

**MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ  
REPUBLIKY**

**ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA**



**ČIASTKOVÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM – GEOLOGICKÉ FAKTORY  
SPRÁVA ZA OBDOBIE 2002 – 2009**

**ČIASTKOVÁ ZÁVEREČNÁ SPRÁVA**

Bratislava apríl 2011

Výtlačok č.:

Objednávateľ: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky,  
nám Ľ. Štúra č. 1, 812 35 Bratislava

Zhotoviteľ: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra,  
Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

## ČIASTKOVÁ ZÁVEREČNÁ SPRÁVA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Názov geologickej úlohy: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory

Číslo geologickej úlohy: 207

Vymedzenie geologických prác: monitorovanie geologických faktorov životného prostredia

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Alena Klukanová, CSc.

Názov čiastkovej úlohy: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory  
správa za obdobie 2002 - 2009

Číslo čiastkovej úlohy: 207

Zodpovedný riešiteľ  
čiastkovej úlohy: RNDr. Alena Klukanová, CSc.

Správu vypracovali: RNDr. Ľubica Iglárová, doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., doc. RNDr. Miroslav Hrašna, PhD., RNDr. Andrej Cipciar, Ing. Jana Frankovská, CSc., RNDr. Slavomír Mikita, PhD., Ing. Peter Bajtoš, PhD., RNDr. Helena Smolárová, RNDr. Augustín Gluch, doc. RNDr. Ján Vlčko, PhD., RNDr. Dušan Bodiš, CSc., RNDr. Alena Klukanová, CSc., Mgr. Martin Ondrášik, PhD.

Spolupracovali: Mgr. Peter Ondrejka, PhD., RNDr. Pavel Liščák, CSc., RNDr. Peter Paudítš, PhD., Ing. Ľubomír Petro, CSc., Mgr. Ivan Dananaj, PhD., Ing. Rudolf Hagara, prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc., RNDr. Peter Labák, CSc., Mgr. Miriam Kristeková, PhD., Ing. Dušan Ferianc, Ing. Ján Vanko, RNDr. Mária Kováčiková, RNDr. Ľubica Záhorová, prof. Ing. Mirko Matys, PhD., doc. RNDr. Vojtech Gajdoš, PhD., Ing. Mária Masarovičová, PhD., Ing. Ivan Slávik, PhD., RNDr. Vladimír Vybíral, doc. RNDr. Stanislav Rapant, DrSc., Mgr. Vladimír Greif, PhD., Mgr. Martin Brček, PhD., RNDr. Jozef Kordík, PhD., RNDr. Igor Slaninka, PhD.

Schválil: Ing. Branislav Žec, CSc.  
riaditeľ ŠGÚDŠ

Bratislava 29. apríl 2011

## 1. ÚVOD

Predkladaná správa o postupe realizácie a výsledkoch monitorovania geologických faktorov za obdobie rokov 2002 až 2009 je spracovaná na základe požiadavky sekcie geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia SR (SGaPZ MŽP SR). V správe sú v zmysle záverov z pracovných rokovaní zástupcov SGaPZ MŽP SR a ŠGÚDŠ (14.4.2010, 13.12.2010, 24.01.2011) predložené výsledky súhrnného spracovania z rokov 2002-2009 podsystémov Čiastkového monitorovacieho systému Geologickej faktory (ČMS GF).

Realizáciu monitoringu zabezpečuje Stredisko ČMS GF, výkonom ktorého je poverený Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave (ŠGÚDŠ). SGaPZ MŽP SR plní úlohu odborného garanta úlohy Čiastkový monitorovací systém Geologickej faktory (ČMS GF).

Výsledky monitorovania sú každoročne predkladané na rokovanie vlády SR na základe Uznesenia vlády SR č. 907 z 21. augusta 2002, ktorým bola schválená „Konceptia trvalo udržateľného využívania zdrojov horninového prostredia“ a ktoré okrem iných požiadaviek uložilo v bode B.3 ministrom životného prostredia SR k 30. aprílu 2003 a potom každoročne predkladať na rokovanie vlády „Informáciu o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám“.

V septembri 2006 bola podpísaná zmluva o spolupráci pri poskytovaní a využívaní geologických informácií medzi Úradom civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR (teraz sekcia integrovaného záchranného systému a krízového manažmentu) a Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) s platnosťou od 15. septembra 2006. Na základe tejto zmluvy je sekcia krízového manažmentu a civilnej ochrany MV SR informovaná o dôležitých výsledkoch monitorovania a tieto sa stávajú súčasťou informačného systému civilnej ochrany, operujúceho v rámci celého územia Slovenskej republiky.

O závažných výsledkoch monitorovania sú ďalej priebežne informované orgány miestnej správy a samosprávy a dotknuté právnické a fyzické osoby. Kópie upozornení sú posielané na sekciu geológie a prírodných zdrojov MŽP SR.

Monitorovacie práce realizované v jednotlivých podsystémoch ČMS GF boli každoročne zhodnotené a zverejnené na internetovej stránke Strediska ČMS GF (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>) formou prehľadnej vizualizácie výsledkov meraní v grafickej forme, v mapových výstupoch, analýzou výsledkov pozorovaných ukazovateľov monitorovania geologických faktorov a v ročných správach.

### 1.1. Monitorovací systém životného prostredia SR

Monitoring životného prostredia Slovenskej republiky je systematické, dôsledne v čase a priestore definované pozorovanie presne určených charakteristík jednotlivých zložiek životného prostredia, alebo vplyvov naň pôsobiacich (spravidla v bodoch tvoriacich monitorovaciu sieť), ktoré s určitou mierou výpovednej schopnosti reprezentujú sledovanú oblasť a v súhrne potom väčší územný celok. Základom monitorovacej činnosti je pozorovanie a následné hodnotenie stavu životného prostredia. Monitoring zabezpečuje objektívne informácie nevyhnutné pre rozhodovacie, riadiace, kontrolné, vedecko-výskumnú činnosť a pre verejnosť.

Poskytovanie informácií o stave a vývoji jednotlivých zložiek životného prostredia je cieľom Informačného systému monitoringu životného prostredia. Informačný systém spolu s monitorovacím systémom životného prostredia je prostriedok, zabezpečujúci informácie o stave a trendoch v životnom prostredí pre viaceré úrovne používateľov. Ich realizáciou sa naplňa právo každého občana na včasné a úplné informácie o stave ŽP, o príčinách a následkoch tohto stavu, zakotveného v Ústave Slovenskej republiky a zákone o zhromažďovaní, uchovávaní a šírení informácií o životnom prostredí (205/2004 Z.z. v znení

neskorších predpisov).

Vlastná realizácia celoplošného monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky je založená na organizačnom a metodickom zjednotení existujúcich monitorovacích aktivít v rámci jednotlivých čiastkových monitorovacích systémov a ich vzájomnej harmonizácii. Realizáciu takéhoto systému je potrebné chápať ako proces, ktorý je založený na spolupráci mnohých odborníkov z viacerých oblastí, vzájomnom zosúladiení prístupov a zjednocovaní používaných metód.

### ***Legislatívne vymedzenie Monitorovacieho systému životného prostredia SR a Informačného systému monitoringu***

*Koncepcia monitorovania životného prostredia pre územie Slovenskej republiky a Koncepcia integrovaného informačného systému o životnom prostredí SR bola prijatá uznesením vlády SR č. 449 z 26. mája 1992. Vlastnú realizáciu monitorovacieho systému životného prostredia a integrovaného informačného systému o životnom prostredí územia Slovenskej republiky upravilo uznesenie vlády SR č. 620 zo 7.9.1993. Na základe týchto uznesení boli spracované projekty čiastkových monitorovacích systémov (ďalej len ČMS) opisujúce cieľový stav. Boli vytvorené strediská čiastkových monitorovacích systémov ako metodicko – koordinačné centrá, usmerňujúce realizáciu monitorovacích aktivít a bola zriadená medzirezortná Koordinačná rada monitoringu.*

V roku 1996 vstúpil do platnosti zákon NR SR č. 261/1995 o Štátnom informačnom systéme (ŠIS). Koncepcia rezortnej časti ŠIS MŽP SR bola schválená ministrom ŽP dňa 27.6.1996 – Informačný systém o životnom prostredí (ISŽP). ISŽP pozostáva z 18 subsystémov, medzi ktoré patrí i informačný systém monitoringu (ISM). Jeho cieľom je vytvoriť homogénny, previazaný celok informačných zdrojov z jednotlivých ČMS. Projekt ISM bol spracovaný podľa vyhlášky Štatistického úradu SR č. 283 z 30. septembra 1996 a uznesením č. 1-1/2000 bol projekt ISM dňa 25. februára 2000 schválený v Rade vlády pre informatiku a rozbehlo sa jeho realizovanie.

*Koncepcia dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí bola prijatá uznesením vlády Slovenskej republiky č. 7 zo dňa 12.1.2000. Koncepciu vypracoval odbor informatiky MŽP SR v roku 1999, jej úlohou bolo premietnuť podnety a skúsenosti za obdobie od prijatia Koncepcie v roku 1992 do ďalšieho obdobia naplňania úlohy s cieľom "vybudovať komplexný monitorovací a informačný systém životného prostredia Slovenskej republiky". Cieľovým stavom bol stabilný základný monitoring, definovaný v aktualizovaných projektoch jednotlivých ČMS, organizačne, personálne, technicky a finančne zabezpečený.*

*Uznesením vlády SR č. 664/2000 bola schválená Koncepcia nového spôsobu financovania ochrany životného prostredia a časový a vecný harmonogram konkrétnych opatrení v súlade s požiadavkami EÚ na kvalitu životného prostredia, ako aj na výsledky screeningu sektoru životného prostredia. Od roku 2001 sú každoročne rozpočtovým opatrením bežným transferom pridelované finančné prostriedky zo štátneho rozpočtu na zabezpečenie realizácie ČMS - Geologické faktory.*

V zmysle návrhu na zabezpečenie racionálnej úpravy systému environmentálneho monitoringu, schváleného operatívnou poradou ministra životného prostredia (OPM ŽP), bola spracovaná *Koncepcia aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu na roky 2005 - 2010*. Vznikla na základe požiadavky MŽP SR prehodnotiť monitorované ukazovatele ŽP a zosúladiť ich s ukazovateľmi, ktorých sledovanie určujú medzinárodné dohovory a zákony SR. Obsahuje tabuľkovo zostavený systém ukazovateľov environmentálneho monitoringu pre jednotlivé čiastkové monitorovacie systémy, zatriedené podľa priority a využiteľnosti. Koncepcia bola schválená uznesením č. 42 OPM ŽP dňa 4.4.2005.

Monitoring životného prostredia Slovenskej republiky pozostáva z nasledovných čiastkových monitorovacích systémov:

1. Ovzdušie
2. Meteorológia a klimatológia
3. Voda
4. Rádioaktivita
5. Geologické faktory
6. Biota
7. Lesy
8. Odpady
9. Pôda
10. Cudzorodé látky v potravinách a krmivách

## **1.2. Čiastkový monitorovací systém geologické faktory**

Čiastkový monitorovací systém geologické faktory tvorí neodmysliteľnú súčasť národnej environmentálnej monitorovacej siete a poskytuje údaje pre ostatné čiastkové monitorovacie systémy životného prostredia SR.

### ***Zámery a ciele ČMS geologické faktory***

Monitorovanie geologických faktorov významne prispieva k úrovni poznania aktuálneho stavu životného prostredia a predstavuje významný prvok pre včasnú identifikáciu zmien prostredia, ktoré môžu v niektorých prípadoch vyvolať vážne mimoriadne udalosti s rozsiahlymi ekonomickými dôsledkami. Predvídanie týchto udalostí a včasné preventívne opatrenia sú ekonomicky vhodnejšou formou riešenia, ako následné odstraňovanie ich škôd.

*Cieľom ČMS GF* je pravidelné pozorovanie zmien a závislostí monitorovaných charakteristík, prognózovanie vývoja aktivity procesov, overovanie hodnovernosti prognóz v praxi, stanovenie kritických varovných úrovní a ich overovanie, zovšeobecnenie poznatkov na územie s rovnakou geologickou stavbou i podmienkami krajinného prostredia a overenie platnosti takéhoto zovšeobecnenia.

### ***Charakteristika ČMS geologické faktory***

Koncepcia ČMS geologické faktory vychádza z celkovej koncepcie monitorovania životného prostredia pre územie Slovenskej republiky. Účelovo je zameraný na tzv. geologické hazardy, t.j. škodlivé, prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú prírodné prostredie, a v konečnom dôsledku človeka. Monitoring slúži na sledovanie a vyhodnocovanie mechanizmu negatívnych zmien v geologickom prostredí.

Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov je tvorený samostatnými podsystémami, pre ktoré je charakteristickým odlišujúcim znakom pôsobenie špecifického geologického procesu, aktivovaného prírodnými, alebo antropogénnymi faktormi. K riešeniu každého podsystému pristupujeme samostatne, avšak optimálnym riešením je vzájomné prepojenie niektorých častí monitoringu geologických faktorov tak, aby jednotlivé merania sa navzájom dopĺňali a podávali ucelený obraz o stave geologického prostredia ako celku. Tejto základnej filozofii monitoringu je podriadený výber monitorovacích miest, frekvencia odberu vzoriek a zberu dát, ako aj spôsoby spracovania vzoriek hornín a najmä spôsob získavania údajov.

Monitorovanie geologických faktorov bolo od roku 2000 vykonávané v zmysle projektu zostaveného na základe ZoD 152/2000/7.2. Štruktúra podsystémov čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov platná do roku 2005 je zobrazená v tab. 1.1.

Tab. 1.1: Štruktúra podsystémov v rámci ČMS GEOLOGICKÉ FAKTORY v rokoch 2000 - 2005

Podsystém	Názov podsystému	Riešiteľská organizácia	Zodpovedný riešiteľ
01	Zosuvy a iné svahové deformácie	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	Doc. RNDr. Peter Wagner, CSc.
02	Erózne procesy	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	Mgr. Martin Ondrášik
03	Procesy zvetrávania	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Pavel Liščák, CSc.,
04	Objemovo nestále sedimenty	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Alena Klukanová, CSc.
05	Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie	Podsystém bol pozastavený	
06	Zmeny antropogénnych sedimentov	Prírodovedecká fakulta UK Bratislava Katedra inžinierskej geológie	Doc. Ing. Mirko Matys, CSc.
07	Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi	Prírodovedecká fakulta UK Bratislava Katedra inžinierskej geológie	RNDr. Ján Vlčko, CSc.
08	Antropogénne sedimenty pochované.	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Mária Kováčiková (do roku 2002) Ing. Jana Frankovská, CSc. (od roku 2003)
09	Tektonická a seizmická aktivita územia	Prírodovedecká fakulta UK Bratislava Katedra inžinierskej geológie	Doc. RNDr. Miroslav Hrašna, CSc.
10	Monitorovanie kvality snehovej pokrývky	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Dušan Bodiš, CSc.
11	Monitorovanie seizmických javov na území Slovenskej republiky	Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava	Doc. RNDr. Peter Moczo, CSc.
12	Monitorovanie aktívnych riečnych sedimentov	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Dušan Bodiš, CSc.
13	Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra RC Spišská Nová Ves	RNDr. Helena Smolárová

Uznesenie vlády SR č. 803 z 12. októbra 2005uložilo naďalej merať a pozorovať vodohospodárske objekty na stabilizačnom násype v údolí Handlovky a výsledky pozorovaní každoročne zahrnúť do informácie o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám.

Na základe Konceptie aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu (schválená uznesením č. 42 OPM ŽP dňa 4.4.2005), bola navrhnutá racionalizácia doterajšieho systému monitorovania, výsledkom čoho bolo zredukovanie CMS GF na 8 podsystémov.

Podľa novej štruktúry podsystémy: „Procesy zvetrávania“, „Zmeny antropogénnych sedimentov“, „Kvalita snehovej pokrývky“ a „Seizmické javy na území SR“ sa prestanú monitorovať ako samostatné podsystémy. Pôvodné podsystémy 09 a 11 sa zlúčia do nového podsystému 02. Pôvodné podsystémy 06 a 08 budú čiastočne sledované v rámci náplne nového podsystému 03. Pôvodné podsystémy 03 a 10 budú čiastočne sledované v rámci

náplne nových podsystémov 01 a 07.

Merania pokračovali v nasledovných podsystémoch:

- 01 Zosuvy a iné svahové deformácie
- 02 Tektonická a seizmická aktivita územia
- 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží
- 04 Vplyv ťažby na životné prostredie
- 05 Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí
- 06 Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi
- 07 Monitorovanie riečnych sedimentov
- 08 Objemovo nestále zeminy

Monitorovanie podsystému „Erózne procesy“ bolo ukončené k 31.12.2005. V prípade výskytu významného rozvoja výmoľovej erózie bude tento jav monitorovaný v rámci podsystému 01 „Zosuny a iné svahové deformácie“. V podsystéme 04 „Vplyv ťažby na životné prostredie“ bolo obnovené monitorovanie od roku 2006.

Tab. 1.2: Štruktúra podsystémov v rámci ČMS GEOLOGICKÉ FAKTORY od roku 2006

Podsystém	Názov podsystému	Riešiteľská organizácia	Zodpovedný riešiteľ
01	Zosuvy a iné svahové deformácie	Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava	Doc. RNDr. Peter Wagner, CSc.
02	Tektonická a seizmická aktivita územia	Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava	Doc.RNDr. Miroslav Hrašna,CSc. Doc. RNDr. Peter Moczo, CSc (monitorovanie seizmických javov).
03	Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží	Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava	Ing. Jana Frankovská, CSc.
04	Vplyv ťažby na životné prostredie	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Spišská Nová Ves	Ing. Peter Bajtoš, PhD.
05	Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Spišská Nová Ves	RNDr. Augustín Gluch
06	Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi	Prírodovedecká fakulta UK Bratislava Katedra inžinierskej geológie	RNDr. Ján Vlčko,CSc.
07	Monitorovanie riečnych sedimentov	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Dušan Bodiš, CSc.
08	Objemovo nestále sedimenty	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava	RNDr. Alena Klukanová,CSc.

## Obsah

### 1. diel

1.	ÚVOD	1
1.1.	Monitorovací systém životného prostredia SR	1
1.2.	Čiastkový monitorovací systém geologickej faktory	3
2.	SUBSYSTÉMY ČMS GF	7
2.1.	ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE	7
2.1.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	7
2.1.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	12
2.1.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	22
2.1.4.	Výsledky monitorovania	24
2.1.4.1.	Lokalita Veľká Čausa	24
2.1.4.2.	Lokalita Handlová–Morovnianske sídlisko	45
2.1.4.3.	Lokalita Handlová – Kunešovská cesta	54
2.1.4.4.	Lokalita Fintice	62
2.1.4.5.	Lokalita Dolná Mičiná	73
2.1.4.6.	Lokalita Ľubietová	84
2.1.4.7.	Lokalita Slanec–TP	90
2.1.4.8.	Lokalita Handlová – zosuv z roku 1960	96
2.1.4.9.	Lokalita Okoličné	105
2.1.4.10.	Lokalita Liptovská Mara	118
2.1.4.11.	Lokalita Bojnice	134
2.1.4.12.	Lokalita Kvašov	142
2.1.4.13.	Lokalita Hlohovec–Posádka	148
2.1.4.14.	Lokalita Vištuk	154
2.1.4.15.	Lokalita Malá Čausa	158
2.1.4.16.	Lokalita Veľká Izra	164
2.1.4.17.	Lokalita Sokol	169
2.1.4.18.	Lokalita Košický Klečenov	174
2.1.4.19.	Lokalita Jaskyňa pod Spišskou	179
2.1.4.20.	Lokalita Banská Štiavnica	184
2.1.4.21.	Lokalita Handlová–Baňa	193
2.1.4.22.	Lokalita Demjata	195
2.1.4.23.	Lokalita Starina	204
2.1.4.24.	Lokalita Slovenský raj – Pod večným dažďom	208
2.1.4.25.	Lokalita Harmanec	212
2.1.4.26.	Lokalita Jakub	216
2.1.4.27.	Lokalita Bratislava – Železná studnička	220
2.1.4.28.	Lokalita Pezinská Baba	223
2.1.4.29.	Lokalita Lipovník	227
2.1.4.30.	Lokalita Stabilizačný násyp Handlová	231
2.1.4.31.	Lokalita Ipel'	243
2.1.4.32.	Lokalita Slovenský raj–Suchá Belá	247
2.1.5.	Zhrnutie výsledkov monitorovania	249
2.2.	TEKTONICKÁ A SEIZMICKÁ AKTIVITA ÚZEMIA	259
2.2.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	259
2.2.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	263
2.2.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	266
2.2.4.	Výsledky monitorovania	271
2.2.4.1.	Monitorovanie na lokalitách Slovenskej geodynamickej referenčnej siete	271



2.2.4.2.	Monitorovanie vertikálnych pohybov územia pozdĺž nivelačných tratí	275
2.2.4.3.	Lokality monitorovania pohybov pozdĺž zlomov	281
2.2.4.4.	Monitorovanie na lokalitách Národnej siete seizmických staníc	282
2.2.4.5.	Analýza vývoja seizmickej aktivity vo významných epicentrálnych oblastiach Slovenska	292
2.2.5.	Zhrnutie výsledkov monitorovania	317
2.3.	ANTROPOGÉNNE SEDIMENTY CHARAKTERU ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ	321
2.3.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	321
2.3.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	329
2.3.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	339
2.3.4.	Výsledky environmentálneho monitoringu na sledovaných lokalitách	341
2.3.4.1.	Lokalita Kyjovský potok, odkalisko Poša	344
2.3.4.2.	Lokalita Zemianske Kostol'any	347
2.3.4.3.	Lokalita Šaľa	352
2.3.4.4.	Lokalita Modra	360
2.3.4.5.	Lokalita Šulekovo	365
2.3.4.6.	Lokalita Bojná	370
2.3.4.7.	Lokalita Myjava – Surovín	377
2.3.4.8.	Lokalita Myjava – Holíčov vrch	383
2.3.4.9.	Lokalita Krompachy – Halňa	391
2.3.4.10.	Lokalita Prakovce	395
2.3.4.11.	Lokalita Devínska Nová Ves	399
2.3.4.12.	Odkalisko Smolník	404
2.3.4.13.	Odkaliská DUSLO, a.s. ŠAĽA	408
2.3.4.14.	Odkalisko Konvertorové haly USS Košice	409
2.3.4.15.	Odkalisko Mokrú haldu USS Košice	411
2.3.4.16.	Odkalisko ČOV – Sokol'any USS Košice	413
2.3.4.17.	Odkalisko RSTO Dusla Šaľa	415
2.3.4.18.	Odkalisko Amerika 1	422
2.3.4.19.	Odkalisko ENO Pôvodné	428
2.3.4.20.	Odkalisko ENO definitívne	437
2.3.4.21.	Odkalisko Lintich Banská Štiavnica	445
2.3.4.22.	Odkalisko Sedem žien	450
2.3.5.	Zhrnutie výsledkov monitorovania	457

## Obsah

### 2. diel

2.4.	VPLYV ŤAŽBY NERASTOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE	461
2.4.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	461
2.4.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich vyhodnotenia	469
2.4.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	473
2.4.4.	Výsledky monitorovania	474
2.4.4.1.	Lokalita Banská Štiavnica R1	474
2.4.4.2.	Lokalita Hodruša–Hámre R2	482
2.4.4.3.	Lokalita Kremnica R3	484
2.4.4.4.	Lokalita Dúbrava–Magurka R4	490
2.4.4.5.	Lokalita Pezinok R5	495
2.4.4.6.	Lokalita Špania Dolina R6	501
2.4.4.7.	Lokalita Rudňany – Poráč R7	505
2.4.4.8.	Lokalita Nižná Slaná R8	521
2.4.4.9.	Lokalita Slovinky R9	534
2.4.4.10.	Lokalita Rožňava R10	541
2.4.4.11.	Lokalita Smolník R11	547
2.4.4.12.	Lokalita Novoveská Huta R16	561
2.4.4.13.	Lokalita Jelšava N1	577
2.4.4.14.	Lokalita Lubeník N2	586
2.4.4.15.	Lokalita Košice–Bankov N4	592
2.4.4.16.	Lokalita Hnúšťa–Mútnik N5	597
2.4.4.17.	Oblasť ťažby hnedého uhlia – Horná Nitra	602
2.4.4.18.	Problémové lokality nemonitorované v rámci ČMS GF	610
2.4.5	Zhrnutie výsledkov monitorovania	611
2.5.	MONITOROVANIE OBJEMOVEJ AKTIVITY RADÓNU V GEOLOGICKOM PROSTREDÍ	617
2.5.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	618
2.5.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	621
2.5.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	623
2.5.4.	Výsledky monitorovania	624
2.5.4.1.	Lokalita Hnilec	624
2.5.4.2.	Lokalita Novoveská Huta	625
2.5.4.3.	Lokalita Teplička	628
2.5.4.4.	Lokalita Košice – KVP	630
2.5.4.5.	Lokalita Banská Bystrica – Podlavice	633
2.5.4.6.	Lokalita Bratislava – Vajnory	634
2.5.4.7.	Lokalita Grajnár	635
2.5.4.8.	Lokalita Bratislava – prameň Himligárka	638
2.5.4.9.	Lokalita Bratislava – prameň Zbojníčka	640
2.5.4.10.	Lokalita Bratislava – prameň Mária	641
2.5.4.11.	Lokalita Bacúch – Prameň Boženy Němcovej	642
2.5.4.12.	Lokalita Spišské Podhradie – Prameň sv. Ondreja	645
2.5.4.13.	Lokalita Oravice – pramenisko Jašterčie	647
2.5.4.14.	Lokalita Ladmovce – preliv vrtu	648
2.5.5.	Zhrnutie výsledkov monitorovania	651
2.6.	STABILITA HORNINOVÝCH MASÍVOV POD HISTORICKÝMI OBJEKTMI	655
2.6.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	655

2.6.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	657
2.6.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	657
2.6.4.	Výsledky monitorovania	659
2.6.4.1.	Spišský hrad	659
2.6.4.2.	Strečniansky hrad	670
2.6.4.3.	Trenčiansky hrad	672
2.6.4.4.	Uhrovský hrad	677
2.6.4.5.	Hrad Pajštún	680
2.6.4.6.	Plavecký hrad	684
2.6.4.7.	Lietavský hrad	688
2.6.4.8.	Čachtický hrad	692
2.6.4.9.	Hrad Devín	693
2.6.4.10.	Kláštorný komplex Skalka	698
2.6.4.11.	Kostoľany pod Trábeňom	700
2.6.4.12.	Oravský hrad	702
2.6.5.	Zhrnutie výsledkov monitorovania	704
2.7.	MONITOROVANIE AKTÍVNYCH RIEČNYCH SEDIMENTOV	705
2.7.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	705
2.7.2.	Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	706
2.7.3.	Spôsob a frekvencia zberu údajov	710
2.7.4.	Výsledky monitorovania riečnych sedimentov	712
2.7.4.1.	Riečne sedimenty	712
2.7.4.2.	Kvalita tuhých zrážok	804
2.7.5.	Zhrnutie výsledkov monitoringu	824
2.8.	OBJEMOVO NESTÁLE ZEMINY	827
2.8.1.	Základná charakteristika	827
2.8.2.	Pozorované ukazovatele a metódy hodnotenia	830
2.8.3.	Frekvencia zberu údajov	832
2.8.4.	Výsledky monitorovania	832
2.9.	ERÓZNE PROCESY	843
2.9.1.	Základná charakteristika monitorovacej siete	843
2.9.2.	Sledované ukazovatele (merané veličiny) a metódy hodnotenia jednotlivých veličín	845
2.9.3.	Spôsob a frekvencia odberu vzoriek	846
2.9.4.	Výsledky monitorovania	847
2.9.4.1.	Lokalita Brezová pod Bradlom na Myjavskej pahorkatine	847
2.9.4.2.	Lokalita Nováky v Hornonitrianskej kotline	850
2.9.4.3.	Lokalita Dudince na Krupinskej planine	852
2.9.4.4.	Klenovec (kryštalínium Veporského pásma)	855
2.9.4.5.	Lokalita Plaveč v Spišsko – Šarišskom medzihorí	858
2.9.4.6.	Varhaňovce (neogén a kvartér vnútrokarpatských panvy a kotlín)	861
2.9.4.7.	Lokalita Osrblie vo Veporských vrchoch	863
2.9.4.8.	Lokalita Turá Lúka	864
2.9.4.9.	Vysokoškolský poľnohospodársky podnik Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre so sídlom v Kolíňanoch	865
2.9.5.	Štatistické vyhodnotenie výsledkov	867
3.	Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov	875
3.1.	Informačný systém monitoringu	875
3.2.	Spôsob spracovania informácií v ČMS GF	875
3.2.1.	Databázy primárnych údajov (podrobný informačný systém)	881

3.2.2.	Vizualizácia hodnotených dát (prehľadný informačný systém)	886
4.	Ekonomické zhodnotenie	897
5.	Záver	915

## **2. SUBSYSTÉMY ČMS GF**

Čiastkový monitorovací systém geologickej faktory bol v rokoch 2002 – 2005 tvorený 13 samostatnými podsystémami a v rokoch 2006 – 2009 ôsmymi podsystémami. Pre tieto podsystémy je charakteristickým odlišujúcim znakom pôsobenie špecifického geologickeho procesu, aktivovaného prírodnými, alebo antropogénnymi faktormi.

V ďalšom budeme pokračovať charakteristikou jednotlivých podsystémov.

### **2.1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE**

V rámci subsystému 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie sú prezentované výsledky monitorovania reprezentatívnych lokalít za rok 2009 a spracované sú hlavné výsledky pozorovaní za predchádzajúce obdobie, počínajúc rokom 2002. V analýze tohto obdobia sa pozornosť sústreďuje predovšetkým na zaznamenané vývojové trendy zmien jednotlivých pozorovaných ukazovateľov. Prehľadne je spracovaná aj postupnosť riešenia a uvedené sú všetky zmeny v metodike a metódach, ktoré v tomto období riešenia úlohy nastali.

#### **2.1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete**

Základné metodické princípy riešenia monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií sú podrobne opísané v zodpovedajúcich častiach predchádzajúcich správ, spracovávaných každoročne od r. 1998. Kvôli úplnosti a zrozumiteľnosti textu predkladanej správy sa v rámci úvodných podkapitol (2.1.1 až 2.1.3) opakujú niektoré základné zásady metodiky monitorovania a metód spracovania výsledkov, aplikovaných pri riešení úlohy. Analogicky sú z predchádzajúcich správ, kvôli úplnosti, prebraté základné charakteristiky jednotlivých lokalít monitorovania (v časti 2.1.4).

Úloha sa od začiatku riešenia v roku 1993 spracovávala formou bodového monitorovania reprezentatívnych lokalít svahových pohybov. Výber týchto lokalít bol založený na kritériu typologickom (podmieňujúcim zastúpenie základných typov svahových pohybov – zosúvania, plazenia a prognózovania pohybov typu rútenia), kritériu regionálno-geologickeho (z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát – Matula, Pašek, 1986) a kritériu celospoločenskej významnosti (podmieňujúcim výber z celospoločenského hľadiska najdôležitejších lokalít, na ktorých je už k dispozícii aspoň základná sieť monitorovacích objektov, vyžadujúcich si však trvalé udržiavanie, prípadne dopĺňovanie novými objektmi).

Výber monitorovaných lokalít však nie je nemenný a v priebehu riešenia sa ich počet a lokalizácia upravovali podľa aktuálnych celospoločenských požiadaviek i podľa monitorovaním zhodnoteného stavu lokalít. Podľa tých istých kritérií sa upravoval i rozsah metód a frekvencia monitorovania, ako aj aktuálny stupeň celospoločenskej významnosti reprezentatívnych lokalít. Najvýznamnejšie zmeny v rozsahu pozorovaných lokalít nastali v roku 2002 (vyradenie 8 lokalít a doplnenie 3 nových lokalít) a v roku 2006, keď v súlade s aktualizovanou štruktúrou monitorovania bol do subsystému 01 zaradený súbor lokalít prognózovania pohybov typu rútenia so zameraním na hodnotenie postupu procesov zvetrávania v prostredí skalných hornín. Zmeny, ktoré nastali v súbore pozorovaných lokalít v priebehu riešenia úlohy od konca roku 2001 sú prehľadne spracované v tab. 2.1.1.

Ako už bolo uvedené, jedným z hlavných kritérií výberu reprezentatívnych lokalít je ich rozmiestnenie vo všetkých oblastiach inžinierskogeologickej rajonizácie územia slovenských Karpát. Ak však berieme do úvahy skutočnosť, že vývoj každého monitorovaného svahového pohybu primárne ovplyvňuje geologická stavba prostredia, v ktorom sa nachádza (a ktorá nemusí dostatočne vystihovať charakter danej oblasti podľa regionálneho inžinierskogeologickeho členenia), vytvorilo sa niekoľko, účelovo zjednodušených modelov prostredia, v ktorých sa nachádzajú vybrané monitorované lokality:

Tab. 2.1.1: Zmeny v súbore monitorovaných lokalít v období rokov 2002 až 2009

Typ SP	Lokalita	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Zosúvanie	Veľká Čausa								
	Malá Čausa								- CV
	Bojnice								
	Díviaky n.Nitricou	- OS							
	Handlová-zosuv z r. 1960								
	Dolná Mičiná								
	Lubietová								
	Fintice								
	Slanec	- PS							
	Okoličné								
	Liptovská Mara								
	Žilina-Dubeň	- IO							
	Oravský Podzámok	- PS							
	Harvelka	- CV							
	Klieštiná	- CV							
	Hlohovec- Posádka								
	Vištuk								
	Handlová- Morovn. sídl.	+ CV							
	Handlová- Kunešovská cesta	+ CV							
Slanec-TP		+ CV							
Kvašov						+ CV			
Plazenie	Veľká Izra								
	Sokol								
	Košický Klečenov								
	Lubochňa-Havran	- CV							
	Jaskyňa pod Spišskou						+ CV		
Prognózy rútenia	Banská Štiavnica								
	Demjata								
	Huty	- SO							
	Harmanec								
	Handlová-Baňa					+ AK			
	Starina					+ AK			
	Slov. raj-Suchá Belá					+ CV		- SO	
	Slov. raj-Pod večným dažďom					+ CV			
	Jakub					+ AK			
	Bratislava-Železná studnička					+ AK			
	Pezinská Baba					+ AK			
	Lipovník					+ AK			
Iné	Ipeľ - PVE	+ CV							
	Handlová-Stabilizačný násyp				+ CV				

Vysvetlivky: typ SP – typ svahového pohybu ; + lokalita v danom roku zaradená do súboru, - lokalita vyradená zo súboru; príčiny zaradenia (resp. vyradenia) lokality: OS – overený stabilný stav, PS – poškodenie monitorovacej siete, IO – monitorovanie vykonáva iná organizácia, SO – vykonanie stabilizačných opatrení, AK – aktualizácia koncepcie monitorovania, CV – vzrast, resp. pokles celospoločenského významu lokality; sivá výplň – lokalita sa v danom období nemonitorovala, zelená výplň – lokalita sa nemonitorovala v subsystéme 01, bez výplne – lokalita sa v danom období monitorovala

- neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi
- neogénne sedimenty (piesky, íly, slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovce)
- nedimenty flyšového charakteru (striedanie pieskovcov a ílovcov prevažne paleogénneho veku)
- skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku.

Okrem takéhoto účelového zjednodušenia geologickej stavby je nevyhnutné pri výbere reprezentatívnych lokalít zohľadniť ich aktuálnu celospoločenskú dôležitosť, ako aj stav monitorovacej siete. Uvedené skutočnosti podmieňujú rozsah aplikovaných monitorovacích metód, ako aj frekvenciu meraní. Na základe celospoločenskej dôležitosti boli lokality rozdelené do troch skupín významnosti:

- Lokality veľmi významné – stupeň dôležitosti III. (ide o svahové poruchy, ktoré aktuálne ohrozujú významné objekty technosféry, prejavy ich aktivity boli zaznamenané v nedávnej minulosti a existujúca monitorovacia sieť umožňuje aplikovať širší súbor monitorovacích meraní s dostatočnou frekvenciou);
- Lokality významné – stupeň dôležitosti II. (predstavujú svahové poruchy čiastočne stabilizované alebo nachádzajúce sa mimo významných objektov technosféry s monitorovacou sieťou, umožňujúcou vykonávať iba niektoré zo základného sortimentu monitorovacích meraní);
- Lokality menej významné – stupeň dôležitosti I. (ide o svahové poruchy, ktoré sú stabilizované a ich význam je z celospoločenského hľadiska v súčasnosti nižší, nemožno však vylúčiť ich opätovnú aktivizáciu v súvislosti s rôznymi činnosťami – napr. výstavbou nových objektov). Monitoring na týchto lokalitách má prevažne udržiavací charakter; v prípade potreby sa môže jeho rozsah i frekvencia zvýšiť a lokality môžu byť preradené do vyššej kategórie významnosti.

Zoradenie jednotlivých monitorovaných lokalít (stav z roku 2009) na základe regionálneho inžinierskogeologického členenia Západných Karpát a podľa typu svahových pohybov je v tab. 2.1.2. Zoradenie lokalít podľa zjednodušených typových modelov horninového prostredia a celospoločenskej významnosti pozorovaných svahových porúch je v tab. 2.1.3 a ich situovanie je na obr. 2.1.1. V roku 2009 sa po vzájomnej dohode s orgánmi miestnej samosprávy skončilo aktívne monitorovanie lokality Malá Čausa (vzhľadom na sanáciu potoka na úpätí zosuvného svahu a preloženie ohrozených objektov), treba však zdôrazniť, že všetky údaje, zistené počas monitorovania sú uložené v databáze a prístupné pre prípad obnovenia meraní. Vzhľadom na to, že súčasťou predkladanej správy je aj hodnotenie stavu lokalít za obdobie rokov 2002 – 2009, bola lokalita Malá Čausa ponechaná v súbore spracovávaných lokalít (tab. 2.1.2 a tab. 2.1.3). Pre úplnosť je zoznam hodnotených lokalít doplnený na konci tab. 2.1.3 aj o lokalitu Slovenský raj-Suchá Belá, ktorá sa monitorovala v rokoch 2006 – 2007 a po uskutočnení navrhnutých opatrení v roku 2007 bolo jej monitorovanie skončené.

Vzhľadom na rozdielnosť monitorovacích metód, aplikovaných pre rôzne typy svahových porúch, je práve typ svahovej poruchy primárnym kritériom členenia súboru lokalít. Rôznosť charakteru svahových pohybov v rôznych geologických prostrediach podmieňuje druhú úroveň členenia súboru hodnotených lokalít. Konečným kritériom je rozdelenie lokalít podľa celospoločenskej dôležitosti. Poradie reprezentatívnych lokalít, uvedené v tab. 2.1.3 zodpovedá postupnosti ich opisu v podkapitole 2.1.4.

Na záver možno konštatovať, že vzhľadom na pokrytie všetkých územných jednotiek inžinierskogeologického členenia slovenských Karpát modelovými lokalitami svahových porúch, ako aj na zistené analógie v ich správaní v rôznych typoch horninového prostredia, zostáva naďalej odôvodnenou predstava postupného prechodu od bodového k celoplošnému monitorovaniu aktivity svahových porúch na celom území Slovenska.

Tab. 2.1.2: Zaradenie reprezentatívnych lokalít podľa základných typov svahových pohybov a podľa regionálneho inžinierskogeologického členenia slovenských Karpát

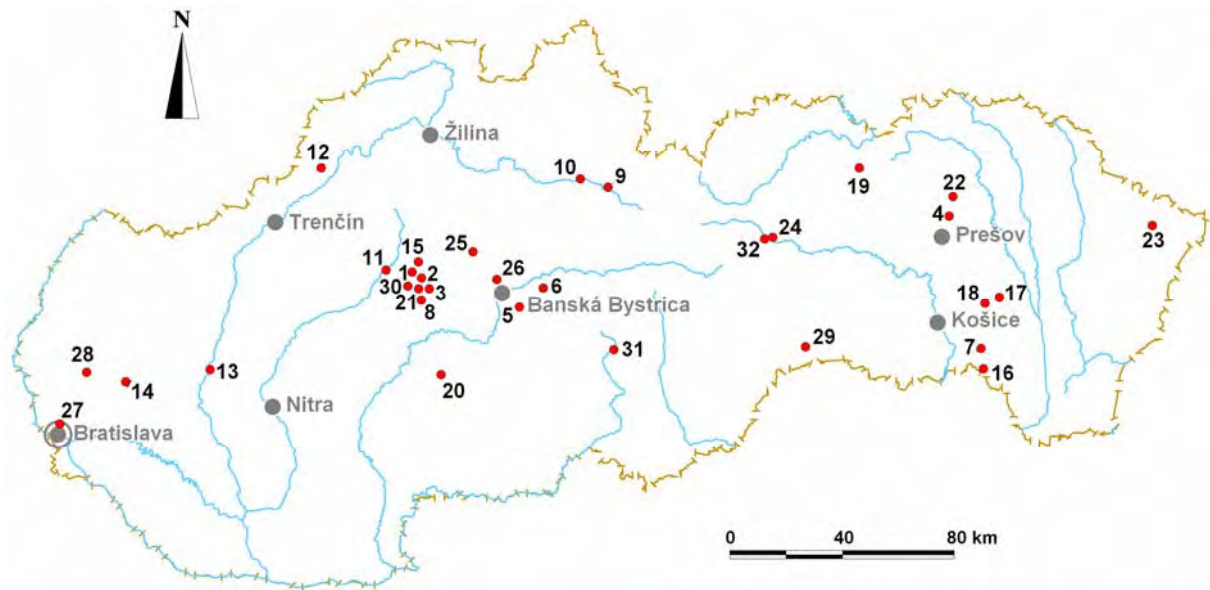
Inžiniersko-geologický región	Inžiniersko-geologická oblasť	Lokality svahových pohybov			
		Zosúvanie	Plazenie	Rútenie (stabilita skalných zárezov)	Iné
Región jadrových pohorí	Oblasť vysokých jadrových pohorí			- Harmanec - Jakub	
	Oblasť jadrových stredohorí			- Bratislava Železná studnička - Pezinská Baba - Slovenský raj (Pod večným dažďom) - Slovenský raj (Suchá Belá) - Lipovník	- PVE Ipeľ
Región karpatského flyša	Oblasť flyšových hornatín		-Jaskyňa pod Spišskou		
	Oblasť flyšových vrchovín	- Kvašov - Fintice*		- Demjata - Starina	
Región neovulkanitov	Oblasť vulkanických hornatín	- Handlová ('60/'61)* - Ľubietová* - Slanec – TP	- Veľká Izra - Sokol - Košický Klečenov	- Handlová-Baňa - Banská Štiavnica	
	Oblasť vulkanických vrchovín	- Dolná Mičiná			
Región neogénnych tektonických vkleslín	Oblasť vnútrohorských kotlín	- Veľká Čausa* - Malá Čausa - Handlová (Morovnian-ske sídlisko) - Handlová (Kunešovská cesta) - Bojnice - Okoličné - Liptovská Mara			-Handlová (Stabilizačný násyp)
	Oblasť vnútrokarpatských nížin	- Hlohovec - Vištuk			

\* Svahový pohyb sa nachádza na hraniciach inžinierskogeologických celkov



Tab. 2.1.3: Prehľad lokalít monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií

Typ svahového pohybu	Geologická stavba	Celospoločenská dôležitosť	Lokality
Zosúvanie	Neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi	Veľmi významná	1. Veľká Čausa 2. Handlová – Morovnianske sídlisko 3. Handlová – Kunešovská cesta 4. Fintice
		Významná	5. Dolná Mičina 6. Lubietová 7. Slanec-TP 8. Handlová - zosuv z roku 1960
	Sedimenty flyšového charakteru	Veľmi významná	9. Okoličné 10. Liptovská Mara 11. Bojnice
		Významná	12. Kvašov
	Neogénne sedimenty	Významná	13. Hlohovec-Posádka 14. Vištuk
		Menej významná	15. Malá Čausa
Plazenie	Neogénne vulkanity	Významná	16. Veľká Izra 17. Sokol 18. Košický Klečenov
	Sedimenty flyšového charakteru	Významná	19. Jaskyňa pod Spišskou
Rútenie	Neogénne vulkanity	Významná	20. Banská Štiavnica
		Menej významná	21. Handlová-Baňa
	Sedimenty flyšového charakteru	Významná	22. Demjata
		Menej významná	23. Starina
	Skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku	Významná	24. Slovenský raj - Pod večným dažďom 25. Harmanec
		Menej významná	26. Jakub 27. Bratislava - Železná studnička 28. Pezinská Baba 29. Lipovník
Iné: Stabilita vodohospodárskeho diela	Antropogénne sedimenty na kvartérnych a paleogén. horninách	Veľmi významná	30. Stabilizačný násyp - Handlová
Iné: Stabilita väčšieho územného celku	Skalné horniny predmezozoického veku	Významná	31. Ipeľ – územie perspektívnej výstavby PVE
Lokalita typu rútenia v skalných horninách mezozoického veku, monitorovaná v rokoch 2006 – 2007			32. Slovenský raj - Suchá Belá



Obr. 2.1.1: Rozmiestnenie monitorovaných lokalít svahových deformácií na území Slovenska  
Čísla lokalít zodpovedajú číslovaniu v tab. 2.1.3

### 2.1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

Súborný prehľad dosiaľ používaných i perspektívnych **metód monitorovania** svahových pohybov je uvedený v tab. 2.1.4. Vzhľadom na rozdielnu podstatu meraní sú v tabuľke samostatne vyčlenené metódy monitorovania, používané pre rôzne typy svahových pohybov a **pozorované ukazovatele**, ktoré sa týmito meraniami získavajú.

#### A. Zosúvanie

##### a/ Merania posunov

Azda základným monitorovacím meraním na zosuvných územiach je meranie pohybu zosuvných hmôt, vykonávané prostredníctvom merania posunov bodov monitorovacej siete v určitých časových intervaloch.

Na meranie posunov bodov sa používa viacero metód; najpoužívanejšie z nich sú rôzne *terestrické geodetické metódy*, ktoré majú v tejto oblasti použitia najbohatšiu tradíciu. Podstata terestrických metód zostáva v zásade rovnaká, avšak vďaka výraznému progresu v kvalite meracej techniky i v spôsoboch spracovávania údajov sa postupne dosahuje čoraz väčšia presnosť meraní.

Terestrické metódy na určitých typoch lokalít sú v poslednom desaťročí v značnej miere nahrádzané *presnou družicovou technológiou GNSS (Globálne navigačné satelitné systémy)*, často nie celkom správne nazývanou ako meranie GIS, ktorá je významne využívaná v geodézii na veľmi presné meranie priestorovej polohy diskretných bodov. GNSS technológia sa však neradí medzi technológie diaľkového prieskumu, pretože nemá potenciál zberu vysoko hustých údajov z veľkých území v krátkom časovom intervale. Napriek nesporným výhodám a búrlivému vývoju meracej technológie GNSS z hľadiska metodického i inštrumentálneho, nemôže na zosuvných územiach zatiaľ úplne nahradiť klasické terestrické metódy vzhľadom na to, že v prípade zalesnených častí územia nie je metóda GNSS aplikovateľná. Preto i pre budúcnosť možno za perspektívnu považovať vzájomnú kombináciu terestrických i GNSS metód v závislosti od charakteru meranej lokality.

Tab. 2.1.4: Prehľad aktuálnych a perspektívnych metód monitorovania svahových pohybov

Typ svahového pohybu	Merané charakteristiky	Metódy monitorovania	
		Merania vykonávané v súčasnosti	Perspektívne metódy
Zosúvanie	a/ Posunov	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Geodetické – terestrické</li> <li>– Geodetické – družicové (GNSS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Geodetické – laserového skenovania (LiDAR)</li> <li>– Diaľkového prieskumu (SAR/InSAR)</li> <li>– Terestrická aplikácia metódy GB-InSAR</li> </ul>
	b/ Deformácií	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Presnej inklinometrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kontinuálnej inklinometrie</li> <li>– Priestorové merania systémom Trivec</li> <li>– Časovej reflektometrie (TDR)</li> </ul>
	c/ Napätostného stavu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Povrchových reziduálnych napätí</li> <li>– Poľa pulzných elektromagnetických emisií (PEE)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mikrosezimické</li> </ul>
	d/ Zosuvotvorných faktorov (režimové pozorovania)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty (vykonávané pozorovateľmi, resp. automatickými hladinomerami)</li> <li>– Výdatnosti odvodňovacích zariadení (s určením vodivosti a odberom vzoriek vody)</li> <li>– Zrážkových úhrnov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Merania pórových tlakov</li> <li>– Merania vodnej hodnoty snehovej pokrývky</li> <li>– Merania pôdnej vlhkosti</li> </ul>
Rútenie	a/ Posunov	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dilatometrické (tyčovým meradlom Somet a meradlom posunov)</li> <li>– Fotogrametrické (metóda stereofotogrametrie, metóda časovej základnice a konvergentná fotogrametria)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Merania automatickým dilatometrom</li> <li>– Fotogrametrického skenovania</li> <li>– Terestrického laserového skenovania</li> </ul>
	b/ Napätostného stavu		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mikrosezimické</li> </ul>
	c/ Faktorov vplyvajúcich na stabilitu svahu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zrážkových úhrnov</li> <li>– Počtu mrazových dní</li> </ul>	
	d/ Zmien morfológie skalnej steny	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mikromorfologických zmien povrchu horniny</li> </ul>	
Plazenie	a/ Posunov	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dilatometrické (opticko-mechanickým dilatometrom TM-71)</li> </ul>	
	b/ Faktorov vplyvajúcich na stabilitu svahu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zrážkových úhrnov</li> </ul>	

V posledných rokoch sa v rámci metód, aplikovaných pri monitorovaní zosuvov prejavil výrazný nástup *geodetickej technológie laserového skenovania*, ako aj technológií

*dialľkového prieskumu*. Vo väčšine prípadov ide o metódy, využiteľné predovšetkým pri výskume regionálneho charakteru. Stále zdokonaľovanie uvedených techník však umožňuje v určitom rozsahu ich použitie i pri lokálnom výskume zosuvov (technológie pôvodne aplikované v dialľkovom prieskume sa začali používať aj v terestrickom, teda blízkom prieskume). K najpoužívanejším z tejto skupiny meracích techník patria:

- *LiDAR (Light Detection And Ranging)* – ide o technológiu leteckého laserového skenovania. Ako platforma sa využívajú lietadlá vybavené okrem samotného lasera aj zariadeniami na určenie jeho polohy (GNSS) a orientácie (IMU – inerciálny merací systém). Dosah LiDAR prístrojov sa pohybuje od 1000 do 2000 m pri presnosti meranej dĺžky 1 cm. Nevýhodou je nefunkčnosť zariadenia v prípade hmly, dažďa a snehu, keďže voda značne absorbuje svetelné vlnenie vlnových dĺžok používaných týmito laserovými prístrojmi;
- *SAR (Synthetic Aperture Radar)* využíva na rozdiel od laserového skenera (orientovaného na svetelné vlny dĺžky cca 1  $\mu\text{m}$ ) radarové vlnové dĺžky (mikrovlny) s hodnotou 5,6 cm vo viacerých frekvenčných pásmach. SAR je aktívny družicový systém, ktorý prijíma a spracováva vlnenie vyslané anténou. Je nezávislý od osvetlenia zemského povrchu (môže pracovať tak vo dne, ako aj v noci), je nezávislý od počasia (vlny bez problémov prechádzajú oblakmi) a mikrovlny poskytujú informácie aj o geometrických a dielektrických vlastnostiach zemského povrchu (drsnosť, chemické zloženie, vlhkosť a pod.). Mikrovlny prechádzajú aj inými materiálmi ako je napr. pôda a vegetácia, a preto sú schopné zachytiť aj objekty, ktoré sú zakryté.

Použitím princípu *interferometrie*, teda stanovenia indexu lomu svetla s využitím jeho interferencie (*InSAR – Interferometric SAR*) dvoch snímok z rôznych časových etáp možno pozorovať pohyby zemského povrchu s presnosťou rádovo cm. Presnosť možno zvýšiť o rád použitím vhodných odrážačov mikrovln. V súčasnosti sa začínajú používať pre potreby monitorovania deformácií priehrad, ale aj zosuvných svahov *pozemné radarové systémy (GB – InSAR, Ground Based InSAR)*, ktoré sú schopné určiť deformáciu v smere merania veľkosti 0,1 mm zo vzdialenosti až 4000 m pri rozlíšení 0,5 x 4,5 m, čo predstavuje veľkosť pixela radarového záznamu na reálnej ploche v teréne (Albaa et al., 2008).

### ***b/ Merania deformácií***

Svojou podstatou sú merania deformácií veľmi príbuzné meraniam posunov; vykonávajú sa však v podpovrchových polohách zosuvných hmôt.

Z viacerých metód azda najviac overená a používaná je *metóda presnej inklinometrie* (Gajdoš, Wagner, 2005). Vzhľadom na kvalitu výstupov (úplná informácia o vektore deformácie v príslušnej rovine merania) táto metóda prakticky „vytlačila“ iné spôsoby merania, aplikované na tento účel v minulosti (napr. priechodomery, kyvadlá). Súčasne možno konštatovať, že prevažná väčšina novších metód merania deformácií je odvodená práve zo základného typu merania presnou inklinometriou.

Z metód, ktoré sa v súčasnosti začínajú overovať a možno ich považovať za perspektívne pri ďalšom vývoji a skvalitňovaní monitorovania deformácií treba uviesť *metódu kontinuálnej inklinometrie*. Metóda umožňuje merať vývoj deformácií zvyčajne na úrovni šmykovej plochy. Merania kontinuálnym inklinometrom majú podstatne vyššiu frekvenciu, čo významne mení pohľad na vývoj deformácie v čase. Táto skutočnosť podporuje možnosť porovnávať výsledky s inými meraniami, a tak odvodiť prípadné závislosti medzi nimi. Nevýhodou tohto spôsobu monitorovania deformácie je, že získať informácie z celého profilu vrty je technicky a teda aj ekonomicky veľmi náročné. Pozornosť sa preto venuje vybraným zónam – šmykovým plochám, ktoré treba určiť s vysokou presnosťou ešte pred inštaláciou zariadenia.

K ďalšiemu zdokonaleniu meraní presnou inklinometriou patrí určite aplikácia systému *Trivec* umožňujúceho v špeciálne vystrojených vrtoch merať deformácie v troch, na seba navzájom kolmých smeroch (Willenberg et al., 2002).

Kvalitatívne určenie tých polôh vo vrte, v ktorých boli zaznamenané najväčšie hodnoty deformácií umožňuje *metóda časovej reflektometrie (Time Domain Reflectometry – TDR)*. V princípe ide o zaznamenávanie elektrických impulzov, odrazených od vytvorenej prekážky (napr. od ohybu vrtnej pažnice); metóda teda slúži na identifikáciu polohy šmykových plôch pri podstatne nižšej nákladovosti a menšej časovej náročnosti získavania údajov, v porovnaní s klasickou inklinometriou (Drusa et al., 2009).

### ***c/ Merania napätostného stavu***

Ide o merania, ktoré majú oproti predchádzajúcim skupinám meraní nespornú výhodu v tom, že indikujú zmeny napätostného stavu prostredia pred vlastným zosuvným pohybom – v prípade dlhšieho časového radu meraní možno odvodiť trendy vývoja napätostného stavu svahu a do určitej miery prognózovať ďalší vývoj jeho stability.

Z doteraz používaných metód sa postupne upúšťa od metódy merania *povrchových reziduálnych napätí* (Fussgänger a Jadroň, 1977), ktorá je technicky náročná a jej výsledky charakterizujú prevažne stav najvrchnejšieho, pripovrchového horizontu zosuvných hmôt.

Naopak, za veľmi perspektívnu možno považovať metódu merania *poľa pulzných elektromagnetických emisií* (PEE – Vybíral a Wagner, 2002) ktorá umožňuje identifikovať miesta koncentrácie napätí v rôznych hĺbkach meraného vrtnu. Dlhoročné skúsenosti s aplikáciou tejto metódy preukázali jej prognostický charakter. Ďalší vývoj tejto metódy je podmienený objektivizáciou a kvantifikáciou nameraných výsledkov.

Domnievame sa, že kvalitu monitorovania v budúcnosti zvýšia práve analogické prognostické merania, ktorých výsledky necharakterizujú iba zmeny prostredia v momente merania, ale naznačujú trendy vývoja stabilitného stavu vrátane upozornení, kde možno v najbližšej budúcnosti očakávať aktivizáciu pohybu. Ako veľmi perspektívne z tohto hľadiska sa javia rôzne geofyzikálne metódy, predovšetkým *mikroseizmické merania*, vychádzajúce zo skutočnosti, že pred zosuvnými, ale i rúťivými pohybmi dochádza ku generovaniu elastickej energie, čo sa prejavuje vibráciami v prostredí pred iniciovaním samotného pohybu. Prirodzene, úspešná praktická aplikácia tejto predstavy si vyžaduje odvodenie spoľahlivého vzťahu medzi hodnotami zaznamenaných vibrácií a aktivitou pohybu, nameranou tradičnými monitorovacími metódami (Ponziani et al., 2008).

### ***d/ Merania zmien zosuvotvorných faktorov***

V rámci meraní zmien zosuvotvorných faktorov sa v našich podmienkach pozornosť tradične sústreďuje na režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích objektoch a zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení (tab. 2.1.4).

Pri *meraní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody* sa oproti minulosti na všetkých významnejších lokalitách merania pozorovateľov nahrádzajú kontinuálnym zberom údajov pomocou automatických hladinomerov, ktoré, navyše, kontinuálne zaznamenávajú i zmeny teploty podzemnej vody, čo vytvára potenciál pri širšie analýzy medzi rôznymi pozorovanými faktormi.

*Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení*, spojené s *meraniami vodivosti* a odberom vzoriek na analýzu *chemického zloženia vody*, či *izotopového zloženia H a O*, vo väčšine prípadov vykonávajú pozorovatelia. Na vybraných lokalitách možno v budúcnosti uvažovať tiež s inštaláciou kontinuálnych meracích zariadení – ich použitie v značnej miere závisí od možností technickej inštalácie prístrojov na každej konkrétnej lokalite.

Nevyhnutnou súčasťou informácií o stave zosuvotvorných faktorov sú *údaje o zrážkach*. Táto informácia sa zvyčajne preberá z údajov siete staníc SHMÚ; na celospoločensky dôležitých lokalitách však možno inštalovať lokálne zrážkomerné stanice, zaznamenávajúce i údaje o teplote vzduchu.

V doterajšej monitorovacej praxi sa okrem spomenutých informácií pomerne skromne uplatňuje pozorovanie ďalších, nesporne veľmi významných javov. Ide predovšetkým o nasledujúce typy meraní:

- *Merania pórových tlakov vody*, ktorých poznanie je predpokladom zostavenia spoľahlivého stabilného výpočtového modelu (ide o údaj o napätosti – vztlaku podzemnej vody). Vzhľadom na to, že v poslednom období sa významne rozšíril súbor meracích metód i spoľahlivosť získaných výsledkov (Gróf, 2008), vzrastá nevyhnutnosť postupne zaraďovať tento typ meraní do súboru monitorovacích metód;
- *Meranie vodnej hodnoty snehovej pokrývky* (množstvo vody, ktoré vznikne po roztopení snehu), vykonávané na konci zimného obdobia. Uvedený parameter charakterizuje zásoby vody, ktoré sa počas jarného topenia uvoľnia do horninového prostredia. Na stanovenie vodnej hodnoty snehovej pokrývky sa používa buď priame meranie pomocou váhového snehomeru alebo výpočet na základe hustoty snehovej pokrývky (Holko et al., 2001);
- *Meranie pôdnej vlhkosti*, ktorá je dôležitým údajom, umožňujúcim odvodiť aktuálnu evapotranspiráciu v zosuvnom území. Aktuálna evapotranspirácia sa často určuje ako časť potenciálnej evapotranspirácie, pričom vzájomný pomer týchto dvoch veličín sa pokladá za funkciu vlhkosti pôdy (Matejka a Hurtalová, 2001).

## B. Rútenie

Špecifický charakter majú metódy na monitorovanie náznakov svahových pohybov typu rútenia. V doterajšej praxi sa najčastejšie používali dva okruhy metód na meranie posunov bodov – metódy dilatometrické a metódy fotogrametrické (tab. 2.1.4). Možno konštatovať, že obidva tieto okruhy metód zostávajú stále aktuálne a dochádza iba k skvalitňovaniu postupu merania i vyhodnocovania výsledkov.

### a/ Merania posunov

Z *dilatometrických meraní* sa najčastejšie aplikujú *merania tyčovým meradlom Somet*, ktorými sa zisťuje zmena vzdialenosti medzi bodmi, pevne osadenými v skalnej hornine. Určitém zdokonalením tohto merania je použitie *meradla posunov*, ktorým možno zaznamenať posun bodov nielen v rovine merania, ale v priestore (Wagner et al., 2002). Napriek širokému rozsahu použitia dilatometrických metód pri hodnotení stability skalných svahov treba upozorniť na zásadný technický problém ich aplikácie – pevné meracie body možno osadiť iba v relatívne pevnom skalnom prostredí. V dôsledku toho sú zmeny v najproblematickejších častiach skalného masívu (poruchové pásma, výrazné diskontinuity a pod.) zvyčajne nemerateľné.

Nesporným pokrokom a perspektívnym smerom v rozvoji dilatometrických meraní je aplikácia *automatických dilatometrov*, kontinuálne zaznamenávajúcích zmeny vzdialenosti medzi meranými bodmi s diaľkovým prenosom nameraných údajov do centra monitorovania (Vařilová, Zvelebil, 2005; Vlčko et al., 2006). Aj v tomto prípade však treba okrem už spomínaných problémov s technickou inštaláciou reprezentatívnych meracích bodov upozorniť na skutočnosť, že napriek kontinuálnemu záznamu deformácií dochádza v prostredí skalných hornín (predovšetkým krehkých) často k náhlym kolapsom, bez predchádzajúceho „varovania“, teda, vývoj posunov bodov nemusí byť plynulý, ale často má „skokovitý“ charakter.

Veľká výhoda *fotogrametrických meraní* vo všeobecnosti spočíva v optickom bezkontaktnom meraní a vo fotografickom zázname reality s vysokým stupňom rozlíšenia. Takéto záznamy pokrývajú celú lokalitu a je možné sa k nim kedykoľvek vrátiť a domerať požadované parametre. Majú teda aj vysokú dokumentačnú a archívnu hodnotu. V súčasnosti sa fotografické záznamy spracovávajú výlučne v digitálnej forme (digitálna fotogrametria), čím sa výrazne zvýšila efektívnosť a presnosť prác. Na pozorovaných lokalitách sa dosiaľ aplikovali prevažne tieto fotogrametrické metódy:

- *Časová základnica*, predstavujúca dvojsnímkovú stereofotogrametrickú metódu, kedy sa ako ľavá snímka použije predošlá časová etapa a ako pravá snímka súčasná etapa. Zmena častí lokality v smere kolmom na os záberu (optickú os objektívu) sa prejaví ako horizontálna alebo vertikálna paralaxa. Výhodou metódy je jej jednoduchosť a presnosť, nevýhody spočívajú predovšetkým v zabezpečení rovnakej polohy a orientácie každej snímky v každej etape merania;
- *Stereofotogrametria*, ktorá je tiež dvojsnímkovou metódou, využívajúcou princíp prirodzeného stereoskopického videnia. Hlavnou výhodou metódy je jej vysoká efektívnosť, keď na stereomodeli sa merajú priamo priestorové referenčné súradnice. Nevýhodou metódy je nižšia presnosť v smere kolmom na snímkovaciu základnicu.
- *Konvergentné snímkovanie*, predstavujúce viacsnímkovú metódu, pričom snímky sa vyhotovujú tak, aby ich osi záberu boli konvergentné. Metóda je menej efektívna ako stereofotogrametria, avšak vyznačuje sa vyššou a homogénnou presnosťou vo všetkých osiach súradnicového systému. Na menších objektoch tak možno dosahovať presnosť priestorového určenia bodu vyššiu ako 1 mm (Fraštia, 2008).

Vďaka významnému rozvoju metodík, meracích techník, prístrojového zariadenia i metód spracovania údajov sa postupne v procese monitorovania stability skalných svahov overujú nové metódy, ktoré by sa mali rozvíjať i v budúcnosti. Z doteraz aplikovaných metód (tab. 2.1.4) treba spomenúť použitie *fotogrametrického skenera*, čo predstavuje softvérové riešenie pre tvorbu modelov povrchov s vysokým geometrickým rozlíšením (Fraštia, 2009a). Výborné využitie by táto metóda mohla mať pre modelovanie mikropovrchov malých rozmerov (<1 m) a teda perspektívne by sa mohla využiť pri štúdiu zvetrávania skalných hornín.

Azda najperspektívnejšou zo skupiny geodetických metód, ktorá môže predchádzajúce metódy doplniť a niektoré i nahradiť je technológia *terestrického laserového skenovania*. Pulzné „time-of-flight“ skenery merajú čas letu svetelnej vlny od vyslania po prijatie a na základe známej rýchlosti šírenia vlnenia sa vypočíta meraná dĺžka. Pulzné skenery majú dosah merania až niekoľko 100 m s nepatrným poklesom presnosti v závislosti od narastajúcej vzdialenosti. Presnosť určenia priestorovej polohy bodu sa pritom pohybuje od 5 mm do 30 mm pri rýchlosti merania viac ako 50 000 bodov.sek<sup>-1</sup>. Presnosť modelovanej plochy sa pohybuje pri súčasných skeneroch od 2 mm. Výsledkom laserového skenovania je tzv. mračno bodov, teda množina diskretných priestorových bodov definovaných súradnicami XYZ. Nespornou výhodou a perspektívou tejto technológie je možnosť niektorých spracovateľských softvérov vytvárať rozdielové mapy takto meraných povrchov a určiť tak prípadné zmeny povrchu masívu (Fraštia, 2009a).

### ***b/ Merania napätostného stavu***

V doterajšej praxi sa tento typ meraní pri monitorovaní stability skalných stien prakticky neaplikoval. Domnievame sa však, že práve zaznamenanie zmien napätostného stavu skalného masívu je najlepšou indikáciou možného skalného rútenia v blízkej budúcnosti. Práve vzhľadom na nevyspytateľnosť správania krehkých skalných hornín by optimálny spôsob monitorovania tohto prostredia mal v budúcnosti smerovať k aplikácii

prognostických metód, zaznamenávajúcich zmeny napätostného stavu skalných masívov včas, ešte pred prejavmi porušenia hornín. Z tohto hľadiska sa ako perspektívne javia už pri zosúvaní spomínané *mikroseizmické merania* vibrácií v horninovom prostredí. Domnievame sa, že práve vytvorenie spoľahlivej monitorovacej siete, zaznamenávajúcej včasné príznaky aktivizácie zosuvných alebo rúťivých pohybov patrí k najaktuálnejším úlohám monitorovania svahových pohybov v budúcnosti.

#### ***c/ Merania zmien faktorov vplývajúcich na stabilitu svahu***

Okrem tradičného zberu údajov o zrážkových úhrnoch zo staníc SHMÚ patria pri posudzovaní stability skalných svahov k dôležitým informáciám údaje o počte mrazových dní, ako aj vyčíslenie počtu náhlych extrémnych zmien teploty (prudké oteplenie, prudké ochladenie), významne vplývajúcich na fyzický stav hodnoteného skalného masívu.

#### ***d/ Merania zmien morfológie skalnej steny***

Tieto merania možno považovať za dopĺňujúce, zamerané na zaznamenanie postupu zvetrávacích procesov na povrchu skalného masívu. Merania *mikromorfológických zmien* povrchu skalnej steny majú už pomerne bohatú tradíciu (Jánová, Liščák, 2001) a preukázalo sa nimi viacero zaujímavých výsledkov.

### **C. Plazenie**

#### ***a/ Merania posunov***

Pri monitorovaní svahových pohybov charakteru plazenia sa najčastejšie používa meranie *opticko-mechanickým dilatometrom TM-71* (Petro et al., 1999; 2004). Dilatometer umožňuje zaznamenať deformáciu medzi meranými blokmi v priestorových súradniciach s vysokou presnosťou (do 0,1 mm za rok). Doterajšie výsledky meraní a ich vyhodnotenia naznačujú, že ide o vhodný a dostatočne reprezentatívny spôsob monitorovania svahových pohybov tohto typu a možno odporučiť zachovanie uvedeného spôsobu merania i v budúcnosti.

#### ***b/ Merania zmien faktorov vplývajúcich na stabilitu svahu***

V prípade lokalít charakteru plazenia sa vykonával zber údajov o zrážkových úhrnoch zo staníc SHMÚ.

Pri monitorovaní priečných deformácií prekrytého ocelového potrubia, prevádzajúceho tok Handlovky a Nepomenovaného potoka na lokalite Stabilizačného násypu v Handlovej sa okrem vyššie uvedených metód používajú i konvergenčné merania deformácií ocelového potrubia, ktoré vzhľadom na špecifickosť riešenej problematiky v tab. 2.1.4 nie sú uvedené.

### **Metódy hodnotenia nameraných údajov**

V snahe dosiahnuť väčšiu prehľadnosť, zrozumiteľnosť a porovnateľnosť výsledkov monitorovania z rôznych lokalít, hodnotia sa namerané údaje pomocou semikvantitatívnej hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť význam nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilitného stavu v čase merania a v mieste meraného objektu. Hodnotiacia škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný stav, druhý vyjadruje mierne až stredné prejavy aktivity svahového pohybu a tretí znamená výrazné prejavy aktivity, vedúce k nestabilite svahu. Pri grafickom vyjadrení sa pre merania, uskutočnené viackrát za rok (napríklad merania poľa PEE) zobrazuje najmenej priaznivé hodnotenie v rámci daného obdobia (teda celého roku).



### a/ Hodnotenie výsledkov meraní posunov, deformácií a napätostného stavu

Hodnotiace kritériá pre spracovanie výsledkov merania posunov, deformácií a napätostného stavu sú zhrnuté v tab. 2.1.5. V závislosti od dôležitosti meraného parametra sa pri komplexnom hodnotení jednotlivým stupňom aktivity udeľuje váha (jej hodnoty sú uvedené v zátvorkách). Semikvantitatívne hodnotenie nameraných primárnych veličín z monitorovania jednotlivých lokalít v rokoch 2008 a 2009 je uvedené v prílohovej časti správy. Vďaka takémuto hodnoteniu bolo možné na lokalitách s najhustejšou sieťou objektov a frekvenciou meraní vykonať i komplexné posúdenie stabilitného stavu, založené na výsledkoch monitorovacích meraní (lokality Veľká Čausa a Okoličné).

V tab. 2.1.5 je uvedený aj spôsob hodnotenia výsledkov merania povrchových reziduálnych napätí, i keď táto metóda merania sa už v posledných rokoch nepoužíva. Ide však o metódu, ktorá bola súčasťou monitorovacích meraní v predchádzajúcom období a vzhľadom na hodnotiaci charakter správy za celé obdobie rokov 2002 až 2009 považujeme za potrebné spôsob hodnotenia zopakovať.

Problematická je interpretácia a spôsob vyjadrenia hodnôt podľa PEE. Kým základné namerané a zhodnotenú údaje sú kompletne uvedené v prílohách, v grafickom vyjadrení v situačnej mapke pre aktuálny a predchádzajúci rok sa uvádzajú z hľadiska stability najmenej priaznivé hodnoty, zaznamenané v danom vrte (bez ohľadu na hĺbku nameranej nepriaznivej hodnoty a termín merania – jarný alebo jesenný). Pri vyjadrení priebehu zmien za dlhšie časové obdobie je v obrázkoch s vývojom podľa PEE spresnený časový údaj namerania danej nepriaznivej hodnoty, ako aj zjednodušene hĺbka nameraného prejavu – merania sa interpretujú samostatne pre pripovrchový horizont (do hĺbky cca 5 m) a pre hlbšie polohy masívu nad úrovňou predpokladanej šmykovej plochy. S cieľom zachovať v najväčšej možnej miere výsledky primárnych meraní je v prílohách uvedené pôvodné hodnotenie aktivity podľa PEE (stupne od 1 do 6) a v zátvorke je generalizované hodnotenie aktivity podľa trojstupňovej škály v súlade s tab. 2.1.5.

Tab. 2.1.5: Škála klasifikačného hodnotenia výsledkov monitorovacích meraní

Geodetické merania		Merania povrchovej reziduálnej napätosti		Inklinometrické merania		Merania PEE vo vrtoch	
Rýchlosť pohybu (mm.rok <sup>-1</sup> )	Hodnotenie (váha)	( $\sigma_x/\sigma_{x-1}$ ) .100 – 100 (%)**	Hodnotenie (váha)	Rýchlosť pohybu (mm.rok <sup>-1</sup> )++	Hodnotenie (váha)	Stupeň aktivity+++	Hodnotenie (váha)
do hodnoty $\sigma^*$	1 (1)	pokles napätia a zmeny do 20***	1 (1)	do 2	1 (1)	BP (1) NZ (2)	1 (1)
$\sigma$ až $2\sigma$	2 (3)	vzrast 20 až 100 ****	2 (2)	2 až 5	2 (3)	PN (3) ST (4)	2 (3)
nad $2\sigma$	3 (5)	vzrast nad 100+	3 (4)	nad 5	3 (5)	PV (5) VV (6)	3 (4)

\* Ide o hodnotu strednej polohovej a výškovej chyby merania (zvyčajne 15 alebo 20 mm). Pre porovnanie sa uvažuje s rýchlosťou premiestnenia za časovú jednotku 1 roka;

\*\* Porovnávajú sa hodnoty nameraného napätia  $\sigma_1$  s hodnotami z predchádzajúcej etapy merania;

\*\*\* Uvažuje sa o poklese tlakových i ťahových napätí všeobecne alebo o vzraste napätí do 20 %;

\*\*\*\* Uvažuje sa o vzraste tlakových alebo ťahových napätí a zmenách charakteru napätia, ktorých rozdiel v absolútnej hodnote nepresahuje 3 kPa;

+ Výrazný vzrast tlakových alebo ťahových napätí a zmena charakteru napätia (presahujúca v absolútnej hodnote 3 kPa);

++ Uvažujú sa absolútne hodnoty deformácie v mm, ktoré boli zaznamenané za obdobie od predchádzajúcej etapy merania a prerátané na rýchlosť pohybu za časovú jednotku 1 roka;

+++ Vychádza sa zo semikvantitatívneho hodnotenia meraní podľa zaužívej škály (Aktivita: BP – bez prejavov aktivity, NZ – náznaky, PN – pomerne nízka, ST – stredná, PV – pomerne vysoká, VV – veľmi vysoká). Čísla v zátvorkách označujú stupeň aktivity prostredia, používaný pri podrobnejších hodnoteniach celkového vývoja podľa PEE.

## b/ Hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní

Pri spracovaní režimových pozorovaní sa používal spôsob semikvantitatívneho hodnotenia, ktorý v rámci riešenia úlohy vypracoval v roku 2004 S. Scherer. Ide o hodnotenie hĺbky hladiny podzemnej vody a jej zmien na základe tzv. referenčných hodnôt a frekvencie kolísania úrovne hladiny podzemnej vody. Spôsob odvodenia referenčných hodnôt je vyjadrený na obr. 2.1.2 a konečná stupnica pre posudzovanie aktuálneho stavu hladiny podzemnej vody z hľadiska stability svahu v hodnotenom období (napr. kalendárneho roka) je definovaná v tab. 2.1.6.

V nadväznosti na hodnotenia výsledkov ostatných monitorovacích meraní bola 7-stupňová škála zredukovaná do 3 základných stupňov (v prílohách k jednotlivým lokalitám sú uvedené v hodnotiacom stĺpci v zátvorke). Za určitú výnimku z hodnotenia považujeme prípad, ak väčší piezometrický tlak podzemnej vody spôsobuje, že voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu. I keď množstvo vytekajúcej vody by bolo možné hodnotiť podľa kritérií pre výdatnosť odvodňovacích zariadení, domnievame sa, že nepriaznivosť samotného javu z hľadiska stabilitných pomerov treba zvýrazniť samostatným hodnotiacim stupňom (stupeň 8 v hodnotiacej škále – tab. 2.1.6) a v grafickom výstupe vyjadriť najmenej priaznivým stupňom.

Na základe hodnotiacich kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6 bolo spracované účelové hodnotenie stavu hydrogeologických pomerov zosuvného územia a stupňa ich ovplyvnenia stability prostredia. Semikvantitatívne hodnotenia jednotlivých vrtov za obdobie rokov 2008 a 2009 sa spracovali štatistickými interpolačnými metódami a na ploche posudzovanej svahovej deformácie sa vyčlenili oblasti s rôznym stupňom vhodnosti hydrogeologických pomerov na aktivizáciu svahového pohybu v danom roku. Vzhľadom na to, že hydrogeologické pomery sú zvyčajne hlavnou príčinou svahových pohybov, nepovažovalo sa za odôvodnené zahrnúť ich vplyv do komplexného hodnotenia stabilitného stavu svahu v danom období, ktoré je založené na zhodnotení výsledkov nameraných posunov, deformácií a napätí. Účelové zhodnotenie stavu hydrogeologických pomerov v roku 2009 bolo vykonané na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné.



Obr. 2.1.2: Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie zmien úrovne hladiny podzemnej vody, obsiahnuté v tab. 2.1.6 (záznam z pozorovania hladiny podzemnej vody vo vrte VČ-4 z lokality Veľká Čausa); postup vypracoval S. Scherer (2004)

Tab. 2.1.6: Hodnotiaca škála výsledkov monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristik a z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
1.	maximálne úrovne hladiny podzemnej vody (HPV) v hodnotenom období neprekročili 1. limitnú úroveň (PÚ +1*D) – podľa obr. 2.1.2	priaznivý	1.
2.	maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 2. limitnú úroveň (PÚ + 3D)		
3.	maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 3. limitnú úroveň (PÚ + 4*D) a počet prekročení 2. limitnej úrovne je menší, ako 3	náznaky nepriaznivého	2.
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 3. limitnú úroveň a počet prekročení 2. limitnej úrovne je väčší, alebo rovný 3, alebo</li> <li>maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. limitnú úroveň (PÚ + 5*D) a počet prekročení 3. limitnej úrovne je menší ako 3</li> </ul>		
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. limitnú úroveň a počet prekročení 3. limitnej úrovne je väčší, alebo rovný 3, alebo</li> <li>maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. limitnú úroveň jedenkrát</li> </ul>	nepriaznivý	3.
6.	maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. limitnú úroveň dvakrát		
7.	maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. limitnú úroveň viac, ako dvakrát		
8.	Voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu	nepriaznivý	3.
Priemerná výdatnosť odvodňovacieho zariadenia v hodnotenom období			
do 1 l.min <sup>-1</sup> (vrátane suchého zariadenia)			1.
1 až 3 l.min <sup>-1</sup>			2.
nad 3 l.min <sup>-1</sup>			3.

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilného stavu v podstate nie je možná. Zvýšenie výdatnosti objektov nemožno totiž jednoznačne hodnotiť ako priaznivý jav a naopak, zníženie výdatnosti môže znamenať priaznivú i nepriaznivú skutočnosť (suchý rok alebo postupné zanášanie odvodňovacích objektov). Napriek tomu sa pri hodnotení zaviedla trojstupňová klasifikácia, vyjadrujúca priemernú výdatnosť objektu v hodnotenom období (priemerná výdatnosť do 1 l.min<sup>-1</sup>, v rozmedzí 1 až 3 l.min<sup>-1</sup> a nad 3 l.min<sup>-1</sup> – tab. 2.1.6), ktorá sa však nevzťahuje na účelové hodnotenie aktuálnych stabilných pomerov svahu na základe stavu tohto parametra.

### 2.1.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

Základný spôsob zberu údajov je uvedený v predchádzajúcej kapitole a čiastočne i v tab. 2.1.4. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že vývoj v oblasti spôsobov zberu údajov smeruje od jednorázových, prevažne mechanicky vykonávaných meračských operácií ku kontinuálnym automatickým meraniam a ďalej až k zavádzaniu diaľkových systémov prenosu nameraných údajov do centier monitorovania, kde sa priebežne, zvyčajne automaticky vyhodnocujú. So spôsobmi zberu a vyhodnocovania údajov bezprostredne súvisí i frekvencia ich získavania.

Frekvencia zberu údajov je vo všeobecnosti podmienená viacerými faktormi:

- celospoločenskou dôležitosťou monitorovanej lokality,
- fyzikálnou podstatou monitorovaného javu,
- aktuálnym stupňom stability svahu,
- nákladnosťou monitorovacích meraní.

V nadväznosti na tieto faktory sa zaužívala nasledujúca frekvencia zberu údajov z lokalít svahových pohybov:

#### *a/ Merania na zosuvoch*

- Geodetické merania terestrické sa vykonávajú raz ročne, v období apríl až jún príslušného roku. V prípade aktivizácií pohybu sa vykonávali častejšie (napr. na lokalite Okoličné);
- Geodetické merania družicové (GNSS) sa v posledných dvoch rokoch vykonávajú na lokalite Veľká Čausa 2 až 3-krát ročne;
- Merania presnej inklinometrie sa vykonávajú raz ročne, v období apríl až jún príslušného roku. V prípade aktivizácií pohybu sa vykonávali častejšie (napr. pri aktivizácii zosuvu vo Veľkej Čause). Na zosuve vo Veľkej Čause bol dňa 26. marca 2009 inštalovaný kontinuálny inklinometer, ktorý zaznamenáva raz za 24 hodín veľkosť deformácie na šmykovej ploche;
- Merania PEE sa vykonávajú dvakrát ročne – v jarnom (marec až jún) a jesennom (september až november) cykle. Merania zmien povrchových reziduálnych napätí sa vykonávali taktiež raz ročne, avšak v posledných rokoch sa už na zosuvných lokalitách neaplikujú;
- Režimové pozorovania (merania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení) sa vykonávajú v širokej škále frekvencií – od nepravidelných meraní (1 – 2-krát ročne), ktoré sú súčasťou obhliadok stavu monitorovacích zariadení, cez pravidelné merania s jedno alebo dvojtýždenným, resp. mesačným intervalom, vykonávané pozorovateľmi, až po kontinuálny zber údajov automatickými hladinomerami (prehľad o ich lokalizácii a funkčnosti v čase je zhrnutý v tab. 2.1.7).

Tab. 2.1.7: Prehľad lokalizácie a doby funkčnosti automatických hladinomerov

Lokalita	Č. vrtu	Dátum inštalácie	Dátum skončenia meraní	Poznámka
Okoličné	J-1	14.06.1996		Dňa 06.11.2007 bol pôvodný hladinomer nahradený typom MARS 4i
	JH-29	14.06.1996	15.05.2002	
	AH-2	12.10.2005		System včasného varovania (MARS 5i)
Veľká Čausa	VČ-2	07.11.1996		Dňa 23.04.2008 bol pôvodný hladinomer nahradený typom MARS 4i
	VČ-8	07.11.1996		Dňa 23.04.2008 bol pôvodný hladinomer nahradený typom MARS 4i
	AH-1	11.10.2005		System včasného varovania (MARS 5i)
Dolná Mičiná	JM-19	16.04.2002	23.04.2009	
	JM-6	16.04.2002		
Handlová – Morov. sídlisko	P-17	21.11.2003		
	P-19	21.11.2003		
Liptovská Mara	J-10	14.05.2003		V jeseni 2009 inštaloval TBD vodného diela automatické hladinometry na 12 objektoch
	J-19	15.05.2003		
	J-5	18.06.2009		
Fintice	K-1a	27.04.2005		
	K-2a	27.04.2005		

- Zrážkové úhrny – denné, resp. mesačné sú preberané zo zrážkomerných staníc siete SHMÚ;

#### ***b/ Merania náznakov pohybov typu rútenia***

- Dilatometrické merania meradlom Somet a meradlom posunov sa vykonávajú dvakrát ročne, v jarom a jesennom cykle;
- Fotogrametrické merania sa realizujú raz ročne, zvyčajne v jeseni.
- Merania mikromorfologických zmien povrchu horniny sa uskutočňujú dvakrát ročne, v jarom a jesennom cykle;
- Informácie o zrážkach a počte mrazových dní sa preberajú z údajov SHMÚ (denne alebo mesačne).

#### ***c/ Merania svahových pohybov typu plazenia***

- Odčítanie údajov z dilatometra TM-71 sa uskutočňuje 4 – 5-krát ročne.
- Zrážkové úhrny – denné, resp. mesačné sú preberané zo zrážkomerných staníc siete SHMÚ.

Vo všeobecnosti platí, že frekvencia pozorovaní je o to hustejšia, čím je lokalita z celospoločenského hľadiska dôležitejšia. Najväčšia frekvencia meraní sa aplikuje vtedy, ak ide o aktívne sa rozvíjajúci pohyb.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na jednotlivých lokalitách je uvedená v prehľadnej tabuľke pri opise každej z pozorovaných lokalít. Na základe zhodnotenia výsledkov meraní za určité obdobie sa odvodzuje rozsah a frekvencia meraní v ďalšom roku.

#### 2.1.4. Výsledky monitorovania

Podrobný opis všetkých monitorovaných lokalít, vrátane geologickej situácie a charakteristických geologických rezov sa nachádza v správach z predchádzajúcich rokov a niektoré z nich i v publikovaných článkoch (Wagner et al., 2002). Preto sa pri opise jednotlivých lokalít pozornosť sústreďuje na hodnotenie výsledkov monitorovania za obdobie roku 2009 a pre porovnanie v prílohách a niektorých obrázkoch sa uvádzajú i výsledky meraní z roku 2008. V samostatnej časti sú zhrnuté poznatky z monitorovania lokality za dlhšie obdobie rokov 2002 – 2009. Štruktúra opisu jednotlivých monitorovaných lokalít je nasledujúca:

- Stručná charakteristika lokality (uvádza sa iba z dôvodu úplnosti a zrozumiteľnosti textu a je v podstate zhodná s opisom z predchádzajúcich rokov);
- Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009, spravidla zhrnutý v tabuľke;
- Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009. Výsledky monitorovania sú opísané postupne podľa aplikovaných monitorovacích metód, znázornené sú v situáciách a grafoch a charakterizujú stav pozorovaných parametrov do konca kalendárneho roku 2009 alebo – pri niektorých typoch meraní – do momentu posledného merania, uskutočneného v roku 2009;
- Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009. Vyhodnotenie sa vykonáva v rámci každej monitorovacej metódy za uvedené obdobie monitorovania;
- Zhrnutie výsledkov a upozornenia. Spracované sú najdôležitejšie poznatky z monitorovania, praktické upozornenia a návrh ďalšieho postupu pozorovania a hodnotenia lokality.

##### 2.1.4.1. Lokalita Veľká Čausa

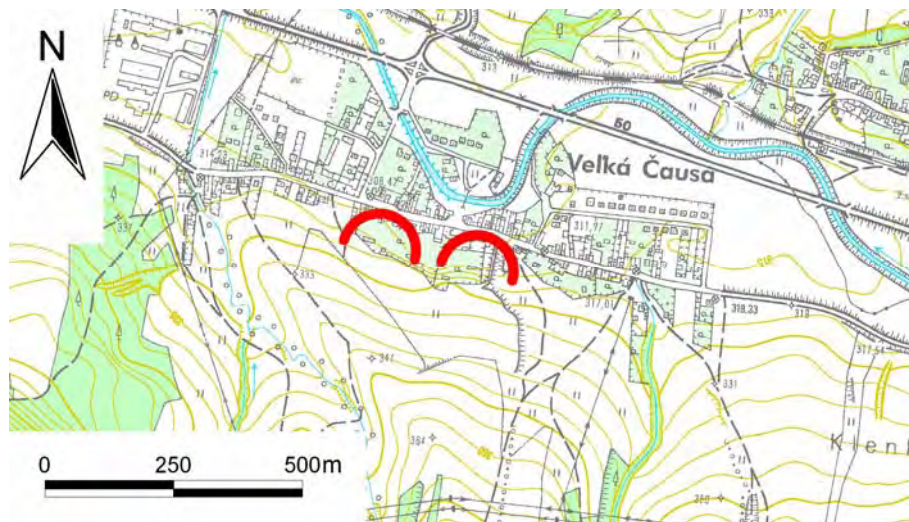
###### *Stručná charakteristika lokality*

V hornej časti zosuvného svahu, nachádzajúceho sa v intraviláne obce Veľká Čausa (okres Prievidza – obr. 2.1.3) vystupujú rigidné vulkanické horniny (andezity, aglomerátové tufy), ktoré ležia na plastickom súvrství neogénnych sedimentov, prevažne ílov a ílovcov. Neogénne súvrstvie je subhorizontálne uložené na paleogénnych flyšových horninách. V dôsledku takejto geologickej stavby zrážková voda preniká cez puklinovo priepustné vulkanické horniny, hromadí sa na kontakte s nepriepustnými neogénnymi polohami a vytvára viacero tlakových horizontov. Náchylnosť územia na zosúvanie sa prejavila opakovanými aktivizáciami svahových pohybov (v rokoch 1969, 1974 až 1975, 1985). Prieskumné, sanačné i monitorovacie aktivity boli v rámci širšieho zosuvného územia sústredené iba na tú jeho časť, ktorá bezprostredne ohrozuje obec (obr. 2.1.4). Pri poslednej významnej aktivizácii zosuvu na jar roku 1995 išlo o územie rozmerov 550 x 300 m s aktívnymi šmykovými plochami v spodnej časti zosuvu v hĺbke cca 5 až 8 m a so staršími šmykovými plochami v hĺbke väčšej ako 11 m od povrchu územia. Významným prvkom geologickej stavby a hydrogeologických pomerov zosuvného svahu je prítomnosť terasových akumulácií v jeho spodnej časti, prekrytých zosuvným delúviom (Jadroň et al., 2001).

###### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Pohybová aktivita zosuvného územia sa krátkodobo monitorovala počas predchádzajúcich etáp prieskumu a sanácie svahu (prakticky od roku 1969) a postupne sa kompletizovala i sieť monitorovacích objektov. Systematické monitorovanie aktívneho zosuvného územia a jeho okolia sa vykonáva od roku 1995 (Wagner et al., 2002).

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009, sú zhrnuté v tab. 2.1.8.



Obr. 2.1.3: Lokalizácia zosuvu nad južným okrajom obce Veľká Čausa. Značky zosuvu sú umiestnené v čele jeho akumuláčnej časti



Obr. 2.1.4: Zosuv nad obcou Veľká Čausa – pohľad od odľučnej oblasti na teleso zosuvu s niektorými monitorovacími objektmi  
 A – kontinuálny inklinometer umiestnený vo vrte KI-1, B – automatický hladinomer so systémom včasného varovania umiestnený vo vrte AH-1, C – geodetický bod P17, D – automatický hladinomer umiestnený v inklinometrickom vrte VČ-8 (foto P. Ondrejka, 2009)

Tab. 2.1.8: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Čausa v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Geodetické (terestrické)	18 pozorovaných  4 vzťažné	P2, 3, 9, 11, 12, 13,14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29  F1, 2, 3, 5	1 (2. jún)	1 (26. apríl)
Geodetické (GNSS)	11 pozorovaných  4 vzťažné	P13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 24, DI-2, PW1, 2  F1, 2, 3, 5	2 (17. jún a 24.september)	2 (24. apríl a 21.október)
Inklinometrické (prenosný vertikálny inklinometer)	9	VČ-1, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, VE-4	1 (9. jún: VČ-5, VČ-6, VČ-10, VČ-13; 16. jún: VČ-7, VČ-12, VE-4; 17. jún: VČ-1; 23. august: VČ-9)	1 (29.apríl: VČ-5, VČ-6, VČ-10), 12. máj: VČ-7, VČ-9, VČ-12, VČ-13; 25.jún: VE-4; 6. júl: VČ-1)
Inklinometrické (stacionárny inklinometer s kontinuálnym záznamom)	1 (inštalovaný 26. marca 2009)	KI-1		kontinuálne (každých 24 hodín)
Pulzných elektromagnet. emisií (PEE)	11	VČ-4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, VE-4, PO-1, PO-2	2 (13. máj a 30. september)	2 (7. apríl a 13. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	16  3	VČ-3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, M-4, 8, 14, J-107, J-112, SŠ-1, VE-4, PO-1, PO-2  VČ-2, 8; AH-1 – automatické hladinomery	48 (1x za týždeň)	52 (1x za týždeň)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	VV-102, 103, 104, 107, 108, 109, 110	50 (1x za týždeň)	52 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	denné úhrny zrážok (v roku 2009 bola stanica Ráztočno v mesiacoch marec a apríl nefunkčná)	

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

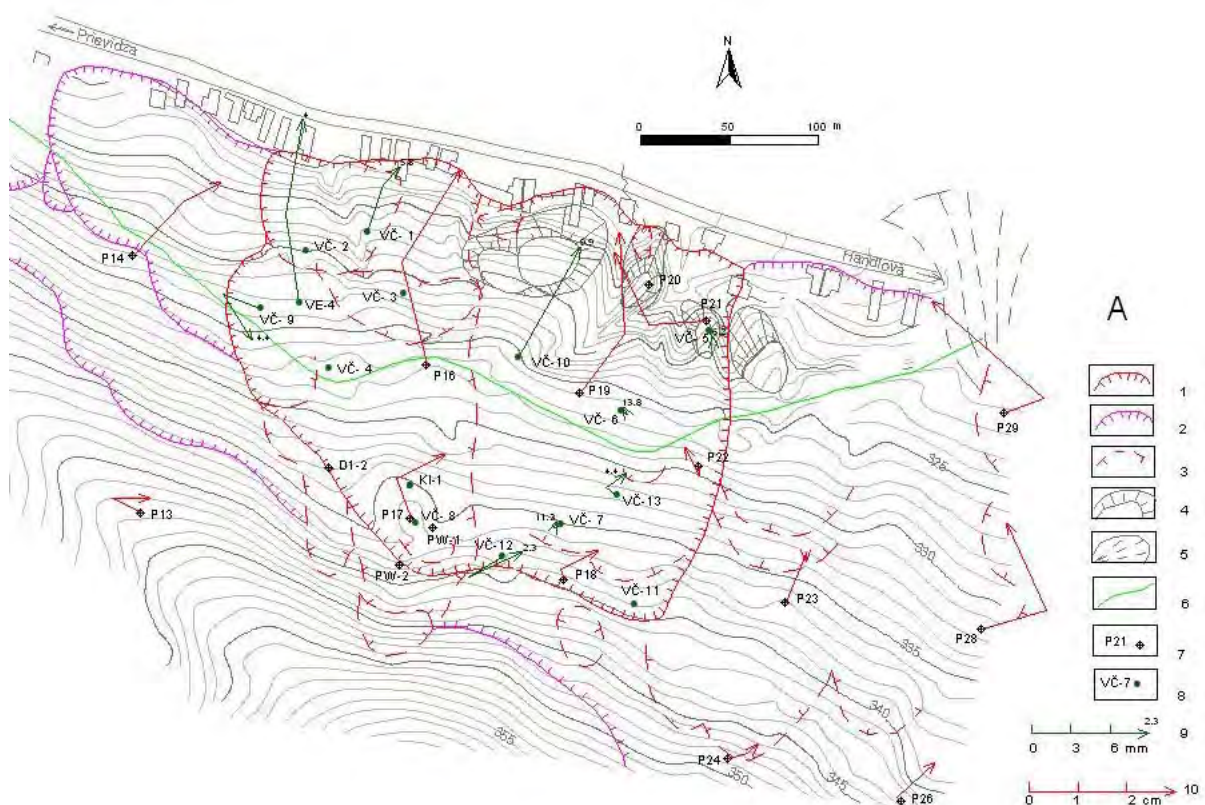
#### a/ Geodetické merania

##### a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní terrestickou metódou

V roku 2008 boli najvýraznejšie polohové zmeny zaznamenané terrestickou metódou v centrálnej časti zosuvného územia, kde v bode P16 bola nameraná priemerná rýchlosť posuvu až 22,29 mm.rok<sup>-1</sup>. Najvýraznejšie výškové zmeny boli zaznamenané v bodoch P13 (22,81 mm.rok<sup>-1</sup>), P26 (20,68 mm.rok<sup>-1</sup>) a P29 (24,82 mm.rok<sup>-1</sup>). V ostatných bodoch namerané hodnoty posunov nepresiahli chybu merania.



V roku 2009 podľa výsledkov terestrických meraní (Fraštia, 2009b) pokračoval pohyb v miestach bodu P16 ( $25,66 \text{ mm.rok}^{-1}$ ), ale i bodov P19 ( $22,79 \text{ mm.rok}^{-1}$ ), P28 ( $22,09 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) a predovšetkým P29 ( $33,34 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Najväčšia výšková zmena bola zaznamenaná v bode P22 ( $20,03 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Podľa výsledkov geodetických terestrických meraní bola najväčšia pohybová aktivita zosuvných hmôt v roku 2009 zaznamenaná opäť v centrálnej časti aktívneho zosuvu a za jeho východným okrajom. Hodnoty vektorov premiestnení, ako aj výpočet priemernej rýchlosti pohybu bodov je zhrnutý v príl. 1.1 a graficky vyjadrený na obr. 2.1.5a.



Obr. 2.1.5a: Lokalita Veľká Čausa – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009

1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – ohraničenie potenciálnych zosuvov, 3 – lokálne zosuvy a zátrhy, 4 – premiestnené bloky vulkanických hornín, 5 – prolúviálny kužeľ, 6 – interpretovaný okraj štrkovej terasovej akumulácie, 7 – geodetické body, 8 – inklinometrické vrty, 9 – mierka inklinometrických deformácií za obdobie VI.07 – VI.08 – VII. 09 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m) 10 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie VI. 07 – VI.08 – IV. 09

#### a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní metódou GNSS (Globálne navigačné satelitné systémy)

Merania touto metódou sa na lokalite začali vykonávať v júni 2008. Celkovo boli v rokoch 2008 a 2009 vykonané tri etapové merania (dve jesenné a jedno jarné – príl. 1.1). Počas tohto obdobia boli zvýšené rýchlosti pohybu pozorované najmä pri jesenných meraniach. V roku 2008 boli najväčšie rýchlosti pohybu zaznamenané na bode P23 ( $50,10 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) a bode P18 ( $47,22 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Oba body sa nachádzajú východne od centrálnej časti zosuvu. Počas jesenného merania v roku 2009 bola najväčšia rýchlosť zaznamenaná na bode PW1 ( $53,84 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) v centrálnej časti zosuvu. Počas jarného merania

2009 polohové zmeny väčšiny bodov nepresiahli chybu merania, výnimkou je bod PW2, ktorého rýchlosť počas tejto etapy dosiahla hodnotu 23,37 mm.rok<sup>-1</sup>.

Najvyššie rýchlosti vertikálnej zložky posunu boli zaznamenané počas septembrového merania v roku 2008 (príl. 1.1). Všetky merané body zaznamenali výrazný pokles. Najväčšia hodnota rýchlosti poklesu bola pozorovaná v bode P-18 (-169,60 mm.rok<sup>-1</sup>), a naopak, najnižšia v bode PW2 (-105,90 mm.rok<sup>-1</sup>). V nasledujúcom roku 2009 došlo k zmierneniu vertikálnych posunov. Pri jarnom i jesennom meraní bolo vo viacerých prípadoch preukázané upokojenie vertikálnych zmien. Najvýraznejšou vertikálnou zmenou v roku 2009 bol pokles zaznamenaný počas októbrového merania na pozorovacom bode PW1 (-58,18 mm.rok<sup>-1</sup>). Na základe nameraných výsledkov možno konštatovať, že v roku 2009 došlo na väčšine pozorovaných bodov k celkovému utlmeniu rýchlosti posunov.

#### b/ Inklinometrické merania

##### b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní za roky 2008 a 2009

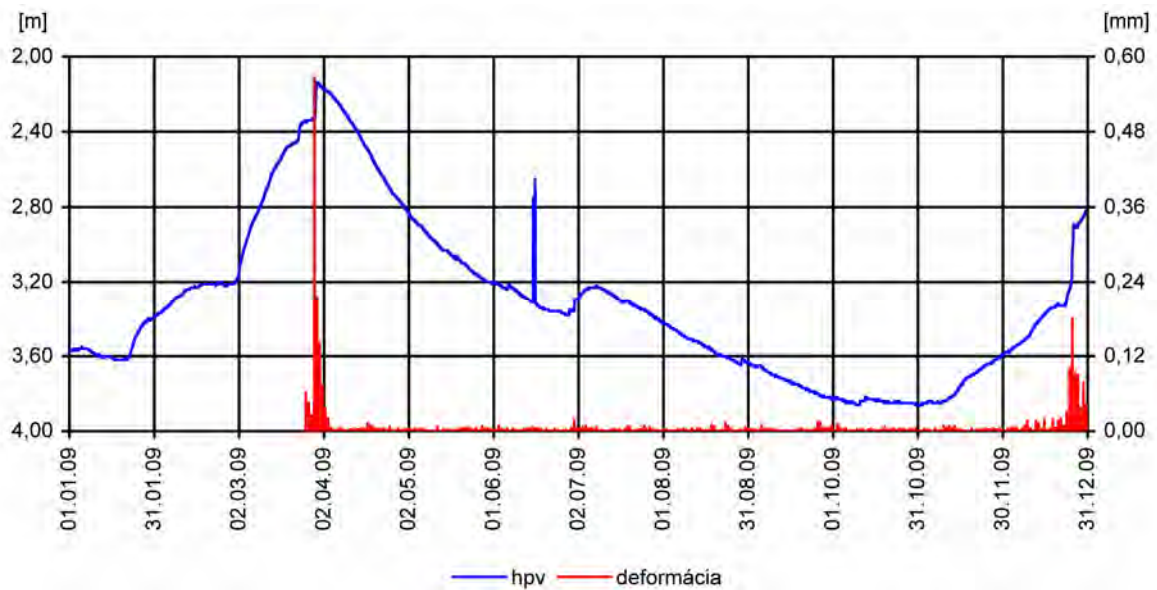
Po porušení vrtu VČ-8 boli v roku 2008 najvýraznejšie deformácie zaznamenané v západnej časti zosuvného územia (vo vrte VČ-9 v hĺbke 2,4 m bola nameraná rýchlosť pohybu 5,4 mm.rok<sup>-1</sup>, vo vrte VE-4 v hĺbke 4 m rýchlosť 6,7 mm.rok<sup>-1</sup>) a v centrálnej časti zosuvu vo vrte VČ-10 (v hĺbke cca 10 m rýchlosť pohybu 8,2 mm.rok<sup>-1</sup>). Všetky uvedené vrty sa nachádzajú v blízkosti záhrad obývanej časti obce a ilustrujú tendenciu presunu pohybových aktivít do centrálnej a spodnej časti zosuvného územia.

V roku 2009 boli najvýraznejšie deformácie inklinometrickej pažnice (presahujúce hodnotu 5 mm.rok<sup>-1</sup>) namerané vo vrtoch VČ-9 (v hĺbke 4,4 m od povrchu terénu deformácia 5,9 mm.rok<sup>-1</sup>), VE-4 (v hĺbke 4 m deformácia 7,2 mm.rok<sup>-1</sup>) na západnom okraji zosuvného územia a vo vrte VČ-12 (v hĺbke 2,3 m deformácia 5,1 mm.rok<sup>-1</sup>) pri odlučnej hrane zosuvu (Lenková, 2009). V ostatných vrtoch pohybová aktivita iba zriedka presiahla rýchlosť 2 mm.rok<sup>-1</sup> (obr. 2.1.5a, príl. 1.1).

##### b2/ Merania kontinuálnym inklinometrom v roku 2009

Kontinuálny inklinometer bol nainštalovaný vo vrte KI-1 dňa 26.3.2009. Lokalizácia vrtu i hĺbka umiestnenia inklinometra boli podmienené viacerými skutočnosťami – podľa výsledkov inklinometrických meraní bola výrazná aktivizácia zosuvných hmôt zaznamenaná v posledných dvoch rokoch v okolí vrtu VČ-8, ktorý bol v roku 2008 už nemerateľný. V tejto časti územia sú inštalované 2 automatické hladinometry – v samotnom vrte VČ-8 a vo vrte AH-1; informácia o režime podzemných vôd je teda veľmi kvalitná. Pred inštaláciou stacionárneho inklinometra do vrtu boli okrem základného merania (28.10.2008) vykonané 3 etapové merania presnej inklinometrie (17.12.2008, 13.02.2009 a 24.03.2009), vďaka ktorým bola jednoznačne identifikovaná úroveň aktívnej šmykovej plochy v hĺbke 11,5 m od povrchu terénu, v ktorej bol stacionárny inklinometer umiestnený.

Počas prevádzky v období do konca kalendárneho roku 2009 bola najväčšia deformácia zaznamenaná 29. marca, kedy veľkosť dennej deformácie dosiahla hodnotu 0,5657 mm (206,5 mm.rok<sup>-1</sup>). Uvedená deformácia nastala v súvislosti s prudkou vzostupnou zmenou hladiny podzemnej vody (pozorovanou vo vrte AH-1 – obr. 2.1.6). Podobná reakcia na prudký vzostup hladiny podzemnej vody bola zaznamenaná na konci kalendárneho roku (25.12.2009), kedy veľkosť deformácie za dvadsaťštyri hodín dosiahla hodnotu 0,1808 mm (65,992 mm.rok<sup>-1</sup>). V ostatnom období boli namerané deformácie minimálne. V pozorovanom období roku 2009 dosiahla celková deformácia hodnotu 2,150 mm čo predstavuje priemerný rýchlosť deformácie 2,803 mm.rok<sup>-1</sup>.



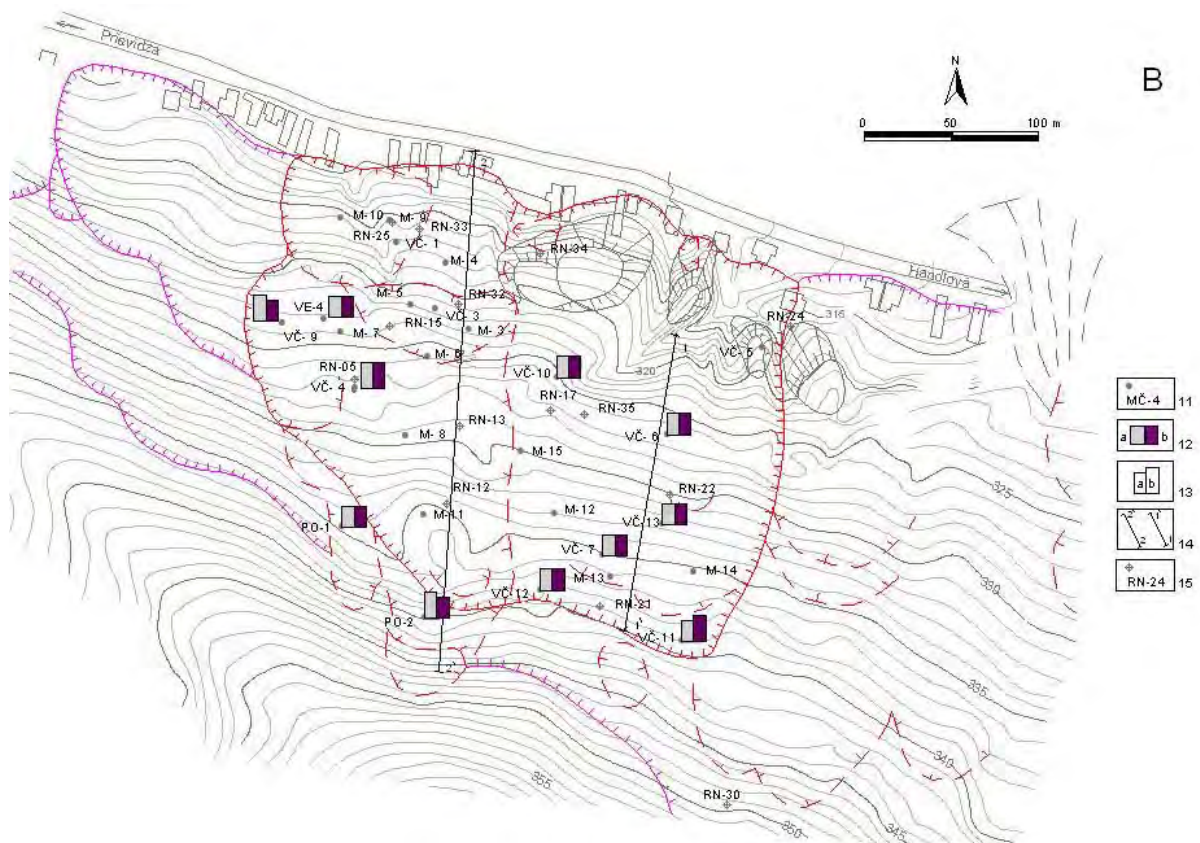
Obr. 2.1.6: Vzťah úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) vo vrte AH-1 a deformácie zaznamenatej kontinuálnym inklinometrom na šmykovej ploche vo vrte KI-1 v hĺbke 11,5 m

I napriek relatívne krátkemu obdobiu prevádzky inklinometrickej sondy vo vrte KI-1 s kontinuálnym záznamom bolo možné spresniť predstavy o deformáciách v hlbších úrovniach zosuvného masívu. Ukázalo sa, že namerané deformácie predstavujú priamu odozvu na náhle zmeny režimu podzemnej vody (obr. 2.1.6).

#### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Počas jarného merania v roku 2008 bola zvýšená aktivita zaznamenaná v spodnej časti vrtu VČ-9. V jesenných mesiacoch bolo aktívne prostredie namerané pri vrtoch VČ-4 a VČ-9. Trvalo vysokú úroveň poľa PEE preukazuje okolie vrtu VE-4. Do programu merania boli od roku 2008 zaradené i nové vrty PO-1 a PO-2 nachádzajúce sa tesne nad odlučnou hranou zosuvu; z nich pomerne vysoké hodnoty poľa PEE v hĺbke cca 3 až 6 m boli namerané vo vrte PO-2.

V roku 2009 bola pomerne vysoká aktivita poľa PEE nameraná počas jarného i jesenného merania vo vrte VČ-11 v hĺbke 6 – 8 m. Počas jesenného merania boli pomerne vysoké hodnoty aktivity poľa namerané i vo vrte VČ-4 v hĺbke 9 – 10 m (Vybíral, 2009). V danom roku bola celkovo vyššia aktivita poľa PEE zistená pri jesennom meraní (zvýšené hodnoty poľa boli namerané aj vo vrtoch VČ-6, VČ-9, VČ-13 a VE-4, ako aj v povrchových častiach vrtov PO-1 a PO-2 – obr. 2.1.5b, príl. 1.1).



Obr. 2.1.5b: Lokalita Velká Čausa – výsledky merania poľa PEE

11 – označenie vrtovej, 12 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 13 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a – stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), b – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3), 14 – línie profilov pre stabilné výpočty, 15 – miesta realizácie skúšok povrchovej reziduálnej napätosti

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

##### d1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2008 bolo meraných celkovo 16 vrtovej, z toho 2 boli trvalo suché a jeden bol prevažnú časť roka prelivový. V roku 2009 zo 17 meraných vrtovej jeden bol trvalo suchý (SŠ-2). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená zo všetkých pozorovaných objektov v roku 2009 oproti predchádzajúcemu stúpala a predstavovala 6,59 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrtovej VČ-13 (6,68 m) a VČ-4 (6,58 m). Prevažnú časť roka voda vytekala z vrtovej PO-1 (obr. 2.1.5c, príl. 1.1).

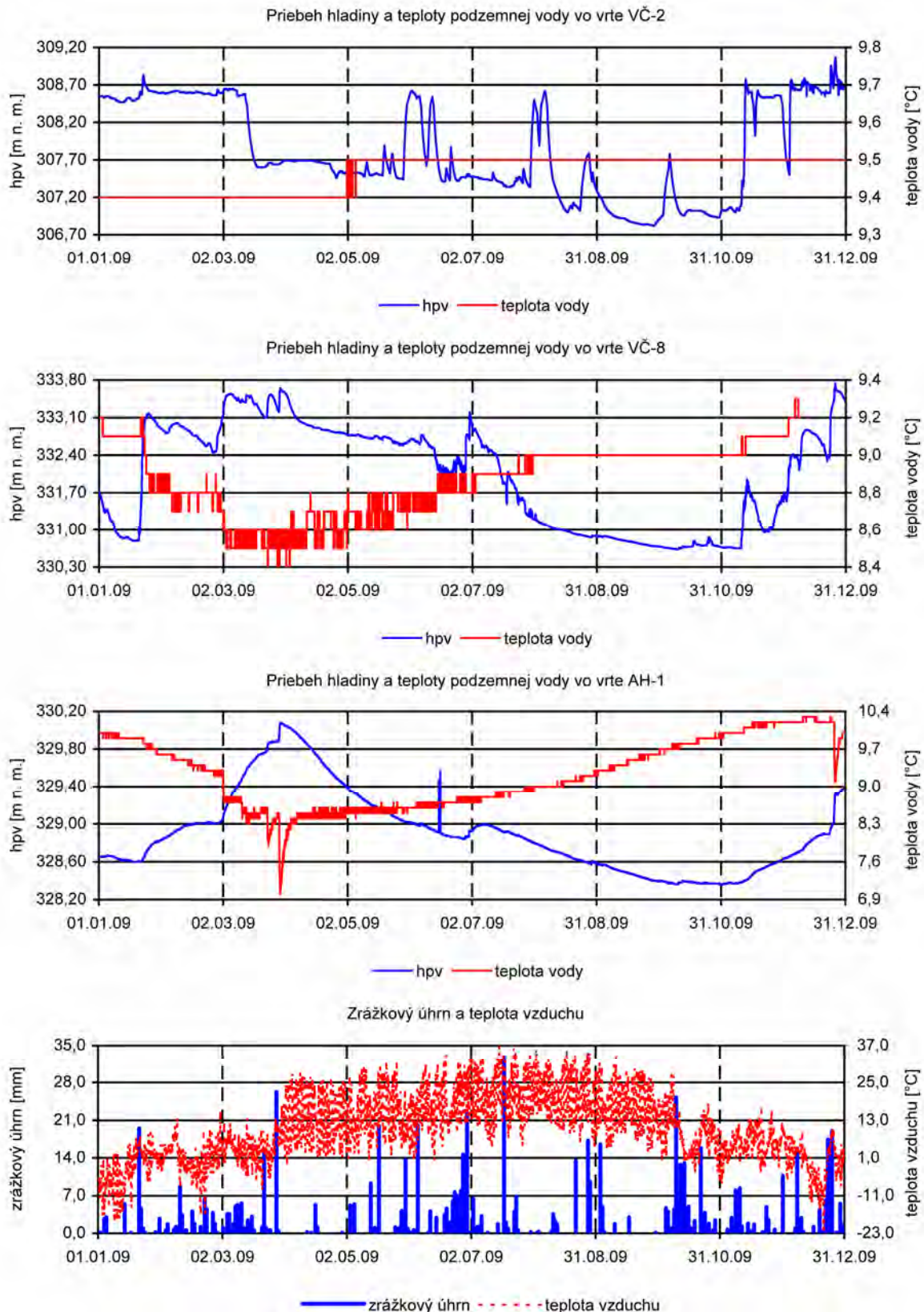


Obr. 2.1.5c: Lokalita Velká Čausa – výsledky režimových pozorování

16 – zamokrené územia, 17 – dláždené odvodňovacie rigoly, 18 – zemné odvodňovacie priekopy, 19 – sanačné drenážne a stabilizačné rebrá, 20 – pozorované vertikálne vrty, 21 – vrty s automatickými hladinomerami, 22 – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 23 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 24 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 25 – hodnotenie režimových pozorování podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – nemerané, b – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do 1 l.min<sup>-1</sup> v horizontálnych vrtoch, c – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť 1 až 3 l.min<sup>-1</sup>, d – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad 3 l.min<sup>-1</sup>

#### d2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Na obr. 2.1.7 je znázornený priebeh zmien hladiny podzemnej vody, zaznamenaný automatickými hladinomerami vo vrtoch VČ-2, VČ-8 a AH-1 za kalendárny rok 2009. Na obrázku sú okrem priebehov zmien hladiny podzemnej vody znázornené aj zmeny jej teploty spoločne s informáciou o zrážkovom úhrne a teplote vzduchu, ktoré sú merané zariadením integrovaným do ochranného plášťa dataloggeru k hladinomeru vo vrte AH-1. Vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 vystúpila hladina podzemnej vody najvyššie koncom decembra 2009, vo vrte AH-1 v marci. Najhlbšie sa hladina podzemnej vody nachádzala vo všetkých troch vrtoch koncom septembra a začiatkom októbra 2009. Priemerná úroveň hladiny podzemnej vody v roku 2009 mierne poklesla a predstavovala hĺbku 5,68 m pod úrovňou terénu (príl. 1.1).



Obr. 2.1.7: Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2009 automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch VČ-2, VČ-8 a AH-1 na lokalite Veľká Čausa spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu, zaznamenaných zrážkomernou stanicou SHMÚ Prievidza (indikatív 30 120)

#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov klesla oproti r. 2008 o  $2,45 \text{ l.min}^{-1}$  a v roku 2009 bola  $16,14 \text{ l.min}^{-1}$ . Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo v rokoch 2008 a 2009 zaznamenané vo vrte VV-109. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.1 a semikvantitatívne sú vyjadrené na obr. 2.1.5c.

#### f/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Prievidza (indikatív 30 120) a Ráztočno (indikatív 30 100).

Namerané zrážkové úhrny za rok 2009 pri všetkých lokalitách sa porovnávajú s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Prievidza bol dlhodobý zrážkový priemer  $671,55 \text{ mm}$ . Za rok 2008 bol zaznamenaný zrážkový úhrn  $654,7 \text{ mm}$ , čo predstavuje  $97,49 \%$  dlhodobého priemeru a podľa zaužívej metodiky sa hodnotí ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2009 predstavoval  $711,2 \text{ mm}$  (teda  $105,9 \%$  dlhodobého priemeru), čo je hodnotené tiež ako normálny rok.

Na stanici Ráztočno bol dlhodobý zrážkový priemer  $769,18 \text{ mm}$ . Zrážkový úhrn za rok 2008 bol  $738,8 \text{ mm}$ , čo predstavuje  $96,05 \%$  a je hodnotené ako normálny rok. V roku 2009 bola stanica Ráztočno v mesiacoch marec a apríl nefunkčná, preto hodnotenie údajov za celý rok nemožno vykonať.

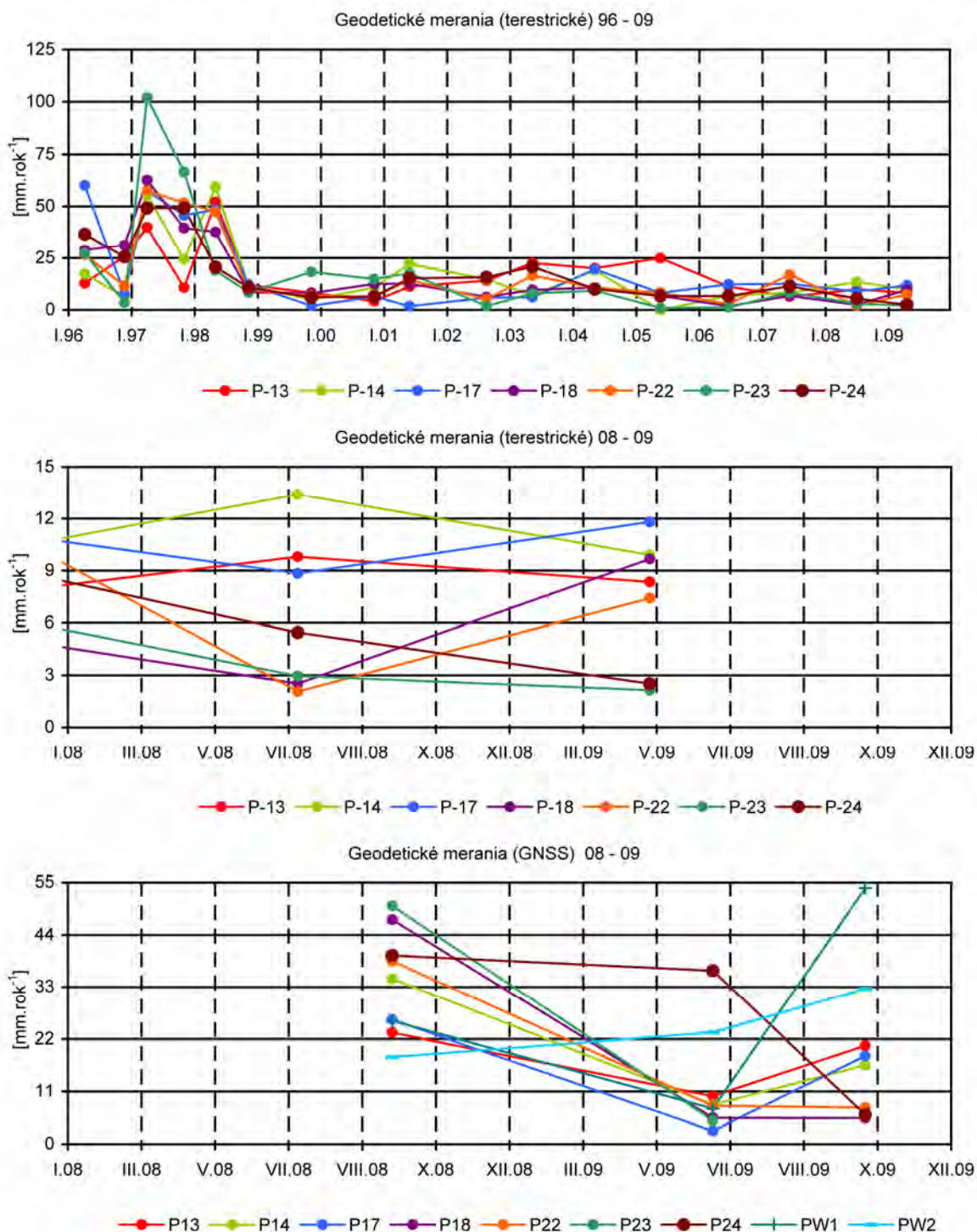
Z hľadiska ročných zrážkových úhrnov boli roky 2008 a 2009 veľmi podobné a podľa zaužívaného hodnotenia sú charakterizované rovnako (normálny rok). Treba však zdôrazniť, že ročné úhrny zrážok majú z hľadiska vhodnosti (resp. nevhodnosti) podmienok na aktivizáciu svahových pohybov veľmi nízku výpovednú hodnotu a podstatne významnejšie sú krátkodobé intenzívne zrážkové udalosti.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

##### a/ Geodetické merania

Z dlhobehjšieho hľadiska po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich 20 rokoch dosiahli v bodoch P16 a P17 sumárnu hodnotu presahujúcu 2 metre nastal v ostatných rokoch útlm pohybovej aktivity. V období od roku 2002 treba upozorniť na výraznejšie pohyby bodu P16 v roku 2004 (priemerná rýchlosť posunu v tomto roku presiahla až  $40 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Zvýšená pohybová aktivita práve tohto bodu, nachádzajúceho sa v centrálnej časti monitorovaného zosuvu sa prejavila i v rokoch 2008 a 2009, keď presiahla hodnotu  $20 \text{ mm.rok}^{-1}$ . V poslednom období (rok 2009) narastá pohybová aktivita bodov za východným okrajom pozorovaného zosuvu (P28, P29). Polohové zmeny ostatných pozorovaných bodov sa nachádzajú prevažne pod hodnotou  $20 \text{ mm.rok}^{-1}$  – obr. 2.1.8. Upozorniť však treba na celoplošne zaznamenaný vertikálny pokles všetkých meraných bodov, najmä v období posledných rokov, ktorý ilustruje poklesávanie zosuvného územia a prehlbovanie bezodtokových depresíí.

Merania metódou GNSS sa uskutočňujú síce iba krátku dobu, no preukázali veľmi výrazný pokles pozorovaného územia (rok 2008 – príl. 1.1) ako i výraznejšie polohové premiestnenia bodov PW1 (v roku 2009 s rýchlosťou  $53,84 \text{ mm.rok}^{-1}$ ), P23 a P18 (v roku 2008 s rýchlosťami  $50,10$  a  $47,22 \text{ mm.rok}^{-1}$ ).



Obr. 2.1.8: Dlhodobé i krátkodobé zmeny polohy pozorovaných bodov, zistené rôznymi geodetickými metódami

Porovnať výsledky GNSS meraní s terestrickými je možné počas jednej časovej etapy (02.06.08 až 26.04.09 – terestrické meranie; 25.09.08 až 17.06.09 – merania metódou GNSS), kedy merania boli vykonané približne v rovnakom časovom období (obr. 2.1.8). Z nameraných výsledkov vyplýva, že rýchlosti posunu meraných bodov v tejto etape sa celkove líšia minimálne. Výraznejší rozdiel medzi rýchlosťami polohového premiestnenia meraných bodov je pozorovateľný najmä v roku 2008 pri letnom (terestrickým) a jesennom



(GNSS) meraní. Tento rozdiel spôsobila odlišná dĺžka meracej etapy. Pri relatívne krátkej etape merania metódou GNSS sa vo výslednej rýchlosti posunu pozorovaného bodu výraznejšie prejavuje vplyv chyby merania (v polohovom smere do 20 mm). Táto skutočnosť sa odrazila vo výsledkoch 1. etapového merania GNSS (17.06.08 – 25.09.08) rýchlosťou posunu presahujúcou  $50 \text{ mm.rok}^{-1}$  (P23). Pri porovnávaní výsledkov jednotlivých metód merania bude preto v budúcnosti vhodnejšie porovnávať iba namerané hodnoty vektorov, bez prepočtu na rýchlosť pohybu.

#### b/ Inklinometrické merania

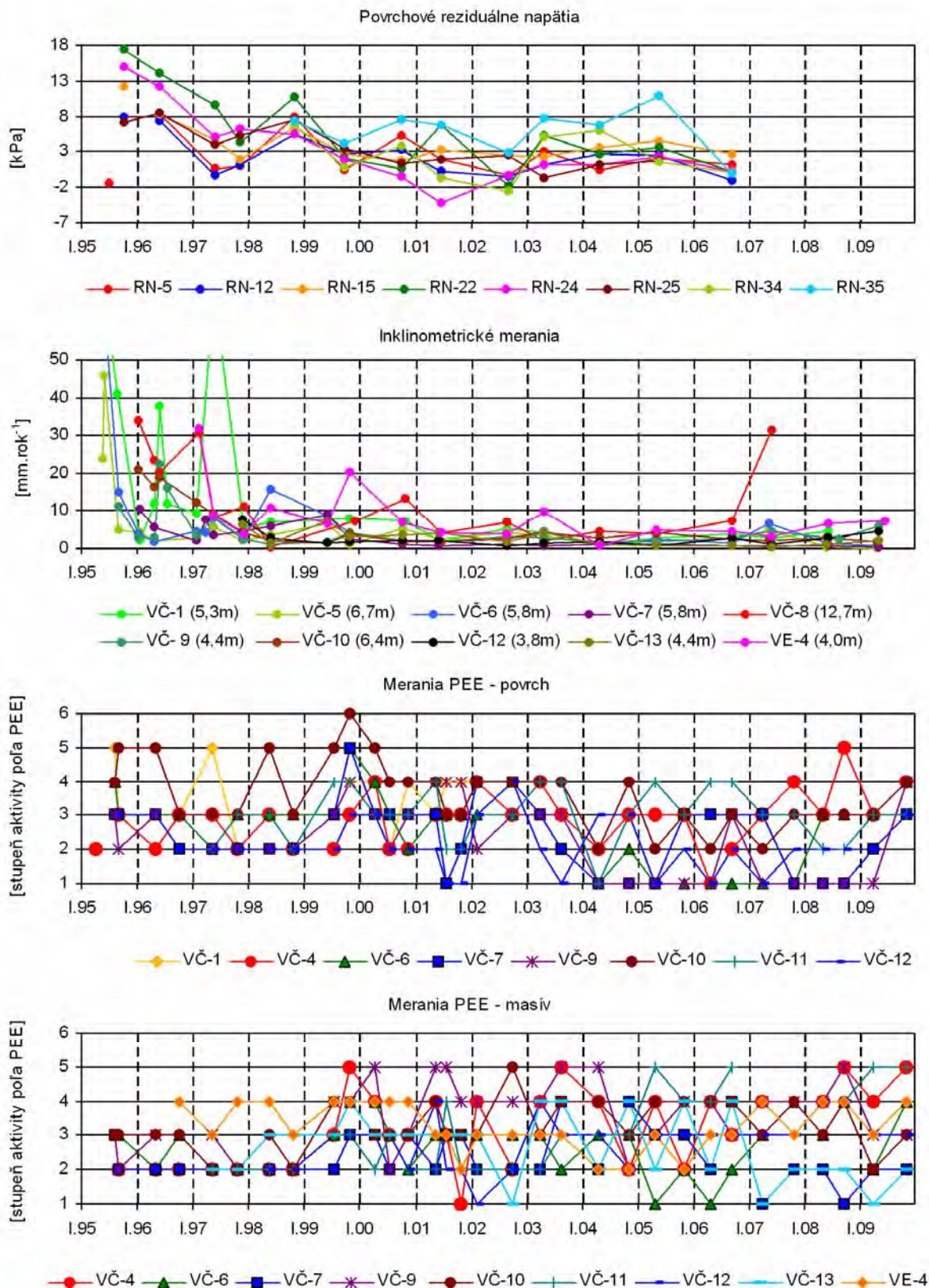
Z analýzy vývoja pohybovej aktivity, zaznamenananej inklinometrickými meraniami vyplýva, že po extrémne veľkých pohyboch (výrazne presahujúcich rýchlosť  $20 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) v období aktívneho rozvoja zosuvného pohybu (roky 1995 až 1997), sa vďaka sanačným opatreniam zosuv čiastočne stabilizoval (obr. 2.1.9). Extrémne veľká deformácia, ktorá vyústila do porušenia vrty bola v roku 2007 zaznamenaná vo vrte VČ-8 (nachádzajúcom sa v blízkosti odlučnej hrany zosuvu) v hĺbke 12,7 m, čo charakterizuje aktivizáciu pohybu na staršej šmykovej ploche. Vyššie hodnoty deformácií boli namerané i vo vrte VE-4 na západnom okraji zosuvu (v roku 2003 to bola priemerná rýchlosť deformácie  $9,5 \text{ mm.rok}^{-1}$ , v roku 2009  $7,2 \text{ mm.rok}^{-1}$  v hĺbke 4 m pod úrovňou terénu).

#### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Dlhodobý vývoj poľa PEE v pripovrchovej zóne (do hĺbky cca 5 m) i v hĺbke masívu vo vybratých vrtoch je znázornený na obr. 2.1.9. Vo všeobecnosti možno konštatovať značné kolísanie napätí od roku 1999, spôsobené pravdepodobne reakciou masívu na jeho odvodnenie horizontálnymi vrtmi. I od roku 2007 bolo namerané v jednotlivých vrtoch značné kolísanie hodnôt, bez prevládajúceho spoločného trendu vývoja napätí, pričom kolísanie hodnôt sa pohybuje hlavne v rámci stupňov aktivity 1 až 4. Najvyššie stupne aktivity boli zaznamenané vo vrtoch VČ-4 a VČ-9 (v rokoch 2004, 2008 a 2009) a VČ-11 (v roku 2009).

#### d/Merania povrchových reziduálnych napätí

Uvedená metóda sa na lokalite používala v rokoch 1995 – 2006. Vzhľadom na skutočnosť, že metódou sa zaznamenávajú zmeny napätostného stavu iba v povrchovej vrstve, ako aj po zohľadnení jej nákladnosti sa metóda v súčasnosti už nepoužíva. Výsledky meraní z predchádzajúcich rokov sú znázornené na obr. 2.1.9, situovanie meraných bodov je na obr. 2.1.5b. Možno konštatovať, že dlhodobo prevládala tendencia zachovania až mierneho znižovania tlakových napätí, prechádzajúca až do zmeny tlaku na ťah (čo potvrdilo i posledné meranie uskutočnené na lokalite v septembri 2006).



Obr. 2.1.9: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Veľká Čausa

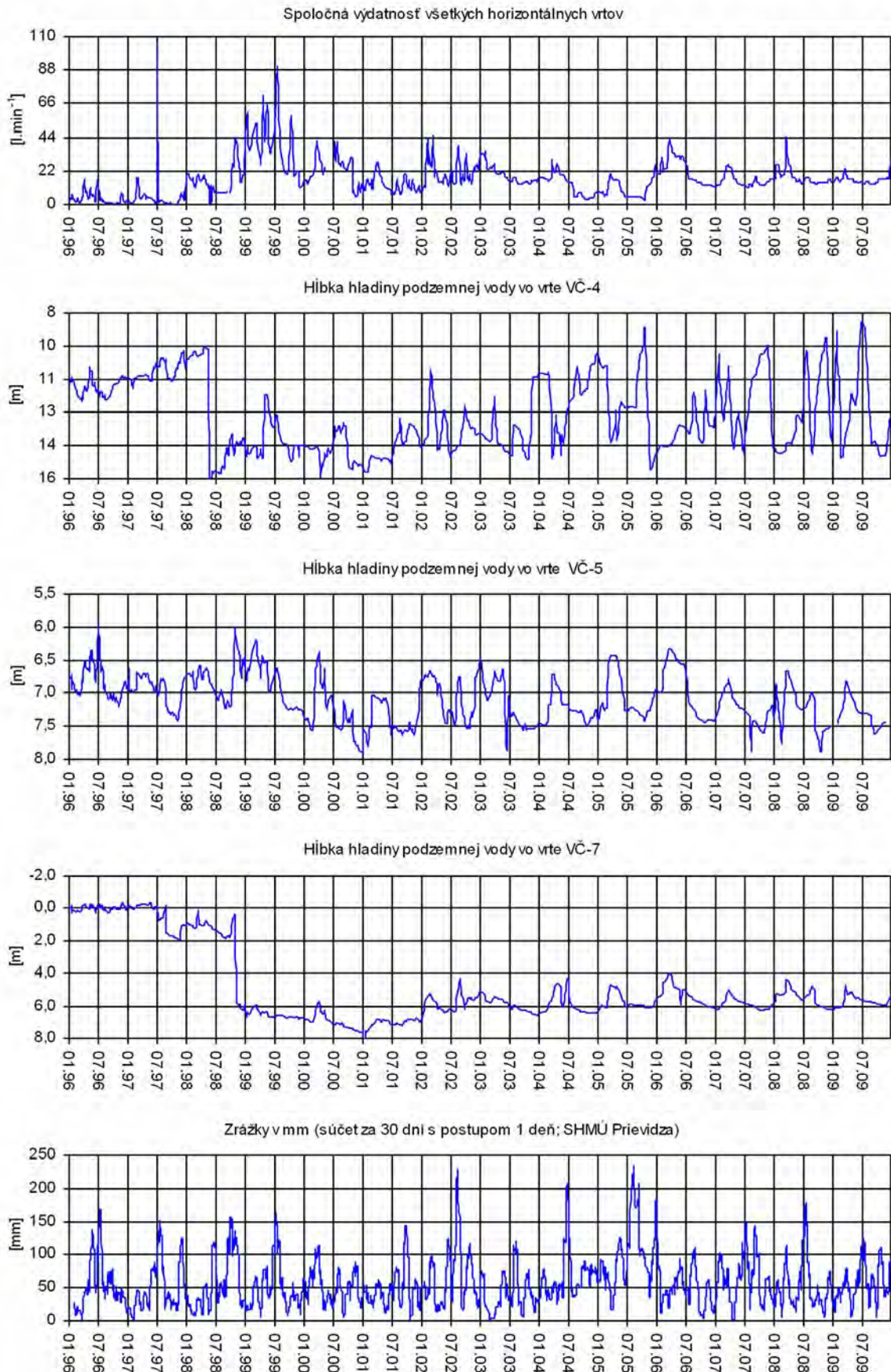
e/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Z dlhodobého hľadiska je pomerne pravidelný ročný cyklus zmien hĺbok hladiny

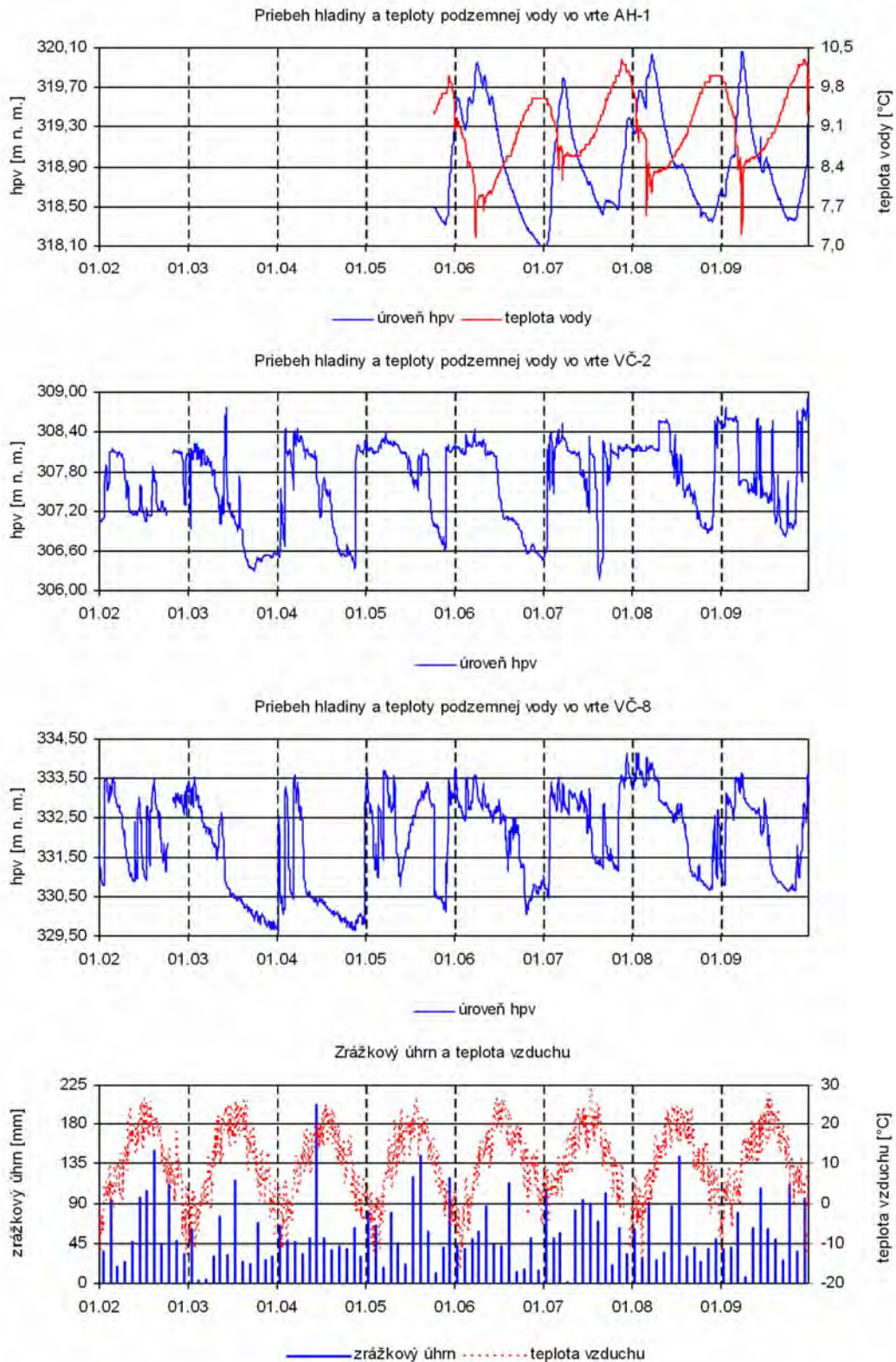
podzemnej vody na lokalite významne ovplyvnený uskutočneným odvodnením svahu. Staršie odvodňovacie opatrenia ilustrujú pokles hladiny vo vrte VČ-4 v máji 1998, priama reakcia na odvodňovací vrt VV-110 vyplýva z náhleho poklesu hladiny vody vo vrte VČ-7 v októbri 1998 (obr. 2.1.10). Od roku 2002 je cyklus stúpnutia hladiny podzemnej vody v jarňých mesiacoch a jej pokles počas leta pomerne pravidelný; najvýraznejšie kolísanie je zaznamenávané vo vrte VČ-4, kde stúpnutie v jarňých a letňých mesiacoch dosahuje v niektorých rokoch úroveň presahujúcu stav z roku 1998 (t. j. z obdobia pred vybudovaním horizontálnych odvodňovacích vrtoŧ).

Ročňý cyklus kolísania hladiny podzemnej vody najlepšie ilustrujú záznamy automatických hladinomerov (obr. 2.1.11). Počas dlhšieho obdobia (roky 2002 až 2009) možno na priebehu hladiny podzemnej vody pozorovať periodicky sa opakujúce zmeny. V období jedného kalendárneho roku tieto zmeny súvisia prevažne s dvoma termínmi. Prvým termínom je prelomu zimného a jarného obdobia, kedy hladina podzemnej vody dosahuje maximálne stavy, naopak, druhým termínom je koniec jesenného a začiatok zimného obdobia kedy hladiny podzemnej vody dosahujú najnižšie stavy. Zmeny hladiny podzemnej vody s takýmto charakterom najlepšie ilustruje záznam z vrtu AH-1. Počas prevádzky tohto hladinomeru bola najvyššia hladina podzemnej vody zaznamenaná 26.03.08 s hĺbkou 2,19 m pod terénom (320,03 m n. m.), naopak, najnižšia hladina podzemnej vody bola v tomto vrte zaznamenaná počas merania 28.12.06 s hĺbkou 4,14 m pod terénom (318,08 m n. m.).

Vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 sa v periodických zmenách hladiny podzemnej vody prejavujú viaceré odchýlky. Vo vrte VČ-2 bola najvyššia hladina podzemnej vody (počas obdobia rokov 2002 až 2009) zaznamenaná koncom decembra roku 2009 s hĺbkou 10,10 m pod terénom (308,91 m n. m.) a vo vrte VČ-8 na prelome januára a februára 2008 s hĺbkou 0,44 m pod terénom (334,16 m n. m.). Minimálna hladina podzemnej vody bola vo vrte VČ-2 dosiahnutá v druhej polovici augusta 2007 s hĺbkou 12,84 m pod terénom (306,18 m n. m.) a vo vrte VČ-8 v prvej polovici januára 2004 s hĺbkou 5,03 m pod terénom (329,57 m n. m.).



Obr. 2.1.10: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Veľká Čausa



Obr. 2.1.11: Dlhodobý priebeh zmien úrovně hladiny podzemnej vody a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomeri, umiestnenými vo vrtoch VČ-2, VČ-8 a AH-1 na lokalite Veľká Čausa spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Prievidza

#### f/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.10. Vďaka úspešným odvodňovacím vrtom začala od októbra 1998 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov výrazne stúpať a maximálne hodnoty dosiahla v júli 1999. Po roku 1999 nastal relatívne rovnovážny stav výdatnosti odvodňovacích zariadení, ktorý je ovplyvnený už len zrážkovými pomermi a dobou zdržania infiltrovanej vody. Po roku 1999 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov klesla, ale zostala stále pomerne vysoká. Tento stav pokračuje i od roku 2002 a je zmenený iba niektorými výraznejšími anomáliami (napríklad v roku 2008 bolo zaznamenané výrazné stúpnutie spoločnej výdatnosti odvodňovacích zariadení na prelome marca a apríla, v roku 2009 bolo jarné zvýšenie výdatnosti podstatne menšie – obr. 2.1.10).

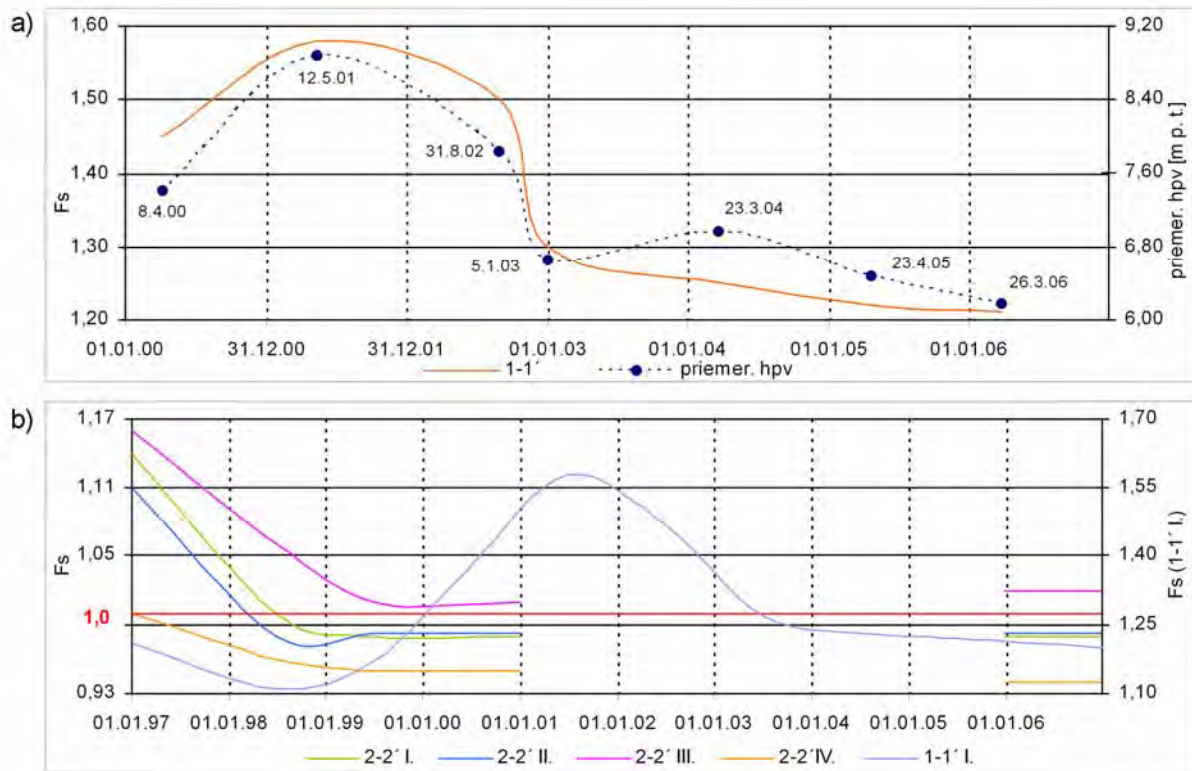
#### g/ Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

V roku 2006 sa na základe výsledkov monitorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody stabilné pomery zosuvného územia modelovali v dvoch paralelných profiloch (1 – 1' a 2 – 2'; príl. 1.1), orientovaných v smere spádnice svahu (obr. 2.1.5b). Stupeň bezpečnosti (Fs) bol určený v profile 1 – 1' na jednej šmykovej ploche a v profile 2 – 2' na štyroch parciálnych šmykových plochách.

V rámci generalizácie inžinierskogeologických vlastností zemín sa v obidvoch profiloch uvažovalo len s jedným litologickým typom hornín. Záznam o režime hladiny podzemnej vody pochádza z viacerých vrtov, ktorých počet bol počas hodnoteného obdobia veľmi premenlivý. Najpravidelnejšie boli vrty merané v profile 1 – 1' (VČ-5, VČ-6, M-14, VČ-7 a VČ-11). V profile 2 – 2' bola počas celého hodnoteného obdobia kompletná informácia o hladine podzemnej vody len z vrtu VČ-8, v ktorom meranie zabezpečuje automatický hladinomer. Vstupné parametre pre zostavenie výpočtového modelu sú uvedené v samostatnej štúdii (Míka, Ondrejka, 2006), ktorá je súčasťou hodnotiacej správy za rok 2006 (Klukanová et al., 2006).

Stupeň bezpečnosti (Fs) bol počítaný Sarmovou metódou na vybraných šmykových plochách vo vytýčených profiloch v období cca desiatich kalendárnych rokov (1997 až 2006) pre viaceré stavy hladiny podzemnej vody. Hlavná pozornosť bola venovaná hodnote stupňa bezpečnosti pre stav, keď hladina podzemnej vody v hodnotenom období predstavuje najväčšie riziko aktivizácie svahového pohybu. Ide o hodnoty keď priemerná hladina podzemnej vody, zmeraná vo všetkých objektoch v rovnakom čase na celej lokalite bola najvyššie (teda najbližšie k povrchu terénu, tzv. „najnepriaznivejšia hladina“) v porovnaní s priemernými hodnotami hladiny podzemnej vody, zistenými pri meraniach v iných časových obdobiach.

V profile 2 – 2' sa vzhľadom na nedostatok vstupných údajov neuvažovalo s takýmto najnepriaznivejším stavom hladiny podzemnej vody, ale stabilita sa posudzoval na základe dosiahnutých maximálnych stavov hladiny podzemnej vody z obdobia rokov 1997 – 2000. V porovnaní s hodnotou takzvaného najnepriaznivejšieho stavu má maximálna hodnota nižšiu výpovednú hodnotu, pretože dosiahnuté maximálne stavy hladiny podzemnej vody neboli zaznamenané počas jedného merania, ale sú rozptýlené v rámci hodnoteného ročného obdobia.



Obr. 2.1.12: Výsledky stabilných výpočtov v profile 1-1' (a) a 2-2' (b) na lokalite Veľká Čausa. hpv – hladina podzemnej vody, I. až IV. – predpokladané šmykové plochy, Fs – stupeň stability

V profile 1 – 1' bol stupeň bezpečnosti počítaný kontinuálne od roku 1997 až do roku 2006 (obr. 2.1.12). Počas tohto obdobia možno sledovať postupný pokles stupňa stability. Aj keď ani v jednom prípade nedošlo vplyvom zmien hladiny podzemnej vody k dosiahnutiu medzného stavu stability, od roku 2001 najnepriaznivejšie stavy hladiny podzemnej vody každoročne predstavujú čoraz väčšie riziko jeho dosiahnutia. Ako stabilne najnepriaznivejšia sa javí rok 2006. V profile 2 – 2' v období rokov 2001 až 2004 pre nedostatok informácií o zmenách hladiny podzemnej vody stupeň bezpečnosti nebol stanovený. Aj keď stupeň bezpečnosti na I. II. a IV. šmykovej ploche sa počas viacerých hodnotených období nachádza pod úrovňou medznej rovnováhy, reálny stupeň bezpečnosti je o niečo vyšší. Dokazuje to aj vývoj stupňa bezpečnosti, ktorý bol stanovený v profile 1 – 1' na základe tzv. najnepriaznivejšej hladiny podzemnej vody (obr. 2.1.12a) a na základe dosiahnutých maxim počas hodnoteného roku (obr. 2.1.12b). Vysvetlenie tohto rozdielu spočíva v tom, že namerané maximá hladiny podzemnej vody neboli dosiahnuté v jeden moment, ale počas celého hodnoteného roku.

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podľa rovnakých kritérií, ako v predchádzajúcom roku bolo za rok 2009 spracované schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody (ktoré vychádzalo z hodnotenia jednotlivých vrtov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6). Podstata tohto hodnotenia je zameraná na amplitúdu kolísania, dobu a početnosť prekročenia určitých limitných stavov (pozri obr. 2.1.2). Podľa týchto kritérií medzi rokmi 2008 a 2009 nie je výrazný rozdiel. Pomerne nepriaznivý stav podzemnej vody pretrváva v odľučnej oblasti zosuvu a určité

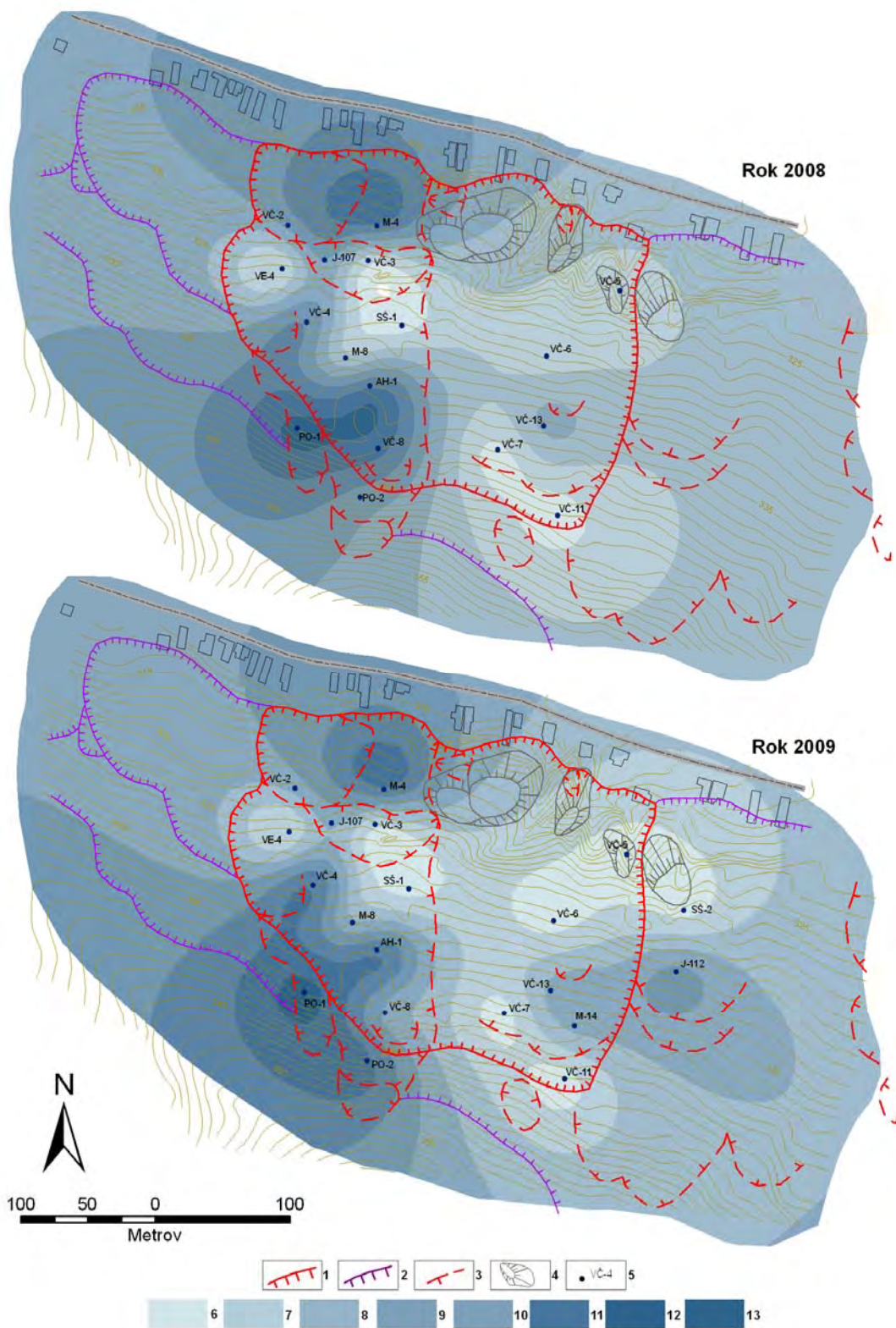
náznaky zhoršovania aktuálneho stavu boli zaznamenané v roku 2009 za východným okrajom aktívneho zosuvu (obr. 2.1.13).

V snahe vyjadriť prehľadnou formou výsledky monitorovacích meraní pohybu a zmien napätostného stavu v hodnotenom území, použila sa pri ich spracovaní metóda multikriteriálneho hodnotenia v súlade s kritériami, uvedenými v tab. 2.1.5. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.14. Pre porovnanie sú uvedené i výsledky hodnotenia podľa tých istých kritérií pre stav z predchádzajúceho roku. Z porovnania obidvoch hodnotení vyplýva mierne znížená pohybová aktivita prostredia v roku 2009. Najvýraznejšie prejavy pohybu zosuvných hmôt pretrvávajú na západnom okraji aktívneho zosuvu, čo je spôsobené inklinometricky zaznamenanými pohybmi vo vrtoch VČ-9 a VE-4. Vznik novej aktívnej zóny v okolí odlučnej oblasti zosuvu je podmienený výraznejšími deformáciami, nameranými metódou presnej inklinometrie plytko pod povrchom vo vrte VČ-12. Náznaky zvyšujúcej sa pohybovej aktivity v zosuvnom území boli zistené i za západným okrajom aktívneho zosuvu (geodetické body P-28 a P-29). Treba však upozorniť na skutočnosť, že v spracovanom komplexnom hodnotení sa uvažuje iba s výsledkami meraní na funkčných bodoch monitorovacej siete; porušený vrt VČ-8 už merať nemožno a jeho prípadné pokračujúce deformovanie sa v komplexnom hodnotení nezohľadní.

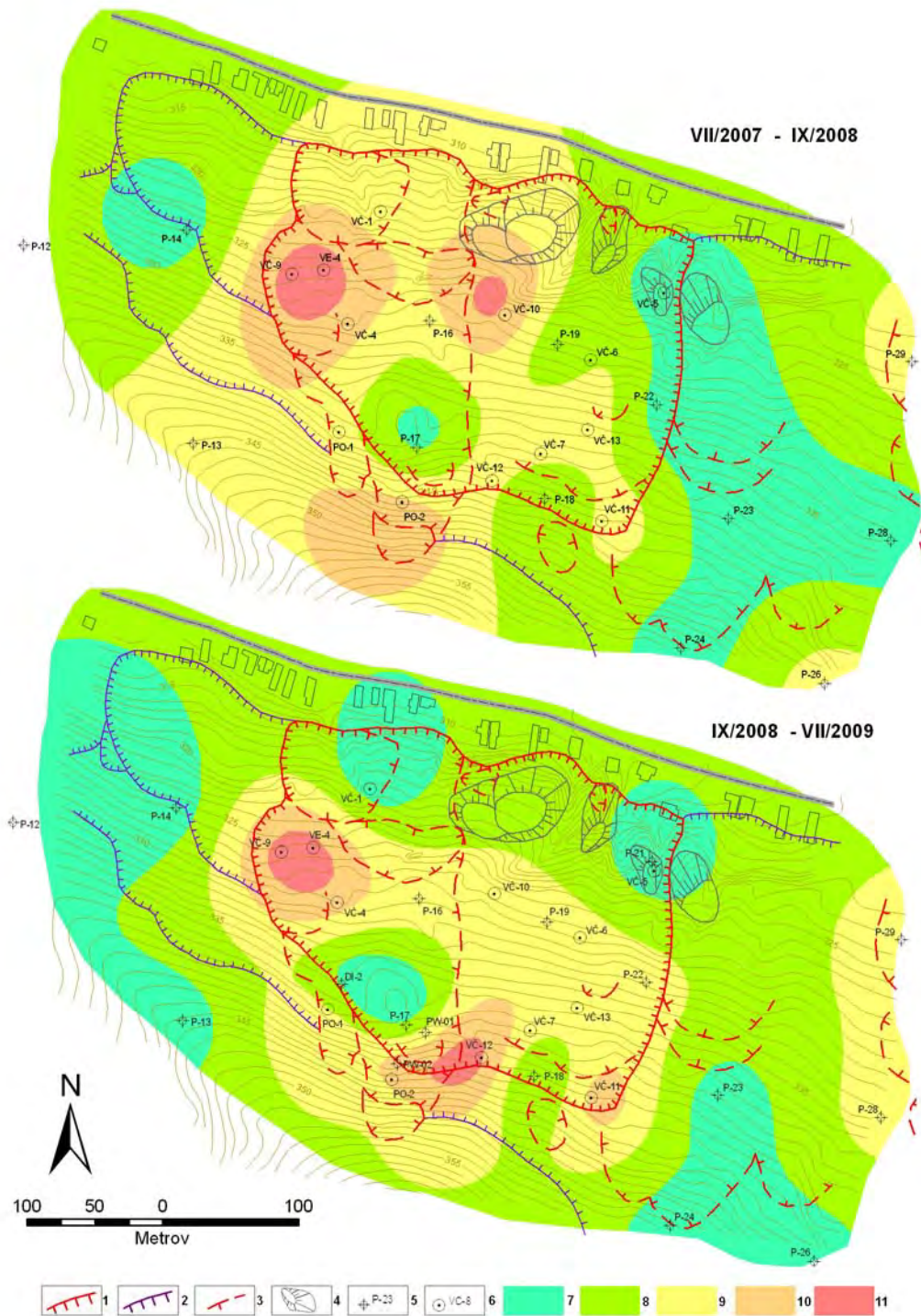
Monitorovacími meraniami bolo v roku 2009 zaznamenaných viacero pokračujúcich prejavov pohybovej aktivity zosuvných hmôt. Najvýraznejšie zmeny boli geodeticky namerané v odlučnej oblasti aktívneho zosuvu a v území za jeho východným okrajom. Inklinometrické merania preukázali určitú pohybovú aktivitu v západnej i v odlučnej časti aktívneho zosuvu. Hladina podzemnej vody po dosiahnutí maximálnych hodnôt na jar prakticky počas celého roku 2009 klesala a stúpnutie bolo zaznamenané až v závere roka. V porovnaní s predchádzajúcim rokom priemerná úroveň hladiny podzemnej vody v zosuvnom svahu stúpala. Roky 2008 a 2009 boli z hľadiska zrážkových úhrnov podobné (zrážkovo normálne roky).

Viacero výsledkov dlhodobých monitorovacích meraní naznačuje, že pohybová aktivita zosuvných hmôt sa postupne prenáša aj do nižších častí zosuvného územia, nachádzajúcich sa na kontakte s intravilánom obce. Vzhľadom na pokračujúcu absenciu údržby sanačných zariadení sa nepriaznivo mení i morfológia terénu a naďalej dochádza k celkovému poklesu územia a prehlbovaniu bezodtokových depresí s trvalo akumulovanou vodou. V súvislosti s tým je potrebné s orgánmi miestnej samosprávy opätovne prerokovať možnosť zabezpečenia údržby sanačných zariadení, ktoré starnú a zníženie ich funkčnosti sa prejavuje zhoršovaním stabilného stavu zosuvného územia.





Obr. 2.1.13: Schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody v priebehu rokov 2008 a 2009 (podľa hodnotiacej škály uvedenej v tab. 2.1.6)  
 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – ohraničenie potenciálnych zosuvov, 3 – lokálne zosuvy a zátrhy, 4 – premiestnené bloky vulkanických hornín, 5 – piezometrické vrty, v ktorých sa hodnotilo kolísanie hladiny podzemnej vody, 6 až 13 – stupne 1 až 8 hodnotiacej škály (v súlade s tab. 2.1.6)

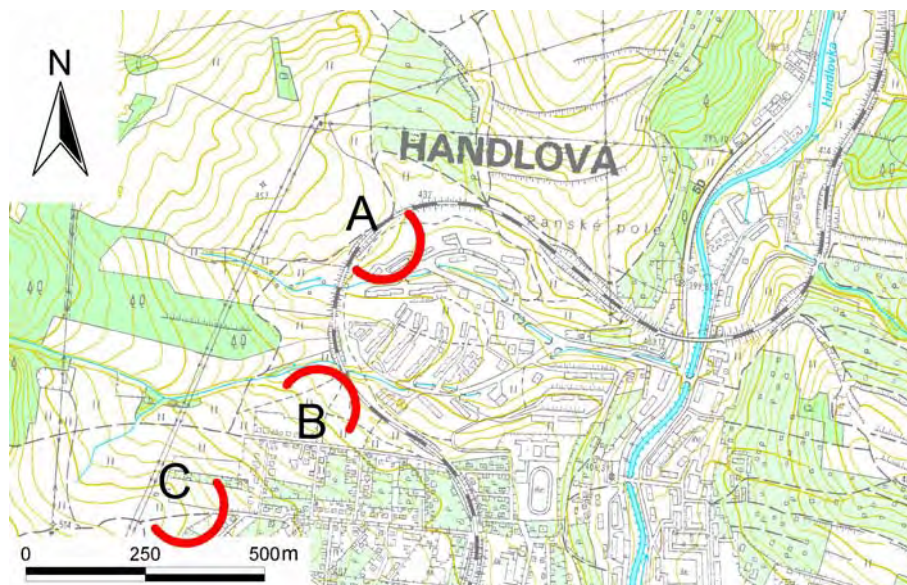


Obr. 2.1.14: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.5) na lokalite Veľká Čausa za roky 2007 až 2009  
 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – ohraničenie potenciálnych zosuvov, 3 – lokálne zosuvy a zátrhy, 4 – premiestnené bloky vulkanických hornín, 5 – body geodetickej siete, 6 – inklinometrické vrty, 7 – stabilný stav častí územia, 8 – náznaky pohybovej aktivity zosuvu, 9 – mierne aktívny stav, 10 – aktívny stav, 11 – vysoko aktívny stav

### 2.1.4.2. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko

#### *Stručná charakteristika lokality*

Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová (obr. 2.1.15). Ide o prvé sídlisko na Slovensku, ktoré sa projektovalo a postavilo v rokoch 1974 až 1977 na svahových poruchách (Nemčok, 1982). Z tohto dôvodu sa už počas prípravy výstavby vychádzalo z podmienky, že pre zabezpečenie stability obytných objektov i železničnej trate je nevyhnutné realizovať dlhodobé funkčné odvodnenie svahov s trvalou údržbou odvodňovacích zariadení a realizáciou kontrolných monitorovacích vrtov (obr. 2.1.16). V súvislosti s tým bolo vybudovaných 6 základných šacht (jám) A až F, do ktorých vyúsťujú vejárovite usporiadané horizontálne odvodňovacie vrty. V jeseni 2002 sa uskutočnilo rozsiahle prečistenie horizontálnych vrtov (celkom 47 ks), dobudovanie ďalších odvodňovacích vrtov (8 vrtov z jám a 2 vrty v oblasti Jánošíkovej cesty) a doplnenie siete pozorovacích piezometrických vrtov (celkom 37 monitorovacích vrtov, ktoré sú označené písmenom P – obr. 2.1.17a). Dĺžka zosuvu dosahuje 1200 m a šírka 500 m. Hĺbka šmykových plôch sa pohybuje v rozmedzí 10 až 12 m pod povrchom terénu. Okrem monitorovaného zosuvu na Morovnianskom sídlisku sa v západnej časti intravilánu mesta nachádzajú i ďalšie dva zosuvy – Malá Hôrka s rozmermi 800 x 250 m s hĺbkou šmykovej plochy 10 – 12 m. Druhý zosuv je na Jánošíkovej ceste s rozmermi 300 x 180 m s hĺbkou 7 až 10 m pod povrchom terénu.



Obr. 2.1.15: Lokalizácia zosuvov nad Morovnianskym sídliskom v Handlovej  
A – Morovnianske sídlisko, B – Malá Hôrka, C – Jánošíkova cesta. Značky zosuvov sú umiestnené v čele akumulčných oblastí

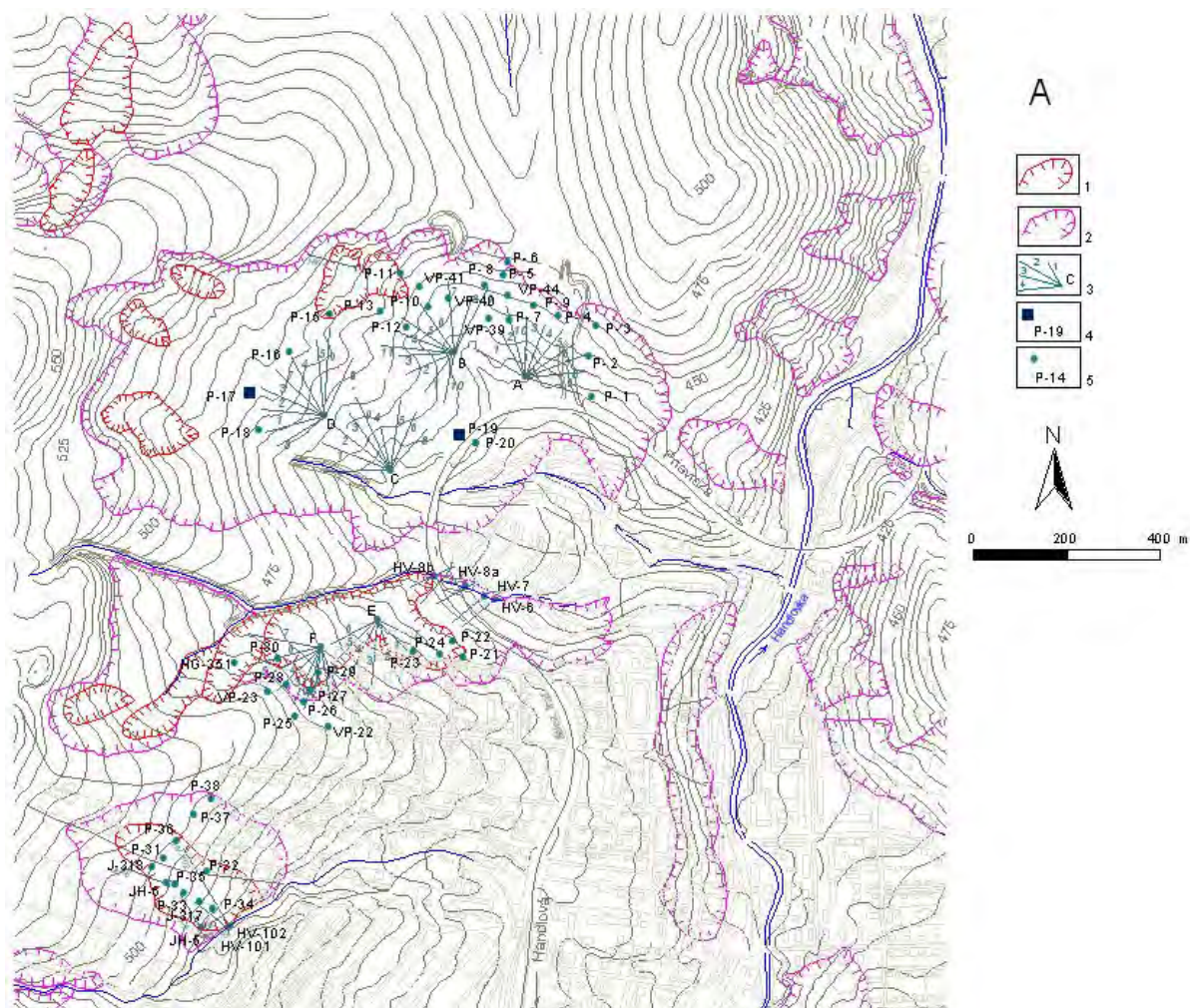


Obr. 2.1.16: Pohľad od odlučnej oblasti na zosuvný svah nad Morovnianskym sídliskom (foto P. Wagner, 2009)

Sídlisko je situované do bočnej kotliny, kde v podloží vystupuje paleogénne flyšové bridličnaté súvrstvie pokryté svahovými elúviami a zosuvmi.

Na základe rozdielnych inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok sa celá pozorovaná oblasť (súborne nazvaná ako Morovnianske sídlisko) rozdeľuje na nasledujúce samostatné celky:

- A. Oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby (jamy A, B, C, D);
- B. Oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou (jamy E, F);
- C. Oblasť Jánošíkova cesta (v južnej časti pozorovaného územia – obr. 2.1.17a).



Obr. 2.1.17a: Situácia monitorovacích objektov na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – potenciálne zosuvy, 3 – odvodňovacie jamy s vejármi horizontálnych vrtov, 4 – vrty s automatickými hladinormi, 5 – pozorované vrty. Oblasť monitorovania v smere od severu na juh: Morovnianske sídlisko (odvodňovacie jamy A – D), Malá Hôrka (jamy E, F), Jánošíkova cesta

#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Z monitorovacích metód sa na lokalite vykonávali iba režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov a frekvencia meraní sú zhrnuté v tab. 2.1.9. Rozmiestnenie monitorovacej siete je znázornené na obr. 2.1.17a. Existujúca sieť geodetických bodov na lokalite sa neudržiava a geodetické merania sa nevykonávajú.

Tab. 2.1.9: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	7 (v roku 2009 sa už nemeral vrt VP-40)	VP-40, VP-41, VP-44 (oblasť nad železničným oblúkom); VP-23, HG-351 (Malá Hôrka); J-317, J-318 (Jánošíkova cesta)	52 (1x za týždeň)	53 (1x za týždeň)
	35	P-1 až P-10, P-11 až P-13, P-15, P-16, P-18, P-20 až P-38	24 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
	2	P-17, P-19 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	14	<i>Oblasť nad železničným oblúkom:</i> A (10 odvodňovacích vrtov: HVA-1 až 9, HVA-10 - nový), B (11 vrtov: HVB-1 až 9, HVB-10 a 11 - nové), C (9 vrtov: HVC-1 až 7, HVC-8 a 9 - nové), D (9 vrtov: HVD-1 až 8, HVD-9 - nový);  Malá Hôrka: E (7 vrtov: HVE-1 až 7), F (9 vrtov: HVF-1 až 8, HVF-9 - nový), HV-6, HV-7, HV-8a, HV-8b <i>Jánošíkova cesta:</i> JH-5, JH-6, HV-101, HV-102	52 (1x za týždeň)	53 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30 080)	denné úhrny zrážok	

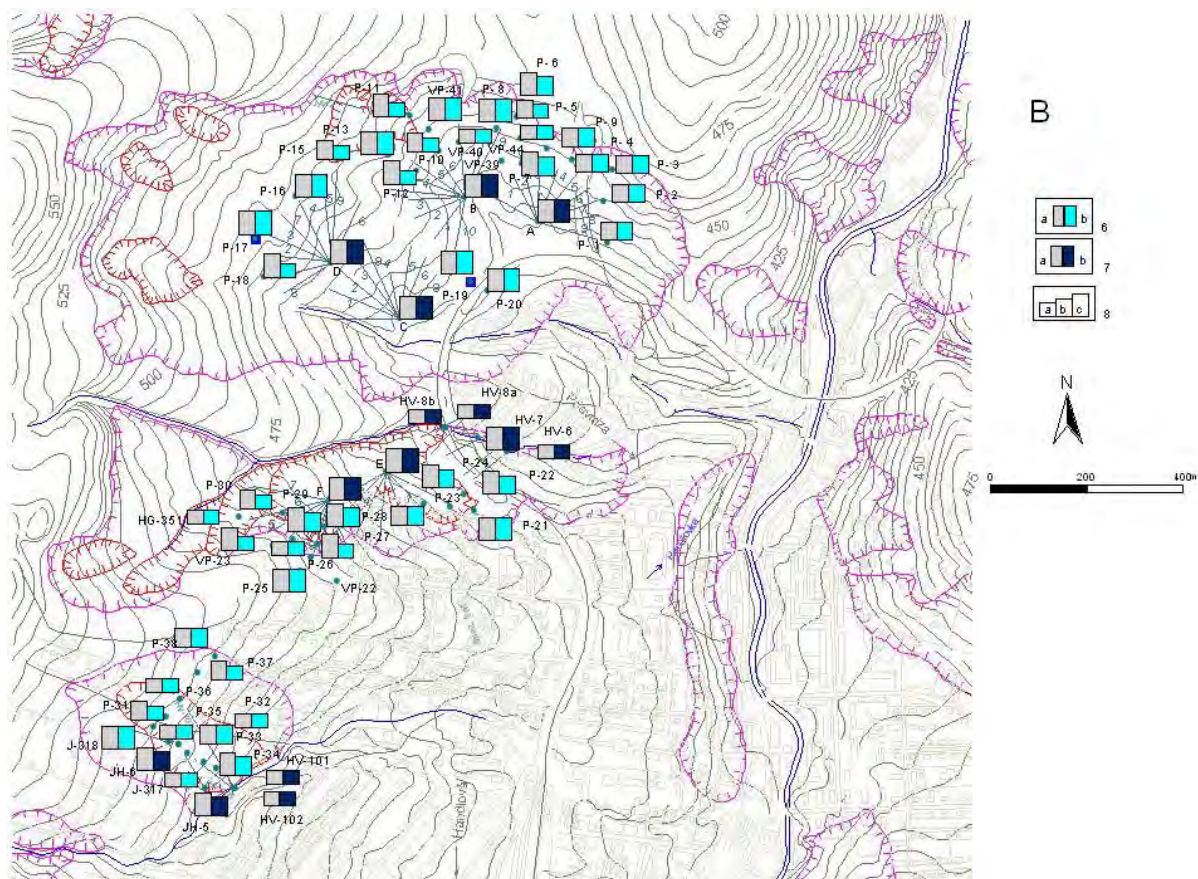
### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

#### a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

##### a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hladina podzemnej vody sa na lokalite meria v troch skupinách objektov – v starších vrtoch realizovaných prevažne v osemdesiatych rokoch (7 objektov, v roku 2009 iba 6 meraných objektov), vo vrtoch z roku 2002 (35 objektov), a dvoma automatickými hladinomerami (nainštalovanými vo vrtoch P-17 a P-19).

Funkčnosť starších vrtov sa postupne znižuje. V roku 2009 sa prestal merať dlhodobý suchý vrt VP-40, počas celého roku bol suchý vrt HG-351 a vrty J-317 a VP-44 boli suché značnú časť roka. V ostávajúcich troch vrtoch (J-318, VP-23 a VP-41) najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo v roku 2009 zaznamenané vo vrte VP-41 (3,06 m – príl. 1.2).

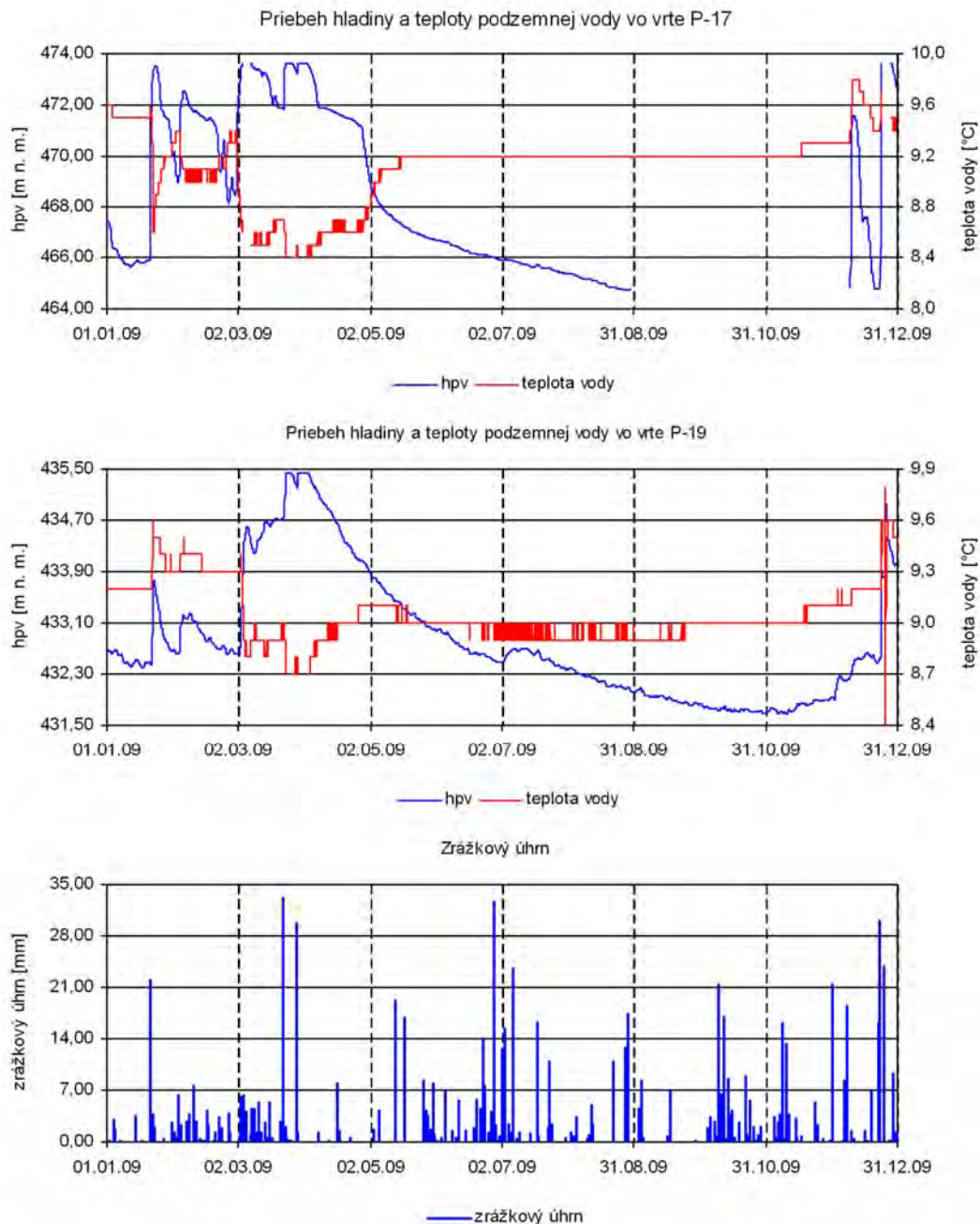


Obr. 2.1.17b: Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní  
 6 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 7 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 8 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do 1 l.min<sup>-1</sup> v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť 1 až 3 l.min<sup>-1</sup>, c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad 3 l.min<sup>-1</sup>

V skupine novších vrtov (vrty označené písmenom P) bolo v roku 2008 najväčšie kolísanie zaznamenané vo vrte P-28 (11,39 m), v roku 2009 vo vrte P-16 (5,62 m). Voda z vrtu P-11 a čiastočne i P-16 vyteká do prostredia zosuvu a zhoršuje jeho stabilný stav. V roku 2009 bolo viacero vrtov určitú časť obdobia suchých (P-15, 18, 26, 27, 28, 30, 37 – príl. 1.2). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v celoročne meraných vrtoch oproti predchádzajúcemu roku mierne klesla (v roku 2009 predstavovala 6,77 m pod úrovňou terénu). Priaznivejšie hydrogeologické pomery v roku 2009 vyplývajú aj z obr. 2.1.17b, v ktorom je prevažná časť pozorovaných objektov hodnotená rovnakým stupňom, ako v predchádzajúcom roku, avšak časť objektov je charakterizovaná priaznivejším stavom podzemnej vody.

a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná hladinomerami v roku 2008 predstavovala 3,96 m pod úrovňou terénu. V roku 2009 sa v priemere nachádzala hlbšie (4,39 m). V marci 2009, podobne ako na jar predchádzajúceho roku, hladina podzemnej vody v oboch hladinomeroch dosiahla úroveň terénu. Kolísanie hladiny v roku 2009 bolo podstatne väčšie v hladinomeri vo vrte P-17 (8,9 m), vo vrte P-19 predstavovalo iba 3,76 m (obr. 2.1.18, príl. 1.2).



Obr. 2.1.18: Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpy) a teploty vody zaznamenaný v roku 2009 automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch P-17 a P-19 na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko, spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov zo stanice SHMÚ v Handlovej (indikatív 30 080)



#### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčšiu priemernú výdatnosť v rokoch 2008 a 2009 mal objekt D ( $75,0 \text{ l.min}^{-1}$ ), a najväčšie kolísanie výdatností v tomto období bolo zaznamenané v objektoch JH-5 a F (nad  $60,0 \text{ l.min}^{-1}$ ). Výdatnosť starších vrtov sa postupne znižuje – vrty HV-8a a HV-8b boli počas celého roku 2009 suché, veľmi nízku priemernú výdatnosť mali i vrty HV-6 a HV-101. Oproti roku 2008 došlo pri celkovom hodnotení k zaznamenaným vo vrtoch JH-5 a JH-6 (obr. 2.1.17b). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov na lokalite oproti r. 2008 poklesla (o  $50,96 \text{ l.min}^{-1}$ ) a v roku 2009 predstavovala  $218,53 \text{ l.min}^{-1}$  (príl. 1.2).

#### c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Handlová (indikatív 30 080).

Na stanici Handlová dlhodobý zrážkový priemer (1993 – 2006) predstavoval  $826,72 \text{ mm}$ . Zrážkový úhrn za rok 2008 bol  $789,6 \text{ mm}$ , čo predstavuje  $95,51 \%$  dlhodobého priemeru a je hodnotené ako normálny rok. V roku 2009 bol ročný zrážkový úhrn  $826,1 \text{ mm}$ , čo predstavuje  $99,93 \%$  dlhodobého priemeru a je hodnotené tiež ako normálny rok.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

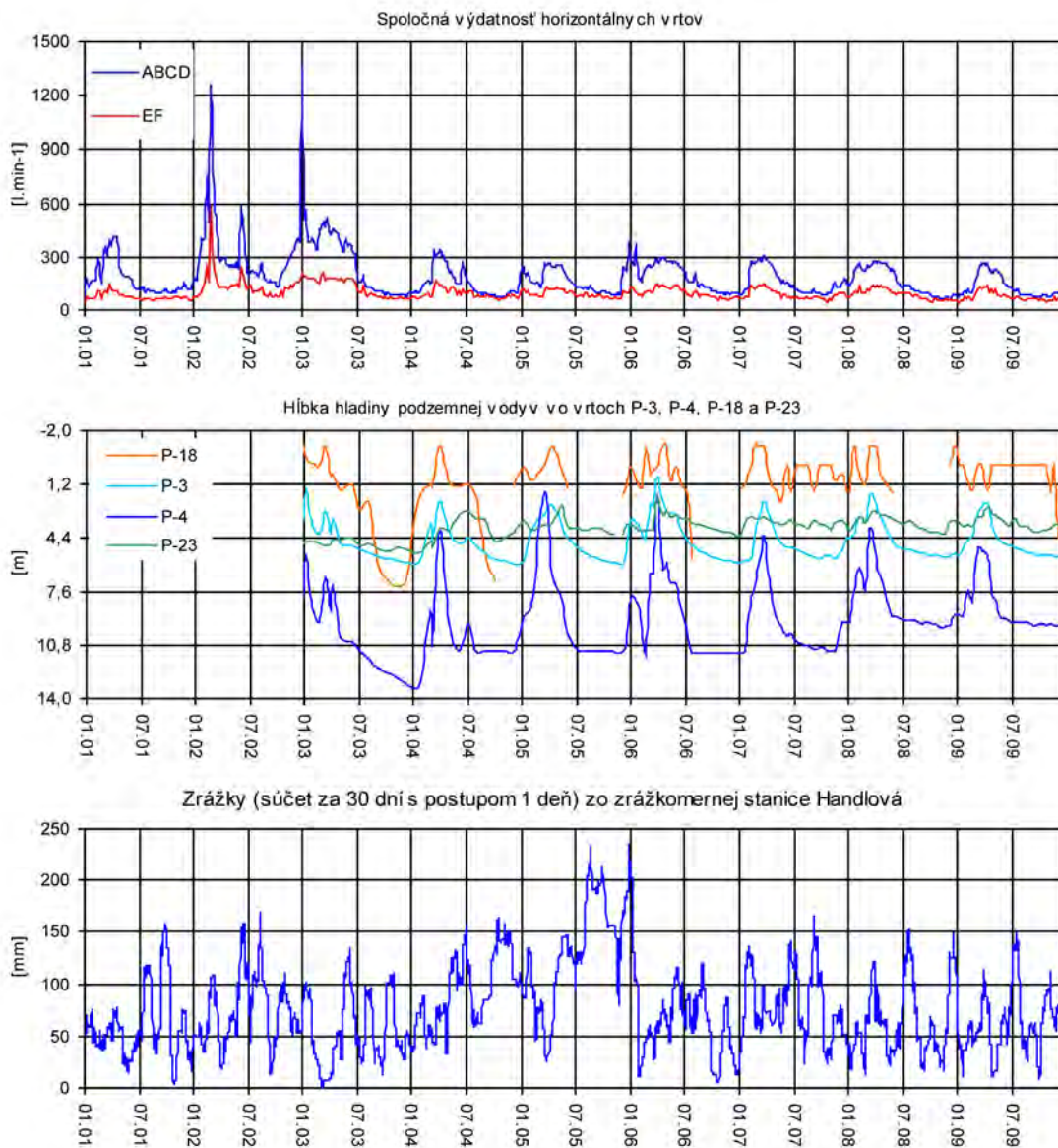
##### a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Dlhodobé kolísanie hladiny podzemnej vody vo vybraných pozorovaných objektoch je znázornené na obr. 2.1.19. Z obrázku vyplýva, že cyklus kolísania hladiny podzemnej vody sa za obdobie pozorovania od roku 2003 výrazne neodlišuje – zachovávajú sa pravidelné jarné stúpnutia hladiny v rôznom rozsahu v jednotlivých objektoch. V hodnotách vybraných vrtov sa však prejavuje veľmi mierny trend poklesu maximálnych ročných stúpnutí hladiny podzemnej vody (obr.2.1.19).

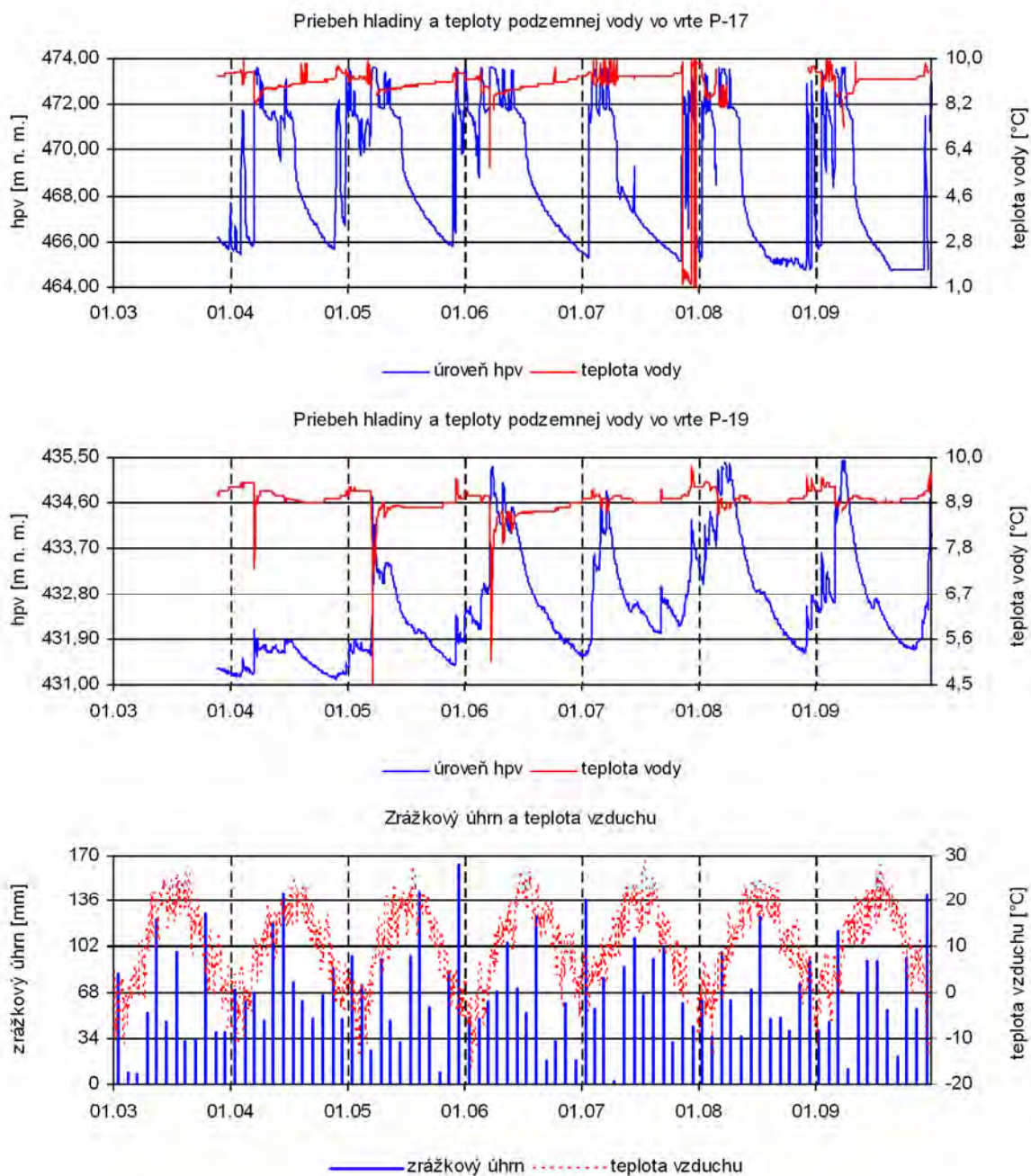
Ročný cyklus kolísania hladiny podzemnej vody ilustrujú i záznamy automatických hladinomerov (obr. 2.1.20). Možno konštatovať, že v obidvoch vrtoch voda takmer pravidelne na jar vystupuje až na úroveň terénu, čo sa prejavuje i výrazným zvýšením jej teploty. Skutočnosť, že hladina podzemnej vody sa nachádza blízko pod terénom preukazuje i pravidelné vytvorenie zamokrených území v horných častiach svahu, v okolí vrtu P-17. Kolísanie hladiny podzemnej vody vo vrte P-17 je výraznejšie (cca  $9 \text{ m}$ ) oproti vrtu P-19 (cca  $3,5 \text{ m}$ ). Zistené skutočnosti preukazujú trvalé dynamické pôsobenie podzemnej vody vo svahu, ktorého intenzita výrazne stúpa vždy v jarných mesiacoch.

##### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Dlhodobé zmeny výdatnosti odvodňovacích jám sú znázornené na obr. 2.1.19. Po výraznom náraste výdatnosti odvodňovacích zariadení v rokoch 2002 a 2003, spôsobenom prečistením horizontálnych vrtov a realizáciou doplnujúcich odvodňovacích objektov, došlo k ustáleniu výdatnosti, resp. v posledných rokoch je možné pozorovať mierny trend postupného znižovania. Sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení poklesla i v roku 2009. Na zníženie výdatnosti odvodňovacích zariadení môže okrem iných vplyvov pôsobiť aj ich starnutie.



Obr. 2.1.19: Dlhodobé výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko



Obr. 2.1.20: Dlhodobý priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch P-17 a P-19 na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ v Handlovej

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Rekonštrukciou devastovaných odvodňovacích jám a prečistením horizontálnych odvodňovacích vrtoch v rokoch 1999 a 2002 sa vytvorili podmienky na obnovenie odvodňovania zosuvných území, nachádzajúcich sa nad železničným oblúkom v oblasti Morovnianskeho sídliska i v oblasti Malá Hôrka.

Realizované režimové pozorovania v roku 2009 preukázali skutočnosť, že hydrogeologický režim prostredia sa v posledných rokoch výrazne neodlišuje. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody, zaznamenaná vo vrtoch, ako aj automatickými hladinomermi

v roku 2009 mierne klesla oproti predchádzajúcemu roku. Pokles bol zaznamenaný aj v sumárnej priemernej výdatnosti odvodňovacích zariadení, čo môže okrem iného ilustrovať aj proces ich postupného starnutia.

Z hľadiska možnej náhlejšej aktivizácie svahových pohybov je stále najmenej priaznivý stav v oblasti Jánošíkovej cesty (obr. 2.1.17a).

Zosuvné územie Handlová-Morovnianske sídlisko sa nachádza v bezprostrednom kontakte s veľkou aglomeráciou obyvateľstva. Úroveň monitorovania však nezodpovedá významu tejto lokality. Opakovane treba zdôrazniť, že komplexnejšiu informáciu o stabilnom stave lokality možno získať iba aplikáciou širšieho sortimentu monitorovacích meraní. Monitorovanie hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody – síce upozorňuje na výrazné zmeny v horninovom prostredí zosuvu, avšak pre včasné varovanie pred aktívnymi pohybmi nepostačuje. Navyše, za dôležité považujeme zabezpečenie pravidelnej údržby existujúcich sanačných zariadení (predovšetkým odvodňovacích vrtov, ústiacych do jám A až F).

### **2.1.4.3. Lokalita Handlová – Kunešovská cesta**

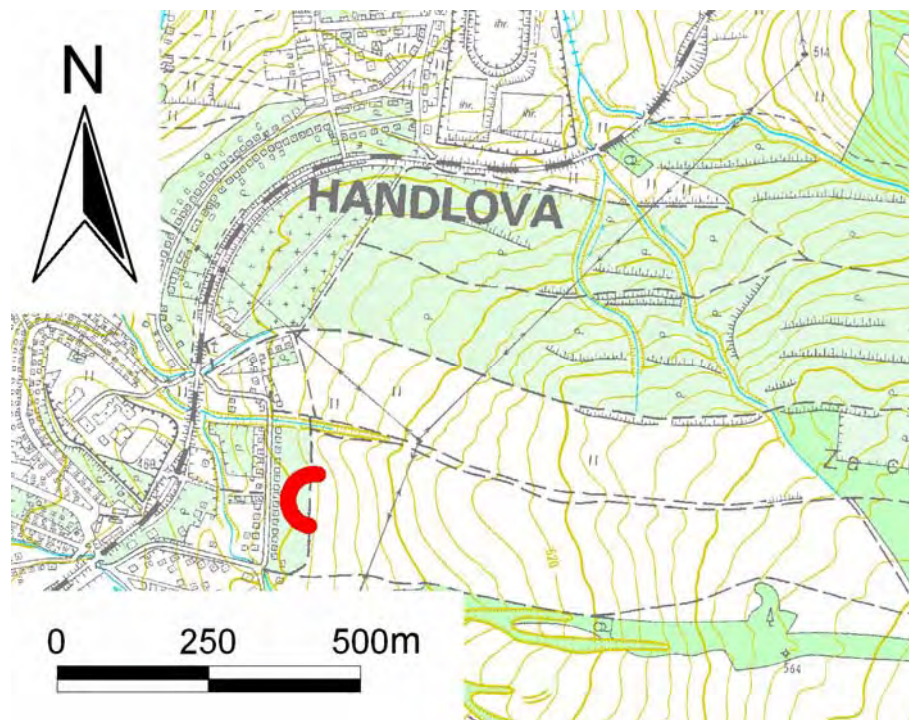
#### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuv na Kunešovskej ceste sa nachádza v intraviláne mesta Handlová, na jeho JV okraji (obr. 2.1.21). Ide o staré zosuvné územie, ktoré v rokoch 1961, 1966, 1969, 1992 a 1998 vykazovalo významné prejavy aktivizácie svahového pohybu ohrozujúceho rodinné domy, hospodárske budovy, elektrické vedenie, cestnú komunikáciu a nepriamo i železničnú trať. V súvislosti s poslednou aktivizáciou zosuvu bol na lokalite v období jeseň 1998 – jar 1999 vykonaný inžinierskogeologický prieskum (Jadroň, Mokrý, 1999). Na základe výsledkov prieskumu bol spracovaný návrh sanácie územia, ktorý sa s rôznymi úpravami realizoval v jesenných mesiacoch roku 1999. Cieľom sanácie bolo vytvorenie účinného drenážneho systému a odvodnenie podlažia subhorizontálnymi vrtmi. V rámci prieskumu bola vybudovaná sieť objektov, umožňujúcich vykonávať inklinometrické merania a merania podľa PEE vo vrtoch, ako aj režimové pozorovania.

Samotný zosuvný svah je mierne sklonený (5 až 15°) s hladko modelovaným reliéfom (obr. 2.1.22). Nachádza sa v nadmorskej výške 450 až 500 m n. m. Samotný zosuv predstavuje nepravidelné elipsovité teleso s rozmermi 120 x 50 m a s hĺbkou šmykovej plochy v rozsahu 5 až 7 m pod povrchom terénu. Z geologického hľadiska sú v podlaží flyšové paleogénne horniny vo vývoji ílovcového súvrstvia. Ide prevažne o subhorizontálne uložené íly, značne prehniatené a premiešané s kvartérnym zosuvným delúviom, ktoré je zložené z nehomogénneho materiálu ílovitých zemín s premenlivým obsahom úlomkov prevažne vulkanických hornín.

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 sú zhrnuté v tab. 2.1.10.



Obr. 2.1.21: Lokalizácia zosuvu nad Kunešovskou cestou v Handlovej. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej oblasti



Obr. 2.1.22: Pohľad na kontakt sanovaného zosuvu nad Kunešovskou cestou v Handlovej s obývanou zónou (foto P. Ondrejka, 2009)

Tab.2.1.10: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – Kunešovská cesta v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Geodetické	4	MK-2, 45, 1 (3), 2 (22)	1 (14. máj)	
Inklinometrické	5	JK-1, 2, 3, 6, 7	1 (19. máj, 6. jún)	1 (28. apríl)
PEE	6	JK-1, 2, 3, 6, 7, MK-8	2 (14. máj, 1. október)	2 (8. apríl, 17. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 MK-4, 6, 8	52 (1x za týždeň)	53 (1x za týždeň)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, 3, 4, spoločný výtok drenážneho systému pri potoku	52 (1x za týždeň)	53 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30 080) Handlová totalizátor	<i>denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok</i>	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Geodetické merania

Pri meraní v roku 2008 boli zistené výrazné, málo pravdepodobné premiestnenia pozorovaných bodov, ktoré môžu byť ovplyvnené tým, že monitorované body 1 a 2 nie sú hĺbkovo stabilizované. Navyše, smer vektora posuvu bol v prípade oboch bodov proti spádnici svahu. Vzhľadom na pretrvávajúce problémy s presnosťou geodetických meraní na tejto lokalite sme považovali za účelné prejsť na merania metódou GNSS. V dôsledku vážnych technických problémov pri výbere vhodného pevného bodu v blízkom okolí lokality nebolo možné merania metódou GNSS v roku 2009 uskutočniť.

##### b/ Inklinometrické merania

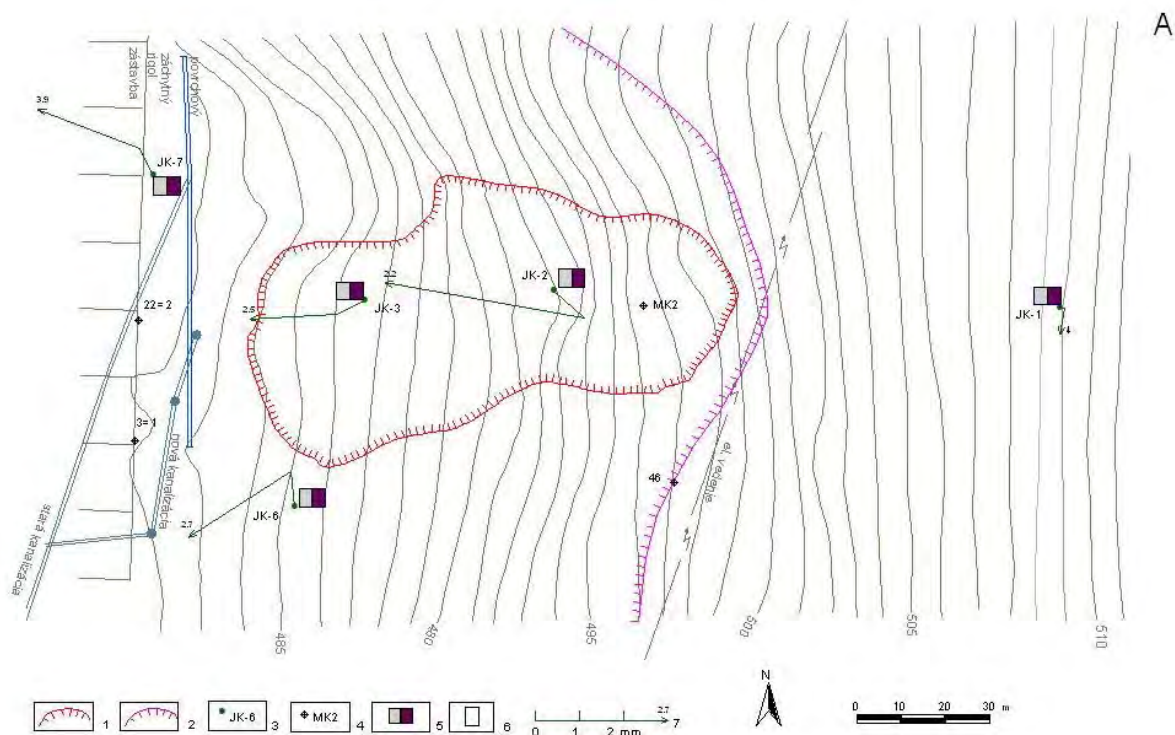
Deformácie, zaznamenané v máji 2008 (vo vrte JK-6 bolo meranie realizované v júni) preukázali vcelku stabilný stav prostredia (v žiadnom z meraných vrtoch priemerná rýchlosť pohybu neprekročila hodnotu  $2 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Smery deformácie boli vo väčšine prípadov v súlade so zosuvným pohybom.

V roku 2009 bolo v porovnaní s predchádzajúcim rokom zaznamenané zvýšenie pohybovej aktivity zosuvných hmôt (Lenková, 2009). Najvýraznejšie deformácie boli namerané vo vrte JK-2 (v transportačnej časti zosuvu) v hĺbke 2,2 m (posun  $4,8 \text{ mm.rok}^{-1}$  – obr. 2.1.23a, príl.1.3).

##### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2008 pri jarnom meraní bola najvyššia hodnota aktivity poľa nameraná vo vrte JK-3 v pripovrchovom horizonte. Jesenné meranie preukázalo najvyššiu koncentráciu napätí vo vrte JK-2 v polohe od cca 5 do 12 m, pod hladinou podzemnej vody.

Počas jarného i jesenného merania v roku 2009 neboli zaznamenané žiadne výrazné zvýšenia poľa PEE (Vybíral, 2009). Pri vzájomnom porovnaní oboch meraní bol aktívnejší stav zistený v jeseni (najmä vo vrtoch JK-1 a JK-2 – obr. 2.1.23a, príl. 1.3).



Obr. 2.1.23a: Lokalita Handlová-Kunešovská cesta - výsledky inklinometrických meraní a merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009

1 – ohraničenie aktívneho zosuvu z jesene 1998, 2 – hranica starších svahových deformácií, 3 – inklinometrické vrty, 4 – geodetické body, 5 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 6 – hodnotenie aktivity poľa PEE podľa kritérií tab. 2.1.5: stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), 7 – mierka vektorov inklinometrických deformácií za obdobie IV.07 – V.08 – IV. 09 (číslo označuje hĺbku zaznamenanaj deformácie od povrchu terénu v m)

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2008 bolo najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody namerané vo vrte MK-8 (4,52 m). Vrty MK-4 a MK-6 boli značnú časť roka suché.

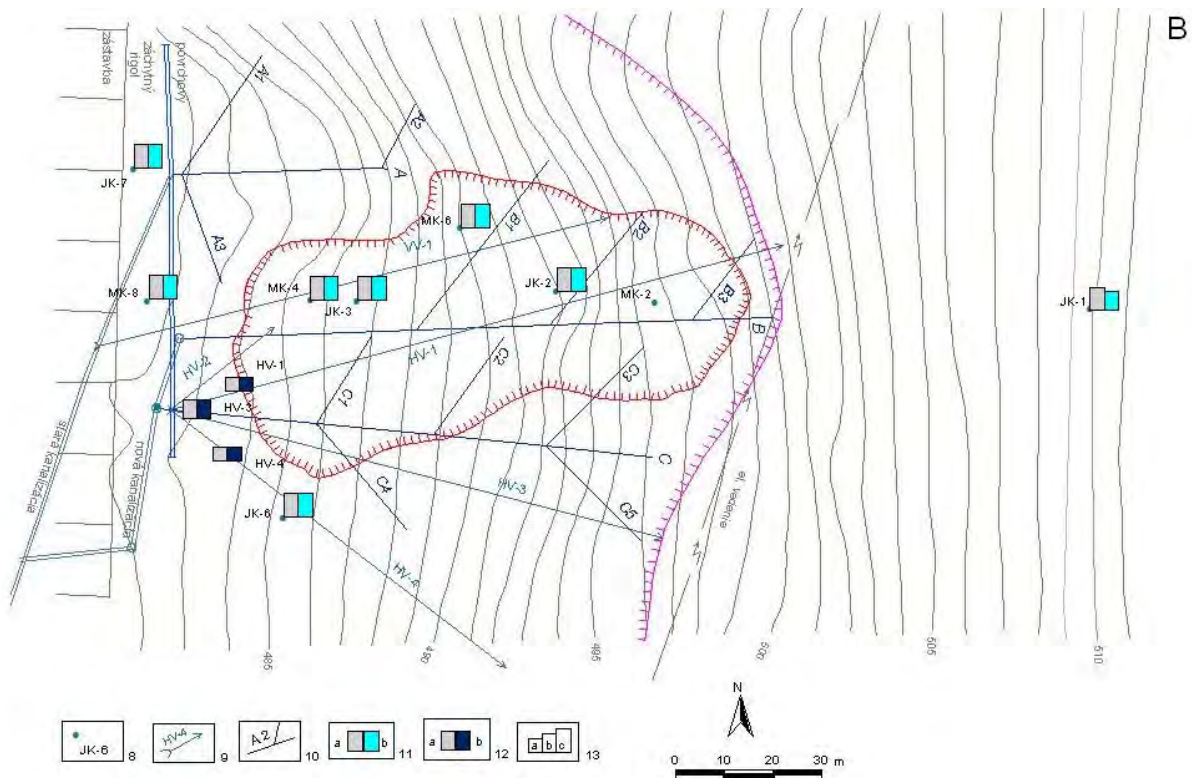
I v roku 2009 bolo najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody zaznamenané vo vrte MK-8 (4,71 m). Priemerná hĺbka hladiny oproti roku 2008 mierne klesla (o 8 cm) a v roku 2009 predstavovala 3,45 m pod úrovňou terénu (obr. 2.1.23b, príl. 1.3).

#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Okrem výdatnosti odvodňovacích vrtov HV-1, 3 a 4 sa na lokalite meria i výtok z kanalizácie, vyúsťujúcej do potoka. Počas suchšieho obdobia sa voda z horizontálnych vrtov HV-1, HV-3 a HV-4 stráca v podzemnom zvođe, ktorý ju odvádza do kanalizácie.

V roku 2008 bola najväčšia výdatnosť nameraná práve vo výtoku do kanalizácie ( $55,56 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých objektov predstavovala  $10,06 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ .

I v roku 2009 bola najväčšia výdatnosť nameraná vo výtoku kanalizácie ( $65,22 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ), v ktorom bolo zaznamenané i najväčšie kolísanie výdatností (až  $65,22 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov oproti roku 2008 poklesla o  $2,95 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  a bola  $7,11 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  (obr. 2.1.23b, príl. 1.3).



Obr. 2.1.23b: Lokalita Handlová-Kunešovská cesta - výsledky režimových pozorovaní  
 8 – pozorované vrty, 9 – horizontálne odvodňovacie vrty, 10 – stabilizačno-odvodňovacie rebrá (A, B, C) a bočné drenážne rebrá (A1, A2 atď.), 11 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 12 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 13 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – priemerná výdatnosť do  $1 \text{ l.min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť 1 až  $3 \text{ l.min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, c – stav nepriaznivý (stupeň 3) vo vertikálnych vrtoch

#### f/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Handlová sú opísané pri predchádzajúcej lokalite (Handlová-Morovnianske sídlisko).

Priemerný dlhodobý úhrn na stanici Handlová-totalizátor za 13 rokov je 1007,15 mm. Zrážkový úhrn v roku 2008 dosiahol hodnotu 873 mm, teda 86,68 % (suchý rok). V roku 2009 stúpol na 968 mm, čo predstavuje 96,19 % dlhodobého priemeru (normálny rok).

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

##### a/ Geodetické merania

V roku 2003 boli nainštalované v oblasti zosuvu, nachádzajúcej sa na kontakte s obývanou zónou 2 meracie body. Pravdepodobne v dôsledku vonkajších zásahov namerané výškové zmeny obidvoch pozorovacích bodov v roku 2004 boli málo pravdepodobné a nebolo možné ich pri zhodnotení aktuálneho stavu svahu použiť. Preto sa za základné považovalo jarne meranie v roku 2005. Okrem pozorovacích bodov 1 a 2 sa merali i hodnoty posunov pripojovacích bodov MK-2 a 45. Ďalší pripojovací bod č. 46 bol zničený. Zistené polohové i výškové zmeny bodov boli v jednotlivých rokoch veľmi výrazné a ťažko



interpretovateľné, a to i napriek viacerým korekciám. Možno predpokladať, že výsledky merania ovplyvňovala i skutočnosť, že pozorovacie body neboli hĺbkovo stabilizované. Na získanie spoľahlivejších výsledkov je potrebné upraviť sieť monitorovacích bodov na lokalite a aplikovať vhodnejšiu metodiku merania.

#### b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania na lokalite sú krátkodobé, avšak názorne ilustrujú pozitívny vplyv uskutočnenej sanácie na stabilitu svahu, prejavujúci sa postupným útlmom deformácií až po rok 2003 (obr. 2.1.24). Od tohto roku sú zaznamenané deformácie málo výrazné (prevažne iba do hodnoty 5 mm.rok<sup>-1</sup>). V rámci takéhoto rozsahu deformácií sa striedajú obdobia s mierne zvýšenou pohybovou aktivitou (napr. v rokoch 2007 a 2009) s obdobiami stabilného stavu zosuvného svahu.

#### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

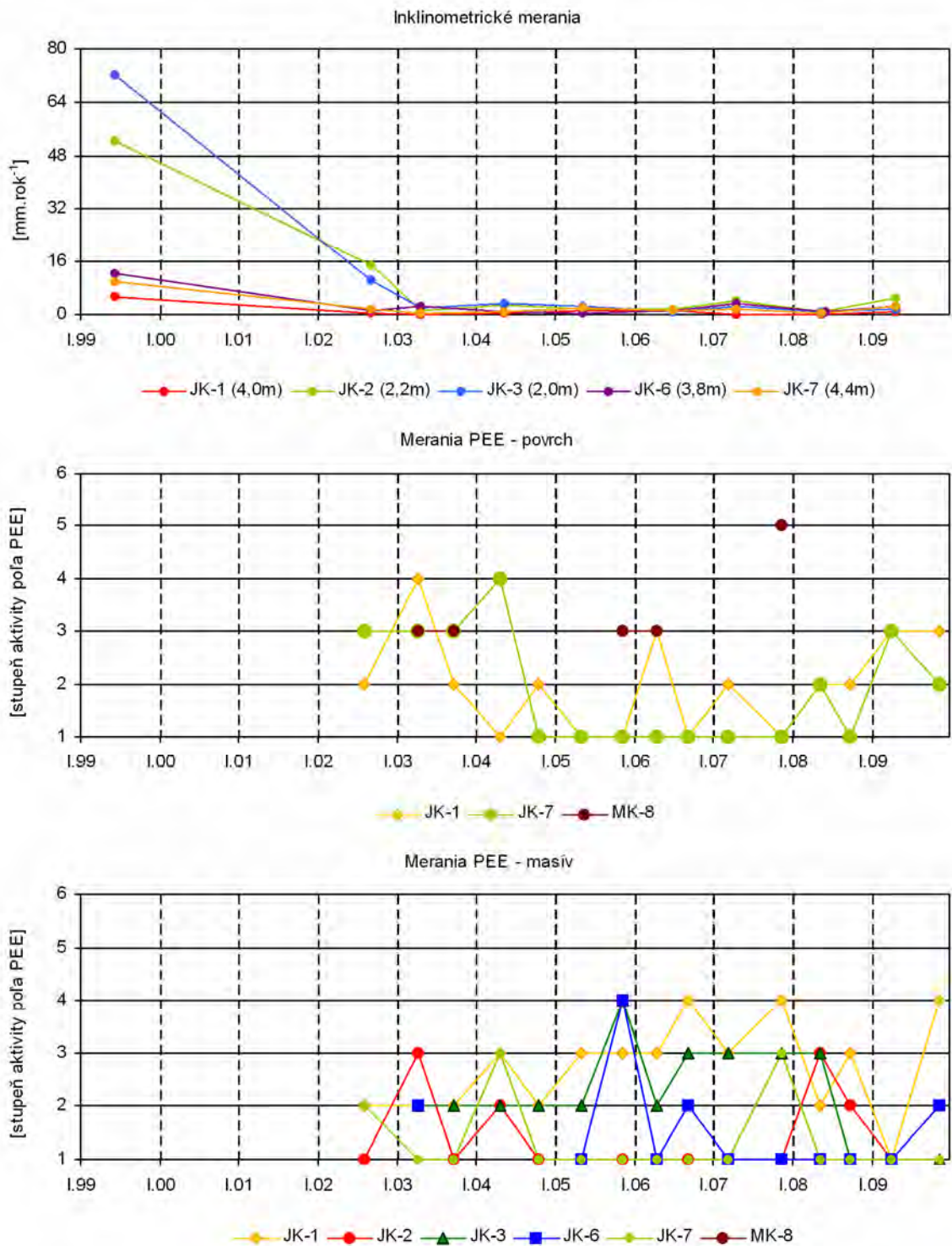
Stav poľa PEE na lokalite je veľmi premenlivý. Z dlhodobého hľadiska sa aktívnejšie javia hlbšie polohy zosuvného svahu. Po výraznejších stúpnutiach poľa v roku 2005 sú v posledných rokoch zaznamenávané vcelku stabilizované hodnoty poľa PEE s pomerne nízkymi hodnotami stupňa aktivity (obr. 2.1.24). Mierne zvýšené pole bolo častejšie zaznamenané v okolí vrtu JK-1 v hornej časti svahu nad odľučnou stenou zosuvu.

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

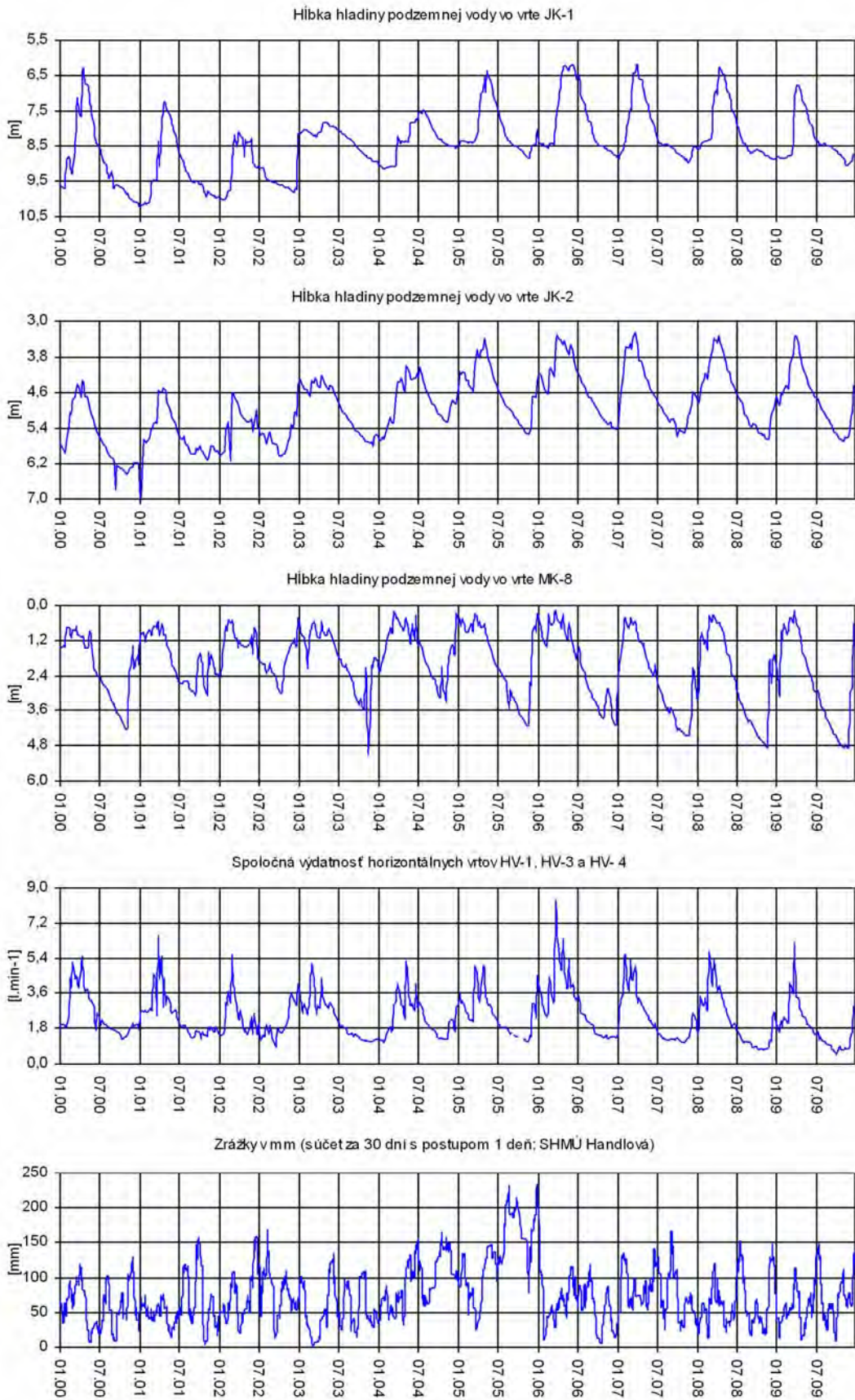
Merania hĺbky hladiny podzemnej vody s frekvenciou jedného merania za týždeň sa na lokalite vykonávajú priebežne od roku 2000. Kým v rokoch 2002 a 2003 v režime podzemných vôd doznievali vplyvy, spôsobené uskutočnenou sanáciou, od roku 2003 je cyklus zmien hladiny podzemnej vody v pozorovaných vrtoch vcelku pravidelný – s výrazným stúpnutím hladiny podzemnej vody v jarných mesiacoch a s jej postupným poklesom až do zimných mesiacov (obr. 2.1.25). Vrty JK-4 a JK-5 sa v hodnoteniach zvyčajne nezohľadňujú vzhľadom na to, že sa nachádzajú za západným okrajom aktívneho zosuvu v priestore zástavby (mimo územia, znázorňovaného na obrázkoch).

#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení sa na lokalite vykonávajú taktiež od roku 2000 s týždennou frekvenciou. Priebeh výdatnosti je vcelku ustálený (obr. 2.1.25) okrem výrazného stúpnutia v jarných mesiacoch roku 2006 (čo môže súvisieť so zrážkovými anomáliami koncom roku 2005 a prudkým oteplením na jar 2006).



Obr. 2.1.24: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlová- Kunešovská cesta



Obr.2.1.25: Dlhodobé výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová-Kunešovská cesta

## Zhrnutie výsledkov a upozornenia

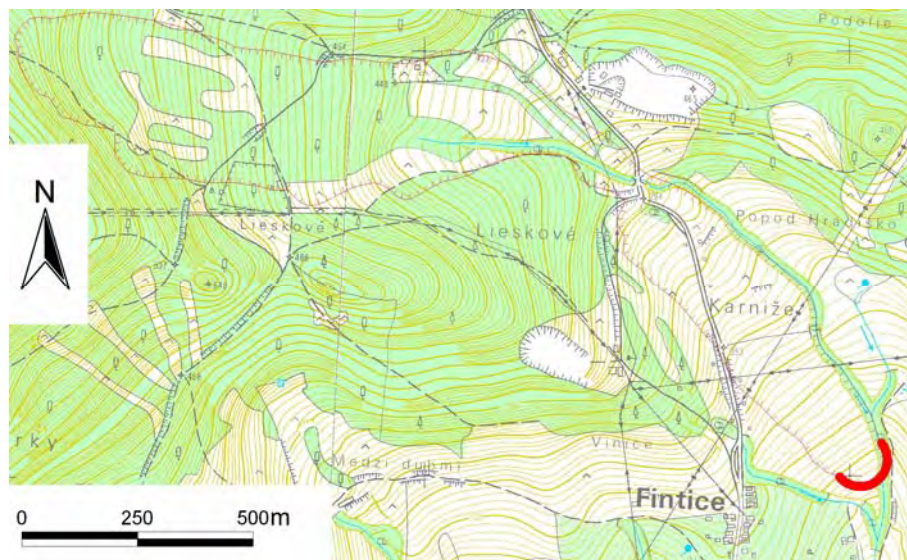
Monitorovacie merania preukázali v roku 2009 celkovo stabilizovaný stav sanovaného zosuvného svahu. Nárast pohybovej aktivity zosuvných hmôt, zaznamenaný metódou presnej inklinometrie, bol nepatrný. Z hydrogeologického hľadiska bol charakter roku 2009 veľmi príbuzný roku predchádzajúcemu – či už podľa zrážkových úhrnov alebo na základe nameranej hĺbky hladiny podzemnej vody v zosuvnom prostredí.

Napriek konštatovanému vcelku stabilizovanému stavu zosuvu, vysoká celospoločenská dôležitosť lokality (priamy kontakt zosuvného svahu s obývanou časťou mesta) podmieňuje nevyhnutnosť jej pokračujúceho monitorovania približne v rovnakom rozsahu, ako doteraz. Obnovenie geodetických meraní metódou GNSS závisí od sprístupnenia vhodných pevných bodov v blízkom okolí zosuvnej lokality.

### 2.1.4.4. Lokalita Fintice

#### Stručná charakteristika lokality

Prúdový zosuv sa nachádza 1 km S až SV od obce Fintice, ktorá leží asi 5 km SSV od Prešova (obr. 2.1.26). Zosuv sa vyvinul v prostredí paleogénnych ílovcov a prachovcov, neogénnych amfibolicko-pyroxenických a pyroxenických andezitov extruzívnych telies a kvartérnych deluviálnych sedimentov. Heterogénna stavba územia podmieňuje aj veľmi komplikované a z hľadiska vzniku svahových pohybov priaznivé hydrogeologické podmienky (Petro et al., 2001).



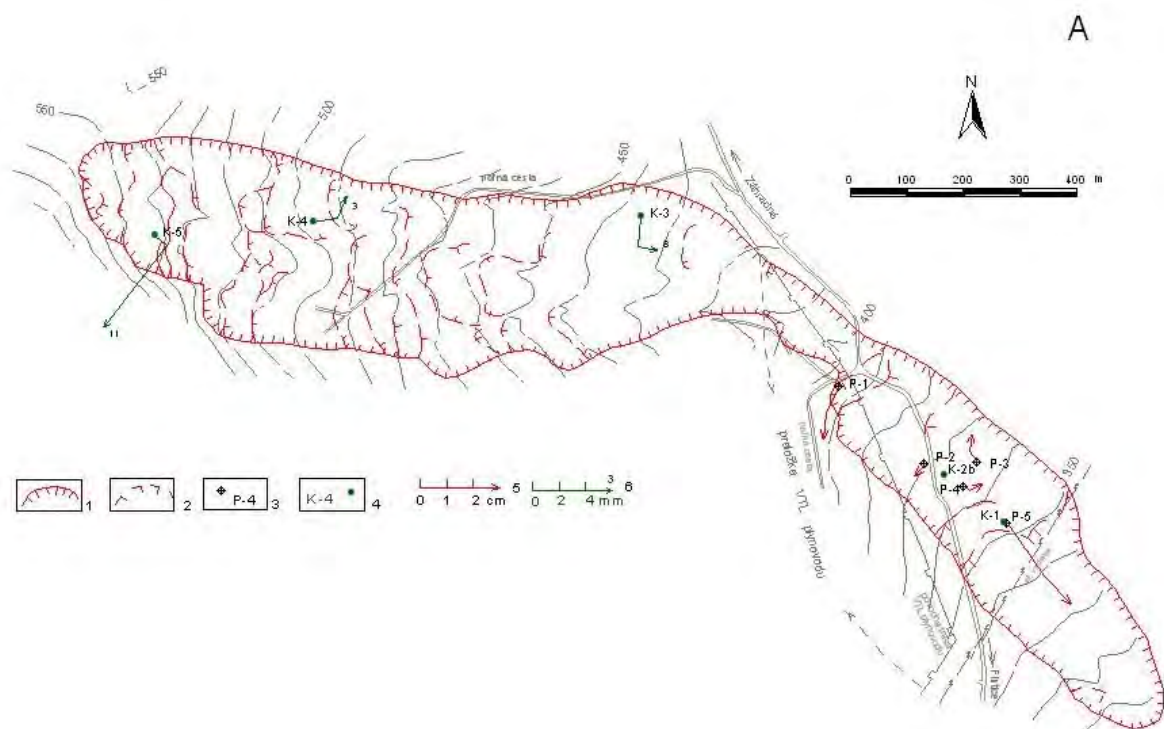
Obr. 2.1.26: Lokalizácia čela prúdového zosuvu pri obci Fintice

Dĺžka zosuvu je 2280 m, šírka 120 až 500 m, rozdiel výšok medzi odľučnou hranou a čelom je 265 m (obr. 2.1.27). Priemerný sklon zosuvného územia je 7°. Šmyková plocha sa vzhľadom na veľký rozsah územia nachádza v širokom intervale hĺbok (2 – 20 m), pričom v aktívnej časti zosuvu je v hĺbke 8 – 9 m pod úrovňou terénu. V dôsledku reaktivácie pohybov v spodnej časti zosuvu došlo k opakovanému pretrhnutiu vysokotlakového plynovodu Prešov – Bardejov (v rokoch 1986 a 1998) a k poškodeniu štátnej cesty II. tr. Fintice – Záhradné. Ohrozené sú i dva stožiare VVN. Trasa plynovodu bola na základe inžinierskogeologického zhodnotenia územia (Petro, Stercz, 1998), opierajúceho sa

o výsledky monitorovania lokality preložená v roku 2001 mimo aktívnu časť zosuvu (obr. 2.1.28a).



Obr. 2.1.27: Pohľad na prúdový zosuv pri obci Fintice. Obvod zosuvu je ohraničený červenou líniou (foto Ľ. Petro, 2002)



Obr. 2.1.28a: Lokalita Fintice – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009

1 – ohraničenie aktívneho zosuvu, 2 – dielčie zosuvy a zátrhy, 3 – geodetické body, 4 – inklinometrické vrty, 5 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie VI. 06 – VII. 08 – VI. 09, 6 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VII.07 – VIII.08 – V.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenanaj deformácie od povrchu terénu v m)

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009, sú zhrnuté v tab. 2.1.11.

Tab. 2.1.11: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Fintice v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Geodetické	6	P1, P2, P3, P4, P5, pevný bod P	1 (20.júl)	1 (5.jún)
Inklinometrické	3	K-3, K-4, K-5	1 (15. august)	1 (21. máj)
PEE	5	K-1, 2b, 3, 4, 5	1 (26.november)	2 (7. máj, 29. júl)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	K-1, 2, 2b, 3, 4, 4a, 4b, 5, 5a, 5b	10 (27. február, 27. marec, 28. apríl, 26. máj, 26. jún, 25. júl, 27. august, 29. september, 29. október, 26. november)	11 (28. január, 24. február, 26. marec, 28. apríl, 27. máj, 26. jún, 3. august, 28. august, 6. október, 30. október, 1. december)
	2	K-1a, K-2a automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59 220) Prešov – planetárium (indikatív 59 160)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

a/ Geodetické merania

Geodetické merania boli v roku 2008 obnovené po ročnej absencii. Z výsledkov meraní vyplýva, že zosuvný svah sa v období od júna 2006 po júl 2008 nachádzal v celkovo stabilnom stave. Najväčší posuv bol nameraný v bode P-5 (24,41 mm za cca 2 roky, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu 11,7 mm.rok<sup>-1</sup>).

V roku 2009 bol najväčší posuv nameraný taktiež v bode P-5 (14,87 mm za 11,5 mesiaca, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu 16,69 mm.rok<sup>-1</sup>) a v bode P-1 (10,05 mm za rovnaké obdobie, teda rýchlosť 11,46 mm.rok<sup>-1</sup> – obr. 2.1.28a, príl. 1.4). V obidvoch prípadoch je smer posuvu v súlade so spádnou svahu (Borovský, 2009). Výsledky geodetického merania aj za obdobie od leta 2008 po leto 2009 preukázali vcelku stabilizovaný stav transportnej a akumuláčnej časti zosuvu.

#### b/ Inklinometrické merania

V roku 2008 priemerná rýchlosť pohybu prekročila hodnotu  $2 \text{ mm.rok}^{-1}$  iba vo vrtoch K-3 (maximálna hodnota  $2,75 \text{ mm.rok}^{-1}$  v hĺbke 2,5 m) a K-5 (pohyb  $2,09 \text{ mm.rok}^{-1}$  v hĺbke až 25 m).

Merania v máji 2009 preukázali najvýraznejšie deformácie vo vrte K-5 (rýchlosť pohybu  $10,3 \text{ mm.rok}^{-1}$  v hĺbke 11 m). Smer deformácie je však pri jednotlivých meraniach premenlivý (obr. 2.1.28a, príl. 1.4). Deformácie, namerané vo vrtoch K-3 a K-4 ilustrujú vcelku stabilný stav prostredia (Lenková, 2009).

#### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2008 bol nameraný zvýšený stav poľa PEE prakticky vo všetkých vrtoch, najvýraznejšie hodnoty boli zaznamenané vo vrchnom horizonte vrtoch do hĺbky cca 8 m a vo vrte K-5 až do hĺbky cca 20 m.

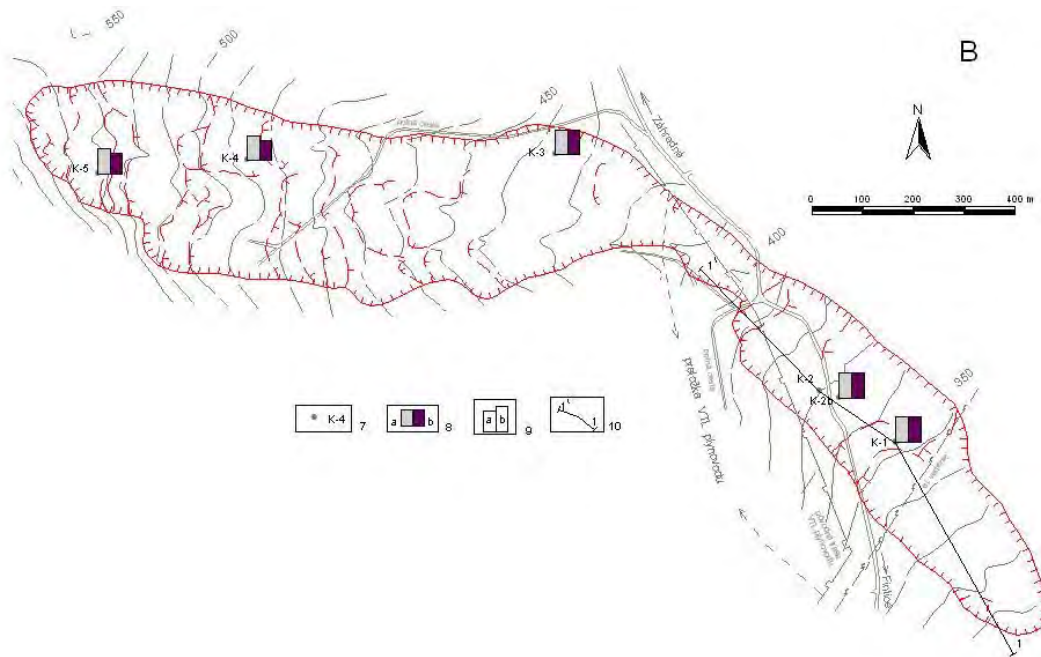
Pomerne vysoká aktivita poľa PEE bola v roku 2009 nameraná v povrchových častiach vrtoch K-1, K-2b a K-3 počas jarného merania. Na jeseň zotrvala pomerne vysoká aktivita poľa vo vrte K-3 v hĺbke 0 – 8 m (obr. 2.1.28b, príl. 1.4). Vo výsledkoch meraní sa prejavuje aktivita väčšej tektonickej poruchy formou výraznej zmeny regionálneho fónu (Vybíral, 2009).

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

##### d1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

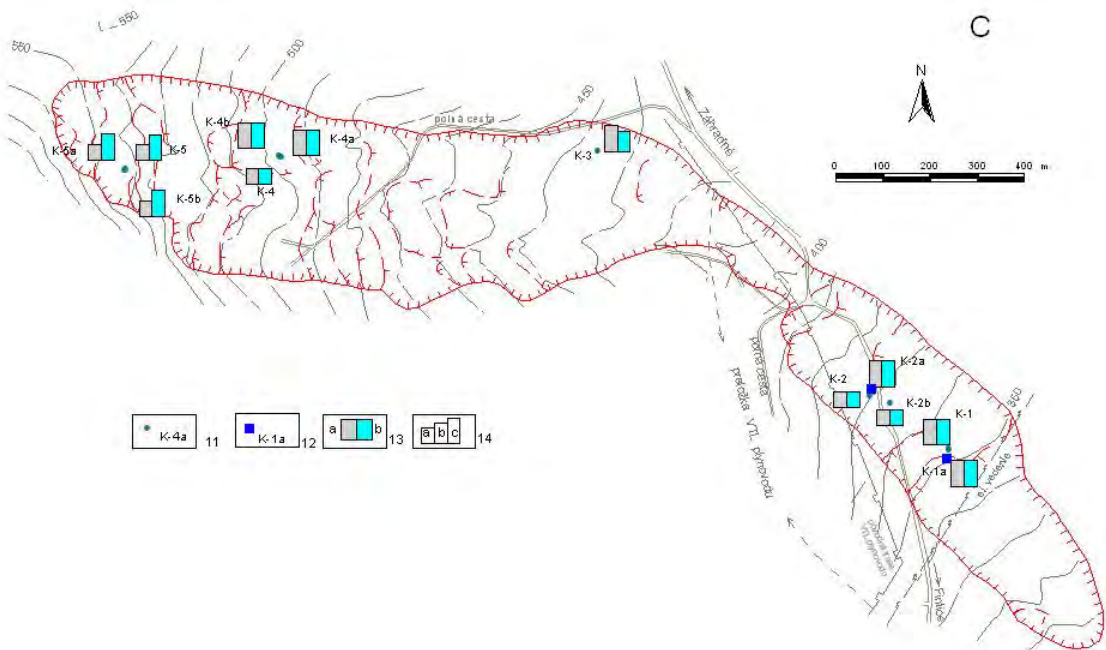
Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 10 vrtoch s frekvenciou cca 1 mesiac. V roku 2008 bolo najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody zaznamenané vo vrte K-1 (2,66 m). Vo vrtoch K-1 a K-2 bola najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody zaznamenaná v jarných mesiacoch, vo vyššie položených vrtoch okrem jarných mesiacov (apríl – máj) aj v lete (júl – august). Vrt K-2 bol v jarných mesiacoch zaliaty vodou z povrchu a hodnoty meraní vo vrte K-4 sú pravdepodobne skreslené nepriepustnosťou inklinometrickej pažnice.

Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody v roku 2009 bolo zaznamenané opäť vo vrte K-1, avšak s oveľa väčšou hodnotou (až 5,02 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2008 stúpila o 30 cm a v roku 2009 predstavovala 5,72 m pod úrovňou terénu (obr. 2.1.28c, príl. 1.4).



Obr. 2.1.28b: Lokalita Fintice – výsledky merania poľa PEE

7 – označenie vrtov, 8 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 9 – hodnotenie aktivity poľa PEE podľa kritérií tab. 2.1.5: a – stredná aktivita poľa (stupeň 2), b – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3), 10 – línie profilov pre stabilitné výpočty



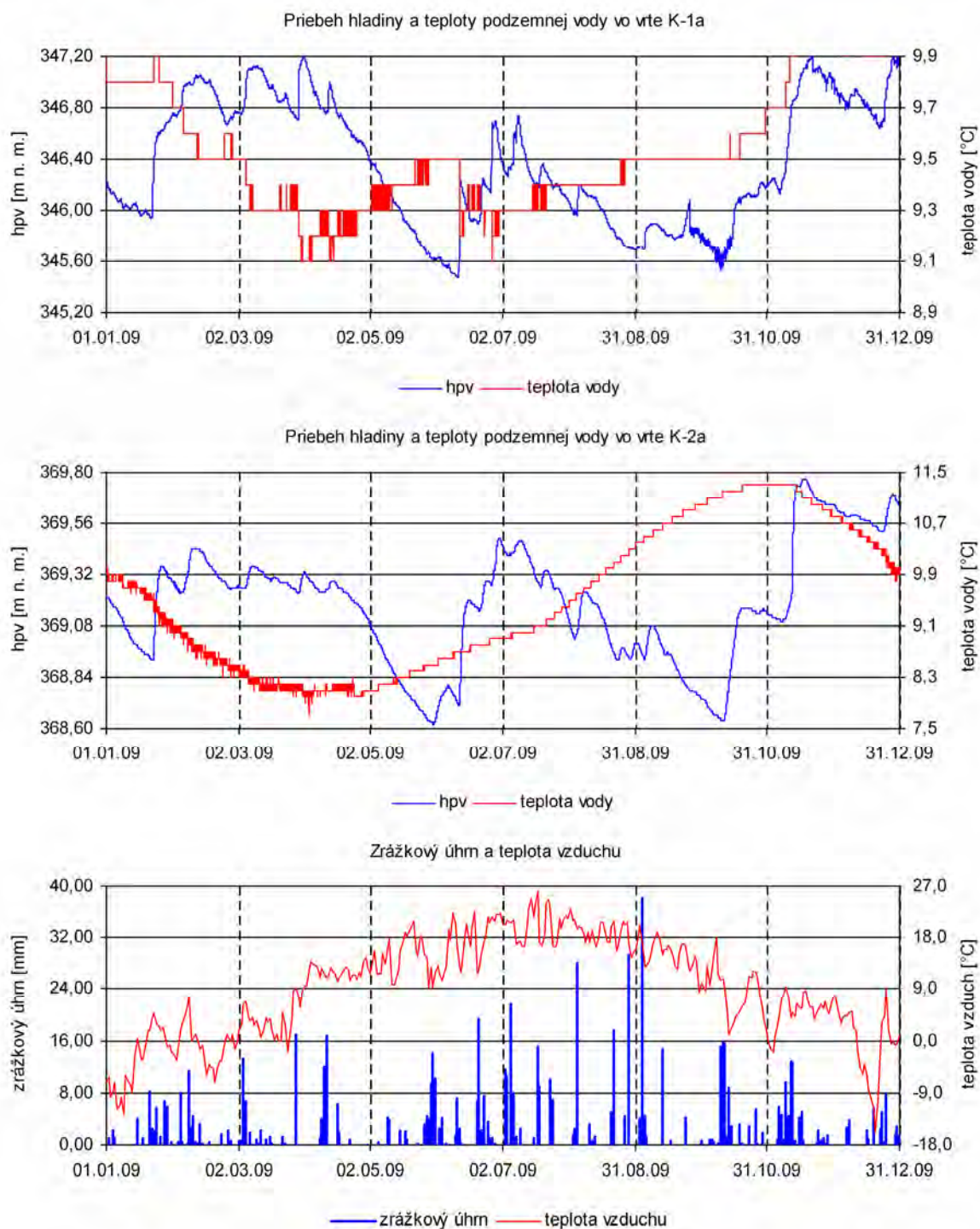
Obr. 2.1.28c: Lokalita Fintice – výsledky režimových pozorovaní

11 – vrt, v ktorých sa meria hĺbka hladiny podzemnej vody, 12 – vrt s automatickými hladinomeri, 13 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 14 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), 3 – stav nepriaznivý (stupeň 3)



## d2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Od roku 2005 sa meria hĺbka hladiny podzemnej vody kontinuálne dvomi hladinomerami.



Obr. 2.1.29: Záznamy automatických hladinomerov na lokalite Fintice za rok 2009; hladinomery sú umiestnené vo vrtoch K-1a a K-2a, zmeny úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) sú znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a hodnotami teploty vzduchu nameranými na stanici SHMÚ Prešov-Planetárium (indikatív 59 160)

V roku 2008 kolísanie hladiny zaznamenané automatickým hladinomerom vo vrte K-1a dosiahlo 1,92 m a vo vrte K-2a 0,92 m.

V roku 2009 dosiahlo kolísanie hladiny podzemnej vody vo vrte K-1a maximálnu hodnotu 1,83 m a vo vrte K-2a hodnotu 1,15 m (obr. 2.1.29). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody, zaznamenaná hladinomerom oproti roku 2008 stúpila o 0,21 m a v roku 2009 dosiahla 3,72 m pod úrovňou terénu.

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Kapušany (indikatív 59 220) a Prešov-planetárium (indikatív 59 160).

Na stanici Kapušany bol dlhodobý zrážkový priemer 667,01 mm. Za rok 2008 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 746,8 mm, čo predstavuje 111,96 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako vlhký rok. Zrážkový úhrn za rok 2009 bol 819,6 mm, čo predstavuje 122,88 % dlhodobého priemeru a rok je hodnotený ako veľmi vlhký rok.

Na stanici Prešov-planetárium bol dlhodobý zrážkový priemer 638,21 mm. Za rok 2008 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 605,8 mm, čo predstavuje 94,92 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2009 predstavoval 728,0 mm, čo predstavuje 114,07 % dlhodobého priemeru a je hodnotený ako vlhký rok.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

##### a/ Geodetické merania

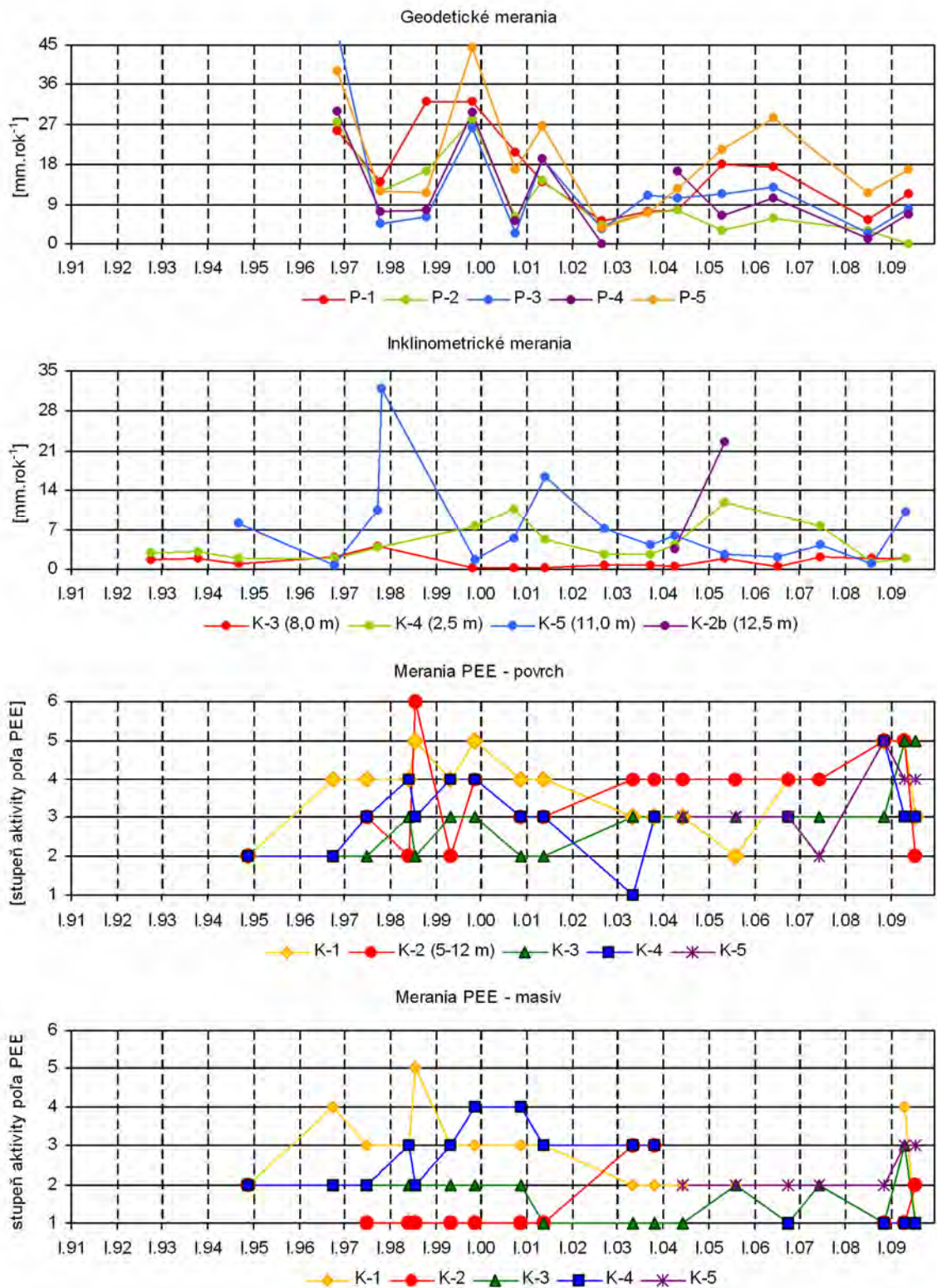
Z dlhodobého hľadiska možno konštatovať, že po postupnom náraste pohybovej aktivity na väčšine pozorovaných bodov od roku 2002 boli najväčšie posuny zaznamenané meraniami v roku 2006 (bod P-5). Od tohto merania mali posuvy pozorovaných bodov klesajúci trend, avšak posledným meraním v roku 2009 bolo zaznamenané mierne stúpnutie pohybovej aktivity zosuvných hmôt vo všetkých meraných bodoch – obr. 2.1.30.

##### b/ Inklinometrické merania

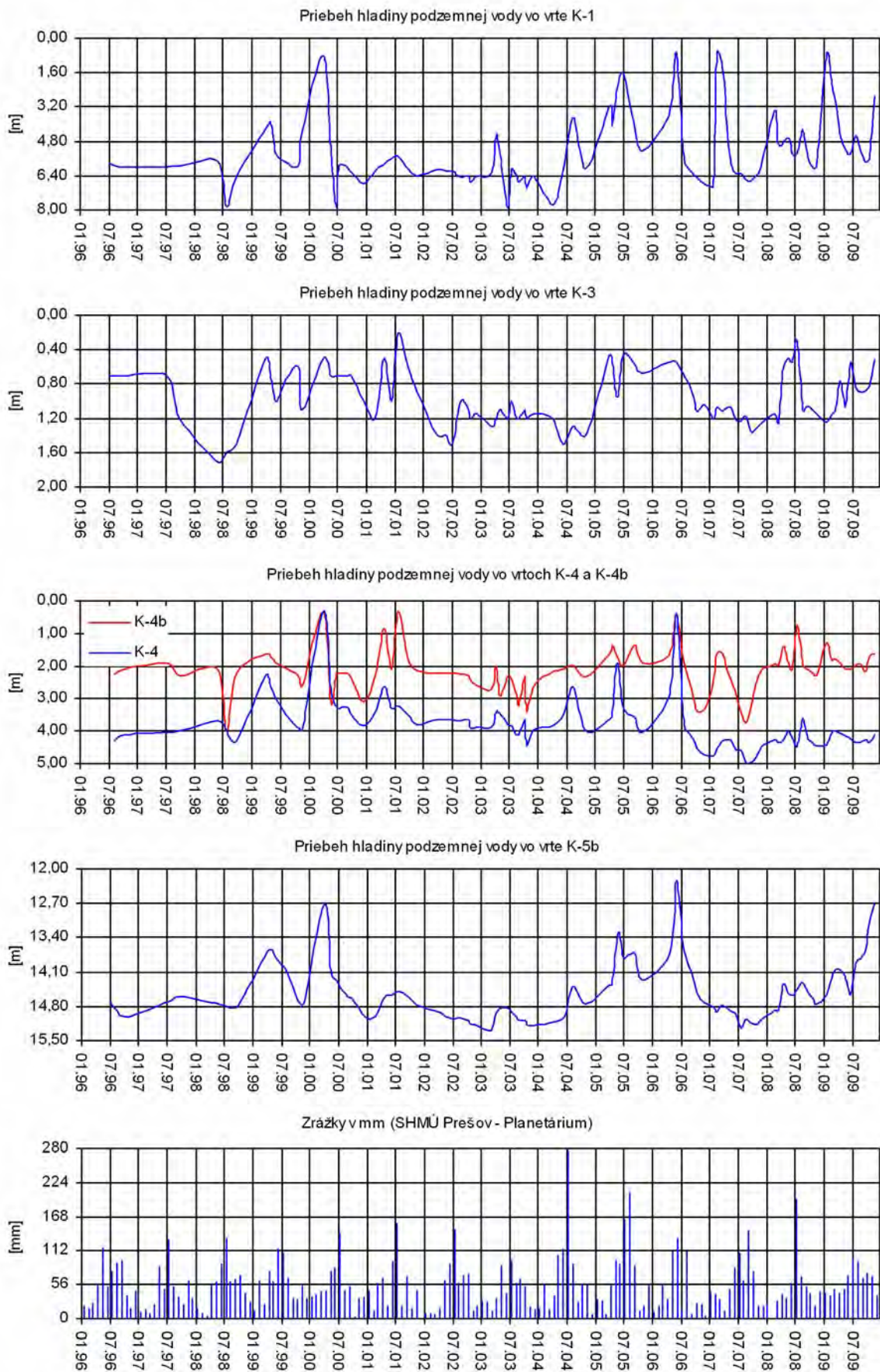
V období od roku 2002 bolo najvýznamnejšie ustrihnutie vrtu K-2b v roku 2005, ktoré preukázalo pohybovú aktivitu zosuvných hmôt v akumuláčnej časti zosuvu (obr. 2.1.30). Deformácie v ostatných vrtoch boli podstatne menšie (výraznejšie boli zaznamenané napríklad vo vrte K-4 v roku 2005). V posledných rokoch merania v pozorovaných vrtoch poukazujú na prevažne stabilizovaný stav zosuvných hmôt, žiaľ, v najaktívnejšej spodnej časti zosuvu nie je už funkčný žiadny vrt. Výraznejšie stúpnutie pohybovej aktivity v okolí vrtu K-5 v roku 2009 nemusí súvisieť – vzhľadom na špecifický režim v tejto časti územia – iba s prejavmi svahového pohybu (obr. 2.1.30).

##### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Z dlhodobého hľadiska pole PEE v povrchovej zóne, po celkovo ustálenom stave z predošlého obdobia (2002 až 2007), malo v rokoch 2008 a 2009 zvýšený stav; v hĺbke masívu pretrvával po celú dobu, predovšetkým od roku 2004 ustálený stav poľa bez výraznejších zmien. Určité náznaky aktivity v hlbších polohách prostredia boli zaznamenané v roku 2009 v okolí vrtu K-1 (obr. 2.1.30).



Obr. 2.1.30: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Fintice

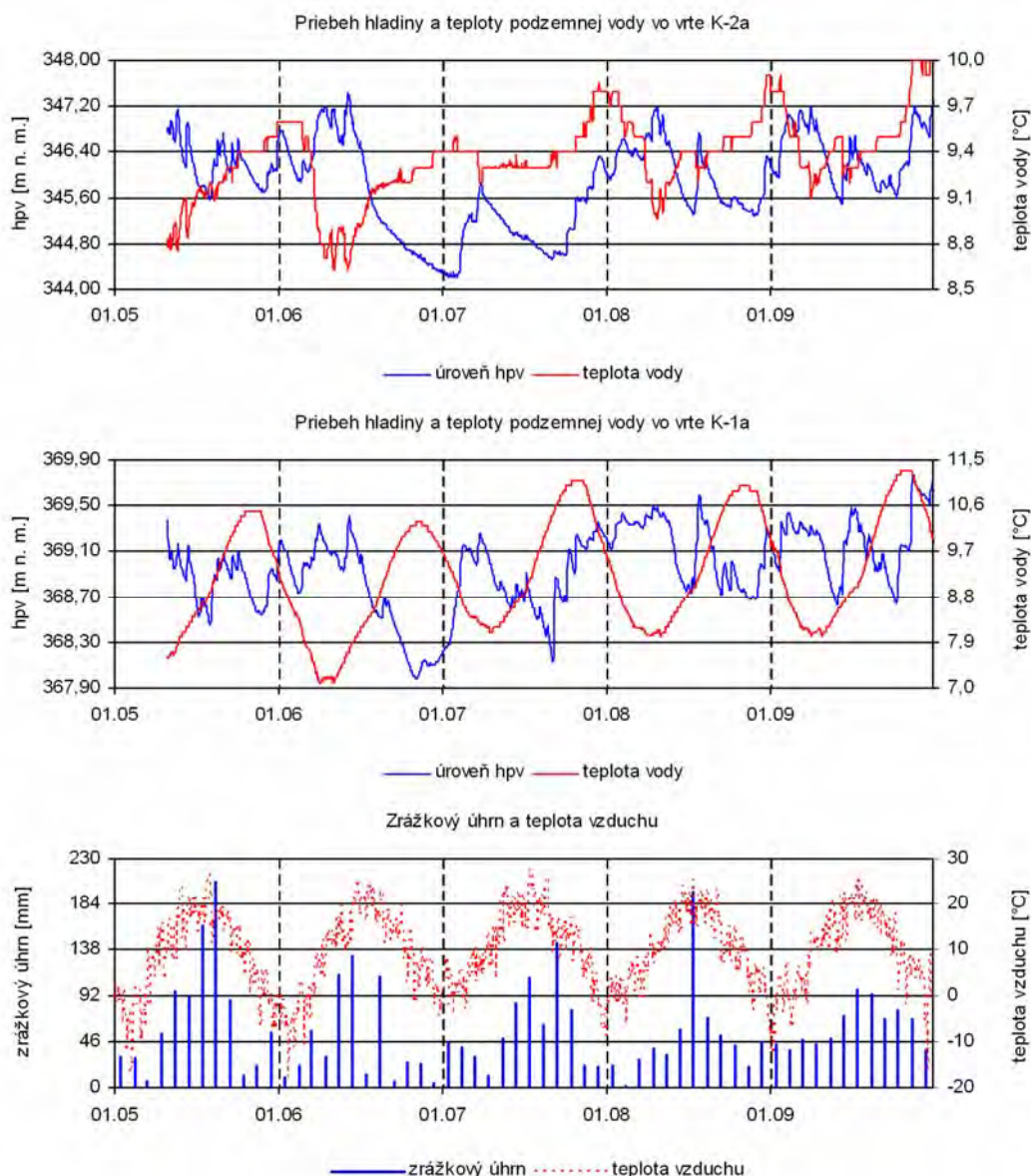


Obr. 2.1.31: Dlhodobé výsledky režimových pozorovaní na lokalite Fintice

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Frekvencia meraní na tejto lokalite neumožňuje vykonať dostatočne podložené analýzy o zmenách režimu podzemných vôd, navyše, viacero objektov bolo počas merania porušených. Výrazné anomálie v dlhodobom režime podzemných vôd na lokalite však neboli za obdobie merania zachytené. Vo viacerých vrtoch sa stúpnutie hladiny podzemnej vody prejavilo v jarných mesiacoch roku 2006 (obr. 2.1.31).

Dlhodobý cyklus kolísania hladiny podzemnej vody najlepšie ilustrujú záznamy automatických hladinomerov, ktoré boli na lokalite nainštalované v apríli roku 2005. Kolísanie hladiny podzemnej vody je pomerne pravidelné, určitý pokles hladiny bol v hladinomeri vo vrte K-2a zaznamenaný v roku 2007 (obr. 2.1.32).



Obr. 2.1.32: Dlhodobý priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch K-1a a K-2a na lokalite Fintice spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Prešov-Planetárium

#### e/ Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

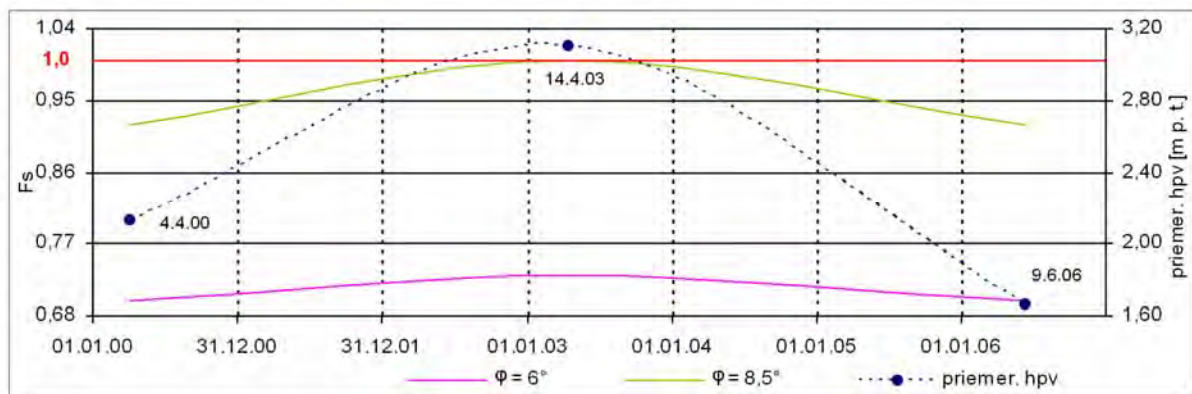
Stabilitný výpočet bol realizovaný v roku 2006 v profile 1-1' (príl. 1.4), ktorý je situovaný na juhovýchodnej časti zosuvu v línii juhovýchod – severozápad (obr. 2.1.28b). Profil má dĺžku 1000,0 m s celkovým prevýšením 102,0 m.

Pri výpočte sa uvažovalo s jednou parciálnou šmykovou plochou, ktorá v prevažnej časti kopírovala kontakt zosuvného delúvia s podložnými paleogénnymi fľovcami.

Informáciu o vývoji hladiny podzemnej vody v tejto časti územia zabezpečovali merania na monitorovacích objektoch K-1, K-1a, K-2 a K-2a, ktoré sú sústredené do centrálnej časti profilu. Z dôvodu nedostatku údajov o režimových zmenách hladiny podzemnej vody bol stupeň bezpečnosti stanovený pre tri vybrané roky, ktoré charakterizujú najmenej priaznivý stav za obdobie 1997 až 2000 a za obdobie 2001 až 2006. Kritériom pri výbere rokov bola hustota meraní hladiny podzemnej vody ako i samotné namerané hodnoty. Vybraté boli roky, počas ktorých bolo vykonaných viac ako päť záznamov a zároveň bola dosiahnutá aj tzv. najnepriaznivejšia hladina.

Údaje potrebné na zostavenie výpočtového modelu sú uvedené v samostatnej správe (Míka, Ondrejka, 2006). Stupeň bezpečnosti bol počítaný Sarmovou metódou na polygonálnej šmykovej ploche.

V prípade ak sa uvažuje s uhlom vnútorného trenia na šmykovej ploche  $\varphi = 8,5^\circ$ , získajú sa menšie rozdiely medzi stupňom bezpečnosti v jednotlivých hodnotených rokoch (obr. 2.1.33). Za stabilne vyrovnaný stav možno považovať len obdobie roku 2003, kedy počas trvania najnepriaznivejšej hladiny podzemnej vody stupeň bezpečnosti dosiahol hodnotu medznej rovnováhy ( $F_s = 1$ ). Počas hodnotených rokov 2000 a 2006 hľadaný stupeň bezpečnosti sa nachádzal pod limitnou hodnotou  $F_s = 1$ . Ak by sa uvažovalo s uhlom vnútorného trenia  $\varphi = 6,0^\circ$ , potom celý svah by sa nachádzal v nestabilnom stave. Vypočítané výsledky pri oboch rozdielnych hodnotách uhla vnútorného trenia potvrdzujú nestabilitu úpätia zosuvného svahu, v ktorej bol aktívny pohyb zosuvných hmôt preukázaný aj inklinometrickými a čiastočne i geodetickými meraniami.



Obr. 2.1.33: Výsledky stabilných výpočtov v profile 1 – 1' na lokalite Fintice

hpv – hladina podzemnej vody,  $F_s$  – stupeň stability,  $\varphi$  – uhol vnútorného trenia zeminy

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Určitým nedostatkom monitorovacej siete na lokalite Fintice je skutočnosť, že inklinometrické vrty v najaktívnejšej časti transportačnej a akumuláčnej oblasti zosuvu boli svahovým pohybom porušené a deformácie, namerané inklinometricky v hornej časti svahu môžu súvisieť aj s inými javmi, než so zosuvným pohybom. Napriek tomu geodetickým

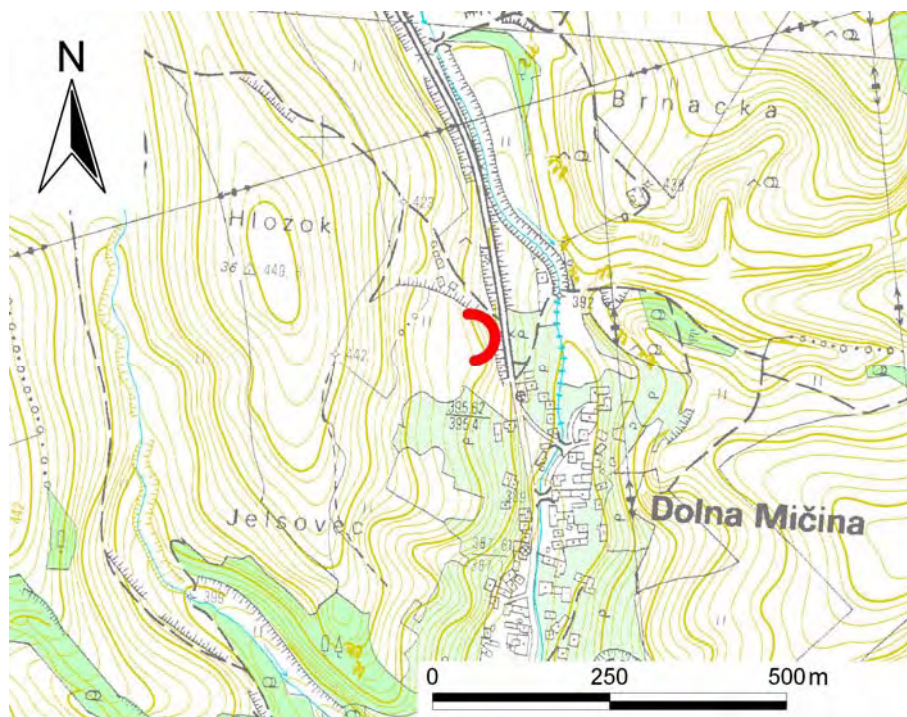
meraním v čelnej časti zosuvu bol v roku 2009 preukázaný celkovo stabilizovaný stav svahovej deformácie. Zvýšené hodnoty poľa PEE boli zaznamenané v čelnej časti zosuvu iba počas jarných meraní (vrty K-1, K-2b). Rok 2009 bol oproti predchádzajúcemu na zrážky bohatší a v priemere stúpila i úroveň hladiny podzemnej vody v zosuvnom svahu. Jej najvyššie hodnoty boli hladinomermi zaznamenané až na konci roka (v novembri a decembri).

Vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality (ohrozenie trasy vysokotlakového plynovodu, štátnej cesty a stožiarov VVN) je nevyhnutné pokračovať naďalej v monitorovacích meraniach s rovnakým rozsahom i frekvenciou, prípadne doplniť monitorovaciu sieť o meracie body v akumuláčnej časti zosuvu. Aktuálnym zostáva posúdenie optimálnych možností sanácie zosuvu (v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy), ktorá môže byť v danom geologickom prostredí pomerne komplikovaná.

#### 2.1.4.5. Lokalita Dolná Mičina

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuv na severnom okraji obce Dolná Mičina (cca 10 km južne od Banskej Bystrice – obr. 2.1.34) sa aktivizoval v dôsledku zrážkovej anomálie v jeseni roku 1994 v priestore staršieho zosuvného územia. Išlo o plošný zosuv rozmerov 220 x 200 m s hlboko lokalizovanou šmykovou plochou (v hĺbke až 27,5 m pod úrovňou terénu – Jadroň et al., 1998), ktorý ohrozoval štátnu cestu, miestne komunikácie a niekoľko obytných domov s príľahlými pozemkami (obr. 2.1.35).



Obr. 2.1.34: Lokalizácia čela zosuvu pri obci Dolná Mičina

Z geologického hľadiska zosuv vznikol v prostredí neogénnych pyroklastických hornín charakteru tufov a tufitov, pričom v severnej okrajovej časti zosuvného územia prebieha tektonický styk s karbonatickými mezozoickými horninami chočského príkrovu (wettersteinské vápence, dolomitické vápence a dolomity). Možno predpokladať, že časť územia je pri povrchu budovaná pliocénnymi sedimentmi (štrky, piesky, zlepenca, íly).

Kvartérny pokryv je tvorený svahovými ílovito-piesčitými hlinami. Heterogenita stavby neogénneho podložia podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery na lokalite. Ďalšími nepriaznivými faktormi z hľadiska stability svahov sú kontakt dvoch odlišných geologických útvarov, možnosť stálej dotácie zosuvu zrážkovými vodami a v minulosti i erózne pôsobenie Mičinského potoka. Po inžinierskogeologickom prieskume územia, v rámci ktorého boli realizované i odvodňovacie vrty sa v lete roku 1996 uskutočnila rozsiahla sanácia svahu (prísypy, zárubný a oporný múr). Systematický monitoring sa na lokalite uskutočňuje prakticky od počiatku prieskumných prác (jar 1995).



Obr. 2.1.35: Pohľad na sanovaný zosuv pri obci Dolná Mičina (foto P. Wagner, 2007)

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Dolná Mičina, sú zhrnuté v tab. 2.1.12.



Tab. 2.1.12: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Dolná Mičina v rokoch 2008 a 2009

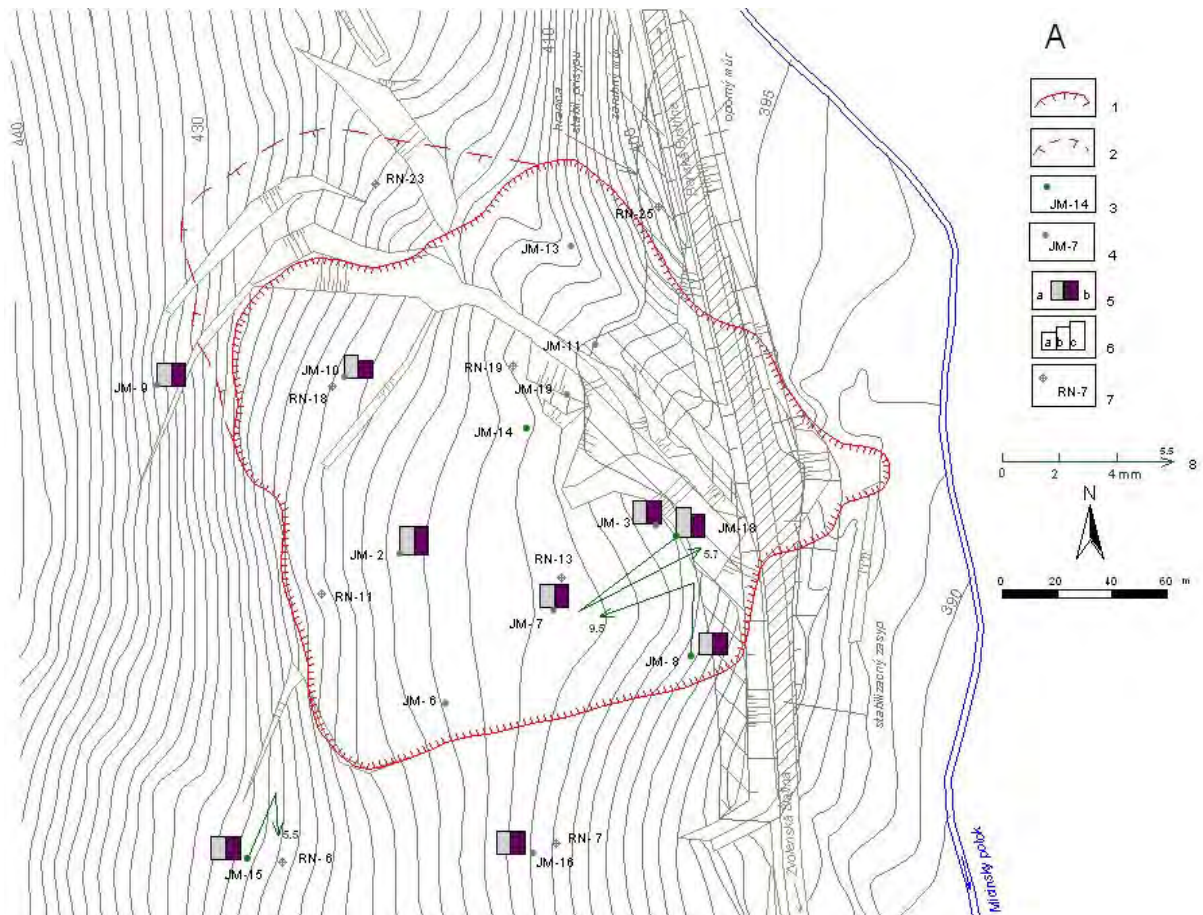
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Inklinometrické	4 (v roku 2009 iba 3, vrt JM-14 bol neprie- chodný)	JM-8, JM-14, JM-15, JM-18	1 (24. jún)	1 (22. apríl)
PEE	10	JM-2, 3, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 18	2 (14. máj, 23. október)	2 (8. apríl, 17. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	12	JM-2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18	3 (29. máj, 25. september, 21. november)	5 (26. máj, 25. august, 2. október, 20. november, 16. december)
	2	JM-6, JM-19 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu) Hladinomer z vrtu JM-19 bol dňa 23. apríla 2009 demontovaný.	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	HV-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	3 (29. máj, 25. september, 21. november)	5 (26. máj, 25. august, 2. október, 20. november, 16. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Banská Bystrica (indikatív 34 300)	denné úhrny zrážok	

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

#### a/ Inklinometrické merania

Pri meraní v roku 2008 bola zistená nepriechodnosť vrtu JM-14 v hĺbke cca 1 m. Najvýraznejšie deformácie boli zaznamenané vo vrte JM-18, situovanom nad zárubným múrom (v hĺbke 6,2 m bola zistená rýchlosť pohybu  $4 \text{ mm.rok}^{-1}$ , avšak vektor deformácie mal smer proti spádnicí svahu, čo možno vysvetliť práve tlakovým pôsobením zárubného múru). Vypočítaná rýchlosť pohybu v ostatných vrtoch neprekročila hodnotu  $3 \text{ mm.rok}^{-1}$ .

V roku 2009 bola najvýraznejšia deformácia inklinometrickej pažnice nameraná opäť vo vrte JM-18 v hĺbke okolo 5 m od povrchu terénu (rýchlosť deformácie predstavovala  $5,9 \text{ m.rok}^{-1}$  – obr. 2.1.36a, príl. 1.5). Náznaky deformácie boli zachytené i vo vrte JM-8 situovanom nad stabilizačným prísypom, smer vektora deformácie je však proti spádnicí svahu. Vrt JM-15 mimo aktívneho zosuvu preukazoval stabilný stav prostredia (Lenková, 2009).



Obr. 2.1.36a: Lokalita Dolná Mičina – výsledky inklinometrických meraní a merania poľa PEE

1 – ohraničenie aktívneho zosuvu z roku 1994, 2 – čiastkový zosuv, 3 – vrty s meraniami presnej inklinometrie, 4 – ostatné vrty, 5 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 6 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a – nízka aktivita poľa PEE (stupeň 1), b – stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), c – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3), 7 – miesta realizácie skúšok povrchovej reziduálnej napätosti, 8 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie V.07 – VI.08 – IV.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

#### b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2008 bola trvalo vysoká úroveň poľa PEE zistená v okolí vrtovej JM-2, JM-8 a JM-9, situovaných blízko okraja aktívneho zosuvu, ako aj vo vrte JM-18. Celkovo vyššie hodnoty poľa boli zistené v jesennom cykle merania.

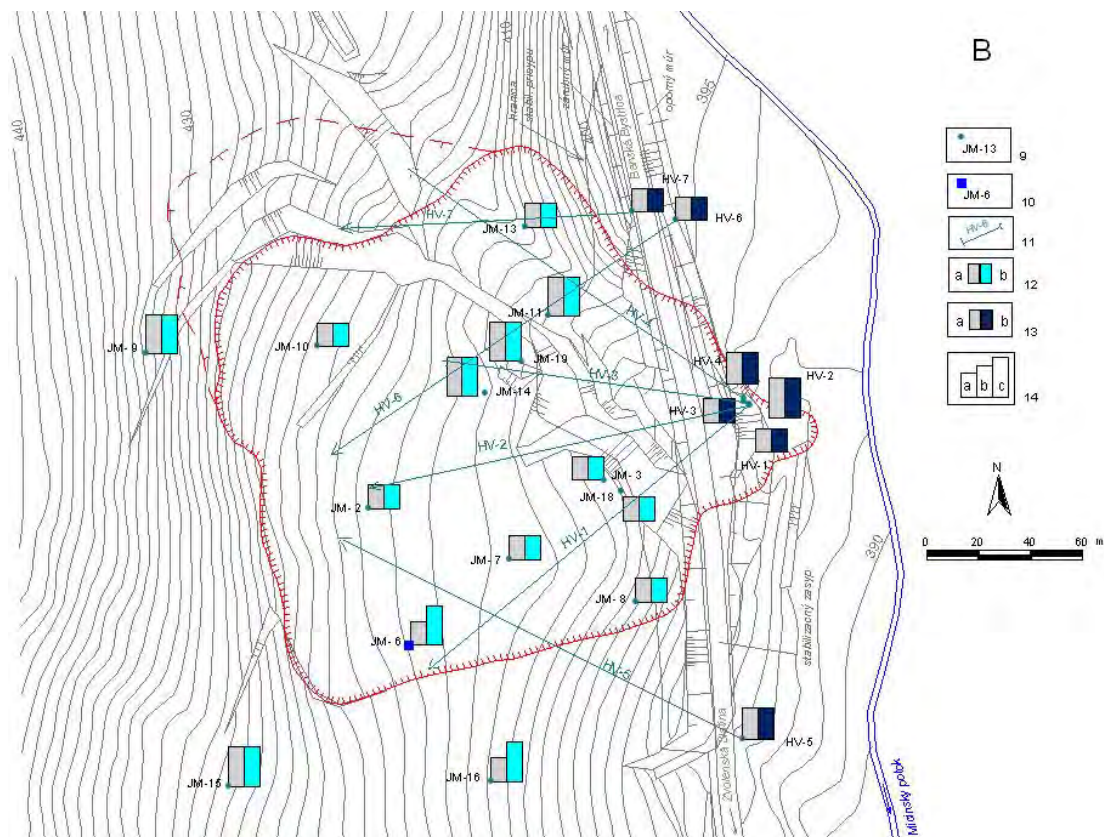
Pomerne vysoká úroveň poľa PEE bola nameraná na jar roku 2009 vo vrte JM-2 (v hĺbke 3 – 5 m). Relatívne aktívne je okolie vrtovej JM-15, JM-16 a JM-18 v hlbších polohách (okolo 15 m – obr. 2.1.36a, príl. 1.5). V roku 2009 boli vyššie hodnoty poľa PEE zistené počas jarného cyklu merania (Vybíral, 2009).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 12 vrtoch s pomerne nízkou frekvenciou. V roku 2008 boli vykonané 3 merania hĺbky hladiny podzemnej vody. Najvyššia úroveň hladiny bola vo väčšine vrtoch zistená pri májovom meraní, maximálne kolísanie bolo zaznamenané vo vrtoch JM-2 a JM-13 (1,3 m). Stabilitnými výpočtami určené limitné hodnoty hladiny podzemnej vody v roku 2008 prekročené neboli.

V roku 2009 bolo na zosuve v Dolnej Mičinej vykonaných 5 kompletných cyklov merania hĺbky hladiny podzemnej vody. Ich výsledky sú spracované spolu s predchádzajúcim rokom na obr. 2.1.36b a v príl. 1.5. Merania boli vykonané v druhej polovici roka 2009, preto maximá zvyčajne pozorované v jarnom období neboli tentoraz zachytené. Ani v roku 2009 nedošlo k výrazným zmenám režimu podzemnej vody, ktorá kolísala vo väčšine pozorovacích vrtoch spravidla v rozmedzí do 1 m. Výnimkou sú iba vrty JM-16 (kolísanie 8,35 m) a JM-2 (2,38 m). Priemerná hladina podzemnej vody vypočítaná zo všetkých vrtov stúpila oproti roku 2008 o 0,39 m na úroveň 12,31 m. Merania pokračovali aj vo vrte JM-19, z ktorého bol v apríli vybratý automatický hladinomer.



Obr. 2.1.36b: Lokalita Dolná Mičina – výsledky režimových pozorovaní

9 – vertikálne piezometrické vrty, 10 – vrty s automatickými hladinomeri, 11 – horizontálne odvodňovacie vrty, 12 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 13 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 14 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – priemerná výdatnosť v horizontálnych vrtoch  $1 \text{ až } 3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

#### c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Kolísanie hladiny vo vrte JM-19 bolo veľmi výrazné a presahovalo 10 m. Po analýze dlhodobjšieho záznamu z tohto hladinomera sme došli k záveru, že vrt, v ktorom sa nachádza, nie je pravdepodobne dostatočne izolovaný a prejavujú sa v ňom vplyvy vody, vtekajúcej z povrchu. Preto sú v záznamoch zachytené výrazné kolísania úrovne hladiny podzemnej vody, ktoré sú iba dôsledkom nevyhovujúceho stavu vrtu. Preto bol automatický hladinomer z vrtu JM-19 dňa 23. apríla 2009 demontovaný a umiestnený na lokalite Liptovská Mara.

Oveľa plynulejší záznam bol z hladinomera, umiestneného vo vrte JM-6 (obr. 2.1.37). Podľa záznamu dosiahla hladina podzemnej vody maximálnu úroveň dňa 3. apríla (4,86 m pod úrovňou terénu) a minimálnu úroveň 9. novembra (15,19 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto hladinomeri oproti roku 2008 stúpila o 2,21 m a v roku 2009 dosiahla 12,10 m pod úrovňou terénu (príl. 1.5).

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Spracovanie výsledkov meraní výdatnosti za sledované obdobie rokov 2008 a 2009 je uvedené v príl. 1.5 a znázornené na obr. 2.1.36b

V roku 2008 celková priemerná ročná výdatnosť vypočítaná zo série 3 meraní bola  $8,37 \text{ l.min}^{-1}$ . Vodu počas všetkých realizovaných meraní odvádzali iba vrty HV-2, HV-4 a HV-5. Najvyššiu výdatnosť si zachoval vrt HV-2, z ktorého voda tiekla počas celého roku v rozpätí  $4,1 - 5,31 \text{ l.min}^{-1}$ . Drenážny rigol DM-1, ako aj vrty HV-1, HV-6 a HV-7 boli počas celého pozorovacieho obdobia suché, vrt HV-3 počas jarných mesiacov iba kvapkal.

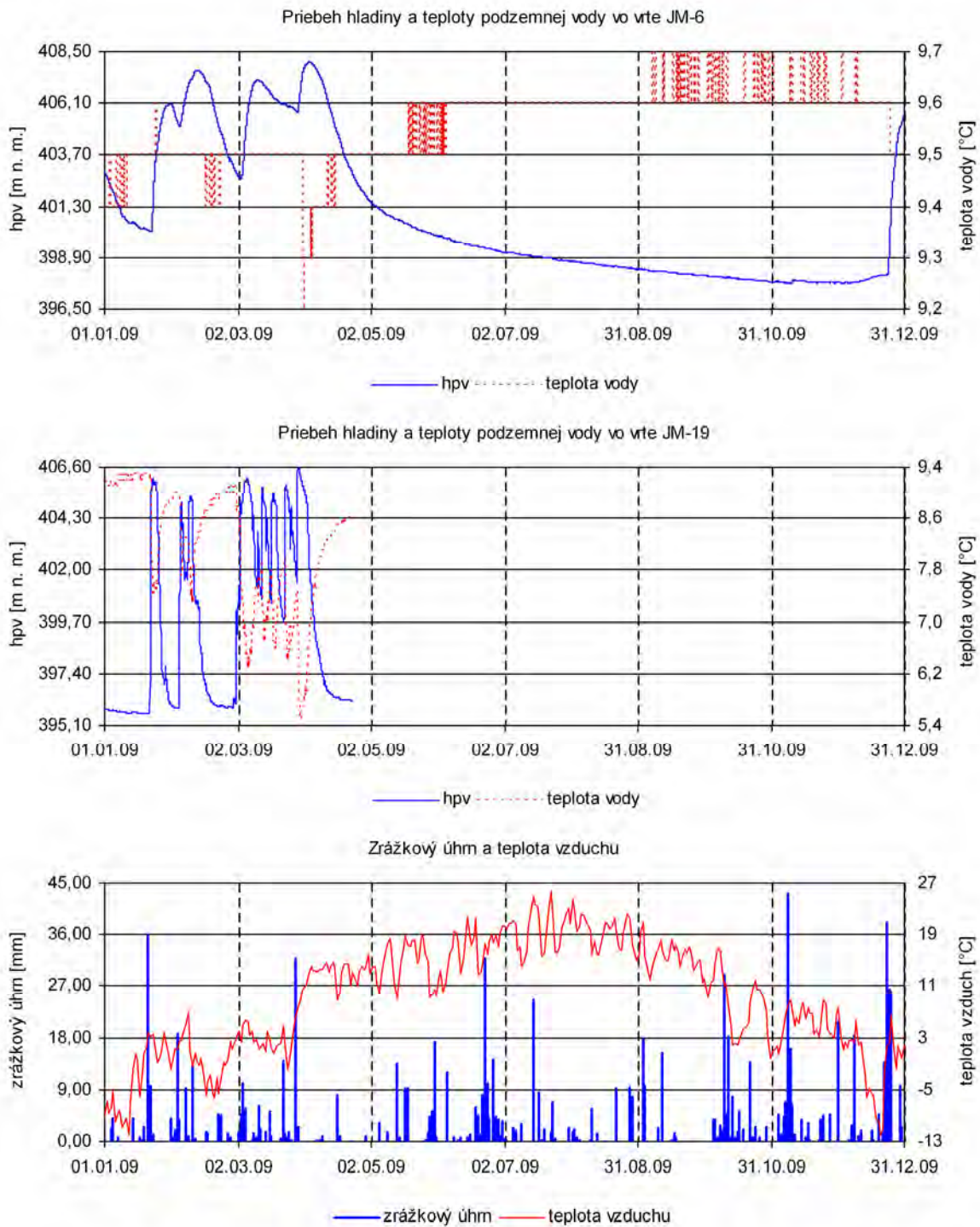
V roku 2009 bolo vykonaných 5 meraní výdatnosti odvodňovacích zariadení. Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov stúpila oproti r. 2008 o  $1,52 \text{ l.min}^{-1}$  a predstavovala hodnotu  $9,89 \text{ l.min}^{-1}$  (príl. 1.5). Najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte HV-2, s maximom  $6,90 \text{ l.min}^{-1}$  a priemernou výdatnosťou zo všetkých meraní  $5,57 \text{ l.min}^{-1}$ . Vrty HV-1, HV-6 a HV-7 boli počas všetkých meraní suché. V súvislosti s tým treba upozorniť na pravdepodobnosť postupného zanášania odvodňovacích vrtov.

V roku 2009 bolo vykonaných 5 kompletných meraní vlastností podzemnej vody z 3 odvodňovacích vrtov HV-2, HV-4 a HV-5. Ich výsledky za roky 2008 a 2009 sú zhrnuté v príl. 1.5. Hodnoty vodivosti sa pohybovali v rámci dlhodobých meraní na približne rovnakej úrovni. Výnimkou je iba meranie z 25.8., kedy boli zachytené najnižšie hodnoty elektrickej vodivosti podzemnej vody vo všetkých 3 vrtoch ( $42,9 - 79,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ). Vrt HV-4 vykazoval najvyššiu vodivosť (maximálne  $374,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ). Najvyššia teplota vody ( $14,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ako aj jej najväčšie kolísanie ( $6,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) boli namerané vo vrte HV-5.

Výsledky všetkých režimových pozorovaní sú značne skreslené nízkou frekvenciou vykonávaných meraní.

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

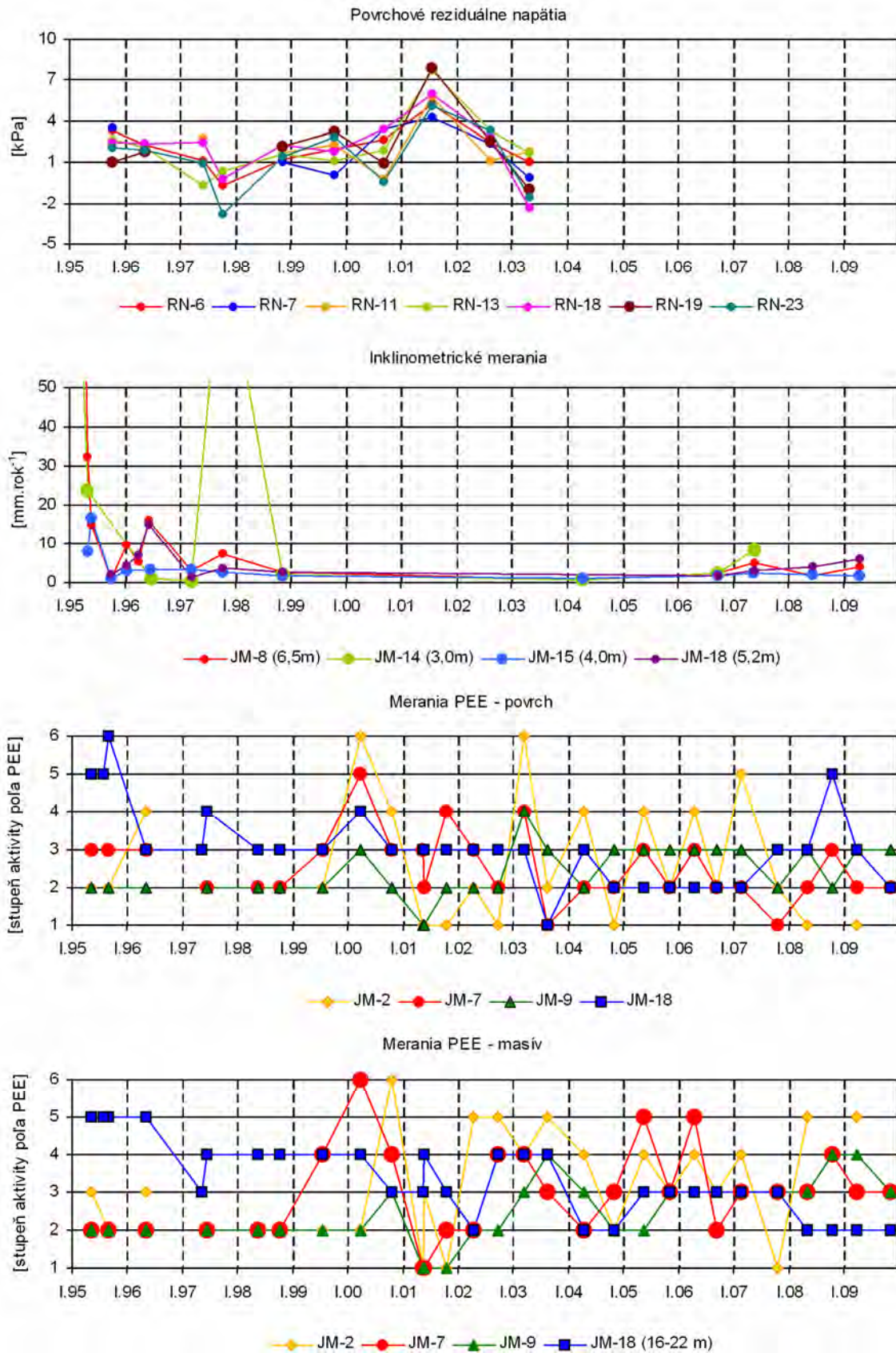
Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer  $855,15 \text{ mm}$ . Úhrn zrážok za rok 2008 bol  $916,8 \text{ mm}$ , čo predstavuje  $107,21 \%$  dlhodobého priemeru (normálny rok). Za rok 2009 bol úhrn  $926,1 \text{ mm}$ , čo predstavuje  $108,30 \%$  dlhodobého priemeru a hodnotí sa tiež ako normálny rok.



Obr. 2.1.37: Priebek zmien úrovne hladiny podzemnej vody (h<sub>p</sub>v) a teploty vody zaznamenaný v roku 2009 automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch JM-6 a JM-19 na lokalite Dolná Mičiná, spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34 300)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

a/ Inklinometrické merania



Obr. 2.1.38: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Dolná Mičiná

Zo záznamu inklinometrických meraní za celé obdobie pozorovania od roku 1995 (obr. 2.1.38) vyplýva celková stabilizácia prostredia po uskutočnení sanačných opatrení. V období od roku 2002 bola zvýšená pohybová aktivita zaznamenaná v roku 2007, keď došlo k porušeniu vrtu JM-14. Určitý nárast deformácií bol zmeraný v rokoch 2008 a 2009 i vo vrte JM-18.

#### b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Dlhodobejšie pozorovania preukazujú výraznejšiu aktivitu poľa PEE v pripovrchových častiach vo vrte JM-2 a od roku 2008 aj vo vrte JM-18 (obr. 2.1.38). V hlbších polohách masívu sa zvýšená aktivita poľa PEE prejavuje taktiež v okolí vrtu JM-2, no od roku 2005 boli pomerne vysoké hodnoty poľa namerané v jarnom cykle meraní i vo vrte JM-7. V ostatných meraných vrtoch pretrváva relatívne ustálený stav poľa PEE.

#### c/ Merania povrchových reziduálnych napätí

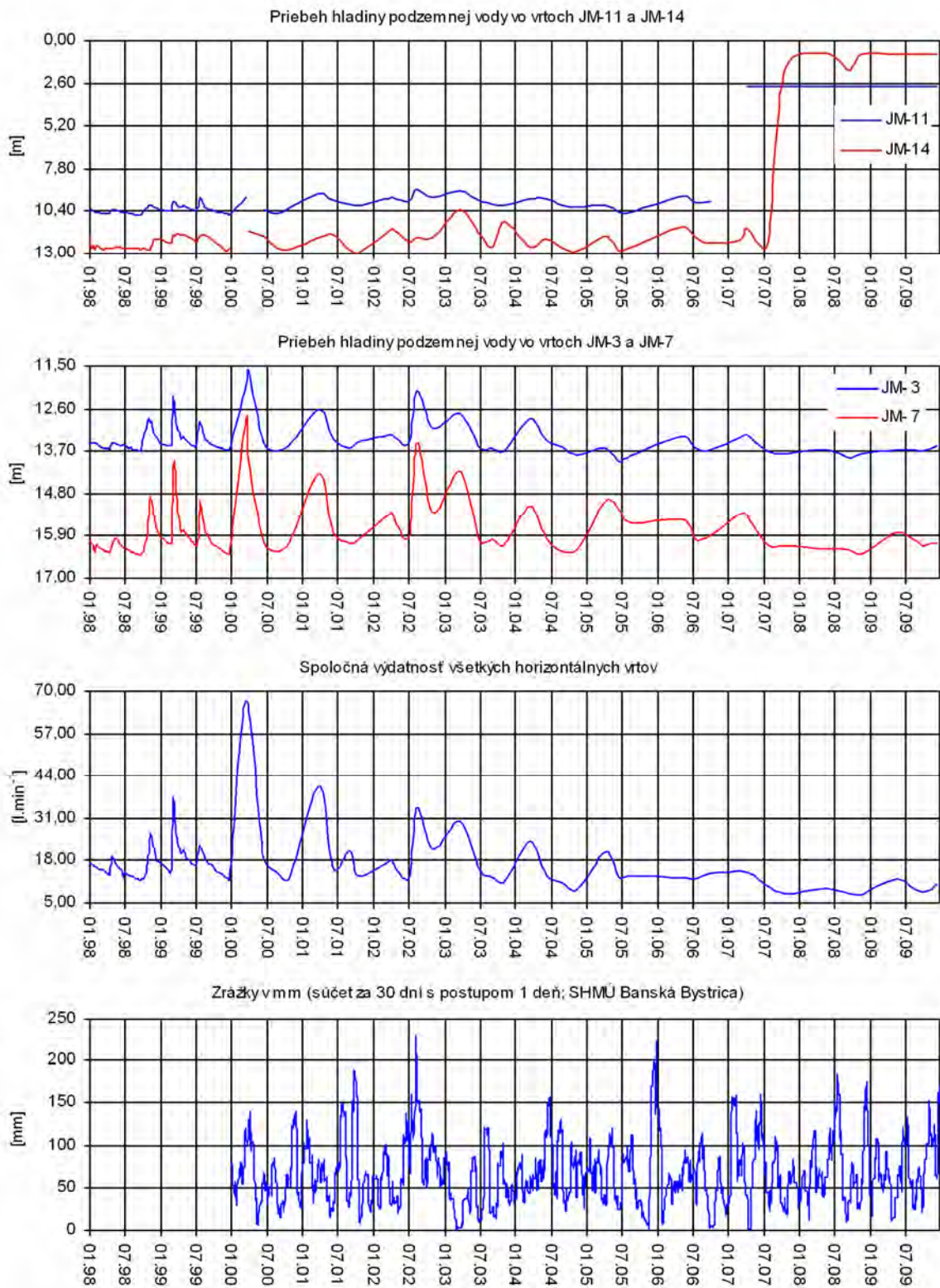
Posledné meranie povrchových reziduálnych napätí sa na lokalite uskutočnilo v máji 2003. Týmto meraním bol zaznamenaný mierny pokles tlakových napätí, výnimkou bola iba západná časť zosuvného územia, kde došlo k zmene charakteru napätia z tlakov na ťahy. Ako vyplýva z obr. 2.1.38, napätostný stav sa na lokalite po výraznom zvýšení tlakových napätí v roku 2001 celkovo stabilizoval.

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Frekvencia režimových pozorovaní na lokalite Dolná Mičina neumožňuje spracovať dostatočne odôvodnené závery o zákonitostiach zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Určitá predstava o dlhodobých zmenách vyplýva z obr. 2.1.39, i keď prezentované informácie sú značne skreslené veľmi nízkou frekvenciou meraní. Prudké stúpnutie hladiny podzemnej vody vo vrtoch JM-14 a JM-11 súvisí pravdepodobne s porušením vrtoch (v prípade vrtu JM-14 bolo preukázané inklinometrickými meraniami) a meraním hladiny vody, natečenej do vrtu z povrchu.

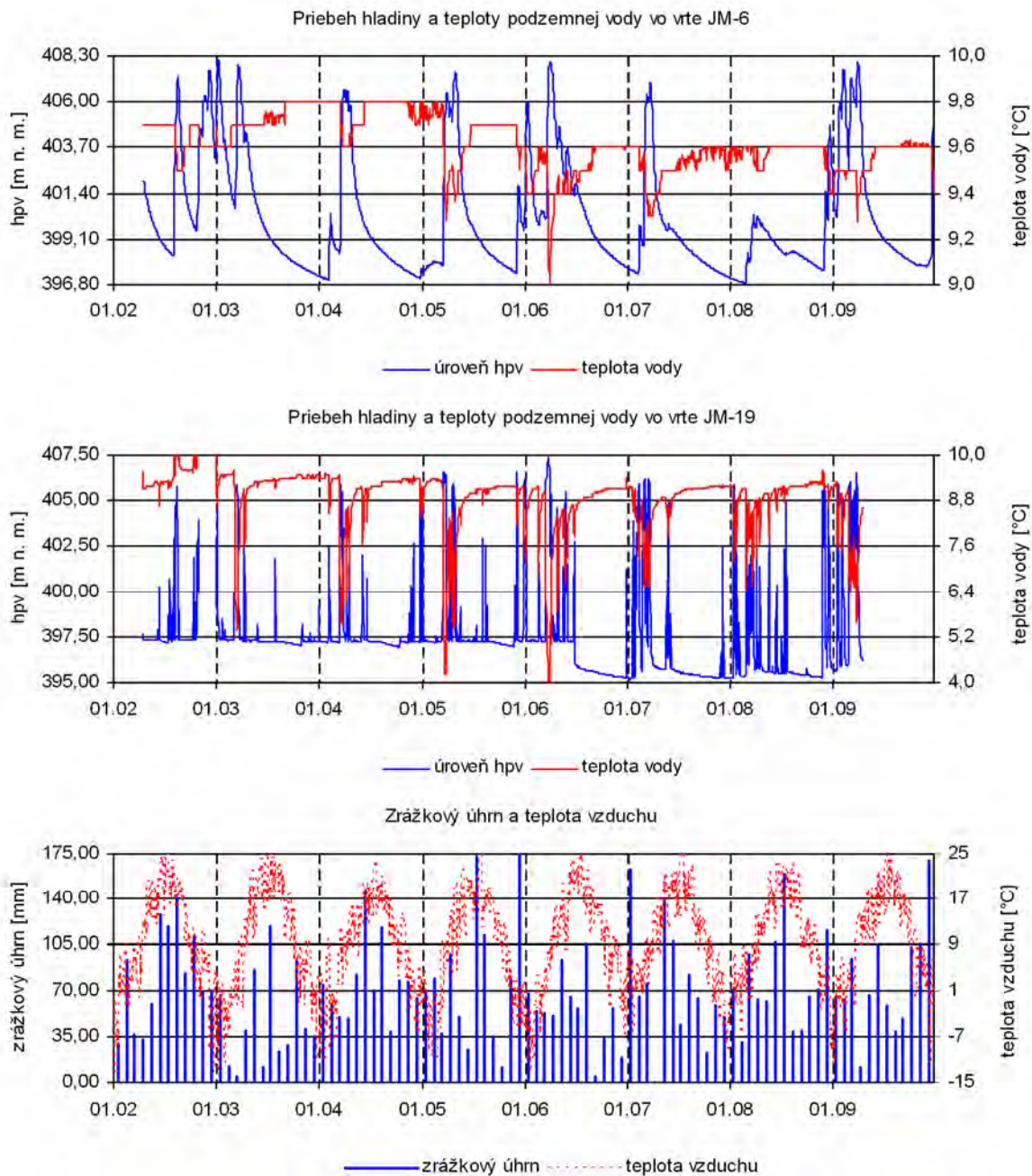
Dlhodobé záznamy automatických hladinomerov výstižnejšie charakterizujú zákonitosti kolísania hladiny podzemnej vody (obr. 2.1.40). Žiaľ, technický stav vrtu JM-19 nebol na daný účel vyhovujúci a hlavným prínosom inštalácie automatického hladinomera bolo zaznamenávanie výrazných stúpnutí hladiny podzemnej vody. Hladinomer vo vrte JM-6 však spoľahlivo zaznamenal priebeh hladín počas celej doby funkčnosti a preukázal cyklus výrazných stúpnutí hladiny na jar s jej postupným poklesom v priebehu celého roka, zvyčajne do decembra až januára. Ročná amplitúda kolísania hladiny podzemnej vody v tomto vrte počas viacerých rokov presiahla 10 m.

Stabilitnými výpočtami odvodené kritické úrovne hladiny podzemnej vody boli viackrát prekročené iba pri porovnaní so záznamami automatických hladinomerov.



Obr. 2.1.39: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Dolná Mičiná





Obr. 2.1.40: Dlhodobý priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch JM-6 a JM-19 na lokalite Dolná Mičina spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ v Banskej Bystrici

#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Podobne, ako pri meraniach hĺbky hladiny podzemnej vody je i frekvencia meraní výdatnosti odvodňovacích zariadení veľmi nízka. Z dlhodobého záznamu zmien výdatnosti vyplýva jej postupné znižovanie (obr. 2.1.39).

## *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Monitorovacie merania preukázali v roku 2009 celkovo stabilizovaný stav sanovaného zosuvu. Veľkosť najväčších zaznamenaných deformácií nie je kritická a azda najzávažnejším poznatkom sú zvýšené hodnoty poľa PEE, namerané za južným okrajom aktívneho zosuvu (vrty JM-15 a JM-16), ktoré môžu indikovať aktivitu prostredia za dosahom sanačného účinku zárubného múru. Napriek tomu, že z hľadiska zrážkového úhrnu bol rok 2009 veľmi podobný predchádzajúcemu roku (v oboch prípadoch išlo o zrážkovo normálne roky), priemerná úroveň hladiny podzemnej vody v roku 2009 mierne stúpila; podľa záznamov hladinmera bol však vzostup hladiny dosť výrazný. Oproti minulému roku mierne stúpili i výdatnosti odvodňovacích zariadení, ktoré však sú nízke oproti hodnotám z minulých rokov, čo môže byť prejavom starnutia a postupného znefunkčňovania odvodňovacích zariadení.

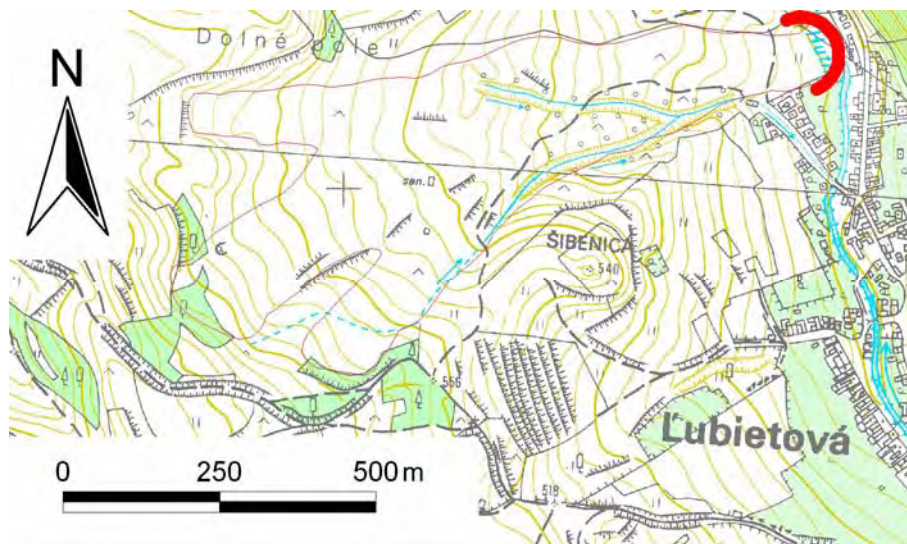
Monitorovanie lokality má už dlhodobo iba obmedzený rozsah a najväčšiu faktickú hodnotu majú merania poľa PEE (inklinometrické merania sa vykonávajú už iba v troch vrtoch). V nasledujúcom období by bolo vhodné zvýšiť predovšetkým frekvenciu režimových pozorovaní. Stále aktuálnou je otázka eliminácie intenzívneho rozvoja javov výmoľovej erózie v strednej časti zosuvného telesa, ktoré sa tvoria v materiáli násypu a devastujú značnú časť sanovaného územia. Nepriaznivé dôsledky tohto javu možno riešiť kombináciou rôznych technických opatrení (zarovnanie svahu a vybudovanie objektov na odvádzanie povrchovej vody). Vzhľadom na náročnosť možných riešení tohto problému je nevyhnutná spolupráca s orgánmi miestnej samosprávy.

### **2.1.4.6. Lokalita Ľubietová**

#### *Stručná charakteristika lokality*

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová (okres Banská Bystrica – obr. 2.1.41). V rámci širšieho zosuvného územia v okolí Ľubietovej ide o prúdový zosuv dĺžky cca 1200 m, so šírkou v odlučnej oblasti 500 m, ktorá sa v smere po svahu zužuje na 50 až 80 m (obr. 2.1.42). Hrúbka zosunutých hmôt sa znižuje od cca 30 m v odlučnej oblasti po 6 až 8 m v čele zosuvu (Nemčok, 1982). Zosuv sa aktivizoval na jar 1977 a v období február až apríl 1977 boli zosúvajúcimi hmotami zničené 4 nové obytné domy a hrozilo prehradenie potoka Hutná, ktoré mohlo spôsobiť zatopenie časti obce.

Zosuv sa vyvinul vo veľmi pestrom geologickom prostredí. Odlučná oblasť sa nachádza v neogénnom sedimentárno-vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky). Aglomerátové tufy a tufity vytvárajú mohutné bloky, ktoré lemujú zosuv zhora a z oboch strán. Polymiktné štrky v najvyšších partiách svahu dotujú zosuv vodou. Pod takmer celým telom zosuvu sa nachádzajú neogénne a paleogénne sedimenty flyšoidného charakteru (prevažne ílovce a prachovce). V podloží čela zosuvu vystupujú spodnotriasové hrubolavicovité až masívne kremence, ktoré v značnej miere stabilizovali pohyb hmôt v akumuláčnej oblasti. Z hydrogeologického hľadiska sa v komplexe neogénnych, ale aj zvetraných paleogénnych sedimentov nachádza viacero priepustnejších polôh, v ktorých sa voda hromadí a vytvára tlakové horizonty, priebežne dotované z relatívne veľkej infiltračnej oblasti (Fussgänger et al., 1978).



Obr. 2.1.41: Lokalizácia zosuvu na SZ okraji obce Ľubietová. Značka prúdového zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti



Obr. 2.1.42: Pohľad od pevného bodu F-4 na časť transportačnej oblasti zosuvu v Ľubietovej (foto P. Wagner, 2002)

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali iba režimové pozorovania. Prehľad o uskutočnených monitorovacích meraniach je zhrnutý v tab. 2.1.13.

Tab. 2.1.13: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ľubietová v rokoch 2008 a 2009

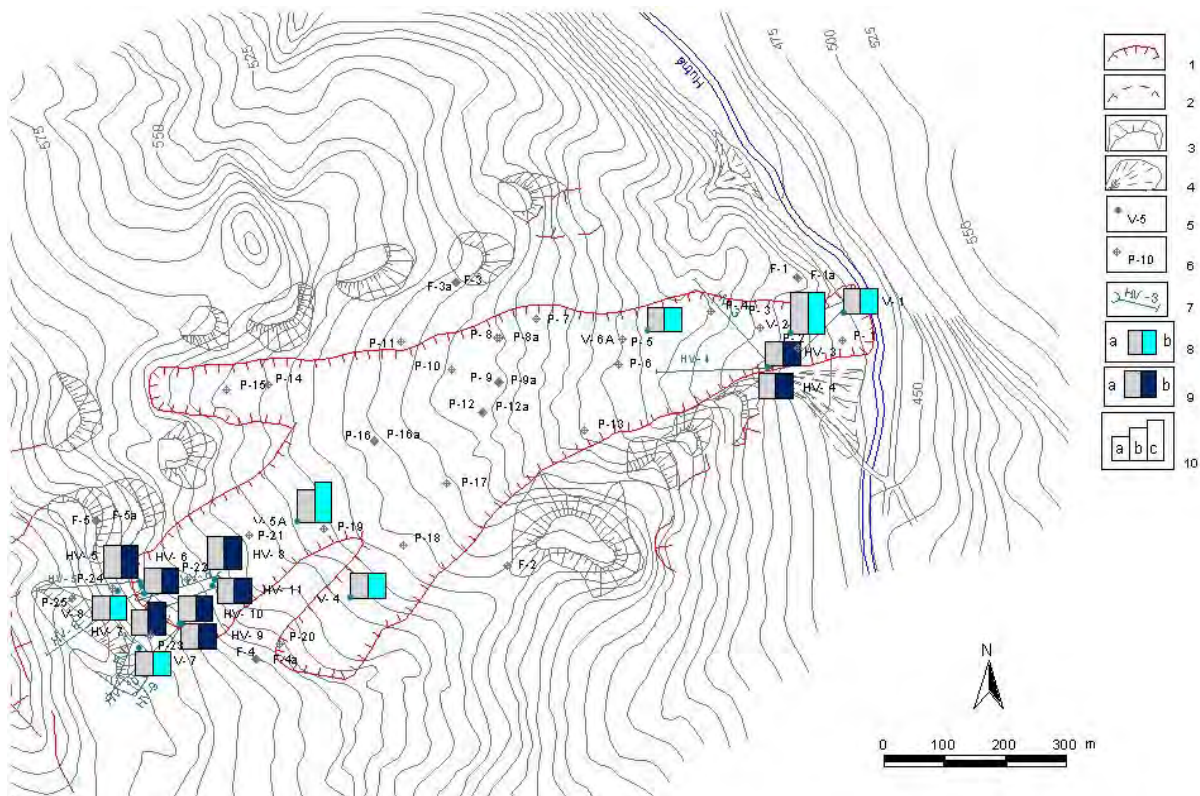
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2007	Rok 2008
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	7	V-1, 2, 4, 5A, 6A, 7, 8	11 (26. február, 28. marec, 24. apríl, 25. máj, 20. jún, 26. júl, 26. august, 26. september, 22. október, 5. november, 10. december)	10 (23. január, 31. marec, 28. apríl, 26. máj, 30. jún, 20. júl, 5. september, 14. október, 22. november, 12. december)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	9	HV-3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	10 (26. február, 24. apríl, 25. máj, 20. jún, 26. júl, 26. august, 26. september, 22. október, 5. november, 10. december)	10 (23. január, 31. marec, 28. apríl, 26. máj, 30. jún, 20. júl, 5. september, 14. október, 22. november, 12. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ľubietová (indikatív 34 100)	mesačné úhrny zrážok	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2008 bolo na lokalite vykonaných 11 meraní úrovne hladiny podzemnej vody, v roku 2009 bolo realizovaných 10 meraní. Merania uskutočnili pracovníci Univerzity Mateja Bela (UMB) v Banskej Bystrici na základe "Dohody o zapožičaní prístrojov" medzi ŠGÚDŠ Regionálne centrum Banská Bystrica a UMB. Výsledky meraní za roky 2008 a 2009 sú zhrnuté v príl. 1.6 a spracované na obr. 2.1.43.

Najvýraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo v roku 2009 zaznamenané rovnako, ako v predchádzajúcom roku vo vrtoch V-5A (2,36 m) a V-2 (2,04 m). V ostatných vrtoch kolísanie hladiny podzemnej vody nepresiahlo 1,5 m. Stúpnutia hladiny korešponujú s mesačným zrážkovým úhrnom a to hlavne vo vrtoch, v ktorých sa hladina nachádza v blízkosti povrchu terénu (V-2, V5-A a V6-A). Dlhodobo nepriechnuté sú vertikálne vrty V-3, V-5 a V-6, preto sa v nich merania ďalej nevykonávajú. Vrt V-3A je pravdepodobne zničený. Priemerná hladina podzemnej vody vypočítaná zo všetkých vrtov sa oproti predchádzajúcemu roku prakticky nezmenila (stúpnutie o 5 cm).



Obr. 2.1.43: Lokalita Ľubietová – výsledky režimových pozorovaní v rokoch 2008 a 2009

1 – ohraničenie aktívneho zosuvu, 2 – čiastkové zosuvy a zátrhy, 3 – bloky a blokové polia vulkanických hornín, 4 – náplavové kužele, 5 – vertikálne piezometrické vrty, 6 – geodetické body, 7 – odvodňovacie horizontálne vrty, 8 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 9 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 10 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do  $1 \text{ l.min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť 1 až  $3 \text{ l.min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3)

#### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2008 bolo vykonaných 10 meraní výdatnosti odvodňovacích zariadení spolu s meraním teploty a vodivosti podzemnej vody, v roku 2009 to bolo taktiež 10 meraní. Výsledky meraní výdatnosti za roky 2008 a 2009 sú zhrnuté v príl. 1.6 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 2.1.43.

Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané v oboch rokoch vo vrtoch HV-5 (v roku 2009 predstavovalo  $3,22 \text{ l.min}^{-1}$ ) a HV-8 ( $3,95 \text{ l.min}^{-1}$ ). V roku 2009 veľmi výrazne kolísala i výdatnosť vrtu HV-7 ( $4,33 \text{ l.min}^{-1}$ ). Voda z vrtu HV-6 iba kvapkala a vrt HV-11 bol počas celého roku suchý. Sumárna priemerná výdatnosť oproti r. 2008 stúpla o  $1,72 \text{ l.min}^{-1}$  a predstavovala v roku 2009 hodnotu  $6,59 \text{ l.min}^{-1}$ .

V rámci režimových pozorovaní bolo v roku 2009 vykonané aj jedno meranie mernej elektrickej vodivosti vody, ako aj teploty vody v jednotlivých horizontálnych vrtoch (príl. 1.6). V dôsledku pestrej geologickej stavby zosuvu a jeho okolia sa aj hodnoty vodivosti vody pre jednotlivé odvodňovacie vrty rôznia. Dlhodobu najvyššiu vodivosť má voda vytekajúca z vrtoch HV-3 a HV-4 (cca  $600 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ), ktoré sa nachádzajú v čele zosuvu v prostredí

mezozoických hornín. Naopak, najnižšiu vodivosť má voda z vrtov HV-5, HV-7 a HV-10 (do  $180 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), ktoré sa nachádzajú pod odlučnou oblasťou zosuvu. Tieto hodnoty sú v podstate analogické s predchádzajúcimi meraniami.

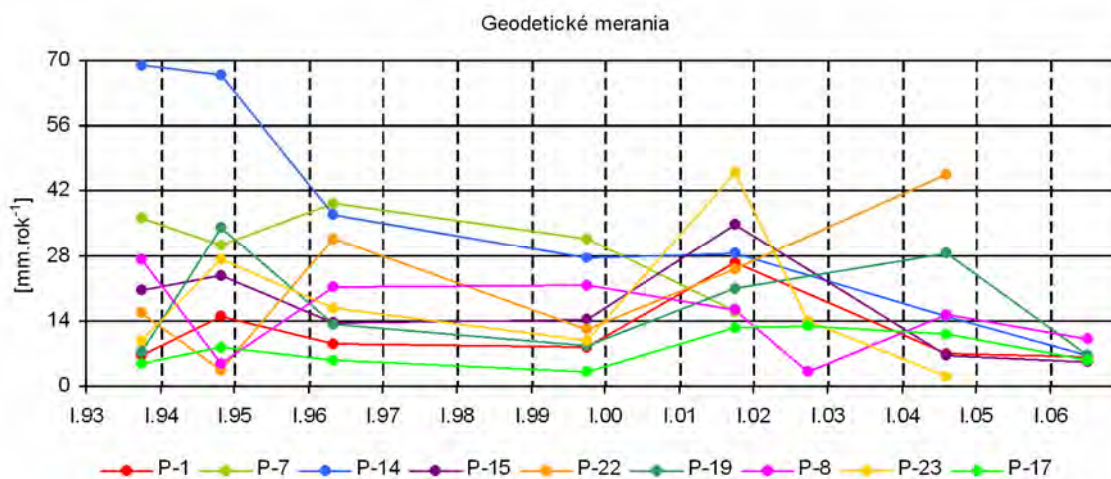
#### c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2008 a 2009 zo stanice SHMÚ Ľubietová, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer 736,04 mm. Po zrážkovom úhrne v roku 2008 (817,5 mm, čo predstavovalo 111,07 % dlhodobého priemeru, teda vlhký rok), bol v roku 2009 nameraný ročný zrážkový úhrn 796,2 mm, čo zodpovedá 108,17 % dlhodobého zrážkového priemeru (ide teda o normálny rok).

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

##### a/ Geodetické merania

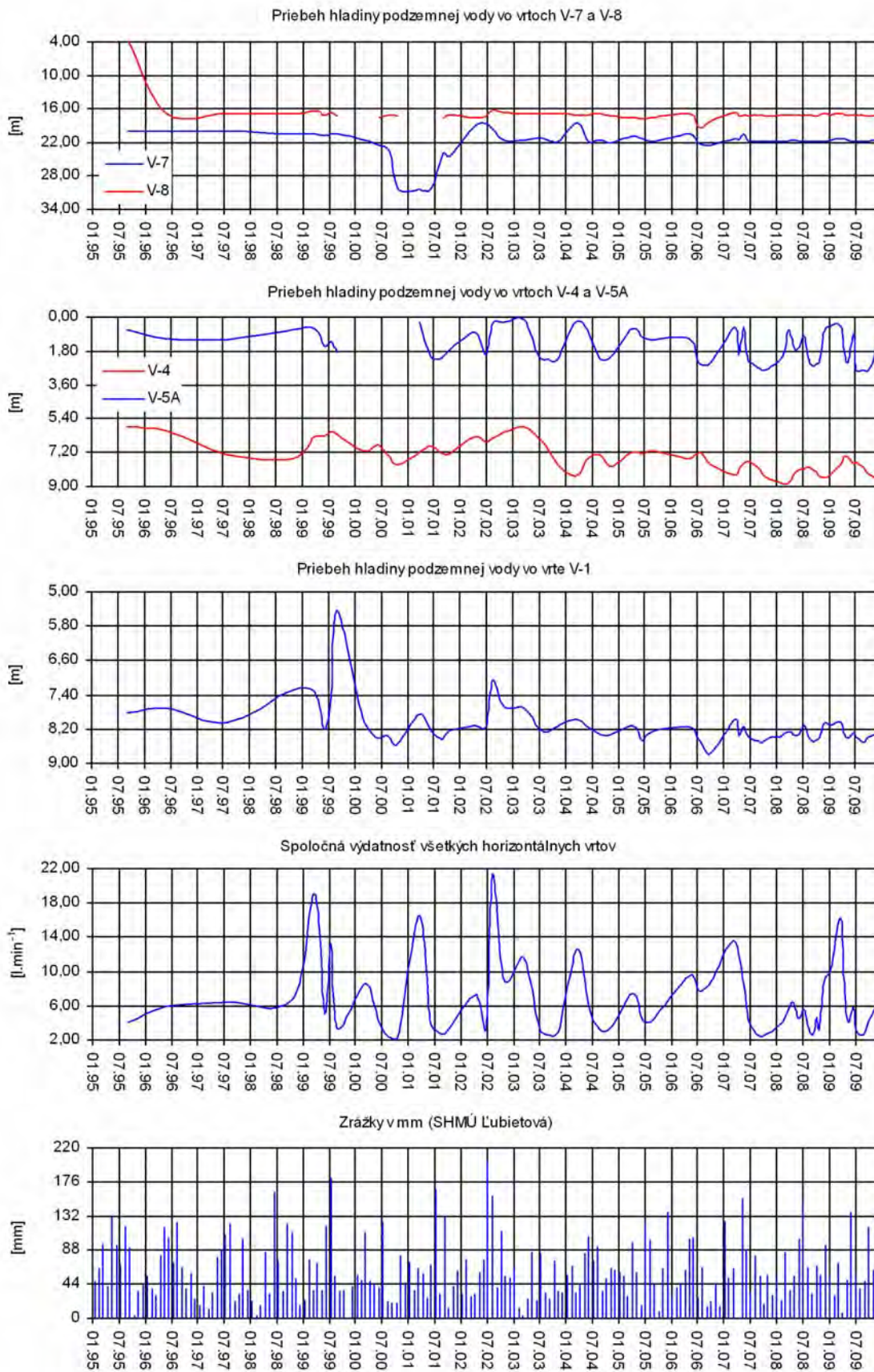
Posledné meranie premiestnení geodetických bodov sa na lokalite uskutočnilo v roku 2006 (Mrosko, 2006). Meranie v porovnaní s výsledkami meraní z predchádzajúceho obdobia preukázalo pokračujúcu stabilizáciu prostredia (obr. 2.1.44). Najväčšie premiestnenia bodov boli zistené v bodoch P-8A a P-9A. Treba však pripomenúť, že ide o body, ktoré boli vybudované iba v poslednom období a ich pohyb môže byť čiastočne ovplyvnený neukončenou konsolidáciou prostredia v ich okolí.



Obr. 2.1.44: Dlhodobé zmeny polohy pozorovaných bodov, zistené geodetickými metódami na lokalite Ľubietová

##### b/ Režimové pozorovania

Frekvencia režimových pozorovaní na lokalite Ľubietová podobne ako na lokalite Dolná Mičiná neumožňuje spracovať dostatočne odôvodnené závery o zákonitostiach zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení. Z vývoja zmien znázornených na obr. 2.1.45 vyplýva, že počas pozorovaného obdobia od roku 1995 neboli identifikované žiadne výrazné anomálie. Významnejšie stúpnutia výdatnosti odvodňovacích zariadení boli zvyčajne namerané v jarných mesiacoch. Treba však opätovne zdôrazniť nízku frekvenciu meraní, ktoré nemôžu zachytiť dynamiku zmien podzemnej vody v plnom rozsahu.



Obr. 2.1.45: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Ľubietová, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ v Ľubietovej (indikatív 34 100)

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Režimovými meraniami v roku 2009 neboli namerané žiadne výrazné zmeny úrovne hladiny podzemnej vody. Na rozdiel od predchádzajúcich rokov však bolo zaznamenané stúpnutie celkovej priemernej výdatnosti odvodňovacích zariadení. Ročný zrážkový úhrn bol oproti roku 2008 nižší a charakterizoval zrážkovo normálny rok.

Z hľadiska aktuálneho stavu lokality treba zopakovať odporúčania z predchádzajúcich rokov, týkajúce sa nevyhnutnosti sfunkčnenia sanačných opatrení, ktoré na zosuve nie sú udržiavané. Voda vytekajúca zo skupiny odvodňovacích vrtov HV-5 až HV-10 je odvádzaná mimo rigolov, pričom priamo infiltruje do telesa zosuvu alebo sa hromadí vo forme bezodtokových zamokrenín. Napriek tomu, že sumárna výdatnosť vypočítaná zo všetkých vrtov oproti minulému roku mierne stúpla, jej hodnota je pomerne nízka pravdepodobne v dôsledku starnutia odvodňovacích zariadení.

Ľubietovský zosuv postupne zarastá lesným porastom, čo má na jednej strane pozitívny vplyv na jeho stabilizáciu, avšak postupne to sťažuje realizáciu režimových pozorovaní. Navyše, monitorovanie lokality bez aplikácie priamych metód merania poskytuje určitú informáciu iba o stave hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody. V nasledujúcom období by bolo preto potrebné rozšíriť sortiment i frekvenciu monitorovacích meraní.

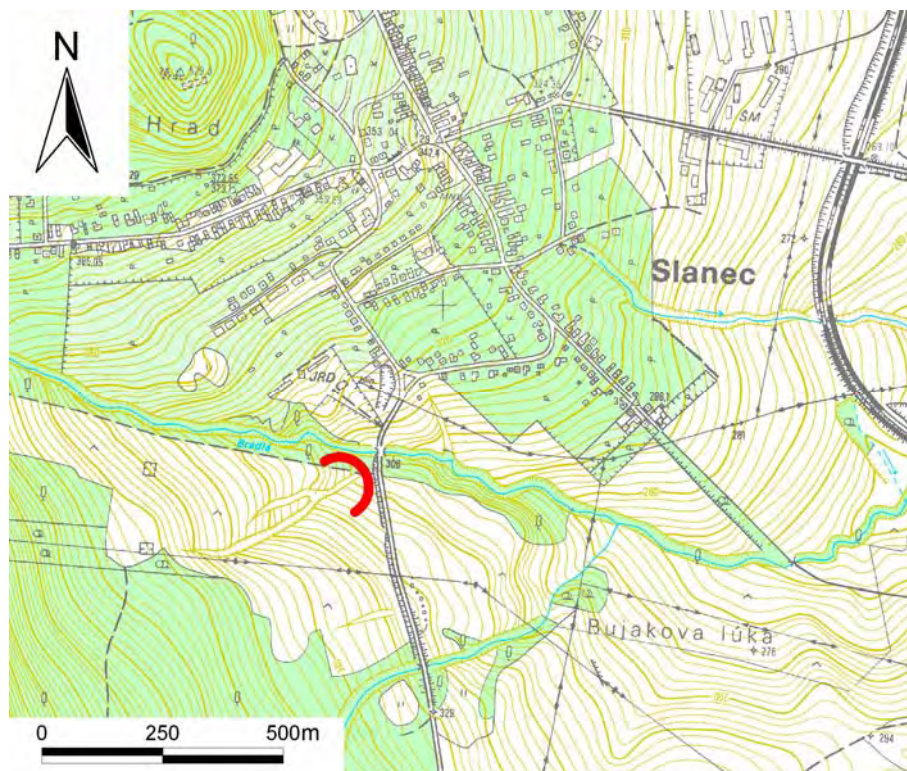
#### **2.1.4.7. Lokalita Slanec-TP**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita Slanec-TP (svah na JZ okraji obce – obr. 2.1.46) bola do súboru monitorovaných lokalít zaradená v roku 2003 v súvislosti s tým, že na predmetnom zosuvnom svahu sa nachádza viaceré podzemných vedení (5 tranzitných plynovodov – TP, medzištátny plynovod, 2 línie ropovodov, optické káble, telekomunikačné káble, vysokotlaková odbočka plynu pre obec Slanec), ako aj nadzemné elektrické vedenie. Vzhľadom na extrémnu preťaženosť daného geologického prostredia antropogénnymi zásahmi (obr. 2.1.47) a veľkú citlivosť už realizovaných podzemných vedení na prípadné prejavy nestability svahu bol na lokalite vykonaný inžinierskogeologický prieskum a uskutočnené boli rozsiahle sanačné opatrenia (Míka, Bolha, 2000). V súčasnosti vykonávané monitorovacie práce sa sústreďujú na merania kolísania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení po uskutočnenej sanácii, čím overujú jej funkčnosť.

Monitorovaná svahová porucha predstavuje územie 800 x 500 m s hĺbkou šmykovej plochy 5 – 10 m pod povrchom terénu. Z geologického hľadiska územie tvoria sedimenty a vulkanity neogénneho veku (sarmat) a ich kvartérny zvetralinový plášť. Sedimentárne horniny neogénu sú zastúpené stretavským súvrstvom tvoreným pelitickými a detritickými fáciami sedimentov s polohami redeponovaných ryolitových a andezitových vulkanoklastík. Vulkanické horniny reprezentujú prevažne lávové prúdy a brekie andezitového zloženia. Pochádzajú z drobných extrúzií a efúzií stratovulkánu Bradlo (napr. kóta Čatorňa) a zo skĺznutých blokov tohto stratovulkánu. Kvartérne sedimenty sú v skúmanom území zastúpené predovšetkým deluviálnymi uloženinami (prevažne charakteru ílovitých zemín, ktorých hrúbka miestami dosahuje až 10 m); úzky pruh územia v okolí potoka je budovaný fluviaálnymi sedimentmi.





Obr. 2.1.46: Lokalizácia zosuvu južne od obce Slanec. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti



Obr. 2.1.47: Celkový pohľad na zosuvný svah pri Slanci. V popredí údržba jednej z vetiev tranzitného plynovodu (foto Ľ. Petro, 2007)

Pomalý (plazivý) pohyb andezitových blokov, resp. podložných nepriepustných ílov, významne ovplyvňovaný podzemnou vodou, ktorý prebieha na úrovni šmykových plôch v samotných íloch alebo po vrstvách so vztlakovými horizontmi podzemnej vody bol s veľkou pravdepodobnosťou jednou z hlavných príčin havárie plynovodu zo 17. marca 2008, ku ktorej došlo na úseku medzištátneho vysokotlakového plynovodu pri západnom okraji monitorovaného zosuvného územia.

#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Na lokalite Slanec-TP sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali iba režimové pozorovania. Monitorovacia sieť pozostáva z 11 vertikálnych pozorovacích vrtov na meranie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a z 5 vejárov horizontálnych vrtov V-1 (päť vrtov), V-2 (päť vrtov), V-3 (tri vrty), V-4 (tri vrty), V-5 (štyri vrty), v ktorých sa meria výdatnosť odvodňovacích vrtov a ktoré sú sústredené v zberných betónových šachtách.

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 sú zhrnuté v tab. 2.1.14.

Tab. 2.1.14: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slanec-TP v rokoch 2008 a 2009

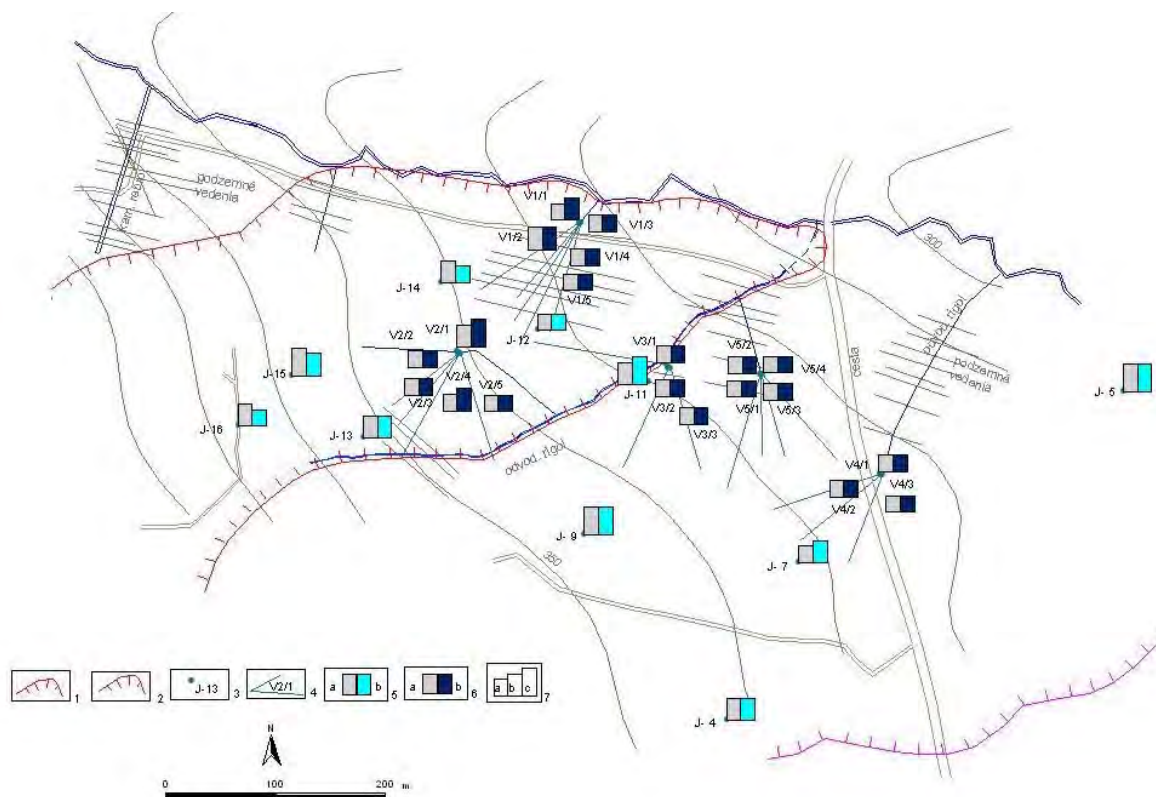
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11	J-4, J-5, J-6, J-7, J-9, J-11, J-12, J-13, J-14, J-15, J-16	10 (27. február, 27. marec, 28. apríl, 26. máj, 26. jún, 25. júl, 27. august, 29. september, 29. október, 26. november)	11 (28. január, 24. február, 26. marec, 28. apríl, 27. máj, 26. jún, 3. august, 28. august, 6. október, 30. október, 1. december)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	20	V-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, V-2/1, 2/2, 2/3, 2/4, 2/5, V-3/1, 3/2, 3/3, V-4/1, 4/2, 4/3, V-5/1, 5/2, 5/3, 5/4	10 (27. február, 27. marec, 28. apríl, 26. máj, 26. jún, 25. júl, 27. august, 29. september, 29. október, 26. november)	11 (28. január, 24. február, 26. marec, 28. apríl, 27. máj, 26. jún, 3. august, 28. august, 6. október, 30. október, 1. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51 160)	mesačné úhrny zrážok	

## Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

### a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody (väčšie ako 2 m) bolo v roku 2008 namerané vo vrtoch J-4, J-14 a J-16. Vrt J-6 v priebehu roka dvakrát vyschol. Hladina podzemnej vody v prevažnej väčšine vrtoch bola najvyššie v marci a apríli, najviac zaklesnutá bola v novembri.

V roku 2009 bolo najväčšie kolísanie hladiny (nad 3 m) zaznamenané vo vrtoch J-14 a J-4. Vrt J-6 bol v priebehu roka suchý. Maximálne úrovne hladiny podzemnej vody boli vo väčšine vrtoch namerané v mesiacoch január až apríl, minimálna úroveň hladiny bola zistená vo všetkých vrtoch (okrem J-11) v októbri. Priemerná hladina podzemnej vody sa oproti predchádzajúcemu roku zmenila iba minimálne (klesla o 10 cm a dosiahla hodnotu 5,27 m pod úrovňou terénu. Všetky namerané údaje sú uvedené v príl. 1.7 a semikvantitatívne zhodnotenie stavu hladiny podzemnej vody v rokoch 2008 a 2009 je na obr. 2.1.48).



Obr. 2.1.48: Lokalita Slanec-TP. Situácia sanačných a monitorovacích objektov a výsledky režimových pozorovaní

1 – ohraničenie časti aktívneho zosuvu, 2 – ohraničenie časti potenciálneho zosuvu, 3 – piezometrické vrty, 4 – vežare horizontálnych odvodňovacích vrtoch, 5 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 6 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 7 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť 1 až  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

#### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčší rozptyl výdatností bol v roku 2008 nameraný vo vrtoch V2/1 (až  $10,8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a V1/2 ( $6,25 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ). V roku 2009 bol opäť najväčší rozptyl výdatnosti nameraný v rovnakých vrtoch, avšak s podstatne vyššími hodnotami (vo vrte V2/1 kolísanie až  $33 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ , vo vrte V1/2 kolísanie  $10,8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov v roku 2009 oproti roku 2008 stúpla o  $2,65 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  a predstavovala  $11,64 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  (príl. 1.7). Túto skutočnosť ilustrujú i zvýšené výdatnosti niektorých objektov na obr. 2.1.48.

#### c/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Huti (indikatív 51 160) je 725,7 mm. V roku 2008 bol zrážkový úhrn 780,1 mm, čo predstavuje 107,5 % dlhodobého priemeru (normálny rok). V roku 2009 bol ročný zrážkový úhrn 746,4 mm, čo predstavuje 102,85 % dlhodobého zrážkového priemeru (taktiež teda ide o normálny rok).

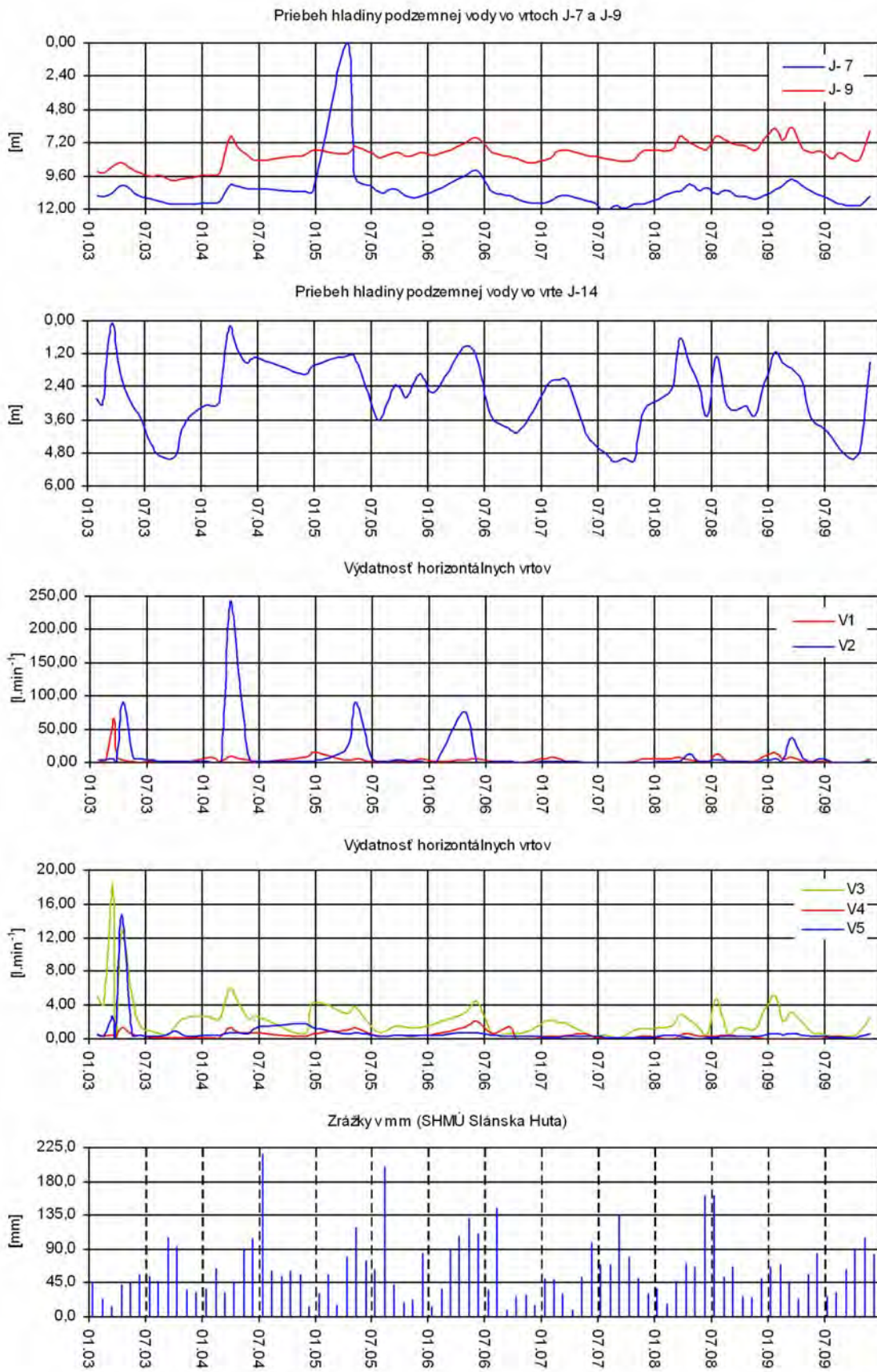
#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

##### a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na lokalite Slanec-TP sa vykonávajú iba režimové pozorovania na overenie funkčnosti realizovaných sanačných opatrení. Frekvencia týchto meraní nie je však dostatočná na odvodnenie záverov o zákonitostiach zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení. V rámci dlhodobého kolísania hladiny podzemnej vody možno iba konštatovať, že v jarných, ale i jesenných mesiacoch boli zaznamenávané pomerne výrazné stúpnutia vo viacerých vrtoch. Maximálne hodnoty stúpnutí hladiny podzemnej vody boli namerané v období rokov 2004 a 2005 (obr. 2.1.49).

##### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Napriek zvýšeniu výdatnosti odvodňovacích zariadení v rokoch 2008 a 2009 možno na základe dlhodobých pozorovaní konštatovať, že celková výdatnosť po roku 2006 má klesajúci trend. Výrazné sú výkyvy niektorých odvodňovacích vrtoch, ktoré zrejme odvádzajú vodu v prípade jej vysokých stavov, avšak po znížení hladiny vody v horninovom prostredí sa ich výdatnosť veľmi prudko znižuje až do úplného vyschnutia (napr. vrty V1/2, V2/5, V2/4 a ďalšie – príl. 1.7). Okrem výrazných zmien úrovne hladiny podzemnej vody svoju úlohu v tomto procese zohráva i postupné starnutie odvodňovacích vrtoch (obr. 2.1.49).



Obr. 2.1.49: Výsledky dlhodobého spracovania režimových pozorovaní z vybraných vrtíc na lokalite Slanec-TP, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Slanska Huta (indikatív 51 160)

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Režimové pozorovania preukázali v roku 2009 stúpnutie celkovej priemernej výdatnosti odvodňovacích zariadení; priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody sa oproti minulému roku takmer nezmenila. Z hľadiska ročných zrážkových úhrnov boli roky 2008 a 2009 veľmi podobné (zrážkovo normálne). Možno teda konštatovať, že z výsledkov režimových pozorovaní nevyplývajú pre roky 2008 a 2009 žiadne výrazné zmeny v stave prostredia.

Opakovane však treba upozorniť na zhoršujúci sa technický stav monitorovacích objektov, predovšetkým horizontálnych odvodňovacích vrtov (V4/1 – V4/3). Napriek opakovaným upozorneniam nedošlo ani po havárii plynovodu v marci 2008 (ktorú okrem iných faktorov spôsobil i pomalý gravitačný pohyb zosuvných hmôt po svahu) k rozšíreniu sortimentu a frekvencie monitorovacích meraní, nevyhnutných na hlbšie poznanie aktuálneho stavu horninového prostredia a predpovedanie zmien, ktoré môžu ovplyvniť bezpečnosť podzemných vedení.

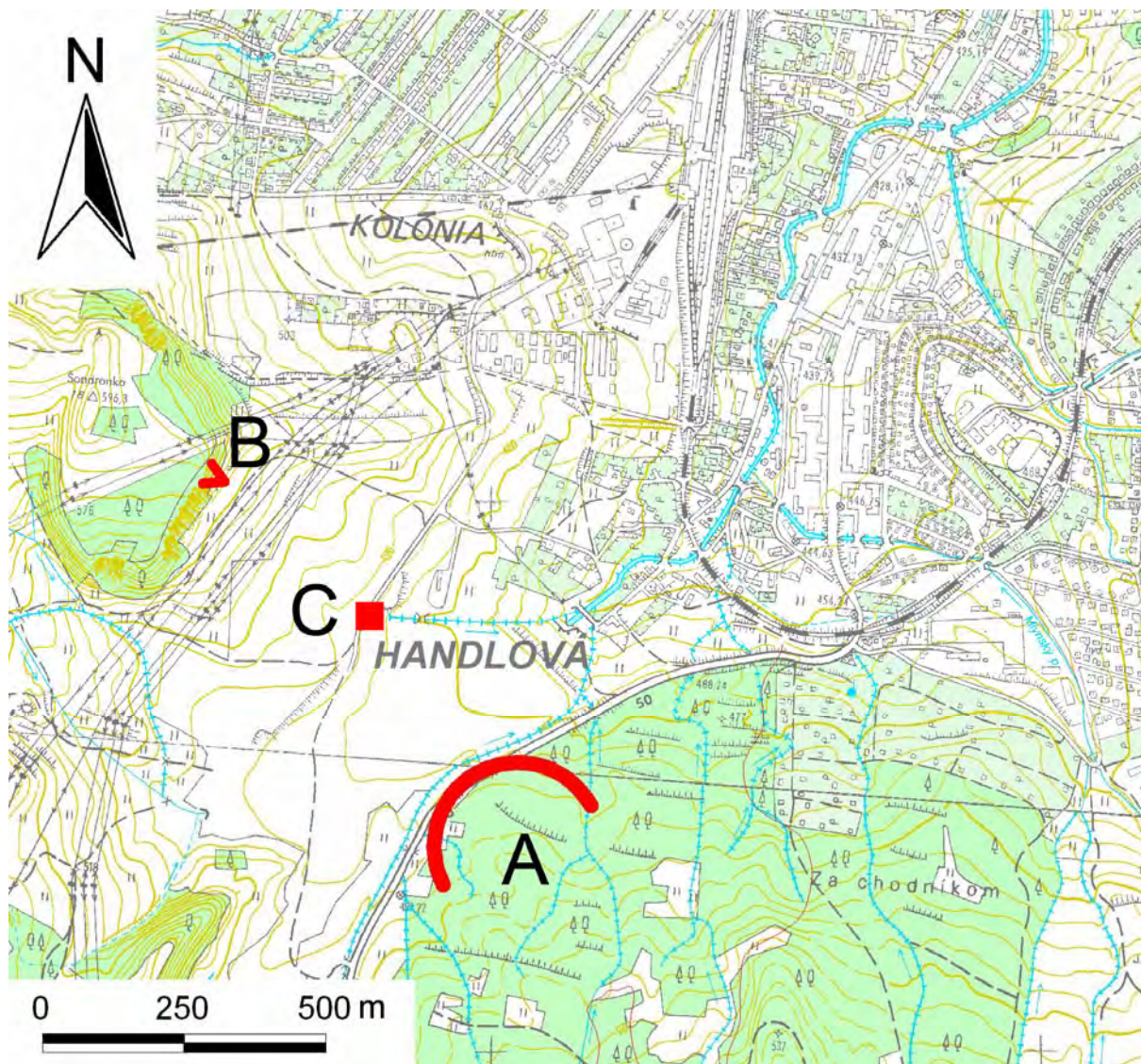
Vzhľadom na mimoriadne riziko spojené s potenciálnym pretrhnutím predovšetkým tranzitného plynovodu alebo ropovodu treba zdôrazniť naliehavú potrebu komplexnej sanácie celého zosuvného územia (svahov po oboch stranách miestneho potoka). Jej realizácia by si vyžiadala združené investície subjektov – vlastníkov či prevádzkovateľov všetkých produktovodov a inžinierskych sietí (diaľkového a optického kábla).

#### **2.1.4.8. Lokalita Handlová – zosuv z roku 1960**

##### *Stručná charakteristika lokality*

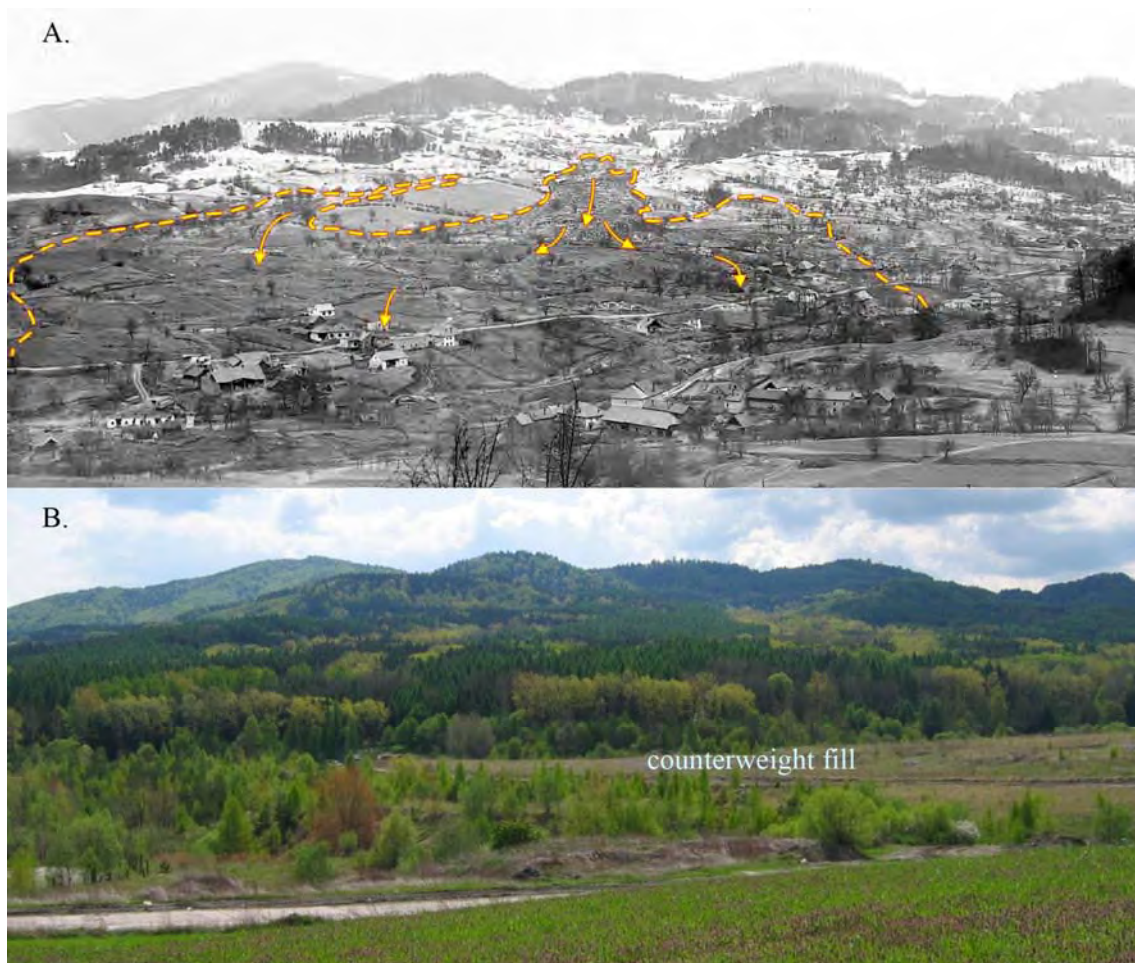
Handlovský zosuv z prelomu rokov 1960/1961, ktorý sa aktivizoval v JV časti mesta (obr. 2.1.50) patrí k najrozsiahlejším prírodným katastrofám, ktoré sa udiali na našom území. Zosuv zničil časť mesta a komunikačné línie (diaľkové elektrické vedenie a štátnu cestu z Handlovej do Žiaru nad Hronom). Vyvinul sa v prostredí paleogénnych ílovcov až slienitých bridlíc (podložie zosuvných hmôt v spodnej časti zosuvu), nad ktorými sa nachádzajú súvrstvia hornín neogénneho veku – bádenské íly, ílovce a slieňovce (tvoria podložie v strednej časti zosuvného svahu) a v najvyššej časti tzv. štrková séria, tvorená hrubozrnným pieskom až štrčíkom, ktorá vystupuje v odlučnej časti zosuvu. Nad týmito sedimentmi sú vulkanické príkrovy andezitov a aglomerátových tufov, tvoriace sčasti odlučnú oblasť zosuvu a v troskách sa vyskytujúce i v nižších polohách svahu. Z hľadiska vzniku a aktivizácie zosuvných pohybov má najväčší význam striedanie polôh priepustných a nepriepustných hornín, v rámci ktorých sa nachádzajú i vztlakové horizonty podzemnej vody. Špecifickou črtou stavby územia je prítomnosť priepustnej polohy štrkov v hornej časti zosuvu, ktorá sprostredkováva stále nasycovanie zosuvných hmôt vodou.

Celková dĺžka hlavného zosuvného prúdu je 1630 m. Šírka zosuvu v hornej časti dosahuje 80 až 110 m, pričom v akumuláčnej oblasti predstavuje až 1200 m. Hĺbka šmykovej plochy v odlučnej časti dosahuje 7 m a v akumuláčnej časti až 25 – 30 m pod povrchom terénu (kubatúra zosunutých hmôt predstavovala okolo 20 mil. m<sup>3</sup>). Prúd na východnom okraji hlavného zosuvu sa začal pohybovať asi o 14 dní neskôr; jeho dĺžka dosiahla 1 km a kubatúra zosunutých postihnutých hornín predstavovala asi 5,7 mil. m<sup>3</sup> (Nemčok, 1982). Po zastavení pohybu hmôt v lete roku 1961 boli ďalšie pohybové aktivity zaznamenané v rokoch 1967, 1970 i 1977.



Obr. 2.1.50: Lokalizácia monitorovaných území na južnom okraji mesta Handlová  
 A – katastrofálny handlovský zosuv; zosuvná značka je v čele zosuvnej akumulácie, B – stanoviisko pre monitorovanie rýchlosti zvetrávania a rozpadu horninového masívu (Handlová-Baňa), C – priestor Stabilizačného násypu

Na zosuve sa vykonal súbor sanačných prác, zameraných predovšetkým na odvodnenie svahu a pritlačenie jeho päty stabilizačným násypom (obr. 2.1.51). V jednotlivých etapách prieskumu a sanácie sa budovala i sieť monitorovacích objektov a vykonávalo sa krátkodobé monitorovanie. Systematicky sa územie monitoruje od roku 1993, i keď sa aplikujú iba niektoré monitorovacie metódy.



Obr. 2.1.51: Pohľad na katastrofálny handlovský zosuv

A. – po zosuvnom pohybe v rokoch 1960/1961 (foto A. Nemčok a J. Malgot, 1961), B. – súčasný stav so Stabilizačným násypom (counterweight fill) pri päte svahu (foto K. Ingár, 2008)

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite katastrofálneho handlovského zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.15.



Tab. 2.1.15: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960 v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Inklinometrické	5 (V roku 2009 iba 4 – vrta GI-1 bol porušený)	GI-1, 2, 3, 4, HI-5	1 (5. jún)	1 (15. apríl)
PEE	6	GI-1, 2, 3, 4, HI-5, 7	2 (13. máj, 30. september)	2 (7. apríl, 13. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	GI-1, 2, 3, 4, HI-5, 7, H-2, H-3	3 (25. apríl, 13. máj, 30. september)	2 (7. apríl, 13. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	19	IA: JV-1, JV-2, JV-3, JV-4, JV-5, IB: JV-6, JV-7, JV-8 II: JV-1, JV-2, JV-3 III: JV-1, JV-2, JV-3, JV-4, JV-5 VI: JV-1, JV-2, JV-3	1 (25. apríl)	nemerané
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30 080) Handlová totalizátor	denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Inklinometrické merania

V roku 2008 bola veľmi výrazná deformácia zaznamenaná vo vrte GI-1 (takmer 43 mm za 13 mesiacov v hĺbke od 16 do 20 m). Ide o tak výraznú deformáciu, že na základe skúseností z iných lokalít bolo možné predpokladať, že v danej hĺbke došlo k porušeniu vrta. Nameraná deformácia vyjadruje aktívny pohyb v odlučnej oblasti zosuvu. Vzhľadom na to, že v ostatných vrtoch meraného profilu neboli zaznamenané deformácie analogického rozsahu, možno predpokladať, že ide o lokálny prejav pohybu bloku andezitov, resp. aglomerátových tufov po plastickom podloží neogénnych ílov.

Porušenie vrta GI-1 na úrovni šmykovej plochy sa preukázalo pri meraní v roku 2009. Počas tohto merania boli najväčšie deformácie zaznamenané vo vrte GI-2 v hĺbke 3 až 3,5 m (viac ako 8 mm.rok<sup>-1</sup> – obr. 2.1.52, príl. 1.8). Aktivita pohybu na plytko situovanej šmykovej ploche (v hĺbke 4,5 m) bola zistená aj vo vrte GI-4 (priemerná rýchlosť pohybu 8 mm.rok<sup>-1</sup>). Prejav mierej aktivity boli zistené vo vrtoch GI-3 a HI-5 (Lenková, 2009).

##### b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Počas roku 2008 bolo na lokalite namerané vcelku ustálené pole PEE. Mierne zvýšená aktivita poľa PEE bola zaznamenaná v jeseni vo vrtoch GI-1 (v hĺbkovom intervale 0 až 27 m), GI-2 (v hĺbke do 6 m) a HI-5 (0 až 11 m).

V roku 2009 boli pomerne vysoké hodnoty poľa PEE namerané vo vrte HI-5 v hĺbke 7 – 11 m a 20 – 24 m (obr. 2.1.52, príl. 1.8). Pri porovnaní oboch meraní bola celkovo vyššia aktivita poľa PEE preukázaná v jesennom cykle (Vybíral, 2009).



#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Stav hladiny podzemnej vody i stav odvodňovacích zariadení sa zisťuje pri meraniach poľa PEE a nepravidelne i pri kontrole funkčnosti existujúcich monitorovacích objektov.

V roku 2008 okrem vrtu GI-1 (s hĺbkou hladiny podzemnej vody cca 13 m) sa voda vo všetkých ostatných vrtoch nachádzala plytko pod terénom (do priemernej hĺbky cca 4,5 m). Najväčšie kolísanie hladiny bolo zaznamenané vo vrte HI-5 (6 m), hladina podzemnej vody sa nachádzala bližšie k povrchu terénu počas jarných meraní.

Merania hĺbky hladiny podzemnej vody v roku 2009 boli tiež realizované počas meraní poľa PEE. Okrem vrtu GI-1 (s hĺbkou hladiny podzemnej vody od 13 do 13,5 m) sa voda v ostatných vrtoch nachádzala do hĺbky 6,3 m. Najväčšie kolísanie hladiny bolo aj v roku 2009 zaznamenané vo vrte HI-5 (cca 4 m), priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody zo všetkých meraní oproti roku 2008 mierne stúpila a predstavovala 3,74 m pod úrovňou terénu. Opätovne však treba upozorniť na veľmi nízku frekvenciu meraní.

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2008 bola vykonaná obhliadka stavu odvodňovacích objektov spoločne s meraním ich výdatnosti dňa 25. apríla. Z 19 meraných objektov boli 4 úplne suché a ďalšie štyri mali výdatnosť menšiu, ako  $0,2 \text{ l.min}^{-1}$ . Najvyššiu výdatnosť mali vrty v stredisku III. (JV-1 až  $26 \text{ l.min}^{-1}$ , JV-3 až  $10,5 \text{ l.min}^{-1}$  – príl. 1.8).

Pri obhliadke sa opätovne konštatoval zhoršujúci technický stav objektov odvádzajúcich vodu, predovšetkým zo strediska VI. Strediská IV. a V. sú už dlhodobejšie neprístupné. V roku 2009 sa merania výdatnosti odvodňovacích zariadení neuskutočnili.

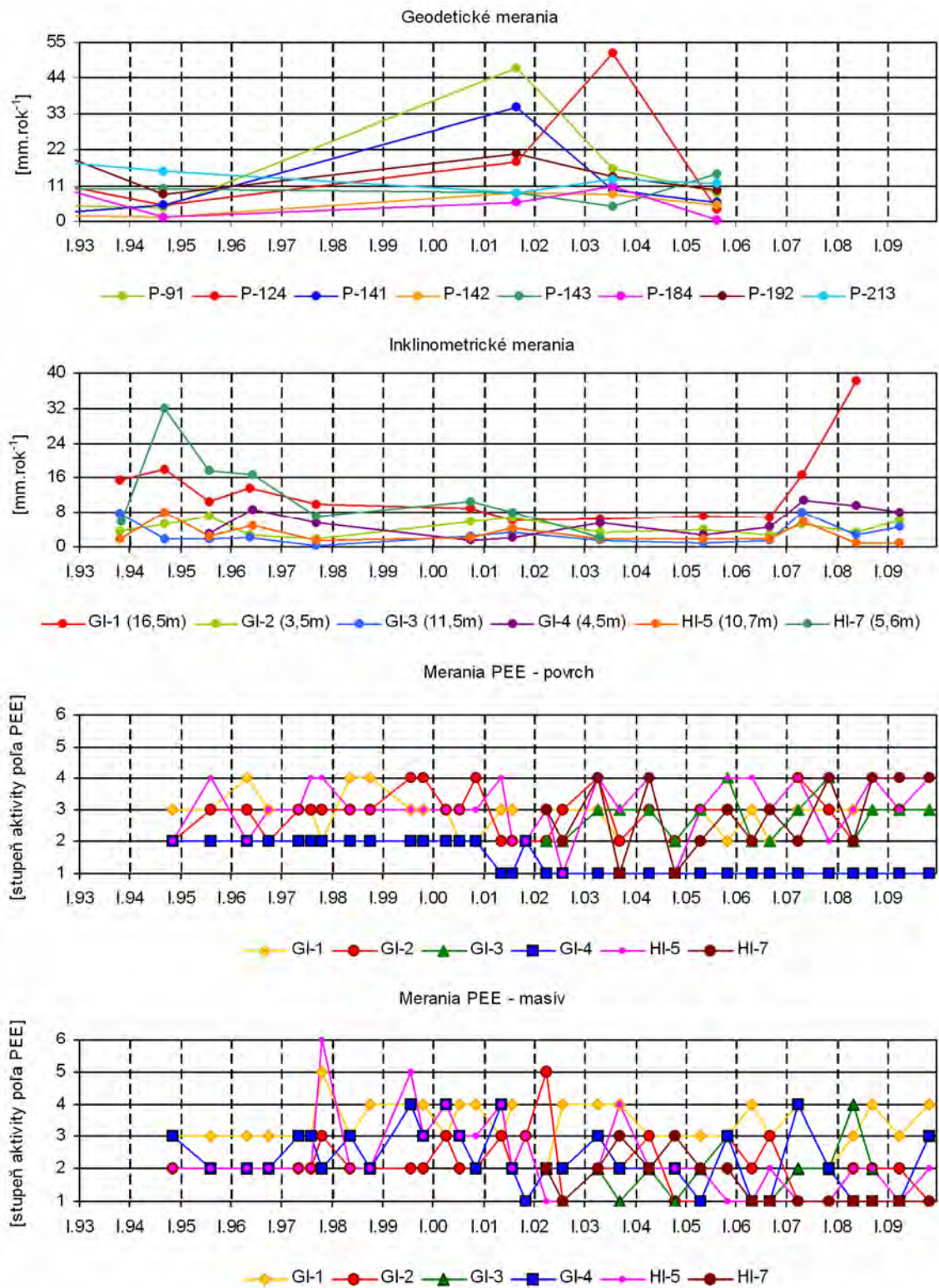
#### e/ Merania zrážkových úhrnov

Hodnotenie zrážkových úhrnov zo zrážkomerných staníc Handlová a Handlová-totalizátor je analogické ako pri predchádzajúcich lokalitách (Handlová – Morovnianske sídlisko a Handlová – Kunešovská cesta).

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

#### a/ Geodetické merania

Posledné geodetické meranie na lokalite bolo uskutočnené v roku 2005. Týmto meraním bol preukázaný najvýraznejší pohyb bodu P-123 (69,2 mm za obdobie 2 rokov). Výraznejšie polohové zmeny boli zaznamenané aj pri bodoch P-182 a P-143 (nad 30 mm za 2 roky) a v predchádzajúcich rokoch i v bodoch P-91 a P-124 (obr. 2.1.53). Pri hodnotení dlhodobejšieho vývoja geodetických meraní možno na vybraných bodoch konštatovať určitú stabilizáciu prostredia oproti zaznamenaným pohybom z predchádzajúcich rokov.



Obr. 2.1.53: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960

#### b/ Inklinometrické merania

Z dlhodobého vývoja deformácií (obr. 2.1.53), meraných metódou presnej inklinometrie vyplýva, že po celkovom miernom náraste pohybovej aktivity v roku 2007 vo všetkých pozorovaných vrtoch došlo v rokoch 2008 a čiastočne i 2009 k určitému poklesu pohybovej aktivity. Výnimkou je iba vrt GI-1, v ktorom nárast deformácie, zaznamenaný v roku 2007 pokračoval, deformácia nameraná v roku 2008 bola najväčšia za celú históriu inklinometrického merania na tejto lokalite a viedla k porušeniu vrtu. Vzhľadom na to, že táto výrazná deformácia bola zistená iba v tomto vrte možno predpokladať, že ide o zaznamenanie pohybu samostatného bloku hornín.

#### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

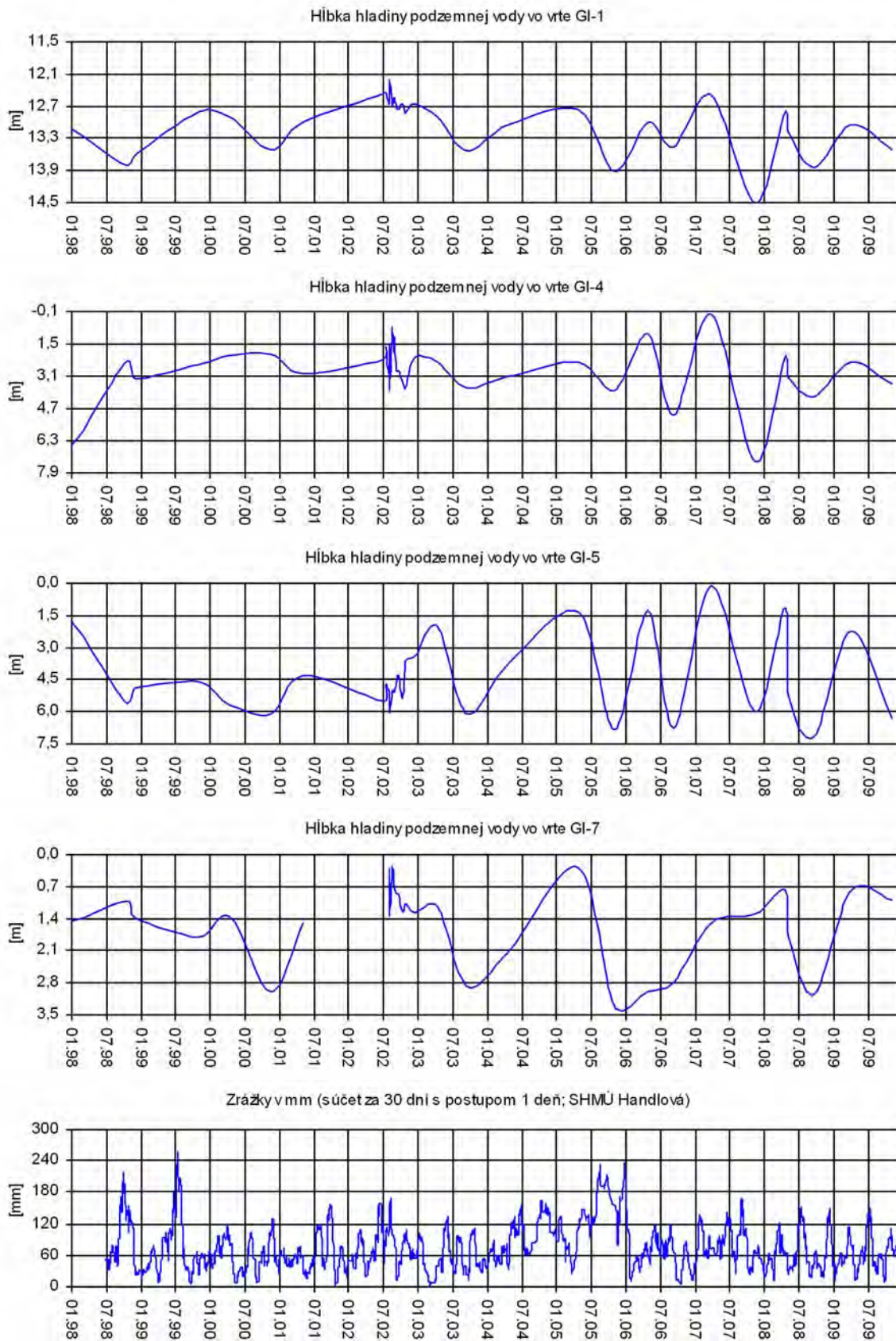
Z analýzy výsledkov merania za časové obdobie od roku 1994 (obr. 2.1.53) vyplýva, že cca od roku 2002 sa hodnoty poľa ustálili na úrovni nízkej, ojedinele strednej aktivity, bez výraznejších anomálií, ktoré sa objavovali v predchádzajúcom období. Oproti predchádzajúcemu prevládajúcemu cyklu zvýšených hodnôt napätia na jar a znížených na jeseň sa v rokoch 2008 a 2009 výraznejšie prejavuje aktivita poľa pri jesennom meraní. Nevýrazný trend poklesu hodnôt poľa PEE vyplýva z meraní uskutočnených vo väčšej hĺbke masívu.

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Tieto merania sa vykonávajú spravidla iba súčasne s meraniami poľa PEE (t. j. 2-krát do roka) a pri samostatných kontrolách stavu monitorovacej siete. Uvedená frekvencia meraní neumožňuje analyzovať dlhodobé zákonitosti zmien úrovne hladiny podzemnej vody a má skôr charakter kontrolných meraní. Priebeh kolísania hĺbky hladiny podzemnej vody v niektorých vrtoch je vyjadrený v obr. 2.1.54.

#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

I tieto merania majú charakter kontrolných meraní a ich frekvencia je ešte nižšia, ako pri meraniach hĺbky hladiny podzemnej vody. Napriek tomu treba upozorniť na zhoršujúci sa stav odvodňovacích vrtoch i povrchových odvodňovacích rigolov. Pre ilustráciu možno uviesť, že napríklad oproti jarnému meraniu z roku 2005 sumárna výdatnosť všetkých odvodňovacích zariadení výrazne poklesla (až o viac ako  $100 \text{ l.min}^{-1}$ ) a na jar 2008 predstavovala iba  $58,94 \text{ l.min}^{-1}$  – príl 1.8).



Obr. 2.1.54: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtíc na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960, znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Handlová (indikatív 30 080)

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Inklinometrickými meraniami bol v roku 2009 zaznamenaný pokračujúci pomalý pohyb zosuvných hmôt po plytkej šmykovej ploche (v hĺbke do 5 m). Určité prejavy koncentrácie poľa PEE boli však zaznamenané i vo väčších hĺbkach (vo vrte HI-5). Trvalo nepriaznivou skutočnosťou je plytko položený horizont hladiny podzemnej vody prakticky v celom zosuvnom svahu. Eliminácia tejto nepriaznivej skutočnosti závisí od dobrej funkčnosti odvodňovacích zariadení, ktorých stav sa však výrazne zhoršuje (vysychanie a porušovanie povrchových odvodňovacích rigolov a znižovanie výdatnosti, resp. upchávanie ústia horizontálnych odvodňovacích vrtov).

Obnovenie geodetických meraní na svahu by síce obohatilo súbor informácií o aktuálnom stave zosuvu, avšak vzhľadom na relatívnu stabilizáciu prostredia (dosypávaním stabilizačného násypu) a náročnosť geodetických meraní (finančnú i technickú – vzhľadom na hustý porast nemožno použiť merania technológiou GNSS) uprednostňujeme aplikáciu týchto meraní na iných lokalitách. Za podstatne dôležitejšie považujeme neodkladné vykonanie údržby existujúcich odvodňovacích sanačných opatrení.

#### **2.1.4.9. Lokalita Okoličné**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuv sa nachádza na SV okraji mesta Liptovský Mikuláš (obr. 2.1.55) a je súčasťou rozsiahleho zosuvného územia, ktoré sa vyvinulo v horninovom prostredí centrálnokarpatského paleogénu (charakteru jemno až hrubo rytmického flyša s prevahou ílovcov). Takýto charakter geologickej stavby podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery (prítomnosť tlakových horizontov podzemnej vody, vysoký hydraulický spád, filtračnú heterogenitu). Základným faktorom zosúvania bola v minulosti erózna činnosť rieky Váh (podrezávanie svahov) a neskôr nesprávne antropogénne zásahy do svahu (realizácia odrezu v akumuláčnej časti zosuvu pri rozširovaní železničnej trate v roku 1949, prevádzka na železnici – obr. 2.1.56). Bezprostredné oživenie aktivity svahových pohybov súvisí zvyčajne so zrážkovými anomáliami. Pozorovaný zosuv (s rozlohou cca 0,16 km<sup>2</sup>, celkovej dĺžky 750 m, šírky v akumuláčnej oblasti 290 m, v prechodovej oblasti približne 170 m s hĺbkou staršej šmykovej plochy do 30 m a aktívnymi šmykovými plochami v rozsahu 10 – 12 m) sa vyvíjal v niekoľkých etapách a po rozšírení železničnej trate periodicky už po dobu viac ako 50 rokov ohrozuje prevádzku na hlavnej trati Žilina – Košice a na jeho stabilizáciu bola v niekoľkých etapách použitá celá séria sanačných opatrení (Jadroň, 1980). Monitorovacie merania sa na lokalite vykonávali krátkodobo počas prieskumov a sanácií (výnimkou sú iba geodetické merania, realizované priebežne po dobu viac, ako 30 rokov); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993.



Obr. 2.1.55: Lokalizácia zosuvu Okoličné na SV okraji Liptovského Mikuláša.  
Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti



Obr. 2.1.56: Zosuv Okoličné – pohľad na čelo akumuláčnej časti zosuvu nachádzajúce sa na kontakte so železničnou traťou (foto P. Wagner, 2002)



*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009, sú zhrnuté v tab. 2.1.16.

Tab. 2.1.16: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Okoličné v rokoch 2008 a 2009

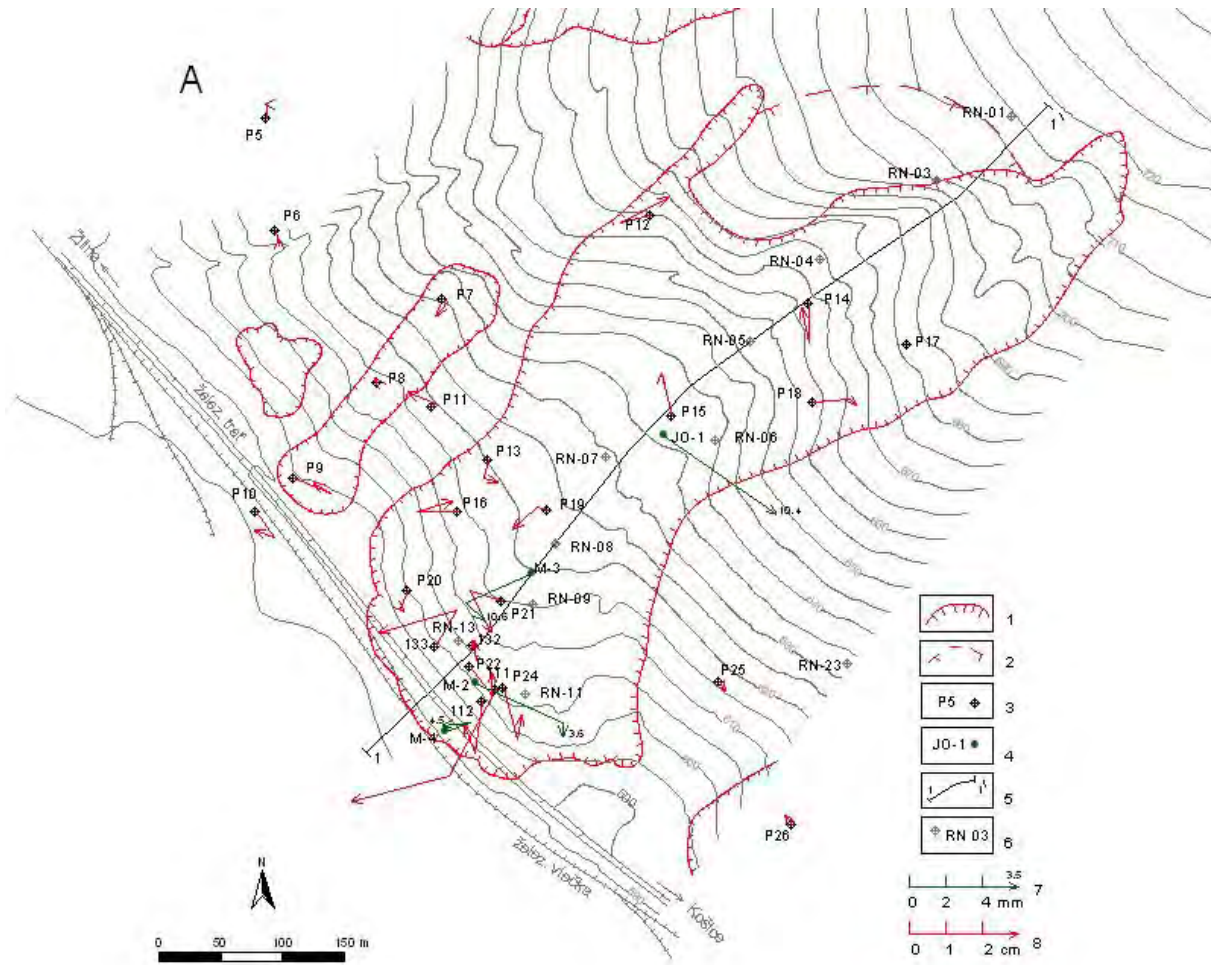
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Geodetické	26 pozorovaných 6 vzťažných bodov	S3, P5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 111, 112, 132, 133, S1, 06, Ex2, Okoličné, 325, 335 (v roku 2009 iba 23 pozorovaných bodov – body P17, P25 a P26 nebolo možné odmerať)	1 (13. máj)	1 (3. júl)
Inklinometrické	4	M-2, 3, 4, JO-1A	1 (25. júl)	1 (6. apríl – vrty M-2, M-3, M-4; 7. júl – vrt JO-1A)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	J-3A, J-3B, J-6B, JP-44, JO-1, M-2, M-3, M-4 JH-14, 17	52 (1x za týždeň)	52 (1x za týždeň)
	2	J-1; AH-2 automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	10	D1, D2, D3, V-1, 3, 5, 101, 102, 103, 104	52 (1x za týždeň)	52 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipt. Mikuláš (indikatív 21 060) Lipt. Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21 130)	denné úhrny zrážok; stanica L. Mikuláš (21 060) je od decembra 2009 mimo prevádzky	

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

a/ Geodetické merania

Oproti predchádzajúcim dvom rokom (v roku 2006 došlo k výraznému zdvíhu pozorovaných bodov v čele zosuvnej akumulácie a v roku 2007 k ich poklesu) bolo meraniami v roku 2008 preukázané celkové utíšenie pohybu pozorovaných bodov. Najväčšia polohová zmena bola nameraná v bode 111 (27,3 mm za cca 11 mesiacov), najvýraznejšia výšková zmena (pokles 17 mm za rovnaké obdobie) v bode P19.

Aj v roku 2009 bola najväčšia polohová zmena nameraná v bode 111 (27,89 mm za cca 14 mesiacov, čo predstavuje 24,47 mm.rok<sup>-1</sup>) a v bode 133 (20,01 mm.rok<sup>-1</sup>). Obidva body sa nachádzajú na svahu bezprostredne nad železničnou traťou (obr. 2.1.57a, príl. 1.9). Výraznejší pokles (17 mm za cca 14 mesiacov) bol zaznamenaný v bode P21. Z výsledkov geodetických meraní vyplýva vcelku nízka pohybová aktivita zosuvu v období jar 2008 až leto 2009 (Pisca, Bitterer, 2009).



Obr. 2.1.57a: Lokalita Okoličné – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009

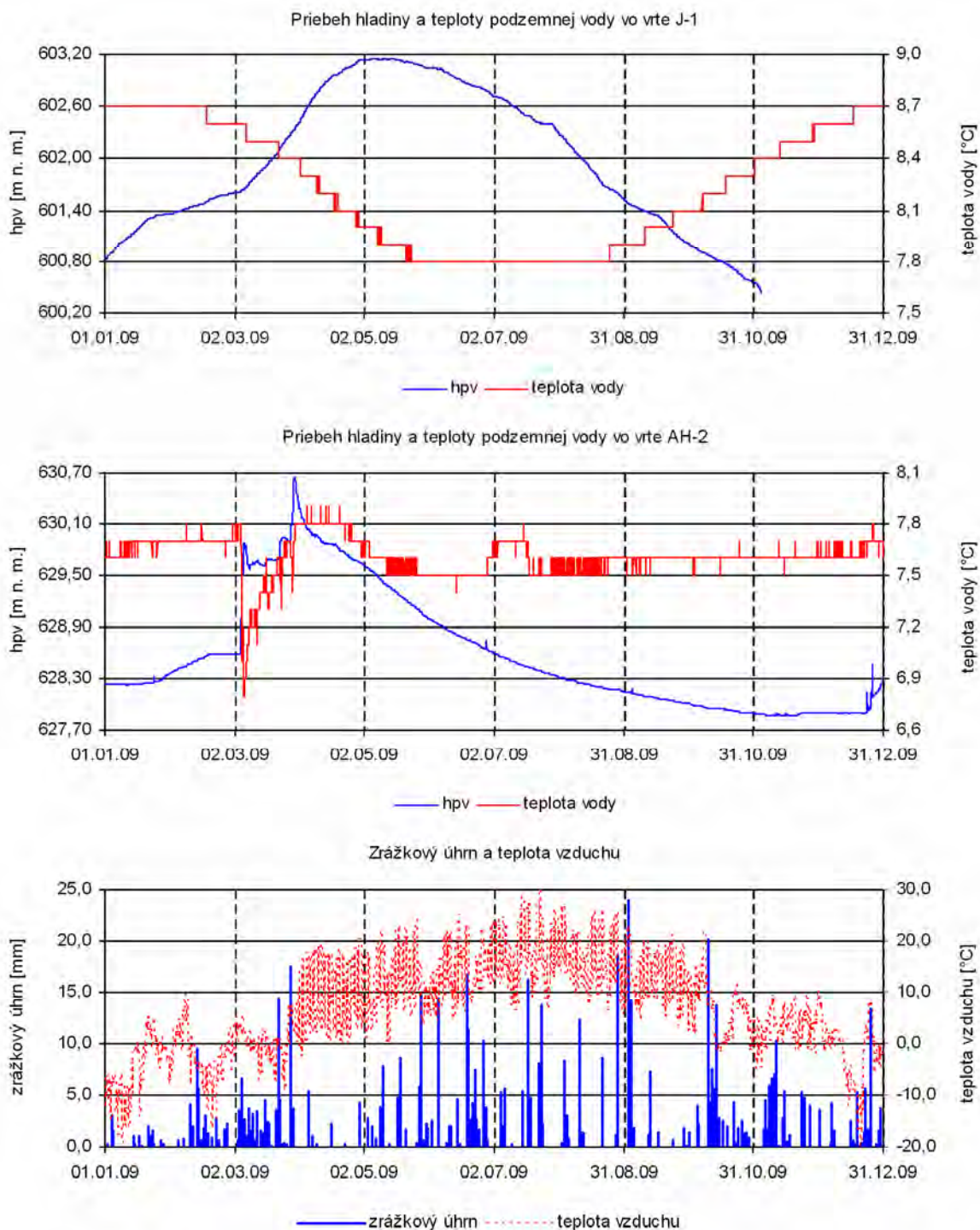
1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – lokálne zosuvy a zátřhy, 3 – geodetické body, 4 – inklinometrické vrty, 5 – línia profilu pre stabilné výpočty, 6 – miesta realizácie skúšok povrchovej reziduálnej napätosti, 7 – mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VI.07 –VII.08 – IV.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 8 – mierka vektora premiestnenia geodetických bodov za obdobie IV.07 – V.08 – VII.09

#### b/ Inklinometrické merania

V roku 2008 bol nevýrazný nárast deformácie nameraný vo vrte M-2 (rýchlosť pohybu stúpla z  $4,11 \text{ mm.rok}^{-1}$  na  $4,63 \text{ mm.rok}^{-1}$  v hĺbke 3,65 m). Dôležitý vrt JO-1, v ktorom bola v posledných rokoch zaznamenávaná aktivita transportačnej časti zosuvu bol porušený vonkajším zásahom. Vrt bol v lete 2008 opravený, žiaľ, nemožno v ňom nadväzovať na predchádzajúce merania, preto v lete 2008 bolo vo vrte vykonané základné inklinometrické meranie.

V roku 2009 bola výrazná deformácia inklinometrickej pažnice nameraná v plytkých polohách vrta M-3 (v hĺbke okolo 2,6 m deformácia 6,3 mm za cca 9 mesiacov). Rýchlosť deformácie okolo 2 mm za rok bola zistená i v hlbších polohách tohto vrta (obr. 2.1.57a, príl. 1.9). Najvýraznejšia deformácia však bola zaznamenaná pri prvom etapovom meraní v obnovenom vrte JO-1A (v hĺbke 10,4 m od povrchu deformácia 7,64 mm za cca 10 mesiacov). Táto skutočnosť ilustruje pokračujúcu pohybovú aktivitu zosuvu po hlbšej





Obr. 2.1.58: Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (hpv) a jej teploty automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch J-1 a AH-2 na lokalite Okoličné v roku 2009, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21 130)

#### c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V roku 2008 vo vrte J-1 s nainštalovaným automatickým hladinomerom bola nameraná priemerná úroveň hladiny podzemnej vody 6,17 m, v roku 2009 úroveň podzemnej vody

mierne klesla (na hodnotu 6,3 m pod úrovňou terénu). Podobne vo vrte AH-2 predstavovala priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2008 3,72 m a v roku 2009 klesla na hodnotu 3,92 m. Kolísanie hladiny podzemnej vody, zaznamenané hladinomerami v rokoch 2008 a 2009, malo približne rovnaký charakter (obr. 2.1.58, príl. 1.9).

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov v roku 2009 oproti roku 2008 stúpila a predstavovala  $21,01 \text{ l.min}^{-1}$ . Najväčšie kolísanie výdatnosti v priebehu roku 2009 bolo zaznamenané vo vrtoch V-102 (až  $33 \text{ l.min}^{-1}$ ) a V-101 ( $12,4 \text{ l.min}^{-1}$  – obr. 2.1.57b, príl. 1.9).

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o režimových pozorovaniach dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21 130). Žiaľ, stanica Liptovský Mikuláš (indikatív 21 060) je od decembra 2009 mimo prevádzky.

Na stanici Liptovský Mikuláš-Ondrášová bol dlhodobý zrážkový priemer 667,82 mm. Za rok bol v roku 2008 zaznamenaný zrážkový úhrn 655,2 mm, čo predstavuje 98,11 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako normálny rok. V roku 2009 predstavoval zrážkový úhrn 652,6 mm (čo predstavuje 97,72 % dlhodobého zrážkového priemeru a hodnotí sa ako normálny rok).

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

#### a/ Geodetické merania

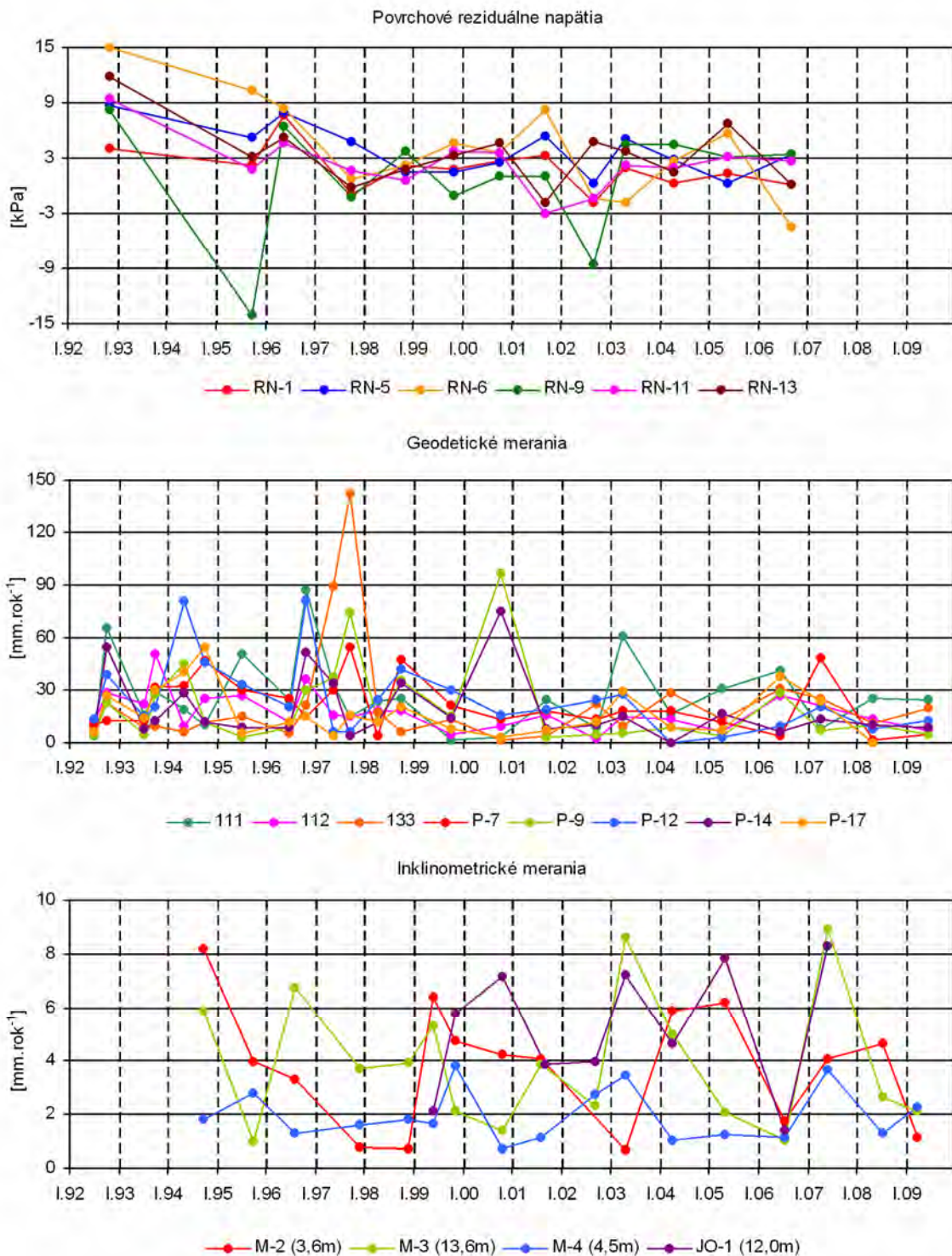
Z hľadiska dlhodobých zmien pohybu niektorých pozorovacích bodov možno po výrazných výškových zmenách opačného charakteru (vzostupného a zostupného), zaznamenaných v rokoch 2006 a 2007, konštatovať určitú stabilizáciu prostredia v rokoch 2008 a 2009. Na celkovo stabilizovaný stav prostredia v posledných dvoch rokoch poukazujú i polohové zmeny vybraných bodov (obr. 2.1.59). Periodicky sa však vyskytujú výraznejšie pohyby, predovšetkým bodov v čele zosuvnej akumulácie (111, 112).

#### b/ Inklinometrické merania

Podobne ako pri geodetických meraniach aj výsledky inklinometrických meraní preukazujú v posledných dvoch rokoch určitú stabilizáciu prostredia (obr. 2.1.59). V období rokov 2002 až 2009 bolo výraznejšie stúpnutie pohybovej aktivity zaznamenané v roku 2007 (vrty M-3, JO-1). Z hľadiska dlhohodobej stability svahu je veľmi dôležitý ďalší vývoj deformácií, zaznamenaný vo vrte JO-1 na hlbšej šmykovej ploche zosuvu, ktorý sa po poškodení vrtu začal znova merať v septembri 2008.

#### c/ Merania povrchových reziduálnych napätí

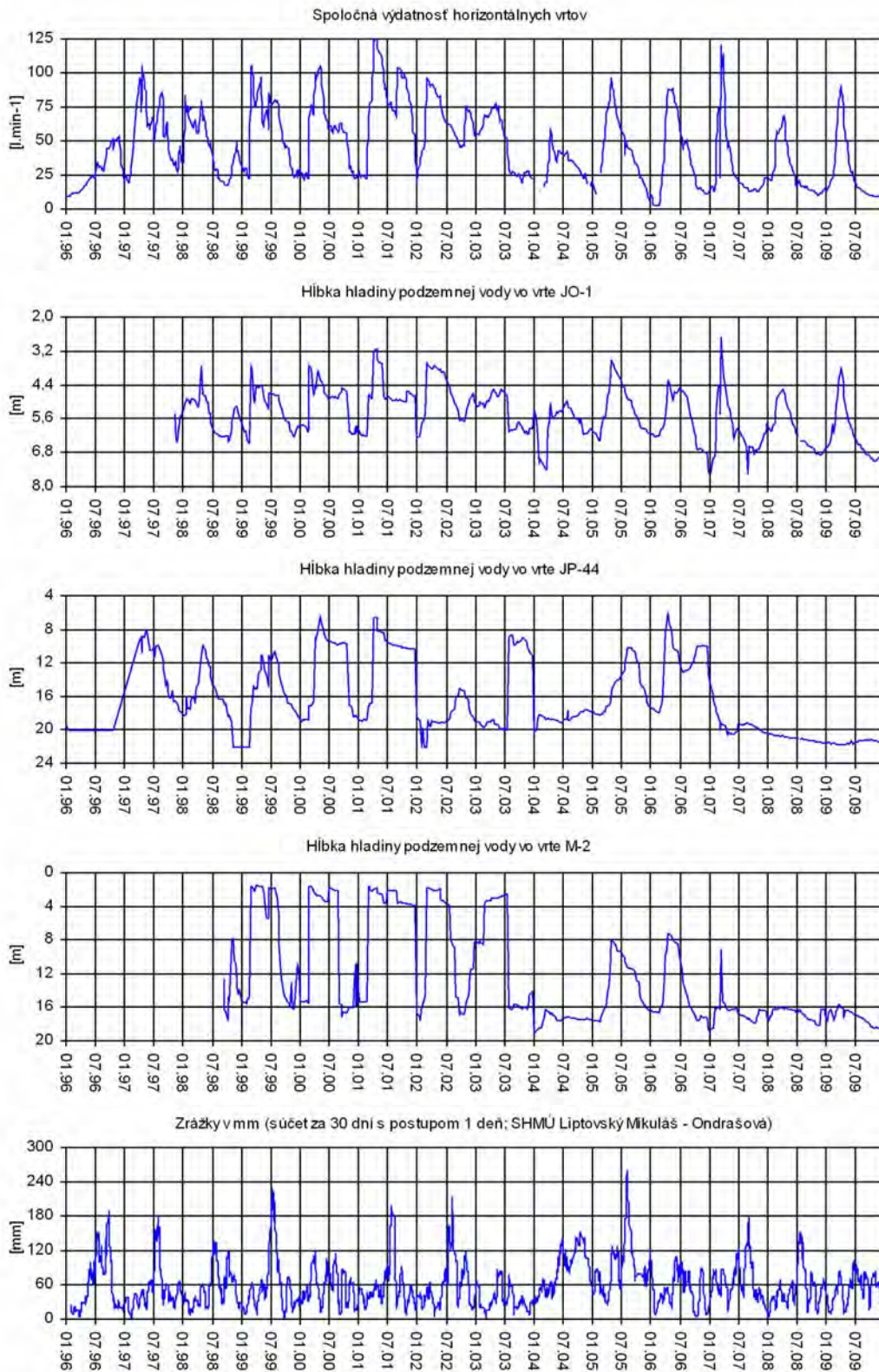
Výsledky meraní z rokov 1992 až 2006 sú znázornené na obr. 2.1.59, situovanie meraných bodov je na obr. 2.1.57a. Pri poslednom meraní v roku 2006 boli zmeny z tlaku na ťah zaznamenané v centrálnom úseku transportnej časti zosuvu a najvýraznejší nárast tlakových napätí bol nameraný v bode RN-5 v blízkosti odlučnej hrany zosuvu. Celkovo pri tomto meraní prevládala skôr pokles tlakových napätí a prechod k napätiam ťahového charakteru. Z dlhodobého vývoja povrchových reziduálnych napätí vyplýva určité ustálenie napätostného stavu v posledných rokoch merania.



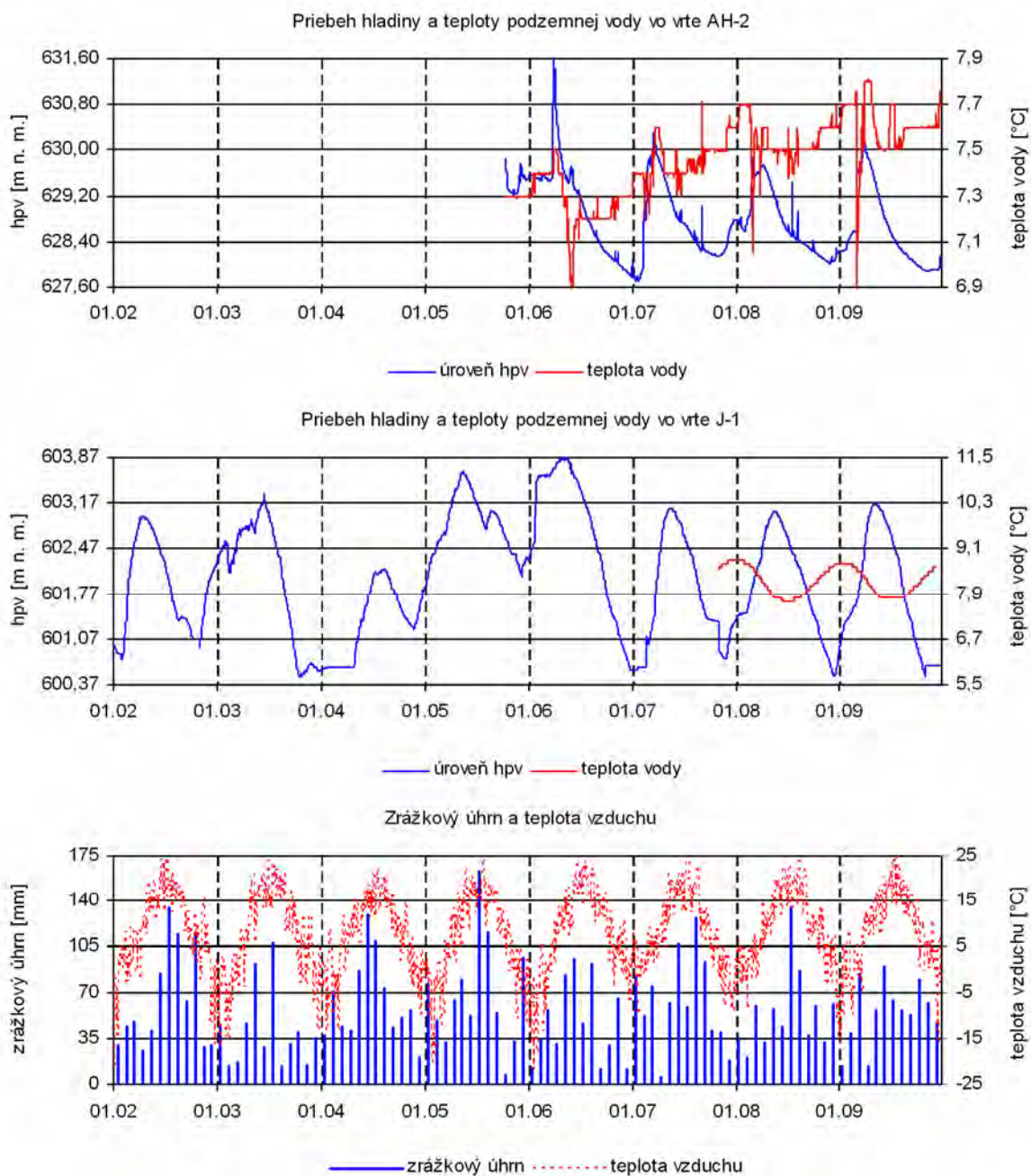
Obr. 2.1.59: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Okoličné

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na základe dlhodobých meraní je pre lokalitu charakteristický výrazný rozdiel úrovní hladiny podzemnej vody v piezometroch v rôznych ročných obdobiach pri zachovaní maximálnych úrovní v jarnom období (obr. 2.1.60). Piezometre M-2 a JP-44 v čele zosuvnej akumulácie (nad železničnou traťou) zaznamenali v posledných dvoch rokoch trvalo hlboko zaklesnutú hladinu podzemnej vody.



Obr. 2.1.60: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrto na lokalite Okoličné znázornené spoločne so zrážkovými úhrmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrašová



Obr. 2.1.61: Dlhodobý priebeh zmien úrovně hladiny podzemnej vody a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch AH-2 a J-1 na lokalite Okoličné spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová

Pravidelný ročný cyklus zmien hladiny podzemnej vody ilustrujú záznamy z automatických hladinomerov (obr. 2.1.61). Zmeny, zaznamenané hladinomerom vo vrte AH-2 nevykazujú za obdobie pozorovania od roku 2005 žiadne extrémny. Hladinomer vo vrte J-1 zaznamenal najvyššiu úroveň hladiny podzemnej vody v rokoch 2005 a 2006. Po výmene za novší typ prístroja sú v tomto vrte spoľahlivo zaznamenávané i zmeny teploty vody.



#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Zmeny spoločnej výdatnosti odvodňovacích vrtov sú znázornené na obr. 2.1.60. Z grafu vyplýva pokračujúca zákonitosť zmien v priebehu roka – výdatnosť stúpa v jarných mesiacoch, v strede leta sa prejavuje jej postupný pokles a menej výrazné stúpanie nastáva zvyčajne na jeseň. Pomerne prudký nárast výdatnosti bol zaznamenaný na jar 2007 (až nad  $100 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Jesenné stúpnutie výdatnosti horizontálnych vrtov sa v posledných rokoch už neprejavuje. Funkčnosť drenážnych prvkov je vcelku dobrá, i keď sa na viacerých z nich prejavuje vplyv starnutia. Nevyhovujúce je však odvedenie drénovanej vody mimo zosuvné územie – jej veľká časť sekundárne infiltruje späť do telesa zosuvu a nepriaznivo vplýva na jeho stabilitu. Z tohto hľadiska majú špecifické postavenie vertikálne vrty JH-14 a JH-17, ktoré nemožno považovať za odvodňovacie objekty, pretože tlaková voda, ktorá z nich vyteká, v plnom rozsahu infiltruje do zosuvného územia.

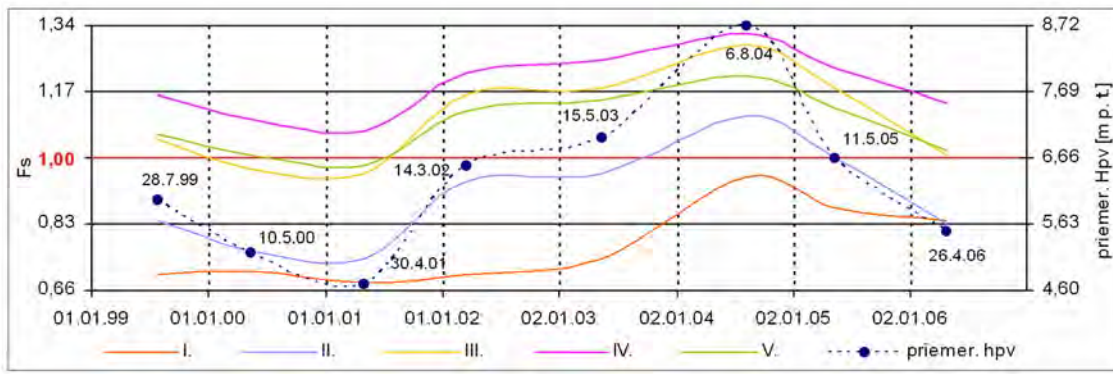
#### f/ Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

Stupeň bezpečnosti zosuvného svahu bol modelovaný na profile 1-1' (príl. 1.9), ktorý vedie od päty svahu v juhozápadnej časti cez železničný násyp a príľahlý zosuvný svah po kótu 718,0 m n. m. (obr. 2.1.57a) v severovýchodnej časti územia. Profil je päťkrát lomený s celkovou dĺžkou 720 m a s celkovým prevýšením 127,2 m.

Stupeň bezpečnosti bol počítaný na piatich čiastkových šmykových plochách (Míka, Ondrejka, 2006). Prvá a druhá šmyková plocha sa nachádzajú na juhozápadnej, akumuláčnej časti svahovej deformácie. Tretia šmyková plocha sa vytvorila v transportačnej časti zosuvu a štvrtá a piata šmyková plocha prechádzajú odlučnou časťou hodnotenej svahovej deformácie. Šmykové plochy pretínajú (v smere od povrchu územia do hĺbky svahu) deluviálne hliny a výrazne zvetraný horizont ílovcov. Bázu porušenia predstavujú podložné paleogénne ílovce vo flyšovom vývoji. Stabilitu svahu pozitívne ovplyvňujú delúviom prekryté sedimenty aluviálnej nivy Váhu a železničný násyp.

Pri výpočte sa uvažovalo s „najnepriaznivejšou hladinou“ podzemnej vody z desiatich vrtov M-4, M-2, J-1, JP-44, M-3, J6-B, JO-1, JH-14, J3-A a J3-B.

Ako najnepriaznivejšie obdobie, z hľadiska stavu hladiny podzemnej vody, je označený koniec apríla roku 2001 (obr. 2.1.62). Práve počas tejto etapy merania hladiny podzemnej vody medzná rovnováha bola prekročená na štyroch šmykových plochách. Naopak, stabilite najpriaznivejšie bol zhodnotený rok 2004, kedy aj počas obdobia s najvyššou priemernou hladinou podzemnej vody modelovaný stupeň bezpečnosti klesol pod hodnotu „1“ len na I. šmykovej ploche. Počas roku 2006 bola prekročená modelovaná medzná rovnováha na dvoch šmykových plochách (I. a II.). Celkovo, z hľadiska dlhodobiejšieho vývoja stupňa bezpečnosti, bol v roku 2006 preukázaný jeho pokles na všetkých šmykových plochách. Spôsobilo to stúpnutie hladiny podzemnej vody z konca apríla, kedy bola zaznamenaná tretia najvyššia priemerná hladina počas celého monitorovaného obdobia.



Obr. 2.1.62: Výsledky stabilitných výpočtov v profile 1-1' na lokalite Okoličné hpv – hladina podzemnej vody, I. až V. – predpokladané šmykové plochy, Fs – stupeň stability

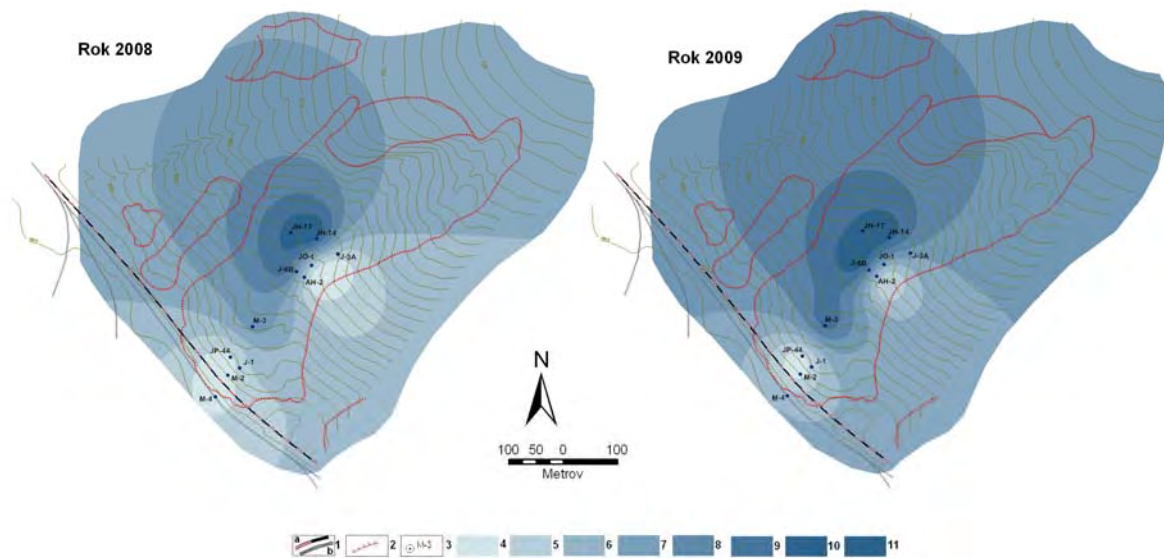
### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podobne, ako na lokalite Veľká Čausa, aj na lokalite Okoličné sme sa pokúsili o schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody za obdobie rokov 2008 a 2009. Vychádzalo sa z hodnotenia jednotlivých vrtov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6. Z výsledkov hodnotenia vyplýva, že trvalo nepriaznivý stav je v centrálnej časti transportačnej oblasti zosuvu, čo spôsobujú prelivové vrty JH-17 a JH-14. V roku 2009 sa táto nepriaznivá oblasť rozšírila v dôsledku menej priaznivého hodnotenia vrtov J-6B a M-3 (obr. 2.1.63).

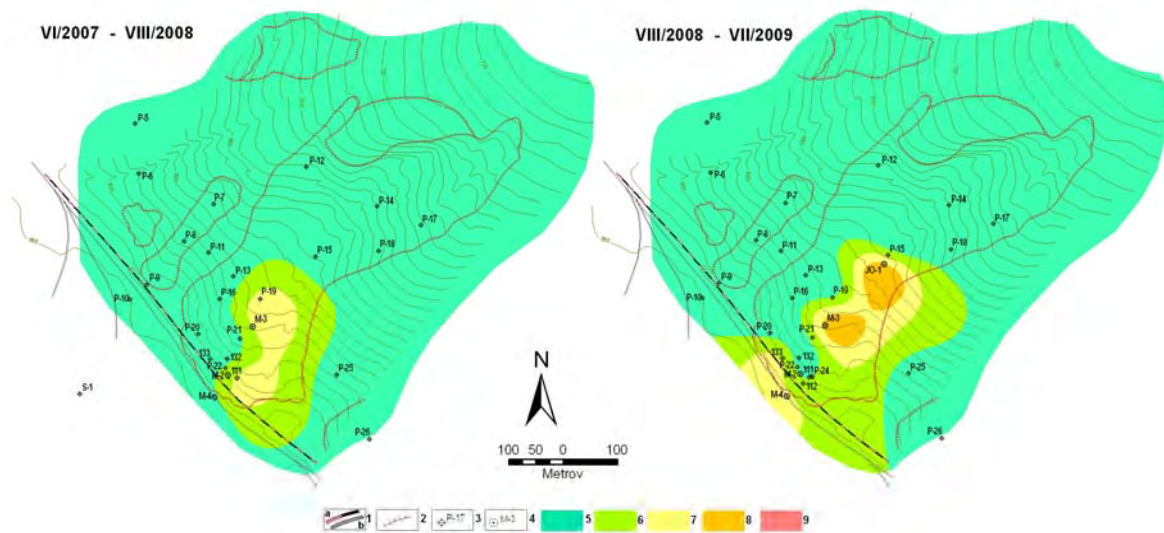
Zmeny deformácií i napätostného stavu sú prehľadnou formou vyjadrené metódou multikritériálneho hodnotenia (v súlade s tab. 2.1.5) na obr. 2.1.64. Výsledky hodnotenia za obdobie VI. 2007 až VIII. 2008 charakterizujú podstatne stabilnejší stav prostredia v porovnaní s obdobím VIII. 2008 až VII. 2009. Túto skutočnosť spôsobili predovšetkým inklinometricky zaznamenané deformácie vo vrtoch M-3 a predovšetkým JO-1.

Z pozorovaní v roku 2009 vyplýva, že geodetickými meraniami identifikovaná aktivita čela zosuvnej akumulácie nevelkého rozsahu (body 111 a 133) je viazaná pravdepodobne iba na povrchovú vrstvu zemín, pretože inklinometrické merania vo vrte M-2 nepreukázali prakticky žiadnu zmenu v hlbších polohách horninového profilu. Najväčšia pohybová aktivita bola opätovne zaznamenaná v obnovenom vrte JO-1A v transportačnej časti zosuvu na úrovni významnej šmykovej plochy v hĺbke 10 až 11 m pod povrchom terénu. Najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody bola nameraná v jarných mesiacoch, najnižšia v novembri. Sumárna priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení mierne stúpla. Ročný zrážkový úhrn v rokoch 2008 a 2009 bol približne rovnaký (zrážkovo normálne roky).

Dôsledky výrazných vertikálnych pohybů v čele zosuvu v rokoch 2006 a 2007 sa však zachovali – v určitých úsekoch zosuvnej akumulácie je výrazne deformovaná poľná cesta pri trati a zvýraznili sa i deformácie odvodňovacieho rigolu, umiestneného paralelne so železničnou traťou. V posledných dvoch rokoch však výsledky monitorovacích pozorovaní preukázali celkovo stabilizovaný stav zosuvného svahu. Najvýznamnejšie prejavy pokračujúcej pohybovej aktivity sú trvalo zaznamenávané v centrálnej časti transportačnej oblasti zosuvu (vrt JO-1). Vzhľadom na vysoký celospoločenský význam lokality je potrebné i v ďalšom období ponechať doterajší rozsah i frekvenciu monitorovacích meraní, ktoré sa môžu upraviť v prípade realizácie projektovanej preložky trate mimo pätú zosuvného svahu.



Obr. 2.1.63: Schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody v priebehu rokov 2008 a 2009 (podľa hodnotiacej škály uvedenej v tab. 2.1.6)  
 1 – železničná trať: a/ hlavná trať Košice – Žilina, b/ priemyselná vlečka, 2 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 3 – piezometrické vrty, v ktorých sa hodnotilo kolísanie hladiny podzemnej vody, 4 až 11 – stupne 1 až 8 hodnotiacej škály (v súlade s tab. 2.1.6)



Obr. 2.1.64: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.5) na lokalite Okoličné za roky 2007 až 2009  
 1 – železničná trať: a/ hlavná trať Košice – Žilina, b/ priemyselná vlečka, 2 – ohraničenie zosuvov, 3 – body geodetickej siete, 4 – inklinometrické vrty, 5 – stabilný stav častí územia, 6 – náznaky pohybovej aktivity zosuvu, 7 – mierne aktívny stav, 8 – aktívny stav, 9 – vysoko aktívny stav

#### 2.1.4.10. Lokalita Liptovská Mara

##### *Stručná charakteristika lokality*

Veľkomarský zosuv sa nachádza na pravostrannom zaviazaní zemnej hrádze VD Liptovská Mara (na jej návodnej strane – obr. 2.1.65). Zosuvné územie pozostáva z viacerých čiastkových prúdových a plošných zosuvov rôzneho veku s charakteristickými deformáciami blokového typu vo vyšších častiach svahu. Veľkomarský zosuv vznikol v území budovanom paleogénnymi horninami Liptovskej kotliny (ílovcovo-pieskovcové súvrstvie) miestami značne porušenými zlomovou tektonikou. Zosuv má dĺžku 900 m a šírku 550 m (obr. 2.1.66), hrúbka zosunutých hmôt v akumuláčnej oblasti presahuje 30 m.



Obr. 2.1.65: Lokalizácia Veľkomarského zosuvu na pravom brehu vodnej nádrže Liptovská Mara; značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti



Obr. 2.1.66: Celkový pohľad na Veľkomarský zosuv; obvod zosuvu je ohraničený červenou líniou (spracoval M. Kopecký, 2007)

Predpokladaná kubatúra zosunutých materiálov dosahuje až 4,5 mil. m<sup>3</sup>. Materiál zosuvu je presunutý cez údolné náplavy Váhu až do vzdialenosti 60 m od pôvodného svahu (Nemčok, 1982). Podrobný prieskum zosuvu sa uskutočnil v súvislosti s výstavbou priehradu vodného diela Liptovská Mara. Následné sanačné práce boli sústredené na zabezpečenie stability svahu (protiabrázne prísypy, horizontálne odvodňovacie vrty, povrchové odvodňovacie rigoly a štrkové steny). Súčasne už od roku 1975 sa začali pravidelné monitorovacie pozorovania, ktoré zabezpečuje Technicko - bezpečnostný dozor (TBD) vodného diela.

#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Z hľadiska monitorovania má lokalita veľkomarského zosuvu osobitné postavenie. Vlastné monitorovacie merania – geodetické (raz do roka) a režimové (raz za 2 týždne) – sú vykonávané pracovníkmi VD Liptovská Mara. V rámci riešenia úlohy sa spracovávajú a vyhodnocujú. Prehľad meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 je zhrnutý v tab. 2.1.17.

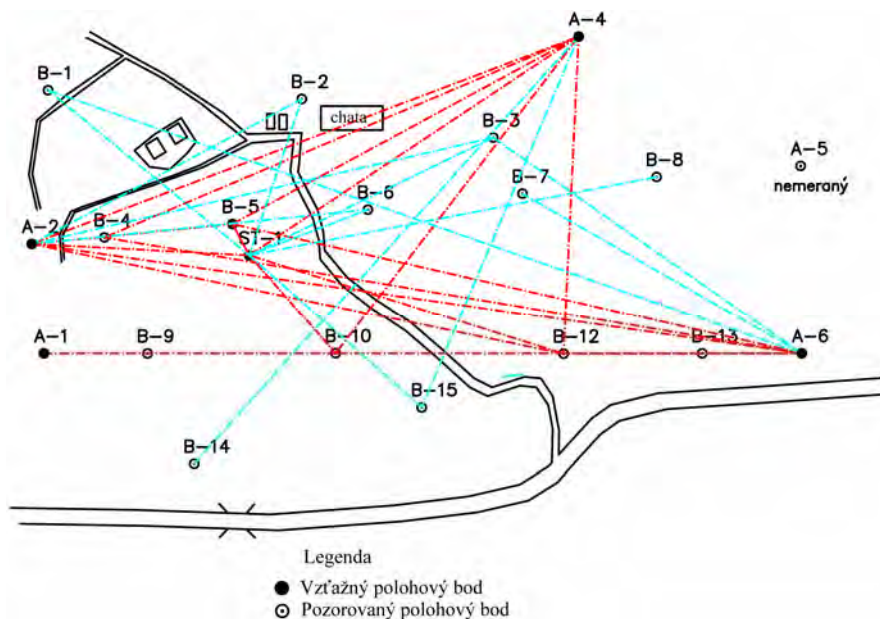
Tab. 2.1.17: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Liptovská Mara v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Geodetické (terestrické)	12 pozorovacích bodov 3 vzťažné	B-1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,13,15 A-2,4,6	1 (25. – 28. august)	1 (27. – 29. júl)
Geodetické (GNNS)	11 pozorovacích bodov 4 vzťažné	B-1,3,4,5,6,7,8,10,12,13,15 A-2,4,6, VI	1 (24. september)	1 (30. júl)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	23	J-2, 3A, 3B, 6A, 6B, 7A, 7B, 9, 11A, 11B, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20A, 22, 23, 25, 29A, 29B <i>Koncom roku 2009 TBD vodnej stavby nainštaloval do 12 vrtov automatické hladinomery.</i> <i>5.11. do vrtov: J-2, J-3B, J-6A, J-12, J-20A, J-29B;</i> <i>3.12. do vrtov: J-3A, J-14, J-16, J-17, J-18</i> <i>30.9. do vrtu J-29A</i>	27 (1x za 2 týždne)	26 (1x za 2 týždne)
	3	J-10, J-19, J-5 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu) <i>Do vrtu J-5 bol hladinomer nainštalovaný 18.06.2009.</i>	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	23	V-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, HV-10	27 (1x za 2 týždne)	26 (1x za 2 týždne)
Meranie hladiny vody v nádrži	1	Automatický zapisovač	kontinuálne	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Zrážkomerná stanica na hrádzi	denné úhrny zrážok	

## Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

### a/ Geodetické merania

Na lokalite došlo v minulosti k zmene metodiky merania. Okrem toho, už dlhšiu dobu je konštatovaná nestabilita pevných bodov geodetickej siete. V dôsledku toho sa výsledky meraní analyzujú iba relatívne – vzájomným porovnávaním, a uvažuje sa o vybudovaní novej siete geodetických bodov. Aktuálny stav rozmiestnenia bodov geodetickej siete je na obr. 2.1.67. V komentári uvádzame skutočnosti zistené meraniami v rokoch 2008 a 2009 (Kopecký, 2009).



Obr. 2.1.67: Rozmiestnenie vzťažných a pozorovaných polohových bodov na Vel'komarskom zosuve (schéma podľa Technicko-bezpečnostného dozoru vodnej stavby Liptovská Mara)

- A) Výškové zmeny pevných a pozorovaných bodov boli zisťované metódou veľmi presnej nivelácie (VPN).  
Merané pevné body A-1, A-2 a A-6 vykázali za obdobie IX.2008 – VII.2009 výškové zmeny od -0,5 mm do -3,1 mm. Ako celok vykazujú merané 3 pevné body od základného merania výškové zmeny charakteru poklesu od -3,8 mm do -15,4 mm.  
Všetky pozorované body zaznamenali za obdobie IX.2008 – VII.2009 výškové zmeny od -3,0 mm do +8,2 mm. Priemerne to predstavovalo -1,0 mm; vymyká sa iba bod B-14 (+8,2 mm), ktorý sa nachádza v spodnej časti zosuvného územia. Uvedený charakter pohybu tohto bodu bude potrebné overiť ďalším meraním.
- B) Polohové zmeny pevných a pozorovaných bodov boli merané trigonometrickou metódou. Polohové merania sú ovplyvnené značnou nestabilitou pevných bodov. Je zrejmé, že ak pevné body vykazujú pohyby, výrazne to ovplyvňuje presnosť merania pohybov blízkych pozorovaných bodov (vplyv pevného bodu A-6 na body B-12, B-13 a B-8). Túto skutočnosť potvrdzujú aj polohové zmeny pevných a pozorovaných bodov za obdobie IX.2008 – VII.2009.
- C) Po prvom polohovom meraní metódou GNSS (GPS), ktoré sa uskutočnilo v dňoch 30.7. – 3.8.2007 a meraní zo septembra 2008, bolo dňa 28.7.2009 touto metódou

vykonané ďalšie polohové meranie. Na meranie boli použité dve dvojfrekvenčné GPS aparatúry Leica rady 1200 a jedna trojfrekvenčná aparatúra Leica rady 1200. Meranie bolo uskutočnené v minimálne 30 minútových observáciách s intervalom ukladania dát 10 sekúnd. Do siete meraných bodov bol zahrnutý aj bod VI. zo siete vzťažných bodov priehrady Liptovská Mara, kde bola umiestnená referenčná stanica. Bod VI. bol zároveň vo vyrovnaní označený ako fixný, čím sa získala predstava o polohových zmenách všetkých pozorovaných a „pevných“ bodov na zosuve. Ako vyplýva z príl. 1.10, najväčšie polohové zmeny boli namerané na bode B-1 ( $dY = -12$  mm,  $dX = -19$  mm). Výsledné celkové polohové zmeny z merania GPS a terestrického merania vykazujú rovnakú tendenciu posunov. V roku 2008 sa priemerné rozdiely medzi nimi rádovo líšili okolo 10 mm v roku 2009 to už bolo priemerne iba 5 mm (príl. 1.10). Na spresnenie družicového merania je potrebné v okolí pozorovaných bodov odstrániť všetky stromy a kríky a udržiavať ich okolie v okruhu 10 m bez porastu. Pre ďalšie sledovanie a monitorovanie zosuvného územia bolo geodetmi z TBD odporučené vykonávať merania zvislých posunov metódou VPN a polohové zmeny sledovať použitím technológie GNSS (GPS), pri ktorom je možné pri použití rýchlej statickej metódy zabezpečiť presnosť určenia polohovej zmeny do 3 mm. Vzhľadom na stav siete geodetických bodov nie sú v príl. 1.10 vykonané hodnotenia v súlade s tab. 2.1.5.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

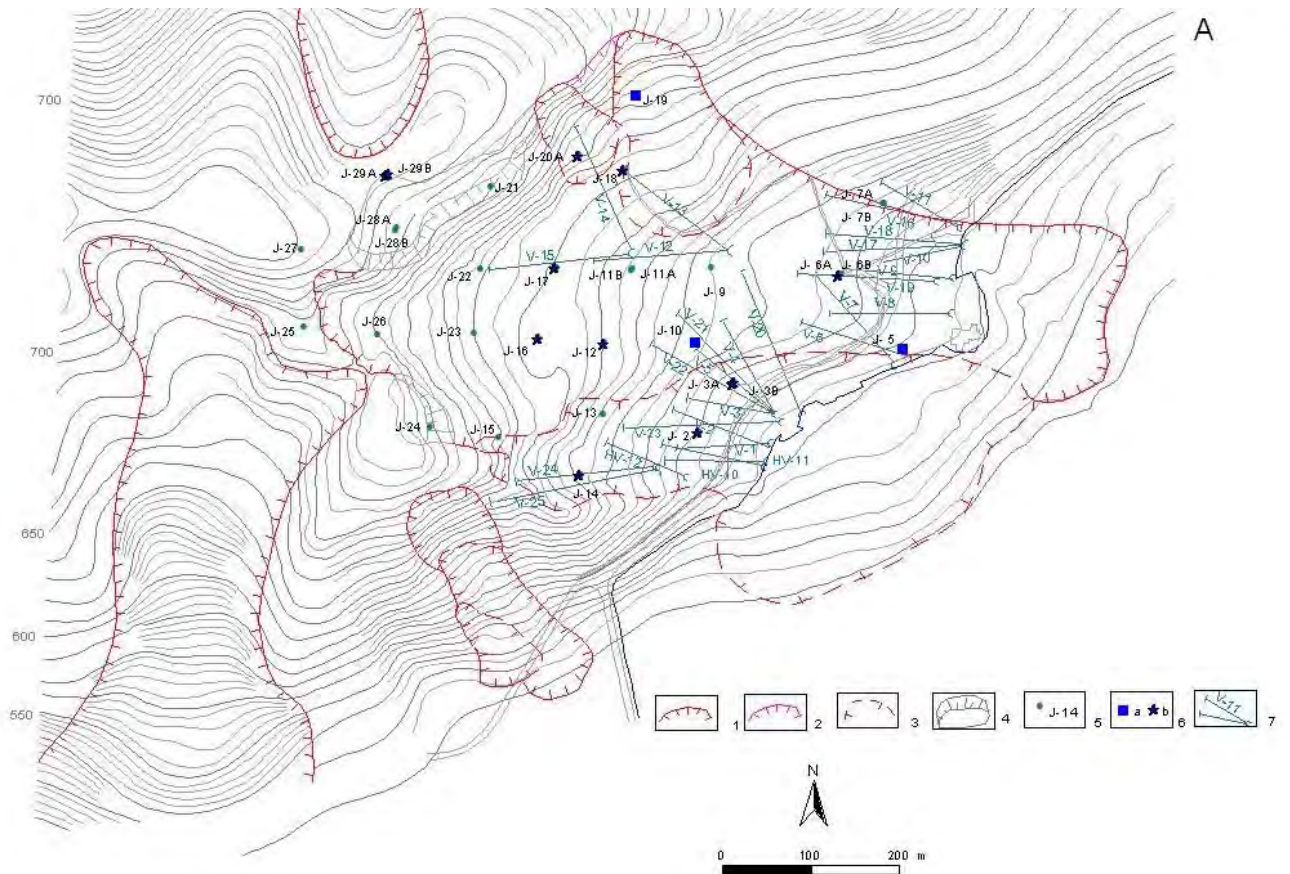
b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľmi

Z priebehu hladín podzemných vôd možno konštatovať, že ich kolísanie je odrazom klimatických pomerov na zosuve a v jeho širšom okolí (vplyv zrážok, topenia snehu, vegetačného obdobia a teploty ovzdušia). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2009 oproti roku 2008 mierne klesla.

Výsledky hodnotenia režimových pozorovaní v rokoch 2008 a 2009, vykonané v súlade s tab. 2.1.6 sú znázornené na obr. 2.1.68b (v časti a tohto obrázku je kvôli väčšej prehľadnosti znázornená situácia pozorovaných objektov).

Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody v roku 2009 bolo zaznamenané v piezometri J-16 (8,44 m). Naopak, najmenšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané v piezometroch J-6B, J-15 a J-22, čo pravdepodobne svedčí o ich nefunkčnosti (príl. 1.10).

Výpočtom bola zistená tzv. medzná (kritická) hladina podzemnej vody v niektorých piezometroch, ktorá nesmie byť dlhodobo prekročená, aby bola zabezpečená stabilita zosuvu (príl. 1.10). Na obr. 2.1.69, na ktorom sú znázornené priebehy hladiny podzemnej vody v jednotlivých piezometroch, je vyznačený aj ich vzťah k medznej hladine.

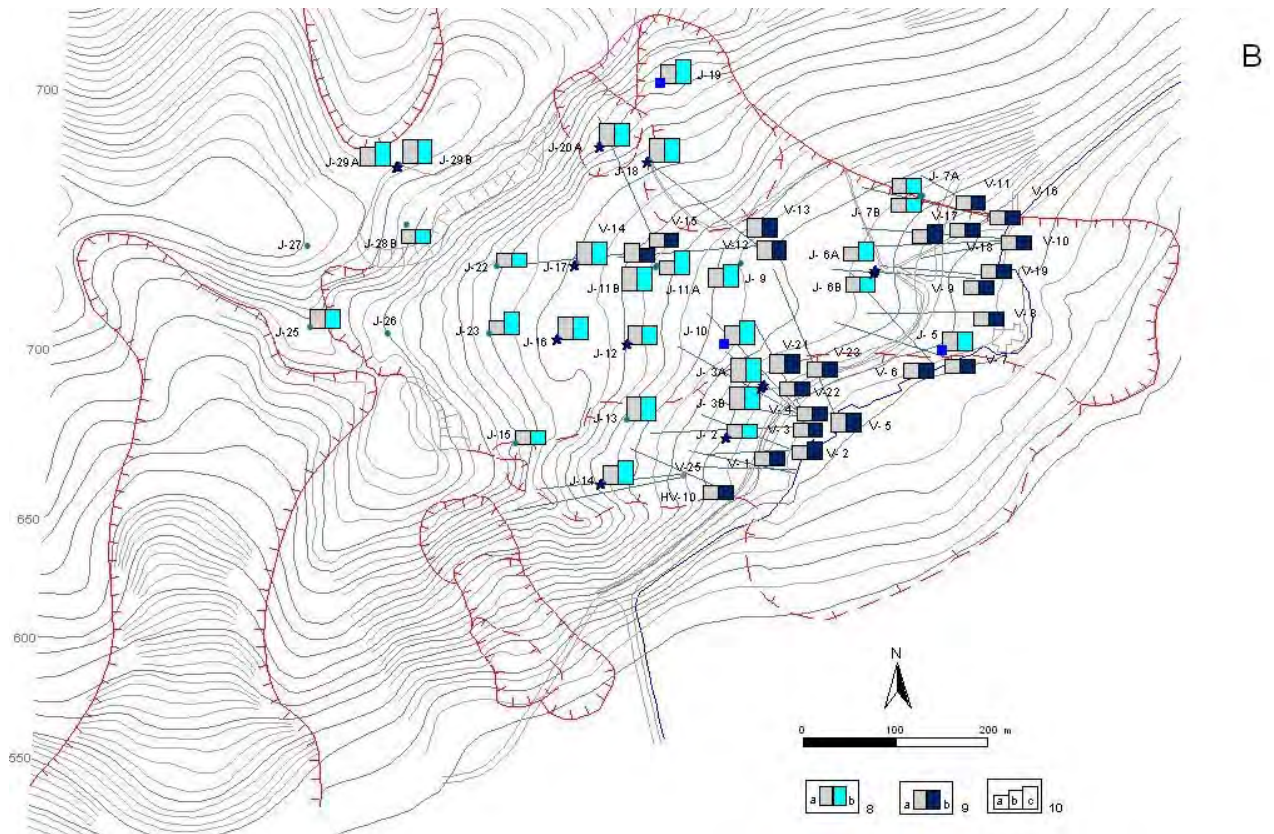


Obr. 2.1.68a: Lokalita Liptovská Mara – situácia monitorovacích objektov

1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – staršie potenciálne zosuvy, 3 – ohraničenie mladších čiastkových zosuvov, 4 – blokové polia, 5 – vertikálne vrty, 6 – vrty s automatickými hladinomermi: a – prevádzkovanými ŠGÚDŠ, b – inštalovanými TBD na jeseň 2009, 7 – horizontálne odvodňovacie vrty

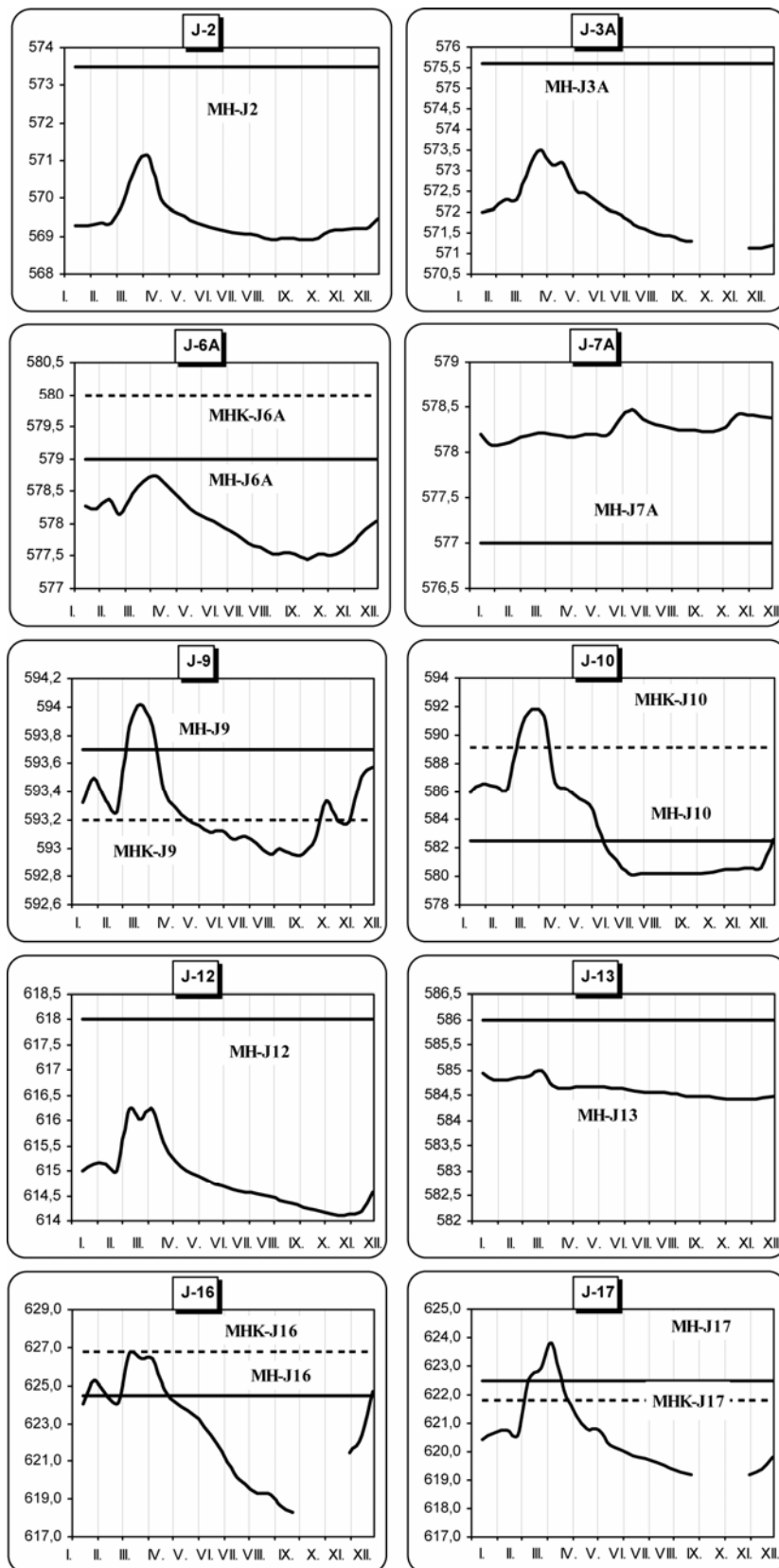
Možno konštatovať, že hladina podzemnej vody v roku 2009 bola trvalo nad medznou hladinou v piezometri J-7A (podľa metodiky HYCO) a podľa metodiky Kopeckého (2002) aj v piezometri J-11A (vzhľadom na jeho stav sa hladina podzemnej vody nemeria, ale voda pri maximálnych stavoch vyteká nad terén cez hrdzavú pažnicu). V piezometri J-10 sa hladina podzemnej vody nachádza nad medznou hladinou počas prevažnej časti roka, podľa metodiky Kopeckého (2002) však medzná hodnota bola prekročená iba počas 1 mesiaca (príl. 1.10). Podobne bola prekročená medzná hladina ešte v piezometroch J-9, J-16 a J-17. V piezometroch J-2, J-6A, J-12 a J-3A hladina podzemnej vody nad kritickú (medznú) hladinu nevystúpila vôbec. Z uvedeného vyplýva, že hladinu podzemnej vody pod tzv. medznou hladinou sa stále nedarí udržať v piezometroch J-7A a J-11A.





Obr. 2.1.68b: Lokalita Liptovská Mara – výsledky režimových pozorovaní

8 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 9 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 10 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť 1 až  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3)



Obr. 2.1.69: Kolísanie hladín podzemných vôd (m n. m.) vo vybraných piezometroch v roku 2009 a ich vzťah k medznej hodnote MH podľa HYCO (1980) a MHK podľa Kopeckého (2002)

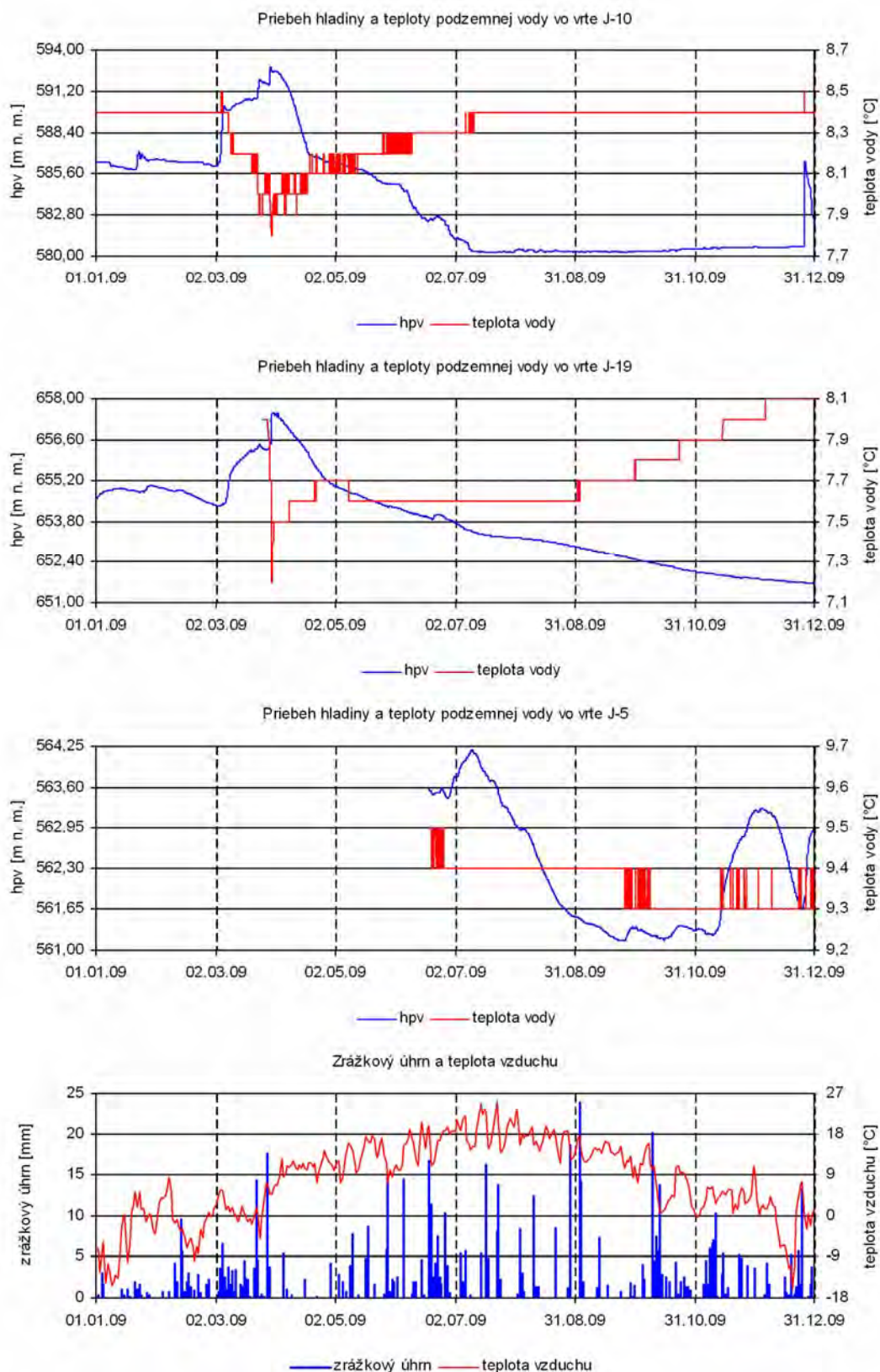
## b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Záznamy z automatických hladinomerov podávajú určite najobjektívnejšiu informáciu o kolísaní hladiny podzemnej vody. Na lokalite Liptovská Mara sú automatické hladinomery s kontinuálnym záznamom inštalované vo vrtoch J-10 a J-19 od roku 2003.

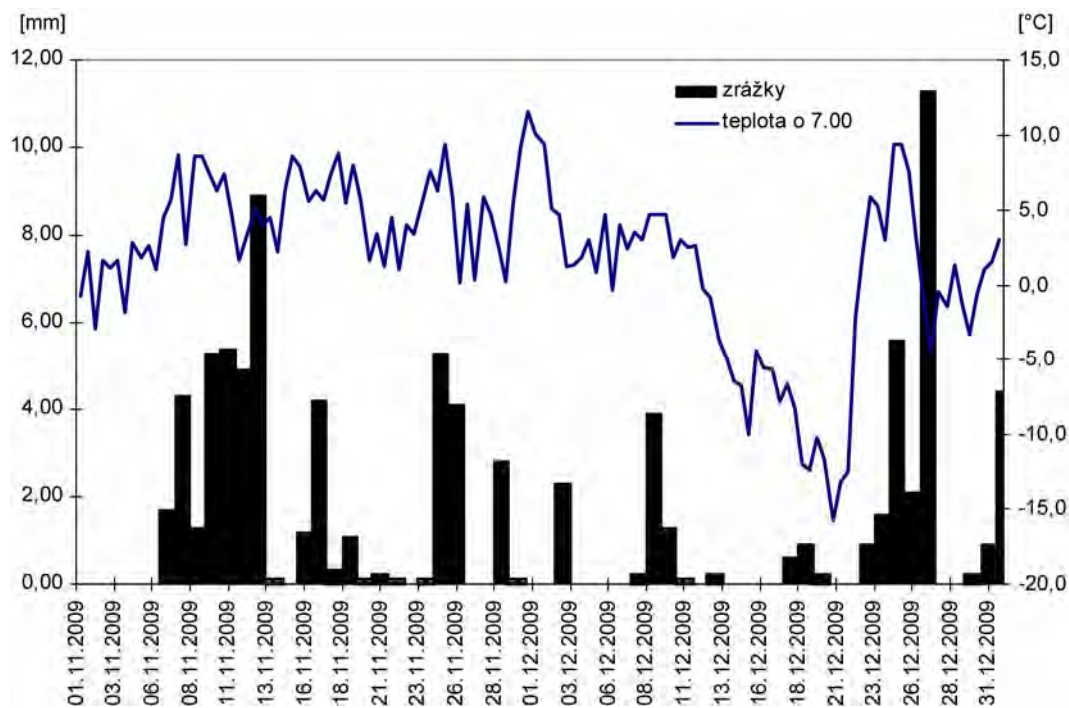
Vo vrte J-10 došlo v roku 2009 k výraznejšiemu nárastu hladiny podzemnej vody v dňoch 4. – 6. marca 2009, kedy hladina vystúpila v priebehu 2 dní o 3,5 m (obr. 2.1.70) v dôsledku topenia snehovej pokrývky. V hladinomeri vo vrte J-19 došlo k stúpnutiu hladiny podzemnej vody s retardáciou cca o 3 dni (7. – 9. marca). Ďalšie stúpnutie hladiny podzemnej vody nastalo koncom marca, kedy spadlo v dobe od 23. do 31. marca 2009 takmer 44 mm zrážok. Celkovo spadlo v marci 2009 80 mm zrážok, čo predstavuje 216 % dlhodobého priemeru tohto mesiaca. V ďalšom období nasledoval pokles hladiny podzemnej vody takmer až do konca roka vzhľadom na podnormálny výskyt zrážok. V noci z 25.12. na 26.12.2009 bolo v hladinomeri J-10 zaregistrované stúpnutie hladiny podzemnej vody o 5 m v priebehu 5 hodín. Bolo to vyvolané pravdepodobne topením snehovej pokrývky po prudkom oteplení z hodnoty  $-15^{\circ}\text{C}$  (20.12.) na  $+9,3^{\circ}\text{C}$  (25.12.) a zároveň dažďovými zrážkami v období z 24. na 26.12.2008 (19 mm) – obr. 2.1.71.

Na zosuve boli v októbri 2009 v 6 objektoch a v novembri 2009 v ďalších 6 objektoch inštalované automatické hladinomery so záznamom každé 2 hodiny, ktoré prevádzkuje TBD vodného diela. Správna funkčnosť zariadení nebola ešte definitívne overená. Pre zaujímavosť je na obr. 2.1.72 vyjadrený priebeh hladiny podzemnej vody zaznamenaný novoinštalovanými hladinomerami. Z obrázku vyplýva, že na topenie snehu a zrážky koncom decembra zareagovala zreteľne hladina podzemnej vody v piezometroch J-16 a J-29B. Priebeh hladiny v obidvoch piezometroch pravdepodobne vyjadruje kolísanie I. plytšieho horizontu – tak ako je to v piezometri J-10.

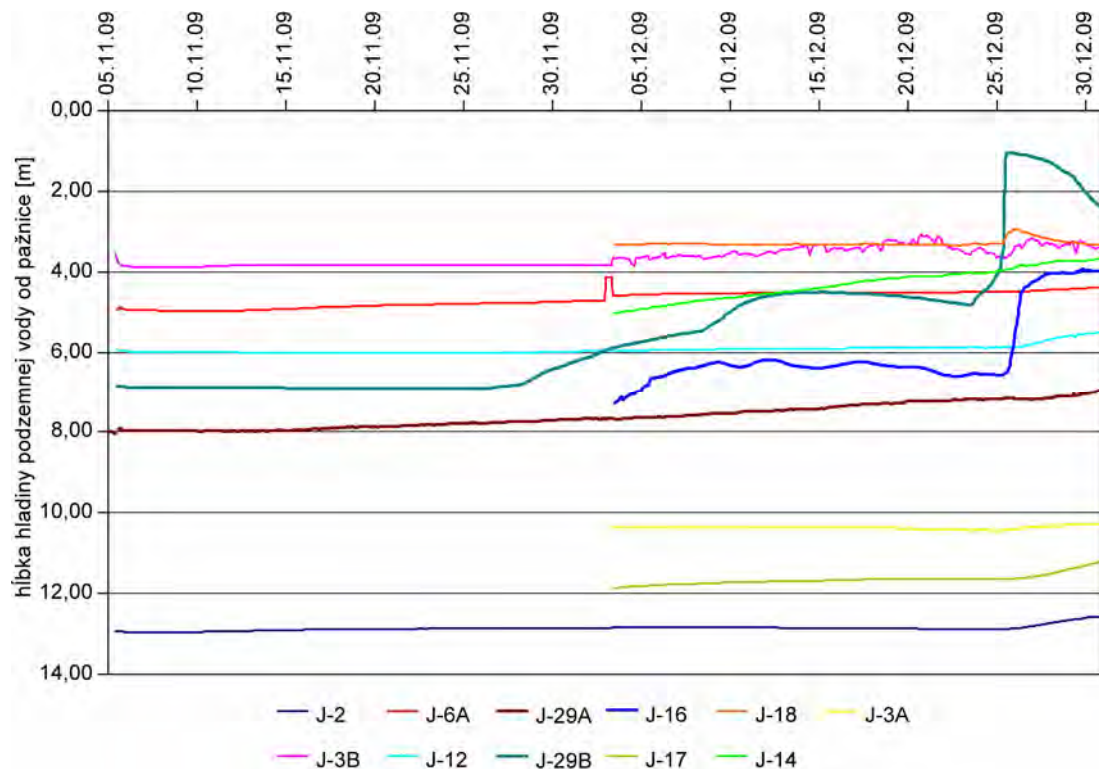
18. 6. 2009 bol automatický hladinomer nainštalovaný aj vo vrte J-5. Za obdobie jeho funkčnosti bolo zistené, že hladina podzemnej vody v tomto vrte kolíše v závislosti od kolísania hladiny v nádrži, pričom nebolo zaznamenané vystúpenie hladiny vody v nádrži nad úroveň hladiny podzemnej vody v čele zosuvu. Minimálny rozdiel medzi hladinou vo vrte a v nádrži bol 11 cm (obr. 2.1.73). Z obrázku vyplýva, že hladina podzemnej vody v piezometri J-5 neklesla pod hodnotu 561 m n. m. ani pri ďalšom poklese hladiny v nádrži. Za celé obdobie monitorovania hladiny vody vo vrte J-5 (roky 1974 – 2010) bola zistená najnižšia hladina v tomto piezometri na úrovni 559,60 m n. m. Naopak, výraznejší vzostup hladiny vody v nádrži sa takmer okamžite prejaví na vzostupe hladiny podzemnej vody v piezometri J-5. Podľa presnejších analýz dochádza k vzostupu hladiny vody vo vrte po vzostupe hladiny v nádrži s retardáciou cca 12 – 13 hodín.



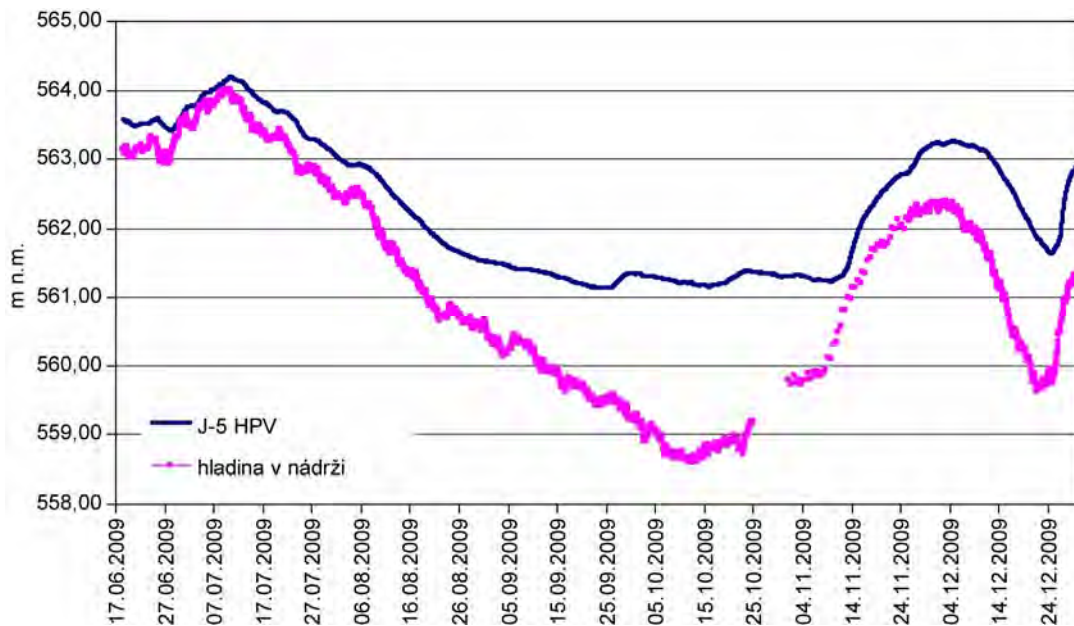
Obr. 2.1.70: Priebehy zmien hladiny podzemnej vody a teploty zaznamenané automatickými hladinomermi umiestnenými vo vrtoch J-10, J-19 a J-5 na lokalite Liptovská Mara v roku 2009, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a teplotou vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21 130)



Obr. 2.1.71: Priebec teplôt a zrážky v novembri a decembri 2009



Obr. 2.1.72: Priebec úrovne hladiny podzemnej vody v piezometroch s novonainštalovanými automatickými hladinomerami



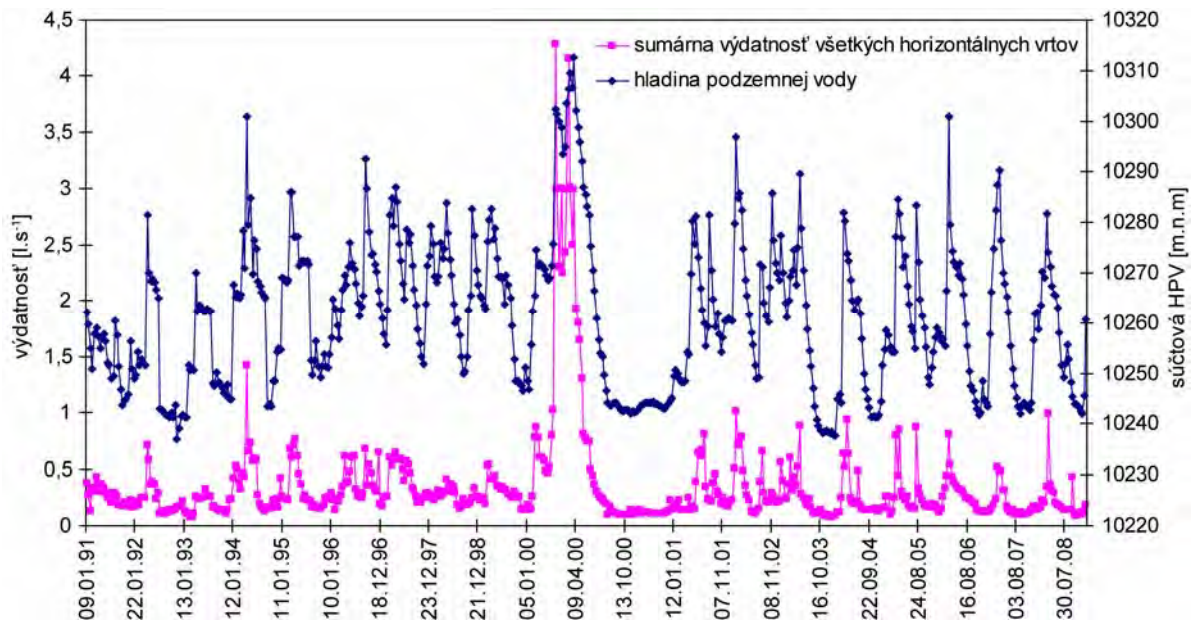
Obr. 2.1.73: Závislosť kolísania úrovne hladiny podzemnej vody v piezometri J-5 od kolísania vody v nádrži

#### c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Vo všeobecnosti možno povedať, že výdatnosť odvodňovacích horizontálnych vrtov sleduje celkový stav hladín podzemných vôd v piezometroch. Celková priemerná výdatnosť všetkých meraných odvodňovacích vrtov v roku 2009 stúpila a predstavovala  $15,82 \text{ l.min}^{-1}$  (príl. 1.10).

Na obr. 2.1.74 je znázornené porovnanie súčtovej hladiny podzemnej vody (súčet hĺbok hladiny podzemnej vody v piezometroch, ktoré ju v danom období mali merateľnú) a sumárnej výdatnosti všetkých horizontálnych vrtov na zosuve. Z obrázku vyplýva, že maximálne stavy hladín podzemných vôd sa v piezometroch držia dlhšiu dobu, ako vo väčšine horizontálnych vrtov ich maximálne výdatnosti (reagujú oneskorene a krátkodobo). Najväčšie množstvo vody je teda horizontálnymi vrtmi zo zosuvu odvádzané krátkodobo v čase maximálnych stavov podzemných vôd a tým si plnia svoju funkciu znižovania vztlakového účinku podzemných vôd (Kopecký, 2009).

Na odvodňovacích horizontálnych vrtoch sa pracovníkmi TBD vykonala ich inšpekcia kamerou, pričom najväčšia priechodnosť bola zistená iba do vzdialenosti 30 m od ústia vrtu (v 2 vrtov), vo väčšine bolo možné zaviesť kameru iba do vzdialenosti niekoľko metrov. Z uvedeného vyplýva, že je nutné nefunkčné horizontálne odvodňovacie vrty buď prečistiť, alebo zrealizovať nové.



Obr. 2.1.74: Závislosť medzi stavom hladín podzemných vôd na zosuve (súčet hladín) a sumárnou výdatnosťou horizontálnych odvodňovacích vrtov

#### d/ Meranie hladiny vody v nádrži

Úroveň hladiny vody v nádrži sa zaznamenáva automatickým kontinuálnym zapisovačom s hodinovým intervalom záznamu. V roku 2009 sa hladina vody v nádrži pohybovala na maximálnych hodnotách v júni a júli.

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

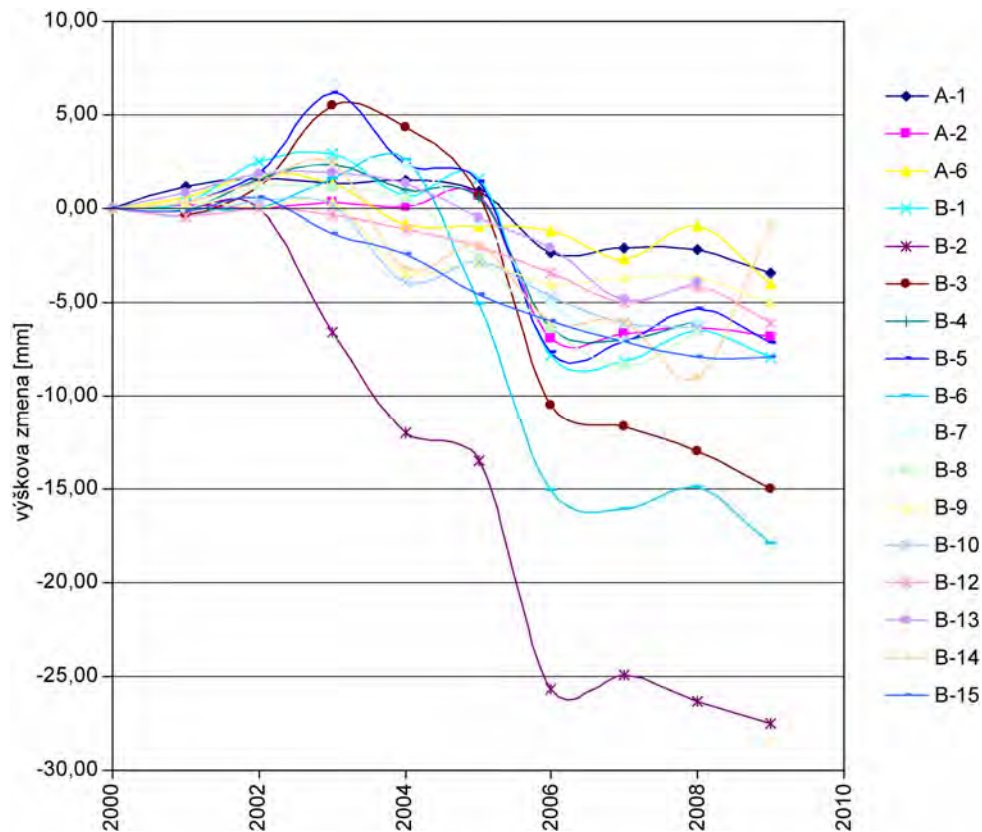
Dlhodobý priemer na lokálnej zrážkomernej stanici, umiestnenej na hrádzi Liptovská Mara predstavuje 562,25 mm. Ročný zrážkový úhrn za rok 2008 bol 559 mm, čo predstavuje 99,4 % dlhoročného priemeru (normálny rok). V roku 2009 bol zrážkový úhrn 603,6 mm (teda 107,4 % dlhodobého priemeru) čo predstavuje taktiež zrážkovo normálny rok.

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

##### a/ Geodetické merania

Vzhľadom na závažné nedostatky v technickom stave geodetickej siete monitorovacích bodov (už spomínaná nestabilita pevných bodov), je diskutabilné dlhodobé hodnotenie vývoja ich priestorových zmien. Zo vzájomných porovnaní výsledkov z jednotlivých rokov vyplýva, že určitá aktivizácia vertikálnych pohybov bola zaznamenaná v rokoch 2005 a 2006. Naopak, v rokoch 2007 a 2008 došlo k utlmeniu vertikálnych pohybov. Výškové meranie v roku 2009 poukázalo na možné pokračovanie poklesu bodov B-6, B-2 a B-3 v odľučnej oblasti, ktoré by mohlo naznačovať nové oživenie svahových pohybov. Uvedenú skutočnosť preukazujú súčtové čiary výškových zmien pevných a pozorovaných bodov za posledných 9 rokov, ktoré sú znázornené na obr. 2.1.75.

Polohové meranie metódou GNSS (GPS – s presnosťou do 3 mm) sa na lokalite realizovalo v roku 2009 iba tretíkrát. Najväčšie polohové zmeny oproti roku 2008 boli týmito meraním zistené na bodoch B1, B6 a B7. Výraznejšie polohové zmeny boli zistené aj na bode A-2, ktorý je v terestrickom meraní považovaný za pevný bod, čím mohli byť výsledky uvedených meraní ovplyvnené.



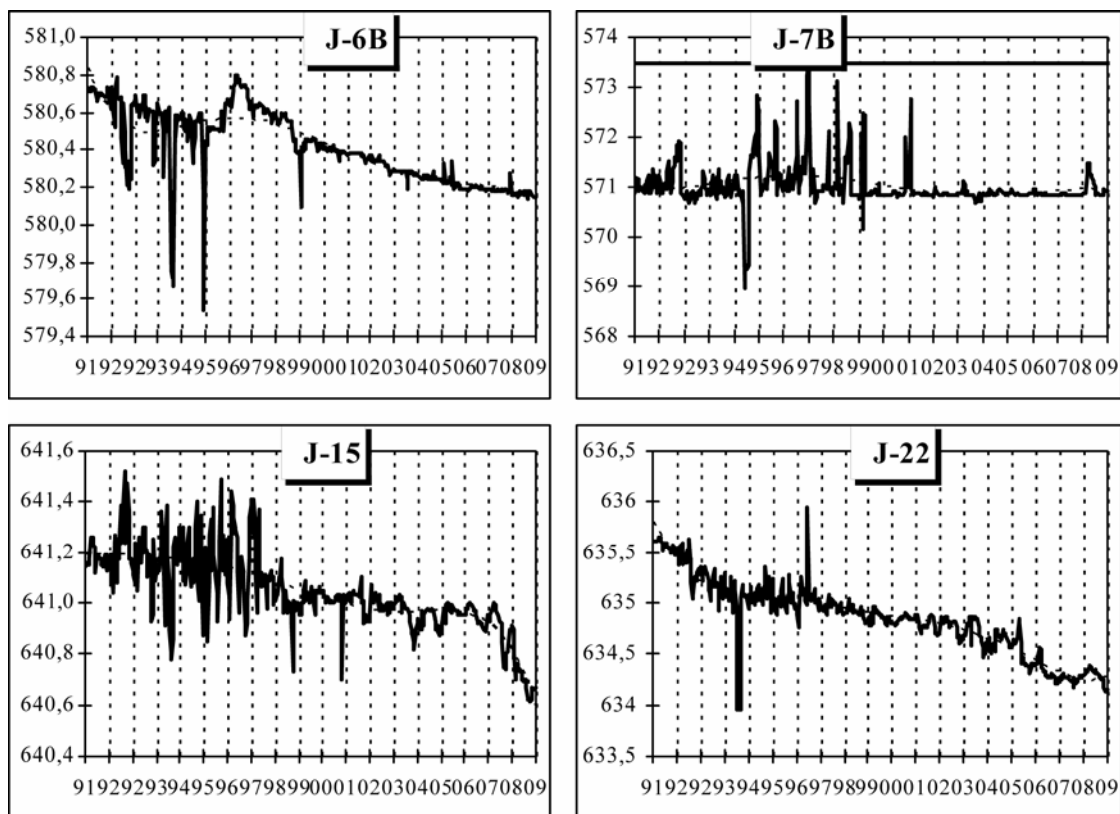
Obr. 2.1.75: Súčtové čiary výškových zmien pevných a pozorovaných bodov za roky 2000 – 2009

#### b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Dlhodobý trend znižovania kolísania hladiny podzemnej vody v niektorých vrtoch a tým aj postupu stratu ich funkčnosti ilustruje obr. 2.1.76.

Zákonitosti kolísania hladiny podzemnej vody ilustruje aj dlhodobý záznam automatických hladinomerov (obr. 2.1.77). Cyklus kolísania hladiny podzemnej vody v obidvoch hladinomeroch je celkovo pravidelný – najvýraznejšie stúpnutia sú zaznamenávané zvyčajne v jarných mesiacoch, potom nasleduje pozvoľný pokles hladiny až do konca roku (hladinomer vo vrte J-19), resp do začiatku jesene (hladinomer vo vrte J-10). Prudké stúpnutie hladiny bolo zvyčajne zaznamenané v období na prelome kalendárnych rokov.

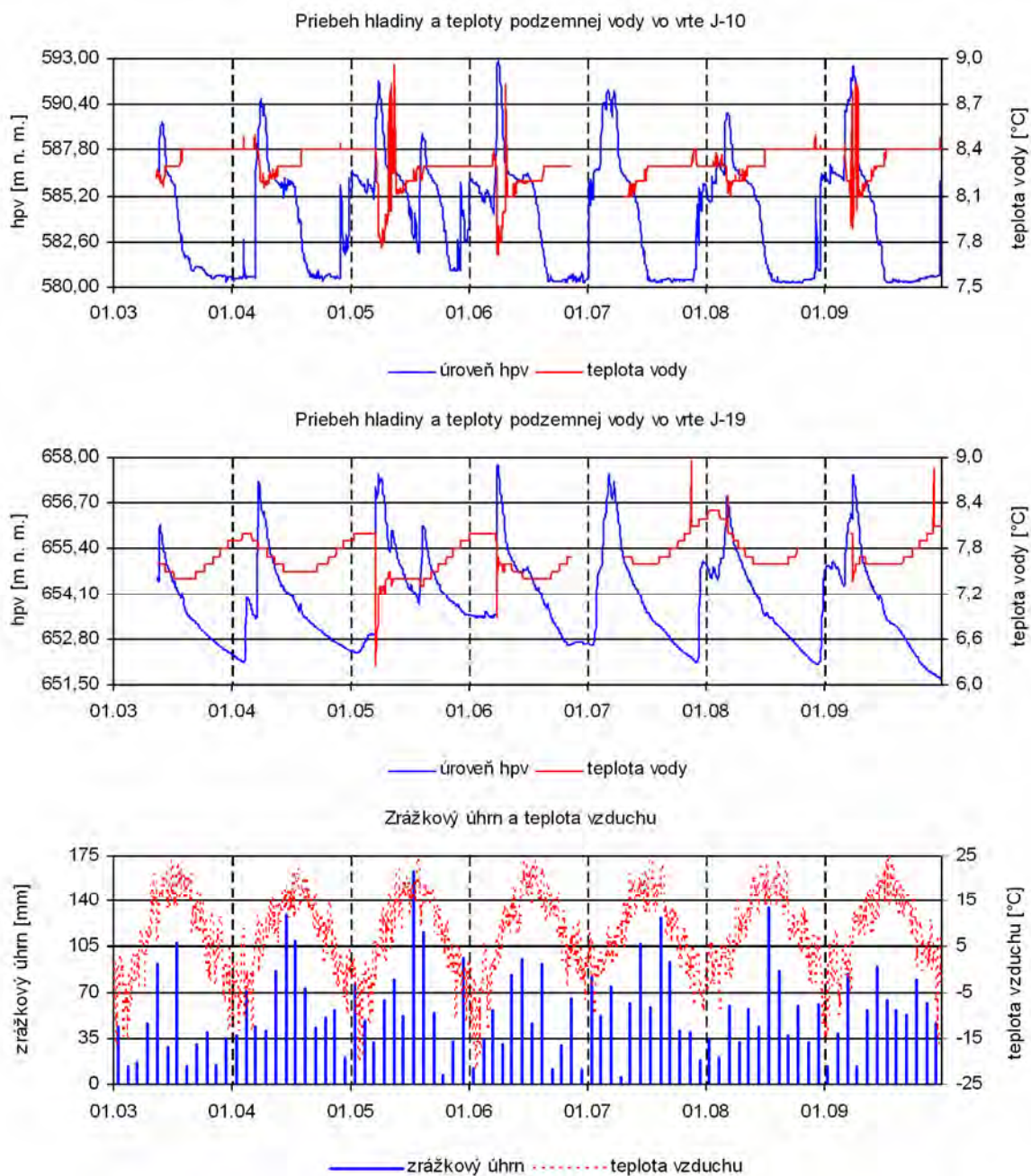




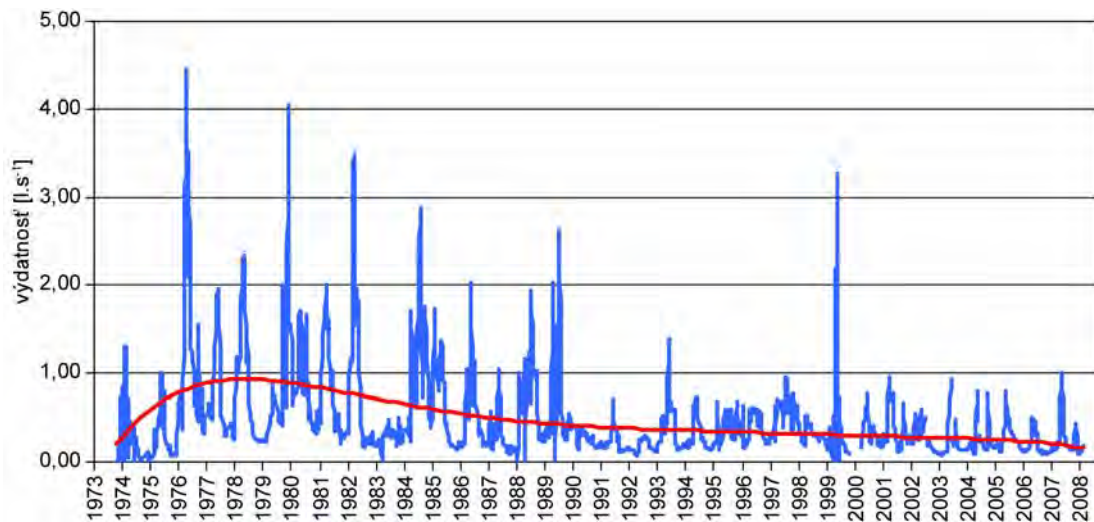
Obr. 2.1.76: Kolísanie hladín podzemných vôd (m. n. m) v piezometroch, ktoré zostali pravdepodobne nefunkčné

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

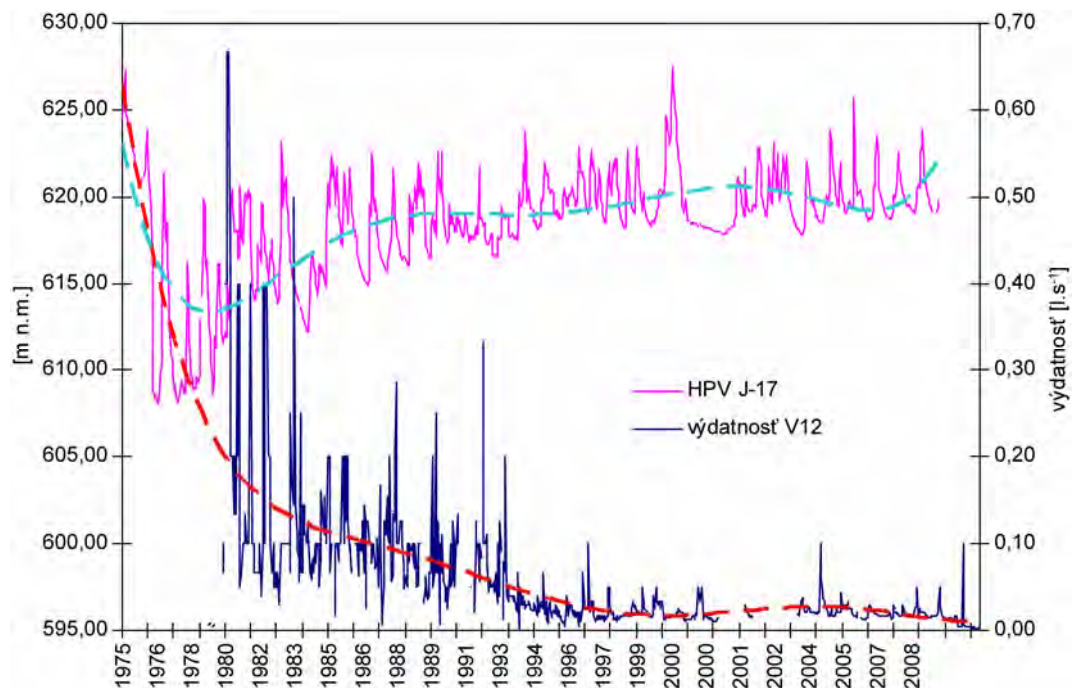
Z dlhodobého hľadiska (od r. 1974) možno sledovať pokles množstva vody odvádzanej zo zosuvu prostredníctvom horizontálnych odvodňovacích vrtov (obr. 2.1.78). Uvedený globálny pokles však nemusí negatívne pôsobiť na lokálnu stabilitu svahu, pokiaľ v dôsledku poklesu výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov nedôjde k vzostupu hladiny podzemnej vody v okolitých piezometroch. Úplne zrejмый je však napríklad negatívny vplyv poklesu výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov V-12 až V-15, situovaných v odľučnej oblasti zosuvu, kde dlhodobo dochádza k stúpnutiu hladiny podzemnej vody v piezometroch J-17 (obr. 2.1.79), J-18, ale aj v J-11A, v ktorom podzemná voda vyteká cez pažnicu na povrch terénu.



Obr. 2.1.77: Dlhodobý priebeh zmien úrovně hladiny podzemnej vody a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch J-10 a J-19 na lokalite Liptovská Mara spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová



Obr. 2.1.78: Trend znižovania sumárnej výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov na Veľkomarskom zosuve



Obr. 2.1.79: Znižovanie funkčnosti horizontálneho odvodňovacieho vrtu V-12 a postupný vzostup hladiny podzemnej vody (HPV) v piezometri J-17

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe zhodnotenia monitorovacích pozorovaní uskutočnených v roku 2009 možno konštatovať, že v roku 2009 nepreukázali merania na monitorovacích zariadeniach výraznejšie anomálie okrem výškového merania geodetických bodov. Výškové meranie poukázalo na možné pokračovanie poklesu bodov B-6, B-2 a B-3 v odľučnej oblasti, ktoré by mohlo naznačovať oživenie pohybovej aktivity svahových pohybov v tejto oblasti, ktoré bolo utlmené v rokoch 2007 – 2008.

Na skvalitnenie monitorovania by bolo potrebné (i v spolupráci s TBD vodného diela):

- naďalej pozorovať hladiny podzemnej vody a výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov. Interval meraní funkčných vrtov by bolo dobre upraviť tak, aby bolo možné presnejšie charakterizovať predovšetkým extrémne stavy (cca 1-krát za týždeň). Fungovanie 2 ks automatických hladinomerov, ako aj novoinštalovaného hladinomeru vo vrte J-5 sa plne osvedčilo a významným prínosom je aj inštalácia ďalších 12 automatických hladinomerov, ktorú zabezpečil TBD vodnej stavby. Predovšetkým náhle extrémne, ktoré sú často spúšťačom pohybov, by neboli pri tradičnom intervale meraní zachytené;
- venovať zvýšenú pozornosť údržbe monitorovacích zariadení. V niektorých horizontálnych vrtoch bude potrebné prečistiť ich vyústenie, prípadne zabezpečiť plynulé odvádzanie vytekajúcej vody;
- zaoberať sa zanesením piezometrov, pretože mnohé z nich už majú len polovicu svojej pôvodnej hĺbky. Je to dôležité najmä v piezometroch, kde sa hladina podzemnej vody nachádza hlbšie (J-26, J-23). Niektoré piezometre sú už upchaté a takmer nefunkčné. Piezometer J-11A, z ktorého voda vyteká nad terén je upchatý a vyčnievajúca pažnica je prederavená a hrdzavá;
- skvalitniť systém merania pohybov geodetických bodov, t. j. musí byť prebudovaný systém základných pevných bodov a takisto bude nutné prejsť vo všetkých meraniach na iné, ako miestne súradnice;
- realizovať cca 5 ks inklinometrických vrtov za účelom poznania pohybov v telese zosuvu. Pretože predpokladáme zvýšené pohyby v odlučnej oblasti zosuvného územia, bolo by vhodné zhotoviť 3 profily na meranie pohybov pásom (extenzometrom);
- realizovať aj v ďalších rokoch merania metódou PEE, prípadne inými geofyzikálnymi metódami, aby sa overilo plošné rozdelenie napätostno-deformačného poľa. Na overenie reálnejšej hĺbky šmykových plôch a heterogenity horninového masívu vykonať elektrické odporové merania metódou multikábla.

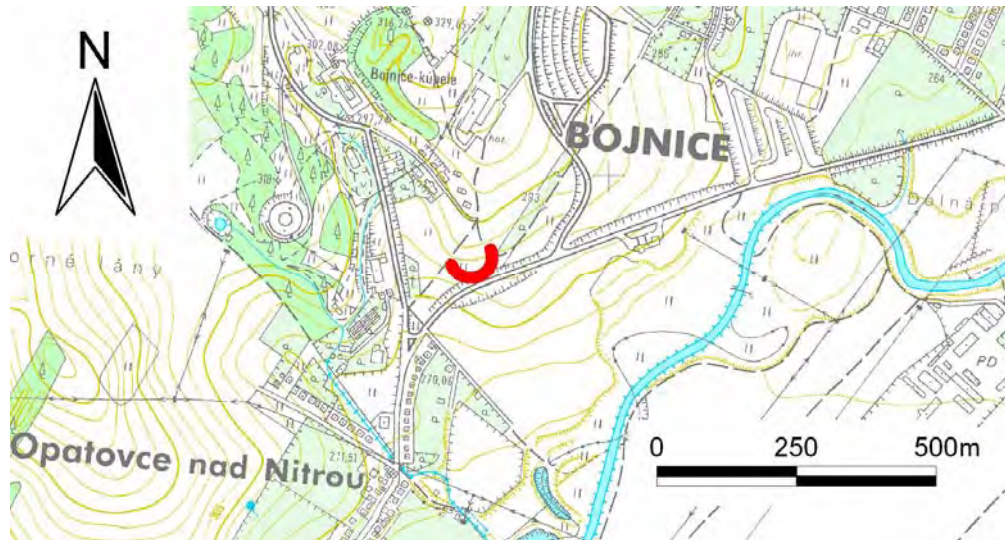
#### **2.1.4.11. Lokalita Bojnice**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnicami a Opatovcami nad Nitrou (obr. 2.1.80). Na základe výsledkov prieskumných prác možno predpokladať, že v podloží svahu je kontakt pliocénnych ílovitých a piesčitých sedimentov s flyšovým súvrstvom paleogénnych ílovcov a pieskovcov. Kvartérne deluviálne sedimenty tvoria najvrchnejšiu časť svahu do hĺbky cca 2 m (Jadroň, Mokrý, 2001). Zosuvné územie je široké 80 m a v najdlhšej časti dosahuje 50 m. Šmyková plocha je relatívne plytko pod povrchom terénu v hĺbke 3 m.

Staršie formy svahových porúch na predmetnom svahu vznikli pravdepodobne v dôsledku bočnej erózie rieky Nitry. Z recentných prejavov nestability boli zaznamenané svahové poruchy z rokov 1974 – 75, ktoré sa aktivizovali pri hĺbení zárezu cesty do hotela Régia. V nadväznosti na výsledky prieskumu sa v tomto období vykonali i sanačné práce. Nová aktivizácia zosuvného pohybu na jar roku 1995, ktorá sa prejavila vo forme dvoch plošných zosuvov (ohrozujúcich trasu cestnej komunikácie, plynovod a splaškovú kanalizáciu), pôvodný sanačný systém čiastočne porušila (Fussgänger et al., 1996). Stabilizovanie svahu bolo zabezpečené súborom nových sanačných opatrení počas leta 1996. Sanačné práce pozostávali z vybudovania prítlačovacieho prísypu v päte zosuvného svahu a z 10 stabilizačno – odvodňovacích rebier vyplnených drveným andezitom, siahajúcich pod aktívnu šmykovú plochu (do hĺbky 3 až 3,5 m, lokálne až 4 m). Na zachytávanie zrážkovej vody bol vybudovaný povrchový zberný rigol (Jadroň, Mokrý, 2001). V roku 1997 bola na

svahu vybudovaná sieť monitorovacích bodov (piezometrické a inklinometrické vrty a geodetické body). Na jar roku 1999 sa východne od pozorovaných zosuvov vytvoril ďalší zosuv rozmerov cca 20 x 15 m a zosuvný je i protiahlý svah zárezu cesty; v roku 2005 sa rozšírila spodná časť východného z obidvoch pozorovaných zosuvov (obr. 2.1.81).



Obr. 2.1.80: Lokalizácia zosuvu v záreze cesty medzi Bojnicami a Opatovcami nad Nitrou, značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti



Obr. 2.1.81: Pohľad na časť zosuvného svahu na južnom okraji Bojníc a kontakt zosuvu so štátnou cestou vedúcou do Opatoviec nad Nitrou (foto P. Ondrejka, 2006)

Tab. 2.1.18: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bojnice v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Geodetické	20 pozorovaných bodov 3 vzťažné body	B_1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, B_A, B_B, B-1, 2, 3, 4, JB-1, 2 (bod B_B nebol meraný v roku 2009) Z14, Z15, Z300	1 (8. júl)	1 (25. apríl)
Inklinometrické	2	JB-1, 2	1 (17. jún)	1 (26. jún)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	JB-1, 2, B-1, 2, 3, 4, J-4, 9	48 (1x za týždeň)	48 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prievidza (indikatív 30 120)	denné úhrny zrážok	

#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 sú zhrnuté v tab. 2.1.18.

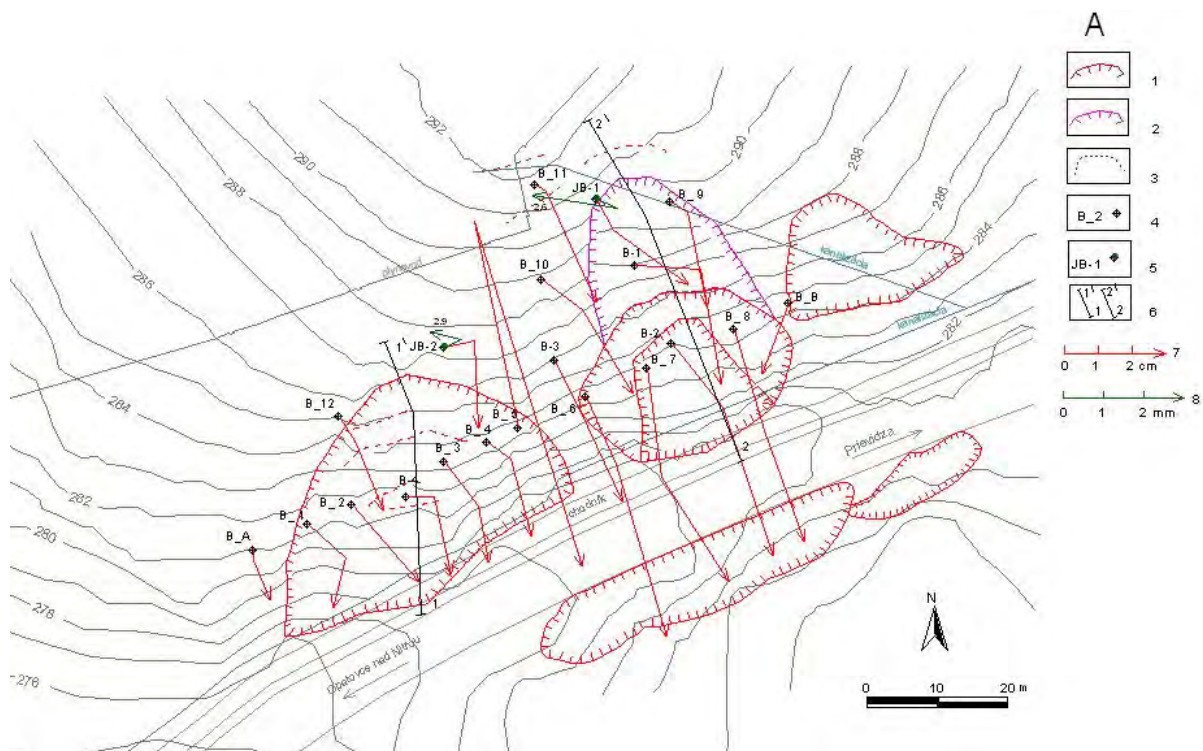
#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Geodetické merania

Geodetické merania sa uskutočňujú na 20 pozorovaných bodoch – 10 bodov sa nachádza na zámernej priamke, 4 body sú v telese zosuvu a meria sa aj poloha niektorých vrto (B-1, B-2, B-3, B-4, JB-1, JB-2). Sieť pozorovacích bodov je naviazaná na 3 vzťažné body. V roku 2009 nebol meraný bod B\_B.

V roku 2008 boli namerané polohové zmeny väčšie ako 20 mm za obdobie 12,5 mesiaca v bodoch B\_6, B\_7, B\_8, B\_B a B-2. Výrazný posuv bodu B\_5 (až 62,37 mm v smere proti svahu) bol spôsobený pravdepodobne jeho mechanickým poškodením. Výškové zmeny (zdvihy), väčšie ako 20 mm boli namerané v bodoch B\_1, B\_B, B-1, B-2, B-4 a JB-1. Z výsledkov geodetických meraní vyplýva mierna pohybová aktivácia zosuvu vo východnej časti územia.

V roku 2009 boli polohové zmeny väčšie ako 40 mm za obdobie cca 10 mesiacov namerané v bodoch B-2 (46,49 mm, teda 58,31 mm.rok<sup>-1</sup>), B-5 (134,09 mm.rok<sup>-1</sup>) a B\_6 (66,68 mm.rok<sup>-1</sup> – obr. 2.1.82a). Výškové zmeny (poklesy), väčšie ako 40 mm boli namerané za obdobie 10 mesiacov v bodoch B-1, B-2 a JB-1 (príl. 1.11). Z výsledkov geodetických meraní vyplýva významná pohybová aktivita zosuvu predovšetkým v jeho centrálnej časti (Fraštia, 2009b).



Obr. 2.1.82a: Lokalita Bojnice – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009

1 – ohraničenie aktívnych zosuvov z rokov 1995 až 2005, 2 – ohraničenie starších potenciálnych zosuvov, 3 – zosuvné trhliny, 4 – geodetické pozorovacie body, 5 – inklinometrické vrty používané i ako geodetické body, 6 – línie profilov pre stabilné výpočty, 7 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie VI.07 – VII.08 – IV. 09, 8 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie IV.07 – VI.08 – VI.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

#### b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa vykonávajú s približne ročnou frekvenciou v dvoch vrtoch – JB-1 a JB-2.

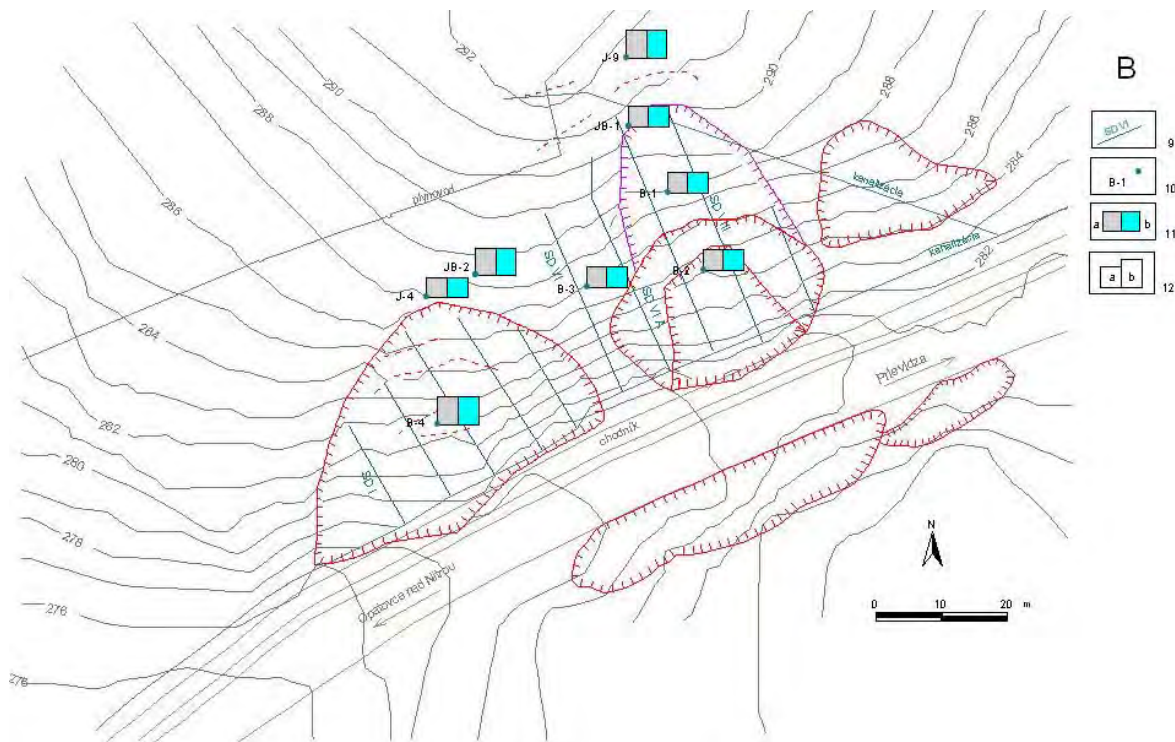
V roku 2008 neboli inklinometrickými meraniami zaznamenané výraznejšie deformácie; v pozorovaných hĺbkach obidvoch vrtoch nepresiahli hodnotu 0,5 mm za obdobie cca 14 mesiacov.

Hodnoty deformácií, zaznamenané v roku 2009 oproti predchádzajúcemu roku síce mierne stúpili, ich veľkosť však nie je významná (Lenková, 2009). Najvýraznejší posuv bol nameraný vo vrte JB-1 v hĺbke 2,6 m ( $2,03 \text{ mm.rok}^{-1}$ ), jeho smer však nie je po spádnicí svahu (obr. 2.1.82a, príl. 1.11).

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody reagovala v jednotlivých piezometroch rozdielne. V roku 2008 bolo najväčšie kolísanie hladiny (väčšie, ako 2 m) zaznamenané vo vrtoch B-4 a JB-2.

Podobne i v roku 2009 kolísanie hladiny podzemnej vody, presahujúce 2 m bolo zistené v tých istých vrtoch – JB-2 (2,55 m) a B-4 (2,89 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2008 mierne klesla (o 25 cm) a v roku 2009 predstavovala 3,07 m pod úrovňou terénu (príl. 1.11, obr. 2.1.82b).



Obr. 2.1.82b: Lokalita Bojnice – výsledky režimových pozorovaní

9 – odvodňovacie drény, 10 – piezometrické vrty, 11 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 12 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2)

#### d/ Meranie zrážkových úhrnov

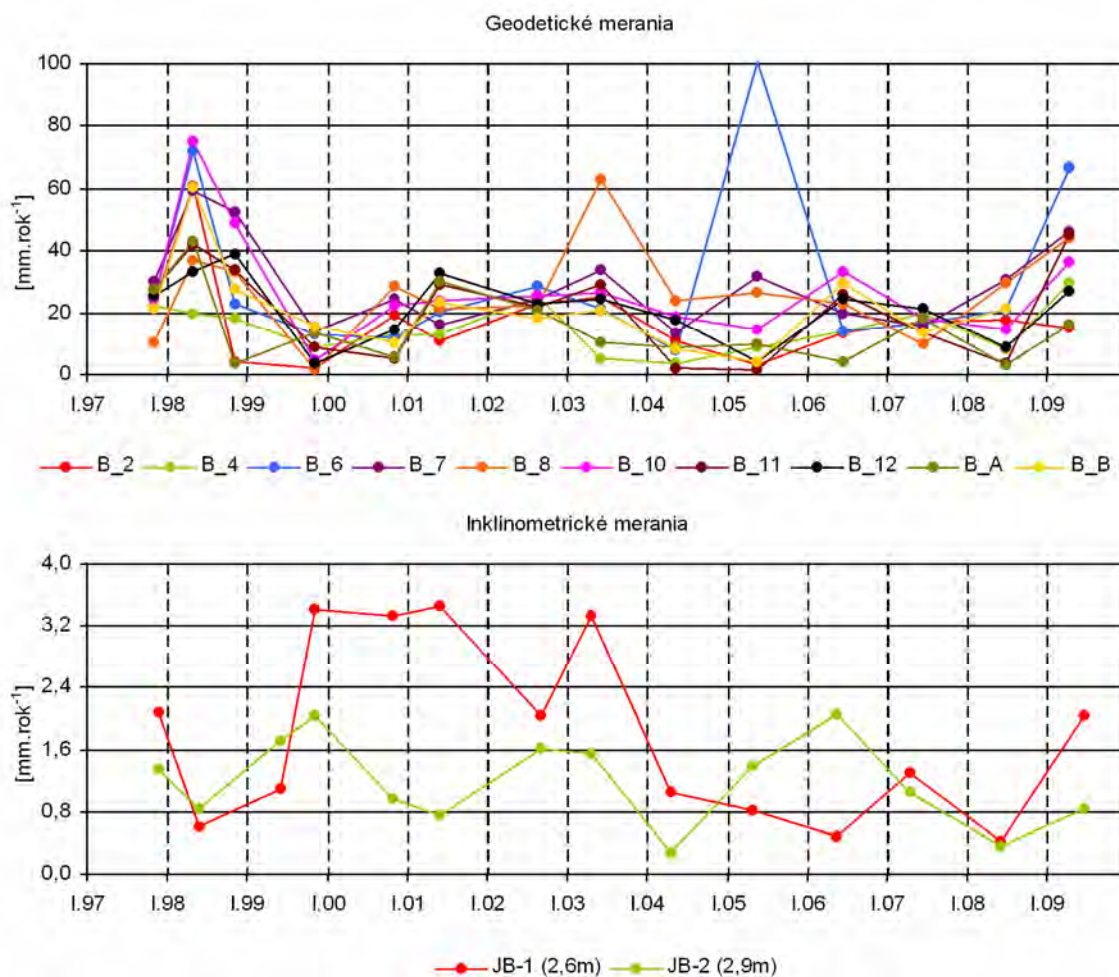
Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza. Ak porovnáme namerané zrážkové úhrny s hodnotou dlhodobého priemeru (za roky 1993 až 2005), predstavujúceho 671,55 mm, potom rok 2008 so zrážkovým úhrnom 654,7 mm možno charakterizovať ako normálny rok (97,49 % dlhodobého priemeru) a rok 2009 s úhrnom 711,2 mm tiež ako normálny rok (105,9 % dlhodobého ročného zrážkového priemeru).

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

##### a/ Geodetické merania

Pri analýze celého pozorovaného obdobia boli najvýraznejšie zmeny zistené v roku 1998 a doznievali v roku 1999. V období od roku 2002 bol samostatný výraznejší posuv zaznamenaný v bode B\_8 pri meraní v roku 2003 a najvýraznejší v bode B\_6 pri meraní v roku 2005, ktorý ilustroval rozšírenie východnejšieho z obidvoch pozorovaných zosuvov (obr. 2.1.83). Kým meranie v roku 2008 preukázalo celkové utíšenie pohybovej aktivity, v roku 2009 z výsledkov geodetických meraní vyplynulo celkové významné zvýšenie pohybovej aktivity zosuvu predovšetkým v jeho centrálnej časti.





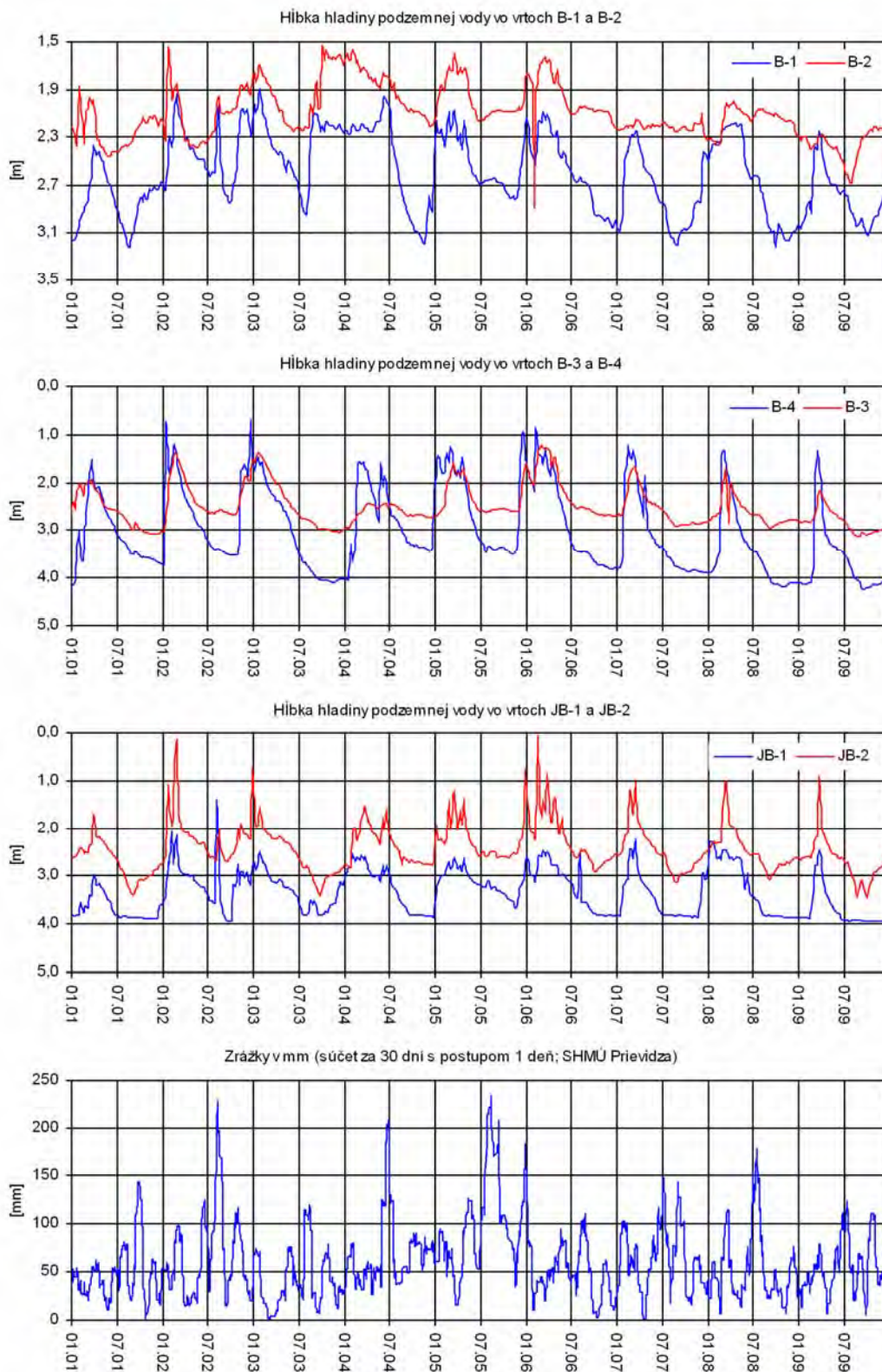
Obr. 2.1.83: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Bojnice

#### b/ Inklinometrické merania

Inklinometrickými meraniami sa dlhodobo neprejavujú významnejšie zmeny pohybovej aktivity zosuvných hmôt (obr. 2.1.83). Určité náznaky väčších pohybov sú viazané iba na pripovrchové polohy (do cca 3 m od povrchu terénu). V období rokov 2004 – 2008 mali zaznamenané deformácie v obidvoch vrtoch vcelku ustálený charakter. Meraniami v roku 2009 bol preukázaný nárast deformácie v obidvoch vrtoch, predovšetkým vo vrte JB-1. Absolútna hodnota deformácie však nie je významná.

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na základe dlhdošejších meraní možno konštatovať, že relatívne ustálený režim kolísania hladiny podzemnej vody na lokalite pretrváva už niekoľko rokov bez výraznejších zmien a extrémov (obr. 2.1.84). Z obrázku vyplýva i vzťah zrážok ku zmenám hĺbky hladiny podzemnej vody.



Obr. 2.1.84: Výsledky dlhodobého spracovania režimových pozorovaní z vybraných vrtoch na lokalite Bojnice znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prievidza (indikatív 30 120)

d/ Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

Stabilita zosuvného svahu bola posudzovaná v dvoch profiloch, 1 – 1' (dĺžky 37,1 m) a 2 – 2' (dĺžky 52,9 m – príl. 1.11; obr. 2.1.82a).

V oboch profiloch bol stupeň bezpečnosti počítaný na troch parciálnych šmykových plochách (I. v spodnej časti svahu, II. začínajúca v strednej časti svahu a III. prebiehajúca až z hornej časti pod celým zosuvným svahom).

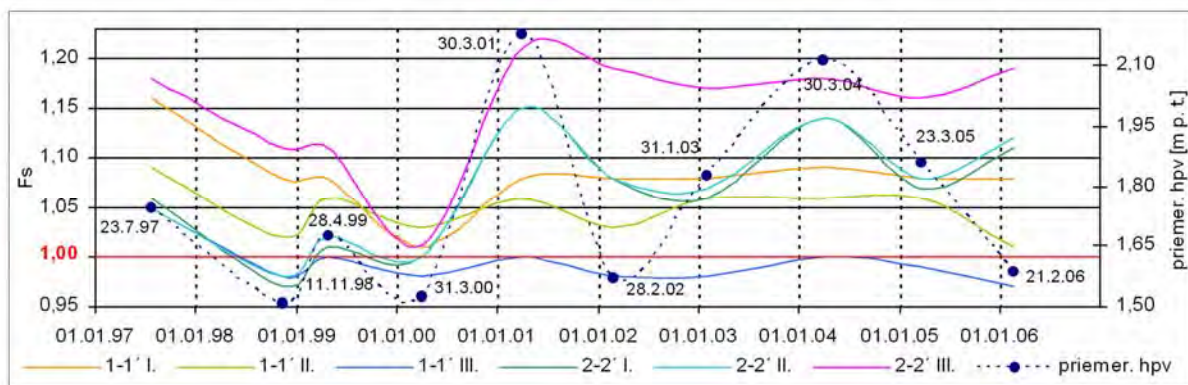
V rámci generalizácie vlastností zemín bolo v profiloch uvažované len s jednou ílovito-piesčitou deluviálnou vrstvou, ktorej hodnota objemovej tiaže bola uvažovaná  $21,0 \text{ kNm}^{-3}$ , uhol vnútorného trenia  $18,0^\circ$  a súdržnosť mala zadanú nulovú hodnotu.

Profily sú navrhnuté tak, aby v rámci možností čo najrealistickejšie charakterizovali hydrogeologické pomery hodnoteného územia. Informáciu o hladine podzemnej vody v prvom profile zabezpečujú tri pozorovacie objekty (B-4, J-4, JB-2) a v profile 2 – 2' päť pozorovacích objektov (B-2, B-3, B-1, JB-1, J-9).

Všetky údaje vstupujúce do výpočtového modelu sú uvedené v samostatnej správe (Míka, Ondrejka, 2006).

Samotný stupeň bezpečnosti (Fs) bol počítaný Sarmovou metódou vo vytýčených profiloch na vybraných šmykových plochách za obdobie cca desiatich kalendárnych rokov (1997 až 2006) pre viaceré stavy hladiny podzemnej vody. V predkladanom súhrne je vyjadrený len stupeň bezpečnosti zodpovedajúci stavu, keď hladina podzemnej vody v hodnotenom období predstavovala najväčšie riziko aktivizácie svahového pohybu. Ide o taký stav, keď priemerná hladina podzemnej vody zmeraná vo všetkých objektoch na celej lokalite bola najvyššie (teda najbližšie k povrchu terénu, tzv. „najnepriaznivejšia hladina“) v porovnaní s priemernými hodnotami hladiny podzemnej vody, zistenými pri meraniach v iných časových obdobiach.

Na základe tohto postupu možno konštatovať, že počas desiatich hodnotených rokov maximá priemernej hladiny podzemnej vody zaznamenali značné kolísanie. Táto skutočnosť sa odzrkadlila aj na výsledných hodnotách stupňa bezpečnosti. Celkovo najnižší, ale zároveň aj najvyrovnanější priebeh stupňa bezpečnosti má tretia šmyková plocha v profile 1 – 1'. Počas spracovávaného obdobia sa na tejto šmykovej ploche hodnoty stupňa bezpečnosti pohybovali v intervale 0,97 – 1,05, pričom najnižšia hodnota bola dosiahnutá práve v roku 2006 (21. február). Podľa výpočtov v rokoch 1998 a 2000 došlo k prekročeniu medzného stavu aj v profile 2 – 2' a to na I. a II. šmykovej ploche (obr. 2.1.85).



Obr. 2.1.85: Výsledky stabilitných výpočtov v profiloch 1 – 1' a 2 – 2' na lokalite Bojnice hpv – hladina podzemnej vody, I. až III. – predpokladané šmykové plochy, Fs – stupeň stability

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky geodetických meraní na lokalite Bojnice v posledných rokoch preukázali významné zmeny v polohe pozorovaných bodov. Najvýraznejšie pohybové aktivity boli sústredené v centrálnej časti zosuvného územia. Absolútna hodnota posunov však môže byť do určitej miery ovplyvnená zmenou metodiky i dodávateľa geodetických meraní. Inklinometrické ani režimové pozorovania totiž nepreukázali žiadne extrémne stavy oproti výsledkom meraní z predchádzajúcich rokov.

I keď bol geodetickými meraniami v roku 2009 preukázaný nestabilný stav svahu, vzhľadom na vykonané opravy splaškovej kanalizácie (realizované v apríli 2009) a zmenenú metodiku geodetických meraní považujeme pre návrh ďalšieho postupu monitorovania za rozhodujúce výsledky meraní v nasledujúcom roku, v ktorom by sa mal zachovať rovnaký rozsah i frekvencia monitorovacích meraní.

### 2.1.4.12. Lokalita Kvašov

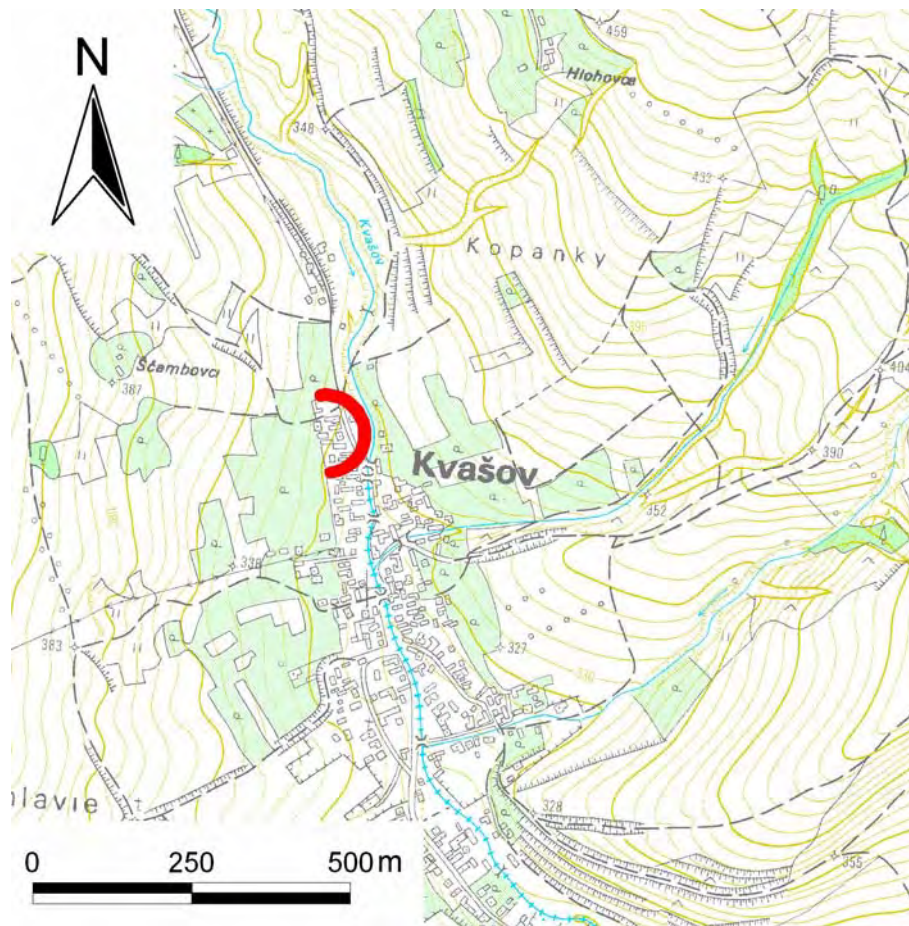
#### Stručná charakteristika lokality

Obec Kvašov leží v doline Kvašovského potoka na Strednom Považí, v blízkosti údolia Váhu. Geologické pomery širšej oblasti hodnoteného územia sú veľmi pestré. Na geologickej stavbe územia sa podieľajú dve alpínske tektonické jednotky – bradlové a flyšové pásmo. Tieto jednotky sú budované mezozoickými a paleogénnymi horninami, na ktorých ležia pokryvné útvary kvartéru.

Geologická stavba územia, priaznivá na vznik svahových pohybov podmienila skutočnosť, že prakticky celá obec leží v rozsiahlom zosuvnom území. Zosuvy neustále devastujú poľnohospodársku pôdu, ohrozujú hlavnú cestu prechádzajúcu obcou, ako aj obytné či hospodárske budovy. Vzhľadom na túto skutočnosť sa v priestore obce a jej okolia uskutočnilo viacero inžinierskogeologických prieskumov a hodnotení stabilitného stavu prostredia. Najrozsiahlejší bol prieskum, vykonaný v osemdesiatych rokoch (Hric a Sikora, 1985), počas ktorého bolo realizovaných viacero prieskumných i sanačných diel (horizontálnych odvodňovacích vrtov) a bola zostavená mapa rozšírenia svahových pohybov v obci a v jej širšom okolí.

Vzhľadom na aktivizáciu prúdového zosuvu na severozápadnom ohraničení obce pod osadou Ščamba (obr. 2.1.86) a poškodenie viacerých obytných domov i štátnej cesty bol v roku 2004 uskutočnený podrobný inžinierskogeologický prieskum (Laurenčík, 2004) tohto

zosuvu. Zosuv má rozmery 380 x 150 m, jeho odlučná časť sa nachádza v nadmorskej výške cca 380 m, akumulčná časť vo výške okolo 330 m n. m (obr. 2.1.87). Hĺbka šmykovej plochy je 2,5 m pod terénom. V nadväznosti na predchádzajúce prieskumné diela boli realizované dva nové inklinometrické vrty (KHI-1 a KHI-2) na pozorovanie aktivity zosuvného pohybu a režimové pozorovania. Prieskumnými prácami bolo preukázané, že pod povrchovými kvartérnymi hlinami sa nachádzajú íly, pochádzajúce z rozložených podložných paleogénnych ílovcov. V íloch charakteru ílov štrkovitých až ílov s vysokou plasticitou sa vytvorilo teleso zosuvu.

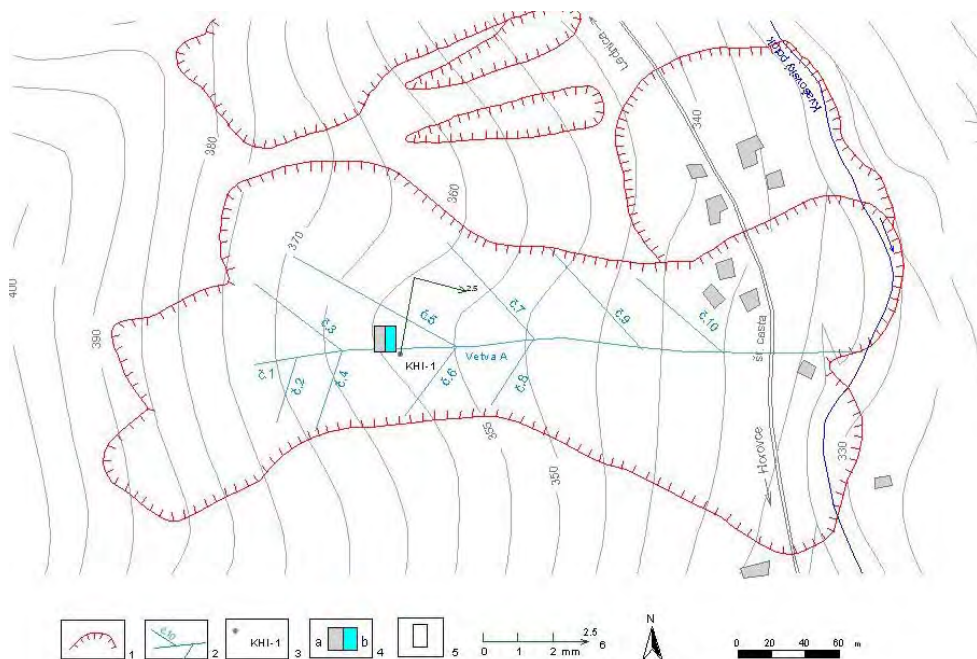


Obr. 2.1.86: Lokalizácia monitorovaného zosuvu na SZ okraji obce Kvašov, značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumulčnej časti

Na základe výsledkov podrobného inžinierskogeologického prieskumu sa v roku 2004 uskutočnila rozsiahla sanácia prúdového zosuvu. Cieľom sanačných prác bolo zníženie hladiny podzemnej vody jej odvedením z telesa zosuvu drenážnym systémom a tým aj zabezpečenie jeho stability. Odvodňovací systém pozostával z hlavného nosného drénu umiestneného v osi zosuvu, do ktorého ústi 10 bočných drénov (obr. 2.1.88). Celý systém je zvedený do Kvašovského potoka.



Obr. 2.1.87: Pohľad na sanovaný zosuvný svah na SZ okraji obce Kvašov. V centrálnej časti je línia hlavného odvodňovacieho drénu, zasypaného kamennou drvinou (foto P. Ondrejka, 2007)



Obr. 2.1.88: Lokalita Kvašov – monitorovaný zosuv s vyznačením výsledkov inklinometrického merania a režimového pozorovania  
 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – odvodňovací systém (hlavný drén – vetva A a bočné drény označené číslami 1 až 10), 3 – inklinometrický vrt, 4 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 5 – hodnotenie režimového pozorovania podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: stav nepriaznivý (stupeň 3), 6 – mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VIII.07 – V.08 – VI.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

Pôvodné predstavy o monitorovaní celého zosuvného územia v okolí obce sa po rekognoskácii terénu ukázali ako nereálne. Prakticky všetky vrty z prieskumu z osemdesiatych rokov sú nefunkčné a značne poškodená je i sieť geodetických bodov, vybudovaná v tomto období. Z nových vrtoch bol vrt KHI-2 poškodený počas realizácie sanačných prác. Monitoring sa preto sústredil iba na pozorovanie stavu sanovaného prúdového zosuvu (inklinometrickými meraniami vo vrte KHI-1 a pravidelnou obhliadkou terénu) a funkčnosti odvodňovacieho systému (režimovými pozorovaniami v tom istom vrte a pozorovaním výtok z odvodňovacieho systému).

#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Metódy a frekvencia monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 sú zhrnuté v tab. 2.1.19.

Tab. 2.1.19: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kvašov v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Inklinometrické	1	KHI-1	1 (27. máj)	1 (23. jún)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	KHI-1	58 (1x za týždeň)	57 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Horná Maríková (indikatív 26 220) Lazy pod Makytou (indikatív 26 260)	mesačné úhrny zrážok	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Inklinometrické merania

V roku 2008 (27. mája) bolo v úrovni šmykovej plochy zaznamenané pokračujúce zníženie intenzity pohybu (na hodnotu 2,21 mm za obdobie 10 mesiacov). Výraznejšia pohybová aktivita bola nameraná v hĺbke 0,5 m (5 mm).

V roku 2009 na úrovni šmykovej plochy (v hĺbke cca 2,5 m od povrchu terénu) bola nameraná deformácia 1,58 mm za obdobie cca 13 mesiacov (Turovský, 2009). Oproti meraniu z mája predchádzajúceho roku došlo teda k ďalšiemu poklesu pohybovej aktivity zosuvných hmôt (obr. 2.1.88, príl. 1.12).

##### b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody sa pravidelne (raz týždenne) pozoruje iba vo vrte KHI-1.

V roku 2008 maximálna úroveň hladiny podzemnej vody bola nameraná v decembri (3,2 m pod úrovňou povrchu) a minimálna v januári 2008 (4,09 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2007 stúpala a v roku 2008 bola 3,70 m.

Trend mierneho vzostupu hladiny podzemnej vody pokračoval i v roku 2009. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2008 stúpala o 11 cm a v roku 2009 predstavovala 3,59 m pod úrovňou terénu. Zvýraznilo sa i kolísanie hladiny vody vo vrte KHI-1 (dosiahlo hodnotu 1,7 m). Na základe kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6, je rok 2009 z účelového hydrogeologického hľadiska hodnotený nepriaznivo (príl. 1.12, obr. 2.1.88).

### c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch (mesačné úhrny zrážok) sú preberané z dvoch najbližších staníc SHMÚ – Horná Maríková (indikatív 26 220) a Lazy pod Makytou (indikatív 26 260).

Namerané zrážkové úhrny za rok 2008 z týchto zrážkomerných staníc porovnávame s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Horná Maríková bol dlhodobý zrážkový priemer 953,46 mm. V roku 2008 bol zrážkový úhrn 896,2 mm (93,99 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok). V roku 2009 bol zrážkový úhrn veľmi podobný – 934,1 mm (97,97 %, teda tiež normálny rok).

Na stanici Lazy pod Makytou bol dlhodobý zrážkový priemer 808,84 mm. Zrážkový úhrn za rok 2008 predstavoval 775,4 mm, čo predstavuje 95,87 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako normálny rok. V roku 2009 bol ročný zrážkový úhrn 864,4 mm, čo je 106,87 % dlhodobého priemeru a charakterizuje tiež z hľadiska zrážkových úhrnov normálny rok.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

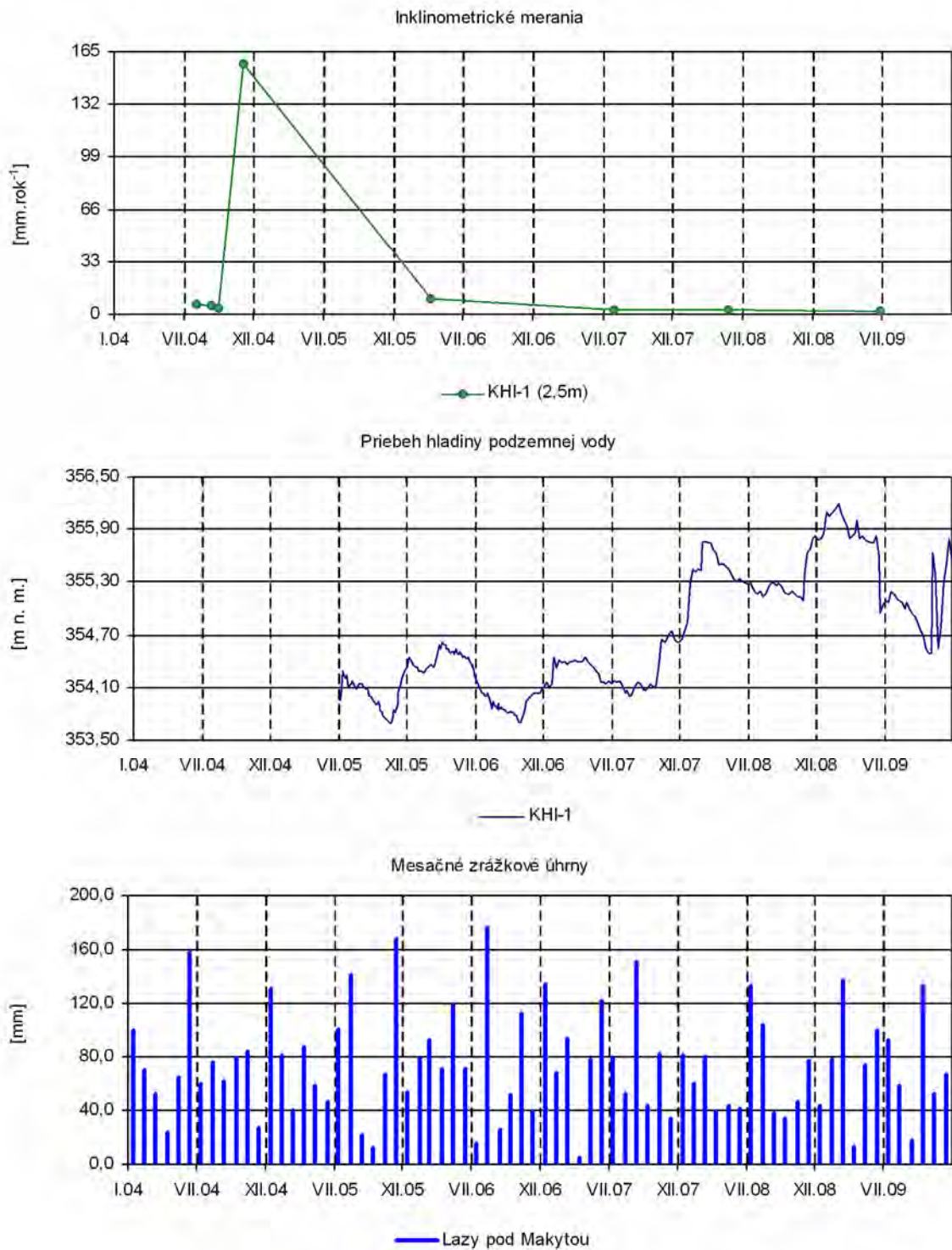
#### a/ Inklinometrické merania

Tieto merania sa na lokalite vykonávajú od roku 2004. Postupnú stabilizáciu ilustruje vývoj pohybovej aktivity na šmykovej ploche (obr. 2.1.89). V porovnaní s predchádzajúcimi meraniami je v posledných rokoch stav pohybovej aktivity ustálený. Najvýraznejšie zmeny boli inklinometrickými meraniami zaznamenané v období realizácie výkopu drenážneho systému (meranie v decembri 2004).

#### b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Vzhľadom na to, že merania sa vykonávajú pravidelne iba v jednom vrte, je ich výpovedná hodnota pomerne nízka. Napriek tomu, za obdobie od roku 2005 možno konštatovať pravidelné sezónne kolísanie úrovne. Od roku 2007 sa úroveň hladiny podzemnej vody zvýšila cca o 1 m a kolísanie prebieha v tejto hĺbkovej úrovni (obr. 2.1.89).





Obr. 2.1.89: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Kvašov, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Lazy pod Makytou (indikatív 26 260)

*Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Monitorovanie lokality nadväzuje na vykonanie rozsiahlych sanačných prác, uskutočnených koncom roku 2004. Monitorovanie sa sústreďuje iba na stav sanovaného

zosuvu. Žiaľ, jediným funkčným objektom na ňom je iba inklinometrický vrt KHI-1. Pre získanie úplnejších výsledkov by bolo preto nevyhnutné sieť monitorovacích bodov zhustiť.

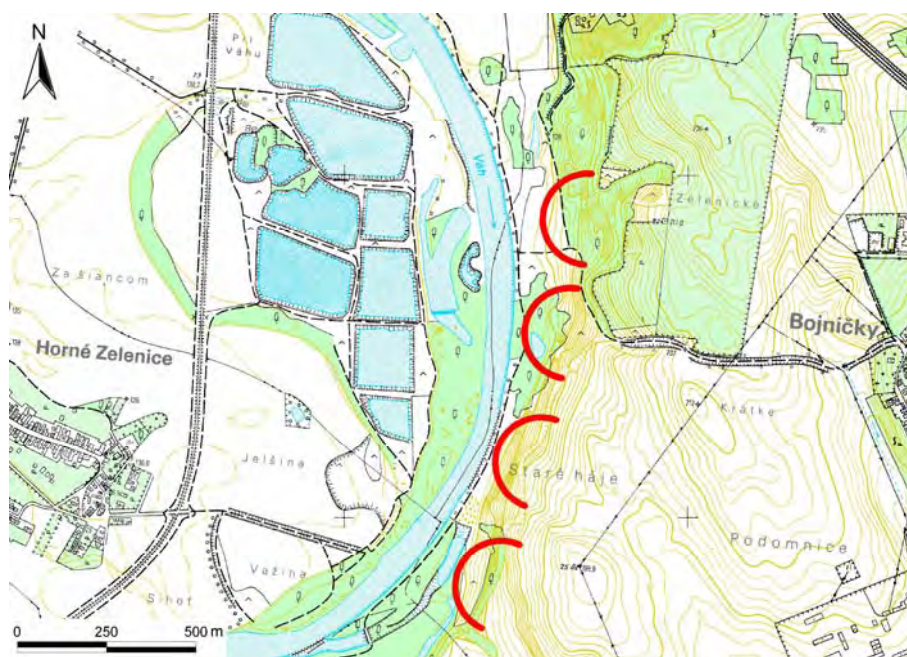
Inklinometrickým meraním bol v roku 2009 preukázaný pokles deformácie na úrovni šmykovej plochy. Úroveň hladiny podzemnej vody v zosuve stúpla, čo je nepriaznivá skutočnosť, avšak zaznamenaná iba v jednom meracom bode. Zrážkový charakter rokov 2008 a 2009 bol veľmi podobný – v oboch prípadoch išlo o zrážkovo normálne roky.

Napriek preukázanej funkčnosti sanačných opatrení a vďaka tomu stabilizácii svahu je potrebné – vzhľadom na polohu zosuvu v husto obývanom území intravilánu obce – naďalej overovať jeho aktuálny stav aspoň na úrovni doterajšieho rozsahu i frekvencie monitorovacích meraní.

#### 2.1.4.13 Lokalita Hlohovec-Posádka

##### *Stručná charakteristika lokality*

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou sa vytvorili v prostredí neogénnych sedimentov v dôsledku erózie rieky Váh, komplikovaných hydrogeologických pomerov (striedanie nepriepustných a priepustných polôh sedimentov s viacerými tlakovými horizontmi vody), ako aj neotektonickej aktivity územia. Celková šírka zosuvného územia je až 18 km, dĺžka zosuvov nepresahuje 700 až 800 m (Otepka et al., 1983). Staršie šmykové plochy siahajú až do hĺbky 30 m pod povrch terénu. V súvislosti s projektom vodného diela Sereď – Hlohovec boli obnovené monitorovacie aktivity v tej časti územia, ktorá sa môže dostať do priameho kontaktu s projektovaným dielom. Ide o zosuvný svah severovýchodne od obce Posádka (obr. 2.1.90), na ktorom neboli dosiaľ realizované žiadne sanačné opatrenia. V roku 2009 sa začala obnovovať monitorovacia sieť i v južnejšie sa nachádzajúcom území v katastri obce Vinohrady nad Váhom. Zosuvné pohyby v súčasnosti devastujú poľnohospodársku pôdu (obr. 2.1.91) a v budúcnosti môžu predstavovať vážny problém v prípade realizácie vodného diela. Z pôvodnej monitorovacej siete sa využíva sústava geodetických pozorovacích bodov a zachované funkčné vrty, ktoré umožňujú na lokalite aplikovať merania vrtným variantom metódy PEE.



Obr. 2.1.90: Lokalizácia monitorovanej časti rozsiahleho frontálneho zosuvu severne od obce Posádka

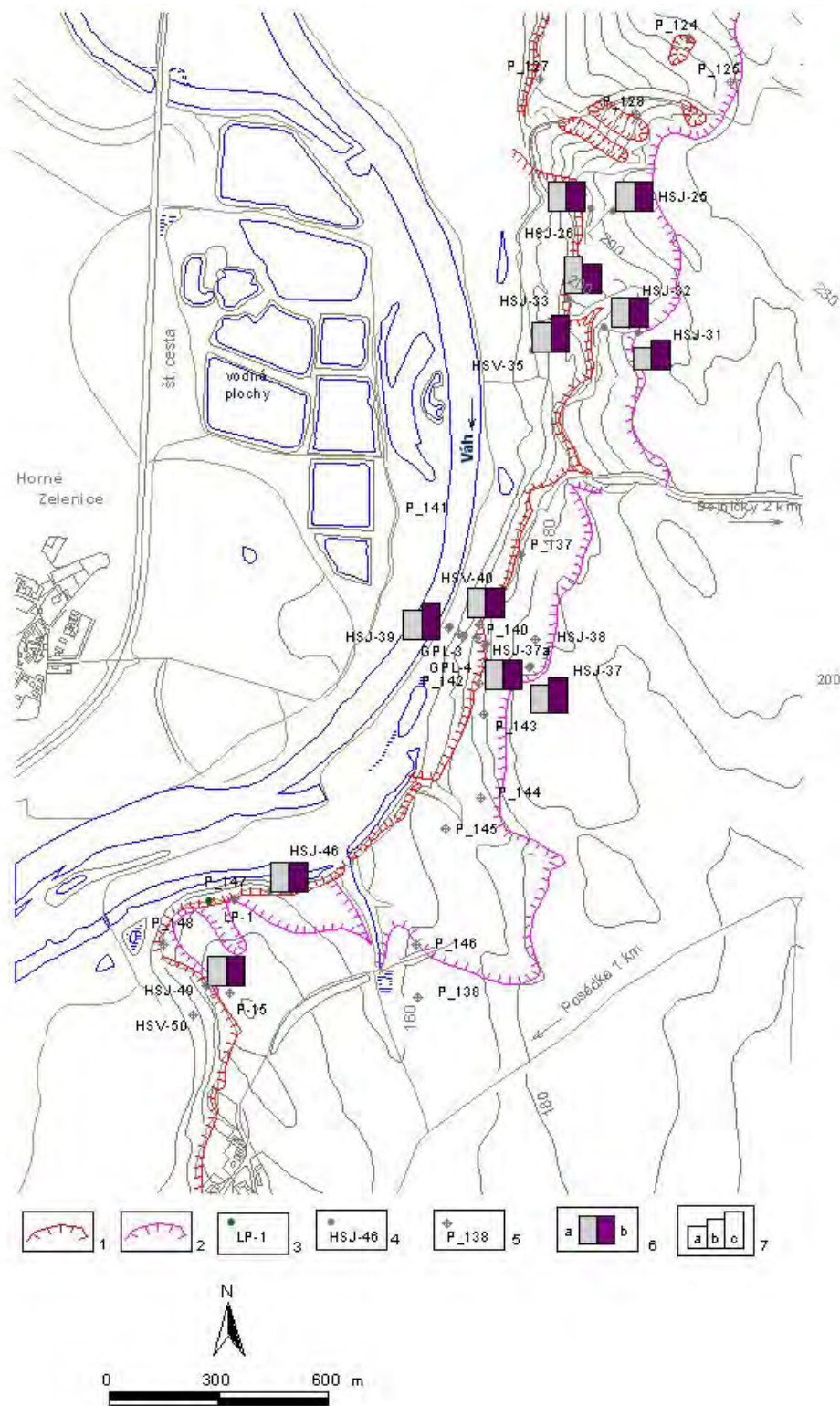


Obr. 2.1.91: Pohľad na zosuvný svah nad aluviálnou nivou Váhu v centrálnej časti monitorovaného zosuvného územia, západne od obce Bojničky (foto P. Wagner, 2006)

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Hlohovec-Posádka sa v rokoch 2008 a 2009 uskutočnili štyri cykly merania poľa PEE v 12 vrtoch (tab. 2.1.20). Pri meraniach poľa PEE sa súčasne zaznamenáva hĺbka hladiny podzemnej vody. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13. Naďalej pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ v Siladiciach.

V súvislosti s projektovou prípravou vodného diela Hlohovec – Sered' bolo v roku 2009 na lokalite vykonané rozšírenie monitorovacej siete. V novembri 2009 bol realizovaný inklinometrický vrt (LP-1) do hĺbky 32 m (obr. 2.1.92) a v priebehu roka boli v južnej časti územia pri obci Vinohrady nad Váhom vo vybraných reprezentatívnych stabilitných profiloch svojpomocne vybudované 4 geodetické body, stabilizované do hĺbky 1,8 – 1,9 m. Do monitorovacej geodetickej siete boli v tejto časti územia zaradené už nefunkčné piezometrické vrty v troch vytýčených profiloch. Geodetické zameranie týchto bodov a prvá etapa merania ich polohových zmien sa uskutoční v nasledujúcom roku.



Obr. 2.1.92: Lokalita Hlohovec-Posádka – výsledky merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009  
 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – hranice potenciálnych zosuvov, 3 – inklinometrický vrt, realizovaný v novembri 2009, 4 – pozorované vrty, 5 – geodetické body, 6 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 7 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a – nízka aktivita poľa PEE (stupeň 1), b – stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), c – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3)

Tab. 2.1.20: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Hlohovec-Posádka v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
PEE	12	HSJ-25, 26, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 46, 49, HSV-35, 40	2 (30. apríl, 10. september)	2 (2. apríl, 17. september)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	12	HSJ-25, 26, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 46, 49, HSV-35, 40	2 (30. apríl, 10. september)	2 (2. apríl, 17. september)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18 540)	mesačné úhrny zrážok	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Pomerne vysoká úroveň poľa PEE bola v roku 2008 zistená počas jarného merania vo viacerých vrtoch, najvýraznejšie vo vrtoch HSJ-26, HSJ-32 a HSJ-33. V jeseni bolo najaktívnejšie okolie vrtov HSJ-25, HSJ-26, HSJ-32, HSJ-33, HSJ-46 a HSJ-49.

Na jar roku 2009 boli pomerne vysoké hodnoty poľa PEE namerané vo vrte HSJ-37 (v polohe 0 – 15 m) v nadväznosti na výrazné stúpnutie podzemnej vody, a vo vrte HSJ-39 (v hĺbke 11 – 13 m). Počas jesenného merania bola najvyššia hodnota poľa PEE nameraná vo vrte HSJ-35 v hĺbke 3 – 6 m (príl. 1.13, obr. 2.1.92). Relatívne vysoká aktivita poľa PEE je trvalo v okolí vrtu HSJ-33 (Vybíral, 2009). Z výsledkov meraní vyplýva určité rozšírenie zvýšených hodnôt poľa PEE zo severných častí monitorovaného územia (preukázané meraniami v predchádzajúcich rokoch) do centrálného bloku s oboma aktívnymi vrtnami HSJ-37 a HSJ-39.

##### b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania hladiny podzemnej vody boli realizované počas meraní poľa PEE. Vrty HSJ-25, 26, 31, 38 boli suché. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vo všetkých vrtoch je cca 22,3 m. Vo vrtoch HSJ-32, 33, 37, 39, 46 a 49 sa voda nachádza v hĺbke cca 15,5 až 35 m pod úrovňou terénu, vo vrtoch HSV-35 a 40 sa nachádza podstatne plytšie (v hĺbke 3 až 4,5 m – príl. 1.13).

##### c/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Siladice (za obdobie od roku 1993 až do konca roku 2005) je 593,49 mm. Zrážkový úhrn za rok 2008 bol 584,9 mm, čo predstavuje 98,55 % dlhodobého priemeru (ide teda o normálny rok). V roku 2009 stúpol zrážkový úhrn na 607,1 mm (102, 29 %), čo sa podľa zaužívaných kritérií hodnotí tiež ako normálny rok.

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

##### a/ Geodetické merania

Merania sa na lokalite vykonávali až do roku 2006, prevažne s dvojročnou frekvenciou. Z výsledkov vyplýva, že v období od roku 2002 neboli zaznamenané žiadne výrazné polohové ani výškové zmeny pozorovaných bodov (obr. 2.1.93). Najvýraznejšie pohyby boli sústredené na okraj strmého svahu nárazového brehu Váhu v strednej časti monitorovaného

územia (body P\_137 a P\_140), ich polohová zmena však nepresiahla hodnotu 25 mm.rok<sup>-1</sup>. V poslednom uskutočnenom meraní v roku 2006 boli zistené iba minimálne polohové zmeny pozorovaných bodov.

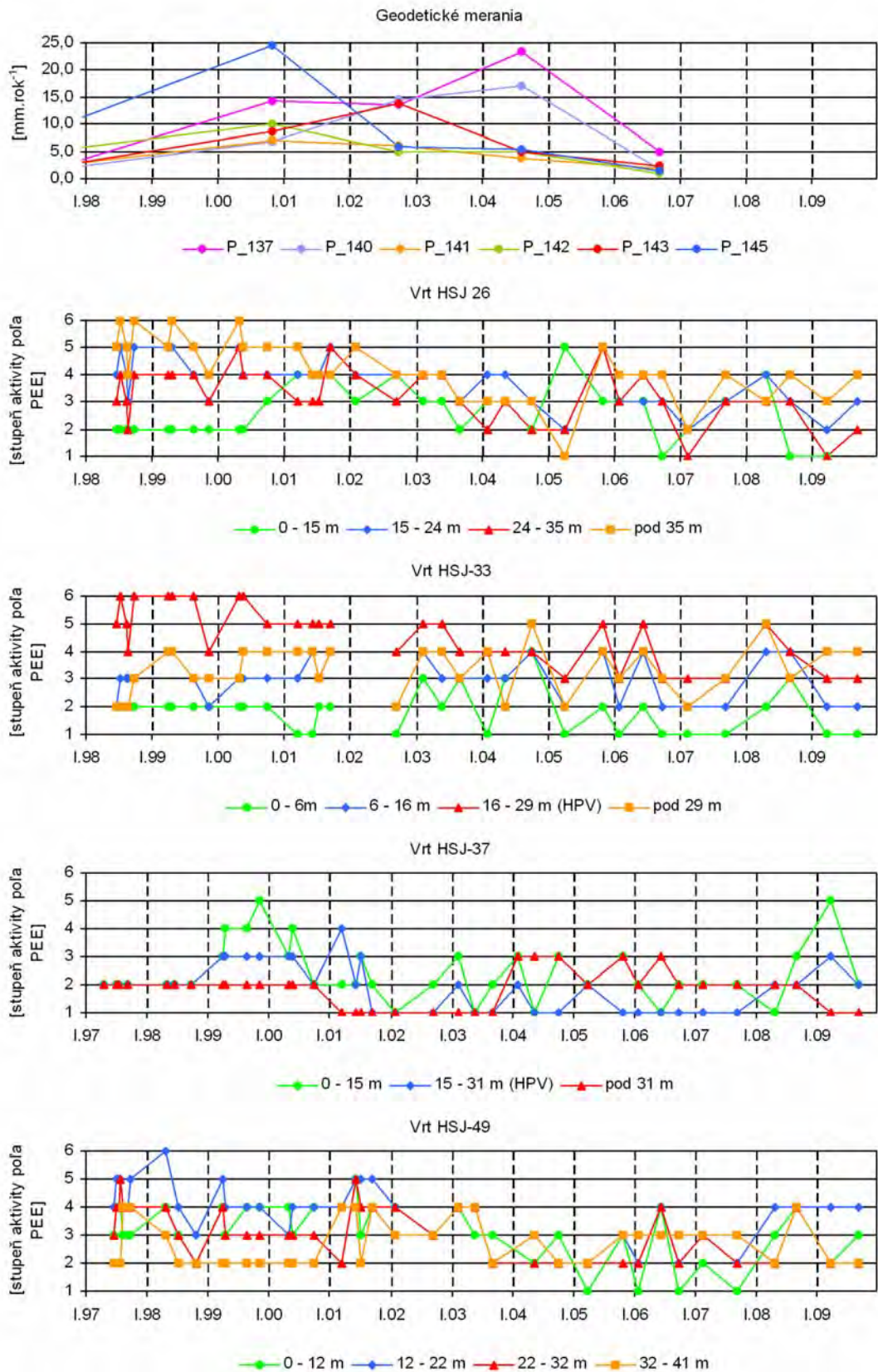
#### b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Analýza dlhodobějších meraní poľa PEE (obr. 2.1.93) potvrdzuje predpoklad, že v hodnotenom území sa nachádzajú tri celky s odlišným charakterom aktivity poľa PEE (Vybíral, Wagner, 2004). Najvyššie stupne aktivity boli zaznamenávané vo vrtoch v severnej časti územia (HSJ-26, HSJ-33); v posledných rokoch sa však výrazne aktivizuje i jeho stredná časť (vrty HSJ-37, HSJ-39). Južná časť územia je trvalo v relatívne upokojenom stave, avšak napríklad vo vrte HSJ-49 bola zaznamenaná premenlivá aktivizácia prostredia v hlbších horizontoch.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Výrazná koncentrácia poľa PEE bola pri jarnom meraní v roku 2009 zaznamenaná v centrálnej časti monitorovaného územia a v jesennom cykle merania v severnej časti územia. Výrazné je kolísanie úrovne hladiny podzemnej vody v niektorých vrtoch (napr. HSJ-37). Z hľadiska zrážkových úhrnov bol rok 2009 veľmi podobný roku 2008 – v oboch prípadoch išlo o zrážkovo normálne roky.

Zosuvné pohyby v pozorovanom území negatívne ovplyvňujú možnosti využitia poľnohospodárskej pôdy a vplývajú i na vhodnú lokalizáciu a technické riešenie pripravovaného vodného diela. Za účelom skvalitnenia úrovne monitorovania územia bol v novembri 2009 na lokalite realizovaný inklinometrický vrt a vybudované boli nové geodetické body. V roku 2010 je potrebné okrem aplikácie doterajších metód uskutočniť základné a prvé etapové inklinometrické meranie nového vrtu a obnoviť geodetické merania na lokalite na novej sieti bodov metódou GNSS.

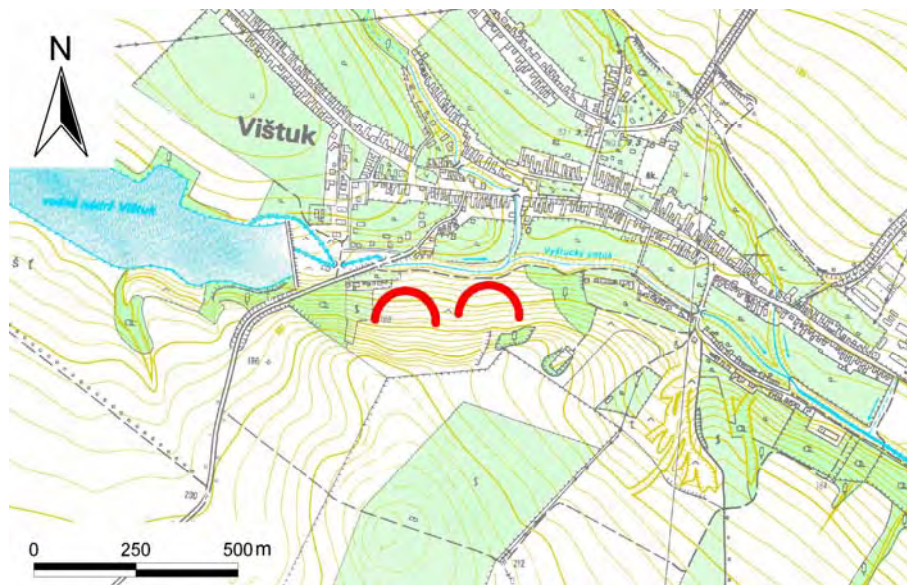


Obr. 2.1.93: Dlhodobé zmeny polohy pozorovaných bodov, zistené geodeticky a dlhodobé zmeny poľa PEE v rôznych hĺbkových horizontoch vybraných monitorovaných vrtov na lokalite Hlohovec-Posádka

#### 2.1.4.14. Lokalita Vištuk

##### *Stručná charakteristika lokality*

Frontálny zosuv (1400 x 400 m) v intraviláne obce Vištuk (okres Pezinok – obr. 2.1.94) sa vyvinul v neogénnych íloch a prachovcoch, pokrytých polohami pieskov a štrkov. Šmykové plochy sa nachádzajú v hĺbke 10 až 14 m pod povrchom terénu. Zosuv ohrozoval a stále ohrozuje obytné domy v obci, štátnu cestu a znehodnocuje poľnohospodársku pôdu (obr. 2.1.95). Počas niekoľkých etáp inžinierskogeologického prieskumu sa realizovalo v zosuvnom území viacero prieskumných vrtov (Hric, Panek, 1986), z ktorých časť sa využíva i pri pokračujúcom monitoringu. Pretože žiadne rozsiahlejšie sanačné práce sa na území neuskutočnili, zosuv sa naďalej periodicky aktivizuje v závislosti od zrážkových pomerov. Jeho aktuálny stav sa hodnotí na základe výsledkov monitorovania, z ktorých sa na lokalite aplikuje iba metóda merania poľa PEE, pri ktorej sa súčasne zaznamenáva hĺbka hladiny podzemnej vody.



Obr. 2.1.94: Lokalizácia monitorovaného frontálneho zosuvu na južnom okraji obce Vištuk



Obr. 2.1.95: Pohľad na časť zosuvného územia nad obcou Vištuk (foto P. Wagner, 2006)



*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Vištuk sa 16 monitorovacích vrtoch premeralo metódou PEE v roku 2008 dvakrát (v apríli a v septembri) a v roku 2009 tiež dvakrát (v marci a v septembri). Prehľad uskutočnených monitorovacích pozorovaní je zhrnutý v tab. 2.1.21. Výsledky meraní sú uvedené v príl. 1.14.

Tab. 2.1.21: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vištuk v rokoch 2008 a 2009

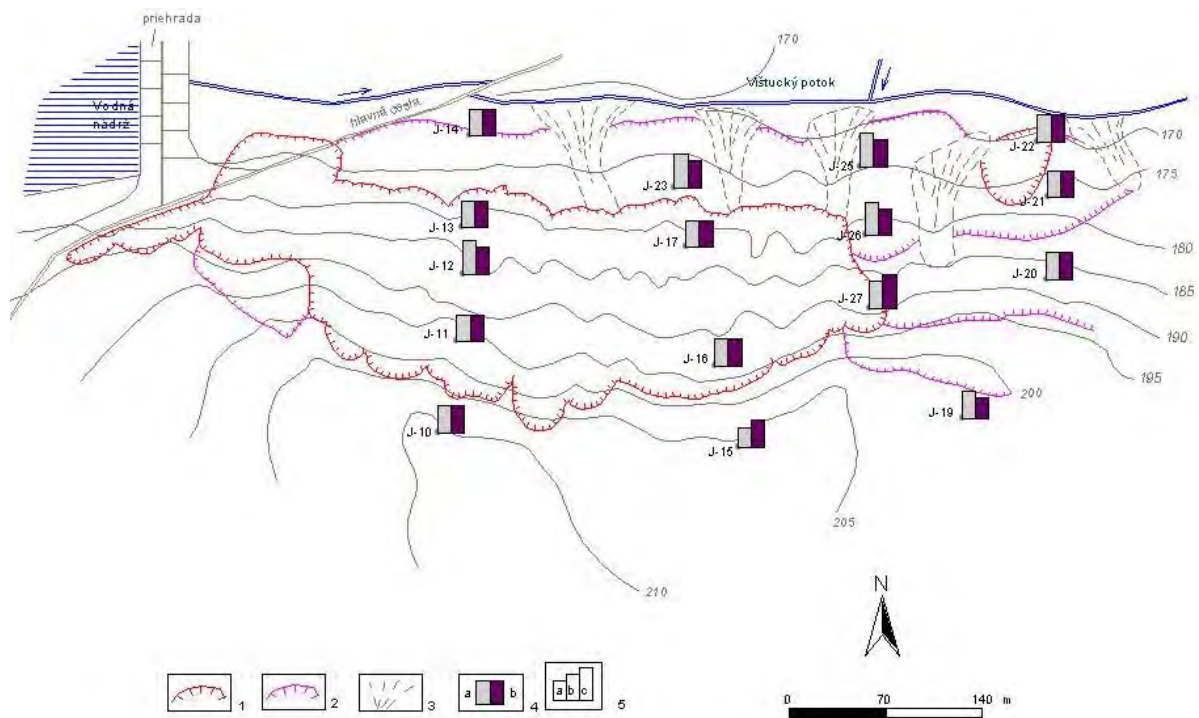
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
PEE	16	J-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27	2 (28.apríl, 5. september)	2 (24.marec, 10. september)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	16	J-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27	2 (28.apríl, 5. september)	2 (24.marec, 10. september)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Modra (indikatív 18 060)	mesačné úhrny zrážok	

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

*a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

V roku 2008 bola počas obidvoch meraní zaznamenaná výrazná aktivizácia okrajových častí zosuvu. Stredná až pomerne vysoká aktivita poľa PEE bola nameraná vo vrtoch J-10, J-11, J-12, J-13, J-20, 21, 23, 25, 26 a 27. Najvyšší stupeň aktivity poľa bol nameraný vo vrtoch J-23 a J-26.

V roku 2009 bola pomerne vysoká aktivita poľa PEE nameraná počas jarného merania vo vrte J-27 v hĺbke 0 – 6 m. Celkovo vyššia aktivita poľa bola na lokalite zaznamenaná počas jesenného merania (príl. 1.14, obr. 2.1.96). Z výsledkov vyplývajú doznievajúce prejavy aktivizácie okrajových častí zosuvu (Vybíral, 2009).



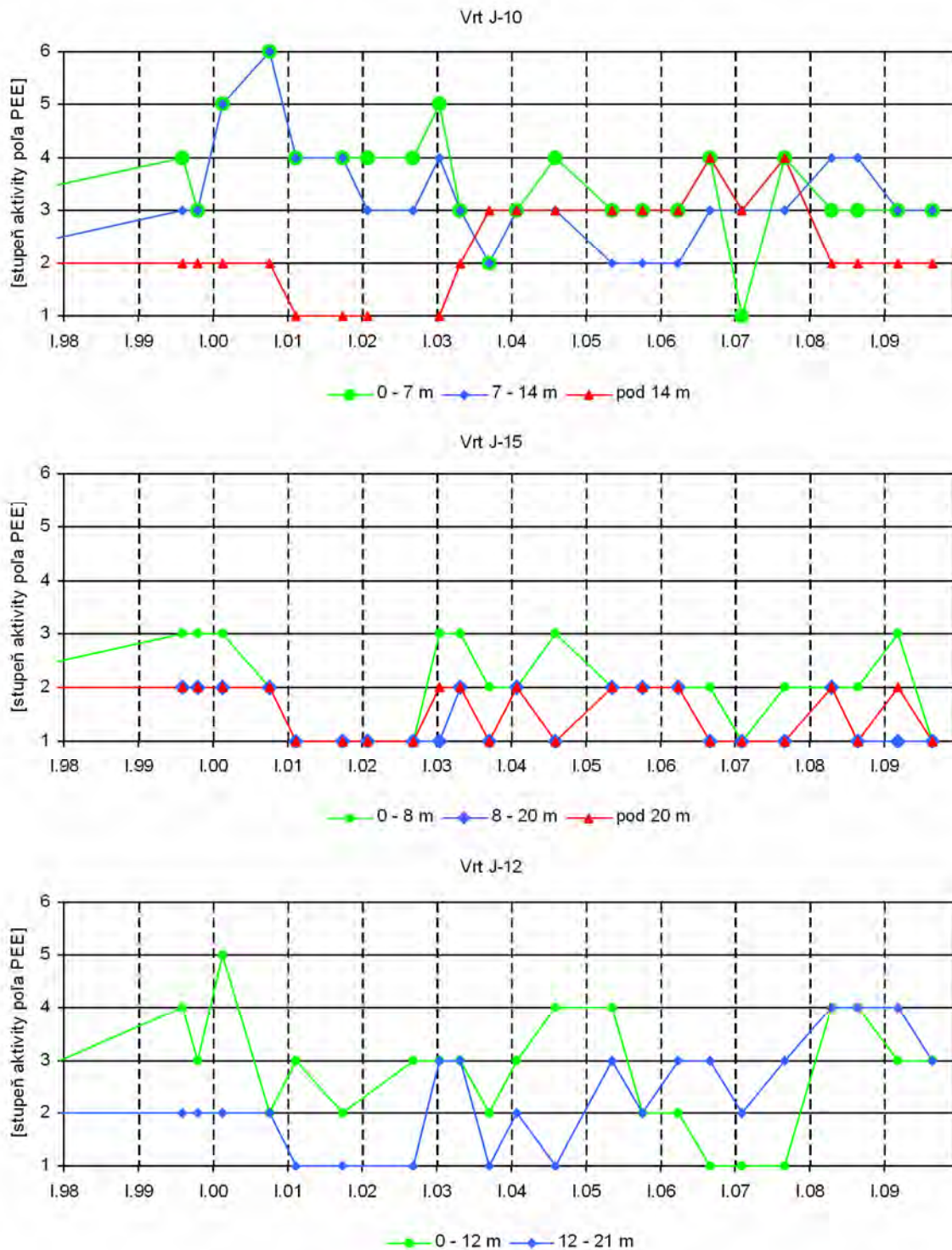
Obr. 2.1.96: Lokalita Vištuk – výsledky merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009

1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – staršie potenciálne zosuvy, 3 – náplavové kužele, 4 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 5 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a – nízka aktivita poľa PEE (stupeň 1), b – stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), c – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3)

#### b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania hĺbky hladiny podzemnej vody boli realizované iba počas meraní poľa PEE. V roku 2008 vrty J-11, 15, 16, 17, 19, 20 boli suché. Najbližšie k povrchu terénu bola voda vo vrtoch J-14 a J-22, nachádzajúcich sa prakticky v alúviu Vištuckého potoka.

V roku 2009 boli suché tie isté vrty, ako v predchádzajúcom roku. Najbližšie k povrchu terénu bola voda vo vrte J-14 (príl. 1.14).



Obr. 2.1.97: Dlhodobé zmeny počtu PEE v rôznych hĺbkových horizontoch vybraných monitorovaných vrtov na lokalite Vištuk

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn zaznamenaný na stanici SHMÚ Modra (indikatív 18 060) v roku 2008 bol 736,0 mm, v roku 2009 stúpol na 872,5 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2008 a 2009 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (694,88 mm), predstavuje úhrn za rok 2008

hodnotu 105,92 % dlhodobého priemeru (normálny rok) a úhrn za rok 2009 hodnotu 125,56 % (veľmi vlhký rok rok).

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

##### **Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií**

Z dlhodobého hľadiska bol vo všeobecnosti zaznamenaný výraznejší nárast napätí v roku 2000. Odvtedy je napätostno-deformačný stav prostredia vcelku ustálený na relatívne nižších úrovniach o čom svedčí i vývoj zmien napätostného stavu v rôznych hĺbkových úrovniach vybraných monitorovaných vrtoch (obr. 2.1.97).

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

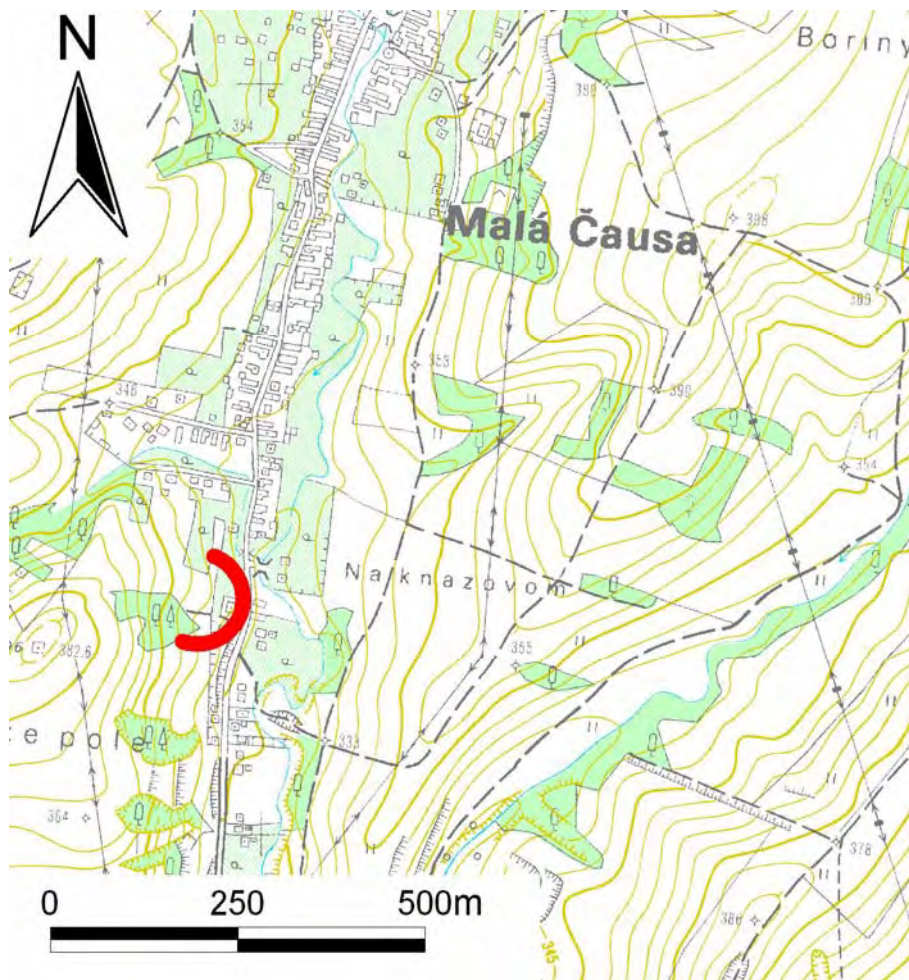
Merania poľa PEE poukazujú trvalo na to, že v telese frontálneho zosuvu prebieha pokračujúce dotvarovanie, predovšetkým po nasýtení zosuvných hmôt vodou počas jarých mesiacov. Podľa výsledkov meraní poľa PEE bol na lokalite v roku 2009 konštatovaný vcelku stabilizovaný stav, okrem vyšších hodnôt poľa v okolí vrtu J-27, zistených počas jarného cyklu merania. Zrážkovo bol rok 2009 veľmi vlhký (v porovnaní so zrážkovo normálnym rokom 2008).

Vzhľadom na kontakt zosuvu s obývanou oblasťou považujeme za potrebné zachovať aspoň doterajší rozsah i frekvenciu monitorovania. Merania poľa PEE zabezpečujú identifikáciu výraznejších zmien napätostného poľa v pozorovanom prostredí, avšak komplexnejšie posúdenie aktuálneho stabilitného stavu zosuvného svahu je možné iba po rozšírení sortimentu monitorovacích meraní.

#### **2.1.4.15. Lokalita Malá Čausa**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuvné územie sa nachádza na JZ okraji obce Malá Čausa (okres Prievidza), v bočnom údolí bezmenného potoka (obr. 2.1.98). Ide o staršie zosuvné územie s výskytom viacerých potenciálnych plošných a prúdových zosuvov (obr. 2.1.99), z ktorých sa niektoré aktivovali po zrážkovej anomálii na jar roku 1995. Zosuvy sa vyvinuli v prostredí miocénneho šlírového súvrstvia, pokrytého kvartérnymi hlinami s výskytom andezitových úlomkov. Okrem geologickej stavby, podmieňujúcej vznik zosuvov, pôsobí na stabilitu svahov nepriaznivo i erózna činnosť vodného toku, podrezávajúceho svah. V zosuvnom území možno odlíšiť dva zosuvy – menší, rozmerov 60 x 80 m, ohrozujúci širšie územie možnosťou prehradenia vodného toku a väčší, rozmerov 200 x 150 m (s hĺbkou šmykovej plochy 4 až 7 m pod povrchom terénu), ktorý pretrhol vodovodné potrubie (obr. 2.1.100). Na lokalite bolo realizovaných viacero sanačných opatrení (Fussgänger et al., 1996).

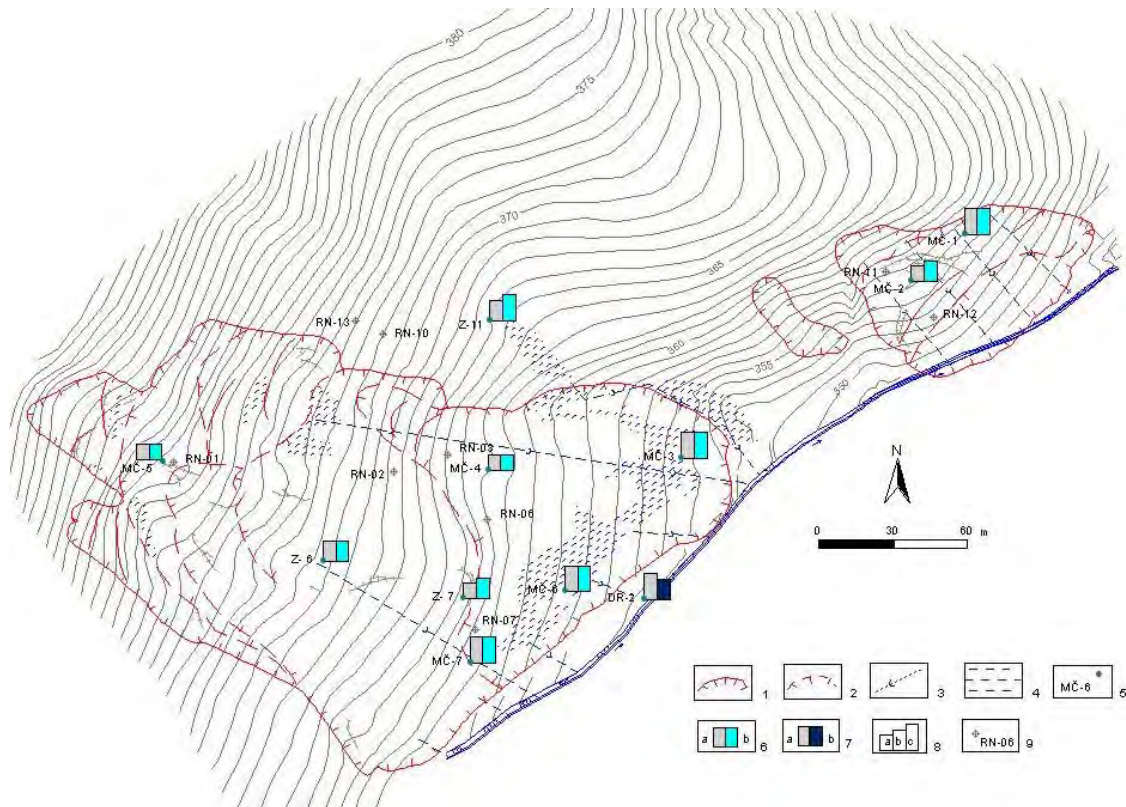


Obr. 2.1.98: Lokalizácia zosuvu na juhozápadnom okraji obce Malá Čausa

Monitorovanie lokality sa vykonávalo od roku 1995 inklinometrickými meraniami vo vrte MČ-1, ktorý bol porušený v roku 2002. V rokoch 1997 až 2004 sa na lokalite uskutočnilo 9 etáp merania povrchových reziduálnych napätí. V posledných rokoch sa na lokalite vykonávali iba režimové pozorovania. Aktívne monitorovanie lokality Malá Čausa sa po dohode s orgánmi miestnej samosprávy v decembri 2008 skončilo, avšak všetky namerané údaje sú uložené v databáze a sú prístupné pre prípad obnovenia monitorovania. V roku 2009 na lokalite teda neboli vykonávané žiadne monitorovacie merania a jej charakteristika je do súbornej správy zaradená kvôli zhodnoteniu dlhodobých pozorovaní.



Obr. 2.1.99: Pohľad od prelivového vrtu MČ-6 na časť sanovaného zosuvu pri Malej Čausi (foto D. Jadroň, 1997)



Obr. 2.1.100: Lokalita Malá Čausa – výsledky režimových pozorovaní v rokoch 2007 a 2008  
 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – čiastkové zosuvy a zátrhy, 3 – stabilizačno - odvodňovacie rebrá, 4 – zamokrené územia, 5 – piezometrické vrtý, 6 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2007, b – 2008, 7 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacieho zariadenia v roku: a – 2007, b – 2008, 8 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť drénu 1 až 3 l.min<sup>-1</sup>, c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. výdatnosť drénu nad 3 l.min<sup>-1</sup>, 9 – miesta realizácie skúšok povrchových reziduálnych napätí

*Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v roku 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.22.

Tab. 2.1.22: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Malá Čausa v roku 2008

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	7 merateľných 3 pretekajúce	MČ-1, 2, 4, 5, Z-6, 7, 11 MČ-3, 6, 7	24 (1x za 2 týždne)	Monitorovacie merania sa nevykonávali
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	1	DR-2	24 (1x za 2 týždne)	
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30 100) Prievidza (indikatív 30 120)	denné úhrny zrážok	

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2008*

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Meranie sa uskutočňovalo v 10 objektoch, v ktorých však z troch (MČ-3, MČ-6 a MČ-7) voda trvalo vyteká na povrch územia, infiltruje do zosuvných hmôt a znižuje stabilný stav prostredia.

V roku 2008 bolo maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody namerané vo vrte Z-6 (4,14 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku mierne klesla (príl. 1.15).

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Jediným merateľným odvodňovacím zariadením na lokalite je výtok drenážneho rebra DR-2. Priemerná výdatnosť drénu v roku 2008 oproti predchádzajúcemu roku dosť výrazne poklesla a bola iba 1,63 l.min<sup>-1</sup> (príl. 1.15).

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Hodnotenie zrážkových pomerov je rovnaké, ako na lokalite Veľká Čausa (časť 2.1.4.1).

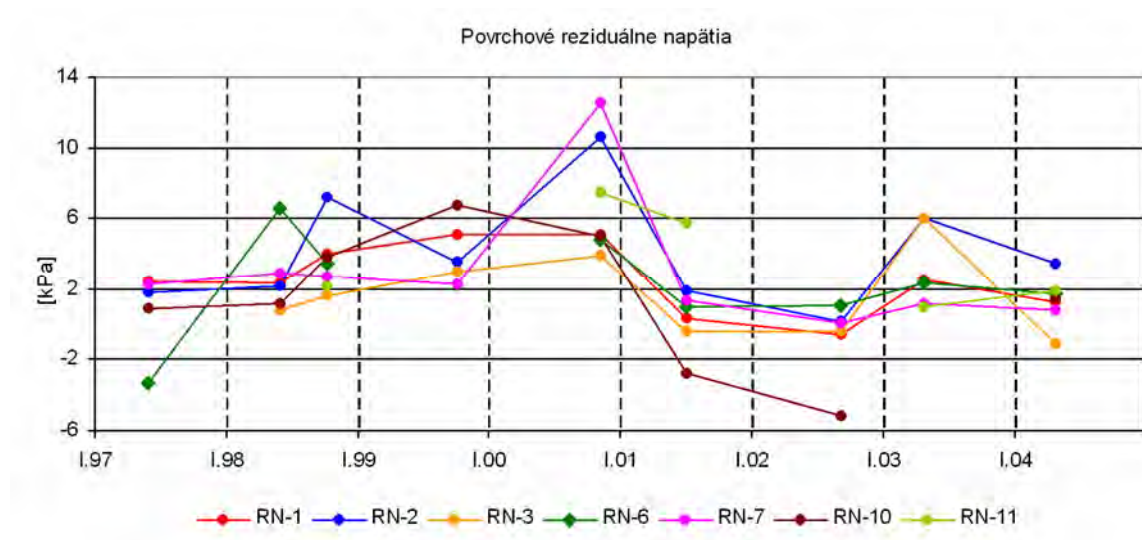
*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Na lokalite sa od roku 1997 uskutočnilo 9 etáp merania povrchových reziduálnych napätí; posledné bolo vykonané v apríli roku 2004.

Z dlhodobej analýzy vývoja napätostného stavu vyplýva (obr. 2.1.101), akoby sa striedali obdobia nárastu tlakových napätí, po ktorých dochádza k vytváraniu ťahových zón a následne lokálnych ťahových trhlin. Vzhľadom na stav lokality a jej aktuálnu

celospoločenskú dôležitosť nepovažovalo sa za účelné ďalej v týchto meraniach pokračovať, zvlášť keď pri poslednom meraní bol preukázaný celkový trend zníženia tlakových napätí.



Obr. 2.1.101: Dlhodobé výsledky merania povrchových reziduálnych napätí na lokalite Malá Čausa

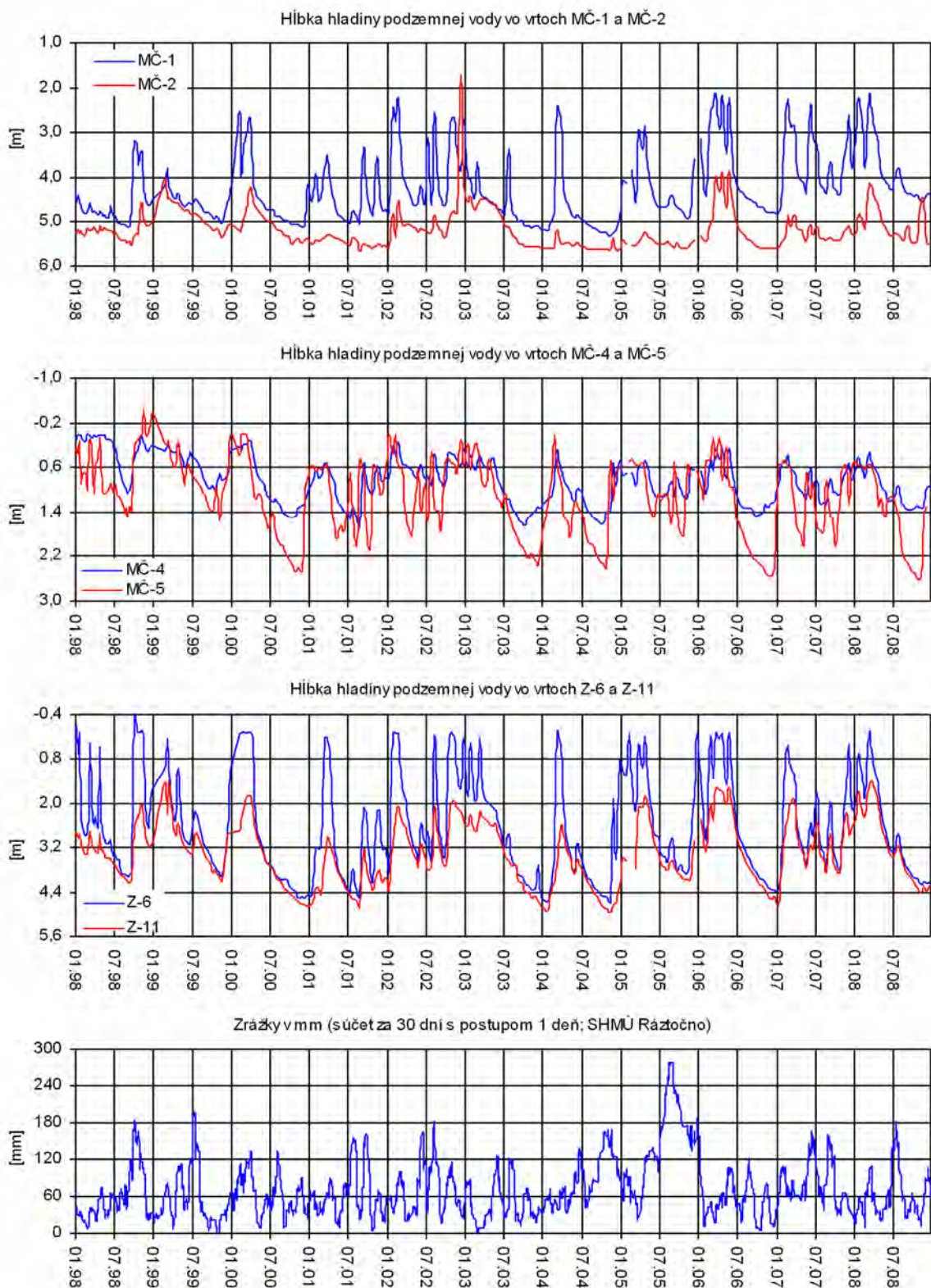
#### b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na základe analýzy dlhodobých meraní (obr. 2.1.102) možno konštatovať, že hladina podzemnej vody má v ostatných rokoch úroveň blízku priemerným hodnotám a ročné extrémny boli i v roku 2008 nižšie, ako dlhodobo zistené. Výrazné stúpnutia hladiny podzemnej vody boli zaznamenané vo väčšine vrtov iba počas jarných meraní (február – apríl).

#### c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť odvodňovacieho drénu DR-2 je veľmi premenlivá – v roku 2003 bola zaznamenaná jej najvyššia priemerná hodnota ( $4,89 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a v roku 2008 najnižšia ( $1,63 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Žiaľ, ide iba o jediné merateľné odvodňovacie zariadenie na zosuve. Z hľadiska stability má však podstatný význam odvedenie vody z prelivových vrtov, umiestnených v priestore zosuvu.





Obr. 2.1.102: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtríc na lokalite Malá Čausa, znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi zo stanice SHMÚ Ráztčno (indikatív 30 100)

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

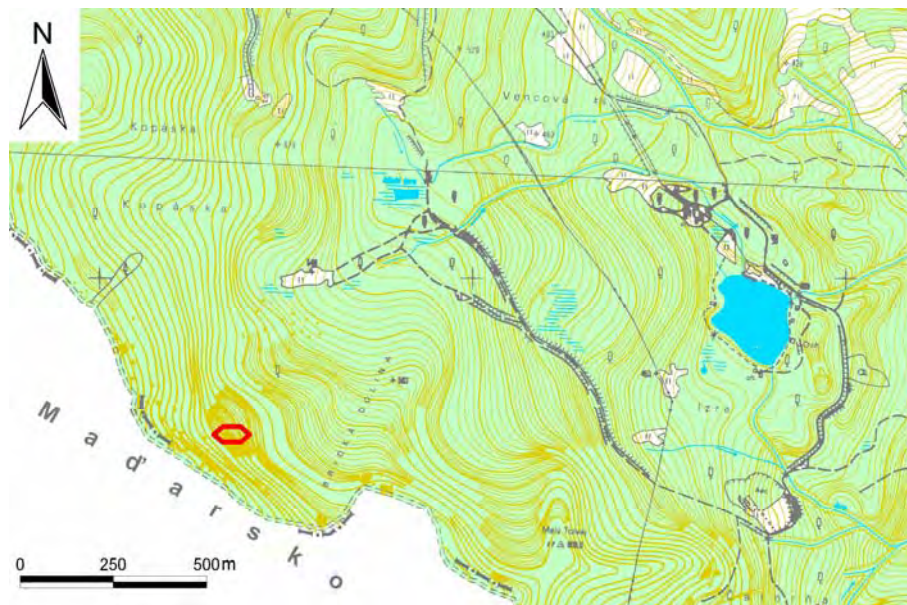
Vzhľadom na neúplnú sanáciu zosuvu zostáva spodná časť svahu trvalo zamokrená. Z viacerých vertikálnych vrtov vyteká pretlaková voda do telesa zosuvu. Väčší zosuv sa stále dotvára a dochádza k lokálnym prejavom pohybovej aktivizácie zosuvných hmôt. V podstatne stabilnejšom stave sa po vykonaní sanačných opatrení nachádza menší zosuv.

I keď na základe vonkajších prejavov, ako aj výsledkov monitorovania je zosuvný svah potenciálne nestabilný, v súčasnosti už akútne neohrozuje žiadne významné objekty (vďaka preloženiu trasy vodovodu a spevneniu brehu potoka, ohrozovaného menším zosuvom s potenciálnou možnosťou prehradenia toku). Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa postupne redukoval i počet aplikovaných monitorovacích metód. O stave zosuvného svahu, výsledkoch jeho monitorovania a návrhu skončiť aktívne monitorovacie činnosti bol informovaný starosta obce v novembri 2008. Po súhlase miestnej samosprávy sa aktívne monitorovanie na lokalite Malá Čausa 1. januára 2009 skončilo. Všetky získané výsledky za predchádzajúce roky sú uložené v databáze a v prípade potreby možno monitorovanie znova obnoviť.

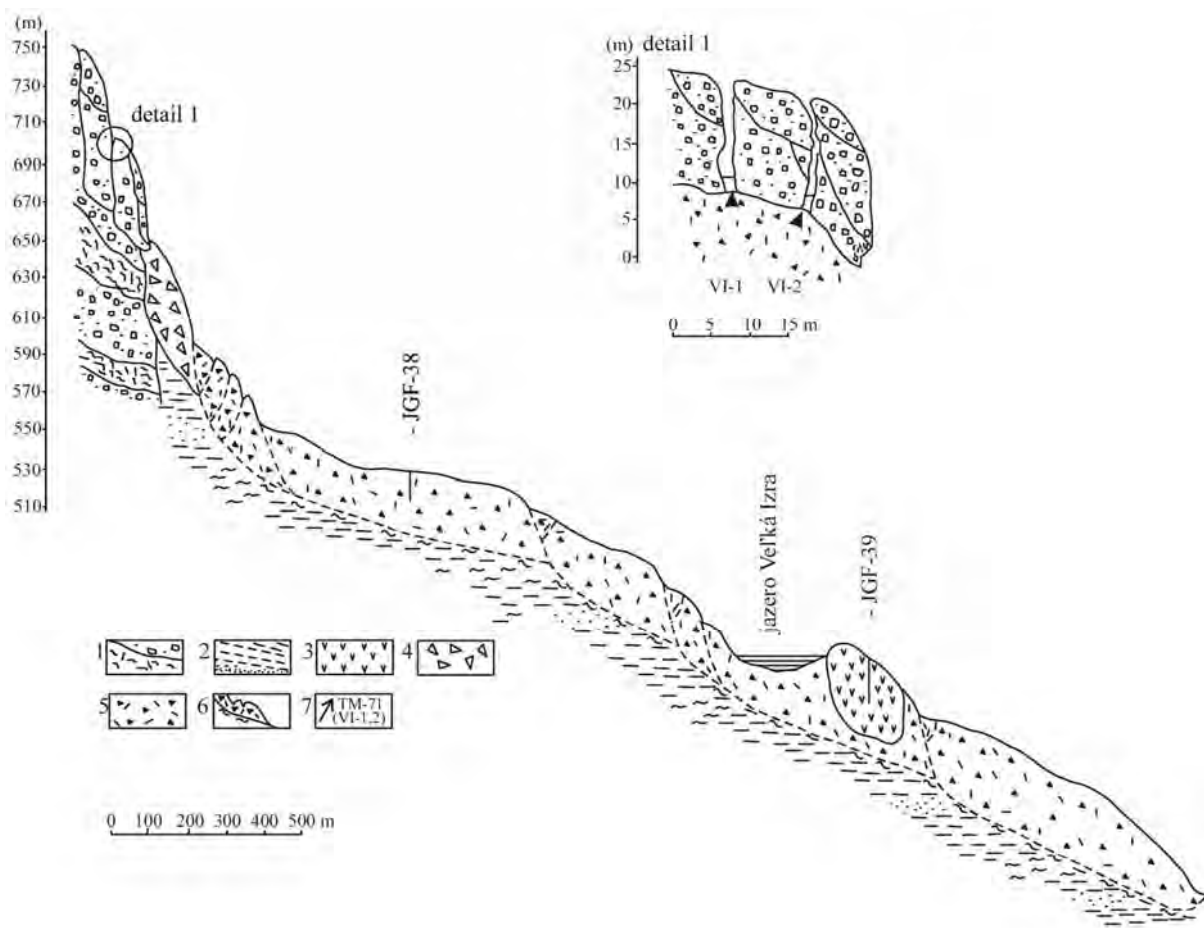
#### **2.1.4.16. Lokalita Veľká Izra**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita je situovaná na okraji stratovulkánu Veľký Milič (južná časť Slanských vrchov) na J od obce Slanská Huta (obr. 2.1.103). Do dvoch paralelných trhlín medzi okrajovými blokmi, tvorenými striedajúcimi sa andezitmi a brekciami lávových prúdov s autochtónnymi pyroklastikami, ležiacimi na plastických ílovitých sedimentoch (obr. 2.1.104), boli v lete roku 1992 situované dva dilatometre typu TM-71 (VI-1 a VI-2). Horná trhlina (VI-1) reprezentuje styk bloku s kvázi neporušeným masívom, dolná (VI-2) styk okrajového bloku s predchádzajúcim blokom (obr. 2.1.105).



Obr. 2.1.103: Lokalizácia svahovej poruchy charakteru plazenia pri Veľkej Izre



Obr. 2.1.104: Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Veľká Izra s vyznačením osadenia dilatometrov VI-1 a VI-2  
 1 – striedanie andezitov a brekcií lávových prúdov s polohami autochtónnych pyroklastík, 2 – íl s polohami ílovitého piesku, 3 – ryolit (zosunutý blok), 4 – morfologicky nečlenené blokové pole, 5 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 6 – priebeh šmykovej plochy 7 – lokalizácia dilatometrov TM-71 (VI-1 a VI-2)

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Veľká Izra sa v uvedených rokoch uskutočnilo 8 vizuálnych odčítaní hodnôt deformácií, zaznamenaných oboma prístrojmi TM-71 (tab. 2.1.23, príl. 1.16). Dilatometer VI-2 bol v roku 2008 prestavený 2-krát. I v rokoch 2008 a 2009 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

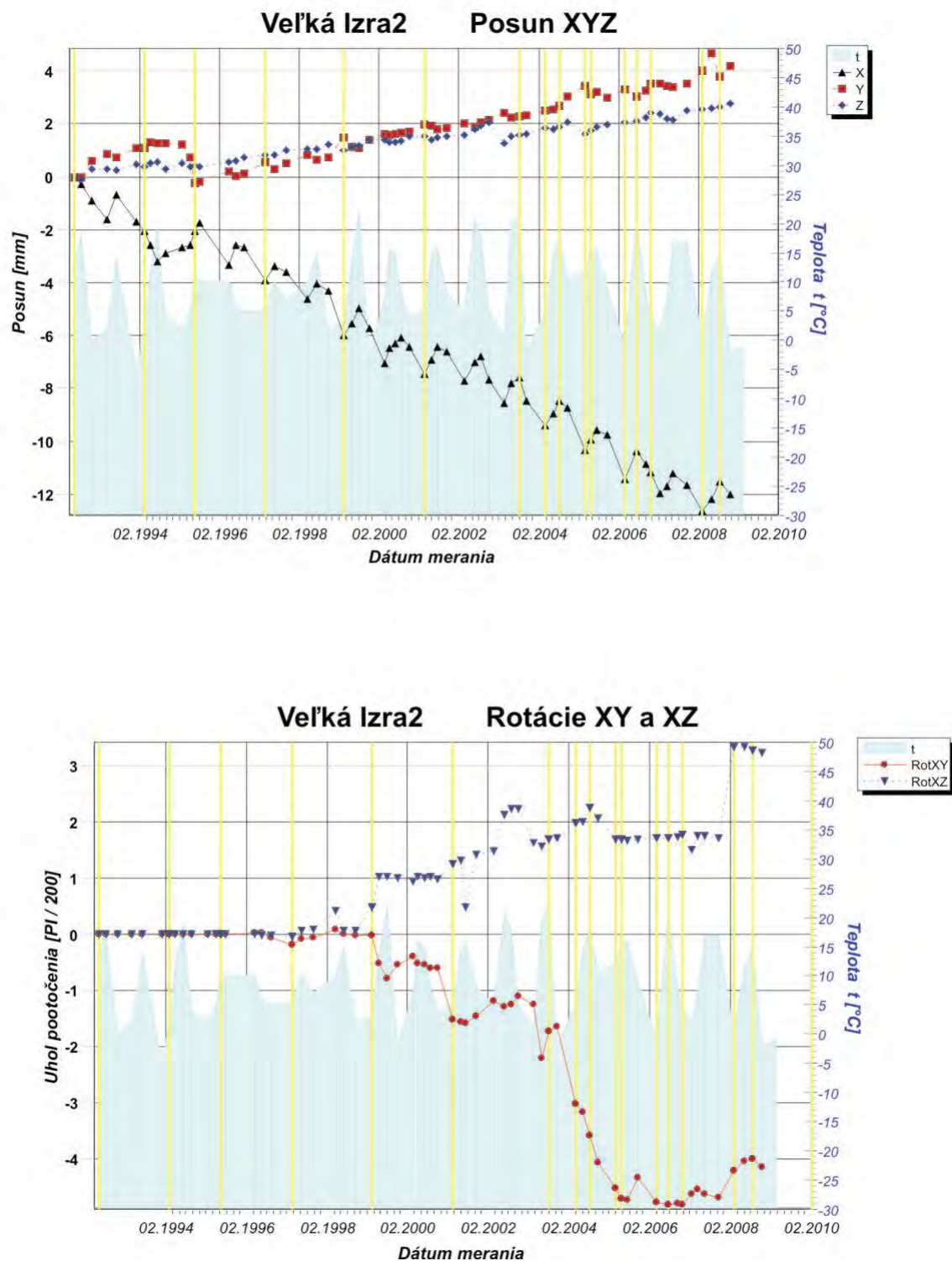


Obr. 2.1.105: Pohľad na okrajové bloky horninového masívu na lokalite Veľká Izra, medzi ktorými sú inštalované dilatometry VI-1 a VI-2 (foto Ľ. Petro, 2009)

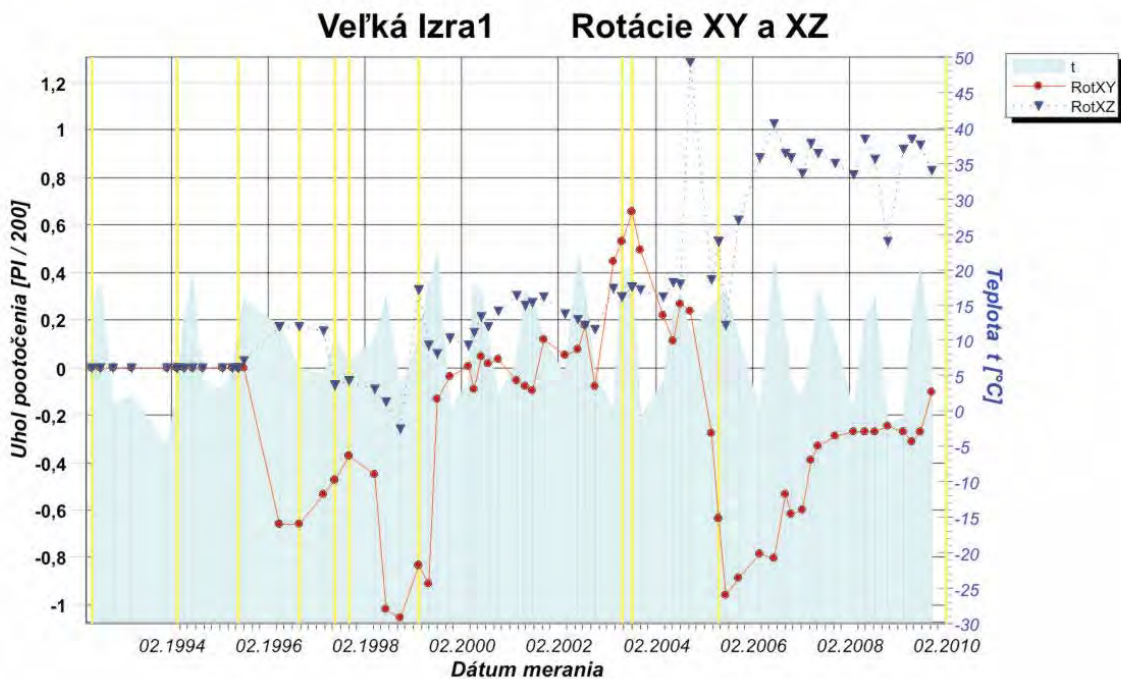
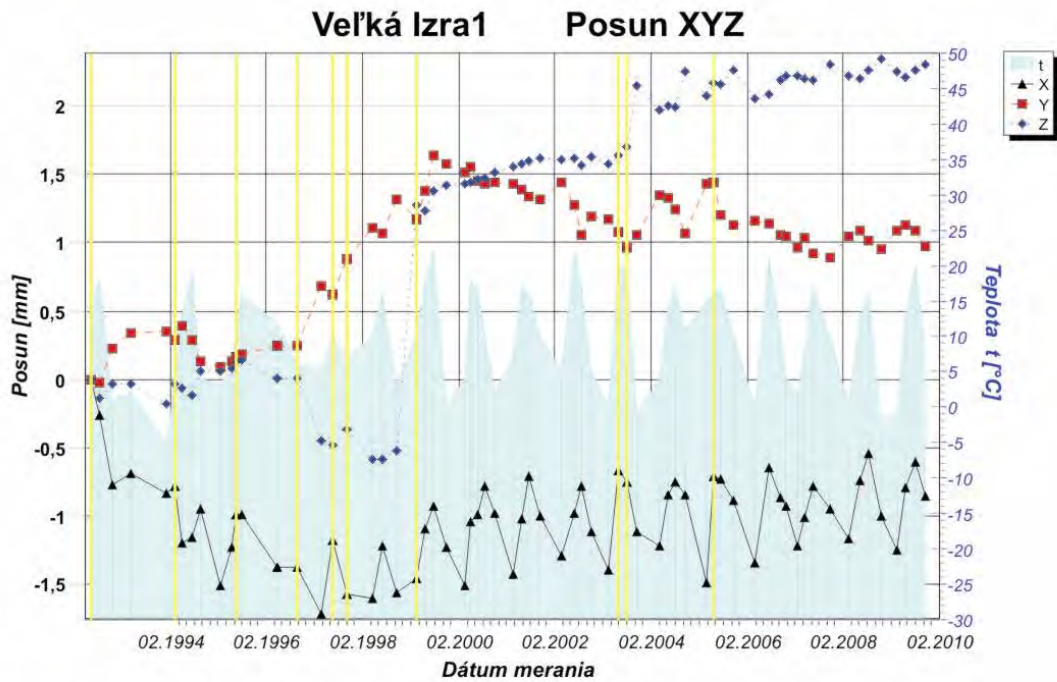
Tab. 2.1.23: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Izra v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	VI-1 (horný)	2008 – 4x
			<i>20. marec, 16. jún, 27. august, 25. november</i>
			2009 – 4x
			<i>27. marec, 26. máj, 4. august, 29. október</i>
		VI-2 (dolný)	2008 – 4x (2x prestavenie*)
			<i>20. marec*, 16. jún, 27. august*, 25. november</i>
			2009 – žiadne merania
			<i>dilatometer zničený – zistené 27. marca prístroj nebol rekonštruovaný</i>

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009



Obr. 2.1.106: Výsledky dlhodobého merania posunov horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Veľká Izra (prístroj VI-2); hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi.200 \text{ gradov}^{-1}$ ), žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja



Obr. 2.1.107: Výsledky dlhodobého merania posunov horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Veľká Izra (prístroj VI-1); hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi.200 \text{ gradov}^{-1}$ ), žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

#### a/ Meranie deformácií dilatometrami

V marci bolo zistené úplné zničenie prístroja VI-2 vandalmi, v dôsledku čoho chýbajú údaje za celý rok 2009 (obr. 2.1.106). Merania prístrojom VI-1 (horný) preukázali stagnáciu šmykového pohybu pozdĺž trhliny (pohyb v smere osi  $y$ ), veľmi mierne pokračujúce poklesávanie (os  $z$ ) vyššieho bloku voči neporušenej časti masívu (nárast za rok 2009 predstavoval cca 0,1 – 0,2 mm) a mierne zúženie (cca o 0,2 mm) v spodnej časti trhliny spôsobené vyklápaním bloku od masívu (rotačný pohyb v smere roviny  $xz$  – obr. 2.1.107).

#### b/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Huti (indikatív 51 160) je 725,7 mm. V roku 2008 bol zrážkový úhrn 780,1 mm, čo predstavuje 107,5 % dlhodobého priemeru (normálny rok). V roku 2009 bol ročný zrážkový úhrn 746,4 mm, čo predstavuje 102,85 % dlhodobého zrážkového priemeru (taktiež teda ide o normálny rok).

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

##### Meranie deformácií dilatometrami

Intenzívne pohyby (najväčšie zo všetkých lokalít tohto typu) boli namerané prístrojom VI-2, ktorý zaznamenával pohyby spodného (okrajového) bloku (rozšírenie trhliny presiahlo až 12 mm – obr. 2.1.106). Zničenie tohto prístroja na jar roku 2009 značne ochudobnilo poznatky o vývoji svahových pohybov charakteru plazenia.

Prístroj VI-1 dlhodobo (prakticky od roku 2003) zaznamenáva určitú stagnáciu pozorovaného skalného bloku vo všetkých osiach merania (obr. 2.1.107).

##### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

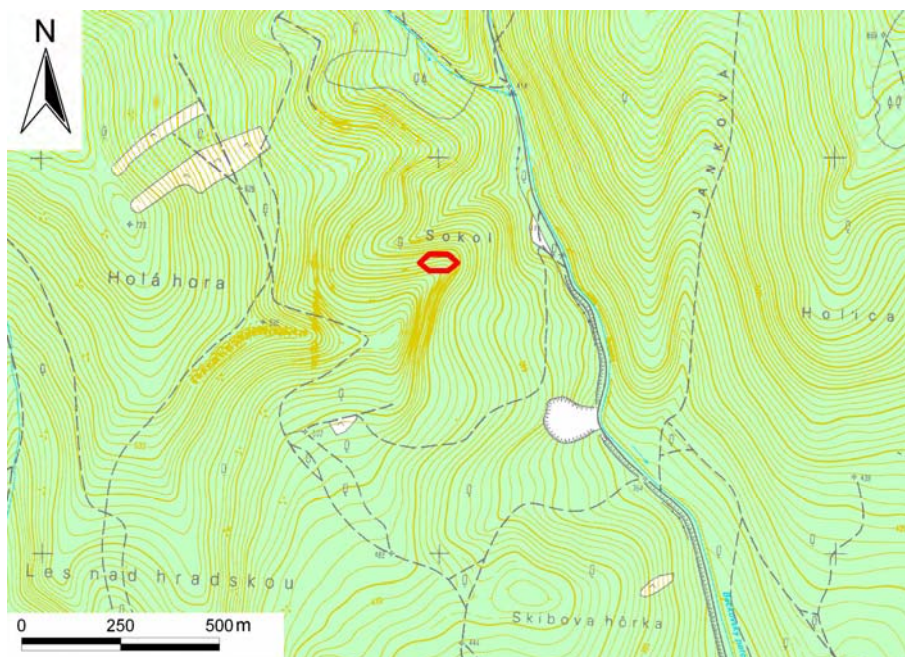
Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že pohyb blokov po plastickom ílovitom podloží zaznamenaný v posledných rokoch je vcelku plynulý. Výrazný je najmä priestorový pohyb spodného bloku. Aktivita vyššieho bloku je v porovnaní so susedným okrajovým blokom podstatne nižšia.

Hlavným cieľom pokračujúcich meraní je prognóza potenciálnych náhlych pohybov, predovšetkým deštrukcie okrajového bloku, ktorý tvorí súčasť prírodnej pamiatky Miličská skala.

#### **2.1.4.17. Lokalita Sokol**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Na lokalite Sokol, ktorá sa nachádza na okraji centrálnej vulkanickej zóny stratovulkánu Strehový vrch v doline Bačkovského potoka (východný okraj Slanských vrchov na S od obce Dargov – obr. 2.1.108) boli koncom roku 1990 inštalované dva dilatometre TM-71 (S-1 a S-2). Prístroje boli osadené v trhlinách medzi okrajovými blokmi (bloková rozpadlina) budovanými andezitmi lávového prúdu (obr. 2.1.109), striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity (obr. 2.1.110). Vzhľadom na plytké založenie blokov a minimálne zistené posuny bol prístroj S-2 začiatkom roka 1994 demontovaný a merania boli zastavené.



Obr. 2.1.108: Lokalizácia svahovej poruchy Sokol charakteru plazenia v údolí Bačkovského potoka

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Sokol sa v rokoch 2008 a 2009 uskutočnilo 8 vizuálnych odčítaní hodnôt deformácií, zaznamenaných prístrojom TM-71, označeným ako S-1 (tab. 2.1.24, príl. 1.17). I v rokoch 2008 a 2009 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Dargov.

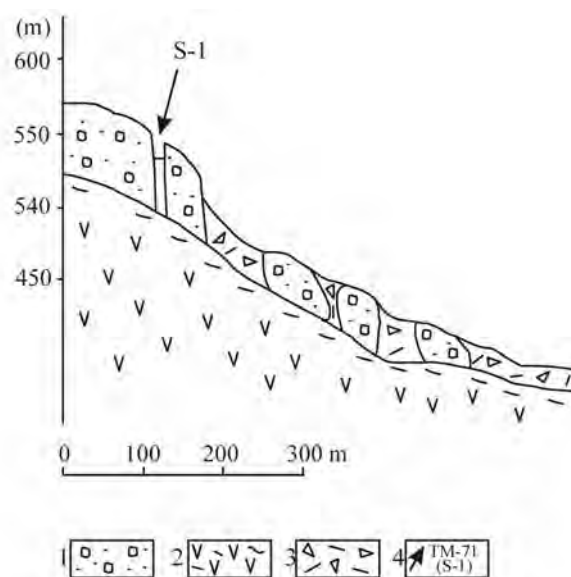
Tab. 2.1.24: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Sokol v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	S-1	2008 – 4x
			20. marec, 16. jún, 5. august, 25. november
			2009 – 4x
			27. marec, 26. máj, 4. august, 29. október





Obr. 2.1.109: Umiestnenie dilatometra S-1 na lokalite Sokol (foto Ľ. Petro, 2009)



Obr. 2.1.110: Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Sokol s vyznačením osadenia dilatometra S-1. 1 – striedanie andezitov lávových prúdov a autochtónnych pyroklastík, 2 – andezit propylitizovaný a silno zbrekciovatý, 3 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 4 – lokalizácia dilatometra TM-71 (S-1)

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

#### a/ Meranie deformácií dilatometrom

Záznamy z dilatometra v roku 2009 preukázali pokračujúcu stagnáciu vertikálneho pohybu (os  $z$ ) monitorovaného bloku. Naproti tomu, rozširovanie trhliny (os  $x$ ), t. j. vzdľavovanie bloku od masívu pokračovalo rýchlosťou cca 0,4 – 0,5 mm za rok a dosiahlo celkovo (od roku 1990) hodnotu 8,9 mm. V porovnaní s rokom 2008 sa objavil mierny nárast (cca 0,2 – 0,3 mm) šmykového pohybu bloku (os  $y$ ). Celková hodnota tohto posunu dosiahla tak 4,7 mm.

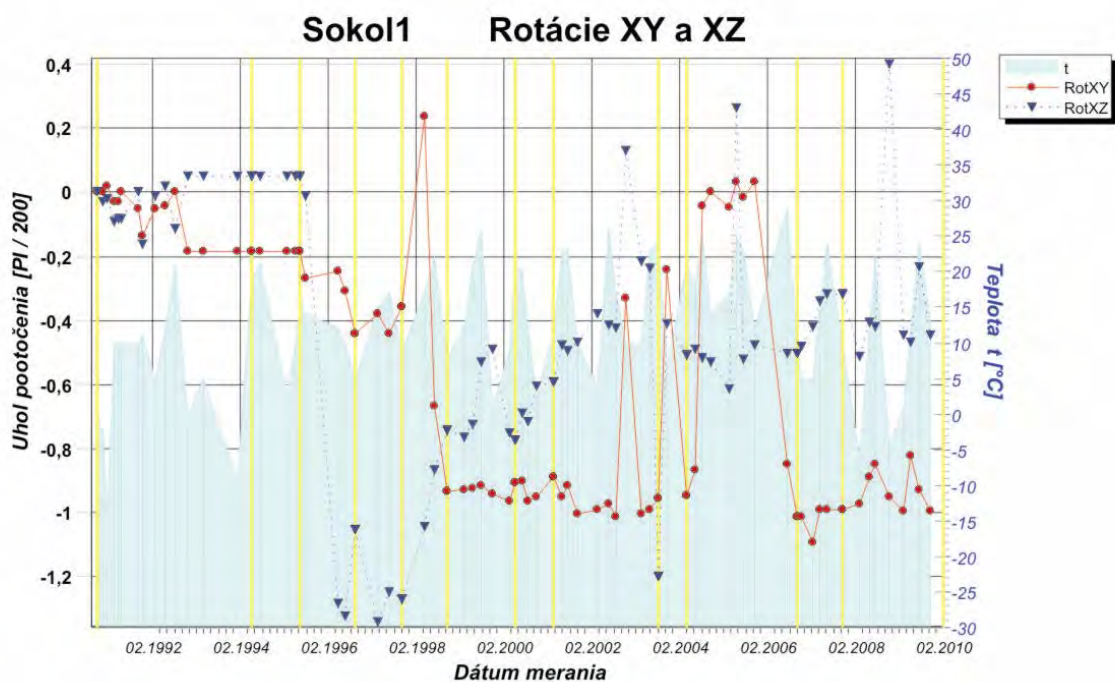
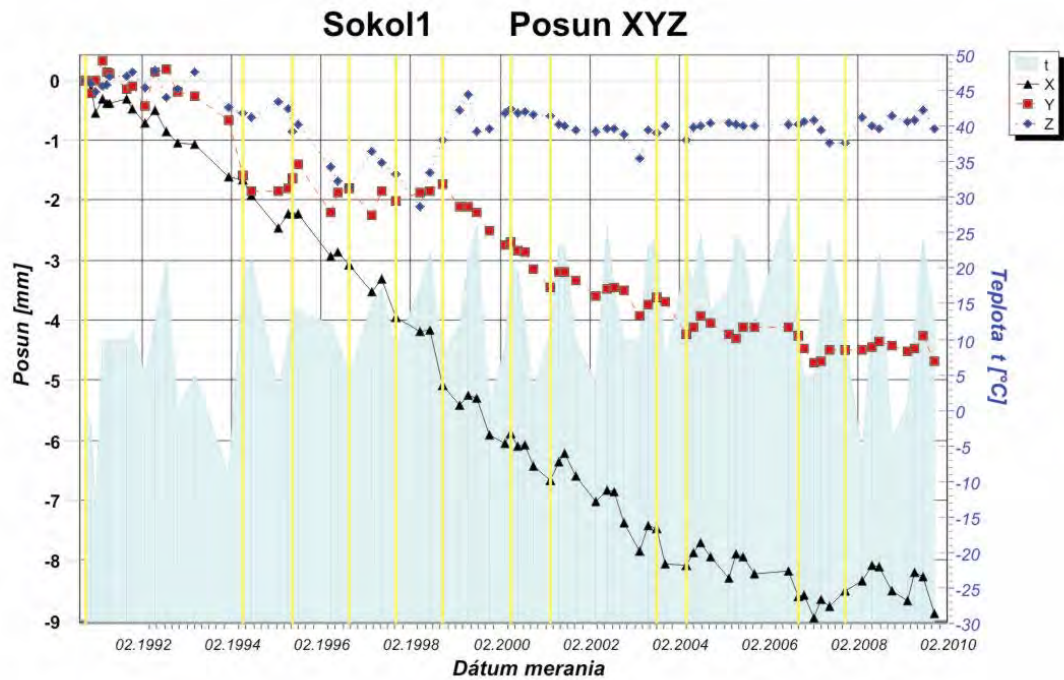
#### b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov v roku 2008 bol 554,0 mm, v roku 2009 stúpol na 618,5 mm.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

#### Meranie deformácií dilatometrom

Z obr. 2.1.111 vyplýva v poslednom období trend evidentného spomaľovania pohybu vo všetkých meraných osiach. Celkové rozšírenie trhliny dosiahlo cca 9 mm, posun bloku pozdĺž trhliny cca 4,5 mm a jeho pokles cca 1 mm.



Obr. 2.1.111: Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Sokol (prístroj S-1); hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí  $x$ ,  $y$  a  $z$  v  $mm$ ); dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine  $xy$  a  $xz$  v  $\pi \cdot 200 \text{ gradov}^{-1}$ ), žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

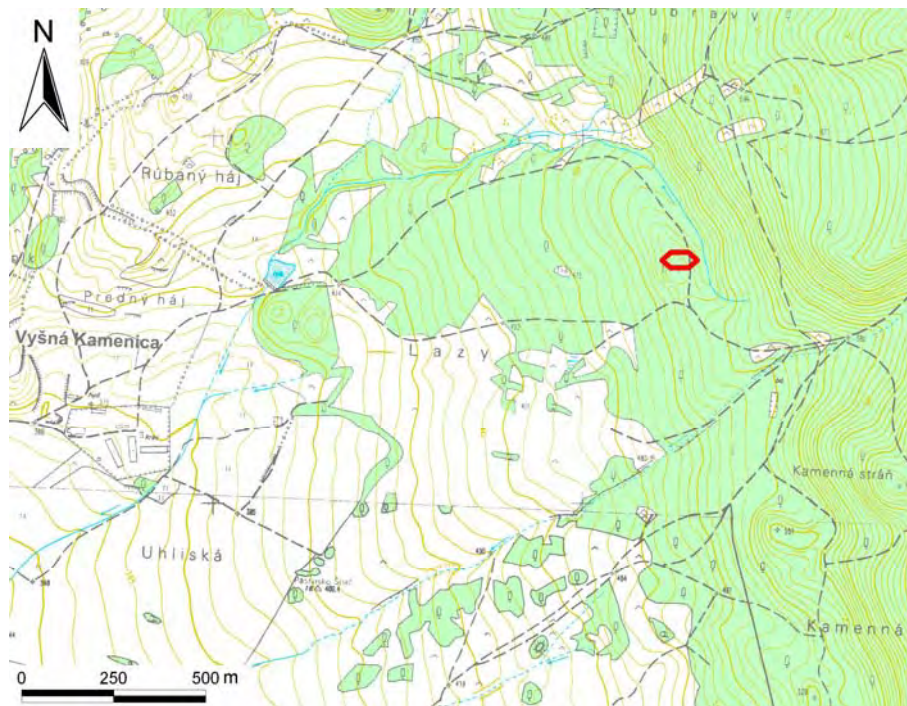
V roku 2009 sa výraznejšie pohyby bloku prejavili v horizontálnej rovine (rozširovanie trhliny v smere osi  $x$  a nárast šmykového pohybu v smere osi  $y$ ).

I keď na základe meraní z posledných rokov je preukázateľné spomalenie pohybu skalného bloku, hrozba jeho odtrhnutia po zrýchlení pohybu je stále reálna. Keďže je lokalita súčasťou národnej prírodnej rezervácie, je potrebné zachovať jej monitorovanie v rovnakom rozsahu.

#### **2.1.4.18. Lokalita Košický Klečenov**

##### *Stručná charakteristika lokality*

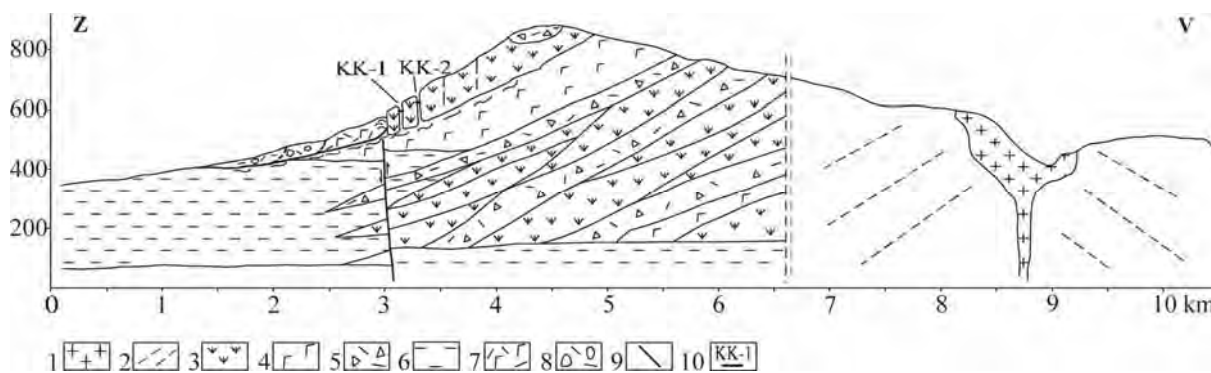
Na lokalite Košický Klečenov, ktorá sa nachádza na okrajovej časti stratovulkánu Strechový vrch (západný okraj Slanských vrchov na S od obce Košický Klečenov – obr. 2.1.112) boli v roku 1990 a 1995 inštalované dva dilatometre TM-71. Prvý z nich bol označený KK-1, druhý KK-2. Prístroje sú situované v hlbokých trhlínach na okraji andezitového lávového prúdu (obr. 2.1.113), presnejšie v hornej časti rozsiahlej svahovej deformácie, ktorá má charakter blokovej rozpadliny (obr. 2.1.114).



Obr. 2.1.112: Lokalizácia svahovej poruchy charakteru plazenia pri Košickom Klečenove



Obr. 2.1.113: Pohľad na umiestnenie dilatometra na lokalite Košický Klečenov (foto Ľ. Petro, 2009)



Obr. 2.1.114: Inžinierskogeologický rez stratovulkánom Strehový vrch so svahovou deformáciou a vyznačením osadenia dilatometrov TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroje KK-1 a KK-2). 1 – intrúzia dioritového porfyritu, 2 – striedanie lávových prúdov a pyroklastík, 3 – andezitový lávový prúd, 4 – pyroklastiká (nečlenené), 5 – redeponované andezitové pyroklastiká, 6 – neogénne íly, 7 – redeponované andezitové tufy, 8 – ílovito-úlomkovitá suť, 9 – aktívny zlom, 10 – lokalizácia dilatometrov KK-1 a KK-2

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

V uvedených dvoch rokoch sa na lokalite vykonalo 8 vizuálnych odčítaní deformácií, zaznamenaných oboma dilatometrami (tab. 2.1.25, príl. 1.18). Naďalej pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

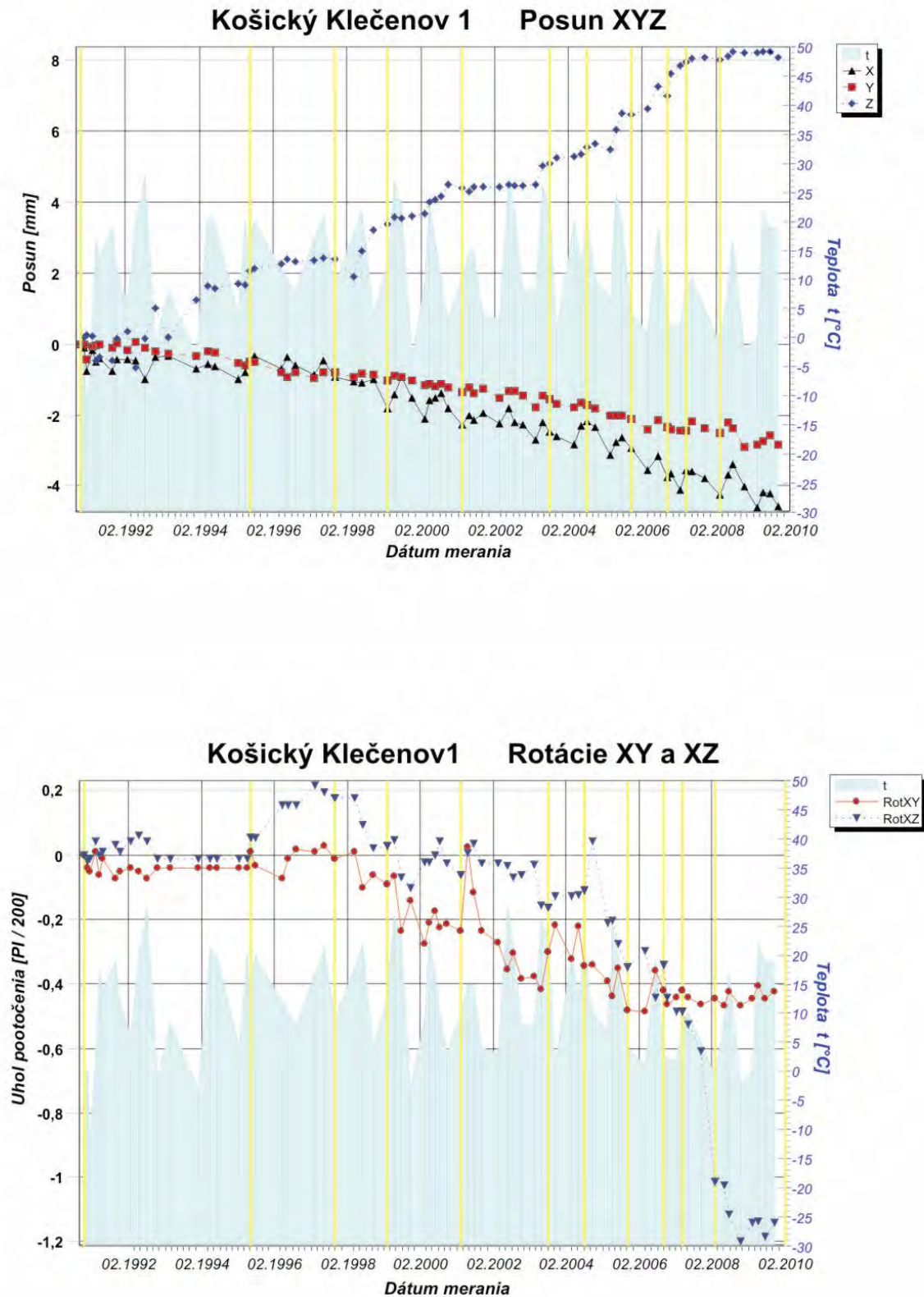
Tab. 2.1.25: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	KK-1 (dolný)	2008 – 4x (1x prestavenie* )
			<i>20. marec*, 16. jún, 5. august, 25. november</i>
		2009 – 4x	
		<i>27. marec, 26. máj, 4. august, 29. október</i>	
		KK-2 (horný)	2008 – 4x
			<i>20. marec, 16. jún, 5. august, 25. november</i>
		2009 – 4x (1x prestavenie*)	
		<i>27. marec, 26. máj*, 4. august, 29. október</i>	

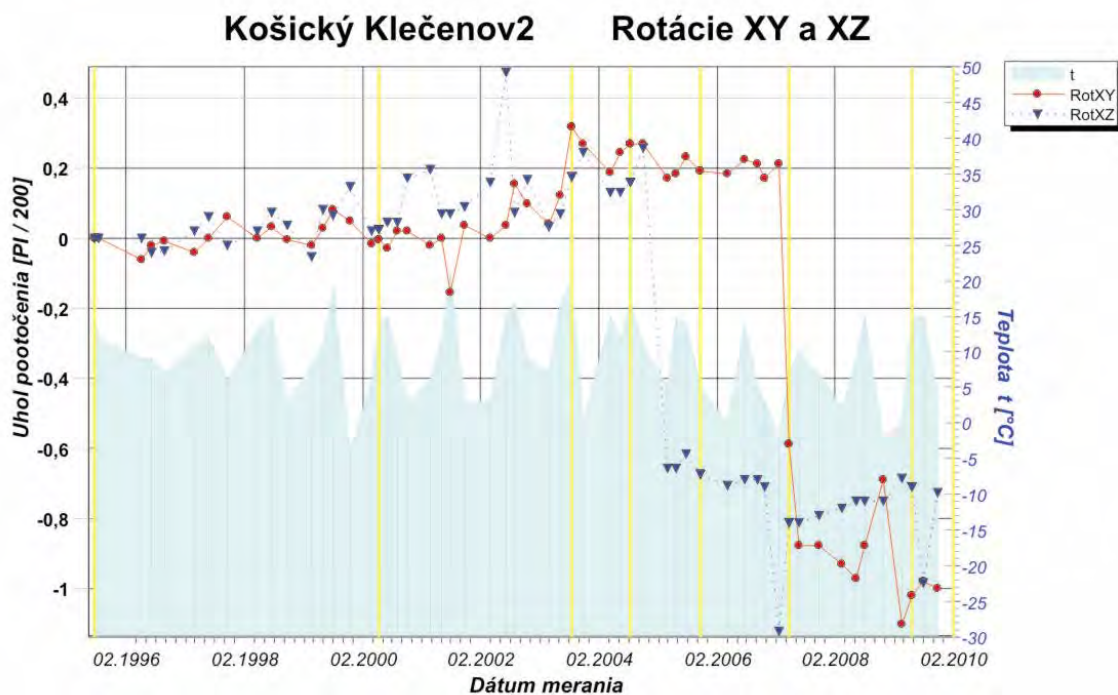
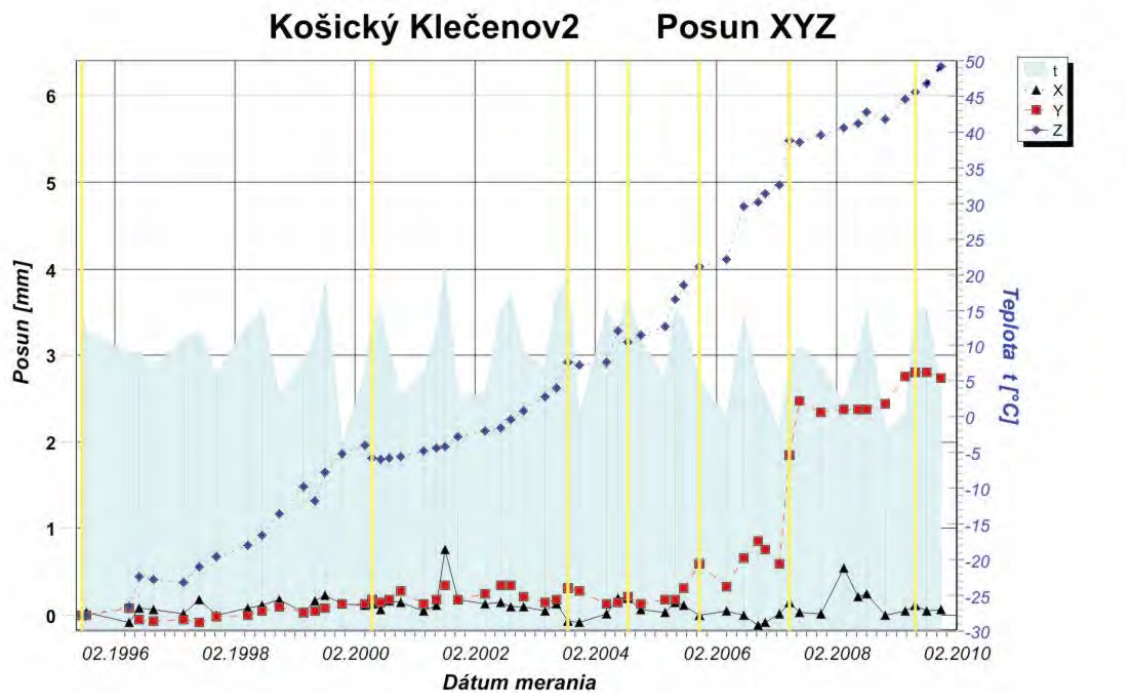
*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

a/ Meranie deformácií dilatometrami

V roku 2009 prístroj KK-1 (dolný) preukázal pokračujúci trend mierneho rozširovania trhliny (o cca 0,35 – 0,40 mm). Pokles horného bloku voči neporušenej časti masívu stagnoval na úrovni cca 8,1 – 8,2 mm. Šmykový pohyb za daný rok zotrval na celkovej hodnote 2,9 mm. V rotáciách (roviny *xy* a *xz*) neboli zistené významnejšie pohyby (obr. 2.1.115).



Obr. 2.1.115: Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-1); hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi \cdot 200$  gradov<sup>-1</sup>), žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja



Obr. 2.1.116: Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košícký Klečenov (prístroj KK-2); hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi.200$  gradov<sup>-1</sup>), žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja



Dilatometer KK-2 monitorujúci spodný blok (voči bloku situovanému vyššie) naopak zaznamenal výraznú aktivitu v smere osi z, čo predstavuje jeho pokles. Prírastok poklesu v roku 2009 bol 0,4 mm. Šmykový pohyb od konca roku 2008 stagnoval (obr. 2.1.116).

b/ Meranie zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany v roku 2008 bol 634,2 mm, v roku 2009 stúpol na 774,6 mm.

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

Meranie deformácií dilatometrami

Obidva prístroje TM-71 (KK-1 a KK-2) preukazujú kontinuálny vertikálny pohyb voči sebe i voči masívu (obr. 2.1.115 a 2.1.116). V absolútnom ponímaní obidva bloky klesajú, vyšší blok však o niečo rýchlejšie. Pri vzájomnom porovnaní sa preto vertikálny pohyb okrajového bloku voči susednému (vyššiemu) javí ako pokles. Vyšší blok voči masívu vykazuje stály pokles.

Rozšírenie trhliny, zaznamenané dilatometrom KK-1 dosiahlo od roku 1990 celkovo 4,6 mm. Dilatometer KK-2, ktorý zaznamenal najvyššiu hodnotu poklesu zo všetkých meracích prístrojov za rok 2009 namerá od roku 1990 celková hodnota poklesu až 6,33 mm. Rozširovanie či zužovanie trhliny sa za celú dobu monitorovania (19 rokov) prakticky vôbec neprejavuje.

*Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V roku 2009 bol zaznamenaný výrazný nárast poklesu spodného bloku. Pokles horného bloku voči masívu v danom období stagnoval a v ostatných smeroch neboli namerané významné deformácie.

Najpravdepodobnejším vysvetlením recentného pohybu oboch blokov je kombinovaný vplyv tektoniky (zdvih masívu pozdĺž S-J okrajového zlomu) a plazivého pohybu blokov. Taktiež nemožno vylúčiť vplyv zmien v plastickom podloží, vyvolávajúcich nerovnomerné zabáranie, resp. vytlačanie blokov. Merania v nasledujúcom období (vykonávané aspoň 4-krát ročne) môžu prispieť spolu s ďalšími poznatkami získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými metódami k objasneniu recentného vývoja územia a dotvárania jeho reliéfu.

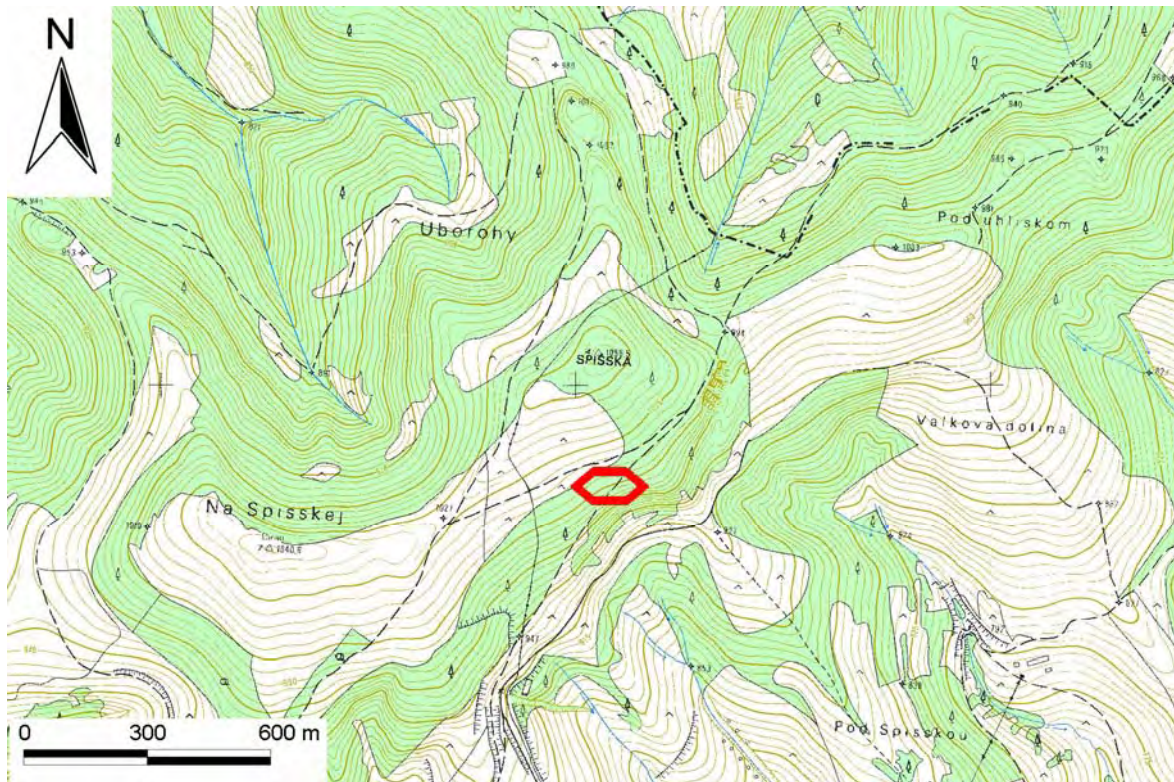
#### **2.1.4.19. Lokalita Jaskyňa pod Spišskou**

*Stručná charakteristika lokality*

Lokalita je situovaná na severovýchodnom okraji Levočských vrchov, SSV od obce Brutovce, asi 300 m južne od kóty Spišská (1056,5 m n. m.) v nadmorskej výške 1022 m (obr. 2.1.117). Ide o jaskyňu, objavenú v novembri 2004, ktorá je podľa posledných údajov najdlhšou pseudokrasovou jaskyňou na Slovensku. Jej celková dĺžka je 740 m.

Jaskyňa vznikla v paleogénnych pieskovcoch bielopotockého súvrstvia podtatranskej skupiny centrálnych Západných Karpát. Hrubé polohy pieskovcov sa tu striedajú s tenkými (cm až dm) polohami ílovcov, miestami zvetranými na íl. Sklon celého súvrstvia je cca 20 – 30° na juhovýchod. Pôsobením gravitácie došlo k porušeniu povrchového, asi 50 m hrubého súvrstvia pieskovcov a k vzniku zosuvnej štruktúry typu blokovej rozpadliny. Jednotlivé bloky majú výšku decimetrov až metrov, šírku niekoľko metrov a dĺžku niekoľko desiatok metrov. Pomalým plazivým zosúvaním blokov po vrstevných plochách sa vytvorila jaskynná sieť chodieb. Šmykové plochy sú tvorené práve tenkými vrstvičkami zvetraných ílovcov (obr.

2.1.118). V hlavnej chodbe severovýchodnej (spišskej) časti jaskyne bol v apríli 2007 inštalovaný jeden dilatometer TM-71 (obr. 2.1.119).



Obr. 2.1.117: Lokalizácia Jaskyne pod Spišskou

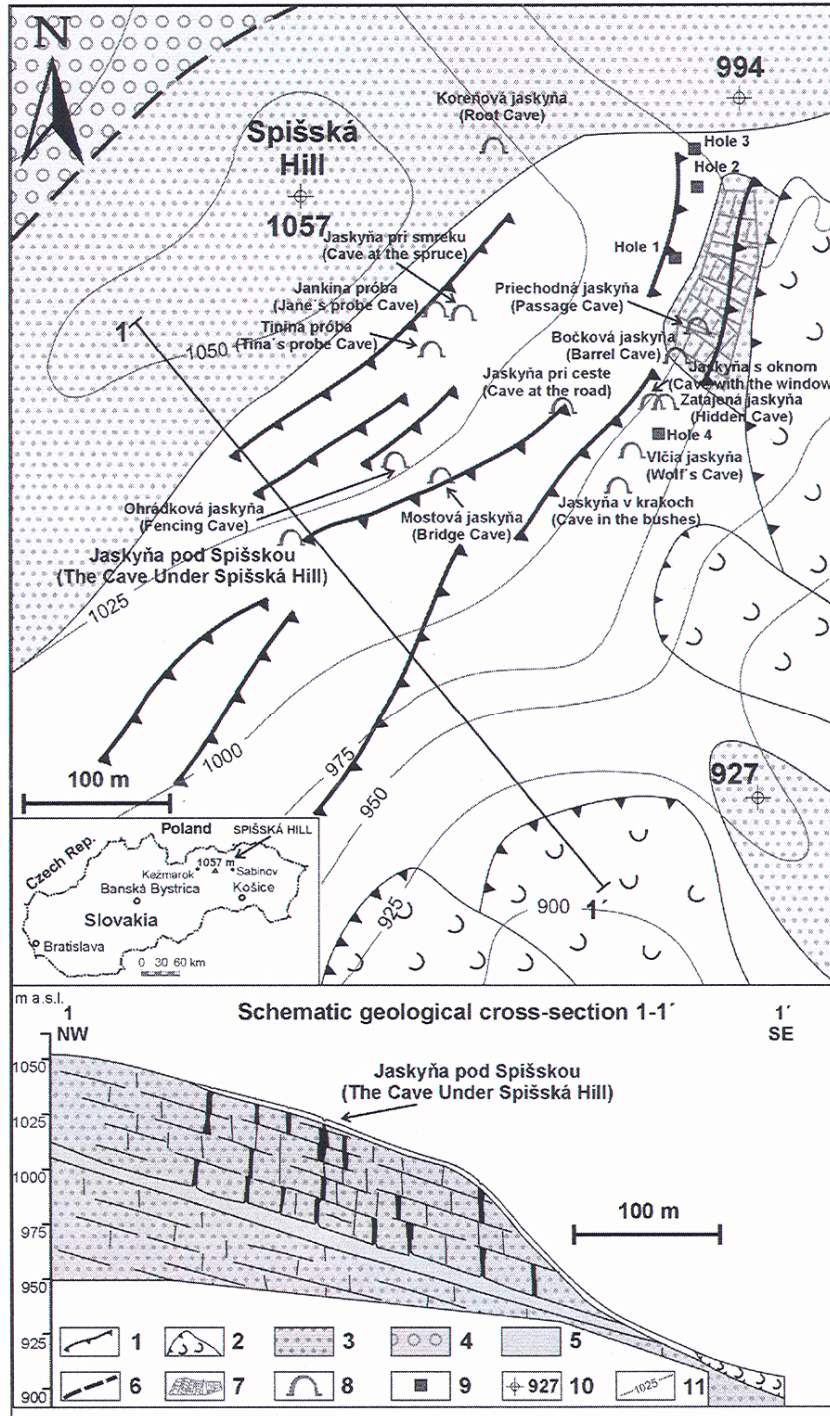
Hlavným dôvodom pri výbere tejto lokality bola skutočnosť, že zosuvná štruktúra je obdobná, ako na lokalite Tichý potok (dolina Torusy, severne od kóty Spišská), v ktorej sa uvažuje s výstavbou vodného diela. Poznanie mechanizmu a charakteru pohybu blokov môže poskytnúť cenné informácie pri návrhu protizosuvných opatrení v prípade realizácie vodnej nádrže.

#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Na lokalite Jaskyňa pod Spišskou sa v rokoch 2008 a 2009 uskutočnilo celkovo 8 vizuálnych odčítaní hodnôt posunov, zaznamenaných prístrojom TM-71 (tab. 2.1.26, príl. 1.19). V roku 2009 sa pokračovalo v preberaní údajov o mesačných úhrnoch zrážok zo stanice SHMÚ Brezovica nad Torysou.

Tab. 2.1.26: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	JS-1	2008 – 4x
			6. marec, 5. máj, 12. september, 12. november
			2009 – 4x
			1. apríl, 19. jún, 15. august, 19. november



Obr. 2.1.118: Geologická mapa blízkeho okolia Jaskyne pod Spišskou s vyznačením ďalších jaskýň a priečny rez 1 – 1' jaskyňou (podľa Gross et al., 1999, resp. Antonická a Fussgänger, 1998, upravili Imrich et al., 2007

*Kvartér:* 1 – morfológicky výrazné prejavy rozpadávania blokov (terénne stupne, pozdĺžne trhliny a depresie vyplnené ílovito-úlomkovitými sutinami), 2 – zosuv; *Paleogén:* 3 – hrubolavicovitý flyš (pieskovce s tenkými polohami ílovcov), 4 – hrubolavicovitý flyš s konglomerátmi, 5 – predpokladaná poloha tenkolavicovitého flyšu, 6 – predpokladaný zlom, 7 – skalný odkryv, 8 – jaskyňa, 9 – povrchový otvor (prieduch), 10 – bod s udaním nadmorskej výšky, 11 – vrstevnica



Obr. 2.1.119: Pohľad na územie v okolí Jaskyne pod Spišskou; v detaile je umiestnenie dilatometra TM-71 v jaskyni (foto Ľ. Petro, 2009)

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

##### *a/ Meranie deformácií dilatometrom*

Štyri merania v roku 2009 nepreukázali významnejšie pohyby. Zistené bolo iba minimálne rozšírenie trhliny, z 0,1 mm o 0,07 mm za posledný rok. Zaujímavý je začiatok poklesávania (os z) spodného bloku, ktoré sa zaznamenalo koncom roku 2008. Jeho súčasná hodnota je 0,08 mm (obr. 2.1.120).

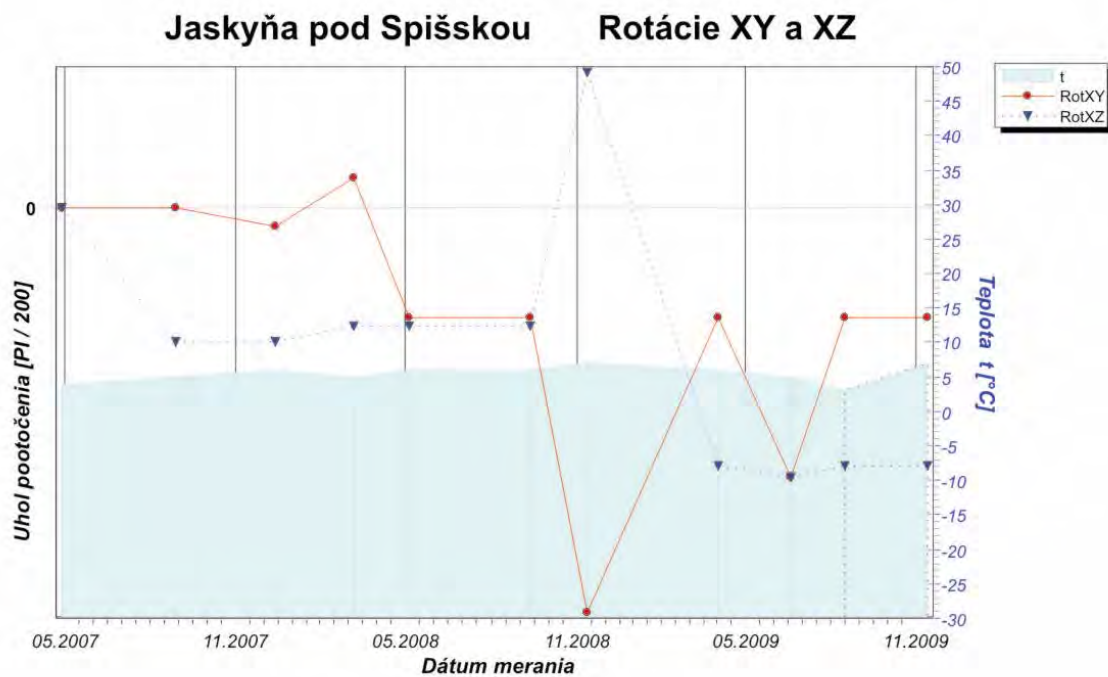
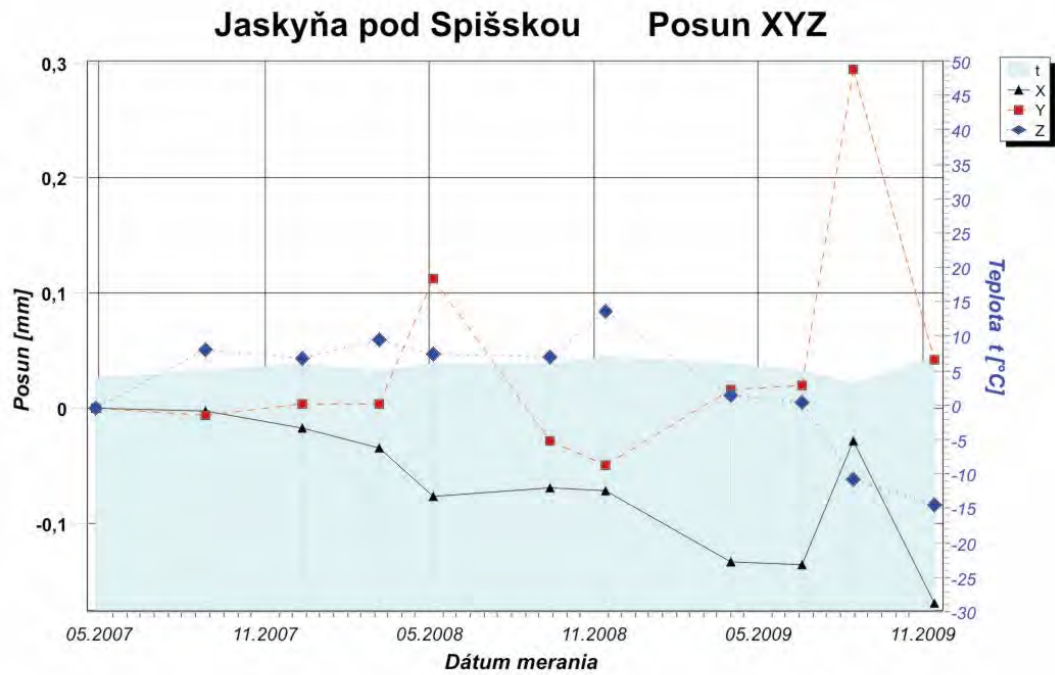
##### *b/ Meranie zrážkových úhrnov*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Brezovica nad Torysou v roku 2008 bol 856,7 mm, v roku 2009 klesol na 785,4 mm.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 až 2009*

##### *Meranie deformácií dilatometrom*

Vzhľadom na relatívne krátku dobu monitorovania (od apríla 2007) je zatiaľ možné iba predbežne interpretovať namerané hodnoty a teda potvrdiť pohyb blokov vo svahu. Od začiatku merania sa zistilo celkové otvorenie trhliny medzi monitorovanými blokmi o 0,17 mm. Šmykový pohyb (os y) ani rotácie bloku neboli zatiaľ preukázané vo významnejšej miere (zistené údaje sú na hranici citlivosti merania).



Obr. 2.1.120: Výsledky merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Jaskyňa pod Spišskou; hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi \cdot 200$  gradov<sup>-1</sup>)

## Zhrnutie výsledkov a upozornenia

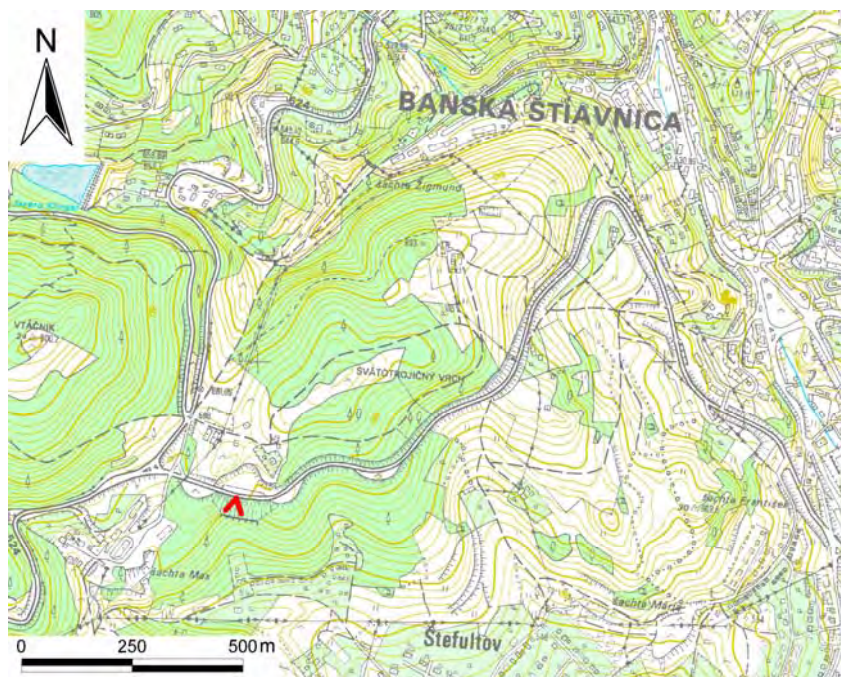
Vzhľadom na podobnosť so zosuvnou štruktúrou na lokalite Tichý Potok, kde sa uvažuje s výstavbou vodného diela, majú merania posunu blokov v Jaskyni pod Spišskou aj praktický význam. Analýza vývoja plazivých pohybov v ďalších rokoch môže preto priniesť viacero nových teoretických i praktických poznatkov.

Doterajšími meraniami boli zistené niektoré náznaky pohybov. Úplnejšia interpretácia je možná až po dlhšom období pozorovania pri pokračujúcom pravidelnom odčítavaní hodnôt na inštalovanom dilatometri aspoň 4-krát ročne.

### 2.1.4.20. Lokalita Banská Štiavnica

#### *Stručná charakteristika lokality*

Zárez cesty II. triedy č. 524 medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami (obr. 2.1.121) dĺžky cca 80 m s výškou do 12 m bol otvorený v prostredí pyroxenických andezitových porfýrov (vystupujú na východnej strane zárezu) a silno hydrotermálne a tektonicky porušených argilitizovaných andezitov až argilitov (vystupujú v západnom svahu zárezu a sú zabezpečené záchytným múrom). Pôvodne celistvý horninový masív sa po vytvorení zárezu progresívne dezintegruje. Intenzita dezintegrácie horninového prostredia je podmienená predovšetkým stupňom puklinovitosti masívu a prejavuje sa úplným rozpadom horniny na zeminu v zónach intenzívneho tektonického a hydrotermálneho porušenia, resp. rozvoľňovaním rigidného masívu s posunmi až opadávaním blokov a úlomkov rôznych rozmerov. Uvoľnený materiál sa hromadí pri päte zárezu, lokálne sa dostáva i na komunikáciu a ohrozuje premávku na jej východnom pruhu. Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa na lokalite vykonávajú od roku 1995 pravidelné monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie, ktoré sa od roku 2000 doplnili dilatometrickými meraniami vo vybraných úsekoch východnej steny zárezu, ako aj meraním mikromorfologických zmien na vybranej časti skalnej steny.



Obr. 2.1.121: Lokalizácia monitorovaného zárezu cesty medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Banská Štiavnica pokračovala v rokoch 2008 a 2009 aplikácia metód digitálnej fotogrametrie, nadväzujúcich na základné stereofotogrametrické meranie profilov, uskutočnené v roku 2004. Vykonalo sa i meranie posunov pozorovaných bodov metódou konvergentného snímkovania. Dilatometrické meranie premiestnení osadených bodov meradlom Somet i meradlom posuvov bolo uskutočnené dvakrát v roku 2008 i v roku 2009. V roku 2008 boli vykonané 2 merania mikromorfologických zmien na povrchu horniny (tab. 2.1.27).

Tab. 2.1.27: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Fotogrametrické merania:				
- Metóda pozemnej stereofotogrametrie;	8	PF1 až PF8	1 (28. november)	1 (15. október)
- Metóda konvergentného snímkovania	36	5, 6, 11, 20, 21, 22, 23, 28, 33, 37, 39, 68, 70, 72, 100, 112, 129, 131, 137, 140, 142, 144, 159, 162, 164, 166, 172, 174, 176, 190, 193, 203, 209, 211, 215, 217	1 (28. november)	1 (15. október)
Dilatometrické merania				
a/ Dilatometer Somet	5	B1, B2, B3, B4, B5	2 (15. apríl, 6. október)	2 (6. apríl, 29. október)
b/ Meradlo posuvov	4	S1, S2, S3, S4	2 (15. apríl, 6. október)	2 (6. apríl, 29. október)
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 (15. apríl, 5. september)	6. apríla zistené vypadnutie skalného bloku
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40 260)	mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 11 901)	počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C	

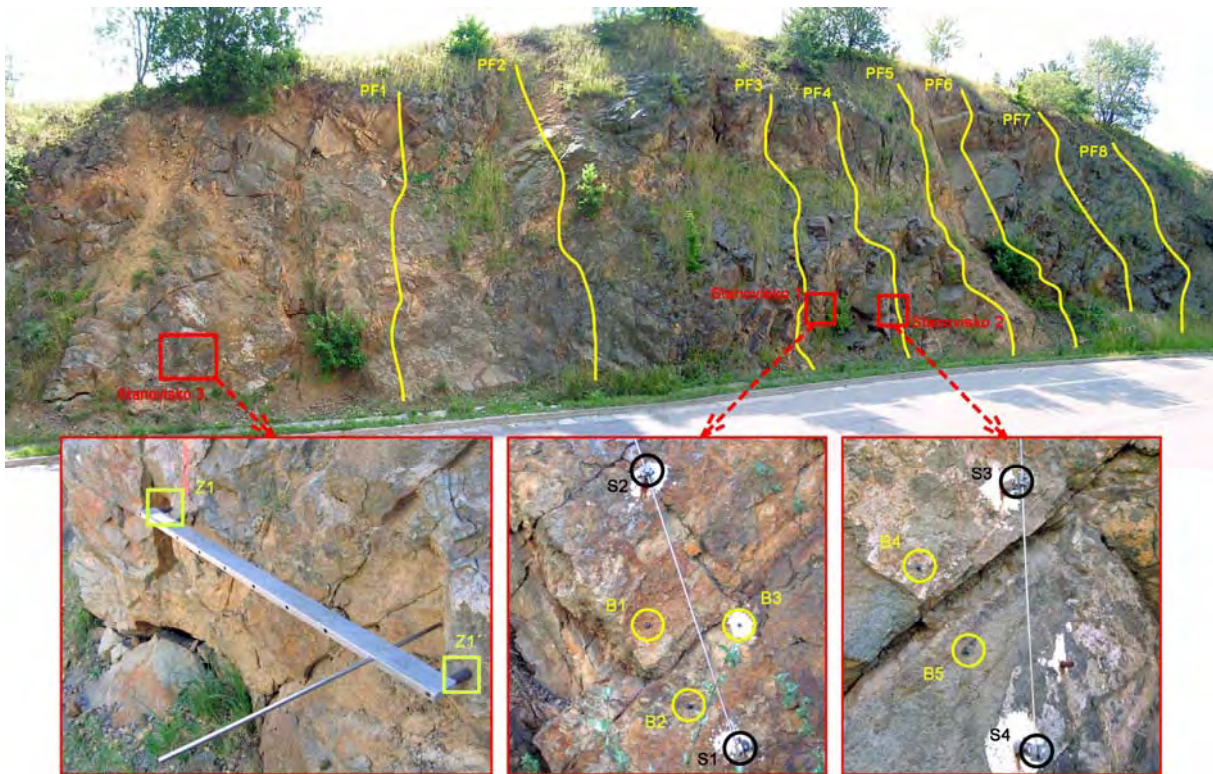
*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

a/ Fotogrametrické merania

a1/ Metóda pozemnej stereofotogrametrie

Merania sa vykonali na 8 reprezentatívnych profiloch (obr. 2.1.122). Snímky boli po zoskenovaní vyhodnotené technológiou digitálnej fotogrametrie. Po zhodnotení bola v osiach

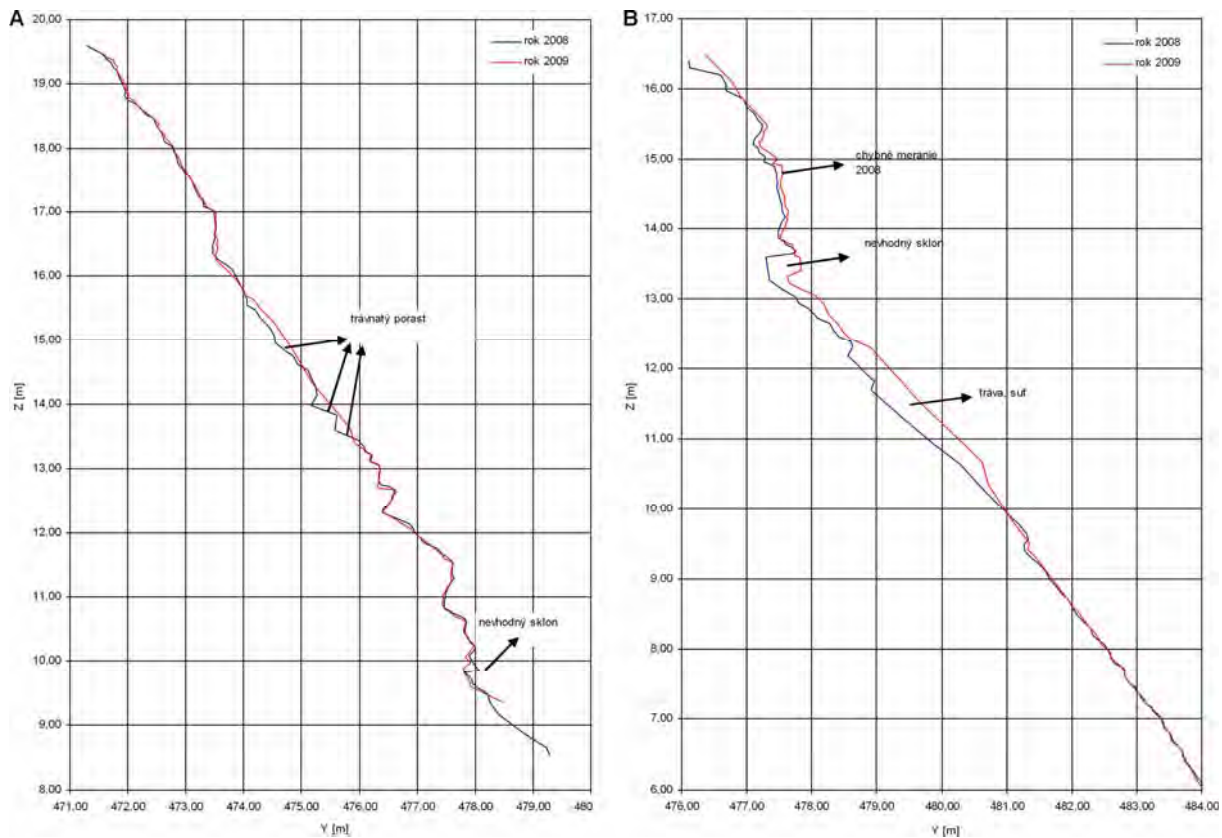
$x$  a  $y$  dosiahnutá subcentimetrová presnosť a v osi  $z$  presnosť 2 – 3 cm. V rámci profilov sa striedajú rôzne typy terénu (skala, suť, hlina, tráva), pričom táto „kvalita“ terénu má vplyv na presnosť nastavenia meracej značky na terén. Najvyššia presnosť je dosahovaná pri holej skale, naopak, najnižšia pri zatrávnenom teréne. Výrazný vplyv na výslednú presnosť má aj sklon terénu. Pri vertikálnych profiloch rastie neistota v smere pozorovania (os  $y$ ) na plochách, ktoré sa odkláňajú v horizontálnom smere od snímkovej roviny. Významne sa tento vplyv prejaví pokiaľ je odklon väčší ako  $50^\circ$ . Preto je potrebné pri hodnotení stability brať do úvahy aj faktor sklonu terénu voči snímkovej základnici.



Obr. 2.1.122: Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici  
 PF1 až PF8 – profily pre stereofotogrametrické merania; Stanovisko 1: pozorovacie body B1, B2 a B3 pre merania dilatometrom Somert; pozorovacie body S1 a S2 pre merania meradlom posuvov; Stanovisko 2: pozorovacie body B4 a B5 pre merania dilatometrom Somert; pozorovacie body S3 a S4 pre merania meradlom posuvov; Stanovisko 3: body Z1 a Z1' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny (spracovala Ľ. Iglárová, 2007)

Profily spracované v roku 2009 boli porovnané s profilmi z roku 2008. Rozdiely zistené z grafov boli vizuálne overené na meračských snímkach a následne bolo rozhodnuté, či ide o terénnu zmenu alebo nepresnosť merania. Všeobecne vykazujú profily 2009/2008 dobrú zhodu v rámci presnosti merania, rozdiely boli určené ako výsledok zmien vegetačnej pokrývky a pokračujúcej tvorby suťových kužeľov. Najvýraznejšie zmeny tohto charakteru boli zaznamenané v profiloch 1 a 8 (obr. 2.1.123), menej v profiloch 3 a 5; profily 2, 4, 6 a 7 preukázali zhodu v rámci presnosti merania (Fraštia, 2009c).





Obr. 2.1.123: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF8 (A) a v profile PF1 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2008 a 2009

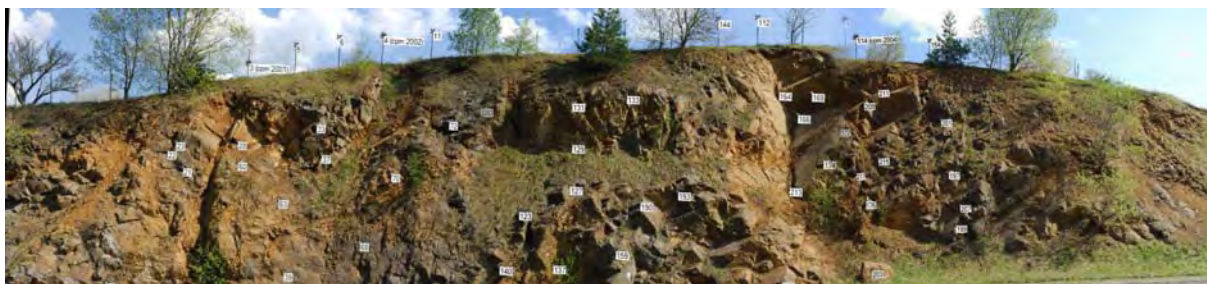
#### a2/ Metóda konvergentného snímkovania

Metóda konvergentného snímkovania poskytuje priestorové určenie polohy bodov s homogénnou presnosťou vo všetkých 3 osiach súradnicového systému.

V roku 2009 (na jar i v jeseni) boli zamerané súradnice 36 pozorovaných bodov pre aplikáciu tejto metódy (obr. 2.1.124) a boli vypočítané posuny diskretných bodov, ktoré boli určené ako rozdiely referenčných súradníc zistených na jeseň 2009 oproti súradniciam, zmeraným v roku 2008. Ďalej bola vypočítaná kritická hodnota pre hodnotenie hypotézy o posune ako 2,5-násobok strednej chyby posunu. Na základe toho bola vyslovená hypotéza či posun nastal alebo nie.

Kladné hodnoty posunov v osi  $x$  reprezentujú horizontálny pohyb v smere ku ceste. Posuny v smere osi  $y$  reprezentujú horizontálny pohyb v smere rovnobežnom so zárezom. Záporné hodnoty v osi  $z$  vyjadrujú zvislý posun v smere nadol, čiže sadanie. Presnosť bodov v osi  $x$  sa pohybuje v priemere okolo 6 mm, v osi  $y$  a  $z$  cca 3 mm.

Z hodnôt vypočítaných posunov vyplýva, že v smeroch  $x$  a  $y$  boli najväčšie posuny zaznamenané v bode 209. Kritická hodnota bola najčastejšie prekročená v smere osi  $z$  (až v 11 z 36 meraných bodov), pričom najväčšie absolútne hodnoty posunu boli namerané v bodoch 166 a 215 v južnej časti svahu. Vypočítané hodnoty posunov všetkých bodov sú uvedené v práci Fraštiu (2009c).



Obr. 2.1.124: Situovanie bodov na lokalite Banská Štiavnica, ktorých posuny boli zisťované metódou konvergentnej fotogrametrie

## b/ Dilatometrické merania

### b1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na dvoch stanoviskách, inštalovaných v južnej časti svahu (horninový blok s nainštalovanými bodmi tretieho stanoviska sa zrútil). Na prvom stanovisku sa premeriavajú body, umiestnené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou s orientáciou smeru sklonu  $326^\circ$  a sklonom  $44^\circ$  (bod B1 je na jednom bloku a body B2 a B3 na druhom). Na druhom stanovisku sa meria pohyb bodov B4 a B5, umiestnených na blokoch, oddelených puklinou so smerom sklonu  $350^\circ$  a sklonom  $50^\circ$  (obr. 2.1.122).

V roku 2008 pohyb monitorovaných horninových blokov neprekročil na oboch meraných stanoviskách hodnotu 0,3 mm.

V roku 2009 taktiež nebol zaznamenaný výraznejší posun pozorovaných bodov. Najväčší rozdiel medzi jarným a jesenným meraním bol nameraný medzi bodmi B1 a B2; jeho absolútna hodnota však predstavovala iba 0,13 mm (príl. 1.20). Rozdiely medzi hodnotou jesenného merania z roku 2008 a jarného merania z roku 2009 boli ešte menšie.

Vzhľadom na výsledky meraní z rokov 2008 a 2009 možno konštatovať, že v tomto období nebola preukázaná pohybová aktivita pozorovaných blokov (obr. 2.1.125, príl. 1.20).

### b2/ Meradlo posuvov

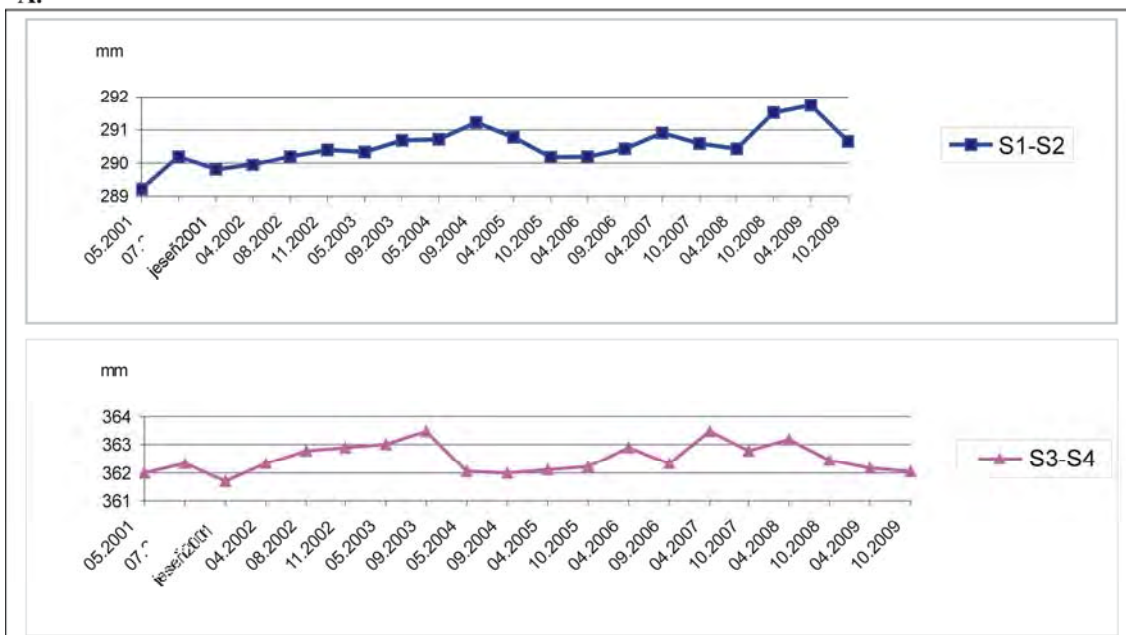
Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých horninových blokoch, ako body pre meradlo Somet. Pri meraniach touto metódou boli v roku 2008 i v roku 2009 zaznamenané posuvy horninových blokov v rozsahu do 1,1 mm. Väčšie posuvy boli namerané medzi bodmi S1 a S2 na stanovisku 1 (príl. 1.20).

## c/ Merania mikromorfologických zmien

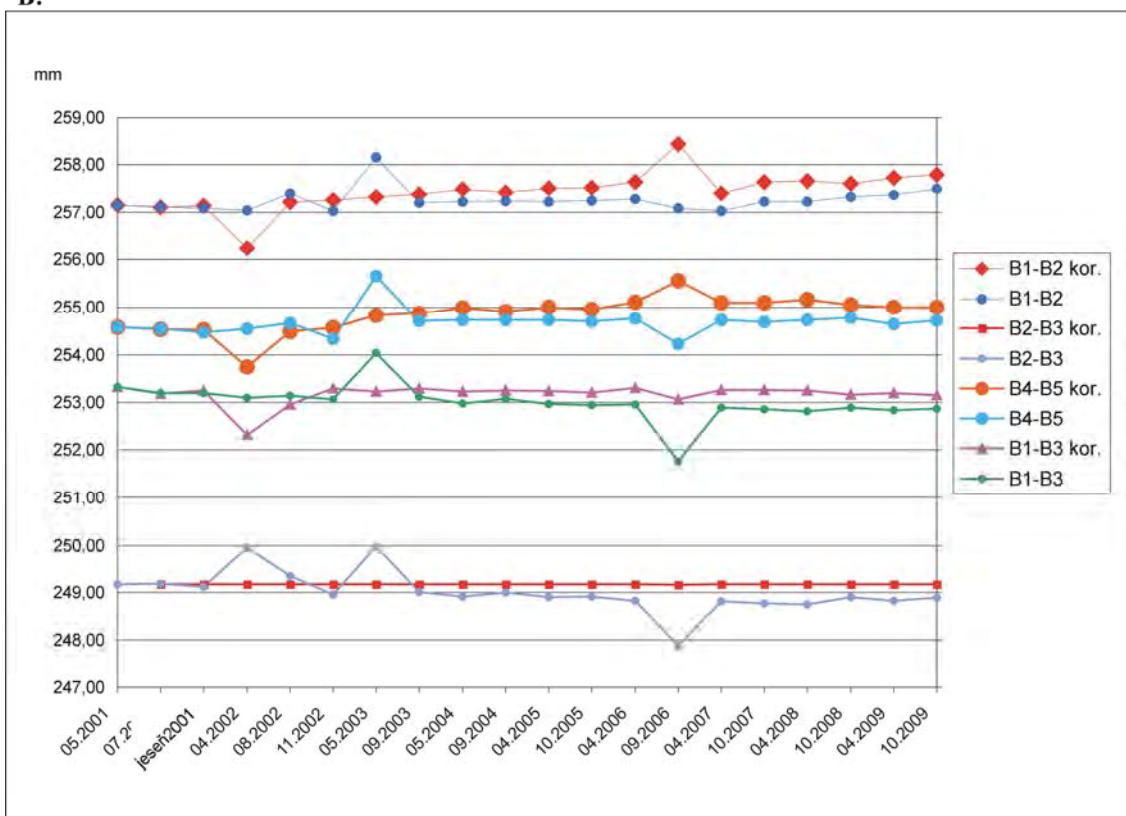
Z hľadiska petrografického aj inžinierskogeologického andezity, odkryté v záreze cesty predstavujú veľmi nerovnorodé horninové prostredie s výraznými prejavmi selektívneho zvetrávania. Produkty zvetrávania majú charakter ílovito-piesčitých hĺn rôznych farebných odtieňov, strednej až vysokej plasticity. V alterovaných úsekoch odkryvu sa okrem zvetrávania uplatňuje erózia, výsledkom ktorej sú pomerne rýchlo sa prehĺbujúce erózne ryhy. Splavovaný a opadávajúci materiál sa hromadí na konci týchto rýh v podobe suťových kužeľov, ktoré sú však odstraňované pri údržbe komunikácie.

Opakované merania mikromorfologických zmien boli uskutočnené na vybranej časti skalného odkryvu (obr. 2.1.122). Na jar roku 2009 bolo zistené, že v období od posledného merania (uskutočneného dňa 5.9.2008) došlo k vypadnutiu horninového bloku aj s osadzovacím kolíkom, čo znemožňuje pokračovať v ďalších meraniach.

A.



B:



Obr. 2.1.125: Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Banská Štiavnica: A) meradlom posunov, B) dilatometrom Somet; grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi B2-B3, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)

#### d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

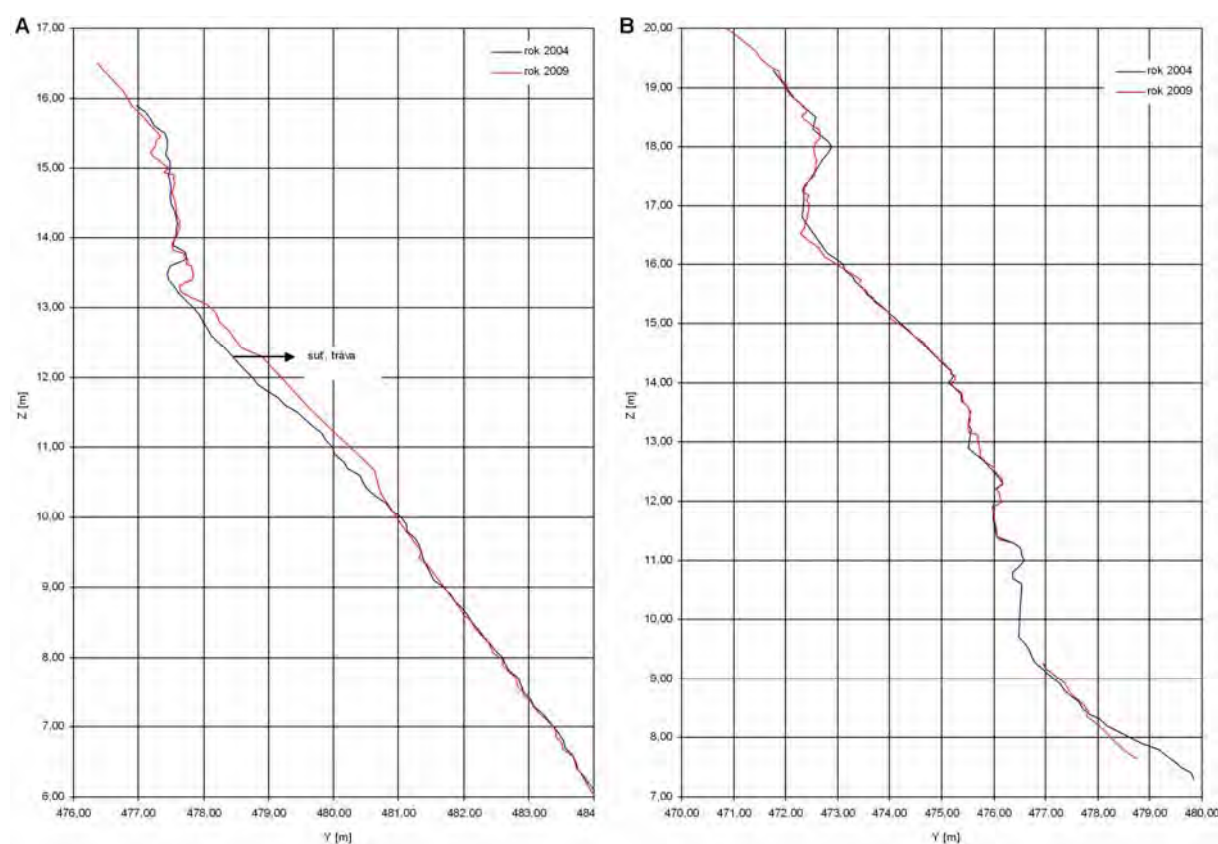
Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40 260) bol v roku 2008 764,9 mm, v roku 2009 sa zvýšil na 840,4 mm.

Priemerný počet mrazových dní za zimné obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008 je 110,5 (podľa meraní stanice SHMÚ Banská Štiavnica, indikatív č. 11 901). V zime 2007/2008 predstavoval 116 dní (104,38 % dlhodobého priemeru) a v zime 2008/2009 iba 102 dní (92,31 % dlhodobého priemeru).

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

##### a/ Fotogrametrické merania

##### a1/ Metóda pozemnej stereofotogrametrie



Obr. 2.1.126: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF1 (A) a v profile PF6 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2004 a 2009

Vývoj zmien tvaru svahu možno získať na základe porovnávania konfigurácie profilov v rôznych etapách merania. Treba však pripomenúť, že prudký vývoj fotogrametrických metód podmienil aj určité zmeny v technike snímania a vyhodnocovania stavu objektu. V súvislosti s tým v etape 2008 bola analógová kamera nahradená digitálnou pre metódu stereofotogrametrie, pričom ale ostala geometria snímokovania a dosahovaná presnosť rovnaká. Nakoľko bol v etapách 2005, 2006, 2007, 2008 a 2009 zvolený hustejší raster (menší krok merania) ako v etape 2004, je v rámci etáp 2005 – 2009 vyššia homogenita oproti etape

2004. Z porovnania súčasného stavu (rok 2009) so základným meraním z roku 2004 vyplýva prakticky úplná zhoda v profiloch č. 2 a 5. Menšie zmeny nastali prevažne v spodnej časti profilov č. 3, 4, 7 a 8. Vypadávanie blokov z hornej časti svahu naznačujú zmeny v profile č. 6 a najväčšie zmeny celkovej konfigurácii svahu vyplývajú z profilu č. 1, i keď môžu byť spôsobené zatrávením povrchu, resp. výraznou tvorbou suťových kužeľov (obr. 2.1.126).

#### a2/ Metóda konvergentného snímkovania

Vzhľadom na zmeny metodiky merania i spôsobu vyhodnocovania pozorovaných bodov nemožno so zodpovedajúcou presnosťou znázorniť vektory pohybu bodov za dlhší časový úsek. Rovnaká metodika spracovania umožnila objektívne zhodnotiť iba posuny bodov za obdobie rokov 2008/2009.

#### b/ Dilatometrické merania

##### b1/ Dilatometer Somet

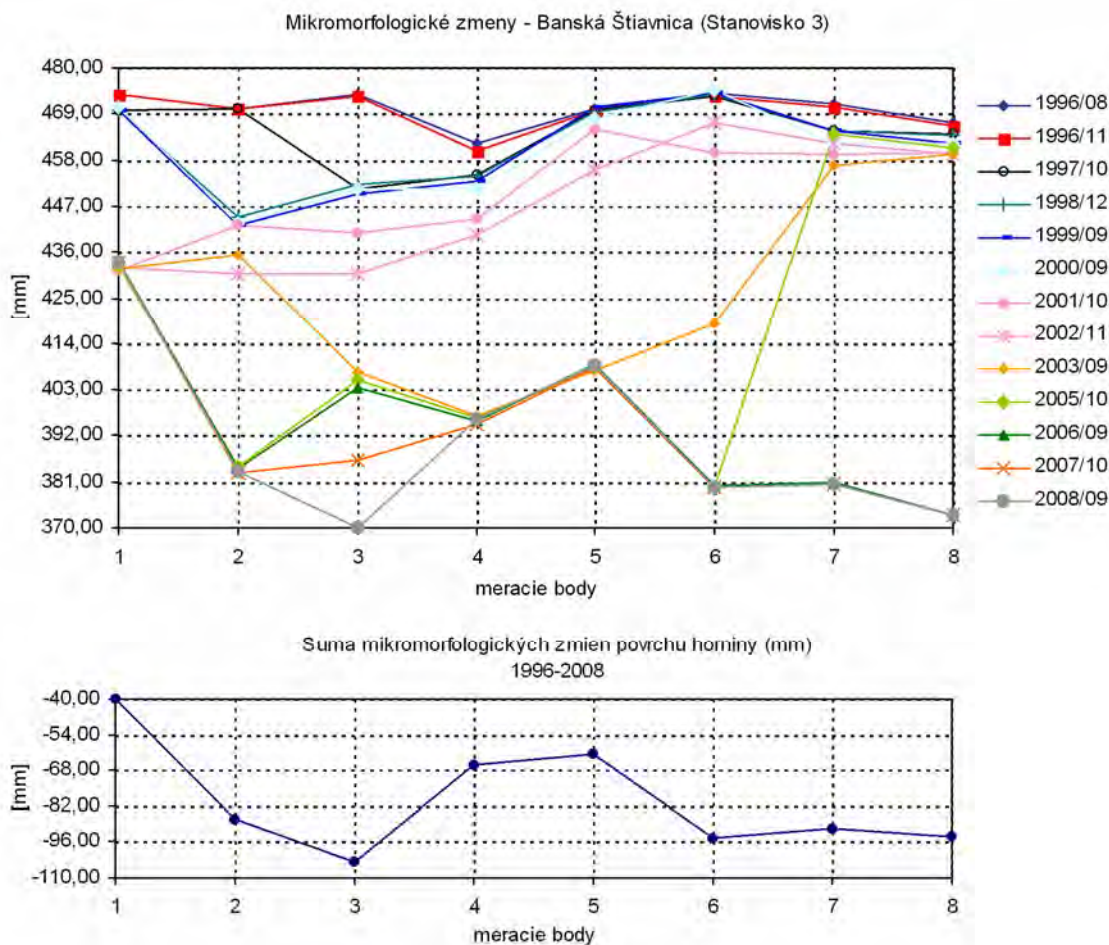
Vývoj zmien vzdialenosti medzi bodmi meranými dilatometrom Somet od roku 2001 sú znázornené na obr. 2.1.126. Z obrázku vyplýva že v priebehu cca 9 rokov sa vo výsledkoch merania neprejavila žiadna výraznejšia zákonitosť zmien, a to ani v rámci sezónnych cyklov. Jediný náznak trendu rastu deformácií sa preukazuje v posledných troch rokoch v hodnotách vzdialenosti medzi bodmi B1 a B2, v absolútnych hodnotách však ide o nárast o 0,47 mm za obdobie od apríla 2007 do októbra 2009 (príl. 1.20).

##### b2/ Meradlo posuvov

Z dlhodobého hľadiska možno na stanovisku 1 identifikovať veľmi nevýrazný trend zväčšovania vzdialenosti medzi bodmi (teda rozširovania diskontinuity). Kolísanie hodnôt nameraných vzdialeností medzi jednotlivými meraniami sú však v podstate v rámci chyby merania. V prípade stanoviska 2 nemožno uvažovať ani o náznakoch trendu v zmenách vzdialenosti medzi meranými bodmi (obr. 2.1.126).

#### c/ Merania mikromorfologických zmien

Z výsledkov meraní až do posledného merania na jeseň 2008 vyplýva, že priemerný ústup masívu za celé obdobie pozorovania je -79,72 mm, čo predstavuje priemerný ústup masívu -6,13 mm za rok. Najväčší ústup – úbytok materiálu (-16,2 mm) bol zaznamenaný v priebehu roku 2008 v bode 3 meraného profilu (číslovanie bodov je vždy zľava od 1 do 8 pri orientácii čelom k masívu). Už v roku 2008 sa konštatovalo, že profil je ohrozený deštrukciou, zvlášť v dôsledku uvoľňovania skalného bloku s inštalovanou ľavou skobou pre nasadenie meracieho ramena. V sledovanej časti masívu dominuje vypadávanie úlomkov a blokov, ako vidno z priebehu ústupu masívu na obr. 2.1.127, resp. z údajov v príl. 1.20. V záujme zlepšenia prehľadnosti je na obr. 2.1.127 vynechané jaré meranie v niektorých rokoch, príl. 1.20 však obsahuje všetky realizované merania v tabuľkovej forme.



Obr. 2.1.127: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1996) mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Banská Štiavnica

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V profiloch meraných digitálnou fotogrametriou sa v roku 2009 neprejavili žiadne významné zmeny oproti roku 2008. V profiloch č. 1 a 8 nastala zmena len v súvislosti s narastaním sut'ových akumulácií, prípadne pribudla trávnatá vegetácia. Podľa výsledkov časového radu dilatometrických pozorovaní sa prejavuje určitý trend pomalých posunov. V dôsledku vypadnutia skalného bloku boli ukončené merania mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny.

Zrážkový úhrn v roku 2009 bol vyšší ako v predchádzajúcom roku avšak počet mrazových dní sa výrazne neodlišoval.

I keď priamymi meraniami sa nezaznamenali výrazné zmeny stavu skalnej steny, na základe terénnej dokumentácie sa v roku 2009 konštatovalo rozvoľnenie skalného horninového masívu, ktoré sa prejavilo uvoľnením až pádom viacerých skalných blokov. O tejto skutočnosti bola informovaná Slovenská správa ciest v apríli 2009. Vzhľadom na prejavy nestability a priamy kontakt skalnej steny s telesom frekventovanej komunikácie, ako aj pretrvávajúcu možnosť jej ohrozenia uvoľňovaním blokov je potrebné pokračovať i v nasledujúcom roku v monitorovacích pozorovaniach v rovnakom rozsahu. Navyše, predpokladá sa monitoring celej lokality laserovým skenovaním. Výrazné zvýšenie presnosti digitálnej fotogrametrie bude realizované vďaka použitiu nového fotografického prístroja.

#### 2.1.4.21. Lokalita Handlová-Baňa

##### *Stručná charakteristika lokality*

Celé údolie Handlovky na južnom okraji mesta je postihnuté svahovými pohybmi, ktoré sa iniciovali na obidvoch svahoch rieky. Vzhľadom na to, že jednou z príčin vzniku a aktivizácie pohybov je tlak nadložných vulkanických hornín, ku komplexnej informácii o stave prostredia patrí i poznanie vývoja zvetrávania a porušovania nadložných skalných a poloskalných hornín. Z uvedených dôvodov sa vybuodovalo pozorovacie stanovisko pre monitorovanie rýchlosti zvetrávania na svahu oproti svahu katastrofálneho handlovského zosuvu, asi 800 m východne od Bane Handlová, v odkrytej skalnej stene (obr. 2.1.50).

Sledovaná lokalita má pravidelný priamkový tvar (obr. 2.1.128), výška steny dosahuje okolo 25 m. Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú epiklastické vulkanické pieskovce s polohami brekcií a tufov kamenského súvrstvia (báden – Šimon et al., 1997). orniny sú zložené z angulárnych, subangulárnych a sférických fragmentov andezitov, pemzy a vulkanického materiálu.



Obr. 2.1.128: Situovanie meradla mikromorfologických zmien povrchu horniny na skalnej stene oproti katastrofálnemu handlovskému zosuvu (lokalita Handlová-Baňa; foto P. Liščák, 2005)

### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Merania mikromorfologických zmien sa uskutočňujú 2-krát ročne (jarný a jesenný cyklus). V období rokov 2008 a 2009 sa teda vykonali 4 merania a pokračovalo sa v zbere a hodnotení denných zrážkových úhrnov zo stanice SHMÚ Handlová (tab. 2.1.28).

Tab. 2.1.28: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Baňa v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 (17. apríl, 17. september)	2 (7. apríl, 29. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30 080)	denné úhrny zrážok	

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

#### a/ Merania mikromorfologických zmien

Meraniami v roku 2008, okrem lokálneho vydutia masívu v bode 7, neboli preukázané žiadne anomálne prejavy postupu procesov zvetrávania.

V roku 2009 bola v porovnaní s rokom 2008 zaznamenaná výrazná zmena v konfigurácii meraného profilu v bode 7 – úbytok -2,92 mm a v bode 8 – úbytok -2,96 mm. (obr. 2.1.129, príl. 1.21).

#### b/ Merania zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch na lokalite sú spracované pri opise lokalít Handlová – Morovnianske sídlisko a Handlová – Kunešovská cesta (kap. 2.1.4.2 a 2.1.4.3).

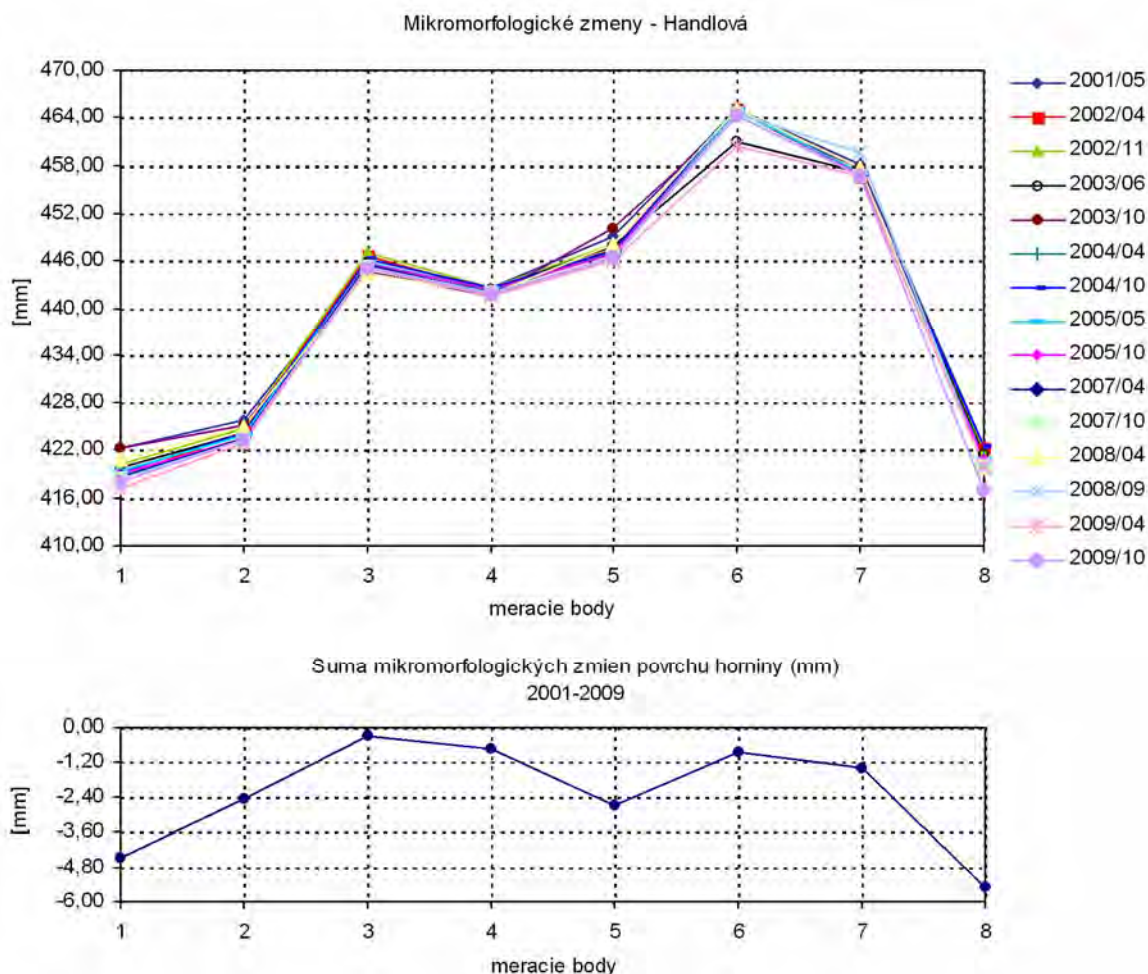
### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

#### Merania mikromorfologických zmien

S monitoringom lokality sa začalo v lete roku 2002. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období (roky 2002 a 2003).

Priemer úbytku materiálu z povrchu skalného masívu za celé sledované obdobie 8 rokov je 2,30 mm. V dôsledku výrazného ústupu masívu v roku 2009 priemerná hodnota ústupu za rok dosiahla 0,84 mm, pričom predchádzajúci priemer bol iba 0,04 mm. Z grafu na obr. 2.1.129 vyplýva, že v rámci celého sledovaného profilu je ústup povrchu horninového masívu relatívne rovnomerný.





Obr. 2.1.129: Výsledky dlhodobého merania (od roku 2001) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Handlová-Baňa

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výraznejší úbytok materiálu bol zaznamenaný na pravom okraji meraného profilu, v dôsledku čoho došlo k zmene jeho konfigurácie.

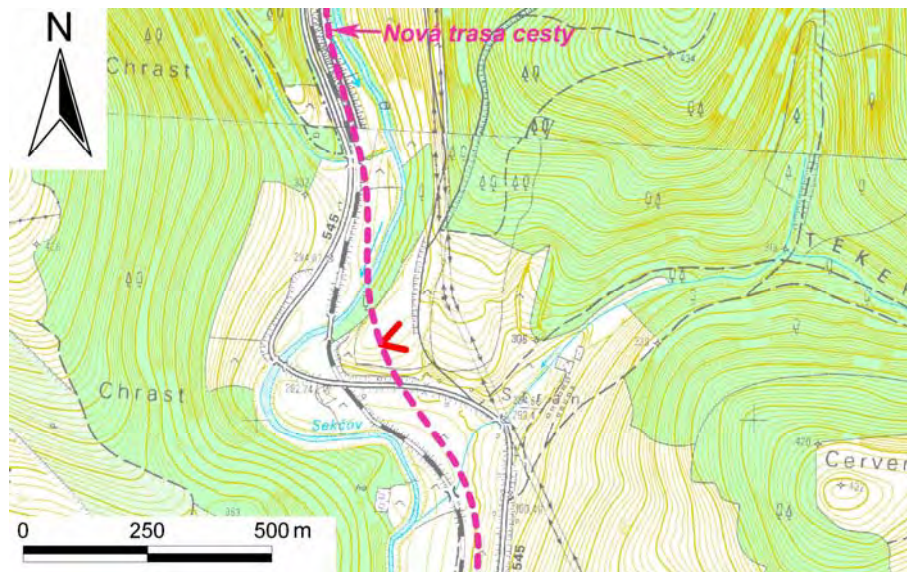
Vzhľadom na dôležitosť štúdia zvetrávania skalných a poloskalných hornín i vo vzťahu k celkovej nestabilite prostredia Handlovskej kotliny sa odporúča pokračovať v priebežnom hodnotení zvetrávania a rozvoľňovania masívu na základe výsledkov merania mikromorfologických zmien v jarnom a jesennom období.

#### 2.1.4.22. Lokalita Demjata

##### Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty 1. triedy Prešov – Bardejov č. 5/15 sa nachádza cca 700 m severne od obce Demjata (obr. 2.1.130). Zárez dĺžky cca 300 m a výšky do 15 m bol otvorený začiatkom deväťdesiatych rokov v prostredí paleogénneho flyšového súvrstvia, v ktorom prevládajú pieskovce nad ílovcami. Vplyvom nepriaznivej priestorovej orientácie východnej steny zárezu voči polohe vrstevnatosti i voči významným systémom diskontinuit, ako aj vplyvom intenzívneho pôsobenia exogénnych činiteľov majú bloky pieskovcov tendenciu uvoľňovať sa a vypadávať z masívu. Polohy ílovcov intenzívne selektívne zvetrávajú a miestami sú

degradované až na materiál charakteru ílovitej hliny. Vzhľadom na akútne ohrozenie premávky na ceste bol pozdĺž obidvoch stien zárezu vybudovaný záchytný múr výšky cca 2 m. Rozvoľňovanie vyšších partií zárezu však naznačuje, že pri uvoľnení väčších blokov horniny by mohlo dôjsť k opätovnému priamemu ohrozeniu premávky. Priestor medzi múrom a svahom je totiž na viacerých miestach prakticky zaplnený úlomkami horniny a bloky väčších rozmerov, uvoľnené z vyšších častí svahu, sa môžu zrútiť priamo na cestnú komunikáciu. Monitorovacie pozorovania, sústredené na južnú časť východnej steny zárezu sa na lokalite vykonávajú metódami fotogrametrie od roku 1995. Od roku 2000 sa rozsah meraní rozšíril o dilatometrické pozorovania vo vybraných úsekoch monitorovanej steny zárezu a obnovili sa i merania mikromorfologických zmien skalnej steny.



Obr. 2.1.130: Lokalizácia monitorovaného zárezu cesty severne od obce Demjata

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Demjata pokračovala v rokoch 2008 a 2009 aplikácia metód digitálnej fotogrametrie, nadväzujúcich na základné stereofotogrametrické meranie profilov, uskutočnené v roku 2004. Počty dilatometrických meraní, ako aj meraní mikromorfologických zmien v rokoch 2008 a 2009 sú zhrnuté v tab. 2.1.29.

Tab. 2.1.29: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Fotogrametrické merania: - Metóda pozemnej stereofotogrametrie;  - Metóda konvergentného snímokovania	6	PF1 až PF6	1 (29. november)	1 (11. október)
	72	7 – 14, 17 – 20, 22 – 26, 28 – 38, 40 – 71, 73 – 78, 80 – 85	1 (29. november)	z technických dôvodov nevyhodnotené
Dilatometrické merania  a/ Dilatometer Somet	6	E1, E2, E3, E2', E4, E5	2 (5. máj, 24. október)	2 (20. máj, 25. november)
	b/ Meradlo posuvov	7	D1, D2, D3, D4, D5, D8, D9	2 (5. máj, 24. október)
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny (MZ)	16	2 stanoviská MZ	2 (5. máj, 24. október)	2 (20. máj, 25. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Kapušany (59220)	mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanice SHMÚ Bardejov (11962), Prešov-vojsko (11955)	počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C	

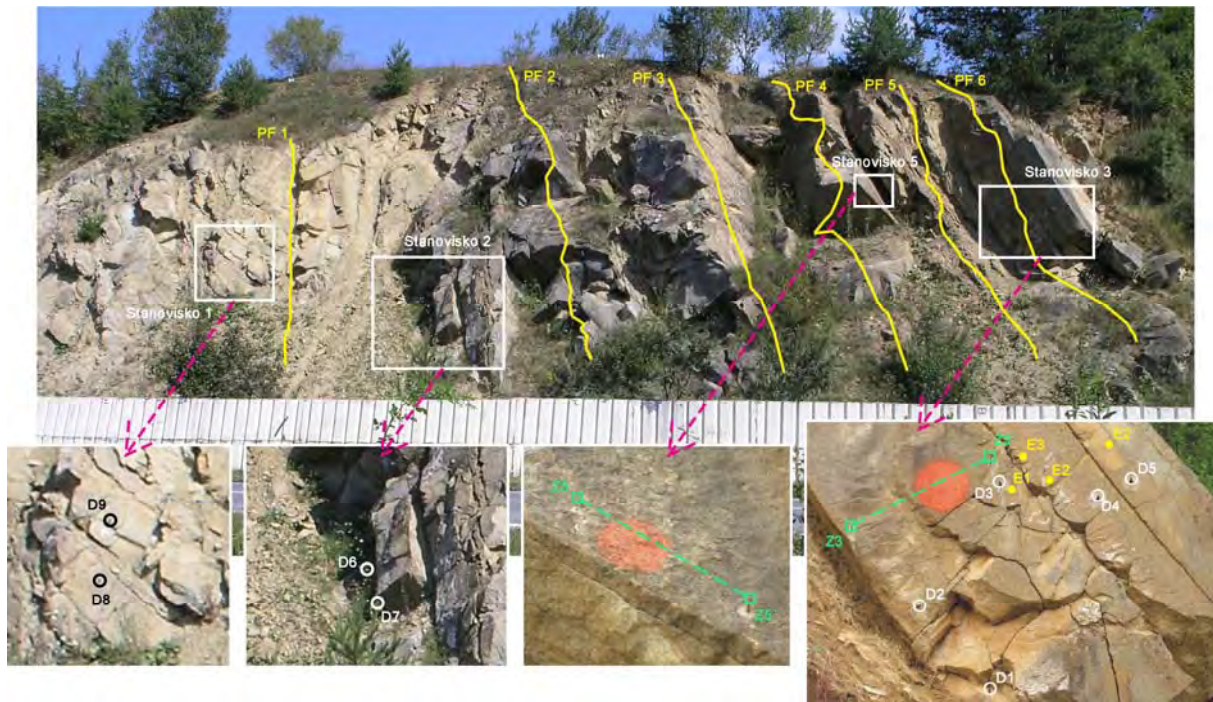
### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

#### a/ Fotogrametrické merania

##### a1/ Metóda pozemnej stereofotogrametrie

Merania sa vykonali na 6 reprezentatívnych profiloch (obr. 2.1.131). Snímky boli po zoskenovaní vyhodnotené technológiou digitálnej fotogrametrie. Po zhodnotení bola v osiach  $x$  a  $y$  dosiahnutá subcentimetrová presnosť a v osi  $z$  presnosť 2 – 3 cm. Vplyv typu terénu a jeho sklonu na výslednú presnosť je rovnaký, ako bol opísaný pri lokalite Banská Štiavnica (kap. 2.1.4.20).

Profily spracované v roku 2009 boli porovnané s profilmi z roku 2008. Všeobecne vykazujú profily 2009/2008 dobrú zhodu v rámci presnosti merania, rozdiely boli určené ako výsledok zmien vegetačnej pokrývky a pokračujúcej tvorby suťových kužeľov. Najvýraznejšie zmeny tohto charakteru boli zaznamenané v profiloch 2 a 6, prevažne v ich spodných častiach (obr. 2.1.132). Takmer úplná zhoda konfigurácie svahu za obidva hodnotené roky je v profiloch 1 a 5 (Fraštia, 2009c).



Obr. 2.1.131: Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri obci Demjata

PF1 až PF6 – profily pre stereofotogrametrické merania; Stanovisko 1: pozorovacie body D8 a D9 pre merania meradlom posuvov; Stanovisko 2 – zrútené; Stanovisko 3: pozorovacie body E1, E2, E3 a E2' pre merania dilatometrom Somet; pozorovacie body D1, D2, D3, D4 a D5 pre merania meradlom posuvov, body Z3 a Z3' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny; Stanovisko 4 (pozorovacie body E4 a E5) sa nachádza na protíľahlej stene skalného zárezu; Stanovisko 5: body Z5 a Z5' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny (spracovala Ľ. Iglárová, 2007)

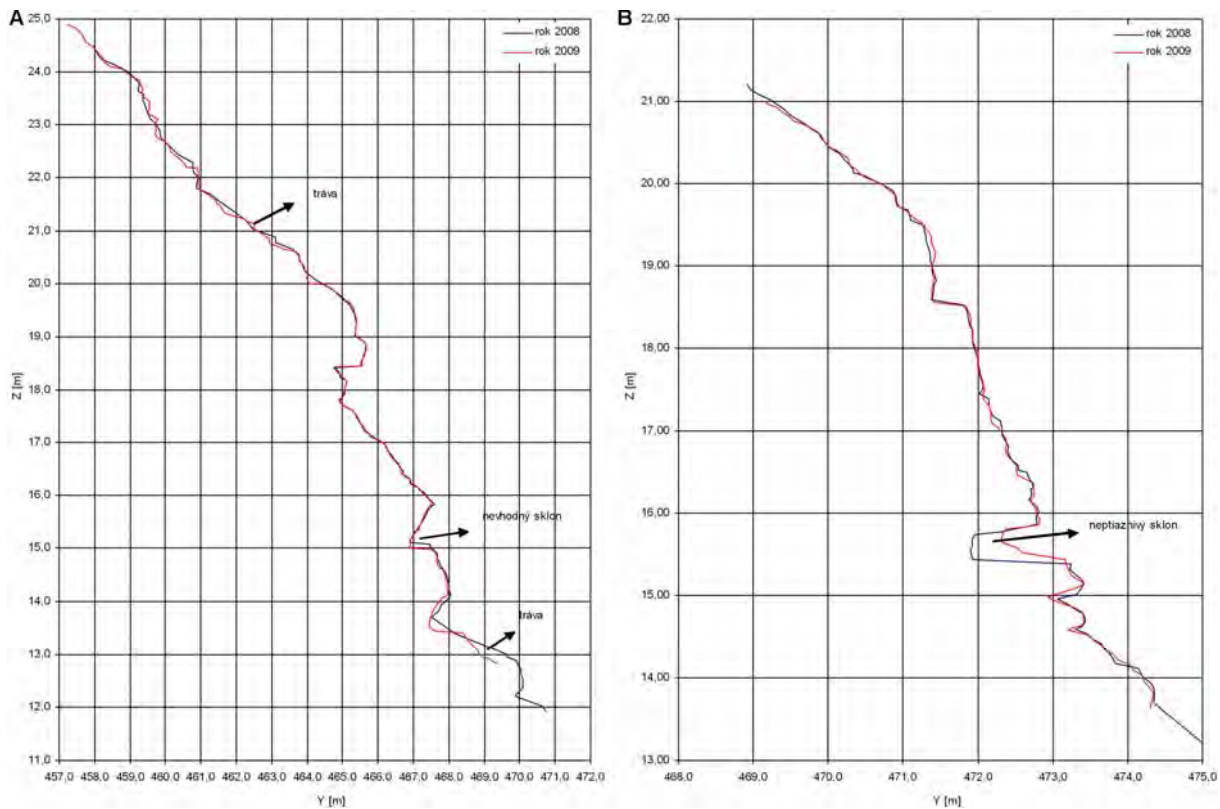
#### a2/ Metóda konvergentného snímkovania

Pri meraní v jeseni 2009 bola dosiahnutá výrazne nižšia presnosť diskretných bodov ako v predošlých etapách. Je to zapríčinené predovšetkým nevhodným počasím, keď bolo snímkané v neustávajúcom hustom daždi, čo sa podpísalo na kvalite snímok. Preto výsledky z tejto etapy neposkytujú dostatočne spoľahlivé informácie pre určenie posunov a v zhodnotení sa neuvádzajú.

#### b/ Dilatometrické merania

##### b1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na stanovisku č. 3, kde sú na troch výrazných lavicovitých blokoch inštalované štyri meracie body – E1 (prvý blok), E2, E3 (druhý blok) a E2' (tretí blok – obr. 2.1.131). Body E1, E2 a E3 sú inštalované pre meradlo dĺžky 25 cm a vzdialenosť bodov E1 – E2' je pre meradlo dĺžky 70 cm. Stanovisko 4 (body E4 a E5) sa nachádza na opačnej stene zárezu cesty. Merania na stanoviskách pre meradlo dĺžky 25 cm v rokoch 2008 a 2009 preukázali rozdiely medzi polohou bodov menšie ako 0,2 mm, pre meradlo dĺžky 70 cm bol najväčší rozdiel 0,6 mm (príl. 1.22). Ide teda o zmeny, ktoré možno zahrnúť do rozsahu chyby merania.



Obr. 2.1.132: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF2 (A) a v profile PF6 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Demjata v rokoch 2008 a 2009

## b2/ Meradlo posuvov

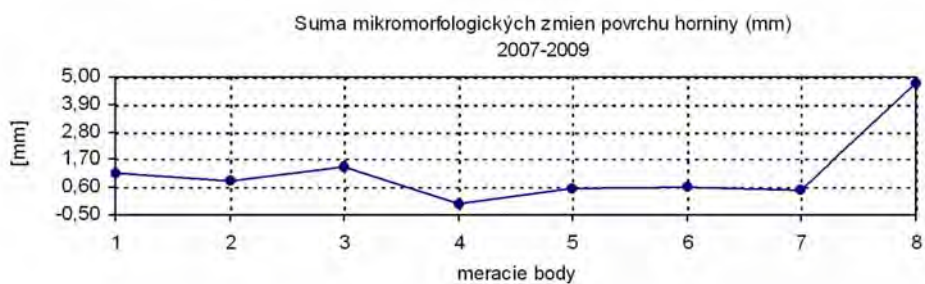
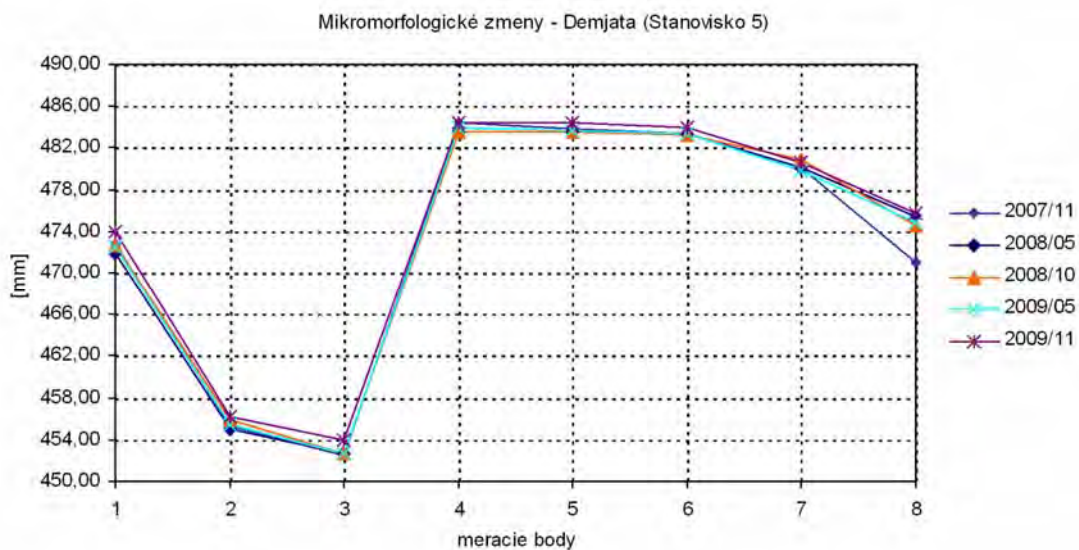
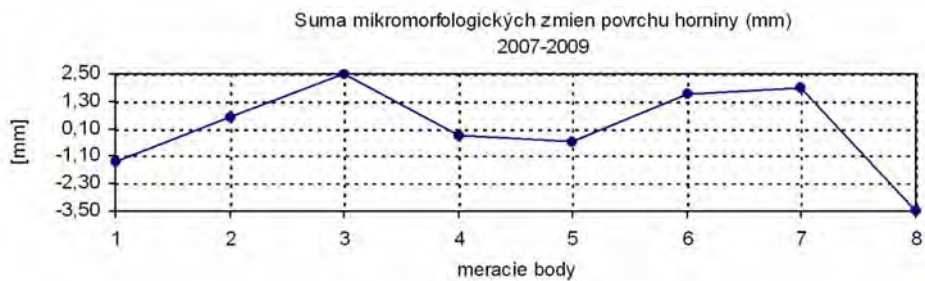
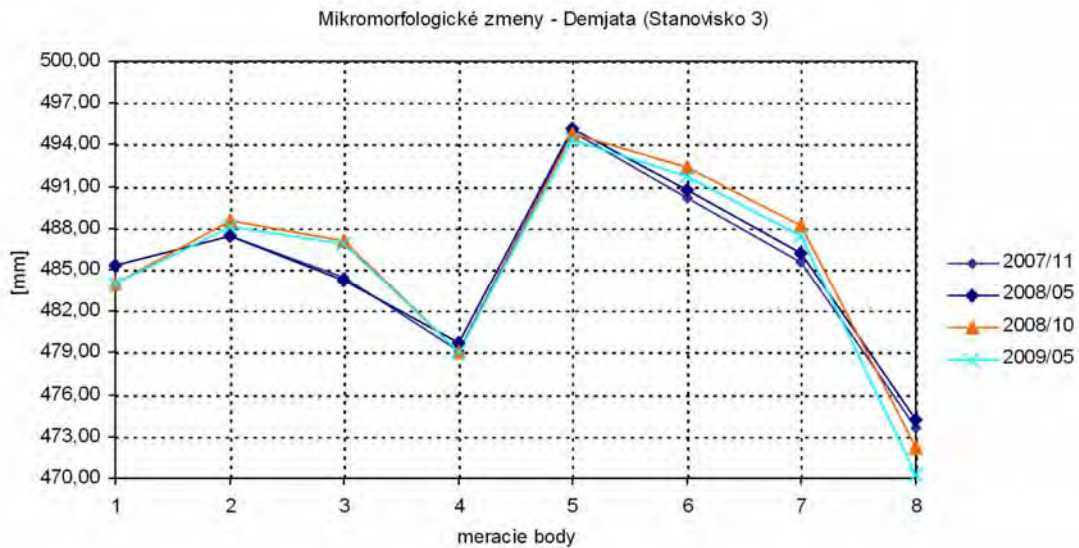
Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na stanovisku 3 (zhodnom so stanoviskom pre dilatometer Somet), na ktorom sú inštalované body D1, D2, D3, D4, D5 a na stanovisku 1 (body D8 a D9 – obr. 2.1.131). Skalný blok, na ktorom bol umiestnený bod D7 stanoviska 2 sa zrútil. Na každom zo stanovísk sú body nainštalované tak, aby zachytávali posuv blokov, oddelených výraznou diskontinuitou.

Hodnota posuvov v rokoch 2008 a 2009 prekročila 2 mm medzi bodmi D8 a D9 (medzi jesenným meraním 2008 a jarným meraním 2009) a až 4 mm medzi bodmi D1 a D2 v tom istom období. Nameraný posuv medzi bodmi D1 a D2 síce naznačuje prejav gravitačného uvoľňovania spodného skalného bloku, avšak jesenné meranie v roku 2009 preukázalo, že ide prevažne o dôsledok teplotných zmien (príl. 1.22).

## c/ Merania mikromorfologických zmien

S monitorovaním mikromorfologických zmien sa na lokalite začalo v roku 1995. Mikromorfologický profil bol v roku 1999 zničený skalným zrútením. Merania sa obnovili v roku 2007 na novovybudovaných stanoviskách, pričom boli vytvorené dva meracie profily (profil umiestnený v rámci stanoviska 3 s bodmi Z3 a Z3' a nový profil v stanovisku 5 s okrajovými bodmi Z5 a Z5' na umiestnenie meradla mikromorfologických zmien – obr. 2.1.131).

V porovnaní so základným meraním uskutočneným v októbri 2008, došlo v profile Demjata 5 k vydutiu steny v bode 1 o +1,38 mm a v bode 8 o +1,12 mm. Priemerné rozpínanie masívu dosiahlo +0,79 mm (obr. 2.1.133, príl. 1.22).



Obr. 2.1.133: Výsledky merania mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Demjata v rokoch 2007 až 2009

Na profile na stanovisku 3 sa nepodarilo uskutočniť jesenné meranie v dôsledku deformácie osadzovacej skoby.

Na uvedených profiloch sa uskutočnili aj merania tzv. metódou „farebnej steny“. Žiaľ, použitá farba sa ukázala ako nevhodná, keďže vytvára na meranej ploche súvislý film a odlupovala sa nie súbežne s uvoľňovanými časticami horniny, ale v lupienkoch farby (obr. 2.1.131 – oranžové kruhy v stanoviskách 3 a 5).

#### d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany (indikatív 59 220) v roku 2008 bol 746,8 mm, v roku 2009 sa zvýšil na 819,6 mm.

Priemerný počet mrazových dní za zimné obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008 je na stanici Bardejov (indikatív 11 962) 113,5 a na stanici Prešov-vojsko (indikatív 11 955) za rovnaké obdobie 120,13.

Počet mrazových dní v zime 2007/2008 bol 109 dní, t. j. 96,04 % dlhodobého priemeru na stanici Bardejov a 104 dní, t. j. 86,57 % dlhodobého priemeru na stanici Prešov-vojsko.

V zime 2008/2009 bol počet mrazových dní na stanici Bardejov 106 (93,39 % dlhodobého priemeru) a na stanici Prešov-vojsko 96 dní (79,92 % dlhodobého priemeru).

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

##### a/ Fotogrametrické merania

###### a1/ Metóda pozemnej stereofotogrametrie

Podobne, ako na lokalite Banská Štiavnica, bola v etape 2008 analógová kamera nahradená digitálnou, pričom ale geometria snímkovania a dosahovaná presnosť ostali rovnaké. Nakoľko bol v etapách 2005, 2006, 2007, 2008 a 2009 zvolený hustejší raster (menší krok merania) ako v etape 2004, je v rámci etáp 2005 – 2009 vyššia homogenita oproti etape 2004.

Z porovnania súčasného stavu (rok 2009) so základným meraním z roku 2004 vyplývajú najväčšie rozdiely v hornej časti profilu č. 1 a v dolnej časti profilu č. 6. V ostatných profiloch možno konštatovať vysoký stupeň zhody obidvoch porovnávaných línií (obr. 2.1.134).

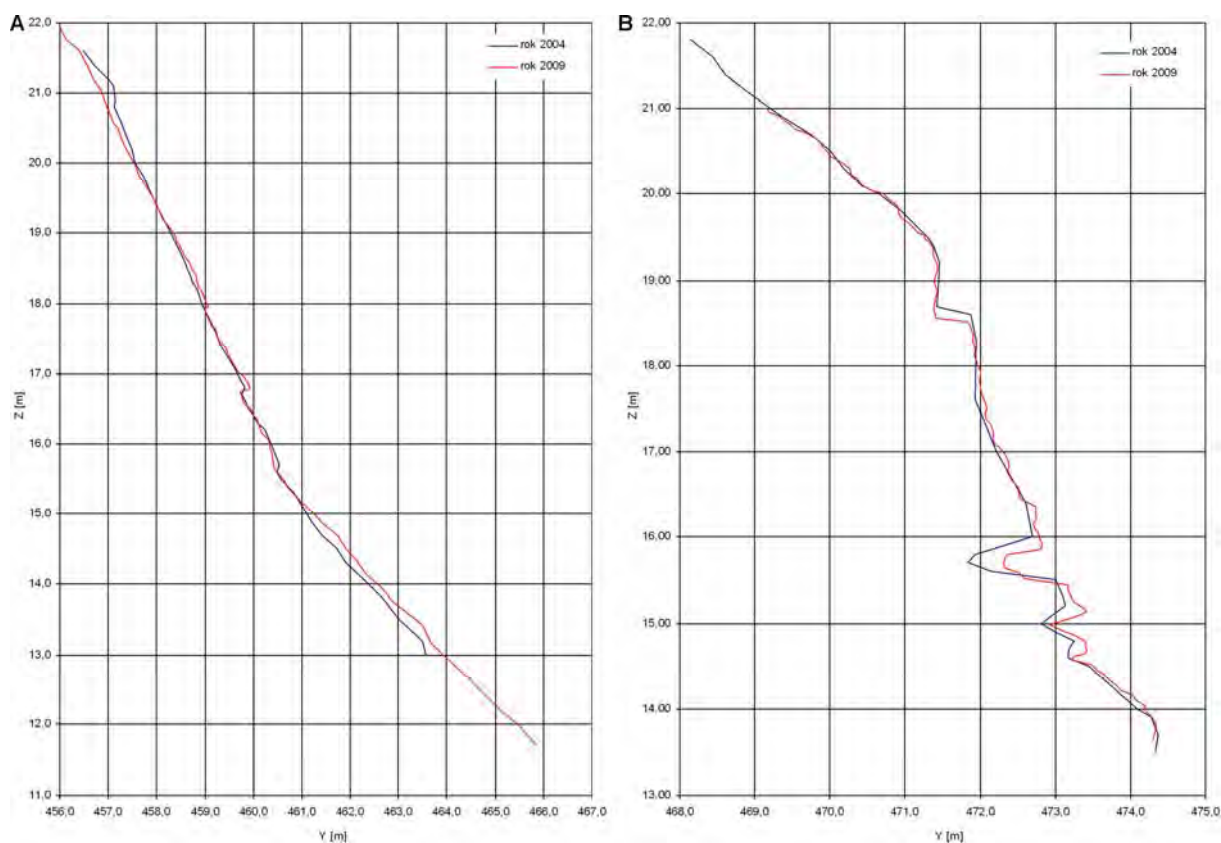
###### a2/ Metóda konvergentného snímkovania

V roku 2008 bolo zameraných 72 diskretných bodov. Vzhľadom na zmeny metodiky merania a technické problémy pri snímkaní v roku 2009, nemožno so zodpovedajúcou presnosťou znázorniť vektory pohybu bodov za dlhší časový úsek.

##### b/ Dilatometrické merania

###### b1/ Dilatometer Somet

Z dlhodobého hľadiska sa v meraniach vzdialenosti medzi pozorovanými bodmi neprejavujú žiadne výrazné trendy zmien (obr. 2.1.135). Náznak určitého pokračujúceho trendu znižovania vzdialenosti sa prejavuje iba medzi bodmi E1 a E2', čo môže ilustrovať pomalý posuv („dosadenie“) okrajovej lavice pieskovca. Celková hodnota deformácie je však malá a okrem teplotných zmien je ovplyvnená i menšou presnosťou merania, spôsobenou náročným prístupom k meraným bodom.



Obr. 2.1.134: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF1 (A) a v profile PF6 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Demjata v rokoch 2004 a 2009

#### b2/ Meradlo posuvov

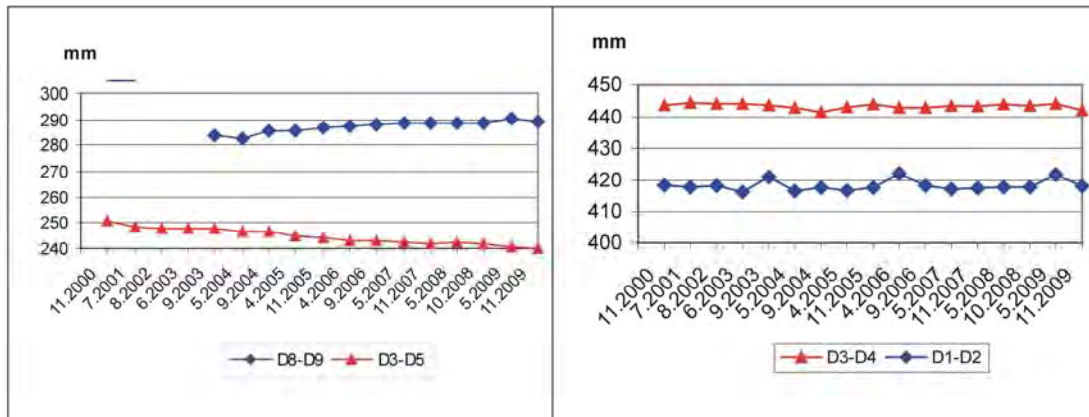
Dlhodobé merania meradlom posuvov preukázali podobne, ako merania dilatometrom Somet, určitý trend zmien (zmenšovanie vzdialenosti) medzi bodmi D3 a D5 na stanovisku 3 (obr. 2.1.135). Celková hodnota zmenšenia vzdialenosti za cca 9 rokov predstavuje približne 10 mm. Ide teda o potvrdenie prejavov gravitačného posuvu okrajovej dosky pieskencov. V zmenách vzdialeností ostatných bodov sa prejavujú skôr sezónne klimatické vplyvy.

#### c/ Merania mikromorfologických zmien

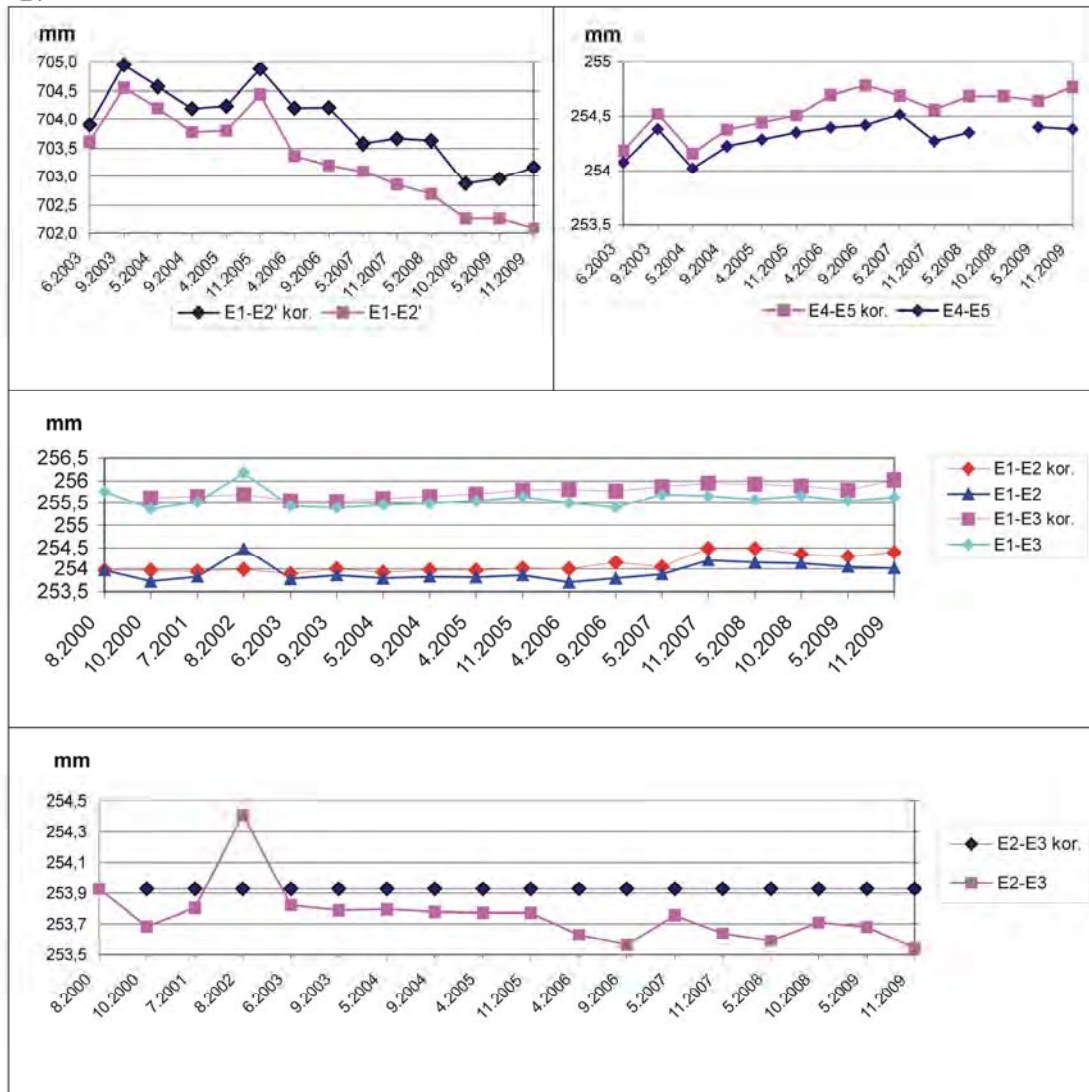
Aktualizované merania sa na lokalite vykonávajú pomerne krátku dobu (iba od roku 2007), preto nemožno zatiaľ identifikovať výraznejšie závislosti vývoja zmien povrchu skalnej steny (obr. 2.1.133). Paradoxne, na oboch profiloch bolo zaznamenané „vydutie“ masívu – na profile Z3 a Z3' priemerná hodnota predstavuje +0,14 mm, na profile Z5 a Z5' +1,23 mm, pričom výrazné „vydutie“ masívu bolo konštatované v bode 8 = +4,76 mm. Vzhľadom na litologický charakter flyšového súvrstvia možno predpokladať v budúcnosti vypadnutie väčších fragmentov, pričom predispozíciu predstavuje kombinácia plôch vrstevnatosti/bridličnatosti s tektonickými puklinami.



A:



B:



Obr. 2.1.135: Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Demjata:

A) meradlom posuvov, B) dilatometrom Somet; grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi E2-E3, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V profiloch meraných digitálnou fotogrametriou sa neprejavili žiadne významné deformácie. Zaznamenané zmeny boli spôsobené iba vegetáciou v zarastených a zasutených partiách masívu. Ani dilatometrické merania nepreukázali významné rozdiely oproti predchádzajúcim rokom. Selektívne zvetrávanie a rozvoľňovanie masívu však pokračuje, o čom svedčia výsledky časového radu dilatometrických pozorovaní, ako aj výsledky merania mikromorfologických zmien na stanovisku 5. Ročný zrážkový úhrn bol v roku 2009 vyšší, počet mrazových dní bol oproti predchádzajúcej zime nižší.

Na posúdenie aktuálneho stabilitného stavu skalného svahu je potrebné pokračovať v dilatometrických i fotogrametrických meraniach minimálne s rovnakou frekvenciou. V blízkej budúcnosti sa predpokladá monitoring celej lokality laserovým skenovaním. Aktuálnu informáciu o stave skalného odkryvu vhodne dopĺňujú pravidelné merania mikromorfologických zmien na vybudovaných stanoviskách.

#### **2.1.4.23. Lokalita Starina**

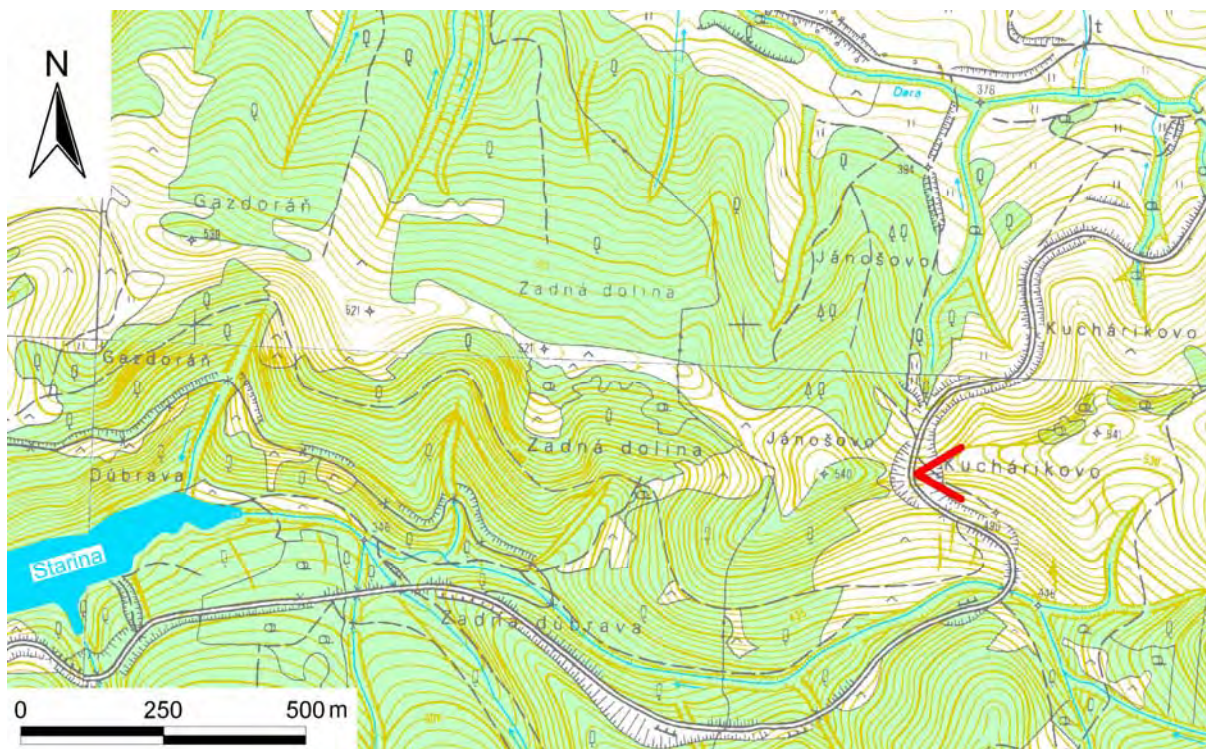
##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita sa nachádza severovýchodne od mesta Snina, východne od vodnej nádrže Starina, v záreze štátnej cesty Snina – Príslop (obr. 2.1.136). Leží na východnom okraji Nízkyh Beskýd v celku Laborecká vrchovina. Predmetom monitoringu je hlboký zárez cesty. Na geologickej stavbe svahov zárezu a jeho okolia sa podieľajú horniny dukelskej jednotky vonkajšieho flyšového pásma. Vystupujú tu na povrch sivé až okrové vápnite ílovce s vložkami hnedých ílovcov, vápnite laminované jemnozrnné pieskovce čergovských vrstiev (spodný oligocén), resp. čierne a hnedé vápnite i nevápnite ílovce menilitových vrstiev (vrchný eocén – spodný oligocén). Ílovce majú typický úlomkovitý až ihličkovitý rozpad. Miestami majú charakter ílovitých zemín, ktoré tvoria pokryv podložných hornín. Pieskovce majú charakter dosiek a lavíc vo vnútri ílovcového komplexu (Bezák et al., 2009).

Flyšové súvrstvie predstavuje komplex hornín s veľmi rozdielnymi charakteristikami zvetrávania. Pieskovce sú hrubolavicovité, rozpukané systémom puklín kolmých na vrstevnatosť, čím je daná ich kvádrovitá odľučnosť. Podliehajú hlavne mechanickej dezintegrácii.

Pelity predstavujú širšiu škálu horninových typov od ílovcov, sivých ílovitých bridlíc, cez čierne bridlice až po piesčité bridlice. V zdravom stave sú relatívne odolné hlavne piesčité bridlice, ostatné členy po odkrytí rýchlo podliehajú dezintegrácii a dekompozícii. Uvoľnené úlomky sa hromadia pri päte svahu v podobe mohutných sutinových kužeľov. Na styku s vodou podliehajú objemovým zmenám a pomerne rýchlo sa menia na ílovito-piesčitú zeminu strednej až vysokej plasticity.

Vzhľadom na priamy kontakt cesty s rozsiahlym odkryvom hornín (obr. 2.1.137), podliehajúcich intenzívnemu zvetrávaniu a potenciálne znižovanie stability skalnej steny sa pravidelne pomocou meradla mikromorfologických zmien monitoruje rýchlosť zvetrávacích procesov.



Obr. 2.1.136: Lokalizácia monitorovaného zárezu štátnej cesty Snina – Príslop

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Starina sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania mikromorfologických zmien a pokračoval zber údajov o denných zrážkových úhrnoch zo stanice SHMÚ Starina (indikatív 43 320) a o počte mrazových dní zo stanice Kamenica nad Cirochou (indikatív 11 993) – tab. 2.1.30.

Tab. 2.1.30: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Starina v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 (20. marec, 1. december)	2 (5. jún, 16. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Starina (indikatív 43 320)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Kamenica nad Cirochou (indikatív 11 993)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	



Obr. 2.1.137: Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu štátnej cesty – lokalita Starina (foto L. Petro, 2009)

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

##### *a/ Merania mikromorfologických zmien*

V roku 2009, v porovnaní s rokom 2008 bola v meranom profile zaznamenaná veľmi výrazná zmena. Priemerný ústup masívu za obdobie XI/2008 až XI/2009 dosiahol -8,81 mm; pre pieskovce však priemerná hodnota ústupu masívu dosiahla iba -2,79 mm za sledované obdobie, čo predstavuje oproti predchádzajúcemu porovnaniu rokov 2007 a 2008 (-1,37 mm) výraznú zmenu. Pre ílovec sú hodnoty podľa očakávania podstatne vyššie; priemerný ústup masívu za obdobie XI/2008 až XI/2009 dosiahol -18,85 mm, čo predstavuje viac ako 5-násobok dlhodobého priemeru za celé sledované obdobie. Potvrdila sa tendencia vypadnutia celého fragmentu v oblasti bodov 7 a 8, ktorá bola avizovaná vydutím masívu v roku 2008 – v bode 7 (ílovec) masív ustúpil o -36,76 mm, v bode 8 (pieskovec) o -7,32 mm (obr. 2.1.138, príl. 1.23).

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní*

Podľa meraní na stanici SHMÚ Starina (indikatív 43 320) zrážkový úhrn za rok 2008 predstavoval 888,8 mm. V roku 2009 sa jeho hodnota znížila na 804,4 mm.

Merania počtu mrazových dní na stanici Kamenica nad Cirochou (indikatív 11 993) zaznamenali v zime 2007/2008 celkovo 104 mrazových dní a v zime 2008/2009 101 mrazových dní (teda dní s minimálnou teplotou nižšou ako 0 °C).

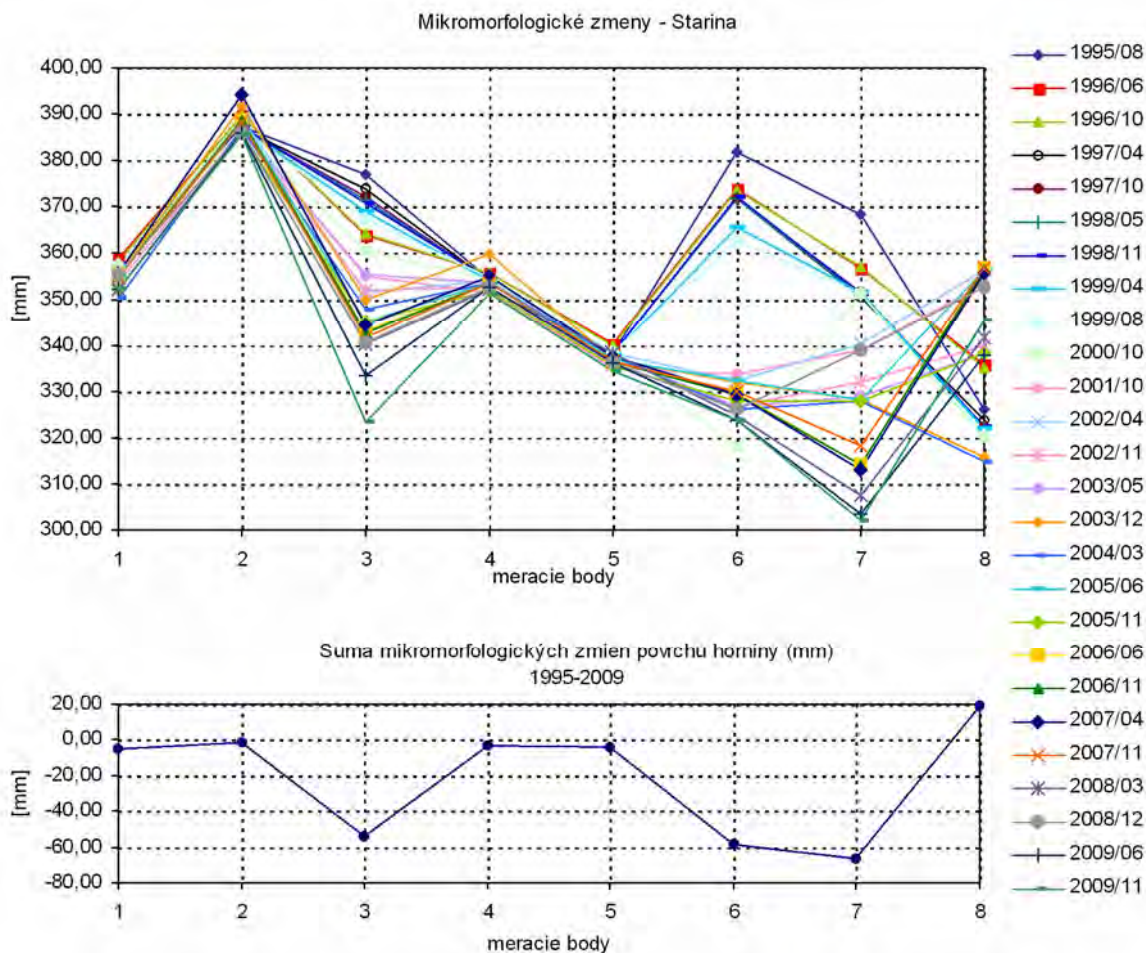
## Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

### Merania mikromorfologických zmien

Monitoring lokality sa začal v roku 1995. Všetky jednorázové merania, ktoré definovali iničiálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období. Merania mikromorfologických zmien na vybranej časti skalnej steny sa vykonávajú pravidelne s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Namerané hodnoty indikujú rozdielnu rýchlosť procesov zvetrávania flyšového súvrstvia. Nápadné rozdiely v sume mikromorfologických zmien povrchu horniny (mm) za obdobie 1995 – 2008 sú dané litologickým zložením flyšového komplexu, kde podstatne väčší ústup masívu pozorujeme najmä v bodoch 3, 6 a 7, ktoré sa nachádzajú v ílovcovom litotype. Pre pieskovce priemerná hodnota ústupu masívu dosahuje  $-1,755$  mm za sledované obdobie, t. j. do  $-0,15$  mm za rok (pri vylúčení bodu 8), pre ílovce sú hodnoty podstatne vyššie, dosahujú v priemere  $-3,38$  mm.rok<sup>-1</sup> s maximom  $-55,82$  mm za celé sledované obdobie. Naďalej pokračuje vytlačanie bloku horniny v oblasti bodu 8, čo skresľuje hodnotu priemerného ústupu masívu.

Priemer úbytku za celé sledované obdobie 14 rokov bol  $21,60$  mm (obr. 2.1.138, príl. 1.23).



Obr. 2.1.138: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1995) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Starina

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

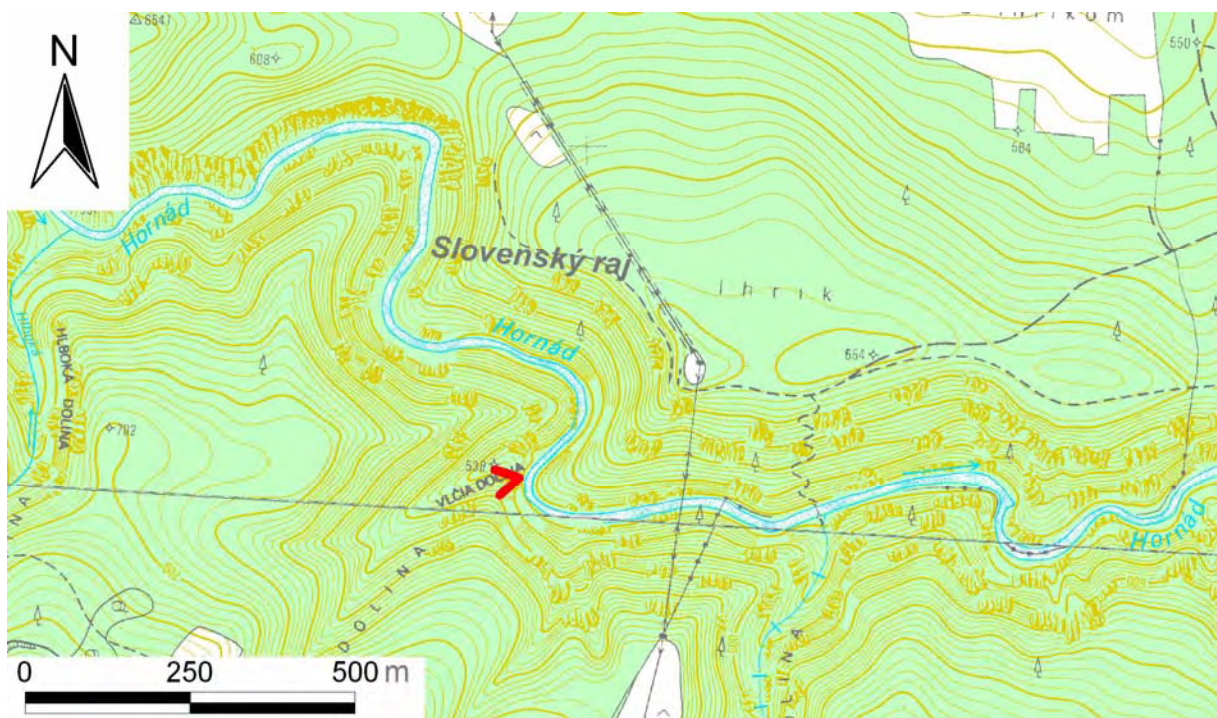
V roku 2009 sa potvrdilo očakávané vypadnutie bloku horniny (ílovca) v bode 7, signalizované predchádzajúcim rozpínaním masívu. Výrazné je selektívne zvetrávanie ílovcov, ktoré je rádovo rýchlejšie oproti pieskovcom.

Nestabilné prostredie skalných a poloskalných hornín, vystupujúcich v cestnom záreze podmieňuje potrebnosť monitorovania vývoja procesov zvetrávania s prognózou stabilného stavu prostredia. Navyše, na danej lokalite ide o možnosť priameho porovnania vývoja týchto procesov v rozdielnom prostredí pieskovcov a ílovcov. Zistené skutočnosti možno aplikovať v analogických prostrediach pri praktických návrhoch zabezpečenia odkrytých stien skalných a poloskalných hornín.

#### 2.1.4.24. Lokalita Slovenský raj - Pod večným dažďom

##### *Stručná charakteristika lokality*

V prielome Hornádu bol na pozorovanie vybratý rozsiahly skalný blok, nachádzajúci sa nad turistickým chodníkom v miestach označenej zastávky „Pod večným dažďom“. Lokalita sa nachádza cca 2500 m od vstupu do doliny (obr. 2.1.139). Potenciálne nestabilný skalný blok je rozsiahly (niekoľko desiatok metrov na šírku i výšku), pozostáva z viacerých samostatných blokov a jeho kontúry sú v dôsledku hustého zalesnenia miestami nejasné.



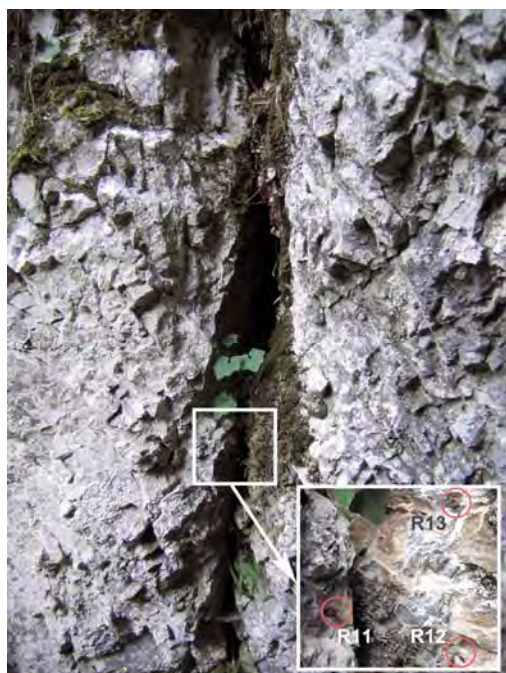
Obr. 2.1.139: Lokalizácia monitorovaného skalného bloku nad turistickým chodníkom v Prielome Hornádu – lokalita Pod večným dažďom (Slovenský raj)

Z geologického hľadiska sa skalný blok nachádza v prostredí stredotriasových lagunárnych wettersteinských vápencov, patriacich k stratenskému príkrovu (Mello et al., 2000).

Na rozsiahlom skalnom bloku boli zriadené dve monitorovacie stanoviská, na ktorých boli inštalované pozorovacie body pre merania dilatometrom Somet.

Na stanovisku č. 1, nachádzajúcom sa v spodnej časti skalného bloku (nad turistickým chodníkom) bola inštalovaná trojica bodov. Body R12 a R13 sa nachádzajú na jednom bloku a bod R11 na bloku, oddelenom výraznou diskontinuitou so smerom sklonu 52° a sklonom 70°. Na povrchu skalnej steny je diskontinuita otvorená v rozsahu od 3 do 15 cm, smerom do hĺbky masívu sa postupne zatvára (obr. 2.1.140).

Druhé stanovisko sa nachádza v hornej časti skalného bloku. Ide o strmú skalnú stenu, na ktorej sa nainštalovali dva body (R14 a R15), oddelené výraznou, nepriaznivo sklonenou diskontinuitou so smerom sklonu 282° a sklonom 87° (obr. 2.1.141).



Obr. 2.1.140: Umiestnenie pozorovacích bodov R11, R12 a R13 (Stanovisko 1) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj) – foto P. Ondrejka, 2007

Tab. 2.1.31: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slovenský raj - Pod večným dažďom v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Dilatometrické merania				
Dilatometer Somet	3	R11, R12, R13	2 (6. máj, 24. október)	1 (21. máj)
	2	R14, R15	merania sa neuskutočnili	1 (21. máj)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Hrabušice (56100)	denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanica SHMÚ Spišské Vlachy (11949)	počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C	



Obr. 2.1.141: Umiestnenie pozorovacích bodov R14 a R15 (Stanovisko 2) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj) – foto M. Brček, 2009

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania dilatometrom Somet na dvoch stanoviskách a pokračoval zber údajov o denných zrážkových úhrnoch zo stanice SHMÚ Hrabušice (indikatív 56 100) a o počte mrazových dní zo stanice Spišské Vlchy (indikatív 11 949) – tab. 2.1.31.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

##### *a/ Dilatometrické merania*

Z opakovaných meraní na stanovisku 1 v spodnej časti skalného bloku vyplýva, že v rokoch 2008 a 2009 nedošlo prakticky k žiadnemu posuvu horninového bloku – namerané rozdiely vo vzdialenosti bodov nepresiahli 0,2 mm – príl. 1.24, obr. 2.1.142.

Na druhom stanovisku (body R14 a R15) boli technické problémy pri vykonávaní kontrolného merania, ktoré znemožňovali prikladanie dilatometra v oboch smeroch. V máji 2009 boli vykonané technické úpravy umožňujúce plnohodnotné merania i na tomto stanovisku.

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Hrabušice (indikatív 56 100) bol v roku 2008 743,3 mm, v roku 2009 klesol na 735,7 mm.

Počet mrazových dní, zaznamenaných na stanici SHMÚ Spišské Vlchy (indikatív 11 949) bol v zime 2007/2008 149 dní a v zime 2008/2009 sa znížil na 129 dní.



## Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

### Dilatometrické merania

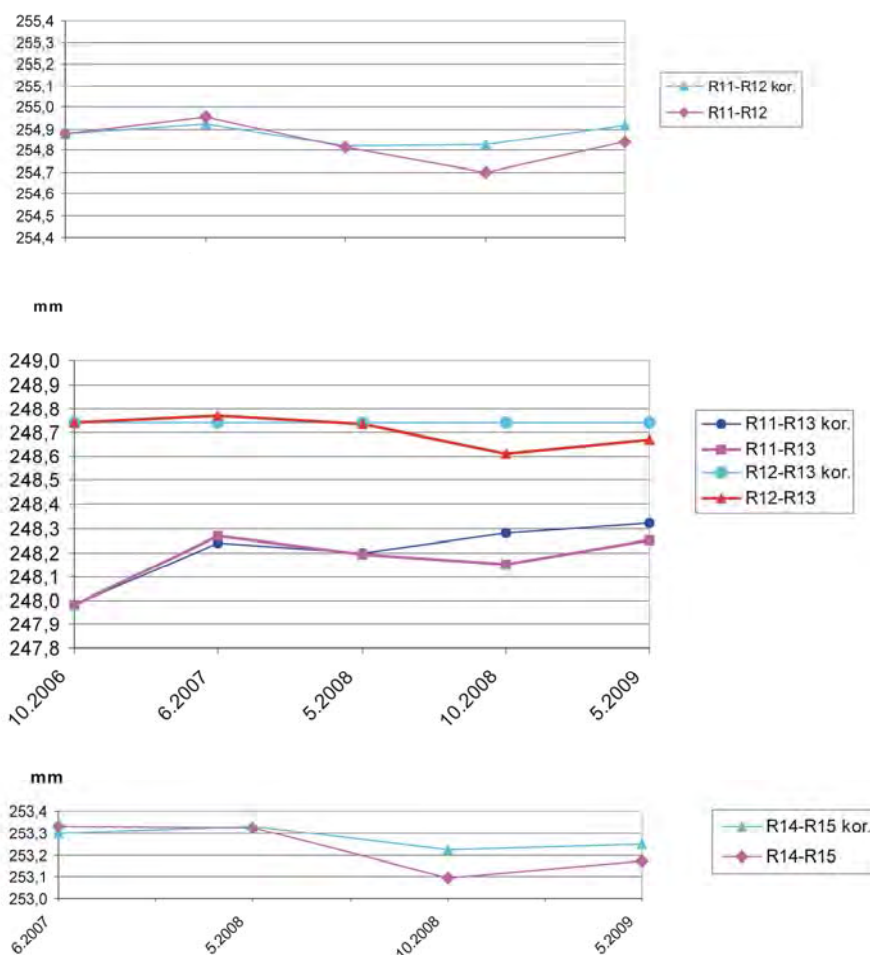
Inštalácia meracích bodov pre meranie dilatometrom Somet bola na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom vykonaná 3. októbra 2006 a prvé, základné meranie ich vzdialenosti dilatometrom Somet bolo uskutočnené 4. októbra 2006. V rokoch 2007 a 2008 sa merania vykonávali s frekvenciou 2-krát ročne (jarný a jesenný cyklus), v roku 2009 sa vzhľadom na málo významné zmeny vzdialenosti bodov prešlo iba na jedno meranie v roku (na jar).

Vzhľadom na to, že merania na lokalite sa vykonávajú pomerne krátku dobu, z ich výsledkov zatiaľ nevyplývajú žiadne trendy pohybu skalných blokov (obr. 2.1.142).

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie merania v roku 2009 nepreukázali trend postupného uvoľňovania skalného bloku, odčleneného od horninového masívu viacerými diskontinuitami.

Stav masívu a exponovaná poloha skalného bloku (tesne nad turistickým chodníkom) podmieňujú potrebnosť pokračujúceho monitorovania lokality. O výsledkoch merania budú informované orgány miestnej samosprávy a Správa Národného parku Slovenský raj.

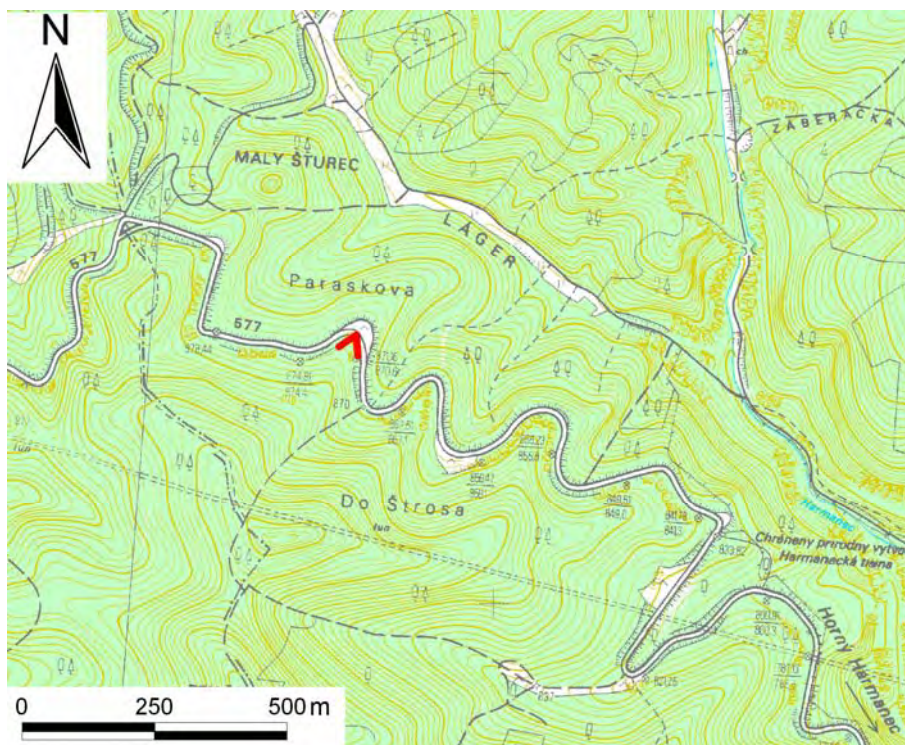


Obr. 2.1.142: Výsledky merania posunu blokov na lokalite Pod večným dažďom dilatometrom Somet; grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi R12-R13, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)

### 2.1.4.25. Lokalita Harmanec

#### *Stručná charakteristika lokality*

Monitorovaná lokalita sa nachádza vo vybranom úseku rozsiahleho zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným (obr. 2.1.143). Výška zárezu v monitorovanom úseku je cca 25 m. Vytvorený je v prostredí stredotriasových chočských dolomitov, zdanlivo celistvých, avšak silne tektonicky porušených a po odkrytí veľmi rýchlo podliehajúcich rozpadu. Úlomky horniny sa celoplošne osypávajú a vytvárajú rozsiahle akumulácie pri päte svahu. Proces osypávania je veľmi intenzívny predovšetkým v jarnom období a vyžaduje si stálu údržbu cestnej komunikácie. Vzhľadom na prítomnosť výrazných poruchových dislokačných zón nemožno vylúčiť ani uvoľňovanie väčších blokov hornín, ktoré by mohlo spôsobiť vážne dopravné problémy. Práve na hodnotenie pohybovej aktivity a postupu prehĺbovania výraznej eróznej ryhy sa zamerali monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie a pokračovalo sa v dilatometrických meraniach.



Obr. 2.1.143: Lokalizácia monitorovaného úseku rozsiahleho skalného zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania dilatometrom Somet na dvoch stanoviskách. V roku 2009 boli realizované dve fotogrametrické merania – na jar a v jeseni (jarné meranie sa vykonalo za nere realizované fotogrametrické meranie z roku 2008, ktoré sa neuskutočnilo pre nepriaznivé klimatické podmienky). Zo stanice SHMÚ Dolný Harmanec (indikatív 34 160) sa preberali údaje o mesačných zrážkových úhrnoch a zo stanice SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11 898) údaje o počte mrazových dní (tab. 2.1.32).

Tab. 2.1.32: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Harmanec v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Metóda pozemnej stereofotogrametrie	15	PF1 až PF15	<i>meranie sa neuskutočnilo</i>	2 (19. apríl, 10. október)
Dilatometer Somet	4	H1, H1', H2, H2'	2 (16. apríl, 13. október)	2 (7. apríl, 26. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Dolný Harmanec (indikatív 34 160)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11 898)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Fotogrametrické merania – metóda pozemnej stereofotogrametrie

Monitorovanie bolo zamerané na hodnotenie zmien konfigurácie erózneho žľabu meraním 15 horizontálnych profilov (obr. 2.1.144). Monitoring sa sústredil len na samotný žľab s tým, že sa fotogrametrická základnica vytýčila vo vzdialenosti do 15 m.

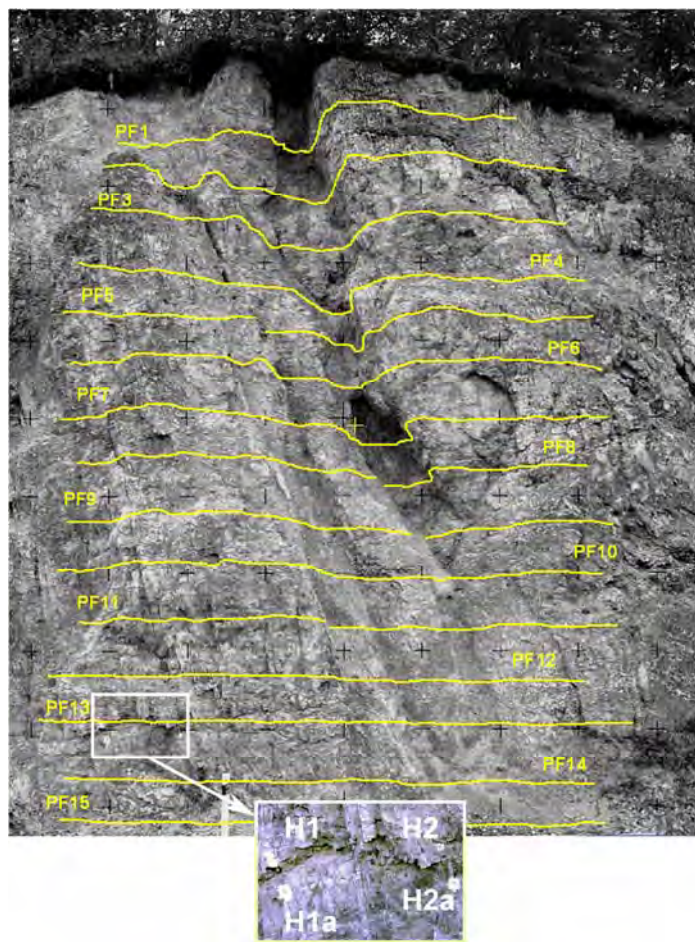
Snímky boli vyhodnotené technológiou digitálnej fotogrametrie. Všeobecne možno povedať, že v smere osí  $x$  a  $y$  bola dosiahnutá subcentimetrová presnosť merania (<1 cm) a v osi  $z$  presnosť cca 2 – 4 cm.

Merania v roku 2009 sa uskutočnili 19. apríla a 10. októbra. Medzi jarnou a jesennou etapou 2009 neboli zistené štatisticky významné rozdiely. Iba v profiloch 14 a 15 boli zaznamenané väčšie diferencie spôsobené aktívnou tvorbou osypových kužeľov (Fraštia, 2009c, d).

##### b/ Dilatometrické merania

Dilatometrickými meraniami sa určovala vzdialenosť medzi dvoma dvojicami bodov (H1, H1', H2, H2'), ktoré sú osadené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou (obr. 2.1.144).

Meraniami meradlom Somet neboli v rokoch 2008 a 2009 zaznamenané žiadne významnejšie zmeny v polohe meraných bodov (najväčšie zmeny polohy bodov nepresiahli hodnotu 0,3 mm – príl. 1.25).



Obr. 2.1.144: Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným  
 PF1 až PF15 – profily pre stereofotogrametrické merania, H1, H1a, H2, H2a – pozorovacie body pre merania dilatometrom Somet (foto M. Fraštia, 2006)

c/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dolný Harmanec bol v roku 2008 1002,3 mm, v roku 2009 stúpol na 1087,4 mm.

Priemerný počet mrazových dní za zimné obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008 na stanici SHMÚ Banská Bystrica-Zelená predstavuje 105,00. Podľa meraní bol počet mrazových dní v zime 2007/2008 118 dní (čo predstavuje 112,38 % dlhodobého priemeru) a v zime 2008/2009 iba 85 dní (80,95 % dlhodobého priemeru).

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

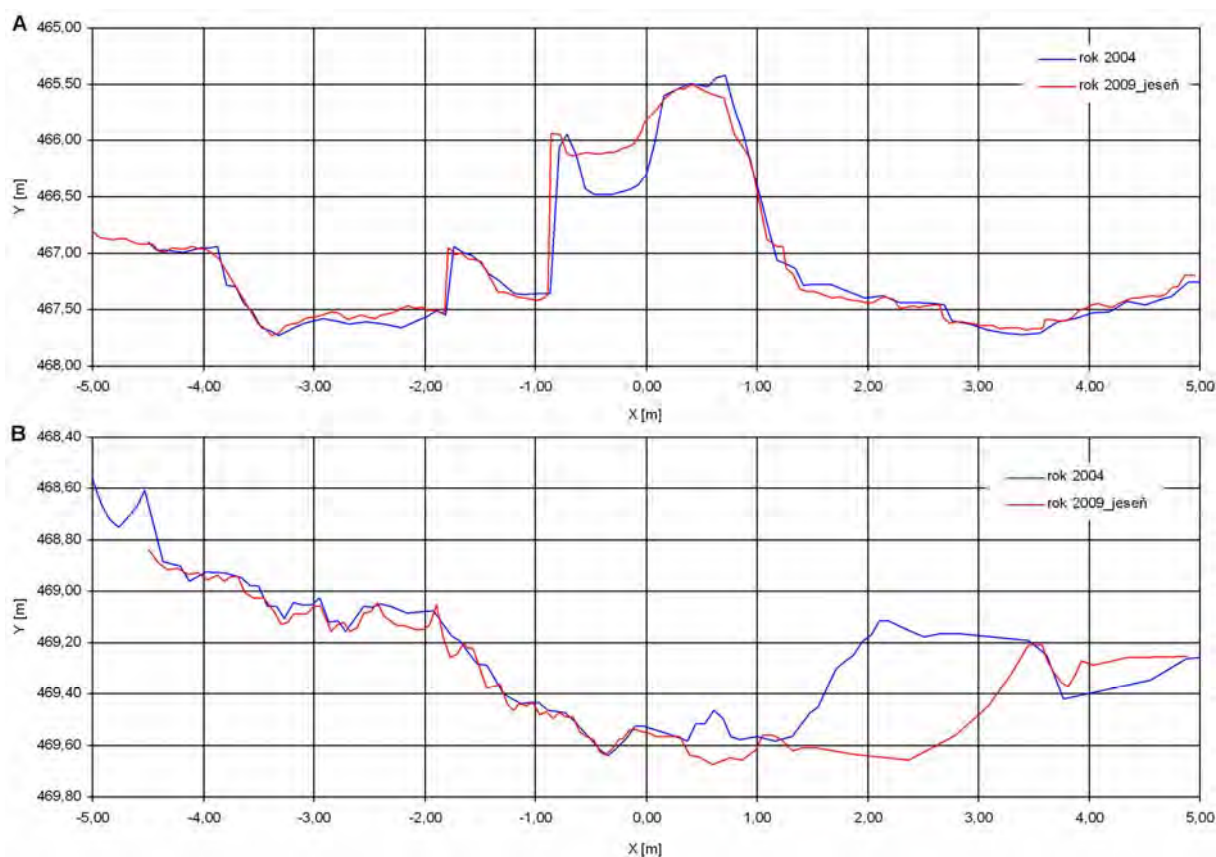
a/ Fotogrametrické merania – metóda pozemnej stereofotogrametrie

Rôzne metódy fotogrametrických meraní sa na lokalite vykonávali od roku 1995 do roku 2006 a obnovené boli v roku 2009.

Treba upozorniť, že v etapách 2006, 2009 (jar) a 2009 (jeseň) došlo k zmene prístrojového vybavenia a tým aj geometrie snímkovania. Prechodom k digitálnej kamere sa zvýšila obrazová kvalita, ale mierne zhoršila mierka. Oba faktory navzájom interferovali a to sa premietlo do rovnakej homogenity výsledkov porovnávaných etáp, čo zabezpečuje vysokú homogenitu porovnávaných výsledkov z rokov 2005 – 2009.

Z dlhodobého hľadiska boli profily vyhotovené v r. 2009 (jeseň) porovnané s profilmi vyhotovenými v r. 2004. Rozdiely zistené z grafov boli vizuálne overené na meračských snímkach a následne bolo rozhodnuté, či ide o terénnu zmenu alebo nepresnosť merania (Fraštia, 2009c).

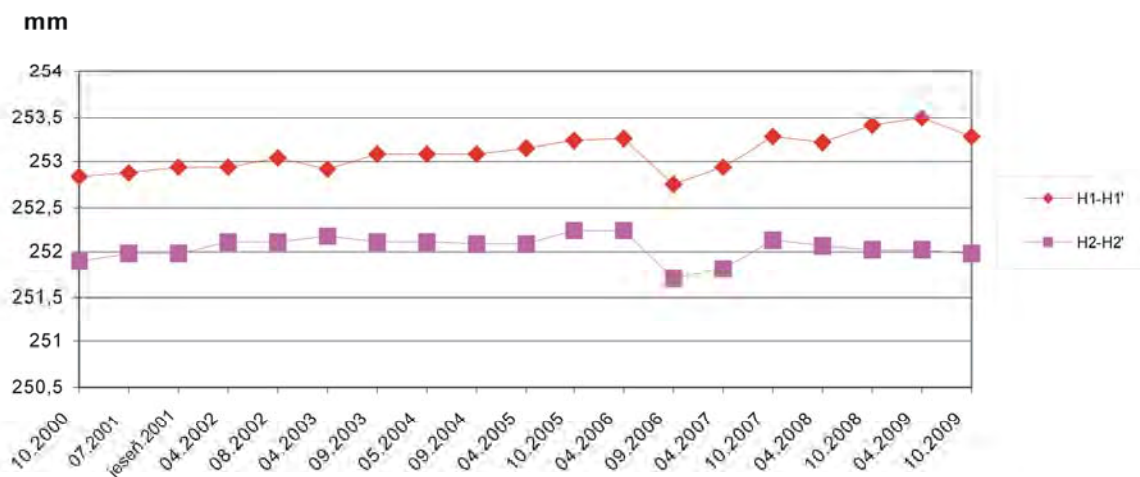
Najvýraznejšie zmeny boli zaznamenané v profiloch č. 5 a 6 (uvoľnenie skalného bloku), č. 7, 11, 12 a 13 (výraznejšie prejavy erózie) a v profiloch č. 14 a 15 (nárast akumulácie osypových kužeľov). Vybrané profily s najvýraznejšími zmenami konfigurácie povrchu skalnej steny sú znázornené na obr. 2.1.145.



Obr. 2.1.145: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF6 (A) a v profile PF14 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Harmanec v rokoch 2004 a 2009

#### b/ Dilatometrické merania

Dilatometrické merania sa na lokalite vykonávajú od roku 2000. Z analýzy dlhodobých meraní (obr. 2.1.146) nevyplýva výraznejší trend vývoja pohybov pozorovacích bodov, čo je pravdepodobne podmienené predovšetkým charakterom horninového prostredia (pevné, krehké dolomity). Dlhodobé zmeny vzdialenosti medzi meranými bodmi nepresahujú hodnotu 1 mm.



Obr. 2.1.146: Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Harmanec dilatometrom Somet

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V profiloch meraných digitálnou fotogrametriou na lokalite Harmanec sa prejavili výsledky pokračujúceho procesu erózie skalnej steny, ktoré sú sprevádzané lokálnymi vypadnutiami skalných úlomkov a blokov nevelkých rozmerov z horných častí steny a narastaním akumuláčnych kužeľov na jej úpäti.

Dilatometrické merania nepreukázali v roku 2009 žiadne výrazné zmeny pozdĺž tektonickej poruchy. Táto skutočnosť pravdepodobne vyplýva z toho, že v prostredí krehkých skalných hornín s malou plastickou rezervou sa deformačné zmeny prejavujú iba minimálne a k porušeniu horniny dochádza zvyčajne náhle po prekročení medze pevnosti.

Vzhľadom na priamy kontakt nestabilnej skalnej steny s frekventovanou cestnou komunikáciou je potrebné pokračovať v monitorovacích meraniach. Frekvencia dilatometrických meraní vzhľadom na minimálne zaznamenané zmeny v pevných skalných horninách však môže byť nižšia – 1-krát za 2 až 3 roky (najvhodnejšie na jar). Oveľa dynamickejšie sa vyvíjajúce prostredie erózne ryhy je vhodné monitorovať fotogrametrickými metódami s 1-ročnou frekvenciou.

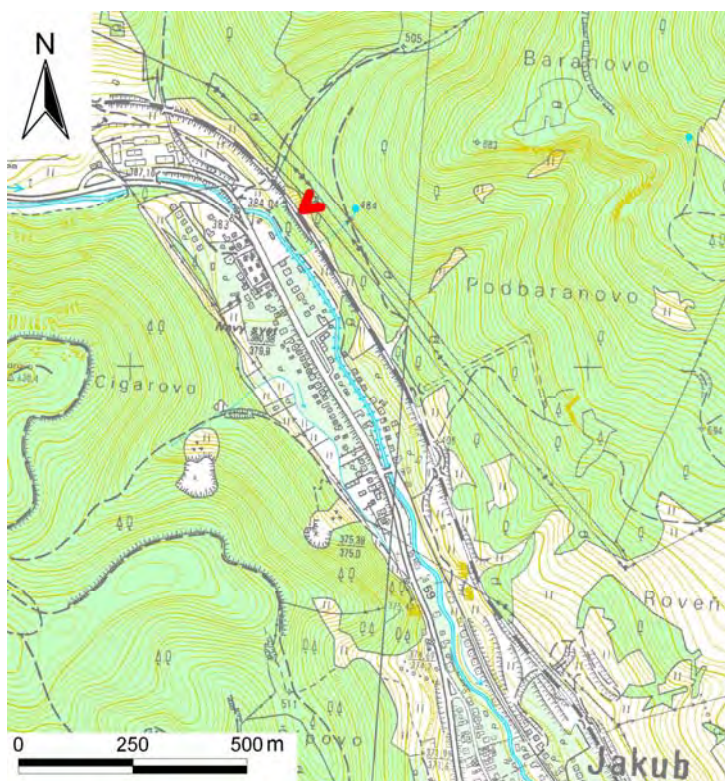
#### 2.1.4.26 Lokalita Jakub

##### Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v odreze železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub (obr. 2.1.147). V zmysle geomorfologického členenia patrí územie do Fatransko-tatranskej oblasti, do celku Starohorské vrchy. Odrez má oblúkovitý tvar, jeho výška je 18 m, šírka je 47 m. Úlomky hornín uvoľnené v dôsledku tektonického porušenia a mechanického zvetrávania opadávajú do blízkosti železničnej trate a môžu negatívne ovplyvniť zariadenia zabezpečovacej techniky trate, aj samotnú trať (obr. 2.1.148).

Na geologickej stavbe lokality sa podieľajú horniny titón–neokomu krížňanského príkrovu. Ide o doskovité až tenkolavicovité slienité vápence, intenzívne tektonicky porušené až zvrásnené (Bezák et al., 2009). Sú svetlosivej až hnedasto sivej farby, zvetrávaním nadobúdajú na povrchu žltkastú patinu. Celý odkryv je prestúpený hustou sieťou puklín,

prevažne uzavretých a bez výplne, pozdĺž ktorých sa nachádzajú hrdzavé povlaky oxidov železa.



Obr. 2.1.147: Lokalizácia monitorovaného zárezu železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub



Obr. 2.1.148: Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu železnice pri obci Jakub. Červenou líniou je zvýraznené stanovisko umiestnenia meradla morfologických zmien (foto M. Brček, 2009)

### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Na lokalite Jakub sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania mikromorfologických zmien (2-krát ročne, teda celkom boli realizované 4 merania). Zo stanice SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34 300) pokračoval zber údajov o denných zrážkových úhrnoch a zo stanice Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11 898) o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.33.

Tab. 2.1.33: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jakub v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 (16. apríl, 13. október)	2 (6. apríl, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34 300)	denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11 898)	počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C	

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

#### a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2009, v porovnaní s rokom 2008, bola v meranom profile zaznamenaná výraznejšia zmena v konfigurácii meraného profilu v bodoch 5 (úbytok 0,52 mm) a 6 (výraznejšie rozpínanie horninového masívu o 0,86 mm). V tomto období bola priemerná zmena konfigurácie masívu +0,16 mm, čo indikuje jeho pokračujúce „vydutie“, s predpokladom možného vypadnutia väčších fragmentov v budúcnosti.

#### b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Dlhodobý zrážkový priemer na stanici SHMÚ Banská Bystrica je 855,15 mm. Úhrn zrážok za rok 2008 bol 916,8 mm, čo predstavuje 107,21 % dlhodobého priemeru (normálny rok). Za rok 2009 bol úhrn 926,1 mm, čo predstavuje 108,30 % dlhodobého priemeru a hodnotí sa tiež ako normálny rok.

Počet mrazových dní sa zaznamenáva na stanici SHMÚ Banská Bystrica-Zelená. Hodnotenie tohto ukazovateľa z danej stanice je uvedené pri opise lokality Harmanec (časť 2.1.4.25).

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

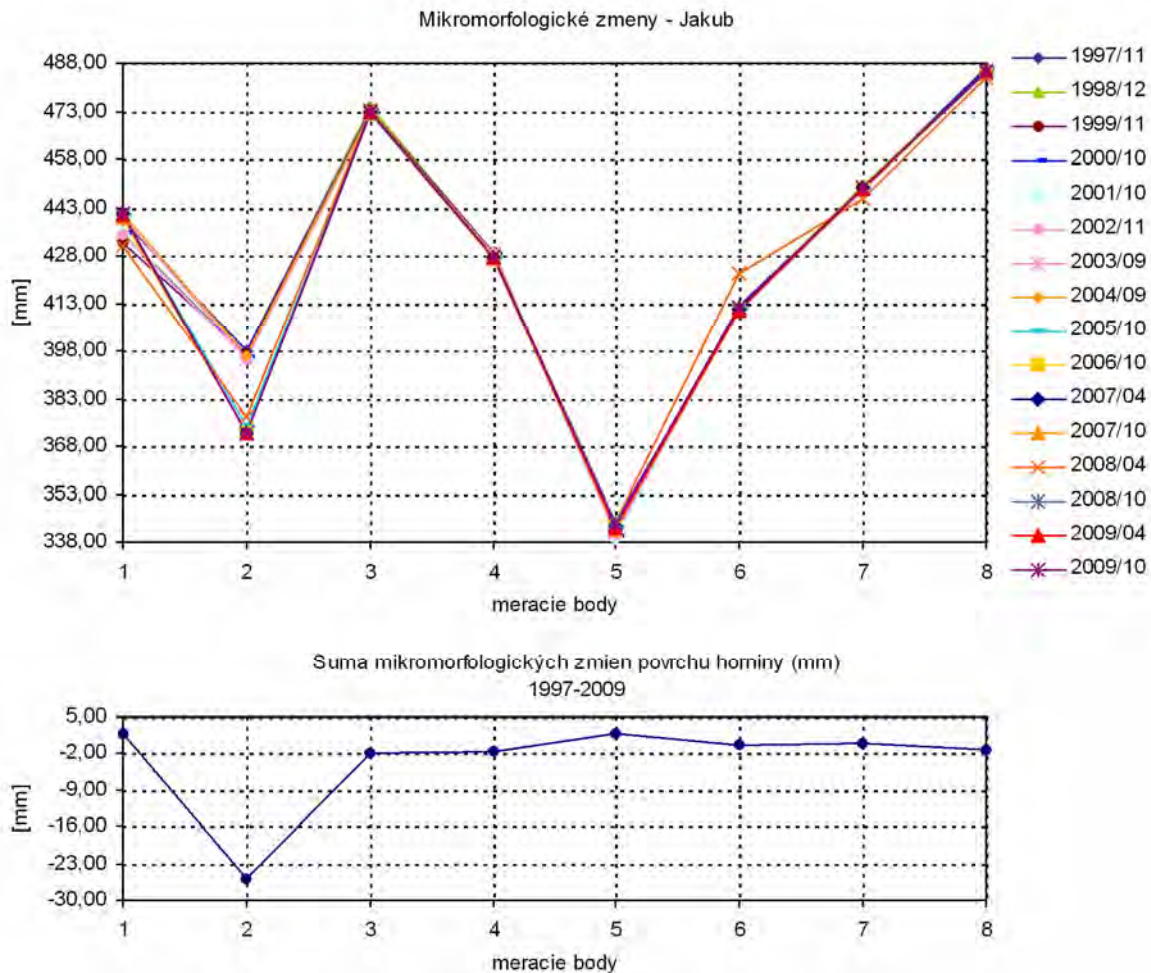
#### Merania mikromorfologických zmien

Monitoring lokality sa začal v roku 1997. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iníciaľny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období. Merania mikromorfologických zmien na vybranej časti skalnej steny sa vykonávajú pravidelne s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Časový vývoj zmien konfigurácie skalnej steny (a teda intenzitu prejavu procesov zvetrávania) v jednotlivých meracích bodoch ilustruje obr. 2.1.149.



Ročný priemer rozpínania predstavoval 0,16 mm a priemer úbytku za celé sledované obdobie 12 rokov je 3,39 mm. Markantne rozdielny vývoj bol zaznamenaný v bode 2, kde v roku 2005 došlo k náhlemu vypadnutiu úlomku s hodnotou úbytku hmoty -23,36 mm. Tento vývoj bol naznačený už v období rokov 2004 – 2005, kedy dochádzalo akoby k napučianiu masívu v danom bode, čo je v rozpore s prirodzeným trendom ústupu masívu. Logicky, táto anomália vzhľadom na amplitúdu výrazne skreslila hodnotu priemerného ústupu masívu (obr. 2.1.149, príl. 1.26).



Obr. 2.1.149: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1997) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Jakub

### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

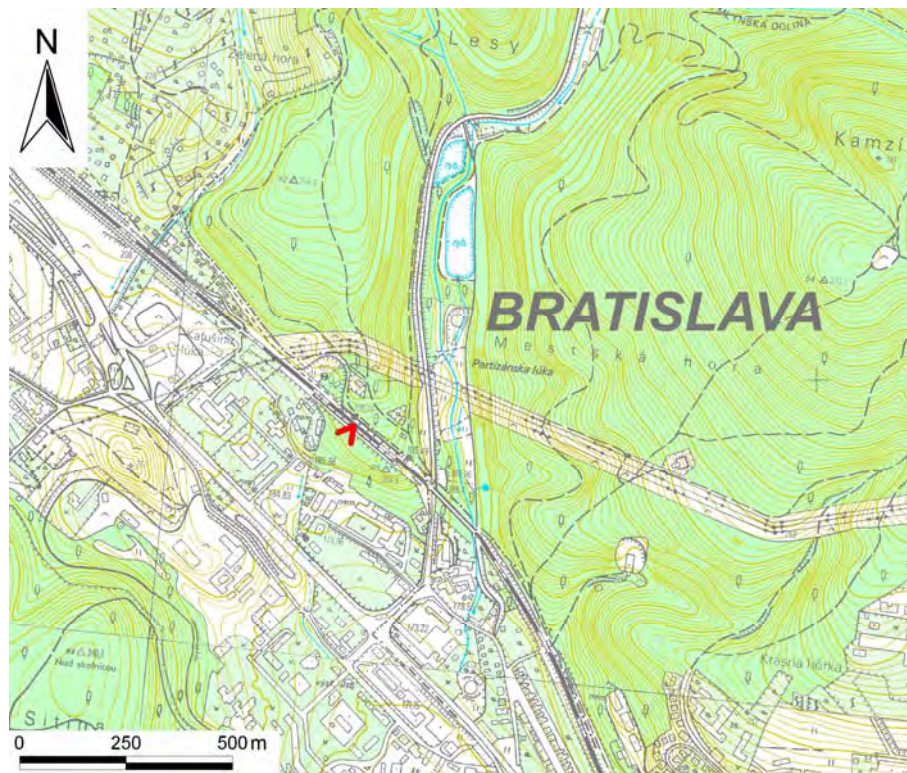
V prostredí vápencov sa okrem pomalého procesu rozkladu sporadicky prejavujú i dôsledky mechanického zvetrávania náhlým vypadávaním úlomkov zo skalnej steny. Podľa výsledkov meraní z roku 2008 zvetráva horninový masív pomerne rovnomerne. Avšak v roku 2009 sa prejavili výraznejšie zmeny v centrálnej časti meraného profilu (meracie body 5 a 6). Vzhľadom na bezprostredný kontakt skalnej steny s trasou železnice je potrebné kontinuálne pokračovať v meraniach s rovnakou frekvenciou so zameraním na prognózu možných uvoľnení nestabilných úlomkov a blokov horniny.

### 2.1.4.27 Lokalita Bratislava – Železná studnička

#### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita je situovaná v záreze železnice približne 120 m západne od staničnej budovy železničnej zastávky Bratislava-Železná studnička (obr. 2.1.150). V zmysle geomorfologického členenia patrí lokalita do Fatransko-tatranskej oblasti, do celku Malé Karpaty.

Železničný zárez vybudovaný v granodioritoch bratislavského masívu má dĺžku cca 150 m, tvar písmena V so svahmi orientovanými na sever a na juh. Sklon svahov sa pohybuje od 50 do 70°. Odkryvy v granodioritoch majú nepravidelný tvar, čiastočne sú zarastené vegetáciou (obr. 2.1.151).



Obr. 2.1.150: Lokalizácia monitorovaného zárezu železničnej trate neďaleko od zastávky Bratislava-Železná studnička

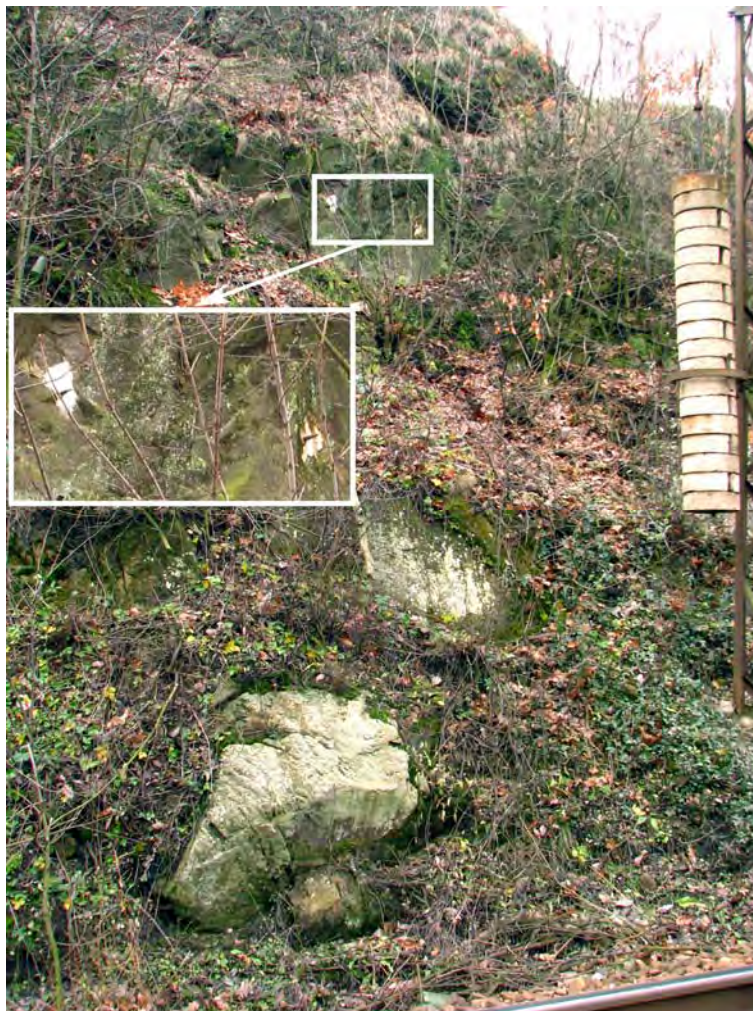
Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú neskororogénne jemno až strednozrné biotitické a dvojsľudné granodiority bratislavského masívu. Textúra týchto granitoidov je všesmerná, štruktúra väčšinou rovnomerne zrnitá, len lokálne možno pozorovať typy s nevýrazne porfyrickou štruktúrou. V dôsledku silného tektonicko-deformačného postihnutia sa horniny v záreze vyznačujú sekundárnymi minerálnymi premenami (Bezák et al., 2009).

Vzhľadom na selektívne zvetrávanie heterogénnych granitoidných hornín a oslabovanie väzieb medzi skalnými blokmi môže dôjsť k ich uvoľňovaniu a ohrozeniu premávky na frekventovanej železničnej trati.

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Bratislava-Železná studnička sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania mikromorfologických zmien (2-krát ročne, teda celkom boli realizované 4 merania). Zo staníc

SHMÚ Bratislava-Mudroňova ul. (indikatív 17 100) a Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17 080) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Z klimatologických staníc Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 11 810) a Bratislava-Koliba (indikatív 11 813) sa získavali údaje o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.34.



Obr. 2.1.151: Skalná stena železničného zárezu pri stanici Bratislava-Železná studnička, na ktorej sa vykonáva meranie mikromorfologických zmien povrchu (s detailom umiestnenia meradla morfologických zmien – foto P. Liščák, 2007)

Tab. 2.1.34: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite  
Železná studnička-Bratislava v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 (5. máj, 27. október)	2 (22. máj, 4. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17 080)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanice SHMÚ: Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 11 810) Bratislava-Koliba (indikatív 11 813)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Merania mikromorfologických zmien

V rokoch 2008 a 2009 bol ústup masívu -0,19 mm. V bode 6 bolo v danom období zaznamenané relatívne výrazné „vydutie“ masívu o +1,1 mm, čo značí pokračujúci trend z predchádzajúceho obdobia s predpokladom vypadnutia fragmentu horniny v budúcnosti. V prípade abstrahovania od tejto hodnoty by priemerný ústup masívu za posledný rok dosiahol ústup s hodnotou -0,3 mm.

##### b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Bratislava-Mudroňova ul. bol v roku 2008 608,7 mm, bez úhrnu zrážok za december. Vzhľadom na to, že stanica v decembri prerušila prevádzku, začali sa údaje preberať zo stanice SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina. Ročný úhrn zrážok z tejto stanice za rok 2009 bol 781,3 mm.

Počet mrazových dní sa zaznamenáva na staniciach SHMÚ, situovaných v rámci mesta na rozdielnych výškových úrovniach. Na stanici Bratislava-Mlynská dolina bol v zime 2007/2008 počet mrazových dní 65 a rovnaký počet bol aj v zime 2008/2009. Na stanici SHMÚ Bratislava-Koliba bol v zime 2007/2008, aj v zime 2008/2009 počet mrazových dní 74.

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

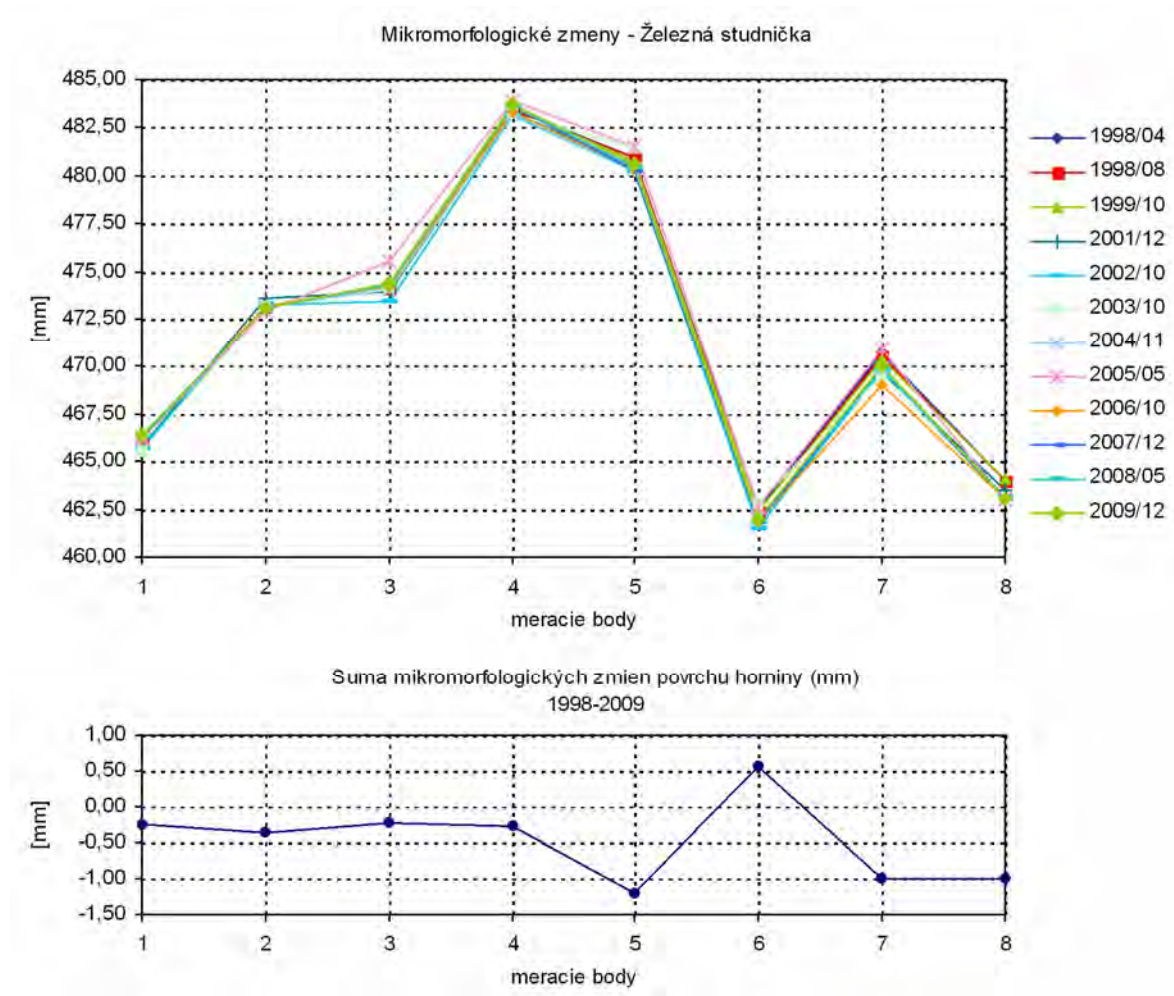
##### Merania mikromorfologických zmien

Monitoring lokality sa začal na jeseň v roku 1997. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu boli vykonané v predchádzajúcom období. Merania mikromorfologických zmien na vybranej časti skalnej steny sa vykonávajú pravidelne s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Časový vývoj zmien konfigurácie skalnej steny (a teda intenzita prejavu procesov zvetrávania) v jednotlivých meracích bodoch vyplýva z obr. 2.1.152.

Rýchlosť procesov zvetrávania granitoidných hornín (teda rýchlosť ústupu masívu) v jednotlivých meracích bodoch sa pohybuje v rozmedzí od +0,06 do -0,12 mm.rok<sup>-1</sup>, celkový

priemerný ročný ústup masívu je  $-0,047$  mm. Priemerný ústup masívu za celé obdobie pozorovania je  $-0,47$  mm (príl. 1.27).



Obr. 2.1.152: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1998) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Bratislava-Železná studnička

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Granitoidný horninový masív zvetráva relatívne rovnomerne – zrejme je to spôsobené vysokou homogenitou horninového prostredia v rámci monitorovaného profilu. Výraznejšie zmeny boli v roku 2009 zaznamenané iba v centrálnej časti monitorovaného profilu.

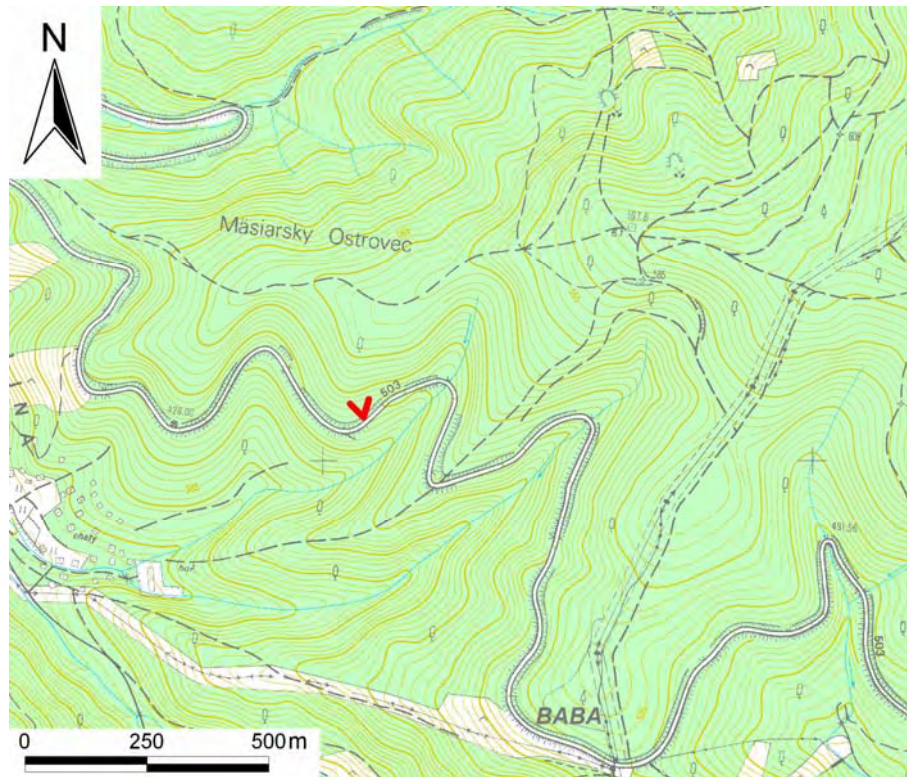
Procesy zvetrávania a rozvoľňovania skalnej steny sa v prostredí granitoidných hornín prejavujú menej intenzívne (o čom svedčia i namerané hodnoty ústupu masívu). Napriek tomu, vzhľadom na kontakt vysokej skalnej steny s frekventovanou železničnou traťou je potrebné rozvoj procesov naďalej pozorovať s rovnakou frekvenciou a zamerať sa na možné parciálne prejavy nestability na skalnej stene.

#### 2.1.4.28. Lokalita Pezinská Baba

##### Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná vo svahu asi 1200 m západne od horského sedla Baba smerom na obec Pernek (obr. 2.1.153). Na základe regionálneho geomorfologického členenia (Lukniš a

Mazúr, 1980) sa nachádza vo Fatransko-tatranskej oblasti, v celku Malých Karpát, podcelku Pezinských Karpát, časti Kuchynská hornatina. Predmetom monitoringu je odrez exponovanej hlavnej cesty č. 503 spájajúcej Pezinok so Záhorím. Sledovaný odrez má nepravidelný tvar, výška hrany svahu dosahuje miestami až 10 m.



Obr. 2.1.153: Lokalizácia monitorovaného odrezu štátnej cesty medzi Pernekom a Pezinskou Babou

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú biotitické svorové ruly a pararuly v rozličnom stupni zvetrania – od slabo zvetraných hornín cez silno zvetrané až po regolit. Uvedené horniny vznikli v dôsledku kontaktnej metamorfózy pôvodných psamitických a pelitických sedimentov. Textúry sú výrazne bridličnaté, usmernené a páskované, čo podmieňuje výraznú anizotropiu inžinierskogeologických vlastností a takisto pomerne rýchle procesy zvetrávania a uvoľňovania skalných úlomkov až blokov (Bezák et al., 2009).

Na lokalite sú v súčasnosti funkčné dve stanoviská na meranie mikromorfologických zmien – stanovisko 2 a stanovisko 3 (obr. 2.1.154).



Obr. 2.1.154: Situovanie stanovísk 2 a 3 na lokalite Pezinská Baba na meranie mikromorfologických zmien povrchu horniny na svahu odrezu cesty (foto P. Ondrejka, 2007)

Tab. 2.1.35: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Pezinská Baba v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny (MZ)	16	2 stanoviská MZ	2 (5. máj, 28. október)	2 (22. máj, 4. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Pernek (indikatív 16 180)	denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ: Modra-Piesok (indikatív 11 833)	počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C	

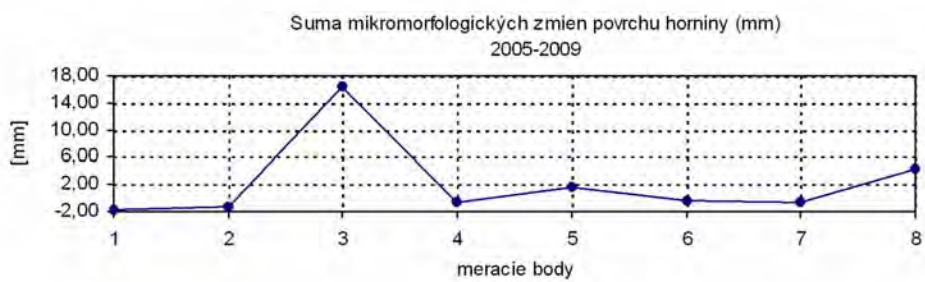
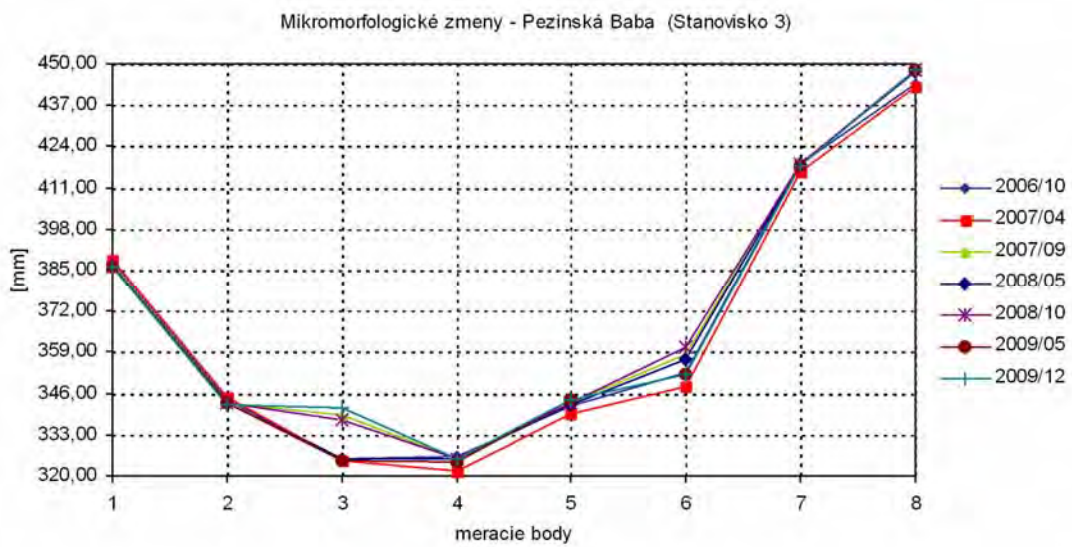
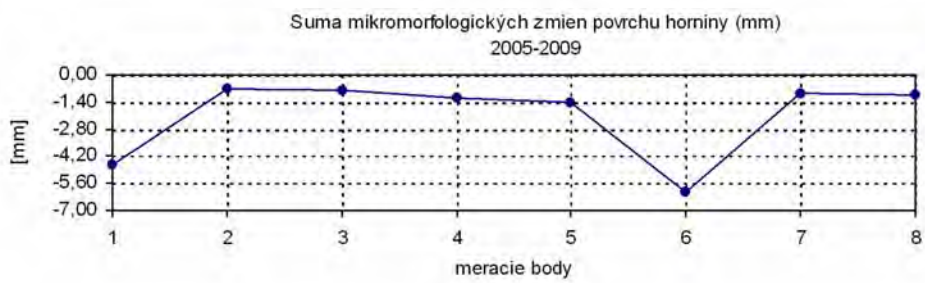
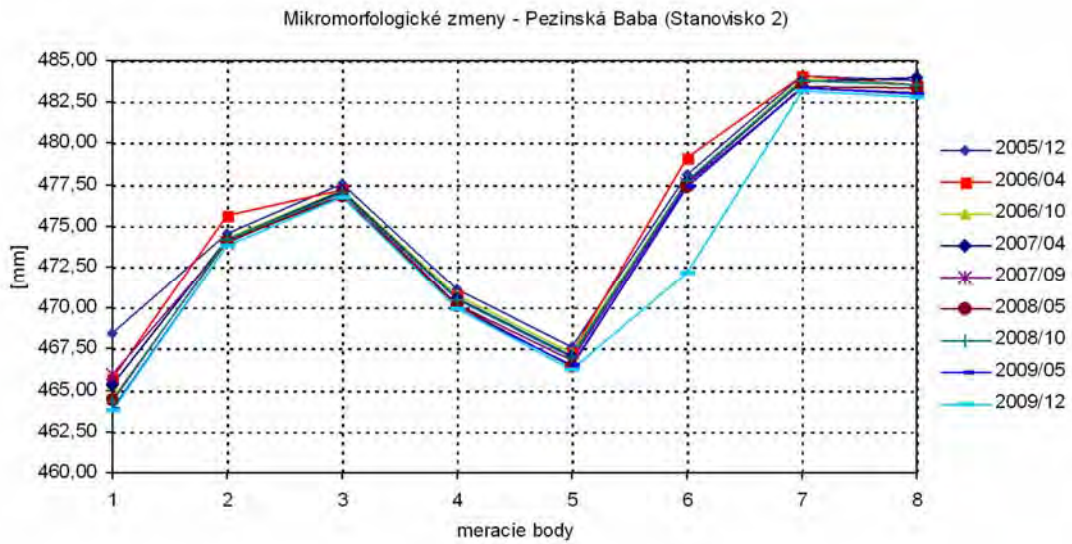
#### Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009

Na lokalite Pezinská Baba sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania mikromorfologických zmien na oboch monitorovacích profiloch (2-krát ročne, teda celkom boli realizované 4 merania). Zo stanice SHMÚ Pernek (indikatív 16 180) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Z klimatologickej stanice Modra-Piesok (indikatív 11 833) sa získavali údaje o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.35.

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

##### a/ Merania mikromorfologických zmien

Na stanovisku č. 2 bola v roku 2009 v porovnaní s rokom 2008 zaznamenaná výraznejšia zmena v konfigurácii v bode 6 (úbytok -5,6 mm). Na stanovisku č. 3 bol za obdobie X/2008 až XII/2009 nameraný priemerný ústup masívu -0,54 mm.



Obr. 2.1.155: Výsledky dlhodobého merania (od roku 2005) mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny na lokalite Pezinská Baba na stanoviskách 2 a 3



b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Pernek v roku 2008 bol 780,7 mm, v roku 2009 stúpol na 880,1 mm.

Počet mrazových dní zaznamenaný na stanici SHMÚ Modra-Piesok v zime 2007/2008 bol 87 dní a v zime 2008/2009 stúpol na 94 dní.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

Merania mikromorfologických zmien

Monitoring lokality sa začal v lete roku 2000. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu boli vykonané v predchádzajúcom období. Navyše, na lokalite sa v rokoch 2002 – 2003 vykonala pilotná štúdia zmeny izotopového zloženia horninotvorných minerálov v dôsledku zvetrávania. V roku 2004 bola lokalita znehodnotená vypadnutím celého bloku horniny. V roku 2005 bolo na lokalite vybudované nové stanovisko (2) a v októbri roku 2006 stanovisko 3, na ktorom bolo v tom istom mesiaci vykonané základné meranie. Merania mikromorfologických zmien na oboch stanoviskách sa vykonávajú pravidelne s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne (v jarom a jesennom období).

Časový vývoj zmien konfigurácie skalnej steny (a teda intenzita prejavu procesov zvetrávania) v jednotlivých meracích bodoch vyplýva z obr. 2.1.155.

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú zatiaľ výrazne rozdielne, vzhľadom na krátkosť monitorovacieho obdobia. Na stanovisku 2 bol za obdobie rokov 2006 až 2009 zaregistrovali ústup masívu -2,1 mm, čo predstavuje priemerne ústup  $-0,52 \text{ mm.rok}^{-1}$ .

Na stanovisku 3 v monitorovacom období v rozpätí X/2006 až XII/2009 je zaznamenaný pokračujúci trend výrazného „napučivania“ masívu, t. j. otvárania diskontinuití bridličnatosti zrejme v dôsledku mrazového pôsobenia rozpínajúceho sa ľadu v puklinách, so začínajúcim vypadávaním odseparovaných fragmentov horniny.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

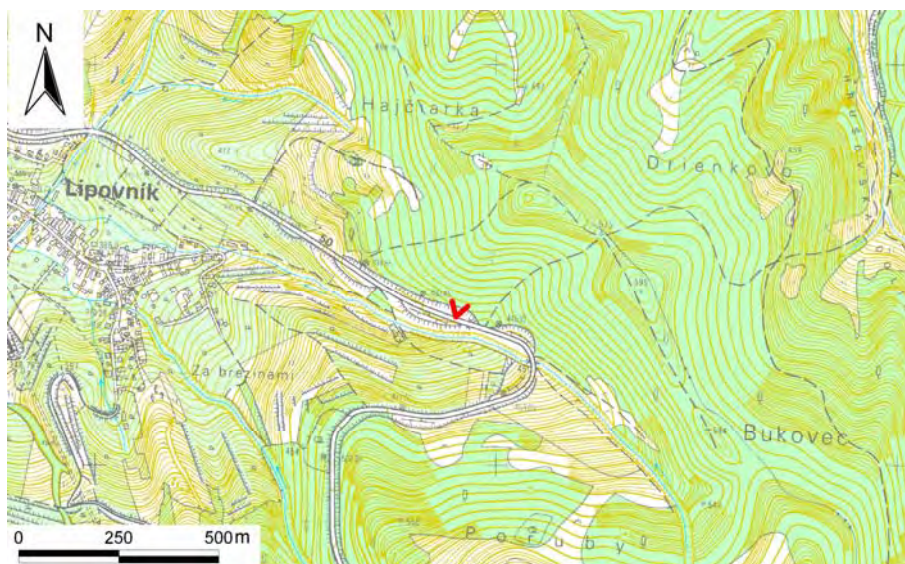
Výsledky meraní potvrdzujú predpoklad, že v záreze cesty treba rátať so zvýšeným opadávaním úlomkov, ktoré môže v blízkej budúcnosti ohroziť dopravu na frekventovanej komunikácii.

Vzhľadom na to možno považovať za účelné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach s rovnakou frekvenciou (t. j. vykonávať jarne a jesenné meranie oboch profilov).

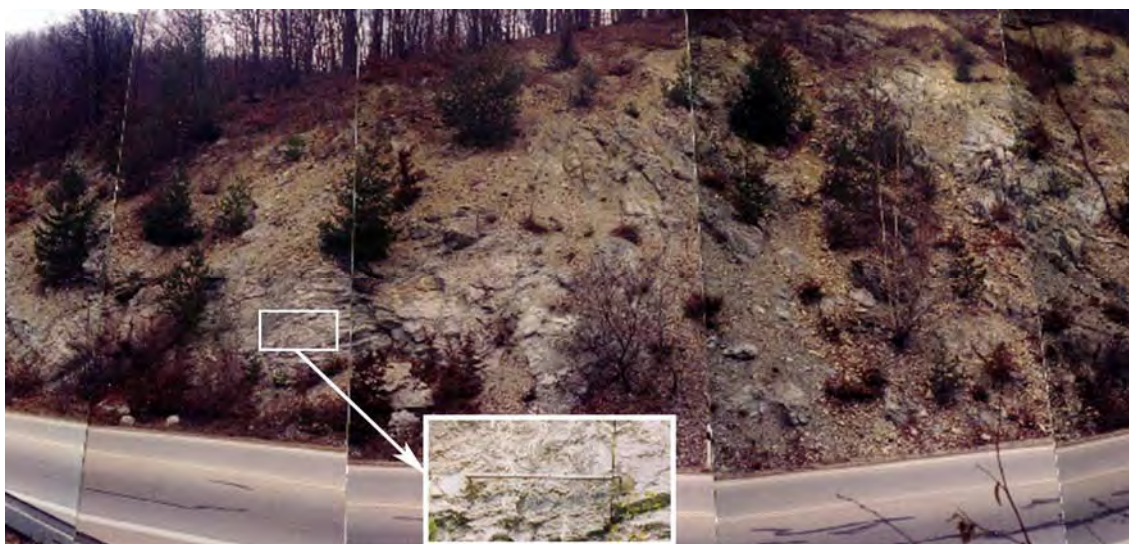
#### **2.1.4.29. Lokalita Lipovník**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita sa nachádza v odreze štátnej cesty 1. triedy v úseku Lipovník – Jabložov nad Turňou (obr. 2.1.156). Podľa mapy geomorfologických jednotiek leží v oblasti Slovenského rudohoria, v celku Slovenský kras. Predmetom monitoringu je rozsiahly odrez cesty, ktorý nie je žiadnym spôsobom zabezpečený proti opadávaniu horninových úlomkov priamo na komunikáciu. Sledovaná lokalita má nepravidelný oblúkovitý tvar, jej výška dosahuje 25 – 30 m, šírka v spodnej časti je okolo 100 m (obr. 2.1.157).



Obr. 2.1.156: Lokalizácia monitorovaného odrezu štátnej cesty medzi Lipovníkom a Jablňovom nad Turňou



Obr. 2.1.157: Skalná stena odrezu cesty na lokalite Lipovník (s detailom umiestnenia meradla mikromorfologických zmien – foto Ľ. Petro, 2006)

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú spodnotriasové slienité bridlice (skýt), slienité vápence a vápence sinských vrstiev silicika Slovenského krasu (Mello et al., 1997). Slienité bridlice a vápence majú svetlosivú farbu, miestami s žltohnedou až hrdzavohnedou patinou a zátekmi pozdĺž puklín. Sú bridličnaté, zvrásnené, intenzívne rozpukané.

Procesy zvetrávania a rozvolňovania skalnej steny na lokalite závisia od litologického zloženia hornín. Odolnosť hornín klesá v postupnosti vápence – slienité vápence – slienité bridlice. Vápence a slienité vápence v zdravom stave vykazujú veľmi dobrú odolnosť proti zvetrávaniu. Podliehajú hlavne mechanickej dezintegrácii. Silno zvetrané slienité vápence a slienité bridlice sú na styku s vodou nestále, rýchlo sa rozpadávajú a rozkladajú.

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Lipovník sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania mikromorfologických zmien 2-krát ročne (teda celkom boli realizované 4 merania). Zo stanice SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52 180) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Zo stanice SHMÚ Rožňava (indikatív 11 944) sa získavali údaje o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.36.

Tab. 2.1.36: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lipovník v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 Stanovisko MZ	2 (17. marec, 1. december)	2 (5. jún, 16. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52 180)	denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Rožňava (indikatív 11 944)	počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C	

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

a/ Merania mikromorfologických zmien

V časovom období XII/2008 až XI/2009 bola hodnota zmien konfigurácie horninového masívu v rozmedzí od +0,18 do -1,72 mm, pričom priemerná hodnota ústupu masívu za posledný rok dosiahla -0,32 mm. Najväčší ústup horninového masívu bol zaznamenaný v meracom bode 4 (ústup masívu 1,72 mm) a v bode 6 (ústup 0,96 mm – príl. 1.29).

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Krásnohorské Podhradie v roku 2008 bol 658,7 mm a v roku 2009 stúpil na 692,5 mm.

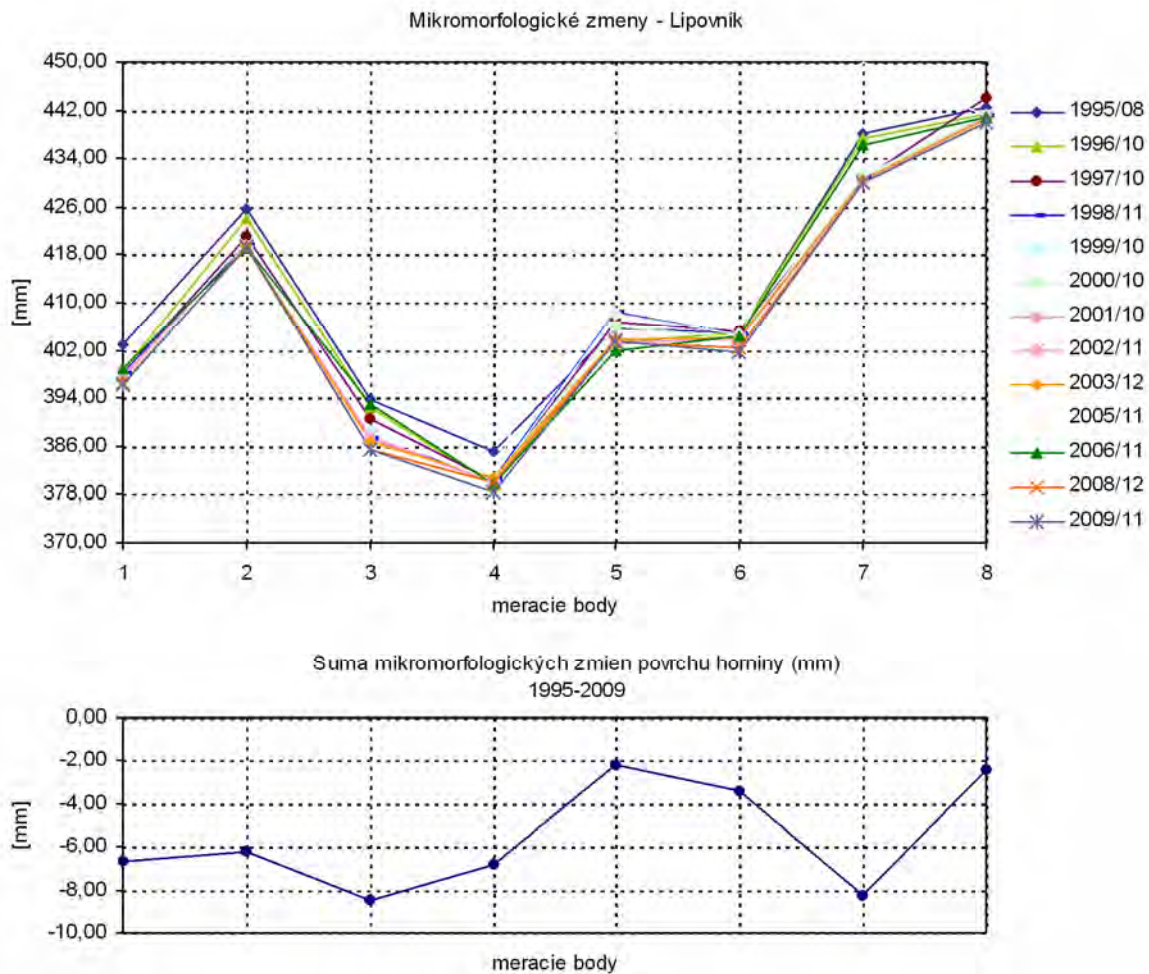
Počet mrazových dní zaznamenaný na stanici SHMÚ Rožňava v zime 2007/2008 bol 114 dní a v zime 2008/2009 klesol na 88 dní.

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

Merania mikromorfologických zmien

Monitoring lokality sa začal v lete roku 1995. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu boli vykonané v predchádzajúcom období. Merania mikromorfologických zmien na jednom stanovisku sa vykonávajú s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Časový vývoj zmien konfigurácie skalnej steny (a teda intenzita prejavu procesov zvetrávania) v jednotlivých meracích bodoch vyplýva z obr. 2.1.158.



Obr. 2.1.158: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1995) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Lipovník

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, ich rozsah sa pohybuje od  $-0,24$  do  $-0,61 \text{ mm.rok}^{-1}$ . V záujme zlepšenia prehľadnosti sú na obr. 2.1.158 vynechané jarné merania v niektorých rokoch, príl. 1.29 však obsahuje všetky doteraz realizované merania v tabuľkovej forme.

Celkový priemerný úbytok za sledované obdobie 14 rokov predstavuje  $-5,56 \text{ mm}$ , priemerný ústup masívu za rok je  $-0,40 \text{ mm}$ .

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov dlhodobého monitorovania vyplýva možnosť uvoľňovania úlomkov zo skalnej steny. Ide však zatiaľ o úlomky relatívne malých rozmerov.

Výsledky meraní však súčasne naznačujú, že zvetrávanie hornín a rozvoľňovanie masívu sa začína v poslednom období zrýchľovať. Preto možno považovať za potrebné pokračovať v meraniach mikromorfologických zmien a pri terénnych hodnoteniach sa sústrediť na polohy menej odolných slienitých bridlíc, v ktorých by bolo možné identifikovať potenciálne horninové bloky väčších rozmerov, ktoré by mohli vypadnúť zo skalnej steny.

### 2.1.4.30. Lokalita Stabilizačný násyp Handlová

#### *Stručná charakteristika lokality*

Po katastrofálnom zosuve na východnom svahu rieky Handlovky, ktorý vznikol v decembri 1960 a viackrát sa aktivizoval, a po preukázaní nestability ďalších úsekov svahov na obidvoch brehoch Handlovky vznikla nutnosť stabilizácie celého územia v priestore pod Svetlým vrchom. Ako najvhodnejšie opatrenie bola vybraná realizácia Stabilizačného násypu, ktorý po preložení vôd Handlovky a Nepomenovaného potoka do potrubia sa začal navážať z banskej hlušiny, vznikajúcej pri ťažbe v bani Handlová. Stabilizačný násyp (SN) rozopiera obidva zosuvné svahy a má stabilizačný účinok na prevádzku štátnej cesty i bezpečnosť obytnej zástavby v najbližšom okolí (obr. 2.1.150, obr. 2.1.159).

Materiál vlastného stabilizačného násypu pozostáva z nehomogénnych, veľmi rôznorodých navážok. Ide prevažne o íly s premenlivým obsahom pevných úlomkov vulkanických hornín, menej pieskocov a zlepcov. Hrúbka navážok závisí od konfigurácie telesa násypu; maximálna je v mieste pôvodného koryta Handlovky a vzhľadom na pokračujúce ukladanie materiálu sa postupne zväčšuje (obr. 2.1.160). Žiaľ, v poslednom období dochádza k nekoordinovanému ukladaniu rôznych nevhodných materiálov v rôznych častiach násypu (obr. 2.1.161).

V podloží materiálu navážok sa sporadicky a okrajovo nachádzajú pôvodné deluviálne, fluviálne, prípadne proluviálne sedimenty a pozdĺž celého toku Handlovky a Nepomenovaného potoka sú to hlavne zosuvné delúviá rôzneho veku a litologického charakteru (Mokrá et al., 2004). Kvartérne sedimenty a zosuvné delúviá dosahujú v pozdĺžnom smere celého SN hrúbku 8 až 14 m. Podložné horniny paleogénneho veku majú charakter flyšoidných súvrství – striedajúcich sa ílovcov, prachocov a slieňocov. Nachádzajú sa priamo pod navážkami SN alebo pod kvartérnymi sedimentmi.

#### *Vývoj monitorovania lokality*

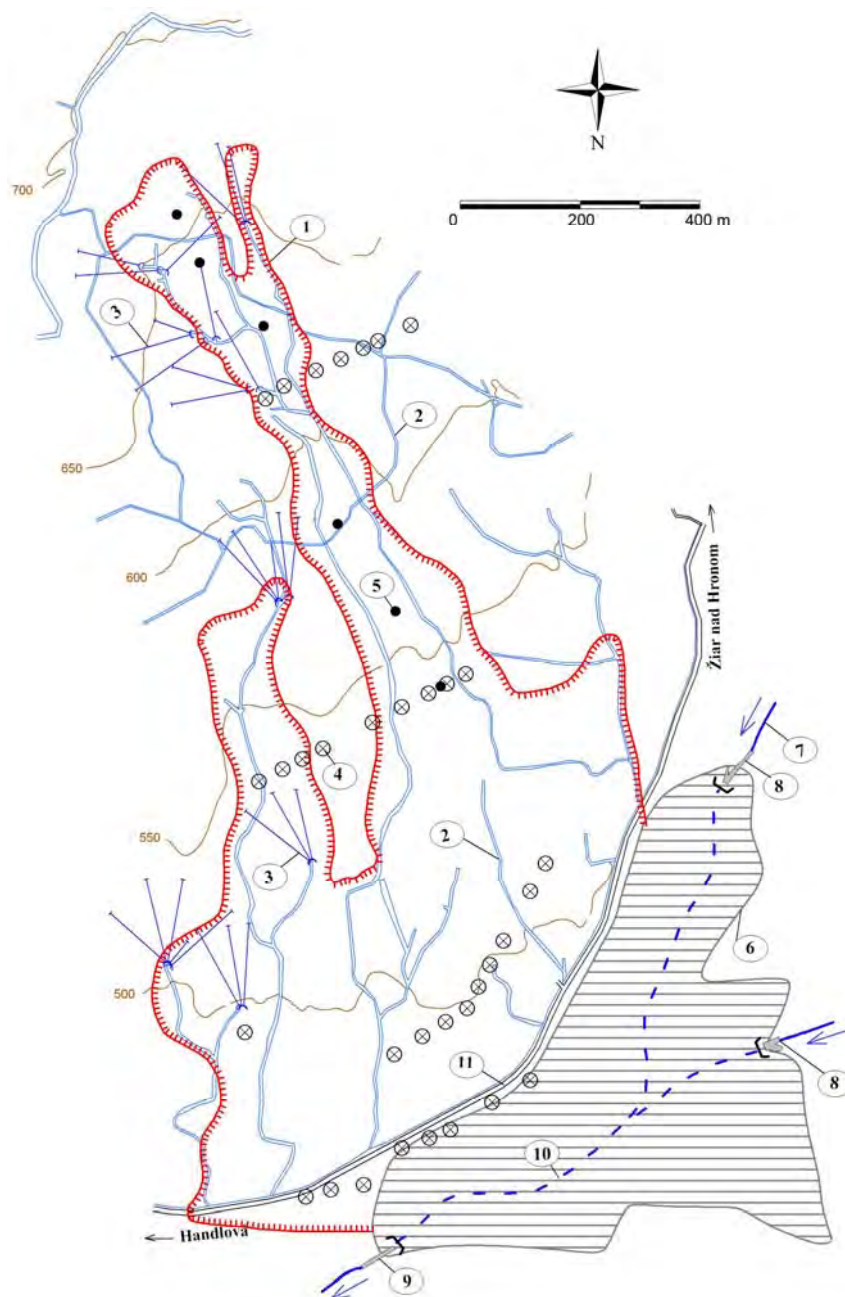
Po začatí zasypávania údolia Handlovky bol v roku 1984 vybudovaný počiatočný pozorovací systém, na ktorom sa začali vykonávať monitorovacie pozorovania. Časť z týchto pozorovaní kontinuálne pokračuje do súčasnosti.

Pôvodné monitorovacie pozorovania pozostávali z aplikácie nasledujúcich okruhov metód:

- geodetické merania (realizované na troch úrovniach geodetickej siete – sieť vzťažných referenčných bodov, sieť účelových pripojovacích bodov a sieť indikačných bodov na jednotlivých objektoch). Sieť indikačných bodov pôvodne pozostávala zo 77 meraných objektov 8 bolo v priebehu pozorovania zničených a sieť bola doplnená 24 nivelačnými značkami;
- inklinometrické merania vykonávané pôvodne v 13 vrtoch, rozmiestnených prevažne v hodnotených stabilitných profiloch;
- režimové pozorovania, vykonávané pôvodne v 59 objektoch na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody a v 2 objektoch na meranie výdatnosti;
- súbor ďalších špeciálnych meraní (geofyzikálnych, deformetrických, presiometrických a ďalších), ktorých výsledky dotvárali predstavu o aktuálnom stave prostredia SN Handlová a o jeho zmenách.

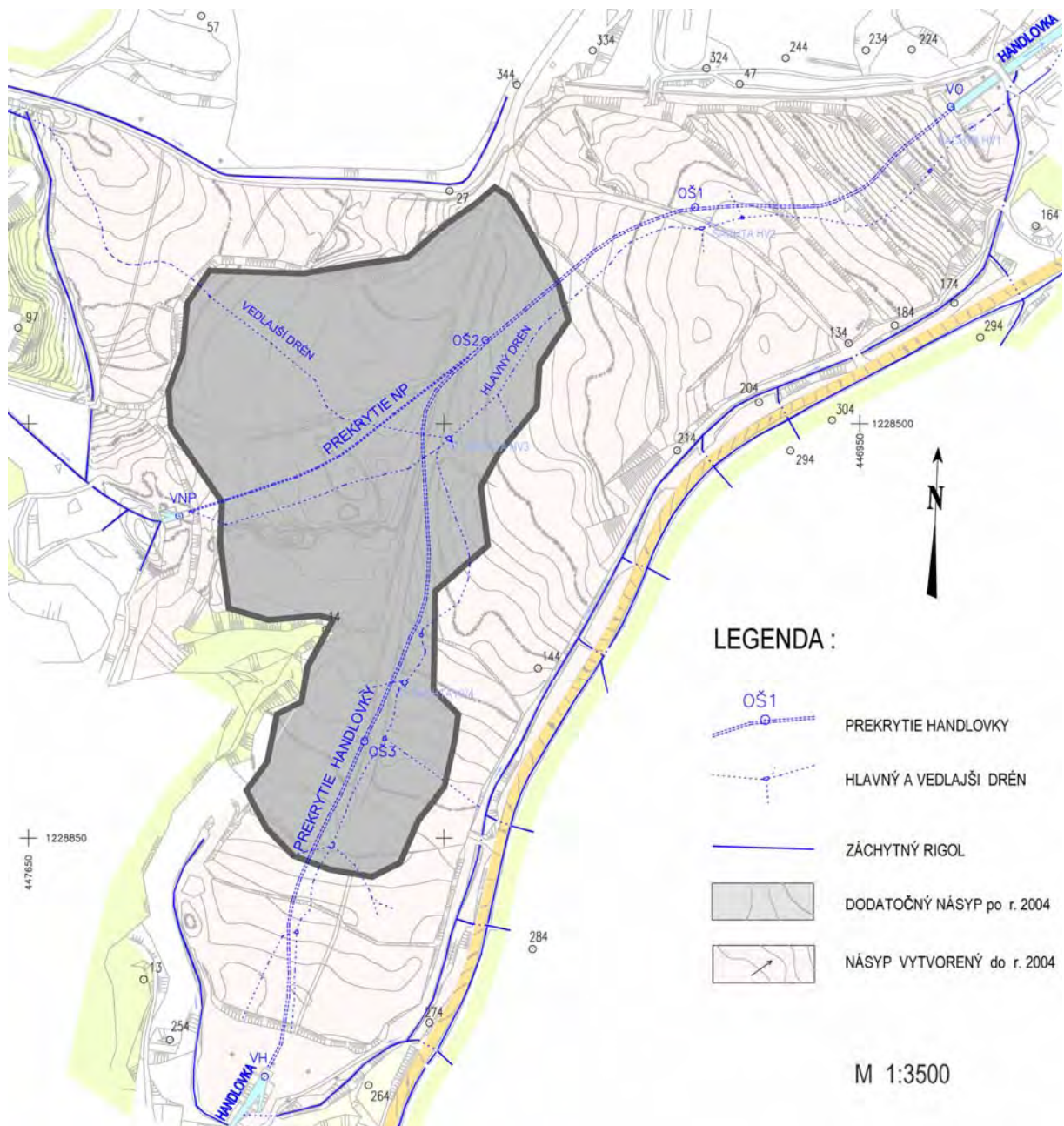
Súbor výsledkov z uvedených meraní bol komplexne zhrnutý v záverečnej správe Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky (Mokrá et al., 2004).

Okrem uvedeného súboru meraní sa na lokalite realizovali viaceré špeciálne pozorovania, zamerané predovšetkým na technické objekty tohto diela. Išlo o nasledujúce činnosti:



Obr. 2.1.159: Lokalita Handlová – situovanie Stabilizačného násypu na úpätí svahu katastrofálneho zosuvu z roku 1960/1961

1 – morfológické ohraničenie katastrofálneho zosuvu, 2 – povrchové odvodňovacie rigoly, 3 – horizontálne odvodňovacie vrty, 4 – geodetické body, 5 – inklinometrické vrty, 6 – ohraničenie telesa Stabilizačného násypu, 7 – tok rieky Handlovky, 8 – vtokové objekty Handlovky a Nepomenovaného potoka (na južnom a západnom okraji Stabilizačného násypu), 9 – výtokový objekt, 10 – umiestnenie toku Handlovky a Nepomenovaného potoka do oceleového potrubia, prekrytého Stabilizačným násypom, 11 – štátna cesta z Handlovej do Žiaru nad Hronom



Obr. 2.1.160: Aktuálny stav dosypávania Stabilizačného násypu po roku 2004



Obr. 2.1.161: Ukladanie nevhodných materiálov na západnom okraji násypu (neďaleko od vtokového objektu Nepomenovaného potoka) a vytváranie „jazier“ neznámych viskózných látok (foto Z. Nagy, 2008)

- meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka;
- presná nivelácia hlavných indikačných bodov a zameranie presnej priestorovej zmeny polohy hlavného indikačného bodu na výtokovom objekte Handlovky.

Výsledky týchto meraní za celé obdobie pozorovania sú spracované v samostatnej správe (Hagara, Nagy, 2009).

Plynulé pokračovanie monitorovania Stabilizačného násypu bolo zabezpečené vďaka zaradeniu tejto lokality do aktuálne riešenej úlohy ČMS GF v roku 2005. V auguste roku 2005 sa obnovili režimové pozorovania na vybraných vrtoch, lokalizovaných na násype (ktoré v minulosti pozorovali pracovníci INGEO, Žilina) a v októbri 2005 sa uskutočnili merania pohybov prekrytia Handlovky a Nepomenovaného potoka a merania priečných deformácií potrubia, ktoré vykonali Banské projekty, spol. s r. o., Bratislava.

Na základe minimálnych a maximálnych úrovní hladiny podzemnej vody, nameraných v rokoch 2003, 2004 a 2005 boli v roku 2005 uskutočnené stabilitné výpočty v profiloch 1-1', 5-5' (v čele SN) a 6-6' (v ľavostrannom zosuvnom svahu SN).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Stabilizačný násyp Handlová sú zhrnuté v tab. 2.1.37.



Tab. 2.1.37: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – Stabilizačný násyp v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2008	2009
Geodetické	6	VH, VNP, OŠ 3, OŠ 2, OŠ 1, VO	1 (október)	1 (október)
Geodetické – meranie konvergencie potrubia	41	Lavé potrubie: 1L až 4L, 6L až 8L, 12L až 17L, 19L až 21L Pravé potrubie: 1P až 19P, R20P a R21P Potrubie Nepomenovaného potoka: 3N až 6N	1 (august)	1 (september)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	20	M-1 až 3, N-1 až 4, NV-1, NV-105, NV-4, NV-6 až 8, PV-101, PV-106, PV-107, PV-15, PV-2, PV-4, PV-8,	11 (1x za mesiac)	12 (1x za mesiac)
	26	H-1 až 7, IN-1, IN-2, IN-3A, IN-4, INV-4, MP-1, NV-109 až 112, NV-14, PV-109 až 112, PV-14, PV-18, PV-19A, PV-19B	52 (každý týždeň)	51 (každý týždeň)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	1	Hlavný drén	52 (každý týždeň)	51 (každý týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Handlová (indikatív 30 080)	<i>denné úhrny zrážok</i>	

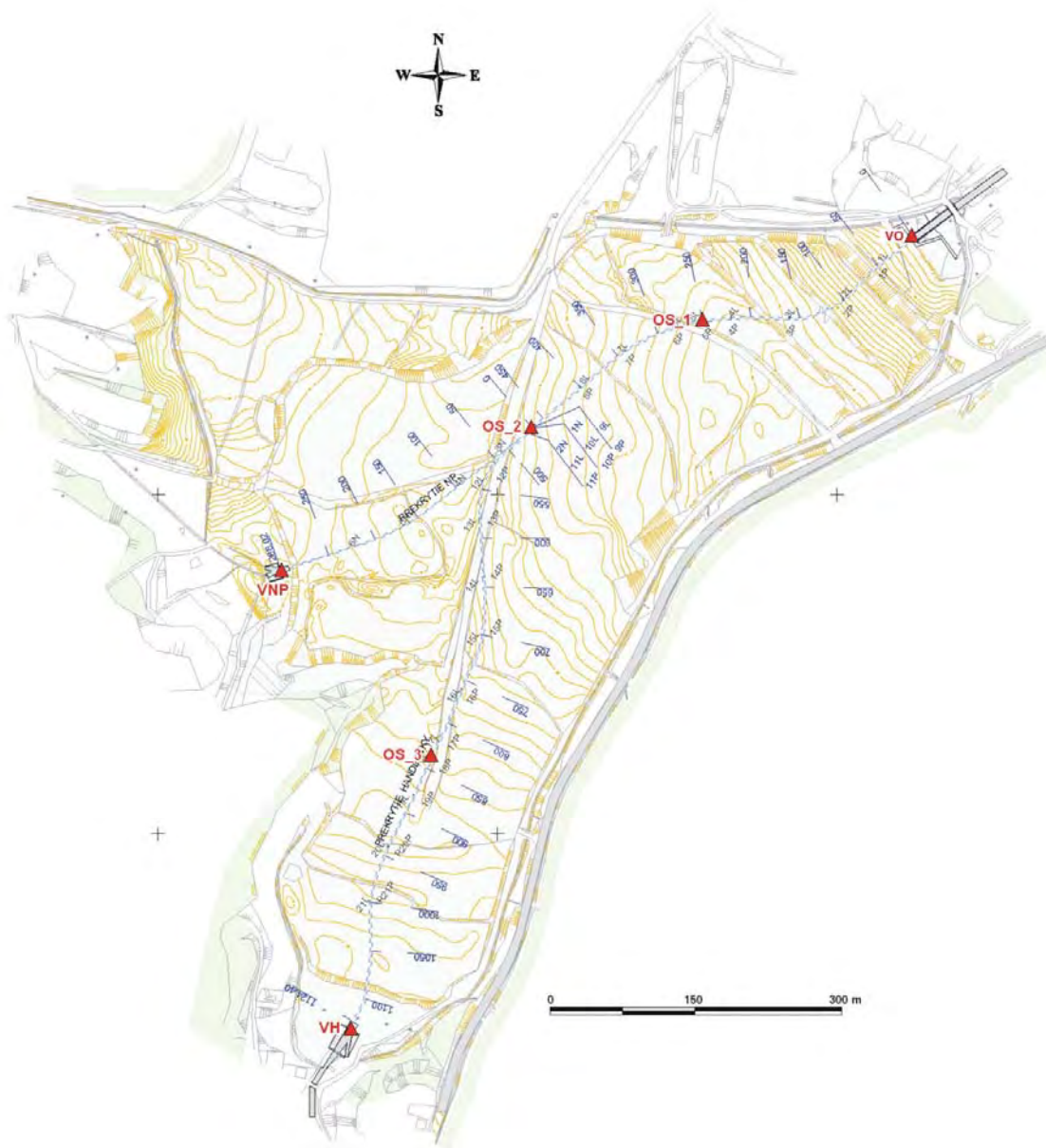
#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009

Situovanie pozorovaných objektov je na obr. 2.1.162 a 2.1.163. Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2008 a 2009 sú zhrnuté v príl. 1.30.

#### a/ Merania pohybov podložia pod prekrytím Handlovky a Nepomenovaného potoka

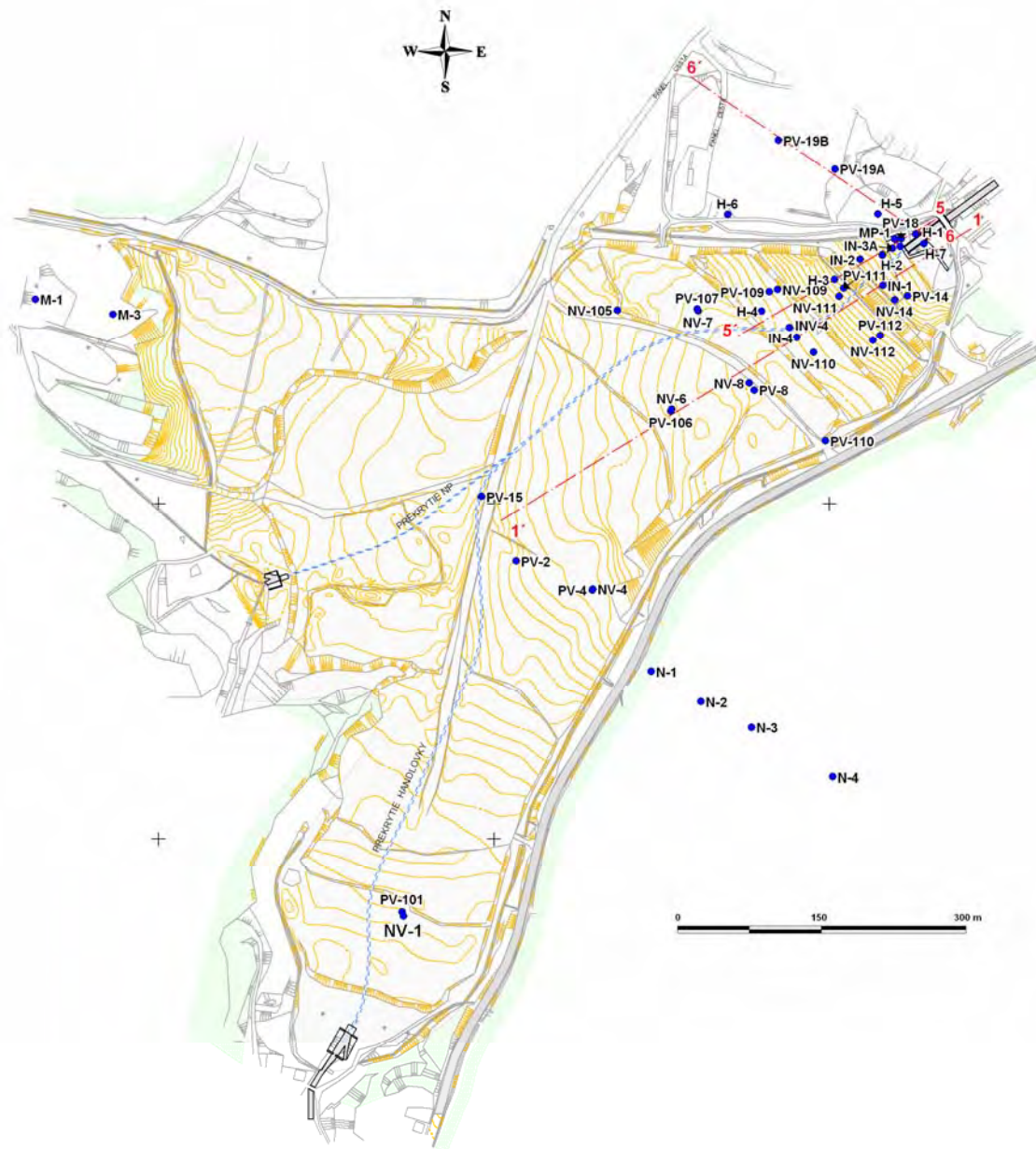
Na prekrytí obidvoch tokov je v podloží násypu inštalovaných po celej dĺžke recipientu 6 indikačných bodov. V rokoch 2008 a 2009 boli na týchto bodoch (obr. 2.1.162) vykonané výškové merania. Polohové meranie bolo vykonané iba na výtokovom objekte na bode VO.

Namerané hodnoty posunov bodov sa porovnávajú s medznými pozdĺžnymi (v smere údolia) a priečnymi (kolmo na smer údolia) posunmi, definovanými v každom roku v technicko-bezpečnostných kritériách. V roku 2008 predstavoval medzný pozdĺžny posun hodnotu -34 mm a medzný priečny posun  $\pm 43$  mm. Poloha hlavného indikačného bodu VO preukázala v roku 2008 posunutie (v porovnaní s polohou v roku 1991) v priečnom smere +8,5 mm a v pozdĺžnom smere -9,9 mm. V roku 2009 sa indikačný bod na výtokovom objekte VO v porovnaní s rokom 2008 posunul v priečnom smere o +3,1 mm a v pozdĺžnom smere (proti toku) o +1,9 mm. Tieto hodnoty majú bezpečný odstup od definovaných medzných posunutí.



Obr. 2.1.162: Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia indikačných bodov meraných geodetickými metódami (vyznačené červenou farbou), meracích staníc v ocelovom potrubí (L – ľavé potrubie, P – pravé potrubie, N – potrubie Nepomenovaného potoka) a staničenia potrubia (modrou farbou)

Z hľadiska výškových zmien poukazujú namerané hodnoty, v porovnaní s rokom 2008, na ich pokles, najmä na vtokových objektoch. Body OŠ2 a OŠ3 vykazujú pokles, prvý o 4,6 mm a druhý o 3,0 mm. Bod OŠ1 vykazuje medziročný zdvih o 0,9 mm (Hagara et al., 2009).



Obr. 2.1.163: Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia piezometrických vrtov na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody a profilov 1 – 1', 5 – 5', a 6 – 6' (vyznačené červenou farbou) na stabilítne výpočty

b/ Meranie priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka

Meranie priečných rozmerových zmien oceľového potrubia sa v roku 2008 vykonalo na 45 meracích staniách. V roku 2009 boli úplné merania realizované na 41 staniách (obr. 2.1.162, príl. 1.30). Okrem toho sa presne zmerala teplota panciera a ovzdušia. Vzhľadom na koróziu meraných dotykových terčov na meracích staniách sa pôvodná stredná chyba merania zmenila z hodnoty  $\pm 0,07$  mm na hodnotu  $\pm 0,15$  mm. Výsledky merania sú zhrnuté v príl. 1.30. Z porovnania s predchádzajúcimi meraniami vyplýva, že hodnoty namerané v roku 2009 zodpovedajú v prevažnej miere očakávaniam a prognózam, vytvoreným na základe výsledkov predošlých meraní, čo súčasne však dokumentuje pokračujúcu deformáciu potrubia.

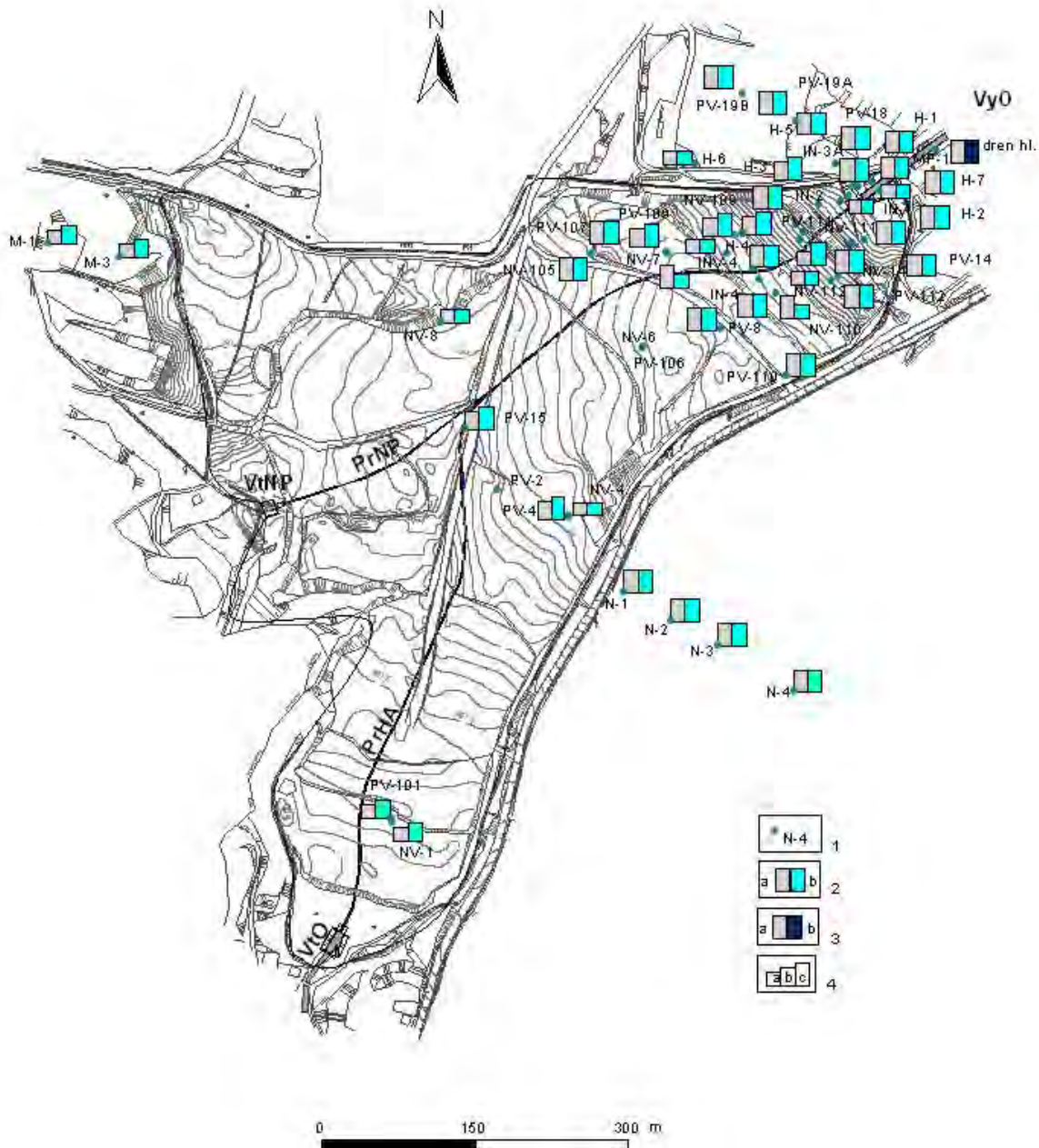
V rámci riešenia úlohy bol podrobne zdokumentovaný stav potrubia Handlovky a Nepomenovaného potoka. Na základe zistených skutočností možno konštatovať, že potrubia plnia v plnom rozsahu svoju funkciu. Trhliny, zistené pri prehliadkach potrubia neovplyvňujú zatiaľ statickú únosnosť konštrukcie, avšak indikujú pozície so zvýšenou pozdĺžnou deformačnou aktivitou (pozdĺžnym zakrivením). Únik vody cez porušené zvary skracaje životnosť panciera a nosnej železobetónovej konštrukcie (Hagara, Madaj, 2009).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na základe inventarizácie stavu pozorovaných objektov bolo z pôvodných 59 meracích objektov v roku 2008 merateľných 40 objektov, 11 objektov bolo zapchatých a 2 zničené. 6 objektov bolo prevažnú dobu suchých, avšak ponechaných na pozorovanie (obr. 2.1.163, príl. 1.30). Z funkčných objektov (vrátane suchých) sa 26 premeriavalo s týždenným intervalom a 20 s mesačným intervalom.

V roku 2009 bolo taktiež hodnotených 46 objektov, z toho 6 bolo počas celého roku suchých. 20 objektov sa premeriavalo s mesačným intervalom (v roku 2009 celkom 12-krát) a 26 objektov s týždenným intervalom (celkom 51-krát – príl. 1.30).

Výsledky meraní, uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 sú zhodnotené na obr. 2.1.164 a v príl. 1.30. Kolísanie hladiny vody nad 5 m bolo v priebehu roku 2009 zaznamenané vo vrtoch H-5 (5,04 m), NV-110 (6,69 m), PV-19A (13,43 m) a PV-19B (8,02 m). V porovnaní s rokom 2008 bolo vo väčšine vrtoch kolísanie hladiny podzemnej vody väčšie. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená zo všetkých pozorovaných objektov sa oproti roku 2008 prakticky nezmenila a v roku 2009 predstavovala 8,41 m pod povrchom terénu.



Obr. 2.1.164: Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní

1 – pozorované vertikálne vrty, 2 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 3 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacieho zariadenia (hlavného drénu) v roku: a – 2008, b – 2009, 4 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť odvodňovacieho drénu nad  $3 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . VtO – vtokový objekt Handlovky, VtNP – vtokový objekt Nepomenovaného potoka, VyO – výtokový objekt, PrHA – prekrytie Handlovky, PrNP – prekrytie Nepomenovaného potoka

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Priemerná výdatnosť hlavného drénu oproti roku 2008 stúpila o 11,78 l.min<sup>-1</sup> a v roku 2009 predstavovala 498,18 l.min<sup>-1</sup>. Výdatnosť v priebehu roka výrazne kolísala (od hodnoty 153 l.min<sup>-1</sup> začiatkom októbra až po 1764 l.min<sup>-1</sup> na začiatku apríla – príl. 1.30, obr. 2.1.164).

e/ Merania zrážkových úhrnov

Hodnotenie zrážkových úhrnov zo zrážkomernej stanice Handlová je analogické ako pri lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko (kap. 2.1.4.2).

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

a/ Merania pohybov podložia pod prekrytím Handlovky a Nepomenovaného potoka

Polohové a výškové zmeny 6 indikačných bodov boli merané od roku 1991 až do roku 2004 3-krát v priebehu každého roka. Na základe vyhodnotenia výsledkov meraní bola poverenou organizáciou pre technicko bezpečnostný dohľad pôvodná druhá kategória stavby SN zmenená na tretiu s odporúčenou frekvenciou meraní raz ročne.

Na základe vyhodnotenia všetkých nameraných a vypočítaných hodnôt možno o stabilite podložia Stabilizačného násypu Handlová za roky 2005 až 2009 uviesť nasledujúce závery:

- pohyby všetkých indikačných bodov na vtokových objektoch, výtokovom objekte a šachtách v podloží Stabilizačného násypu v pozdĺžnom smere možno považovať prakticky za nulové. Priechne pohyby indikačných bodov v šachtách OŠ1, OŠ2 a OŠ3 sú síce väčšie, avšak zo stabilitného hľadiska bezvýznamné;
- veľkosť sadania podložia pod násypovým telesom prebieha v pružno-plastických medziach a nachádza sa v dostatočnom odstupe od medzného stavu konečného pretvorenia podložia (Hagara et al., 2009).

b/ Merania priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka

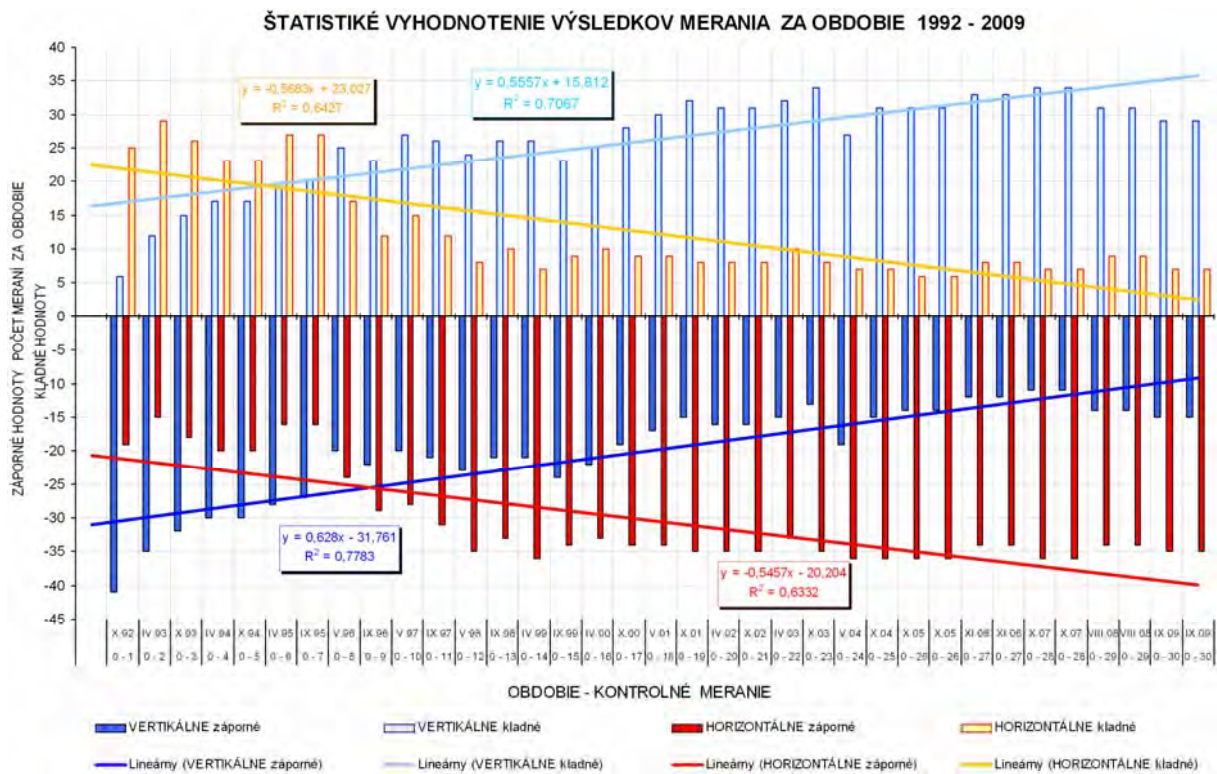
Meranie priečných deformácií prekrytia oboch tokov sa vykonáva od roku 1992, keď bolo v potrubí vybudovaných 48 meracích staníc. Meranie sa uskutočňovalo až do roku 2004 každoročne 2-krát v priebehu roka. V roku 2005, po prekategORIZOVANÍ stavby, bolo dohodnuté meranie uskutočňovať 1-krát v priebehu roka.

Každá skupina merania konvergencií podzemných konštrukcií pozostávala z dvoch meraní; z jedného merania v základnej polohe a z merania s pootočeným konvergometrom o 90° okolo pozdĺžnej osi. Meranie konvergencií patrí medzi špeciálne geodetické merania.

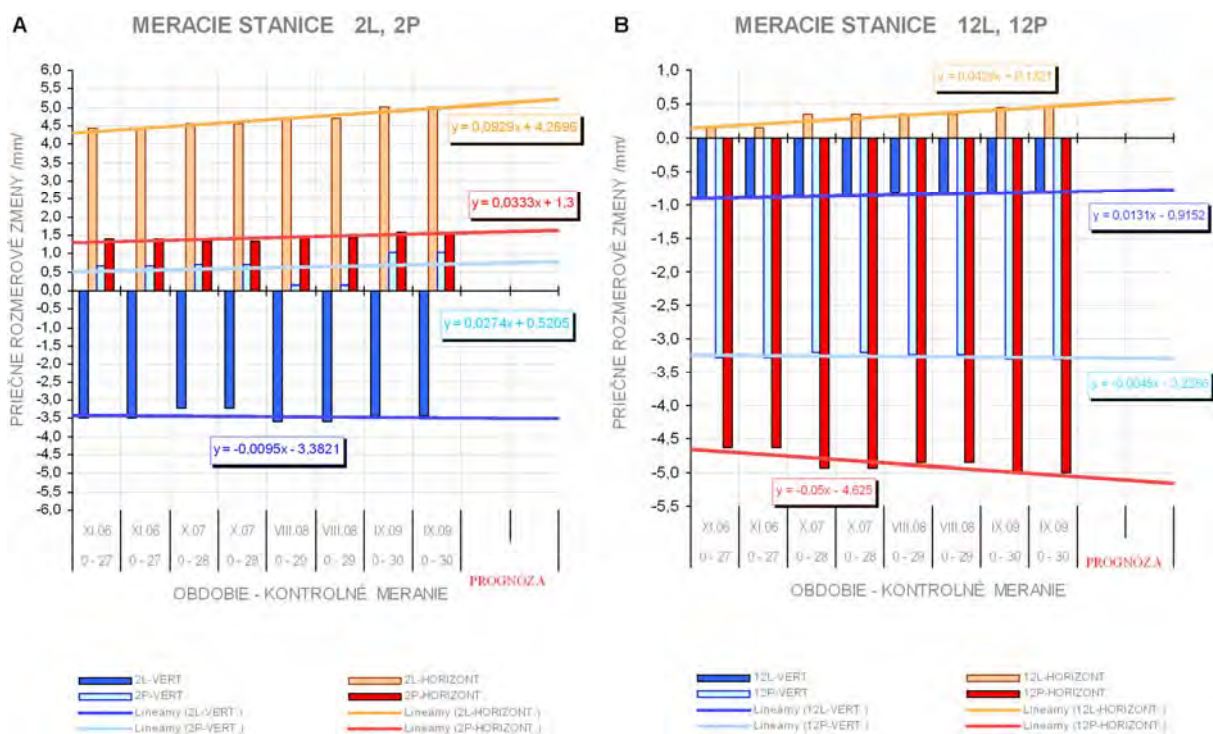
V roku 2005 sa meracie stanice 5L, 9L a 10L stali nepoužiteľnými v dôsledku silnej kalcifikácie obvodového plášťa.

Zo štatistického spracovania výsledkov meraní vyplýva, že v dôsledku deformačnej voľnosti oceleového potrubia a postupného narastania vrstvy prekrytia sa vertikálny diameter potrubia znižuje a horizontálny narastá (obr. 2.1.165).

Najväčšie deformácie ľavého potrubia boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch zaznamenané v bode 2L (rozšírenie v horizontálnom smere +5,025 mm a stlačenie vo vertikálnom smere -3,575 mm) a v pravom potrubí v bode 12P (stlačenie vo vertikálnom smere -3,300 mm i v horizontálnom smere -5,000 mm – obr. 2.1.166). Z posledných šiestich meraní bola vyčíslená prognóza očakávaných deformačných veličín pre rok 2010 na všetkých meraných staniaciach. Vzhľadom na ustálenie veľkosti rozdielov za posledné roky boli prognózy deformácií definované lineárnymi rovnicami, ktoré lepšie vystihujú prognózované veličiny (Hagara, Nagy, 2009).



Obr. 2.1.165: Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 1992 až 2009



Obr. 2.1.166: Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 2006 až 2009 s prognózou vývoja deformácií na vybraných meracích staniach (2L, 2P, 12L, 12P)

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania hladiny podzemnej vody sa začali vykonávať v auguste 2005 v nadväznosti na dlhodobé predchádzajúce merania (spracované v práci Mokrý et al., 2004).

Vzhľadom na rôznu hĺbku pozorovacích vrtov, rôzny spôsob ich zabudovania a aktuálny technický stav nie je dostatočne odôvodnené hodnotiť zmeny hladiny podzemnej vody súborne pre celé dielo. Napriek tomu treba upozorniť na miernu tendenciu stúpnutia priemernej hodnoty hladiny podzemnej vody, ktorá sa prejavovala v predchádzajúcich rokoch. Uvedená skutočnosť je pravdepodobne odrazom zhoršeného odvodnenia telesa Stabilizačného násypu, predovšetkým v dôsledku upchatia odvodňovacích rigolov na jeho obvode (na južnom okraji násypu, pozdĺž štátnej cesty z Handlovej do Žiaru nad Hronom).

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výtok vody z hlavného drénu bolo potrebné technicky upraviť a jeho merania sa začali až v roku 2006. Zmeny priemernej hodnoty výtoku za predchádzajúce roky sa pohybovali v rozmedzí od 378,1 l.min<sup>-1</sup> v roku 2006 po 498,2 l.min<sup>-1</sup> v roku 2009. V posledných troch rokoch je priemerná hodnota výdatnosti odvodňovacieho drénu ustálená.

#### e/ Stabilitné výpočty

Na základe výsledkov meraní kolísania hladiny podzemnej vody za rok 2005 a zhodnotenia výsledkov neúplných meraní za roky 2003 a 2004 boli v roku 2005 uskutočnené aktualizované stabilitné výpočty vo vybraných rezoch telesom SN.

Stabilitné výpočty sa vykonali v rovnakých profiloch, aké boli riešené v predchádzajúcom období (Mokrý et al., 2004). Ako reprezentatívne boli vybrané stabilitné profily 1 – 1', 5 – 5' a 6 – 6' (príl. 1.30, obr. 2.1.163).

Stabilitný stav sa riešil pre minimálnu a maximálnu úroveň hladiny podzemnej vody, nameranú vo vrtoch daného profilu v uvedenom období na prieskumom overených šmykových plochách.

Možno konštatovať, že stupeň stability vo všetkých riešených profiloch bol pomerne vysoký – dosahoval hodnotu nad 1,5 (najnižšie hodnoty stupňa stability boli vypočítané v profile 6 – 6' a dosahovali pri maximálnej úrovni hladiny podzemnej vody hodnoty 1,57 až 1,59).

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Monitorovacie pozorovania na SN v Handlovej preukázali v roku 2009 stabilný stav vlastného telesa násypu, jeho hlavných konštrukčných prvkov, ako i bezprostredného okolia tohto vodohospodárskeho diela.

Pohyby všetkých indikačných bodov boli zo stabilitného hľadiska bezvýznamné. Významné neboli ani namerané posuvy bodu na výtokovom objekte. Veľkosť sadania podložia sa nachádza v dostatočnom odstupe od medzného stavu konečného pretvorenia.

Namerané deformácie oceľového potrubia zodpovedajú prognózam zostaveným z výsledkov meraní v predošlých rokoch. I v roku 2009 možno konštatovať rastúcu tendenciu záporných hodnôt deformácií v smere horizontálnom a kladných hodnôt v smere vertikálnom. Výskyt priečných trhlin na dne obidvoch potrubí poukazuje na nutnosť systematického pozorovania ich výskytu a monitorovania ich vývoja.

V hĺbke hladiny podzemnej vody nebola v roku 2009 oproti predchádzajúcemu roku zaznamenaná prakticky žiadna zmena, no v súvislosti so zhoršujúcou sa funkčnosťou odvodnenia svahov naďalej pretrvávajú hrozba hromadenia vody v telese SN. Upozorniť treba predovšetkým na nepriaznivý stav pravostrannej priekopy medzi štátnou cestou I/50 a okrajom Stabilizačného násypu, ktorá je od roku 2004 zanesená prívalovým bahnom



z násypu a jej funkčnosť sa podstatne znížila. V dôsledku zmien postupu pri budovaní násypu v posledných rokoch vznikla v jeho strednej časti rozsiahla plocha s pozdĺžnym spádom menším, ako 2 %, ktorá je prakticky pre všetky malé i veľké vodné zrážky neschopná odvádzať vodu. Napriek odpareniu značná časť tejto vody vsakuje do podłożia, čo vedie k postupnému zvyšovaniu hladiny podzemnej vody v násype. Túto skutočnosť je nevyhnutné zohľadniť pri návrhu navážania vyťažených materiálov z bane na Stabilizačný násyp v budúcnosti a vytvárania jeho reliéfu (čo je však podmienené novým zameraním povrchu Stabilizačného násypu).

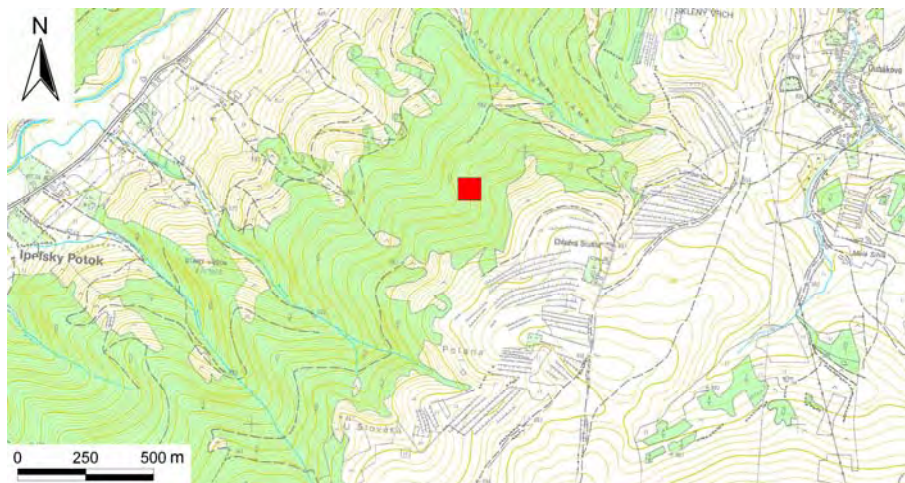
Monitorované dielo zodpovedá tretej kategórii stavby v súlade s vyhláškou 524/2002 Z.z., z čoho vyplýva nevyhnutnosť vykonávania pozorovaní v definovanom rozsahu. Ide teda i v budúcnosti o pokračovanie merania pohybov prekrytia i meranie pričných rozmerových zmien potrubia, ako aj o režimové pozorovania zmien hladiny podzemnej vody a výdatnosti hlavného drénu.

#### 2.1.4.31. Lokalita Ipeľ

##### *Stručná charakteristika lokality*

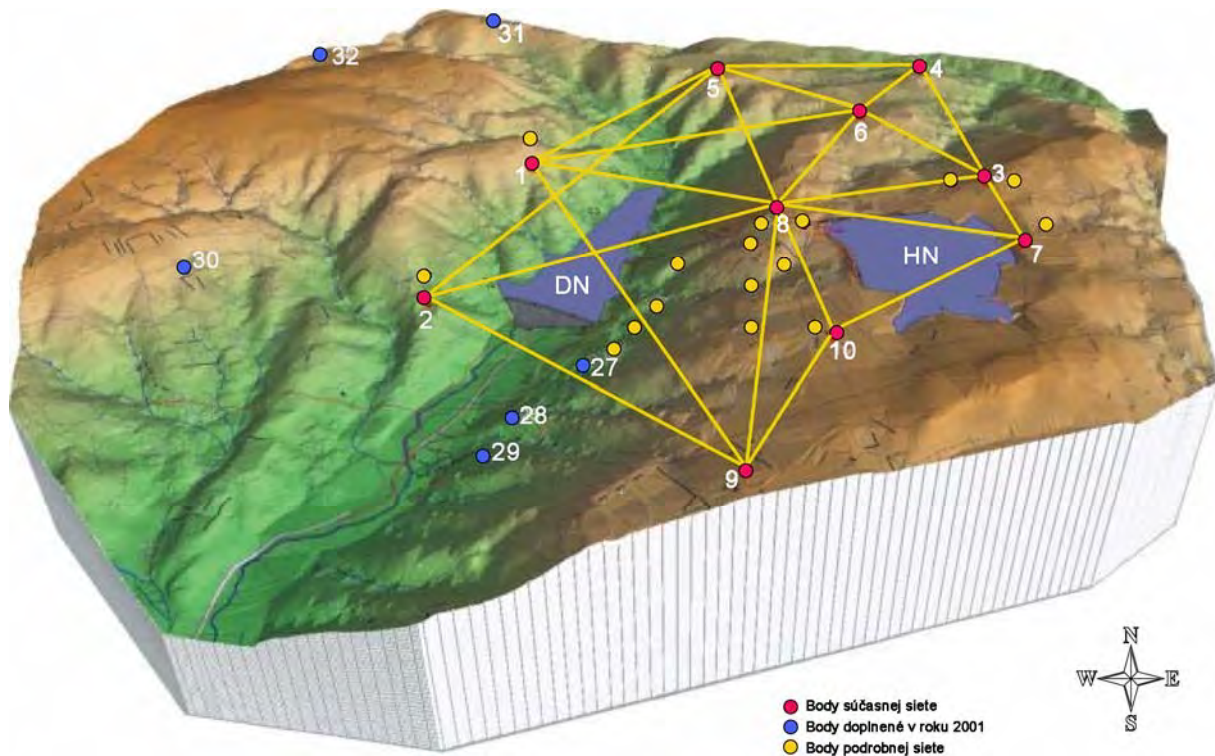
Na lokalite Ipeľ ide o komplexné posúdenie stability väčšieho územného celku, v ktorom sa predpokladá realizácia prečerpávacej vodnej elektrárne.

Širšie územie projektovanej prečerpávacej vodnej elektrárne (PVE) Ipeľ sa nachádza severne od Málince v katastri obce Ipeľský Potok (obr. 2.1.167). Z geologického hľadiska ide o prostredie veporského kryštallického masívu. Horný tok Ipľa v záujmovom území pretína horninové sekvencie kráľovoholského a kohútskeho pásma veporika a sleduje regionálnu, tzv. muránsko-divínsku poruchovú zónu. Kým v kráľovoholskom pásme (SZ od poruchovej línie) prevládajú rôzne typy granitoidov, v kohútskom pásme (JV od poruchového pásma) sú prítomné najmä migmatity (Bezák et al., 2009).



Obr. 2.1.167: Lokalizácia projektovanej prečerpávacej vodnej elektrárne Ipeľ

Podľa projektového riešenia sa uvažuje s realizáciou dolnej nádrže v údolí Ipľa (teda vlastne v priestore regionálnej tektonickej poruchy) a hydraulický obvod vrátane kaverny vodnej elektrárne má byť umiestnený v masíve, budovanom prevažne migmatitmi kohútskeho pásma. V tomto prostredí má byť lokalizovaná i horná nádrž PVE v priestore obce Ďubákovo (obr. 2.1.168).



Obr. 2.1.168: Sieť geodetických bodov na lokalite perspektívnej výstavby PVE Ipeľ  
 HN – horná nádrž, DN – dolná nádrž projektovanej prečerpávacej vodnej elektrárne (PVE)

*Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2008 a 2009*

Na lokalite Ipeľ sa v roku 2009 vykonala 7. epocha polohového a 6. epocha výškového terestrického geodetického merania, 1. epocha merania GNSS a 2. epocha gravimetrického merania. Zo stanice SHMÚ Málinec (indikatív 38 020) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Prehľad geodetických meraní, uskutočnených na lokalite, je v tab. 2.1.38.

Tab. 2.1.38: Epochy geodetických meraní na lokalite PVE Ipeľ

Polohové merania	Výškové merania	GNSS merania	Gravimetrické merania
09/1989 – 0. epocha			
09/1990 - 1. epocha	09/1990 – 0. epocha		09/1990 – 0. epocha
09/1992 – 2. epocha	09/1992 – 1. epocha		
09/1995 – 3. epocha	09/1995 – 2. epocha		
09/1997 – 4. epocha	09/1997 – 3. epocha		09/2009 – 1. epocha
09/2001 – 5. epocha	09/2001 – 4. epocha		
		09/2003 – 0. epocha	
09/2004 – 6. epocha	09/2004 – 5. epocha		
09/2009 – 7. epocha	09/2009 – 6. epocha	09/2009 . 1. epocha	09/2009 – 2. epocha

## *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 a 2009*

### a/ Geodetické merania

Vzhľadom na špecifický charakter geodetického monitorovania tejto lokality (dlhodobé pozorovanie zmien väčšieho územného celku na účelovo vytvorenej geodetickej sieti) považujeme za vhodnejšie prezentovať súhrnné výsledky meraní za celé obdobie pozorovania, vrátane výsledkov posledného merania z roku 2009.

### b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Málinec v roku 2008 bol 712,6 mm a v roku 2009 stúpol na 734,7 mm.

## *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009*

### Geodetické merania

Komplexný monitoring horninového prostredia PVE Ipeľ sa realizuje od roku 1993 v nadväznosti na výsledky orientačného inžinierskogeologického prieskumu lokality (Matejček, 1985). Monitorovanie vykonáva firma Geofos, Žilina, spol. s r. o., ktorá o výsledkoch monitorovania každoročne spracováva priebežnú správu (Matejček, 2009). Lokalita bola zaradená do ČMS GF v súvislosti s možnosťou hodnotenia výsledkov geodetických meraní regionálneho charakteru a posudzovania stability väčšieho územného celku.

Geodetická sieť PVE Ipeľ pozostáva z 26 polohových (10 základných a 16 podrobných), 26 výškových a 26 gravimetrických bodov. Sieť bodov bola doplnená v rokoch 2001 – 2002 o body č. 27, 28, 29 (v oblasti ľavých svahov dolnej nádrže, v profile prístupového tunela), 30, 31 a 32 (obr. 2.1.168).

Sledovanie priestorových zmien pozorovaných bodov v záujmovej lokalite sa vykonalo opakovanými meraniami v epochách, ktorých postupnosť je zhrnutá v tab. 2.1.38.

Geodetické merania sa robili v nepravidelných intervaloch od 1 do 5 rokov, vždy v septembri, aby boli zachované približne rovnaké klimatické podmienky. V priebehu meraní však došlo k zmene meracích prístrojov – pri polohových meraniach medzi 4. a 5. epochou a pri výškových meraniach medzi epochami 4. a 5., 5. a 6. V roku 2003 sa pri meraniach použilo 6 a v roku 2009 10 dvojfrekvenčných meracích súprav GNSS (Global Navigation Satellite System). Presnejšie sú technické parametre a okolnosti merania uvedené v technickej správe z meraní (Korčák, 2009).

Zmena výšky bodu prekračujúca smerodajnú odchýlku za obdobie od roku 2004 do roku 2009 bola zistená na geodetických bodoch 1 (zmena výšky -0,6 mm), 2 (-0,6 mm), 8 (-0,8 mm), 11 (-0,9 mm), 12 (-0,6 mm), 13 (-0,3 mm), 23 (-1,4 mm) a 27 (-0,6 mm).

Zmena polohy bodov prekračujúca smerodajnú odchýlku za obdobie od roku 2004 do roku 2009 bola zistená na geodetických bodoch 1 (zmena polohy 0,3 mm západne), 8 (1,83 mm severne) a 20 (1,18 mm severozápadne).

Zmena polohy bodov prekračujúca smerodajnú odchýlku za obdobie od roku 2003 do roku 2009 z GNSS meraní bola zistená na geodetických bodoch 1 (9,53 mm juhozápadne), 2 (0,45 mm západne), 4 (0,06 mm východne) a 32 (0,79 mm západne).

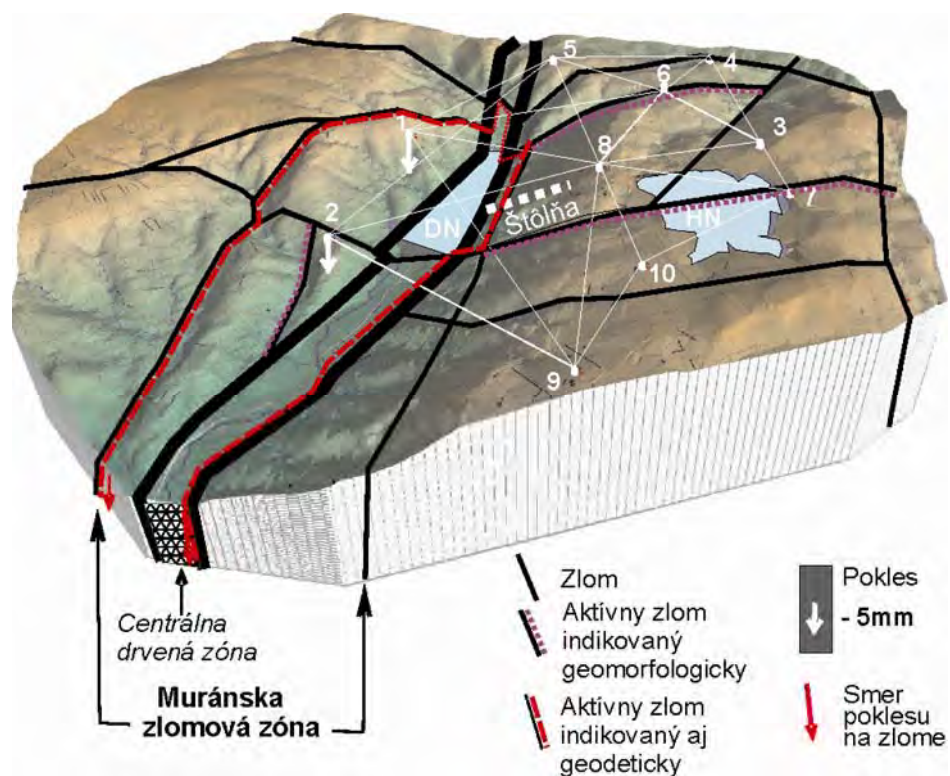
V prípade bodu 2 ide o významný posun, ktorý však pozemným meraním nebol zaznamenaný, preto ho považujeme za nepotvrdený a neberieme ho do úvahy. Podobne neberieme do úvahy zmeny polohy a výšky bodov, ktoré len minimálne prekračujú smerodajné odchýlky. Zohľadňujú sa však tie, ktoré majú rovnaký smer ako pravdepodobné zmeny z predchádzajúcich meraní. Ide o zmeny výšky bodov 1 a 2. Zmeny polohy bodov z meraní GNSS nepovažujeme za dostatočne preukazné, pretože, ako je uvedené v technickej správe (Korčák, 2009), sú ovplyvnené vegetáciou v blízkosti osadenej antény.

Zmena výšky bodu 1 bola do roku 2004 -3,9 mm. Po prirátaní zmeny -0,6 mm medzi rokmi 2004 a 2009 je celkový pokles -4,5 mm. Zmena výšky bodu 2 bola do roku 2004 -5,8 mm, po prirátaní zmeny -0,6 mm medzi rokmi 2004 a 2009 je celkový pokles -6,4 mm.

Priemerná rýchlosť diferencovaných vertikálnych pohybov na aktívnych zlomoch podľa geomorfologických a geologických indícií dosahuje hodnoty niekoľkých desiatín mm za rok, čo je niekoľko centimetrov až decimetrov za 100 rokov.

Geodetický monitoring potvrdil predpoklady o miernej tektonickej aktivite niektorých tektonických zlomov, ktoré zasahujú do priestoru základov dolnej nádrže. Za relatívne krátke obdobie pozorovania vertikálna zložka pohybu, prepočítaná na obdobie 100 rokov na bode 1 presahuje 20 mm a na bode 2 až hodnotu 30 mm, čo približne zodpovedá hodnotám, očakávaným na základe geomorfologických a geologických indícií (Ondrášik, 2009). Pohyby bodov na svahu s projektovaným hydraulickým obvodom prečerpávacej vodnej elektrárne preukázali jeho stabilný stav (obr. 2.1.169).

Vzhľadom na skutočnosť, že vývoj tektonických pohybov nie je rovnomerný, ale prebieha zvyčajne skokovite (najčastejšie v obdobiach zvýšenej seizmickej aktivity), je potrebné pokračovať v pravidelných geodetických meraniach siete pozorovacích bodov.



Obr. 2.1.169: Model územia PVE Ipeľ so schémou tektonických zlomov a interpretáciou výsledkov geodetických meraní (Ondrášik, 2009)

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Geodetické merania v roku 2009 potvrdili predpoklad o pokračujúcich miernych vertikálnych tektonických pohyboch (poklesávaní územia) na Muránskej zlomovej línii v priestore projektovanej PVE Ipeľ, v súlade s geomorfologickými a geologickými indíciami.

Z hľadiska absolútnych hodnôt pohybov a ich prepočtov na dlhšie časové úseky treba mať na zreteli, že čím dlhšie trvá monitoring, tým sú hodnoty celkového posunu geodetických bodov menšie.

Zaznamenané pohyby nie sú výrazné, avšak ich intenzita v rôznych častiach územia je veľmi rozdielna, čo treba zohľadniť pri projektovaní náročného technického diela. Samotný svah s projektovanými objektmi PVE je podľa výsledkov geodetických meraní i pravidelne opakovaných terénnych pozorovaní stabilný.

V geodetickom monitoringu je potrebné pokračovať i naďalej. Vzhľadom na to, že ide o náročné a nákladné meranie a zistené posuvy bodov sú relatívne malé, v budúcnosti možno zachovávať dlhší interval medzi jednotlivými epochami merania (cca 4-ročný).

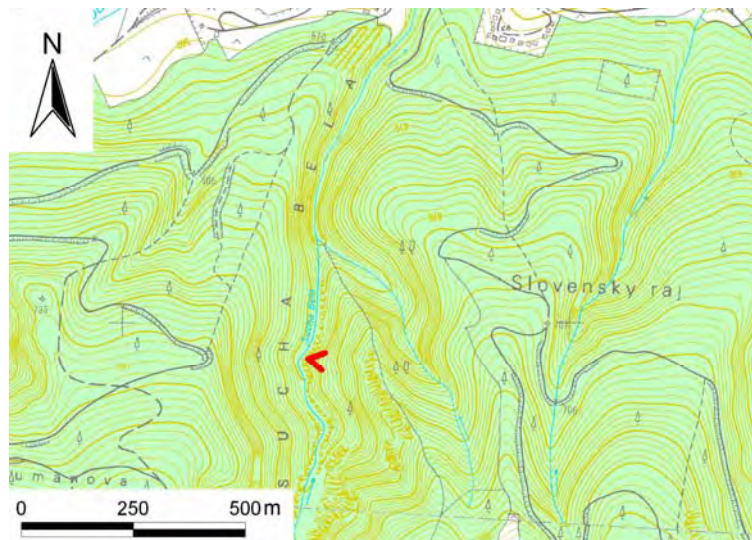
#### 2.1.4.32. Lokalita Slovenský raj-Suchá Belá

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita Slovenský raj-Suchá Belá bola zaradená do súboru monitorovaných lokalít v roku 2006 a jej monitorovanie bolo skončené v roku 2007. V rámci úplnosti prehľadu monitorovacích aktivít v stručnosti sumarizujeme dosiahnuté výsledky.

Národný park Slovenský raj je ukázkou typického horského krasového územia. Pôvodná vápencová planina bola činnosťou vody rozdelená na viacero planín, horských chrbtov a kaňonovitých roklín s bohatým výskytom rôznych povrchových i podzemných krasových javov (skalné veže, vodopády, priepasti a jaskyne). Z geologického hľadiska sa na stavbe Slovenského raja podieľa päť tektonických jednotiek – veporikum, hronikum, gemerikum, meliatikum a silicikum (Mello et al., 2000). Najdôležitejšou jednotkou územia Slovenského raja je silicikum. Hrubé komplexy stredno a vrchnotriasových vápencov a dolomitov podmieňujú krasový tvar tohto pohoria. V jednotke silicika sa rozlišuje vernársky a stratenský príkrov. Lokalita Suchá Belá sa nachádza v stratenskom príkrove, v prostredí strednotriasových lagunárnych wettersteinských vápencov.

V doline Suchá Belá bol na pozorovanie vybratý skalný blok, nachádzajúci sa nad turistickým chodníkom, cca 800 m od vstupu do doliny (obr. 2.1.170). Skalný blok rozmerov cca 10 x 15 m je z jednej strany uvoľnený od vlastného masívu výraznou priebežnou diskontinuitou (obr. 2.1.171).



Obr. 2.1.170: Lokalizácia monitorovaného skalného bloku nad turistickým chodníkom v doline Suchá Belá (Slovenský raj)



Obr. 2.1.171: Potenciálne nestabilný skalný blok nad turistickým chodníkom v doline Suchá Belá. V detaile je rozmiestnenie vzťažných a pozorovaných bodov pre fotogrametrické snímokovanie (foto P. Bartoš, 2006)



Obr. 2.1.172: Preloženie turistického chodníka mimo potenciálne nestabilný skalný blok na lokalite Suchá Belá (foto I. Mašlárová, 2007)

## *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2006 a 2007*

Na základe terénnej obhliadky sa konštatovalo, že stabilný stav skalného bloku je najvhodnejšie monitorovať fotogrametrickými metódami, t. j. určením relatívnych posunov skalného bloku oproti okolitej, teoreticky stabilnej hornine. Vzťažnú sústavu preto tvorí hornina v okolí pozorovaného bloku. Na vlastnom bloku bolo stabilizovaných 9 bodov (2001 až 2009) a mimo bloku 6 vzťažných bodov (1001 až 1006 – Bartoš, Fraštia, 2006).

Ako meracia metóda bola zvolená blízka digitálna fotogrametria s konvergentným snímkovaním so všeobecnou orientáciou osí záberu.

Prvé snímkovanie bolo realizované 10. októbra 2006. Vzhľadom na podmienky pri snímkovaní možno reálne uvažovať o presnosti merania 0,5 mm pre každú súradnicovú os.

V roku 2007 pri prvom kontrolnom meraní bola zistená značná redukcia počtu pozorovaných bodov, zapríčinená pravdepodobne kombináciou vplyvu prírodných podmienok, charakteru povrchu horniny a vlastností použitého lepidla. V dôsledku toho zostalo na pozorovanom objekte iba 5 bodov. 1. kontrolné meranie sa uskutočnilo 4. mája 2007 (teda na jar, keď sa vplyvy klimatických zmien a potenciálnej nestability prostredia prejavujú najvýraznejšie). Z porovnania polohy bodov v rokoch 2006 a 2007 vyplynulo, že preukázateľný posuv nad 2,5 mm (hodnota, zodpovedajúca presnosti merania) bol zaznamenaný iba v bodoch 102 a 2009. Pri pohybe skalného bloku je najpravdepodobnejší približne rovnaký posun všetkých bodov na bloku. Pretože takáto skutočnosť nebola zaznamenaná, možno predpokladať, že posun skalného bloku ako celku nebol pri uvedenej presnosti merania preukázaný (Bartoš, Fraštia, 2007). Posuvy uvedených dvoch bodov vyplývajú pravdepodobne z ich menej presnej identifikácie, resp. horšej stabilizácie.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

I keď na základe výsledkov 1. kontrolného merania v máji 2007 pohyb monitorovaného skalného bloku nebol preukázaný, treba upozorniť na krehký charakter správania karbonátových hornín, ktoré sa môžu uvoľniť náhle, bez predchádzajúcich „varovných“ posunov, ktoré by mohli byť zachytené geodetickými meraniami. V tomto zmysle bol informovaný listom z 26. júna 2007 starosta obce Hrabušice. V liste bolo okrem zhrnutia výsledkov fotogrametrického merania z mája 2007 upozornenie i na všetky súvisiace skutočnosti. Vzhľadom na charakter hornín a exponovanosť monitorovaného bloku bolo odporúčané preložiť turistický chodník mimo dosahu skalného bloku. V letných mesiacoch 2007 bol turistický chodník preložený (obr. 2.1.172). Vzhľadom na túto skutočnosť nebolo potrebné vykonávať na lokalite v budúcnosti ďalšie monitorovacie merania.

### **2.1.5. Zhrnutie výsledkov monitorovania**

#### ***Záverečné zhrnutie za rok 2009***

V rámci pod systému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2009 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvania (14 pozorovaných lokalít), plazenia (4 lokality) a náznakov aktivizácie rútvých pohybov (10 lokalít). Samostatnú skupinu špecifických prípadov hodnotenia stability prostredia tvorili lokality územia projektovanej PVE Ipeľ a Stabilizačného násypu v Handlovej. Celkovo sa teda v rámci pod systému 01 v roku 2009 monitorovalo 30 lokalít. Vzhľadom na to, že súčasťou predkladanej správy je aj komplexné hodnotenie monitorovania svahových deformácií za roky 2002 – 2009, sú v texte prezentované i výsledky monitorovania lokalít Malá Čausa a Slovenský raj-Suchá Belá, ktoré boli v tomto období pozorované.

Lokality zo skupiny zosúvania sa monitorovali súborom metód zaznamenávajúcich

posuny alebo deformácie meraných objektov (metódy geodetické a inklinometrické), zmeny napätostného stavu prostredia (merania poľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE) a stav najdôležitejších zosuvotvorných faktorov (režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení, ako aj spracovávanie informácií o zrážkach). Okrem tradičných spôsobov merania, vykonávaných pozorovateľmi, bolo v roku 2009 na 6 lokalitách umiestnených celkovo 13 automatických hladinomerov, zaznamenávajúcich kontinuálne, s intervalom 1 hodiny hĺbku hladiny podzemnej vody, z ktorých 2 (na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné) sú opatrené systémom včasného varovania, prepojeným on-line so strediskom monitorovania.

Hlavné výsledky. Možno konštatovať, že v priebehu roku 2009 neboli monitorovacími meraniami svahových pohybov charakteru zosúvania zaznamenané žiadne extrémne hodnoty, signalizujúce vznik alebo výrazný nárast aktívneho pohybu. Napriek tomu, na viacerých lokalitách bol často niekoľkými metódami potvrdený pokračujúci, lokálne i zrýchlený pohyb zosuvných hmôt.

- Oproti predchádzajúcemu roku boli najvýraznejšie posuny zaznamenané geodetickým meraním na lokalite *Bojnice*. Polohové zmeny väčšie ako 40 mm za obdobie cca 10 mesiacov boli namerané až v troch bodoch – B-2 (46,49 mm, teda 58,31 mm.rok<sup>-1</sup>), B\_5 (134,09 mm.rok<sup>-1</sup>) a B\_6 (66,68 mm.rok<sup>-1</sup>) a výškové zmeny (poklesy), väčšie ako 40 mm boli namerané za rovnaké obdobie tiež v troch bodoch (B-1, B-2 a JB-1). Z lokalizácie uvedených bodov vyplýva, že významná pohybová aktivita zosuvu sa prejavuje predovšetkým v jeho centrálnej časti. Po opakovaných upozorneniach bola v marci roku 2009 na lokalite vykonaná dôsledná oprava objektov splaškovej kanalizácie vedenej cez teleso zosuvu (opravu vykonala Stredoslovenská vodárenská prevádzkovou spoločnosť, a. s. Banská Bystrica, závod 03 Prievidza) a súčasne bol zmenený systém geodetického merania na lokalite. Vzhľadom na uvedené skutočnosti, ako aj na málo významné zmeny, zaznamenané režimovými pozorovaniami i inklinometrickými meraniami, za kľúčové pre ďalší postup monitorovania, prípadne pre návrh doplnujúcej sanácie možno považovať výsledky monitorovacích meraní, ktoré sa uskutočnia v roku 2010.
- Aktívny svahový pohyb časti katastrofálneho zosuvu v *Handlovej*, zistený inklinometrickým meraním vo vrte GI-1 v roku 2008, viedol k porušeniu tohto vrtu a k jeho nepriechodnosti pri meraní v roku 2009. Inklinometrickými meraniami v apríli 2009 boli najväčšie deformácie (dosahujúce po prepočte okolo 8 mm.rok<sup>-1</sup>) zaznamenané v plytších polohách vrtov GI-2 a GI-4, nachádzajúcich sa v strednej časti zosuvného svahu. V tejto časti bola zaznamenaná aj výraznejšia koncentrácia poľa PEE vo vrte HI-5 počas jesenného cyklu merania. Opakovane treba konštatovať výrazne sa zhoršujúci stav odvodňovacích zariadení na tejto lokalite.
- Trvalo najpodrobnejšie monitorovaným je zosuvné územie na južnom okraji obce *Veľká Čausa*. Vzhľadom na rozsah a tvar územia je celkový obraz o aktuálnom stave pohybovej aktivity výrazne premenlivý v čase i priestore. V roku 2009 boli pomerne výrazné deformácie zistené inklinometrickými meraniami. Najvýraznejšie deformácie inklinometrickej pažnice (presahujúce hodnotu 5 mm.rok<sup>-1</sup>) boli zaznamenané vo vrtoch VČ-9 a VE-4 na západnom okraji zosuvu a vo vrte VČ-12 pri jeho odľučnej hrane. Kontinuálny inklinometer, umiestnený vo vrte KI-1 zaznamenal najvýraznejší posun na šmykovej ploche dňa 29. marca 2009. Menej výrazné boli posuny bodov zmerané geodeticky. Naopak, výrazne zvýšené hodnoty poľa PEE boli v roku 2009 namerané v jarnom i jesennom cykle vo vrte VČ-11 na JV okraji zosuvného územia. Na základe súboru vykonaných meraní, ale i priamych pozorovaní v teréne možno konštatovať pokračujúcu tendenciu poklesávania častí územia predovšetkým v okolí odľučnej oblasti aktívneho zosuvu a vo viacerých bezodtokových depresiách, ako aj



- náznaky pohybovej aktivizácie za východným ohraničením aktívneho zosuvu.
- Na lokalite *Okoličné* treba upozorniť na posuny bodov 111 a 133, nachádzajúcich sa na svahu bezprostredne nad železničnou traťou. O aktivite transportačnej časti zosuvu svedčia namerané deformácie inklinometrickej pažnice v plytkých polohách vrtnu M-3 a v obnovenom vrte JO-1A (v hĺbke cca 10 m). Ostatné monitorovacie pozorovania realizované v roku 2009 preukázali celkovo stabilizovaný stav zosuvného svahu.
  - Kým na predchádzajúcich lokalitách boli meraniami zaznamenané výraznejšie zmeny, potvrdené zvyčajne viacerými typmi monitorovacích pozorovaní, v prípade nasledujúcich lokalít ide skôr o upozornenia na menšie zmeny, zistené často iba niektorou z pozorovacích metód. Napríklad, na lokalite *Dolná Mičiná* bola najvýraznejšia deformácia inklinometrickej pažnice nameraná vo vrte JM-18 nad okrajom stabilizačného prísypu. Najcitlivejšia, spodná časť transportačnej oblasti zosuvu vo *Finticiach* bola podľa geodetických meraní z júna 2009 vo vcelku stabilizovanom stave. O pokračujúcej aktivite akumuláčnej časti zosuvu svedčia iba zvýšené hodnoty poľa PEE, namerané v pripovrchových polohách vrtnov K-2b a K-3. Určité zvýšenie aktivity poľa PEE ilustrujú výsledky merania na lokalite *Hlohovec-Posádka*, kde pomerne vysoká aktivita poľa PEE bola nameraná v jarnom cykle vo vrtoch HSJ-37 a HSJ-39 a v jesennom cykle vo vrte HSJ-35. Vcelku stabilizovaný stav prostredia ilustrujú výsledky meraní na lokalitách *Handlová-Kunešovská cesta*, *Kvašov* a *Vištuk*.
  - Na viacerých lokalitách sa vykonávajú prevažne iba režimové pozorovania, ktorých výsledky síce poskytujú cenné informácie o aktuálnom stave svahovej deformácie, avšak pre hlbšie analýzy a prognózy stabilitného vývoja nie sú dostatočné a treba ich rozšíriť o ďalšie typy monitorovacích meraní. Na túto skutočnosť sme zatiaľ neúspešne upozorňovali napríklad v prípade lokalít *Slanec-TP*, *Handlová-Morovnianske sídlisko*, *Lubietová* a čiastočne aj *Liptovská Mara*, i keď na posledne spomínanej lokalite dochádza v poslednom období k inovácii metód i frekvencie monitorovania svahovej deformácie.

Úpravy metodiky monitorovania a technické opatrenia. Okrem aktualizovaných upozornení o stave monitorovaných zosuvov, uverejňovaných na internetovej stránke ([www.geology.sk](http://www.geology.sk) – CMS GF – Publikácie a spravy) sa v rámci úprav a doplnenia metód alebo metodiky monitorovania svahových pohybov charakteru zosúvania realizovali v roku 2009 nasledujúce činnosti:

- V súvislosti s projektovou prípravou vodného diela Hlohovec – Sereď boli najrozsiahlejšie opatrenia vykonané na lokalite Hlohovec-Posádka. V novembri 2009 bol na lokalite realizovaný inklinometrický vrt (LP-1) do hĺbky 32 m a v priebehu roka boli vo vybraných reprezentatívnych stabilitných profiloch svojpomocne vybudované nové geodetické body. Rozsah monitorovaného územia sa rozšíril a po prvých meraniach bude prezentovaný v roku 2010.
- Na lokalite Veľká Čausa bol v spolupráci s firmou Geoexperts, Žilina vo vrte KI-1, realizovanom v októbri 2008, inštalovaný kontinuálny inklinometer dňa 26. marca 2009. Tento originálny prístroj je odvtedy v nepretržitej prevádzke a namerané údaje sa vyhodnocujú. Na tej istej lokalite sa po úvodnom geodetickom zameraní vybraných bodov metódou GNSS v roku 2008 uskutočnili v roku 2009 dve etapy ich opakovaného premerania a vypracovala sa metodika meraní metódou GNSS pre nastávajúce obdobie, rátajúca s 3 cyklami merania v každom kalendárnom roku.
- Po viacerých upozorneniach na možnosť reaktivácie svahového pohybu a nevyhovujúci stav i kvalitu monitorovacej siete na lokalite Liptovská Mara, zabezpečil Technicko-bezpečnostný dozor vodného diela v roku 2009 inštaláciu 12 ks automatických hladinomerov vo vybraných vrtoch. Na odvodňovacích horizontálnych vrtoch sa

vykonala ich inšpekcia kamerou, pričom najväčšia priechodnosť bola zaznamenaná iba do vzdialenosti 30 m (v 2 vrtoch), vo väčšine vrtov bolo možné kameru zaviesť iba do vzdialenosti niekoľko metrov od ústia. V nasledujúcom období sa plánuje realizácia troch inklinometrických vrtov, ktoré budú situované na základe výsledkov geofyzikálnych meraní. Mení sa i systém geodetického merania. V rámci vlastného riešenia úlohy bol jeden automatický hladinomer premiestnený z porušeného vrtu JM-19 na lokalite Dolná Mičina a inštalovaný vo vrte J-5 na lokalite Liptovská Mara.

Svahové pohyby charakteru plazenia sa monitorujú mechanicko-optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanických Slanských vrchov – *Veľká Izra* (2 meracie prístroje), *Sokol* (1 prístroj) a *Košický Klečenov* (2 prístroje). V roku 2007 bol jeden prístroj TM-71 inštalovaný i na lokalite *Jaskyňa pod Spišskou* v Levočských vrchoch. Na všetkých lokalitách boli v roku 2009 vykonané 4 merania. Najvýraznejšie pohyby blokov boli preukázané na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-2, poklesávanie). Miernejšia pohybová aktivita bola zistená na lokalitách Sokol (otváranie trhliny) a Jaskyňa pod Spišskou (začiatok poklesu bloku a minimálne rozširovanie trhliny).

Pri meraní dňa 27. marca 2009 bolo na lokalite Veľká Izra zistené zničenie prístroja VI-2. V dôsledku toho sa celkový počet mechanicko-optických dilatometrov, pozorovaných v rámci svahových pohybov charakteru plazenia znížil v roku 2009 na 5 ks.

Náznaky aktivizácie rútivých pohybov sa monitorujú metódami fotogrametrie, dilatometrickými meraniami, ako aj meraniami mikromorfologických zmien povrchu skalných odkryvov. V rámci pozorovaných lokalít sa spracovávajú aj informácie o niektorých zosuvotvorných faktoroch (zrážkach a počte mrazových dní). Rozsah i frekvencia monitorovania na jednotlivých lokalitách sú veľmi rozdielne, z čoho vyplýva i kvalita a charakter získaných výsledkov.

Najväčší počet monitorovacích metód sa aplikuje na skalných stenách zárezov v *Banskej Štiavnici*, pri obci *Demjata* a čiastočne i pri *Harmanci*. Na uvedených lokalitách boli v roku 2009 vyhotovené digitálne fotogrametrické snímky na vyhodnotenie metódami stereofotogrametrie a konvergentnej fotogrametrie a aplikovali sa aj dva typy dilatometrických meraní. Najvýraznejšie zmeny boli konštatované na lokalite Banská Štiavnica, kde na prelome rokov 2008/2009 došlo k rozvoľneniu horninového masívu a uvoľneniu skalných blokov. Dilatometrické merania na dvoch stanoviskách na lokalite *Slovenský raj-Pod večným dažďom* nepreukázali v prostredí vápencov výrazné zmeny.

Na súbore lokalít zo skupiny monitorovania náznakov aktivizácie rútivých pohybov sa pozorujú iba zmeny povrchu skalnej steny meradlom mikromorfologických zmien a spracúvajú sa informácie o zrážkach a počte mrazových dní z najbližšej stanice SHMÚ. Takýmto spôsobom sa v roku 2009 monitorovali lokality *Handlová-Baňa*, *Starina*, *Jakub*, *Bratislava-Železná studnička*, *Pezinská Baba* (2 stanoviská) a *Lipovník*. Merania sa vykonávali dvakrát ročne – na jar a na jeseň. Najvýraznejšie zmeny boli zaznamenané na lokalite Pezinská Baba (stanovisko č. 3), kde v priebehu 12 mesiacov došlo v bode 6 k ústupu masívu o 8,38 mm a na lokalite Handlová-Baňa na pravom okraji meraného profilu (body 7 a 8).

Najvýznamnejším poznatkom z monitorovania náznakov aktivizácie rútivých pohybov počas roku 2009 je už spomenuté výrazné rozvoľnenie skalného masívu na lokalite Banská Štiavnica, ktoré sa prejavilo uvoľnením a pádom viacerých skalných blokov až do priestoru cestnej komunikácie. O tejto skutočnosti bola informovaná Slovenská správa ciest, Odbor prípravy, výstavby, správy a údržby v Bratislave, listom zo dňa 28. apríla 2009.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability prostredia sa zaraďuje perspektívne územie výstavby PVE Ipeľ a objekt i okolie Stabilizačného násypu v Handlovej. Na lokalite

*PVE Ipeľ* bolo v auguste roku 2009 uskutočnené po 5 rokoch geodetické meranie lokálnej siete. Meranie preukázalo pokračujúce poklesávanie centrálnej časti územia v priestore významnej tektonickej línie.

Na základe výsledkov merania priečných deformácií potrubia bolo na lokalite *Stabilizačného násypu v Handlovej* konštatované, že hodnoty deformácií, namerané v roku 2009 zodpovedajú v prevažnej miere očakávaniam a prognózovaným hodnotám deformácií z roku 2008, čo súčasne však dokumentuje pokračujúcu deformáciu potrubia. Presná nivelácia hlavných indikačných bodov na povrchu a v šachtách na objekte násypu preukázala, že voči minulosti došlo k utlmeniu výškových pohybov meraných bodov. Dôležitou podmienkou dlhodobej bezporuchovej prevádzky *Stabilizačného násypu* je obnovenie funkčnosti jeho odvodnenia.

### ***Poznatzky z monitorovania svahových deformácií v období rokov 2002 až 2009***

Z dĺžky obdobia monitorovania v rámci riešenia úlohy vyplýva nahromadenie bohatých súborov údajov o zmenách jednotlivých pozorovaných parametrov. Získané časové rady zmien pozorovaných parametrov boli doteraz najčastejšou formou prezentácie výsledkov monitorovania a poskytovali názornú ilustráciu o vývoji a vzájomnom vzťahu zmien jednotlivých parametrov, ako aj orientačné údaje o stave pozorovaného parametra vo vzťahu k stabilnému stavu pozorovanej lokality. Dostatočná hustota monitorovacej siete a vyhovujúca frekvencia zberu údajov umožňovali i ďalšie, názornejšie spôsoby vyjadrovania výsledkov monitorovania, napríklad formou komplexného hodnotenia aktivity svahového pohybu v príslušnom časovom období na príslušnej lokalite. V podstate však možno konštatovať, že rozsiahla databáza údajov z doterajšieho priebehu monitorovania predstavuje podklad pre prechod na vyšší stupeň hodnotenia stabilného stavu pozorovaných lokalít. Je ním zdôvodnená lokalizácia a objektívne nastavenie systémov včasného varovania, ako aj prognózovanie vývoja stabilného stavu pri rôznych hodnotách okrajových podmienok vplývajúcich faktorov.

Napriek tomu, že doterajšie obdobie monitorovania predstavovalo v prvom rade etapu zberu, systematického ukladania, rôznych, často empirických spôsobov spracovania a prezentácie veľmi rôznorodých súborov údajov, dosiahlo sa už v tomto období viacero celospoločensky cenných výsledkov. Okrem priebežných informácií a upozornení pre orgány miestnej samosprávy, resp. vlastníkov ohrozených objektov na pozorovaných lokalitách (napr. súborom písomných upozornení, adresovaných príslušným orgánom a organizáciám v jeseni roku 2008), každoročne sú o aktuálnom stave lokalít spracovávané prehľadné správy, verejne prístupné na internete ([www.geology.sk](http://www.geology.sk) – Stredisko ČMS GF – Publikácie a správy). Výsledky monitorovania v predchádzajúcom období sa významnou mierou podieľali i na praktickom riešení viacerých problémov na konkrétnych lokalitách, napríklad:

- Na lokalite Fintice po dvoch poruchách vysokotlakového plynovodu, spôsobených aktívnym svahovým pohybom, bola trasa plynovodu na základe prieskumu a zhodnotenia výsledkov monitorovania preložená mimo aktívny zosuv;
- Na zosuve pri Bojniciach bola v roku 2009 vykonaná kompletná oprava a utesnenie splaškovej kanalizácie s cieľom zamedziť prieniku odpadových vôd do zosuvných hmôt, ktorých lokálnu aktivizáciu preukázali výsledky monitorovania;
- Na lokalite Okoličné v intraviláne Liptovského Mikuláša prispeli výsledky dlhodobého monitorovania k rozhodnutiu o preložení trasy železnice mimo územie, trvalo ohrozované periodickými aktivizáciami zosuvných hmôt;
- Na lokalite Demjata bol na základe preukázaných lokálnych prejavov nestability skalných blokov svah čiastočne upravený a stabilizovaný;

- Vzhľadom na potenciálnu nestabilitu skalného bloku, ohrozujúceho turistický chodník v Slovenskom raji (v doline Suchá Belá), bol na základe opakovaného fotogrametrického zhodnotenia chodník v roku 2007 preložený mimo dosah tohto bloku do svahu.

Iba niekoľko vybraných príkladov ilustruje odôvodnenosť dlhodobého monitorovania svahových pohybov a existencia bohatej databázy údajov podmieňuje nutnosť postupného prechodu na exaktnejšiu formu varovných systémov s priebežným spresňovaním na základe pokračujúcich monitorovacích meraní.

Na základe priebehu a výsledkov monitorovania možno súčasne zhodnotiť stav siete aktuálnych pozorovaných lokalít a vyjadriť určité predstavy o pokračujúcom rozsahu a frekvencii ich ďalšieho monitorovania.

Nesporne najvyššia kvalita monitorovania sa dosiahla na lokalitách *Veľká Čausa a Okoličné*, na ktorých sú inštalované i systémy včasného varovania pred aktivizáciou zosuvov. Vzhľadom na rozsah lokalít ide však o zabezpečenie iba ich citlivých častí; úplné pokrytie systémom včasného varovania by si vyžadovalo inštaláciu súboru vzájomne prepojených meracích prístrojov. Na oboch lokalitách je okrem pokračujúceho monitorovania v doterajšom rozsahu vhodné (vzhľadom na existujúcu bohatú databázu doteraz získaných údajov) skúšobne aplikovať ďalšie z moderných metód monitorovania, tak ako sú uvedené v kap. 2.1.2. V prípade preloženia železničnej trate na lokalite Okoličné bude potrebné náročné monitorovacie metódy presunúť na inú, významnú lokalitu.

Komplex monitorovacích metód sa používa aj na ďalších, celospoločensky významných lokalitách. Za vcelku dostatočný možno považovať rozsah monitorovania sanovaných zosuvov *Handlová-Kunešovská cesta, Dolná Mičiná, Handlová-zosuv z roku 1960, Bojnice i Kvašov*. Na dôležitej lokalite *Fintice* je monitorovacími objektmi málo pokrytá najaktívnejšia, spodná časť transportačnej oblasti zosuvu.

V najbližšej budúcnosti možno očakávať významné skvalitnenie monitorovania lokalít *Liptovská Mara a Hlohovec-Posádka*, na ktorých sa rozširuje sortiment monitorovacích meraní, frekvencia monitorovania a perspektívne i hustota siete monitorovacích objektov.

Z hľadiska sortimentu používaných monitorovacích metód možno považovať za nedostatočné pozorovanie zosuvných svahov na lokalitách *Handlová-Morovnianske sídlisko, Slanec-TP* a čiastočne i *Lubietová*. I keď režimové pozorovania najvýznamnejšieho zosuvotvorného faktora – podzemnej vody sú nesporne veľmi dôležité, bez komplexnejšieho hodnotenia stavu svahu na základe výsledkov viacerých typov pozorovaní nemožno tak náročné a z celospoločenského hľadiska dôležité prostredie uvedených lokalít posúdiť dostatočne zodpovedne. Na nevyhnutnosť skvalitnenia monitorovania boli upozornené i zodpovedné orgány miestnej samosprávy, resp. prevádzkovateľ tranzitného plynovodu. Podobný charakter má i monitorovanie lokality *Vištuk*, kde pravidelné merania podľa PEE síce prinášajú súbor cenných poznatkov, avšak bez doplnenia a overenia výsledkami ďalších monitorovacích metód nepostačujú na dostatočne podložené hodnotenia stabilného stavu pozorovaného svahu.

Kvalita monitorovania štyroch lokalít svahových pohybov charakteru plazenia je úmerná mechanizmu pohybov i celospoločenskej dôležitosti lokalít.

Z lokalít monitorovania prejavov svahových pohybov charakteru rútenia je najkvalitnejšia úroveň monitorovacej siete i aplikovaných metód na lokalitách *Banská Štiavnica a Demjata*. I na týchto lokalitách je však nevyhnutné postupne prejsť k moderným metódam geodetického monitoringu, napr. k technológii terestrického laserového skenovania povrchu skalnej steny, ako aj k prognostickým, napr. mikro seizmickým metódam monitorovania zmien napätostného stavu horninového prostredia.

Z hľadiska účelu a stupňa ohrozenia objektov technosféry možno za dostatočnú považovať úroveň monitorovania lokalít *Slovenský raj-Pod večným dažďom a Harmanec*.

Pravidelné pozorovanie mikromorfologických zmien povrchu hornín na *šiestich* lokalitách predstavuje cennú doplnkovú informáciu pre prípadé komplexné stabilné posúdenie príslušných skalných stien.

Monitorovanie *Stabilizačného násypu Handlová* zodpovedá minimálnym požiadavkám, aké sú na pozorovanie tak náročného hydrotechnického diela kladené. Je však nevyhnutné, aby z výsledkov monitorovania vyplývajúce požiadavky (napr. o sprevádzkovaní obvodových odvodňovacích rigolov) boli splnené.

## Literatúra

- Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiaskový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 a 2008). Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ Bratislava, <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>*
- Albaa, M., Bernardinib, G., Giussania A., Riccib, P., P., Roncoronia, F., Valgoic, M., Zhangd, K., 2008: Measurement of dam deformations by terrestrial interferometric techniques. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. Beijing, s. 133 – 139
- Antonická, B., Fussgänger, E., 1998: Olšavica – vrch Spišská a okolie, svahové poruchy. Manuscript - Geofond, Bratislava, s. 1 – 17
- Baroň, I., Supper, R., 2010: State-of-the-Art of Landslide Site Monitoring in Europe: Preliminary Results of the SafeLand Questionnaire. In: Landslide Monitoring Technologies and Early Warning Systems, Book of extended abstracts. Geological Survey of Austria, Vienna, s. 15 – 21
- Bartoš, P., Fraštia, M., 2006: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Bartoš, P., Fraštia, M., 2007: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy + 11 s. lokalita Suchá Belá. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Bezák, V., Biely, A., Broska, I., Bóna, J., Buček, S., Elečko, M., Filo, I., Fordinál, K., Gazdačko, L., Grecula, P., Hraško, L., Ivanička, J., Jacko, S. st., Jacko, S. ml., Janočko, J., Kaličiak, M., Kobulský, J., Kohút, M., Konečný, V., Kováčik, M. (Bratislava), Kováčik, M. (Košice), Lexa, J., Madarás, J., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Németh, Z., Olšovský, M., Plašienka, D., Polák, M., Potfaj, M., Pristaš, J., Siman, P., Šimon, L., Teťák, F., Vozárová A., Vozár, J., Žec, B., 2009: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape Slovenskej republiky 1:200 000. Editor: Vladimír Bezák. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 534 s.
- Borovský, J., 2009: Fintice – meranie posunov, 13. etapa. Geotop, Košice, 5 s. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Drusa, M., Chebeň, V., Mužík, J., Kálmánová, A., 2009: Nové trendy v geotechnickom monitoringu svahových deformácií. In: J. Boštík a L. Pazdera (ed.): 12th Int. Scientific. Conference, TU Brno, 4 s.
- Fraštia, M., 2008: Kalibrácia a testovanie digitálnych kamier pre aplikácie blízkej fotogrametrie. Bratislava, Vydavateľstvo STU, 114 s.
- Fraštia, M., 2009a: Meranie geometrických vlastností horninového prostredia geodetickými a fotogrametrickými metódami. In: M. Kohút a L. Šimon (ed.): Spoločný geologický kongres českej a slovenskej geologickej spoločnosti. Zborník abstraktov a exkurzný sprievodca, Bratislava, s. 62 – 63
- Fraštia, M., 2009b: Monitoring havarijných zosuvov na Hornej Nitre. Lokality Veľká Čausa a Bojnice. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 7+5 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Fraštia, M., 2009c: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Lokality Banská Štiavnica, Demjata, Harmanec. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 98 s. vrátane príloh. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Fraštia, M., 2009d: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Lokalita Harmanec, meranie z 19.4.2009. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 8 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Fussgänger, E., Jadroň, D., Banský, M., 1978: Lubietová - prúdový zosun. Záverečná správa z predbežného inžinierskogeologického prieskumu zosunu. IGHP Žilina. Manuskript, 79 s.
- Fussgänger, E., Smolka, J., Jadroň, D., 1996: Stabilizácia havarijných zosuvov hornej Nitry. In zborník konf. "Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku", Vyd. Iris, s.162 – 173, Nitrianske Rudno
- Fussgänger, E., Jadroň, D., 1977: Engineering geological investigation of the Okoličné landslide using measurement of stresses existing in soil mass. Bull. IAEG (Krefeld), 16, 203 – 209

- Gajdoš, V., Wagner, P., 2005: Spôsob spracovania údajov z meraní presnej inklinometrie pri monitoringu svahových pohybov. *Miner. Slov.*, 37, 563 – 568
- Gróf, V., 2008: Metódy merania pórových tlakov vody. In: J. Frankovská, P. Liščák & M. Ondrášik (ed.): *Geológia a životné prostredie. Zbor. vedeckých prác zo VI. slovenskej konferencie s medzinárodnou účasťou.* Vyd. Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 146 – 151
- Gross, P. (ed.), Buček S., Ďurkovič, T., Filo, I., Maglay, J., Halouzka, R., Karolí, S., Nagy, A., Spišák, Z., Žec, B., Vozár, J., Borza, V., Lukáčik, E., Janočko, J., Jetel, J., Kubeš, P., Kováčik, M., Žáková, E., Mello, J., Polák, M., Siráňová, Z., Samuel, O., Snopková, P., Raková, J., Zlinská, A., Vozárová, A., Žecová, K., 1999: *Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1:50 000.* Vyd. ŠGÚDŠ Bratislava
- Hagara, R., Nagy, Z., 2009: Meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a prítoku Nepomenovaného potoka. *Banské projekty, spol. s r. o., I. časť, 96 s.* Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Hagara, R., Nagy, Z., Madaj, M., 2009: Meranie pohybov podložia. *Banské projekty, spol. s r. o., 17 s. a prílohy.* Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Hagara, R., Madaj, M., 2009: Správa o stave potrubí Handlovky a Nepomenovaného potoka. Správa o odvodnení stabilizačného násypu. *Banské projekty, spol. s r. o., 11 s. a prílohy.* Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Holko, L., Kostka, Z., Parajka, J., 2001: Snehová pokrývka. *Životné prostredie*, 35, 138 – 142
- Hric, V., Panek, M., 1986: Vištuk – sanácia zosuvného územia. *Podrobný prieskum.* IGHP Žilina. Manuskript, 30 s.
- Hric, V., Sikora, J., 1985: Kvašov – zosuv, Orientačný IG prieskum. *Žilina: IGHP*, 47 s., 34 príloh
- Imrich, P., Kováčik, M., Bóna, J., Majerníčková, F., 2007: Geological control of the gravitational processes in the Spišská Hill pseudokarst region (Levočské Vrchy Mts., Slovakia). *Nature Conservation*, 63, 47 – 55
- Jadroň, D., 1980.: *Svahové poruchy - Okoličné (okres Liptovský Mikuláš).* Rigorózna práca. *Prírod. fakulta UK, Katedra inž. geológie.* Manuskript, 92 s., Bratislava
- Jadroň, D., Wagner, P., Jelínek, R., 1998: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In zb. referátov z 1. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 83 – 86, Bratislava
- Jadroň, D., Mokrá, M., 1999: Handlová – Kunešovská cesta, havarijný zosuv. *Záverečná správa.* INGEO, a.s. Manuskript, 31 s., Žilina
- Jadroň, D., Mokrá, M., 2001: Monitoring sanovaného zosuvu na štátnej ceste Bojnice – Opatovce/Nitrou. In zborník referátov z 5. Slovenskej geotechnickej konferencie „Optimalizácia geotechnických štruktúr“. *Stav. fakulta STU*, s. 61 – 68, Bratislava
- Jadroň, D., Mokrá, M., Wagner, P., Fussgänger, E., 2001: Sanácia aktívneho zosuvu vo Veľkej Čausi. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 29 –33, Bratislava
- Jánová, V., Liščák, P., 2001: Súčasný metódy monitoringu procesov zvetrávania. In: A. Klukanová a P. Wagner (ed.): *Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 2. konferencie.* Vyd. Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, s. 136 – 140
- Kopecký, M., 2002: Vplyv klimatických a hydrogeologických pomerov na vznik zosuvov. *Dizertačná práca.* Archív Katedry inžinierskej geológie PRIF UK. Manuskript, 168 s., Bratislava
- Kopecký, M., 2009: Monitoring lokality Liptovská Mara. *STU v Bratislave, Fakulta stavebná, Katedra geotechniky.* 17 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Korčák, P., 2009: Geodetický monitoring, lokalita PVE Ipeľ. *Technická správa.* GEOSAT, spol. s r. o., 15 s., Bratislava
- Laurenčík, J., 2004: Sanácia zosuvu nad obcou Kvašov. *Geologická správa.* GEO, spol. s r.o., Nitra, 21 s.
- Lenková, M., 2009: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory – 01 Zosuvy a iné svahové deformácie. *Čiastková záverečná správa.* INGEO-ighp, spol. s r. o., Žilina, 16 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Lukniš, M., Mazúr, E., 1980: *Atlas SSR, súbor 866 máp (v mierke 1:500 000).* Vydala SAV a SÚGK. Vyd. Veda, Bratislava
- Matejka, F., Hurtalová, T., 2001: Vplyv pôdnej vlhkosti na evapotranspiráciu. In: J. Rožnovský, D. Janouš, (ed.): *Seminár Sucho, Brno, 7, 2,* Dostupné na internete: <http://www.chmu.cz/meteo/CBKS/sucho01/Matejka.pdf>
- Matula, M., Pašek, J., 1986: *Regionálna inžinierska geológia ČSSR.* Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha
- Matejček, A., 2009: PSP PVE Ipeľ 2009 – monitoring horninového prostredia. *Geofos, spol. s r. o., 58 s., Žilina*
- Matejček, A., 1985: PVE Ipeľ – prehľadná správa záverov ucelených celkov. *Manuskript IGHP Žilina*, 48 s., Žilina
- Mello, J. (ed.), Elečko, M., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko L., Vass, D., Vozárová, A., Gaál, Ľ., Hanzel, V., Hók, J., Kováč, P., Slavkay, M., Steiner, A., 1997: *Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000.* GS SR, Vyd. D. Štúra, 256 s., Bratislava

- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivan, P., Ivanička, J., Madarás, J., Németh, Z., Polák, M., Pristaš, J., Vozár, J., Vozárová, A., Liščák, P., Kubeš, P., Scherer, S., Siráňová, Z., Szalaiová, V., Žáková, E., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny v mierke 1:50 000. ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, 303 s., Bratislava
- Míka, R., Bolha, L., 2000: Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s., Bratislava
- Míka, R., Ondrejka, P., 2006: Posúdenie vývoja stability svahov na lokalitách Bojnice, Fintice, Okoličné, Veľká Čausa. AWG, spol. s r. o., Bratislava, 47 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Mokrá, M., Jadroň, D., Beracko, I., Zuberec, M., 2004: Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky. Záverečná správa. Archív INGENIO – ighp, spol. s r. o. Manuskript, 92 s. a prílohy, Žilina
- Mrosko, J., 2006: Lúbietová – geodetické určenie priestorových zmien zosuvného územia. ŠGÚDŠ, RC Spišská Nová Ves, 31 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Nemčok, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, vyd. Slov. akadémie vied, 319 s., Bratislava
- Ondrášik, R., 2009: Zhodnotenie výsledkov monitoringu tektonickej aktivity územia projektovanej PVE Ipeľ po posledných geodetických meraniach v roku 2009. Expertný posudok. Archív SEP-Vodné elektrárne, Trenčín, 7 s.
- Otepka, J., Menzelová, O., Mesko, M., 1983: Hlohovec - Sered' – prieskum a sanácia zosuvov. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. 141 s. IGHP Bratislava
- Petro, L., Stercz, M., 1998: Inžinierskogeologické posúdenie lokality Fintice. Manuskript, 7 s., GS SR, Regionálne centrum, Košice
- Petro, L., Wagner, P., Polaščinová, E., 2001: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 131 – 135, Bratislava
- Petro, L., Košťák, B., Polaščinová, E., Spišák, Z., 1999: Monitoring blokových pohybov v Slanských vrchoch. Miner. Slov., 31, s. 549 – 554
- Petro, L., Vlčko, J., Ondrášik, R., Polaščinová, E., 2004: Recent tectonics and slope failures in the Western Carpathians. Engineering Geology, 74, s. 103 – 112
- Pisca, P., Bitterer, L., 2009: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. 55. etapove meranie. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 12 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Ponziani, F., Boscherini, A., Felicioni, G., Mencaroni, B., Ogna, M., Severi, A., Sorrentino, A., Tesorini, M., Toccacelli, B., Cardinali, R., Buccioli, A., 2008: Early warning system for rockfalls and landslides risk prevention. Int. Geol. Congress, Oslo, Poster presentation
- Šimon, L. (ed.), Elečko, M., Lexa, J., Kohút, M., Halouzka, R., Gross, P., Pristaš, J., Konečný, V., Mello, J., Polák, M., Vozárová, A., Vozár, J., Havrila, M., Köhlerová, M., Stolár, M., Jánová, V., Marcin, D., Szalaiová, V., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1:50 000. GS SR, Vyd. D. Štúra, 281 s., Bratislava
- Turovský, F., 2009: Výsledky kontrolného merania, Kvašov – zosuv. Geoexperts, spol. s r. o. Žilina, 10 s. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Vařilová Z., Zvelebil J., 2005: Sandstone Relief Geohazards and their Mitigation: Rock Fall Risk Management in the Bohemian Switzerland National Park. In: R. Christian, & Y. Krippel (ed.): Sandstone landscapes in Europe: Past, Present and Future. Vianden, 53 – 38
- Vlčko, J., Greif, V., Henčelová, L., 2006: Inžinierskogeologické posúdenie stability hradného brala NKP Devín. In: P. Wagner, A. Klukanová a J. Frankovská (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. abstraktov z V. konferencie. Bratislava, s. 15 (CD ROM – 12 s.)
- Vybíral, V., Wagner, P., 2002: Interpretácia výsledkov meraní poľa PEE pri monitorovaní svahových deformácií. In: A. Klukanová a M. Hrašna (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 3. konferencie. ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, Bratislava, 31 – 34
- Vybíral, V., 2009: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Vybíral, V., Wagner, P., 2004: Hodnotenie stability územia na základe výsledkov merania poľa PEE. In: A. Klukanová a J. Frankovská (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov zo 4. konferencie. ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, Bratislava, 71 – 74
- Wagner, P., Iglárová, L., Petro, L., Scherer, S., 2002: Monitorovanie zosuvov a iných svahových deformácií. Geol. práce, Spr., 106, 21 – 42
- Willenberg, H., Spilmann, T., Eberhardt, E., Evans, K., Loew, S., Maurer, H., R., 2002: Multidisciplinary monitoring of progressive failure processes in brittle rock slopes – Concepts and system design. In: J. Rybář, J. Stemberk, P. Wagner (ed.): „Landslides“, Proc. The first European Conference on Landslides. A. A. Balkema, 477 – 483





## **Prílohová časť**

<b>1 Zosuvy a iné svahové deformácie</b>		str.
1.1	Veľká Čausa	1
1.2	Handlová – Morovnianske sídlisko	6
1.3	Handlová – Kunešovská cesta	9
1.4	Fintice	11
1.5	Dolná Mičiná	13
1.6	Lubietová	17
1.7	Slanec – TP	19
1.8	Handlová – zosuv z roku 1960	21
1.9	Okoličné	23
1.10	Liptovská Mara	26
1.11	Bojnice	31
1.12	Kvašov	33
1.13	Hlohovec – Posádka	34
1.14	Vištuk	36
1.15	Malá Čausa	38
1.16	Veľká Izra	39
1.17	Sokol	40
1.18	Košický Klečenov	41
1.19	Jaskyňa pod Spišskou	42
1.20	Banská Štiavnica	43
1.21	Handlová – Baňa	44
1.22	Demjata	45
1.23	Starina	46
1.24	Slovenský raj (Pod večným dažďom)	47
1.25	Harmanec	48
1.26	Jakub	49
1.27	Železná studnička – Bratislava	50
1.28	Pezinská Baba	51
1.29	Lipovník	52
1.30	Stabilizačný násyp – Handlová	53

## Príl. 1.1: Veľká Čausa

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a.) Geodetické merania – terestrické

Bod	15.06.07 – 02.06.08					02.06.08 – 26.04.09				
	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H
	polohové	výškové	poloha	výška		polohové	výškové	poloha	výška	
P2	25,35	1,00	26,21	1,03	2	21,78	1,00	24,24	1,11	2
P3	11,11	5,00	11,48	5,17	1	3,72	0,00	4,14	0,00	1
P9	5,91	1,00	6,11	1,03	1	6,24	0,00	6,94	0,00	1
P11	17,45	1,00	18,04	1,03	1	6,28	7,00	6,99	7,79	1
P12	13,41	-7,00	13,86	7,24	1	3,76	4,00	4,19	4,45	1
P13	6,31	-22,00	6,55	22,81	2	7,50	3,00	8,35	3,34	1
P14	15,22	-8,00	15,74	8,27	1	8,90	-8,00	9,90	8,90	1
P16	21,56	-18,00	22,29	18,61	2	23,06	-9,00	25,66	10,02	2
P17	8,16	-16,00	8,44	16,54	1	10,61	-2,00	11,80	2,23	1
P18	2,26	-16,00	2,55	18,08	1	8,68	-2,00	9,66	2,23	1
P19	15,38	-10,00	15,91	10,34	1	20,48	-4,00	22,79	4,45	2
P21	12,44	-16,00	12,86	16,54	1	16,12	-14,00	17,94	15,58	1
P22	1,53	-6,00	1,58	6,20	1	6,66	-18,00	7,42	20,03	2
P23	10,69	-13,00	11,06	13,44	1	1,93	3,00	2,15	3,34	1
P24	4,62	-6,00	4,77	6,20	1	2,26	-9,00	2,52	10,02	1
P26	1,17	-20,00	1,21	20,68	2	10,82	-11,00	12,05	12,24	1
P28	13,51	-11,00	13,97	11,37	1	19,85	-3,00	22,09	3,34	2
P29	8,78	-24,00	9,08	24,82	2	29,96	11,00	33,34	12,24	2

### a<sub>2</sub>) Geodetické merania - GPS

Bod	2008				2009							
	17.06.08 – 25.09.08		25.09.08 – 17.06.09		17.06.09 – 21.10.09		17.06.09 – 21.10.09					
	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]					
	polohové	výškové	poloha	výška	polohové	výškové	poloha	výška				
P13	6,32	-36,0	23,32	-132,77			4,72*	-5,00*	4,40*	-4,66*		
P14	9,43	-40,0	34,78	-147,46	6,00	-10,0	8,23	-13,72	5,70	17,0	16,55	49,40
P17	7,07	-42,0	26,06	-154,82	2,00	-5,0	2,74	-6,86	6,36	0,0	18,48	0,00
P18	12,81	-46,0	47,22	-169,60	4,00	-1,0	5,49	-1,37	1,86	0,0	5,42	0,00
P22	10,44	-41,0	38,49	-151,15	5,83	-13,0	8,00	-17,84	2,63	2,0	7,65	5,82
P23	13,60	-35,0	50,10	-128,93					5,28*	-18,00*	4,92*	-16,79*
P24	10,77	-45,0	39,66	-165,71	1,00	0,00	1,37	0,00	2,11	-2,0	6,13	-5,82
PW1	7,07	-34,0	25,82	-124,15	5,39	-3,0	7,42	-4,13	18,51	-20,0	53,84	-58,18
PW2	5,00	-29,0	18,26	-105,90	16,97	-18,0	23,37	-24,78	11,23	7,0	32,65	20,36

\*uvedené hodnoty premiestnenia bodu a ich rýchlosti sú za obdobie 25.09.08 – 21.10.09

**b) Inklinometrické merania**

Bod	2008				2009			
	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H
		18.06.07 – 17.06.08				17.06.08 – 06.07.09		
VČ- 1	5,3	4,52/14	4,52	2	5,3	2,04/39	1,94	1
VČ- 1	5,8	3,84/18	3,84	2	5,8	1,97/42	1,87	1
VČ- 1	9,8	0,12/195	0,12	1	9,8	0,27/143	0,26	1
		17.05.07 – 09.06.08				09.06.08 – 29.04.09		
VČ- 5	4,2	0,79/44	0,74	1	4,2	0,06/108	0,07	1
VČ- 5	6,2	0,59/138	0,55	1	6,2	0,16/338	0,18	1
VČ- 5	6,7	0,25/104	0,23	1	6,7	0,07/315	0,08	1
VČ- 5	8,7	0,15/176	0,14	1	8,7	0,22/167	0,25	1
		17.05.07 – 09.06.08				09.06.08 – 29.04.09		
VČ- 6	5,3	1,66/99	1,56	1	5,3	1,31/43	1,48	1
VČ- 6	5,8	1,44/110	1,35	1	5,8	0,75/16	0,84	1
VČ- 6	13,8	0,56/113	0,53	1	13,8	0,71/326	0,80	1
		04.06.07 – 16.06.08				16.06.08 – 12.05.09		
VČ- 7	2,4	0,70/279	0,68	1	2,4	0,53/335	0,59	1
VČ- 7	5,9	0,83/274	0,80	1	5,9	0,17/355	0,19	1
VČ- 7	11,4	0,52/251	0,50	1	11,4	0,52/27	0,58	1
VČ- 7	17,9	0,20/297	0,19	1	17,9	0,22/17	0,24	1
		05.06.07 – 23.08.08				23.08.08 – 12.05.09		
VČ- 9	2,4	6,57/325	5,39	3	2,4	1,84/36	2,56	2
VČ- 9	4,4	3,12/291	2,56	2	4,4	4,26/148	5,93	3
		17.05.07 – 09.06.08				09.06.08 – 29.04.09		
VČ-10	6,4	2,90/79	2,72	2	6,4	1,40/65	1,58	1
VČ-10	8,9	3,17/26	2,97	2	8,9	0,97/40	1,09	1
VČ-10	9,9	8,78/30	8,24	3	9,9	1,08/29	1,22	1
VČ-10	12,9	3,81/357	3,57	2	12,9	0,74/353	0,83	1
VČ-10	21,9	4,10/246	3,85	2	21,9	0,12/295	0,14	1
		04.06.07 – 16.06.08				16.06.08 – 12.05.09		
VČ-12	2,3	2,98/241	2,88	2	2,3	4,61/65	5,10	3
VČ-12	3,8	2,79/244	2,69	2	3,8	4,20/65	4,65	2
VČ-12	4,8	2,63/248	2,54	2	4,8	3,77/64	4,17	2
VČ-12	13,3	0,54/232	0,52	1	13,3	1,02/76	1,13	1
		04.06.07 – 09.06.08				09.06.08 – 12.05.09		
VČ-13	1,9	1,92/319	1,89	1	1,9	1,95/43	2,11	2
VČ-13	4,4	1,04/309	1,02	1	4,4	1,98/53	2,14	2
VČ-13	7,4	0,85/302	0,84	1	7,4	1,35/39	1,46	1
VČ-13	16,4	0,17/303	0,17	1	16,4	0,39/20	0,42	1
		05.06.07 – 16.06.08				16.06.08 – 25.06.09		
VE-4	4,0	6,96/351	6,74	3	4,0	7,40/10	7,22	3
VE-4	9,5	0,92/194	0,89	1	9,5	1,02/23	1,00	1

c) Merania PEE

Bod	Výška pažnice [m]	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	2008				2009					
				H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-4	0,55	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	PV	5(3)	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	ST	4(2)
VČ-4	0,55	(7-8)	NZ	2(1)	(7-8)	ST	4(2)	(7-8)	NZ	2(1)	(7-8)	NZ	2(1)
VČ-4	0,55	(14-16)	ST	4(2)	(14-16)	PV	5(3)	(9-10)	ST	4(2)	(9-10)	PV	5(3)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-6	0,97	(0-9)	PN	3(2)	(0-9)	PN	3(2)	(0-9)	PN	3(2)	(0-9)	ST	4(2)
VČ-6	0,97	(9-14)	PN	3(2)	(9-14)	PN	3(2)	(9-14)	PN	3(2)	(9-14)	PN	3(2)
VČ-6	0,97	(14-18)	PN	3(2)	(14-18)	ST	4(2)	(14-18)	NZ	2(1)	(14-18)	ST	4(2)
VČ-6	0,97	(18-23)	NZ	2(1)	(18-23)	NZ	2(1)	(18-23)	BP	1(1)	(18-23)	PN	3(2)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-7	0,70	(0-5)	BP	1(1)	(0-6)	BP	1(1)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	PN	3(2)
VČ-7	0,70	(5-6)	PN	3(2)	(6-7)	NZ	2(1)	(5-6)	PN	3(2)	(5-6)	PN	3(2)
VČ-7	0,70	(6-14)	PN	3(2)	(7-14)	NZ	2(1)	(6-14)	PN	3(2)	(6-14)	PN	3(2)
VČ-7	0,70	(14-17)	NZ	2(1)	(14-17)	BP	1(1)	(14-17)	NZ	2(1)	(14-17)	NZ	2(1)
VČ-7	0,70	(17-22)	BP	1(1)	(17-22)	BP	1(1)	(17-22)	BP	1(1)	(17-22)	BP	1(1)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-9	0,50	(0-5)	BP	1(1)	(0-5)	BP	1(1)	(0-5)	BP	1(1)	(0-5)	ST	4(2)
VČ-9	0,50	(5-10)	PN	3(2)	(5-10)	PN	3(2)	(5-10)	PN	3(2)	(5-10)	PN	3(2)
VČ-9	0,50	(10-14)	ST	4(2)	(10-13)	ST	4(2)	(10-14)	PN	3(2)	(10-14)	ST	4(2)
VČ-9	0,50	(14-16)	ST	4(2)	(13-15)	PV	5(3)	(14-16)	PN	3(2)	(14-16)	PN	3(2)
VČ-9	0,50	(19-23)	PN	3(2)	(19-23)	PN	3(2)	(19-23)	BP	1(1)	(19-23)	BP	1(1)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-10	0,60	(0-8)	PN	3(2)	(0-8)	PN	3(2)	(0-8)	PN	3(2)	(0-8)	ST	4(2)
VČ-10	0,60	(8-15)	PN	3(2)	(8-15)	PN	3(2)	(8-15)	PN	3(2)	(8-15)	PN	3(2)
VČ-10	0,60	(15-20)	PN	3(2)	(15-20)	ST	4(2)	(15-20)	NZ	2(1)	(15-20)	PN	3(2)
VČ-10	0,60	(20-24)	BP	1(1)	(20-24)	BP	1(1)	(20-24)	BP	1(1)	(20-24)	NZ	2(1)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-11	0,62	(0-8)	NZ	2(1)	(0-8)	NZ	2(1)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)
VČ-11	0,62				(14-18)	ST	4(2)	(6-8)	PV	5(3)	(6-8)	PV	5(3)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-12	0,72	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	PN	3(2)
VČ-12	0,72	(5-9)	ST	4(2)	(5-9)	ST	4(2)	(5-9)	ST	4(2)	(5-9)	ST	4(2)
VČ-12	0,72	(9-13)	ST	4(2)	(9-13)	ST	4(2)	(9-13)	PN	3(2)	(9-13)	PN	3(2)
VČ-12	0,72	(13-17)	NZ	2(1)	(13-17)	NZ	2(1)	(13-17)	BP	1(1)	(13-17)	BP	1(1)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VČ-13	0,57	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	BP	1(1)	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	NZ	2(1)
VČ-13	0,57	(6-9)	PN	3(2)	(6-9)	PN	3(2)	(6-9)	NZ	2(1)	(6-9)	ST	4(2)
VČ-13	0,57	(9-18)	NZ	2(1)	(9-18)	NZ	2(1)	(9-18)	BP	1(1)	(9-18)	NZ	2(1)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
VE-4	0,00	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	PN	3(2)
VE-4	0,00	(5-10)	ST	4(2)	(5-10)	ST	4(2)	(5-7)	ST	4(2)	(5-6)	NZ	2(1)
VE-4	0,00	(10-14)	ST	4(2)	(10-14)	ST	4(2)	(7-11)	NZ	2(1)	(6-11)	NZ	2(1)
VE-4	0,00	(14-14)	ST	4(2)	(14-14)	ST	4(2)	(11-14)	PN	3(2)	(11-14)	ST	4(2)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
PO-1	0,78	(0-4)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-4)	PN	3(2)	(0-4)	ST	4(2)
PO-1	0,78	(4-10)	PN	3(2)	(6-10)	NZ	2(1)	(4-10)	BP	1(1)	(4-10)	NZ	2(1)
					13.05.08		30.09.08		07.04.09		13.11.09		
PO-2	0,75	(0-5)	ST	4(2)	(0-3)	ST	4(2)	(0-5)	ST	4(2)	(0-5)	ST	4(2)
PO-2	0,75	(5-10)	PN	3(2)	(3-6)	PV	5(3)	(5-10)	BP	1(1)	(5-10)	PN	3(2)
PO-2	0,75				(5-10)	PN	3(2)						

**d) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody**

**d.) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] vykonávané pozorovateľom.**  
*(Informácia o hĺbke hladiny podzemnej vody sa vo všetkých prílohách udáva v m od povrchu terénu)*

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n.m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n.m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n.m.]		
VČ-3	47	12,39	309,47	19.01.08	13,27	308,59	31.12.08	12,72	309,14	0,88	1(1)
VČ-4	46	9,19	318,13	30.11.08	14,83	312,49	31.08.08	13,07	314,25	5,64	6(3)
VČ-5	45	6,66	311,78	30.03.08	7,89	310,55	26.10.08	7,23	311,21	1,23	2(1)
VČ-6	46	13,75	312,62	27.07.08	14,50	311,87	16.11.08	14,27	312,10	0,75	2(1)
VČ-7	46	4,39	331,12	30.03.08	6,21	329,30	20.12.08	5,42	330,09	1,82	1(1)
VČ-11	46	7,26	331,55	28.04.08	8,85	329,96	31.12.08	8,16	330,65	1,59	1(1)
VČ-13	48	0,58	332,43	22.03.08	6,99	326,02	30.11.08	4,20	328,81	6,41	4(2)
VE-4	48	13,51	309,27	28.04.08	16,69	306,09	23.11.08	13,76	309,02	3,18	1(1)
M-4	47	2,82	315,26	02.03.08	6,69	311,39	05.07.08	5,57	312,51	3,87	7(3)
J-107	46	1,35	321,94	27.01.08	6,23	317,06	14.12.08	4,66	318,63	4,88	5(3)
M-14	46	0,23	334,72	27.01.08	suchý		14.12.08				
M-8	48	0,49	328,80	22.03.08	2,01	327,28	29.06.08	1,26	328,03	1,52	2(1)
SŠ-1	46	2,35	325,64	30.03.08	7,25	320,74	24.02.08	5,06	322,93	4,90	1(1)
SŠ-2	44	6,28	315,29	03.02.08	suchý		20.12.08				
PO-1	48	-0,80	334,83	03.02.08	0,51	333,52	31.12.08	-0,24	334,27	1,31	8(3)
PO-2	48	1,32	338,24	27.01.08	3,55	336,01	30.11.08	2,39	337,17	2,23	5(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n.m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n.m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n.m.]		
VČ-3	52	12,38	309,48	14.03.09	13,68	308,18	07.11.09	13,20	308,66	1,30	1(1)
VČ-4	52	8,42	318,90	28.06.09	15,00	312,32	25.02.09	12,61	314,71	6,58	7(3)
VČ-5	23	6,81	311,63	29.03.09	7,61	310,83	27.09.09	7,28	311,16	0,80	1(1)
VČ-6	53	14,04	312,33	26.04.09	14,51	311,86	27.09.09	14,34	312,03	0,47	1(1)
VČ-7	52	4,71	330,80	29.03.09	6,18	329,33	10.01.09	5,73	329,78	1,47	1(1)
VČ-11	52	6,51	332,30	31.12.09	8,85	329,96	10.01.09	8,28	330,53	2,34	1(1)
VČ-13	52	0,30	332,71	29.03.09	6,98	326,03	28.11.09	4,84	328,17	6,68	4(2)
VE-4	52	13,42	309,36	26.04.09	13,68	309,10	10.01.09	13,58	309,20	0,26	1(1)
M-4	52	4,47	313,61	31.12.09	5,75	312,33	16.05.09	5,61	312,47	1,28	7(3)
J-107	55	1,25	322,04	29.03.09	6,24	317,05	25.10.09	5,18	318,11	4,99	4(2)
J-112	11	0,49	327,45	29.03.09	1,61	326,33	04.04.09	1,05	326,89	1,12	5(3)
M-14	52	0,10	334,85	31.12.09	6,00	328,95	28.11.09	3,89	331,06	5,90	4(2)
M-8	52	0,43	328,86	31.12.09	2,12	327,17	26.07.09	1,23	328,06	1,69	3(2)
SŠ-1	52	3,95	324,04	31.12.09	6,17	321,82	10.01.09	5,24	322,75	2,22	1(1)
SŠ-2	23	6,45	315,12	29.03.09	suchý						
PO-1	51	-0,33	334,36	04.04.09	0,47	333,56	10.01.09	0,05	333,98	0,80	8(3)
PO-2	52	1,12	338,44	29.03.09	3,55	336,01	25.10.09	2,51	337,05	2,43	7(3)

**d.) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomermi**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H		
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania				
AH-1	8784	2,18	319,92	03:00	25.03.08	3,98	318,12	11:00	14.10.08	3,17	318,93	1,80	7(3)
VČ-2	8783	10,33	309,18	06:00	20.12.08	12,14	307,37	22:00	09.11.08	11,15	308,67	1,81	5(3)
VČ-8	8779	0,40	336,40	22:00	28.01.08	3,94	331,46	18:00	17.11.08	2,19	333,64	3,54	7(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H		
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania				
AH-1	8760	2,14	320,08	10:00	30.03.09	3,86	318,36	21:00	08.10.09	3,31	318,91	1,72	7(3)
VČ-2	8760	9,94	309,57	22:00	25.12.09	12,19	307,32	16:00	27.09.09	11,18	308,33	2,25	4(2)
VČ-8	8760	0,86	334,54	20:00	25.12.09	3,97	331,43	04:00	09.10.09	2,57	332,83	3,11	4(2)

### e) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]

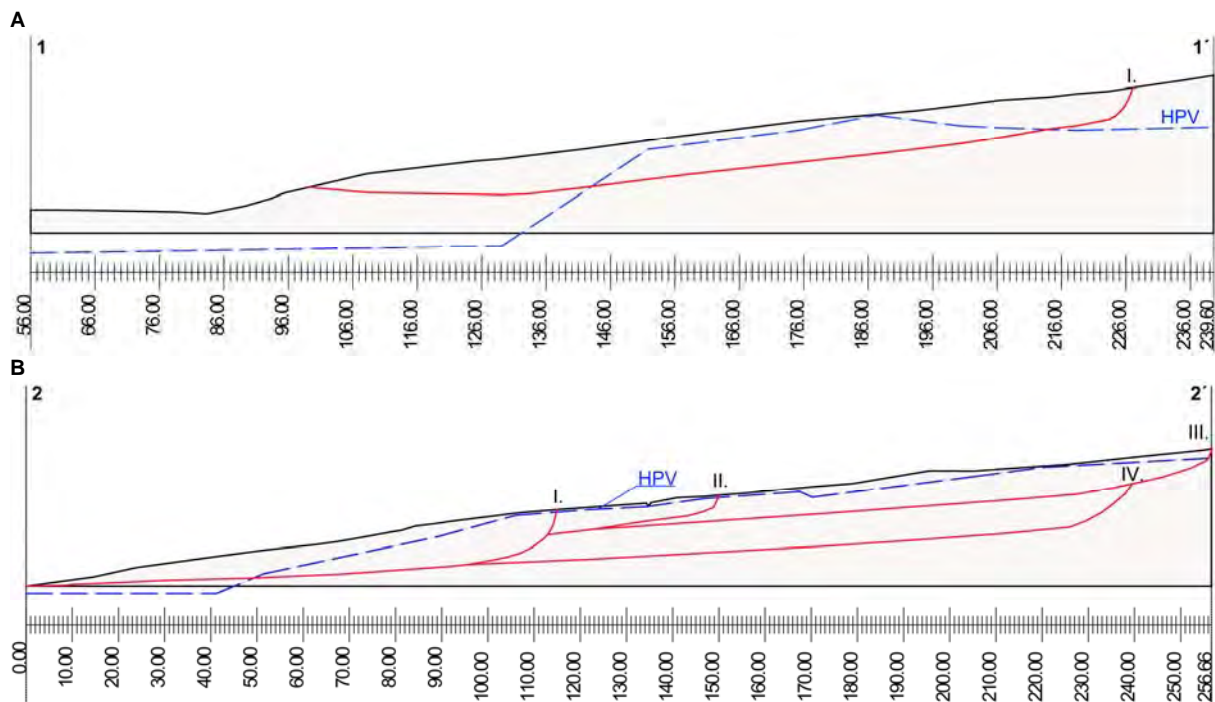
#### Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
VV-102	48	0,13	22.03.08	0,00	05.01.08	0,01	0,13	1
VV-103	48	1,09	15.03.08	0,00	25.05.08	0,20	1,09	1
VV-104	48	0,22	14.06.08	0,00	05.01.08	0,02	0,22	1
VV-107	48	0,30	22.03.08	0,01	19.01.08	0,04	0,29	1
VV-108	48	6,00	15.03.08	0,48	19.10.08	1,34	5,52	2
VV-109	48	24,00	22.03.08	3,00	21.06.08	6,75	21,00	3
VV-110	48	13,33	22.03.08	9,23	20.09.08	10,23	4,10	3

#### Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
VV-102	52	0,55	29.03.09	0,00	10.01.09	0,03	0,55	1
VV-103	52	0,55	31.12.09	0,00	10.01.09	0,02	0,55	1
VV-104	52	0,30	31.12.09	0,00	10.01.09	0,01	0,30	1
VV-107	52	0,00	14.03.09	0,00	14.03.09	0,00	0,00	1
VV-108	52	3,00	31.12.09	0,48	10.10.09	0,72	2,52	1
VV-109	52	12,00	22.03.09	3,00	18.07.09	5,19	9,00	3
VV-110	52	13,33	31.12.09	9,60	18.07.09	10,17	3,73	3

### f) Analýza stability svahu



f<sub>1</sub>) Inžinierskogeologické profily. A – výpočtový model 1-1'; B – výpočtový model 2-2'; HPV – maximálna hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná v roku 2000; I. – IV. – označenie šmykových plôch (spracované podľa Jadroňa a Mokrej, 1999)

### f<sub>2</sub>) Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín

Profil	Opis vrstvy	$\gamma$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\phi^*$ [°]	$c^*$ [kPa]
1-1'	íl tuhej až mäkkej konzistencie s polohami štrkov	19,70	11,00	0,00
2-2'	íl tuhej až mäkkej konzistencie s polohami štrkov a úlomkami ílovcov	19,10	11,00	0,00

\* reziduálne parametre šmykovej pevnosti

## Príl. 1.2: Handlová- Morovnianske sídlisko

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.6)

### a) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody (hpv)

#### a.) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] vykonávané pozorovateľom

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
HG-351	52	suchý		03.01.08	suchý		03.01.08				1(1)
J-317	52	3,13	487,23	26.05.08	suchý		26.05.08				2(1)
J-318	52	2,01	500,60	28.04.08	5,86	496,75	01.12.08	3,67	498,94	3,85	7(3)
P-1	24	1,10	431,05	10.03.08	4,96	427,19	10.11.08	3,91	428,24	3,86	4(2)
P-2	24	0,60	441,44	25.03.08	4,32	437,72	10.11.08	3,41	438,63	3,72	4(2)
P-3	24	1,74	450,04	25.03.08	5,49	446,29	10.11.08	4,43	447,35	3,75	4(2)
P-4	24	3,82	446,22	10.03.08	9,80	440,24	10.11.08	8,39	441,65	5,98	3(2)
P-5	24	3,07	453,29	25.03.08	4,73	451,63	08.12.08	4,17	452,19	1,66	3(2)
P-6	24	1,30	459,45	25.03.08	6,16	454,59	08.12.08	4,53	456,22	4,86	5(3)
P-7	24	7,33	436,25	25.03.08	11,08	432,50	09.01.08	9,67	433,91	3,75	7(3)
P-8	24	2,10	448,30	25.03.08	8,41	441,99	24.11.08	6,34	444,06	6,31	7(3)
P-9	24	7,71	440,50	10.03.08	10,73	437,48	09.01.08	9,46	438,75	3,02	4(2)
P-10	24	5,95	441,39	08.04.08	12,94	434,40	08.12.08	11,22	436,12	6,99	3(2)
P-11	24	-1,27	460,73	09.01.08	-0,05	459,51	11.08.08	-1,12	460,58	1,22	8(3)
P-12	24	10,43	439,34	08.04.08	13,86	435,91	09.01.08	11,71	438,06	3,43	5(3)
P-13	24	0,48	463,07	25.03.08	4,60	458,95	10.11.08	3,59	459,96	4,12	7(3)
P-15	24	7,54	465,21	25.03.08	suchý		26.02.08				3(2)
P-16	24	-1,17	476,94	08.04.08	5,38	470,39	08.12.08	2,88	472,89	6,55	8(3)
P-18	24	-1,08	466,77	10.06.08	suchý		22.07.08				8(3)
P-20	24	6,19	424,02	21.04.08	7,59	422,62	22.12.08	6,86	423,35	1,40	7(3)
P-21	24	2,46	446,22	25.03.08	3,95	444,73	26.02.08	3,10	445,58	1,49	7(3)
P-22	24	6,45	440,58	25.03.08	8,41	438,62	24.11.08	7,60	439,43	1,96	5(3)
P-23	24	2,78	453,37	25.03.08	4,18	451,97	24.11.08	3,50	452,65	1,40	4(2)
P-24	24	2,04	449,97	25.03.08	4,93	447,08	24.11.08	3,62	448,39	2,89	6(3)
P-25	24	12,26	475,34	08.04.08	13,45	474,15	08.12.08	13,28	474,32	1,19	6(3)
P-26	24	11,42	473,29	25.03.08	suchý		22.01.08				2(1)
P-27	24	4,99	476,16	25.03.08	suchý		26.05.08				6(3)
P-28	24	1,01	485,27	25.03.08	12,40	473,88	24.11.08	8,31	477,97	11,39	5(3)
P-29	24	11,84	462,58	10.06.08	13,93	460,49	26.02.08	13,49	460,93	2,09	6(3)
P-30	24	10,01	470,19	24.06.08	suchý		24.06.08				4(2)
P-31	24	1,31	500,99	25.03.08	6,20	496,10	07.07.08	5,41	496,89	4,89	3(2)
P-32	24	0,91	489,97	08.04.08	2,64	488,24	24.11.08	1,87	489,01	1,73	2(1)
P-33	24	1,76	493,32	08.04.08	5,43	489,65	24.11.08	3,28	491,80	3,67	4(2)
P-34	24	0,34	484,48	08.04.08	3,80	481,02	24.11.08	2,43	482,39	3,46	5(3)
P-35	24	0,75	496,69	25.03.08	2,55	494,89	20.10.08	1,80	495,63	1,80	2(1)
P-36	24	0,25	503,34	25.03.08	2,81	500,78	24.11.08	1,75	501,84	2,56	2(1)
P-37	24	4,49	497,65	10.11.08	suchý		22.12.08				3(2)
P-38	24	0,24	501,84	22.01.08	3,75	498,33	08.12.08	2,32	499,76	3,51	3(2)
VP-23	52	10,72	479,06	03.03.08	13,06	476,72	01.12.08	12,74	477,04	2,34	5(3)
VP-40	33	suchý		03.01.08	suchý		03.01.08				1(1)
VP-41	52	6,48	445,15	25.03.08	9,21	442,42	15.09.08	8,11	443,52	2,73	7(3)
VP-44	52	6,32	442,54	25.03.08	suchý		05.05.08				1(1)

Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
HG-351	53	suchý		02.01.09	suchý		02.01.09				1(1)
J-317	53	3,03	487,33	28.12.09	suchý		14.01.09				2(1)
J-318	53	4,49	498,12	14.04.09	6,04	496,57	24.11.09	5,31	497,30	1,55	5(3)
P-1	24	1,85	430,30	14.04.09	4,92	427,23	12.10.09	4,13	428,02	3,07	3(2)
P-2	24	1,34	440,70	14.04.09	4,48	437,56	07.09.09	3,70	438,34	3,14	3(2)
P-3	24	2,33	449,45	14.04.09	5,47	446,31	24.11.09	4,67	447,11	3,14	3(2)
P-4	24	4,88	445,16	09.03.09	9,68	440,36	07.12.09	8,67	441,37	4,80	3(2)
P-5	24	3,41	452,95	09.03.09	5,75	450,61	08.01.09	4,32	452,04	2,34	2(1)
P-6	24	2,71	458,04	14.04.09	6,29	454,46	21.12.09	5,07	455,68	3,58	3(2)
P-7	24	8,31	435,27	14.04.09	10,53	433,05	23.02.09	9,82	433,76	2,22	4(2)
P-8	24	3,13	447,27	09.03.09	8,21	442,19	21.12.09	6,69	443,71	5,08	7(3)
P-9	24	7,78	440,43	09.03.09	10,20	438,01	21.12.09	9,37	438,84	2,42	3(2)
P-10	24	9,11	438,23	09.03.09	12,68	434,66	08.01.09	11,61	435,73	3,57	2(1)
P-11	24	-1,27	460,73	21.01.09	-0,03	459,49	24.08.09	-0,88	460,34	1,24	1(1)
P-12	24	11,68	438,09	21.01.09	13,27	436,50	09.11.09	12,45	437,32	1,59	2(1)
P-13	24	0,95	462,60	09.03.09	4,75	458,80	21.12.09	4,01	459,54	3,80	6(3)
P-15	24	11,13	461,62	14.04.09	suchý		21.01.09				1(1)
P-16	24	0,01	475,76	09.03.09	5,63	470,14	24.11.09	3,67	472,10	5,62	5(3)
P-18	22	1,01	464,68	09.02.09	suchý		07.12.09				2(1)
P-20	24	6,70	423,51	28.04.09	7,78	422,43	23.02.09	7,12	423,08	1,08	7(3)
P-21	24	2,64	446,04	23.03.09	3,56	445,12	21.09.09	3,12	445,56	0,92	7(3)
P-22	24	6,57	440,46	14.04.09	8,30	438,73	12.10.09	7,69	439,34	1,73	4(2)
P-23	24	2,58	453,57	14.04.09	3,97	452,18	21.09.09	3,49	452,66	1,39	4(2)
P-24	24	2,74	449,27	14.04.09	4,83	447,18	12.10.09	4,02	447,99	2,09	3(2)
P-25	24	12,15	475,45	23.03.09	13,47	474,13	09.11.09	13,09	474,51	1,32	7(3)
P-26	24	12,67	472,04	09.03.09	suchý		14.04.09				1(1)
P-27	24	8,48	472,67	09.03.09	suchý		11.05.09				2(1)
P-28	24	1,75	484,53	13.07.09	suchý		13.07.09				4(2)
P-29	24	13,25	461,17	24.08.09	13,48	460,94	11.05.09	13,40	461,02	0,23	4(2)
P-30	41	11,27	468,93	11.05.09	suchý		07.09.09				2(1)
P-31	48	2,94	499,36	09.03.09	6,22	496,08	21.01.09	5,84	496,45	3,28	2(1)
P-32	48	1,02	489,86	09.03.09	2,61	488,27	12.10.09	1,95	488,93	1,59	2(1)
P-33	48	1,53	493,55	09.03.09	5,26	489,82	24.11.09	3,63	491,45	3,73	4(2)
P-34	48	0,65	484,17	09.03.09	3,69	481,13	09.11.09	2,75	482,07	3,04	4(2)
P-35	48	0,99	496,45	23.03.09	2,47	494,97	27.10.09	1,90	495,54	1,48	2(1)
P-36	48	0,65	502,94	09.03.09	2,81	500,78	09.11.09	2,01	501,58	2,16	2(1)
P-37	48	5,15	496,99	21.09.09	suchý		21.09.09				2(1)
P-38	48	0,26	501,82	09.03.09	3,68	498,40	12.10.09	2,57	499,51	3,42	3(2)
VP-23	53	12,71	477,07	27.01.09	13,14	476,64	19.10.09	12,99	476,79	0,43	2(1)
VP-41	53	6,21	445,42	30.03.09	9,27	442,36	27.10.09	8,14	443,49	3,06	7(3)
VP-44	53	4,88	443,98	30.03.09	suchý		09.02.09				1(1)



**a<sub>2</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomerami**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	pod ter. [m]	Max. úroveň hpv nad mor.			pod ter. [m]	Min. úroveň hpv nad mor.			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
			[m n. m.]	čas merania	dátum merania		[m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
P-17	8674	0,00	473,62	03:00	06.03.08	8,90	464,72	23:00	25.11.08	5,63	467,99	8,90	6(3)
P-19	8640	0,00	435,43	16:00	21.03.08	3,84	431,59	09:00	26.11.08	2,30	433,13	3,84	5(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	pod ter. [m]	Max. úroveň hpv nad mor.			pod ter. [m]	Min. úroveň hpv nad mor.			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
			[m n. m.]	čas merania	dátum merania		[m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
P-17	8565	0,00	473,62	10:00	04.03.09	8,90	464,72	00:00	29.08.09	6,19	467,43	8,90	7(3)
P-19	8760	0,00	435,43	03:00	24.03.09	3,76	431,67	16:00	09.11.09	2,59	432,84	3,76	5(3)

**b) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
A	52	68,18	01.04.08	11,45	01.12.08	36,40	56,73	3
B	52	67,42	01.04.08	11,81	17.11.08	35,11	55,61	3
C	52	69,77	01.04.08	15,58	10.11.08	39,21	54,19	3
D	52	75,00	01.04.08	20,13	15.12.08	49,39	54,87	3
E	52	69,77	11.02.08	30,93	27.10.08	52,09	38,84	3
F	52	65,93	25.03.08	8,38	07.10.08	35,89	57,55	3
HV-101	24	1,12	22.01.08	0,01	09.01.08	0,12	1,11	1
HV-102	24	2,02	25.03.08	0,01	09.01.08	0,26	2,01	1
HV-6	52	0,74	25.03.08	0,01	09.01.08	0,10	0,73	1
HV-7	52	19,05	01.04.08	6,32	10.11.08	10,61	12,73	3
HV-8a	47	0,01	03.03.08	0,00	04.02.08	0,01	0,01	1
HV-8b	47	0,01	03.03.08	0,00	04.02.08	0,01	0,01	1
JH-5	52	69,77	17.03.08	0,00	03.01.08	7,15	69,77	3
JH-6	52	12,05	28.01.08	1,31	27.10.08	3,14	10,74	3

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
A	52	67,42	14.04.09	11,76	21.12.09	28,66	55,66	3
B	53	65,22	14.04.09	12,02	21.12.09	26,39	53,20	3
C	53	68,97	30.03.09	15,08	28.09.09	31,46	53,89	3
D	53	69,77	14.04.09	24,39	21.12.09	43,11	45,38	3
E	53	70,59	14.04.09	29,27	08.01.09	50,78	41,32	3
F	53	70,59	14.04.09	9,84	19.10.09	23,14	60,75	3
HV-101	24	0,39	14.04.09	0,00	09.02.09	0,02	0,39	1
HV-102	24	0,88	23.03.09	0,00	11.05.09	0,15	0,88	1
HV-6	53	1,75	28.12.09	0,00	27.01.09	0,14	1,75	1
HV-7	53	18,35	30.03.09	0,00	27.10.09	9,43	18,35	3
HV-8a	53	0,00	27.01.09	0,00	27.01.09	0,00	0,00	1
HV-8b	53	0,00	27.01.09	0,00	27.01.09	0,00	0,00	1
JH-5	53	64,52	30.03.09	0,00	02.01.09	2,81	64,52	2
JH-6	53	9,15	30.03.09	1,41	19.10.09	2,44	7,74	2

### Príl. 1.3: Handlová – Kunešovská cesta

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

#### a) Geodetické merania

Bod	21.05.07 – 14.05.08		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H
	Premiestnenie [mm] polohové	výškové	poloha	výška	
22=2	78,43	-8	79,75	8,13	3
3=1	83,24	-8	84,63	8,13	3
45	72,18	0	73,39	0	3
MK2	39,22	4	39,87	4,07	2

#### b) Inklinometrické merania

Bod	2008				2009			
	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H
	25.04.07 – 19.05.08				19.05.08 – 28.04.09			
JK-1	2,0	0,54/74	0,51	1	2,0	0,37/166	0,39	1
JK-1	4,0	0,15/112	0,14	1	4,0	0,61/191	0,65	1
JK-1	9,0	0,30/136	0,28	1	9,0	0,10/177	0,11	1
	25.04.07 – 19.05.08				19.05.08 – 28.04.09			
JK-2	2,2	0,89/133	0,83	1	2,2	4,52/280	4,80	2
JK-2	3,2	1,55/99	1,45	1	3,2	3,47/291	3,68	2
	25.04.07 – 19.05.08				19.05.08 – 28.04.09			
JK-3	2,0	0,93/245	0,87	1	2,0	1,73/274	1,84	1
JK-3	2,5	0,74/244	0,69	1	2,5	1,94/268	2,06	2
	25.04.07 – 06.06.08				06.06.08 – 28.04.09			
JK-6	3,8	0,86/340	0,77	1	3,8	2,28/233	2,55	2
JK-6	4,8	0,98/337	0,88	1	4,8	1,97/236	2,21	2
	25.04.07 – 19.05.08				19.05.08 – 28.04.09			
JK-7	1,4	1,05/358	0,98	1	1,4	2,42/316	2,57	2
JK-7	1,9	1,18/356	1,10	1	1,9	1,43/315	1,52	1
JK-7	3,9	0,70/335	0,66	1	3,9	2,51/291	2,66	2
JK-7	4,4	0,57/349	0,53	1	4,4	2,29/285	2,43	2

#### c) Merania PEE

Bod	Výška pažnice [m]	2008				2009							
		Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H			
		14.05.08			01.10.08			08.04.09			17.11.09		
JK-1	1,17	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	PN	3(2)
JK-1	1,17	(5-7)	NZ	2(1)	(5-7)	NZ	2(1)	(5-7)	PN	3(2)	(5-9)	PN	3(2)
JK-1	1,17	(7-10)	PN	3(2)	(7-10)	NZ	2(1)	(7-8)	PN	3(2)	(9-11)	ST	4(2)
JK-1	1,17	(10-14)	NZ	2(1)	(10-14)	PN	3(2)	(8-12)	BP	1(1)	(11-14)	ST	4(2)
		14.05.08			01.10.08			08.04.09			17.11.09		
JK-2	0,77	(0-4)	BP	1(1)	(0-4)	BP	1(1)	(0-4)	BP	1(1)	(0-3)	BP	1(1)
JK-2	0,77	(5-7)	PN	3(2)	(5-7)	ST	4(2)	(5-7)	PN	3(2)	(3-7)	ST	4(2)
JK-2	0,77	(7-12)	PN	3(2)	(7-12)	ST	4(2)	(7-12)	NZ	2(1)	(7-12)	PN	3(2)
JK-2	0,77	(12-15)	PN	3(2)	(12-15)	NZ	2(1)	(12-15)	BP	1(1)	(12-15)	NZ	2(1)
		14.05.08			01.10.08			08.04.09			17.11.09		
JK-3	0,47	(0-5)	ST	4(2)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	ST	4(2)	(0-5)	ST	4(2)
JK-3	0,47	(5-10)	PN	3(2)	(5-10)	NZ	2(1)	(5-10)	NZ	2(1)	(5-10)	NZ	2(1)
JK-3	0,47	(10-12)	PN	3(2)	(10-12)	BP	1(1)	(10-12)	BP	1(1)	(10-12)	BP	1(1)
		14.05.08			01.10.08			08.04.09			17.11.09		
JK-6	0,74				(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	ST	4(2)
JK-6	0,74	(6-14)	BP	1(1)	(6-14)	BP	1(1)	(6-14)	BP	1(1)	(6-10)	NZ	2(1)
JK-6	0,74										(10-14)	BP	1(1)
		14.05.08			01.10.08			08.04.09			17.11.09		
JK-7	1,08	(0-4)	NZ	2(1)	(0-4)	BP	1(1)	(0-4)	PN	3(2)	(0-4)	NZ	2(1)
JK-7	1,08	(4-8)	BP	1(1)	(4-8)	PN	3(2)	(4-8)	NZ	2(1)	(4-8)	NZ	2(1)
JK-7	1,08	(8-14)	BP	1(1)	(8-14)	BP	1(1)	(8-14)	BP	1(1)	(8-14)	BP	1(1)

**d) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JK-1	52	6,27	503,66	21.04.08	8,87	501,06	22.12.08	8,05	501,88	2,60	5(3)
JK-2	52	3,33	488,85	14.04.08	5,65	486,53	01.12.08	4,63	487,55	2,32	7(3)
JK-3	52	1,46	485,30	25.03.08	3,72	483,04	24.11.08	2,75	484,01	2,26	7(3)
JK-4	52	0,74	472,58	28.01.08	1,53	471,79	01.07.08	1,04	472,28	0,79	5(3)
JK-5	52	1,33	468,42	25.03.08	2,04	467,71	15.09.08	1,60	468,15	0,71	3(2)
JK-6	52	2,44	483,08	03.03.08	4,25	481,27	15.09.08	3,63	481,89	1,81	7(3)
JK-7	52	1,96	478,41	25.03.08	4,22	476,15	17.11.08	3,35	477,02	2,26	5(3)
MK-4	52	2,50	483,10	03.03.08	suchý		13.10.08				7(3)
MK-6	52	1,13	488,28	03.03.08	suchý		18.08.08				7(3)
MK-8	52	0,34	480,90	25.03.08	4,86	476,38	24.11.08	2,53	478,71	4,52	7(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JK-1	53	6,80	503,13	14.04.09	9,03	500,90	24.11.09	8,35	501,58	2,23	4(2)
JK-2	53	3,33	488,85	06.04.09	5,70	486,48	09.11.09	4,75	487,43	2,37	7(3)
JK-3	53	1,05	485,71	30.03.09	3,73	483,03	09.11.09	2,83	483,93	2,68	7(3)
JK-4	53	0,66	472,66	30.03.09	1,32	472,00	07.09.09	1,01	472,31	0,66	5(3)
JK-5	53	1,14	468,61	30.03.09	1,91	467,84	07.09.09	1,54	468,21	0,77	4(2)
JK-6	53	2,37	483,15	30.03.09	4,25	481,27	19.10.09	3,66	481,86	1,88	6(3)
JK-7	53	1,84	478,53	30.03.09	4,17	476,20	12.10.09	3,42	476,95	2,33	5(3)
MK-4	53	2,46	483,14	30.03.09	4,38	481,22	09.11.09	3,72	481,88	1,92	7(3)
MK-6	53	0,82	488,59	30.03.09	suchý		10.08.09				7(3)
MK-8	53	0,17	481,07	30.03.09	4,88	476,36	01.12.09	2,65	478,59	4,71	6(3)

**e) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť		Min. výdatnosť		Priemer. výdat.	Max. kolísanie výdat.	H
		[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	[l.min <sup>-1</sup> ]	
HV-1	52	1,85	25.03.08	0,00	27.10.08	0,54	1,85	1
HV-3	52	2,64	03.03.08	0,70	10.11.08	1,23	1,94	2
HV-4	52	2,12	03.03.08	0,01	13.10.08	0,53	2,11	1
výtok	52	55,56	25.03.08	0,00	04.08.08	7,76	55,56	3

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť		Min. výdatnosť		Priemer. výdat.	Max. kolísanie výdat.	H
		[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	[l.min <sup>-1</sup> ]	
HV-1	53	1,95	30.03.09	0,00	20.07.09	0,45	1,95	1
HV-3	53	2,45	30.03.09	0,42	05.10.09	1,09	2,03	2
HV-4	53	2,82	30.03.09	0,00	21.09.09	0,40	2,82	1
výtok	53	65,22	30.03.09	0,00	25.05.09	5,17	65,22	3

## Príl. 1.4: Fintice

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a) Geodetické merania

Bod	21.06.06 – 20.07.08					20.07.08 – 05.06.09				
	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H
	polohové	výškové	poloha	výška		polohové	výškové	poloha	výška	
P-1	11,18	1,00	5,37	0,48	1	10,05	-5,00	11,46	5,70	1
P-2	6,40	0,00	3,08	0,00	1	0,00	2,00	0,00	2,28	1
P-3	5,00	-3,00	2,40	1,44	1	7,07	0,00	8,07	0,00	1
P-4	2,83	-4,00	1,36	1,92	1	5,83	0,00	6,65	0,00	1
P-5	24,41	-7,00	11,72	3,36	1	14,87	-1,00	16,96	1,14	1

### b) Inklinometrické merania

Bod	2008				2009			
	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H
	02.07.07 – 15.08.08				15.08.08 – 21.05.09			
K-3	2,0	2,82/198	2,51	2	2,0	1,66/58	2,17	2
K-3	2,5	3,09/193	2,75	2	2,5	1,30/64	1,70	1
K-3	8,0	2,23/184	1,99	1	8,0	1,52/101	1,99	1
K-3	15,0	0,78/154	0,69	1	15,0	1,24/95	1,62	1
K-4	2,5	1,29/110	1,15	1	2,5	1,44/1	1,88	1
K-4	3,0	1,86/79	1,66	1	3,0	1,82/23	2,38	2
K-5	8,0	0,63/87	0,56	1	8,0	6,00/227	7,85	3
K-5	11,0	1,20/125	1,07	1	11,0	7,87/218	10,30	3
K-5	25,0	2,35/155	2,09	2	25,0	2,87/302	3,75	2
K-5	27,5	2,04/164	1,82	1	27,5	2,33/291	3,05	2

### c) Merania PEE

Bod	Výška pažnice [m]	2008				2009					
		Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	
		26.11.08				07.05.09				29.07.09	
K-1a	0,00	(0-6)	PV	5(3)	(0-6)	PV	5(3)	(0-6)	PN	3(2)	
K-1a	0,00	(6-8)	ST	4(2)	(6-8)	ST	4(2)	(6-8)	BP	1(1)	
K-2b	0,51	(0-5)	PV	5(3)	(0-5)	PV	5(3)	(0-5)	NZ	2(1)	
K-2b	0,51	(5-12)	BP	1(1)	(5-12)	BP	1(1)	(5-12)	NZ	2(1)	
K-3	0,00	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	PV	5(3)	(0-5)	PV	5(3)	
K-3	0,00	(5-8)	PV	5(3)	(5-8)	ST	4(2)	(5-8)	PV	5(3)	
K-3	0,00	(8-19)	BP	1(1)	(8-15)	PN	3(2)	(8-19)	BP	1(1)	
K-3	0,00				(15-19)	BP	1(1)				
K-4	0,00	(0-5)	PV	5(3)	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	PN	3(2)	
K-4	0,00	(5-11)	PN	3(2)	(5-11)	ST	4(2)	(5-11)	NZ	2(1)	
K-4	0,00	(11-16)	NZ	2(1)	(11-16)	PN	3(2)	(11-16)	BP	1(1)	
K-4	0,00	(16-38)	BP	1(1)	(16-38)	BP	1(1)	(16-38)	BP	1(1)	
K-5	0,00	(0-6)	PV	5(3)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	ST	4(2)	
K-5	0,00	(6-14)	ST	4(2)	(6-14)	ST	4(2)	(6-14)	ST	4(2)	
K-5	0,00	(14-20)	PV	5(3)	(14-20)	ST	4(2)	(14-20)	PN	3(2)	
K-5	0,00	(20-32)	NZ	2(1)	(20-32)	PN	3(2)	(20-32)	PN	3(2)	
K-5	0,00	(32-43)	BP	1(1)	(32-43)	BP	1(1)	(32-43)	BP	1(1)	

**d) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody**

**d<sub>1</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] vykonávané pozorovateľom**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
K-1	9	3,36	348,64	27.02.08	6,02	345,98	26.11.08	5,04	346,96	2,66	5(3)
K-2	10	0,50	370,50	27.03.08	1,37	369,63	26.11.08	0,92	370,08	0,87	1(1)
K-2b	10	1,12	376,98	26.05.08	1,60	376,50	26.11.08	1,35	376,75	0,48	1(1)
K-3	10	0,30	433,70	25.07.08	1,25	432,75	27.03.08	0,87	433,13	0,95	5(3)
K-4	10	3,62	490,38	27.08.08	4,46	489,54	25.07.08	4,21	489,79	0,84	1(1)
K-4a	10	0,91	493,09	25.07.08	2,44	491,56	26.11.08	2,04	491,96	1,53	6(3)
K-4b	10	0,74	493,26	25.07.08	2,28	491,72	26.11.08	1,86	492,14	1,54	6(3)
K-5	10	14,29	522,71	28.04.08	14,95	522,05	27.02.08	14,60	522,40	0,66	2(1)
K-5a	10	14,46	522,54	28.04.08	14,94	522,06	27.03.08	14,68	522,32	0,48	2(1)
K-5b	10	14,32	522,68	27.08.08	14,88	522,12	27.02.08	14,59	522,41	0,56	1(1)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
K-1	11	0,75	351,25	28.01.09	5,77	346,23	06.10.09	4,07	347,93	5,02	7(3)
K-2	11	0,49	370,51	24.02.09	1,41	369,59	30.10.09	0,87	370,13	0,92	2(1)
K-2b	11	1,19	376,91	01.12.09	1,45	376,65	06.10.09	1,32	376,78	0,26	1(1)
K-3	11	0,52	433,48	01.12.09	1,25	432,75	28.01.09	0,90	433,10	0,73	4(2)
K-4	11	4,00	490,00	26.03.09	4,40	489,60	28.01.09	4,20	489,80	0,40	1(1)
K-4a	11	1,46	492,54	28.01.09	2,34	491,66	26.06.09	2,03	491,97	0,88	5(3)
K-4b	11	1,28	492,72	28.01.09	2,17	491,83	06.10.09	1,85	492,15	0,89	5(3)
K-5	11	12,95	524,05	01.12.09	14,59	522,41	26.06.09	13,98	523,02	1,64	7(3)
K-5a	11	13,13	523,87	01.12.09	14,69	522,31	28.01.09	14,10	522,90	1,56	6(3)
K-5b	11	12,69	524,31	01.12.09	14,58	522,42	28.01.09	13,90	523,10	1,89	7(3)

**d<sub>2</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomermi**

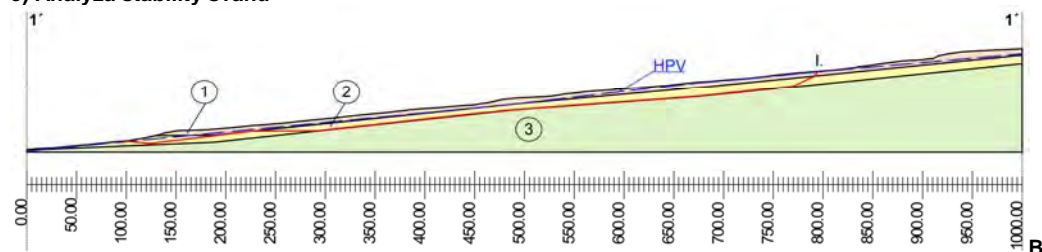
**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv				Min. úroveň hpv				Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
K-1a	8784	4,81	347,19	00:00	23.04.08	6,73	345,27	18:00	26.11.08	5,97	346,03	1,92	5(3)
K-2a	8783	1,40	369,60	18:00	27.07.08	2,32	368,68	22:00	15.11.08	1,89	369,11	0,92	7(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv				Min. úroveň hpv				Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
K-1a	8760	4,70	347,30	23:00	31.12.09	6,53	345,47	20:00	10.06.09	5,63	346,37	1,83	5(3)
K-2a	8760	1,23	369,77	11:00	16.11.09	2,38	368,62	15:00	30.05.09	1,82	369,18	1,15	7(3)

**e) Analýza stability svahu**



**e<sub>1</sub>) Inžinierskogeologický profil 1-1'. HPV – maximálna hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná v roku 2000 I. – označenie šmykovej plochy; 1 – deluviálna suť; 2 – zosuvné delúvium; 3 – ílovce (spracované podľa Petra a kol., 2001)**

**e<sub>2</sub>) Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín**

Opis vrstvy	$\gamma$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\phi^*$ [°]	$c^*$ [kPa]
íl štrkovitý, tuhej až pevnej konzistencie s obsahom ostrohranných úlomkov - deluviálna suť	20,00	20,60	23,00
íl štrkovitý, tuhej až mäkkej konzistencie - zosuvné delúvium	20,00	6,00	2,00
ílovce	20,00	21,00	25,00

\* reziduálne parametre šmykovej pevnosti

## Príl. 1.5: Dolná Mičiná

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a) Inklinometrické merania

Bod	Hĺbka pod terénom [m]	2008			H	2009			H
		Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]			Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		
		29.05.07 – 24.06.08				24.06.08 – 22.04.09			
JM- 8	6,5	1,83/337	1,70	1	6,5	3,31/335	4,00	2	
JM- 8	8,0	3,03/344	2,82	2	8,0	3,03/284	3,66	2	
JM- 8	9,5	2,55/4	2,37	2	9,5	3,53/250	4,27	2	
JM- 8	10,5	2,08/29	1,94	1	10,5	2,57/242	3,11	2	
		25.05.07 – 24.06.08				24.06.08 – 22.04.09			
JM-15	4,0	2,25/34	2,07	2	4,0	1,23/178	1,49	1	
JM-15	4,5	2,38/35	2,19	2	4,5	1,16/180	1,40	1	
JM-15	5,5	2,55/24	2,35	2	5,5	1,50/177	1,81	1	
JM-15	8,5	1,96/44	1,81	1	8,5	1,09/180	1,32	1	
JM-15	10,0	1,31/39	1,21	1	10,0	0,97/175	1,17	1	
		29.05.07 – 24.06.08				24.06.08 – 22.04.09			
JM-18	5,2	4,14/235	3,85	2	5,2	4,86/65	5,87	3	
JM-18	5,7	4,27/234	3,98	2	5,7	4,88/63	5,90	3	
JM-18	6,2	4,30/232	4,00	2	6,2	4,74/61	5,73	3	

## b) Merania PEE

Bod	Výška pažnice [m]	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	2008				2009					
				H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H
JM-2	0,54	(0-3)	BP	1(1)				(0-3)	BP	1(1)			
JM-2	0,54	(3-5)	PV	5(3)				(3-5)	PV	5(3)			
JM-3	0,45	(0-8)	PN	3(2)	(0-8)	ST	4(2)	(0-8)	PN	3(2)	(0-8)	NZ	2(1)
JM-3	0,45	(8-14)	NZ	2(1)	(8-14)	ST	4(2)	(8-13)	PN	3(2)	(8-13)	NZ	2(1)
JM-3	0,45	(14-16)	PN	3(2)	(14-16)	PN	3(2)	(13-16)	PN	3(2)	(13-15)	PN	3(2)
JM-3	0,45	(16-19)	NZ	2(1)	(16-19)	PN	3(2)	(16-17)	NZ	2(1)	(15-17)	NZ	2(1)
JM-7	0,68	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	NZ	2(1)
JM-7	0,68	(6-16)	NZ	2(1)	(6-16)	PN	3(2)	(6-14)	NZ	2(1)	(6-15)	NZ	2(1)
JM-7	0,68	(16-20)	PN	3(2)	(16-20)	ST	4(2)	(14-16)	PN	3(2)	(15-20)	PN	3(2)
JM-7	0,68	(20-25)	BP	1(1)	(20-25)	BP	1(1)	(16-25)	BP	1(1)	(20-25)	BP	1(1)
JM-8	0,47	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	ST	4(2)	(0-8)	ST	4(2)
JM-8	0,47	(6-17)	PN	3(2)	(6-17)	ST	4(2)	(6-17)	PN	3(2)	(8-17)	PN	3(2)
JM-8	0,47	(17-20)	ST	4(2)	(17-20)	ST	4(2)	(17-20)	NZ	2(1)	(17-20)	NZ	2(1)
JM-8	0,47	(20-25)	BP	1(1)	(20-25)	BP	1(1)	(20-25)	BP	1(1)	(20-25)	BP	1(1)
JM-9	0,35	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)
JM-9	0,35	(6-12)	NZ	2(1)	(6-12)	PN	3(2)	(6-12)	PN	3(2)	(6-12)	NZ	2(1)
JM-9	0,35	(12-17)	PN	3(2)	(12-17)	ST	4(2)	(12-13)	ST	4(2)	(12-13)	PN	3(2)
JM-9	0,35	(17-20)	NZ	2(1)	(17-20)	NZ	2(1)	(13-16)	PN	3(2)	(13-16)	PN	3(2)
JM-9	0,35							(16-18)	PN	3(2)	(16-18)	PN	3(2)
JM-10	0,67	(0-3)	PN	3(2)	(0-3)	NZ	2(1)	(0-3)	NZ	2(1)	(0-3)	NZ	2(1)
JM-10	0,67	(3-7)	PN	3(2)	(3-7)	NZ	2(1)	(3-7)	NZ	2(1)	(3-7)	NZ	2(1)
JM-10	0,67	(7-13)	ST	4(2)	(7-13)	NZ	2(1)	(7-13)	NZ	2(1)	(7-13)	NZ	2(1)
JM-15	0,62	(0-8)	NZ	2(1)	(0-8)	NZ	2(1)	(0-10)	PN	3(2)	(0-10)	NZ	2(1)
JM-15	0,62	(8-19)	NZ	2(1)	(8-14)	NZ	2(1)	(10-14)	ST	4(2)	(10-14)	NZ	2(1)
JM-15	0,62	(19-20)	PN	3(2)	(14-16)	NZ	2(1)	(15-20)	BP	1(1)	(15-20)	NZ	2(1)
JM-16	0,44	(0-8)	NZ	2(1)	(0-8)	NZ	2(1)	(0-10)	NZ	2(1)	(0-10)	PN	3(2)
JM-16	0,44	(8-19)	NZ	2(1)	(8-19)	PN	3(2)	(10-15)	ST	4(2)	(10-15)	ST	4(2)
JM-16	0,44	(19-21)	PN	3(2)	(19-21)	PN	3(2)	(15-20)	NZ	2(1)	(15-20)	NZ	2(1)
JM-16	0,44							(20-21)	BP	1(1)	(20-21)	ST	4(2)
JM-18	0,30	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PV	5(3)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	NZ	2(1)
JM-18	0,30	(6-14)	NZ	2(1)	(6-14)	ST	4(2)	(6-11)	PN	3(2)	(6-11)	PN	3(2)
JM-18	0,30	(14-16)	PN	3(2)	(14-16)	PN	3(2)	(11-16)	ST	4(2)	(11-16)	PN	3(2)
JM-18	0,30	(16-22)	NZ	2(1)	(16-22)	NZ	2(1)	(16-22)	NZ	2(1)	(16-22)	NZ	2(1)
JM-18	0,30	(22-30)	BP	1(1)	(22-30)	BP	1(1)	(22-30)	BP	1(1)	(22-30)	BP	1(1)

**c) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody (h<sub>pv</sub>)**

**c<sub>1</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] vykonávané pozorovateľom**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň h <sub>pv</sub>			Min. úroveň h <sub>pv</sub>			Priem. úroveň h <sub>pv</sub>		Max. kolísanie h <sub>pv</sub> [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JM-2	3	4,32	409,18	29.05.08	5,62	407,88	21.11.08	5,05	408,45	1,30	1(1)
JM-3	3	13,65	393,87	29.05.08	13,86	393,66	25.09.08	13,76	393,76	0,21	1(1)
JM-7	3	16,23	394,42	29.05.08	16,38	394,27	21.11.08	16,30	394,35	0,15	1(1)
JM-8	3	17,49	387,83	29.05.08	17,69	387,63	25.09.08	17,59	387,73	0,20	1(1)
JM-9	3	17,81	413,90	21.11.08	18,81	412,90	25.09.08	18,41	413,30	1,00	7(3)
JM-10	3	12,99	404,41	29.05.08	12,99	404,41	29.05.08	12,99	404,41	0,00	1(1)
JM-11	3	2,83	403,25	29.05.08	2,83	403,25	29.05.08	2,83	403,25	0,00	7(3)
JM-13	3	11,17	398,34	21.11.08	12,47	397,04	25.09.08	11,87	397,64	1,30	2(1)
JM-14	3	0,76	410,65	29.05.08	1,82	409,59	25.09.08	1,13	410,28	1,06	5(3)
JM-15	3	17,54	405,77	25.09.08	18,64	404,67	21.11.08	18,21	405,10	1,10	5(3)
JM-16	3	20,82	389,17	21.11.08	21,12	388,87	25.09.08	20,95	389,04	0,30	1(1)
JM-18	3	13,31	393,76	21.11.08	13,36	393,71	29.05.08	13,34	393,73	0,05	1(1)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň h <sub>pv</sub>			Min. úroveň h <sub>pv</sub>			Priem. úroveň h <sub>pv</sub>		Max. kolísanie h <sub>pv</sub> [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JM-2	5	3,17	410,33	16.12.09	5,55	407,95	02.10.09	4,55	408,95	2,38	1(1)
JM-3	5	13,56	393,96	16.12.09	13,71	393,81	02.10.09	13,64	393,88	0,15	1(1)
JM-7	5	15,83	394,82	26.05.09	16,18	394,47	02.10.09	16,04	394,61	0,35	1(1)
JM-8	5	17,24	388,08	16.12.09	17,69	387,63	02.10.09	17,43	387,89	0,45	1(1)
JM-9	5	17,16	414,55	26.05.09	18,01	413,70	16.12.09	17,75	413,96	0,85	7(3)
JM-10	5	12,94	404,46	20.11.09	12,99	404,41	26.05.09	12,97	404,43	0,05	2(1)
JM-11	5	2,78	403,30	26.05.09	2,78	403,30	26.05.09	2,78	403,30	0,00	7(3)
JM-13	5	11,14	398,37	26.05.09	12,27	397,24	02.10.09	11,96	397,55	1,13	2(1)
JM-14	5	0,82	410,59	26.05.09	0,82	410,59	26.05.09	0,82	410,59	0,00	5(3)
JM-15	5	18,09	405,22	26.05.09	18,64	404,67	16.12.09	18,50	404,81	0,55	5(3)
JM-16	4	12,32	397,67	16.12.09	20,67	389,32	02.10.09	18,23	391,76	8,35	5(3)
JM-18	5	12,96	394,11	16.12.09	13,21	393,86	26.05.09	13,09	393,98	0,25	1(1)

**c<sub>2</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomeri**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň h <sub>pv</sub>			Min. úroveň h <sub>pv</sub>			Priem. úroveň h <sub>pv</sub>		Max. kolísanie h <sub>pv</sub> [m]	H		
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania				
JM-6	8784	8,08	404,81	03:00	25.12.08	16,01	396,88	21:00	27.02.08	14,31	398,58	7,93	1(1)
JM-19	8784	2,41	406,78	00:00	06.12.08	13,98	395,21	21:00	08.01.08	12,42	396,77	11,57	5(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň h <sub>pv</sub>			Min. úroveň h <sub>pv</sub>			Priem. úroveň h <sub>pv</sub>		Max. kolísanie h <sub>pv</sub> [m]	H		
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania				
JM-6	8760	4,86	408,03	18:00	03.04.09	15,19	397,70	09:00	09.11.09	12,10	400,79	10,33	5(3)
JM-19	2701	2,30	406,89	03:00	30.03.09	13,55	395,64	08:00	21.01.09	9,73	399,46	11,25	7(3)



**d) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. výdatnosť dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Min. výdatnosť dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
HV-1	3	0,00	29.05.08	0,00	29.05.08	0,00	0,00	1
HV-2	3	5,31	29.05.08	4,10	21.11.08	4,62	1,21	3
HV-3	3	0,01	29.05.08	0,01	29.05.08	0,01	0,00	1
HV-4	3	1,68	29.05.08	1,05	21.11.08	1,31	0,63	2
HV-5	3	2,63	29.05.08	2,30	21.11.08	2,43	0,33	2
HV-6	3	0,00	29.05.08	0,00	29.05.08	0,00	0,00	1
HV-7	3	0,00	29.05.08	0,00	29.05.08	0,00	0,00	1

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. výdatnosť dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Min. výdatnosť dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
HV-1	5	0,00	26.05.09	0,00	26.05.09	0,00	0,00	1
HV-2	5	6,90	26.05.09	4,41	02.10.09	5,57	2,49	3
HV-3	5	0,01	20.11.09	0,00	26.05.09	0,00	0,01	1
HV-4	5	2,60	26.05.09	1,35	02.10.09	1,72	1,25	2
HV-5	5	3,00	26.05.09	2,34	20.11.09	2,59	0,66	2
HV-6	5	0,00	26.05.09	0,00	26.05.09	0,00	0,00	1
HV-7	5	0,00	26.05.09	0,00	26.05.09	0,00	0,00	1

**e) Merania vodivosti a teploty vody vytekajúcej z horizontálnych vrstov**

Vrty	HV-1			HV-2			HV-3			HV-4			HV-5			DM-1		
	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]
29.05.08	nemeraná			22,2	11,0	165	nemeraná	14,0	10,5	318	14,0	10,8	175	nemeraná				
25.09.08	nemeraná			13,0	10,3	98	nemeraná	22,2	11,6	330	22,2	14,0	170	nemeraná				
21.11.08	nemeraná			6,0	9,3	202	nemeraná	13,0	10,3	203	13,0	12,0	123	nemeraná				
26.05.09	nemeraná			22,0	11,5	179,5	nemeraná	22,0	11,3	324	22,0	13,3	187,8	nemeraná				
25.08.09	nemeraná			28,0	10,6	42,9	nemeraná	28,0	12,4	79	28,0	14,6	44,8	nemeraná				
02.10.09	nemeraná			15,0	10,5	139	nemeraná	15,0	11,3	267	15,0	12,7	157,6	nemeraná				
20.11.09	nemeraná			10,0	10,0	218	nemeraná	10,0	9,1	374	10,0	9,9	188,4	nemeraná				
16.12.09	nemeraná			-5,0	9,9	178,2	nemeraná	-5,0	8,1	293	-5,0	8,5	140,9	nemeraná				

## Príl. 1.6: Ľubietová

Klasifikačné hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.6)

### a) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]

#### Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
V-2	11	1,43	462,18	28.03.08	2,86	460,75	26.09.08	2,03	461,58	1,43	6(3)
V-4	11	8,01	546,55	26.08.08	8,89	545,67	28.03.08	8,39	546,17	0,88	1(1)
V-1	11	8,06	445,50	10.12.08	8,49	445,07	26.09.08	8,32	445,24	0,43	1(1)
V-5A	11	0,75	545,68	10.12.08	2,60	543,83	26.09.08	1,72	544,71	1,85	3(2)
V-6A	11	1,36	482,60	26.07.08	2,08	481,88	05.11.08	1,69	482,27	0,72	1(1)
V-7	11	21,66	578,69	24.04.08	21,89	578,46	22.10.08	21,79	578,56	0,23	1(1)
V-8	11	16,91	578,57	10.12.08	17,23	578,25	22.10.08	17,11	578,37	0,32	1(1)

#### Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
V-2	10	1,07	462,54	31.03.09	3,11	460,50	05.09.09	2,06	461,55	2,04	6(3)
V-4	10	7,42	547,14	28.04.09	8,51	546,05	22.11.09	8,00	546,56	1,09	1(1)
V-1	10	8,04	445,52	31.03.09	8,51	445,05	05.09.09	8,30	445,26	0,47	1(1)
V-5A	10	0,45	545,98	23.01.09	2,81	543,62	14.10.09	1,74	544,69	2,36	6(3)
V-6A	10	1,33	482,63	31.03.09	2,70	481,26	14.10.09	1,83	482,13	1,37	1(1)
V-7	10	21,41	578,94	28.04.09	21,89	578,46	14.10.09	21,69	578,66	0,48	1(1)
V-8	10	16,85	578,63	31.03.09	17,21	578,27	14.10.09	17,09	578,39	0,36	1(1)

**b) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. výdatnosť dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Min. výdatnosť dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
HV-3	10	0,40	24.04.08	0,20	26.09.08	0,30	0,20	1
HV-4	10	1,20	10.12.08	0,20	26.09.08	0,63	1,00	1
HV-5	10	2,95	10.12.08	1,10	26.02.08	1,68	1,85	2
HV-6	10	0,01	26.02.08	0,00	26.09.08	0,01	0,01	1
HV-7	10	1,75	10.12.08	0,39	26.09.08	0,68	1,36	1
HV-8	10	2,35	10.12.08	0,20	26.08.08	1,23	2,15	2
HV-9	10	0,24	26.07.08	0,14	22.10.08	0,19	0,10	1
HV-10	10	0,25	26.07.08	0,10	26.09.08	0,15	0,15	1
HV-11	10	0,00	26.02.08	0,00	26.02.08	0,00	0,00	1

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. výdatnosť dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	Min. výdatnosť dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
HV-3	10	0,40	28.04.09	0,21	05.09.09	0,32	0,19	1
HV-4	10	1,60	31.03.09	0,16	05.09.09	0,75	1,44	1
HV-5	10	4,20	31.03.09	0,98	12.12.09	1,89	3,22	2
HV-6	10	0,01	23.01.09	0,01	23.01.09	0,01	0,00	1
HV-7	10	4,70	31.03.09	0,37	14.10.09	1,15	4,33	2
HV-8	10	4,00	31.03.09	0,05	20.07.09	1,89	3,95	2
HV-9	10	0,50	31.03.09	0,17	14.10.09	0,27	0,33	1
HV-10	10	0,88	31.03.09	0,08	05.09.09	0,30	0,80	1
HV-11	10	0,00	23.01.09	0,00	23.01.09	0,00	0,00	1

**c) Merania vodivosti a teploty vody vytekajúcej z horizontálnych vrto**

Vrty	HV-3			HV-4			HV-5			HV-6			HV-7			HV-8			HV-9			HV-10			HV-11		
	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [mS/cm]
26.02.08	9,0	9,2	621	9,0	9,7	640	10,5	7,6	130	nemeraná	10,5	6,9	150	10,5	5,5	330	10,5	6,4	304	10,5	6,7	163	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
24.04.08	16,0	10,5	583	16,0	10,0	579	13,5	8,3	125,4	nemeraná	13,5	8,0	137,3	12,5	6,8	290	13,5	9,7	302	13,5	9,6	128,8	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
25.05.08	21,5	12,2	558	21,5	12,1	547	16,0	8,3	126,6	nemeraná	16,0	8,8	143,7	17,0	8,3	296	16,0	9,6	302	16,0	10,6	157,2	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
20.06.08	26,0	14,5	484	26,0	14,5	457	18,6	9,1	98,9	nemeraná	18,6	10,1	113,1	18,6	8,9	240	18,6	12,3	250	18,6	12,4	122,2	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
26.07.08	27,0	15,1	521	27,0	12,5	521	16,5	9,2	96,8	nemeraná	16,5	10,4	110,5	24,3	9,9	230	16,5	12,4	256	16,5	11,7	102,8	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
26.08.08	20,0	13,3	513	20,0	13,9	528	17,1	9,3	97,7	nemeraná	17,1	10,6	120,7	18,0	12,0	288	16,8	11,5	249	16,8	12,3	138	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
26.09.08	10,0	10,9	466	10,0	11,5	494	10,2	8,7	92,2	nemeraná	10,2	8,9	104,9	10,2	9,5	270	10,0	9,1	231	10,0	9,4	116	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná
26.05.09	25,0	14,3	605	25,0	14,8	617	19,0	8,9	131,3	nemeraná	19,0	9,3	157,7	21,0	8,8	362	19,0	10,3	325	19,0	11,6	176,3	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná	nemeraná

## Príl. 1.7: Slanec – TP

Klasifikačné hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.6)

### a) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]

#### Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
J-4	10	3,50	339,00	28.04.08	5,75	336,75	26.11.08	4,85	337,65	2,25	4(2)
J-5	10	6,92	295,87	28.04.08	8,32	294,47	26.11.08	7,94	294,85	1,40	5(3)
J-6	10	6,45	308,87	29.10.08	suchý		25.07.08				
J-7	10	10,22	324,43	28.04.08	11,31	323,34	26.11.08	10,78	323,87	1,09	2(1)
J-9	10	6,70	339,18	27.03.08	7,72	338,16	26.11.08	7,32	338,56	1,02	6(3)
J-11	10	0,20	324,78	27.03.08	1,24	323,74	26.11.08	0,78	324,20	1,04	4(2)
J-12	10	3,29	332,32	28.04.08	4,00	331,61	26.11.08	3,76	331,85	0,71	2(1)
J-13	10	0,74	352,05	27.03.08	1,77	351,02	26.06.08	1,25	351,54	1,03	3(2)
J-14	10	0,66	339,03	27.03.08	3,47	336,22	26.06.08	2,48	337,21	2,81	3(2)
J-15	10	6,20	354,93	27.02.08	7,98	353,15	29.10.08	7,27	353,86	1,78	5(3)
J-16	10	0,30	357,99	27.03.08	2,58	355,71	26.11.08	1,16	357,13	2,28	4(2)

#### Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
J-4	11	3,18	339,32	24.02.09	6,23	336,27	06.10.09	5,03	337,47	3,05	4(2)
J-5	11	7,54	295,25	26.03.09	8,57	294,22	06.10.09	8,03	294,76	1,03	6(3)
J-6	11	7,68	307,64	26.03.09	suchý		28.04.09				
J-7	11	9,85	324,80	26.03.09	11,76	322,89	30.10.09	10,93	323,72	1,91	4(2)
J-9	11	6,10	339,78	26.03.09	8,43	337,45	06.10.09	7,45	338,43	2,33	7(3)
J-11	11	0,10	324,88	28.01.09	1,93	323,05	28.08.09	0,76	324,22	1,83	5(3)
J-12	11	3,48	332,13	28.01.09	4,93	330,68	30.10.09	3,99	331,62	1,45	2(1)
J-13	11	0,52	352,27	28.01.09	2,39	350,40	06.10.09	1,49	351,30	1,87	4(2)
J-14	11	1,20	338,49	28.01.09	5,06	334,63	06.10.09	3,12	336,57	3,86	2(1)
J-15	11	6,62	354,51	01.12.09	8,23	352,90	06.10.09	7,44	353,69	1,61	3(2)
J-16	11	0,58	357,71	26.03.09	2,83	355,46	06.10.09	1,25	357,04	2,25	2(1)

**b) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]**
**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
V1/5	10	2,50	25.07.08	0,15	26.05.08	0,70	2,35	1
V1/4	10	2,36	25.07.08	0,10	26.06.08	0,48	2,26	1
V1/3	10	0,94	25.07.08	0,18	26.06.08	0,39	0,76	1
V1/2	10	6,30	25.07.08	0,05	26.06.08	1,23	6,25	2
V1/1	10	1,92	25.07.08	0,38	26.06.08	0,86	1,54	1
V2/5	10	0,46	25.07.08	0,00	26.06.08	0,13	0,46	1
V2/4	10	1,84	28.04.08	0,39	26.11.08	0,91	1,45	1
V2/3	10	0,52	26.05.08	0,24	26.06.08	0,36	0,28	1
V2/2	10	0,66	25.07.08	0,24	26.11.08	0,47	0,42	1
V2/1	10	10,80	28.04.08	0,00	27.02.08	1,09	10,80	2
V3/3	10	1,21	28.04.08	0,44	25.07.08	0,65	0,77	1
V3/2	10	1,60	27.03.08	0,04	26.06.08	0,46	1,56	1
V3/1	10	3,20	25.07.08	0,02	26.06.08	0,64	3,18	1
V4/3	10	0,50	27.08.08	0,07	26.05.08	0,17	0,43	1
V4/2	10	0,51	28.04.08	0,01	27.08.08	0,19	0,50	1
V4/1	10	0,01	27.08.08	0,00	26.11.08	0,01	0,01	1
V5/4	10	0,12	27.03.08	0,02	26.11.08	0,06	0,10	1
V5/3	10	0,01	27.02.08	0,00	26.05.08	0,01	0,01	1
V5/2	10	0,12	27.03.08	0,03	26.05.08	0,08	0,09	1
V5/1	10	0,25	27.02.08	0,00	26.05.08	0,11	0,25	1

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
V1/5	11	1,38	26.03.09	0,01	06.10.09	0,24	1,37	1
V1/4	11	1,50	28.01.09	0,01	06.10.09	0,39	1,49	1
V1/3	11	1,00	26.03.09	0,12	06.10.09	0,41	0,88	1
V1/2	11	10,80	28.01.09	0,00	03.08.09	1,57	10,80	2
V1/1	11	2,80	28.01.09	0,20	06.10.09	1,04	2,60	2
V2/5	11	0,44	28.01.09	0,00	26.03.09	0,06	0,44	1
V2/4	11	2,90	26.03.09	0,00	03.08.09	1,09	2,90	2
V2/3	11	2,30	26.06.09	0,00	28.08.09	0,51	2,30	1
V2/2	11	1,36	28.01.09	0,00	28.08.09	0,46	1,36	1
V2/1	11	33,00	26.03.09	0,00	24.02.09	3,57	33,00	3
V3/3	11	1,50	28.01.09	0,20	06.10.09	0,76	1,30	1
V3/2	11	3,60	28.01.09	0,00	03.08.09	0,73	3,60	1
V3/1	11	0,60	30.10.09	0,00	27.05.09	0,16	0,60	1
V4/3	11	0,20	03.08.09	0,20	03.08.09	0,20	0,00	1
V4/2	11	0,10	28.08.09	0,07	03.08.09	0,09	0,03	1
V4/1	11	0,00	03.08.09	0,00	03.08.09	0,00	0,00	1
V5/4	11	0,12	01.12.09	0,00	03.08.09	0,06	0,12	1
V5/3	11	0,08	27.05.09	0,00	26.03.09	0,01	0,08	1
V5/2	11	0,26	28.01.09	0,00	27.05.09	0,10	0,26	1
V5/1	11	0,34	26.03.09	0,11	03.08.09	0,21	0,23	1

## Príl. 1.8: Handlová – zosuv z roku 1960

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a) Inklinometrické merania

Bod	2008				2009			
	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H
		03.05.07 – 05.06.08				05.06.08 – 15.04.09		
GI-2	3,0	2,77/306	2,50	2	3,0	7,49/358	8,70	3
GI-2	3,5	3,58/317	3,30	2	3,5	6,28/351	7,30	3
		03.05.07 – 05.06.08				05.06.08 – 15.04.09		
GI-3	5,5	1,22/97	1,10	1	5,5	2,22/232	2,60	2
GI-3	11,5	3,01/142	2,80	2	11,5	3,95/270	4,60	2
GI-3	15,0	2,39/90	2,20	2	15,0	3,92/270	4,60	2
GI-3	23,0	0,48/103	0,40	1	23,0	1,05/243	1,20	1
GI-3	31,0	0,31/147	0,30	1	31,0	0,66/227	0,80	1
		16.05.07 – 05.06.08				05.06.08 – 15.04.09		
GI-4	4,5	10,21/162	9,70	3	4,5	6,94/311	8,10	3
GI-4	19,5	3,21/165	3,00	2	19,5	2,69/13	3,10	2
GI-4	30,5	1,63/152	1,50	1	30,5	1,92/24	2,20	2
GI-4	35,0	0,66/180	0,60	1	35,0	1,78/13	2,10	2
		16.05.07 – 05.06.08				05.06.08 – 15.04.09		
HI-5	6,2	2,54/342	2,40	2	6,2	1,84/308	2,10	2
HI-5	10,2	1,27/308	1,20	1	10,2	1,61/319	1,90	1
HI-5	10,7	1,06/294	1,00	1	10,7	0,72/318	0,80	1

### b) Merania PEE

Bod	Výška pažnice [m]	2008				2009							
		Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H			
		13.05.08			30.09.08			07.04.09			13.11.09		
GI-1	0,00	(0-13)	PN	3(2)	(0-14)	ST	4(2)	(0-13)	PN	3(2)	(0-6)	ST	4(2)
GI-1	0,00	(13-15)	PN	3(2)	(14-19)	ST	4(2)	(13-15)	ST	4(2)	(6-14)	PN	3(2)
GI-1	0,00	(15-22)	PN	3(2)	(19-27)	ST	4(2)	(15-22)	PN	3(2)	(14-19)	ST	4(2)
GI-1	0,00	(22-27)	NZ	2(1)	(27-38)	PN	3(2)	(22-27)	PN	3(2)	(19-27)	ST	4(2)
GI-1	0,00	(27-38)	NZ	2(1)	(38-46)	NZ	2(1)	(27-38)	NZ	2(1)	(27-38)	ST	4(2)
		13.05.08			30.09.08			07.04.09			13.11.09		
GI-2	0,00	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	ST	4(2)
GI-2	0,00	(6-6)	BP	1(1)	(6-6)	PN	3(2)	(6-6)	BP	1(1)	(6-7)	ST	4(2)
GI-2	0,00	(7-20)	NZ	2(1)	(7-17)	NZ	2(1)	(7-20)	NZ	2(1)	(7-17)	BP	1(1)
GI-2	0,00	(20-26)	PN	3(2)	(17-20)	ST	4(2)	(20-26)	BP	1(1)	(17-20)	NZ	2(1)
GI-2	0,00				(20-25)	PN	3(2)				(20-25)	BP	1(1)
		13.05.08			30.09.08			07.04.09			13.11.09		
GI-3	0,00	(0-7)	NZ	2(1)	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	PN	3(2)
GI-3	0,00	(7-12)	NZ	2(1)	(7-14)	NZ	2(1)	(7-12)	NZ	2(1)	(7-14)	NZ	2(1)
GI-3	0,00	(12-14)	PN	3(2)	(14-16)	NZ	2(1)	(12-14)	NZ	2(1)	(14-16)	ST	4(2)
GI-3	0,00	(14-24)	PN	3(2)	(16-24)	BP	1(1)	(14-24)	BP	1(1)	(16-24)	ST	4(2)
GI-3	0,00	(24-25)	ST	4(2)	(24-25)	NZ	2(1)	(24-25)	BP	1(1)	(24-25)	PN	3(2)
		13.05.08			30.09.08			07.04.09			13.11.09		
GI-4	0,00	(0-7)	BP	1(1)	(0-7)	BP	1(1)	(0-7)	BP	1(1)	(0-7)	BP	1(1)
GI-4	0,00	(8-12)	PN	3(2)	(8-12)	PN	3(2)	(8-12)	PN	3(2)	(8-12)	ST	4(2)
GI-4	0,00	(12-35)	NZ	2(1)	(12-25)	NZ	2(1)	(12-35)	NZ	2(1)	(12-25)	NZ	2(1)
GI-4	0,00	(35-47)	BP	1(1)	(25-35)	BP	1(1)	(35-47)	BP	1(1)	(25-35)	PN	3(2)
GI-4	0,00				(35-47)	BP	1(1)				(35-47)	BP	1(1)
		13.05.08			30.09.08			07.04.09			13.11.09		
HI-5	0,70	(0-9)	PN	3(2)	(0-7)	ST	4(2)	(0-9)	PN	3(2)	(0-7)	ST	4(2)
HI-5	0,70	(9-18)	PN	3(2)	(7-11)	ST	4(2)	(9-18)	NZ	2(1)	(7-11)	PV	5(3)
HI-5	0,70	(18-24)	NZ	2(1)	(11-17)	NZ	2(1)	(18-24)	BP	1(1)	(11-17)	NZ	2(1)
HI-5	0,70				(20-24)	BP	1(1)				(20-24)	PV	5(3)
		13.05.08			30.09.08			07.04.09			13.11.09		
HI-7	0,50	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	ST	4(2)
HI-7	0,50	(6-14)	NZ	2(1)	(6-15)	NZ	2(1)	(6-14)	NZ	2(1)	(6-15)	NZ	2(1)
HI-7	0,50	(14-25)	BP	1(1)	(15-25)	BP	1(1)	(14-25)	BP	1(1)	(15-25)	BP	1(1)
HI-7	0,50	(25-30)	BP	1(1)	(25-30)	BP	1(1)	(25-30)	BP	1(1)	(25-30)	BP	1(1)

**c) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]**

Dátum	GI-1	GI-2	GI-3	GI-4	HI-5	HI-7
25.04.08	12,83	0,45	0,47	2,20	1,14	0,76
13.05.08	13,20	0,80	1,20	3,15	5,27	1,80
30.09.08	13,85	0,50	1,90	4,15	7,15	3,05
07.04.09	13,05	0,60	0,50	2,40	2,25	0,79
13.11.09	13,50	0,60	0,50	3,50	6,30	1,00

**d) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]**

Dátum	IA					IB			II			III					VI		
	JV-1	JV-2	JV-3	JV-4	JV-5	JV-6	JV-7	JV-8	JV-1	JV-2	JV-3	JV-1	JV-2	JV-3	JV-4	JV-5	JV-1	JV-2	JV-3
25.04.08	0,0	1,4	0,1	1,1	0,2	2,6	0,0	0,0	7,7	0,1	1,0	26,0	1,4	10,5	0,0	1,3	suchý	2,0	3,6

## Príl. 1.9: Okoličné

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a) Geodetické merania

Bod	17.04.07 – 12.05.08					12.05.08 – 02.07.09				
	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H
	polohové	výškové	poloha	výška		polohové	výškové	poloha	výška	
111	27,29	-8,00	25,48	7,47	2	27,89	-10,00	24,47	8,77	2
112	14,14	-2,00	13,20	1,87	1	8,54	0,00	7,50	0,00	1
132	4,12	-1,00	3,85	0,93	1	6,08	0,00	5,34	0,00	1
133	11,66	-6,00	10,89	5,60	1	22,80	3,00	20,01	2,63	2
P10	8,60	-3,00	8,03	2,80	1	6,32	-6,00	5,55	5,26	1
P11	1,41	1,00	1,32	0,93	1	8,54	0,00	7,50	0,00	1
P12	8,25	0,00	7,70	0,00	1	14,76	-7,00	12,95	6,14	1
P13	5,10	0,00	4,76	0,00	1	4,12	7,00	3,62	6,14	1
P14	11,00	0,00	10,27	0,00	1	10,20	0,00	8,95	0,00	1
P15	11,40	-4,00	10,64	3,73	1	1,00	-14,00	0,88	12,28	1
P16	11,00	6,00	10,27	5,60	1	10,44	-7,00	9,16	6,14	1
P18	10,05	2,00	9,38	1,87	1	2,83	2,00	2,48	1,75	1
P19	3,16	-17,00	2,95	15,87	2	9,22	-5,00	8,09	4,39	1
P20	5,39	2,00	5,03	1,87	1	1,41	-3,00	1,24	2,63	1
P21	9,49	0,00	8,86	0,00	1	13,42	-17,00	11,77	14,92	1
P22	10,00	0,00	9,34	0,00	1	7,00	5,00	6,14	4,39	1
P24	14,56	9,00	13,59	8,40	1	7,07	-5,00	6,20	4,39	1
P5	4,00	5,00	3,73	4,67	1	1,00	0,00	0,88	0,00	1
P6	4,12	-5,00	3,85	4,67	1	2,00	-7,00	1,75	6,14	1
P7	1,41	2,00	1,32	1,87	1	5,00	0,00	4,39	0,00	1
P8	1,41	-2,00	1,32	1,87	1	0,00	2,00	0,00	1,75	1
P9	10,77	0,00	10,05	0,00	1	5,83	-6,00	5,12	5,26	1
S1	8,60	5,00	8,03	4,67	1	6,00	5,00	5,26	4,39	1
S3	10,63	-2,00	9,92	1,87	1	3,61	17,00	3,16	14,92	1

### b) Inklinometrické merania

Bod	Rok: 2008				Rok: 2009			
	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H
JO-1A	25.07.08 – 06.04.09				10,4	33,92/125	43,44	3
	07.06.07 – 25.07.08				25.07.08 – 06.04.09			
M-2	2,2	4,81/122	4,24	2	2,2	1,33/145	1,90	1
M-2	3,7	5,25/115	4,63	2	3,7	0,80/175	1,15	1
M-3	07.06.07 – 25.07.08				25.07.08 – 06.04.09			
	2,6	2,08/225	1,83	1	2,6	6,30/219	9,02	3
M-3	10,6	3,98/247	3,51	2	10,6	1,58/132	2,26	2
M-3	13,6	3,00/242	2,64	2	13,6	1,48/123	2,12	2
M-3	16,1	2,51/260	2,21	2	16,1	1,96/115	2,81	2
M-4	07.06.07 – 25.07.08				25.07.08 – 06.04.09			
	4,6	1,48/70	1,30	1	4,6	1,57/263	2,25	2



**c) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody**

**c<sub>1</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] vykonávané pozorovateľom**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JO-1	52	4,55	631,17	13.04.08	6,90	628,82	30.11.08	5,96	629,76	2,35	2(1)
JP-44	52	20,41	588,77	06.01.08	21,60	587,58	28.12.08	21,01	588,17	1,19	1(1)
M-2	52	15,99	585,44	27.04.08	18,20	583,23	30.11.08	16,74	584,69	2,21	1(1)
M-3	52	10,68	608,83	18.05.08	11,46	608,05	30.11.08	11,13	608,38	0,78	5(3)
M-4	52	12,73	580,00	08.06.08	13,25	579,48	30.11.08	12,96	579,77	0,52	1(1)
J3-A	52	8,86	631,20	13.04.08	11,02	629,04	28.12.08	10,22	629,84	2,16	2(1)
J3-B	52	4,29	635,77	10.02.08	4,54	635,52	30.11.08	4,41	635,65	0,25	2(1)
J6-B	52	1,90	630,23	09.03.08	3,30	628,83	30.11.08	2,71	629,42	1,40	6(3)
JH-14	52	-1,68	639,61	06.01.08	-1,00	628,83	30.11.08	-1,68	639,61	0,68	8(3)
JH-17	52	-0,80	636,28	06.01.08	-0,80	636,28	06.01.08	-0,80	636,28	0,00	8(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JO-1	52	3,80	631,92	12.04.09	7,10	628,62	08.11.09	6,16	629,56	3,30	4(2)
JP-44	52	21,20	587,98	13.09.09	21,80	587,38	29.03.09	21,49	587,69	0,60	1(1)
M-2	52	15,65	585,78	29.03.09	18,55	582,88	13.12.09	17,18	584,25	2,90	1(1)
M-3	52	9,90	609,61	26.04.09	11,55	607,96	11.10.09	11,19	608,32	1,65	7(3)
M-4	52	12,35	580,38	26.04.09	13,30	579,43	25.10.09	12,99	579,74	0,95	3(2)
J3-A	52	7,65	632,41	29.03.09	11,10	628,96	29.11.09	10,34	629,72	3,45	7(3)
J3-B	52	3,45	636,61	25.01.09	4,70	635,36	13.12.09	4,46	635,59	1,25	5(3)
J6-B	52	1,65	630,48	29.03.09	3,55	628,58	18.10.09	2,92	629,21	1,90	7(3)
JH-14	52	-1,68	639,61	18.01.09	-1,00	628,58	04.01.09	-1,68	639,61	0,68	8(3)
JH-17	52	-0,80	636,28	04.01.09	-0,80	636,28	04.01.09	-0,80	636,28	0,00	8(3)

**c<sub>2</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomermi**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H		
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania				
AH-2	8784	2,47	630,03	03:00	21.07.08	4,50	628,00	19:00	02.12.08	3,79	628,71	2,03	2(1)
J-1	8784	5,02	603,05	09:00	18.05.08	7,57	600,50	07:00	15.12.08	6,17	601,90	2,55	2(1)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H		
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania				
AH-2	8760	1,85	630,65	13:00	30.03.09	4,63	627,87	09:00	10.11.09	3,92	628,58	2,78	2(1)
J-1	8760	4,91	603,16	14:00	06.05.09	7,63	600,44	04:00	04.11.09	6,30	601,85	2,72	2(1)

#### d) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]

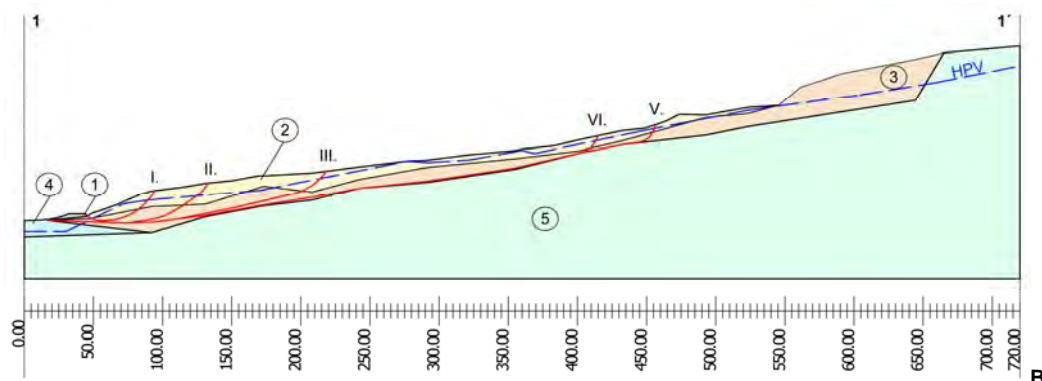
##### Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
D-1	52	8,16	24.02.08	0,05	13.07.08	1,80	8,11	2
D-2	51	3,72	20.04.08	0,00	06.07.08	0,93	3,72	1
D-3	52	5,10	20.04.08	0,00	07.09.08	0,32	5,10	1
V-1	51	2,04	29.06.08	0,68	26.10.08	1,03	1,36	2
V-3	52	1,20	23.03.08	0,72	17.02.08	1,04	0,48	2
V-5	52	6,90	20.04.08	1,68	28.12.08	3,37	5,22	3
V-101	52	10,80	27.07.08	0,00	02.11.08	3,55	10,80	3
V-102	51	23,00	16.03.08	0,00	13.07.08	8,60	23,00	3
V-103	52	5,16	20.04.08	0,00	10.08.08	0,99	5,16	1
V-104	52	1,05	13.04.08	0,00	31.08.08	0,17	1,05	1

##### Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
D-1	51	10,20	29.03.09	0,00	13.09.09	1,51	10,20	2
D-2	51	3,60	29.03.09	0,00	14.06.09	0,55	3,60	1
D-3	52	1,68	29.03.09	0,00	11.10.09	0,38	1,68	1
V-1	52	1,80	12.04.09	0,58	04.10.09	0,93	1,22	1
V-3	52	1,20	22.03.09	0,89	04.10.09	1,03	0,31	2
V-5	52	7,50	12.04.09	1,56	04.01.09	3,23	5,94	3
V-101	52	12,40	05.07.09	0,00	22.02.09	2,39	12,40	2
V-102	52	33,00	12.04.09	0,00	12.07.09	9,98	33,00	3
V-103	52	5,40	29.03.09	0,00	22.02.09	0,71	5,40	1
V-104	52	1,92	12.04.09	0,00	20.09.09	0,30	1,92	1

#### e) Analýza stability svahu



e<sub>1</sub>) Inžinierskogeologický profil 1-1'. HPV – maximálna hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná v roku 2000; I. – V. – označenie šmykových plôch; 1 – násyp železničného lôžka; 2 – svahové hliny (delúvium); 3 zvetrané ílovce; 4 – štrky riečnej terasy (alúvium); 5 – ílovce (spracované podľa Jadroňa, 1980)

#### e<sub>2</sub>) Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín

Opis vrstvy	$\gamma$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\phi^*$ [°]	$c^*$ [kPa]
železničný násyp	20,00	15,00	10,00
hĺna - delúvium	20,00	15,00	10,00
zvertalé ílovce podložia	21,00	14,10	0,00
štrk - alúvium	20,00	30,00	0,00
ílovce	20,00	15,00	10,00

\* reziduálne parametre šmykovej pevnosti

## Príl. 1.10: Liptovská Mara

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.6)

### a) Geodetické merania

Číslo bodu	Súradnice bodov základného merania [m]		Výškové meranie		31. polohové meranie trigonometrickou metódou (28.- 29.07.2009)					31. polohové meranie metódou GPS (30.07.2009)						
			Nadmorská výška 31.-výškového merania	Výšková zmena od 03.09.2008 do 28.07.2009	Súradnice bodov [m]		Stredné chyby [mm]		Celkové polohové zmeny [mm]		Súradnice bodov [m]		Stredné chyby [mm]		Celkové polohové zmeny [mm]	
	y	x			y	x	my	mx	DY	DX	y	x	my	mx	DY	DX
Vzťažné združené body																
A-1	1 146,526	500,054	637,0438	-1,2	Nemeraný					Nemeraný						
A-2	1 156,950	405,886	664,3623	-0,5	1 156,915	405,871	+0,5	+0,5	-35,0	-15,0	1 156,9149	405,8712	+1,6	+1,9	-35,1	-14,8
A-4	690,360	228,774			690,346	228,769	+1,7	+4,4	-14,0	-6,0	690,3422	228,7624	+1,5	+2,0	-17,8	-11,6
A-5	501,037	339,259	nemeraný (neprišt.)		Nemeraný					Nemeraný						
A-6	499,995	500,023	593,1661	-3,1	466,986	500,026	+4,8	+9,9	-9,0	+3,0	499,9863	500,0264	+0,8	+1,0	-8,7	+3,4
VI											1 714,5555	1 604,8183	+0,1	+0,1	0,0	0,0
Pomocné výškové body																
C-1			568,2426	+0,7												
C-2			568,3134	+0,7												
ČSJNS-200			571,0892	+0,3												
Pomocný združený bod																
ST-1					985,3019	404,3418	+3,5	+3,2								
Pozorované združené body na zosuve																
B-1	1 142,997	274,667	661,5929	-1,4	1 142,961	274,703	-q-	-q-	-36,0	+36,0	1 142,9541	274,6808	+1,5	+2,6	-42,9	+13,8
B-2	926,536	282,118	632,0692	-1,2	926,550	282,106	+5,1	+8,0	+14,0	-12,0	Nemeraný					
B-3	763,220	315,059	632,5285	-2,0	763,214	315,099	+4,9	+6,5	-6,0	+40,0	763,2104	315,1156	+2,1	+3,1	-9,6	+56,6
B-4	1 094,931	400,328	639,8797	-1,2	1 094,906	400,351	+5,4	+4,9	-25,0	+23,0	1 094,9067	400,3480	+0,6	+1,2	-24,3	+20,0
B-5	985,694	388,848	626,0479	-1,9	985,665	388,857	+3,5	+4,0	-29,0	+9,0	985,6630	388,8681	+1,1	+2,0	-31,0	+20,1
B-6	870,215	376,584	612,8737	-3,0	870,211	376,596	+2,3	+0,4	-4,0	+12,0	870,2038	376,5953	+0,9	+1,4	-11,2	+11,3
B-7	738,294	362,916	616,4579	-1,1	738,270	362,933	-q-	-q-	-24,0	+17,0	738,2709	362,9348	+0,8	+1,3	-23,1	+18,8
B-8	623,892	348,699	616,2458	-2,8	623,909	348,718	-q-	-q-	+17,0	+19,0	623,9101	348,7245	+0,6	+1,0	+18,1	+25,5
B-9	1 058,089	500,127	609,5671	-1,3	Nemeraný					Nemeraný						
B-10	897,676	499,882	595,5677	-0,5	897,650	499,910	+5,9	+5,9	-26,0	+28,0	897,6492	499,9062	+1,0	+1,6	-26,8	+24,2
B-12	703,238	500,290	584,7502	-1,9	703,207	500,307	+6,3	+7,6	-31,0	+17,0	703,2180	500,3071	+0,9	+1,2	-20,0	+17,1
B-13	584,959	499,966	583,1054	-2,1	584,942	499,972	-q-	-q-	-17,0	+6,0	584,9373	499,9909	+1,8	+2,2	-21,7	+24,9
B-14	1 018,365	593,978	583,6774	+8,2	Nemeraný					Nemeraný						
B-15	824,271	546,000	587,2093	0,0	824,244	546,029	+8,7	+13,5	-27,0	+29,0	824,2586	546,0318	+0,5	+0,9	-12,4	+31,8

**b) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody**

**b,) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] vykonávané pozorovateľom**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
J-2	27	10,65	569,81	12.03.08	11,49	568,97	19.11.08	11,13	569,33	0,84	1(1)
J-3A	27	7,57	572,82	12.03.08	9,20	571,19	03.12.08	8,58	571,81	1,63	7(3)
J-3B	27	1,55	579,18	26.03.08	2,86	577,87	24.09.08	2,44	578,29	1,31	7(3)
J-5	27	5,44	564,28	13.08.08	9,42	560,30	03.12.08	7,84	561,88	3,98	3(2)
J-6A	27	2,60	578,58	12.03.08	3,75	577,43	08.10.08	3,15	578,03	1,15	2(1)
J-6B	27	1,10	580,27	03.12.08	1,21	580,16	31.12.08	1,18	580,19	0,11	1(1)
J-7A	27	4,09	578,30	12.03.08	4,23	578,16	30.07.08	4,15	578,24	0,14	1(1)
J-7B	27	11,51	570,86	14.02.08	11,55	570,82	02.01.08	11,53	570,84	0,04	1(1)
J-9	27	1,20	593,56	14.02.08	1,74	593,02	03.12.08	1,52	593,24	0,54	4(2)
J-11A	2	-0,10	614,88	04.06.08	0,26	614,52	18.06.08	0,08	614,70	0,36	8(3)
J-11B	27	0,70	614,15	14.02.08	1,39	613,46	03.12.08	1,13	613,72	0,69	7(3)
J-12	27	2,99	616,02	12.03.08	4,76	614,25	18.12.08	4,12	614,89	1,77	3(2)
J-13	27	24,44	586,00	14.02.08	25,54	584,90	18.12.08	25,13	585,31	1,10	7(3)
J-14	27	1,84	606,91	12.03.08	4,40	604,35	08.10.08	2,76	605,99	2,56	4(2)
J-15	27	10,00	641,00	12.03.08	10,26	640,74	10.09.08	10,10	640,90	0,26	1(1)
J-16	27	1,65	625,94	12.03.08	8,90	618,69	03.12.08	5,12	622,47	7,25	5(3)
J-17	27	7,35	622,61	12.03.08	10,85	619,11	18.12.08	9,94	620,02	3,50	5(3)
J-18	27	0,68	634,57	12.03.08	3,08	632,17	27.08.08	2,40	632,85	2,40	5(3)
J-20A	27	12,49	640,42	23.04.08	13,21	639,70	08.10.08	12,74	640,17	0,72	7(3)
J-22	27	12,28	634,31	14.02.08	12,41	634,18	30.07.08	12,33	634,26	0,13	1(1)
J-23	1	12,03	628,38	12.03.08	12,03	628,38	12.03.08	12,03	628,38	0,00	1(1)
J-25	23	1,04	690,19	30.01.08	3,92	687,31	03.11.08	2,35	688,88	2,88	4(2)
J-28B	27	2,90	690,74	14.02.08	4,85	688,79	31.12.08	3,37	690,27	1,95	1(1)
J-29A	27	4,75	702,54	12.03.08	6,86	700,43	03.12.08	6,08	701,21	2,11	3(2)
J-29B	27	2,00	705,24	27.02.08	5,65	701,59	19.11.08	4,27	702,97	3,65	5(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
J-2	26	9,34	571,12	08.04.09	11,55	568,91	28.08.09	11,07	569,39	2,21	2(1)
J-3A	22	6,90	573,49	25.03.09	9,27	571,12	02.12.09	8,35	572,04	2,37	7(3)
J-3B	25	0,73	580,00	08.04.09	3,24	577,49	09.09.09	2,33	578,40	2,51	7(3)
J-6A	26	2,45	578,73	08.04.09	3,73	577,45	07.10.09	3,19	577,99	1,28	3(2)
J-6B	26	1,19	580,18	22.04.09	1,23	580,14	28.08.09	1,21	580,16	0,04	1(1)
J-7A	26	3,92	578,47	15.07.09	4,31	578,08	28.01.09	4,14	578,25	0,39	1(1)
J-7B	26	10,87	571,50	25.03.09	11,54	570,83	21.10.09	11,36	571,01	0,67	2(1)
J-9	26	0,74	594,02	25.03.09	1,80	592,96	28.08.09	1,48	593,28	1,06	7(3)
J-11A	2	-0,93	615,71	01.07.09	0,26	614,52	17.06.09	-0,34	615,12	1,19	8(3)
J-11B	26	0,88	613,97	11.03.09	1,64	613,21	07.10.09	1,30	613,55	0,76	5(3)
J-12	23	2,79	616,22	08.04.09	4,81	614,20	16.12.09	4,09	614,92	2,02	4(2)
J-13	26	25,46	584,98	25.03.09	26,01	584,43	04.11.09	25,82	584,62	0,55	7(3)
J-14	22	1,36	607,39	25.03.09	6,20	602,55	23.09.09	3,11	605,65	4,84	5(3)
J-15	26	10,10	640,90	14.01.09	10,39	640,61	07.10.09	10,30	640,70	0,29	1(1)
J-16	22	0,88	626,71	11.03.09	9,32	618,27	23.09.09	4,80	622,79	8,44	7(3)
J-17	22	6,15	623,81	08.04.09	10,79	619,17	23.09.09	9,39	620,57	4,64	7(3)
J-18	22	0,45	634,80	08.04.09	2,98	632,27	29.07.09	1,98	633,27	2,53	6(3)
J-20A	26	10,97	641,94	08.04.09	12,87	640,04	14.01.09	12,62	640,29	1,90	7(3)
J-22	26	12,20	634,39	08.04.09	12,46	634,13	18.11.09	12,31	634,28	0,26	1(1)
J-23	1	11,08	629,33	25.03.09	11,08	629,33	25.03.09	11,08	629,33	0,00	5(3)
J-25	14	1,09	690,14	08.04.09	3,73	687,50	01.07.09	2,21	689,02	2,64	3(2)
J-28B	26	2,90	690,74	08.04.09	5,33	688,31	30.12.09	4,18	689,46	2,43	1(1)
J-29A	26	3,64	703,65	08.04.09	7,45	699,84	07.10.09	5,98	701,31	3,81	6(3)
J-29B	26	0,40	706,84	08.04.09	5,89	701,35	18.11.09	4,10	703,14	5,49	7(3)

**b<sub>2</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomerami**

**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	pod ter. [m]	Max. úroveň hpv			pod ter. [m]	Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
			nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania		nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
J-10	8784	7,27	589,95	23:00	10.03.08	16,99	580,23	04:00	02.09.08	13,63	583,59	9,72	4(2)
J-19	8784	1,02	656,89	16:00	06.03.08	5,84	652,07	16:00	14.12.08	4,06	653,85	4,82	4(2)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	pod ter. [m]	Max. úroveň hpv			pod ter. [m]	Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
			nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania		nad mor. [m n. m.]	čas merania	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
J-5	4715	5,53	564,19	07:00	10.07.09	8,57	561,15	05:00	25.09.09	7,41	562,31	3,04	4(2)
J-10	8758	4,41	592,81	10:00	30.03.09	16,99	580,23	05:00	23.07.09	13,58	583,64	12,58	5(3)
J-19	8760	0,38	657,53	21:00	31.03.09	6,25	651,66	18:00	27.12.09	4,13	653,78	5,87	5(3)

c) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l.min<sup>-1</sup>]

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť		Min. výdatnosť		Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
		[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum			
HV-10	27	0,82	09.04.08	0,00	02.01.08	0,10	0,82	1
V-1	27	0,60	12.03.08	0,00	02.01.08	0,13	0,60	1
V-2	27	1,50	12.03.08	0,51	30.01.08	0,90	0,99	1
V-3	27	3,33	07.05.08	0,10	03.11.08	0,43	3,23	1
V-4	27	0,30	07.05.08	0,00	19.11.08	0,17	0,30	1
V-5	27	19,26	24.09.08	0,07	22.10.08	2,66	19,19	2
V-6	27	0,00	02.01.08	0,00	02.01.08	0,00	0,00	1
V-7	27	0,49	13.08.08	0,01	18.12.08	0,17	0,48	1
V-8	27	0,30	13.08.08	0,00	18.12.08	0,16	0,30	1
V-9	27	0,51	26.03.08	0,00	02.01.08	0,18	0,51	1
V-10	27	0,45	30.01.08	0,00	13.08.08	0,17	0,45	1
V-11	27	6,00	26.03.08	0,18	13.08.08	0,46	5,82	1
V-12	27	1,50	12.03.08	0,75	31.12.08	1,04	0,75	2
V-13	27	2,25	12.03.08	0,67	31.12.08	1,30	1,58	2
V-14	27	9,00	26.03.08	0,33	31.12.08	1,17	8,67	2
V-15	27	6,00	26.03.08	0,00	02.01.08	0,61	6,00	1
V-16	27	0,75	26.03.08	0,19	22.10.08	0,30	0,56	1
V-17	27	1,50	26.03.08	0,00	02.07.08	0,42	1,50	1
V-18	27	1,38	12.03.08	0,00	18.06.08	0,41	1,38	1
V-19	27	0,16	27.08.08	0,00	02.01.08	0,03	0,16	1
V-21	27	18,00	26.03.08	0,00	02.01.08	1,32	18,00	2
V-22	27	1,50	26.03.08	0,25	22.10.08	0,57	1,25	1
V-23	27	1,20	12.03.08	0,00	02.01.08	0,27	1,20	1

Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť		Min. výdatnosť		Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
		[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum			
HV-10	2	0,30	08.04.09	0,25	25.03.09	0,27	0,05	1
V-1	13	2,25	25.03.09	0,08	16.12.09	0,59	2,17	1
V-2	26	4,50	12.08.09	0,10	15.07.09	1,29	4,40	2
V-3	19	0,95	08.04.09	0,08	15.07.09	0,26	0,87	1
V-4	14	4,50	25.03.09	0,08	15.07.09	0,73	4,42	1
V-5	26	6,00	08.04.09	0,00	20.05.09	2,32	6,00	2
V-6	3	0,44	25.03.09	0,09	08.04.09	0,26	0,35	1
V-7	26	1,50	01.07.09	0,12	29.07.09	0,23	1,38	1
V-8	23	0,35	04.11.09	0,16	29.07.09	0,22	0,19	1
V-9	16	1,00	25.03.09	0,10	17.06.09	0,35	0,90	1
V-10	17	0,67	25.03.09	0,07	12.02.09	0,25	0,60	1
V-11	17	0,30	25.03.09	0,10	16.12.09	0,19	0,20	1
V-12	26	4,50	12.08.09	0,51	12.02.09	1,28	3,99	2
V-13	26	3,60	08.04.09	0,62	14.01.09	2,03	2,98	2
V-14	25	3,60	12.08.09	0,33	14.01.09	0,97	3,27	1
V-15	25	1,29	25.03.09	0,08	23.09.09	0,32	1,21	1
V-16	26	0,30	25.03.09	0,15	04.11.09	0,19	0,15	1
V-17	13	3,60	11.03.09	0,00	25.02.09	1,21	3,60	2
V-18	17	1,50	25.03.09	0,00	25.02.09	0,60	1,50	1
V-19	8	0,20	25.03.09	0,08	12.02.09	0,13	0,12	1
V-21	26	4,50	22.04.09	0,50	04.11.09	1,35	4,00	2
V-22	26	1,20	22.04.09	0,27	12.08.09	0,53	0,93	1
V-23	23	0,75	22.04.09	0,00	04.11.09	0,24	0,75	1

**d) Medzné (kritické) hladiny podzemných vôd pre niektoré piezometre**

Označenie vrtu	Medzná hladina	Medzná hladina
	podľa HYCO (1980) [m n.m.]	podľa Kopeckého (2002) [m n.m.]
J-2	573,50	
J-3A	575,60	
J-6A	579,00	580,00
J-7A	577,00	
J-9	593,70	593,26
J-10	582,50	589,13
J-11A		612,30
J-12		618,00
J-12	586,00	
J-17	622,50	626,80
J-16	624,50	621,80

## Príl. 1.11: Bojnice

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a) Geodetické merania

Bod	22.06.07 – 08.07.08					08.07.08 – 25.04.09				
	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H	Premiestnenie [mm]		Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		H
	polohové	výškové	poloha	výška		polohové	výškové	poloha	výška	
B-1	19,03	26,00	18,18	24,84	2	34,53	-43,00	43,30	53,93	3
B-2	24,21	24,00	23,13	22,93	2	46,49	-45,00	58,31	56,44	3
B-3	15,65	19,00	14,96	18,15	1	30,87	-23,00	38,72	28,85	2
B-4	8,00	22,00	7,64	21,02	2	23,54	-39,00	29,52	48,92	3
B_1	14,87	22,00	14,20	21,02	2	15,52	-25,00	19,47	31,36	2
B_2	18,44	20,00	17,62	19,11	1	12,04	-20,00	15,10	25,09	2
B_3	16,40	19,00	15,67	18,15	1	17,26	-32,00	21,65	40,14	3
B_4	8,60	19,00	8,22	18,15	1	23,77	-26,00	29,81	32,61	2
B_5	62,37	19,00	59,59	18,15	3	106,90	-19,00	134,09	23,83	3
B_6	21,93	18,00	20,96	17,20	2	53,16	-28,00	66,68	35,12	3
B_7	32,25	18,00	30,81	17,20	2	36,89	-23,00	46,27	28,85	3
B_8	31,32	7,00	29,93	6,69	2	35,11	-31,00	44,04	38,88	3
B_9	5,83	20,00	5,57	19,11	1	28,64	-27,00	35,92	33,87	2
B_10	15,00	17,00	14,33	16,24	1	29,15	-35,00	36,57	43,90	3
B_11	3,61	19,00	3,45	18,15	1	36,25	-23,00	45,47	28,85	3
B_12	9,43	17,00	9,01	16,24	1	21,54	-28,00	27,02	35,12	2
B_A	3,00	15,00	2,87	14,33	1	13,00	-23,00	16,31	28,85	2
JB-1	10,30	28,00	9,84	26,75	2	27,20	-40,00	34,12	50,17	3
JB-2	9,22	19,50	8,81	18,63	1	26,02	-21,00	32,64	26,34	2

### b) Inklinometrické merania

Bod	2008				2009			
	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm]/azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H	Hĺbka pod terénom [m]	Def. [mm]/azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]	H
	27.04.07 – 17.06.08				17.06.08 – 26.06.09			
JB-1	2,6	0,49/112	0,43	1	2,6	2,08/278	2,03	2
JB-1	3,6	0,39/81	0,34	1	3,6	1,98/268	1,93	1
JB-2	2,9	0,41/68	0,36	1	2,9	0,85/290	0,83	1
JB-2	3,4	0,34/80	0,30	1	3,4	0,84/284	0,82	1

### c) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]

#### Rok: 2008

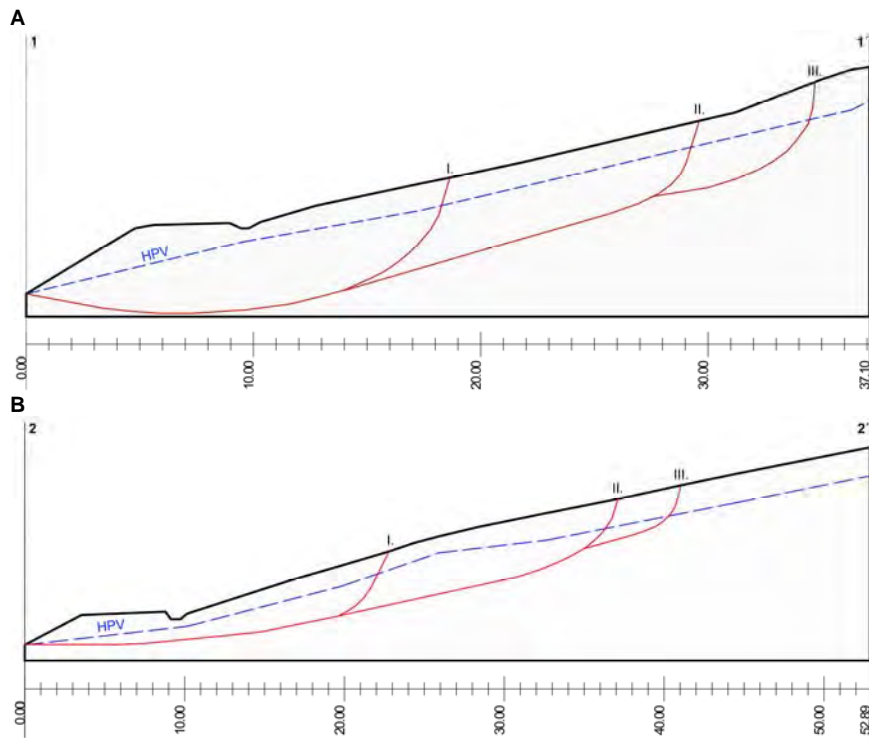
Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JB-1	48	2,27	288,00	15.01.08	3,86	286,41	15.12.08	3,23	287,04	1,59	2(1)
JB-2	48	1,02	286,48	22.03.08	3,07	284,43	15.09.08	2,45	285,05	2,05	3(2)
B-1	48	2,18	285,76	30.04.08	3,22	284,72	08.10.08	2,66	285,29	1,04	1(1)
B-2	48	2,00	282,87	22.04.08	2,36	282,51	15.02.08	2,15	282,72	0,36	1(1)
B-3	48	1,72	284,16	31.03.08	2,95	282,93	23.09.08	2,63	283,25	1,23	2(1)
B-4	48	1,35	280,93	22.03.08	4,19	278,09	07.11.08	3,40	278,88	2,84	3(2)
J-4	48	2,83	284,14	07.04.08	4,52	282,45	30.09.08	3,74	283,23	1,69	1(1)
J-9	48	1,79	290,48	22.03.08	2,91	289,36	08.09.08	2,33	289,94	1,12	4(2)

#### Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
JB-1	48	2,46	287,81	31.03.09	3,96	286,31	30.12.09	3,72	286,55	1,50	2(1)
JB-2	48	0,91	286,59	31.03.09	3,46	284,04	08.10.09	2,68	284,82	2,55	4(2)
B-1	48	2,24	285,70	31.03.09	3,12	284,82	08.10.09	2,81	285,13	0,88	1(1)
B-2	48	2,21	282,66	07.11.09	2,68	282,19	08.08.09	2,36	282,51	0,47	1(1)
B-3	48	2,17	283,71	08.04.09	3,13	282,75	07.09.09	2,82	283,06	0,96	1(1)
B-4	48	1,35	280,93	31.03.09	4,24	278,04	08.10.09	3,66	278,62	2,89	3(2)
J-4	48	3,18	283,79	08.04.09	4,83	282,14	08.10.09	4,08	282,89	1,65	1(1)
J-9	48	1,75	290,52	31.03.09	2,95	289,32	30.09.09	2,40	289,87	1,20	4(2)



d) Analýza stability svahov



d<sub>1</sub>) Inžinierskogeologické profily. A – výpočtový model 1-1'; B – výpočtový model 2-2'; HPV – maximálna hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná v roku 2000; I. – III. – označenie šmykových plôch (spracované podľa Jadroň a Mokrá, 1999)

d<sub>2</sub>) Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín

Profil	Opis vrstvy	$\gamma$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\varphi^*$ [°]	$c^*$ [kPa]
1-1'	íl piesčitý - delúvium	21,00	18,00	0,00
2-2'	íl piesčitý - delúvium	21,10	18,00	0,00

\* reziduálne parametre šmykovej pevnosti

## Príl. 1.12: Kvašov

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

### a) Inklinometrické merania

Bod	Hĺbka pod terénom [m]	2008			H	2009			H
		Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]			Def. [mm] / azimut [°]	Rýchlosť pohybu [mm.rok <sup>-1</sup> ]		
		01.08.07 – 27.05.08				27.05.08 – 26.06.09			
KHI-1	2,5	2,21/10	2,69	2	2,5	1,58/104	1,46	1	

### b) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]

#### Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
KHI-1	53	3,22	355,83	31.12.08	4,09	354,96	02.01.08	3,70	355,35	0,87	7(3)

#### Rok: 2009

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
KHI-1	57	2,86	356,19	04.03.09	4,56	354,49	28.10.09	3,59	355,46	1,70	7(3)



**b) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]**

Dátum	HSJ-25	HSJ-26	HSJ-31	HSJ-32	HSJ-33	HSJ-37	HSJ-38	HSJ-39	HSJ-46	HSJ-49	HSV-35	HSV-40
30.04.08	suchý	suchý	suchý	38,30	27,91	42,20	suchý	18,28	27,83	31,74	1,95	4,00
10.09.08	suchý	35,21	suchý	38,30	27,71	42,20	suchý	17,88	26,33	31,74	2,85	2,50
02.04.09	suchý	suchý	suchý	suchý	28,21	24,70	suchý	15,78	26,83	31,74	nemeraný	3,00
17.09.09	suchý	suchý	suchý	34,80	27,71	34,20	suchý	17,78	26,83	31,74	3,85	4,00

## Príl. 1.14: Vištuk

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.5)

### a) Merania PEE

Bod	Výška pažnice [m]	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	2008			2009			H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H
				H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE				
J-14	0,92	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	ST	4(2)
J-14	0,92	(6-10)	PN	3(2)	(6-10)	PN	3(2)	(6-10)	ST	4(2)	(6-10)	ST	4(2)
J-14	0,92	(10-13)	BP	1(1)	(10-13)	BP	1(1)	(10-13)	NZ	2(1)	(10-13)	NZ	2(1)
J-10	0,98	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	PN	3(2)	(0-7)	PN	3(2)
J-10	0,98	(8-15)	ST	4(2)	(8-15)	ST	4(2)	(8-15)	PN	3(2)	(8-15)	PN	3(2)
J-10	0,98	(15-15)	NZ	2(1)	(15-15)	NZ	2(1)	(15-15)	NZ	2(1)	(15-15)	NZ	2(1)
J-11	0,88							(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	NZ	2(1)
J-11	0,88	(4-6)	NZ	2(1)	(4-6)	NZ	2(1)	(6-7)	NZ	2(1)	(6-7)	NZ	2(1)
J-11	0,88	(7-17)	ST	4(2)	(7-17)	ST	4(2)	(7-16)	PN	3(2)	(7-17)	NZ	2(1)
J-11	0,88	(17-18)	ST	4(2)	(17-18)	PN	3(2)	(16-18)	PN	3(2)	(17-18)	NZ	2(1)
J-12	0,83	(0-9)	ST	4(2)	(0-7)	ST	4(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)
J-12	0,83	(9-9)	NZ	2(1)	(7-7)	PV	5(3)	(6-6)	NZ	2(1)	(6-6)	BP	1(1)
J-12	0,83	(9-12)	PN	3(2)	(7-9)	PN	3(2)	(6-9)	PN	3(2)	(6-9)	PN	3(2)
J-12	0,83	(12-14)	ST	4(2)	(9-12)	ST	4(2)	(9-12)	ST	4(2)	(9-11)	PN	3(2)
J-12	0,83	(14-21)	BP	1(1)	(12-21)	BP	1(1)	(12-21)	BP	1(1)	(12-21)	BP	1(1)
J-13	0,88	(0-5)	ST	4(2)	(0-5)	PN	3(2)	(0-7)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)
J-13	0,88	(5-9)	ST	4(2)	(5-9)	ST	4(2)	(7-8)	ST	4(2)	(6-8)	ST	4(2)
J-13	0,88	(9-12)	BP	1(1)	(9-9)	ST	4(2)	(8-14)	BP	1(1)	(8-13)	BP	1(1)
J-13	0,88	(12-15)	BP	1(1)	(9-15)	BP	1(1)						
J-15	0,88	(0-8)	NZ	2(1)	(0-8)	NZ	2(1)	(0-8)	PN	3(2)	(0-8)	BP	1(1)
J-15	0,88	(8-11)	BP	1(1)	(8-11)	BP	1(1)	(8-10)	BP	1(1)	(8-11)	BP	1(1)
J-15	0,88	(11-12)	BP	1(1)	(11-12)	BP	1(1)	(10-12)	BP	1(1)	(11-12)	BP	1(1)
J-15	0,88	(12-21)	NZ	2(1)	(12-21)	BP	1(1)	(12-21)	NZ	2(1)	(12-21)	BP	1(1)
J-16	0,93	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	NZ	2(1)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	NZ	2(1)
J-16	0,93	(6-8)	NZ	2(1)	(6-8)	NZ	2(1)	(6-10)	PN	3(2)	(6-10)	NZ	2(1)
J-16	0,93	(8-12)	NZ	2(1)	(8-12)	NZ	2(1)	(10-11)	NZ	2(1)	(10-11)	BP	1(1)
J-16	0,93	(12-16)	PN	3(2)	(12-16)	NZ	2(1)	(11-13)	NZ	2(1)	(11-13)	BP	1(1)
J-16	0,93							(13-16)	PN	3(2)	(13-16)	BP	1(1)
J-17	0,95	(4-6)	NZ	2(1)	(4-6)	PN	3(2)	(4-6)	PN	3(2)	(4-6)	NZ	2(1)
J-19	0,95	(0-9)	NZ	2(1)	(0-9)	NZ	2(1)	(0-9)	NZ	2(1)	(0-9)	BP	1(1)
J-19	0,95	(9-11)	BP	1(1)	(9-11)	PN	3(2)	(9-11)	BP	1(1)	(9-11)	BP	1(1)
J-19	0,95	(11-15)	PN	3(2)	(11-15)	PN	3(2)	(11-15)	NZ	2(1)	(11-15)	BP	1(1)
J-20	0,97	(0-9)	ST	4(2)	(0-9)	ST	4(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)
J-20	0,97	(9-14)	ST	4(2)	(9-14)	PN	3(2)	(7-7)	PN	3(2)	(7-7)	PN	3(2)
J-20	0,97							(7-12)	NZ	2(1)	(7-12)	NZ	2(1)
J-21	0,91	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	PN	3(2)
J-21	0,91	(6-10)	ST	4(2)	(6-10)	ST	4(2)	(6-10)	ST	4(2)	(6-10)	PN	3(2)
J-21	0,91	(10-10)	ST	4(2)	(10-10)	ST	4(2)	(10-10)	PN	3(2)	(10-10)	ST	4(2)
J-21	0,91	(12-15)	NZ	2(1)	(12-15)	NZ	2(1)	(12-15)	BP	1(1)	(12-15)	BP	1(1)
J-22	0,92	(0-4)	PN	3(2)	(7-10)	PN	3(2)	(0-4)	PN	3(2)	(0-4)	ST	4(2)
J-22	0,92	(4-7)	PN	3(2)				(4-7)	NZ	2(1)	(4-7)	BP	1(1)
J-22	0,92	(7-10)	NZ	2(1)				(7-10)	BP	1(1)	(7-10)	BP	1(1)
J-23	0,94	(3-6)	PV	5(3)	(3-6)	PV	5(3)	(3-6)	ST	4(2)	(3-6)	PN	3(2)
J-25	0,97	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	ST	4(2)	(0-6)	PN	3(2)
J-25	0,97	(6-7)	PV	5(3)	(6-7)	ST	4(2)	(6-7)	PN	3(2)	(6-7)	PN	3(2)
J-25	0,97	(7-11)	PN	3(2)	(7-11)	NZ	2(1)	(7-13)	BP	1(1)	(7-13)	BP	1(1)
J-25	0,97	(11-13)	BP	1(1)	(11-13)	BP	1(1)						
J-26	0,99	(0-9)	PV	5(3)	(0-9)	PV	5(3)	(0-9)	ST	4(2)	(0-9)	ST	4(2)
J-26	0,99	(9-9)	ST	4(2)	(9-9)	ST	4(2)	(9-9)	ST	4(2)	(9-9)	NZ	2(1)

J-26	0,99	(9-13)	PN	3(2)	(9-13)	NZ	2(1)	(9-13)	PN	3(2)	(9-14)	BP	1(1)
			28.04.08			05.09.08			24.03.09		10.09.09		
J-27	0,95	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PN	3(2)	(0-6)	PV	5(3)	(0-6)	PN	3(2)
J-27	0,95	(6-14)	ST	4(2)	(6-14)	ST	4(2)	(6-11)	ST	4(2)	(6-11)	PN	3(2)
J-27	0,95	(14-16)	PN	3(2)	(14-16)	PN	3(2)	(11-12)	ST	4(2)	(11-14)	PN	3(2)
J-27	0,95							(12-14)	ST	4(2)			
J-27	0,95							(14-16)	ST	4(2)			

**b) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]**

Dátum	J-10	J-11	J-12	J-13	J-14	J-15	J-16	J-17	J-19	J-20	J-21	J-22	J-23	J-25	J-26	J-27
18.04.08	14,00	suchý	11,27	7,42	-0,02	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	9,18	1,91	4,70	4,53	8,51	15,55
05.09.08	14,10	suchý	10,97	7,77	0,05	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	9,50	2,15	4,98	5,33	8,63	15,85
24.03.09	13,60	suchý	7,91	7,86	0,18	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	9,11	1,94	4,75	4,63	8,72	14,05
10.09.09	suchý	suchý	11,17	7,62	0,28	suchý	suchý	suchý	suchý	suchý	8,70	1,70	3,70	5,03	8,51	13,55

## Príl. 1.15: Malá Čausa

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v roku 2008 na lokalite (podľa kritérií tab. 2.1.6)

### a) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
MČ-1	24	2,16	352,42	15.03.08	4,53	350,05	15.11.08	3,78	350,80	2,37	6(3)
MČ-2	24	4,13	351,03	15.03.08	5,49	349,67	30.12.08	5,03	350,13	1,36	4(2)
MČ-3	24	-0,44	355,98	15.01.08	-0,44	355,98	15.01.08	-0,44	355,98	0,00	8(3)
MČ-4	24	0,34	362,96	15.03.08	1,35	361,95	15.09.08	0,98	362,32	1,01	1(1)
MČ-5	24	0,51	380,90	30.01.08	2,60	378,81	30.11.08	1,38	380,03	2,09	1(1)
MČ-6	24	-0,50	360,04	15.01.08	-0,50	360,04	15.01.08	-0,50	360,04	0,00	8(3)
MČ-7	24	-0,49	362,67	31.03.08	0,26	361,92	15.11.08	-0,19	362,37	0,75	8(3)
Z-6	24	0,06	371,42	15.03.08	4,20	367,28	15.11.08	2,73	368,75	4,14	4(2)
Z-7	24	1,04	363,87	15.03.08	2,44	362,47	15.11.08	1,83	363,08	1,40	4(2)
Z-11	24	1,41	368,64	31.03.08	4,41	365,64	15.11.08	3,11	366,94	3,00	5(3)

### b) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l/min]

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť		Min. výdatnosť		Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
		[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	[l.min <sup>-1</sup> ]	dátum			
DR-2	24	7,50	15.03.08	0,42	30.08.08	1,63	7,08	2

## Príl. 1.16: Veľká Izra

Záznamy dilatometrov na lokalite v rokoch 2008 a 2009

### Označenie dilatometra: TM – 71

Lokalita: Veľká Izra - 1 - horný  
0= 108° Gx/Fx=288/1 (von zo svahu)  
Smer trhliny: 13° Gs/Fs=283/89  
Šírka trhliny: 130 cm  
Orientácia: DLD

Vodorovný kruh  
 $x=n\sqrt{40}.\cos \alpha$   
 $y=n\sqrt{40}.\sin \alpha$

Zvislý kruh  
 $x=n\sqrt{40}.\cos \alpha$   
 $z=n\sqrt{40}.\sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Zvislý kruh			
				Smer [g]	R 200	R 300	Čítanie	Smer [g]	R 200	R 300
20.03.08	08:10	0	21	240	14	35	26	205	7	28
16.06.08	11:20	13	13	339	14	35	3	295	14	35
27.08.08	11:00	16	21	355	14	35	11	399	10	31
25.11.08	09:15	-2	21	255	16	37	19	190	6	15
27.03.09	08:48	-1	27	226	14	35	26	202	12	33
26.05.09	09:10	13	10	330	12	33	3	265	14	35
04.08.09	09:10	20	19	363	14	35	11	398	13	34
29.10.09	09:20	8	15	305	22	43	9	190	8	29

### Označenie dilatometra : TM – 71

Lokalita: Veľká Izra - 2 - dolný  
0= 85° Gx/Fx=260/1 (von zo svahu)  
Smer trhliny: 355° Gs/Fs=66/75  
Šírka trhliny: 85 cm  
Orientácia: DLD

Vodorovný kruh  
 $x=n\sqrt{40}.\cos \alpha$   
 $y=n\sqrt{40}.\sin \alpha$

Zvislý kruh  
 $x=n\sqrt{40}.\cos \alpha$   
 $z=n\sqrt{40}.\sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Zvislý kruh			
				Smer [g]	R 200	R 300	Čítanie	Smer [g]	R 200	R 300
20.03.08	8:20	0	65	165	21	42	65	180	60	81
20.03.08	8:40	0	4	280	17	4	3	130	8	13
16.06.08	11:35	12	25	73	9	12	32	10	8	13
27.08.08	11:12	15	55	385	7	14	45	10	11	10
27.08.08	11:20	15	5	187	12	9	9	360	8	13
25.11.08	09:25	-2	45	175	19	2	7	195	10	11
27.03.09	08:55	-1	Dilatometer kompletne zničený, konzoly skrivené, kryt aj zámky odcudzené.							



## Príl. 1.17: Sokol

Záznamy dilatometra na lokalite v rokoch 2008 a 2009

**Označenie dilatometra: TM – 71**

Lokalita: Sokol'

$\theta = 45^\circ$  Gx/Fx=50/1 (von zo svahu)

Smer trhliny:  $155^\circ$  Gs/Fs=50/89

Šírka trhliny: 146 cm

Orientácia: DPN

Vodorovný kruh

$x = n \cdot 40 \cdot \cos \alpha$

$y = n \cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Zvislý kruh

$x = n \cdot 40 \cdot \cos \alpha$

$z = n \cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Čítanie	Zvislý kruh		
				Smer [g]	R 200	R 300		Smer [g]	R 200	R 300
20.03.08	15:25	-6	7	205	12	9	10	130	22	1
16.06.08	9:35	12	15	7	8	13	19	10	17	4
05.08.08	8:30	22	21	16	6	15	27	2	18	3
25.11.08	11:55	-4	14	190	11	10	13	145	22	43
27.03.09	11:10	1	16	205	13	8	13	170	19	2
26.05.09	12:00	12	10	1	5	16	17	27	20	1
04.08.09	11:00	24	17	35	10	11	25	37	9	12
29.10.09	11:15	13	19	228	13	8	11	195	19	2

## Príl. 1.18: Košický Klečenov

Záznamy dilatometrov na lokalite v rokoch 2008 a 2009

### Označenie dilatometra: TM – 71

Lokalita: Košický Klečenov – 1  
 $0 = 236^\circ$  Gx/Fx= 236/1 (von z masívu)  
 Smer trhliny:  $245^\circ$  Gs/Fs=245/89  
 Šírka trhliny: 139,0 cm  
 Orientácia: DLD

Vodorovný kruh  
 $x = n \cdot 40 \cdot \cos \alpha$   
 $y = n \cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Zvislý kruh  
 $x = n \cdot 40 \cdot \cos \alpha$   
 $z = n \cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Čítanie	Zvislý kruh		
				Smer [g]	R 200	R 300		Smer [g]	R 200	R 300
20.03.08	09:50	-1	35	225	16	5	45	190	33	12
20.03.08	10:00	-1	6	110	12	9	7	395	11	10
16.06.08	08:20	9	35	35	13	8	35	7	11	9
05.08.08	10:20	17	45	17	11	10	55	10	16	5
25.11.08	13:15	-2	11	337	13	8	19	29	20	41
27.03.09	12:00	0	17	225	12	9	10	139	17	4
26.05.09	12:55	22	17	390	10	11	27	22	17	4
04.08.09	12:00	19	13	20	12	9	25	24	19	2
29.10.09	12:35	5	8	328	11	10	5	40	17	4

### Označenie dilatometra : TM – 71

Lokalita: Košický Klečenov – 2  
 $0 = 232^\circ$  Gx/Fx=232/1 (von z masívu)  
 Smer trhliny:  $350^\circ$  Gs/Fs=260/89  
 Šírka trhliny: 103 cm  
 Na zvislom: 300 dole  
 Orientácia: DPN

Vodorovný kruh  
 $x = n \cdot 40 \cdot \cos \alpha$   
 $y = n \cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Zvislý kruh  
 $x = n \cdot 40 \cdot \cos \alpha$   
 $z = n \cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Čítanie	Zvislý kruh		
				Smer [g]	R 200	R 300		Smer [g]	R 200	R 300
20.03.08	10:16	2	21	68	29	8	21	20	9	12
16.06.08	08:35	9	26	50	31	10	11	145	8	13
05.08.08	10:30	15	30	42	27	6	14	118	8	13
25.11.08	13:30	-1	22	82	18	3	25	172	8	13
27.03.09	12:15	0°	35	83	37	16	28	150	5	16
26.05.09	13:10	15	40	70	34	13	25	124	6	15
26.05.09	13:25	15	7	57	13	8	11	55	3	18
04.08.09	12:15	15	6	88	11	10	13	72	16	5
29.10.09	12:45	4	5	158	12	9	20	96	4	17

## Príl. 1.19: Jaskyňa pod Spišskou

Záznamy dilatometra na lokalite v roku 2008 a 2009

**Označenie dilatometra: TM – 71**

Lokalita: Jaskyňa pod Spišskou

$\alpha=348^\circ$ ;  $G_x/F_x=348/1$  (do svahu)

Smer sklonu trhliny:  $170/80^\circ$ ;  $G_s/F_s=170/80$ ;  $l_x = -645$  mm,  $l_y = 0$  mm

Šírka trhliny: 88 cm

Orientácia: DPN

Vodorovný kruh

$x=n\cdot 40 \cdot \cos \alpha$

$y=n\cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Zvislý kruh

$x=n\cdot 40 \cdot \cos \alpha$

$z=n\cdot 40 \cdot \sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Zvislý kruh			
				Smer [g]	R 200	R 300	Čítanie	Smer [g]	R 200	R 300
06.03.08	12:30	5	5	225	4	17	3	340	7	14
05.05.08	10:47	6	8	180	5	16	3	317	7	14
12.09.08	15:45	6	7	230	5	16	3	300	7	14
12.11.08	15:10	7	4	298	7	14	7	213	5	16
01.04.09	12:45	6	9	210	5	16	5	267	8	13
19.06.09	14:50	5	9	209	6	15	5	274	8	13
15.08.09	11:50	6	10	185	5	16	8	272	8	13
19.11.09	11:45	7	11	202	5	16	9	272	8	13

## Príl. 1.20: Banská Štiavnica

Výsledky monitorovacích meraní na lokalite

### a) Dilatometrické merania

#### Dilatometer Somet

Stanovisko	Bod	Vzdialenosť medzi bodmi [mm]					
		17.04.07	23.10.07	15.04.08	06.10.08	06.04.09	29.10.09
1	B1-B2	257,03	257,22	257,22	257,33	257,37	257,50
1	B1-B3	252,90	252,85	252,85	252,89	252,83	252,87
1	B2-B3	248,82	248,77	248,75	248,90	248,83	248,90
2	B4-B5	254,74	254,68	254,73	254,77	254,64	254,72

#### Meradlo posuvov

Stanovisko	Bod	Hodnota, odčítaná na prístroji [mm]					
		17.04.07	23.10.07	15.04.08	06.10.08	06.04.09	29.10.09
1	S1-S2	290,90	290,60	290,44	291,52	291,74	290,66
2	S3-S4	363,46	362,76	363,18	362,44	362,16	362,02

### b) Merania mikromorfologických zmien reliéfu (stanovisko 3)

Merací bod	Terénne merania [mm]											
	1996/08	1996/11	1997/06	1997/10	1998/04	1998/12	1999/09	2000/06	2000/09	2001/05	2001/10	2002/04
1	473,54	473,48	469,92	469,72	470,18	469,94	469,96	470,04	470,62	470,20	431,44	448,58
2	470,40	470,14	472,72	470,10	450,68	444,40	442,54	442,56	443,00	443,34	442,42	435,06
3	473,64	473,30	480,50	451,08	451,46	452,14	450,06	450,88	451,18	452,86	440,54	443,28
4	462,00	460,04	455,28	454,30	454,40	454,12	453,00	451,80	451,16	449,62	444,12	447,26
5	470,16	469,78	469,84	470,00	469,44	469,58	470,44	468,02	468,12	464,84	465,42	465,56
6	474,02	473,32	473,64	473,12	473,54	473,48	473,94	470,32	474,84	466,36	459,56	467,12
7	471,52	470,62	465,30	465,02	465,22	465,14	465,08	461,66	461,90	462,06	459,18	462,40
8	466,82	465,98	465,78	464,28	464,24	463,84	461,88	461,78	461,98	460,00	459,58	459,64

Merací bod	Terénne merania [mm]											
	2002/11	2003/05	2003/09	2004/05	2005/04	2005/10	2006/06	2006/09	2007/04	2007/10	2008/04	2008/09
1	432,16	432,46	432	432,08	432,16	432,74	433,44	433,7	433,44	433,54	431,48	433,54
2	430,72	435,96	435,42	391,54	390,68	384,54	383,34	384,08	383,44	382,96	382,06	383,34
3	430,68	432,28	407,04	407,46	409,48	405,26	403,16	403,34	386,84	386,28	384,62	370,08
4	440,3	445,36	396,58	396,72	396,54	396,2	395,02	395,62	395,04	394,9	398,04	395,86
5	455,52	457,16	407,52	408,1	407,92	408,14	408,1	409,02	408,08	408,24	408,28	408,5
6	466,96	458,4	418,84	380,02	379,6	379,62	379,92	379,98	379,88	379,64	381,28	379,62
7	462,1	457,2	456,82	462,22	463,02	464,32	467,38	380,9	380,62	380,58	379,3	380,52
8	459,48	459,88	459,26	461,14	460,44	460,78	461,68	373,1	373,2	373,18	372,06	372,86

## Príl. 1.21: Handlová-Baňa

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 2001 až 2008 na lokalite

Merací bod	Terénne merania [mm]														
	01/05	02/04	02/11	03/06	03/10	04/04	04/10	05/05	05/10	07/04	07/10	08/04	08/09	09/04	09/10
1	422,38	418,62	420,30	419,88	422,20	418,90	419,30	419,44	418,98	418,52	418,44	420,94	418,38	417,18	417,90
2	425,70	424,30	424,80	424,14	425,12	423,50	424,05	423,86	423,55	423,44	423,34	424,90	423,24	422,88	423,22
3	445,34	446,72	447,00	445,74	444,58	445,10	446,22	445,88	445,54	445,34	445,20	444,46	445,30	445,10	445,08
4	442,56	442,20	442,60	442,36	441,50	442,10	442,48	442,30	442,30	441,88	441,88	441,82	441,94	441,52	441,84
5	449,04	447,42	448,04	447,94	450,04	447,16	447,36	446,92	446,82	446,42	446,46	448,04	446,18	445,98	446,36
6	465,16	465,04	465,02	460,92	464,28	464,46	465,12	464,80	464,56	464,52	464,44	465,18	464,52	460,32	464,32
7	458,14	456,72	457,16	457,18	457,77	456,82	456,80	457,02	456,88	456,70	456,68	457,66	459,64	456,76	456,72
8	422,46	422,26	421,86	421,38	419,92	421,00	422,58	420,94	420,90	420,12	420,02	419,82	419,92	420,00	416,96

## Príl. 1.22: Demiata

Výsledky monitorovacích meraní na lokalite

### a) Dilatometrické merania

#### Dilatometer Somet

Stanovisko	Bod	Vzdialenosť medzi bodmi [mm]					
		23.05.07	05.11.07	05.05.08	24.10.08	20.05.09	25.11.09
3	E1 - E2	253,87	254,19	254,15	254,13	254,05	254,01
3	E1 - E3	255,69	255,66	255,59	255,66	255,54	255,63
3	E2 - E3	253,75	253,64	253,59	253,71	253,68	253,54
3	E1 - E2'	703,09	702,85	702,69	702,27	702,27	702,09
4	E4 - E5	254,51	254,27	254,35	nemerané	254,40	254,38

#### Meradlo posuvov

Stanovisko	Bod	Hodnota, odčítaná na prístroji [mm]					
		23.05.07	05.11.07	05.05.08	24.10.08	20.05.09	25.11.09
1	D8 - D9a	288,64	nemerané	288,90	288,37	290,38	289,32
2	D6 - D7	zrútené					
3	D1 - D2	417,18	417,40	417,70	417,70	421,90	418,04
3	D3 - D4	443,54	443,38	444,02	443,48	444,22	442,16
3	D3 - D5	242,16	242,08	242,48	241,60	240,80	240,00

### b) Merania mikromorfologických zmien reliéfu

#### Stanovisko 3

Merací bod	Terénne merania [mm]			
	2007/11	2008/05	2008/10	2009/05
1	485,32	485,38	484,04	483,98
2	487,42	487,40	488,54	488,04
3	484,42	484,20	487,14	486,90
4	479,20	479,72	479,02	479,00
5	494,88	495,10	494,80	494,40
6	490,18	490,70	492,36	491,78
7	485,56	486,18	488,20	487,48
8	473,66	474,20	472,24	470,18

#### Stanovisko 5

Merací bod	Terénne merania [mm]				
	2007/11	2008/05	2008/10	2009/05	2009/11
1	472,82	471,90	472,60	472,50	473,98
2	455,30	455,00	455,90	455,46	456,18
3	452,54	452,58	452,60	452,60	453,94
4	484,46	483,60	483,60	483,98	484,38
5	483,84	483,60	483,54	483,74	484,42
6	483,38	483,40	483,20	483,40	484,02
7	480,16	480,22	480,90	479,92	480,62
8	470,98	475,42	474,62	474,90	475,74

## Príl. 1.23: Starina

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 1995 až 2009 na lokalite

Merací bod	Terénne merania [mm]												
	95/08	96/06	96/10	97/04	97/10	98/05	98/11	99/04	99/08	00/10	01/10	02/04	02/11
1	357,26	358,80	357,96	357,00	357,10	356,94	357,38	357,12	357,28	357,14	353,78	356,14	351,94
2	387,38	389,74	389,64	386,96	387,06	386,88	387,36	386,94	386,90	386,44	386,74	389,16	386,74
3	377,00	364,08	364,30	374,04	372,08	371,62	370,78	369,08	367,44	360,54	355,04	351,38	351,96
4	354,32	355,50	355,58	354,04	354,08	354,08	354,28	354,06	354,48	354,36	351,40	354,10	352,46
5	338,22	340,08	340,00	338,16	338,24	338,18	338,24	338,12	338,36	338,14	335,04	338,08	335,90
6	381,78	373,78	373,60	371,88	371,84	371,80	372,02	365,80	362,66	318,04	333,78	332,14	326,78
7	368,38	356,78	356,88	350,40	351,38	350,82	351,10	351,70	351,34	351,18	338,94	340,04	331,98
8	326,26	335,64	335,10	323,80	322,30	321,98	322,32	322,00	320,48	319,88	353,24	356,38	339,78

Merací bod	Terénne merania [mm]												
	03/05	03/12	04/03	05/06	05/11	06/06	06/11	07/04	07/11	08/03	08/12	09/06	09/11
1	352,38	355,16	350,08	355,02	352,18	355,18	355,10	355,64	354,78	352,26	355,26	352,20	352,38
2	386,72	391,68	387,00	388,84	386,04	388,80	388,60	394,18	388,26	386,40	386,02	385,90	385,54
3	355,22	350,00	347,90	344,96	345,04	343,08	342,58	344,20	341,48	340,24	340,64	333,24	323,28
4	353,48	359,86	353,64	353,78	351,90	353,68	353,52	354,86	353,50	352,20	352,74	352,46	351,32
5	337,48	336,66	337,38	336,90	335,28	336,52	336,34	337,52	336,38	338,24	336,04	335,94	334,20
6	326,70	331,88	326,04	332,38	327,88	329,46	329,38	329,22	329,76	324,72	325,96	323,58	323,54
7	328,82	328,04	327,82	328,06	327,68	314,10	313,92	313,22	318,22	307,64	338,94	303,42	302,18
8	338,30	315,94	314,90	356,40	338,06	356,60	356,48	355,72	356,70	341,58	352,72	337,96	345,40

## Príl. 1.24: Slovenský raj (Pod večným dažďom)

Výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2007 a 2008 na lokalite

Dilatometer Somet

Označenie bodov	Vzdialenosť medzi bodmi [mm]			
	11.06.07	06.05.08	24.10.08	21.05.09
R11 – R12	254,954	254,814	254,694	254,837
R11 – R13	248,269	248,193	248,154	248,250
R12 – R13	248,774	248,737	248,615	248,669
R14 – R15	253,329	253,322	253,093	253,170



## Príl. 1.25: Harmanec

Výsledky monitorovacích meraní na lokalite

Dilatometer Somet

Označenie bodov	Vzdialenosť medzi bodmi [mm]					
	17.04.07	23.10.07	16.04.08	13.10.08	07.04.09	30.10.09
H1-H1´	252,93	253,27	253,22	253,40	253,50	253,27
H2-H2´	251,81	252,13	252,08	252,02	252,03	251,98

## Príl. 1.26: Jakub

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 1997 až 2009 na lokalite

Merací bod	Terénne merania [mm]												
	97/11	98/03	98/12	99/04	99/11	00/06	00/10	01/05	01/10	02/04	02/11	03/05	03/09
1	439,42	439,44	435,16	433,50	432,00	441,16	435,22	435,00	434,88	435,00	434,38	440,30	440,02
2	398,02	397,58	396,64	397,60	397,18	396,00	395,88	395,38	395,56	395,56	395,30	395,36	395,30
3	474,42	474,36	474,50	473,12	473,30	473,04	473,06	472,18	472,64	472,58	472,64	472,64	472,00
4	429,20	428,94	429,10	429,06	429,16	428,86	428,70	428,42	428,66	428,64	428,26	428,56	428,50
5	341,68	341,84	341,66	341,34	340,30	340,02	340,00	339,32	339,58	340,76	340,70	340,86	341,12
6	412,00	411,60	411,88	411,68	411,52	411,72	412,20	411,30	411,28	411,74	411,78	411,58	410,80
7	449,12	448,90	449,84	449,10	448,74	448,54	448,84	447,60	448,42	448,82	448,54	448,80	448,70
8	486,48	486,08	485,58	486,08	486,16	485,96	486,00	484,56	485,40	485,32	485,22	485,30	485,50

Merací bod	Terénne merania [mm]											
	04/04	04/09	05/04	05/10	06/04	06/10	07/04	07/10	08/04	08/10	09/04	09/10
1	441,12	441,00	440,38	440,90	440,96	439,62	441,22	440,30	431,04	440,80	440,80	441,14
2	396,44	396,48	397,56	374,20	373,62	371,82	372,26	371,96	377,28	372,22	372,20	372,20
3	472,80	472,74	472,74	472,48	472,64	472,30	472,52	472,44	473,24	472,36	472,52	472,68
4	428,78	428,15	427,74	427,48	427,50	427,14	427,40	427,08	428,18	427,50	427,54	427,68
5	342,66	342,56	343,12	342,82	342,98	342,90	342,86	342,16	343,94	343,96	342,68	343,44
6	411,48	411,78	411,72	411,38	414,40	411,46	411,38	410,86	422,20	410,82	410,84	411,68
7	449,16	449,34	449,48	449,08	449,32	449,28	449,20	449,08	445,80	449,12	449,06	449,16
8	485,14	485,24	485,32	485,32	485,42	484,98	485,20	484,70	483,48	485,18	485,28	485,28

## Príl. 1.27: Železná studnička – Bratislava

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 1998 až 2009 na lokalite

Merací bod	Terénne merania [mm]										
	1998/04	1998/08	1999/10	2000/03	2001/06	2001/12	2002/4	2002/10	2003/02	2003/10	2004/06
1	466,32	466,28	466,26	466,18	465,28	465,80	465,71	465,68	466,34	465,50	466,36
2	473,18	473,18	473,18	473,10	472,68	473,60	473,16	473,28	473,14	473,14	473,16
3	474,22	474,14	474,30	473,94	473,32	473,96	473,46	473,44	473,20	474,12	473,98
4	483,44	483,42	483,54	483,12	482,46	483,26	483,12	483,10	482,10	483,24	483,24
5	480,96	480,90	480,78	480,36	479,64	480,50	480,28	480,20	480,06	481,40	480,12
6	462,46	462,40	462,38	461,78	460,94	461,90	461,88	461,56	461,64	462,80	461,78
7	470,70	470,58	470,34	469,84	468,76	469,70	469,92	469,80	469,74	469,54	469,92
8	464,00	464,00	464,04	463,72	462,62	463,50	463,36	463,16	463,04	463,10	463,06

Merací bod	Terénne merania [mm]									
	2004/11	2005/05	2006/06	2006/10	2007/4	2007/12	2008/05	2008/10	2009/05	2009/12
1	466,10	466,18	466,32	466,18	466,48	466,32	466,32	466,34	466,38	466,06
2	473,14	472,92	473,12	473,20	472,96	473,12	473,06	473,10	473,00	472,82
3	474,02	475,56	474,28	474,18	474,52	474,28	474,30	474,36	474,40	474,00
4	483,22	483,90	483,44	483,32	483,64	483,64	483,68	483,72	486,42	483,16
5	480,34	481,48	480,30	480,30	480,80	480,24	480,42	480,56	481,18	479,76
6	462,00	462,66	462,18	461,88	462,84	461,90	461,92	461,92	461,80	463,02
7	469,90	470,86	470,02	469,02	470,28	469,86	469,90	470,00	470,56	469,70
8	462,98	463,08	463,42	463,04	463,40	463,02	463,14	463,04	463,08	463,00

## Príl. 1.28: Pezinská Baba

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 2005 až 2009 na lokalite

### Stanovisko 2

Merací bod	Terénne merania [mm]								
	2005/12	2006/04	2006/10	2007/04	2007/09	2008/05	2008/10	2009/05	2009/12
1	468,44	465,68	465,34	465,36	465,96	464,38	464,34	463,86	463,80
2	474,52	475,65	474,26	474,14	473,98	474,06	474,12	473,83	473,82
3	477,54	477,16	477,18	477,10	476,96	476,84	477,00	476,72	476,74
4	471,16	470,74	470,76	470,54	470,20	470,10	470,48	469,96	469,96
5	467,66	467,27	467,24	467,08	466,80	466,44	466,96	466,50	466,28
6	478,14	479,12	477,76	477,68	477,56	477,38	477,72	477,40	472,12
7	484,12	484,08	483,90	483,74	483,36	483,40	483,84	483,34	483,14
8	483,84	483,54	483,52	484,02	483,08	483,30	483,52	482,98	482,78

### Stanovisko 3

Merací bod	Terénne merania [mm]						
	2006/10	2007/04	2007/09	2008/05	2008/10	2009/05	2009/12
1	387,62	388,14	386,90	386,40	385,98	386,08	385,80
2	344,10	345,04	342,82	342,96	342,82	342,74	342,70
3	325,12	324,57	339,02	325,30	337,56	324,92	341,46
4	325,98	321,60	325,18	325,08	325,16	324,24	325,26
5	342,14	339,62	343,10	342,46	343,04	344,02	343,78
6	352,56	348,20	358,28	356,68	360,42	352,16	352,04
7	418,62	416,16	418,38	418,52	418,34	418,10	417,96
8	443,58	442,66	448,20	447,80	447,94	447,94	447,98

## Príl. 1.29: Lipovník

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 1995 až 2009 na lokalite

Merací bod	Terénne merania [mm]												
	95/08	96/06	96/10	97/04	97/10	98/05	98/11	99/04	99/10	00/10	01/10	02/04	02/11
1	402,88	401,38	398,56	403,38	398,10	398,54	398,06	398,18	397,94	397,52	397,34	399,10	397,96
2	425,60	424,66	424,10	419,52	421,16	423,54	419,66	419,68	419,42	419,50	419,08	423,90	419,30
3	393,82	393,22	392,40	390,28	390,44	389,74	387,30	388,42	388,30	386,98	387,26	393,42	387,48
4	385,10	382,12	379,56	380,50	380,28	380,42	380,58	380,44	380,24	380,16	380,02	380,80	380,00
5	405,58	404,52	403,34	408,56	406,84	408,78	408,38	409,00	408,24	406,04	403,26	402,90	403,70
6	405,00	404,80	404,88	405,10	405,10	404,78	404,54	404,78	404,48	404,18	403,70	405,00	403,94
7	438,18	437,62	437,34	430,88	430,66	430,66	431,02	431,20	431,10	430,68	430,18	437,40	430,26
8	442,54	441,90	441,32	444,02	443,92	441,36	441,18	441,30	441,04	440,96	440,62	441,18	440,80

Merací bod	Terénne merania [mm]												
	03/05	03/12	04/03	05/06	05/11	06/06	06/11	07/04	07/11	08/3	08/12	09/06	09/11
1	397,42	396,66	399,74	399,00	396,72	399,24	399,02	399,92	399,04	396,68	396,38	396,04	396,18
2	419,04	419,44	419,82	419,22	419,78	419,12	419,10	419,90	417,78	419,42	419,24	419,44	419,42
3	389,60	386,68	393,96	392,76	388,26	391,48	392,94	396,18	391,20	389,36	385,36	384,58	385,30
4	380,20	380,92	379,60	380,60	380,38	378,52	379,62	382,38	379,78	380,18	379,98	380,00	378,26
5	403,40	403,70	403,52	403,08	439,00	401,88	402,00	406,08	401,38	403,34	403,24	403,84	403,42
6	404,06	404,12	404,54	404,58	403,88	404,46	404,40	403,76	403,90	403,82	402,56	402,12	401,60
7	430,48	430,48	437,40	437,66	450,00	437,02	436,14	435,20	435,08	430,34	430,02	430,08	429,92
8	441,18	440,58	441,12	441,16	441,12	441,04	440,88	440,86	440,68	441,30	440,02	440,52	440,12

### Príl. 1.30: Stabilizačný násyp – Handlová

Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2007 až 2009 na lokalite a klasifikačné hodnotenie (H) režimových pozorovaní

#### a) Geodetické merania

Číslo bodu / etapa merania	Dátum merania	Súradnice JTSK [m]			Zmena oproti predchádzajúcemu meraniu [mm]			Transformné súradnice [mm]		Výška násypu [m]	Medzné hodnoty [mm]			Sadnutie od počiatku Dz [mm]
		y	x	z	dy	dx	dz	v	u		h	pozdlžny posun Mu	priečny posun Mv	
VH/44	10.2007	-	-	494,7180	-	-	-1,0	-	-	4,2	-33	±43	-37	-1,2
VH/45	10.2008	-	-	494,7190	-	-	+1,0	-	-	4,2	-34	±44	-37	-0,2
VH/46	10.2009	-	-	494,7191	-	-	+0,1	-	-	4,2	-35	±44	-37	-0,1
VNP/44	10.2007	-	-	487,5345	-	-	-0,7	-	-	4,2	-33	±43	-37	-12,6
VNP/45	10.2008	-	-	487,5356	-	-	+1,1	-	-	4,2	-34	±44	-37	-11,5
VNP/46	10.2009	-	-	487,5349	-	-	+0,7	-	-	4,2	-35	±44	-37	-12,2
OŠ3/44	10.2007	-	-	483,7690	-	-	+2,2	-	-	18,6	-33	±43	-206	-96,7
OŠ3/45	10.2008	-	-	483,7698	-	-	+0,8	-	-	18,6	-34	±43	-216	-95,9
OŠ3/46	10.2009	-	-	483,7668	-	-	-3,0	-	-	18,6	-35	±44	-226	-98,9
OŠ2/44	10.2007	-	-	472,6825	-	-	-6,5	-	-	24,1	-33	±43	-178	-150,9
OŠ2/45	10.2008	-	-	472,6770	-	-	-5,5	-	-	24,1	-34	±43	-196	-156,4
OŠ2/46	10.2009	-	-	472,6724	-	-	-4,6	-	-	24,1	-35	±44	-194	-161,0
OŠ1/44	10.2007	-	-	465,3173	-	-	-0,2	-	-	20,7	-33	±43	-251	-116,8
OŠ1/45	10.2008	-	-	465,3184	-	-	+1,1	-	-	20,7	-34	±43	-259	-115,7
OS1/46	10.2009	-	-	465,3193	-	-	+0,9	-	-	20,7	-35	±44	-261	-114,8
VO/44	10.2007	446 872,7406	1 228 231,4152	460,1590	-3,3	-3,6	+1,6	+7,9	-10,3	3,4	-33	±43	-54	-14,6
VO/45	10.2008	446 872,7413	1 228 231,4148	460,1587	+0,7	-0,4	-0,3	+8,5	-9,9	3,4	-34	±43	-55	-14,9
VO/46	10.2009	446 872,7415	1 228 231,4185	460,1593	+0,2	+3,7	+0,6	+5,4	-8,0	3,4	-35	±44	-56	-14,3

**b) Meranie konvergencií potrubia**

Označenie meracej stanice	Potrubie pravé Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	Teplota ovzdušia: 17,4°C Dátum merania: 9/2009				0 - 30				Vertikálny smer [mm] $\Phi$ a0 - $\Phi$ a30	Horizontálny smer [mm] $\Phi$ b0 - $\Phi$ b30	Teplota oceľového potrubia [°C]		Lokalizácia dutín D - dutina K - kontakt 2009						
			Základné meranie $\Phi$ a0	Vertikálny smer [mm]		Základné meranie $\Phi$ b0	Horizontálny smer [mm]		Priemer $\Phi$ b30	Priemer $\Phi$ a30			Priemer $\Phi$ b30	Priemer $\Phi$ a30	Priemer $\Phi$ b30	Priemer $\Phi$ a30	Priemer $\Phi$ b30	Priemer $\Phi$ a30	Priemer $\Phi$ b30	Priemer $\Phi$ a30	Priemer $\Phi$ b30
				1. čítanie $\Delta$ a'	2. čítanie $\Delta$ a''		1. čítanie $\Delta$ b'	2. čítanie $\Delta$ b''													
1P	50	5,1	70,300	70,850	70,850	70,850	64,325	64,200	64,200	64,200	-0,550	+0,125	12,4	12,9	K	K	K	K			
2P	100	11,4	67,100	66,050	66,050	66,050	64,000	62,400	62,400	62,400	+1,050	+1,600	12,5	13,0	K	K	K	K			
3P	160	15,7	72,750	72,900	72,900	72,900	63,200	63,650	63,700	63,675	-0,150	-0,475	12,6	13,0	D	D	D	K			
4P	220	18,3	69,125	67,350	67,400	67,375	60,075	60,750	60,750	60,750	+1,750	-0,675	12,7	13,1	K	K	K	D			
5P	250-OŠ1	18,6	44,850	44,650	44,650	44,650	63,500	63,700	63,700	63,700	+0,200	-0,200	12,7	13,1	D	D	D	D			
6P	280	19,9	54,900	52,700	52,750	52,725	80,775	81,450	81,450	81,450	+2,175	-0,675	12,8	13,2	D	K	D	K			
7P	340	19,7	50,875	50,600	50,600	50,600	87,075	87,650	87,650	87,650	+0,275	-0,575	12,8	13,2	D	K	K	K			
8P	400	23,8	59,400	59,700	59,700	59,700	75,550	76,350	76,350	76,350	-0,300	-0,800	12,8	13,2	K	K	K	K			
9P	460	24,0	58,850	57,200	57,200	57,200	80,475	80,950	80,950	80,950	+1,650	-0,475	12,8	13,2	K	K	K	K			
10P	464-OŠ2	24,0	70,650	69,850	69,850	69,850	91,950	91,300	91,300	91,300	+0,800	+0,650	12,8	13,2	D	K	K	K			
11P	471	24,0	31,775	31,950	32,000	31,975	96,000	96,400	96,400	96,400	-0,200	-0,400	12,9	13,3	K	K	K	K			
12P	520	23,3	73,850	77,150	77,150	77,150	73,525	78,500	78,550	78,525	-3,300	-5,000	13,0	13,3	D	K	D	D			
13P	580	22,5	68,000	67,400	67,350	67,375	68,450	69,550	69,550	69,550	+0,625	-1,100	13,0	13,3	D	D	D	D			
14P	640	21,3	51,225	50,950	50,950	50,950	79,625	80,000	80,050	80,025	+0,275	-0,400	13,0	13,3	D	D	K	D			
15P	700	19,9	51,750	51,000	51,000	51,000	75,300	75,950	75,950	75,950	+0,750	-0,650	13,0	13,4	D	K	D	D			
16P	760	19,4	76,150	74,350	74,350	74,350	55,700	56,000	55,950	55,975	+1,800	-0,275	13,1	13,4	D	D	K	K			
17P	820	18,6	66,150	64,400	64,400	64,400	68,650	69,000	69,000	69,000	+1,750	-0,350	13,1	13,4	D	D	D	K			
18P	835-OŠ3	18,4	67,300	68,400	68,400	68,400	65,000	64,300	64,300	64,300	-1,100	+0,700	13,2	13,5	K	K	K	K			
19P	880	17,5	64,000	63,350	63,350	63,350	76,625	77,100	77,100	77,100	+0,650	-0,475	13,2	13,5	D	D	D	D			
R20P	940	15,8	74,000	74,700	74,700	74,700	47,150	47,350	47,300	47,325	-0,700	-0,175	13,3	13,6	K	D	K	D			
R21P	1000	11,7	51,300	51,450	51,450	51,450	76,975	77,250	77,200	77,225	-0,150	-0,250	13,3	13,6	D	D	K	D			

Označenie meracej stanice	Potrubie lavé Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	Teplota ovzdušia: 17,4°C Dátum merania: 9/2009									Teplota ocelového potrubia [°C]	Lokalizácia dutín D - dutina K - kontakt 2009					
			Vertikálny smer [mm]			Horizontálny smer [mm]			Vertikálny smer [mm] Φ a0 - Φ a30	Horizontálny smer [mm] Φ b0 - Φ b30								
			Základné meranie Φ a0	1. čítanie Δ a'	2. čítanie Δ a''	Priemer Φ a30	Základné meranie Φ b0	1. čítanie Δ b'			2. čítanie Δ b''						Priemer Φ b30	
1L	50	5,1	71,700	74,000	74,000	74,000	58,400	57,450	57,400	57,425	-2,300	+0,975	11,9	12,4	K	K	K	K
2L	100	11,4	64,375	67,800	67,800	67,800	73,025	68,000	68,000	68,000	-3,425	+5,025	11,9	12,4	K	D	K	K
3L	160	15,7	74,800	74,900	74,900	74,900	55,925	56,400	56,400	56,400	-0,100	-0,475	11,9	12,4	K	K	D	K
4L	220	18,3	43,375	43,650	43,650	43,650	85,800	86,600	86,600	86,600	-0,275	-0,800	11,9	12,4	K	K	K	D
5L	250-OŠ1	18,6	45,700	—	—	—	86,400	86,650	86,650	86,650	—	-0,250	11,9	12,4	K	K	K	K
6L	280	19,9	60,550	60,500	60,500	60,500	65,350	66,050	66,050	66,050	+0,050	-0,700	11,9	12,4	K	D	K	K
7L	340	19,7	33,950	34,950	35,000	34,975	88,675	89,450	89,450	89,450	-1,025	-0,775	12,0	12,5	D	D	D	K
8L	400	23,8	58,750	58,000	58,000	58,000	75,300	76,050	76,050	76,050	+0,750	-0,750	12,0	12,5	K	D	K	K
9L	460	24,0	61,200	—	—	—	74,925	—	—	—	—	—	12,1	12,7	K	K	K	K
10L	464-OŠ2	24,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,1	12,8	K	D	K	D
11L	471	24,0	33,900	32,050	32,000	32,025	—	—	—	—	+1,875	—	12,2	12,8	K	K	K	D
12L	520	23,3	66,875	67,700	67,700	67,700	63,600	63,150	63,150	63,150	-0,825	+0,450	12,2	12,8	D	D	D	D
13L	580	22,5	52,350	51,950	52,000	51,975	79,450	80,650	80,700	80,675	+0,375	-1,225	12,3	12,9	D	D	D	D
14L	640	21,3	64,100	63,200	63,200	63,200	66,200	66,750	66,750	66,750	+0,900	-0,550	12,4	13,0	D	D	K	K
15L	700	19,9	77,775	76,700	76,700	76,700	57,125	58,200	58,250	58,225	+1,075	-1,100	12,5	13,1	D	D	K	K
16L	760	19,4	69,050	67,200	67,200	67,200	63,850	65,250	65,250	65,250	+1,850	-1,400	12,5	13,1	D	D	D	D
17L	820	18,6	35,650	33,250	33,250	33,250	93,250	94,000	94,000	94,000	+2,400	-0,750	12,5	13,1	K	K	K	K
18L	835-OŠ3	18,4	53,750	53,250	53,250	53,250	82,400	—	—	—	—	—	12,6	13,1	D	K	K	K
19L	880	17,5	56,500	56,050	56,050	56,050	69,750	70,100	70,150	70,125	+0,450	-0,375	12,6	13,1	K	D	K	K
20L	940	15,8	67,000	66,200	66,200	66,200	68,675	69,400	69,450	69,425	+0,800	-0,750	12,6	13,2	D	D	K	D
21L	1000	11,7	44,900	44,850	44,850	44,850	90,325	91,000	91,000	91,000	+0,050	-0,675	12,7	13,3	D	D	D	K



Potrubie Nepomenovaného potoka			Teplota ovzdušia: 13,6°C Dátum merania: 04/1992			0			Poznámky
Základné meranie			Vertikálny smer [mm]			Horizontálny smer [mm]			
Označenie meracej stanice	Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	1. čítanie $\Delta a'$	2. čítanie $\Delta a''$	Priemer $\Phi a0$	1. čítanie $\Delta b'$	2. čítanie $\Delta b''$	Priemer $\Phi b0$	
1N	0	14,30	38,500	38,500	38,500	—	—	—	
2N	6,5	14,30	43,300	43,350	43,325	—	—	—	
3N	40	12,61	44,800	44,800	44,800	91,250	91,200	91,225	
4N	100	10,38	45,650	45,650	45,650	90,900	90,900	90,900	
5N	160	9,16	54,350	54,300	54,325	70,000	70,050	70,025	
6N	220	8,13	52,750	52,750	52,750	73,350	73,350	73,350	

Potrubie Nepomenovaného potoka			Teplota ovzdušia: 16,5°C Dátum merania: 9/2009			0 - 30			Vertikálny smer [mm] $\Phi a0 - \Phi a30$	Horizontálny smer [mm] $\Phi b0 - \Phi b30$	Teplota oceleového potrubia [°C]	Lokalizácia dutín D - dutina K - kontakt 2009				
Dvadsiate šieste kontrolné meranie			Vertikálny smer [mm]			Horizontálny smer [mm]										
Označenie meracej stanice	Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	1. čítanie $\Delta a'$	2. čítanie $\Delta a''$	Priemer $\Phi a30$	1. čítanie $\Delta b'$	2. čítanie $\Delta b''$	Priemer $\Phi b30$								
1N	0	24,0	36,000	36,000	36,000	—	—	—	+2,500	—	12,1	12,7	K	K	K	K
2N	6,5	24,0	43,950	43,950	43,950	—	—	—	-0,625	—	12,1	12,7	K	D	K	D
3N	40	23,0	44,250	44,250	44,250	92,250	92,250	92,250	+0,550	-1,025	12,2	12,9	D	D	K	K
4N	100	20,3	45,250	45,200	45,225	92,250	92,250	92,300	+0,425	-1,400	12,3	13,0	D	D	D	K
5N	160	17,5	54,250	54,250	54,250	70,700	70,700	70,700	+0,075	-0,675	12,4	13,1	K	K	D	K
6N	220	15,2	52,650	52,600	52,625	74,000	74,000	74,150	+0,125	-0,800	12,5	13,2	K	K	D	D

c) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m]

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
H-1	52	3,31	451,58	07.12.08	4,95	449,94	31.10.08	4,57	450,32	1,64	7(3)
H-2	52	9,35	452,12	22.03.08	10,05	451,42	31.10.08	9,78	451,69	0,70	7(3)
H-3	52	5,76	464,04	07.12.08	8,80	461,00	21.11.08	6,96	462,84	3,04	5(3)
H-4	52	13,98	464,07	11.04.08	14,50	463,55	14.11.08	14,26	463,79	0,52	1(1)
H-5	52	2,93	457,91	22.03.08	7,99	452,85	07.11.08	6,01	454,83	5,06	7(3)
H-6	52	17,55	456,77	09.05.08	17,90	456,42	05.01.08	17,74	456,58	0,35	1(1)
H-7	52	3,84	450,14	26.01.08	4,49	449,49	25.10.08	4,25	449,73	0,65	7(3)
IN-1	52	5,01	458,05	07.12.08	6,97	456,09	14.11.08	6,30	456,76	1,96	5(3)
IN-2	52	2,00	461,13	07.12.08	2,76	460,37	14.11.08	2,49	460,64	0,76	4(2)
IN-3A	52	8,98	451,62	22.03.08	9,58	451,02	11.10.08	9,34	451,26	0,60	7(3)
IN-4	52	9,97	467,11	07.12.08	14,20	462,88	14.12.08	11,88	465,20	4,23	6(3)
INV-4	52	12,18	464,93	08.03.08	13,83	463,28	14.11.08	13,25	463,86	1,65	7(3)
M-1	11	3,02	513,71	05.04.08	5,15	511,58	30.11.08	4,31	512,42	2,13	2(1)
M-2	11	0,29	539,56	08.03.08	2,83	537,02	30.11.08	1,55	538,30	2,54	5(3)
M-3	11	1,75	506,14	08.03.08	3,77	504,12	30.11.08	2,60	505,29	2,02	2(1)
MP-1	52	2,41	457,64	19.01.08	2,78	457,27	14.11.08	2,52	457,53	0,37	5(3)
N-1	11	-0,21	489,46	08.03.08	1,29	487,96	06.09.08	0,44	488,81	1,50	5(3)
N-2	11	0,78	494,77	08.03.08	3,46	492,09	07.11.08	2,19	493,36	2,68	6(3)
N-3	11	0,27	498,49	08.03.08	2,65	496,11	06.09.08	1,53	497,23	2,38	7(3)
N-4	11	0,40	506,76	08.03.08	3,91	503,25	06.09.08	2,21	504,95	3,51	6(3)
NV-1	11	8,27	489,90	26.01.08	10,12	488,05	04.07.08	9,48	488,69	1,85	2(1)
NV-105	11	10,52	474,47	08.03.08	11,56	473,43	07.11.08	10,96	474,03	1,04	7(3)
NV-109	52	8,21	468,97	07.12.08	8,50	468,68	14.11.08	8,33	468,85	0,29	4(2)
NV-110	52	3,47	473,60	07.12.08	14,15	462,92	25.10.08	13,58	463,49	10,68	6(3)
NV-111	52	8,55	461,83	07.12.08	suchý		07.11.08				2(1)
NV-112	52	10,31	460,81	25.04.08	10,64	460,48	05.01.08	10,49	460,63	0,33	2(1)
NV-14	52	6,84	456,15	02.03.08	7,42	455,57	18.07.08	7,14	455,85	0,58	5(3)
NV-4	11	6,74	484,16	08.03.08	7,61	483,29	07.11.08	7,17	483,73	0,87	2(1)
NV-6	11				suchý		26.01.08				2(1)
NV-7	11	15,71	466,70	08.03.08	17,22	465,19	30.11.08	16,50	465,91	1,51	6(3)
NV-8	11	11,72	471,55	08.03.08	12,43	470,84	07.11.08	12,32	470,95	0,71	1(1)
PV-101	11	9,63	488,56	08.03.08	10,29	487,90	11.10.08	10,00	488,19	0,66	2(1)
PV-106	11				suchý		26.01.08				1(1)
PV-107	11	16,74	465,61	08.03.08	18,60	463,75	07.11.08	18,09	464,26	1,86	7(3)
PV-109	41	8,26	468,78	07.12.08	8,90	468,14	30.08.08	8,65	468,39	0,64	4(2)
PV-110	52	5,94	471,07	07.12.08	suchý		31.10.08				5(3)
PV-111	52	7,83	462,14	07.12.08	8,75	461,22	21.11.08	8,36	461,61	0,92	3(2)
PV-112	52	8,89	461,38	22.03.08	12,67	457,60	14.11.08	11,22	459,05	3,78	5(3)
PV-14	52	3,33	458,48	07.12.08	5,00	456,81	21.11.08	4,31	457,50	1,67	5(3)
PV-15	11	23,15	471,57	30.11.08	suchý		04.07.08				4(2)
PV-18	52	6,05	450,98	08.03.08	6,70	450,33	31.10.08	6,46	450,57	0,65	7(3)
PV-19A	52	5,95	460,94	02.02.08	13,67	453,22	14.11.08	10,95	455,94	7,72	7(3)
PV-19B	52	0,12	474,74	02.03.08	8,03	466,83	13.06.08	5,94	468,92	7,91	6(3)
PV-2	11				suchý		26.01.08				1(1)
PV-4	11	8,28	482,70	08.03.08	9,37	481,61	07.11.08	9,07	481,91	1,09	4(2)
PV-8	11	7,08	475,89	08.03.08	9,61	473,36	07.11.08	8,11	474,86	2,53	7(3)

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. úroveň hpv			Min. úroveň hpv			Priem. úroveň hpv		Max. kolísanie hpv [m]	H
		pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]	dátum merania	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
H-1	51	2,29	452,60	26.12.09	4,79	450,10	21.11.09	4,53	450,36	2,50	7(3)
H-2	51	9,30	452,17	04.04.09	10,01	451,46	03.10.09	9,79	451,68	0,71	7(3)
H-3	51	5,47	464,33	26.12.09	8,76	461,04	31.10.09	7,36	462,44	3,29	5(3)
H-4	51	13,94	464,11	11.04.09	14,49	463,56	31.10.09	14,29	463,76	0,55	1(1)
H-5	51	2,72	458,12	07.03.09	7,76	453,08	17.10.09	6,19	454,65	5,04	7(3)
H-6	51	17,41	456,91	18.04.09	17,93	456,39	26.12.09	17,71	456,61	0,52	1(1)
H-7	51	3,08	450,90	07.03.09	4,60	449,38	31.10.09	4,28	449,70	1,52	7(3)
IN-1	51	4,93	458,13	26.12.09	6,95	456,11	11.07.09	6,39	456,67	2,02	5(3)
IN-2	51	1,84	461,29	26.12.09	2,69	460,44	03.10.09	2,46	460,67	0,85	5(3)
IN-3A	52	8,87	451,73	04.04.09	9,47	451,13	26.09.09	9,30	451,30	0,60	1(1)
IN-4	51	12,10	464,98	19.12.09	15,56	461,52	17.10.09	13,93	463,15	3,46	1(1)
INV-4	51	12,11	465,00	04.04.09	13,41	463,70	17.10.09	13,13	463,98	1,30	7(3)
M-1	12	2,24	514,49	07.03.09	5,51	511,22	31.10.09	4,20	512,53	3,27	4(2)
M-2	12	0,10	539,75	07.02.09	2,92	536,93	31.10.09	1,27	538,58	2,82	7(3)
M-3	12	1,64	506,25	07.03.09	3,92	503,97	31.10.09	2,47	505,43	2,28	3(2)
MP-1	51	2,39	457,66	26.12.09	2,70	457,35	14.06.09	2,52	457,53	0,31	5(3)
N-1	12	-0,35	489,60	07.03.09	1,84	487,41	03.10.09	0,42	488,83	2,19	7(3)
N-2	12	0,61	494,94	04.04.09	3,66	491,89	31.10.09	2,26	493,29	3,05	5(3)
N-3	12	0,24	498,52	04.04.09	2,86	495,90	03.10.09	1,39	497,37	2,62	7(3)
N-4	12	0,33	506,83	07.02.09	4,38	502,78	03.10.09	1,97	505,19	4,05	7(3)
NV-1	12	6,28	491,89	07.02.09	10,06	488,11	01.06.09	8,83	489,34	3,78	4(2)
NV-105	12	10,48	474,51	07.02.09	11,33	473,66	03.10.09	10,84	474,15	0,85	7(3)
NV-109	51	8,06	469,12	26.12.09	8,47	468,71	31.10.09	8,32	468,86	0,41	5(3)
NV-110	51	6,99	470,08	24.01.09	13,68	463,39	07.11.09	13,11	463,96	6,69	7(3)
NV-111	51	8,08	462,30	26.12.09	suchý		19.09.09				5(3)
NV-112	51	10,43	460,69	02.05.09	10,63	460,49	28.11.09	10,54	460,58	0,20	1(1)
NV-14	51	6,83	456,16	26.12.09	7,42	455,57	19.09.09	7,14	455,85	0,59	5(3)
NV-4	12	6,75	484,15	04.07.09	7,60	483,30	03.10.09	7,19	483,71	0,85	2(1)
NV-6	12				suchý		10.01.09				1(1)
NV-7	12	16,09	466,32	04.04.09	16,89	465,52	03.10.09	16,51	465,90	0,80	1(1)
NV-8	12	10,83	472,44	04.04.09	12,42	470,85	03.10.09	12,14	471,13	1,59	2(1)
PV-101	12	9,49	488,70	07.03.09	9,90	488,29	02.05.09	9,67	488,52	0,41	4(2)
PV-106	12				suchý		10.01.09				1(1)
PV-107	12	14,74	467,61	07.03.09	18,44	463,91	03.10.09	17,17	465,18	3,70	7(3)
PV-109	51	7,89	469,15	26.12.09	suchý		31.10.09				5(3)
PV-110	51	3,57	473,44	26.12.09	suchý		02.05.09				5(3)
PV-111	51	7,65	462,32	26.12.09	8,65	461,32	24.10.09	8,32	461,65	1,00	5(3)
PV-112	51	8,89	461,38	28.03.09	12,64	457,63	31.10.09	11,23	459,04	3,75	5(3)
PV-14	51	3,20	458,61	26.12.09	4,65	457,16	03.10.09	4,12	457,69	1,45	5(3)
PV-15	12	23,08	471,64	04.04.09	23,22	471,50	03.10.09	23,17	471,55	0,14	7(3)
PV-18	51	5,92	451,11	28.03.09	6,42	450,61	18.04.09	6,21	450,82	0,50	7(3)
PV-19A	51	0,23	466,66	21.02.09	13,66	453,23	17.10.09	10,19	456,70	13,43	7(3)
PV-19B	51	0,01	474,85	21.02.09	8,03	466,83	31.01.09	7,35	467,51	8,02	5(3)
PV-2	12				suchý		10.01.09				1(1)
PV-4	12	6,48	484,50	07.03.09	9,48	481,50	31.10.09	8,85	482,13	3,00	4(2)
PV-8	12	6,85	476,12	07.03.09	7,49	475,48	02.05.09	7,15	475,82	0,64	7(3)

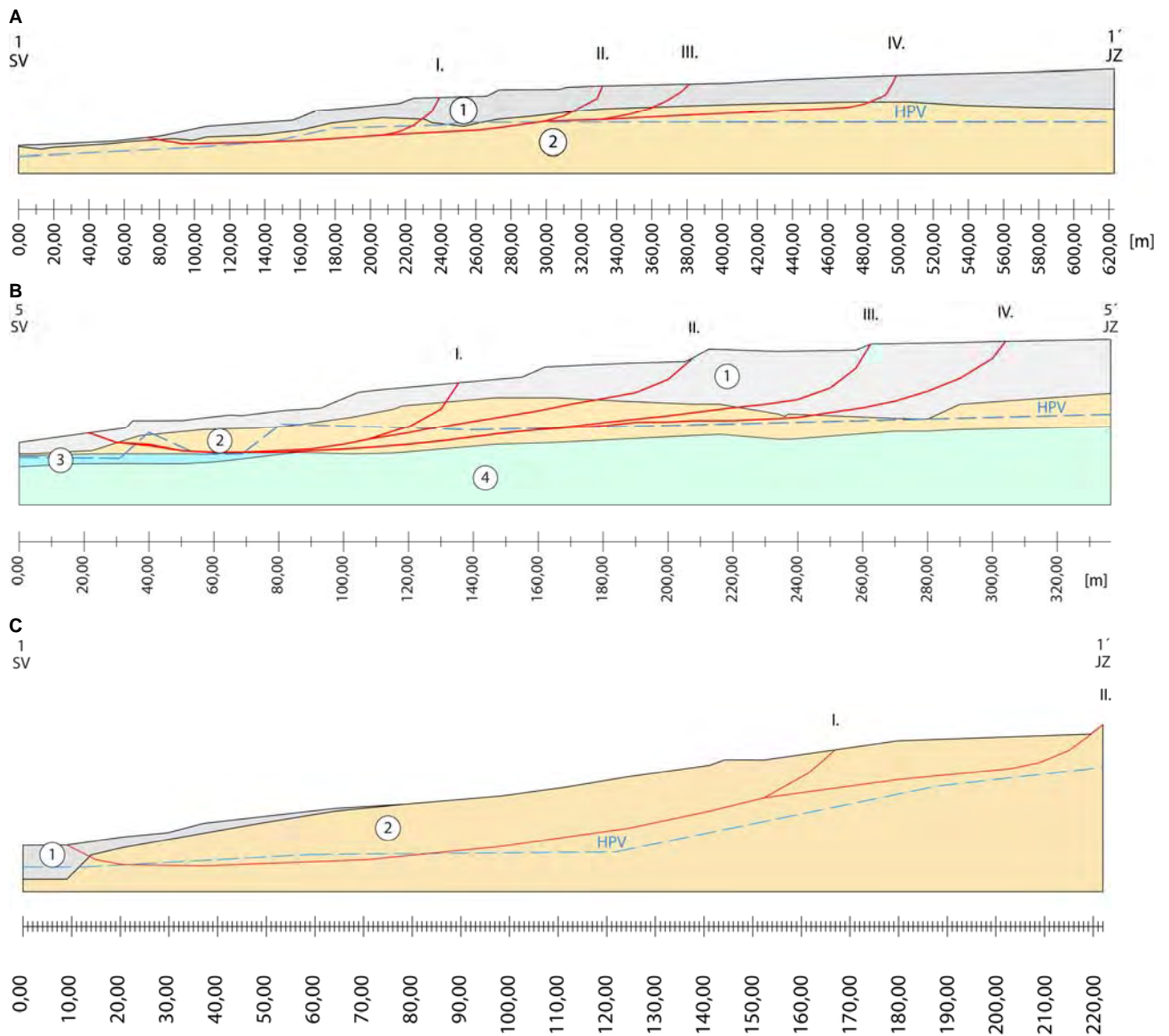
**d) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l/min]**
**Rok: 2008**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
dren hl.	52	1 500,00	02.03.08	162,00	14.11.08	486,40	1 338,00	3

**Rok: 2009**

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
dren hl.	51	1 764,00	04.04.09	153,00	03.10.09	498,18	1 611,00	3

### e) Analýza stability svahu



e<sub>1</sub>) Inžinierskogeologické profily. A – výpočtový model 1-1'; B – výpočtový model 5-5'; C – výpočtový model 6-6; HPV – hĺbka hladiny podzemnej vody; I. – IV. – označenie šmykových plôch; 1 – navážka; 2 – Zosuvné delúvium; 3 – štrky ílovité – náplavy rieky Handlovky; 4 – ílovce, prachovce, slieňovce (spracované podľa Mokrá a kol., 2004)

### e<sub>2</sub>) Fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín

Profil	Opis vrstvy	$\gamma$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\phi^*$ [°]	$c^*$ [kPa]
1-1'	navážka	17,50	22,00	4,00
1-1'	zosuvné delúvium	19,50	13,50	0,00
5-5'	navážka	17,50	22,00	4,00
5-5'	zosuvné delúvium	19,50	13,50	0,00
6-6'	navážka	17,50	22,00	4,00
6-6'	zosuvné delúvium	19,30	12,00	0,00

reziduálne parametre šmykovej pevnosti

## 2.2. TEKTONICKÁ A SEIZMICKÁ AKTIVITA ÚZEMIA

Predmetom monitorovania tektonickej a seizmickej aktivity územia je pozorovanie pohybovej aktivity geologických štruktúr i relatívnych pohybov pozdĺž zlomov, ktoré majú tak charakter pomalých (krípových) pohybov, ako aj pohybov rýchlejších sprevádzaných seizmickými otrasmi. Oba typy pohybovej aktivity môžu mať priamy nepriaznivý dopad na stavby i krajinné prostredie alebo dopad nepriamy, prostredníctvom aktivizácie iných geodynamických javov (zosuvy, stekutenie zemín a p.).

Cieľom monitoringu je vymedziť tie časti štátneho územia, v ktorých možno očakávať zvýšenú aktivitu pohybov povrchu, ako aj územia s očakávanými makroseizmickými prejavmi. V týchto územiach je na základe dokumentácie uvoľňovania seizmickej energie diskutovaná aj možnosť výskytu zemetrasení v najbližšom období.

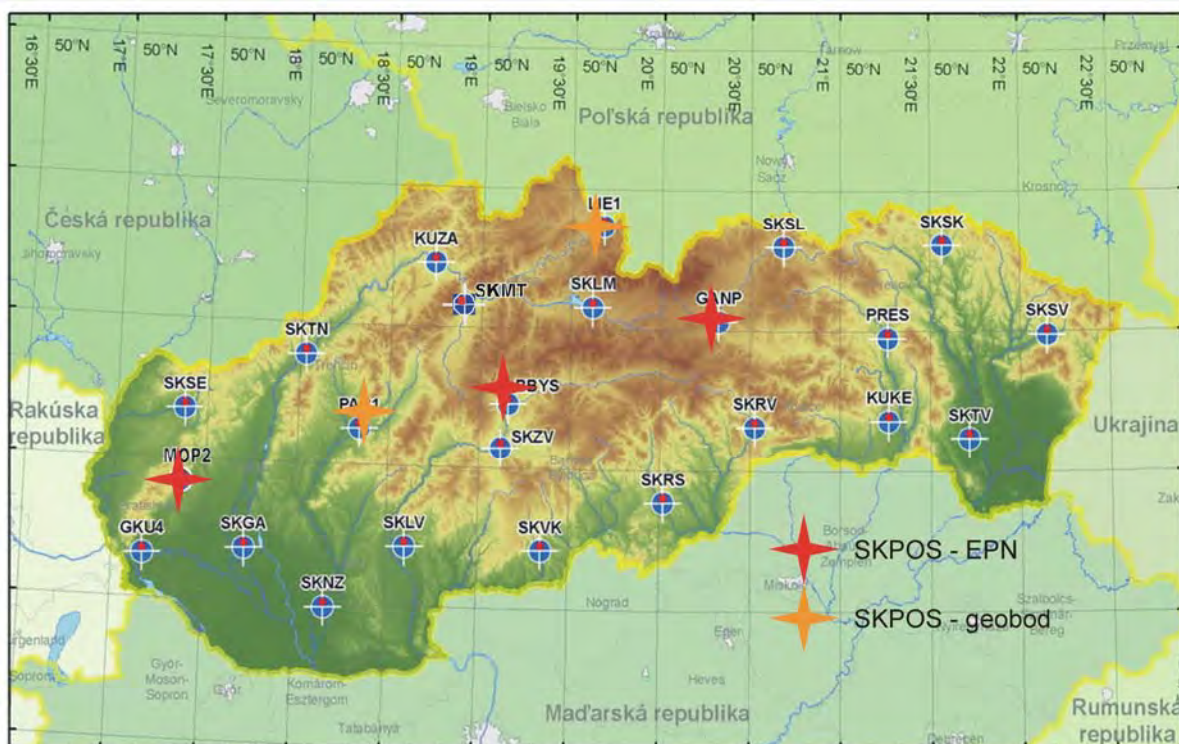
### 2.2.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

#### A. Pohyby povrchu územia

Pohyby povrchu územia sa do roku 1993 u nás pozorovali systematicky iba presnými nivelačnými meraniami v celoštátnej nivelačnej sieti, ktoré umožňujú pomerne presnú identifikáciu vertikálnych pohybov. V týchto meraniach sa pokračuje i naďalej, avšak v obmedzenom rozsahu, pokrývajúcom iba časť územia Slovenska. Pre účely monitoringu tektonickej a seizmickej aktivity územia sa v prípade zistenia významných vertikálnych pohybov preberajú tieto údaje z Geografického a kartografického ústavu (GKÚ), ktorý merania realizuje.

Od roku 1993 sa po overovacích meraniach pristúpilo k systematickému meraniu pohybov povrchu metódami diaľkového prieskumu zeme. Zatiaľ čo výsledky meraní horizontálnych pohybov sú pri týchto meraniach pomerne presné ( $\pm 0,5$  mm), vertikálne pohyby merané týmto spôsobom sú zaťažené značnými nepresnosťami. Napriek tomu bola u väčšiny bodov preukázaná tendencia vertikálnych pohybov v zhode s rozdelením územia Slovenska na územné celky vykonaným v minulom období (Hrašna, 2002, Klukanová et al., 2002).

V súčasnosti sa pohyby povrchu pozorujú spravidla meraním na 24 bodoch Slovenskej geodynamickej referenčnej siete (SLOVGERENET/SGRN), ktoré sú aj súčasťou siete Slovenskej priestorovej observačnej služby (SKPOS). SKPOS zabezpečuje od jesene 2006 permanentné meranie GNSS s príjmom signálov z družíc amerického systému NAVSTAR GPS a ruského GLONASu. Jej prevádzkovateľom a správcom je GKÚ Bratislava. Rozmiestnenie bodov (obr. 2.2.1) je zvolené s ohľadom na dosiahnutie požadovanej geodetickej presnosti pri používaní SKPOS. Práce na lokalizácii boli koordinované v rámci projektu EUPOS (European Position System – Európsky systém na určenie priestorovej polohy) s prevádzkovateľmi obdobných služieb v susedných krajinách. Z tohto projektu vychádza aj každoročné spresňovanie Slovenského kinematického referenčného rámca (SKTRF) v ktorom sa merania vyhodnocujú.

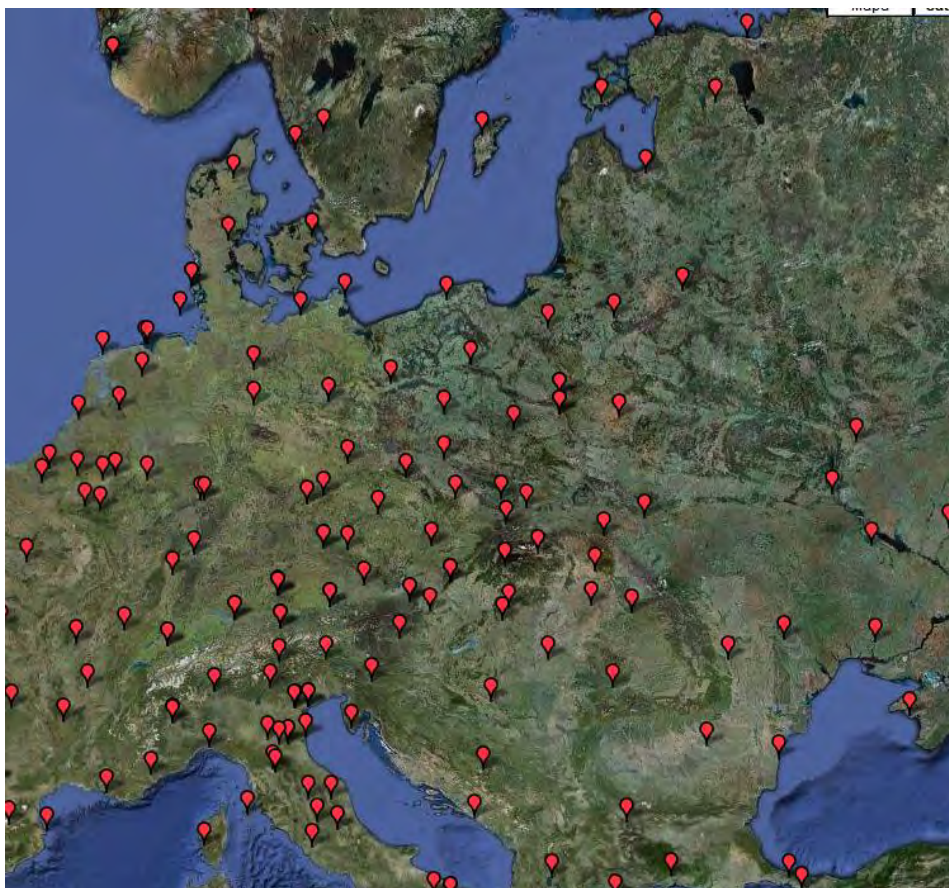


Obr. 2.2.1: Schéma bodov - staníc SKPOS /SGRN do roku 2009

Do siete je od roku 2009 zaradených aj 5 špecializovaných geodetických bodov, ktoré sú realizované ako hĺbkové stabilizácie ukotvené až do hĺbky 10 m so stabilizovanou geodetickou značkou. Je predpoklad, že na týchto bodoch by mali byť (oproti ostatným bodom zriadeným väčšinou na strechách budov) získané z ich nepretržitého monitoringu relevantné údaje slúžiace aj pre geodynamický monitoring a po viacročnom meraní sa získajú spoľahlivé údaje o ich rýchlostnej charakteristike. Body sú v lokalitách Liesek (LIES)<sup>1</sup>, Partizánske - Malé Bielice (PART), Gánovce pri Poprade (GANP), Banskej Bystrici (BBYS) a Modre - Piesku (MOPI).

Údaje GNSS staníc GANP, MOPI a BBYS sú zasielané aj do európskej permanentnej siete (EPN - Euref Permanent Network), ktorú riadi európska komisia pre referenčné rámce (EUREF) pracujúca v Medzinárodnej asociácii geodetov (IAG). Používatelia sú o činnosti SKPOS informovaní cez internetový portál - <http://www.skpos.gku.sk/>. Európska sieť permanentných staníc dnes spracováva údaje cca 225 staníc GNSS. Na obr. 2.2.2 je schéma rozmiestnenia staníc zo stredoeurópskej časti, z ktorých viaceré sú zaradené i do nášho spracovania.

<sup>1</sup>V mape na obr. 2.2.1 je pôvodné označenie niektorých bodov: v Lieseku je to LIE1 - nový s hĺbkovou stabilizáciou SKPOS je LIES, v Partizánskom – Malé Bielince je to obdobne - pôvodný bod je PAR1 a nový bod SKPOS je PART, v Modre Piesku sú v prevádzke dve stanice - na starom bode MOPI je GPS a na novom MOP2 je prijímač GNSS a ten je pripojený k SKPOS.



Obr. 2.2.2: Rozmiestnenie permanentných staníc EPN

### **B. Pohyby pozdĺž zlomov**

Meranie pohybov na zlomoch pomocou dilatometrov sa vykonáva na 6 lokalitách: Branisko, Demänovská jaskyňa, Banská Hodruša, Vyhne, Ipeľ, Dobrá Voda. Lokality boli vybraté na základe predpokladaných pohybov pozdĺž zlomov. Dilatometre boli situované v podzemných priestoroch, nakoľko tu sú zlomy dobre odkryté a nedochádza tu ku ničeniu, resp. odcudzeniu dilatometrov. Pôvodne boli pohyby pozorované aj na lokalite Košický Klečenov, tu sa však preukázalo, že nejde o tektonické, ale zosuvné pohyby a lokalita bola presunutá do subsystému Zosuvy a iné svahové deformácie.

### **C. Seizmická aktivita územia**

Seizmické javy na území Slovenskej republiky sú monitorované seizmickými stanicami Národnej siete seizmických staníc (NSSS), ktorej prevádzkovateľom je Geofyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied (GFÚ SAV) v Bratislave. Na seizmických staniach sa pomocou seizmometrov zaznamenáva rýchlosť pohybu pôdy. V rokoch 2001-2004 bol zrealizovaný projekt Modernizácie a doplnenia NSSS. Počas jeho riešenia bolo okrem iného na území Slovenska vybudovaných 7 nových seizmických staníc, 4 pôvodné seizmické stanice boli zmodernizované, bola zriadená zberná centrála v Bratislave s kontinuálnym spojením so všetkými seizmickými stanicami umožňujúcim prenos údajov v reálnom čase. V súčasnosti je sieť tvorená 12 seizmickými stanicami, ktoré sú registrované aj v International Seismological Centre (ISC) vo Veľkej Británii:

- Bratislava - Železná studnička (ZST)
- Červenica (CRVS)
- Vyhne (VYHS)
- Modra (MODS)
- Hurbanovo (HRB)
- Iža (SRO1)
- Kečovo (KECS)
- Kolonické sedlo (KOLS)
- Likavka (LIKS)
- Moča (SRO2)
- Stebnícka Huta (STHS)
- Šrobárová (SRO)

Národná sieť seizmických staníc bola v roku 2002 tvorená 6 stanicami (ZST, SRO - Šrobárová, HRB, MODS, VYHS, kos – Košice, v prevádzke do 26.6.2002) v roku 2003 bolo v prevádzke 7 staníc (ZST, SRO, HRB, MODS, VYHS, CRVS – v prevádzke od mája 2003, KECS – v prevádzke od decembra 2003), v roku 2004 bolo vybudovaných ďalších 5 staníc (LIKS-od 02/2004, KOLS-od 09/2004, SRO1-od 10/2004, SRO2-od 09/2004, a STKS-od 12/2004), spolu v prevádzke bolo 12 staníc NSSS.

Na stanicach ZST, CRVS, VYHS, KOLS a MODS sú nainštalované širokopásmové seizmometre, ostatné seizmické stanice sú vybavené krátkoperiodickými seizmometrami, stanica HRB strednoperiodickým seizmometrom. Zemepisné súradnice jednotlivých seizmických staníc NSSS, spolu s nadmorskou výškou a technickými parametrami, sú v tab. 2.2.1.

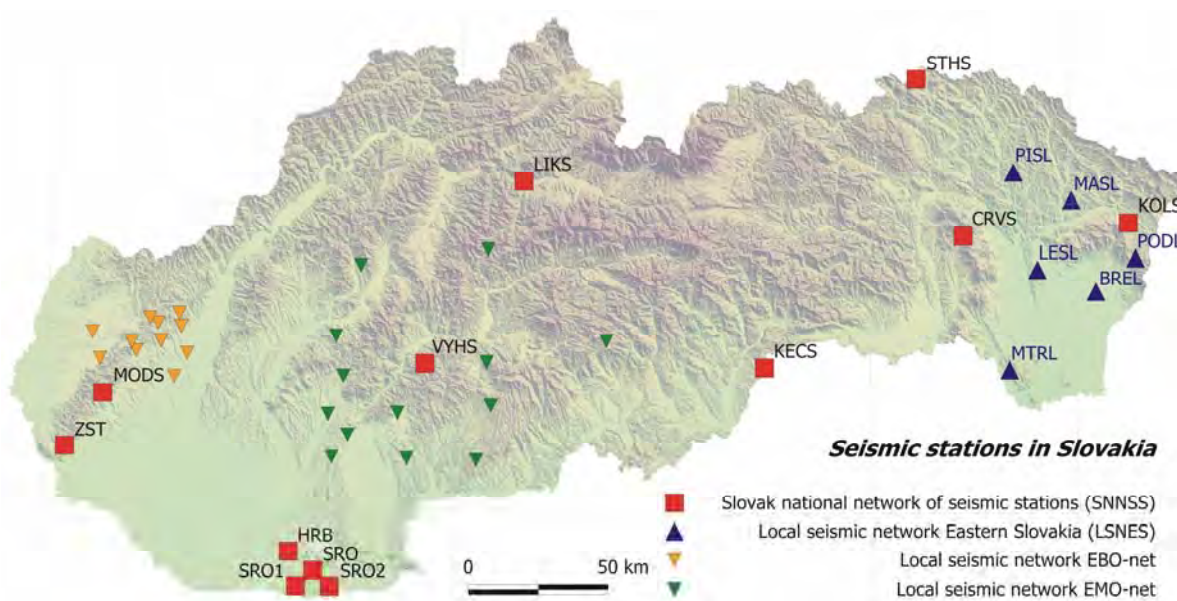
Tab. 2.2.1: Národná sieť seizmických staníc - stav v roku 2009

Stanica	ISC kód	Zem. šírka [°N]	Zem. dĺžka [°E]	Nadm. výška [m]	Seizmometer	DAS	Vzorkovacia frekvencia [údaj.sek <sup>-1</sup> ]	Registrácia, prenos údajov	Dátový formát
Bratislava Žel. Studnička	ZST	48,196	17,102	250	3x SM-3 3x SKD	PCM	100 20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Červenica	CRVS	48,902	21,461	476	STS-2	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Vyhne	VYHS	48,493	18,836	450	STS-2	SEMS	100 20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Modra-Piesok	MODS	48,373	17,277	520	STS-2	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Hurbanovo	HRB	47,873	18,192	115	2x Mainka	Analog	-	-	-
Iža	SRO1	47,7622	18,2328	111	LE3D	PCM	20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Kečovo	KECS	48,483	20,486	345	LE3D	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Kolonické sedlo	KOLS	48,933	22,273	460	STS-2	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Likavka	LIKS	49,088	19,309	341	LE3D	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Moča	SRO2	47,763	18,394	109	LE3D	PCM	20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Stebnícka Huta	STHS	49,417	21,244	534	LE3D	SEMS	100	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED
Šrobárová	SRO	47,813	18,313	150	3x SKM-3	PCM	20	kontinuálna, v reálnom čase	mSEED



Na území Slovenska sú okrem NSSS v prevádzke aj lokálne seizmické siete v okolí atómových elektrární Mochovce (EMO-net) a Jaslovské Bohunice (EBO-net), ktoré prevádzkuje spoločnosť Progseis v Trnave. Na východnom Slovensku bola v rokoch 2004-2006 vybudovaná lokálna sieť seizmických staníc (LSNES), ktorú prevádzkuje Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave. GFÚ SAV úzko spolupracuje s obidvoma inštitúciami a v prípade potreby sú relevantné údaje zo všetkých lokálnych sietí k dispozícii. Pokrytie územia Slovenskej republiky seizmickými stanicami je znázornené na obr. 2.2.3.

Okrem údajov zo seizmických staníc na území Slovenska sú do dátového centra GFÚ SAV prenášané aj údaje zo 70 seizmických staníc spolupracujúcich inštitúcií zo susedných krajín a z Bulharska, Rumunska, Albánska, Chorvátska, Srbska, Slovinska a Macedónska.



Obr. 2.2.3: Seizmické stanice na území Slovenska - stav v roku 2009

NSSS: Bratislava-Železná studnička (ZST), Modra (MODS), Hurbanovo (HRB), Šrobárová (SRO), Iža (SRO1), Moča (SRO2), Vyhne (VYHS), Likavka (LIKS), Kečovo (KECS), Stebnícka Huta (STHS), Červenica (CRVS), ) Kolonické sedlo (KOLS). (Upravené podľa: Cipiari a Kristeková, 2010)

## 2.2.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

### A. Pohyby povrchu územia

Pre pozorovanie pohybov monitorovaných bodov v sieti SKPOS/SGRN sa využíva technológia na určovanie priestorovej polohy (a rýchlosti pohybu) bodov pomocou globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS). Geodetický a kartografický ústav Bratislava zabezpečuje meranie GNSS príjmom signálov z družíc amerického systému NAVSTAR GPS a ruského GLONASu. Zistené globálne rýchlosti predstavujú absolútne zmeny polohy bodu v jednotlivých zložkách karteziánskych súradníc (XYZ), ktoré obsahujú aj pohyb eurázijskej platne. Po odpočítaní rýchlostného modelu ITRF 2005, definovaného rotáciami eurázijskej platne, a transformácii karteziánskych súradníc do topocentrického súradnicového systému dostaneme národné (lokálne) rýchlosti, ktoré predstavujú skutočný pohyb monitorovaného bodu.

## B. Pohyby pozdĺž zlomov

Na meranie pohybov pozdĺž zlomov sa využívajú dilatometre typu TM-71, ktoré umožňujú pozorovanie pohybov v troch smeroch. Vyhodnocujú merania vo všetkých troch smeroch, prípadne i rotáciu blokov ohraničených zlomovými poruchami.

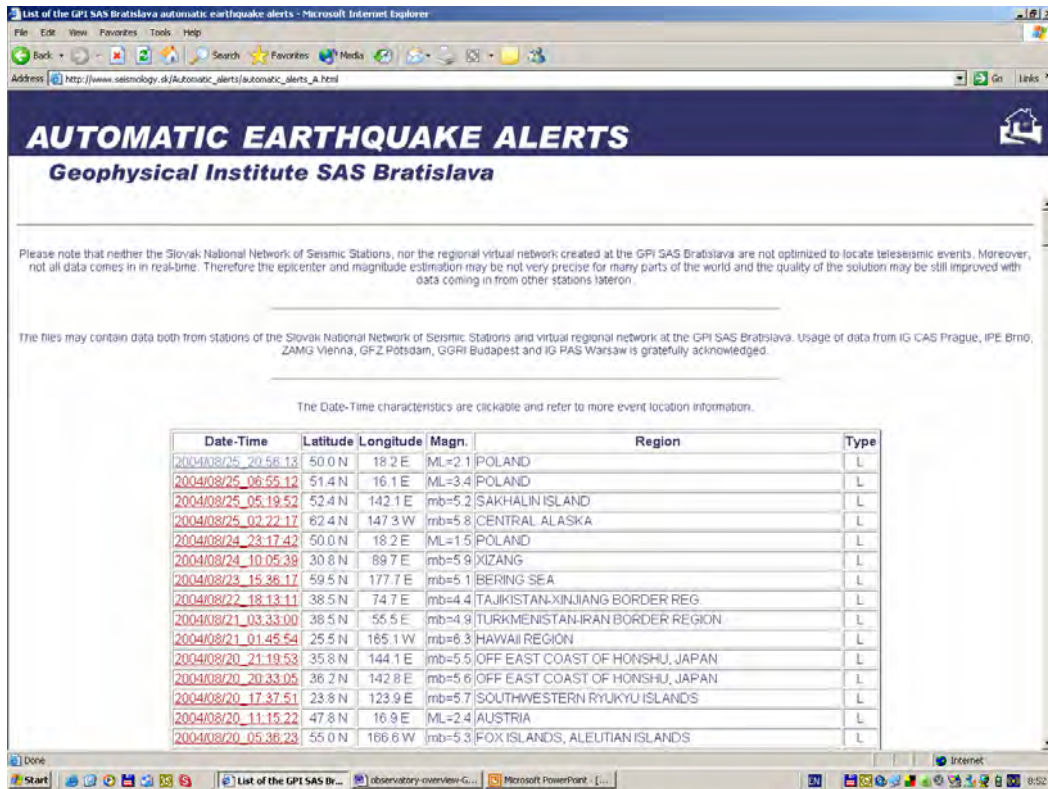
## C. Seizmická aktivita územia

Pri pozorovaní seizmickej aktivity sú hodnotené výsledky monitorovania seizmometrických a makroseizmických údajov, získaných seizmickými stanicami na území Slovenska a vzájomnou medzinárodnou výmenou údajov. Výsledkom hodnotenia je dokumentácia seizmických javov s epicentrom na území Slovenskej republiky, prípadne v blízkosti hraníc v rozsahu: dátum a čas vzniku zemetrasenia, súradnice epicentra zemetrasenia, hĺbka ohniska pod povrchom, veľkosť zemetrasenia ( $M_L$ ), epicentrálna intenzita zemetrasenia ( $I_0$ ) a obce s makroseizmickými pozorovaniami (s udaním pozorovanej intenzity). Okrem toho sa vykonáva analýza seizmickej aktivity územia s hodnotením možného opakovania zemetrasení v blízkom období.

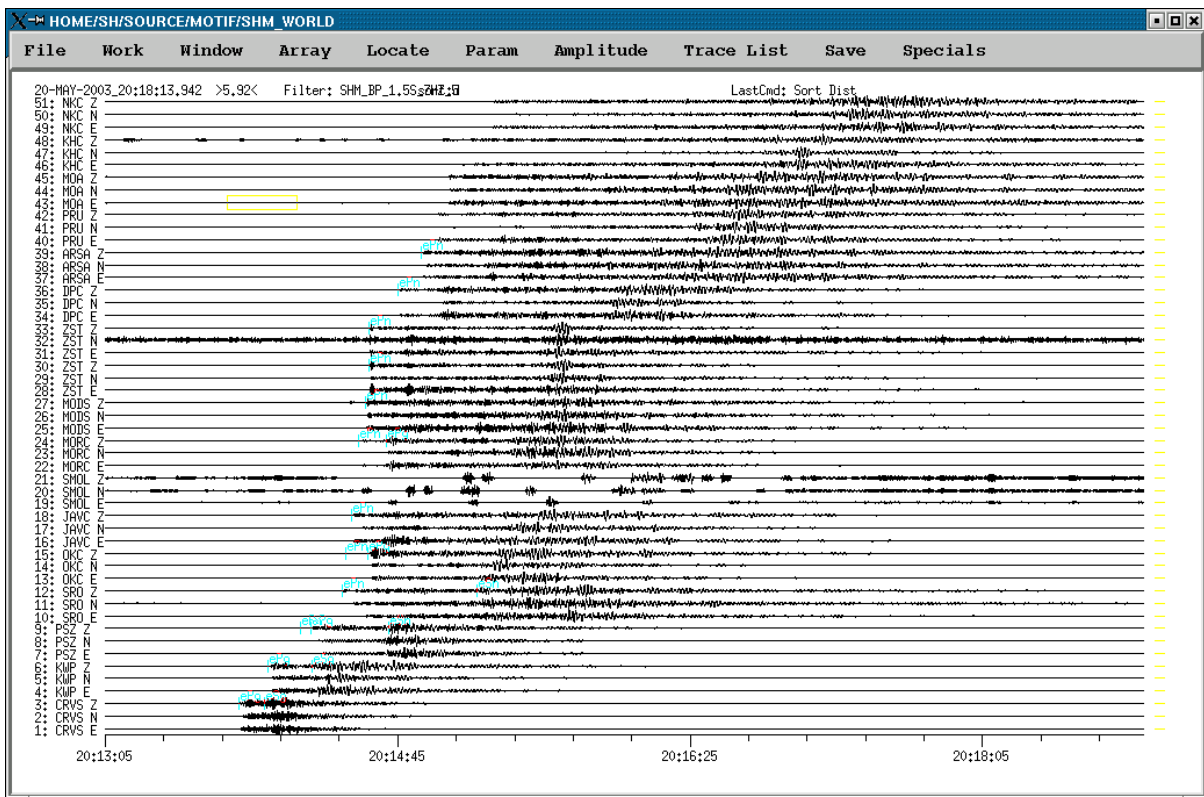
### *Seizmometrické údaje*

V rámci Monitorovania seizmických javov na území Slovenskej republiky je nepretržite meraná rýchlosť seizmického pohybu pôdy seizmometrami umiestnenými na stálych seizmických stanicach NSSS. Údaje zo seizmických staníc sú monitorované na GFÚ SAV, pracovníkmi oddelenia seizmológie – RNDr. Andrejom Cipciarom, Mgr. Luciou Fojtíkovou, Mgr. Petrom Franekom, Mgr. Erikom Bystrickým a Mgr. Miriam Kristekovou, PhD. Analýza zaznamenaných údajov je vykonávaná v dvojkrokovy:

1. *automatická analýza a lokalizácia* zemetrasení je v súčasnosti vykonávaná programovým balíkom AutoLoc 2.0 (GFZ Potsdam), ktorý bol nainštalovaný v dátovom centre GFÚ SAV v priebehu roku 2009. Prvá automatická lokalizácia je k dispozícii do 10 minút po vzniku zemetrasenia. Výsledky automatických lokalizácií sú dostupné na <http://www.seismology.sk> (obr. 2.2.4). Automatické lokalizácie sú posielané e-mailom do European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC), Úradu civilnej ochrany a na ďalšie vybrané e-mailové adresy.
2. *manuálna analýza a lokalizácia* je vykonávaná softwarovým balíkom SeismicHandler (obr. 2.2.5). Pre každý seizmický jav sú určené časy príchodov jednotlivých druhov seizmických vln (fáz). Pre vybrané zemetrasenia sú určené amplitúdy a periódy vybraných fáz, vypočítané magnitúda a vykonaná lokalizácia. Pokiaľ na vlastnú lokalizáciu nie je dostatok údajov, je poloha epicentra odhadnutá pomocou polarizačnej analýzy a výpočtu epicentrálnej vzdialenosti zo záznamu príslušnej seizmickej stanice alebo prevzatá z inej agentúry.



Obr. 2.2.4: Výsledky automatických lokalizácií seizmických javov sú zverejnené na <http://www.seismology.sk>



Obr. 2.2.5: Ukážka manuálnej interpretácie programom SeismicHandler

### ***Makroseizmické údaje***

Geofyzikálny ústav SAV zhromažďuje a analyzuje okrem seizmometrických údajov aj makroseizmické údaje o zemetraseniach. Makroseizmické údaje charakterizujú účinky zemetrasenia na ľuďoch, predmetoch, stavbách a prírode. Ak má zemetrasenie makroseizmické účinky na území Slovenska, GFÚ SAV rozosiela makroseizmické dotazníky tým občanom a inštitúciám, ktorí sa písomne alebo telefonicky prihlásili na výzvy zverejnené v masovokomunikačných prostriedkoch.

Údaje obsiahnuté v makroseizmických dotazníkoch a prípadné ďalšie údaje sú vyhodnocované podľa 12-stupňovej makroseizmickej stupnice EMS-98. Pre každú lokalitu, z ktorej sú dostupné makroseizmické údaje, je určená makroseizmická intenzita. Jednotlivé lokality - intenzitné body sú vykresľované v mapách. V prípade dostatočného počtu intenzitných bodov sú v mapách vykresľované aj izoseisty (čiary oddeľujúce oblasti s rôznou intenzitou).

### ***Medzinárodná výmena údajov***

Geofyzikálny ústav SAV sa podieľa na štandardnej medzinárodnej výmene údajov zo seizmických staníc v rámci celosvetovej seizmickej siete. GFÚ SAV zasiela svoje lokalizácie a údaje zo svojich seizmických staníc, získava údaje zo seizmických staníc okolitých štátov a rýchle predbežné, neskôr spresnené, lokalizácie väčších zemetrasení z medzinárodných centier. Získané údaje GFÚ SAV spätne využíva na ďalšiu analýzu seizmických záznamov zo slovenských staníc. Proces analýzy údajov o zemetrasení je teda interaktívny a iteratívny.

Do 10 minút po zaznamenaní seizmického javu sú posielané alert správy pre EMSC, ktoré obsahujú automatickú identifikáciu P vln, lokalizáciu zemetrasenia a vypočítané magnitúdo. Dvakrát týždenne je zasielaný z GFÚ SAV tzv. "seismo report" do medzinárodných centier "U.S. Geological Survey National Earthquake Information Center" (USGS NEIC, USA), "Centre Sismologique Euro-Méditerranéen (CSEM, Francúzsko) a 14 inštitúcií v iných európskych štátoch. "Seismo report" obsahuje časy príchodov identifikovaných fáz, amplitúdy a periódy vybraných fáz, lokálne magnitúda a predbežné epicentrálne vzdialenosti pre jednotlivé zaregistrované zemetrasenia. Na základe týchto informácií medzinárodné centrá vykonávajú predbežné rýchle lokalizácie zemetrasení, ktoré sú spätne zasielané do jednotlivých štátov. V národných centrách sú potom záznamy zemetrasení reinterpretované a spresnené údaje sú zasielané do medzinárodného centra "International Seismological Centre" (ISC, Veľká Británia) vo forme tzv. staničných mesačných bulletinov. Po spracovaní týchto údajov ISC vydáva tzv. mesačný bulletin ISC, ktorý obsahuje definitívne lokalizácie a údaje o zemetraseniach. Mesačný bulletin ISC je k dispozícii s cca 1,5-ročným oneskorením. Medzinárodná výmena údajov, ktorá zahŕňa interaktívny a iteratívny proces analýzy seizmických záznamov, je nutnou podmienkou globálneho i národného monitorovania zemetrasení.

Okrem spomenutej štandardnej medzinárodnej výmeny údajov sú záznamy zo seizmických staníc poskytované v reálnom čase všetkým inštitúciám, ktoré poskytujú zaznamenané údaje v rámci Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV (viď kapitola 2.2.3) a taktiež medzinárodnému dátovému centru ORFEUS v Holandsku.

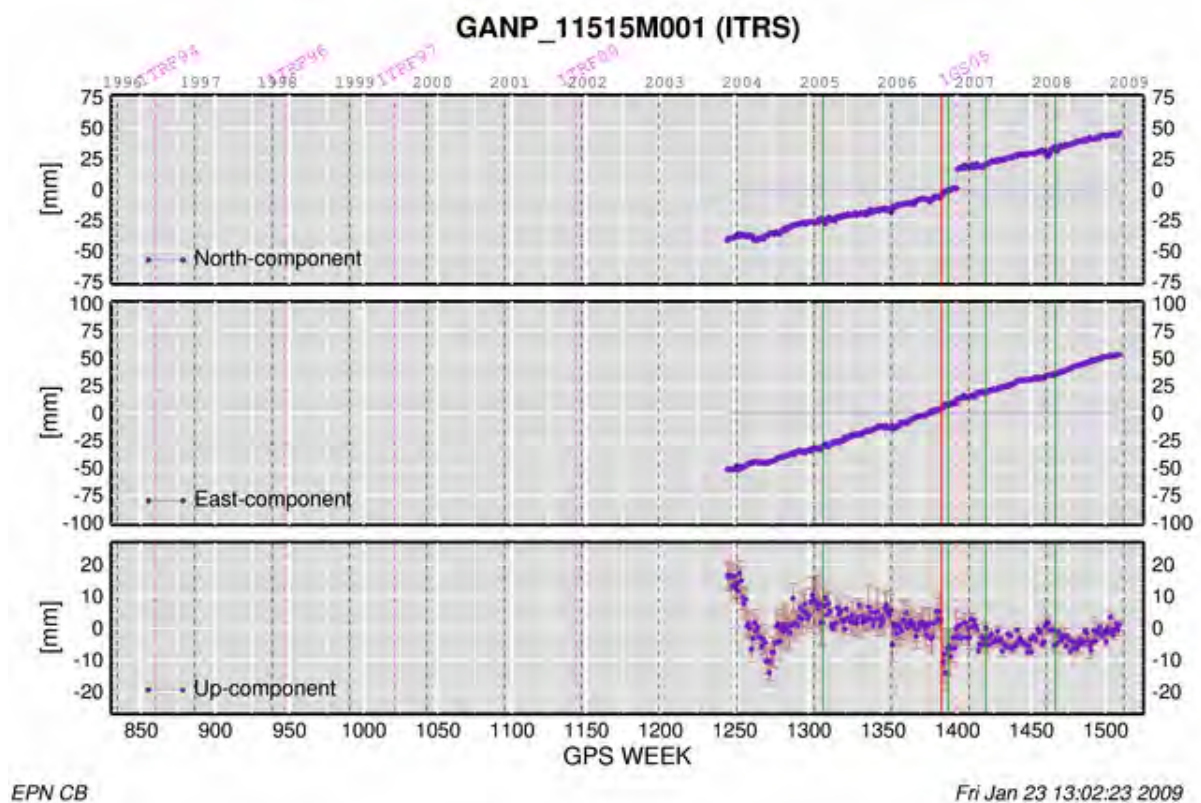
### **2.2.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov**

#### **A. Pohyby povrchu územia**

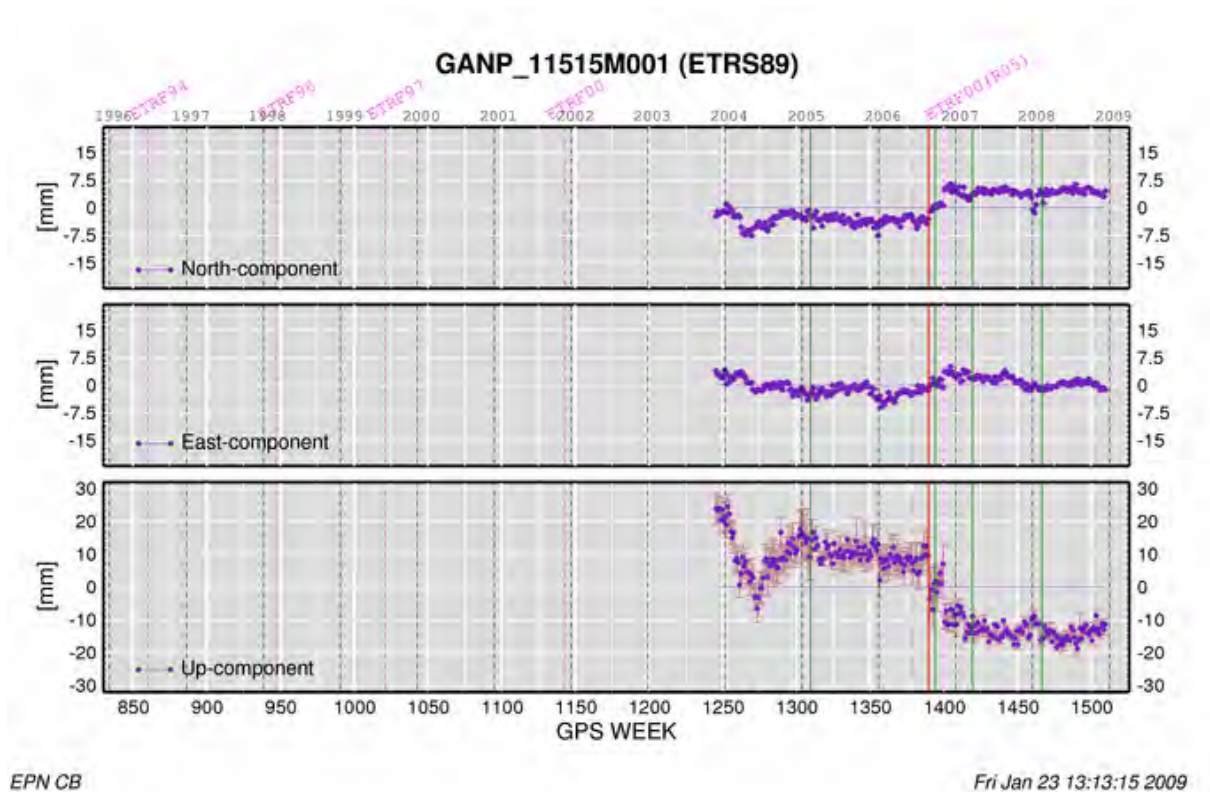
Pozorovanie pohybov povrchu územia pomocou globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS) sa vykonáva na geodetických bodoch s hlbkovou stabilizáciou (LIES, PART, GANP, BBYS, MOPI) permanentne. Výsledky monitoringu pre jednotlivé body siete

sa spracúvajú vzhľadom na Medzinárodný terestrický referenčný rámec - ITRF2005, Európsky terestrický referenčný rámec - ETRF89, ako voľné (merané) údaje (RAW) a údaje upravené s rýchlostným trendom (CLEAN). Na všetkých štyroch typoch grafov sa uvádzajú zmeny polohy bodu (stanice) v mm a to v smere zemepisných osí sever (N) – juh (S) , východ (E) – západ (W) a vo výške (U). Vodorovná os predstavuje časovú os datovanú v GPS týždňoch. GPS týždeň sa datuje od vzniku systému GPS NAVSTAR (NAVigation System with Time and Ranging Global Positioning System). Zvislá os zobrazuje v optimalizovanej mierke zmenu polohy bodu v mm. Ako príklad sú uvedené grafy zmien polohy bodu GANP. Na obr. 2.2.6 je vyhodnotený pohyb bodu GANP vzhľadom na svetový terestrický referenčný systém (ITRS) v epoche 2000, obr. 2.2.7 zaznamenáva pohyb v európskom terestrickom referenčnom systéme (ETRS 89), v ktorom je eliminovaný pohyb euroázijskej platne a na obr. 2.2.8 sú zmeny bodu GANP z priamo meraných údajov (RAW) od vzniku stanice. Vyčistené údaje sú na obr. 2.2.9 (CLEAN).

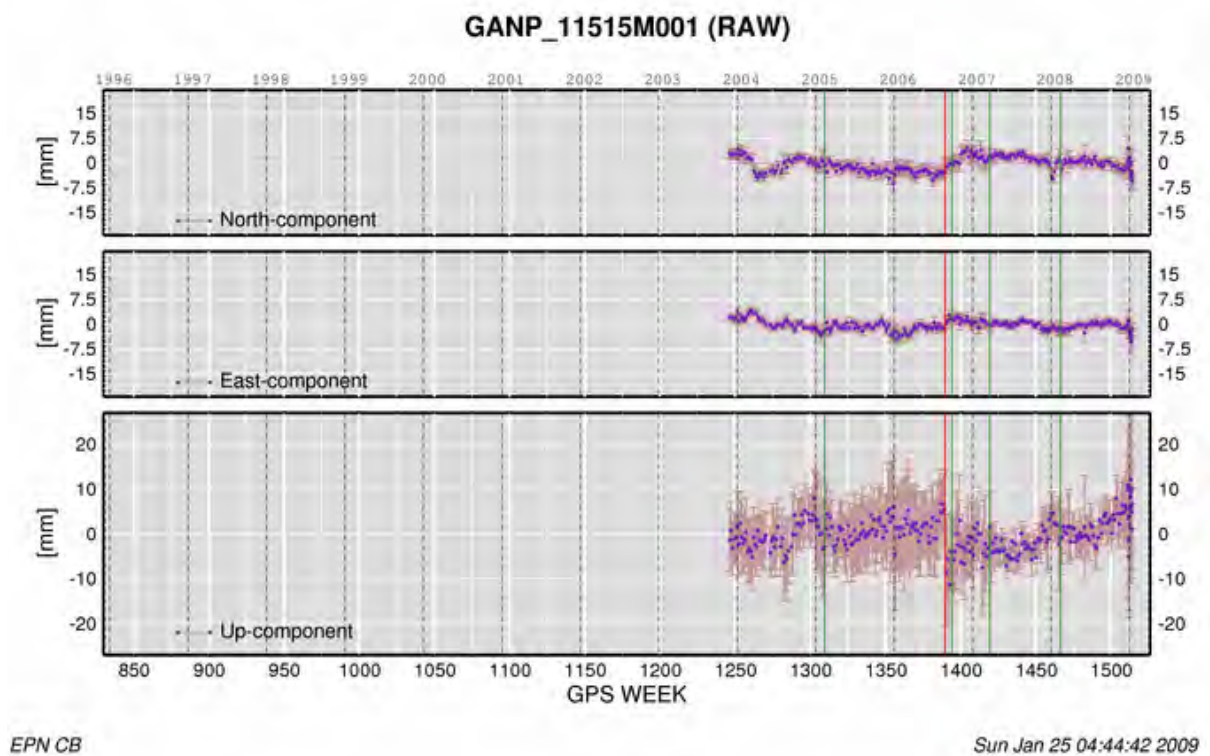
Plošné vyhodnocovanie pohybov povrchu sa vykonáva v kampaniach s dvojročným cyklom. Merajú sa pritom spravidla pohyby 24 bodov siete SLOVGETENET. Výsledky sa spracúvajú v mapkách so zakreslenými vektormi pohybov. Získané výsledky, ktoré dokumentujú tektonickú aktivitu územia sa analyzujú a korelujú so seizmickou aktivitou územia.



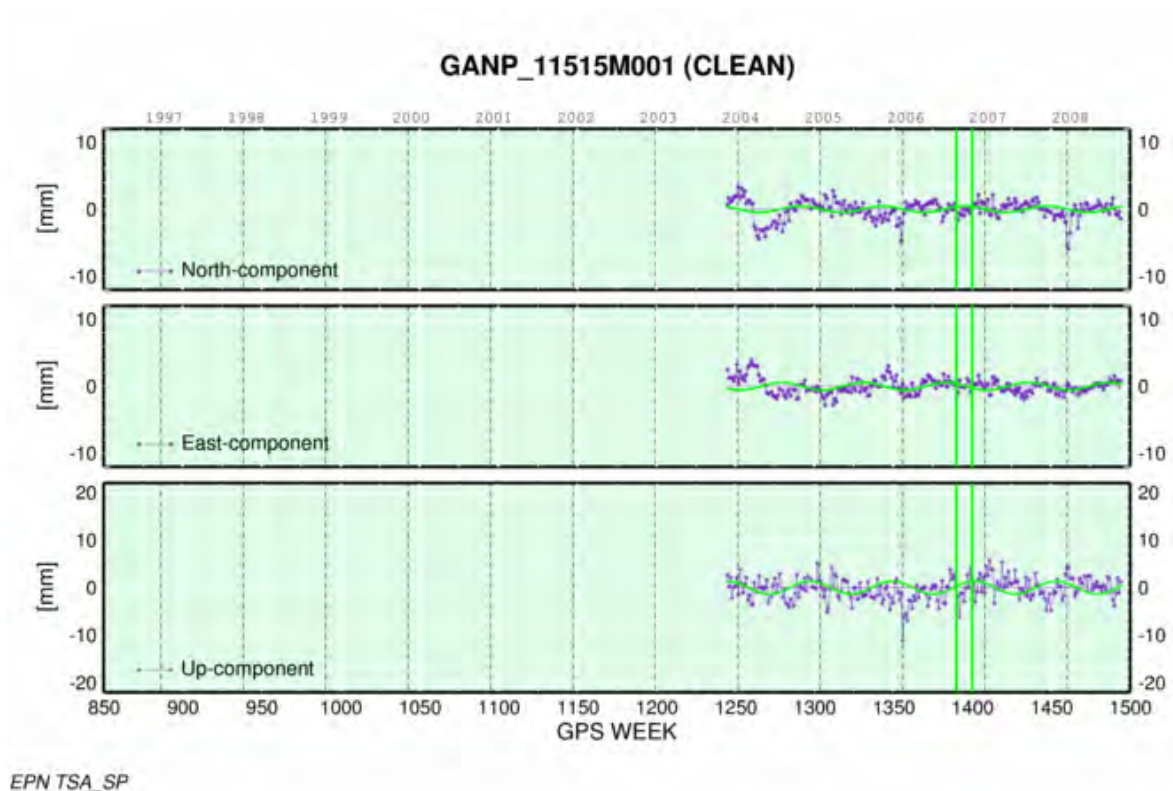
Obr. 2.2.6: Zmeny polohy bodu GANP v svetovom systéme ITRS, epocha 2000



Obr. 2.2.7: Zmeny polohy bodu GANP v systéme ETRS89, epocha 2000



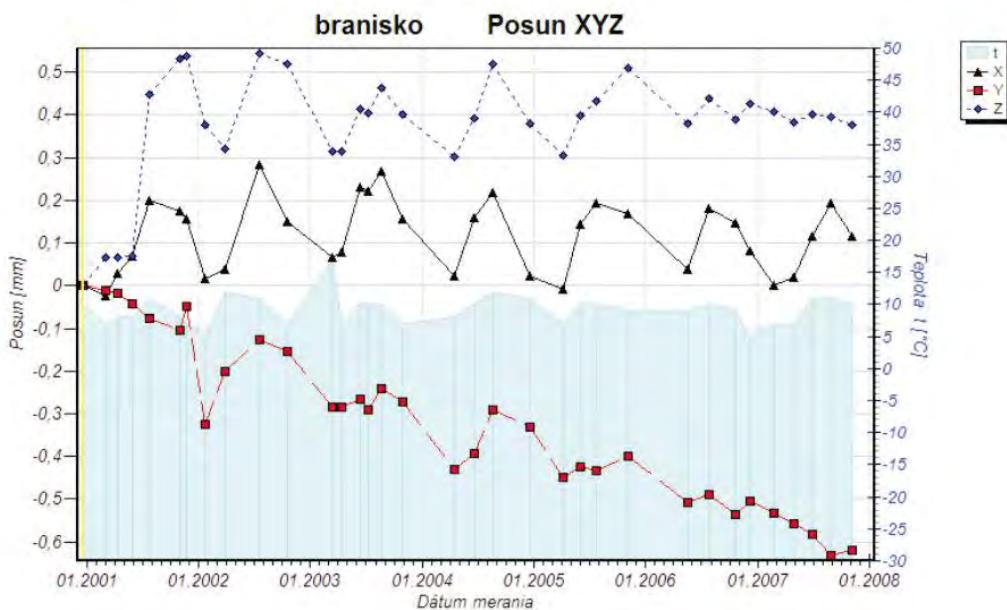
Obr. 2.2.8: Zmeny polohy bodu GANP z priamo meraných údajov (RAW)



Obr. 2.2.9: Grafické znázornenie amplitúdy a pohybu bodu GANP (CLEAN)

### B. Pohyby pozdĺž zlomov

Monitorovanie pohybov pozdĺž zlomov sa vykonáva manuálne, odčítaním údajov na jednotlivých dilatometroch TM-71. Odčítavanie pohybov sa vykonáva niekoľkokrát ročne, v závislosti od predpokladaných rýchlostí pohybov (spravidla 3-4 krát ročne). Ako príklad spracovania údajov uvádzame merania z lokality Branisko (obr. 2.2.10).



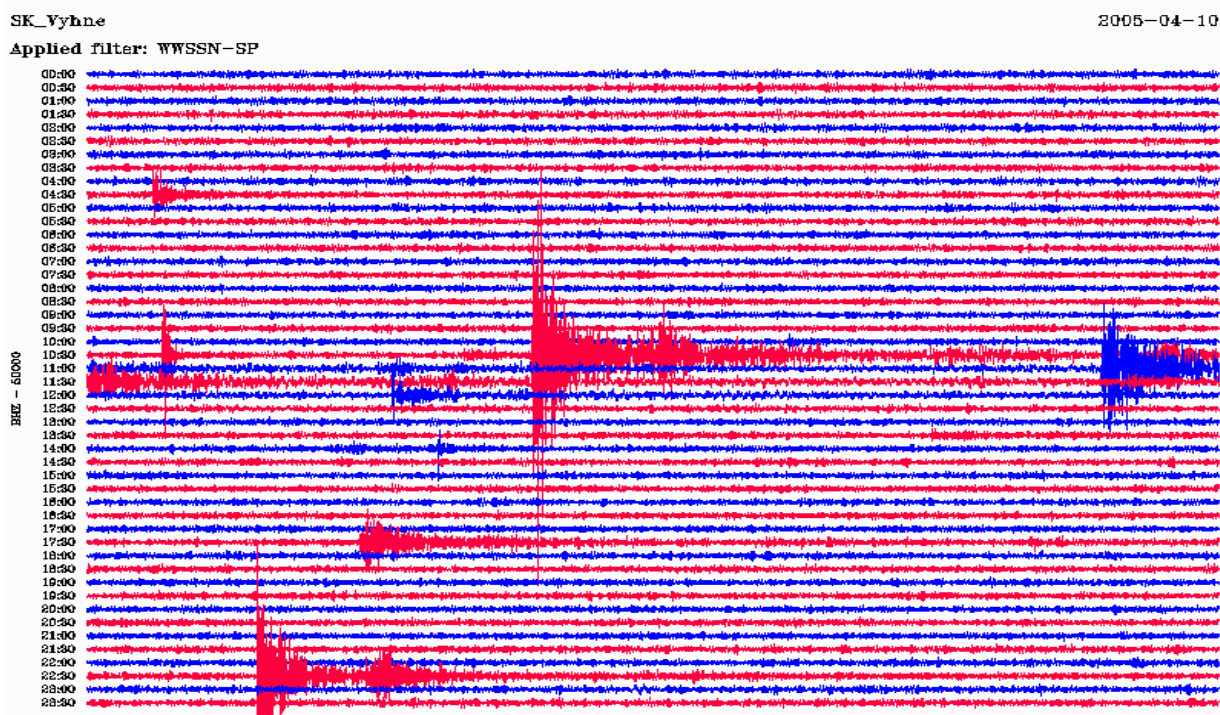
Obr. 2.2.10: Meranie posunu tektonických blokov dilatometrom TM-71, inštalovaným pri východnom portáli únikovej štólne tunela Branisko

### C. Seizmická aktivita územia

Na lokalitách seizmických staníc je pomocou seizmometrov nepretržite (100 alebo 20 Hz) meraná rýchlosť pohybu pôdy. Meraná rýchlosť pohybu pôdy je kontinuálne zaznamenávaná v digitálnej forme na hard disk staničného počítača a hard disk zberného počítača v dátovom centre GFÚ SAV. V súčasnosti je analógová registrácia v prevádzke jedine na seizmickej stanici HRB, kde je ako záznamové médium používaný začadený papier.

Kontinuálne záznamy zo všetkých seizmických staníc NSSS (okrem HRB) sú prenášané do dátového centra GFÚ SAV okamžite, v tzv. real-time režime (pomocou telemetrie, dátového prenosu cez Internet alebo pomocou satelitného spojenia). Pomocou telemetrie sú zaznamenané údaje zo stanice ZST, pomocou internetového spojenia zo stanice MODS a pomocou satelitného spojenia zo staníc SRO, SRO1, SRO2, CRVS, LIKS, KECS, VYHS, KOLS, STHS.

Stav zberu údajov a živé seizmogramy zo staníc NSSS a stanice Smolenice (ktorá patrí do lokálnej siete seizmických staníc prevádzkovej spoločnosťou Progseis) sú pre verejnosť k dispozícii na stránke <http://www.seismology.sk>. Na tejto stránke sú k dispozícii aj archívne záznamy zo seizmických staníc pre posledných 30 dní. Počet návštev stránky <http://www.seismology.sk> v roku 2009 bol približne 21 200, počet návštev web stránky od jej uvedenia do prevádzky v roku 2004 do konca roku 2009 bol približne 165 000. Ukážka archívneho záznamu zo stanice VYHS je na obr. 2.2.11.

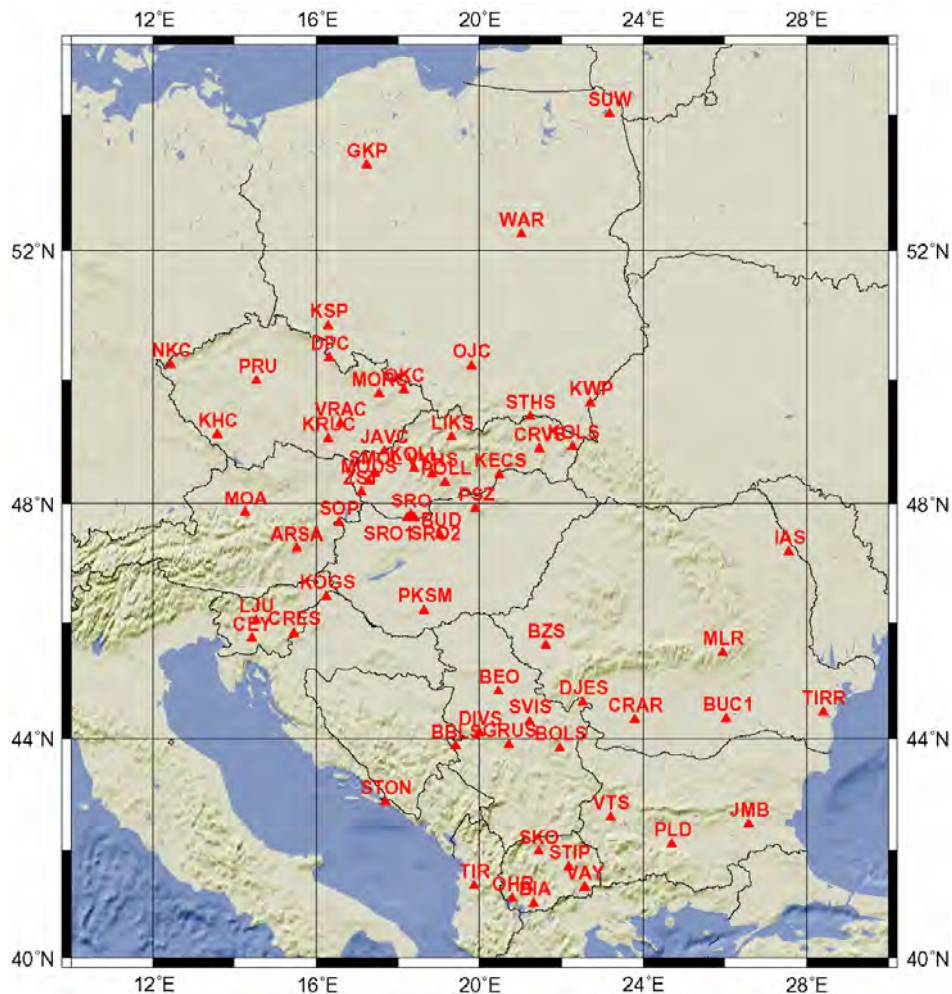


Obr. 2.2.11: Príklad živých seizmogramov

Okrem zaznamenaných údajov zo seizmických staníc NSSS sú do dátového centra GFÚ SAV prenášané aj údaje zo seizmických staníc spolupracujúcich inštitúcií krajín strednej a juhovýchodnej Európy - Česká republika, Poľsko, Rakúsko, Maďarsko, Bulharsko, Rumunsko, Albánsko, Chorvátsko, Srbsko, Slovinsko, Macedónsko. V období 2003-2008 to bolo cca 80 seizmických staníc (11 staníc národnej siete a cca 70 staníc spolupracujúcich inštitúcií), ktoré tvorili Virtuálnu sieť seizmických staníc GFÚ SAV znázornenú na obr. 2.2.12. V roku 2009 bol počet seizmických staníc virtuálnej siete využívaných



v každodennej analýze redukovaný ako dôsledok zmeny priorit seizmického monitoringu. V súčasnosti z Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV využívame 62 seizmických staníc v bližšom regióne Slovenska.



Obr. 2.2.12: Seizmické stanice Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV

## 2.2.4. Výsledky monitorovania

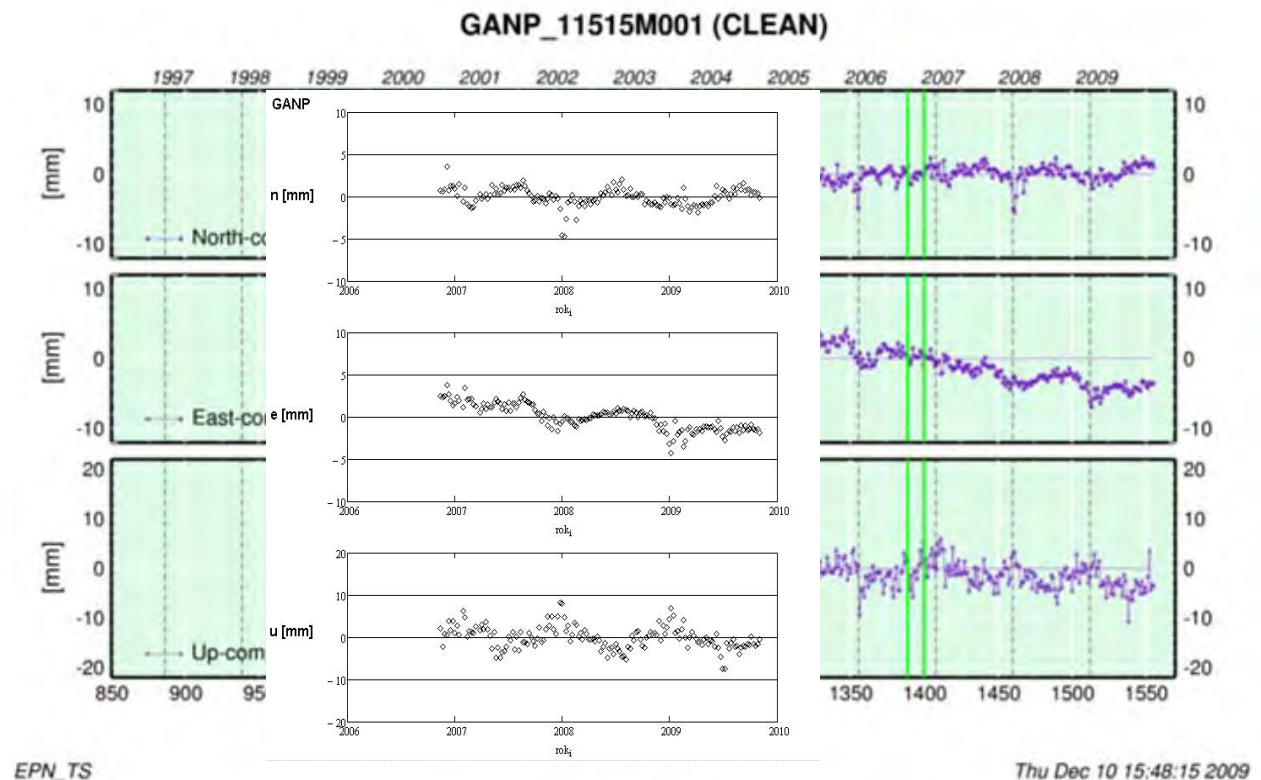
### 2.2.4.1. Monitorovanie na lokalitách Slovenskej geodynamickej referenčnej siete

Pohyby povrchu boli v roku 2009 okrem permanentného monitorovania na 5 základných bodoch s hĺbkovou stabilizáciou pozorované aj na vybraných bodoch siete SKPOS, z ktorých väčšina tvorí i sieť SLOVGERENET. Stanice SKPOS sa stali i súčasťou Slovenskej Geodynamickej Referenčnej Siete (SGRN), na ktorej bola (po dvojiročnom intervale) vykonaná opakovaná meračská kampaň GNSS. Kampaň je realizovaná kontinuálnym meraním na vybraných bodoch o dĺžke 72 hodín. Efektívnym spojením všetkých epochových meraní na bodoch SGRN s referenčným rámcom ITRF2005, resp. ETRF2005 bola vypočítaná realizácia systémov ITRS, resp. ETRS89 na území Slovenska. Označované sú ako Slovenský terestrický referenčný rámec SKTRF09. Hodnotenie bolo zamerané najmä na monitoring a analýzu správania sa staníc pomocou analýzy časových

radov, pričom na presné spracovanie bol použitý Bernský softvér 5.0. Z kombinácie denných riešení boli spracovávané týždenné riešenia, ktoré sú základom pre grafickú interpretáciu. Do spracovania GNSS observácií v Bernskom softvéri 5.0 vstúpili:

- 50 permanentných staníc EPN a SKPOS, GPS+GLONASS
- ITRS2005
- Absolútne fázové centrá antén
- Presné IGS efemeridy
- Vyrovnanie: podmienka MC (Minimal Constraint – no net translation) na vybraných EPN bodoch BOR1, GANP, MOPI, TUBO, UZHL, GRAZ, GOPE
- Výstup: XYZ súradnice v ITRF2005.

Správnosť riešenia bola overená i porovnaním s výsledkami poskytovanými spracovateľským centrom EPN. Porovnanie zhody riešenia je na obr. 2.2.13 (Droščák, 2009).



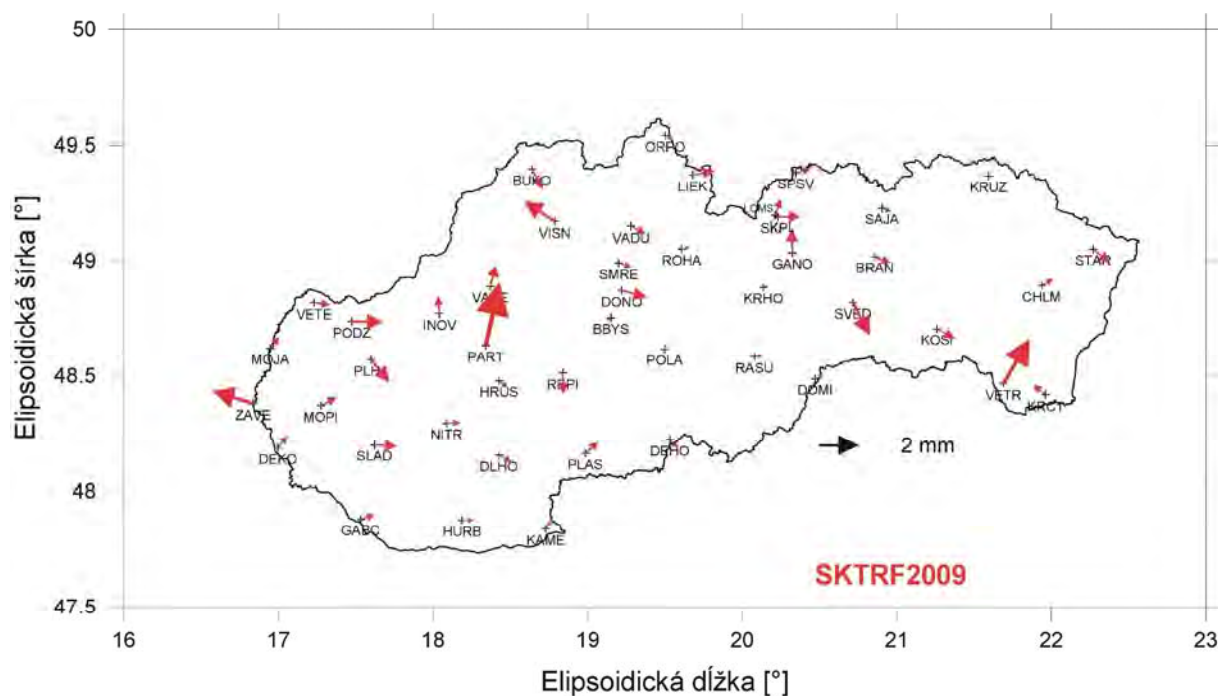
Obr. 2.2.13: Grafické porovnanie zhody riešení EPN a GKÚ pre stanicu GANP

V spracovaní SKTRF09 sa už plnohodnotne prejavili aj merania z permanentných staníc SGRN a to body GANP, MOPI, LIES a PART. Výsledky riešenia GKÚ v porovnaní s EPN sú porovnané v tab. 2.2.2 v svetovom systéme ITRF2005.

Tab. 2.2.2: Porovnanie rýchlostí bodov v spracovaní EPN a GKÚ

Bod	EPN			GKÚ						rozdiel mm.rok <sup>-1</sup>		
	ITRF2005 mm.rok <sup>-1</sup>			rychlost (XYZ) mm.rok <sup>-1</sup>			sigma (XYZ) mm.rok <sup>-1</sup>					
	X	Y	Z	X	Y	Z	sigX	sigY	sigZ	deltaX	deltaY	deltaZ
GANP	-17,1	16,7	10,2	-17,7	14,9	9,4	0,3	0,2	0,3	0,6	1,8	0,8
LIEK	-16,9	16,7	10,2	-17,4	16,4	10,2	0,4	0,2	0,4	0,5	0,3	0,0
MOPI	-16,2	17,2	10,5	-16,4	17,0	11,0	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	-0,4
PART	-16,5	17,0	10,4	-17,3	15,3	9,6	0,5	0,5	0,5	0,8	1,7	0,9

Dosiahnuté rozdiely v riešeniach potvrdzujú správnosť riešenia GKÚ a potvrdzujú pohyb euroázijskej platne v severovýchodnom smere v priemere približne 1,6 mm.rok<sup>-1</sup>. Po odstránení pohybu euroázijskej platne a skumulovaní všetkých predchádzajúcich kampaní SGRN sú zobrazené na obr. 2.2.14 vektory rýchlostí jednotlivých bodov na území Slovenska. Podobne ako v iných rokoch sa od prevládajúceho smeru vyskytujú odchýlky, spôsobené pravdepodobne vytláčaním a pootáčaním horninových blokov. V niektorých prípadoch nemožno vylúčiť ani spolupôsobenie gravitácie.



Obr. 2.2.14: Grafické znázornenie vektorov rýchlostí na vybraných bodoch SGRN v SKTRF09

Grafy znázorňujúce rýchlosť pohybov základných bodov siete, vo vyššie uvedených štyroch systémoch meraní sú uvedené v príl. 2.1. Na týchto grafoch sú aj výsledky za celé monitorované obdobie (od doby zriadenia bodu do roku 2009).

Potvrdzuje sa predpoklad že s pribúdajúcim časom, a teda s viacerými kampaňami, sa začne znižovať prvotné určenie rýchlosti.

Z upravených údajov sú v tab. 2.2.3 odhadnuté rýchlosti pohybu pre body GANP, BBYS, MOPI a MOP2. Jednotlivým bodom je odhadnutá rýchlosť k epoche, do ktorej sú zahrnuté kumulatívne údaje v smere zemepisných osí sever (N - north), východ (E - east), a vo výške (U - up).

Z výsledkov vidieť, že väčšine bodov vychádza z kumulatívneho riešenia rýchlostí pod 1,5 mm, čo potvrdzuje aj vhodný výber lokalít na stabilizáciu geodetických bodov.

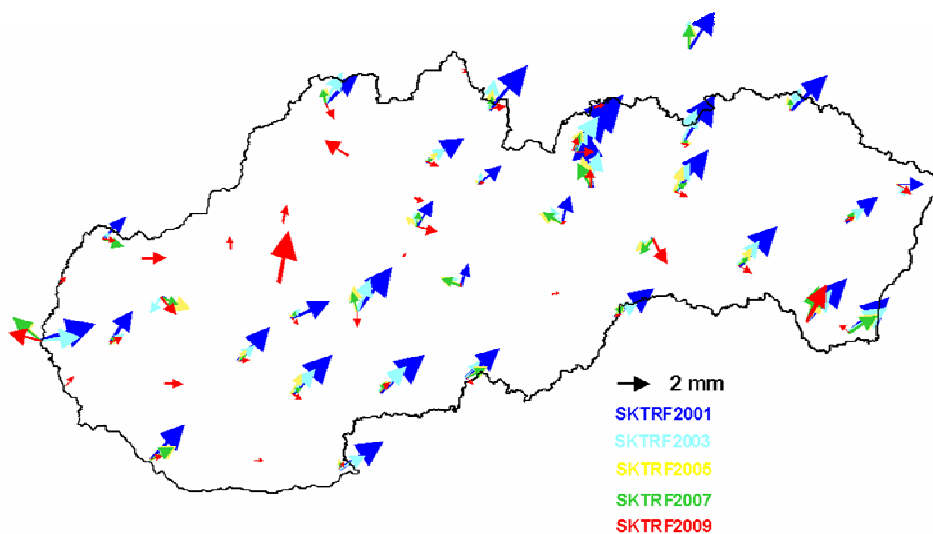
Tab. 2.2.3: Kumulatívne spracovanie rýchlostí bodov pre jednotlivé epochy riešenia

GANP - NORTH / EAST / UP rýchlosť komponentov v ETRF2000							
Riešenie	$V_N$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VN}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_E$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VE}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_U$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VU}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	Epocha [DDD / YY]
1	0,14	0,01	-1,73	0,02	-0,82	0,22	320/03
2	0,13	0,01	-1,71	0,02	-0,81	0,22	236/06
3	<b>0,13</b>	0,01	<b>-1,70</b>	0,02	<b>-0,81</b>	0,22	309/06
BBYS - NORTH / EAST / UP rýchlosť komponentov v ETRF2000							
Riešenie	$V_N$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VN}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_E$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VE}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_U$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VU}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	Epocha [DDD / YY]
1	<b>0,17</b>	0,01	<b>-0,54</b>	0,02	<b>-0,32</b>	0,40	035/07
MOP1 - NORTH / EAST / UP rýchlosť komponentov v ETRF2000							
Riešenie	$V_N$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VN}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_E$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VE}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_U$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VU}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	Epocha [DDD / YY]
1	0,53	0,01	-0,34	0,01	1,43	0,13	322/96
2	0,53	0,01	-0,34	0,01	1,43	0,13	033/97
3	0,53	0,01	-0,34	0,01	1,43	0,13	153/97
4	0,53	0,00	-0,34	0,00	1,43	0,12	193/98
5	<b>0,54</b>	0,00	<b>-0,33</b>	0,00	<b>1,42</b>	0,12	309/06
MOP2 - NORTH / EAST / UP rýchlosť komponentov v ETRF2000							
Riešenie	$V_N$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VN}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_E$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VE}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$V_U$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	$RMS_{VU}$ [mm.rok <sup>-1</sup> ]	Epocha [DDD / YY]
1	<b>0,54</b>	0,01	<b>-0,33</b>	0,01	<b>1,42</b>	0,13	230/08

RMS - označenie strednej odchýlky

DDD/YY - poradové číslo dňa (DDD) v roku (YY)

Vektory rýchlostí pohybov povrchu zistené v rokoch 2001 až 2009 (obr. 2.2.15) dokumentujú, že aj v celom pozorovanom období (2001-2009) pretrváva trend pohybov povrchu smerom na severovýchod, s vyššie uvedenými lokálnymi odchýlkami. Súčasne možno konštatovať, že rýchlosť bodov sa postupne znižuje, čo môže byť spôsobené okrem reálnej situácie aj zvyšovaním presnosti meraní v súvislosti so zavedením systému GLONAS. Z dĺžky opakovaných kampaní bola určená priemerná rýchlosť iba okolo 1 mm.rok<sup>-1</sup>, pričom smer vektorov je rôzny a veľakrát sa mení. Tieto zmeny smeru, a v niektorých prípadoch i vyššiu rýchlosť, musíme okrem skutočných pohybov pripísať sčasti aj technickým podmienkam pri meraní, napríklad že sú menené typy antén GNSS v jednotlivých kampaniach. V prípadoch bodov ZAVE, PART a VETR je značný pohyb spôsobený pravdepodobne i nevhodnou stabilizáciou.



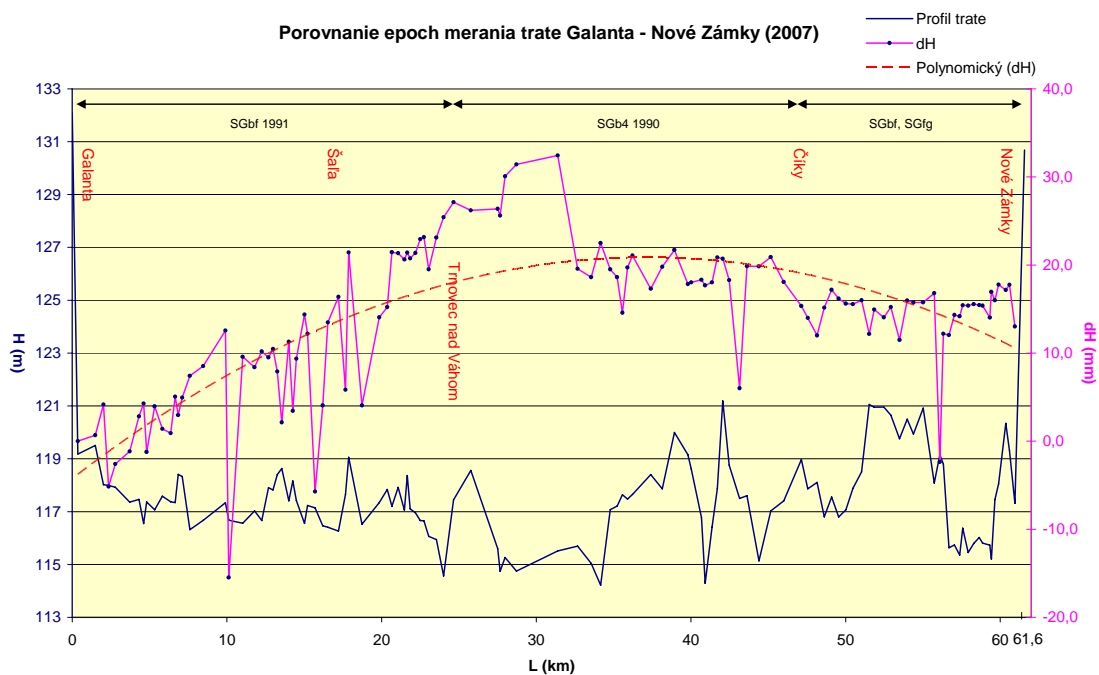
Obr. 2.2.15: Vektory rýchlostí na vybraných bodoch SGRN/SKPOS v jednotlivých SKTRF

#### 2.2.4.2. Monitorovanie vertikálnych pohybov územia pozdĺž nivelačných tratí

Merania vertikálnych pohybov povrchu metódou presnej nivelácie poukazujú na diferencovanú mobilitu čiastkových blokov zemskej kôry, vymedzených zlomami rôznej dĺžky a hĺbkového dosahu.

##### *Nivelačná trať Galanta - Nové Zámky*

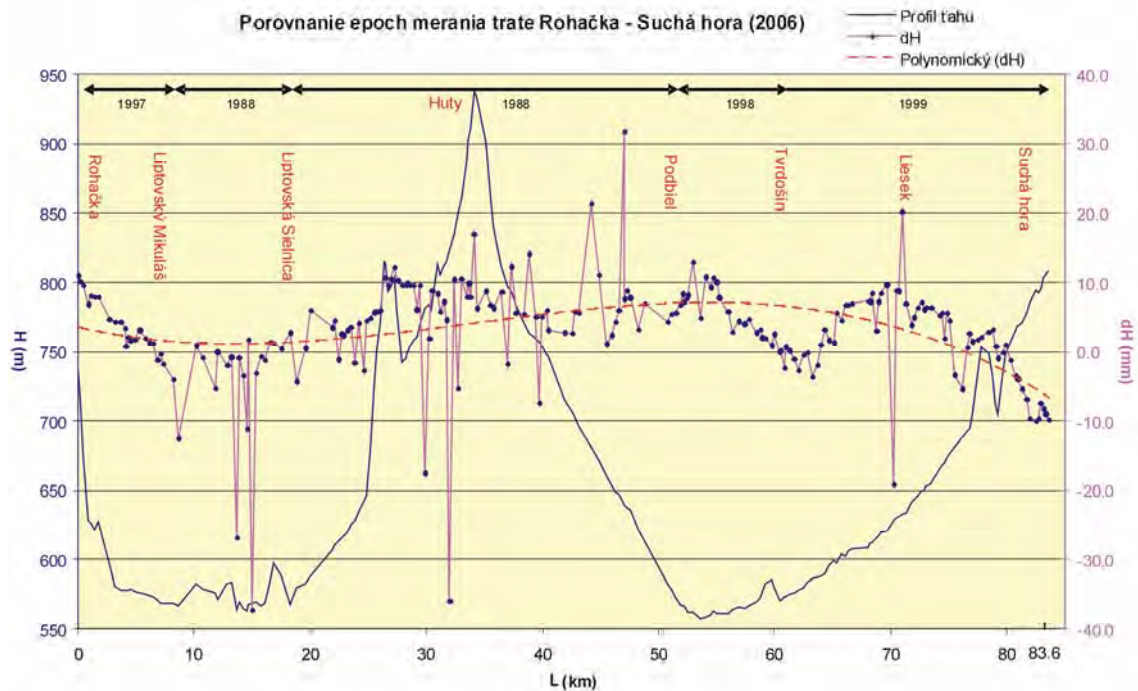
Merania pohybov územia vykonané metódou presnej digitálnej geometrickej nivelácie boli realizované v roku 2007, výsledky sú zaznamenané v grafe na obr. 2.2.16. Po preložení polygónu medzi jednotlivé body grafu, znázorňujúce rozdiely výšok opakovaných meraní, výškové rozdiely dosahujú kladné hodnoty do cca 20 mm. Priemerná rýchlosť pohybu (podiel rozdielu výšok s rokmi, ktoré uplynuli medzi merania), dosahuje v úseku Trnovec nad Váhom – Jatov hodnoty až nad  $1 \text{ mm.rok}^{-1}$ . V ostatných častiach je nižšia, resp. pri Galante až nulová. Oproti prevládajúcemu trendu výzdvihu územia bol pri Kráľovej nad Váhom zistený pokles cca 15 mm, čo predstavuje rýchlosť cca  $0,9 \text{ mm.rok}^{-1}$ .



Obr. 2.2.16: Zmeny výšok povrchu na trati Galanta – Nové Zámky

#### Nivelačná trať Rohačka - Suchá hora

Realizované boli merania na presné určenie výškových zmien, ktoré prepojili pozorované geodynamické body v Lieseku (pri Tvrdošíne) a Rohačke (Liptovský Mikuláš). Tieto body sú monitorované aj v Štátnej priestorovej sieti. Na obr. 2.2.17 je znázornený výškový profil trate a veľkosť výškových zmien na geodetických bodoch získaných z porovnania medzi meraním v roku 2006 a predchádzajúcimi meraniami, ktoré boli uskutočnené v rôznych obdobiach. Z polygónu preloženého medzi výškové rozdiely na jednotlivých geodetických bodoch vidieť, že výškové rozdiely od začiatku trate dosahujú kladné hodnoty do cca 8 mm a za Liesekom, až ku štátnej hranici s Poľskom vykazujú poklesy do 9 mm. Extrémne rozdiely na niekoľkých bodoch (až okolo  $\pm 30$  mm) môžu naznačovať výraznejšie poklesy územia alebo horšiu stabilitu bodu. Vzhľadom na to, že všetky boli zaznamenané v blízkosti hranice vymedzujúcej seizmicky aktívnu oblasť (v území západne a severne od Tatier) prvá možnosť je pravdepodobnejšia. Podiel rozdielu výšok (vymedzených polygónom) a rokov, ktoré uplynuli medzi meraniami, naznačuje rýchlosť vertikálnych pohybov do  $1 \text{ mm.rok}^{-1}$ . V uvedených extrémnych bodoch však bola zrejme podstatne vyššia.



Obr. 2.2.17: Zmeny výšok povrchu na trati Rohačka – Suchá Hora

Analyzované boli aj výsledky realizovaných opakovaných meraní nivelačných tratí v oblastiach SV Slovenska, Dobrej Vody a príľahlých území a v oblasti stredného Slovenska spolu s hodnotením recentných vertikálnych pohybov územia (príl. 2.2)

#### Oblasť SV Slovenska

Vertikálne pohyby povrchu územia boli hodnotené v území pokrývajúcim ohniskovú oblasť Humenné - Vranov nad Topľou, východnú časť bradlového pásma a severnú časť hornádskeho zlomového systému (obr. 2.2.18). Podľa výsledkov opakovaných presných nivelačných meraní (vykonaných v rokoch 1974 – 1985) má takmer celá oblasť klesajúcu tendenciu: od 0,0 do  $-1,2 \text{ mm.rok}^{-1}$ . Výnimku tvorí SZ časť Košickej kotliny, SV časť Šarišskej vrchoviny, JZ časť Spišsko-šarišského medzihoria a stredná časť Beskydského predhoria, ktoré vykazujú zdvihové pohyby o rýchlosti do  $+0,2 \text{ mm.rok}^{-1}$ . Najintenzívnejšie poklesy sú v širšej oblasti Vranova nad Topľou ( $-1,2 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) a v Strážskom ( $-0,9 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Z geologického hľadiska ide o oblasť styku Západných Karpát s prikarpackou depresiou, s výskytom zlomových porúch SZ-JV smeru, ktoré v priebehu neogénu oddeľovali poklesávajúcu akumuláciu trebišovskej panvy od horskej oblasti Karpát. I v súčasnosti je to oblasť styku relatívne rýchlejšie poklesávajúcej Východoslovenskej nížiny a beskydského predhoria. Recentné pohyby povrchu oblastí popri morfológických pomeroch a presnej nivelácii dokumentuje aj výskyt zemetrasných ohnísk s hodnotou magnitúda až 5,1.

V oblasti SV Slovenska bola hodnotená nivelačná trať Chminianska Nová Ves – Kamenica nad Cirochou. Rýchlostí vertikálnych pohybov z Chminianskej Novej Vsi po Župčany sú v zóne poklesov s maximom vo Svinej ( $-0,8 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). V ďalšej časti nivelačnej trate až po Čierne nad Topľou rýchlostí vertikálnych pohybov kolíšu okolo nuly, prevažne v zápornom znamienku. Druhá časť nivelačnej trate Čierne nad Topľou – Kamenica nad Cirochou spadá do poklesovej zóny, s maximom poklesov vo Vranove nad Topľou ( $-1,2 \text{ mm.rok}^{-1}$ ).



Obr. 2.2.18: Geomorfologické členenie SV Slovenska a hodnotená nivelačná sieť (vyznačená hrubou červenou čiarou)

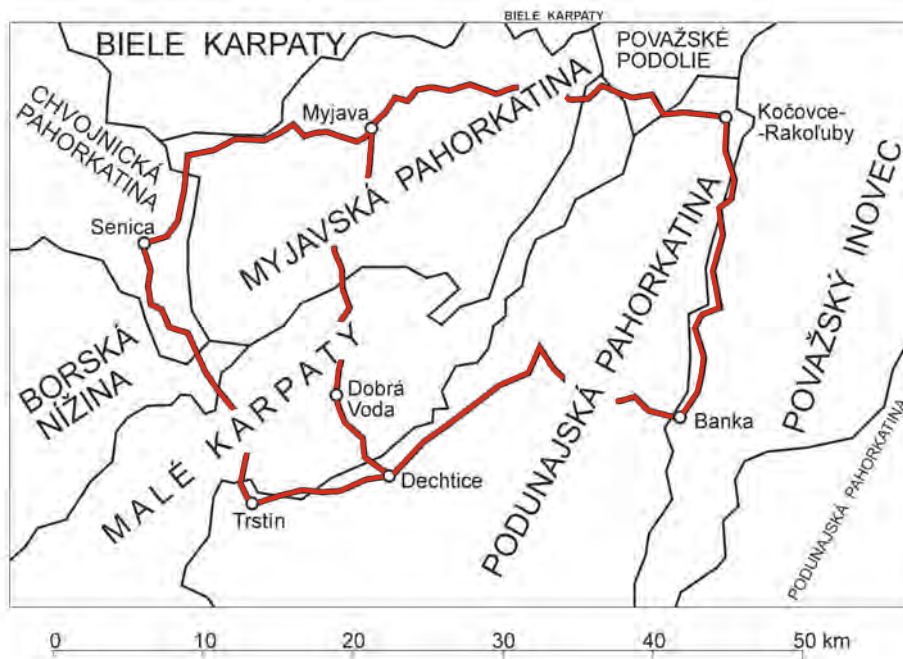
### *Oblasť Dobrej Vody*

Vertikálne pohyby povrchu boli hodnotené v území pokrývajúcim ohniskovú oblasť Dobrá Voda a príslušné časti M. Karpát, Podunajskej, Myjavskej, a Chvojnickej a pahorkatiny a SV výbežok Borskej nížiny (obr. 2.2.19). Podľa výsledkov opakovaných presných nivelačných meraní, vykonaných v rokoch 1975 až 1998 (epocha 1957-1983), povrch územia v Dobrej Vode a západne, SZ a JZ od Dobrej Vody poklesáva rýchlosťou 0,8 až 1,0 mm za rok. Najintenzívnejšie - rýchlosťou 2 až 2,1 mm za rok poklesáva menšia časť územia JV od Starej Turej. Ostatné skúmané územie poklesáva rýchlosťou 1 – 2 mm za rok (príl. 2.2.).

Zvýšenie intenzity poklesov pri Dobrej Vode a Brezovej pod Bradlom je zrejme spôsobené pohybmi na zlomoch. Aj intenzívne poklesávajúce územie (1,8 až 2,1 mm za rok) pri východnom okraji nivelačnej trate je vymedzené SSZ-JJV smerom prebiehajúcim zlomom pri Starej Turej a približne S-J zlomom obmedzujúcim zo západu Malé Karpaty (pri Bzincoch pod Javorinou).

Hodnotená bola *nivelačná trať od Dechtíc cez Dobrú Vodu, Myjavu a Starú Turú až po Kočovce – Rakoluby*. Rýchlosti vertikálnych pohybov celej nivelačnej trate spadajú do poklesovej zóny (poklesy kolíšu v rozsahu  $-1,41 \text{ mm.rok}^{-1}$  do  $-1,73 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Rýchlosti vertikálnych pohybov z Dechtíc do Hradišťa pod Vrátnom sú v relatívnom zdvihu (v záporných hodnotách) od  $-1,41 \text{ mm.rok}^{-1}$  do  $-0,75 \text{ mm.rok}^{-1}$ . V ďalšej časti nivelačnej trate intenzita pohybov klesá smerom do Kočovca - Rakoluby s maximom v Ľubine ( $-2,1 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Zvýšenie intenzity poklesov pri Dobrej Vode a Brezovej pod Bradlom je zrejme spôsobené pohybmi na zlomoch. Aj intenzívne poklesávajúce územie (1,8 až 2,1 mm za rok) pri východnom okraji nivelačnej trate je vymedzené SSZ-JJV smerom prebiehajúcim zlomom pri Starej Turej a približne S-J zlomom obmedzujúcim zo západu Malé Karpaty (pri Bzincoch pod Javorinou).





Obr. 2.2.19: Geomorfologické členenie v oblasti Dobrá Voda a hodnotená nivelačná sieť (vyznačená červenou hrubou čiarou)

#### *Oblasť stredného Slovenska*

V oblasti stredného Slovenska (obr. 2.2.20) sa vertikálne pohyby vyznačujú značnou premenlivosťou. Z mapy recentných vertikálnych pohybov stredného Slovenska pre epochu 1952 až 1979 vyplýva, že za pozorované obdobie (28 rokov) sa zistili pohyby s maximálnymi hodnotami  $+1,7 \text{ mm.rok}^{-1}$  (zdvihové pohyby) a  $-1,8 \text{ mm.rok}^{-1}$  (poklesy), t.j. celkové rozpätie pohybov je  $3,5 \text{ mm.rok}^{-1}$ . Prevažne poklesáva územie južne od Kremnických vrchov a Zvolenskej kotliny, s výnimkou časti územia východne od Litavy (kde bol pozorovaný výzdvih  $+0,5 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Najintenzívnejšie poklesy boli zaznamenané v SV časti Krupinskej planiny a v príľahlej časti Štiavnických vrchov – až po Banskú Štiavnicu ( $>1 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Izočiara nulového pohybu zobrazená v mape recentných vertikálnych pohybov stredného Slovenska (príl. 2.2) prebieha v blízkosti miest Martin, Turčianske Teplice, východne od Kremnice cez Žiar nad Hronom, Zvolen, východne od Krupiny a východne od Šiah. Delí územie na západnú časť, kde prevládajú poklesy o rýchlosti do  $0,5 \text{ mm}$  za rok a územie východne od nulovej izočiary, s výnimkou uvedenej časti východne od Litavy, má miestami stúpajúcu alebo klesajúcu tendenciu o rýchlosti do  $0,5 \text{ mm.rok}^{-1}$ . Južne od Veľkého Krtíša dosahujú poklesy i vyššiu rýchlosť. Vzhľadom na lokálne poklesy zaznamenané v tejto časti územia a možné chyby v presnosti meraní nie je možné priradiť mu jednoznačne zdvihovú tendenciu.

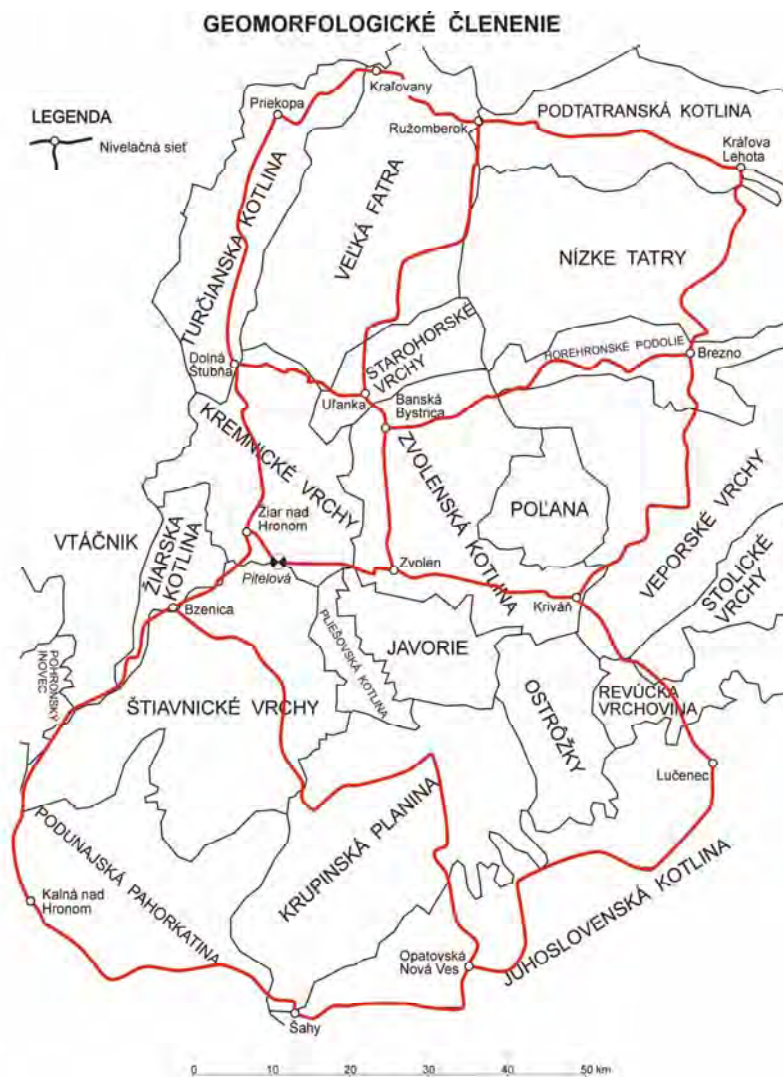
Najvýraznejšie rozdiely v orientácii i rýchlosti pohybov, indikujúce pohyby pozdĺž zlomu a možnosť vzniku zemetrasenia boli zaznamenané medzi Hornými a Dolnými Mladonicami, kde sa výzdvihy o rýchlosti  $0,3\text{-}0,6 \text{ mm}$  za rok menia náhle na poklesy o rýchlosti až  $1,8 \text{ mm}$  za rok.

Severná časť oblasti s výnimkou územia severne od Starých Hôr až po dolinu Váhu (v rozsahu od Krpelian po Dolný Kubín) sa vyznačuje zdvihovými pohybmi, spravidla o rýchlosti do  $1 \text{ mm}$  za rok. Rýchlosťou nad  $1 \text{ mm}$  za rok stúpa iba SZ časť Zvolenskej kotliny a príľahlá časť územia Starohorských vrchov, pričom najvyššia rýchlosť pohybov (až  $1,8 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) bola zaznamenaná v Banskej Bystrici, v časti Jakub a Kostiviarska. Táto

rýchlosť vyzdvihovania je súčasne najvyššia zistená v celých Západných Karpatoch a svedčí o značnej lokálnej pohybovej aktivite zemskej kôry.

Interpretovaný bol aj priebeh rýchlostí vertikálnych pohybov dvoch nivelačných tratí (obr. 2.2.20): Kral'ovany – Zvolen (cez Ružomberok) a Piteľová – Opatovská Nová Ves (cez Bzenicu a Banskú Štiavnicu).

*Kral'ovany – Zvolen (cez Ružomberok).* Rýchlostí vertikálnych pohybov z Kral'ovian na začiatok mesta Ružomberok sú v zóne poklesov s maximom v Hubovej ( $-0,8 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Ďalšia časť nivelačnej trate po mestskú časť Biely Potok (v dĺžke 10,7 km) má rýchlosť vertikálnych pohybov takmer lineárnu (v kladnom znamienku). V Bielom Potoku dochádza k zmene znamienka rýchlostí pohybov. Oblasť Starých Hôr tvorí hranicu medzi klesaním a zdvíhaním (mení smer pohybov). Maximum zdvihov ( $+1,7 \text{ mm.rok}^{-1}$ ), je v mestskej časti Jakub (Banská Bystrica) a odtiaľ krivka rýchlostí vertikálnych pohybov smerom do Zvolena sa vracia takmer k nule.



Obr. 2.2.20: Geomorfologické členenie v oblasti Stredného Slovenska so zobrazením nivelačných tratí (vyznačené červenou hrubou čiarou)

*Piteľová – Opatovská Nová Ves (cez Bzenicu a Banskú Štiavnicu).* Nivelačná trať z hľadiska pohybov je rozdelená na dve časti. Prvá časť po Dolné Mladonice spadá do

poklesovej zóny, s maximom poklesov v Bzovíku ( $-1,8 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). V Dolných Mladoniciach dochádza k zmene znamienka rýchlostí pohybov (k veľkému gradientu rýchlosti pohybov), a tým druhá časť nivelačnej trate spadá do zdvihovej zóny, s maximom zdvihov v Čebovciach ( $+1,5 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Je pozoruhodné, že na oblasť Dolné Mladonice – Horné Mladonice – Čekovce (okres Krupina) sa viažu zemetrasné ohniská, ktorých intenzita nebola presne zistená. Zdvihy i poklesy sa výrazne prejavujú i na mape recentných vertikálnych pohybov (príl. 2.2.).

### **2.2.4.3. Lokality monitorovania pohybov pozdĺž zlomov**

Pohyby pozdĺž zlomov sú monitorované na lokalitách: Branisko, Demänovská jaskyňa, Banská Hodruša, Vyhne, Ipeľ, Dobrá Voda.

#### *Branisko*

Na Branisku je dilatometer osadený od roku 2001, na šindliarskom zlome, v štôlni paralelnej s diaľničným tunelom Branisko, ktorá má v súčasnosti funkciu únikového východu. Z doterajších výsledkov meraní (príl. 2.3) je zrejmé, že tektonická porucha je aktívna a má charakter pravostranného horizontálneho posunu. Dôkazom aktivity zlomu je aj vznik niekoľkých otvorených trhlín, paralelných s priebehom zlomu, vo vnútri tunelovej rúry.

Od konca roku 2008 do marca roku 2009 došlo k oživeniu ľavostranného šmykového pohybu tektonických blokov. V tomto období sa bloky posunuli o 0,2 mm. Od apríla tento pohyb stagnoval. Celkový šmykový posun od začiatku merania (október 2000) dosiahol hodnotu 0,98 mm. V ostatných smeroch (osi x a z) nebol zaznamenaný žiadny významnejší pohyb, t. j. bol zachovaný doterajší trend. Celkový rotačný pohyb možno hodnotiť ako zanedbateľný.

#### *Demänovská jaskyňa Slobody*

V Demänovskej jaskyni Slobody sa monitoring vykonáva od roku 2002 v tzv. Čarovnej chodbe, na zlome ktorý predstavuje jeden z dvoch hlavných tektonických systémov pozdĺž ktorých jaskyňa vznikla. Ide o poklesový zlom, ktorý je paralelný s hlavným, tzv. jaloveckým zlomom (Hók et al., 2000). Doterajšie monitorovanie zistilo nepatrný vertikálny pohyb (0,1 mm) čo nepotvrďuje jednoznačne súčasnú tektonickú aktivitu zlomu, (príl. 2.3).

Od začiatku roka 2009 sa viditeľne zvýraznil vertikálny pohyb blokov. Napriek určitému upokojeniu v závere roka presahuje celkový posun 0,1 mm. Ide o náznak trendu vertikálneho pohybu po viac než 7 rokoch merania. Posuny v smere osi y (šmyk) a osi x (otváranie trhliny) naďalej stagnovali. Rovnako ako pri vertikálnom pohybe sa zvýraznil trend rotácie blokov v rovine XZ, ktorý začal ešte začiatkom roku 2008. Veľkosť pohybu je však nepatrná ( $0,2 \pi/200$ ). Dňa 21.7.2008 sa v jaskyni opakovane realizovalo 24-hod. meranie s frekvenciou zápisu 10 min. Výsledky z roku 2008 preukázali súvislosti slapov s aktivizáciou tektonických blokov počas čiastočného zatmenia slnka na území SR.

#### *Banská Hodruša*

Na lokalite Banská Hodruša bol prístroj TM-71 inštalovaný v andezitových horninách banskoštiavnického stratovulkánu, vo vnútri štôlne Všetichsvätých (v. okraj Banskej Hodruše) v júli 2005, na križovaní dvoch tektonických porúch (SV-JZ a SZ-JV). Jedna z porúch predstavuje kedysi dobývanú rudnú žilu. Napriek krátkej dobe merania (16 meraní) bol zistený menší posun (0,26 mm) v osiach y a z (príl. 2.3). Prvý predstavuje pravostranný posun, druhý vertikálne posunutie monitorovaných blokov. Serióznejšia interpretácia

výsledkov a potvrdenie tektonickej aktivity bude vyžadovať dlhodobejšie meranie. Výsledky meraní z roku 2009 nepreukázali významnejšiu tektonickú aktivitu lokality. Práve naopak, od polovice roku 2008 počiatočné rozširovanie trhliny ustalo. Minimálny pohyb pozdĺž osi y (šmyk) sa preukázal v druhej polovici roku.

### *Vyhne*

Na lokalite Vyhne bol dilatometer TM-71 inštalovaný pri v. okraji obce Vyhne, vo vnútri štôlne Anton Paduánsky, v júli 2005. Monitorovaný zlom smeru S-J (smer sklonu 278/70°) porušuje porfyrický granodiorit (tzv. vyhnianska drvená žula) kryštalinika veporíd. Doterajšie výsledky meraní (17 meraní) preukázali zreteľný vertikálny posun blokov o 47 mm, (príl. 2.2). V roku 2009 došlo k nárastu šmykového pohybu pozdĺž zlomových plôch. Tento trend sa objavil už v druhej polovici roku 2008 a koncom roku 2009 sa ešte viac prehĺbil.

### *Ipeľ*

Lokalita Ipeľ sa nachádza v sz. časti Stolických vrchov, neďaleko obce Ipeľ v opustenej prieskumnej štôlni Izabela, na jednom zo zlomov paralelných s hlavným muránskym zlomom. Merania sa tu uskutočňujú od roku 2003. Doterajšie výsledky preukázali maximálny pokles jv. bloku o 1,55 mm, (príl. 2.3). Hoci sa v priebehu roku 2009 čiastočne oživil vertikálny pokles v. bloku, nedošlo k prekročeniu maximálnej hodnoty 1,55 mm. Svedčí to o oscilácii vertikálnych pohybov. Posuny v smere osí x a y boli iba minimálne a nenaznačujú tektonickú aktivitu za dané obdobie. Ani vyhodnotenie rotácii oboch monitorovaných blokov nepreukázalo významnejší pohyb. Predovšetkým v rovine XZ je zjavná oscilácia rotačných pohybov od začiatku roku 2004.

### *Lokalita Dobrá Voda*

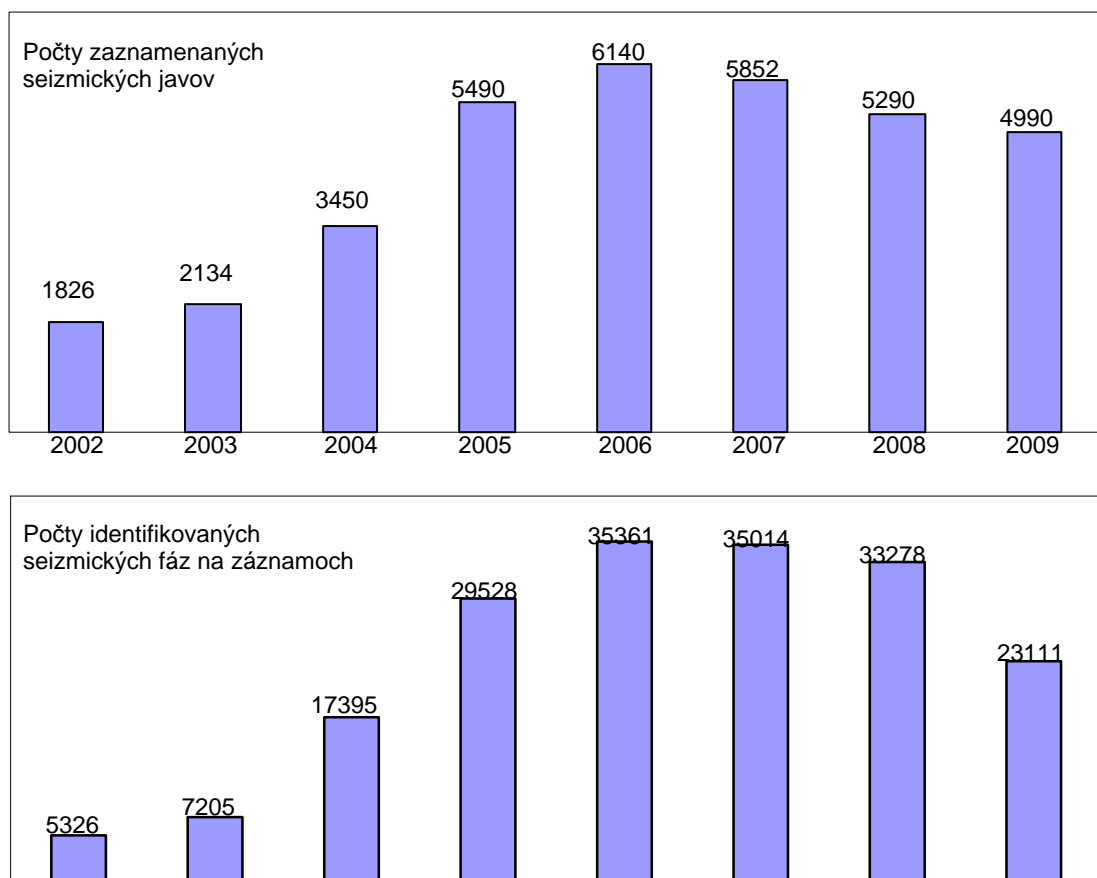
bola vybratá na monitorovanie vzhľadom na tektonickú a seizmickú aktivitu oblasti. Dilatometer bol inštalovaný pracovníkmi Ústavu štruktúry a mechaniky hornin (ÚSMH) Akademie Věd ČR v Prahe v spolupráci s GÚDŠ Bratislava v máji 2004. Je situovaný na morfológicky výraznom sv-jz zlome pri severnom okraji obce Dobrá Voda, na ktorom bola preukázaná tektonická aktivita v holocéne (Halouzka in Maglay et al., 1999). Napriek pomerne krátkej dobe merania sa podarilo prístrojom preukázať recentný ľavostranný posun tektonických blokov (príl. 2.3), ktorý dobre korešponduje so zemetrasením z 13.3.2006 pri obci Vrbové (Briestenský et al., 2007). Zemetrasenie malo magnitúdo 3.2 a intenzitu 5°EMS-98. Od tohto zemetrasenia nedochádza na lokalite k posunom, ktoré by sa dali zaradiť k tektonicky podmieneným. Výrazným procesom na lokalite je však teplotne podmienená dilatácia masívu, ktorej dvojité ročná amplitúda dosahuje cca 1 mm na všetkých osiach posunov. Také výrazné oscilácie v relatívne kludovom období neumožňujú rozlíšiť tektonicky podmienené zlomové mikroposuny. Pracovníci ÚSMH inštalovali v oblasti Malých Karpát ďalších desať dilatometrov (spravidla v jaskyniach). Po vyriešení formy vzájomnej spolupráce budú v budúcnosti aj tieto lokality zahrnuté do ČMS. Na týchto lokalitách sú prístroje situované pod povrchom, kde tepelné oscilácie nie sú tak výrazné, takže bude možné pozorovať i tektonické pohyby s malou amplitúdou.

#### **2.2.4.4. Monitorovanie na lokalitách Národnej siete seizmických staníc**

V období od 1.1.2009 do 31.12.2009 zaznamenala Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV na Slovensku 4990 zemetrasení a priemyselných explózií. Seizmometricky

lokalizovaných bolo 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo v roku 2009 na území Slovenska pozorovaných 6 zemetrasení – z nich 5 s epicentrom v oblasti východného Slovenska (ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť) a jedno s epicentrom na území Rakúska. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie s epicentrom na území Rakúska, pre ktoré máme k dispozícii 49 makroseizmických hlásení zo 7 lokalít na území Slovenska. Celkovo bolo na záznamoch staníc NSSS identifikovaných 23 111 seizmických fáz.

V období 2002-2009 bolo seizmickými stanicami NSSS zaznamenaných 35 172 zemetrasení a priemyselných explózií. Na seizmických záznamoch bolo identifikovaných 186 218 seizmických fáz. Seizmometricky lokalizovaných bolo 399 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska v období 2002-2009 pozorovaných 35 zemetrasení. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie 30.11.2004 s epicentrom v poľskej časti Vysokých Tatier. Toto zemetrasenie bolo pozorované prakticky na celom strednom Slovenku, čiastočne na východnom Slovensku a v niekoľkých lokalitách západného Slovenska. GFÚ SAV má k dispozícii 817 hlásení zo 160 lokalít na území Slovenska. Zo zemetrasení s epicentrom priamo na území Slovenska bolo najsilnejšie zemetrasenie 20.5.2003. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v oblasti Vihorlatu. Zemetrasenie bolo pozorované v 86 lokalitách (484 hlásení) prevažne na území východného Slovenska.



Obr. 2.2.21: Počty zaznamenaných seizmických javov a identifikovaných fáz na záznamoch zo staníc NSSS

Citlivosť NSSS je možné charakterizovať napr. počtom zaznamenaných seizmických javov (zemetrasení a priemyselných explózií) a počtom identifikovaných seizmických fáz na záznamoch. Porovnanie týchto údajov v rokoch 2002-2009 je na obr. 2.2.21.

Na prvý pohľad je vidno markantný rozdiel v pozorovaných ukazovateľoch medzi obdobiami 2001-2004 a 2005-2008. Súvisí to s realizáciou projektu Modernizáciou a doplnenia NSSS (2001-2004) a následným zlepšením analyzačných postupov. Od júla 2005 (kedy bola uvedená do prevádzky stanica STHS) boli v prevádzke prakticky všetky stanice NSSS. Ak porovnáme roky 2004 a 2005, pri cca 15% náraste počtu zaznamenaných seizmických javov stanicou ZST (1759 v roku 2004 a 2121 v roku 2005) pozorujeme až cca 60% nárast celkového počtu zaznamenaných seizmických javov stanicami NSSS.

V období 2005-2009 sa počet zaznamenaných seizmických javov drží približne na rovnakej úrovni s miernym poklesom v rokoch 2008 a 2009. Tento pokles je spôsobený posunom priorít seizmického monitorovania (najmä pri analýze seizmických záznamov). V roku 2008 bolo oddelenie seizmológie výrazne personálne oslabené a pri nezmenených prioritách by nebolo možné plniť ostatné vedecko-výskumné povinnosti. Prioritnou úlohou zostáva monitorovanie lokálnych a regionálnych zemetrasení, význam monitoringu vzdialených zemetrasení bol znížený. Zmena konfigurácie virtuálnej siete (zníženie počtu staníc a zmenšenie polomeru) viedla k nižšej schopnosti lokalizovať vzdialené zemetrasenia. Tieto zmeny sa samozrejme prejavili aj v počte identifikovaných seizmických fáz na záznamoch.

Počet zaznamenaných seizmických javov a počet identifikovaných seizmických fáz na záznamoch charakterizovali NSSS ako celok. V tab. 2.2.4 sú uvedené priemerné počty zaznamenaných seizmických javov za mesiac na jednotlivých stanicách NSSS. Seizmické stanice sú rozdelené na širokopásmové a krátkoperiodické podľa toho, aký typ seizmometra je na stanici nainštalovaný v súčasnosti.

Tab. 2.2.4: Priemerné počty zaznamenaných seizmických javov za mesiac na jednotlivých stanicách NSSS v období 2002-2009

	Širokopásmové seizmické stanice					Krátkoperiodické seizmické stanice					
	VYHS	CRVS	KOLS	ZST	MODS	STHS	KECS	LIKS	SRO	SRO1	SRO2
2002	10			123	43				18		
2003	31	102		142	52		61		34		
2004	214	155	217	147	80		67	28	46	25	38
2005	340	258	226	168	-	282	216	32	52	28	21
2006	354	201	209	152	-	322	309	30	46	31	25
2007	358	235	208	157	191	296	251	21	-	-	-
2008	355	219	206	106	81	241	240	24	-	-	-
2009	330	220	238	84	-	250	203	14	-	-	-

Do realizácie projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bola dlhodobo najlepšou seizmickou stanicou ZST, ktorá bola ako jediná vybavená širokopásmovými seizmometrami SKD. Po úspešnej realizácii projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a zriadení ďalších širokopásmových seizmických staníc (VYHS, CRVS, KOLS) vybavených modernými širokopásmovými seizmometrami STS2 sa tieto stanice dostávajú pred ZST a udržujú si

pomerne vysoký štandard citlivosti. Najcitlivejšia z nich je seizmická stanica VYHS, kde je seizmometer umiestnený v starej štôlni a teda má pomerne dobré registračné podmienky. Navyše vďaka geografickej polohe je na nej zaznamenaných mnoho bankských otrasov z oblasti Sliezska a Ostravy. Zo širokopásmových seizmických staníc najmenej zemetrasení bolo zaznamenaných stanicou MODS. Na tejto stanici sa opakovane vyskytovali stavebno-technické problémy (vytápanie štôlne so seizmometrom, problémy s prenosom zaznamenaných údajov, technické problémy so seizmometrom). Po nainštalovaní širokopásmového seizmometra STS2 v roku 2006 je vidno dočasné zlepšenie stanice. Seizmická stanica je veľmi citlivá na prepätia vznikajúce pri búrkovej činnosti, čo pravdepodobne spôsobilo opätovné problémy so seizmometrom v roku 2008, ktoré pretrvávajú aj v roku 2009. Seizmická stanica MODS je dôležitá najmä pri identifikovaní seizmických javov a priemyselných explózií z oblasti Malých Karpát.

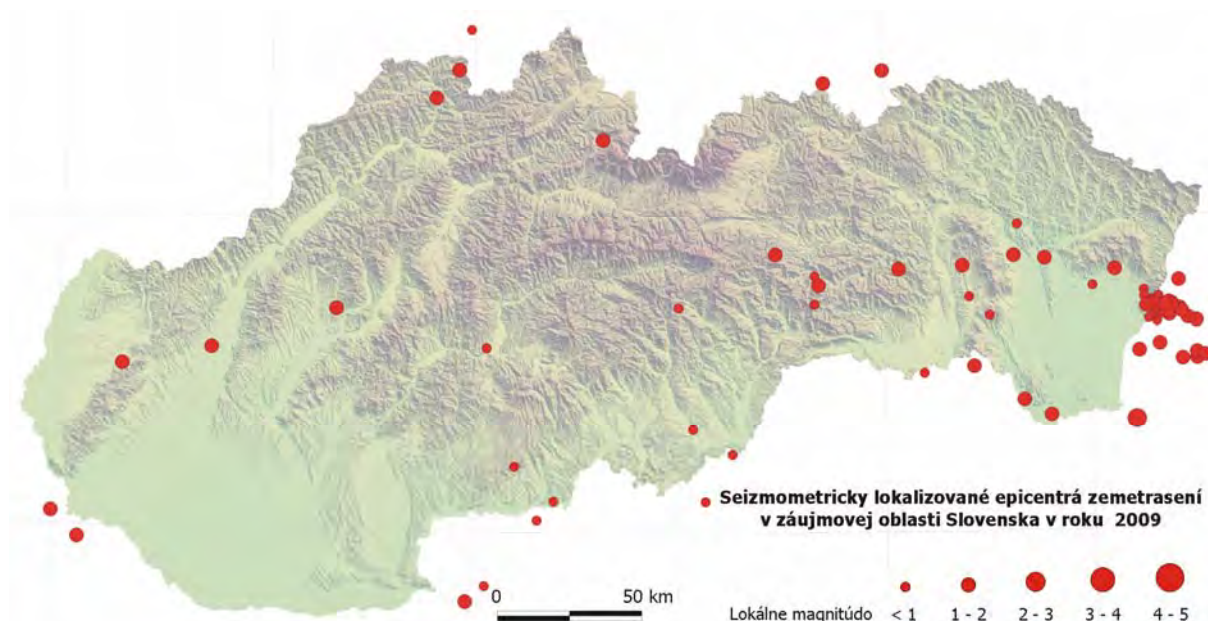
Zo seizmických staníc vybavených krátkoperiodickými prístrojmi sa najhoršie javia stanice SRO, SRO1 a SRO2. Tieto stanice sú umiestnené v oblasti, kde bolo kvôli geologickej stavbe regiónu takmer nemožné nájsť dobré registračné podmienky. Napriek tomu je však dôležité mať seizmické stanice aj v tejto oblasti a monitorovať ohniskovú zónu Komárno. Navyše v poslednom období majú tieto stanice problémy s prenosom zaznamenaných údajov. Seizmická stanica LIKS je umiestnená v záhrade rodinného domu a ukázalo sa, že kvôli zvyšujúcemu sa technogénemu šumu sa lokalita stala nevyhovujúcou. V roku 2010 bude stanica LIKS presunutá na vyhovujúcejšiu lokalitu v oblasti severného Slovenska. Najcitlivejšou krátkoperiodickou stanicou NSSS je STHS. Podobne ako v prípade VYHS, vďaka geografickej polohe je na nej zaznamenaných mnoho bankských otrasov z oblasti Sliezska a Ostravy. Takmer rovnaký priemerný počet zaznamenaných seizmických javov za mesiac je aj na seizmickej stanici KECS. Výrazný podiel na tomto počte v prípade stanice KECS má blízkosť veľkých aktívnych dobývacích priestorov, najmä lomov Včeláre a Gombasek.

#### ***a/ Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky***

Národná sieť seizmických staníc je vybudovaná tak, aby bolo možné na základe záznamov zo seizmických staníc lokalizovať každé zemetrasenie ktoré bolo makroseizmicky pozorované (účinky na objektoch, stavbách, ľuďoch a prírode) na území Slovenska. Pri lokalizácii na základe záznamov zo seizmických staníc hovoríme o seizmometrickej lokalizácii. Okrem makroseizmicky pozorovaných zemetrasení sú pri dostatku záznamov seizmometricky lokalizované aj slabšie zemetrasenia, ktoré sa makroseizmicky neprejavili. Pri seizmometrickej lokalizácii sú využívané údaje nielen zo seizmických staníc NSSS, ale aj z ostatných staníc Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV.

#### ***Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky pozorované v roku 2009***

V roku 2009 bolo na základe záznamov seizmických staníc NSSS seizmometricky lokalizovaných 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Parametre týchto zemetrasení boli určené na základe interpretácií seizmických záznamov zo staníc NSSS a ďalších staníc Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV využitím softvérového balíka SeismicHandler. Výsledné parametre sú uvedené v príl. 2.4. Geografické polohy epicentier týchto zemetrasení sú znázornené na obr. 2.2.22.



Obr. 2.2.22: Seizmometricky lokalizované epicentrá zemetrasení v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2009

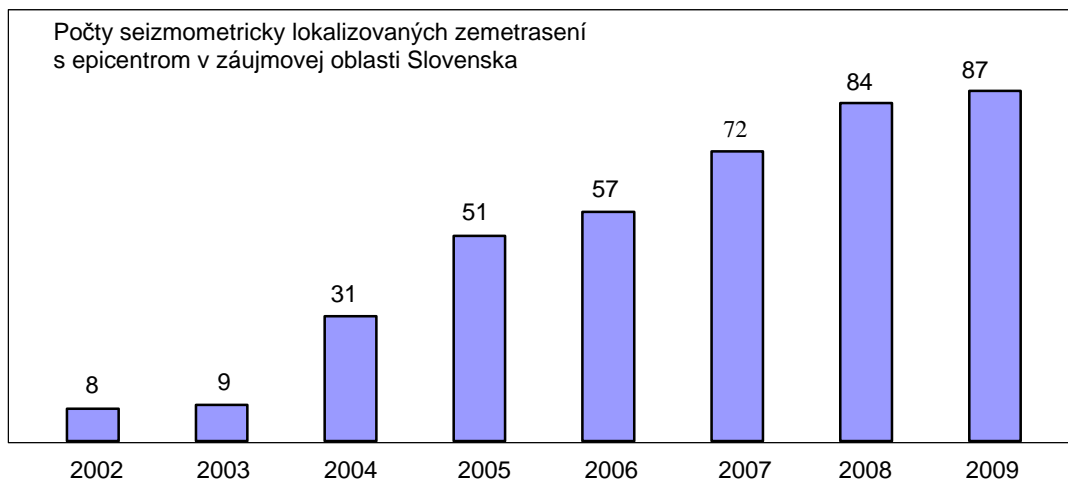
*Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky pozorované v období 2002-2009*

V období 2002-2009 bolo na základe záznamov seizmických staníc NSSS seizmometricky lokalizovaných 399 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Počty seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenska pre jednotlivé roky sú uvedené v obr. 2.2.23.

Výrazné zvýšenie počtu seizmometricky lokalizovaných zemetrasení bolo v rokoch 2004-2006. Toto zvýšenie zodpovedá ukončeniu projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedeniu nových seizmických staníc a interpretačných postupov do prevádzky. Hoci hlavným cieľom projektu bolo umožnenie vykonať seizmometrickú lokalizáciu akéhokoľvek makroseizmicky pozorovaného zemetrasenia na území Slovenska, lepšie pokrytie územia seizmickými stanicami sa prejavilo aj výrazným zvýšením celkového počtu seizmometricky lokalizovaných zemetrasení.

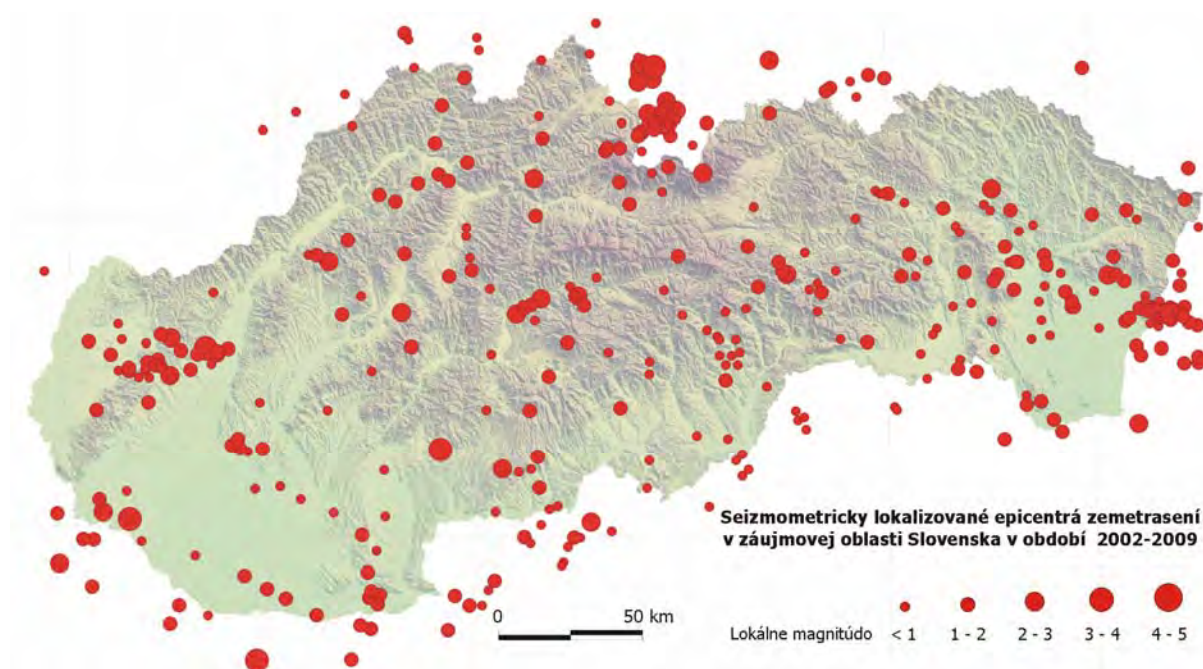
Zvýšenie počtu seizmometricky lokalizovaných zemetrasení v rokoch 2007-2009. Toto zvýšenie korešponduje s vybudovaním lokálnej siete seizmických staníc na východnom Slovensku (LSSVS). Vzájomným zdieľaním zaznamenaných údajov seizmickými stanicami NSSS a LSSVS medzi inštitúciami GFÚ SAV a FMFI UK sa zlepšila citlivosť monitorovania zemetrasení na východnom Slovensku a tým aj počet seizmometricky lokalizovaných zemetrasení v tejto oblasti. Ako príklad môžeme spomenúť sériu zemetrasení v oblasti východného Slovenska v januári 2009. V priebehu cca 3 týždňov bolo seizmometricky lokalizovaných viac ako 30 slabých zemetrasení s epicentrom v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Bez údajov zo seizmických staníc LSSVS by bolo možné seizmometricky zlokalizovať len zlomok z tohto počtu.





Obr. 2.2.23: Počty seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenska

Geografické polohy epicentier sú znázornené na obr. 2.2.24. Výsledné parametre týchto zemetrasení sú v príl. 2.5. Interpretácie záznamov zo seizmických staníc NSSS (určené seizmické fázy, časy príchodov a epicentrálna vzdialenosť pre danú seizmickú stanicu) sú k dispozícii na vyžiadanie na GFÚ SAV.

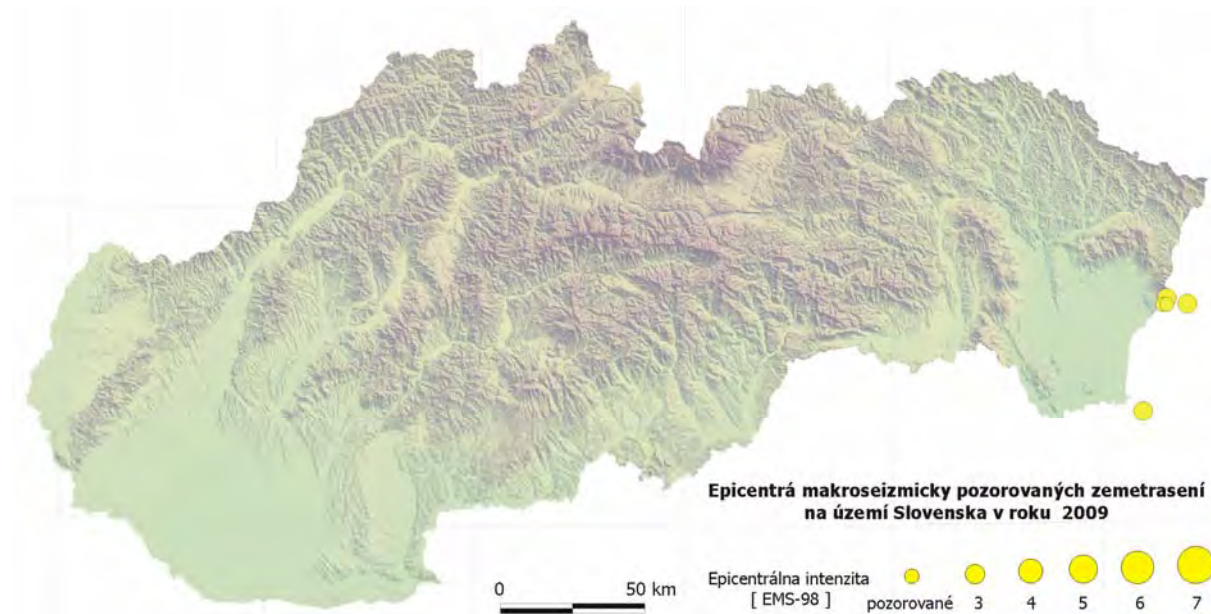


Obr. 2.2.24: Seizmometricky lokalizované epicentrá zemetrasení v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v období 2002-2009

## ***b/ Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky***

### *Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky v roku 2009*

V roku 2009 bolo na území Slovenska makroseizmicky pozorovaných 6 zemetrasení. Všetky makroseizmicky pozorované zemetrasenia boli seizmometricky lokalizované. Epicentrá piatich zemetrasení sa nachádzali v oblasti východného Slovenska (12.1.2009, 15.1.2009, 18.1.2009, 5.10.2009 a 28.11.2009), epicentrum jedného na území Rakúska (7.5.2009). Geografické polohy epicentier týchto zemetrasení sú znázornené na obr. 2.2.25.



Obr. 2.2.25: Epicentrá makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v roku 2009. Na obrázku nie je znázornené zemetrasenie v Rakúsku 7.5.2009, ktorého epicentrum (47,53°N, 15,73°E) bolo už viac vzdialené od Slovenska

### **Zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC**

Zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC bolo zaznamenané štyrmi seizmickými stanicami NSSS – CRVS, KOLS, STHS a KECS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.3$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Makroseizmických pozorovaní je málo a sú natoľko nekonzistentné, že epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  sa nedala jednoznačne určiť.

Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 12.1.2009 o 00:46 UTC:

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [°EMS-98]
Baškovce	48,78	22,20	1	pozorované

### Zemetrasenie dňa 15.1.2009 o 09:10 UTC

Zemetrasenie dňa 15.1.2009 o 09:10 UTC bolo zaznamenané štyrmi seizmickými stanicami NSSS – CRVS, KOLS, STHS a KECS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.2$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti.

Zemetrasenie považujeme za pocítené na základe telefonického hlásenia. Rozposlané makroseizmické dotazníky sa však na GFÚ SAV nevrátili, preto nie je možné vyhodnotiť makroseizmické prejavy tohto zemetrasenia.

### Zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC

Zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC bolo zaznamenané tromi seizmickými stanicami NSSS – KOLS, CRVS a STHS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.1$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  je 3°EMS-98.

Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 18.1.2009 o 01:56 UTC:

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [°EMS-98]
Baškovce	48,78	22,20	1	3

### Zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC

Zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC bolo zaznamenané piatimi seizmickými stanicami NSSS – ZST, SMOL, VYHS, CRVS a KOLS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 4.1$ . Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná na základe interpretácií programovým balíkom SeismicHandler. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na území Rakúska.

Zemetrasenie bolo pocítené v 7 lokalitách na území Slovenska. Epicentrálna intenzita zemetrasenia nám zatiaľ nebola rakúskymi kolegami poskytnutá.

Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 7.5.2009 o 21:27 UTC:

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [°EMS-98]
Bratislava IV			18	3
Bratislava I			9	3
Bratislava II			9	3
Bratislava V			8	3
Bratislava III			3	3
Nitra	48,31	18,09	1	3
Senec	48,22	17,40	1	3

### Zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC

Zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC bolo zaznamenané dvomi seizmickými stanicami NSSS – KOLS a STHS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 2.4$ . Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  je 3°EMS-98.

Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 5.10.2009 o 19:06 UTC:

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [°EMS-98]
Čierna nad Tisou	48,42	22,10	1	3

### Zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC

Zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC bolo zaznamenané tromi seizmickými stanicami NSSS – CRVS, KOLS a STHS. Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia  $M_L = 1.8$ . Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti.

Zemetrasenie bolo pocítené v 1 lokalite na území Slovenska. Epicentrálna intenzita zemetrasenia  $I_0$  je 3°EMS-98.

Makroseizmické pozorovania pre zemetrasenie dňa 28.11.2009 o 03:34 UTC:

	Zemepisná šírka [°N]	Zemepisná dĺžka [°E]	Počet pozorovaní	I [°EMS-98]
Baškovce	48,78	22,20	1	3

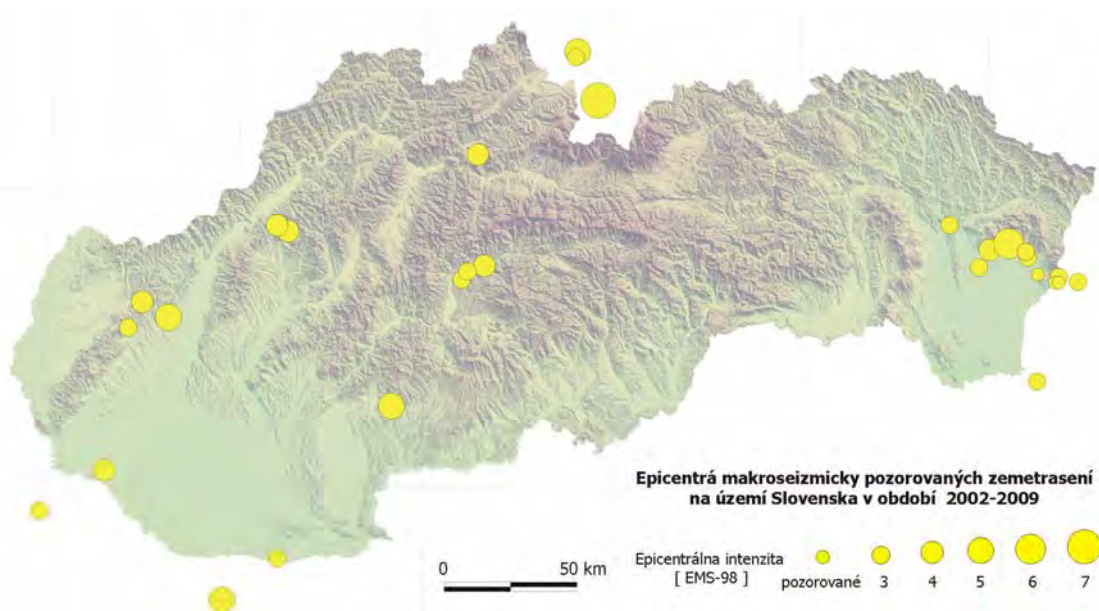
*Makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenskej republiky v rokoch 2002 - 2009*

V období 2002-2009 bolo na území Slovenska makroseizmicky pozorovaných 35 zemetrasení. Parametre makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v období 2002-2009 sú uvedené v tab. 2.2.5. Geografické polohy epicentier týchto zemetrasení sú znázornené na obr. 2.2.26. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie 30.11.2004 s epicentrom v poľskej časti Vysokých Tatier. Toto zemetrasenie bolo pozorované prakticky na celom strednom Slovensku, čiastočne na východnom Slovensku a v niekoľkých lokalitách západného Slovenska. GFÚ SAV má k dispozícii 817 hlásení zo 160 lokalít na území Slovenska. Zo zemetrasení s epicentrom priamo na území Slovenska bolo najsilnejšie zemetrasenie 20.5.2003. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v oblasti Vihorlatu. Zemetrasenie bolo pozorované v 86 lokalitách (484 hlásení) prevažne na území východného Slovenska.

Tab. 2.2.5: Parametre makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v období 2002-2009.

DÁTUM			ČAS [UTC]			HYPOCENTRUM			M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	LOKALITA
rok	mes	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	h [km]			
2002	01	22	08	07	-	48,81	21,98	-	-	4	Vihorlat
2002	03	05	12	10	-	48,75	21,92	-	-	3	Vihorlat
2002	12	14	00	27	58,8	49,16	19,27	15	2,4	4	Severné Slovensko
2002	12	30	21	22	44,2	48,03	17,34	17	3,0	4	Šamorín-Komárno-Štúrovo
2003	02	03	19	32	44,8	47,88	17,01	11	3,5	3	Rakúsko-maďarská hraničná oblasť
2003	05	20	20	13	39,8	48,83	22,08	5	3,4	6-7	Vihorlat
2003	06	01	09	03	-	48,78	22,18	-	-	3	Vihorlat
2003	09	09	01	15	-	48,80	22,17	-	-	3	Vihorlat
2003	09	19	08	44	00,5	48,62	17,51	13	2,6	4	Dobrá Voda
2004	01	07	17	50	-	48,80	22,17	-	-	3	Vihorlat
2004	01	10	07	43	17,1	48,77	19,31	15	2,2	4	Oblasť Banskej Bystrice
2004	01	13	12	41	-	48,80	22,17	-	-	3	Vihorlat
2004	05	25	07	30	14,5	47,50	17,13	19	4,4	5-6	Maďarsko
2004	06	12	09	59	19,9	48,72	19,19	25	2,2	3	Oblasť Banskej Bystrice
2004	08	18	09	01	23,1	47,59	17,97	19	3,1	5	Maďarsko
2004	09	23	05	32	12,5	48,28	18,83	15	3,6	5	Štiavnické vrchy
2004	11	30	17	18	36,0	49,35	19,91	8	4,4	7	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12	01	17	15	-	-	-	-	-	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12	02	18	25	37,0	49,52	19,80	3	3,2	5	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12	09	01	09	03,5	49,50	19,79	3	2,9	3-4	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2005	02	24	00	13	06,1	47,74	18,25	9	1,6	3	Komárno
2006	03	09	20	14	34,6	48,88	18,27	0	2,3	4	Považský Inovec
2006	03	09	21	58	52,2	48,90	18,21	2	1,6	4	Považský Inovec
2006	03	13	08	28	39,1	48,57	17,65	10	3,2	5	Dobrá Voda

DÁTUM			ČAS [UTC]			HYPOCENTRUM			M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	LOKALITA
rok	mes	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	h [km]			
2006	08	05	09	00	09,7	48,53	17,44	0	1,6	3	Dobrá Voda
2006	11	23	07	15	20,4	48,20	22,75	21	4,3	6-7	Ukrajina
2008	03	17	00	46	00,2	48,72	22,23	3	1,1	felt	Vihorlat
2008	05	02	03	50	31,4	48,75	19,22	4	0,9	3	Oblasť Banskej Bystrice
2008	10	20	18	17	15,7	48,90	21,77	7	1,9	3	Vihorlat
2009	1	12	00	46	13,5	48,69	22,32	-	1,3	felt	Vihorlat
2009	1	15	09	10	41,0	48,69	22,34	-	1,2	felt	Vihorlat
2009	1	18	01	56	24,6	48,71	22,34	-	1,1	3	Vihorlat
2009	5	7	21	27	13,8	47,53	15,73	11	4,1	-	Rakúsko
2009	10	5	19	06	04,9	48,35	22,21	14	2,4	3	Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
2009	11	28	03	34	23,5	48,69	22,44	-	1,8	3	Vihorlat



Obr. 2.2.26: Epicentrá makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska v období 2002-2009. Na obrázku nie sú znázornené zemetrasenia, ktorých epicentrá boli už viac vzdialené od Slovenska – zemetrasenie v Maďarsku 25.5.2004 (47,50°N, 17,13°E), zemetrasenie na Ukrajine 23.11.2006 (48,20°N, 22,75°E) a zemetrasenie v Rakúsku 7.5.2009 (47,53°N, 15,73°E)

#### 2.2.4.5. Analýza vývoja seizmickej aktivity vo významných epicentrálnych oblastiach Slovenska

Okrem kontinuálneho monitorovania seizmickej aktivity na celom území Slovenska, bol špeciálne v jednotlivých epicentrálnych oblastiach analyzovaný v rokoch 2003-2009 vývoj seizmickej aktivity od počiatku historických záznamov o zemetraseniach.

Seizmická aktivita vybraných epicentrálnych oblastí Slovenska bola zhodnotená na základe údajov o zemetraseniach prevzatých z katalógov: Kárnik, Michal, Molnár (1957); Kárnik, Procházková, Brouček (1981), katalógov Kárnik et al. (1958, 1981), z katalógu

vydaného poľskou akadémiou vied (Pagaczewski, 1972) a informácií, zostavovaných pracovníkmi Geofyzikálneho ústavu SAV v Bratislave, o pozorovanej seizmickej aktivite v záujmovej oblasti Slovenskej republiky pre onitring geofaktorov životného prostredia SR.

### ***Hodnotenie energie uvoľňovanej pri zemetraseniach***

Energia uvoľnená pri zemetrasení sa vyjadruje dohodnutou energetickou charakteristikou - magnitúdom ( $M_L$ ). Vzhľadom na to, že u viacerých starších zemetrasení magnitúdo nebolo stanovené, využili sme pre jej charakteristiku v určitých časových intervaloch intenzitu emetrasenia. Nakoľko táto je v priamoúmernom vzťahu s magnitúdom, chyby v rámci jednej epicentrálnej oblasti sú z hľadiska daného spôsobu využitia údajov zanedbateľné. Pochopiteľne, v tomto prípade nejde o skutočnú veľkosť uvoľnenej energie, ale jej relatívne hodnoty, umožňujúce posúdiť stupeň seizmickej aktivity.

V tabuľkách. relatívnej veľkosti energie makroskopicky zaznamenaných zemetrasení pre jednotlivé epicentrálne oblasti Slovenska sú uvedené pre vymedzené obdobia ich trvanie v rokoch ( $\Sigma R$ ), počty zemetrasení ( $\Sigma Z$ ), priemerná návratnosť zemetrasení – t.j. priemerný počet rokov za ktorý nastane zemetrasenie ( $\Sigma R/\Sigma Z$ ), kumulatívne relatívne veľkosti energie uvoľnenej pri zemetraseniach ( $\Sigma I_0$ ), priemerné relatívne veľkosti energie akumulovanej počas jedného roku ( $\Sigma I_0/\Sigma R$ ) a priemerný počet rokov potrebných na akumulovanie energie, ktorá môže vyvolať zemetrasenie o intenzite 1°EMS-98 ( $\Sigma R/\Sigma I_0$ ).

### ***Seizmická aktivita južnej časti Malých Karpát***

V epicentrálnej oblasti Pernek-Modra boli epicentrá zemetrasení lokalizované sčasti na západnej strane Malých Karpát (v okolí Perneku, Kuchyne, Jabložného, Stupavy a Borinky), sčasti na východnej strane Malých Karpát (v okolí Modry, Pezinka, Limbachu a Sv. Jura). Od roku 1866 do roku 1995 tu bolo zaznamenaných 13 zemetrasení s epicentrálnou intenzitou 3 až 7°EMS-98 (tab. 2.2.6). U troch zemetrasení, zaznamenaných v 19. storočí, nebolo stanovené magnitúdo, u ostatných dosiahlo veľkosť 2,6 až 4,6. V Bratislave sa makroseizmicky prejavili spravidla len tie zemetrasenia, ktoré mali epicentrálnu intenzitu 5°EMS-98 a vyššiu. Na území mesta dosiahli spravidla intenzitu 4 až 6°EMS-98.

Tab. 2.2.6: Zemetrasenia v južnej časti Malých Karpát

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Súradnice		H [km]	$I_0$ [°EMS-98]	$M_L$
<b>Epicentrálna oblasť Pernek – Modra</b>								
1866	December	1.	8:15	47,40°N	17,30°E		5	
1890	November	25.	10:56	48,20°N	17,20°E		6	
1890	November	28.	2:37	48,29°N	17,04°E		7	
1914	Apríl	18.	6:15	48,30°N	17,32°E	5	7	4,6
1964	December	30.	3:10	48,33°N	17,13°E	7	6	4,2
1967	September	16.	20:19	48,44°N	17,07°E	10	4	3,5
1967	September	20.	22:44	48,39°N	17,19°E	13	5	3,9
1970	Jún	4.	13:37	48,18°N	17,38°E		4	3,2
1973	Október	28.	3:56	48,35°N	17,07°E	5	5	3,5
1976	December	23.	22:04	48,38°N	17,16°E	6	4	3,1
1991	November	30.	0:22	48,41°N	17,09°E	15	2	2,6
1991	November	30.	2:20	48,44°N	17,03°E	11	3	2,8
1995	December	13.	22:35	48,49°N	17,44°E		4	3,2

Epicentrá v Bratislave a blízkom okolí							
1700				Bratislava?		7	
1766	August	17.	1:	Bratislava		5	
1806	Júl	30.	21:	Bratislava		5	
1862	Október	21.		Bratislava?		4	
1892	Máj	31.	22:30	Bratislava		5	
1926	Február			Rakúsko?		4-5	
1953	Február	20.	12:37	48,14°N 17,12°E		3	2,6
1953	Máj	2.	13:37	Rakúsko?		3	
1977	Apríl	12.	22:50	48,14°N 17,12°E		3	2,6
1991	December	1.	21:	48,14°N 17,12°E		3	2,6
1992	Február	21.	20:	48,14°N 17,12°E		3	2,6

H – hĺbka ohniska,  $I_0$  – epicentrálna intenzita,  $M_L$  – magnitúdo

Silnejšie zemetrasenia, s  $I_0 = 6$  až  $7^\circ\text{EMS-98}$ , sa v epicentrálnej oblasti Pernek-Modra vyskytovali iba do roku 1964 a časový interval medzi nimi bol 24 až 50 rokov. Od roku 1967 dosahovali v tejto oblasti zemetrasenia epicentrálnu intenzitu iba 3 až  $5^\circ\text{EMS-98}$ . Časový interval medzi nimi bol kratší než 5 rokov, iba v jednom prípade 15 rokov. Silnejšie zemetrasenie s intenzitou vyššou ako  $5^\circ\text{EMS-98}$  sa v oblasti nevyskytlo už 40 rokov, čo je iba o 10 rokov menej než doteraz zaznamenaný najdlhší interval opakovania silnejších zemetrasení.

Staršie zemetrasenia s epicentrom v Bratislave a blízkom okolí nie sú historicky dostatočne dokumentované. Týka sa to najmä zemetrasenia z roku 1700, u ktorého nie je v katalógoch udaný ani mesiac (ako epicentrum sa uvádza Bratislava alebo južné Slovensko) a zemetrasenia z októbra 1862, ktoré je v katalógu Kárnik, Michal, Molnár (1958) označené ako neisté, ale i ďalších zemetrasení až do roku 1953. Tak napr. je sporné zemetrasenie v roku 1926, o ktorom sa uvádza, že zodpovedá pravdepodobne rakúskemu zemetraseniu z 20. februára 1926 (ib.). Obdobné postavenie má i zemetrasenie z 2. mája 1953, ktoré taktiež zodpovedá zemetraseniu v Rakúsku.

Napriek nejasnosti v lokalizácii niektorých zemetrasení možno konštatovať, že od polovice minulého storočia dochádza na území Bratislavy a v jej blízkom okolí (podobne ako v oblasti Pernek-Modra) ku skracovaniu časových intervalov medzi zemetraseniami a ku znižovaniu ich intenzity. Zemetrasenie s intenzitou vyššou než  $4^\circ\text{EMS-98}$  sa tu nevyskytlo už 78 rokov, čo je takmer dvojnásobok priemernej doby návratnosti takýchto zemetrasení.

Kumulatívne hodnoty relatívnej veľkosti energie makroskopicky zaznamenaných zemetrasení (tab. 2.2.7) boli vypočítané pre obdobie od počiatku záznamov do roku 2004, pre staršie obdobie s dlhším intervalom návratnosti zemetrasení a pre mladšie obdobie – do roku 2004. Ako vidieť z tabuľky, v epicentrálnej oblasti Pernek-Modra bola počas rokov 1866-1964 v priemere za 1 rok akumulovaná energia schopná vyvolať zemetrasenie o intenzite  $0,316^\circ\text{EMS-98}$ , zatiaľ čo v rokoch 1964-2004 o intenzite až  $0,800^\circ\text{EMS-98}$ . Pri zemetraseniach s epicentrom na území Bratislavy je priemerný nárast energie akumulovanej za jeden rok v mladšom období iba o málo vyšší než v staršom období (tab. 2.2.7). Ak však zoberieme do úvahy, že niektoré staršie zemetrasenia uvedené v tab. 2.2.6 nemali epicentrum na území Bratislavy, bol by tento nárast taktiež vysoký.

Celkovo možno konštatovať, že energia uvoľnená pri makroseizmicky zaznamenaných zemetraseniach v pozorovanom území sa od polovice minulého storočia (v Bratislave už od roku 1926) v priemere zvyšuje, a to i napriek tomu, že epicentrálne intenzity v oblasti Pernek-Modra i v Bratislave boli v tomto období nižšie než v predchádzajúcich rokoch. Príčinou toho



je podstatné skrátenie časových intervalov medzi jednotlivými zemetraseniami. Obdobný vývoj možno pozorovať aj v epicentrálnych oblastiach Dobrá Voda a Východné Alpy, ktoré však ohrozujú územie Bratislavy nižšími intenzitami než epicentrálna oblasť Pernek-Modra.

Uvedený vývoj je spôsobený ako veľkosťou tektonických napätí, tak mechanizmom ich uvoľňovania. V mladšom období došlo zrejme k „istému stupňu opracovania“ styčných plôch diferencovane sa pohybujúcich blokov zemskej kôry, ktorý umožňuje pohyb pri krehkom porušovaní menších častí horninového prostredia než v minulosti. To však nevylučuje, že po určitom čase môže prísť ku zmene súčasného režimu a opätovnému výskytu silnejších zemetrasení. Tomu by mal predchádzať pokles priemernej hodnoty uvoľňovanej seizmickej energie a relatívne dlhšie obdobie bez významnejších otrasov.

Tab. 2.2.7: Relatívna veľkosť energie makroskopicky zaznamenaných zemetrasení

Roky (R)	$\Sigma R$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/R$	$R/\Sigma I_0$
<b>Epicentrálna oblasť Pernek-Modra</b>				
1866 - 2004	138	63	0,456	2,19
1866 - 1964	98	31	0,316	3,16
1964 - 2004	40	32	0,800	1,25
<b>Epicentrálna oblasť Bratislavy</b>				
1700 - 2004	304	45,5	0,152	6,68
1700 - 1926	226	30,5	0,134	7,4
1926 - 2004	78	15	0,192	5,2

( $\Sigma I_0$ ) - kumulatívne relatívne veľkosti energie uvoľnenej pri zemetraseniach

( $\Sigma I_0/R$ ) - priemerné relatívne veľkosti energie akumulovanej počas jedného roku,

( $R/\Sigma I_0$ ) - priemerný počet rokov potrebných na akumulovanie energie, ktorá môže vyvolať zemetrasenie o intenzite 1°EMS-98

Z vyššie uvedených zistení vyplývajú pre južnú časť Malých Karpát i seizmické ohrozenie Bratislavy dva možné varianty vývoja seizmickej aktivity:

1. V epicentrálnej oblasti Pernek-Modra i na území Bratislavy sa blíži čas pre silnejšie zemetrasenia, než boli zaznamenané v ostatných štyridsiatich rokoch. Tieto by sa mohli v Bratislave, na povrchu seizmicky stredne tvrdých hornín (Hrašna, 1996), prejaviť intenzitou až 6°EMS-98.
2. Vzhľadom na to, že v ostatných rokoch dochádza v týchto oblastiach k postupnému, rýchlejšiemu uvoľňovaniu seizmickej energie než v minulosti, ktoré je doprevádzané nižšími epicentrálnymi intenzitami, nemusí sa ani v ďalšom období vyskytnúť v Bratislave zemetrasenie silnejšie než 4°EMS-98.

Pravdepodobnejší sa javí druhý variant, t.j. seizmotektonický režim charakteristický vyššou úrovňou uvoľňovania seizmickej energie, nízkymi stupňami seizmickej intenzity a relatívne krátkymi časovými intervalmi medzi jednotlivými zemetraseniami. Variant s vysokými intenzitami zemetrasenia by bol pravdepodobnejší v prípade nižšej priemernej úrovne uvoľňovania seizmickej energie, blízkej staršiemu obdobiu.

Vzhľadom na absenciu presných metód prognózovania je však v Bratislave potrebné i naďalej počítať s možnosťou výskytu zemetrasenia o intenzite 6°EMS-98, ktorú je potrebné lokálne modifikovať v závislosti na charaktere základových pôd. Podľa vykonanej inžinierskogeologickej seizmickej mikrorajonizácie Bratislavy (Hrašna, 1996) môže takáto modifikovaná hodnota seizmickej intenzity na území mesta variovať v rozmedzí 4,5-7°EMS-98.

### Seizmická aktivita na území SV časti Slovenska

Seizmickú aktivitu SV časti územia Slovenska, v širšom okolí epicentrálnej oblasti Humenné – Vranov nad Topľou dokumentuje tab. 2.2.8 V tejto oblasti boli dokumentované poklesy povrchu o intenzite 0,5 až 1,2 mm za rok, súvisiace zrejme s pohybmi pozdĺž zlomov.

Ako vidieť z tabuľky, podobne ako v iných epicentrálnych oblastiach na území Slovenska, najsilnejšie otrasy sa uvádzajú pre začiatočnú etapu pozorovania zemetrasení. V rokoch 1778 až 1780 sa tu vyskytli štyri zemetrasenia o intenzite 5 až 8,5°EMS-98, čím bolo zrejme vyčerpané prakticky celé akumulované množstvo seizmickej energie, nakoľko ďalšie zemetrasenie sa vyskytlo až po 105 rokoch. Od roku 1885 do roku 1941 sa vyskytlo 5 zemetrasení o intenzite 4 až 7°EMS-98 a v roku 1978 dve zemetrasenia o intenzite 4,5 a 5°EMS-98. Z uvedeného vidieť, že seizmická aktivita sa postupne znižovala, na čo okrem nižších hodnôt intenzity poukazuje i zvyšujúci sa počet rokov potrebný v priemere na vyprodukovanie zemetrasenia o intenzite 1°EMS-98.

Tab. 2.2.8: Zemetrasenia v epicentrálnej oblasti Humenné – Vranov nad Topľou

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Súradnice	Lokalita <sup>1</sup>	H [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1778	December	19.	9:	48,99°N 21,77°E	Vranov		8,5	
1778	December	23.	7:	48,99°N 21,77°E	Vranov		7	
1779	Apríl	6.	14:15	48,86°N 21,77°E	Vranov		7	
1780	Apríl	4.	3:	48,94°N 21,94°E	Humenné		5	
1885	August	17.	19:35	48,89°N 21,71°E	Vranov		6	
1890	December	28.	12:32	48,93°N 21,83°E	Humenné		6	
1932	Február	19.	0:15	48,56°N 21,53°E	Humenné		5	3,8
1941	Jún	5.	3:50	48,52°N 21,49°E	Strážske	4,5	7	4,8
1941	September	13.	-	48,52°N 21,49°E	Strážske		4	
1978	Marec	22.	19:20	48,91°N 21,67°E	Vranov	6	4,5	3,3
1978	Júl	19.	0:57	48,88°N 21,68°E	Vranov		5	3,7
-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	September	22.	8:24	48,88°N 21,95°E	Porúbka	11	5	3,9

<sup>1</sup>Lokalita najbližšia k epicentru

V ďalšom období možno pri súčasnom tektonickom režime v stredoeurópskom priestore očakávať v pozorovanej epicentrálnej oblasti zrejme obdobný vývoj. Teoreticky by síce bolo možné dlhšie obdobie (niekoľko desaťročí) bez výskytu zemetrasenia a následne silné zemetrasenie, avšak súčasná seizmická aktivita na SV Slovensku skôr nasvedčuje tomu, že dochádza k prerodovaniu napätí a výskytu zemetrasení i ku vzniku nových epicentier. Dokumentuje to výskyt zemetrasenia o intenzite 5°EMS-98 v roku 1992 v Porúbke (južne od Humenného), ako aj päť zemetrasení o intenzite 3 až 7°EMS-98 zaznamenaných v rokoch 2002 a 2003 makroseizmicky v obciach južne od Vihorlatu (tab. 2.2.9).

Tab. 2.2.9: Zemetrasenia zaznamenané makroseizmicky južne od Vihorlatu

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Súradnice	Lokalita <sup>1</sup>	H [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
2002	Január	22.	8:07	48,81°N 21,97°E	Vinné		4	
2002	Marec	5.	12:10	48,75°N 21,91°E	Michalovce		3	
2003	Máj	20.	20:13	48,83°N 22,08°E	Jasenov	5	6(7)	3,7
2003	Júl	1.	9:03	48,78°N 22,18°E	Jasenov		3	
2003	September	9.	1:15	48:80°N 22:17°E	Jasenov		3	

<sup>1</sup>Lokalita najbližšia k epicentru

### ***Seizmická aktivita v SV časti Malých Karpát***

Seizmickú aktivitu v SV časti Malých Karpát a priľahlom území dokumentujú v tab. 2.2.10 iba zemetrasenia ktoré sa makroseizmicky prejavili intenzitou  $\geq 3^\circ\text{EMS-98}$ . Zemetrasenia s nižšou makroseizmicky stanovenou intenzitou nie sú spoľahlivo interpretovateľné. Ako vidieť z tabuľky, v záujmovom území boli prvé zemetrasenia zaznamenané v šestnástom až devätnástom storočí. Väčšina z nich však bola v území mimo dobrovodskej epicentrálnej oblasti, vymedzenú na obr. 2.2.27. Boli to otrasy viazané na zlomové poruchy v území Viedenskej a Podunajskej panvy a Myjavskej pahorkatiny, resp. v okrajovej časti bradlového pásma. Silné zemetrasenia o intenzite  $>6^\circ\text{EMS-98}$  tu boli zaznamenané v roku 1586 v Trnave, v roku 1852 v Šaštíne a v roku 1904 v Senici. O niečo slabšie zemetrasenia ( $5-5,5^\circ\text{EMS-98}$ ) boli v rokoch 1884 a 1893 zaznamenané v Novom Meste nad Váhom a v Piešťanoch. V tomto období sa zrejme ešte v území Malých Karpát a na ich úpätí tektonické pohyby doprevádzané seizmickými otrasmi neaktivizovali. Inak by boli zaznamenané v niektorých obciach, ktoré tu podľa historických záznamov existovali už od trinásteho storočia. Výnimku tvorí obec Lančár, ležiaca pri SV okraji epicentrálnej oblasti Dobrá Voda, kde boli začiatkom devätnásteho storočia zaznamenané dve zemetrasenia. Od začiatku 20. storočia sa seizmická aktivita v záujmovom území, s výnimkou zemetrasení v roku 1976 pri Myjave, prejavovala iba v dobrovodskej epicentrálnej oblasti, ktorá je v súčasnosti hlavným zdrojom seizmického ohrozenia v opisovanom území.

Súčasnú tektonickú aktivitu v predmetnom území potvrdzujú aj presné nivelačné merania, vykonávané v nivelačných tratiach štátnej nivelačnej siete od roku 1947. Podľa ich výsledkov (príl. 2.2) povrch územia v záujmovej oblasti poklesáva rýchlosťou 0,8 až 2,1 mm za rok. Okrem celkového poklesávania územia možno na nivelačnej trati prechádzajúcej od Dechtíc cez Dobrú Vodu a Myjavu (príl. 2.2) vidieť aj zvýšenie intenzity poklesov pri Dobrej Vode a Brezovej pod Bradlom, spôsobené pohybmi na zlomoch. Vzťah súčasných tektonických pohybov a seizmicity potvrdili aj údaje z iných oblastí Slovenska, keď epicentrálne zemetrasenia zaznamenaných v rovnakom období ako boli vykonávané presné nivelačné merania boli koncentrované najmä v blízkosti línií pozdĺž ktorých sa menila tendencia, alebo intenzita vertikálnych pohybov povrchu (ib.).

Tab. 2.2.10: Makroseizmicky pozorované zemetrasenia v SV časti Malých Karpát a príľahlom území

P. č.	Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita <sup>1</sup>	Súradnice epicentra	H [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1.	1586	Január			<i>Trnava</i>	-	-	7	-
2.	1805	Január			Lančár	-	-	6	-
3.	1815	Jún	15.	09:	Lančár	-	-	4	-
4.	1852	November	15.	23:30	<i>Šaštín</i>	48,64°N 17,16°E	-	6,5	-
5.	1884	Jún	29	06:45	<i>N.M. n/Váhom</i>	48,77°N 17,84°E	-	5	-
6.	1893	Marec	24.	18:35	<i>Piešťany</i>	48,62°N 17,83°E	-	5,5	-
7.	1904	Apríl	19.	13:30	Dobrá Voda	-	-	3	-
8.	1904	Apríl	20.	15:03	Jablonica	48,60°N 17,42°E	-	7	5,0
9.	1904	Október	12.	04:	<i>Senica</i>	-	-	6,4	-
10.	1906	Január	10.	02:06	Dobrá Voda	48,58°N 17,52°E	6-11	8	5,6
11.	1906	August	17.	02:	Dechtice	-	-	3	-
12.	1908	Marec	16.	01:30	Dobrá Voda	-	-	3,5	-
13.	1908	Máj	26.	00:40	Dobrá Voda	-	-	3,5	-
14.	1908	December	18.	0:30	Dobrá Voda	-	-	3	-
15.	1909	Marec	14.	04:05	Dobrá Voda	48,60°N 17,55°E	-	5	3,7
16.	1929	September	6.	01:15	Dobrá Voda	48,60°N 17,55°E	-	4,5	3,5
17.	1930	Marec	5.	00:55:44	Dobrá Voda	48,58°N 17,60°E	5-10	7	4,8
18.	1955	December	13.	22:35	Smolenice	48,49°N 17,44°E	-	4	3,2
19.	1967	Jún	17.	17:45:36	Buková	48,58°N 17,38°E	8	5	3,7
20.	1967	December	3.	22:10:54	Rozbehy	48,57°N 17,39°E	5	6,5	4,4
21.	1976	Júl	26.	16:	<i>Myjava</i>	48,76°N 17,55°E	-	4	3,2
22.	1976	Júl	28.	17:	<i>Myjava</i>	48,76°N 17,55°E	-	4	3,2
23.	1976	August	5.	11:30	<i>Myjava</i>	48,76°N 17,55°E	-	3,5	3,2
24.	1976	August	19.	10:49	<i>Myjava</i>	48,76°N 17,55°E	-	3,5	2,9
25.	1976	August	24.	23:23	Prievaly	48,57°N 17,36°E	8	5,5	4
26.	1977	Apríl	11.	00:55	Naháč	48,50°N 17,50°E	-	4,5	3,4
27.	1980	Marec	21.	12:46	Plavecký Peter	48,50°N 17,40°E	-	3,5	2,9
28.	1991	Október	21.	02:09:43	Dobrá Voda	48,57°N 17,50°E	7	4	3,1
29.	1992	Júl	14.	23:36:47	Horná Krupá	48,48°N 17,57°E	10	4	3,3
30.	1999	Máj	5.	03:11:14	Dechtice	48,57°N 17,55°E	8	4	2,1
31.	1999	Október	18.	04:08:15	Chtelnica	48,57°N 17,67°E	14,5	4	2,6
32.	2000	Apríl	27.	16:10:55	Hor. Orešany	48,49°N 17,37°E	-	3,5	-
33.	2000	Máj	28.	07:14:25	Cerová	48,56°N 17,41°E	7,	3,5	2,6
34.	2000	August	8.	09:23:04	Cerová	48,57°N 17,39°E	5,5	4	2,7
35.	2001	Január	24.	04:22:42	Dobrá voda	48,53°N 17,49°E	10	3	2,0

<sup>1)</sup> Lokalita s najvyššou pozorovanou intenzitou, resp. najbližšia k epicentru

### **Zemetrasenia v epicentrálnej oblasti Dobrá Voda**

Do epicentrálnej oblasti Dobrá Voda boli začlenené epicentrá lokalizované v Malých Karpatoch a na ich úpäť. Ostatné epicentrá uvedené v tab. 2.2.10 (lokality č.1, č.4-6, č.9 a č.21-24) vzhľadom na ich vzdialenosť a geologicko-tektonické štruktúry v ktorých sa nachádzajú do tejto oblasti nepatria. (V tabuľke sú lokality a ich pozorovania uvedené odlišným typom písma a označené sivým podfarbením.) Oproti pôvodným hodnotám sily

zemetrasenia boli na základe novších údajov (Labák, Brouček, 1995) v tabuľke pozmenené intenzita a magnitúdo zemetrasení s poradovým číslom 8 a 10, pričom ich intenzita bola znížená o 1°EMS-98. Ostatné údaje v tabuľke sú v súlade s vyššie uvedenými pôvodnými katalógmi. U niektorých, najmä starších zemetrasení nebolo stanovené ich magnitúdo, preto vychádzame v ďalšom pri hodnotení sily, resp. energie zemetrasení z ich intenzity.



Obr. 2.2.27: Vymedzenie epicentrálnej oblasti Dobrá voda

Pri severovýchodnom okraji epicentrálnej oblasti Dobrá Voda (v obci Lančár) boli zemetrasenia o intenzite 6 a 4°EMS-98 zaznamenané v rokoch 1805 a 1815. Ďalšie zemetrasenia tu nastali až v dvadsiatom storočí, odkedy táto oblasť patrí na území Slovenska k seizmotektonicky najaktívnejším. Podľa makroseizmických pozorovaní intenzita zemetrasení tu v rokoch 1904 až 2001 dosahovala 3 až 8°EMS-98, pričom najvyššie intenzity, podobne ako v iných oblastiach na území Slovenska, boli zaznamenané na začiatku aktivizácie seizmotektonických javov.

Celkovo bolo v epicentrálnej oblasti Dobrá Voda od začiatku dvadsiateho storočia do roku 2001 makroseizmicky pozorovaných 24 zemetrasení, pričom najviac (12) ich bolo vo vnútri Malých Karpát, 5 pri západnom a 7 pri východnom úpätí pohoria. Najsilnejšie

zemetrasenía, o intenzite 7 a 8°EMS-98 boli zaznamenané v rokoch 1904 a 1906. Ďalšie silné otrasy, o intenzite 7° boli po 24 rokoch, v roku 1930, a o intenzite 6,5° v roku 1967, t.j. 37 rokov po predošlom silnom zemetrasení. Od roku 1967 sa zemetrasenia prejavovali najmä intenzitou 3 až 4°EMS-98, iba v rokoch 1976 a 1977 dosiahli intenzitu 4,5-5,5°. Zemetrasenie o intenzite  $\geq 6^\circ$ EMS-98 sa teda neprejavilo po dobu 37 rokov. Vzhľadom na uvedené intervaly návratnosti silných zemetrasení by sa malo vyskytnúť v súčasnosti, avšak analýza uvoľňovania seizmickej energie tomu nenasvedčuje.

Hodnoty charakteristík relatívnej veľkosti energie uvoľnenej v epicentrálnej oblasti Dobrá Voda uvedené tab. 2.2.11 boli vypočítané pre staršie obdobie, v ktorom intenzita niekoľkokrát presiahla 6°EMS-98 a pre mladšie obdobie, v ktorom intenzita zemetrasenia ani raz nedosiahla 6°EMS-98.

Tab. 2.2.11: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v epicentrálnej oblasti Dobrá Voda pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1904 – 1967	63	13	4,84	63,5	1,007	0,992
1968 – 2004	37	11	3,36	43,5	1,175	0,850

Údaje v tab. 2.2.11, dokumentujú, že počas rokov 1904-1967 bola v dobrovodskej epicentrálnej oblasti za 1 rok v priemere akumulovaná energia schopná vyvolať zemetrasenie o intenzite 1,007°EMS-98, v rokoch 1968-2004 o intenzite 1,175°EMS-98. Energia uvoľnená pri makroseizmicky zaznamenaných zemetraseniach sa teda v rokoch 1968-2004 v priemere mierne zvyšuje, a to i napriek tomu, že epicentrálne intenzity boli v tomto období nižšie než v predchádzajúcich rokoch. Príčinou je skrátenie časových intervalov medzi jednotlivými zemetraseniami zo 4,84 na 3,36 roku, resp. skrátenie obdobia potrebného na akumulovanie seizmickej energie potrebnej na vyvolanie zemetrasenia o intenzite 1°EMS-98 z 0,992 na 0,850 roku. (Do výpočtov neboli zahrnuté zemetrasenia zaznamenané v 19. storočí v Lančári; pri ich započítaní by nižšie generovanie seizmickej energie v staršom období bolo ešte výraznejšie.) Podobne ako v JV časti Malých Karpát aj v ich severnej časti dochádza teda od druhej polovice 20. storočia ku zvýšenému uvoľňovaniu seizmickej energie, znižovaniu epicentrálnej intenzity a skracovaniu intervalu návratnosti zemetrasení.

Uvedený vývoj je spôsobený ako veľkosťou tektonických napätí, tak mechanizmom ich uvoľňovania. V mladšom období sa diferencovaný pohyb blokov zemskej kôry uskutočňuje zrejme už po vytvorených styčných zónach, v ktorých dochádza ku krehkému porušovaniu menšieho objemu hornín. To však nevylučuje, že po určitom čase môže dôjsť ku zaklesnutiu separovaných blokov a následne k opätovnému výskytu silnejších zemetrasení. Tomu by však mal predchádzať pokles priemernej hodnoty uvoľňovanej seizmickej energie a relatívne dlhšie obdobie bez významnejších otrasov. Ku zmenám v generovaní seizmickej energie môže dôjsť aj v dôsledku zmeny rýchlosti pohybov litosférických platní, ktoré sú jedným zo zdrojov pohybu autonómnych blokov zemskej kôry. Režim ich pohybu je možné v súčasnosti hodnotiť pomocou observácií z družíc.

### **Seizmická aktivita na území severného Slovenska**

Na severnom Slovensku bola v minulých storočiach seizmická aktivita zaznamenaná len v území východne od Tatier. Západne od Tatier boli prvé makroseizmické otrasy zaznamenané až v druhej polovici 20. storočia. V tabuľkách 2.2.12, 2.2.14 a 2.2.16 sú

uvedené iba zemetrasenia ktoré sa makroseizmicky prejavili intenzitou  $\geq 3^\circ\text{EMS-98}$ . Zemetrasenia s nižšou makroseizmicky stanovenou intenzitou nie sú spoľahlivo interpretovateľné. Relatívnu veľkosť seizmickej energie uvoľnenej pri týchto zemetraseniach dokumentujú tabuľky 2.2.13, 2.2.15 a 2.2.17. Hodnoty uvedených charakteristík sú počítané pre obdobia, ktoré začínajú po relatívne silnejšom zemetrasení ( $I_0 \geq 6^\circ\text{EMS-98}$ ) a končia pri takomto ďalšom zemetrasení.

**Východne od Tatier** sa makroseizmické otrasy vyskytovali od 17. storočia, pričom sa sústredili do oblasti zahŕňajúcej Popradskú kotlinu, Spišskú Maguru a severozápadnú časť Levočských vrchov a Spišsko-šarišského medzihoria a do oblasti Hornádskej kotliny. Posledné makroseizmicky pozorované otrasy sú tu datované na začiatku 20. storočia. Intenzita otrasov dosahovala prevažne  $4-6^\circ\text{EMS-98}$ , ojedinelo až  $7^\circ\text{EMS-98}$ .

**V oblasti Popradskej kotliny, Spišskej Magury a severozápadnej časti Levočských vrchov a Spišsko-šarišského medzihoria** boli makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v rokoch 1643 až 1901 (tab. 2.2.12, tab. 2.2.13). V najstaršom období (1643 až 1724) sa silnejšie zemetrasenie zopakovalo po 81 rokoch, v nasledujúcom období po 116 rokoch a v poslednom období po 61 rokoch. Okrem skrátenia doby medzi dvomi silnejšími zemetraseniami došlo počas posledného obdobia čiastočne aj ku zvýšenému uvoľňovaniu seizmickej energie, čo svedčí o zvýšenej seizmickej aktivite. Skutočnosť, že od roku 1901, t.j. počas 105 rokov tu však nebolo makroseizmicky zaznamenané žiadne zemetrasenie a slabé, seizmometricky určené zemetrasenia sa vyskytli len zriedkavo nasvedčuje skôr tomu, že tu dochádza k útlmu seizmickej aktivity, ktorá sa v dôsledku zmien seizmotektonického režimu v širšej oblasti presúva na iné miesta.

Tab. 2.2.12: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v oblasti Popradskej kotliny, Spišskej Magury a severozápadnej časti Levočských vrchov a Spišsko-šarišského medzihoria

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	$I_0$ [ $^\circ\text{EMS-98}$ ]	$M_L$
1643	Jún	-	12:	Lendak	-	-	6	-
1650	Apríl	-	-	Stará Ľubovňa	-	-	4	-
1724	Január	29.	20:45	Kežmarok	-	-	7	-
1817	Február	7.	-	Červený Kláštor	-	-	4	-
1839	Február	7.	5:30	Veľká Lomnica	-	-	5	-
1840	Apríl	23.		Spišská Stará Ves	49,38°N 20,37°E		7	
1876	Marec	18.	4	Kežmarok, Sp.Belá	-	-	5	-
1901	Október	21.	2:20	Slovenská Ves	49,24°N 20,38°E		6-7	4,5

Tab. 2.2.13: Relatívna veľkosť seizmickej energie uvoľnenej v oblasti Popradskej kotliny, Spišskej Magury a severozápadnej časti Levočských vrchov a Spišsko-šarišského medzihoria pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1643 - 1724	81	2	40,5	11	0,1358	7,363
1724 - 1840	116	3	38,66	16	0,1379	7,250
1840 - 1901	61	2	30,6	11,5	0,1885	5,304

**V oblasti Hornádskej kotliny** možno pozorovať znižovanie seizmickej aktivity ešte výraznejšie (tab. 2.2.14 a 2.2.15). Zatiaľ čo v rokoch 1683 až 1724 na vyprodukovanie seizmickej energie, ktorá môže vyvolať zemetrasenie o intenzite 1°EMS-98 bolo potrebné 3,727 roka, po roku 1724 k tomu bolo potrebné viac než 38 rokov. Žiadne makroseizmické otrasy tu neboli zaznamenané od roku 1915, t.j. počas ostatných 91 rokov a počas posledných 5 rokov tu boli seizmometricky určené iba dve zemetrasenia ( $M_L < 1$ ) v roku 2005.

Tab. 2.2.14: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v oblasti Hornádskej kotliny

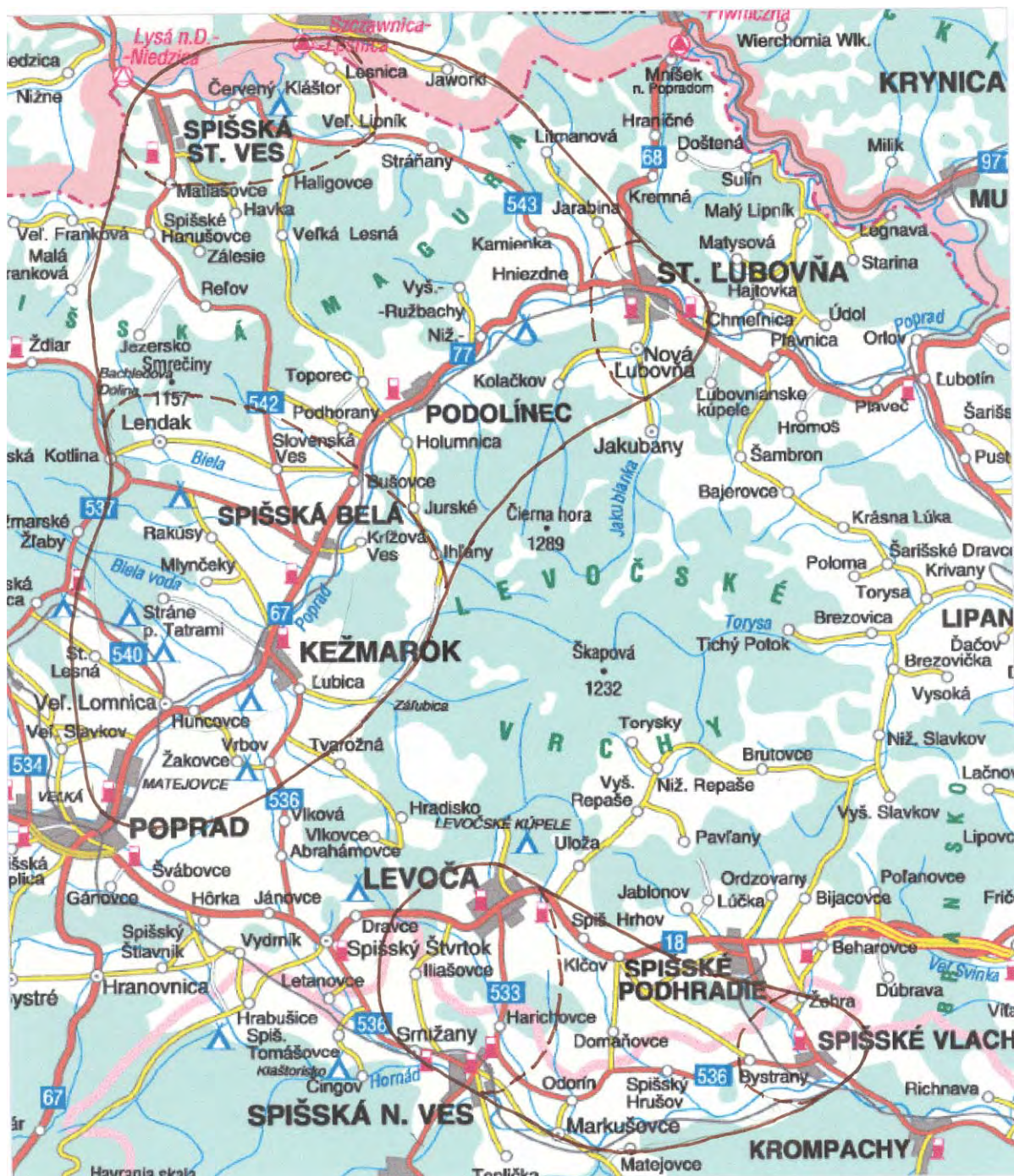
Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	$I_0$ [°EMS-98]	$M_L$
1683	-	-	-	Levoča	-	-	4	-
1724	Marec	10.	22h	Spišské Vlachy	48,9°N 20,8°E	-	5	-
1724	Apríl	12.	-	Spišská Nová Ves	48,9°N 20,6°E	-	6	-
1915	Január	24.	20h	Spišská Nová Ves	-	-	5	3,7

Tab. 2.2.15: Relatívna veľkosť seizmickej energie uvoľnenej v oblasti Hornádskej kotliny pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1683 - 1724	41	3	13,66	15	0,3658	2,733
1724 - 915	191	1	191	5	0,0261	38,20

Obe seizmicky aktívne oblasti vystupujúce východne od Tatier sú zobrazené na obr. 2.2.28. Vymedzený rozsah oblastí zodpovedá územia v ktorom je vzhľadom na geologickú stavbu a tektonickú porušenosť horninového prostredia v budúcnosti možné očakávať výskyt zemetrasení, aj keď vzhľadom na uvedený útlm seizmickej aktivity to zrejme nebude v najbližšom období. Makroseizmická aktivita v severnejšej oblasti bola doteraz zaznamenaná v troch čiastkových územiach vymedzených prerušovanou čiarou, v Hornádskej kotline v dvoch čiastkových oblastiach, z ktorých jedna zaberá územie v okolí Spišských Vlachov a druhá širšie územie v okolí Levoče a Spišskej Novej Vsi.





Obr. 2.2.28: Seizmicky aktívne oblasti v území východne od Tatier

*Západne od Tatier*, v oblasti Oravskej kotliny a pri obvode Chočských vrchov (tab. 2.2.16), sa až do roku 1964 nevyskytli žiadne makroseizmicky pozorované zemetrasenia. Od tohto obdobia až do roku 2002 tu boli zaznamenané otrasy o intenzite 3 až 4,5°EMS-98. Veľkosť uvoľnenej seizmickej energie (tab. 2.2.17) pritom poukazuje, že v súčasnosti ide o jednu z najaktívnejších seizmických oblastí na území Slovenska.

Tab. 2.2.16: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v oblasti Oravskej kotliny a Chočských vrchov

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1964	September	30.	21:35	Martinček	49,120N 19,360E	4	4,5	3,2
1995	September	11.	04:02:16	Trstená	49,250N 19,660E	16	3	2,6
1998	Máj	12.	00:00	Malatiná	49,180N 19,410E	-	4	3,2
1999	September	2.	03:39:25	Liesek	49,390N 19,540E	-	4	-
2002	December	14.	0:28	Valaská Dubová	49,160N 19,270E	15	4	2,4

Tab. 2.2.17: Relatívna veľkosť seizmickej energie uvoľnenej v oblasti Oravskej kotliny a pri obvode Chočských vrchov pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	Σ R	Σ Z	Σ R/ΣZ	Σ I <sub>0</sub>	ΣI <sub>0</sub> /ΣR	ΣR/ΣI <sub>0</sub>
1964 - 2002	38	5	7,6	19,5	0,5131	1,948

Otrasy o intenzite 3-7°EMS-98 sa v rokoch 1935-2004 vyskytli aj severne od Tatier a Oravskej kotliny, v oblasti tiahnucej sa od Zakopaného po Podszkle (tab. 2.2.18). Veľkosť uvoľňovania seizmickej energie, ktoré je zvlášť výrazné od roku 1966, dokumentuje tab. 2.2.19. Súčasnú seizmickú aktivitu v tejto oblasti dokumentujú aj tri slabšie seizmometricky dokumentované zemetrasenia s M<sub>L</sub> = 2,3 až 2,5 zaznamenané v decembri 2004 a 18 seizmometricky zaznamenaných zemetrasení s M<sub>L</sub> = 1,2 až 3,0 v roku 2005. V tomto roku boli seizmometricky zaznamenané aj štyri zemetrasenia na Slovenskej strane hranice, ktoré dosiahli M<sub>L</sub> = 1,0 až 1,7.

Tab.2.2.18: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v oblasti Zakopané - Podszkle

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1935	Marec	23.	23:46	Czarny Dunajec	49,45°N 19,85°E		6	4,1
1966	Marec	10.	22:37:23	Zakopané	49,30°N 19,90°E		3	-
1966	Marec	17.	00:53	Zakopané	49,30°N 19,90°E		4	3,0
2004	November	30.	17:18:36	Poľsko	49,35°N 19,91°E	7,5	7	4,4
2004	December	1.	15:15	Poľsko	49,48°N 19,85°E	-	3-4	2,6
2004	December	2.	18:25:37	Poľsko	49,52°N 19,80°E	2,5	5	3,2
2004	December	9.	1:09:03	Poľsko	49,50°N 19,79°E	3	3-4	2,9

Tab.2.2.19: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v oblasti Zakopané - Podszkle pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	Σ R	Σ Z	Σ R/ΣZ	Σ I <sub>0</sub>	ΣI <sub>0</sub> /ΣR	ΣR/ΣI <sub>0</sub>
1935 - 2004	69	6	23	26	0,3768	2,653
1966 - 2004	38	6	6,33	26	0,6842	1,461



Obr. 2.2.29: Seizmicky aktívne oblasti v území západne a severne od Tatier

Obe seizmicky aktívne oblasti vystupujúce západne, resp. severne od Tatier, vrátane doteraz aktívnych častí v Oravsko-Chočskej oblasti, sú vymedzené na obr. 2.2.29. V oblasti Zakopané-Podszkle bola doteraz makroseizmicky aktívna južná časť v rozsahu od Zakopaného po Ciche a druhá časť od Czarneho Dunajca po severný okraj oblasti. Vzhľadom na ich blízkosť neboli na obrázku vymedzené.

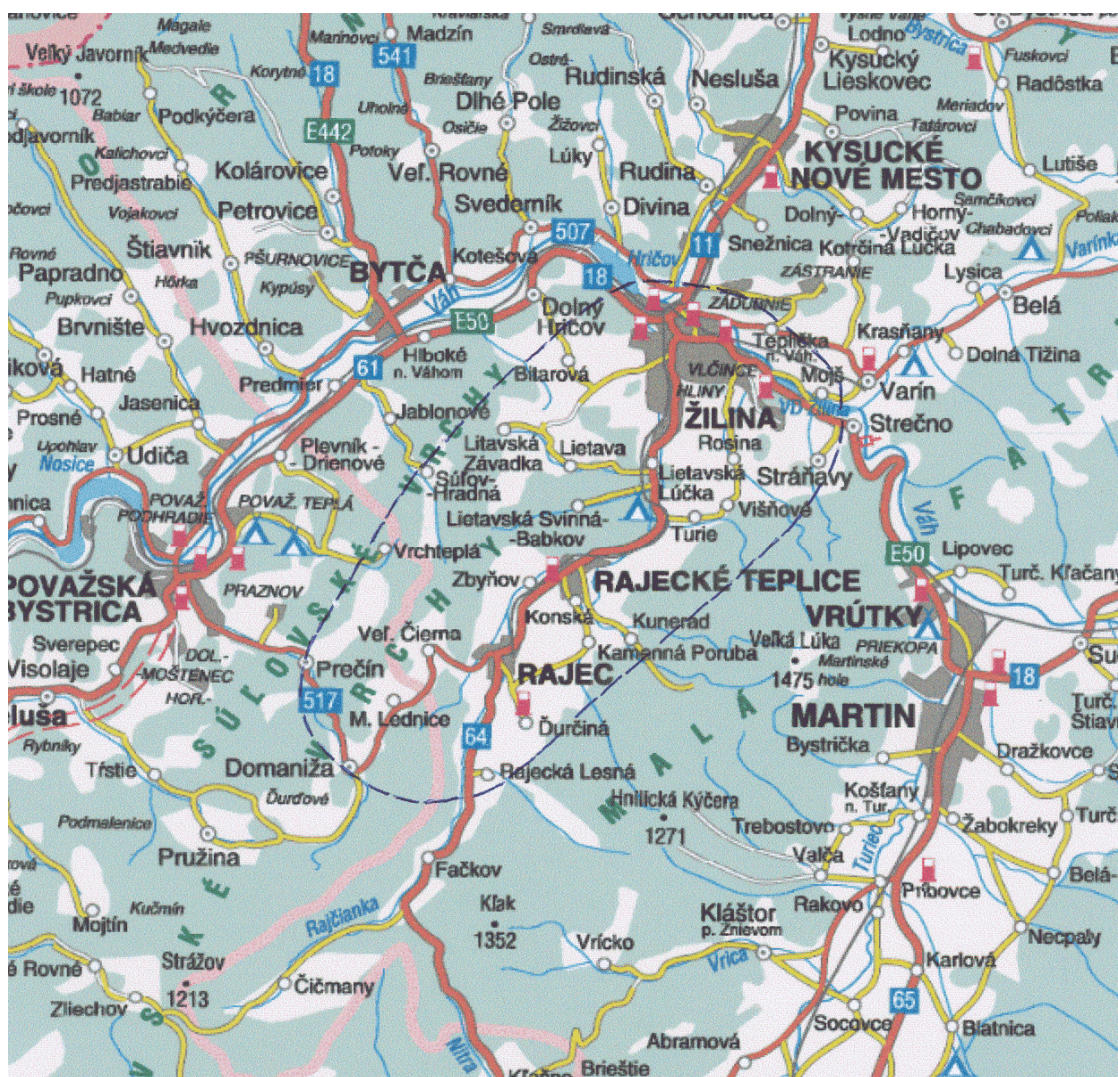
Zistené údaje dokumentujú útlm seizmickej aktivity východne od Tatier a aktivizáciu seizmotektonických javov v širšej oblasti západne a severne od Tatier. V tejto oblasti sa predtým, s výnimkou jedného zemetrasenia v roku 1935 (Czarny Dunajec) zemetrasenia nevyskytovali.

### *Seizmická aktivita v ohniskovej oblasti Žiliny a Trenčianskych Teplíc*

V ohniskovej oblasti Žiliny a Trenčianskych Teplíc sa podľa záznamov katalógov zemetrasenia vyskytovali od začiatku sedemnásteho storočia (podľa niektorých historických dokumentov boli však v oblasti Žiliny zemetrasenia zaznamenané i v rokoch 1348 a 1443).

V tabuľkách 2.2.20 a 2.2.22 sú uvedené iba údaje o zemetraseniach zaznamenaných v týchto územiach, ktoré sa makroseizmicky prejavili intenzitou  $\geq 3^\circ\text{EMS-98}$ . Zemetrasenia s nižšou makroseizmicky stanovenou intenzitou nie sú spoľahlivo interpretovateľné. Relatívnu veľkosť seizmickej energie uvoľnenej pri týchto zemetraseniach dokumentujú tabuľky 2.2.21 a 2.2.23, hodnoty uvedených charakteristík sú počítané pre obdobia, ktoré začínajú po relatívne silnejšom zemetrasení ( $I_0 \geq 6^\circ\text{EMS-98}$ ) a končia pri takomto ďalšom zemetrasení.

Epicentrá zemetrasení **v ohniskovej oblasti Žiliny** (obr. 2.2.30) boli lokalizované najmä na území Rajeckej kotliny, sčasti i na úpätí Malej Fatry (tab. 2.2.20). Od roku 1600 tu bolo makroseizmicky zaznamenaných 6 zemetrasení, z ktorých najsilnejšie, s epicentrom neďaleko Žiliny a intenzitou  $8^\circ\text{EMS-98}$  bolo v roku 1858. Silnejšie zemetrasenie, s intenzitou  $6^\circ\text{EMS-98}$  sa tu vyskytlo ešte v roku 1947. Ostatné zemetrasenia dosiahli iba intenzitu 4 až  $5^\circ\text{EMS-98}$ . Posledné, s epicentrom pri Rajeckých Tepliciach, bolo v roku 1992 ( $4^\circ\text{EMS-98}$ ).



Obr. 2.2.30: Vymedzenie ohniskovej oblasti Žilina

Tab. 2.2.20: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v ohniskovej oblasti Žilina

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1600	September	21	12h 20h 24h	Žilina	49,20°N 18,70°E		5	
1846	Január	5.		Rajec			4	
1858	Január	15.	20:15	Višňové/Žilina	49,22°N 18,76°E		8	
1947	December	21.	10:43	Žilina	49,23°N 18,76°E		6	4,3
1992	Máj	7.	17:45	Konská, Žilina	49,11°N 18,68°E		4,5	2,6
1992	Máj	15.	17:30	Rajecké Teplice	49,13°N 18,67°E		4	3,2

Podľa rôznych prognóz by sa silnejšie zemetrasenie v oblasti Žiliny mohlo zopakovať v priebehu dvoch až troch desaťročí. Súčasný spôsob uvoľňovania seizmickej energie vyplývajúci z tabuliek 2.2.20, resp. 2.2.21 však tomu nenasvedčuje. V oblasti totiž dochádza k rýchlejšiemu uvoľňovaniu seizmickej energie než v minulosti, ktoré sa realizuje väčším počtom slabších zemetrasení s kratším intervalom návratnosti. Dokumentuje to i počet rokov potrebných na vyprodukovanie zemetrasenia o intenzite 1°EMS-98 ( $\Sigma R/\Sigma I$ ), resp. veľkosť seizmickej energie vyprodukovanej za jeden rok ( $\Sigma I_0/\Sigma R$ ). Ak by pri hodnotení relatívnej veľkosti energie uvoľnenej v ohniskovej oblasti Žilina (tab. 2.2.21) bolo uvažované aj so zemetraseniami z roku 1348 a 1443, ktoré sú uvádzané v kronike mesta Trenčín (dosiahli intenzitu až 8°EMS-98), rýchlosť uvoľňovania seizmickej energie by sa v podstate nezmenila. V oboch prípadoch by totiž  $\Sigma R/\Sigma I_0$  bola vyššia než 10 a  $\Sigma I_0/\Sigma R$  menšia než 0,1.

Tab. 2.2.21: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v ohniskovej oblasti Žilina pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach (podľa katalógu Kárnik et al., 1958)

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1600 - 1858	258	3	86	17	0,0658	15,17
1858 - 1947	89	1	89	6	0,0674	14,83
1947 - 2006	59	2	29,5	8,5	0,1440	6,94

**V ohniskovej oblasti Trenčianskych Teplíc** boli epicentrá zemetrasení lokalizované v ich širšom okolí, v eliptickom území ohraničenom obcami Trenčín – Nemšová – Horná Poruba – Valaská Belá – Nitrianske Rudno – Hradište – Trenčín (obr. 2.2.31, tab. 2.2.22 a tab. 2.2.23).

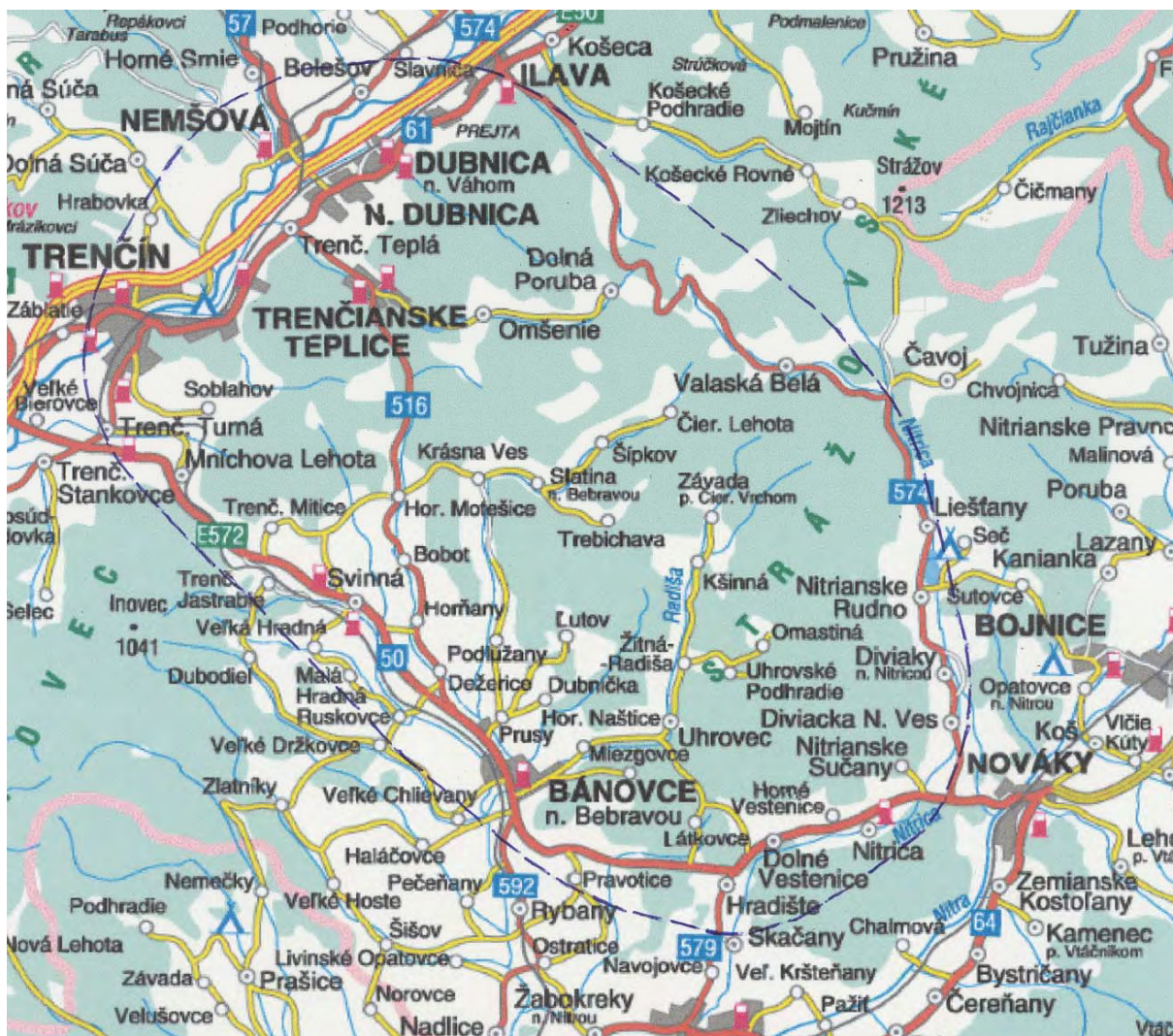
Tab. 2.2.22: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v ohniskovej oblasti Trenčianskych Teplíc

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1607	November	27	19:	Trenčín	48,90°N 18,00°E		6	
1864	September	1.	13:05	Trenč.Teplice			6	
1906	Február	11.		Nitrianske Rudno			3-4	
1908	December	29	21:	Nemšová			5	
1931	September	23.	16:30	Trenč.Teplice	48,90°N 18,20°E		4	3,2
1970	December	11.	6:45	Horná Poruba	48,94°N 18,32°E		4,5	3,4
1975	November	11.	21:45	Hradište / Partiz.	48,68°N 18,39°E		4	3,2
1988	Apríl	28.	21:22:26	Valaská Belá	48,92°N 18,36°E	5	6	4,1
1997	Február	17.	05:03:39	Cígel'	48,67°N 18,62°E	15	4	2,6
2006	September	3.	20:14:34	Omšenie	48,88°N 18,27°E	0	4	2,3
2006	September	3.	21:58:52	Omšenie	48,90°N 18,21°E	2	4	1,6

Tab. 2.2.23: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v ohniskovej oblasti Trenčianskych Teplíc

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1607 – 1864	257	2	128,5	12	0,0466	21,41
1864 – 1988	141	6	23,5	27	0,1914	5,22
1988 – 2006	18	3	6	12	0,6666	1,50

Od roku 1607 do roku 2006 tu bolo makroseizmicky zaznamenaných 11 zemetrasení, pričom najsilnejšie o intenzite 6°EMS-98, sa vyskytli v rokoch 1607, 1864 a 1988. Ostatné zemetrasenia dosiahli intenzitu 3,5 až 5°EMS-98. Posledné dve, o intenzite 4°EMS-98, s epicentrom pri obci Omšenie boli v roku 2006. Podobne ako v oblasti Žiliny aj tu dochádza od dvadsiateho storočia, najmä od jeho konca, k rýchlejšiemu/väčšiemu uvoľňovaniu seizmickej energie než v minulosti. Pri zachovaní tohto režimu nie je v súčasnosti v oblasti predpoklad výskytu silnejších zemetrasení.



Obr. 2.2.31: Vymedzenie ohniskovej oblasti Trenčianske Teplice

### *Seizmická aktivita v epicentrálnej oblasti Komárno*

V epicentrálnej oblasti Komárno bolo podľa historických záznamov na Slovensku makroseizmicky dokumentovaných najviac zemetrasení (38). Ich intenzita dosahovala často 6 až 7°EMS-98, niekedy aj viac. Najsilnejšie boli zaznamenané v roku 1763 (9-10°EMS-98), v roku 1783 (9°EMS-98), v roku 1822 (8-9°EMS-98) a v roku 1851 (8°EMS-98). Posledné zemetrasenie o intenzite 6°EMS-98 tu bolo zaznamenané v roku 1869. Od tohto roku (t.j. počas 137 rokov) sa v oblasti vyskytovali len zemetrasenia o intenzite 3-5°EMS-98 (tab. 2.2.24).

Tab. 2.2.24: Katalóg makroseizmicky zaznamenaných zemetrasení v epicentrálnej oblasti Komárno

P.č.	Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1.	1763	Jún	28.	5:25	Komárno	47,80°N 18,10°E		9-10	
2.	1767	Marec	17.	??	Komárno			6	
3.	1767	September	8.		Komárno			4	
4.	1770	September	8.		Komárno			4	
5.	1771	Apríl	30.	8:30	Komárno			5	
6.	1772	Január	23.		Komárno			5	
7.	1774	Október	22.		Komárno			4	
8.	1783	Apríl	22.	3:30	Komárno	47,80°N 18,10°E		9	
9.	1786	Júl	8.		Komárno			4	
10.	1786	Júl	22.		Komárno			5	
11.	1806	September	22.	20:45	Komárno	47,80°N 18,10°E		8	
12.	1822	Február	18.	17:15	Komárno	47,80°N 18,10°E		8-9	
13.	1838	Júl	22.		Komárno			4	
14.	1839	Október	4.		Komárno			4	
15.	1841	Október	24.	13:10	Komárno	47,80°N 18,10°E		7-8	
16.	1845	Máj	9.	14:	Komárno			6	
17.	1851	Júl	1.	22:15	Komárno	47,80°N 18,10°E		<b>8</b>	
18.	1857	Január	5.		Komárno	47,80°N 18,10°E		6	
19.	1862	Apríl	18.	3:30, 4h	Komárno			5	
20.	1863	September	30.	8:20	Komárno			6	
21.	1866	Február	25.		Komárno	47,80°N 18,10°E		5	
22.	1869	August	8.	14:	Komárno			6	
23.	1886	Marec	27.	8:50	Iža	47,75°N 18,23°E		5	
24.	1904	August	3.	11:02:28	Komárno			4	
25.	1904	December	20.	7:30,7:53	Komárno			3-4	
26.	1905	November	12.	10:	Komárno			3,5	
27.	1908	Marec	14.	23:18	Iža			4	
28.	1923	September	1.	6:45	Komárno			5	
29.	1929	September	15.	01:45	Komárno			3	
30.	1963	Február	7.	14:40	Komárno	47,76°N 18,14°E		3,5	2,9
31.	1969	Október	27.	8:15	Komárno	48,42°N 17,76°E		3	2,5
32.	1984	August	9.	7:40:32	Komárno	47,70°N 18,21°E	11	4,5	3,6
33.	1991	Apríl	7.	19:24:10	Nová Stráž	47,70°N 17,96°E	7	4	3,1
34.	1994	September	27.	21:10:18	Iža	47,77°N 18,28°E	15	4	3,4
35.	2000	Máj	1.	17:54:41	Komárno	47,81°N 17,70°E	22,5	3	2,7
36.	2001	Marec	29.	22:42:11	Komárno	47,77°N 18,10°E	30	4	2,9
37.	2001	Máj	26.	04:30:42	Komárno	47,81°N 18,09°E	22,5	3-4	2,4
38.	2005	Február	24.	00:13:06	Iža	47,74°N 18,25°E	9	3	1,6

Táto skutočnosť umožňuje dve interpretácie:

1. V oblasti dochádza k útlmu seizmickej aktivity, čo sa prejavuje aj v zníženom uvoľňovaní seizmickej energie. Zatiaľ čo v predchádzajúcich obdobiach bol na akumulovanie seizmickej energie o intenzite 1°EMS-98 potrebný necelý rok, od roku 1870 to je 2,26 roku (tab. 2.2.25). Hodnoty uvedených charakteristík v tabuľke sú počítané pre obdobia, ktoré začínajú po relatívne silnejšom zemetrasení ( $I_0 \geq 6^\circ\text{EMS-98}$ ) a končia pri takomto ďalšom zemetrasení.
2. Vzhľadom na to, že vo všetkých ostatných epicentrálnych oblastiach na území Slovenska sa seizmická aktivita zvyšuje a prejavuje sa väčším počtom zemetrasení o nižšej intenzite než v minulosti, je pravdepodobné, že k tomu dochádza i v oblasti Komárna. Tu sa však väčšina zemetrasení generuje vo väčších hĺbkach (v skalnom podloží) a pri prechode seizmických vln poloskalnými a zeminnými vrstvami hornín



značnej hrúbky dochádza pri nižšej uvoľňovanej energii ku ich útlmu, takže na povrchu k pozorovateľným otrasom nedochádza.

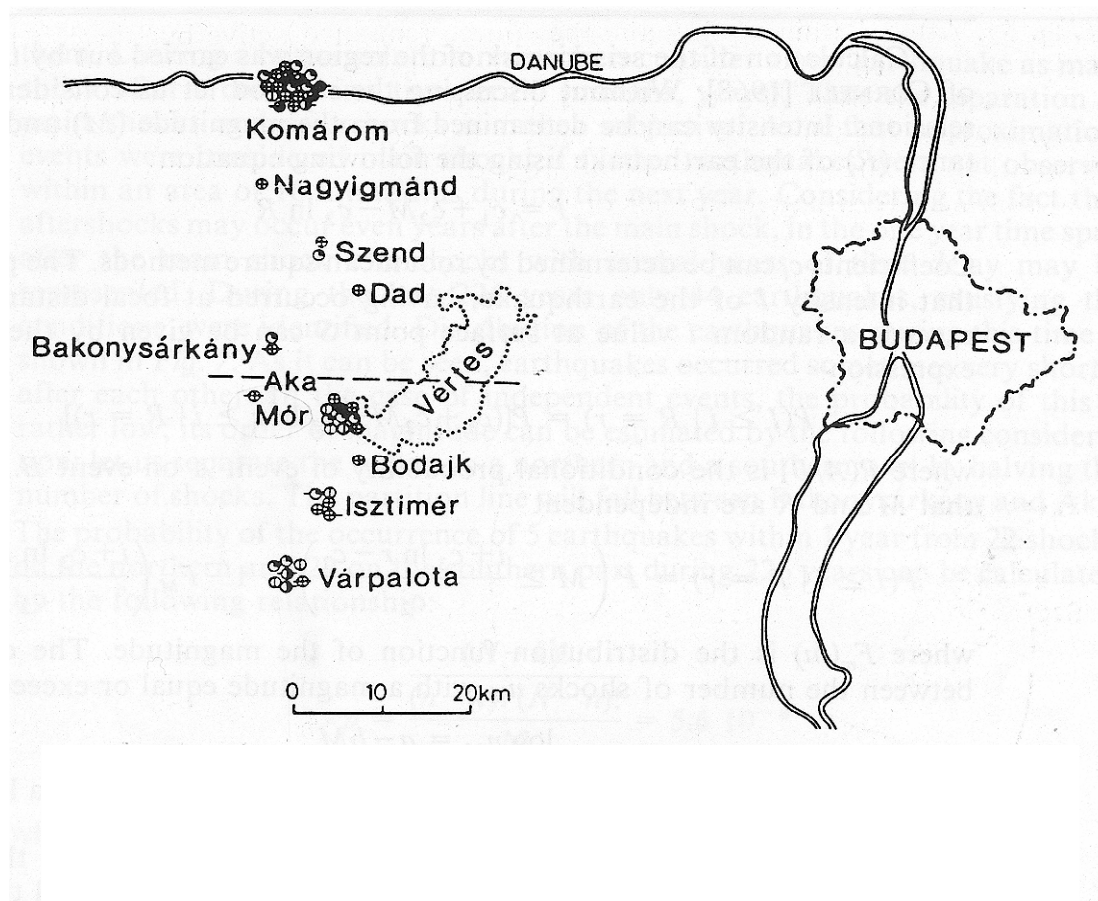
Tab. 2.2.25: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v ohniskovej oblasti Komárno pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1764 - 1783	19	7	2,71	37	1,94	0,51
1784 – 1822	38	4	9,50	25,5	0,67	1,49
1823 - 1851	28	5	5,60	29,5	1,05	0,94
1852 – 1869	17	5	3,40	28	1,64	0,60
1870 - 2007	137	16	8,56	60,5	0,44	2,26

Podľa niektorých autorov (napr. Hók et al., 2000) sú zemetrasenia v okolí Komárna generované na násunovej línii megajednotky Pelso, ktorá je od miocénu rejuvenizovaná ako extenzná nízkoúhlová plocha s úklonom na juhovýchod. Jej topografickým priemetom sú rábsky a hurbanovský zlom. Na obr. 2.2.32 ich zobrazuje línia jz-sv smeru pri Klúčovci, ktorá ďalej pokračuje popri Hurbanove smerom na východ. Na násunovej ploche však zrejme dochádza hlavne ku spätnému pohybu a hypocentrá zemetrasení vznikajú najmä na zlomoch v nadložných horninových masívoch, kam sa tento pohyb prenáša. K tomuto názoru sa prikláňa i Šefara et al. (1998) a Szeidovitz (1986), ktorý za seizmicky najvýznamnejšiu považuje severojužnú líniu Várpalota – Mór – Komárno, na ktorej dochádzalo v minulosti k početným silným zemetraseniam, pričom najsilnejšie z nich boli práve v priestore Komárna (obr. 2.2.33). Vlastná komárňanská epicentrálna oblasť je pomerne malej rozlohy – rozprestiera sa od obce Nová Stráž na západe po Ižu na východe.



Obr. 2.2.32: Línia rábskeho a hurbanovského zlomu a ohraňenie komárňanskej epicentrálnej oblasti



Obr. 2.2.33: Seizmicita na línii Várpalota-Mór-Komárno (Szeidovitz, 1986)

### *Seizmická aktivita v oblasti stredného Slovenska*

Seizmická aktivita na území stredného Slovenska sa už oddávna sústreďovala do oblasti stredoslovenského zlomového pásma (Hrašna, 2002), najmä do oblasti Banskej Bystrice a Banskej Štiavnice. Menej pozorovaní seizmických otrasov bolo i v doline Hrona od Slovenskej Lupče po Šumiac. Ojedinelé zemetrasenia boli zaznamenané tiež v Michalovej, Kremnici a v okolí Poľany.

**V oblasti B. Bystrice** sa epicentrá zemetrasení doteraz vyskytovali v území od Španej Doliny po Ľubietovú, Strelníky, Hornú Mičinú, Malachov a Riečku (obr. 2.2.34). Od roku 1652 do roku 2008 tu bolo makroseizmicky zaznamenaných 19 zemetrasení, pričom až do roku 1946 sa vyskytovali zemetrasenia s intenzitou 4,5 až 7°EMS-98. O roku 1947 doteraz sa intenzita pozorovaných zemetrasení pohybovala iba v rozmedzí od 3 do 5,5°EMS-98 (tab. 2.2.26), pričom sa však v tomto období v makroseizmicky zaznamenaných zemetraseniach uvoľnilo 2,5-krát viac seizmickej energie ročne než v predchádzajúcich obdobiach (tab. 2.2.27). Hodnoty charakteristík uvedených v tab. 2.2.27 sú počítané pre obdobia, ktoré začínajú po relatívne silnejšom zemetrasení ( $I_0 \geq 6^\circ\text{EMS-98}$ ) a končia pri takomto ďalšom zemetrasení. Potvrďuje to vyššie uvedený trend nárastu uvoľňovania seizmickej energie v početnejších slabších zemetraseniach.



Obr. 2.2.34: Epicentrálna oblasť v okolí Banskej Bystrice

Tab. 2.2.26: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v oblasti Banskej Bystrice

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	I <sub>0</sub> [°EMS-98]	M <sub>L</sub>
1652	Marec			Banská Bystrica			5	
1752	Máj		2:	Banská Bystrica	48,70°N 19,20°E		5	
1830	Júl		10:15	Lubietová			7	
1869	Máj		21:37	Banská Bystrica	48,70°N 19,20°E		6	
1890	Január		9:15	Lubietová	48,75°N 19,36°E		6	
1934	Október		9.30	Rudlová	48,75°N 19,16°E		4,5	3,5
1946	Jún		10:	Poniky, B.Bystrica	48,71°N 19,31°E		7	3,4
1947	Február		22:	Banská Bystrica	48,71°N 19,16°E		4,5	3,2
1947	Marec		1:35	Poniky, B.Bystrica	48,75°N 19,12°E		4	3,4
1951	Február		10:	Banská Bystrica	48,73°N 19,16°E		4	3,2
1972	Október		10:20	Banská Bystrica	48,70°N 19,20°E		3,5	2,9
1978	Marec		13:00	Slovenská Ľupča	48,75°N 19,30°E	5	5	3,6
1978	August		18:43	Špania dolina	48,79°N 19,19°E	3	5	3,6
1989	Jún		0:18	Strelníky	48,69°N 19,33°E	12	5,5	4,1
1989	Novemb.		2:54	Povrazník	48,75°N 19,30°E	8	5,5	4
1992	Máj		1:25	Slovenská Ľupča	48,68°N 19,32°E	7	4,5	3,4
2004	Január		7:43	Ponická Huta	48,69°N 19,30°E	14,5	4	2,2
2004	Jún		9:59	B. Bystrica/Selce	48,72°N 19,19°E	25	3	2,2
2008	Máj		3:50	B. Bystrica	48,75°N 19,24°E	4	3	0,9

Tab. 2.2.27: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v epicentrálnej oblasti Banská Bystrica

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1652 - 1830	178	3	59,33	17	0,0955	10,470
1830 - 1946	116	4	29,00	23,5	0,2025	4,936
1946 - 2008	62	12	5,16	51,5	0,8306	1,203

V južnejšej časti stredoslovenského zlomového pásma sa až do roku 1936 zemetrasenia vyskytovali iba v *Banskej Štiavnici* a jej bezprostrednom okolí. Najsilnejšie bolo prvé, v roku 1443, ktoré podľa starších prác dosiahlo intenzitu až 9°EMS-98. Novšie prehodnotenie (Labák, 1996) mu priradilo iba intenzitu 8°EMS-98. Ďalšie dve zemetrasenia (1855, 1862) dosiahli intenzitu 6-7°EMS-98 a zemetrasenie v roku 1936 iba intenzitu 4,5°EMS-98.

Aktivita v tejto časti zlomového pásma sa obnovila až v roku 1999, kedy obce Horné a Dolné Mladonice, Bzovík, Senohrad a Čekovce postihla v dňoch 28.10 až 12.11.viacerými otrasmí. Najsilnejšie, o intenzite 5°EMS-98, bolo zemetrasenie dňa 28.10. o 16:06:47 hod., ostatné dosiahli intenzitu do 3 až 4°EMS-98. Celkom toto územie postihlo v uvedených dňoch 17 zemetrasení, z ktorých je v tab. 2.2.28 uvedených osem najvýznamnejších. Pozoruhodné je, že v tomto území, podobne ako pri obci Prenčov, sa podľa historických záznamov nevyskytlo v minulosti žiadne makroseizmicky pozorované zemetrasenie. Zemetraseniu v okolí Mladonic predchádzali diferencované vertikálne tektonické pohyby o rýchlosti až 2 mm za rok, ktoré boli dokumentované presnou niveláciou (príl. 2.2). Podľa doterajšieho spôsobu uvoľňovania seizmickej energie platí zrejme aj v tomto území rovnaký predpoklad ako v oblasti Banskej Bystrice (tab. 2.2.29).

Tab. 2.2.28: Makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia v južnej časti stredoslovenského zlomového pásma

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Lokalita	Súradnice epicentra	Hĺbka [km]	$I_0$ [°EMS-98]	$M_L$
1443	Jún	5.		Banská Štiavnica	48,71°N 18,94°E	25	8	5,9
1855	Január	31.	12:35	Banská Štiavnica	48,46°N 18,96°E	-	6-7	-
1862	Január	13.	1:55	Banská Štiavnica	48,50°N 18,80°E	-	6	-
1936	December	28.	23:20	Banský Studenec	48,45°N 18,98°E	-	4,5	3,5
1999	Október	28.	16:06:47	D. Mladonice	48,36°N 19,11°E	20	5	3,2
1999	Október	28.	16:10:17	D. Mladon/Bzovík	48,32°N 19,11°E	15	3	2,0
1999	Október	28.	18:35:45	H. Mladon/Senohr.	-	-	3	-
1999	Október	29.	5:30	Čekovce	-	-	3	-
1999	Október	29.	18:37:03	Čekovce	48,32°N 19,08°E	19	4	2,4
1999	Október	30.	4:30:55	Čekovce/Mladonice	-	-	3	-
1999	November	12.	10:10:01	Čekovce/Mladonice	48,34°N 19,08°E	10	3	2,0
1999	November	12.	12:39:13	Čekovce/Mladonice	48,34°N 19,17°E	-	3	1,5
2004	September	23.	5:32:12	Prenčov	48,28°N 18,83°E	15	5	3,6

Tab. 2.2.29: Relatívna veľkosť energie uvoľnenej v južnej časti stredoslovenského zlomového pásma pri makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach

Doba	$\Sigma R$	$\Sigma Z$	$\Sigma R/\Sigma Z$	$\Sigma I_0$	$\Sigma I_0/\Sigma R$	$\Sigma R/\Sigma I_0$
1443 – 1862	419	2	209,5	12,5	0,0298	33,520
1862 – 2004	142	10	14,2	36,5	0,2570	3,890

Na obr. 2.2.35 sú vykreslené dve predpokladané epicentrálne oblasti, je však pravdepodobné, že sa tu vytvára širšia epicentrálna oblasť, zahŕňajúca všetky uvedené epicentrá.



Obr.2.2.35: Obalové čiary epicentier zemetrasení (epicentrálne oblasti) v južnej časti stredoslovenského zlomového pásma

### **Súhrnné zhodnotenie seizmickej aktivity epicentrálnych oblastí Slovenska**

Trend postupného presúvania seizmickej aktivity do rôznych oblastí súvisí zrejme s celkovým pohybom povrchu územia Slovenska, pričom v rôznych obdobiach jednotlivé bloky zemskej kôry kladú tomuto pohybu rôzny odpor. Svedčí to o prerozdeľovaní tektonických napätí, pričom seizmická energia sa uvoľňuje viac-menej rovnomerne po celom území Slovenska. Neplatí to však pre makroseizmické prejavy, ktoré sa až na výnimky

sústreďujú do známych seizmických oblastí. Oproti minulosti však možno pozorovať celkový nárast uvoľňovanej seizmickej energie. Zatiaľ čo v roku 2004 bolo na Slovensku seizmometricky zaznamenaných 31 zemetrasení, v roku 2005 a 2006 to bolo vyše 50 a v rokoch 2007 a 2008 vyše 70. Aj keď je tento trend spôsobený sčasti i zvýšeným počtom a zdokonalením prístrojového vybavenia seizmických staníc, celkový nárast uvoľňovanej seizmickej energie je zrejmy.

Analýza preukázala, že takmer vo všetkých oblastiach (obr. 2.2.36) dochádza oproti minulosti ku zvyšovaniu seizmickej aktivity, ktorá sa prejavuje väčším počtom makroseizmicky zaznamenaných zemetrasení, avšak o nižšej intenzite než tomu bolo v minulosti. Pri pokračovaní tohto trendu by v týchto oblastiach v blízkej budúcnosti nemalo dôjsť k silnejším zemetraseniam ohrozujúcim technosféru.



Obr. 2.2.36: Vymedzenie epicentrálnych oblastí v území Slovenskej republiky

Výnimku tvoria epicentrálne oblasti na území Spiša, kde sa makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia nevyskytli už okolo 100 rokov. Predtým sa tu otrasy vyskytovali od 17. storočia, pričom ich intenzita dosahovala prevažne 4-6°EMS-98, ojedinele až 7°EMS-98. Naproti tomu vznikli nové epicentrálne oblasti na Orave a v okolí Chočských vrchov, kde sa až do roku 1964 nevyskytli žiadne makroseizmicky pozorované zemetrasenia. Od tohto obdobia až do roku 2002 tu boli zaznamenané otrasy o intenzite 3 až 4,5°EMS-98. Obdobne sa od roku 1966 sformovala epicentrálna oblasť severne od Tatier, v území od Zakopaného po Podszkle, kde otrasy dosiahli intenzitu 3-7°EMS-98. Táto skutočnosť svedčí o premiestňovaní tektonických napätí i seizmickej aktivity z územia východne od Tatier do oblasti západne a severne od Tatier. Nie je však vylúčené, že časom sa obnoví seizmická aktivita aj v území východne od Tatier.

Obdobne vznikli nové seizmické oblasti aj južne od Banskej Štiavnice, kde sa v roku 1999 v okolí Mladoníc vyskytlo 17 zemetrasení o intenzite 3-5°EMS-98 a južne od Vihorlatu, kde sa v rokoch 2002-2004 vyskytlo šesť zemetrasení o intenzite 3 až 7°EMS-98.

### 2.2.5. Zhrnutie výsledkov monitorovania

Monitoring tektonickej a seizmickej aktivity na území Slovenska preukázal významné pohyby povrchu i pohyby pozdĺž zlomov, ako aj seizmickú aktivitu územia.

Pohyby povrchu sa merajú na vybratých bodoch permanentne (5 bodov) a na celom území Slovenska (24 geodetických bodov) v dvojročných cykloch. Merania preukázali pohyby povrchu v priemere o rýchlosti 1,6 mm za rok na severovýchod. Od tohto priemeru sa vyskytujú odchýlky, ako v rýchlosti, tak v smere pohybov, podmienené pootáčaním blokov zemskej kôry, oddelených zlomami. Preto je dôležité dokumentovať zlomové poruchy, najmä v seizmicky aktívnych oblastiach. V rokoch 2003-2009 boli v mapách mierky 1:50 000 zdokumentované doteraz identifikované zlomy vo všetkých epicentrálnych oblastiach na území Slovenska. Výsledky merania pohybov sú overované porovnaním s výsledkami poskytovanými spracovateľským centrom Európskej permanentnej siete.

Pohyby pozdĺž zlomov sa sledujú na lokalitách: Branisko, Demänovská jaskyňa, Banská Hodruša, Vyhne, Ipeľ a Dobrá Voda. Merania sa uskutočňujú medzinárodne akceptovanými dilatometrami TM-71. Tieto sú umiestnené v jaskyniach a v štolni paralelnej s diaľničným tunelom Branisko, ktorá má v súčasnosti funkciu únikového východu. Doteraz boli zistené iba nepatrné pohyby o intenzite niekoľkých desiatín milimetra až 1,5 mm. Overenie takýchto pohybov si však vyžaduje dlhodobejšie sledovanie. Na lokalite Branisko došlo k posunu cca o 1 mm a objavilo sa niekoľko otvorených trhlín, paralelných s priebehom zlomu, vo vnútri tunelovej rúry. V prípade pokračovania pohybov bude potrebné vykonať sanáciu trhlín aby nedošlo k prieniku vody z horninového masívu do tunela. O situácii bola informovaná Slovenská správa ciest.

Seizmická aktivita bola počas sledovaného obdobia dokumentovaná na celom území Slovenska, špeciálne však v jednotlivých epicentrálnych oblastiach, kde bol analyzovaný vývoj seizmickej aktivity od počiatku historických záznamov o zemetraseniach. Analýza preukázala, že takmer vo všetkých oblastiach dochádza oproti minulosti ku zvyšovaniu seizmickej aktivity, ktorá sa prejavuje väčším počtom makroseizmicky zaznamenaných zemetrasení, avšak o nižšej intenzite než tomu bolo v minulosti. Pri pokračovaní tohto trendu by v týchto oblastiach v blízkej budúcnosti nemalo dôjsť k silnejším zemetraseniam ohrozujúcim technosféru. Výnimku tvoria epicentrálne oblasti na území Spiša, kde sa makroseizmicky zaznamenané zemetrasenia nevyskytli už okolo 100 rokov. Nové epicentrálne oblasti vznikli na Orave a v okolí Chočských vrchov, severne od Tatier. Obdobne vznikli nové seizmické oblasti aj južne od Banskej Štiavnice južne od Vihorlatu.

Monitoruje seizmických javov vykonáva na Slovensku Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV. V období od 1.1.2009 do 31.12.2009 zaznamenala 4990 zemetrasení a priemyselných explózií. Seizmometricky lokalizovaných bolo 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo v roku 2009 na území Slovenska pozorovaných 6 zemetrasení – z nich 5 s epicentrom v oblasti východného Slovenska (ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť) a jedno s epicentrom na území Rakúska. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie s epicentrom na území Rakúska, pre ktoré máme k dispozícii 49 makroseizmických hlásení zo 7 lokalít na území Slovenska. Celkovo bolo na záznamoch staníc NSSS identifikovaných 23111 seizmických fáz.

V roku 2009 bolo v prevádzke 8 staníc NSSS. Seizmické stanice MODS, SRO, SRO1 a SRO2 boli kvôli pretrvávajúcim technickým/stavebno-technickým problémom mimo prevádzky. Kvôli vysokému technogénnemu šumu sa záznamy zo stanice LIKS interpretovali len vo výnimočných prípadoch a bolo rozhodnuté premiestniť stanicu na inú lokalitu.

Vybraná bola lokalita v obci Liptovská Anna, kde boli v roku 2009 vykonané stavebné a prípravné inštalačné práce. Premiestnenie seizmickej stanice LIKS na novú lokalitu do Liptovskej Anny a spustenie registrácie je naplánované na jar roku 2010. Na seizmickej stanici KECS sa opakovane vyskytli technické problémy súvisiace s opotrebovanosťou staničného počítača. Staničné počítače (obvykle bežné PC so špeciálnym operačným systémom) sú v nepretržitej prevádzke v terénnych podmienkach už vyše 5 rokov a preto sa podobné problémy môžu postupne prejavovať aj na ďalších staniciach NSSS. Koncom roku 2009 bolo treba riešiť aj otázku prenosu údajov z dôvodu zmeny prenosových špecifikácií na strane firmy poskytovateľa. Najkritickejšia situácia vznikla na seizmickej stanici VYHS. Zmenou pozície komunikačného satelitu sme so stanicu stratili spojenie a bolo treba hľadať alternatívne možnosti prenosu zaznamenaných údajov. Viaceré technické problémy súvisiace s prenosom zaznamenaných údajov (zastaraný telemetrický systém) sa vyskytli aj na stanici ZST. Na obidvoch spomenutých staniciach sa v roku 2010 uvažuje o prechode na prenos zaznamenaných údajov pomocou GPRS služieb mobilných operátorov.

Nadalej pokračuje spolupráca so spoločnosťou Progseis so sídlom v Trnave, ktorá prevádzkuje lokálne seizmické siete v okolí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice. Táto spolupráca poskytuje cenné informácie najmä pre zemetrasenia s epicentrami v zdrojových zónach Dobrá Voda, Pernek-Modra a Považský Inovec. Taktiež dôležité sú informácie pri odlišovaní tektonických zemetrasení od priemyselných explózií na území západného a stredného Slovenska.

Od roku 2007 pokračuje spolupráca s Fakultou matematiky, fyziky a informatiky UK Bratislava, ktorá prevádzkuje lokálnu seizmickú sieť na východnom Slovensku. Údaje lokálnej siete výrazne zvyšujú kvalitu seizmického monitoringu v tejto oblasti. Ako príklad môžeme spomenúť sériu zemetrasení na východnom Slovensku v januári 2009. V priebehu cca 3 týždňov bolo seizmometricky lokalizovaných viac ako 30 slabých zemetrasení (3 z nich aj s makroseizmickými pozorovaniami) s epicentrom v ukrajinsko-slovenskej hraničnej oblasti. Bez údajov zo staníc LSSVS by mnohé z nich nebolo možné seizmometricky lokalizovať. Januárová séria slabých zemetrasení na východnom Slovensku ukázala dôležitosť a opodstatnenosť úzkej spolupráce národnej a lokálnych sietí seizmických staníc. Pri zvýšenej citlivosti seizmickej siete je nevyhnutná spolupráca s bankskými úradmi, ktorá je veľmi nápomocná pri rozlišovaní medzi slabými lokálnymi zemetraseniami a priemyselnými explóziami v dobývacích priestoroch v prípadoch sporných seizmických javov.

V období 2002-2009 bolo seizmickými stanicami NSSS zaznamenaných 35172 zemetrasení a priemyselných explózií. Na seizmických záznamoch bolo identifikovaných 186218 seizmických fáz. Seizmometricky lokalizovaných bolo 399 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska v období 2002-2009 pozorovaných 35 zemetrasení. Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie 30.11.2004 s epicentrom v poľskej časti Vysokých Tatier. Toto zemetrasenie bolo pozorované prakticky na celom strednom Slovenku, čiastočne na východnom Slovensku a v niekoľkých lokalitách západného Slovenska. GFÚ SAV má k dispozícii 817 hlásení zo 160 lokalít na území Slovenska. Zo zemetrasení s epicentrom priamo na území Slovenska bolo najsilnejšie zemetrasenie 20.5.2003. Epicentrum zemetrasenia sa nachádzalo na východnom Slovensku v oblasti Vihorlatu. Zemetrasenie bolo pozorované v 86 lokalitách (484 hlásení) prevažne na území východného Slovenska. Podrobnejšie informácie je možné nájsť v príslušných ročných správach.

Výrazným medzníkom v kvalite monitorovania zemetrasení na Slovensku bol projekt Modernizácie a doplnenia NSSS. Národná sieť seizmických staníc do roku 2001 mala tri základné nedostatky:



1. vôbec nepokrývala územie severného a stredného Slovenska,
2. neumožňovala včasnú (len dve seizmické stanice, ZST a MODS v on-line režime prenosu zaznamenaných údajov) lokalizáciu zemetrasení s epicentrami na území Slovenska a to dokonca bez ohľadu na ich veľkosť,
3. neumožňovala dostatočne presne priestorovo vyčleniť aktívne ohniskové oblasti a ich časový režim.

V rámci riešenia projektu modernizácie a doplnenia:

- bolo vybudovaných 7 nových seizmických staníc,
- 4 existujúce seizmické stanice boli zmodernizované,
- bolo zriadené kontinuálne spojenie so všetkými stanicami umožňujúce prenos údajov v reálnom čase,
- bola zriadená Virtuálna sieť seizmických staníc GFÚ SAV,
- bola vybudovaná zberná centrála, ktorá zbiera údaje, vykonáva prvotné lokalizácie, určuje magnitúda a generuje správy o zemetraseniach,
- bol zriadený systém automatického zasielania e-mailových správ o zemetraseniach,
- bola zriadená web stránka [www.seismology.sk](http://www.seismology.sk), na ktorej sú dostupné živé a archívne seizmogramy.

Realizáciou projektu sa podstatne zvýšila úroveň kvality monitorovania seizmických javov na území Slovenskej republiky, vytvorili sa predpoklady pre dobrú a včasnú súčinnosť s orgánmi štátnej správy (napr. Civilnou ochranou) v prípade výskytu silného zemetrasenia na území Slovenska a bolo umožnené včasne a dostatočne (t.j. na štandardnej európskej úrovni) informovať verejnosť o zemetraseniach na Slovensku.

Zlepšenie pokrytia územia Slovenskej republiky seizmickými stanicami a zvýšenie citlivosti seizmického monitoringu sa výrazne prejavilo aj na výsledkoch monitorovania zemetrasení. Od roku 2005 bolo možné všetky zemetrasenia makroseizmicky pozorované na území Slovenska aj seizmometricky lokalizovať. Toto bol jeden z hlavných cieľov pri modernizácii a rozširovaní NSSS. Okrem toho sa výrazne zvýšil počet seizmometricky lokalizovaných zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky, rovnako ako celkový počet zaznamenaných seizmických javov stanicami NSSS a identifikovaných fáz na seizmických záznamoch.

Vybudovanie Národnej siete seizmických staníc bolo len prvým nevyhnutným krokom k poznaniu seizmického režimu územia Slovenska. Ďalším logickým a potrebným krokom je budovanie lokálnych seizmických sietí pre monitorovanie mikrosezmickej aktivity jednotlivých zdrojových zón alebo skupín zdrojových zón. Zvýšenie kvality monitorovania seizmických javov zároveň znamená zvýšené finančné nároky na prevádzkovanie a náročnejšie spracovanie zaznamenaných údajov. Tento aspekt by mal byť zohľadnený pri pridelovaní finančných prostriedkov na ďalšie obdobia.

## Literatúra

- Briestenský, M., Stemberk, J., Petro, E., 2007: Displacements registered around the 13 March 2006 Vrbové earthquake M-3.2 (Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 58, 5, 487-493
- Droščák B., 2009: SKTRF - Geokinematika Slovenska; Zborník odborného seminára Globálne navigačné družicové systémy ako efektívny prostriedok na určovanie priestorovej polohy. Tatranská Lomnica
- Hók, J., Bielik, M., Kováč, P., Šujan, M., 2000: Neotektonický charakter územia Slovenska. *Mineralia Slovaca*, 32, 459-470
- Hrašna M., 1996: Rajonizácia seizmickej intenzity na území Bratislavy. *Mineralia Slovaca* 28, 3, 219-224

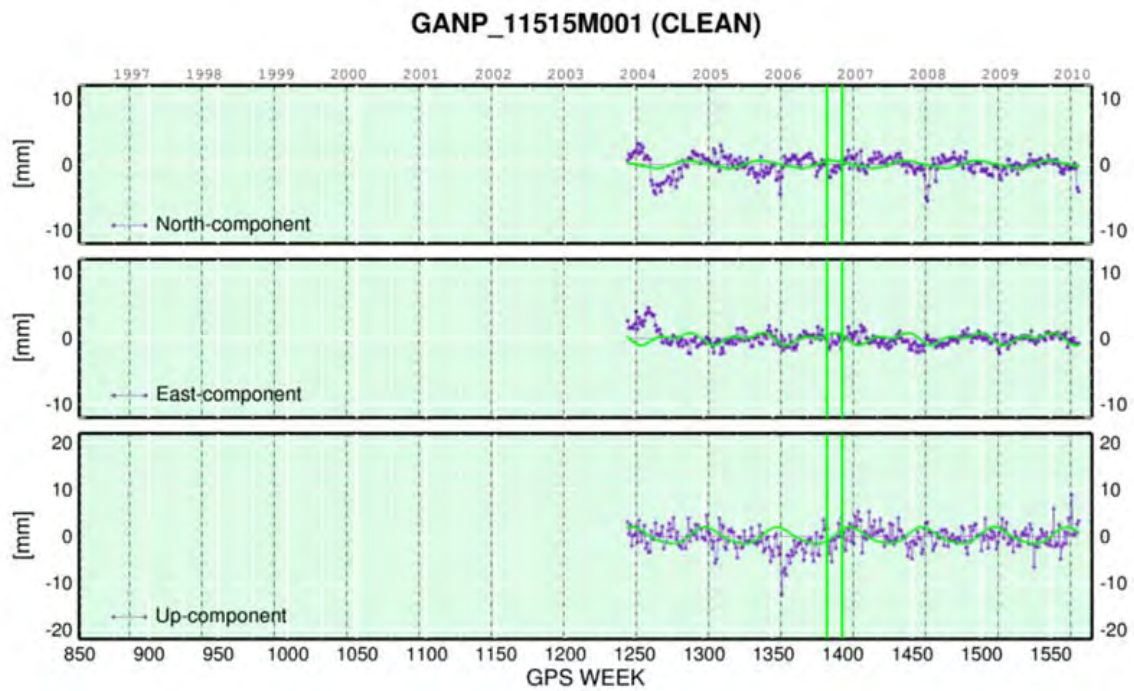
- Hrašna M., 2002: Monitorovanie tektonickej a seizmickej aktivity územia. Geologické práce. Správy, 106. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 105-116
- Hrašna M., Ferianc D., Vanko J., 2004: Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia. Správa o riešení úlohy 02 - Tektonická a seizmická aktivita územia v roku 2003. PRIF UK, Bratislava, 25 s.
- Kárník, V., Michal, E., Molnár, A., 1958: Erdbeben katalog der Tschechoslowakei (bis zum Jahre 1956). Geofyzikální sborník č. 69, Praha, s. 411-598
- Kárník, V., Procházková, D., Brouček, I., 1981: Catalogue of Earthquakes for the Territory of Czechoslovakia for the Period 1957-1980. Travaux Géophys. XXIX, No 555, Praha, s.155-186
- Klukanová A., Liščák P., Hrašna M., Stredanský J., 2002: Vybrané geodynamické javy (mapa mierky 1:500 000). Atlas krajiny SR, sekcia 8, mapa č.74, MŽP SR
- Labák P., 1996: Reinterpretácia zemetrasenia 5.6.1443 na strednom Slovensku. Zb. Analýza dat v seismologii a inženýrske geofysice (Kaláb, Z. edit.). Ústav geoniky AVČR, Ostrava-Poruba, 83-93
- Labák, P., Brouček, I., 1995: Katalóg makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska od roku 1016 (manuskript). Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava, 32 s.
- Maglay, J. (Ed.), Halouzka, R., Baňacký, V., Pristaš, J., Janočko, J., 1999: Neotektonická mapa Slovenska 1:500 000. Publ. MŽP SR, Bratislava
- Szeidovitz, G., 1986: Earthquakes in the Region of Komárno, Mór and Várpalota. Geophysical Transactions 32, 3, p. 255-273
- Šefara, J., Kováč, M., Plašienka, D., Šujan, M., 1998: Seismogenetic zones in the eastern alpine-western carpathians-panonian junction zone. Geologica Carpathica, 49, p. 247-260

## **02: Tektonická a seizmická aktivita územia**

2.1	Grafy rýchlostných trendov na vybratých lokalitách geodetických bodov s hĺbkovou stabilizáciou	1
2.2	Recentné vertikálne pohyby vo vybraných oblastiach Slovenska Oblasť severovýchodného Slovenska Oblasť Dobrej Vody a širšieho okolia Oblasť stredného Slovenska	5
2.3	Merania pohybov na zlomoch	11
2.4	Analýza seizmických záznamov v roku 2009 a za obdobie rokov 2002 – 2009	17
2.5	Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v rokoch 2002-2009 s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky	30

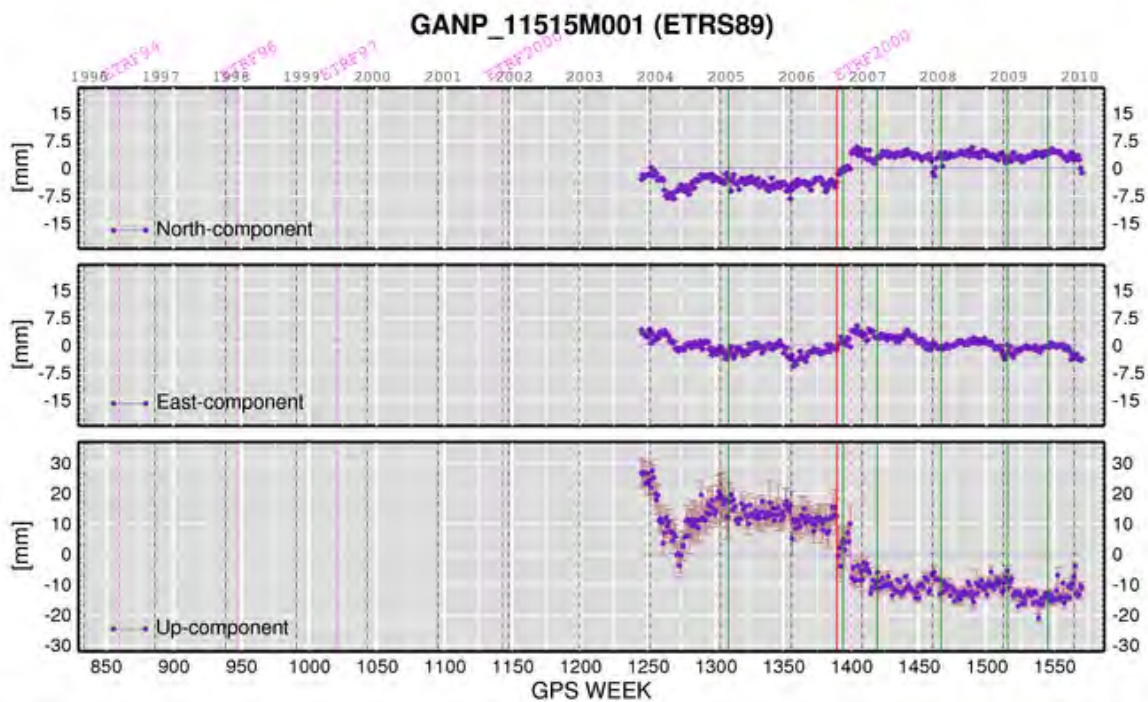
## Príl. 2.1: Grafy rýchlostných trendov na vybratých lokalitách geodetických bodov s hĺbkovou stabilizáciou

Autor: Ing. Dušan Ferienc, GKÚ Bratislava



EPN\_C1570\_weekly

Znázornenie rýchlostného trendu bodu GANP v CLEAN.

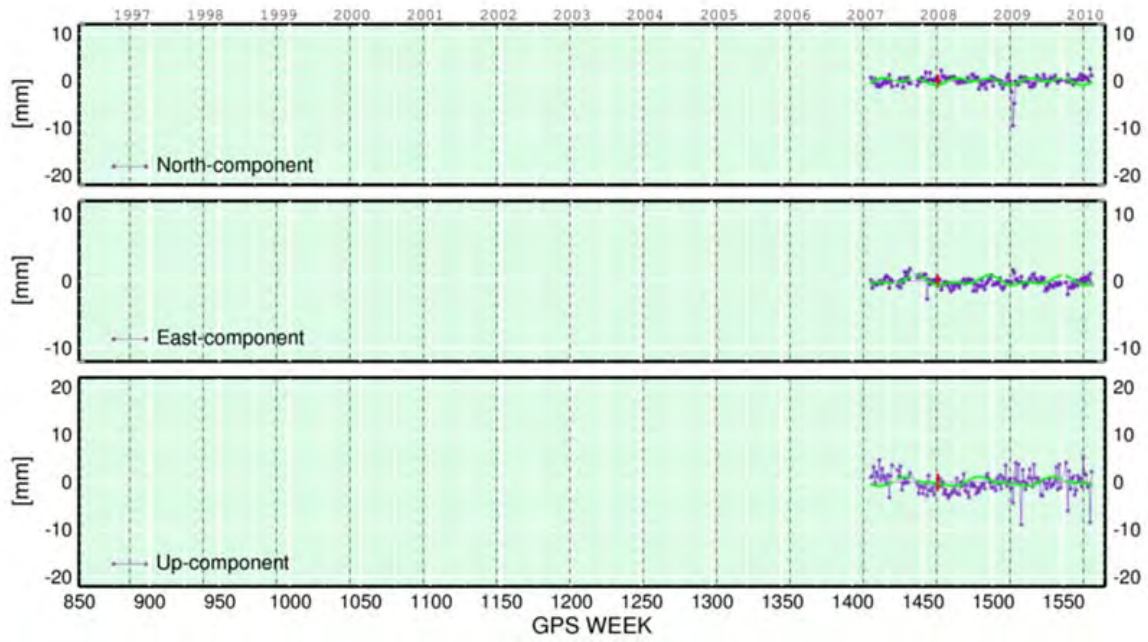


EPN CB

Sat Mar 27 09:18:22 2010

Znázornenie rýchlostného trendu bodu GANP v ETRS89

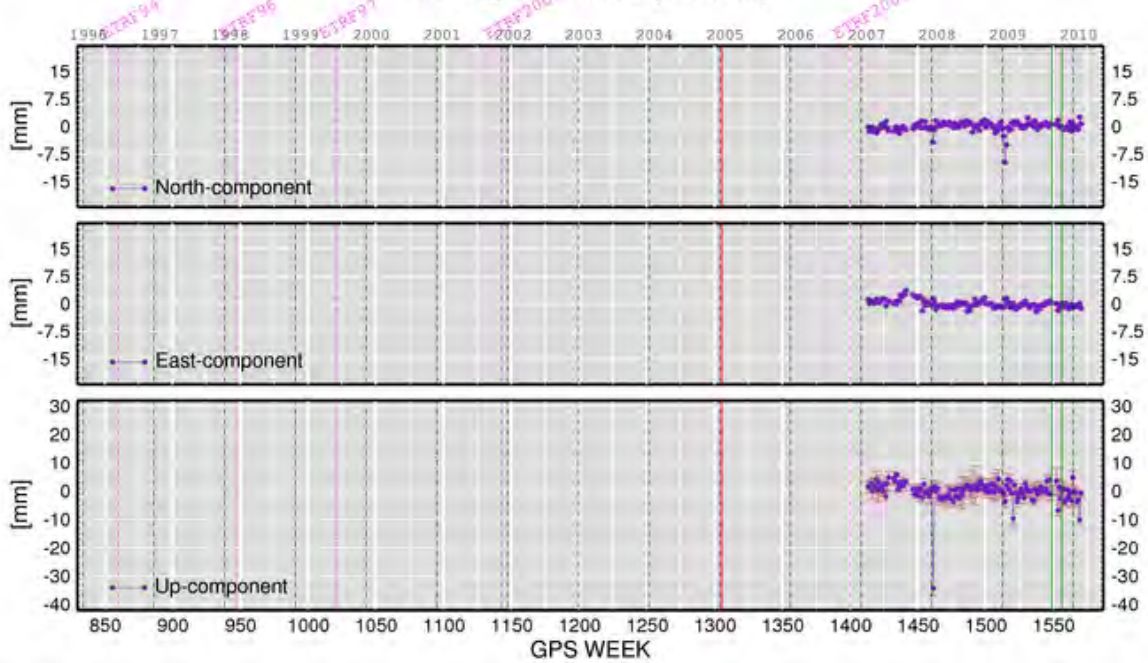
### BBYS\_11514M001 (CLEAN)



EPN\_C1570\_weekly

Znázornenie rýchlostného trendu bodu BBYS v CLEAN

### BBYS\_11514M001 (ETRS89)

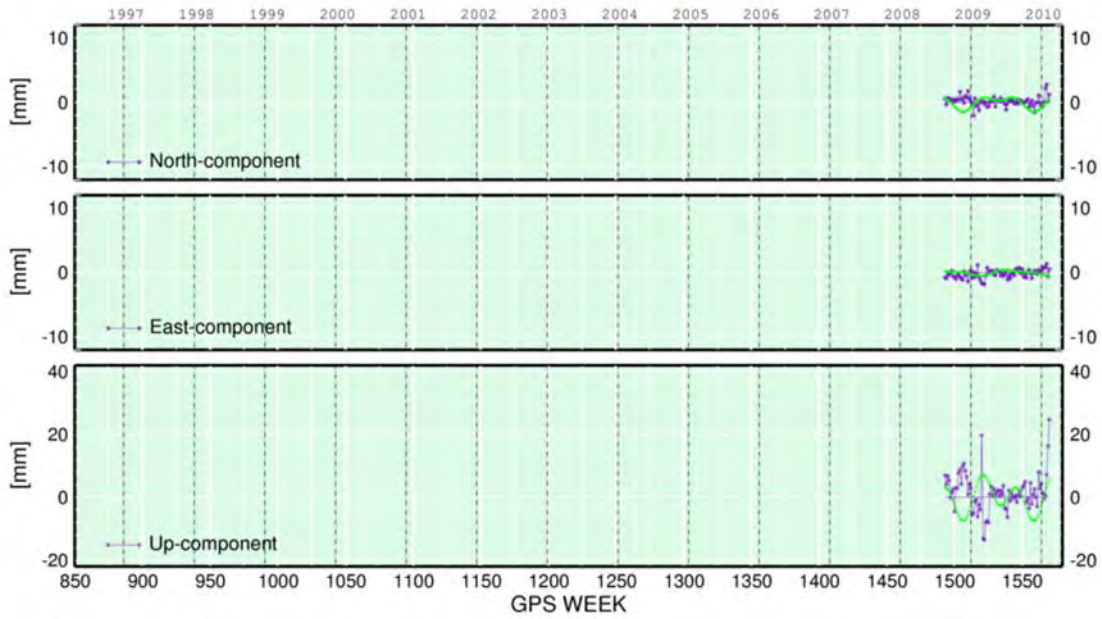


EPN CB

Sat Mar 27 09:15:51 2010

Znázornenie rýchlostného trendu bodu BBYS v ETRS89

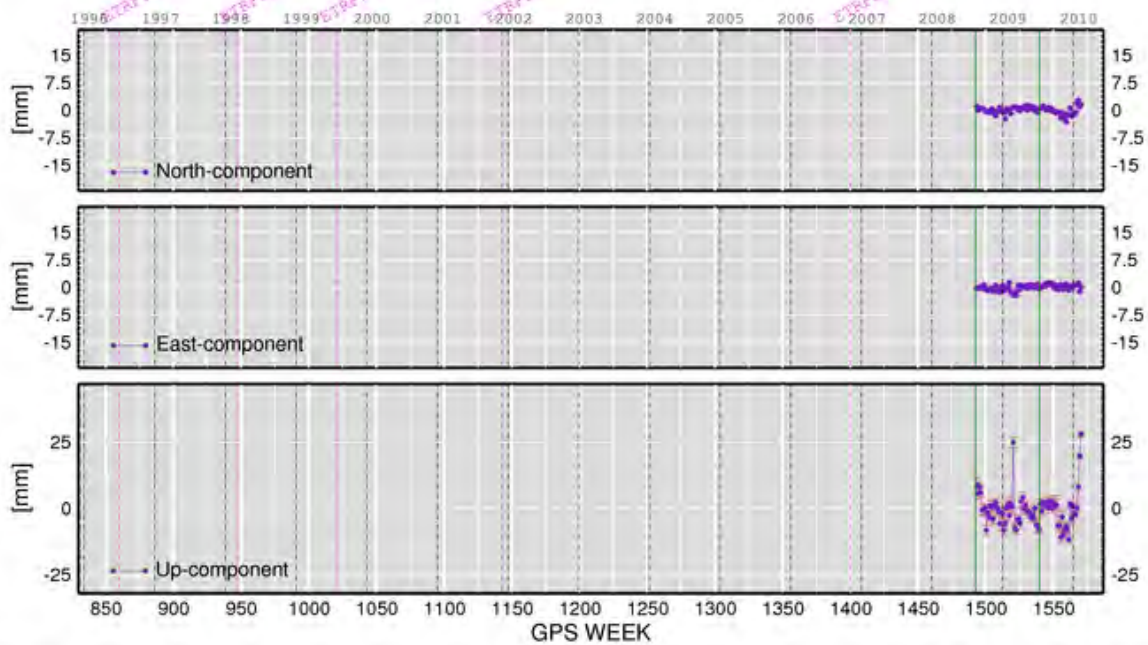
### MOP2\_11507M002 (CLEAN)



EPN\_C1570\_weekly

Znázornenie rýchlostného trendu nového bodu MOP2 v CLEAN

### MOP2\_11507M002 (ETRS89)

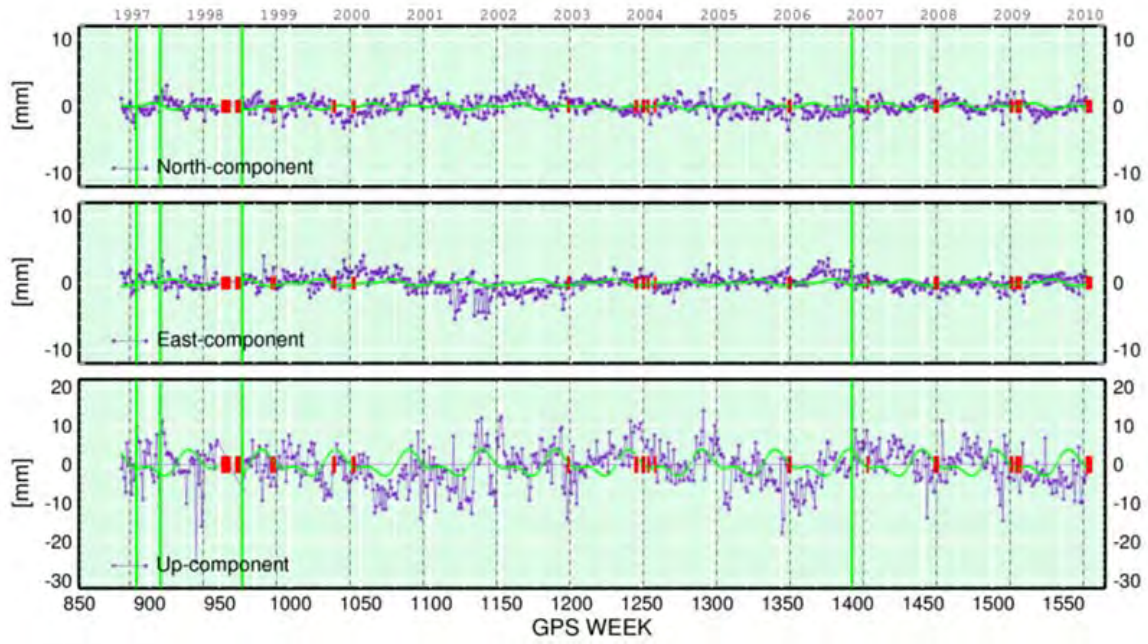


EPN CB

Sat Mar 27 09:21:38 2010

Znázornenie rýchlostného trendu bodu MOP2 v ETRS89

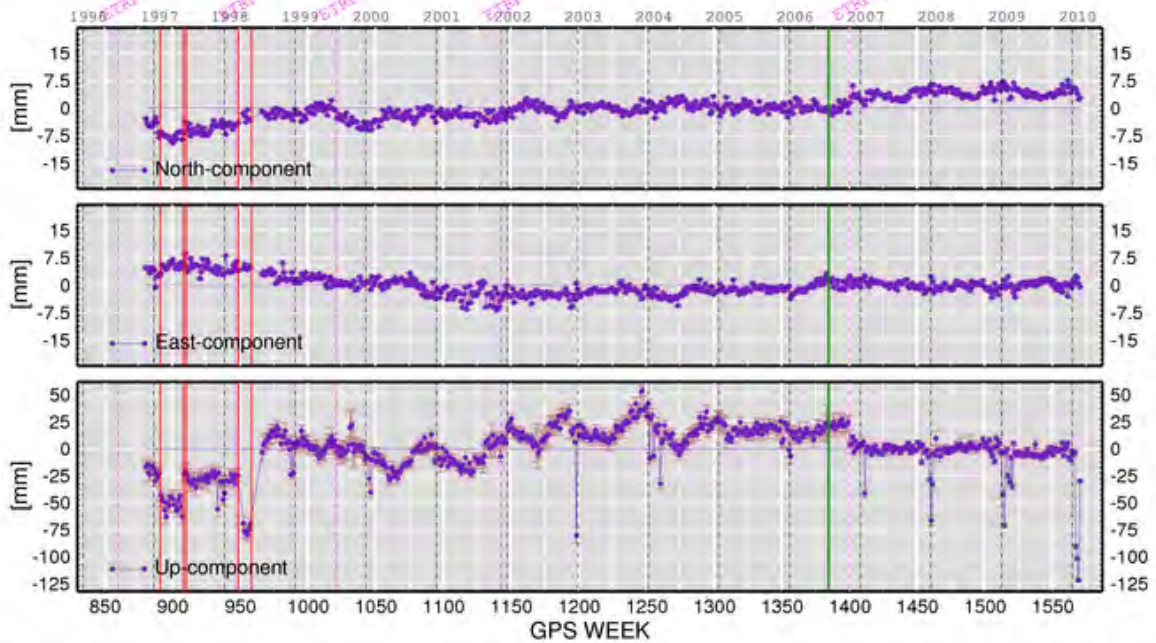
### MOPI\_11507M001 (CLEAN)



EPN\_C1570\_weekly

Znázornenie rýchlostného trendu bodu MOPI v CLEAN

### MOPI\_11507M001 (ETRS89)



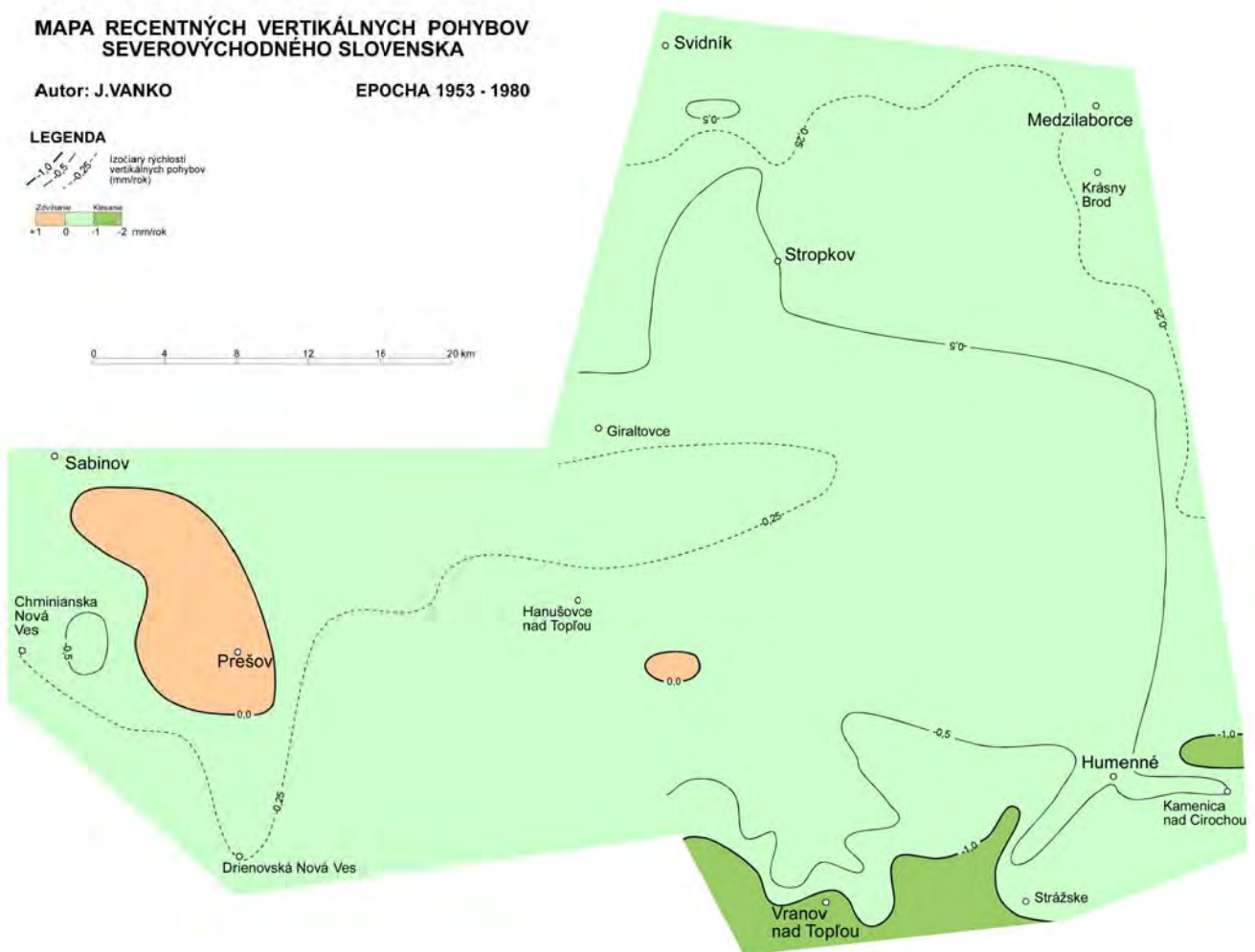
EPN CB

Sat Mar 27 09:21:40 2010

Znázornenie rýchlostného trendu bodu MOP v ETRS89

## Príloha 2.2: Recentné vertikálne pohyby vo vybraných oblastiach Slovenska

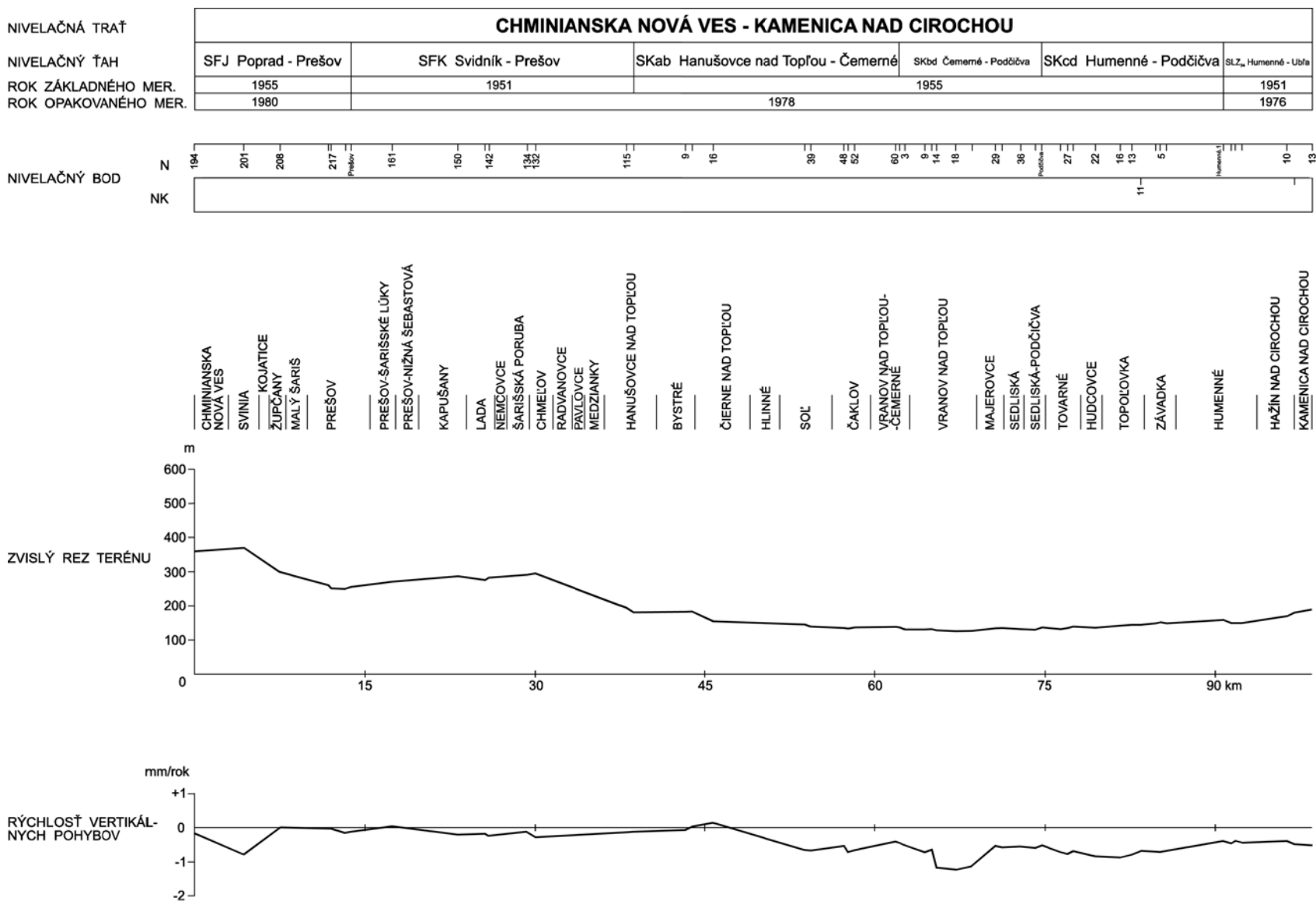
Autor: Ing. Ján Vanko, Geodetický a kartografický ústav Bratislava



Oblasť severovýchodného Slovenska - Mapa recentných vertikálnych pohybov



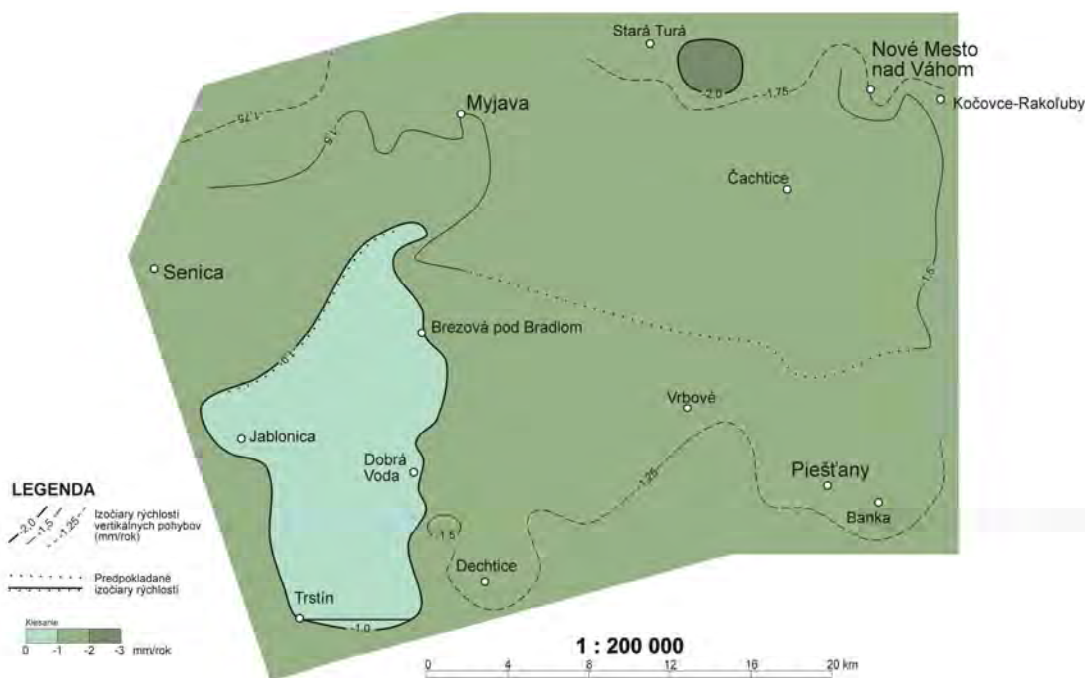
Oblasť severovýchodného Slovenska – nivelačná trať  
Chminianska Nová Ves – Kamenica nad Cirochou



# MAPA RECENTNÝCH VERTIKÁLNYCH POHYBOV V ŠIRŠEJ OBLASTI DOBRÁ VODA

Autor: J. VANKO

EPOCHA: 1957 - 1983



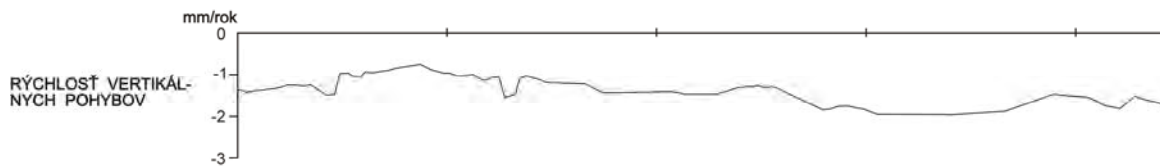
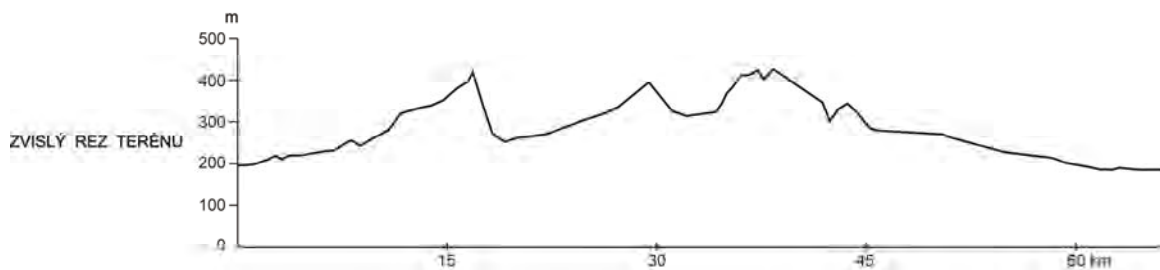
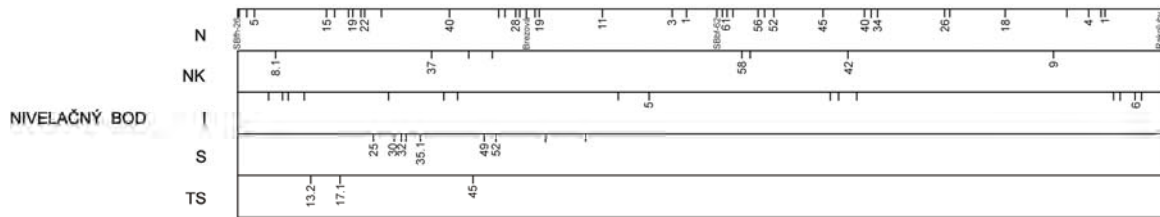
Oblasť Dobrej Vody a širšieho okolia - Mapa recentných vertikálnych pohybov

NIVELAČNÁ TRAT'

NIVELAČNÝ ŤAH

ROK ZÁKLADNÉHO MER.  
ROK OPAKOVANÉHO MER.

DECHTICE - KOČOVCE-RAKOLUBY (cez Dobrú Vodu)			
SBf6 Dechtice - Brezová pod Bradlom	SBf11	SBf2 Myjava - Brezová pod Br.	SBbf Nové Mesto nad Váhom - Myjava
1986		1957	1952
1998		1992	1975

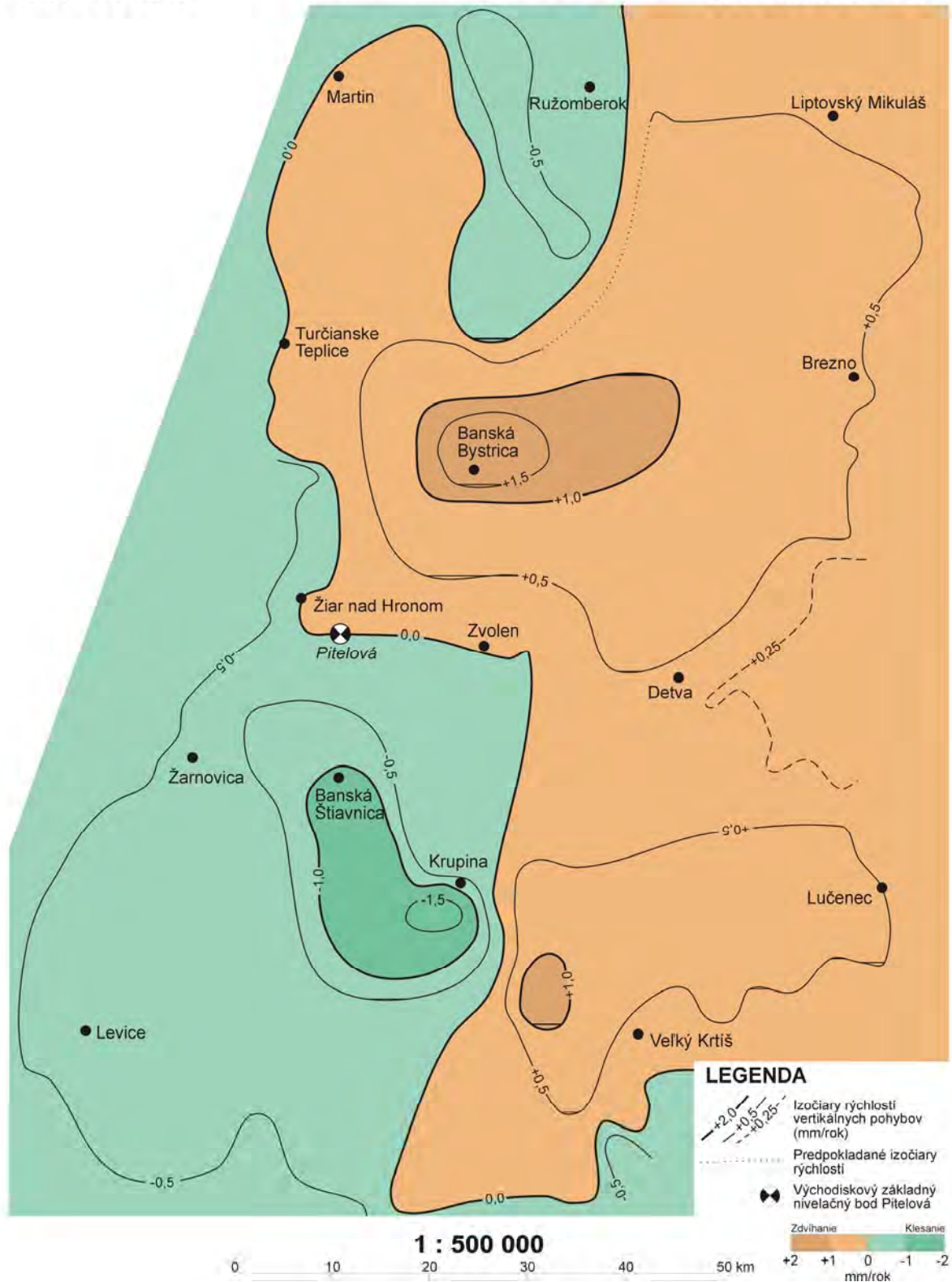


Oblasť Dobrej Vody a širšieho okolia – nivelačná trať Dechtice – Kočovce – Rakoluby

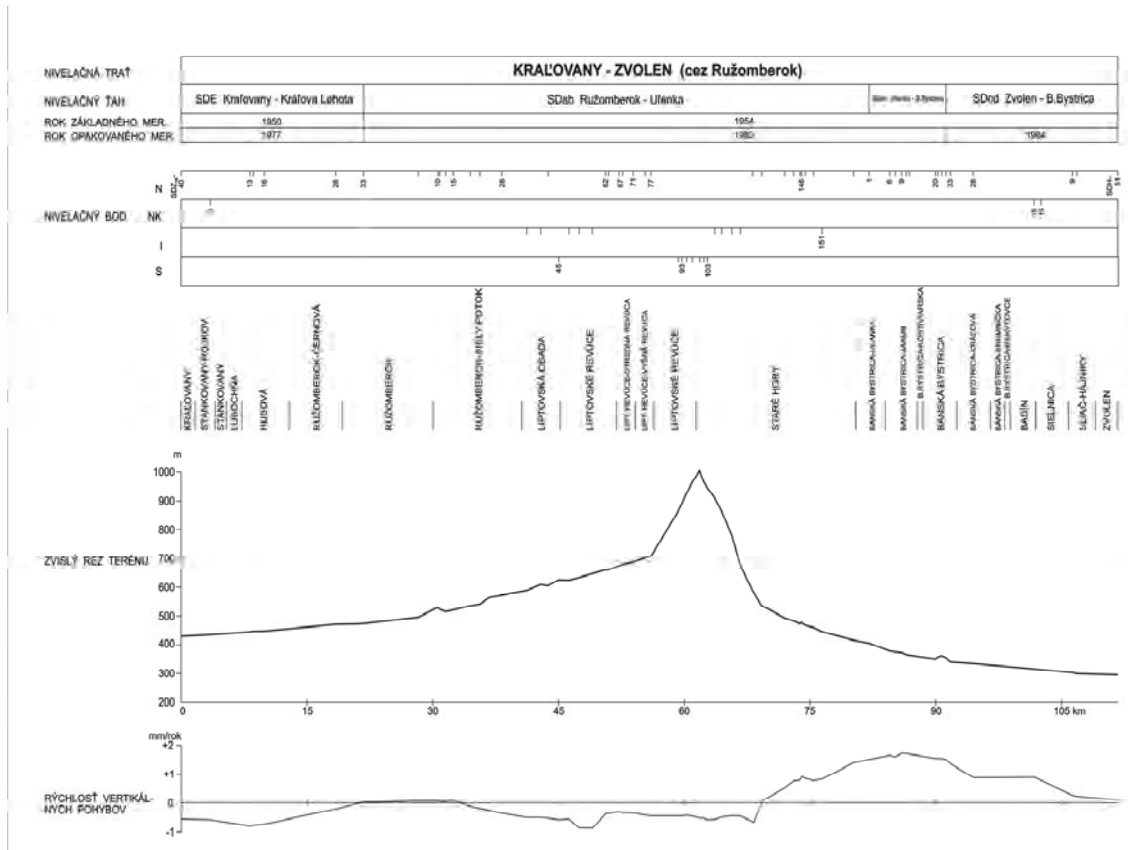
# MAPA RECENTNÝCH VERTIKÁLNYCH POHYBOV STREDNÉHO SLOVENSKA

Autor: J.VANKO

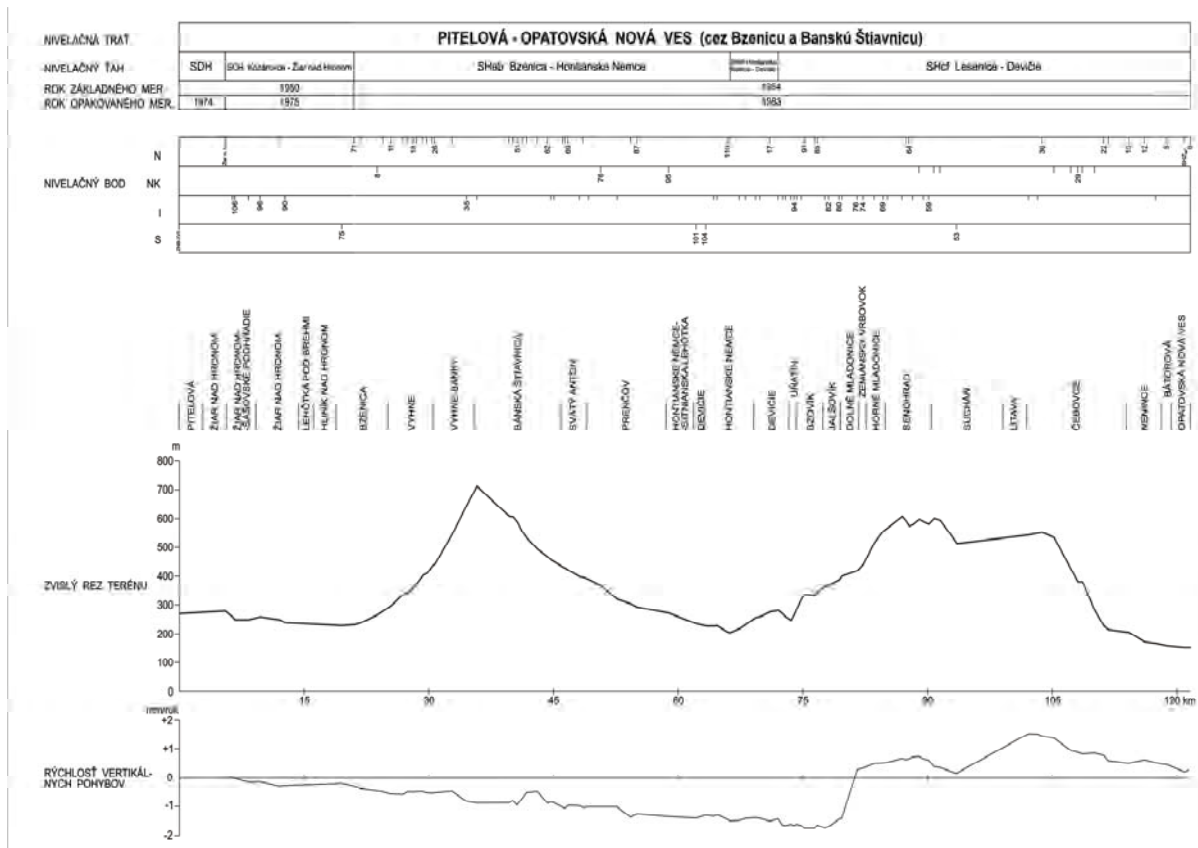
EPOCHA 1952 - 1979



Oblasť stredného Slovenska - Mapa recentných vertikálnych pohybov stredného Slovenska



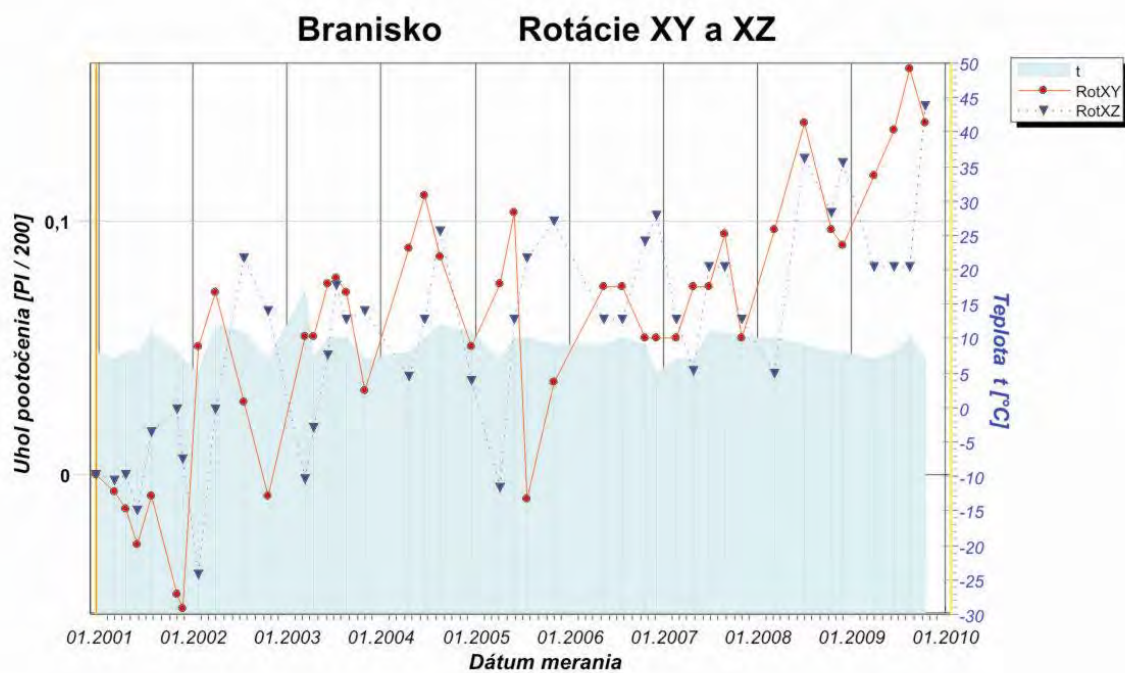
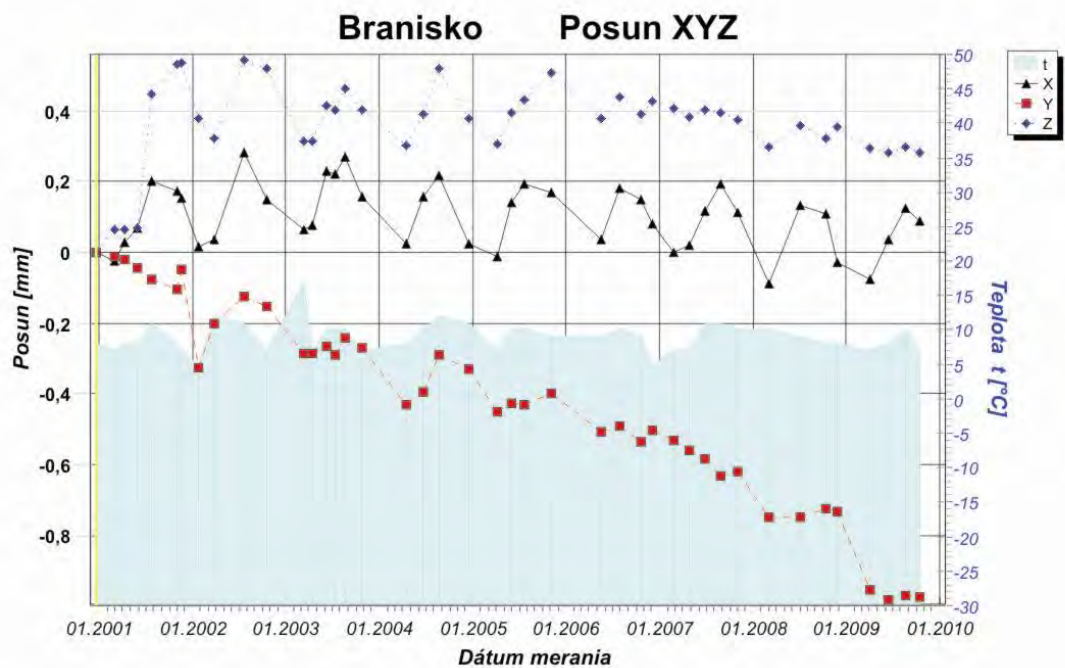
Oblasť stredného Slovenska - nivelačná trať Kralovany – Zvolen

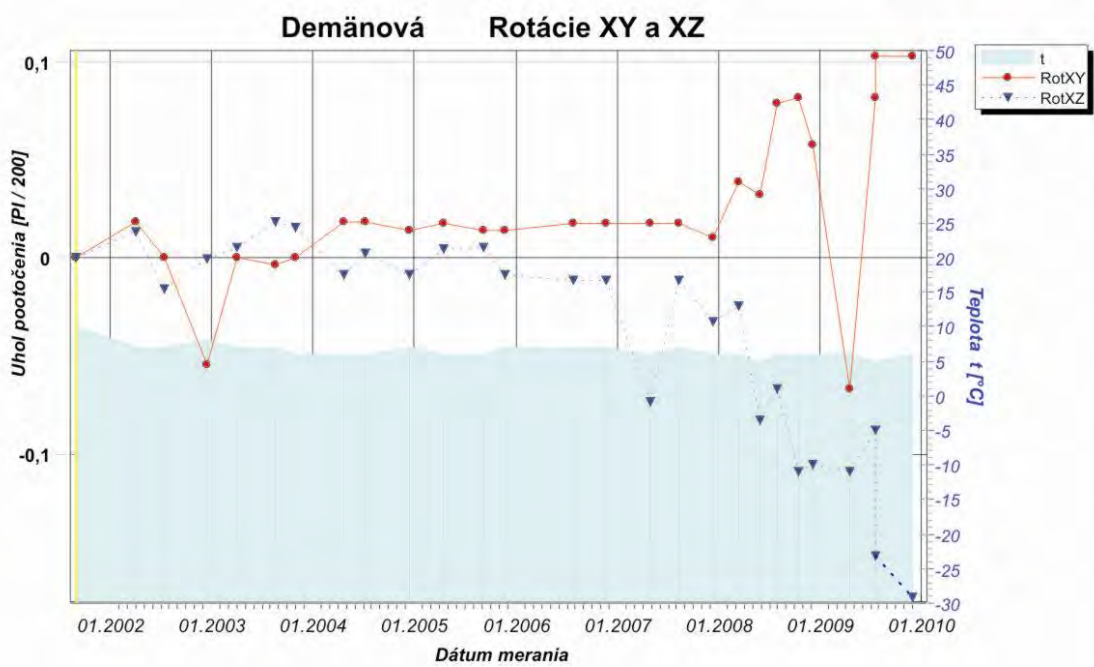
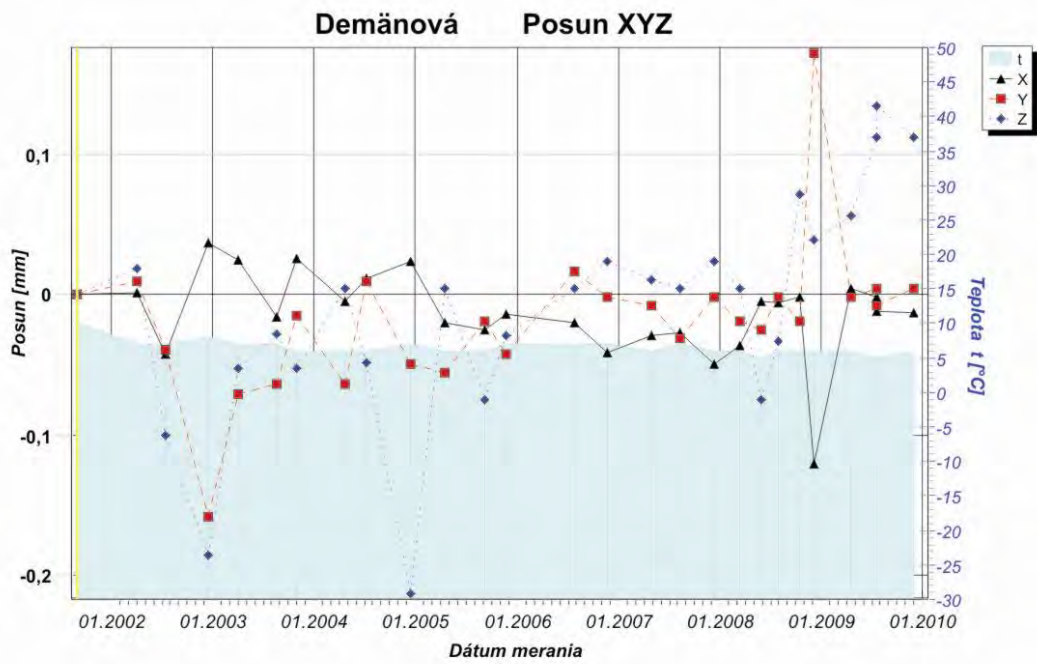


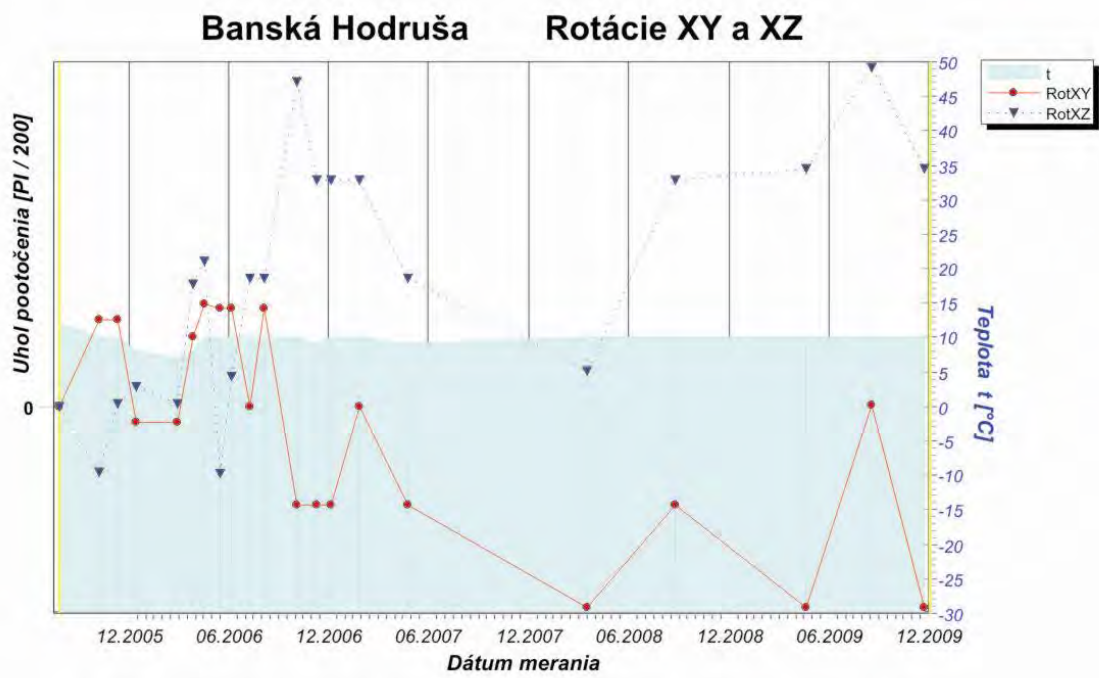
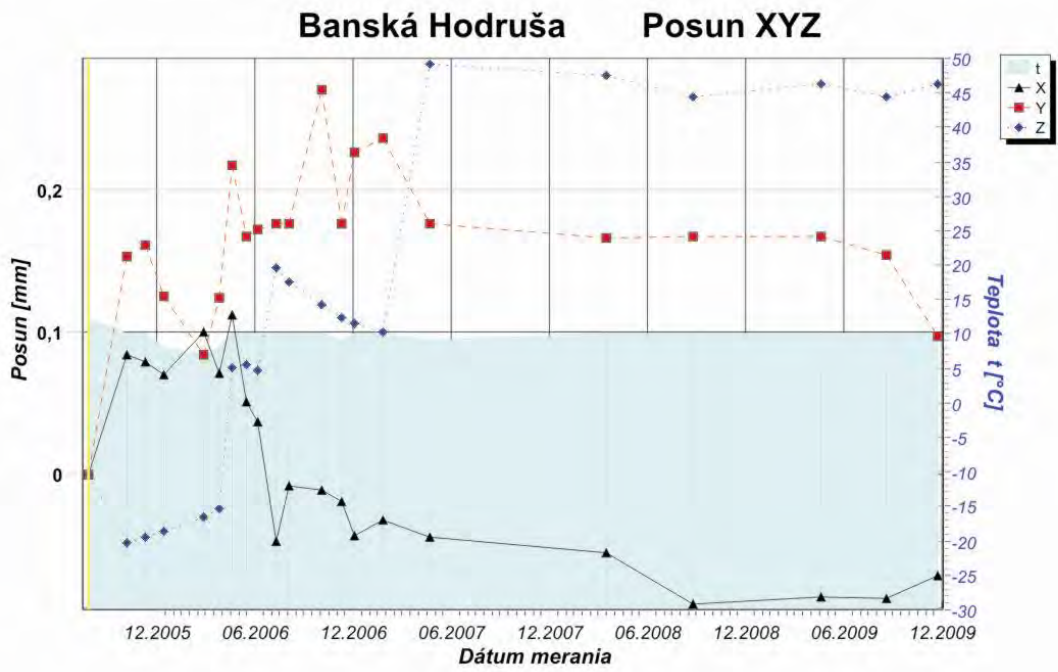
Oblasť stredného Slovenska - nivelačná trať Pitelová – Opatovská Nová Ves

### Príloha 2.3: Merania pohybov na zlomoch

Autor: Ing. Ľubomír Petro, CSc., ŠGÚDŠ, Košice

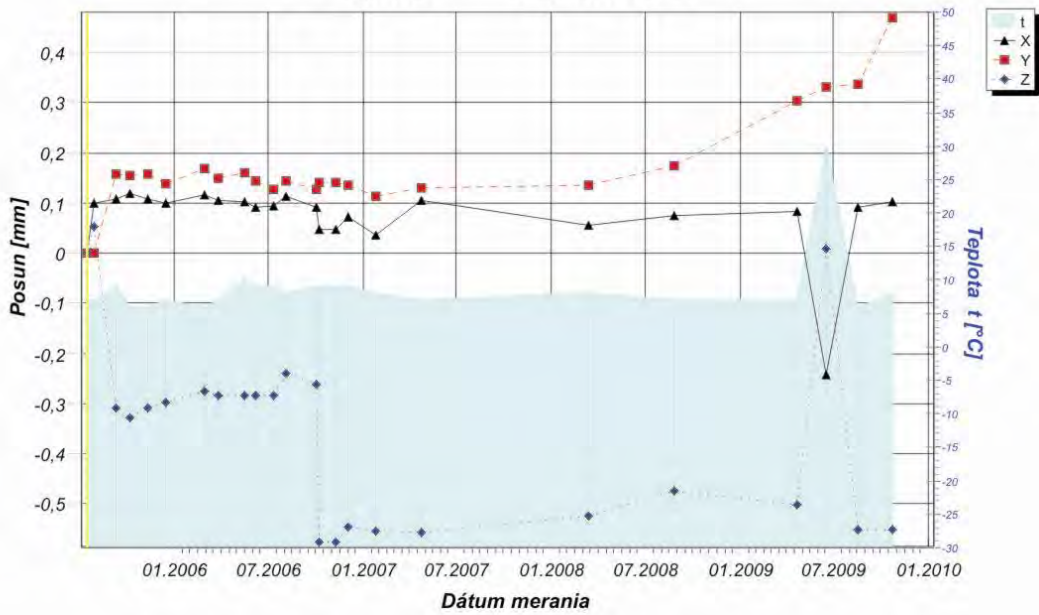




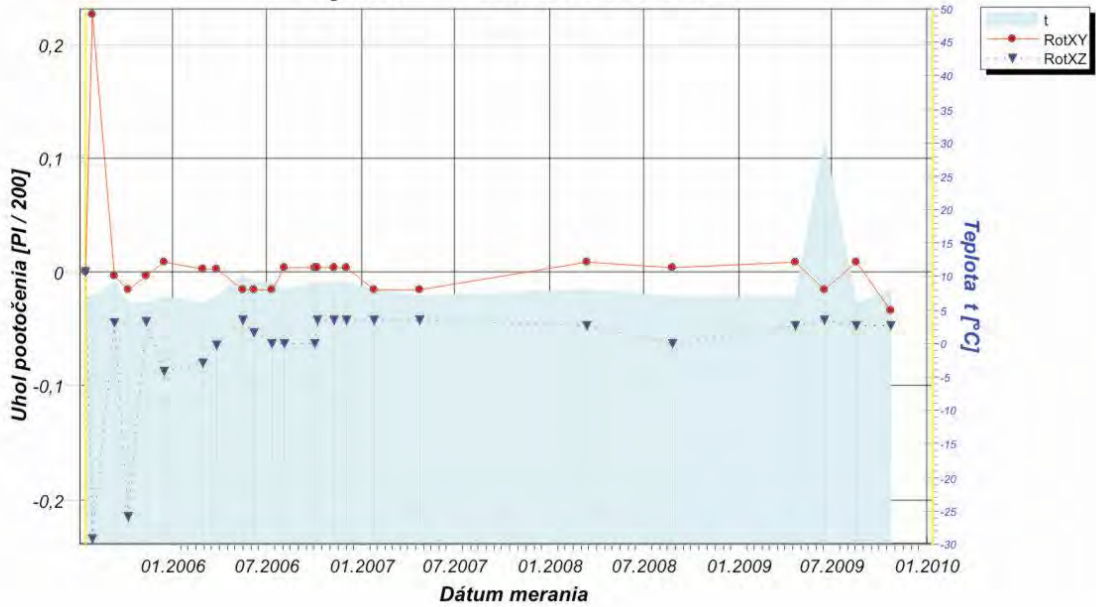


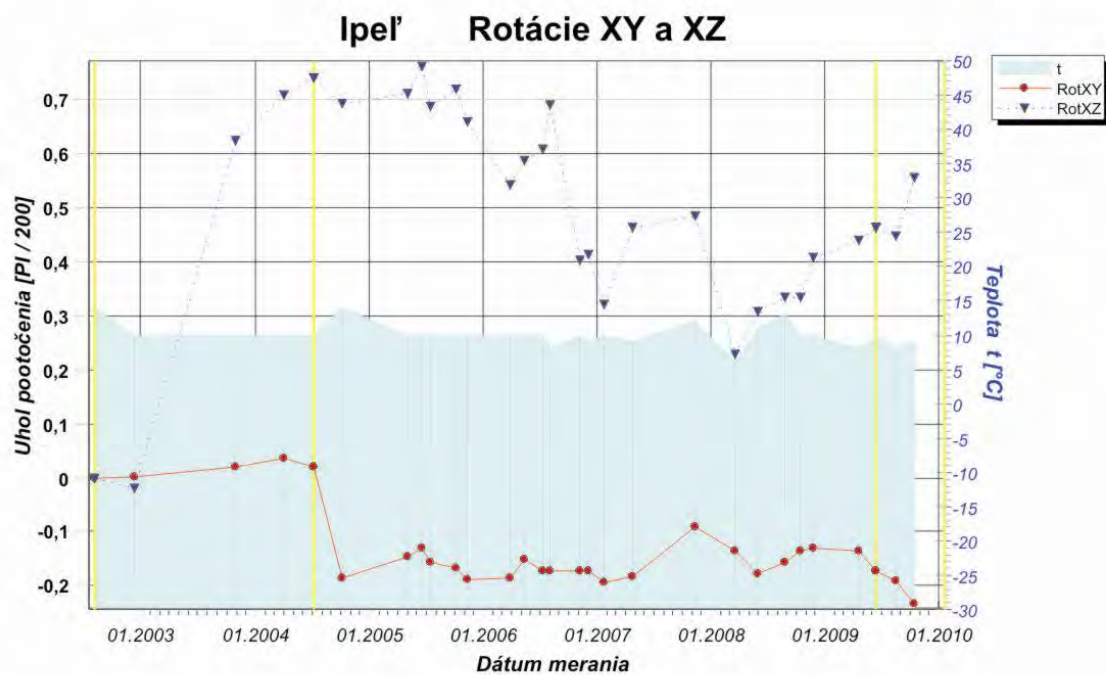
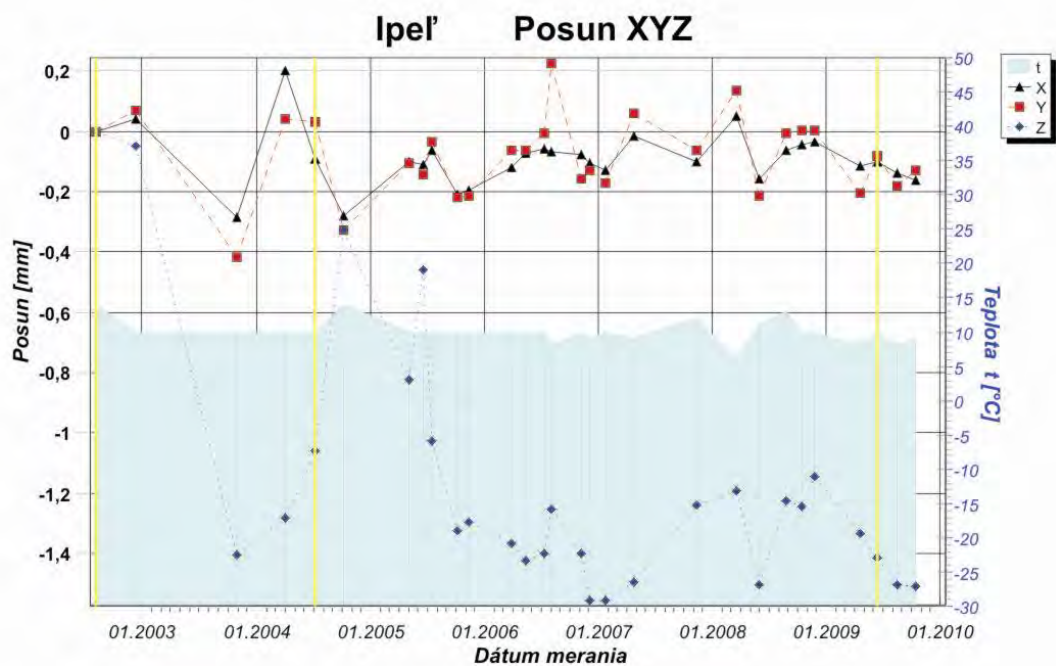


### Vyhne Posun XYZ

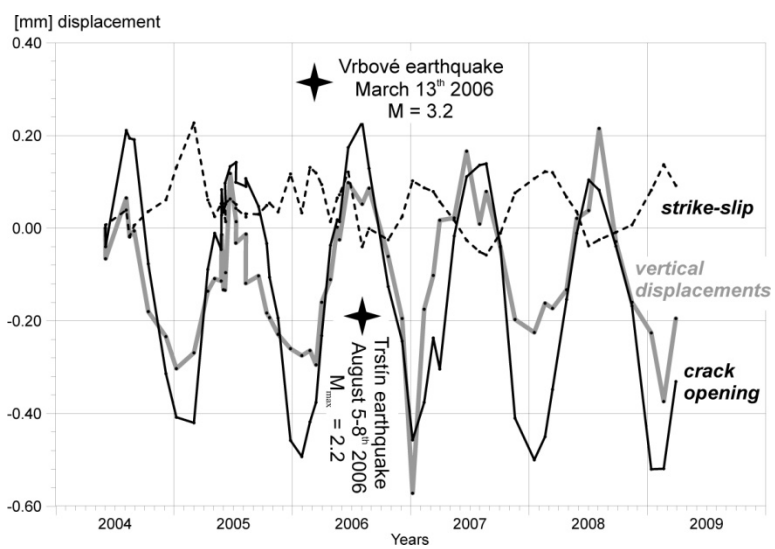


### Vyhne Rotácie XY a XZ





## Graf pohybov z lokality Dobrá Voda



## Príl. 2.4: Analýza seizmických záznamov v roku 2009 a za obdobie rokov 2002 – 2009

Autori: RNDr. Andrej Cipciar, Mgr. Miriam Kristeková, PhD., GFÚ SAV Bratislava

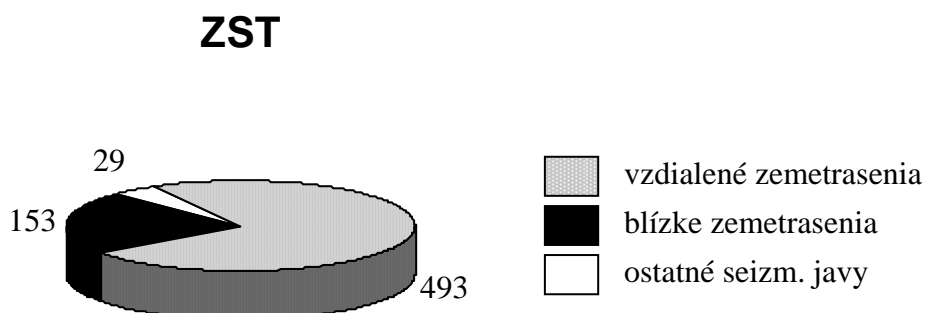
Seizmické stanice NSSS v období od 1.1.2009 do 31.12.2009 zaznamenali celkom 4 990 zemetrasení a priemyselných explózií. Seizmometricky lokalizovaných bolo 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo v roku 2009 na území Slovenska pozorovaných 6 zemetrasení.

V jednotlivých častiach budú uvedené podrobne údaje pre rok 2009 a stručne spomenuté údaje pre roky 2002-2008.

### Seizmická stanica Železná studnička (ZST)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica ZST 675 seizmických javov.

Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v období 1.1.-31.12.2009 je vyjadrený grafom (obr.1).



Obr. 1: Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v období 1.1.-31.12.2009

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	62	27	2	91
Február	13	7	1	21
Marec	0	0	0	0
Apríl	31	11	1	43
Máj	83	44	3	130
Jún	81	20	4	105
Júl	42	14	2	58
August	76	11	2	89
September	40	12	11	63
Október	64	7	3	74
November	1	0	0	1
December	0	0	0	0

V mesiacoch marec, november-december sa na stanici vyskytli technické problémy, najmä s prenosom zaznamenaných údajov.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou ZST v období 2002-2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	750	306	418	1474
2003	868	393	438	1699
2004	1183	368	208	1759
2005	1546	265	207	2021
2006	1210	382	228	1820
2007	1327	373	181	1881
2008	898	312	59	1269
2009	493	153	29	675

Seizmická stanica ZST je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. Vybavená je krátkoperiodickými seizmometrami SM-3 a širokopásmovými seizmometrami SKD. So seizmometrami umiestnenými v špeciálnej štôlni vybudovanej na tento účel a telemetrickým prenosom údajov (od roku 1989) do spracovateľskej centrály bola dlhý čas najlepšou seizmickou stanicou na území Slovenska. Až v roku 2004 v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS po inštalovaní širokopásmových seizmometrov STS 2 (ktoré sú modernejšie a kvalitnejšie ako prístroje SKD) a vybudovaní satelitného spojenia modernizovaných a nových seizmických staníc s analyzačnou centrárou sa pred ňu postupne dostávajú stanice VYHS, CRVS, KOLS, KECS, STHS.

V roku 2009 sa na stanici vyskytli viaceré technické problémy, súvisiace najmä so zastaraným telemetrickým systémom prenosu údajov. Koncom roku 2009 prestal prenos údajov fungovať úplne a bude ho treba nahradiť modernejšou technológiou.

### Seizmická stanica Modra (MODS)

Seizmická stanica MODS bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom (seizmometer, prenos údajov) mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou MODS v období 2002-2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	126	256	134	516
2003	242	247	134	623
2004	238	110	53	401
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	1362	642	292	2296
2008	248	125	30	403
2009	0	0	0	0

Seizmická stanica MODS je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. Seizmometer je umiestnený v špeciálnych priestoroch areálu astronomického observatória Fakulty matematiky,

fyziky a informatiky UK s internetovým spojením s analyzačnou centrálou v Bratislave. Nevýhodou stanice bolo, že počas jarných mesiacov pri výraznom zvýšení hladiny podzemnej vody, bývala miestnosť so seizmometrom zaplavovaná vodou. Seizmická stanica bola preto vybavená vodotesným krytom, ktorý však nemal 100 % účinnosť. V rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bol v roku 2002 vybudovaný nový vodotesný kryt a nový zvýšený inštalčný pilier. Následne boli na stanici nainštalované širokopásmové seizmometre SKD a v auguste 2002 spustená kontinuálne registrácia. Koncom roku 2004 začali na seizmickej stanici MODS technické problémy. Po dlhom hľadaní riešenia bolo rozhodnuté o výmene seizmometra. Na jeseň 2006 bol na stanici nainštalovaný širokopásmový seizmometer STS-2, ktorý bol dokonca roku 2006 v skúšobnej prevádzke. V roku 2008 sa na tejto stanici opakovaně vyskytli problémy so seizmometrom a zároveň aj s prenosom údajov, ktoré boli koncom roku 2008 riešené zaslaním seizmometra STS-2 výrobcovi na opravu. Seizmická stanica je veľmi citlivá na prepätia vznikajúce pri búrkovej činnosti a pred jej opätovným uvedením do prevádzky je preto potrebné zabezpečiť opatrenia znižujúce riziko poškodenia prístrojového vybavenia počas búrok.

### Seizmická stanica Hurbanovo (HRB)

Seizmická stanica HRB je najstaršou stanicou na území Slovenska - registruje už od roku 1902. Má historický, avšak stále aj vecný význam. Javy, zaznamenané touto stanicou sú však interpretované len vo výnimočných prípadoch.

Za obdobie 2002-2009 nebol interpretovaný žiadny záznam zo seizmickej stanice HRB.

### Seizmická stanica a Šrobárová (SRO)

Seizmická stanica SRO bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	23	17	86	126
2003	206	38	24	268
2004	458	80	11	549
2005	519	85	15	619
2006	256	45	20	321
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0

Seizmická stanica SRO je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. Je vybavená krátkoperiodickými seizmometrami SKM-3. V rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bol v roku zriadený satelitný prenos údajov do analyzačnej centrály a telemetrické spojenie so seizmickými stanicami SRO1 a SRO2. Údaje z týchto staníc sa teda telemetriou prenášali na seizmickú stanicu SRO a odtiaľ satelitným prenosom do analyzačnej centrály v Bratislave. Koncom roku 2006 začali opakované technické problémy dlhodobého charakteru súvisiace so zastaraným zberným systémom PCM. Tento bude treba nahradiť modernejším systémom SEMS (viď Tab. 2.2.1). K podobnej zámene zberného systému bude potrebné pristúpiť aj na seizmické staniciach SRO1 a SRO2.

### Seizmická stanice Iža (SRO1)

Seizmická stanice SRO1 bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	56	17	3	76
2005	271	50	15	336
2006	168	35	13	216
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0

Seizmická stanica SRO1 bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v októbri 2004. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a telemetrickým prenosom údajov na stanicu SRO. Spolu s problémami so seizmickou stanicou SRO koncom roku 2006 začali problémy aj so seizmickou stanicou SRO1. Na jar 2009 bola seizmická stanica poškodená (spadnutá búdka, potrhane oplotenie) a následne vykradnutá. Potrebné stavebné práce boli vykonané na jeseň 2009 a inštalácia novej technológie je naplánovaná na rok 2010 po zabezpečení stanice pred opakovaným vandalizmom.

### Seizmická stanice Moča (SRO2)

Seizmická stanice SRO2 bola v roku 2009 kvôli pretrvávajúcim technickým problémom mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou SRO v období 2002-2009:

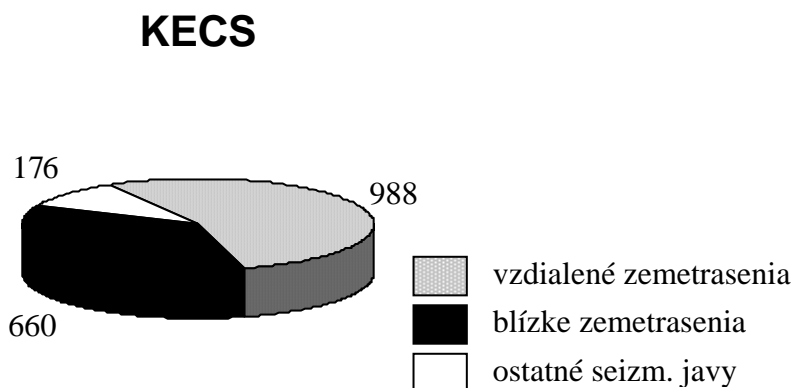
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	95	17	3	115
2005	205	43	5	253
2006	132	33	8	173
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0

Seizmická stanica SRO2 bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v septembri 2004. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a telemetrickým prenosom údajov na stanicu SRO. Spolu s problémami so seizmickou stanicou SRO koncom roku 2006 začali problémy aj so seizmickou stanicou SRO2. Pravdepodobne bude potrebné nahradiť starý zberný systém PCM

modernejším systémom SEMS na všetkých seizmických stanicích Šrobárovskej siete (SRO, SRO1, SRO2).

### Seizmická stanica Kečovo (KECS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica KECS 1824 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového je vyjadrený grafom (obr.2).



Obr. 2: Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS v období 1.1.-31.12.2009

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	65	51	7	123
Február	0	0	0	0
Marec	0	0	0	0
Apríl	0	0	0	0
Máj	24	30	3	57
Jún	131	106	29	266
Júl	176	119	18	313
August	218	114	40	372
September	160	132	57	349
Október	91	40	16	147
November	97	53	5	155
December	26	15	1	42

Počas mesiacov február-máj bola seizmická stanica KECS kvôli technickým problémom mimo prevádzky.



Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KECS v období 2002-2009:

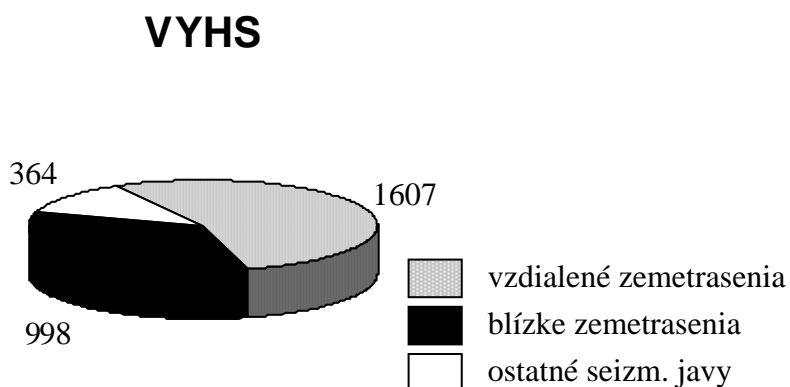
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003	48	9	4	61
2004	575	127	101	803
2005	1471	766	351	2588
2006	1820	1353	532	3705
2007	1314	866	328	2508
2008	1571	1050	258	2879
2009	988	660	176	1824

Seizmická stanica KECS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v decembri 2003. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. Stanica sa rýchlo zaradila medzi najlepšie krátkoperiodické seizmické stanice na území Slovenska a až do roku 2009 fungovala prakticky bez väčších technických problémov.

V roku 2009 sa na stanici vyskytli technické problémy (február-máj, december) súvisiace s opotrebovanosťou staničného počítača. Staničné počítače (obvykle bežné PC so špeciálnym operačným systémom) sú v nepretržitej prevádzke v terénnych podmienkach už vyše 5 rokov a preto sa podobné problémy môžu postupne prejavovať aj na ďalších staničiach NSSS.

#### Seizmická stanica Vyhne (VYHS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica VYHS 2969 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je vyjadrený grafom (obr. 3).



Obr. 3: Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS v období 1.1.-31.12.2009

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	178	139	32	349
Február	162	67	29	258
Marec	226	94	24	344
Apríl	245	139	48	432
Máj	172	103	66	341
Jún	175	114	54	343
Júl	200	143	53	396
August	155	81	33	269
September	94	118	25	237
Október	0	0	0	0
November	0	0	0	0
Decemberr	0	0	0	0

Počas mesiacov október-december bola seizmická stanica VYHS kvôli problémom s prenosom zaznamenaných údajov mimo prevádzky.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou VYHS v období 2002:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002	17	51	41	109
2003	83	131	93	307
2004	1471	804	290	2565
2005	2085	1393	605	4083
2006	1892	1637	722	4251
2007	1985	1667	646	4298
2008	2146	1781	329	4256
2009	1607	998	364	2969

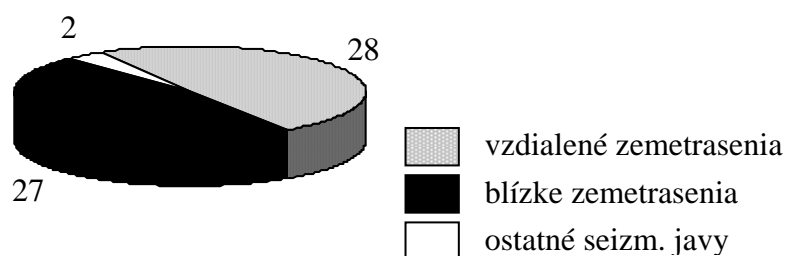
Seizmická stanica VYHS je v prevádzke počas celého obdobia 2002-2009. V rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS bol na stanici v roku 2003 nainštalovaný širokopásmový seizmometer STS a zriadený satelitný prenos zaznamenaných údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. Seizmická stanica VYHS je od roku 2004 najlepšou seizmickou stanicou na území Slovenska.

Koncom roku 2009 (október-december) sa na stanici vyskytli problémy so satelitným prenosom údajov. Zmenou pozície komunikačného satelitu sme so stanicu stratili spojenie a bolo treba hľadať alternatívne možnosti prenosu zaznamenaných údajov.

### **Seizmická stanica Likavka (LIKS)**

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica LIKS 7 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je vyjadrený grafom (Obr. 4).

## LIKS



Obr. 4: Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS v období 1.1.-31.12.2009

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkyh zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	10	14	1	25
Február	8	2	1	11
Marec	5	6	0	11
Apríl	5	5	0	10
Máj	0	0	0	0
Jún	0	0	0	0
Júl	0	0	0	0
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
Október	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

Kvôli vysokému technogénnemu šumu na seizmickej stanici LIKS sa zaznamenané údaje v apríli 2009 prestali interpretovať a stanica sa ponechala v prevádzke len pre prípad silného blízkeho zemetrasenia. Seizmická stanica LIKS bude v roku 2010 presunutá na novú lokalitu.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou LIKS v období 2002-2009:

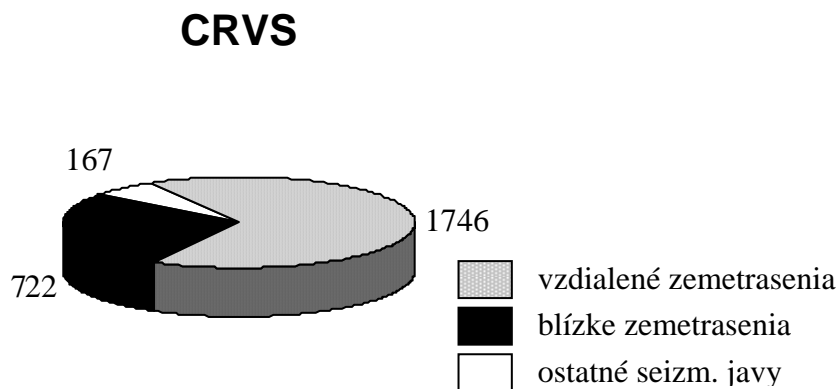
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	121	165	23	309
2005	130	217	39	386
2006	219	126	20	365
2007	89	68	12	169
2008	147	84	8	239
2009	28	27	2	57

Seizmická stanica LIKS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky vo februári 2004. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave.

Od roku 2007 sa na stanici začal výrazne zhoršovať technogénny šum a záznamy zo stanice LIKS sa stávali čoraz ťažšie interpretovateľné. V roku 2009 sa záznamy zo stanice LIKS interpretovali len vo výnimočných prípadoch a bolo rozhodnuté premiestniť stanicu na inú lokalitu. Vybraná bola lokalita v obci Liptovská Anna, kde boli v roku 2009 vykonané stavebné a prípravné inštalačné práce. Premiestnenie seizmickej stanice LIKS na novú lokalitu do Liptovskej Anny a spustenie registrácie je naplánované na jar roku 2010.

### Seizmická stanica Červenica (CRVS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica CRVS 2635 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je vyjadrený grafom (obr. 5).



Obr. 5: Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS v období 1.1.-31.12.2009

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	141	77	15	233
Február	167	47	18	232
Marec	173	49	9	231
Apríl	221	90	26	337
Máj	170	83	22	275
Jún	177	83	17	277
Júl	17	4	1	22
August	248	85	20	353
September	137	76	20	233
Október	51	15	7	73
November	128	53	9	190
December	116	60	3	179

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou CRVS v období 2002-2009:

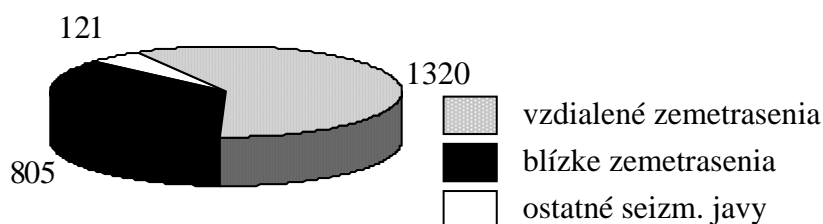
Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003	146	47	10	203
2004	1291	445	124	1860
2005	1630	715	233	2578
2006	1224	886	296	2406
2007	1613	724	252	2589
2008	1574	667	170	2411
2009	1746	722	167	2635

Seizmická stanica CRVS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v máji 2003. Stanica bola vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. V roku 2004 bol krátkoperiodický seizmometer LE3D nahradený širokopásmovým seizmometrom STS-2. Stanica funguje až do súčasnosti bez väčších technických problémov.

### Seizmická stanica Stebnicka huta (STHS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica STHS 2246 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je vyjedrený grafom (obr. 6).

## STHS



Obr. 6: Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkyh zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	103	98	7	208
Február	0	0	0	0
Marec	0	0	0	0
Apríl	0	0	0	0
Máj	27	30	3	60
Jún	146	80	17	243
Júl	176	119	16	311
August	211	100	15	326
September	165	120	27	312
Október	255	84	23	362
November	128	79	7	214
December	109	95	6	210

Počas mesiacov február-apríl bola seizmická stanica STHS kvôli technickým problémom mimo prevádzky.

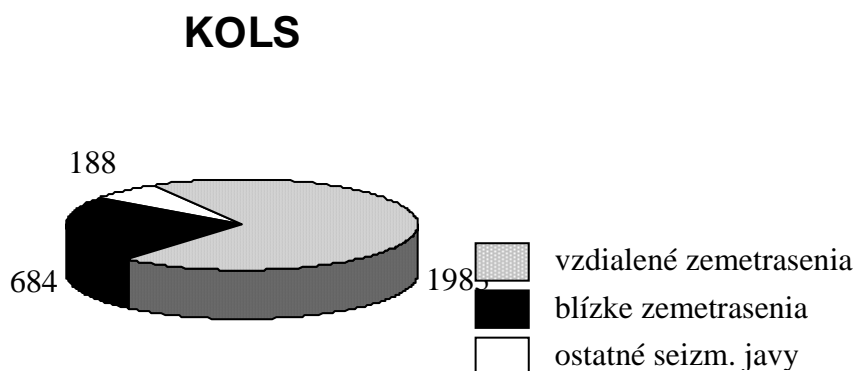
Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou STHS v období 2002-2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkyh zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004				
2005	926	599	165	1690
2006	1854	1606	401	3861
2007	1853	1400	296	3549
2008	1665	1109	118	2892
2009	1320	805	121	2246

Seizmická stanica STHS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS v decembri 2004. Po počiatkových problémoch a skúšobnej prevádzke bola uvedená do prevádzky v júli 2005. Stanica je vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. Vďaka dobrým registračným podmienkam a svojej geografickej polohe, ktorá jej umožňuje zaznamenávať banské otrasy z oblasti Ostravy a Sliezska (často zaznamenané len na stanicach VYHS a STHS) je táto seizmická stanica spolu so stanicou KECS najlepšou krátkoperiodickou seizmickou stanicou. Stanica funguje až do súčasnosti bez väčších technických problémov.

### Seizmická stanica Kolonické sedlo (KOLS)

Za obdobie 1.1.-31.12.2009 zaznamenala seizmická stanica KOLS 2855 seizmických javov. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov z celkového počtu je vyjadrená grafom (obr. 7).



Obr. 7. Podiel jednotlivých druhov seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS v období 1.1.-31.12.2009.

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS počas jednotlivých mesiacov roku 2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkyh zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
Január	90	57	17	164
Február	151	38	12	201
Marec	179	52	6	237
Apríl	205	78	22	305
Máj	163	76	16	255
Jún	151	64	12	227
Júl	178	55	19	252
August	238	65	19	322
September	160	63	18	241
Október	205	41	27	273
November	153	52	13	218
December	110	43	7	160

Počty seizmických javov zaznamenaných seizmickou stanicou KOLS v období 2002-2009:

Mesiac	Počet vzdialených zemetrasení	Počet blízkych zemetrasení	Počet ostatných seizm. javov	Počet všetkých zaznamenaných seizm. javov
2002				
2003				
2004	669	219	68	866
2005	2018	521	177	2716
2006	1670	579	256	2505
2007	1810	487	200	2497
2008	1517	464	74	2055
2009	1983	684	188	2855

Seizmická stanica KOLS bola vybudovaná v rámci riešenia projektu Modernizácie a doplnenia NSSS a uvedená do prevádzky v septembri 2004. Stanica bola vybavená krátkoperiodickým seizmometrom LE3D a satelitným prenosom údajov do analyzačnej centrály v Bratislave. V roku 2006 bol krátkoperiodický seizmometer LE3D nahradený širokopásmovým seizmometrom STS-2. Stanica funguje až do súčasnosti bez väčších technických problémov.



## Príl. 2.5: Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v rokoch 2002-2009 s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky

Autori: RNDr. Andrej Cipciar, Mgr. Miriam Kristeková, PhD., GFÚ SAV Bratislava

Národná sieť seizmických staníc je vybudovaná tak, aby bolo možné na základe záznamov zo seizmických staníc lokalizovať každé zemetrasenie ktoré bolo makroseizmicky pozorované (účinky na objektoch, stavbách, ľuďoch a prírode) na území Slovenska. Pri lokalizácii na základe záznamov zo seizmických staníc hovoríme o seizmometrickej lokalizácii. Okrem makroseizmicky pozorovaných zemetrasení sú pri dostatku záznamov seizmometricky lokalizované aj slabšie zemetrasenia, ktoré sa makroseizmicky neprejavili. Pri seizmometrickej lokalizácii sú využívané údaje nielen zo seizmických staníc NSSS, ale aj z ostatných staníc Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV.

### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2002

V roku 2002 bolo na základe záznamov seizmických staníc NSSS seizmometricky lokalizovaných 8 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky sa prejavili 4 zemetrasenia (22.1.2002, 5.3.2002, 14.12.2002 a 30.12.2002).

Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2002 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Dátum			Čas [UTC]			HYPOCENTRUM			I <sub>0</sub>	M <sub>L</sub>	Lokalita
rok	mes.	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	H [km]			
<b>Marec</b>											
2002	03.	3.	22	49	18	48,41	17,41	9		1	Dobrá Voda
<b>Máj</b>											
2002	05.	15.	13	57	23	48,59	17,79	6		1,1	Dobrá Voda
<b>August</b>											
2002	08.	08.	20	05	49	48,60	17,11	4,5		1,1	Pernek - Modra (?)
<b>November</b>											
2002	11.	22.	15	30	50	47,76	17,59	23,5		1,9	Komárno
<b>December</b>											
2002	12.	14.	0	27	58,80	49,16	19,27	15	3,4	2,4	Severné Slovensko
2002	12.	14.	11	0	0	48,67	20,12	-		-	Stredné Slovensko
2002	12.	15.	11	04	48	48,50	17,51	6		2,4	Dobrá Voda
2002	12.	30.	21	22	44,20	48,03	17,34	17	3,5	3	Šamorín - Veľký Meder

### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2003

Podľa údajov GFÚ SAV bolo v záujmovom území Slovenskej republiky (územie Slovenska a hraničné oblasti okolitých štátov) v roku 2003 seizmometricky zaznamenaných 9 zemetrasení. Bolo zaznamenaných 5 zemetrasení s makroseizmickými účinkami (3.2.2003, 20.5.2003, 1.6.2003, 9.9.2003, 19.9.2003).

Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2003 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Dátum			Čas [UTC]			HYPOCENTRUM			M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita
rok	mes.	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	H [km]			
<b>Február</b>											
2003	02.	03.	19	32	44,8	47,88	17,01	10,5		3,4	Austria - Hungary border reg
<b>Apríl</b>											
2003	04.	05.	20	21	39,1	48,55	17,45	9		2,6	Dobrá Voda
2003	04.	26.	06	43	13,9	47,81	17,17	23		2,2	SR/Maďarsko
<b>Máj</b>											
2003	05.	20.	20	13	39,8	48,83	22,08	4,5	4,3	3,7	Vihorlat
<b>Jún</b>											
2003	06.	17.	08	58	15,6	48,57	17,74	14		2,4	Považský Inovec
<b>Júl</b>											
2003	07.	10.	02	40	19,5	48,05	19,57	10		2,4	SR/Maďarsko
<b>September</b>											
2003	09.	19.	08	44	0,5	48,62	17,51	13	3,4	3,1	Dobrá Voda
<b>November</b>											
2003	11.	06.	13	49	28,8	47,73	17,73	21		1,9	Veľký Meder
<b>December</b>											
2003	12.	17.	07	39	14,1	47,79	18,1	23		2,2	Komárno

**Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2004**

Podľa údajov GFÚ SAV bolo v záujmovom území Slovenskej republiky (územie Slovenska a hraničné oblasti okolitých štátov) v roku 2004 seizmometricky zaznamenaných 33 zemetrasení. Zaznamenaných bolo 11 zemetrasení s makroseizmickými účinkami (7.1.2004, 10.1.2004, 13.1.2004, 25.5.2004, 12.6.2004, 18.8.2004, 23.9.2004, 30.11.2004, 1.12.2004, 2.12.2004, 9.12.2004).

Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2004 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Dátum			Čas [UTC]			HYPOCENTRUM			M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita
rok	mes.	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	H [km]	agentúra		
<b>Január</b>											
2004	01.	10.	7	43	17,1	48,77	19,31	14,5	2,2 GFU	4	Stredné Slovensko
<b>Február</b>											
2004	02.	21.	21	41	46,4	49,54	20,43	20,5	2,2 PROGSEIS		Poľsko-slovenská hraničná oblasť

Dátum			Čas [UTC]			HYPOCENTRUM			M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita
rok	mes.	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	H [km]	agentúra		

### Marec

2004	03.	04.	07	04	31,1	48,90	18,17	25,5	-		Považie-Trenčín-Žilina
2004	03.	18.	11	27	3,4	49,08	18,59	16	1,1 PROGSEIS		Považie-Trenčín-Žilina
2004	03.	26.	11	08	52,2	49,36	18,09	26,5	-		Česko-slovenská hraničná oblasť

### Apríl

2004	04.	05.	11	26	55,2	48,25	19,84	3,5	-		Stredné Slovensko
------	-----	-----	----	----	------	-------	-------	-----	---	--	-------------------

### Máj

2004	05.	19.	21	47	22,4	49,32	18,37	19,5	-		Česko-slovenská hraničná oblasť
2004	05.	25.	07	30	14,5	47,50	17,13	19	4,4	5-6	Maďarsko
2004	05.	25.	13	22	4,0	48,72	18,63	14,5	2,2 PROGSEIS		Stredné Slovensko

### Jún

2004	06.	12.	09	59	19,9	48,72	19,19	25	2,2 GFU	3	Stredné Slovensko
2004	06.	29.	11	23	19,8	48,52	19,35	13	1,9 PROGSEIS		Stredné Slovensko

### Júl

2004	07.	21.	08	43	19,6	47,92	17,66	11	-		Veľký Meder
2004	07.	29.	19	24	00,6	48,05	17,21	17	2,2 GFU		Pernek-Modra

### August

2004	08.	18.	09	01	23,1	47,59	17,97	19	3,1		Maďarsko
2004	08.	21.	20	29	22,1	48,61	18,68	7,5	1,4 PROGSEIS		Stredné Slovensko

### September

2004	09.	07.	16	06	39,6	48,16	19,31	16,5	1,9 PROGSEIS		Stredné Slovensko
2004	09.	17.	08	44	25,3	49,14	18,70	17	1,3 PROGSEIS		Považie-Trenčín-Žilina
2004	09.	20.	08	56	43,9	49,05	21,51	10,5	-		Východné Slovensko
2004	09.	23.	05	32	22,3	48,28	18,83	15	3,6 GFU	5	Stredné Slovensko
2004	09.	24.	09	05	22,3	49,17	18,80	11	1,4 PROGSEIS		Považie-Trenčín-Žilina
2004	09.	29.	11	31	59,2	48,84	18,86	25,5	1,2 PROGSEIS		Stredné Slovensko

### Október

2004	10.	28.	14	06	02,8	48,85	20,51	16	2,6 GFU		Slovenský Raj
------	-----	-----	----	----	------	-------	-------	----	------------	--	---------------

### November

2004	11.	29.	12	04	37,9	49,27	20,05	-	-		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	11.	30.	17	18	36,0	49,35	19,91	7,5	4,4 GFU	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť

Dátum			Čas [UTC]			HYPOCENTRUM			M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita
rok	mes.	deň	hod	min	sek	[°N]	[°E]	H [km]	agentúra		

#### December

2004	12.	01.	23	25	13,5	49,48	19,85	4,5	2,6 PROGSEIS		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12.	02.	18	25	37,0	49,52	19,80	2,5	3,2 GFU	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12.	07.	10	26	13,1	48,95	18,36	22	1,2 PROGSEIS		Považie-Trenčín-Žilina
2004	12.	09.	01	09	03,5	49,50	19,79	3	2,9 GFU	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12.	11.	17	25	14,8	49,38	19,97	16	2,3 PROGSEIS		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12.	13.	00	05	29,5	49,47	19,78	6	2,3 GFU		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12.	13.	03	29	05,5	49,41	19,92	13	2,5 PROGSEIS		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
2004	12.	17.	11	24	11,4	48,88	21,60	9,5	-		Východné Slovensko
2004	12.	27.	12	23	09,3	49,15	18,85	3,5	1,2 PROGSEIS		Považie-Trenčín-Žilina

#### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2005

Podľa údajov o zemetraseniach na Slovensku a v priľahlých prihraničných územiach bolo v roku 2005 seizmometricky zaznamenaných 51 zemetrasení. Makroseizmicky bolo v roku 2005 na Slovensku zaznamenané len jedno zemetrasenie (24.2.2005).

#### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2005 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### Január

03.	17:37:11,4	49,31 N	19,80 E	21	1,2	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
12.	10:22:43,0	47,80 N	18,49 E	11	-	-	Južné Slovensko - Búč
23.	23:33:16,8	49,53 N	19,80 E	4	2,5	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
29.	17:16:54,0	49,52 N	19,86 E	3	3,0	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	
<b>Február</b>							
04.	18:07:06,7	49,54 N	19,30 E	-	-	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
07.	06:08:44,1	49,38 N	19,92 E	3	1,8	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
10.	12:22:11,1	48,91 N	21,11 E	11	1,1	-	Šarišská vrchovina
11.	12:08:29,6	49,12 N	19,90 E	-	-	-	Slovensko-poľská hraničná oblasť
17.	07:25:59,6	49,03 N	22,01 E	6	1,0	-	Severovýchodné Slovensko <sup>1</sup>
18.	01:32:51,6	49,26 N	19,69 E	18	1,5	-	Slovensko-poľská hraničná oblasť
18.	09:50:00,5	48,43 N	21,74 E	16	1,4	-	Maďarsko-slovenská hranica <sup>2</sup>
18.	17:37:17,9	49,25 N	19,62 E	5	1,0	-	Slovensko-poľská hraničná oblasť
22.	20:55:30,0	49,36 N	19,93 E	1	1,4	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
24.	00:13:06,1	47,74 N	18,25 E	9	1,6	3	Južné Slovensko - Iža
24.	13:17:03,1	49,12 N	21,52 E	-	2,0	-	Hanušovské predhorie
25.	02:21:50,9	49,56 N	19,54 E	-	-	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
28.	11:04:34,4	48,07 N	18,32 E	-	-	-	Južné Slovensko-Semerovo
<b>Marec</b>							
16.	12:46:13,8	47,81 N	18,55 E	4	1,4	-	Južné Slovensko- Belá
<b>Apríl</b>							
03.	02:05:27,8	49,30 N	19,94 E	1	1,2	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
<b>Máj</b>							
01.	16:17:02,9	49,20 N	19,93 E	2	1,7	-	Slovensko-poľská hraničná oblasť
10.	16:03:51,8	49,42 N	18,33 E	2	-	-	Moravsko-sliezske Beskydy
13.	16:55:59,1	48,73 N	21,90 E	1	1,5	-	Laborecká rovina <sup>3</sup>
13.	17:54:17,0	48,73 N	21,91 E	1	1,2	-	Laborecká rovina
18.	20:32:30,8	48,75 N	21,90 E	-	1,8	-	Laborecká rovina
<b>Jún</b>							
02.	07:43:27,1	49,37 N	19,83 E	5	2,7	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
07.	11:00:46,4	48,78 N	19,49 E	-	2,0	-	Stredné Slovensko <sup>5</sup>
13.	08:59:08,4	49,39 N	19,92 E	15	1,5	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
<b>Júl</b>							
09.	01:58:02,6	48,74 N	19,23 E	4	1,1	-	Stredné Slovensko <sup>6)</sup>
12.	10:55:27,0	49,00 N	21,34 E	12	0,6	-	Slanské vrchy <sup>4</sup>
26.	06:29:54,5	48,92 N	20,60 E	3	0,7	-	Hornádska kotlina
27.	09:14:34,7	48,86 N	18,97 E	-	1,3	-	Stredné Slovensko <sup>7</sup>
28.	08:06:41,4	48,80 N	20,62 E	1	0,4	-	Hornádska kotlina

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mm:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	
<b>August</b>							
01.	16:07:39,8	48,53 N	19,84 E	2	0,7	-	Stredné Slovensko <sup>8</sup>
08.	17:00:45,0	48,78 N	21,87 E	2	1,0	-	Laborecká rovina
11.	11:42:39,9	48,80 N	19,06 E	-	0,9	-	Stredné Slovensko <sup>8</sup>
12.	00:30:39,4	48,59 N	20,18 E	-	<0	-	Stredné Slovensko <sup>8</sup>
20.	03:13:32,0	48,59 N	20,24 E	2	0,3	-	Stredné Slovensko <sup>8</sup>
24.	15:46:14,1	49,38 N	19,90 E	6	1,7	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
25.	01:44:26,0	49,33 N	19,91 E	4	1,3	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
27.	14:44:15,2	49,34 N	19,88 E	-	1,4	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
27.	14:48:20,7	49,33 N	19,83 E	5	1,0	-	Poľsko-slovenská hraničná oblasť
31.	11:33:31,4	48,06 N	18,57 E	0	0,6	-	Južné Slovensko-Nýrovce
<b>September</b>							
30.	10:07:26,4	48,80 N	19,91 E	-	0,3	-	Stredné Slovensko <sup>12</sup>
<b>Október</b>							
12.	10:38:50,9	48,64 N	20,77 E	44	-	-	Rožňava
<b>November</b>							
04.	17:06:06,5	47,78 N	18,54 E	15	1,1	-	Južné Slovensko - Belá
<b>December</b>							
01.	11:58:39,5	48,73 N	20,21 E	-	0,3	-	Stredné Slovensko <sup>13)</sup>
13.	10:26:56,4	48,40 N	18,28 E	-	0,3	-	Nitrianska pahorkatina
13.	10:59:20,0	48,91 N	19,98 E	-	1,3	-	Stredné Slovensko <sup>14)</sup>
13.	12:01:01,7	48,27 N	20,29 E	-	0,4	-	SV Maďarsko - Lenartovce
13.	12:51:41,4	48,57 N	19,84 E	-	0,8	-	Stredné Slovensko <sup>15)</sup>
22.	09:16:01,2	49,10 N	18,51 E	-	1,0	-	Rajecká kotlina

### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2006

V roku 2006 bolo na území Slovenska a v príslušných prihraničných územiach seizmometricky zaznamenaných 58 zemetrasení. Makroseizmicky sa prejavilo 5 zemetrasení (9.3.2006 o 20 hod. 14 min 34,6 sec., 9.3.2006 o 21 hod. 58 min 52,2 sec., 13.3.2006, 5.8.2006, 23.11.2006).

Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2006 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

**Január**

16.	23:20:02,1	48,65 N	20,17 E	10	0,1		Stredné Slovensko
26.	11:27:49,3	47,86 N	17,90 E	0	1,9		Komárno
26.	12:23:15,6	47,60 N	18,42 E	0	1,4		Komárno
28.	02:05:40,3	48,31 N	21,56 E	0	1,0		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
28.	10:55:42,0	49,00 N	21,72 E				Slanské vrchy

**Február**

05.	01:54:06,1	49,01 N	22,23 E	39	0,3		Vihorlat
15.	08:34:25,0	48,57 N	21,35 E	11			Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
17.	19:13:09,9	48,49 N	20,41 E	15			Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
22.	11:40:48,2	48,00 N	18,46 E	5	1,7		Juhozápadné Slovensko

**Marec**

01.	18:54:59,4	49,55 N	19,78 E	5			Poľsko-slovenská hraničná oblasť
09.	21:58:52,5	48,90 N	18,21 E	2	1,6	4	Považský Inovec
09.	21:58:52,5	48,90 N	18,21 E	2	1,6	4	Považský Inovec
13.	08:28:39,1	48,57 N	17,65 E	10	3,2	5	Dobrá Voda
14.	11:42:14,2	48,57 N	17,64 E		1,3		Dobrá Voda
21.	07:39:10,7	48,63 N	21,70 E		0,7		Východoslovenská nížina

**Apríl**

08.	14:05:03,0	49,07 N	20,35 E	0	-		Spiš
10.	16:14:20,5	48,63 N	20,90 E		1,3		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
14.	03:01:02,5	48,60 N	20,28 E	3	0,8		Stredné Slovensko
14.	03:01:26,2	48,64 N	20,26 E	1	0,6		Stredné Slovensko
19.	00:01:32,74	48,66 N	17,25 E	4			Dobrá Voda
20.	13:15:04,4	48,63 N	17,46 E		1,5		Dobrá Voda

**Máj**

05.	09:10:44,1	48,02 N	19,66 E	7	0,6		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
15.	19:00:51,5	48,41 N	20,55 E	10	-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
20.	10:53:00,9	48,35 N	20,60 E	2	-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
23.	11:48:12,4	48,86 N	20,75 E		0,6		Spiš
24.	01:21:21,3	48,42 N	19,70 E	28	1,0		Stredné Slovensko

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### Jún

07.	13:12:10,2	48,84 N	20,52 E		0,7		Spiš
15.	09:41:57,8	48,92 N	20,60 E	1	0,9		Spiš
19.	07:57:02,4	49,04 N	19,28 E	1	1,2		Severné Slovensko
23.	08:38:24,9	48,08 N	19,10 E		0,5		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
25.	01:12:27,4	49,18 N	20,10 E		2,4		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
27.	15:17:50,5	48,98 N	22,53 E	28	0,8		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
30.	09:26:26,0	48,66 N	22,03 E	10	0,7		Východoslovenská nížina

### Júl

05.	09:20:54,0	47,70 N	18,51 E	2	1,1		Komárno
06.	11:32:34,1	49,18 N	19,85 E				Poľsko-slovenská hraničná oblasť
25.	08:26:41,7	48,15 N	18,06 E		0,5		Juhozápadné Slovensko

### August

05.	08:57:35,7	48,54 N	17,40 E		1,3		Dobrá Voda
05.	08:58:50,8	48,53 N	17,46 E		1,0		Dobrá Voda
05.	09:00:09,7	48,53 N	17,44 E		1,6	3	Dobrá Voda
05.	21:11:20,0	48,49 N	17,41 E		0,7		Dobrá Voda
05.	23:46:45,4	48,53 N	17,46 E		0,9		Dobrá Voda
06.	00:35:23,4	48,49 N	17,36 E	1	0,4		Dobrá Voda
06.	20:49:30,7	49,05 N	21,61 E		1,1		Slanské vrchy
07.	14:21:29,9	48,82 N	16,88 E		0,9		Slovensko-česko-rakúska hraničná oblasť
29.	12:39:22,1	48,00 N	19,51 E	1	0,7		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť

### September

06.	12:58:27,7	49,15 N	19,69 E	3	1,0		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
27.	10:21:52,0	48,42 N	21,03 E	17	0,5		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť

### Október

03.	10:08:08,9	48,32 N	20,22 E	28	0,7		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
11.	11:59:16,1	49,07 N	22,47 E	27	1,5		Poľsko-ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
13.	01:01:17,8	48,56 N	17,22 E		1,4		Pernek-Modra
18.	02:52:41,4	48,64 N	20,18 E		-		Stredné Slovensko
25.	23:54:14,4	48,54 N	17,71 E		0,9		Dobrá Voda
26.	11:47:16,2	48,84 N	21,14 E		0,8		Spiš



Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### November

09.	19:57:51,3	48,38 N	20,56 E		-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
18.	05:12:06,4	49,51 N	18,67 E		-		Slovensko-česká hraničná oblasť
21.	14:16:00,8	48,94 N	20,32 E		1,7		Spiš
23.	07:15:20,4	48,20 N	22,75 E	21	4,3		Ukrajina

#### December

05.	20:03:00,9	48,39 N	20,59 E		-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
-----	------------	---------	---------	--	---	--	------------------------------------

### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2007

Podľa záznamov GFU SAV bolo v roku 2007 na území Slovenska a v priľahlých prihraničných územiach seizmometricky lokalizovaných 72 zemetrasení. Makroseizmicky nebolo na území Slovenska v roku 2007 pozorované žiadne zemetrasenie.

#### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia v roku 2007 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### Január

3	10:15:11,0	48,89 N	21,20 E	25	0,9		Slanské vrchy
11	22:50:21,4	48,61 N	17,27 E	0	-		Dobrá Voda
22	11:36:37,6	48,75 N	19,52 E	0	1,2		Oblasť Banskej Bystrice
29	22:58:50,1	49,37 N	20,43 E	1	1,3		Oblasť Vysokých Tatier

#### Február

7	07:11:00,7	48,81 N	19,45 E	0	0,8		Oblasť Banskej Bystrice
10	02:18:07,0	48,60 N	17,39 E	1	0,1		Dobrá Voda
15	11:49:29,1	48,20 N	20,29 E	-	0,4		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
22	18:19:58,0	48,53 N	18,49 E	0	-		Oblasť Hornej Nitry
27	17:11:42,7	48,38 N	17,16 E	1	1,6		Pernek-Modra
28	02:45:23,0	48,51 N	17,26 E	0	-		Dobrá Voda

#### Marec

1	04:27:22,5	48,49 N	17,52 E	0	0,6		Dobrá Voda
5	13:36:46,5	48,27 N	17,97 E	0	1,1		Oblasť južného Slovenska
6	22:40:39,4	49,57 N	18,99 E	0	-		Oblasť severného Slovenska
19	11:54:03,6	48,86 N	20,49 E	3	1,3		Oblasť Spiš-Gemer
22	11:21:40,1	47,92 N	19,43 E	0	0,9		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### Apríl

2	08:20:58,4	47,80 N	18,50 E	44	1,1		Šamorín - Štúrovo
4	08:52:10,5	48,84 N	19,58 E	0	0,9		Oblasť Banskej Bystrice
10	00:52:21,9	48,74 N	20,31 E	0	0,5		Oblasť Spiš-Gemer
13	11:00:27,0	47,70 N	18,88 E	0	1,0		Šamorín - Štúrovo
19	10:36:41,4	48,45 N	21,67 E	0	0,8		Tokajská oblasť
26	08:00:41,2	47,81 N	18,91 E	0	1,1		Šamorín- Štúrovo
26	20:24:30,9	48,51 N	17,39 E	3	0,8		Dobrá Voda
29	16:05:05,7	49,25 N	19,80 E	0	-		Oblasť Vysokých Tatier

#### Máj

4	10:10:48,3	48,00 N	19,24 E	0	1,3		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
20	21:18:08,6	48,12 N	17,32 E	0	-		Šamorín - Štúrovo
28	12:52:58,9	49,17 N	22,49 E	36	1,3		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
31	11:26:43,1	47,91 N	19,42 E	0	0,9		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť

#### Jún

7	02:22:06,3	47,96 N	17,17 E	2	1,1		Šamorín- Štúrovo
14	09:42:46,7	48,60 N	19,64 E	0	0,8		Oblasť Banskej Bystrice

#### Júl

3	22:32:51,2	49,34 N	19,86 E	2	1,3		Oblasť Vysokých Tatier
4	13:23:36,7	48,68 N	22,16 E	0	1,1		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
4	20:00:26,5	49,32 N	19,86 E	3	1,1		Oblasť Vysokých Tatier
10	13:57:20,8	48,22 N	19,13 E	0	2,0		Oblasť južného Slovenska
16	09:11:22,4	49,76 N	19,52 E	0	0,9		Oblasť severného Slovenska
27	10:01:43,2	49,42 N	20,86 E	0	0,9		Krynická oblasť(Poľsko)

#### August

4	02:39:20,8	48,58 N	17,56 E	3	1,2		Dobrá Voda
9	04:22:24,6	47,88 N	18,49 E	0	1,3		Šamorín- Štúrovo

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### September

1	17:15:00,2	49,34 N	19,86 E	3	0,9		Oblasť Vysokých Tatier
5	11:47:09,6	47,95 N	18,53 E	0	0,6		Šamorín - Štúrovo
15	00:31:54,5	48,78 N	19,48 E	0	0,8		Oblasť Banskej Bystrice
20	09:01:17,0	48,51 N	20,21 E	0	1,1		Oblasť Spiš-Gemer
24	10:13:03,2	49,65 N	20,97 E	0	1,1		Krynická oblasť(Poľsko)
24	11:12:49,9	49,73 N	21,11 E	0	1,3		Krynická oblasť(Poľsko)
24	11:15:07,0	49,62 N	20,95 E	5	0,8		Krynická oblasť(Poľsko)
24	15:13:17,9	49,77 N	21,14 E	2	1,4		Krynická oblasť(Poľsko)
24	15:32:24,1	49,47 N	20,83 E	0	0,9		Krynická oblasť(Poľsko)
25	16:27:28,6	49,45 N	20,73 E	3	1,4		Krynická oblasť(Poľsko)
25	21:32:15,3	49,72 N	21,09 E	0	1,9		Krynická oblasť(Poľsko)
25	21:36:02,3	49,68 N	21,05 E	0	0,7		Krynická oblasť(Poľsko)
25	21:40:07,4	49,58 N	21,06 E	0	-		Krynická oblasť(Poľsko)
28	11:40:00,4	49,62 N	18,62 E	0	1,3		Oblasť severného Slovenska

### Október

2	11:02:36,0	49,65 N	18,97 E	0	-		Oblasť severného Slovenska
3	11:28:08,2	48,69 N	22,18 E	0	1,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
9	10:01:40,8	49,72 N	18,97 E	5	1,3		Oblasť severného Slovenska
9	10:21:56,8	48,26 N	17,90 E	0	-		Oblasť južného Slovenska
10	11:28:39,6	47,97 N	19,45 E	0	-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
16	08:47:19,9	49,60 N	18,64 E	0	-		Oblasť severného Slovenska
16	15:49:51,8	48,87 N	22,40 E	13	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
16	15:50:33,4	48,72 N	22,45 E	0	1,6		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
17	09:13:23,5	47,71 N	18,46 E	0	1,1		Šamorín - Štúrovo
30	12:15:46,5	48,00 N	19,48 E	1	1,2		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
31	22:42:54,8	48,09 N	17,19 E	0	1,4		Oblasť Bratislavy

### November

7	01:27:32,2	49,27 N	18,78 E	4	1,2		Oblasť severného Slovenska
7	01:32:44,6	49,21 N	18,94 E	0	1,6		Oblasť severného Slovenska
8	09:54:21,0	48,19 N	20,48 E	0	-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
13	11:07:49,3	49,30 N	17,93 E	0	-		Slovensko-česká hraničná oblasť
18	14:22:38,9	48,05 N	19,56 E	2	2,2		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
19	22:55:31,8	49,06 N	21,28 E	6	1,1		Slanské vrchy

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mm:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### December

5	04:44:26,3	47,98 N	19,27 E	0	0,6		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
6	09:44:13,0	48,70 N	19,28 E	3	0,9		Oblasť Banskej Bystrice
6	12:32:48,4	48,81 N	20,37 E	0	1,9		Oblasť Spiš-Gemer
29	11:34:50,6	48,26 N	20,64 E	0	1,2		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť

### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2008

Podľa záznamov slovenských seizmických staníc bolo v roku 2008 na území Slovenska a v priľahlých prihraničných územiach seizmometricky lokalizovaných 84 zemetrasení, z toho 72 malo epicentrum na území Slovenska a 12 v blízkosti hraníc SR, najmä v Maďarsku a Poľsku.

Makroseizmicky sa prejavili 3 zemetrasenia (17.3.2008, 2.5.2008, 20.10.2008).

#### Seizmometricky zaznamenané zemetrasenia v roku 2008 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mm:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### Január

10	11:41:44,60	48,27 N	17,86 E	0	1		Považský Inovec
20	19:05:12,68	48,75 N	19,26 E	0	1,4		Oblasť Banskej Bystrice
23	08:54:43,51	48,97 N	18,94 E	8	0,3		Veľká Fatra
24	11:20:12,03	48,98 N	21,36 E	0	0,9		Slanské vrchy
29	09:10:22,03	48,22 N	19,27 E	0	0,8		Oblasť Krupiny

#### Február

5	09:32:31,28	47,96 N	17,40 E	0	-		Šamorín-Komárno-Štúrovo
8	11:32:43,92	49,29 N	19,31 E	0	1,1		Oblasť severného Slovenska
8	16:00:41,77	49,36 N	19,29 E	0	0,7		Oblasť severného Slovenska
12	10:29:03,29	48,41 N	19,26 E	6	1,3		Štiavnické vrchy
12	12:39:49,64	49,03 N	20,85 E	0	0,5		Oblasť Spiš-Gemer
18	12:03:39,25	49,66 N	19,57 E	0	0,9		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
19	16:10:28,81	49,49 N	20,92 E	5	1,1		Krynická oblasť (Poľsko)
21	12:25:39,22	48,74 N	21,32 E	0	0,3		Slanské vrchy
25	14:27:44,02	48,52 N	17,39 E	1	-		Dobrá Voda

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### Marec

6	09:23:59,49	48,83 N	22,44 E	12	0,9		Vihorlat
13	09:04:08,07	49,35 N	19,97 E	0	0,9		Oblasť Vysokých Tatier
17	00:46:00,15	48,72 N	22,23 E	3	1,1	felt	Vihorlat
17	04:46:46,43	48,60 N	21,52 E	0	0,6		Slanské vrchy
27	21:51:48,32	48,52 N	17,61 E	1	1,1		Dobrá Voda
28	09:10:18,50	49,17 N	22,49 E	14	1,2		Východné Slovensko
28	11:45:39,75	48,16 N	19,83 E	0	0,8		Poľsko-ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
30	07:36:57,60	48,51 N	17,31 E	0	1,8		Dobrá Voda

### Apríl

2	07:10:35,28	47,82 N	18,01 E	0	1		Šamorín-Komárno-Štúrovo
4	15:26:07,49	49,12 N	20,95 E	0	0,7		Oblasť Spiš-Gemer
6	13:43:46,56	49,08 N	21,09 E	0	0,7		Oblasť Spiš-Gemer
7	08:09:03,53	48,81 N	22,16 E	0	1,1		Vihorlat
9	01:30:06,21	49,11 N	21,01 E	0	1,1		Oblasť Spiš-Gemer
9	01:49:45,59	49,11 N	20,97 E	2	0,9		Oblasť Spiš-Gemer
9	01:50:41,33	49,11 N	20,98 E	0	0,7		Oblasť Spiš-Gemer
10	08:16:43,07	49,00 N	18,94 E	0	0,5		Veľká Fatra

### Máj

2	03:50:31,43	48,75 N	19,22 E	4	0,9	3	Oblasť Banskej Bystrice
2	08:40:41,90	48,59 N	21,16 E	0	0,8		Slanské vrchy
2	08:52:34,72	48,54 N	21,34 E	1	1,1		Slanské vrchy
10	17:33:38,31	49,31 N	19,79 E	1	1,5		Oblasť Vysokých Tatier
26	21:03:42,32	48,77 N	17,71 E	0	0,8		Česko-slovenská hraničná oblasť
27	09:48:49,89	48,63 N	19,44 E	0	1,4		Poľana

### Jún

9	09:53:01,22	48,64 N	21,79 E	0	0,4		Východoslovenská nížina
17	07:27:50,76	48,67 N	21,24 E	0	0,9		Slanské vrchy
25	14:25:53,99	48,52 N	17,47 E	0	0,8		Dobrá Voda

### Júl

5	20:11:09,62	49,34 N	19,70 E	-	0,8		Oblasť Vysokých Tatier
6	11:58:10,83	49,30 N	19,78 E	0	1,1		Oblasť Vysokých Tatier
15	17:00:24,03	48,33 N	21,84 E	0	1,4		Tokajská oblasť
23	12:28:29,22	49,50 N	21,98 E	-	1,6		Poľsko-slovenská hraničná oblasť
23	13:27:42,65	48,21 N	18,56 E	0	0,9		Oblasť južného Slovenska
24	11:40:49,87	49,41 N	19,64 E	0	-		Oblasť severného Slovenska
28	12:36:17,21	48,90 N	18,96 E	-	-		Veľká Fatra

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### August

5	12:28:54,73	49,34 N	20,12 E	0	1,5		Oblasť Vysokých Tatier
8	07:07:57,77	48,28 N	17,82 E	0	1,1		Považský Inovec
8	08:25:25,89	48,30 N	17,85 E	0	1,0		Považský Inovec
14	07:43:53,28	48,09 N	19,36 E	0	0,7		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
19	17:15:24,97	48,89 N	22,11 E	0	1,1		Vihorlat
20	11:20:48,53	49,04 N	22,18 E	0	1,4		Vihorlat
27	10:09:23,46	49,08 N	19,74 E	0	1,3		Oblasť Vysokých Tatier

### September

10	06:29:52,95	48,69 N	21,75 E	0	0,8		Východoslovenská nížina
11	12:20:46,62	48,22 N	20,32 E	0	0,6		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
16	10:47:39,10	48,14 N	17,94 E	0	0,5		Oblasť južného Slovenska
17	11:56:11,76	47,78 N	19,04 E	0	0,5		Šamorín-Komárno-Štúrovo
18	11:43:28,71	48,56 N	20,21 E	0	0,4		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
18	14:31:27,33	48,93 N	21,58 E	5	1,6		Slanské vrchy
19	09:48:47,99	49,10 N	22,70 E	6	1,2		Poľsko-ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
20	05:39:29,34	48,77 N	18,43 E	0	0,7		Strážovské vrchy
20	09:15:27,36	48,42 N	17,95 E	14	0,9		Považský Inovec
22	10:01:58,61	47,82 N	18,51 E	0	1,0		Šamorín-Komárno-Štúrovo
22	18:57:26,23	48,56 N	20,27 E	5	0,8		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
23	22:42:10,85	48,91 N	18,64 E	4	1,7		Strážovské vrchy
24	06:24:57,71	48,80 N	21,77 E	5	0,7		Východoslovenská nížina
25	14:29:30,90	49,07 N	21,48 E	0	0,8		Slanské vrchy
26	11:16:11,30	48,60 N	22,21 E	0	1,3		Vihorlat

### Október

2	09:29:52,32	48,41 N	19,05 E	2	0,5		Štiavnické vrchy
3	12:24:50,53	47,86 N	19,10 E	0	1		Šamorín-Komárno-Štúrovo
7	05:57:41,54	48,75 N	21,74 E	7	0,6		Východoslovenská nížina
10	11:42:45,14	48,26 N	19,30 E	0	1,1		Oblasť Krupiny
11	13:04:04,41	48,71 N	22,32 E	0	0,5		Vihorlat
14	09:18:34,34	48,41 N	21,04 E	15	0,8		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
20	18:17:15,69	48,90 N	21,77 E	7	1,9	3	Vihorlat
21	09:06:34,97	48,84 N	21,54 E	-	1,1		Slanské vrchy
22	09:24:50,04	48,65 N	21,22 E	0	0,6		Slanské vrchy

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### November

11	20:06:05,38	48,88 N	21,64 E	4	1,3		Slanské vrchy
14	09:20:34,97	48,11 N	18,16 E	-	-		Oblasť južného Slovenska
18	11:18:12,05	48,82 N	21,52 E	-	1,6		Slanské vrchy
21	13:27:31,19	48,84 N	21,85 E	5	0,9		Východoslovenská nížina
24	15:17:29,66	48,86 N	21,79 E	1	0,3		Východoslovenská nížina
25	14:33:49,73	48,79 N	21,62 E	-	1,8		Slanské vrchy

#### December

2	13:33:42,46	47,70 N	17,55 E	-	1,8		Šamorín-Komárno-Štúrovo
---	-------------	---------	---------	---	-----	--	-------------------------

### Seizmometricky lokalizované zemetrasenia s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky v roku 2009

V roku 2009 bolo na základe záznamov seizmických staníc NSSS seizmometricky lokalizovaných 87 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky, 6 s makroseizmickými účinkami (12.1.2009, 15.1.2009, 18.1.2009, 7.5.2009, 5.10.2009, 28.11.2009).

Parametre seizmometricky lokalizovaných zemetrasení boli určené na základe interpretácií seizmických záznamov zo staníc NSSS a ďalších staníc Virtuálnej siete seizmických staníc GFÚ SAV využitím softvérového balíka SeismicHandler. Interpretácie záznamov zo seizmických staníc NSSS (určené seizmické fázy, časy príchodov a epicentrálna vzdialenosť pre danú seizmickú stanicu) sú k dispozícii na vyžiadanie na GFÚ SAV.

### Seizmometricky zaznamenané zemetrasenia v roku 2009 s epicentrom v záujmovej oblasti SR

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mn:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

#### Január

4.	03:33:25,96	48,10 N	20,13 E	2	-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
6.	20:17:22,26	48,70 N	22,37 E	0	0,7		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
9.	16:52:35,20	48,67 N	22,28 E	0	0,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
9.	21:52:32,54	48,66 N	22,32 E	0	0,3		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
11.	17:28:01,97	48,69 N	22,32 E	0	1,1		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	00:07:06,30	48,71 N	22,33 E	0	0,3		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	00:46:13,46	48,69 N	22,32 E	0	1,3	pocítené	Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	00:47:06,71	48,70 N	22,34 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	01:04:24,37	48,70 N	22,34 E	0	-		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mm:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### Január

12.	06:24:58,24	48,68 N	22,38 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	11:36:28,11	48,69 N	22,33 E	0	1,1		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	14:17:58,37	48,72 N	22,32 E	0	0,8		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	20:23:33,87	48,71 N	22,29 E	3	0,4		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
12.	20:26:44,39	48,74 N	22,33 E	1	-		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
13.	01:02:02,93	48,73 N	22,29 E	0	0,1		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
13.	01:16:55,33	48,76 N	22,26 E	0	0,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
14.	14:50:44,83	48,66 N	22,51 E	0	1,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
14.	17:27:43,98	48,69 N	22,32 E	0	1,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
14.	17:49:56,20	48,71 N	22,32 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
14.	17:57:39,49	48,71 N	22,33 E	0	0,8		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
14.	18:11:34,07	48,69 N	22,33 E	0	0,7		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
15.	09:10:41,00	48,69 N	22,34 E	0	1,2	pocítene	Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
15.	11:02:57,80	48,72 N	22,31 E	0	1,1		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
15.	17:53:14,64	48,70 N	22,33 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
15.	18:10:57,58	48,74 N	22,26 E	0	-		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
15.	23:09:01,33	48,72 N	22,38 E	3	0,9		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
17.	22:35:10,75	48,72 N	22,40 E	0	0,4		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
17.	22:45:11,57	48,74 N	22,33 E	0	0,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
18.	01:04:51,93	48,72 N	22,37 E	0	-		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
18.	01:05:18,81	48,72 N	22,38 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
18.	01:56:24,59	48,71 N	22,34 E	0	1,1	3	Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
18.	06:56:42,86	48,72 N	22,28 E	0	0,8		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
29.	10:14:19,05	48,54 N	22,51 E	0	1,5		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť



Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	M <sub>L</sub>	I <sub>0</sub>	Lokalita/Oblasť
	hh:mm:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### Február

3.	23:16:55,38	48,59 N	19,07 E	10	0,4		Oblasť Banskej Bystrice
4.	20:46:35,83	48,71 N	22,27 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
7.	12:25:35,93	47,78 N	18,98 E	0	1,9		Šamorín-Komárno-Štúrovo
17.	12:11:53,85	48,56 N	22,51 E	0	1,5		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
24.	13:09:14,36	48,57 N	22,23 E	0	1,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
24.	13:09:38,83	48,59 N	22,33 E	0	1,3		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
28.	23:49:35,69	48,83 N	22,12 E	8	1,1		Vihorlat

### Marec

12.	10:56:39,78	48,04 N	19,32 E	13	0,9		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
16.	14:09:59,56	48,87 N	21,78 E	2	1,1		Východoslovenská nížina
17.	09:01:28,49	48,85 N	21,38 E	0	1,6		Východoslovenská nížina
23.	11:02:46,07	48,37 N	21,80 E	0	1,1		Tokajská oblasť

### Apríl

1.	17:40:17,42	48,42 N	21,67 E	0	1,2		Tokajská oblasť
5.	21:57:20,66	48,88 N	21,63 E	5	1,1		Východoslovenská nížina
19.	10:16:56,89	48,52 N	17,31 E	0	1,6		Dobrá Voda
22.	14:47:11,55	48,67 N	22,47 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
30.	01:01:33,29	48,98 N	21,65 E	9	0,5		Východoslovenská nížina

### Máj

13.	11:24:02,92	48,84 N	21,07 E	0	1,4		Spiš - Gemer
15.	11:59:13,64	48,51 N	21,19 E	0	0,8		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
20.	10:18:22,05	48,79 N	20,68 E	0	1,0		Spiš - Gemer
21.	10:24:34,13	48,33 N	20,07 E	0	-		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
27.	07:28:40,52	48,73 N	20,66 E	0	0,6		Spiš - Gemer
29.	14:57:25,01	49,26 N	19,63 E	1	1,4		Orava
31.	07:56:22,84	48,71 N	18,34 E	0	1,1		Strážovské vrchy

### Jún

8.	10:09:11,53	48,10 N	19,40 E	0	0,8		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
16.	15:47:28,59	48,58 N	17,74 E	9	1,5		Dobrá Voda
24.	10:17:34,05	48,82 N	20,66 E	0	0,7		Spiš - Gemer
26.	09:09:37,53	48,25 N	20,26 E	0	0,4		Maďarsko-slovenská hraničná oblasť
26.	10:15:06,21	48,55 N	22,55 E	0	1,0		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
26.	12:18:33,38	48,75 N	21,41 E	0	0,6		Východoslovenská nížina

Deň	Čas (UTC)	Geografické súradnice		Hĺbka	$M_L$	$I_0$	Lokalita/Oblasť
	hh:mm:sec	dĺžka	šírka	[km]		[°EMS-98]	

### Júl

2.	08:51:06,52	48,21 N	19,21 E	0	0,8		Oblasť južného Slovenska
13.	10:02:07,01	48,04 N	16,99 E	0	1,0		Rakúsko-maďarsko-slovenská hraničná oblasť

### August

4.	21:55:24,32	49,61 N	18,98 E	0	-		Česko-slovenská hraničná oblasť
14.	10:00:56,06	49,39 N	18,81 E	0	1,2		Oblasť severného Slovenska
23.	07:34:55,40	48,78 N	22,01 E	0	0,4		Vihorlat
31.	12:10:54,10	48,79 N	22,43 E	0	1,6		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť

### September

1.	01:02:29,13	49,48 N	18,92 E	0	1,1		Česko-slovenská hraničná oblasť
3.	10:11:17,43	47,83 N	19,07 E	0	0,9		Šamorín-Komárno-Štúrovo
16.	10:02:52,91	47,96 N	17,12 E	0	1,2		Rakúsko-maďarsko-slovenská hraničná oblasť
20.	07:36:26,12	48,89 N	20,47 E	0	1,3		Spiš - Gemer
22.	12:51:38,91	49,44 N	20,71 E	0	1,0		Krynická oblasť (Poľsko)

### Október

5.	19:06:04,93	48,35 N	22,21 E	13	2,4	3	Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
15.	10:24:37,90	48,69 N	21,51 E	0	0,9		Slanské vrchy
23.	13:38:01,17	49,48 N	21,00 E	0	1,3		Krynická oblasť (Poľsko)
29.	09:55:09,45	48,53 N	21,43 E	0	1,3		Slanské vrchy
30.	13:10:43,76	48,54 N	22,44 E	0	1,4		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť

### November

23.	13:04:23,89	48,71 N	22,35 E	0	1,2		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
27.	07:47:38,38	48,70 N	22,43 E	0	1,4		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
27.	23:46:26,34	48,70 N	22,42 E	0	0,9		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
28.	03:34:23,54	48,69 N	22,44 E	0	1,8	3	Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
30.	18:43:51,33	48,71 N	22,39 E	0	1,7		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
30.	18:48:48,10	48,69 N	22,37 E	0	1,1		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť

### December

2.	00:31:21,12	48,71 N	22,36 E	0	1,3		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť
4.	13:58:54,86	48,72 N	20,00 E	0	0,6		Spiš - Gemer
7.	14:22:57,33	48,72 N	22,31 E	0,3	0,7		Ukrajinsko-slovenská hraničná oblasť

## 2.3. ANTROPOGÉNNÉ SEDIMENTY CHARAKTERU ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ

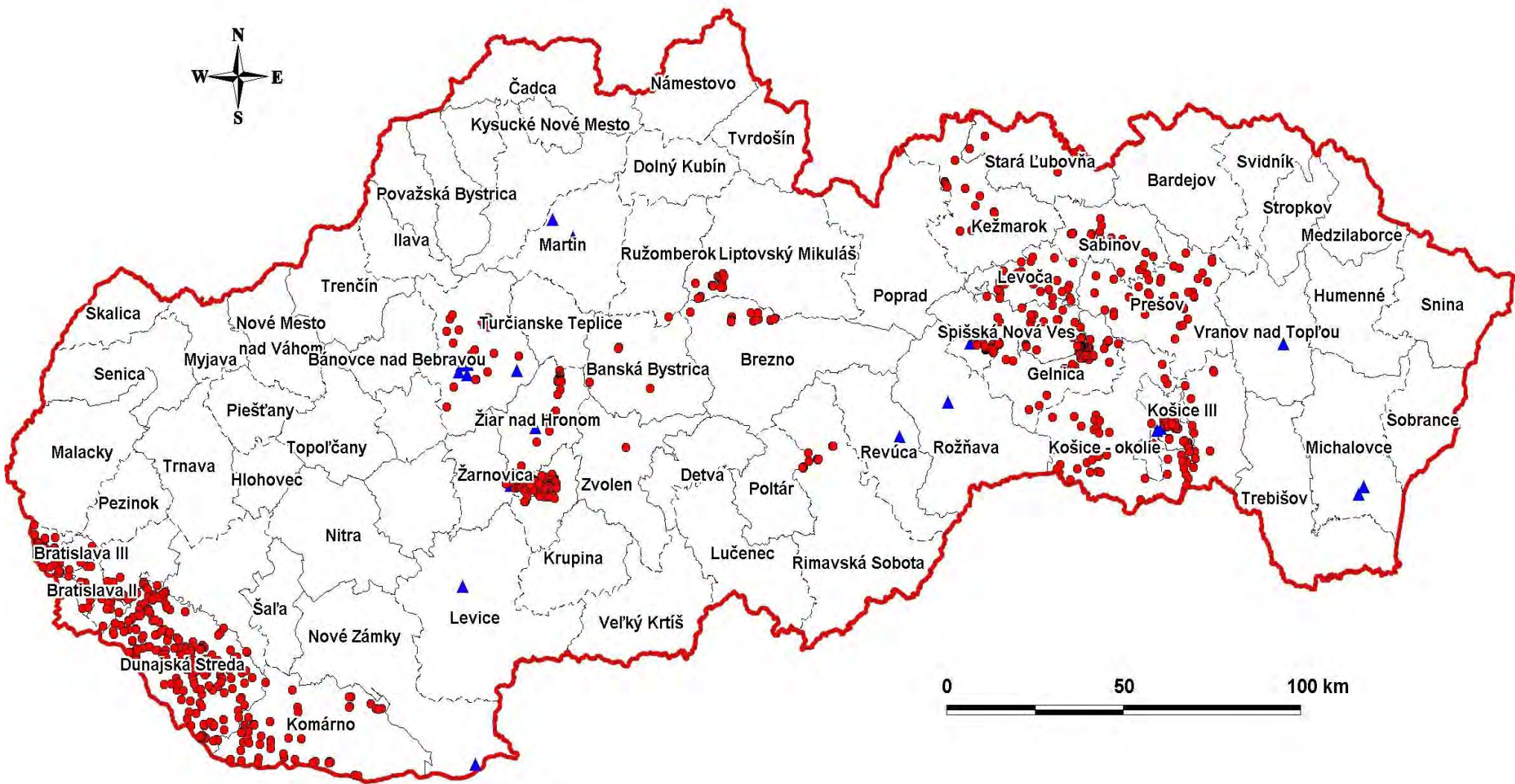
### 2.3.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Základné metodické princípy riešenia monitorovania antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží (ASCHEZ) vychádzajú z viacerých zdrojov. Základná štruktúra systému bola navrhnutá RNDr. M. Kováčikovou, pričom sa hlavne z dôvodov novo získavaných poznatkov a meniacich sa legislatívnych požiadaviek až do dnešnej podoby postupne upravovala. Podrobný opis základnej monitorovacej siete je obsiahnutý v zodpovedajúcich častiach predchádzajúcich správ (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Do roku 2006 prebiehal v rámci ČMSGF *Monitoring antropogénnych sedimentov pochovaných* (ďalej len ASP) (pôvodne podsystem 08) a geotechnická pasportizácia odkalísk. V podsysteme 06 sa vykonával *Monitoring zmien antropogénnych sedimentov*. V roku 2005 došlo ku vytvoreniu novej koncepcie monitorovania, čo sa odrazilo v názve aj obsahovej náplni podsystemu od roku 2006.

Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk, ktorá sa riešila v rámci *podsystemu 08* od roku 2003, prešla kontinuálne a bez zmien do *podsystemu 03*. Podsystem 06 *Monitoring zmien antropogénnych sedimentov* prešiel od roku 2006 kontinuálne do podsystemu 03.

ASP, monitorované do roku 2006 tvoria podmnožinu starých ekologických záťaží, ktoré je možné definovať ako človekom vytvorené objekty v prírodnom prostredí s predpokladaným vplyvom na vybrané zložky životného prostredia. Cieľom úlohy bolo vyhľadanie lokalít budovaných ASP, dokumentovanie vývoja reliéfu, charakteristika antropogénneho materiálu a podložia, na ktorom sa nachádza, hodnotenie možného vplyvu na životné prostredie, výber lokalít na ďalšie sledovanie a monitorovanie ich vplyvu na jednotlivé zložky životného prostredia, ako aj spracovanie údajov do parciálneho informačného systému. Možno konštatovať, že ciele úlohy boli naplnené. Bolo preferované regionálne zameranie úlohy – t.j. evidencia lokalít budovaných ASP na území celého Slovenska (Bratislava, Žitný ostrov, stredné Slovensko, severné Slovensko a východné Slovensko). Pre lokality ASP boli definované základné skupiny materiálov, vychádzajúce z reálneho výskytu na území SR. V rámci podsystemu 08 ASP bolo vytvorených päť základných skupín ASP: zakryté skládky odpadov, sedimenty v centrách miest ako výsledok dlhodobého osídlenia (pracovne nazvané mestské sedimenty), priemyselné sedimenty v areáloch veľkých priemyselných podnikov, antropogénne sedimenty ako dôsledok povrchovej a podpovrchovej ťažobnej činnosti (pracovne nazvané banské sedimenty), produkty energetických a spaľovacích zariadení, zariadení na úpravu, alebo vedľajší produkt spracovania (pracovne nazvané zakryté škváry, popoly a kaly). Na obr. 2.3.1 je umiestnenie sledovaných lokalít v podsysteme 08, monitorovanie ktorých bolo ukončené v roku 2006.

Medzi sledované lokality podsystemu 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží Čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov (ČMSGF), výber ktorých prebiehal v roku 2006, boli od roku 2007 zaradené lokality s výskytom antropogénnych sedimentov, ktoré predstavujú významné riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia. Cieľom tohto podsystemu je zabezpečiť kontinuálne zaznamenávanie a hodnotenie informácií o stave týchto antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží. Spolu bolo do podsystemu 03 zaradených do roku 2009 11 lokalít s cieľom zabezpečenia kontinuálneho environmentálneho monitoringu. Odborné miesta sú lokalizované v informačnom systéme podsystemu 03 ČMSGF.



Obr. 2.3.1: Lokality podsystému 08 ČMSGF do roku 2006

Monitoring ASCHEZ (podsystem 03) sa člení od roku 2007 na:

- Environmentálny monitoring skládok a odkalísk,
- Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk,
- Monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov.

### **A. Environmentálny monitoring skládok a odkalísk**

Environmentálny monitoring skládok a odkalísk sa vykonával od roku 2007 formou *bodového monitorovania reprezentatívnych lokalít*. Výber týchto lokalít bol založený na kritériu *typologickom* (podmieňujúcim šírenie znečistenia v závislosti od hydrogeologických podmienok na lokalite), *regionálno-geologickom* (z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných geologických regiónov Západných Karpát – obr. 2.3.2, Biely et al., 1996) a kritériu *ekonomickom* (podmieňujúcim výber takých lokalít, ktorých monitorovanie je z celospoločenského hľadiska najdôležitejšie a na ktorých je už k dispozícii aspoň základná sieť monitorovacích objektov, ktorá sa však musí udržiavať, prípadne dopĺňať novými objektmi a monitorovacími metódami).

Výber monitorovaných lokalít však nie je nemenný a v priebehu riešenia sa ich počet a lokalizácia upravujú podľa aktuálnych celospoločenských požiadaviek i podľa monitorovaním zhodnoteného stavu lokalít. Podľa tých istých kritérií sa upravuje i rozsah metód a frekvencia monitorovania.

V roku 2006 boli dokončené rozpracované práce, v rámci predchádzajúceho podsystemu 08 a navrhnuté boli na zaradenie do podsystemu lokality, ktoré predstavujú veľké riziko ohrozenia zložiek životného prostredia na základe návrhov riešiteľského kolektívu, na základe dovtedy vykonaných terénnych obhliadok lokalít a štúdia odbornej literatúry, resp. príslušných záverečných správ, napr. Vybíral, Hrabínová, Gajdoš, Matys, Némethyová, 2005: Západné Karpaty - vybrané regióny - monitorovanie vplyvu environmentálnych záťaží na geologické činitele životného prostredia, orientačný GP ŽP. Úloha MŽP SR: 140901/1136/Prj/Sk. Bratislava: Sensor, spol. s r.o. Ide o nasledujúce lokality: Budmerice, Bratislava – Devínska Nová Ves – Srdce, Myjava – Holíčov vrch, Šulekovo – Fe kaly, Nové Mesto nad Váhom, Košice – Rozhanovce, Kráľova Lehota, Spišská Belá, Gemerská Hôrka, Spišská Nová Ves – Kudelnik, Malá Lúč, Topolníky – Lapagoš, Zlaté Klasy, Veľký Meder, Horný Bar – Šuľany. Tieto lokality boli zhodnotené najmä z pohľadu zabezpečenia dlhodobého kontinuálneho monitorovania.

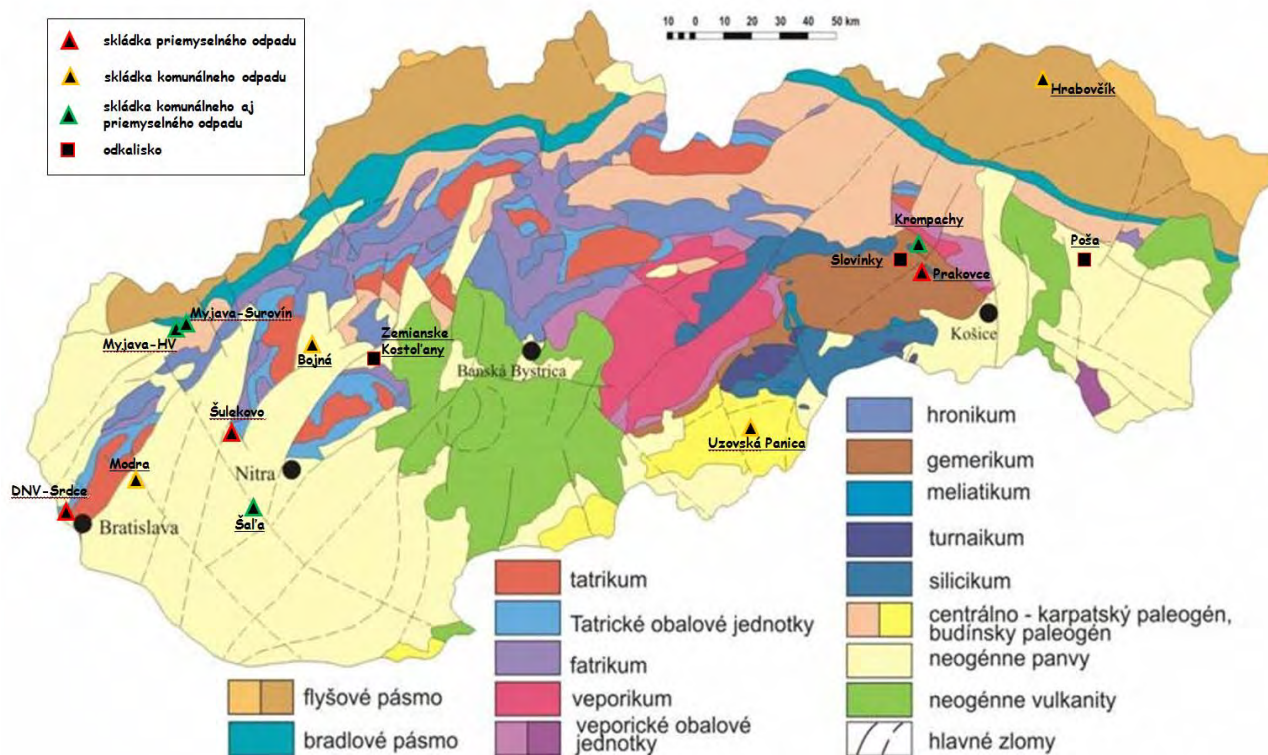
V roku 2007 boli medzi sledované lokality podsystemu 03 ČMS GF zaradené lokality s výskytom antropogénnych sedimentov, ktoré predstavujú riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia a zároveň je možné zabezpečiť kontinuálne zaznamenávanie a hodnotenie informácií o stave týchto antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží. Ide o nasledujúce lokality: Bratislava – Devínska Nová Ves, Bojná, Myjava (Surovín a Holíčov vrch), Šulekovo, Krompachy – Halňa, Prakovce, Šaľa, Zemianske Kostolany – Chalmová, Poša.

Od roku 2008 boli lokality doplnené o lokalitu Modra, ktorá je priebežne rekultivovaná a dochádza k únikom priesakov zo zakrytej skládky, ktoré obsahujú látky znečisťujúce životné prostredie, do horninového prostredia. Z hľadiska dostupnosti je možné na tejto lokalite detailnejšie sledovať režimové zmeny prejavov znečistenia skládky na okolité prostredie a overiť predpoklady, ktoré boli sledované v predchádzajúcom výskume.

Pri výbere monitorovaných lokalít pre rok 2009 sa vychádzalo zo štruktúry podsystemu, ktorá bola spracovaná v roku 2008 v súlade s aktualizovaným cyklom monitorovania.

V roku 2009 sa environmentálny monitoring uskutočnil na 8 lokalitách: Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy – Halňa, Šaľa, Zemienske Kostol'any - Chalmová a Poša.

Na získanie informácií o lokalitách sa použili dostupné zdroje od prevádzkovateľov a majiteľov EZ, informácie získané od pracovníkov Obvodných úradov životného prostredia, expertov a vlastné merania vykonané pracovníkmi ŠGÚDŠ.



Obr. 2.3.2: Lokalizácia monitorovaných lokalít v rámci environmentálneho monitoringu

## B. Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk

Cieľom tejto časti podsystemu 03 je postupná inovácia identifikačných listov odkalísk na Slovensku s následnou prehľadnou kontrolou, plánovaným prístupom k sanáciám, likvidáciám, k prevádzke a využívaniu odkalísk. V rámci geotechnického monitoringu odkalísk sa ročne dopĺňajú identifikačné listy piatich až šiestich odkalísk na základe výberu dodávateľa – Stavebnej fakulty STU (na základe výberu z tab. 2.3.1).

Odkaliská sú definované (podľa kategorizácie Medzinárodnej priehradárskej komisie - ICOLD) ako vodné stavby I. až IV. kategórie a podliehajú povinnému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Je to spolu vyše 50 odkalísk s rôznym druhom deponovaného materiálu, v rôznych štádiách existencie. Niektoré už sú rekultivované, mnohé sú v útlmovej prevádzke, iné sú vo fáze intenzifikácie a niektoré sú v regulérnej prevádzkovej činnosti. Existencia popolových a priemyselných odkalísk a odkalísk úpravni farebných kovov a rúd predstavuje rozsiahlu množinu geotechnických problémov spojených s prípravou, projektovaním, výstavbou, prevádzkou, intenzifikáciou, rekultiváciou a využívaním odkalísk. Väčšina ukladaných geomateriálov sú odpady elektrární a teplární (škvára a popoly) a produkty úpravni rúd (flotačné kaly). Menší podiel predstavuje uhoľná hlušina, ktorá sa často po úprave využíva. Kaly z chemických prevádzok nemajú jednotný charakter a každý kal je treba hodnotiť individuálne. Odkaliská stále

predstavujú nákladné, nebezpečné a náročné objekty. Dnes sú veľkými skládkami nevyužitelného materiálu, v budúcnosti môžu byť surovinovými základňami nemalého významu. Súčasnou realitou je skutočnosť, že odstraňovanie a spracovanie odpadov bez nepriaznivého vplyvu na ekosféru zatiaľ nie je známe.

V roku 2003 sa venovala pozornosť siedmym popolovým odkaliskám. Okrem jedného (Nové odkalisko MT a.s. Martin) sú všetky v prevádzke. Naznačila sa aj problematika odkaliska v Žiari nad Hronom – Kalové a škvarové polia. V roku 2004 (druhá časť hodnotenia a pasportov) boli zhrnuté poznatky o dvoch priemyselných odkaliskách (uloženie vápenných kalov) a o troch odkaliskách rudných odpadov (flotačné kaly). V roku 2005 (tretia časť) boli analyzované 2 popolové odkaliská (Poša a Košice), stabilizovaný násyp popola v Handlovej a dve rudné odkaliská (Slovinky a Nižná Slaná). V roku 2006 bolo analyzovaných spolu päť odkalísk: dve odkaliská priemyselného odpadu (Nováky 6 a Plešivec) a tri odkaliská rudných odpadov (flotačných kalov – Pezinok staré a nové, Bankov – staré). Zámerne boli v tejto štvrti časti spolupráce so Stavebnou fakultou STU zaradené odkaliská, ktoré sú z rôznych dôvodov rizikové, a o ktorých sa len obtiažne dajú získať aspoň minimálne informácie. Okrem jedného (Nováky 6) sú všetky trvale alebo dočasne mimo prevádzky. Vždy však ostávajú dlhodobou záťažou pre krajinu. Aj po skončení prevádzky tieto diela stále znamenajú pre svoje okolie zdroj možnej havárie. Havárie opustených neprevádzkovaných odkalísk nie sú každodenné, ale v materiáloch Medzinárodnej priehradárskej komisie (ICOLD) sú takéto prípady dokladované. Piata časť riešenej úlohy v roku 2007 opisuje jedno dočasne neprevádzkované odkalisko (Hačava) a štyri rekultivované, resp. čiastočne rekultivované (Lintych, Sedem žien, Dúbrava 01, 02 a Dúbrava 03). V časti 6 (rok 2008) sú prezentované 4 popolové odkaliská (Žilina, Zvolen, Snina a Sered') a jedno odkalisko rudného odpadu (Rudňany). Všetky 4 popolové odkaliská sú v súčasnosti prevádzkované. Rudné odkalisko Rudňany sa prevádzkuje občasne (podľa harmonogramu dobývania suroviny). V súčasnosti prebieha z priestoru odkaliska kontrolovaná ťažba sedimentu.

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk sa vypracovali v roku 2009 identifikačné listy pre ďalších päť odkalísk. Rudné odpady uložené na odkalisku Smolník (okres Spišská Nová Ves), tri priemyselné odkaliská: Odkalisko Gemerská Hôrka (Rožňava); Odkalisko Konvertorové kaly-Veľká Ida (Košice); Odkalisko Mokrú haldu, Veľká Ida (Košice); a jedno popolové odkalisko: Odkalisko Šaľa – Amerika, Trnovec n. Váhom, Šaľa.

Na získanie informácií o odkaliskách sa zatiaľ použili dostupné zdroje a konzultácie pracovníkov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava a vlastné výskumy pracovníkov Stavebnej fakulty STU Bratislava.

Tab. 2.3.1: Zoznam registrovaných odkalísk na území SR zaradených ako vodné stavby

<i>Odkaliská popolové</i>				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	<b>Dočasné odkalisko ENO</b> Zemianske Kostol'any, Prievidza	I.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostol'any	Nitra
2.	<b>Pôvodné odkalisko ENO</b> Zemianske Kostol'any, Prievidza	II.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostol'any	Nitra
3.	<b>Definitívne odkalisko ENO</b> Bystričany – Chalmová, Prievidza	II.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostol'any	Nitra
4.	<b>EVO Vojany</b> Vojany – Drahňov, Michalovce	II.	SE a.s., EVO, závod Vojany	Laborec
	<b>EVO Vojany</b> Čičarovce, Michalovce	skládka stabilizátu	SE a.s., EVO, závod Vojany	Laborec
5.	<b>Odkalisko KAPPA a.s.</b> Štúrovo – časť Obid, Nové Zámky	II.	Smurfit KAPPA a.s. Štúrovo	Dunaj
6.	<b>Tepláreň Martin – Staré odkalisko</b> Martin, Martin	II.	Martinská teplárenská a.s. Martin	Kramarovický potok
7.	<b>Tepláreň Martin – Nové odkalisko</b> Bystrička, Martin	II.	Martinská teplárenská a.s. Martin	potok Za rohami
8.	<b>Odkalisko Poša</b> Poša – Nižný Hrabovec, Vranov n. Topoľou	II.	Energetika s.r.o. Strážske	Kyjov
9.	<b>Odkalisko Snina</b> Snina, Snina	II.	ENERGY Snina a.s.	potok Magurica
10.	<b>Odkalisko Šaľa – Amerika</b> Trnovec n. Váhom, Šaľa	II.	Duslo a.s. Šaľa	Váh
11.	<b>Tepláreň Žilina</b> Bytčica, Žilina	II.	Žilinská teplárenská a.s. Žilina	Bytčický potok
12.	<b>Tepláreň Košice</b> Krásna nad Hornádom, Košice	III.	TEKO a.s. Košice	Torysa
13.	<b>Tepláreň Sereď</b> Dolná Streda, Galanta	III.	Slovenské cukrovary s.r.o. Sereď	Váh
14.	<b>Tepláreň Zvolen</b> Zvolen, Zvolen	III.	Zvolenská teplárenská a.s. Zvolen	Zolná
<i>Odkaliská rudné</i>				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	<b>Hačava</b> Hačava, Rimavská Sobota	II.	INTOCAST MAGNEZIT Hačava, a.s.	potok Babina
2.	<b>Hodruša Hámre</b> Hodruša Hámre, Žiar nad Hronom	II.	Slovenská banská s.r.o. Hodruša Hámre	Hodrušský potok
3.	<b>Jelšava</b> Jelšava, Rožňava	II.	SMZ a.s., Jelšava	Jordán
4.	<b>Nižná Slaná</b> Nižná Slaná, Rožňava	II.	Siderit s.r.o., Nižná Slaná	Banský potok
5.	<b>Rudňany</b> Závadka, Spišská Nová Ves	II.	Sabar, s.r.o., Markušovce	Priekopec



6.	<i>Sedem žien</i> Banská Belá, Žiar n. Hronom	II.	<i>Rudné bane š.p.</i> Banská Bystrica	<i>Jasenica</i>
7.	<b>Odkalisko Slovinky</b> Slovinky, Spišská Nová Ves	II.	Holyvet, s.r.o. Košice	<i>Kelligrund</i>
8.	<b>Baňa Čigel' ČOV II.</b> Sebedražie, Prievidza	III.	Hornonitrianske bane, a.s.	<i>Moštenica</i>
9.	<b>Dúbrava 01</b> Dúbrava, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
10.	<b>Dúbrava 02</b> Dúbrava, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
11.	<b>Dúbrava 03</b> Liptovský Mikuláš, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
12.	<b>Kalové a škarové polia</b> Žiar n. Hronom, Žiar n. H.	III.	Závod SNP a.s. Žiar nad Hronom	<i>Hron</i>
13.	<b>Košice – Bankov (nové)</b> Košice, Košice	III.	Teleservis, s.r.o. Bratislava	<i>Úchylný jarok</i>
14.	<b>Lintych</b> Anton, Žiar n. Hronom	III.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Štiavnicky potok</i>
15.	<b>Pezinok (nové)</b> Pezinok, Pezinok	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Saulak</i>
16.	<b>Podrečany</b> Podrečany, Lučenec	III.	Mário Mose – fyz. osoba	<i>Krivánsky potok</i>
17.	<b>Smolník</b> Smolník, Spišská Nová Ves	III.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Smolnícky potok</i>
18.	<b>Široká</b> Široká, Dolný Kubín	preradené na skládku	Oravské ferrozávody a.s. Dolný Kubín	<i>bezmenný potok</i>
19.	<b>Baňa Čigel' ČOV I.</b> Sebedražie, Prievidza	IV.	Hornonitrianske bane, a.s.	<i>Moštenica</i>
20.	<b>Košice – Bankov</b> Košice, Košice	IV.	Teleservis s.r.o., Bratislava	<i>Pásmový potok</i>
21.	<b>Horná Ves (Kremnica)</b> Horná Ves Žiar n. Hronom	IV.	Kremnická banká spol. s.r.o., Kremnica	<i>Lučanský potok</i>
22.	<b>Hronský Beňadik</b> Hronský Beňadik, Nová Baňa	IV.	ZIN s.r.o. Marianka	<i>Tekovský potok</i>
23.	<b>Lubeník</b> Jelšava, Rožňava	IV.	SLOVMAG a.s., Lubeník	<i>Muráň</i>
24.	<b>Pezinok (staré)</b> Pezinok, Pezinok	IV.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Saulak</i>
25.	<b>Rožňava</b> Rožňava, Rožňava	IV.	Železorné bane, š.p. Sp. N. Ves	<i>Slaná</i>
26.	<b>Sereď (Luženec)</b> Sereď, Galanta	preradené na skládku	FERRO-PORT s.r.o., Bratislava	<i>Váh</i>
27.	<b>Špania dolina</b> Špania dolina, Banská Bystrica	IV.	<i>Rudné bane š.p.</i> Banská Bystrica	<i>Banský potok</i>

<i>Odkaliská priemyselné</i>				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	<b>Odkalisko AEMO</b> Čifáre, Levice	II.	SE a.s., AEMO závod, Mochovce	<i>Telinský potok</i>
2.	<b>Bukocel (Bukóza Vranov)</b> Hencovce, Vranov n. Topľou	III.	Bukocel a.s., Hencovce	<i>Ondava</i>
3.	<b>Dubová</b> Dubová, Banská Bystrica	preradené na sklárku	Petrochema s.r.o. Dubová	<i>Hron</i>
4.	<b>Novácke odkalisko 7</b> Nováky, Prievidza	III.	NCHZ a.s. Nováky	<i>Nitra</i>
5.	<b>Stabilizovaný násyp Handlová</b> Handlová, Prievidza	III.	MŽP SR, Bratislava	<i>Handlovka</i>
6.	<b>ČOV VSŽ Sokoľany</b> Sokoľany-Bočiar, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Sokoľanský potok</i>
7.	<b>Fámeš</b> Pastuchov, Hlohovec	preradené na sklárku	SE a.s. AEBO, závod, Jaslovské Bohunice	
8.	<b>Gemerská Hôrka</b> Gemerská Hôrka, Rožňava	IV.	pôvodne: Gemerské celulózky a papierne	<i>Slaná</i>
9.	<b>Konvertorové kaly</b> Veľká Ida, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Ida</i>
10.	<b>Mokrú haldu</b> Veľká Ida, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Ida</i>
11.	<b>Novácke odkalisko 6</b> Nováky, Prievidza	IV.	NCHZ a.s. Nováky	<i>Nitra</i>
12.	<b>Šaľa RSTO (aj sklárka)</b> Šaľa, Galanta	preradené na sklárku	Duslo a.s. Šaľa	<i>Váh</i>
13.	<b>Šulekovo (aj sklárka)</b> Šulekovo, Trnava	preradené na sklárku	Drôtovňa Hlohovec	<i>Váh</i>
14.	<b>Veronika</b> Dežerice, Topoľčany	IV.	Tatra SIPOK a.s. Bánovce n. B.	
15.	<b>Plešivec</b> Plešivec, Rožňava	IV.	<i>obec Plešivec</i>	<i>Slaná</i>

LEGENDA: Údaje o odkaliskách spracované v rokoch 2003 až 2009

2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009

Podrobnejšie informácie o monitorovaných lokalitách (odkaliskách) sú uvedené v predchádzajúcich správach z riešenia úlohy Čiaskový monitorovací systém geologických faktorov SR za roky 2003 až 2008.

## C. Monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov

V podsystéme 03 je zaradený aj monitoring fyzikálnej stability (najmä mechanickej) vybraných antropogénnych sedimentov odkalísk, ktorý zabezpečuje Prírodovedecká fakulta UK Bratislava. Výber lokalít uskutočnil prof. M. Matys ešte v podsystéme 06, ktorý sa riešil do roku 2005. Pri výbere lokalít sa vychádzalo z úvahy, aby sa zmeny vlastností flotačných odpadov sledovali na veľkých odkaliskách troch základných skupín, rozdelených podľa druhu ukladaného odpadu - elektrárenských, z úpravovne rudných baní a úložiská odpadov z chemických fabriek. Zmeny vlastností sa teda monitorujú spolu na šiestich lokalitách:

- na dvoch elektrárenských odkaliskách elektrárne ENO Nováky,
- na dvoch odkaliskách chemickej fabriky Dusla Šaľa,
- na dvoch odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici.

### 2.3.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

#### A. Environmentálny monitoring skládok a odkalísk

##### *a/ Antropogénne sedimenty pochované – do roku 2006*

Podsystém 08 ČMSGF - Antropogénne sedimenty pochované (ASP) v rokoch 2002- 2006 bol zameraný na lokality budované antropogénnymi materiálmi, ktoré vznikali v minulosti ako odpadový materiál vznikajúci pri rôznej ľudskej činnosti. V súčasnosti sú vizuálne znaky miest budovaných takýmito materiálmi zakryté. Z toho dôvodu bolo potrebné tieto miesta v prvom rade identifikovať. Na identifikáciu sú použité rôzne metódy:

- preverenie výskumných a prieskumných prác (geologických, environmentálnych) archívneho charakteru, pri ktorých bolo možné identifikovať lokality ako napr. skládky odpadov, odkaliská, antropogénne sedimenty (v geologických, inžinierskogeologických, a iných mapách), haldy, odvaly, odkaliská, atď.,
- aktívne vyhľadávanie nových lokalít, najmä porovnávaním topografických podkladov rôzneho veku, zameraným na lokalizáciu topografických nezrovnalostí - výskyt elevácii a depresí na tom istom mieste,
- rešerš informácií rôzneho charakteru a pôvodu, ako sú ústne informácie od zainteresovaných osôb, databázy a informačné systémy v odpadovom hospodárstve, letecké snímky a pod.

Pre ASP boli definované základné skupiny materiálov, vychádzajúce z reálneho výskytu na území SR. Bolo vytvorených päť základných skupín ASP:

- zakryté skládky odpadov,
- sedimenty v centrách miest ako výsledok dlhodobého osídlenia (pracovne nazvané mestské sedimenty),
- priemyselné sedimenty v areáloch veľkých priemyselných podnikov,
- antropogénne sedimenty ako dôsledok povrchovej a podpovrchovej ťažobnej činnosti (pracovne nazvané banské sedimenty),
- produkty energetických a spaľovacích zariadení, zariadení na úpravu, alebo vedľajší produkt spracovania (pracovne nazvané zakryté škváry, popoly a kaly).

Uvedené skupiny ASP boli hodnotené v týchto vybraných územiach:

- oblasť mesta Bratislavy z hľadiska výskytu všetkých vyčlenených skupín,
- oblasť Žitného ostrova vzhľadom na vysoký počet zakrytých skládok,
- oblasť mesta Košice pre výskyt všetkých skupín,
- oblasť stredného Slovenska s výskytom najmä banských a priemyselných ASP,
- oblasť severného Slovenska.

Hodnotenie vplyvu jednotlivých lokalít na životné prostredie (relevantný ukazovateľ) bol realizovaný nasledovne:

V záznamovom liste lokality spracovateľ uvedie nasledujúce možnosti:

1. šírenie kontaminácie z lokality do podzemnej vody, možnosti: áno, pravdepodobne áno, pravdepodobne nie, nie,
2. šírenie kontaminácie z lokality do povrchovej vody, možnosti: áno, pravdepodobne áno, pravdepodobne nie, nie,
3. šírenie kontaminácie z lokality do ovzdušia, možnosti: áno, pravdepodobne áno, pravdepodobne nie, nie,
4. kontaminácia priamym kontaktom, možnosti: áno, pravdepodobne áno, pravdepodobne nie, nie.

Hodnotenie vychádza zo všetkých údajov zaznamenaných pre lokalitu a jej podložie a je tiež výsledkom odbornej erudície spracovateľa. V poznámke, ktorú je možné vyplniť pre každý údaj, je možné uviesť východiská hodnotenia a jeho zdôvodnenie.

V poznámke sa posudzovaná lokalita hodnotila podľa rizikovosti prostredia a materiálu, ako i rizika ohrozenia povrchových a podzemných vôd, ovzdušia a pôdy.

Iným spôsobom hodnotenia je konfrontácia lokalizácie s údajmi z máp vhodnosti na skládky odpadov, ktoré sú zrealizované pre celé územie SR. Jedným z údajov týchto máp je vhodnosť pre ukladanie odpadov (územie vhodné, podmienene vhodné a nevhodné pre ukladanie odpadov) a stupeň ohrozenia podzemnej vody (vysoký, stredný a nízky stupeň ohrozenia podzemnej vody).

Rizikovosť určitého javu alebo procesu je vyjadrením potenciálu negatívne ovplyvniť pôvodný stav životného prostredia. Pre potreby hodnotenia rizikovosti lokalít budovaných ASP ju rozdeľujeme na rizikovosť primárnu a sekundárnu.

Primárna rizikovosť je rizikovosť uloženého antropogénneho materiálu, závislá od jeho zloženia a vlastností. Je primárnou preto, lebo od nej sa odvíja negatívny vplyv na všetky zložky ŽP. Najčastejším uloženým materiálom bývajú odpady, zeminový a horninový materiál s pôvodom zo stavebnej činnosti v minulosti alebo súčasnosti, z povrchovej a podzemnej ťažobnej činnosti, atď. Ako príklad negatívnych vlastností odpadov je možné uviesť niektoré z nebezpečných vlastností odpadov - toxicitu, výbušnosť, horľavosť a pod. Tieto vlastnosti sú vo vzťahu k vybraným zložkám životného prostredia - podzemnej a povrchovej vode, horninovému prostrediu, ovzdušiu, atď rizikové rôznou intenzitou. Primárnu rizikovosť uloženého materiálu je možné hodnotiť dvojakým spôsobom: kvalitatívne a kvantitatívne. V prípade absencie znalostí podrobnejších vlastností materiálu (napr. chemického zloženia materiálu, alebo kvality výluhov) sa najčastejšie používa kvalitatívne hodnotenie, založené na odstupňovaní rizika výrazmi: „vysoké, stredné a nízke riziko materiálu“. Také hodnotenie vychádza z odhadu určitých vlastností materiálu, napr. toxicity, mobility a perzistivity, alebo z odhadu percentuálneho podielu nebezpečných odpadov na celom objeme odpadov. V praxi je také hodnotenie

najčastejšie. Kvantitatívne hodnotenie vychádza z konkrétnych nameraných hodnôt alebo analýz, ktoré sa porovnávajú s legislatívne alebo normatívne stanovenými limitmi. Je potrebné určiť, ktoré limity a v akých hodnotách budú platiť pre odstupňovanie rizika vyjadrené výrazmi: „vysoké, stredné a nízke riziko materiálu“. Kvalitatívne a kvantitatívne hodnotenie rizika je závislé na charaktere znalostí o jednotlivých lokalitách. Pri kvalitatívnom hodnotení viacerých lokalít, absencii znalostí základných parametrov materiálu a znalostí základných charakteristík prostredia v ktorom je uložené, má hodnotenie rizika relatívny, teda porovnávací charakter.

Pôsobenie primárneho rizika na vybrané zložky životného prostredia je možné označiť ako sekundárne riziko. Môže to byť napr. riziko ohrozenia kvality podzemnej a povrchovej vody, riziko ohrozenia kvality ovzdušia, pôdy, vodných zdrojov, alebo zdravia a pohody človeka. Veľkosť sekundárneho rizika je závislá na veľkosti primárneho rizika a na charakteristikách tých zložiek životného prostredia, ovplyvnenie ktorých je hodnotené. Ako príklad je možné uviesť toxické odpady, ktorých primárna materiálová rizikovosť je vysoká. Riziko ohrozenia podzemnej vody bude vysoké za predpokladu určitých parametrov podzemnej vody a horninového prostredia. Je to napríklad prítomnosť podzemnej vody, existencia jej kontaktu s toxickým materiálom, existencia priaznivých podmienok šírenia vyluhovaných látok do okolitého prostredia a pod. Tie isté rizikové odpady (napr. toxické) nemusia byť rizikové vo vzťahu k povrchovej vode za predpokladu, že sú od nej dostatočne vzdialené. Podobne platí to isté vo vzťahu k vodným zdrojom, k ovzdušiu a pod. Opačným príkladom môžu byť „neškodné“ odpady (v zmysle právnych predpisov sú to napr. odpady zaradené do kategórie „ostatné“). Ich primárna rizikovosť je nízka. Sekundárna rizikovosť vo vzťahu k vybraným zložkám životného prostredia bude tiež nízka, aj keby taká skládka bola v kontakte s podzemnou a povrchovou vodou. Hodnotenie sekundárneho rizika podobne ako u primárneho rizika môže byť kvalitatívne a kvantitatívne. Vychádza z hodnotenia rizikovosti materiálového zloženia a parametrov tej zložky ŽP, ktorú mienime hodnotiť (prípadne stavu lokality, ktorá bezprostredne ovplyvňuje vybranú zložku). Ak to bude napr. ovzdušie, potom riziko negatívneho ovplyvnenia ovzdušia by malo byť zamerané na hodnotenie schopnosti uloženého materiálu vytvárať skládkový plyn, hodnotenie horľavosti materiálu, posúdenie schopnosti samovznietenia, zhodnotenia kvality zeminy ktorá prekrýva hodnotený antropogénny materiál a pod.

#### *Hodnotenie rizikovosti uloženého materiálu na lokalitách budovaných ASP*

Hodnotenie *rizikovosti uloženého materiálu*, označené symbolom R(mat.), vychádza z charakteristiky uloženého materiálu, pričom členenie rizikovosti je nasledovné: rizikovosť vysoká, stredná a nízka. Možné je aj kombinované hodnotenie nízka - stredná a stredná - vysoká. Priradenie uvedených rizikovostí je závislé na individuálnom zhodnotení situácie riešiteľom úlohy. Stanovenie jednotným postupom nie je možné. Pre uľahčenie situácie a zjednotenie postupu viacerých posudzovateľov sa odporúča vychádzať z nasledovných hodnotení:

- *Zeminový, horninový, rumoviskový materiál*, pokiaľ nie je znečistený, možno považovať za nízko rizikový. Podobne materiál z ťažby, pokiaľ neobsahuje zvýšené koncentrácie rizikových látok, možno hodnotiť ako nízko rizikový. To platí najmä pre zeminový a horninový materiál zo skrývky pri povrchovej ťažbe. Pri hodnotení spracovaných produktov z ťažby - najmä kalov sa odporúča zaradenie do stredného, resp. vysokého rizika podľa ich zloženia. Je potrebné získať čo možno najkompletnejšie znalosti o samotnom procese spracovania suroviny, ako aj prípadnom monitoringu. Zťažená situácia je u veľmi starých pochovaných foriem ASP, kde neexistujú hodnoverné údaje. Odporúča sa dedukovať vlastnosti uloženého materiálu rozborom novej činnosti v minulosti.

- Rizikovosť *domového odpadu* sa hodnotí vzhľadom na objem materiálu, dobu uloženia odpadov a podiel aj iných odpadov (stavebný odpad, odpad zo zemných prác, odpad z výroby). Odpady na skládkach veľkých objemov, kde dochádzalo k sústredenému zvozu domových odpadov z väčších oblastí je možné považovať za stredne až vysoko rizikové. Pokiaľ sú také skládky staršie ako dvadsať až tridsať rokov, ich rizikovosť sa znižuje vzhľadom na konsolidáciu tvorby škodlivých výluhov a plynov. Tiež podiel menej rizikových odpadov, ako je stavebný odpad a prebytočné zeminy znižuje celkovú materiálovú rizikovosť. Podiel odpadov z výroby je potrebné posúdiť osobitne. Pokiaľ ide evidentne o odpady zaradené do kategórie nebezpečné a tvoriace významný objemový podiel, je potrebné ich zaradenie do vysokého rizika ohrozenia ŽP.
- Na hodnotenie rizikovosti *odpadov z výroby* je potrebné uskutočniť rozbor výrobných činností na lokalite v minulosti dostupnými prostriedkami. Najčastejšie ide o rozhovor s miestnymi, kompetentnými ľuďmi a pátranie o hospodárskej činnosti na miestnych samosprávnych a výrobných organizáciách.

Pre každé hodnotenie rizikovosti materiálu sa stanoví hodnovernosť uvedeného zhodnotenia, pričom sú stanovené tri kategórie hodnotenia, ktoré môže byť hodnoverné, ak vychádza z overených údajov, málo hodnoverné, ak je založené len na odhadovaných údajoch alebo približne hodnoverné, ak je založené kombináciou obidvoch predchádzajúcich prístupov.

#### *Hodnotenie rizika ohrozenia podzemnej vody*

Riziko ohrozenia podzemnej vody sa označuje symbolom R(ohr.PV) a jeho hodnotenie je založené na hodnotení rizika materiálu R(mat.) a hodnotení prostredia, cez ktoré sa rizikový materiál môže negatívne uplatniť. Je možné hovoriť o „rizikovosti prostredia“ - R(prostr.). Prostredie je charakterizované litologickým zložením, jeho štruktúrou (napr. porušenosťou), úložnými pomermi, prítomnosťou podzemnej vody atď.

V reálnych podmienkach hodnotenia pre potreby monitoringu ASP je pri hodnotení rizika ohrozenia podzemnej vody nutné vychádzať z údajov záznamového listu monitorovania ASP. Rizikovosť prostredia vychádza z nasledovného:

- posúdenia litologického zloženia podložia prostredníctvom symbolu inžinierskogeologického rajónu a podrajónu,
- posúdenia priepustnosti podložia (jednotlivých litologických typov),
- zohľadnenia údajov o hladine podzemnej vody a jej možnom kontakte s uloženým materiálom,
- zohľadnenia sa tiež výsledky všetkých prieskumov realizovaných na lokalite, výsledky monitorovania najmä podzemnej vody a údaje získané z máp vhodnosti na skládky odpadov v mierke 1:50 000.
- Záver hodnotenia rizikovosti prostredia je:
  - prostredie je nízko rizikové (tvorí bariéru pre šírenie znečistenia do podzemnej vody),
  - prostredie je stredne rizikové (prostredie z dlhodobého hľadiska môže umožniť šírenie znečistenia do podzemnej vody),
  - prostredie je vysoko rizikové (umožňuje šírenie znečistenia do podzemnej vody).

Hodnotenie môže byť aj kombináciou uvedených hodnotení (napríklad nízke až stredné, alebo stredné až vysoké). Výsledné riziko ohrozenia podzemnej vody zohľadňuje riziko uloženého materiálu ako aj riziko prostredia. Na stanovenie rizika ohrozenia podzemnej vody sa

odporúča použiť tab. 2.3.2. Uvedená tabuľka nie je striktným predpisom na stanovenie rizika ohrozenia podzemnej vody. Vždy je potrebný individuálny prístup.

Tab. 2.3.2: Stanovenie rizika ohrozenia podzemnej vody

Riziko ohrozenia podzemnej vody R (ohr.PV)		Riziko uloženého materiálu R (mat.)				
		V	S-V	S	N-S	N
Eiziko prostredia R (prostr.)	V	V	V	S-V	S	N
	S-V	V	V	S-V	N-S	N
	S	S-V	S-V	S	N-S	N
	N-S	S	S	N-S	N	N
	N	S	N-S	N	N	N

#### *Hodnotenie rizika ohrozenia povrchovej vody*

Riziko kontaminácie povrchovej vody sa označuje symbolom R(ohr.povrch.v.). Jeho stanovenie sa odvíja hlavne od určenia vzdialenosti od povrchovej vody (prameňa, vodného toku, vodnej plochy), zhodnotenia možnosti stekania priesakových vôd, alebo aj iných povrchových vôd zo skládky do povrchovej vody (zohľadnením sklonitosti územia kde steká voda, priepustnosti povrchu, vegetácie a jej stavu). Rozhodujúce je samozrejme aj zohľadnenie rizika materiálu. Riziko ohrozenia povrchovej vody môže byť vysoké, stredné a nízke (s možnosťou stanovenia kombinácie, t.j. medzistupňov ako napríklad stredné - vysoké, nízke - stredné). Vysoké riziko ohrozenia sa odporúča stanoviť v tých prípadoch, ak ide o rizikový materiál priamo ukladaný do povrchovej vody, alebo v jej tesnej blízkosti s možnosťou stekania zrážkových vôd cez materiál do povrchovej vody. Ostatné stupne rizika je potrebné zvážiť individuálne.

#### *Hodnotenie rizika ohrozenia ovzdušia*

Riziko ohrozenia ovzdušia sa označuje symbolom R(ohr.ovzd.) a jeho hodnotenie vychádza z nasledovných javov:

- predpokladaná tvorba skládkových plynov (u skládok so sústredeným ukladaním domových odpadov, alebo iných organických materiálov so životnosťou cca do 20 rokov),
- samovoľné horenie materiálu, vedomé podpaľovanie horľavých materiálov,
- materiál prekrytia.

Podľa predpokladanej alebo evidovanej aktivity uvedených javov sa stanoví riziko ohrozenia ovzdušia. Rozdeľujeme ho na nízke, stredné a vysoké. Ak je opodstatnené podrobnejšie rozčlenenie, môže sa použiť aj kombinované hodnotenie tak, ako je to uvedené pri predchádzajúcich rizikách.

#### *Hodnotenie rizika ohrozenia horninového prostredia a pôdy*

Riziko ohrozenia horninového prostredia alebo pôdy sa označuje symbolom R(ohr.pôdy) a jeho hodnotenie vychádza z nasledovných charakteristík:

- rizikovosti uloženého materiálu,

- možnosti vnikania priesakov z uložených materiálov a zrážkovej vody z priestoru hodnotenej lokality do horninového prostredia (zohľadnením morfológických pomerov, priepustnosti podložia, technickej bariéry, vegetácie a jej stavu, atď.).

Podobne ako u predchádzajúcich rizík sa hodnotenie rizika odstupňuje ako nízke, stredné a vysoké, alebo sa použijú aj prechodné hodnotenia.

#### *Spôsob zápisu hodnotenia rizikovosti do záznamového listu*

Každý druh rizikovosti sa ohodnotí a zapíše do pracovného záznamového listu osobitne skratkami N (nízke), N-S (nízke až stredné), S (stredné), S-V (stredné až vysoké) a V (vysoké). K danej skratke sa ako horný index doplní stupeň hodnovernosti rizika vyjadrený číslicami 1, 2, 3 (1 - informácia je hodnoverná, 2 - informácia má menšiu hodnovernosť, 3 - informácia má nízku hodnovernosť). Spodný index je číslo poznámky, v ktorej je možné upresniť okolnosti daného hodnotenia. Hodnotenie rizikovosti ako aj text očíslovanej poznámky sa uvedie na osobitný list a priloží do pracovného záznamového listu.

Príklad: R(mat.) je V<sub>112</sub>, t.j. rizikovosť materiálu R(mat.) je vysoká, informácia je podložená konkrétnymi hodnotami, je hodnoverná. V poznámke č.12 je zdôvodnené hodnotenie, ktoré vychádza napríklad zo stanovenia vyluhovateľnosti odpadov uložených na lokalite. V poznámke môžu byť uvedené konkrétne výsledky hodnotenia vyluhovateľnosti odpadov ako aj všetky okolnosti vedúce k danému hodnoteniu.

#### ***b/ charakterizovanie vplyvu EZ na jednotlivé zložky životného prostredia – od roku 2007***

Metódy monitorovania environmentálneho monitoringu – monitoringu znečistenia v okolí environmentálnych záťaží (EZ) v rámci pod systému 03 sa zameriavajú od roku 2006 na charakterizovanie vplyvu EZ na jednotlivé zložky životného prostredia (ŽP). Používajú sa pritom také metódy, ktoré umožňujú zachytiť a charakterizovať priestorové a časové zmeny šírenia znečistenia zo zdroja znečistenia v okolitom horninovom prostredí. Z hľadiska možného narušenia prirodzenej kvality prírodného prostredia predstavuje vodná zložka jej najcitlivejšiu časť. Voda ako transportné médium tiež podmieňuje migrovanie kontaminantov zo zdroja znečistenia do okolitého horninového prostredia. Výsledná miera a rozsah znečistenia budú závisieť tiež od vlastností jednotlivých kontaminantov vzhľadom k ich šíreniu horninovým prostredím. Pre riešenie problémov spojených s kontamináciou vody je dôležité poznať zloženie kontaminantov a ich koncentrácie. Z hľadiska vplyvu kontaminantov na chemické a fyzikálne vlastnosti vôd sa dajú vyčleniť dve hlavné skupiny kontaminantov:

- *makrokontaminanty* – vyskytujú sa v podzemnej vode vo vyšších koncentráciách. Pri kontaminácii zo skládok sú typické: Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Aj keď ide o najmenej nebezpečné kontaminanty, sú dôležité, pretože menia hydrogeochemické a fyzikálne parametre podzemných vôd, napríklad vodivosť,
- *mikrokontaminanty* – vyskytujú sa v stopových množstvách a neovplyvňujú hlavné hydrogeochemické a fyzikálne vlastnosti. Patria sem kontaminanty na báze N, P, Fe, Mn, Zn a stopové prvky: Hg, Pb, Cd, Se, Cu, As, V, Cr, Co, Ni. Tieto prejavujú svoju toxicitu, resp. iné nepriaznivé účinky na životné prostredie už pri nízkych koncentráciách.

Z týchto dôvodov sa v širšej miere uplatňujú viaceré hydrogeologické, resp. hydrogeochemické metódy. Spektrum hydrogeologických prác používaných pri mapovaní šírenia



kontaminácie z environmentálnych záťaží pri monitoringu sa dá zhrnúť do niekoľkých samostatných tematických celkov, ktoré spolu organicky súvisia, ale majú rozdielnu metodiku a časovú návaznosť:

- odbery vzoriek na monitoring fyzikálnochemických vlastností,
- laboratórne analýzy fyzikálnochemických ukazovateľov,
- režimové pozorovanie hladín podzemných vôd vo vrtoch, vôd v povrchových tokoch a výveroch, resp. výstupoch vôd na povrch,
- stanovenie fyzikálnych vlastností „in situ“.

Základom hodnotenia vplyvu environmentálnych záťaží na geologické faktory životného prostredia sú *analýzy vzoriek vôd z monitorovacích vrtoch*, budovaných v zmysle § 33 Vyhlášky Ministerstva životného prostredia SR č. 283/2001 Z.z. Obyčajne sa využívajú tri monitorovacie vrty, situované jeden nad záťažou a dva pod záťažou, v smere prúdenia podzemných vôd. Výpovedná hodnota pre posúdenie skutočného vplyvu akejkoľvek záťaže na kvalitu podzemnej vody je pri takomto spôsobe hodnotenia pomerne obmedzená, hodnotí viac-menej iba blízke okolie sledovaných vrtoch. Z potreby sledovania skutočnej situácie ohľadom vývoja šírenia znečistenia bola pre každú lokalitu vytvorená účelová monitorovacia sieť odberných miest (bližšie ďalšia podkapitola).

Parametre, ktoré sa uplatnili pri charakterizovaní šírenia znečistenia sú nasledovné:

- Primárne parametre:* Cl, B, CHSK<sub>Cr</sub>, TOC, N-NH<sub>4</sub> – umožňujú sledovať mieru a dosah znečistenia zo zdroja na receptor (napr. povrchovú a podzemnú vodu) – sú typické pre organické zdroje znečistenia ako sú napr. skládky komunálneho odpadu, ich hodnoty často viacnásobne prekračujú hodnoty pozadia. Inertné zložky ako Cl a B umožňujú sledovať maximálny dosah znečistenia od zdroja, resp. ohraničiť znečistenie v monitorovanom priestore. Parametre ako CHSK<sub>Cr</sub>, TOC a N-NH<sub>4</sub> poukazujú na mieru redukcie znečistenia v dôsledku komplexu fyzikálnych, chemických a biochemických procesov, ktoré nastávajú pri transporte znečistenia.
- Sekundárne parametre:* SO<sub>4</sub>, kovy, iné – špecifické pre jednotlivé lokality – majú význam hlavne pre hodnotenie zastúpenia a miery charakteristického kontaminantu na monitorovanej lokalite v čase.
- Indikačné parametre:* pH, O<sub>2</sub>, merná elektrická vodivosť vody, teplota vody, oxidačno-redukčný potenciál – ide o fyzikálno-chemické ukazovatele, ktorými je možné zisťovať alebo dopĺňať potrebné informácie priamo v teréne. Nepriamo poukazujú na mieru a dosah znečistenia na lokalite. Umožňujú operatívne poskytnúť informácie o aktuálnej situácii na lokalite, resp. dá sa prostredníctvom nich získavať väčší súbor informácií o priestorovom a časovom vývoji znečistenia na lokalite.

Dynamika zmien šírenia znečistenia v priestore a čase sa sleduje prostredníctvom *režimových pozorovaní* hladín podzemných vôd vo vrtoch a množstiev vôd v povrchových tokoch. Potrebnou činnosťou je aj sledovanie množstva priesakovej kvapaliny, výdatnosti prameňov v okolí environmentálnych záťaží. Súčasťou režimových pozorovaní je aj analýza zrážkových pomerov v príslušnom území. Opakované merania vodivosti vody v kombinácii s režimovými parametrami umožňujú vysledovať napr. závislosti medzi mierou a dosahom šírenia znečistenia a vonkajšími vplyvmi na danej lokalite, resp. charakterizovať hlavné faktory, ktoré podmieňujú šírenie znečistenia do prostredia. Režimové parametre: výdatnosť, resp. prietok, hladina podzemnej vody, vodivosť vody, teplota vody.

Pri monitorovaní šírenia kontaminácie z environmentálnych zát'azí sa dobre osvedčili *terénne merania fyzikálnych parametrov vody*, ako sú merná elektrická vodivosť (vodivosť) vody a teplota vody. Ich vhodnou aplikáciou sa dá vystihnúť rozloženie kontaminácie v priestore, či sledovať zmeny prejavov šírenia kontaminantov v závislosti od vonkajších podmienok. Koreláciou obsahu špecifického makrokontaminantu s vodivosťou vody v konkrétnom monitorovanom mieste sa tieto ukazovatele dajú vzájomne substituovať.

*Vodivosť* bola meraná na rôzne účely:

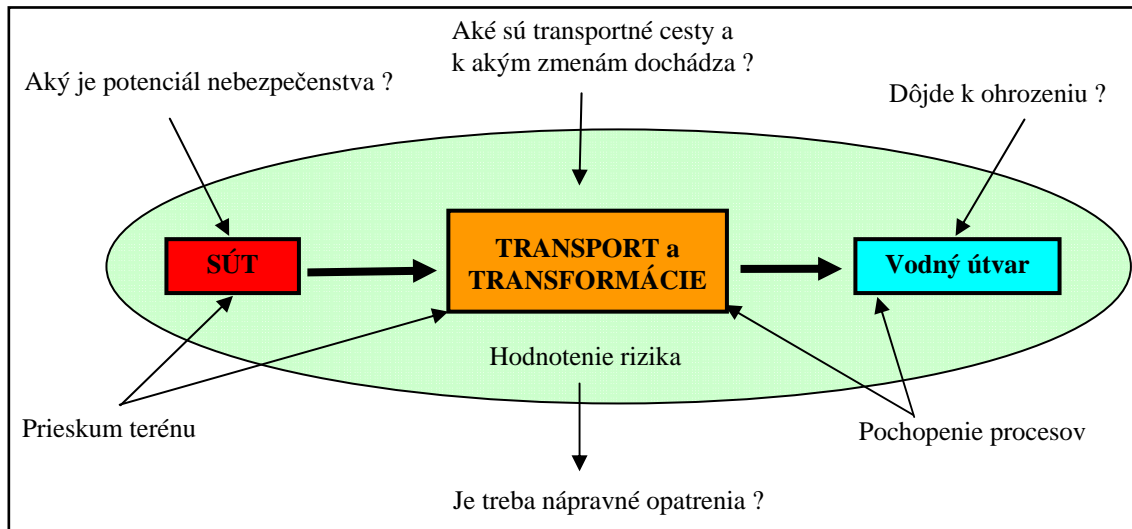
- ako doplňujúci parameter pri cieleňoch odberoch vzoriek vôd, pri ktorých boli odoberané vzorky iba vo vybraných odberných miestach a v ostatných boli získané orientačné údaje o rozsahu kontaminácie iba nepriamo,
- ako hlavný parameter, pri ktorom bola v rámci celého systému odberov použitá iba táto metóda,
- pri meraní zonálnosti vo vrtoch. Sledované boli zmeny vodivosti vo vodnom stĺpci. Frekvencia merania bola obyčajne 1 m. Pri evidentných zmenách hodnôt boli merania zahustené na 0,5 až 0,25 m.

Podrobnosti o meraniach vodivosti sú opísané v jednotlivých kapitolách s uvedením výsledkov merania na jednotlivých lokalitách.

*Teplota vody* bola meraná priamo v teréne pri každom odbere a tiež účelovo, pri posudzovaní pôvodu výverov vôd a prítokov podzemných vôd do potokov.

Z dôvodov väčšej prehľadnosti a zrozumiteľnosti výsledkov monitorovania z rôznych lokalít sa vytvoril hodnotiaci systém spracovania výsledkov meraní s použitím semikvantitatívnej hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť aktuálne ohrozenie prirodzenej kvality životného prostredia environmentálnou zát'azou. Škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje neovplyvnený (pôvodný), resp. zanedbateľne narušený stav, druhý vyjadruje miernu až strednú kontamináciu životného prostredia a tretí znamená výraznú kontamináciu, vedúcu k narušeniu prirodzenej kvality životného prostredia.

Princíp hodnotenia vychádza z povahy šírenia znečistenia v horninovom prostredí. Z environmentálnej zát'aze sa znečistenie šíri do prostredia v kvapalnej forme a môže narušiť prirodzenú kvalitu životného prostredia, ktorej najcitlivejšími zložkami sú podzemná a povrchová voda. Pri transporte znečistenia obyčajne dochádza k zmenám, ktoré redukujú vplyv znečistenia na zasiahnuté zložky životného prostredia. Hodnotenie vyjadruje v podstate mieru narušenia pôvodnej (prirodzenej) kvality hodnotenej zložky prírodného prostredia znečistením z environmentálnej zát'aze. Uvádzaný prístup korešponduje s metódami rizikovej analýzy pre environmentálne zát'aze. Ilustratívne je možné prístup k hodnoteniu objasniť na nasledujúcej schéme (obr. 2.3.3):



Obr. 2.3.3: Hodnotenie environmentálnych zát'azí z hľadiska šírenia znečistenia

Každé hodnotenie sa viaže ku charakteristickému mechanizmu šírenia znečistenia v rámci vyčleneného modelu. Zvlášť sa hodnotí vplyv na povrchovú vodu a zvlášť pre podzemnú vodu.

Štandardné laboratórne stanovenia sú: chemická spotreba kyslíka ( $ChSK_{Cr}$ ), chloridy a nepolárne extrahovateľné látky (NEL). Do rozšíreného rozboru sa podľa charakteru environmentálnej zát'aže zaraďujú nasledujúce stanovenia: dusičnanový a amoniakálny dusík, fosforečnany, sírany, mangán, železo, kadmium, meď, olovo, zinok, bór, povrchovo aktívne látky, fenoly prchajúce s vodnou parou a ďalšie. Ich výber musí zohľadňovať prejavy znečistenia na konkrétnej lokalite.

Sledované ukazovatele na monitorovaných lokalitách sa líšia vzhľadom ku druhu znečistenia a sú to najmä: pH, vodivosť,  $ChSK_{Cr}$ , rozpustené látky, chloridové ióny, Cu, Zn, Fe, amónne ióny, TOC, B,  $BSK_5$  vo vzorkách vody a pôdy/riečnych sedimentov.

Úspešnosť návrhu monitoringu bude závisieť od vytvoreného koncepčného modelu, ktorý vychádza:

1. zo znalostí *hydrogeologických pomerov územia*, ako sú:

- štruktúrno-geologická stavba územia,
- hydrogeologický charakter hornín (hydraulické vlastnosti hornín, tektonické pomery, a pod.),
- režim podzemných vôd (faktory ovplyvňujúce režim podzemných vôd, vzťah povrchových a podzemných vôd, charakteristika tvorby zásob a obehu, smer prúdenia, úroveň a kolísanie hladín),
- kvalita podzemných vôd záujmového územia.

2. zo schopnosti odhadnúť *očakávané prejavy znečistenia na lokalite*, ako sú:

- zloženie a charakter kontaminantov,
- unikanie znečistenia,
- iné zdroje znečistenia v okolí (poľnohospodárstvo, priemysel a iné),
- vodné útvary, ktoré by mohli byť znečistením zasiahnuté.

Na základe koncepčného modelu (resp. z poznatkov a predpokladov) sa následne vytvára projekt monitoringu, pričom tento zahŕňa:

- výber prvkov (bodov, plôch, línií) monitorovacej siete,
- stanovenie rozsahu sledovaných charakteristík (parametrov), dokumentujúcich kontamináciu horninového prostredia a vody,
- výber metód monitoringu,
- stanovenie frekvencie zberu údajov,
- technické zabezpečenie monitoringu,
- výber metód spracovania, vyhodnocovania a uchovávanía údajov.

Cieľom navrhnutého monitoringu je objektívne a reprezentatívne hodnotiť stav na lokalite. Zároveň je v období realizácie monitoringu potrebné zachovať jeho kontinuitu v zmysle jednotnosti metodiky monitoringu. Dôležitou a žiadanou súčasťou monitoringu je aj schopnosť znižovať náklady na jeho prevádzku, napríklad optimalizáciou množstva monitorovacích miest alebo rozsahov sledovaných ukazovateľov, či frekvencie zberu údajov.

Najdôležitejšou súčasťou monitoringu environmentálnych záťaží vo všeobecnosti sú *laboratórne analýzy vzoriek vôd na stanovenie chemických ukazovateľov*. Metodiky odberu vzoriek sú v príslušných normách, napríklad v STN ISO 5667-18.

Dôležitou súčasťou monitorovacích prác sú režimové pozorovania hladín podzemných vôd vo vrtoch a vôd v povrchových tokoch. Potrebnou činnosťou je aj sledovanie množstva priesakovej kvapaliny, výdatnosti prameňov a prietokov povrchovej vody v okolí skládok.

Pri monitorovaní a jeho optimalizácii sa dobre osvedčili *terénne merania fyzikálnych parametrov vody*, ako sú merná elektrická vodivosť (vodivosť) vody a teplota vody. Ich vhodnou aplikáciou sa dá vystihnúť rozloženie kontaminácie v priestore, či sledovať zmeny prejavov šírenia kontaminantov v závislosti od vonkajších podmienok. Koreláciou obsahu špecifického makrokontaminantu s vodivosťou vody v konkrétnom monitorovanom mieste sa tieto ukazovatele dajú vzájomne substituovať. To umožňuje splňať požiadavku univerzálnosti a optimalizovania programu monitoringu, čoho dôsledkom je výrazné zníženie finančných nákladov na získavanie potrebných informácií.

## **B. Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk**

Jednotná metodika definujúca súbor údajov o odkaliskách je spracovaná v tzv. identifikačnom opise konkrétneho odkaliska. Spracovaný súbor dát je možné pre každú environmentálnu stavbu resp. záťaž v určených časových intervaloch inovovať a v dostupnej forme archivovať.

## **C. Monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov**

Na uvedených lokalitách sa sledujú tieto základné monitorovacie charakteristiky a zmeny ich vlastností v čase pomocou viacerých metód. Realizáciou presiometrických skúšok, sa určujú mechanické parametre a to medza presiometrického tlaku  $p_{lim}$  [MPa] (odpovedá medznej pevnosti skúšaného prostredia), presiometrický modul  $E_p$  [MPa] a efektívna hodnota uhla šmykovej pevnosti  $\varphi_{ef}$  [°]. Okrem toho sa odoberali pri monitorovaní týchto vlastností aj neporušené a porušené vzorky antropogénnych sedimentov pre určenie klasifikácie – zrnitostné analýzy materiálov a na stanovenie minerálneho zloženia sa realizovali RTG skúšky. Z geofyzikálnych meraní je základným monitorovaným parametrom merný elektrický odpor v [ $\Omega m$ ]. Namerané a zistené hodnoty uvedených vlastností a parametrov sú porovnávané s

predchádzajúcimi etapami monitoringu. Zistené odchylky sa analyzujú najmä z pohľadu príčin a vplyvov rôznych faktorov zmien a či táto zmena ovplyvňuje nepriaznivo stabilitu odkaliska alebo jeho okolia.

### 2.3.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

#### A. Environmentálny monitoring skládok a odkalísk

Na zaznamenanie relevantných údajov o lokalitách budovaných ASP bol vytvorený záznamový list, ktorý sa v papierovej podobe vyplňuje pre každú lokalitu. Základnými monitorovacími parametrami sú: lokalizácia, údaje o materiálovom zložení, údaje o horninovom prostredí, parametre preskúmanosti, prieskumu a monitoringu, hodnotenie vplyvu na životné prostredie a návrh na ďalší postup. Prílohou záznamového listu je fotodokumentácia a dokumentácia stavu reliéfu. Zaznamenané údaje sa ukladajú do informačného systému.

Frekvencia monitorovania oproti iným monitorovaným systémom vykazuje určité zvláštnosti. Pokiaľ za východisko monitorovania považujeme identifikáciu lokality, frekvencia tejto činnosti je v podstate jednorazová, resp. má charakter nepravidelného dopĺňania a upresňovania údajov v prípade objavenia nových skutočností.

Podstatou monitorovania je:

- sledovanie parametrov lokality a
- sledovanie jej vplyvu na relevantné zložky životného prostredia.

Prvá skupina údajov je pomerne stabilná - *parametre lokality* sú sústredené v databáze údajov. Ich podrobnosť závisí od preskúmanosti územia. Vo väčšine prípadov majú charakter odborného odhadu, v niektorých prípadoch sa uskutočnil prieskum na ich overenie. *Sledovanie vplyvu lokality na zložky životného prostredia* je možné považovať za podstatné z hľadiska definovania obsahu monitoringu. Z hľadiska presnosti a podrobnosti je možné uskutočňovať hodnotenie vplyvu na životné prostredie:

- odhadom - zhodnotením údajov, ktoré sú k dispozícii, alebo
- sledovaním vplyvu prostredníctvom vybudovaných monitorovacích systémov (napr. vrtov) budovaných cielene na sledovanie vybraných zložiek životného prostredia.

Subsystem ASP realizuje hodnotenie vplyvu na životné prostredie zatiaľ len využitím dostupných údajov odborným odhadom. Takéto hodnotenie je obsahom záznamového listu, ktorý je spracovaný pre každú lokalitu.

Na terénne zhodnotenie boli vybrané len tie skládky, ktoré vykazovali hodnoty objemu od 300 m<sup>3</sup>, vykazovali rizikový odpad a zároveň ležali v oblastiach s možným sekundárnym rizikom (podľa Kováčiková, 1998: Hodnotenie rizikovosti lokalít s ASP). Do ďalšieho spracovania sme zaradili i skládky, kde je len predpoklad primárneho rizika a nie je dokumentovaná jeho veľkosť, ale skládka sa nachádza v oblasti so zvýšenou hodnotou sekundárneho rizika. Pre takto selektívne vybrané skládky boli vypracované záznamové listy s doplnením údajov v teréne.

Terénnemu mapovaniu predchádzalo vynesenie skládok podľa registrovaných súradníc do máp v mierke 1:50 000 a pre lokalizáciu v teréne pomocou GPS i prepočtu súradníc do WGS systému. Terénne práce pozostávali z lokalizácie skládky pomocou GPS, overovania údajov z podkladov Geofondu, resp. ich dopĺňania a záznamom nových údajov v teréne potrebných pre databázu registračného listu a fotodokumentácie.

Pre monitorovanie ASP celého územia SR boli vybrané lokality tak, aby bolo rovnomerne pokryté celé Slovensko. V roku 2004 sa napríklad realizovalo vyplnenie záznamových listov

v ďalších okresoch Prešovského kraja (Kežmarok, Stará Ľubovňa a Sabinov). Existujúca databáza skládok odpadov Geofondu ŠGÚDŠ bola pre potreby ďalšieho spracovania len čiastočne vyhovujúca. V databáze chýbajú informácie o objeme značného počtu enviromentálnych záťaží, podrobnejšej charakteristike uloženého materiálu a lokalizácia je daná zväčša len súradnicami. Na úvod sa preto vždy spracovali všetky dostupné údaje z existujúcej databázy registrovaných skládok. Na základe podkladov archívnej excerptie a štúdia dostupných materiálov sa po posúdení v teréne vypracovali záznamové listy. Každá registrovaná lokalita ASP má okrem vyplneného záznamového listu lokalizáciu na topografickom podklade a fotodokumentáciu.

Sledované ukazovatele v rámci ASCHEZ sa hodnotia od roku 2007 minimálne 1-krát ročne na lokalitách Bojná, Modra, Myjava – Holíčov vrch, Myjava – Surovín, Šulekovo, Krompachy – Halňa, a Šaľa odbermi vody a terénnymi meraniami fyzikálnych parametrov vôd. Na lokalite Poša sa 1-krát ročne hodnotia odbery vody a riečneho sedimentu. Na lokalite Zemianske Kostofany sa 1-krát ročne hodnotia vzorky pôdy. Devínska Nová Ves a Prakovce sa monitorujú s frekvenciou 5 rokov.

Výsledky z monitoringu sú okrem vlastných zdrojov zabezpečované v kooperácii s ďalšími subjektmi (Sensor s.r.o., Duslo Šaľa s.r.o., Katedra geochémie na PRIF UK, Obvodné úrady životného prostredia v Gelnici a Krompachoch).

## **B. Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk**

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk SvF STU ročne dopĺňajú identifikačné listy odkalísk na základe výberu dodávateľa – Stavebnej fakulty STU, od roku 2003 do roku 2009 je časový harmonogram znázornený odlišnou farbou v tabuľke 2.3.1.

## **C. Monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov**

Frekvencia zberu údajov na dvoch elektrárenských odkaliskách elektrárne ENO Nováky, dvoch odkaliskách Dusla Šaľa a na dvoch odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici je raz za 3 roky. Vzhľadom na efektívnosť výskumných a prieskumných prác sa realizovali ročne monitorovacie práce a merania na dvojici odkalísk buď v ENO Nováky, pri Dusle Šaľa alebo pri Banskej Štiavnici.

Vo vybraných miestach odkalísk boli odvrtané vrty, z nich sa odobrali podľa možností neporušené a porušené vzorky pre laboratórne stanovenie zrnitosti zloženia a niektorých fyzikálnych vlastností skúmaných sedimentov. Vo vrtoch sa vykonali presiometrické skúšky a vyhodnotili v súlade so STN 72 1004. Na jednej lokalite sa realizovalo okolo 25 m vrto, urobilo 25 presiometrických skúšok, odobralo cca 10 neporušených a 20 porušených vzoriek. Laboratórne skúšky sa robili v laboratóriu mechaniky zemín ŠGÚDŠ a Katedry inžinierskej geológie podľa metodík príslušných STN alebo zaužívaných metodík špeciálnych skúšok. Sledovali sa niektoré vlastnosti fyzikálne - objemová hmotnosť, vlhkosť, zrnitosť a iné. Zo špeciálnych skúšok sa urobilo niekoľko skúšok RTG analýz na para fero a diamagnetických frakciách jednej vzorky z každého odkaliska, na ktorej sa takéto analýzy dali realizovať, na Katedre mineralógie a petrológie Prif UK v Bratislave. Vzhľadom na značnú nerovnorodosť plaveného materiálu v odkaliskách sa v monitorovacích profiloch použili geofyzikálne merania. Na základe týchto meraní možno vyčleniť kvázivodorodé vrstvy. Použili sa najmä tieto metódy geofyzikálnych meraní: odporové profilovanie (VES) a metóda multikábelového elektroodporového merania (MES) nazývaná aj metóda elektrickej odporovej tomografie -

rezistivity tomography ERT. Geofyzikálne merania robila Katedra environmentálnej a aplikovanej geofyziky PriF UK v Bratislave.

### 2.3.4. Výsledky environmentálneho monitoringu na sledovaných lokalitách

#### A. Environmentálny monitoring skládok a odkalísk

##### a/ antropogénne sedimenty pochované – do roku 2006

Sumarizácia počtu lokalít pre vyčlenené skupiny ASP vo vybraných územiach Slovenska na konci roka 2005 je uvedená v tab. 2.3.3. V tabuľke 2.3.4 sú vyhodnotené posudzovania vplyvov z ASP na povrchovú a podzemnú vodu, vzduch a tiež možnosť šírenia kontaminantov priamym kontaktom v jednotlivých okresoch Slovenskej republiky.

Tab. 2.3.3: Prehľad počtu spracovaných lokalít antropogénnych sedimentov pochovaných

Skupina ASP	Bratislava	Žitný ostrov	Stredné Slovensko	Severné Slovensko	Východné Slovensko
zakryté skládky	64	131		54	78
mestské sedimenty	3				1
banské sedimenty	3		150	139	1
popoly			1		
škvary	1				
kaly			7	11	2
priemyselné sedimenty	2		3		5
iné			2		
<b>spolu</b>	<b>73</b>	<b>131</b>	<b>163</b>	<b>150</b>	<b>87</b>

Tab. 2.3.4: Vyhodnotenie posudzovania vplyvov z ASP na zložky životného prostredia podľa jednotlivých okresov

Kontaminácia (počet ASP)	Áno	Pravdepodobne áno	Pravdepodobne nie	Nie	Celkový počet ASP
<b>Bratislava - mesto</b>					60
Kont. podzemnej vody	6	11	34	9	
Kont. povrchovej vody	2	4	16	37	
Kont. ovzdušia	1	3	7	48	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	0	
<b>Okres Banská Bystrica</b>					17
Kont. podzemnej vody	0	7	10	0	
Kont. povrchovej vody	0	12	5	2	
Kont. ovzdušia	0	0	10	8	
Kont. priamym kontaktom	0	0	1	0	
<b>Okres Banská Štiavnica</b>					29
Kont. podzemnej vody	1	5	21	0	
Kont. povrchovej vody	0	5	22	0	
Kont. ovzdušia	0	2	13	12	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	0	
<b>Okres Gelnica</b>					21
Kont. podzemnej vody	1	17	3	0	
Kont. povrchovej vody	2	17	2	0	
Kont. ovzdušia	0	0	21	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	21	0	

Kontaminácia (počet ASP)	Áno	Pravdepodobne áno	Pravdepodobne nie	Nie	Celkový počet ASP
<b>Okres Kežmarok</b>					10
Kont. podzemnej vody	0	0	10	0	
Kont. povrchovej vody	7	3	0	0	
Kont. ovzdušia	0	0	10	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	9	1	
<b>Košice mesto (obvod II,IV)</b>					20
Kont. podzemnej vody	0	8	12	0	
Kont. povrchovej vody	0	1	19	0	
Kont. ovzdušia	0	1	19	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	0	
<b>Košice okolie</b>					40
Kont. podzemnej vody	0	23	15	1	
Kont. povrchovej vody	0	31	5	3	
Kont. ovzdušia	0	0	38	1	
Kont. priamym kontaktom	0	1	30	8	
<b>Okres Levoča</b>					18
Kont. podzemnej vody	0	11	7	0	
Kont. povrchovej vody	7	8	3	0	
Kont. ovzdušia	0	0	17	1	
Kont. priamym kontaktom	0	0	17	1	
<b>Okres Liptovský Mikuláš</b>					45
Kont. podzemnej vody	0	8	34	0	
Kont. povrchovej vody	8	25	7	2	
Kont. ovzdušia	0	0	42	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	42	0	
<b>Okres Michalovce</b>					6
Kont. podzemnej vody	0	2	4	0	
Kont. povrchovej vody	0	2	2	2	
Kont. ovzdušia	0	3	2	1	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	6	
<b>Okres Poltár</b>					1
Kont. podzemnej vody	0	0	1	0	
Kont. povrchovej vody	0	0	1	0	
Kont. ovzdušia	0	0	1	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	0	
<b>Okres Poprad</b>					2
Kont. podzemnej vody	0	0	2	0	
Kont. povrchovej vody	0	1	1	0	
Kont. ovzdušia	0	0	2	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	2	0	
<b>Okres Prešov</b>					28
Kont. podzemnej vody	0	1	27	0	
Kont. povrchovej vody	0	18	10	0	
Kont. ovzdušia	0	0	28	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	28	
<b>Okres Prieviša</b>					22
Kont. podzemnej vody	0	5	17	0	
Kont. povrchovej vody	5	3	13	1	
Kont. ovzdušia	1	0	17	4	
Kont. priamym kontaktom	0	0	12	10	



Kontaminácia (počet ASP)	Áno	Pravdepodobne áno	Pravdepodobne nie	Nie	Celkový počet ASP
<b>Okres Sabinov</b>					10
Kont. podzemnej vody	0	0	10	0	
Kont. povrchovej vody	2	4	3	1	
Kont. ovzdušia	0	0	10	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	10	0	
<b>Okres Sobrance</b>					9
Kont. podzemnej vody	0	0	9	0	
Kont. povrchovej vody	0	3	6	0	
Kont. ovzdušia	0	0	9	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	9	
<b>Okres Spišská Nová Ves</b>					111
Kont. podzemnej vody	2	14	95	0	
Kont. povrchovej vody	7	73	31	0	
Kont. ovzdušia	0	17	1	93	
Kont. priamym kontaktom	0	17	94	0	
<b>Okres Trebišov</b>					10
Kont. podzemnej vody	0	3	7	0	
Kont. povrchovej vody	0	0	10	0	
Kont. ovzdušia	0	0	10	0	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	10	
<b>Okres Žarnovica</b>					19
Kont. podzemnej vody	0	1	18	0	
Kont. povrchovej vody	0	6	13	0	
Kont. ovzdušia	0	0	7	12	
Kont. priamym kontaktom	0	0	0	0	

Na území okresu Dunajská Streda boli lokality skládok popísané podrobnejším záznamovým listom (Kováčiková, 1997). Bolo zaregistrovaných 199 skládok odpadov, z ktorých len tri boli riadenými skládkami v zmysle platných právnych predpisov v odpadovom hospodárstve. Zvyšných 196 lokalít bolo zaradených do podsystemu 08 ČMS Antropogénne sedimenty pochované. Údaje o jednotlivých skládkach zaznamenané v roku 1997 sa pretransformovali do záznamových listov ASP.

Lokality monitorované v podsysteme 08, pre ktoré sú vypracované záznamové listy sú na obrázku 2.3.1. Pre tieto lokality bol vypracovaný aj informačný systém, v ktorom sú záznamové listy a fotodokumentácia.

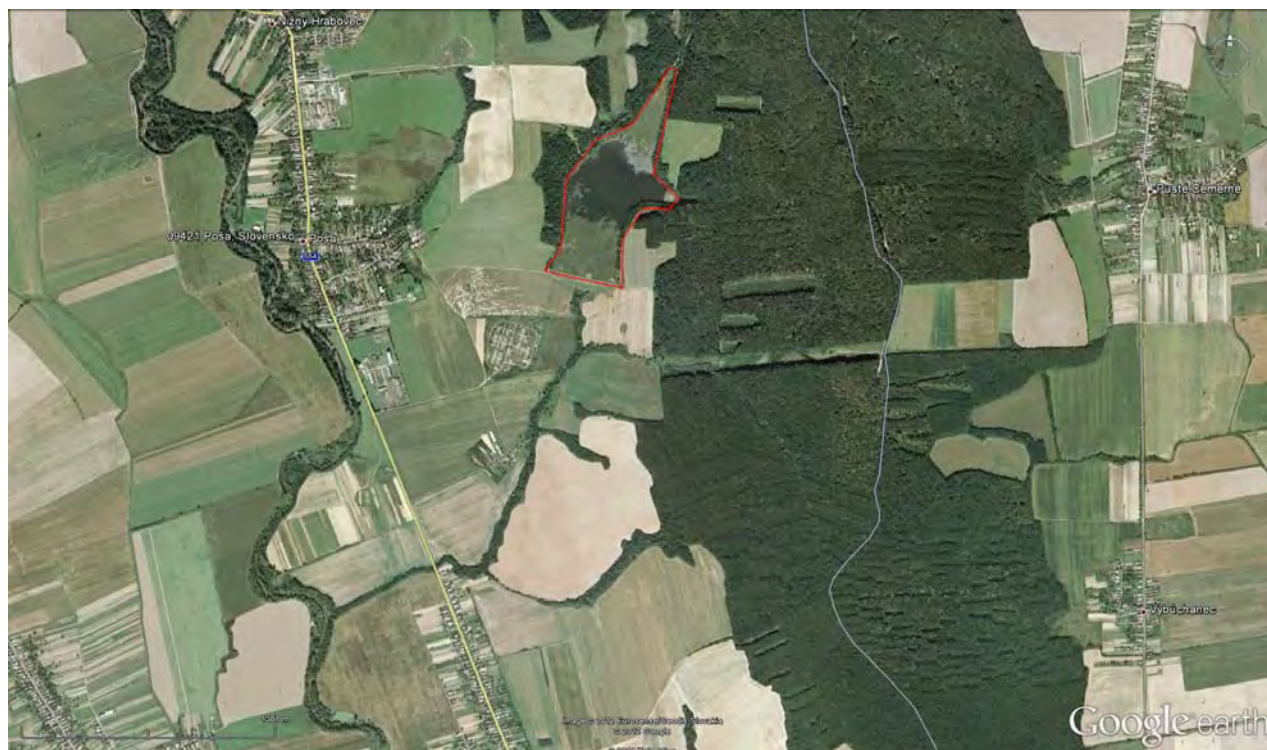
#### ***b/ charakterizovanie vplyvu EZ na jednotlivé zložky životného prostredia – od roku 2007***

Environmentálny monitoring je súhrn monitorovacích činností na sledovanie a následné hodnotenie stavu životného prostredia alebo jeho zložky v presne definovaných časových a priestorových podmienkach. V roku 2009 sa monitoring uskutočnil na lokalitách: Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy – Halňa, Šaľa, Zemianske Kostolany - Chalmová a Poša. Sledované ukazovatele sú najmä: pH, vodivosť, CHSKCr, rozpustené látky, chloridy, Cu, Zn, Fe, amónne ióny vo vzorkách vody a pôdy/riečnych sedimentov.

### 2.3.4.1. Lokalita Kyjovský potok, odkalisko Poša

Odkalisko bolo vybudované v roku 1977 za účelom skládkovania odpadov zo spaľovne a zo spaľovania uhlia. Prevádzkovateľ odkaliska pri obci Poša je chemický podnik Chemko Strážske, a.s., ktorého produkcia je zameraná na základné produkty organickej a anorganickej chémie – benzénová chémia, produkcia cyklohexánu, cyklohexanolu, priemyselné hnojivá, dusíková chémia, produkty na báze amónia, koncentrovaná kyselina dusičná a iné.

Odkalisko predstavuje zdroj kontaminácie pre povrchový tok Kyjov a následne pre podzemné vody vo fluvialných náplavoch pozdĺž toku. Uvoľňovanie As z materiálu odkaliska je periodické v závislosti od sezónnych zmien súvisiacich s klimatickými a hydrologickými podmienkami. Prejavy znečistenia povrchových vôd arzénom pretrvávajú aj po sútoku potoka Kyjov s Ondavou a pozdĺž toku Ondavy. Poloha lokality je na obr.2.3.4.



Obr. 2.3.4: Poša - poloha lokality

### Hydrogeologické pomery

Územie ležiace pod sútokom toku Kyjov a Ondavy predstavuje oblasť fluvialných sedimentov Ondavy (hydrogeologický rajón QN-106), ktorá má význam z vodárenského hľadiska, predstavuje územie s vysokými využiteľnými zásobami podzemnej vody v regióne s možnosťou celkového potenciálneho odberu v množstve  $91 \text{ l.s}^{-1}$ .

Z prieskumných prác v rámci odkaliska a jeho blízkeho okolia do hĺbky 11 m p.t. bola pod odkaliskom detekovaná zvrstvená na piesčité a pieskovo-štrkovité polohy s hrúbkou 0,5 – 1,5 m. Jedná sa o fluvialné štrky v blízkosti potoka a neogénne hlbinné piesky uložené v hĺbke cca 5,0 až 10,0 m p.t. Prítomnosť podzemnej vody bola zistená aj v telese hrádze (Pivovarčiová

et al., 1989). Podzemná voda sa akumuluje v priepustnejších polohách, jej hladina je napätá a kolíše v závislosti na množstve atmosferických zrážok, ktoré sú hlavným zdrojom jej dotácie. Priepustnosť prostredia je relatívne nízka, rádovo sa koeficient filtrácie pohybuje v rozpätí  $10^{-8}$  –  $10^{-10}$  m.s<sup>-1</sup>.

### Geologické pomery

V podloží odkaliska sa nachádzajú kvartérne fluviálne a deluviálne sedimenty, ktoré ležia na neogénnych sedimentoch. Kvartér predstavuje fluviálne a deluviálne ílovité hliny, íly, hlinité piesky a hlinitopiečité štrky. Neogén je tvorený ílovtými hlinami, ílmi a hlinitými pieskami (Jakubíková et al., 2002).

### Monitorovacie práce

V predmetnej lokalite boli v roku 2008 realizované odbery povrchových vôd a riečnych sedimentov potoka Kyjov, ktoré potvrdili klesajúci trend vymývania hlavného kontaminantu v lokalite - arzénu. Vzorky boli odoberané na dvoch miestach – výpusť z odkaliska (antropogénny sediment + povrchová voda vo výpusti z odkaliska) a z povrchu odkaliska pri hrádzi (antropogénny sediment KY-15, KY-16 + povrchová voda v sonde na odkalisku) – lokalizácia odberných miest je na obr. 2.3.5, výsledky analýz sedimentov sú v tab. 2.3.5 a výsledky analýz vôd v tab. 2.3.6.

Tab. 2.3.5: Chemické analýzy antropogénnych sedimentov (lokalita odkalisko Poša)

Meraná veličina (parameter)	Jednotka	Výpusť z odkaliska	Sediment odkaliska KY -16	Sediment odkaliska KY -15	Pokyn MŽP		
					A	B	C
Co	mg.kg <sup>-1</sup>	54	54	34	25	50	300
Hg	mg.kg <sup>-1</sup>	0,13	0,06	0,02	0,4	3	10
Cr	mg.kg <sup>-1</sup>	118	83	108	130	250	800
Zn	mg.kg <sup>-1</sup>	333	86	84	150	500	3000
As	mg.kg <sup>-1</sup>	229	2049	1433	20	50	100
Pb	mg.kg <sup>-1</sup>	19	19	19	70	150	600
Na	%	0,37	0,56	0,60			
K	%	0,91	1,27	1,32			
Ca	%	3,52	7,78	7,07			
Mg	%	0,80	1,66	1,82			
Fe	%	8,16	6,28	7,04			
Mn	%	0,114	0,125	0,131			
Al	%	10,3	8,50	10			



Obr. 2.3.5: Lokalizácia realizovaných odberov v rámci ČMSGF na lokalite „Odkalisko Poša“ v roku 2008

Tab. 2.3.6: Chemické analýzy povrchových vôd (lokalita odkalisko Poša)

Veličina	Jednotka	Výpust' z odkaliska	Odber v telese odkaliska (sonda)	Pokyn MŽP		
				A	B	C
pH	-	7,23	7,47			
Konduktivita/ EC	mS.m <sup>-1</sup>	199,20	150			
Rozpustené látky	mg.l <sup>-1</sup>	1200	1050			
ChSK-Cr	mg.l <sup>-1</sup>	-	174			
BSK5	mg.l <sup>-1</sup>	24	-			
Dusičnany	mg.l <sup>-1</sup>	16,1	<0,50			
Sírany	mg.l <sup>-1</sup>	314,1	251			
Arzén	mg.l <sup>-1</sup>	0,360	4,150	0,005	0,05	0,2
Zinok	mg.l <sup>-1</sup>	0,035	-	0,15	0,5	1
Ortuť	mg.l <sup>-1</sup>	<0,0001	<0,0002	0,0001	0,001	0,005
Sodík	mg.l <sup>-1</sup>	141,13	102			
TOC	mg.l <sup>-1</sup>	-	23,6			

Pre monitoring antropogénnych sedimentov v rámci ČMSGF je vhodné realizovať odber povrchovej vody z odkaliska a z výpuste z odkaliska s početnosťou odberov: 2x ročne s ohľadom na klimatické cykly (topenie snehov, výrazná zrážková činnosť) a odber antropogénnych dnových sedimentov na identických miestach 1x ročne. Rozsah hodnotených parametrov – As, Hg, Zn, Pb, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe, Mn, Al, TOC, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Vzhľadom na viacnásobne potvrdené zaťaženie lokality je potrebné v ďalšom období pre danú lokalitu stanoviť požadované koncentrácie dôležitých kontaminantov. Jedná sa najmä o potvrdené vysoké obsahy arzénu a potvrdenú prítomnosť PCB v odpadových vodách z odkaliska ako dôsledok historickej činnosti pôvodného zriaďovateľa odkaliska Poša, ktoré však súčasná prevádzka areálu nezhoršuje. Z tohto dôvodu by bolo vhodné do chemických analýz zahrnúť aj stanovenie PCB, fenolov, benzénu (1x ročne).

#### 2.3.4.2. Lokalita Zemianske Kostol'any

Lokalita Zemianske Kostol'any predstavuje kontaminovanú oblasť v inundačnom území rieky Nitry, ktorá vznikla po pretrhnutí hrádze na Pôvodnom odkalisku (r. 1965), za ktorou sa popol naplavoval. Odkaliskový materiál pochádzajúca zo spaľovania hnedého uhlia s vysokým obsahom arzénu v tepelnej elektrárni Nováky.

Pôdy prirodzene sa nachádzajúce v inundačnom území rieky Nitry sú prevažne fluvizeme všetkých subtypov (Čurlík, Šefčík, 1999), ktoré však boli po pretrhnutí hrádze odkaliska (v r. 1965) prekryté rozplaveným elektrárenským popolom. Popol ako priepustný materiál predstavuje riziko z hľadiska mobilizácie potenciálne toxických prvkov vďaka infiltrácii zrážok do pôd a podzemných vôd. V rámci sanačných prác sa na kontaminovanom území popol lokálne prekryval nehomogénnou antropozemou z rôznych zdrojov. V dôsledku orby prichádzalo k následnému premiešavaniu navezenej zeminy s popolom.

## **Geologické pomery**

Zájumová oblasť sa nachádza v blízkosti styku dvoch orograficko-geologických celkov-masívu Magury a Hornonitrianskej kotliny. Na jej stavbe sa podieľajú stratigraficko- litologické útvary (Tyleček et al., 1991):

- kvartér- fluviálno-deluviálne uloženiny
- terciér- klastické sedimenty a íly
- stredný trias- dolomity a vápence
- spodný perm- melafýry a kremence

Fluviálne uloženiny rieky Nitry reprezentujú kvartérne sedimenty štrkov a pieskov.

## **Hydrogeologické pomery**

Z hydrologického hľadiska sa územie nachádza v povodí rieky Nitry. Okrem mnohých menších tokov, ktoré priberá z hornej a strednej časti, z ľavej strany do nej priteká tok Handlovka, ohraničujúci oblasť z východnej strany. Na území sú zvodnené pleistocénne a holocénne sedimenty, reprezentujúce dnové akumulácie štrkov, pieskov, zahlinených štrkov a hlin nív riek Nitry a Handlovky (Vaškovský, 1973). Podzemná voda v súvrství je priamo dotovaná z atmosférických zrážok, ale najmä z povrchových vôd rieky Handlovka, ktorá je vyššie položená ako rieka Nitra.

Skúmaná oblasť sa nachádza na rozhraní dvoch hydrogeologických rajónov. Prvým je „Neogén a kvartér Hornonitrianskej kotliny“, ktorý budujú dva základné komplexy. Sedimenty pliocénu dosahujúce hrúbku 300 m, zastúpené pestrými fáciami kontinentálneho vývoja (ílovce, íly, šlíry) a detriticko-vulkanická formácia s prevahou ílov a štrkov. Druhým rajónom je „Mezozoikum a paleogén južnej časti Strážovských vrchov“. V severnej časti je kvartér zastúpený kamenito - hlinitou suťou, v južnej časti územia piesčitými štrkami, ktoré v kvartéri predstavujú kolektor podzemnej vody. Obe fácie sú prekryté piesčitými hlinami rozdielnych hrúbok, lokálne nahradené navážkou (Tyleček et al., 1991)

## **Monitorovacie práce**

V rámci ČMSGF sa od roku 2008 na lokalite Zemianske Kostolany realizuje výskum spojený s výberom vhodnej lokality a média na monitorovanie uvoľňovaného As do životného prostredia. Hlavným cieľom terénnych a experimentálnych prác bol výber vhodného miesta na inštaláciu stabilného monitorovacieho zariadenia vo forme pôdneho lyzimetra, na obr. 2.3.6 je lokalizácia odberových miest z roku 2008.



Obr. 2.3.6: Lokalizácia realizovaných odberov na lokalite Zemianske Kostolany, rok 2008

Na posúdenie kvantitatívnych informácií o distribúcii prvkov medzi funkčne definované geochemické frakcie v antropogénnych sedimentoch bola realizovaná experimentálna metóda sekvenčných extrakcií (BCR-metóda modifikovaná podľa Mackových et al., 2003) na odobraných vzorkách. Jednotlivé extrakcie v rámci sekvenčnej extrakčnej schémy sú robené s cieľom simulovať prírodné procesy (najmä mobilizácia polutantov vplyvom zrážkovej činnosti), hoci sa experimentálne fyzikálno-chemické podmienky počas experimentov čiastočne líšia od prírodných podmienok (rýchlosť reakcií, sila extrakčných činidiel) (Cappuyns et al. 2007). Analytickým stanovením boli zistené v roku 2008 vysoké obsahy celkového As  $1231 \text{ mg.kg}^{-1}$  vo vzorke riečného sedimentu, pre pôdny horizont  $389 \text{ mgAs.kg}^{-1}$  (hĺbka do 30 cm), resp.  $942 \text{ mgAs.kg}^{-1}$  (60-80 cm), ktoré niekoľkonásobne prevyšujú limitnú C hodnotu  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  podľa Vyhlášky MP SR č. 531/ 1994 – 540 (tab. 2.3.7). Napriek skutočnosti, že len 16,91 % z celkového množstva As sa uvoľnilo zo vzorky riečného sedimentu ZKs, toto percento predstavuje  $208,16 \text{ mg.kg}^{-1}$  ako celkové množstvo uvoľneného As. Uvedené zistenie o pomerne malom kvantitatívnom rozsahu uvoľňovania As z prírodných médií je plne v súlade s mnohými publikovanými prácami (napr. Hiller, Šutriepka, 2008). V prípade vzorky pôdy ZKp sa uvoľnilo percentuálne viac As (29,12 %), čo je však skoro 2-násobne menšie množstvo uvoľneného As ( $113,29 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) v porovnaní so vzorkou ZKs.

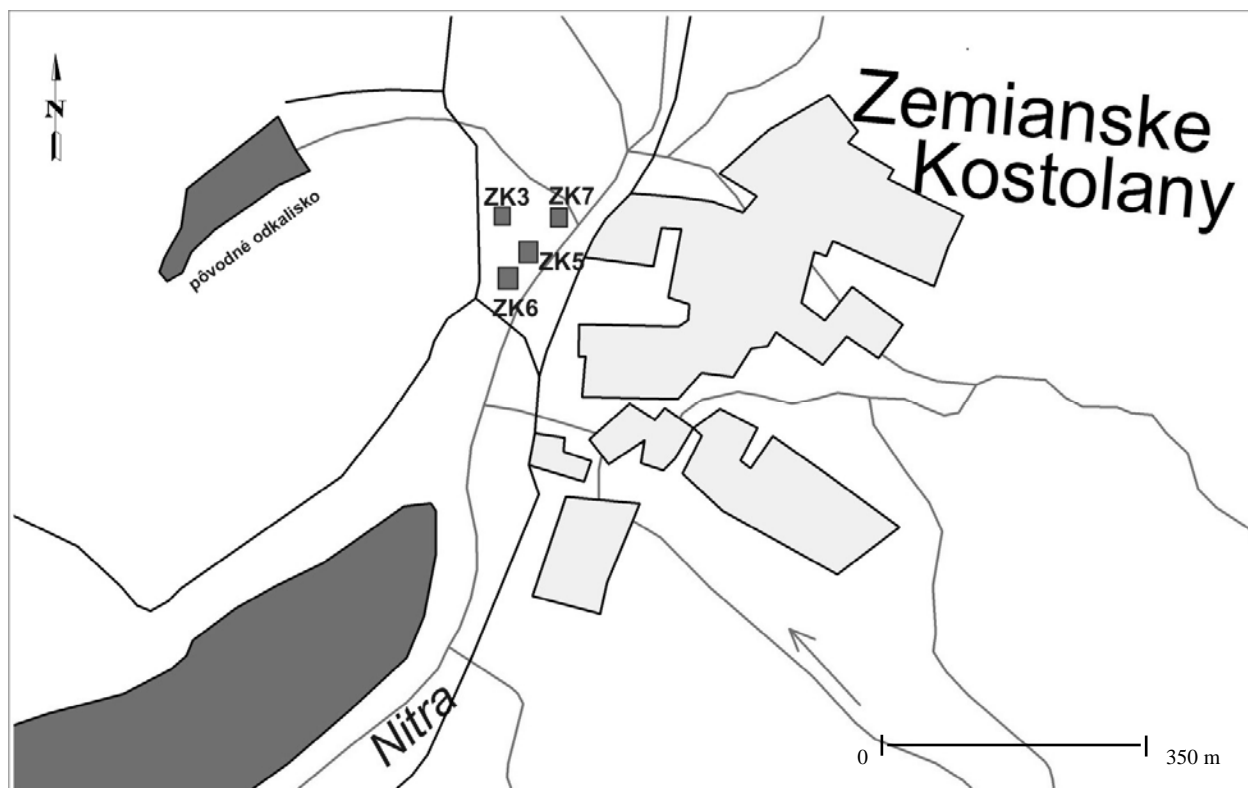
Pozorovaná mobilizácia As zo zdrojového materiálu riečného sedimentu a vzorky pôdy v laboratórnych podmienkach umožňuje identifikovať pochované antropogénne sedimenty ako možný zdroj znečistenia povrchových a podzemných vôd v povodí rieky Nitra s potenciálom ohrozenia zdravia obyvateľstva (Bodiš et al. 2005, Rapant, Krčmová, 2007), čo dokazujú zistené vysoké koncentrácie As v extraktoch z frakcie I. výrazne prevyšujúce limitnú hodnotu pre As v povrchových vodách ( $0,03 \text{ mg.l}^{-1}$ , Nariadenie vlády SR č.296/2005 Z.z.). Podiel relatívne ľahko mobilizovateľného As (frakcie I, II) poukazuje na vysoký potenciál ohrozenia životného prostredia As v povodí rieky Nitry.

Tab. 2.3.7: Chemické analýzy antropogénnych sedimentov - lokalita Zemianske Kostolany, rok 2008

Veličina (parameter)	Jednotka				Pokyn MŽP		
		ZK -1 s	ZK -p	ZK -p	A	B	C
		Riečny sediment	Pôda (0-30cm)	pôda (60-80 cm)			
Cd	$\text{mg.kg}^{-1}$	0,2	<0,1	<0,1	0,4	5	20
Co	$\text{mg.kg}^{-1}$	18	14	14	25	50	300
Hg	$\text{mg.kg}^{-1}$	0,14	0,48	0,89	0,4	3	10
Cr	$\text{mg.kg}^{-1}$	55	74	77	130	250	800
Zn	$\text{mg.kg}^{-1}$	124	89	81	150	500	3000
As	$\text{mg.kg}^{-1}$	1231	389	942	20	50	100
Pb	$\text{mg.kg}^{-1}$	28	22	25	70	150	600
Na	%	0,75	0,97	0,71			
K	%	1,33	1,58	1,56			
Ca	%	7,07	2,68	4,34			
Mg	%	2,36	1,25	1,34			
Fe	%	3,81	4,26	5,37			
Mn	%	1,02	0,088	0,086			
Al	%	6,01	7,87	9,32			

V roku 2009 boli realizované odbery pochovaných antropogénnych sedimentov na lokalite Zemianskej Kostolany (ZK3, ZK5, ZK6, ZK7 – obr. 2.3.7), a chemické analýzy (tab. 2.3.8) potvrdili vysokú mieru zaťaženia lokality arzénom. Nachádzajú sa tam súvislé polohy naplaveného popola mocné lokálne viac ako 2 m prekryté len 20-30 cm vrstvou zeminy. Zistené koncentrácie arzénu kolíšu od  $127 - 1264 \text{ mg.kg}^{-1}$  (v polohách čistých popolov), čo mnohonásobne prekračuje limity pre pôdu. Okrem arzénu, boli zaznamenané aj zvýšené koncentrácie ortuti ( $0,34 - 0,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).





Obr. 2.3.7: Lokalizácia realizovaných odberov na lokalite Zemianske Kostolany, rok 2009

Tab. 2.3.8: Chemické analýzy antropogénnych sedimentov (lokalita Zemianske Kostolany, rok 2009)

		(%)					(mg.kg <sup>-1</sup> )						
		Fe	Mn	Al	Ca	Mg	Zn	As	Sb	Hg	Pb	S	P
<b>hĺbka odberu 0-30 cm</b>													
<b>ZK3</b>		2,40	0,07	2,47	1,50	0,60	83	218	0,8	0,39	18,5	<0,5	0,164
<b>ZK5</b>		2,33	0,07	2,09	1,85	0,58	62	358	1,0	0,34	17,3	<0,5	0,131
<b>ZK6</b>		2,52	0,07	2,45	2,62	0,71	50	417	0,8	0,64	14,8	<0,5	0,087
<b>ZK7</b>		2,01	0,06	1,41	2,05	0,71	101	127	1,2	0,54	24,9	<0,5	0,044
<b>hĺbka odberu 30-60 cm</b>													
<b>ZK3</b>		3,14	0,07	2,80	3,24	0,81	53	730	1	0,62	11,4	<0,5	0,079
<b>ZK5</b>		3,38	0,06	2,94	3,58	0,65	42	1264	1,2	0,38	8,6	<0,5	0,072
<b>ZK6</b>		3,93	0,07	3,57	4,04	0,79	35	1264	1,1	0,47	6,5	<0,5	0,066
<b>ZK7</b>		2,23	0,05	1,54	2,14	0,60	110	164	0,9	0,90	16,9	<0,5	0,040
<b>Pokyn MŽP</b>	<b>A</b>						150	20		0,4	70	2	
	<b>B</b>						500	50		3	150	20	
	<b>C</b>						3000	100		10	600	200	

Pre monitoring v rámci ČMSGF je vhodné realizovať na lokalite Zemianske Kostolany odber pôdnej vody z lyzimetrov, t.j. roztokov pochádzajúcich z plytkej podpovrchovej zóny antropogénneho sedimentu, ktoré reprezentujú dynamické uvoľňovanie hlavného kontaminantu As v lokalite Zemianske Kostolany. Pôdne lyzimetre (3x, hĺbka 30 cm, 60 cm, 90 cm) budú zabudované v roku 2010 do pôdneho profilu na nivnej terase pod Pôvodným odkaliskom ENO (havarované odkalisko). Predpokladaný počet odberov: 2x ročne, s ohľadom na klimatické cykly (topenie snehov, výrazná zrážková činnosť). Rozsah hodnotených parametrov: As, Hg, Cr, Zn, As, Pb, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe, Mn, Al, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (resp S<sub>tot</sub>).

### 2.3.4.3. Lokalita Šaľa

Teleso skládky sa začalo budovať v roku 1962 ako odkalisko popolčeka pre potrebu podnikovej teplárne. Od roku 1986 je skládka využívaná na zneškodňovanie odpadov z výrobných činností podniku Duslo Šaľa, a.s. Odhaduje sa že na skládke je takmer 1,5 mil. m<sup>3</sup> odpadu. V okolí skládky sa stále vyskytujú podzemné vody so zvýšeným obsahom kontaminácie. Prevládajúcimi komponentmi kontaminácie sú chloridy a amónne ióny, ktoré však nepredstavujú priame ohrozenie geologických zložiek životného prostredia a obyvateľstva. V rokoch 1995 až 1997 sa uskutočnili sanačné práce a vybudovala sa po obvodě skládky podzemná tesniaca injekčná stena. Vzhľadom na agresivitu prostredia a novú doteraz dlhodobo neodsúhlasenú technológiu tesnenia bude potrebné sledovať dlhodobú tesniacu schopnosť tejto podzemnej steny. Situácia lokality je na obr. 2.3.8.



Obr. 2.3.8: Šaľa – situácia lokality

## Geologické pomery

Lokalita súčasťou Podunajskej panvy, ktorá je vyplnená sedimentami kvartéru a neogénu. Kvartérne sedimenty sú zastúpené fluviaálnymi náplavami Váhu, ktoré sú vo vrchnejších častiach vo vývoji ílov, v spodnejších častiach sa nachádzajú hlinité piesky a piesky, ojedinele s obsahom štrkovej frakcie. Hlinito-piesčité a ílovito-piesčité sedimenty sa striedajú s pieskami. Pre sedimenty kvartéru je typické krížové zvrstvenie. Piesky vytvárajú šošovkovité útvary rôznej hrúbky. Hrúbka kvartérnych sedimentov, overená vrtnými prácami je 10 až 15 m. Podložie kvartéru je budované neogénnymi ílmi s preplástkami pieskov prípadne s pieskami. Rozhranie medzi podložnými sedimentami pliocénu a kvartéru je vzhľadom na rovnaký litologický charakter sedimentov veľmi ťažké identifikovať.

## Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery sú odrazom geologicko-tektonickej stavby. Dajú sa tu vyčleniť dva typy podzemných vôd.

V neogenných sedimentoch je výskyt viazaný na polohy priepustných hornín, tvorených rôznorodnými pieskami, uloženými v ílovitom komplexe. Pánvová stavba celej oblasti podmieňuje vznik artézskych zvodnených horizontov s negatívnou aj pozitívnou piezometrickou úrovňou (v oblasti Trnovca je zistených vrtnými prácami niekoľko horizontov s artézky napätou hladinou).

Kvartérne štrkopiesčité až piesčité sedimenty Váhu sú v celom okolí silne zvodnelé. Zvodnelá vrstva je vo vertikálnom, aj horizontálnom smere premenlivá a nehomogénna. Prejavuje sa to zmenou priepustnosti na malé vzdialenosti. Výdatnosť vrtov, ktoré boli v okolí prečerpávané kolíše v širokých medziach ( $1 - 15 \text{ l.s}^{-1}$ ). Súčiniteľ filtrácie je rádovo  $10^{-4}$  až  $10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ . Kvalita podzemných vôd je zhoršená prítomnosťou zvýšených koncentrácií Fe a Mn a býva hygienicky závadná.

Hladina podzemnej vody sa nachádza v hĺbke cca 3 – 5 m pod terénom. Je v hydraulickej závislosti s hladinou vody vo Váhu. Generálny sklon a prúdenie podzemnej vody je za priemerných stavov vody vo Váhu smerom SV - JZ, pri povodňových stavoch (napr. v roku 1997) je prúdenie opačné, t.j. od Váhu ku skládke. Prúdenie podzemných vôd bolo dostatočne overené systémom monitorovacích vrtov. Súčiniteľ filtrácie kvartérnych sedimentov sa získal z 9 krátkodobých čerpacích alebo stúpacích skúšok a je v rozmedzí  $k = 2,5 \cdot 10^{-4}$  až  $4,2 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ .

Podzemná voda v priestore skládky sa nachádza trvale asi 0,5 m pod dnom skládky. Skládkový materiál nie je v priamom kontakte s podzemnou vodou, možným šíriteľom kontaminácie sú atmosférické zrážky.

## Monitorovacie práce

Odberné miesta sú znázornené na obrázku 2.3.9. Monitorované sú vrty OVM-1 až OVM-8 vo vnútri skládky a PD-1 až PD-4, SŠ-1 až SŠ-10, V-1 až V-7, SŠN-7, PD-3N, SŠN-9, PHŠ-9 na vonkajšom obvode.

V tabuľkách 2.3.9, až 2.3.12 sú výsledky chemických analýz monitorovacích vrtov na lokalite Šaľa, ktoré sa uskutočnili v máji a júni 2008. Sledovanými parametrami boli najmä vodivosť, CHSKcr,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , NEL IČ a BSK<sub>5</sub>.

Tab. 2.3.9: Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa - vzoriek podzemnej vody z vrtov na RSTO-rok 2008

	OVM1	OVM3	OVM4	SŠ9	SŠN9	V1	V2	SŠ6
<b>Ukazovateľ</b>								
<b>Zápach</b>	žiadny	olejový	olejový	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
<b>Zákal</b>	3,04	6,85	12,18	27,41	3,80	6,09	13,32	48,36
<b>Farba</b>	číra	zakal.nahn.	slabý zákal	hrdz.sl.zakal.	číra	číra	slabý zákal	slabo zak.
<b>O<sub>2</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	4,10	olej	4,40	5,52	4,19	5,33	3,68	4,49
<b>pH</b>	7,26	7,28	7,65	7,29	7,48	7,25	7,28	7,23
<b>Vodivosť (mS.m<sup>-1</sup>)</b>	4490,00	1575,00	1742,00	1200,00	837,00	1340,00	1709,00	1525,00
<b>RLS (105°C) (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	2730,00	954,00	740,00	919,00	1035,00	906,00	1059,00	1066,00
<b>CHSK<sub>K</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	3,40	3,60	6,30	1,10	1,90	1,40	2,70	3,20
<b>CHSK<sub>Cr</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	29,60	33,20	58,80	26,90	24,10	22,50	19,90	27,60
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	25,90***	50,00***	137,90***	0,80*	0,80*	0,60*	58,90***	16,90***
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	26,10	0,10	36,90	0,30	0,10	32,90	3,30	157,10
<b>Cl<sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	1096,00	166,00	126,50	68,50	16,80	84,00	133,60	74,10
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	320,00	285,00	200,00	300,00	115,00	110,00	375,00	280,00
<b>NEL IČ (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	0,55**	7,35***	2,25***	0,35**	0,40**	0,50**	0,45**	0,50**
<b>BSK<sub>5</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	8,20	olej	14,90	2,10	2,50	1,90	10,20	2,60

*Poznámka: hodnoty označené \*\*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie C v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie B v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \* predstavujú prekročenie limitov kategórie A v „Pokyne MŽP“*

Tab. 2.3.10: Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa - vzoriek podzemnej vody z vrtov na RSTO-rok 2008

	OVM8	SŠ2	V6	PD2	SŠN7	SŠ7
<b>Ukazovateľ</b>						
<b>Zápach</b>	olejový	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
<b>Zákal</b>	127,10	5,70	5,30	4,50	51,10	83,60
<b>Farba</b>	zakal.nahn.	slabý zákal	číra	číra	zakal.hrdz	zakal.červ.
<b>O<sub>2</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	5,79	5,11	3,07	3,66	6,02	3,38
<b>pH</b>	7,05	7,05	7,37	7,15	7,23	7,27
<b>Vodivosť (ms.m<sup>-1</sup>)</b>	7030,00	1986,00	3060,00	2200,00	8110,00	1267,00
<b>RLS (105°C)</b>	4046,00	1169,00	1821,00	1500,00	5160,00	847,00
<b>CHSK<sub>K</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	78,30	9,50	6,10	3,10	7,80	4,50
<b>CHSK<sub>Cr</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	679,00	31,70	22,00	8,00	26,00	9,00
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	110,60***	53,20***	84,30***	13,80***	71,40***	41,70***
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	51,80	2,90	0,10	28,40	0,50	0,30
<b>Cl<sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	1734,00	200,70	380,20	249,60	257,40	107,00
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	525,00	345,00	525,00	525,00	160,00	205,00
<b>NEL IČ (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	270,00***	0,15*	0,20**	0,30**	0,35**	0,30**
<b>BSK<sub>5</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	143,50	4,00	10,90	6,70	13,80	3,60

*Poznámka: hodnoty označené \*\*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie C v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie B v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \* predstavujú prekročenie limitov kategórie A v „Pokyne MŽP“*



Obr. 2.3.9: Lokalizácia realizovaných odberov na lokalite Šaľa

Tab. 2.3.11: Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa -  
vzoriek podzemnej vody z vrtov na RSTO- rok 2008

	SŠ5	SŠ10	PD1	PD3	PD3N	PD4	PHŠ9
<b>Ukazovateľ</b>							
<b>Zápach</b>	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
<b>Zákal</b>	256,60	16,40	30,20	1,90	0,80	51,90	295,90
<b>Farba</b>	hrdz.zakal.	zakal.hnedá	nahn.zakal.	číra	číra	mierne zakal.	silne zakal.
<b>O<sub>2</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	4,06	4,40	4,40	5,63	4,67	4,74	6,30
<b>pH</b>	7,36	7,21	7,16	7,30	7,31	7,37	7,22
<b>Vodivosť (ms.m<sup>-1</sup>)</b>	1061,00	1361,00	1281,00	1065,00	1123,00	2120,00	1482,00
<b>RLS (105°C) (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	697,00	895,00	941,00	598,00	722,00	1535,00	1066,00
<b>CHSK<sub>K</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	2,00	1,90	5,60	0,50	1,40	4,80	6,80
<b>CHSK<sub>Cr</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	22,00	12,40	38,00	8,00	10,50	22,00	24,00
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	1,00**	0,70*	0,70*	0,70*	0,60*	5,40***	1,50**
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	0,60	32,30	2,30	21,10	0,90	243,50	110,90
<b>Cl<sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	79,70	67,70	86,60	98,60	79,00	103,90	70,80
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	165,00	205,00	310,00	45,00	205,00	370,00	230,00
<b>NEL IČ (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	0,10*	0,10*	0,60**	0,75**	0,50**	4,74***	0,75**
<b>BSK<sub>5</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	3,70	2,00	1,70	1,80	2,20	2,90	3,00

Tab. 2.3.12: Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa -  
vzoriek podzemnej vody z vrtov na RSTO-rok 2008

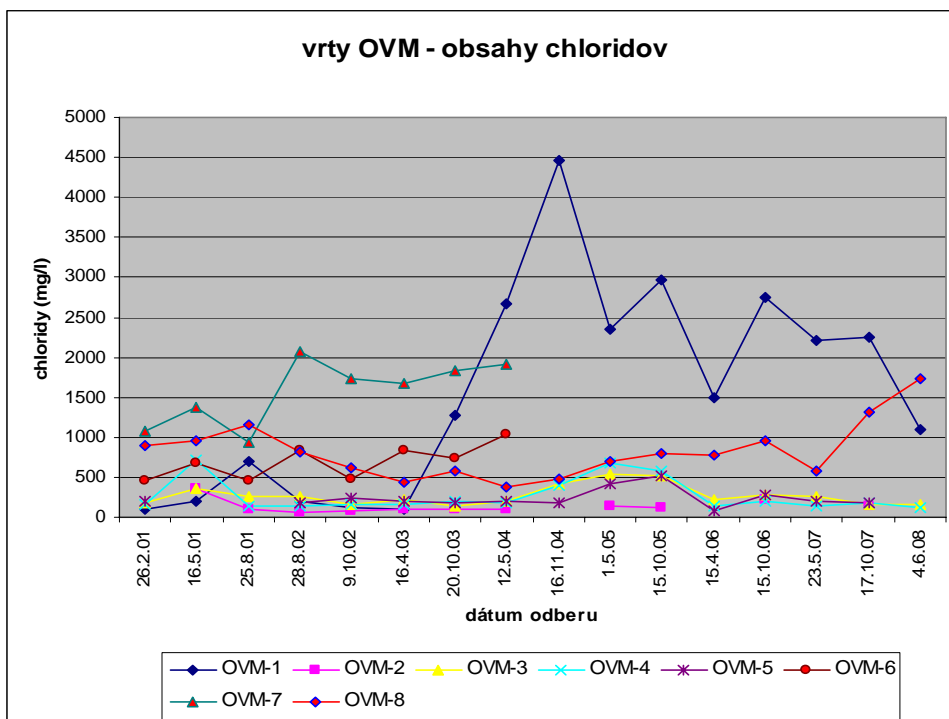
	SŠ1	SŠ3	SŠ4	V5	V7
<b>Ukazovateľ</b>					
<b>Zápach</b>	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
<b>Zákal</b>	24,40	8,80	198,20	15,30	106,50
<b>Farba</b>	zákal	slabý zákal	zakal.hnedá	nahn.zakal.	sil.zákal
<b>O<sub>2</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	3,80	5,20	3,60	3,10	5,70
<b>pH</b>	7,27	7,08	7,18	6,87	7,21
<b>Vodivosť</b>	3390,00	1723,00	1461,00	2530,00	1707,00
<b>RLS (105°C) (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	1898,00	1223,00	1136,00	1765,00	1268,00
<b>CHSK<sub>K</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	11,80	2,20	8,60	15,70	4,90
<b>CHSK<sub>Cr</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	49,50	12,90	28,50	190,70	39,90
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	65,30***	0,15	3,60***	18,60***	0,70*
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	0,60	1,90	50,10	3,90	45,40
<b>Cl<sup>-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	508,00	148,60	61,00	337,00	165,00
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	375,00	285,00	205,00	155,00	310,00
<b>NEL IČ (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	0,50**	0,10*	0,25***	0,20***	0,25***
<b>BSK<sub>5</sub> (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	8,36	1,72	5,52	10,04	5,52

*Poznámka: hodnoty označené \*\*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie C v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie B v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \* predstavujú prekročenie limitov kategórie A v „Pokyne MŽP“*

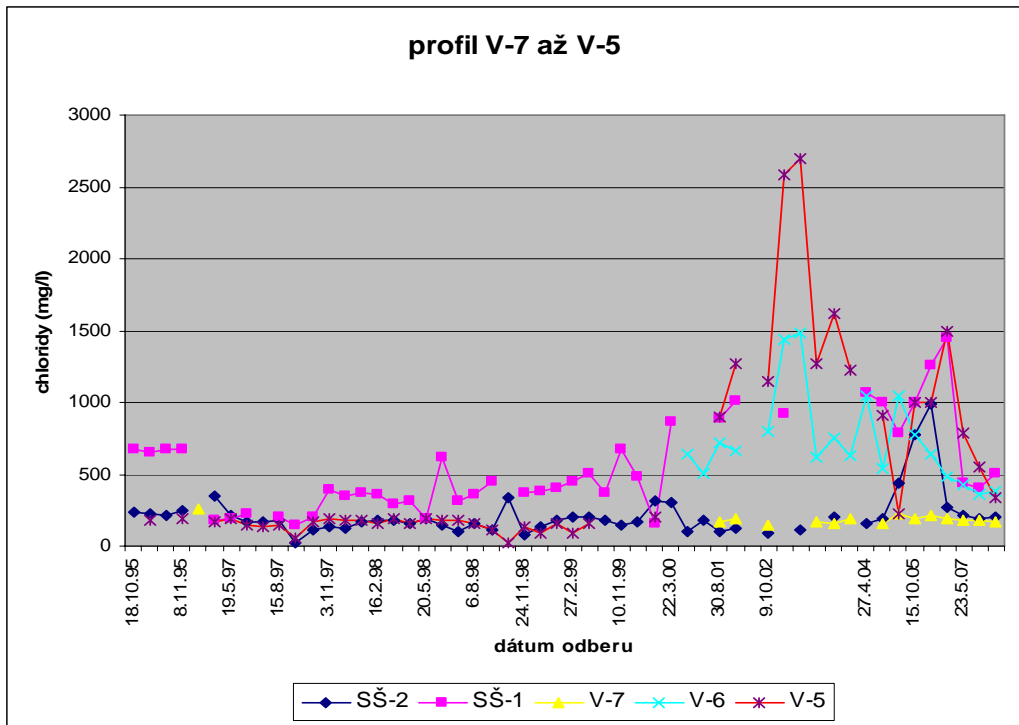
Tab.2.3.13: Vybrané hodnoty meraných ukazovateľov pre vrt OVM-8 za obdobie 2001 - 2008

OVM-8									
Dátum	pH	Vodivosť <sup>p</sup> mS.m <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup> mg.l <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg.l <sup>-1</sup>	Dátum	pH	vodivosť <sup>p</sup> mS.m <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup> mg.l <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg.l <sup>-1</sup>
26.02.2001	7,54	451	899	84,8	16.11.2004	7,38	322	474	54,9
16.05.2001	7,37	379	947	84,5	01.05.2005	7,30	327	696	58,3
25.08.2001	7,29	385	1159	107,9	15.10.2005	7,09	368	800	74,6
28.08.2002	7,39	448	827	74,7	15.04.2006	7,41	317	782	50,6
09.10.2002	7,57	422	625	81,8	15.10.2006	7,00	-	960	74,3
16.04.2003	7,77	308	431	39,8	23.05.2007	7,06	olej	581	45,0
20.10.2003	7,58	425	578	88,2	17.10.2007	7,40	652	1320	124,7
12.05.2004	7,07	266	387	51,9	04.06.2008	7,05	703	1734	110,6

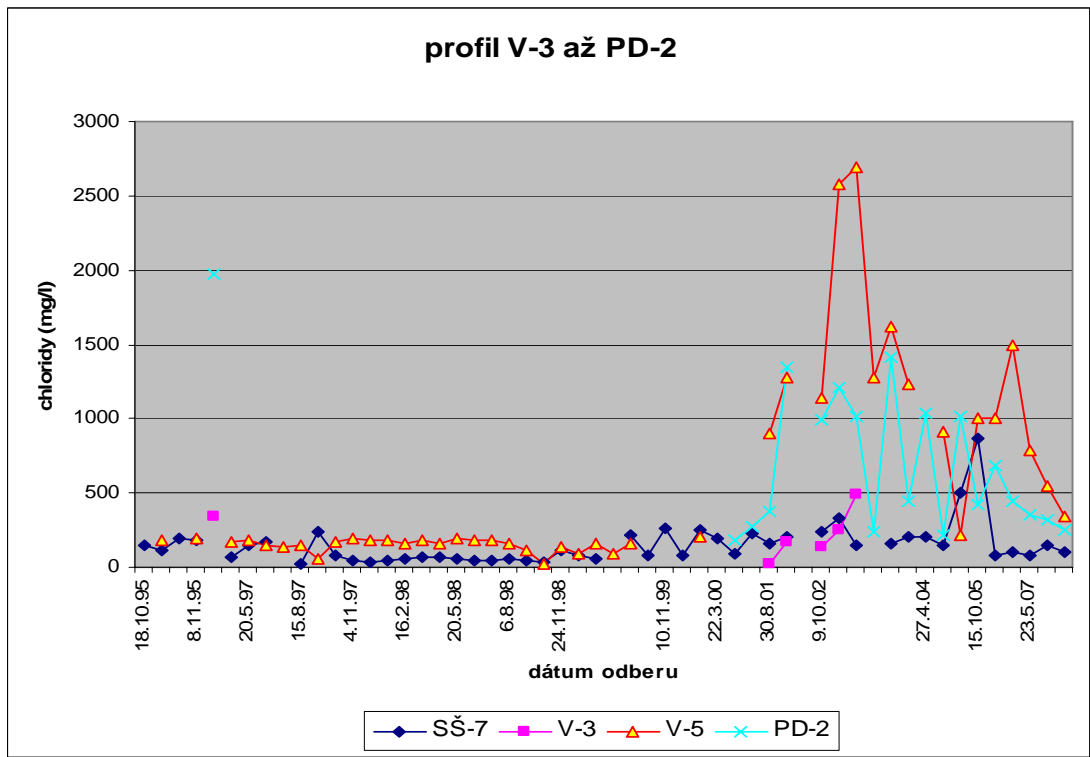
Na obrázkoch 2.3.10 až 2.3.12 sú graficky znázornené časové priebehy vývoja chloridov a vývoja amónnych iónov na obr. 2.3.13 od roku 2001 do roku 2008. Odporovým meraním, sledovaním zonálností a laboratórnymi analýzami bolo zistené, že v časti okolia skládky sa vyskytujú podzemné vody so zvýšenou vodivosťou (napr. tab.2.3.13). Vzájomné korelácie vodivosti vôd z vrtovej a analýz dokazujú, že ide o vody, silne znečistené kontaminujúcimi látkami, ktoré pochádzajú zo skládky. Hlavným makrokontaminantom sú chloridy. Z výsledkov sa nedá priamo určiť, či ide o znečistenie staršieho dáta, z obdobia pred postavením steny, alebo zo súčasnosti, ktoré by prichádzalo cez netesnosti. Maximálny rozsah znečistenia je mapovaný v J-V časti skládky, v okolí vrtovej V-6, V-5 až PD-2. V týchto vrtoch sú laboratórnymi analýzami zistené vysoké obsahy chloridov, síranov a CHSK<sub>Cr</sub>.



Obr. 2.3.10: Obsah chlórů nameraný pre vrty OVM-1 až OVM-8 na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008

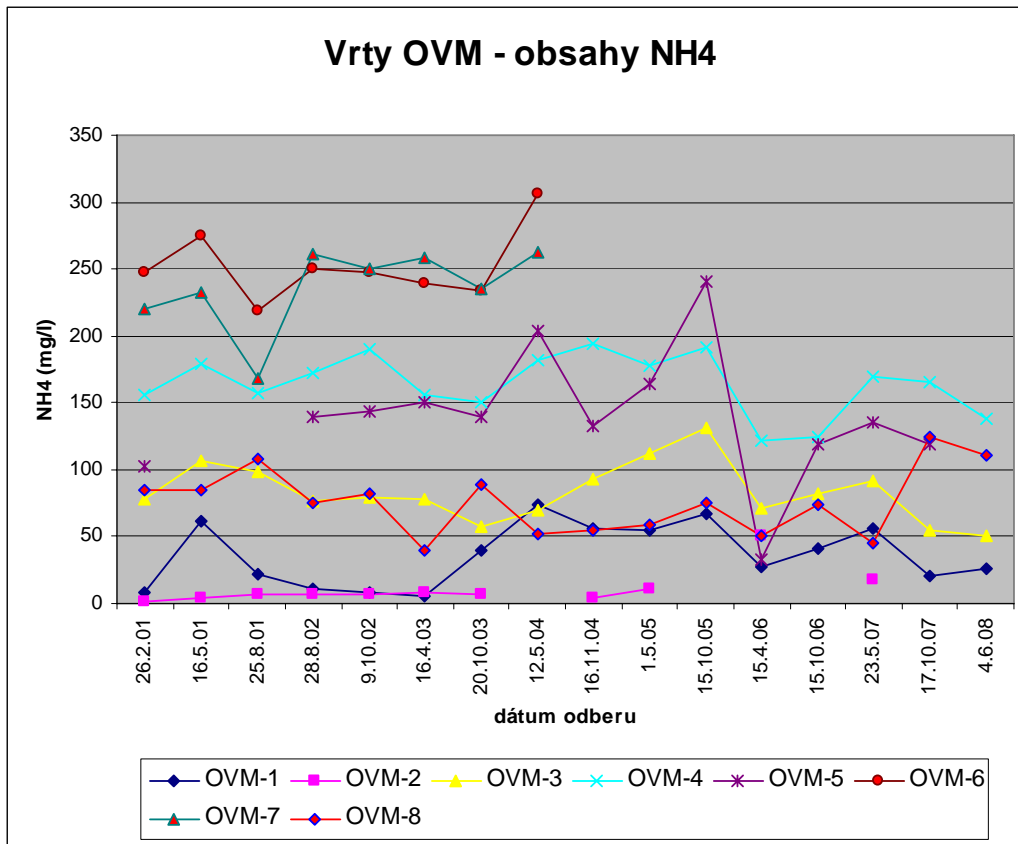


Obr. 2.3.11: Porovnanie obsahov chloridov pre vybrané vrty na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008

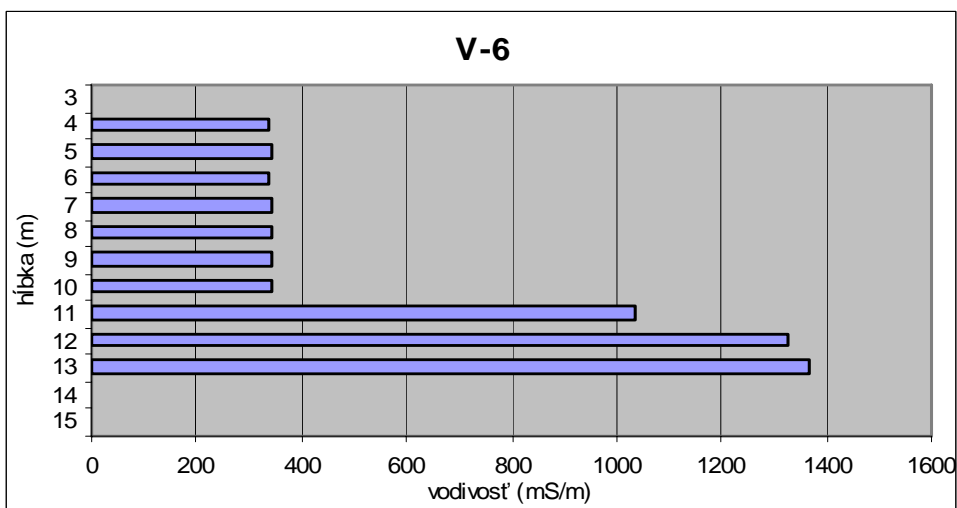


Obr. 2.3.12: Porovnanie obsahov chloridov pre vybrané vrty na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008

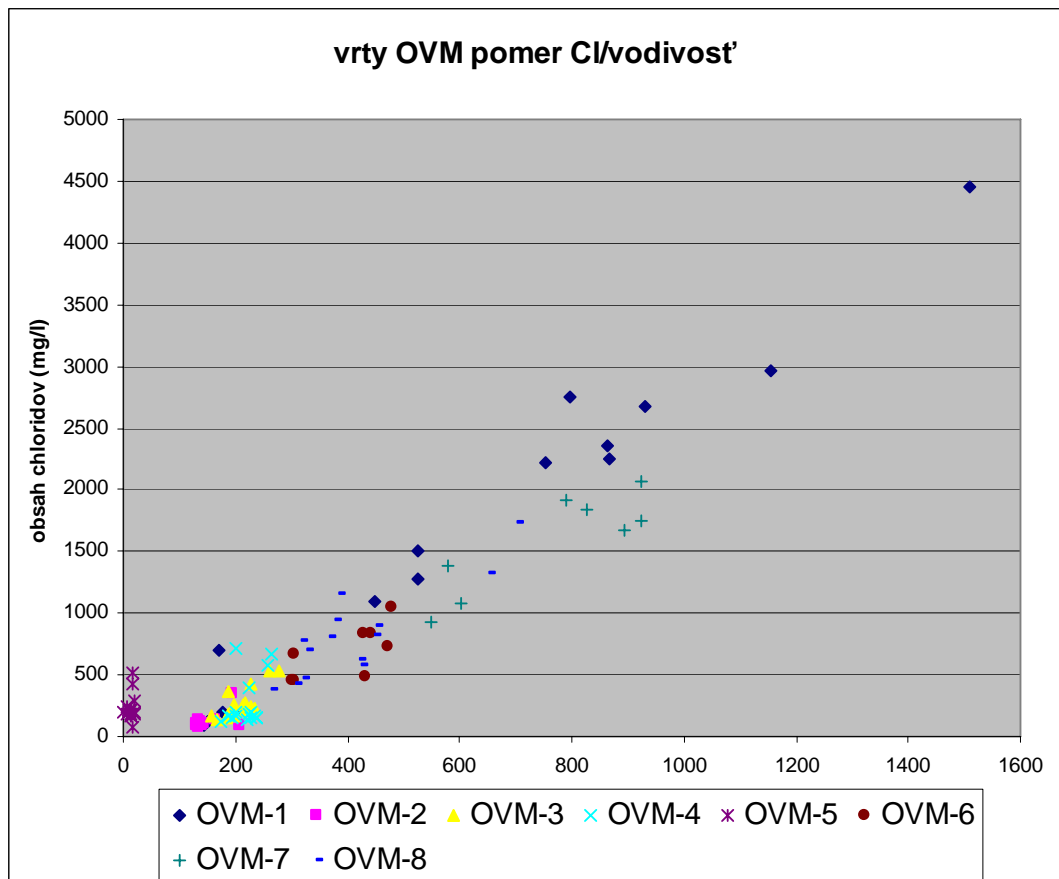




Obr. 2.3.13: Obsahy NH<sub>4</sub> namerané pre vrty OVM-1 až OVM-8 na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008



Obr. 2.3.14: Namerané hodnoty elektrickej mernej vodivosti vo vrte V-6



rekultivovaná, povrch a boky sú zavezené hlinou s väčšími balvanmi. Staršia časť je iba vyrovnaná, je zarastená kríkmi a stromami. Situácia lokality je na obr. 2.3.16.

Kontrola vplyvu skládky na vodu v jej okolí je od roku 1996 monitorovaná systémom troch vrtov v rozsahu požiadaviek Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. Občasne sa sledoval aj výver v čele skládky. Činnosť skládky bola vzhľadom na výver kontaminovanej vody v čele skládky a jej voľným unikaním do prostredia predčasne ukončená a rekultivovaná. Utesnením povrchu skládky bola snaha zamedziť vstupu zrážok do priestoru skládky a tak obmedziť vývery priesakov v čele skládky.

Skládka Modra je vhodným objektom pre štúdium procesov prebiehajúcich na starších skládkach situovaných v málo priepustnom prostredí, pričom podstatná časť znečistenia vystupuje v čele skládky a šíri sa najmä po povrchu v smere sklonu svahu (model A). Zámerom prác na lokalite je posúdiť možné vplyvy skládky na hydrosféru a dôsledky rekultivačných prác na vývoj situácie na lokalite.

Podrobný prieskum geologických činiteľov životného prostredia okolia skládky TKO bol urobený v júli 1996 firmou Ekogeos s.r.o. (Holzer, 1996). Boli objasnené geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia, vybudovaný monitorovací systém a realizované chemické rozbery vzoriek podzemných vôd. V zmysle požiadaviek § 22 NV SR č.606/1992 Zb.z. boli v okolí skládky odvrtné tri vrty: MS-1 (10 m), MS-2 (12 m) a MS-3 (12 m). Boli zabudované tak, aby sa dali používať ako monitorovacie. Počas vrtných prác bolo odobraných 12 vzoriek zemín na stanovenie koeficientov filtrácie (metóda Carman – Kozený). V širšom okolí prevládajú na povrchu pleistocénne eolické spraše. Pod nimi sú neogénne sedimenty s prevahou ílovitej litofácie – žltohnedé tuhé plastické íly s tenkými bituminóznymi polohami a s vápnitými konkréciami. Vo vrtoch v bezprostrednej blízkosti skládky boli navrtné neogénne íly rôznej farby, tuhej až pevnej konzistencie a prevažne so strednou, vysokou, ojedinele s veľmi vysokou plasticitou. V malom rozsahu boli tiež overené hlinité jemnozrnné piesky. V roku 2001 bol urobený doplnujúci hydrogeologický a geofyzikálny prieskum (Tupý, 2001), ktorým sa spresnil výskyt podzemných vôd, režim prúdenia a vzájomný vplyv podzemných a povrchových vôd. V rámci prieskumu sa uskutočnili odbery vzoriek vody z vrtov, rigolu a jazierka nad skládkou. Bol tiež realizovaný prieskumný vrt MS-4 na severnom okraji skládky. Podstatným cieľom bolo objasnenie pomerov prúdenia podzemných vôd tak, aby sa dal spresniť návrh uzavretia a rekultivácie skládky. Nedošlo však k úplnému zamedzeniu výtoku priesakovej kvapaliny v čele skládky. Tejto vytekajúcej vode je naďalej potrebné venovať zvýšenú pozornosť (obr. 2.3.17).

Odborné miesta sú na obr. 2.3.18. Priebeh vodivosti v MS-1 dokazuje prítomnosť znečistenia (obr. 2.3.19). V tab. 2.3.14 sú chemické analýzy odborných miest M-1 až M-7 za rok 2008.

Na základe rekognoskácie lokality a cieleného monitoringu boli doteraz zistené nasledovné skutočnosti:

- a) Aj keď je nová časť skládky už niekoľko rokov pokrytá minerálnym tesnením, nedošlo k úplnému zamedzeniu výverov priesakov v čele skládky. Priestor skládky je pravdepodobne dopĺňaný vodami zo širšieho okolia.
- b) Šírenie kontaminantov zo skládky do prostredia prebieha prostredníctvom priesakov zo skládky a postupom v smere sklonu svahu do eróznej bázy územia. Ťnou preteká vo vzdialenosti cca 800 m od skládky menší povrchový tok. Aktivita toku zo skládky je výrazne podmienená klimatickými podmienkami počas roka. Vo vlhkejšom období tok prerušované a v rôznej intenzite pokračuje až do recipientu. V suchšom období vsakuje do

delúvia vo vzdialenejšom predpolí skládky a spôsobuje kontamináciu podzemných vôd, najmä chloridovými a amónnymi iónmi.

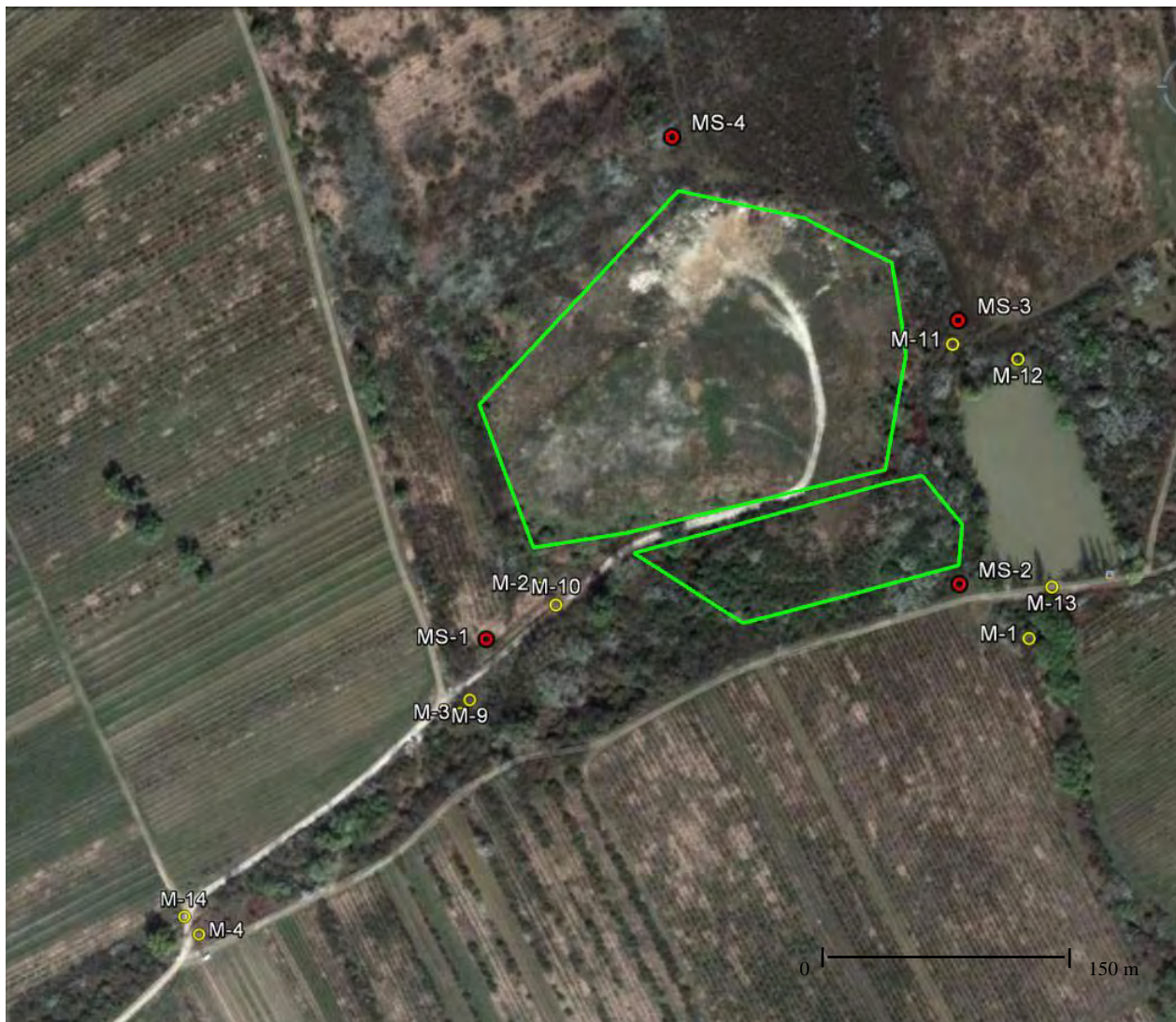
- c) Negatívny vplyv skládky na podzemné a povrchové vody závisí od prietokových pomerov v samotnom prepojení medzi výtokom a recipientom. *Miera znečistenia okolia skládky je vzhľadom na málo priepustné horniny a spôsob šírenia kontaminantov zanedbateľná.* Kontaminované priesaky zo skládky majú vzhľadom na ich malé množstvo obmedzený dosah a pomerne krátke časové trvanie, viazané len na vlhkejšie obdobia počas roka.
- d) Základom monitoringu vplyvu skládky na vody by malo byť hodnotenie vzoriek vôd z vrtu MS-1a z výtoku v čele skládky. Obidve tieto monitorovacie miesta sú situované vo vhodnej monitorovacej zóne. Ide o miesto, ležiace na báze skládky, v ktorom sa akumulujú vody prechádzajúce cez skládkové teleso. V blízkosti tohto vrtu dochádza k výtokom kontaminovaných vôd do piesčitých ílov, ktoré odtiaľ tečú do rigolu a v ňom až do močiara pri tehelni.



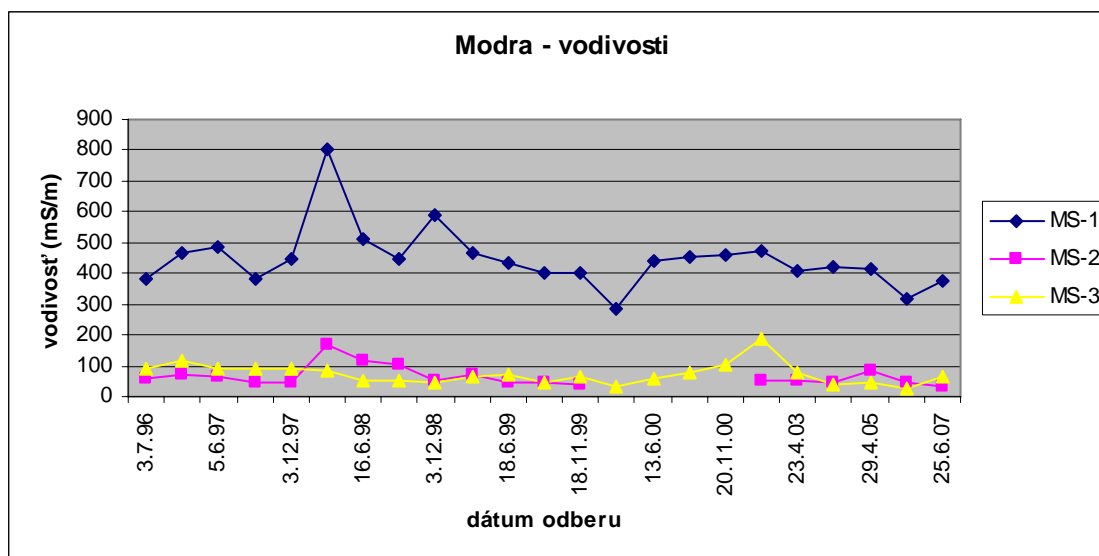
Obr. 2.3.16: Lokalita Modra



Obr. 2.3.17: Výtok z čela skládky, meranie prietoku



Obr. 2.3.18: Odberné miesta na lokalite Modra



Obr. 2.3.19: Priebeh vodivosti v monitorovacích vrtoch MS-1, MS-2, MS-3, lokalita Modra

Tab. 2.3.14: Chemické analýzy vôd, odobraných v roku 2008

OM		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	
	Jednotky	Modra 1	Modra 2	výver	Modra 3	Modra 4	Modra 5	Modra 6	Modra 7
pH		6,82	7,26	7,9	7,89	7,48	7,18	7,94	7,85
vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>	24,7	400	384	387	220	160	196	87,3
CHSK <sub>Cr</sub>	mg.l <sup>-1</sup>	33	127	141	121	60	36	73	< 20
Cl <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	5,64	297	427	388	263	140	176	24,6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,2	38,1***	13,4***	9,62***	< 0,2	< 0,2	3,69***	< 0,2
F <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	0,244	0,315	0,215	0,276	0,285	0,319	0,319	0,275
FI	mg.l <sup>-1</sup>			< 0,05					
CN <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>			< 0,005					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	3,22	39,4	62,7	83,0	37,8	0,83	12,2	14,5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	0,042	0,319	5	0,582	0,026	< 0,01	0,236	0,036
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	19,3	335	225	396	227	164	229	209
AOX	µg.l <sup>-1</sup>	38	51	67	37	58	37	34	17
TOC	mg.l <sup>-1</sup>	12	40,3	39,9	36,3	20,2	11,5	34,8	5,4
As	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
B	mg.l <sup>-1</sup>	0,0605*	2,54***	2,34***	2,49***	0,594**	0,622**	0,312**	0,0671*
Cd	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Co	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cr	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Cu	mg.l <sup>-1</sup>	0,0631	< 0,020	< 0,020	0,0345	0,0222	< 0,020	0,0567	< 0,020
Ni	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,020	0,0470	0,0402	0,0460	0,0259	< 0,020	0,0225	< 0,020
Pb	mg.l <sup>-1</sup>	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Zn	mg.l <sup>-1</sup>	0,0730	0,0758	0,0247	< 0,020	< 0,020	0,0784	0,0783	< 0,020
Hg				< 0,001					

*Poznámka:* hodnoty označené \*\*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie C v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie B v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \* predstavujú prekročenie limitov kategórie A v „Pokyne MŽP“

#### **2.3.4.5. Lokalita Šulekovo**

Lokalita Šulekovo predstavuje skládku železitých kalov z priemyselného odpadu z Drôtovne Hlohovec. Skládku sa nachádza v katastrálnom území mesta Hlohovec, miestna časť Šulekovo. Skládku je situovaná približne 1500 m južne od intravilánu Šulekova, v chotári Rajtarské. Skládku je umiestnená 400 m od pravého brehu rieky Váh, vzdialená 30 m od osi koruny ochrannej hrádze (obr. 2.3.20). Pôdorys telesa skládky je tvaru obdĺžnika s rozmermi cca 150 x 300 m. Pôvodne bol odpadový materiál voľne ukladaný do starého ramena Váhu. Neskoršie bolo vybudované odkalisko uzavreté hrádzami. Od roku 1993 sa teleso skládky uzavrelo podzemnou tesniacou stenou (PTS). V súčasnosti sa na skládku odpad už nevyváža. Skládku je od roku 2000 v prenájme akciovej spoločnosti Drôtovňa Drôty, Hlohovec.

Environmentálnou záťažou je znečistenie horninového prostredia v okolí skládky, ktoré pochádza z minulosti, ešte pred vybudovaním PTS a tiež z aktuálne unikajúceho znečistenia v severnej časti skládky. Ide o typickú environmentálnu záťaž, situovanú do inundačnej nivy, v ktorej dochádza k zmene smeru prúdenia podzemnej vody.

#### **Geologické pomery**

Na geologickej stavbe územia v okolí odkaliska sa podieľajú sedimenty neogénu a kvartéru. Neogén je zastúpený mohutnými súvrstviami ílov a pieskov, s polohami a šošovkami pieskovcov a ojedinele zlepcov. Sedimenty kvartéru sú zastúpené fluvialnými náplavami Váhu. Na povrchu je vyvinutá súvislá vrstva nivných ílovitých a piesčitých hĺn. Pod nimi sú štrkopiesky, menej piesky rôznej zrnitosti.

Neogénne sedimenty sú zastúpené stratigrafickým stupňom pontu. Ležia transgresívne v nadloží panónu alebo v tektonickom styku na mezozoických útvaroch južných výbežkov Považského Inovca. Pont je v litologickom vývoji pestrých ílov, striedajúcich sa s polohami pieskov a ílovitých pieskov, s polohami pieskovcov (Buday et al., 1962). Faciálne zmeny súvrstvia pontu sú veľmi časté. Už i na malé vzdialenosti sú pozorovateľné zmeny hrúbky vrstiev ílov i pieskov. K vyklineniu vrstiev môže dochádzať jednak v dôsledku prstovitej sedimentácie súvrstvia, alebo riečnej erózie Váhu. V tesnej blízkosti skládky vystupujú neogénne sedimenty v hĺbke 5,8 m až 9,8 m pod terénom.

Na celom záujmovom území sa na neogénnych sedimentoch nachádza kvartérny pokryv. Kvartérne sedimenty sú reprezentované fluvialnými náplavami Váhu. Fluvialne sedimenty (štrkopiesky würmu) vyplňajú dno údolnej nivy Váhu (Buday et al., 1967). Na povrchu je vyvinutá viac-menej súvislá vrstva nivných hĺn.

#### **Hydrogeologické pomery**

Hydrogeologické pomery sú podmienené geologickou stavbou územia. V priestore skládky vystupujú podľa regionálneho delenia Slovenska (Böhm, 1983) 2 hydrogeologické celky:

- a) hydrogeologický celok sedimentárneho neogénu (stupeň pont)
- b) hydrogeologický celok kvartérnych sedimentov.

Vrstvy neogénnych sedimentov sú zastúpené ílovitými sedimentami s polohami pieskov, ílovitých pieskov a pieskovcov. Z hľadiska množstva podzemnej vody majú význam najmä piesky, prípadne ílovité piesky. Ich uzatvorenie medzi nepriepustné ílovité nadložie a podložie umožňuje vytvoriť napätú hladinu podzemnej vody. Absencia nepriepustných neogénnych

ílovitých vrstiev v niektorých miestach môže spôsobovať komunikáciu neogénnej podzemnej vody s vodou kvartérnych sedimentov.

Výdatnosť neogénnych zvodnených horizontov je závislá na granulometrickom zložení sedimentov a na stupni zaílovania piesčitého materiálu. Neogénne piesky majú podľa Böhma (1983) hodnotu koeficientu filtrácie  $1 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Možno ich hodnotiť ako mierne priepustné. Rozsah hodnôt koeficientu filtrácie môže spôsobovať podiel ílovitej a prachovitej frakcie v pieskoch.

V miestach, kde nedochádza k priamemu prepojeniu kvartérnej (antropogénne ovplyvnenej) a neogénnej podzemnej vody, možno z hygienického hľadiska túto považovať za nezávadnú.

Podzemná voda kvartérnych sedimentov má charakter vody s voľnou hladinou. Zdrojom dopĺňania zásob podzemnej vody je zrážková voda a infiltrujúca povrchová voda z Váhu.

Kolísanie vodnej hladiny vo Váhu sa prejavuje na režime podzemnej vody a ovplyvňuje smer jej prúdenia. Prejav zvýšenia prietoku v rieke na zvýšení hladiny podzemnej vody možno pozorovať vo vrtoch SHMÚ.

Štrkopiesčité náplavy údolnej nivy Váhu (štrk, piesčitý štrk, resp. piesok s jemným štrkom) možno charakterizovať ako silno priepustné. Vrstva hĺn súvisle pokrývajúca údolnú nivu má koeficient filtrácie podľa Holéczyovej (1970) rovný  $9,9 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . (Hodnota koeficientu filtrácie bola zisťovaná z neporušených vzoriek v priepustomeri o stálom spáde.)

Voda kvartérnych sedimentov predstavuje základný kalcium-magnézium-bikarbonátový typ chemizmu.

Podstatný vplyv na hydrogeologické pomery v okolí skládky majú mŕtve ramená Váhu. Významným hydrologickým činiteľom územia je množstvo otvorených vodných plôch, ktoré sú pozostatkom ťažby štrkov a pieskov počas výstavby ochrannej hrádze Váhu. Nachádzajú sa hlavne južne od skládky v oblasti vyústenia mŕtveho ramena do Váhu a pri obci Horné Zelenice.

## Monitorovacie práce

Znázornenie monitorovacích miest na obr. 2.3.21. V roku 2008 boli vo všetkých vzorkách vôd laboratórne stanovené: pH, vodivosť,  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , Zn a Cu (posledné dva sú prvky, mapujúce možné úniky zo skládky). Vývojové tendencie vodivosti,  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$  a chloridov vo vrtoch VD-1 a VD-3 signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch, ktoré sú situované na severnej strane skládky (VD-1, VD-3) je trvale znečisťovaná. Pravdepodobne dochádza k znečisťovaniu z priestoru, v ktorom nebolo odstránené znečistenie po vybudovaní podzemných tesniacich stien alebo sa začína objavovať znečistenie, ktoré uniká po rokoch zo skládky cez zle utesené dno.





Obr. 2.3.20: Lokalita Šulekovo



Obr. 2.3.21: Monitorovacie miesta na lokalite Šulekovo

Tab. 2.3.15: Chemické analýzy vybraných parametrov vo vybraných vrtoch, Šulekovo

Vrt	Parameter		19.7.2000	5.6.2008	6.11.2008
VD-1	pH			4,45	4,2
	vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>		1540	1800
	CHSK <sub>Cr</sub>	mg.l <sup>-1</sup>		812	986
	Cl <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		5820	6860
	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		5,28	13,5
	AOX	mg.l <sup>-1</sup>		199	64
	Cu	mg.l <sup>-1</sup>	< 10	<20	<20
	Zn	mg.l <sup>-1</sup>	<10	112	87,6
VD-3	pH			7,25	7,37
	vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>		126	126
	CHSK <sub>Cr</sub>	mg.l <sup>-1</sup>		20	<20
	Cl <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		84,2	86,3
	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		0,22	4,17
	AOX	mg.l <sup>-1</sup>			
	Cu	mg.l <sup>-1</sup>		20	<20
	Zn	mg.l <sup>-1</sup>	< 10	20	<20

Vrt	Parameter		19.7.2000	5.6.2008	6.11.2008
ŠUL-1	pH			6,93	7,1
	vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>		153	145
	CHSK <sub>Cr</sub>	mg.l <sup>-1</sup>		20	<20
	Cl <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		105	83,6
	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		0,2	1,21
	AOX	mg.l <sup>-1</sup>			
	Cu	mg.l <sup>-1</sup>	< 10	20	<20
	Zn	mg.l <sup>-1</sup>	< 10	20	<20
ŠUL-7	pH			4,95	4,55
	vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>		797	646
	CHSK <sub>Cr</sub>	mg.l <sup>-1</sup>		316	172
	Cl <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		2850	2190
	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		1,52	3,31
	AOX	mg.l <sup>-1</sup>			
	Cu	mg.l <sup>-1</sup>		20	<20
	Zn	mg.l <sup>-1</sup>	< 10	20	<20
ŠUL-11	pH			6,49	6,56
	vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>		757	540
	CHSK <sub>Cr</sub>	mg.l <sup>-1</sup>		204	86
	Cl <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		2380	1510
	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>		1,53	2,46
	AOX	mg.l <sup>-1</sup>			
	Cu	mg.l <sup>-1</sup>	< 10	20	<20
	Fe	mg.l <sup>-1</sup>			12,4
	Zn	mg.l <sup>-1</sup>		22,5	<20

Ako referenčný sa dá využiť vrt ŠUL-1, v ktorom v priebehu obdobia 2000 až 2007 boli namerané ustálené hodnoty pH, vodivosť a koncentrácie chloridov. Podobne aj obsahy Cu a Zn, ktorých fónová hodnota, charakterizujúca približne prírodné obsahy, je mnohonásobne vyššia (napr. u Zn - 0,150 mg.l<sup>-1</sup>).

Vývojové tendencie vodivosti, CHSK<sub>Cr</sub> a chloridov vo vrtoch VD-1 a VD-3 (tab. 2.3.15) signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch, ktoré sú situované na severnej strane skládky (teoreticky v smere prítoku nekontaminovaných podzemných vôd) je trvale znečisťovaná. Zmena obsahu sledovaných parametrov vo vrtoch je nerovnomerná. Pre hodnotenie kvality podzemných vôd v okolí skládky je zaujímavý vrt VD-1. Rovnomerný nárast obsahov je evidentný už od roku 2002. Ako vysvetlenie bolo vo výsledkoch monitoringu predchádzajúcich rokov uvažované, že dochádza ku znečisťovaniu z priestoru, v ktorom nebolo odstránené znečistenie po vybudovaní podzemných tesniacich stien. V blízkosti vrtu VD-1 sú steny zapustené do piesčitého prostredia. V tab. 2.3.16 je vývoj hodnôt vodivosti vo vybraných vrtoch od roku 2000 do roku 2008.

Tab. 2.3.16: Vývoj hodnôt vodivosti (mS.m<sup>-1</sup>) vo vybraných vrtoch

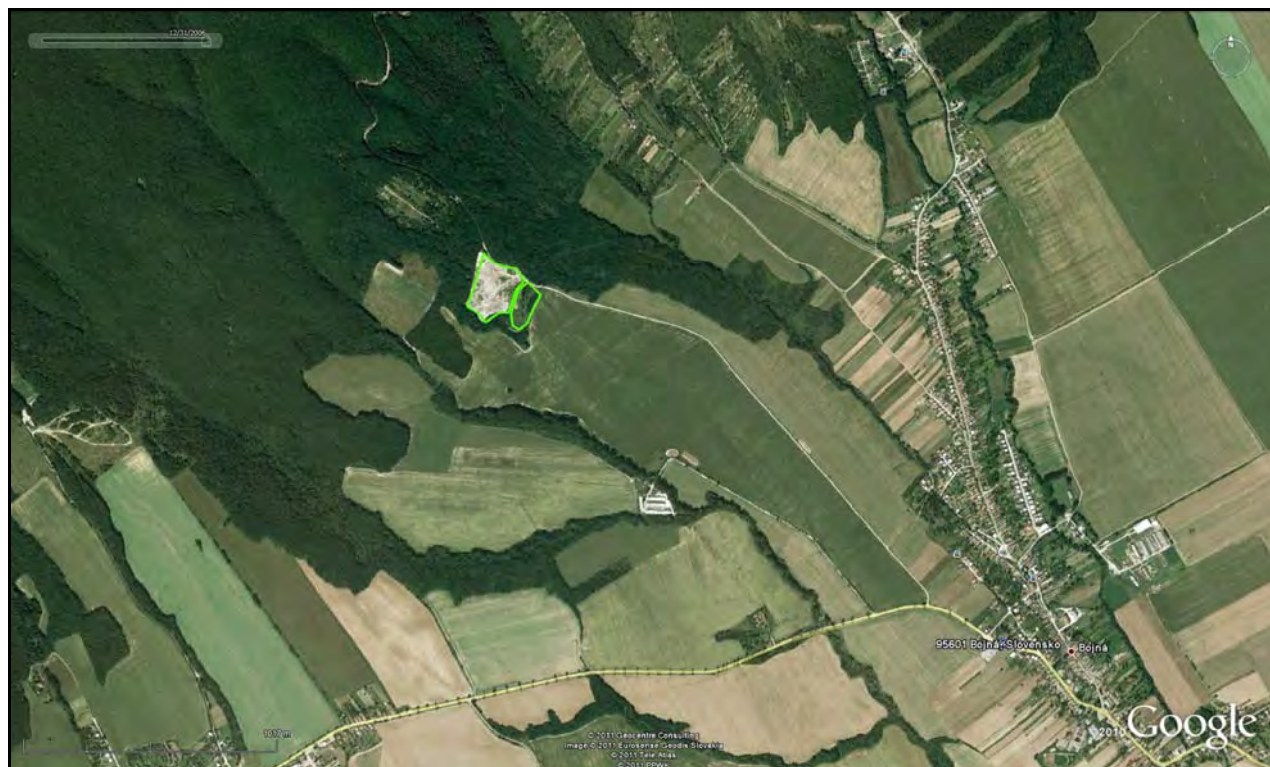
Vrt	19.7.2000	20.12.2000	20.11.2006	26.6.2007	25.10.2007	4.6.2008
SUL-9	175	250	460	600	600	
SUL-10	147	152	154	250	250	
VD-1	270	232	1065	2000	2000	2200
VD-2	1068	860	840	350	x	
VD-3	162	250	280	140	141	126
VD-4	279	550		x	x	
VD-5	376	270	450	250-1660	1400	

#### 2.3.4.6. Lokalita Bojná

Lokalita leží cca 1,2 km SZ od obce Bojná, patriaca do okresu Topoľčany. Územie charakterizuje zvlhnený reliéf s nadmorskými výškami 200 – 260 m, s denivelizáciou asi 30 m. Situovanie skládky je do eróznej ryhy v deluviálnych sedimentoch (obr. 2.3.22). Skládky TKO sa detailnejšie skladá z dvoch nezávislých, ale organicky spojených častí:

- **skládky „A“** je situovaná východne od súčasne využívanej skládky. Bola využívaná bývalými Technickými službami mesta Topoľčany. Išlo o divokú skládku, materiál bol sypaný priamo na ílovité podložie do 5 až 10 m hlbokých výmoľov. V priestore neboli vybudované žiadne technické opatrenia proti znečisteniu životného prostredia. Komunálny odpad je uložený vo forme nadúrovňovej haldy, ktorá je navrhovaná 5 až 15 m nad terén. Vrch haldy je široký asi 60 m, dlhý do 150 m. Odhadovaná hrúbka nasypného materiálu je 12 až 20 m. Povrch skládky bol nezakrytý, zvetraný a pokrytý náletom. Od roku 2008 je skládka rekultivovaná. Práce na skládke spočívali v úprave jej povrchu a jeho utesnenia tesniacou fóliou a pokryvnými hlinami a tiež v odplynení skládky.
- **riadená skládka TKO – časť B**, je zaradená do 3. stavebnej triedy, na ktorú je možné ukladaním zneškodňovať len odpad, ktorý nie je nebezpečný. Vlastné úložisko odpadov je vybudované ako nepriepustná, odizolovaná vaňa, ktorá vznikla vyhlbením stavebnej jamy pri značnom využití terénnych daností. Západné, najnižšie ohraničenie vane, je riešené formou hrádze s nerovnakou výškou. Pôdorys skládky zaberá plochu 3,797 ha. Zrážkové vody

infiltrované do priestoru skládky sú gravitačne odvodňované k drenážnej šachte. Odtiaľ ich možno odčerpávať a odvážať, alebo rozlievať po povrchu skládkovaného materiálu. O skládke je zhromaždených viacero informácií z prieskumných prác. Okolie skládky TKO Bojná je 17 rokov monitorované systémom 11-tich odberných miest.



Obr. 2.3.22: Situácia lokality Bojná

Takmer v celom priestore pod starou, aj novou skládkou, je dlhodobo výrazná kontaminácia podzemných vôd. Kontaminovaná voda, pochádzajúca zo skládok, sa šíri do okolia v smere predpokladaného prúdenia podzemných vôd. Časť znečistenia postupuje v čase zvýšených vodných stavov na lokalite aj po povrchu (obr. 2.3.23).



Obr. 2.3.23: Postup kontaminovanej vody zo skládky v jej predpolí

### Geologické pomery

Na geologickej stavbe širšieho okolia sa podieľajú sedimenty neogénu Nitrianskej pahorkatiny, ktorých podložie tvorí kryštalické jadro Považského Inovca. Kryštalické jadro je zastúpené biotitickými granodioritmi, pegmatitmi, granitmi, rulami a svormi. Najmladším stratigrafickým útvarom sú kvartérne sedimenty reprezentované deluviálnymi hlinami, sprašovými hlinami a málo mocnými fluviálnymi uloženinami potokov.

Bezprostredne v priestore skládky sa vyskytujú sedimenty kvartéru a terciéru. Kvartér dosahuje mocnosť 5 – 12 m. Zastúpené sú rôzne typy hlín, hliny piesčité až štrkové a suťový materiál jemnozrnný až hrubozrnný. Neogén je reprezentovaný sedimentami v piesčito-ílovitom vývoji. Medzi ílovitými sedimentami sa často vyskytujú polohy jemnozrnných až strednezrnných kremenitých pieskov a štrkov. Hrúbka priepustných sedimentov – pieskov, štrkov dosahuje asi 1 - 3 m, ojedinele viac (vo vrte HTB-1 až 15 m). Farba štrkov je sivá, valúny majú veľkosť 10 - 200 mm.

Geologická stavba lokality je zložitá, na vytváraní popisovaných sedimentov sa zúčastnili procesy, výsledkom ktorých sú deluviálne svahové hliny, náplavové kúžele a fluviálne sedimenty. Nedajú sa tu jednoznačne stanoviť litologické a úložné pomery jednotlivých typov, pretože bez viditeľnejších zákonitosti sa striedajú polohy piesčitých hlín, hlinitých pieskov, s polohami ílovitých hlín ílov a pod.

### Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery záujmového územia sú podmienené jeho geologickou a tektonickou stavbou. Podľa poznatkov terénnych a laboratórnych prác (Štrauch, 1987, Kubica, 1991), kolíšu v širokých medziach koeficienty priepustnosti hornín. Hliny prachovito-ílovité, strednej plasticity majú  $k_f = 1$  až  $4 \cdot 10^{-4}$  m.s<sup>-1</sup>. Pre íly a ílovité piesky, nižšej a strednej plasticity, bol zistený  $k_f = 2$  až  $6 \cdot 10^{-5}$  m.s<sup>-1</sup>. V oboch prípadoch sa horniny nedajú považovať za vhodné izolačné prostredie. Hladina podzemnej vody bola zistená vo všetkých hlbších vrtoch. Väčšinou sa jednalo o hladiny napäté, ktoré sa ustálili o niekoľko metrov. S ohľadom na veľmi

členitý terén hĺbka hladín podzemnej vody vo vrtoch kolíše od 1,0 m (HTB-1) až po 20 m (HTB-3).

### **Monitorovacie práce**

Na lokalite je možné študovať interakcie skládok rozdielnych generácií s hydrosférou. V blízkosti čela starej skládky sa objavujú kontaminované priesaky, ktoré postupujú v smere sklonu svahu do nižšie položených miest. Snahou prác na lokalite bolo najmä: a) zistenie možných migračných ciest šírenia znečistenia, b) charakterizovanie kontaminácie v predpolí skládky a objasnenie jej možného pôvodu, c) posúdenie skutočného vplyvu skládky na podzemnú vodu a povrchovú vodu v jej okolí.

Pre monitorovanie vplyvu skládky na kvalitu vody v jej okolí je možné využiť už 20-ročný monitoring okolia skládky. Od roku 1991 do konca roku 2010 bolo na lokalite realizovaných 75 cyklov odberov. Monitorovací systém sledovania vplyvu skládky na podzemné vody zahŕňal pôvodne 12 odberných miest – 8 vrtov na obvode areálu skládok, tri vrty vo vnútri areálu a drenážnu nádrž v skládke. V súčasnosti je funkčných 9 odberných miest – 7 vrtov na obvode (HP-1, HP-2, HP-3, HP-4, HP-5, HP-6, HTB-3), 1 vo vnútri areálu (HP-8) a drenážna nádrž v skládke. Vplyv na povrchovú vodu je monitorovaný prostredníctvom monitorovacích miest V-1 (výver priesakov v čele starej skládky), V-2 (jazierko pri vrte HP-4) a V-3 (výtok priesakov do prostredia). Znázornenie monitorovacích miest je na obr. 2.3.24.

Monitoring realizuje pre potreby obce Bojná firma Sensor, s r.o.. Okrem odberov vzoriek vody pre chemické analýzy 4x ročne sa sledujú aj režimové zmeny hladiny podzemnej vody, zonálnosť mernej elektrickej vodivosti a teploty vody vo vrtoch, ako aj skríning vôd na povrchu v okolí skládky pomocou prenosného konduktometra. V rámci ČMS GF – Podsystemu 03 sa na lokalite operatívne overujú neštandardná situácie. Používajú sa monitorovacie techniky umožňujúce získať priestorovo a časovo podrobnejšie informácie.



Obr. 2.3.24: Monitorovacie miesta na lokalite Bojná

Kontaminácia sa prejavuje v nameraných hodnotách vodivosti, obsahu chloridov, amónnych iónov, síranov a bóru, ktoré sa zvyšujú a prekračujú limitné hodnoty, platné pre podzemné vody. Dôležitým monitorovacím prvkom sú aj hodnoty  $CHSK_{Cr}$  a pH. Hlavnými zložkami kontaminácie sú chloridy a amónne ióny. Ide o migranty, ktoré nepredstavujú zvýšené riziko pre širšie okolie, pretože sa prirodzene nariedujú vodami z okolia. V tab. 2.3.17 sú zhrnuté chemické analýzy vzoriek, odobraných v roku 2008.



Tab. 2.3.17: Výsledky analýz vzoriek vôd v roku 2008, lokalita Bojná

6.2.2008		Jednotky	HTB-1	HP-6	HP-8	Šachta
	<i>pH</i>		7,28	6,75	6,76	8,09
	<i>vodivosť</i>	<i>mS.m<sup>-1</sup></i>	423	918	429	1 526
	<i>CHSK<sub>Cr</sub></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	220	727	242	1 609
	<i>Cl</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	1 020	1 250	542	1 480
	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	41,7***	407***	84,1***	1 220***
	<i>TOC</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	58,5	248	78,8	592
	<i>B</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	3,84***	7,12***	3,59***	5,54***
4.6.2008			HTB-1	HP-2	HP-4	Šachta
	<i>pH</i>		7,64	6,88	4,20	8,19
	<i>vodivosť</i>	<i>mS.m<sup>-1</sup></i>	421	776	118	1 625
	<i>CHSK<sub>Cr</sub></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	242	244	63	1 628
	<i>Cl</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	1 078	1 890	350	1 580
	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	42,4***	< 0,2	0,353*	1 340***
	<i>B</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	3,63***	2,31***	0,101*	4,73***
9.9.2008			HP -1	HP-3	HP-5	Šachta
	<i>pH</i>		7,10	6,16	6,60	7,81
	<i>vodivosť</i>	<i>mS.m<sup>-1</sup></i>	79	915	78	1 530
	<i>CHSK<sub>Cr</sub></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	< 20	393	23	1 640
	<i>Cl</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	71,6	2 680	59,8	1 550
	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	13,1***	4,06***	4,58***	1 170***
	<i>TOC</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	2,09	98,8	5,35	665
	<i>B</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	0,0644*	1,51***	0,0307	4,65***
19.11.2008			HTB-1	HP-6	HP-8	Šachta
	<i>pH</i>		6,22	6,68	6,75	7,96
	<i>vodivosť</i>	<i>mS.m<sup>-1</sup></i>	220	970	490	1 580
	<i>CHSK<sub>Cr</sub></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	94	783	277	1 600
	<i>Cl</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	598	1 320	572	1 510
	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	19,3***	513***	106***	1 230***
	<i>TOC</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	21,0	251	83,2	621
	<i>B</i>	<i>mg.l<sup>-1</sup></i>	1,62***	6,36***	3,32***	4,64***

*Poznámka:* hodnoty označené \*\*\* predstavujú prekročenie limitov kategórie C v „Pokyne MŽP“, hodnoty označené \* predstavujú prekročenie limitov kategórie A v „Pokyne MŽP“

Tab. 2.3.18: Vývoj hodnôt vodivosti vo vybraných vrtoch, šachte a v povrchovej vode od roku 2006 do roku 2008

Dátum	HP-2	HP-3	HP-6	HP-8	HTB-1	Šachta	Povrch
22.06.2006	270	434	321	364	323	1206	1112
21.09.2006	474		472	422	313	1540	1590
15.11.2006	435	570	533	360	90	1090	
01.03.2007	680	725	830	430	56		1320
09.05.2007	660	820	640	410	48,8	1500	1450
17.09.2007	648	794	907	370	41		1067
07.11.2007	850	900	1050	350	560	1675	1400
06.02.2008	850	860	995	350	890	1525	1150
04.06.2008	776	966	1120	390	421	1625	
09.09.2008	830	915	1060	340	760	1530	
19.11.2008	875	973	1020	490	730	1580	

Aj výsledky z monitoringu v roku 2008 potvrdzujú, že vplyv staršej kontaminácie je stále v podzemných vodách prítomný. Na základe súhrnného spracovania dlhodobých výsledkov zo všetkých použitých vrtov a v časovom slede je možné sledovať vývoj znečistenia v priestore skládok, určiť hlavné znečisťujúce migranty a predpovedať očakávané trendy znečistenia (tab. 2.3.17, 2.3.18).

Na základe doterajšieho monitoringu bolo zistené, že:

- 1) *Zo skládky dochádza dlhodobo k úniku znečistenia, ktoré sa do prostredia šíri dvoma smermi. Predovšetkým sa znečistenie prejavuje v predpolí starej aj novej skládky, na ich západnej strane. Odtiaľto sa kontaminovaná voda môže ďalej šíriť po povrchu vo forme menšieho povrchového toku a tiež pod povrchom podzemnou vodou. Posledné miesto, kde sa dá sledovať šírenie kontaminantov v podzemnej vode je oblasť vrtov HTB-1 a HP-4. V období vyšších vodných stavov postupuje povrchový tok s kontaminovanou vodou ďalej na pole, do nižšie položených miest, smerom k širšiemu údoliu, ktorým preteká menší, občasný tok. Ojedinele sa priesaky zo skládky dostávajú až do toku. Druhý smer šírenia kontaminantov sa prejavuje znečistením podzemnej vody vo vrtoch HP-8 a HP-1. Spojnica hladín podzemnej vody medzi týmito vrtmi vytvára podmienky na odvádzanie znečistenia aj smerom na východ od skládky.*
- 2) *Znečistenie vôd v okolí skládky nie je stabilizované, je pomerne rozsiahle, pričom jednotlivé kontaminanty a ich koncentrácie nie sú v sledovanom prostredí distribuované rovnomerne. Táto skutočnosť vyplýva z viacerých faktorov, hlavne ide o nehomogénne hydrogeologické pomery na lokalite, unikanie znečistenia zo skládok s rozdielnym vekom a zabezpečením, migračné vlastnosti jednotlivých kontaminantov, reprezentatívnosť monitorovacieho systému. Zmeny sú výrazné u mernej elektrickej vodivosti vody, obsahu chloridových iónov, amónnych iónov, síranov a bóru. Menia sa tiež hodnoty  $CHSK_{Mn}$ ,  $CHSK_{Cr}$  a pH. Hlavné zložky kontaminácie sú chloridové a amónne ióny. Pôvod znečistenia mimo priestoru skládky nie je jednoznačný. Skládka „A“ a „B“ teoreticky*

fungujú ako dva technicky nezávislé objekty. Spoločný monitorovací systém, založený na hodnotení kvality podzemnej vody, neumožňuje jednoznačne rozlíšiť, či kontaminácia pochádza zo starej skládky, alebo z nového zdroja, ktorým môže byť únik priesakovej kvapaliny z riadenej skládky. Mieru a dosah kontaminácie vo vodách vo všeobecnosti ovplyvňujú *vlhké a suché obdobia*, od ktorých závisí množstvo vody na lokalite. Hladiny podzemnej vody v jednotlivých vrtoch kolíšu v pomerne veľkom rozsahu (aj niekoľko metrov). Tieto zmeny ovplyvňujú nariedovanie vôd, resp. zmeny a rýchlosti ich prúdenia čo sa prejavuje menšími výkyvmi meraných hodnôt. Na jednotlivé kontaminačné prejavy môže ďalej vplývať aj režim čerpania priesakovej kvapaliny v novej skládke (vývoj zmien v zbernej šachte a v HP-6 a HP-8). Dlhodobejšie zmeny sú dôsledkom samotných transportných procesov šírenia znečistenia v prostredí.

- 3) *Vplyv skládky na hydrosféru* je vzhľadom na situáciu na lokalite potrebné posudzovať pre starú (A) aj novú (B) skládku jednotne. Oddelene je vhodné posudzovať vplyvy zvlášť pre povrchovú vodu a podzemnú vodu. Transport priesakov zo skládky je realizovaný sčasti po povrchu a sčasti pod povrchom. Skutočný vplyv na povrchovú vodu na lokalite je v súčasnosti zanedbateľný. Len zriedkavo dochádza k zlievaniu kontaminovanej vody zo skládky s recipientom. Možný vplyv bude podmienený dĺžkou transportnej cesty a zmiešavacími pomermi pozdĺž toku. Vplyv na podzemnú vodu v okolí skládky je zjavný. Určenie jeho skutočného rozsahu je limitované možnosťami aktuálneho monitorovacieho systému. Vývoj šírenia znečistenia nie je stabilizovaný. Šírenie znečistenia postupuje preferovanými transportnými cestami, ktoré sa viažu na priepustnejšie kolektory podzemnej vody. Najviac znečistené sú podzemné vody v predpolí skládky. Predpokladaný postup šírenia kontaminantov je smerom do eróznej bázy územia. Najbližším potenciálne ohroziteľným receptorom je zdroj pitnej podzemnej vody v hospodárskom dvore, vzdialenom od skládky cca 1,5 km. V súčasnosti nie je ohrozený a aj do budúcnosti je tento predpoklad neopodstatnený vzhľadom na jeho vzdialenosť a prirodzené „samočistiace“ procesy prebiehajúce pri interakciách šíriaceho sa znečistenia v zvodnenom horninovom prostredí.

#### **2.3.4.7. Lokalita Myjava - Surovín**

Bývalá skládka komunálneho a priemyselného odpadu leží južne od mesta Myjava, na severnom svahu vrchu Surovín. Skládka Surovín pozostáva z dvoch, vzájomne prepojených samostatných častí – skládky tuhého komunálneho odpadu (STKO) a skládky galvanických kalov (SGK). Situácia lokality je na obr. 2.3.25 (obrys lokality zelený). Obe skládky sú v súčasnosti rekultivované. V predpolí skládky TKO naďalej dochádza k unikaniu priesakov a ich zlievaniu s povrchovým tokom tečúcim v údolí pod skládkou. Na lokalite sa ako hlavné zložky kontaminácie prejavujú najmä  $\text{NH}_4^+$ , Cl, Zn a Ni. Vplyvom nariedovania kontaminantov s neznečistením povrchovým tokom a samočistiacich procesov v rámci ich transportu sa miera znečistenia prostredia skládkou výrazne limituje. Hazardom na lokalite sa javia najmä extrémne vodné stavy, ktoré by mohli spôsobiť vážne narušenie telesa hrádze a vyplavenie samotného materiálu skládky smerom do údolia.



Obr. 2.3.25: Lokalita Myjava - Surovín

### Geologické pomery

Záujmové územie so svojim okolím patrí sčasti do bradlového pásma, ktoré je zastúpené karbonátmi mezozoika a čiastočne do Myjavskej pahorkatiny, budovanej horninami senónu a paleogénu.

Bradlové pásmo je tvorené Kysuckou sukcesiou, ktorá je reprezentovaná rádiolaritmi a hľuznatými vápencami, kalpionelovými vápencami a škvrnitými rohovcovými vápencami, sivozelenými škvrnitými slieňmi, pestrými slieňmi veku hetanž – kimeridž.

Senón a paleogén Myjavskej pahorkatiny je zastúpený severným a južným vývojom - bridlicami menilitového typu, pieskovecami, bridlicami a červenými ílovcami, riasovo-korálovými vápencami, zlepcami a slieňmi, ďalej zlepcami, pieskovecami a podbradlianskym flyšovým súvrstvom s prevahou slieňov.

Väčšina popisovaných sedimentov je v pripovrchovej zóne zvetraná a pokrytá vrstvou deluviálnych hĺn hrúbky 1-5 m. Často je zvetranie ílovcových a slienitých hornín postupné, siahajúce do väčšej hĺbky, takže je miestami obtiažne určiť hranicu medzi deluviálnymi hlinami a eluviálnymi silne zvetranými pôvodnými horninami.

Územie má zložitú tektonickú stavbu s množstvom zlomov a tektonických línii. Bradlové pásmo predstavuje tektonicky veľmi zredukovanú antiklinoriálnu stavbu, ktorá dosahuje v

Myjavskej pahorkatine maximálnu šírku 1 km. Vrch Surovín má megaantiklinálnu štruktúru, ktorá je na severe v tektonickom styku s bradlovým pásmom.

Na základe informácií z vrto a povrchového mapovania boli získané informácie o geologických pomeroch v bezprostrednom okolí skládky. Kvartérne sedimenty v plnom rozsahu pokrývajú staršie horniny a sú zastúpené fluviálnymi, deluviálnymi a eluviálnymi sedimentami. Vzhľadom na litologický charakter predkvartérneho podložia sú tieto prevažne reprezentované piesčitými hlinami, hlinitými pieskami. Fluviálne sedimenty sú zväčša viac piesčitejšie než deluviálne a eluviálne sedimenty. Hrúbka kvartérnych sedimentov v mieste skládky dosahuje až 17,0 m a tieto potom plynulo prechádzajú do navetralých starších predkvartérnych útvarov. Z pohľadu vplyvu skládky na kontamináciu vôd majú kvartérne sedimenty zásadný význam.

### Hydrogeologické pomery

Bezprostredné podložie skládky Surovín je podľa výsledkov vrtného prieskumu tvorené málo priepustnými kvartérnymi sedimentami prevažne zastúpené piesčitými hlinami, hlinitými pieskami ( $k = 10^{-7} - 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ ).

Vo svahoch erózných rýh boli občasne, vo vlhkejšom období, pozorované menšie (bodové) vývery podzemných vôd. Dá sa predpokladať, že na ich výskyt sa viaže aj vznik systému erózných rýh v území. Z menšieho údolia po pravej strane skládky tečie občasne menší povrchový tok. V čase jeho najväčšej aktivity je schopný dosiahnuť rieku Myjava, vzdialenú od skládky cca 1,2 km.

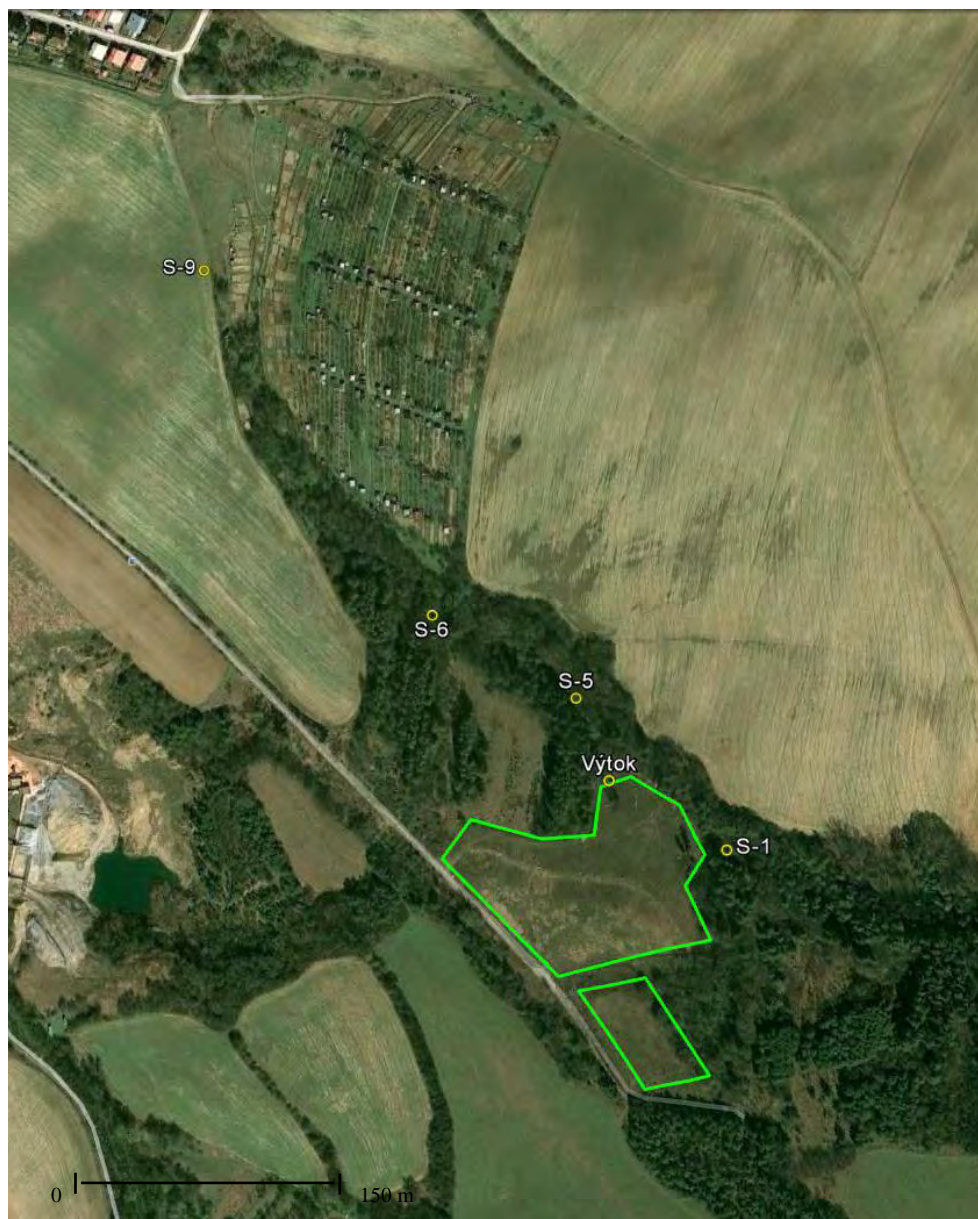
Vody, ktoré prechádzajú cez skládkový materiál odtekajú po málo priepustnom podloží, na dne pomerne hlbokéj eróznej ryhy a objavujú sa vo forme výtoku v čele skládky. Odtiaľto pretekajú do povrchového toku, ktorý tečie v údolí pod skládkou a smeruje cez záhradkovú oblasť do rieky Myjava (obr.5.3.3). Vo vlhkejšom období sa pozdĺž toku v údolí pod skládkou objavujú bodové vývery vôd. Aktivita toku je viazaná najmä na vlhkejšie obdobia počas roka, v letných mesiacoch potok často vyschýňa.

### Monitorovacie práce

Monitoring na lokalite sa realizuje tak, aby bolo možné:

- určiť dosah a mieru znečistenia povrchovej a podzemnej vody na lokalite,
- ohraničiť vplyvy skládky v priestore a čase,
- vysledovať režim množstva a kvality vody na jednotlivých monitorovacích miestach a charakterizovať hlavné faktory, ktoré na ne vplývajú,
- posúdiť skutočný vplyv skládky na podzemnú a povrchovú vodu v jej okolí,
- zhodnotiť vykonanie rekultivačných prác a ich účinnosť.

Pozornosť je zameraná predovšetkým na „kľúčové“ miesta – dôležité pre vystihnutie aktuálneho stavu na lokalite. Monitoring skládky sa uskutočňuje odberom vzoriek vôd pre laboratórne analýzy a vizuálneho zhodnotenia stavu monitorovacieho systému a povrchu skládky. Vzhľadom k aktuálnym klimatickým podmienkam sa vzorky obyčajne odoberajú minimálne z troch miest, ktoré sú dostatočne reprezentatívne pre hodnotenie procesov v skládke (obr. 2.3.26). Využívajú sa tiež informácie z povinného monitoringu skládky v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z.

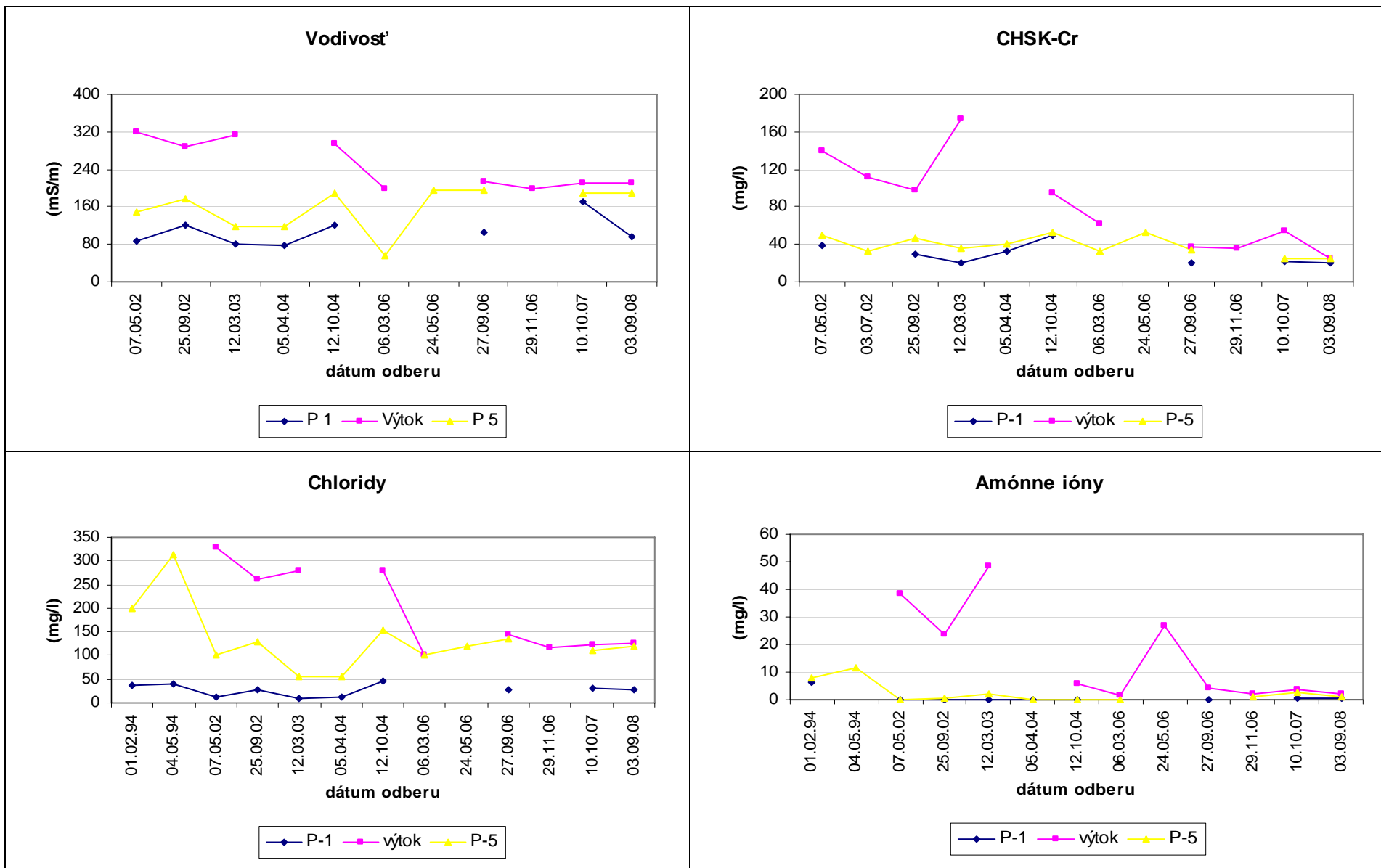


Obr. 2.3.26: Odberné miesta, lokalita Myjava

Vývoj vybraných meraných parametrov na „kľúčových“ monitorovacích miestach od roku 2002 až do roku 2008 je na obrázku č. 2.3.27.

Zvýšené obsahy viacerých látok v priesakovej kvapaline zo skládky („výtok zo skládky“) sú zjavné z ich porovnania s pozad'ovými hodnotami z potoka nad skládkou (P-1).

Z grafov vidieť, že priebehy sledovaných ukazovateľov boli v období najrozsiahlejšieho prieskumu lokality (r. 2002 – 2005) relatívne ustálené, prípadné zmeny mali len sezónny charakter. Oproti roku 1994 boli takmer u všetkých kontaminantov zaznamenané výrazné poklesy obsahov v priesakovej kvapaline.



Obr. 2.3.27: Priebek hodnôt mernej elektrickej vodivosti vody, CHSKCr, chloridov a NH<sub>4</sub><sup>+</sup> vo vodách z „kľúčových“ monitorovacích miest za sledované obdobie od roku 2002 do roku 2008

K zmiešavaniu medzi kontaminovanými priesakmi zo skládky a povrchovou vodou v potoku dochádzalo postupne na úseku cca 50 m od čela skládky (od „výtok zo skládky“ po „P-5“). Od tohto miesta ďalej mávali namerané hodnoty už pomerne vyrovnaný charakter.

Po rekultivácii skládky platí pre miesto výstupu nariadených priesakov zo zbernej šachty analogická situácia ako v monitorovacom mieste P-5. Kontaminácia vody sa pozdĺž toku od skládky postupne zmiernuje. Vyplýva to najmä z dôvodov postupného nariadenia čistejšími vodami z bočných strán údolia. Zníženie koncentrácií sledovaných látok je tiež podmienené ich vlastnosťami pri interakcii s prostredím, pričom je reálny predpoklad, že dochádza k viacerým samočistiacim procesom (napr. k oxidácii, denitrifikácii, sorpcii). Túto skutočnosť dobre vidieť napr. na amónnych iónoch, ktoré oproti inertným chloridom podliehajú sorpcii a ich hodnoty v narastajúcej vzdialenosti od skládky rýchlo klesajú.

Na základe účelového monitoringu bolo možné charakterizovať šírenie kontaminantov na lokalite a posúdiť skutočný vplyv skládky na vodu v jej okolí. Získané poznatky sú obsiahnuté v nasledovných záveroch a odporúčaníach:

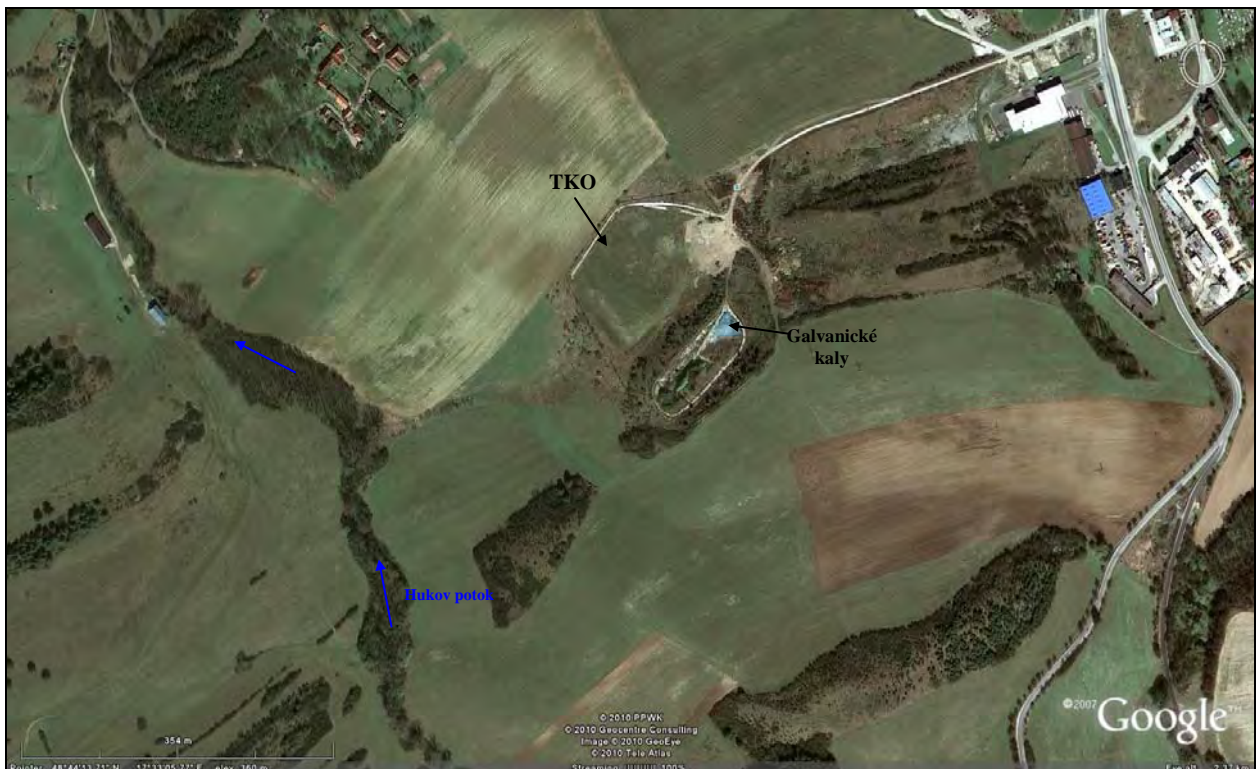
1. V čele skládky je trvalý výver priesakovej kvapaliny, ktorá sa dostáva až do menšieho potoka, ktorý preteká údolím. Kvapalina je kontaminovaná Zn, Cu, Ni, Cl a  $\text{NH}_4^+$  a má zvýšenú vodivosť. Obsahy jednotlivých komponentov sa v priebehu dlhšieho času menia, hodnoty sú na hranici kritérií Nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z.z. pre priesakové vody, vypúšťané do povrchových tokov. Dôležitou informáciou, zistenou opakovanými analýzami je, že obsahy ťažkých kovov vo vode v potoku postupne klesajú (najmä v dôsledku riedenia a sorpcie) a asi 100 m od čela skládky sú také nízke, že zodpovedajú hodnotám pre povrchové vody v zmysle Nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z.z. Dá sa predpokladať, že výver v čele skládky je trvale dotovaný vodami, ktoré zo širšieho okolia pritekajú do výmoľa prebiehajúceho v strede skládky. Nasvedčuje tomu skutočnosť, že výver bol dotovaný vodou aj v čase sucha, keď vyschli všetky zdroje v okolí skládky. Po rekultivácii skládky v roku 2006 sa zachoval obdobný charakter šírenia vôd v predpolí skládky. Zakrytím povrchu skládky a vytvorením jej figúry sa minimalizoval prienik zrážkových vôd do vlastného priestoru skládky. Avšak aj napriek týmto opatreniam voda zo zbernej šachty za každých klimatických okolností stále vyteká (pozorovania do roku 2009). Potvrdil sa tak predpoklad, že prítomnosť trvalého výveru v čele skládky je potrebné brať do úvahy.
2. Voda z výveru v čele skládky odteká po sútoku s povrchovým tokom z bočného údolia ďalej smerom do rieky Myjava ako povrchový tok. Miera a dosah vplyvu kontaminantov zo skládky na kvalitu vody v povrchovom toku je výrazne závislá od prietokov potôčika z oblasti nad skládkou a výdatností kontaminovaných výverov v čele skládky. Ich zmeny sú výrazne podmienené klimatickými podmienkami počas roka. Dosah výtoku priesakov zo skládky je väčšiu časť roka do cca 250 m od čela skládky. V extrémne vlhkom období sa priesaky zo skládky môžu dostávať aj cez záhradkársku oblasť (kde tečie čiastočne skryté pod povrchom) až do stokovej siete (cca 500 m od skládky), ktorou sú odvádzané do rieky Myjava (cca 1,2 km od skládky).
3. Sledovanie vplyvu skládky na prostredie na báze existujúcich monitorovacích vrtovej je nereprezentatívne. Skládka sa musí pravidelne monitorovať aj po ukončení rekultivačných prác. Potrebné je zamerať sa hlavne na predpolie skládky. Predovšetkým na výtok vody zo zbernej šachty do údolia, na potôčik prichádzajúci z oblasti nad skládkou (pre referenčné hodnoty vody) a na miesta pozdĺž výtoku priesakov zo skládky (pre určenie účinnosti zmiešavacích pomerov). Špecifikovanie kvality a kvantity vody vo vyčlenených monitorovacích miestach v súvislosti



s vývojom klimatických podmienok počas roka, je určujúce pre posúdenie skutočného vplyvu skládky na vodu.

#### 2.3.4.8. Lokalita Myjava – Holičov vrch

Skládka je situovaná v údolí v juhozápadnej časti intravilánu obce Myjava, v blízkosti kopaníc Turá Lúka – Holičovci, v nadmorskej výške 370 m. (obr. 2.3.28). Miesto administratívne patrí do okresu Myjava, ktorý je začlenený do Trenčianskeho kraja. Teleso skládky je situované do upraveného priestoru v závere menšieho údolia na pravej strane doliny Hukovho potoka. Vlastný priestor skládky tvorí upravená výmoľová ryha v relatívnej výške 30 – 40 m nad eróznou bázou územia, so sklonom v smere JZ-SV tiahnúca sa 300 m k Hukovmu potoku.



Obr. 2.3.28: Situovanie skládky TKO a galvanických kalov Myjava – Holičov vrch

Bývalá riadená skládka komunálneho a priemyselného odpadu Myjava - Holičov vrch slúžila od roku 1989 na zneškodňovanie odpadu z mesta Myjava a jeho blízkeho okolia. Areál skládky pozostáva z dvoch kaziet, ktoré sú navzájom oddelené zemnou hrádzou. Väčšia, s projektovanou kapacitou 250 000 m<sup>3</sup> je určená pre tuhý komunálny odpad (TKO) a menšia, s plánovanou 6 024 m<sup>3</sup> kapacitou pre priemyselný odpad. V čele skládok je vybudovaná zemná hrádza, ktorá priečne prehradzuje údolie, do ktorého bol sypaný odpad.

Na skládku TKO bol umiestňovaný odpad III. stavebnej triedy (STN 83 8101) z mesta Myjava a zo 7 príslušných obcí. Okrem komunálneho odpadu sa na skládke zneškodňovali aj presne vymedzené druhy odpadov z poľnohospodárskych a priemyselných podnikov mesta a obcí. Objem uloženého materiálu je cca 113 000 m<sup>3</sup>. Skládka nemala vybudovaný vyhovujúci tesniaci systém pre skládku III. stavebnej triedy. Na skládke chýbal aj

odplyňovací systém. Neexistovala tu technická bariéra proti vstupu vonkajších vôd do telesa skládky a v priestore skládky sa zhromažďovali vody. Na odvádzanie priesiaknutej vody bol vybudovaný pätný drén, ktorý vyúsťuje v čele skládky (obr. 2.3.29).

Priesaky zo skládky postupujú ďalej kopyným žľabom k zbernej nádrži, ktorá je však nefunkčná a tak dochádza k ich voľnému unikaniu do predpolia skládky smerom k Hukovmu potoku. V priestore skládky TKO sa aktivizovali geodynamické javy, v jej hornej časti vznikol menší zosuv, v ktorého čele sa vytvorilo jazierko. V rokoch 2006 - 2008 prebiehala na skládke rekultivácia, ktorá spočívala v zakrytí časti jej povrchu zeminami s vytvorením figúry telesa skládky. Priesaková kvapalina aj po rekultivačných prácach uniká voľne do prostredia.

Na *priemyselnú skládku* bol umiestnený kal z galvanovni (GK), v množstve cca 4 000 ton. Táto skládka po vybudovaní prakticky nebola v prevádzke. Vzhľadom k terénu má skládka podúrovňový charakter, čo podmieňuje akumulovanie vody v jej priestore (obr. 2.3.30).

Voda je z priestoru skládky odvádzaná dvojicou horizontálnych vrtov HPV-1 a HPV-2 (obr. 2.3.31) do čela skládky. Jej ďalší postup je smerom do centra údolia, kde sa zmiešava s priesakmi zo skládky TKO a smeruje k Hukovmu potoku.



Obr. 2.3.29: Vpust drénáže v čele skládky



Obr. 2.3.30: Skládka galvanických kalov



Obr. 2.3.31: Horizontálne vrtý HPV-1 a HPV-2 v čele skládky

V čele skládok dochádza k voľnému unikaniu priesakov kontaminovaných vôd do prostredia. Skládky majú exponovanú polohu na svahu, s prevýšením až 30 m oproti Hukovmu potoku, vzdialenému asi 300 m. Materiálové zloženie odpadu na jednotlivých

skládkach je podstatne rozdielne, z čoho vyplýva pestré zastúpenie kontaminantov v priesakovej vode. Pri migrácii priesakov je ich postup realizovaný sčasti po povrchu a sčasti pod povrchom. Existuje pomerne široká škála a komplexnosť informácii z viacerých prieskumných prác na lokalite. Uskutočnenie rekultivácie skládky TKO umožnilo sledovať situáciu na lokalite za rozdielných podmienok.

## Hydrogeologické pomery

*priamo na skládke a v jej blízkom okolí* sú pomerne komplikované, čo je podmienené geologickou a tektonickou stavbou predmetnej oblasti. Pokryvné kvartérne i podložné paleogénne sedimenty sú charakteristické prevahou pelitickej zložky, nepravidelným zastúpením kolektorov a značne komplikovaným režimom podzemných vôd. Podložie skládky TKO tvoria sliene rozvetrané na íl, zakryté ílovitými hlinami. Ide o relatívne nepriepustné horniny s koeficientom filtrácie  $k_f = 10^{-7}$ - $10^{-8}$  m.s<sup>-1</sup>. Veľmi malá priepustnosť bola dokumentovaná pri vŕtaní sond v roku 1982, keď zo všetkých sond iba v ojedinelých bola zistená hladina podzemnej vody. Skládku galvanický kalov je situovaná v nie príliš vhodnom geologickom prostredí. V jej podloží vystupuje zlepenovo-pieskovcové súvrstvie, miestami aj škvrtité slienité vápence. Ide o priepustnejšie horniny ako tie, ktoré tvoria podložie skládky TKO. Rozhranie hornín s rozdielnymi priepustnosťami je podmienené tektonikou prebiehajúcou približne stredom areálu skládky TKO, pričom kopíruje os údolia, v ktorej je skládka situovaná. Tieto podmienky na skládke umožňujú vznik bariérových prameňov, ktorými sa do priestoru skládky TKO a skládky galvanických kalov môže dostávať podzemná voda. Na túto skutočnosť poukazuje okrem geológie aj geomorfológia údolia a vývery vody v mieste situovania skládky. Ich existencia je známa ešte z obdobia pred začatím skládkovania (ústna informácia). V čase skládkovania a aj po jeho ukončení, tieto vývery pravdepodobne podmieňovali vznik zosuvnej činnosti v skládke a vznik malých jazierok. Pôvod vody je zrejme spätý s polohami pieskovcov ležiacich neďaleko skládky galvanických kalov na jej JV strane. Navyše zvodnenie pieskovcov bolo zvýšené v dôsledku strelných prác pri budovaní kazety pre skládku galvanických kalov.

Pre akumuláciu a prúdenie podzemných vôd majú najväčší význam už spomínané priepustnejšie piesčité polohy, nachádzajúce sa JV od skládky galvanických kalov. Avšak ich priestorové rozšírenie je pomerne malé. Viazu sa naň pravdepodobne aj niektoré ďalšie pramene, ktoré občasne vyvierajú na úpätí svahov v blízkosti eróznej bázy územia (pozdĺž doliny Hukovho potoka). Premennivé hrúbky deluviálnych hĺn dávajú predpoklad k vzniku sutinových prameňov s rôznou výdatnosťou. Cirkulácia vôd vo svahových sedimentoch je závislá na ich množstve a na zrážkach.

Výstupy vôd v predmetnom území sa ďalej viažu na rozhrania kvartérnych uloženín deluviálneho a proluviálneho vývoja s nepriepustným paleogénnym podloží, kde sa vytvárajú obmedzené akumulácie podzemnej vody. Jej množstvá sú dopĺňované výlučne zrážkovými vodami, ktorých prevažná časť sa podieľa na povrchovom odtoku a len malé množstvo infiltruje cez nízko priepustný pokryv k jeho báze. Tieto skutočnosti podmieňujú nestálosť prameňov a rozkolísanosť ich výdatností. Výdatnosti prameňov sa pohybujú v rozmedzí od 0,05 do 1 l.s<sup>-1</sup>. Hladina podzemnej vody nie je súvislá, má len lokálny charakter a značne kolíše.

Kvalitatívne vlastnosti podzemných vôd môžu byť negatívne ovplyvnené hygienickou nevhodnosťou, ktorá súvisí s ich plytkým obehom a intenzívnou poľnohospodárskou činnosťou v ich okolí.

Oblasť skládky je odvodňovaná potokom pretekajúcim Hukovou dolinou (Hukov potok), vlievajúceho sa ako ľavostranný prítok do rieky Myjava, v Turej Lúke. Rieka Myjava dosahuje maximálne prietoky v mesiacoch február – apríl, následne dochádza k ich postupným poklesom až do septembra. Hydrologický charakter rieky Myjavy je podmienený

pomerne vysokým povrchovým odtokom z jej povodia. Kvalita vody v rieke je antropogénne znehodnotená.

### Monitorovacie práce

Monitorovacie práce boli orientované na širšie predpolie skládky, s cieľom overiť mieru a dosah znečistenia pozdĺž migračnej cesty kontaminantov obsiahnutých vo vode z priesakov zo skládky. Charakterizovaná bola tiež závislosť nameraných zmien od vonkajších podmienok. Detailnejšie bola skúmaná schopnosť povrchového toku tlmiť znečistenie. Overované boli aj skryté prítoky kontaminovanej vody do potoka v údolí pod skládkou.

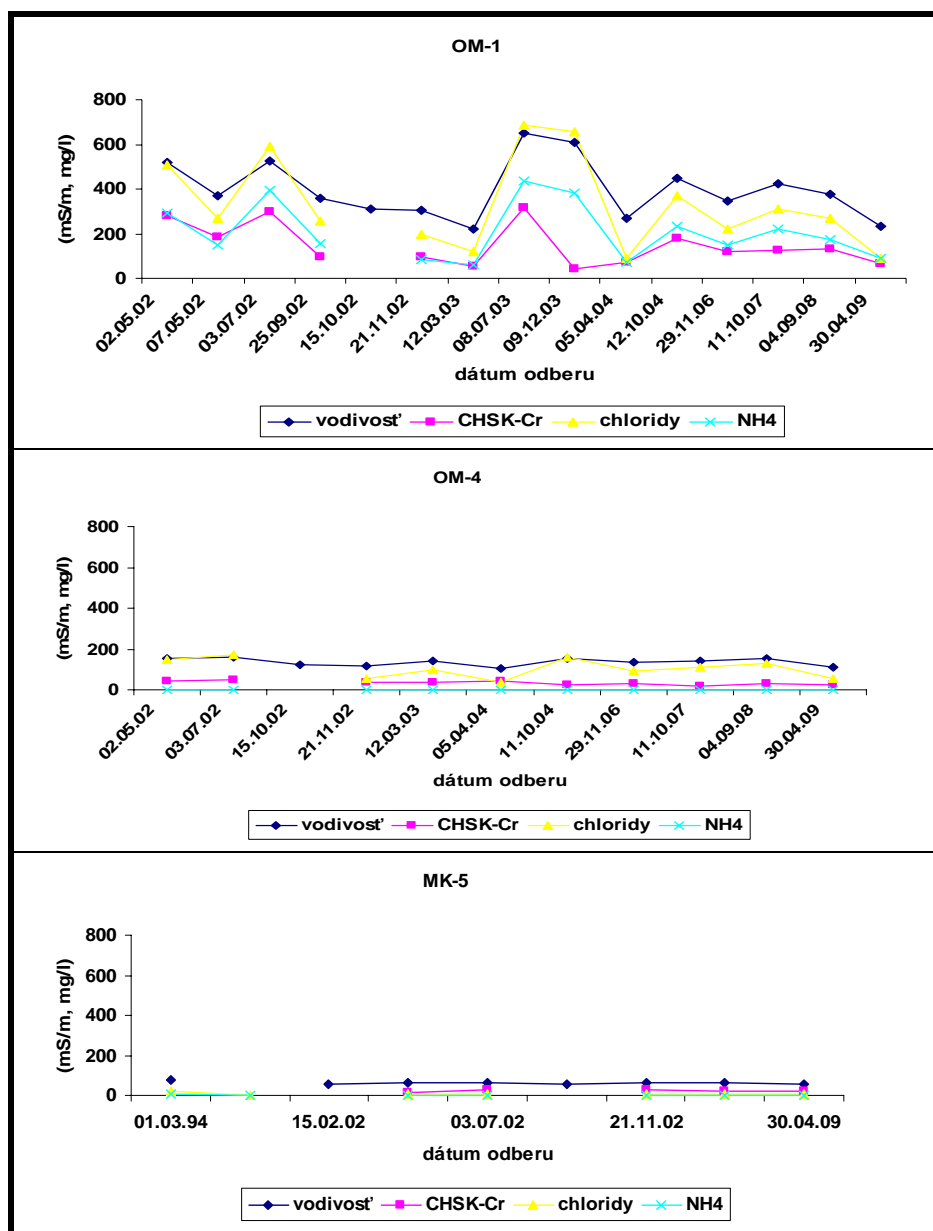
Monitorovacie práce na lokalite vychádzajú najmä zo záverov úlohy MŽP SR „Západné Karpaty – vybrané regióny – monitorovanie vplyvu environmentálnych záťaží na geologické činitele životného prostredia“ (Vybíral a kol., 2005). Priebežne sa získavajú informácie o situácii na lokalite z výsledkov pravidelného monitoringu určeného pre potreby prevádzkovateľa skládky.

Zaužívaný monitorovací systém na skládke bol prehodnotený a následne podľa zistených skutočností upravený. Jednotlivé informácie boli dopĺňané cielene, resp. operatívne podľa príbežných poznatkov a okolností na lokalite – vid vznik jazierka, rekultivácia skládky, sezónna aktivita transportných ciest a podobne. Situácia využívaných monitorovacích miest je na obr. 2.3.32.



Obr. 2.3.32: Myjava – Holičov vrch - situácia monitorovacích miest

Na obr. 2.3.33 sú graficky prezentované výsledky chemických analýz vybraných ukazovateľov na „kľúčových“ monitorovacích miestach OM-1 (výusť drenáže zo STKO), OM-4 (výer v údľi pod skládkou) a MK-5 (referenčný vrt) za sledované obdobie.

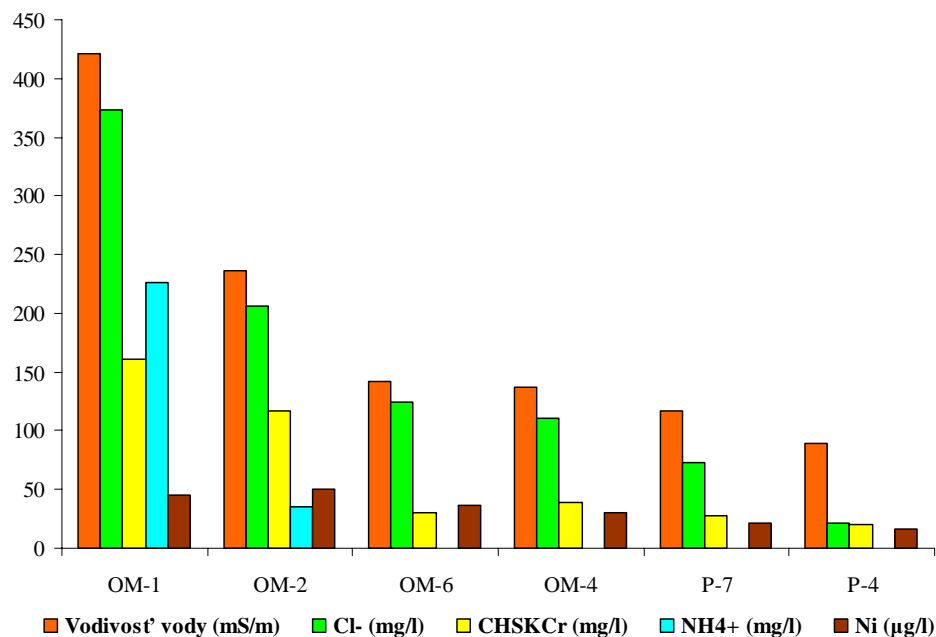


Obr. 2.3.33: Vývoj hodnôt sledovaných ukazovateľov na „kľúčových miestach“ za sledované obdobie

Na monitorovacom mieste OM-1, ktorý reprezentuje vstup znečistenia zo skádky TKO do prostredia sa javí, že ide klesajúci trend vývoja zmien hodnôt sledovaných ukazovateľov. Avšak do úvahy treba zobrať pomerne veľkú rozkolísanosť hodnôt, ktoré sú výrazne závislé od klimatického vývoja pred odberom vzorky. Podľa výsledkov z monitoringu po rekultivačných prácach (2008 - 2009) sa zmeny podmienok na situáciu na lokalite výraznejšie neprejavili. Obsahy jednotlivých sledovaných parametrov sú v súlade s dlhodobým vývojom situácie na lokalite.

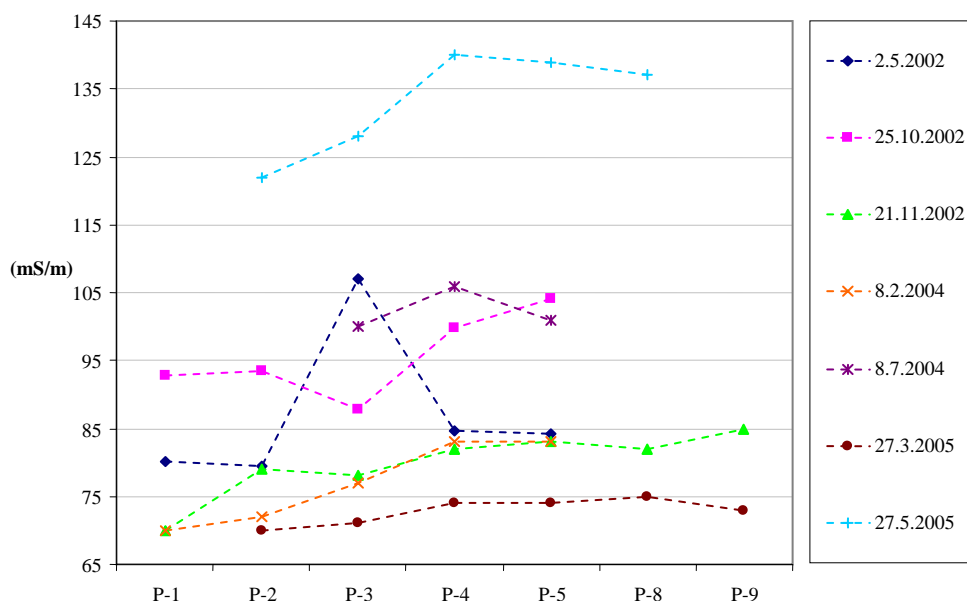
Z vývoja prezentovaných hodnôt vidieť, že referenčný vrt MK-5 spĺňa svoju funkciu a poskytuje reprezentatívne informácie o chraaktere prirodzenej (neovplyvnenej) vody vstupujúcej do priestoru skládky.

Monitorovacie miesto OM-4 predstavuje výver vody, ktorý leží v údolí pod skládkou v smere šírenia sa znečistenia. Z porovnania hodnôt na OM-1 vidieť pomerne výrazný celkový pokles sledovaných hodnôt spôsobených najmä nariedením s neovplyvnenu vodou z okolia a tiež samočistiacimi procesmi. Opisované skutočnosti sú detailnejšie interpretované prostredníctvom obr. 2.3.34.



Obr. 2.3.34: Zmeny priemerných hodnôt v meraných parametroch pozdĺž smeru postupu znečistenia

Mieru a dosah vplyvu skládky na povrchový tok je možné sledovať porovnávaním kvalitatívnych zmien vody v miestach nad oblasťou prieniku kontaminovanej vody do potoka a pod ňou. V čase aktivity transportných ciest sa v oblasti sútoku vôd zvyšovali hodnoty v sledovaných parametroch iba mierne a obyčajne po 10 až 150 m v smere toku už nadobúdali pôvodné hodnoty typické pre vodu v Hukovom potoku nad sútokom (obr. 2.3.35).



Obr. 2.3.35: Vodivosť vody v Hukovom potoku na sledovaných miestach

Vyhodnotenie meraní vodivosti vody in-situ od P-1 až po P-9 poukazuje na dynamiku zmien počas sledovaného obdobia. K maximálnym nárastom hodnôt vodivosti vody dochádzalo v úseku medzi P-3 a P-4, ojedinele až P-5.

Pozdĺž toku, cca 500 m nižšie od sútoku s kontaminovanou vodou priteká do toku neovplyvnená voda z výveru z pravej strany nad údolím, čím sa celkovo zlepšujú kvalitatívne podmienky pre povrchovú vodu v potoku.

Z výsledkov doterajšieho monitorovania lokality vyplynuli nasledovné závery a odporúčania:

1. Pôsobenie skládky na vodu v okolí sa uskutočňuje unikaním kontaminovanej vody v čele skládky, a to jednak z výpustu drenáže skládky TKO a tiež z dvoch horizontálnych vrtoch, drénujúcich vody z priestoru skládky galvanických kalov. Tieto kontaminované vody sa tesne pod čelom skládky zmiešavajú a postupujú spoločne ďalej. Migračná cesta pre šírenie kontaminantov vedie zo skládky osou údolia smerom k Hukovmu potoku, do ktorého sa môže znečistenie vlievať a postupovať jeho korytom až k rieke Myjava. Znečistenie postupuje od skládky k potoku v úzkej zóne vo forme sústredeného toku, pričom striedavo tečie po povrchu a pod povrchom.
2. Vody – podzemné vo vrtoch, aj povrchové vo výpustiach, výveroch a mlákach sú jednoznačne kontaminované priesakmi zo skládkovaných materiálov (TKO a GK). Najvyšší stupeň znečistenia je zistený vo výtoku zo skládky (OM-1), v ktorom ústi drenážny systém skládky TKO. Ide o priesaky zo skládky s pomerne vysokou vodivosťou ( $223 - 650 \text{ mS.m}^{-1}$ ), kde sú hlavným makrokontaminantom chloridové ióny a veľmi vysoké sú aj obsahy amónnych iónov.
3. Vzhľadom k zisteným skutočnostiam na lokalite, *skládky najviac ohrozuje povrchovú vodu v Hukovom potoku*. Vplyv skládky na vodu v potoku bude vo všeobecnosti závisieť od množstva priesakov a koncentracii jednotlivých kontaminantov. *Miera znečistenia* sa s postupom kontaminantov od skládky za každých okolností znižuje. Je to spôsobené hlavne vplyvom nariadenia kontaminovanej vody neovplyvnenou

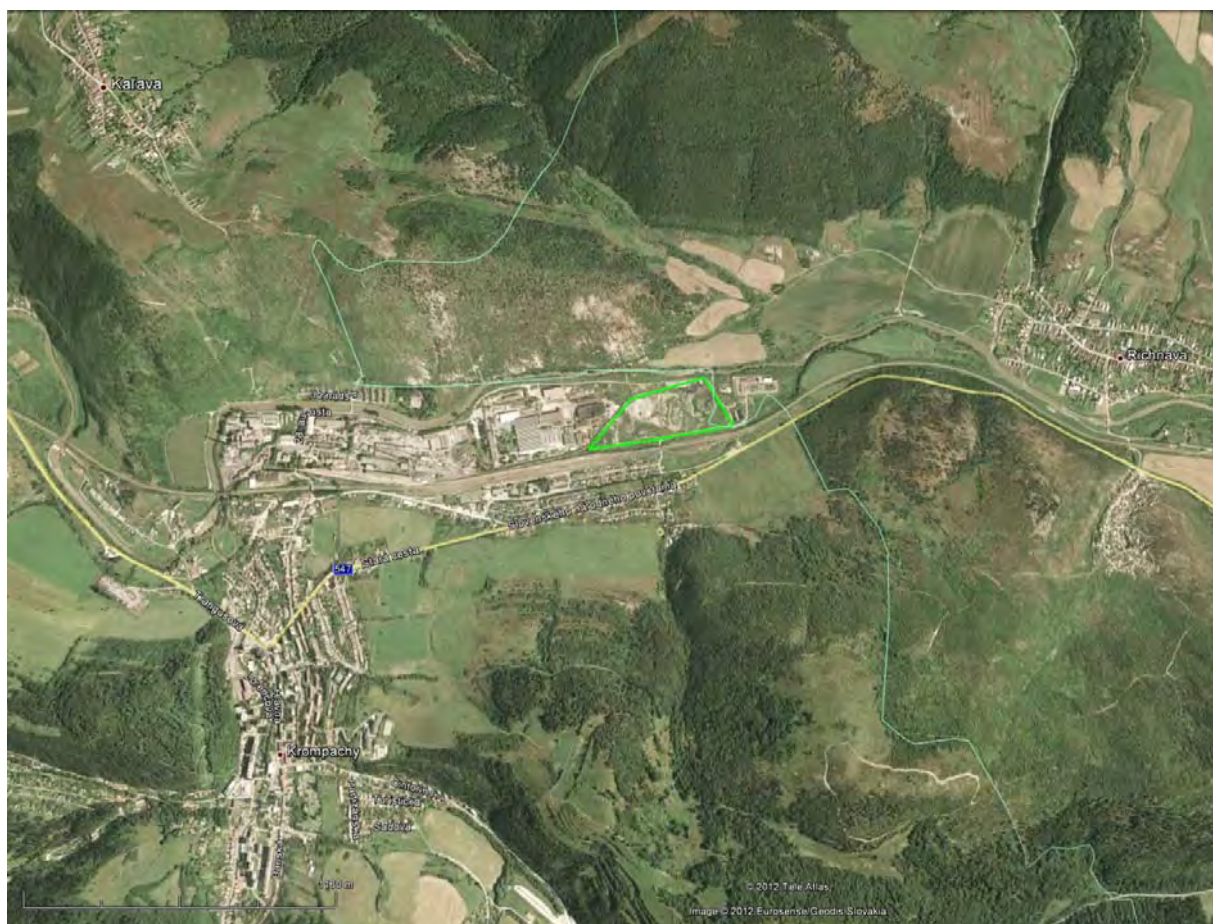
vodou, ktorá do údolia priteká z bočných svahov a tiež niektorými ďalšími procesmi (tzv. atenuačné procesy), ktoré znečistenie tlmia. *Dosah znečistenia* je závislý od klimatických podmienok a počas roka sa výrazne mení. Najväčší dosah je viazaný na vlhkejšie obdobia. Vtedy je aktívna celá migračná cesta až po vyústenie Hukovho potoka do rieky Myjavy, avšak miera znečistenia je hlavne vplyvom nariadenia najnižšia. Naopak najmenší dosah má znečistenie v suchom období, kedy množstvá vody sú najnižšie, prípadne vysychajú viaceré pramene a netečie ani Hukov potok. Miera znečistenia je ale v takomto období najvyššia.

4. Hlavne meraniami vodivosti vody a teploty vody ale aj viacerými analytickými rozbormi vody sa za sledované obdobie získali reprezentatívne výsledky, ktoré poukazujú na viacero skutočností:
  - K ovplyvneniu potoka môže dochádzať iba vo vlhkejšom období, v čase jeho aktivity.
  - Ovplynenie Hukovho potoka je mierne a nastáva iba v relatívne krátkom úseku (10 až 50 m).
  - Tlmiace schopnosti potoka voči kontaminantom sú spôsobované predovšetkým nariadením neovplyvnenou vodou, sorpciou na dnových sedimentoch a ďalšími samočistiacimi schopnosťami povrchového toku.
5. *Rekultiváciou skládky TKO sa výraznejšie nezmenili podmienky na lokalite.* Obsahy jednotlivých sledovaných parametrov sú v súlade s dlhodobým vývojom situácie na lokalite. *Monitorovací systém pozostávajúci z vrtov, umiestnených nad a pod skládkou v smere prúdenia podzemných vôd, nie je pre reálne posúdenie znečisťujúcich procesov vyhovujúci.* Vrt MS-3 je situovaný vo svahu, asi 50 m od skutočného priestoru, ktorým sa šíria kontaminované vody po povrchu, aj čiastočne podzemím (nedá sa jasne odlíšiť, odkiaľ pochádzajú vody vo vrtoch).
6. V súvislosti so získavaním informácií o situácii na lokalite sa dobre osvedčili dáta z *aplikovaného merania vodivosti a teploty vody priamo na lokalite.* Rozsah nameraných hodnôt umožňoval rozlíšiť charakter vôd v skúmanom území. Bolo tak možné uskutočňovať častejšie a podrobnejšie merania, napríklad sledovanie vzťahov medzi šírením znečistenia a meniacimi sa klimatickými podmienkami.
7. *Hodnotenie vplyvu skládky TKO a skládky GK na hydrosféru je vzhľadom k spoločnému transportu kontaminantov potrebné posudzovať jednotne, vzhľadom k reálnej situácii.* Výstup priesakov čele hrádze predstavuje zdroj, ktorý kontaminuje povrchové vody a mal by byť posudzovaný ako priesaková kvapalina, v zmysle limitných hodnôt ukazovateľov znečistenia vo vypúšťaných odpadových vodách platných pre Nariadenie vlády SR č. 296/2005, Príloha č. 3 – 9.4. Objektívnemu posúdeniu vplyvu skládky na povrchové vody bráni neujasnenosť skutočného rozsahu skládky a nekvalitne urobená rekultivácia skládky (vybudovaná drenáž ukončila jednoduchým vývodom na lúku). V prípade považovania Hukovho potoka ako najbližšieho povrchového toku pre vypúšťanie priesakov zo skládky, by tieto limity v mieste sútoku vôd nemali byť podľa doterajších zistení prekračované. Do hodnotenia je potrebné zahrnúť aj úsek medzi skládkou a recipientom, v rámci ktorého dochádza k poklesu hodnôt na požadovanú úroveň. Ďalej je nutné zohľadniť pomerne časté vysychanie Hukovho potoka. V čase sucha by najbližším recipientom bola rieka Myjava, vzdialená cca 1,5 km od skládky. Túto možnosť podporuje aj fakt, že koryto Hukovho potoka tvorí prirodzenú migračnú cestu na odvedenie prívalových vôd zo študovanej oblasti.



### 2.3.4.9. Lokalita Kropachy - Halňa

Skládka Halňa sa nachádza na pravom brehu rieky Hornád v intraviláne mesta Kropachy (obr. 2.3.36). Skládka je ohraničená zo severu riekou Hornád, zo západu aktívnou priemyselnou zónou mesta. Na východ od skládky sa nachádza čistiareň odpadových vôd, z južnej strany ju ohraničuje železnica. Plocha skládky je cca 10 ha. Skládka bola uzavretá v roku 1999. Počas jej prevádzky boli na skládke uskladnené priemyselné odpady z výroby železa, ocele, medi, síranu zinočnatého ako i kyseliny sírovej.



Obr. 2.3.36: Kropachy – Halňa, situovanie lokality

Súčasný stav povrchu skládky t.j. striedania elevácií a depresí je výsledkom ukladania, resp. exploatácie odpadu v minulosti. Nadmorská výška elevácií sa pohybuje od 358 do 369 m n. m. , depresie dosahujú hĺbku 3 - 10 m. Záujmové územie je situované v riečnom údolí, s predkvartérnym podložím permských bridlíc. Kvartér je tvorený fluvialnymi a antropogénnymi sedimentmi. Hladina podzemnej vody sa pohybuje v rozpätí 358 - 355 m n. m., generálny smer prúdenia podzemnej vody je jz-sv. V územnom pláne mesta Kropachy sa počítalo s využitím územia pre rozvoj ľahkého priemyslu , vrátane komunikácií.

Priemyselný odpad ukladajú na skládke Halňa obsahuje kaly z výroby mangánu, zinku, medi a kyseliny sírovej. Pevné odpady obsahujú aj olovo, arzén a kadmium. Tekuté odpady obsahujúce kyanid sú uskladnené v betónových bazénoch. Odhadom predpokladáme, že skládka priemyselného odpadu dosahuje objem je 760 000 m<sup>3</sup>. Komunálny odpad sa začal

ukladať v roku 1964. Celková plocha komunálneho odpadu je cca 1,4 ha s predpokladaným objemom 160 000 m<sup>3</sup>.

Monitoring podzemnej vody prebieha nepravidelne a nekomplexne, momentálne je realizovaný iba na vrtoch KH-1, KH-2, ktoré v minulosti preukázali menšie znečistenie (Beharka, M., 1993,1996, 2001). Umiestnenie odberných miest je znázornené na obrázku č. 2.3.37.



Obr. 2.3.37: Monitorovacie miesta – lokalita Halňa

Vrt KH-4 v r. 2003 vykázal vysoký obsah dichlóreténu ( $1,275 \text{ mg.l}^{-1}$ ) (Stašík, 2003). Výsledky analýz z vrtov KH-1 a KH-2 sú v tab. 2.3.20 a tab. 2.3.21. Vplyv na povrchovú vodu je hodnotený prostredníctvom 2 monitorovacích miest na rieke Hornád; ide o miesta „Halňa, lávka na plyn“ a „Hornád nad ČOV“. V tab. 2.3.19 sú výsledky analýz v roku 2006 na odbernom mieste „lávka na plyn“.

Tab. 2.3.19: Výsledky vybraných analýz a porovnanie s predchádzajúcim stavom pre Monitorovacie miesto – „Lávka na plyn“

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	Halňa, lávka na plyn				
		2006		2007		2008
		VI	XI	VI	XI	
pH		8,11	8,33	8,43	8,38	7,94
amónne ióny	mg.l <sup>-1</sup>	0,86	0,83	0,09	1,09	0,08
dusičnany	mg.l <sup>-1</sup>	11,7	15,14	10,4	15,73	11,77
As	µg.l <sup>-1</sup>	4	2	5	6	3
Hg	µg.l <sup>-1</sup>	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pb	µg.l <sup>-1</sup>	<10	<10	<10	<10	<10
Zn	µg.l <sup>-1</sup>	229	37	35	38	19
NEL IC	µg.l <sup>-1</sup>	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01

Tab. 2.3.20: Výsledky vybraných analýz a porovnanie s predchádzajúcim stavom pre monitorovacie miesto „vrt KH-2“

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	vrt KH-2/93 Dátum odberu						Pokyn MŽP		
		2006		2007	2008	2009	2009	A	B	C
		VI	XI	XII		VI	XI			
amónne ióny	mg.l <sup>-1</sup>	0,26	0,32	<0,01	7,39	0,59	0,142	0,2	1	3
dusičnany	mg.l <sup>-1</sup>	18,2	22,2	67,5	4,9	12,90	30,4			
As	µg.l <sup>-1</sup>	9	18	9	7	15	19	5	50	200
Hg	µg.l <sup>-1</sup>	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	1	5
Pb	µg.l <sup>-1</sup>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20	50	200
Zn	µg.l <sup>-1</sup>	102	27	38	10	30	18	150	500	1000
NEL IC	µg.l <sup>-1</sup>	30	10	250	50	40	20	50	200	1000
xylény	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	0,3	0,02	0,07	<0,01	0,2	20	60
benzén	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	0,2	5	30
toulén	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	0,47	0,24	0,05	0,09	<0,01	0,2	15	50
aromat. uhl'. suma	µg.l <sup>-1</sup>	<0,1	0,47	0,66	<0,1	0,16	<0,05	1	50	100
1,1,2,2-tetrachlórétén	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,05	<0,01	0,01	10	50
1,1,2-trichlórétén	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	30	100
1,1 dichlórétén	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,5	2
1,2 dichlórétén cis	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,15	<0,01	0,001	10	50
1,2 dichlórétén trans	µg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,001	10	50
alif. chlór. uhl'. suma	µg.l <sup>-1</sup>	<0,1	<0,1	0,13	0,16	0,20	<0,04	1	20	100
B	µg.l <sup>-1</sup>	90	510	182	1000	480	14	50	200	1000
Ba	µg.l <sup>-1</sup>	54	77	111	116	45	58	50	500	2000
Cd	µg.l <sup>-1</sup>	5	<2	<1,5	<2	<2	<1,5	1,5	5	20
Cu	µg.l <sup>-1</sup>	21	73	38	<5	<5	11	20	50	200

Tab. 2.3.21: Výsledky vybraných analýz a porovnanie s predchádzajúcim stavom pre monitorovacie miesto – „vrt KH 1“

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	vrt-KH-1/93 Dátum odberu									Pokyn MŽP		
		2000	2001				2006		2007	2008	A	B	C
		XI	VI	XI	XII	VI	VI	XI	XII				
amónne ióny	mg.l <sup>-1</sup>	0,05	<0,005	0,07			0,22	3,86	0,11		0,2	1	3
dusičnany	mg.l <sup>-1</sup>	29,2	24,4	14,4			5,8	27,7	68,3				
As	μg.l <sup>-1</sup>	22	59	14			10	8	10		5	50	200
Hg	μg.l <sup>-1</sup>	0,5	0,1	0,1			0,1	<0,1	<0,1		0,1	1	5
Pb	μg.l <sup>-1</sup>	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10		20	50	200
Zn	μg.l <sup>-1</sup>	<5	36	<5			10	54	28		150	500	1000
NEL IČ	μg.l <sup>-1</sup>	<20	<20	<20	<20	<10	40	<10	220		50	200	1000
xylény	μg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01		0,2	20	60
benzén	μg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,1	<0,01	<0,01		0,2	5	30
toulén	μg.l <sup>-1</sup>	14	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	0,57	<0,01		0,2	15	50
aromat. uhl'. suma	μg.l <sup>-1</sup>	14	<0,1	<0,1	<0,1		0,1	0,57	<0,01		1	50	100
1,1,2,2-tetrachlórétén	μg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	0,2		0,01	10	50
1,1,2-trichlórétén	μg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01	30	100
1,1 dichlórétén	μg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	1,43	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01	0,5	2
1,2 dichlórétén cis	μg.l <sup>-1</sup>	<0,01	<0,01	25,7	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01		0,001	10	50
1,2 dichlórétén trans	μg.l <sup>-1</sup>	11,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,001	10	50
alif. chlór. uhl'. suma	μg.l <sup>-1</sup>	11,1	<0,01	27,1	<0,01		<0,1	<0,1	0,2		1	20	100
B	μg.l <sup>-1</sup>	158	120	99			30	80	110		50	200	1000
Ba	μg.l <sup>-1</sup>	123	97	205			120	142	111		50	500	2000
Cd	μg.l <sup>-1</sup>	<2	<2	<1,5		<1,5	5	<2	<2		1,5	5	20
Cu	μg.l <sup>-1</sup>	8	63	6	<5		30	87	7		20	50	200
V	μg.l <sup>-1</sup>	73	73	<5			7	<5	<5		50	100	300

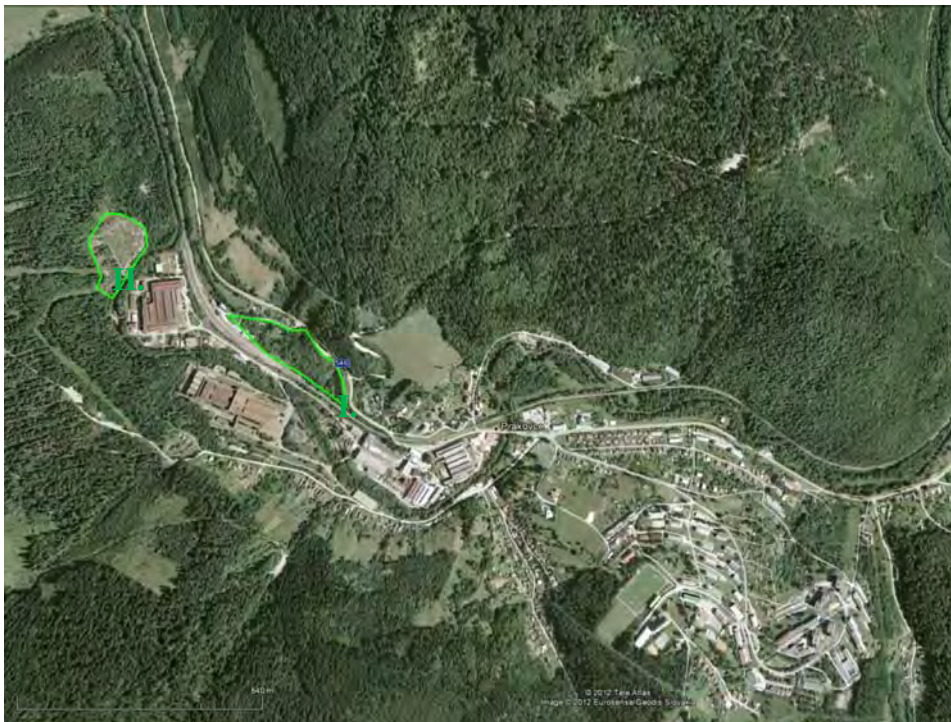
Koncentrácie As, Cd, Ni, B, Zn, Sb prekračujú povolené limity. Pravdepodobnú záťaž na ovzdušie, či priamy kontakt predstavuje i povrch priemyselných odpadov. Odobrané vzorky (59) z povrchu odpadov niekoľkonásobne prekračujú limity „Holandskej normy“ hlavne v obsahoch As, Cu, Sb, Pb, Zn, Ni, Ba.

Oblasť Halne je zároveň zaradená do skupiny tzv. združených, alebo konglomerovaných environmentálnych záťaží oblasti Krompachy (Záhorová, L., Pramuka, S., 2008). V lokalite Krompachy sa nachádza priemyselný komplex závodov Kovohuty a SEZ Krompachy, dôsledky tejto činnosti sa prejavujú zvýšenými obsahmi kovov Cu, Pb, Zn, As a Hg prejavujú v povrchovej vode, pôde i v riečnych sedimentoch okolitých tokov vrátane rieky Hornád (Husár, 1993; Pramuka a kol., 1999). Kumulácia negatívneho vplyvu ťažobného komplexu Slovinky a hutníckeho spracovania rúd v Krompachoch sa najviac prejavuje v údolí Slovinského potoka. Navyše v bezprostrednej blízkosti priemyselného komplexu závodov Kovohuty a SEZ Krompachy sa nachádza Halňa, kde okrem skládky TKO sú uložené pevné priemyselné odpady obsahujúce Pb, As, Cd a tekuté obsahy s obsahom kyanidov v objeme 760 000 m<sup>3</sup>. Podzemné vody prekračujú hodnoty IT u Cd, pri As a Ni, prekračujú hodnoty ID a dosahujú medzné hodnoty IT.

Skládka sa nachádza v bezprostrednej blízkosti rieky Hornád. Terajší technický stav nezodpovedá požiadavkám súčasnej legislatívy, kontaminanty prenikajú do podlažia skládky, ktoré je pre skládkovanie odpadov nevhodné. V elaboráte „Skládka Halňa v Krompachoch - sanácia environmentálnych a zdravotných dopadov - štúdia uskutočniteľnosti“ je vykonaný odhad rizikovosti (DANCEE, 2005) podľa limitných hodnôt a odhadnuté náklady na sanáciu (309 – 333 mil. Sk).

#### 2.3.4.10. Lokalita Prakovce

Lokalita predstavuje dve skládky priemyselného odpadu – Depónia I. a Depónia II. Situácia je na obrázku 2.3.38.



Obr. 2.3.38: Situácia – Depónia I., II.

**Depónia I.** sa nachádza na ľavom brehu rieky Hnilec, má charakter divokej skládky, kde sa do roku 1980 ukladal priemyselný odpad a odpad solí toxického charakteru z tepelného zušľachtovania kovov z prevádzok ZŤS v objeme cca 600 – 800 ton. Ide o soli toxického charakteru GS 540 (18-22 % NaCl, 28-32 % KCl, 8-32 % BaCl). Na skládke sa zistili i zvýšené obsahy solí kyanidov neznámeho pôvodu a ropných látok. Komponenty kontaminácie podzemných vôd tvoria najmä: As, Cd, Ba, Sn, Sb a amónne ióny. Neskôr na skládku navážal aj komunálny odpad v celkovom množstve 280 000 m<sup>3</sup>. Odhadovaný celkový odtok výluhov zo skládky je 1,6 - 1,7 l.s<sup>-1</sup>. Rekultivačné práce pozostávali z presypania skládky zeminou, čo nevyučuje kontakt podzemnej vody s materiálom skládky.

Podložie je budované staropaleozoickými horninami gelnickej skupiny s prevahou fylitov, v ich nadloží sa nachádzajú kvartérne deluviálne a fluviálne sedimenty a vlastný antropogénny materiál.

Na skládke boli vybudované 4 indikačné vrty, ktoré boli pravdepodobne poškodené. Hladina podzemnej vody v telese skládky je pri maximálnych stavoch v úrovni navážky,  $k_f = 2,0 \cdot 10^{-5} - 9,49 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ . Prevládajúci smer prúdenia podzemnej vody je sv-jz v severozápadnej časti skládky sa stáča do smeru ssz-jjv. Významnejšie hydrogeologické polohy tvoria svahové suťové sedimenty a fluviálne štrkopiesky Hnilca. Hladina podzemnej vody v hornej časti skládky sa nachádza o 6 - 10 m vyššie ako v dolnej časti skládky. V období vysokých vodných stavov dochádza k brehovej infiltrácii povrchovej vody Hnilca do spodnej časti depónie.

Odhadovaný celkový odtok výluhov zo skládky je 1,6 - 1,7 l.s<sup>-1</sup>. Namerané maximálne hodnoty kontaminantov v roku 1989 sú uvedené v tabuľke 2.3.22.

Tab. 2.3.22: Namerané maximálne hodnoty kontaminantov

Kontaminant	Jednotka	Max hodnoty	Pokyn MŽP		
			A	B	C
Ba	mg.l <sup>-1</sup>	38	0,05	0,5	2
CN	mg.l <sup>-1</sup>	0,16	0,01	0,05	0,2
NO <sub>2</sub>	mg.l <sup>-1</sup>	55			
NO <sub>3</sub>	mg.l <sup>-1</sup>	254			
NEL	mg.l <sup>-1</sup>	27	0,05	0,2	1
As	mg.l <sup>-1</sup>	0,14	0,005	0,05	0,2
V	mg.l <sup>-1</sup>	0,013	0,05	0,1	0,3
Sr	mg.l <sup>-1</sup>	0,36			

V spodnej časti skládky boli namerané vyššie hodnoty kontaminácie, ako v hornej. Pri styku skládkovaného materiálu s vodou hrozí stále potenciálne nebezpečenstvo vyplavovania škodlivín v rôznej koncentrácii v závislosti od doby vylúhovania a doby rozpadu skorodovaných kontajnerov, v ktorých boli toxické soli vyvážané na skládku. Na obrázku 2.3.39 je pohľad na túto lokalitu.



Obr. 2.3.39: Prakovce - pohľad na Depóniu I.

**Depónia II.** je situovaná na pravej strane aluviálnej nivy Hnilca nad bývalým areálom ZŤS Prakovce. Skládka vznikla na začiatku 80. rokov, bez opatrení na ochranu povrchových a podzemných vôd. Neskôr bola skládka prevádzkovaná za osobitných podmienok, uzatvorená bola v roku 2000. Situácia je na obrázku 2.3.40. Skládka má úložnú plochu 45 000 m<sup>2</sup> a objem 73 000 m<sup>3</sup>. Podrobná špecifikácia priemyselného odpadu nie je známa. Skládka pozostávala z kalových polí s výtokom do rieky Hnilec. Na skládke boli uložené ropné látky a odpad z výroby a zušľacht'ovania kovov. Rekultivačné práce na lokalite pozostávali iba z prekrytia povrchu skládky zeminou, čo nevylučuje kontakt podzemnej vody s materiálom skládky.

V roku 1989 bol realizovaný hydrogeologický prieskum a vybudovaný monitorovací systém skládky.

Podložie skládky je tvorené komplexom sedimentárnych a vulkanických hornín gelnickej skupiny drnavského súvrstvia. Z kvartérnych sedimentov prevládajú deluviálne hlinito-kamenté suty a štrkopiesčité náplavy rieky Hnilec. Hladina podzemnej vody sa na území skládky nachádza v hĺbke 0,6 - 5,0 m,  $k_f = 6,7 \cdot 10^{-6} - 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ .



Obr. 2.3.40: Prakovce - situácia – Depónia II.

Aktuálny pohľad na environmentálnu záťaž je na obrázku 2.3.41. V tabuľke 2.3.23 sú uvedené namerané hodnoty chemických látok v roku 2006 a pre porovnanie aj v roku 2002.



Obr. 2.3.41: Prakovce - pohľad na Depóniu II.



Tab. 2.3.23: Výsledky laboratórných analýz v rokoch 2002, 2006

Veličina	Jednotka	Metodický pokyn			EZ ID	P-4/2002	P-7/2002	P-2/2006	P-4/2006	P-7/2006
		A	B	C						
Ca	mg.l <sup>-1</sup>					4,42	58,6	12	7,46	53,5
Mg	mg.l <sup>-1</sup>					73,9	36,6	20,6	72,8	35,4
Fe	mg.l <sup>-1</sup>					0,027	14,6	6,07	0,188	45
Mn	mg.l <sup>-1</sup>									
amónne ióny	mg.l <sup>-1</sup>	0,2	1	3		1,1	4,37	2,23	1,72	2,05
dusičnany	mg.l <sup>-1</sup>					<1	<1	<1	<1	<1
dusitany	mg.l <sup>-1</sup>				200	0,01	0,12	0,03	0,04	0,14
fluoridy	mg.l <sup>-1</sup>				2	3,17	0,2	0,11	2,23	0,23
sírany	mg.l <sup>-1</sup>					6,25	10,4	11,8	6,5	3,2
chloridy	mg.l <sup>-1</sup>				100	1,92	3,74	2,16	2,2	2,6
PO <sub>4</sub>	mg.l <sup>-1</sup>					0,08	0,3	0,03	0,03	<0,03
BSK5	mg.l <sup>-1</sup>									
pH	-				<6,5-8,5>	9,44	6,88	6,44	9,17	7,09
vodivosť	mS.m <sup>-1</sup>				200	36,4	33,9	24,2	49,6	60,3
NEL IČ	µg.l <sup>-1</sup>	50	200	1000	500	<20	<20	<20	30	<20
As	µg.l <sup>-1</sup>	5	50	200	50	1	19	2	2	154
B	µg.l <sup>-1</sup>	50	200	1000		30	30	<20	20	30
Ba	µg.l <sup>-1</sup>	50	500	2000	1000	130	60	62	168	87
Be	µg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,5	1	1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd	µg.l <sup>-1</sup>	1,5	5	20	5	0,7	0,8	0,4	0,3	2,1
Co	µg.l <sup>-1</sup>	20	50	200	100	<2	<2	<2	<2	<2
Cr celk.	µg.l <sup>-1</sup>	3	50	300	150	<2	<2	<2	<2	<2
Cr VI+	µg.l <sup>-1</sup>	1	10	100	35					
Cu	µg.l <sup>-1</sup>	20	50	200	200	2	2	<2	2	<2
Hg	µg.l <sup>-1</sup>	0,1	1	5	2	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,2
Mo	µg.l <sup>-1</sup>	5	20	100	180					
Ni	µg.l <sup>-1</sup>	20	100	300	100	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	µg.l <sup>-1</sup>	20	50	200	100	<4	<4	<5	<5	<5
Zn	µg.l <sup>-1</sup>	150	500	1000	1500	3	7	3	<2	4
V	µg.l <sup>-1</sup>	50	100	300	150	<4	<4	<3	<3	<3
CN celk.	µg.l <sup>-1</sup>	10	50	200		<5	<5	<5	<5	<5
Sb	µg.l <sup>-1</sup>				25	<1	3	<1	<1	<1
Sn	µg.l <sup>-1</sup>	10	30	150	30	<10	<10	<30	<30	<30
PAU celk.	µg.l <sup>-1</sup>	1	20	200	60	10,1	0,156	0,08	3,64	0,07
AOX	mg.l <sup>-1</sup>	1	15	70		<0,1	<0,1	<0,03	<0,03	<0,03
DOC	mg.l <sup>-1</sup>					10,52	13,96	6,1	4,3	6,3
Al	mg.l <sup>-1</sup>					<0,03	<0,03	<0,02	0,03	<0,02

### 2.3.4.11. Lokalita Devínska Nová Ves

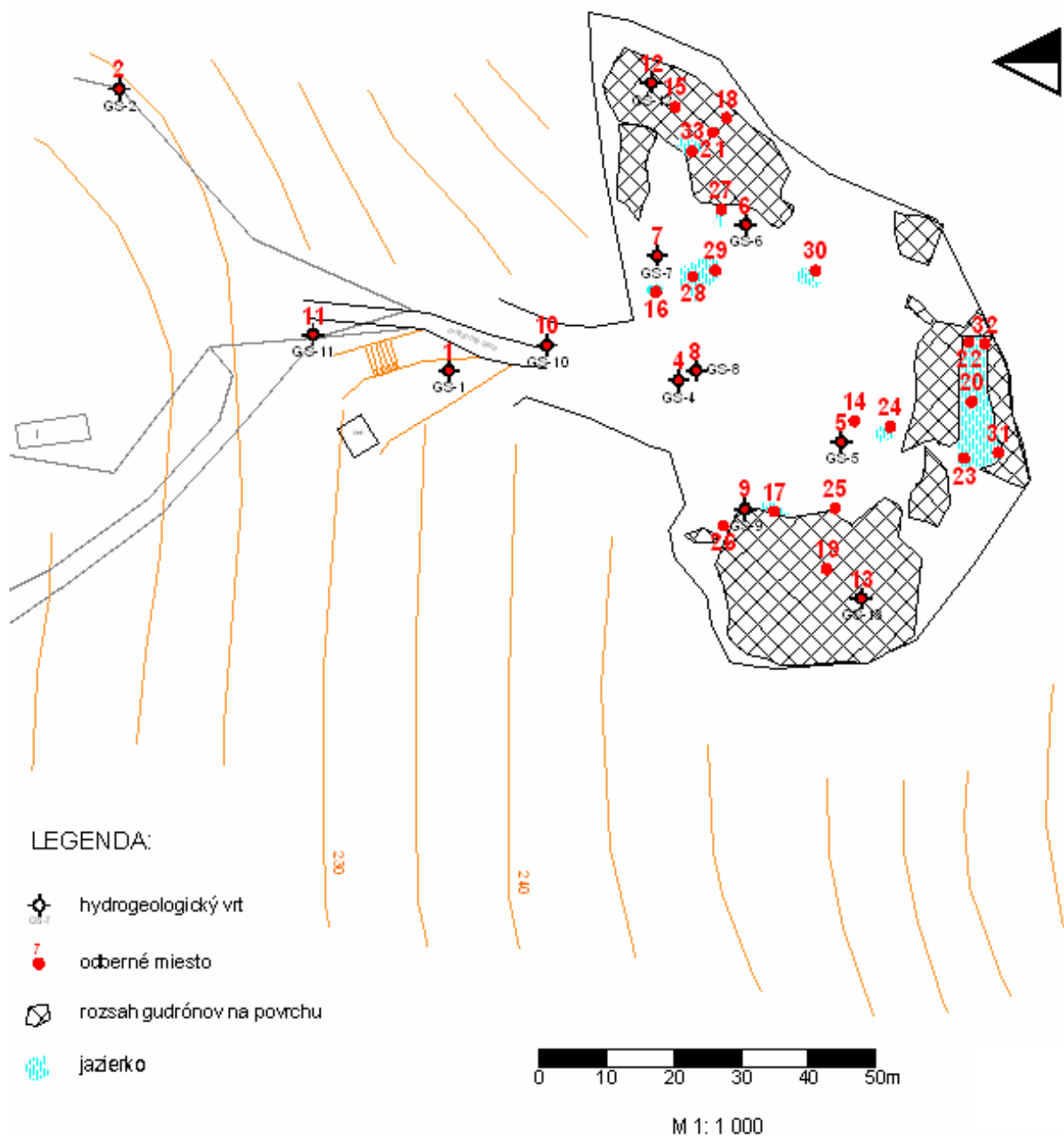
V lokalite Devínska Nová Ves (Bratislava) sa nachádza enviromentálna záťaž, ktorá obsahuje odpady zo spracovania ropy, hodnotené ako ropné látky obsahujúce kyseliny, ktoré sú zaradené medzi nebezpečné odpady. Skládka (úložisko) odpadov (gudrónov) sa nachádza v opustenom kameňolome s miestnym názvom „Srdce“, ktorý administratívne patrí do katastra obce Devínska Nová Ves (obr. 2.3.42). Kameňolom sa nachádza na severozápadnom svahu

Devínskej Kobyly (514,0 m n. m.), zhruba 600 m juhovýchodne od bytovej zástavby sídliska Podhorské vo výške cca 240,0 m n. m.

V minulosti sa kameňolom využíval na ťažbu vápencov. Zriadiť skládku gudrónov (kyselinových živíc), dovezených zo starého závodu Slovnaft – Apollo Bratislava v bývalom kameňolome Srdce, bolo rozhodnuté v roku 1963. Vyvezenie sa uskutočnilo na základe uznesenia vtedajšieho ONV Bratislava - vidiek (47/R-1963 zo dňa 4.3.1963), ktorým bola povolená skládka kyselinových živíc (gudrónov). Po skončení navážania odpadov bol povrch skládky zarovnaný a prikrytý vrstvou ílovitých zemín o hrúbke cca 1–1,5 m. Celkový objem skládky pri priemernej hrúbke 8 m možno odhadovať na cca 35 000 m<sup>3</sup>, z čoho gudróny predstavujú viac než 60 %. Kameňolom je už dlhší čas opustený a nie je zaradený do evidencie ložísk zásob nerastných surovín. Situácia monitorovacích miest je na obr. 2.3.43.



Obr. 2.3.42: Umiestnenie skládky gudrónov pri Devínskej Novej Vsi v Bratislave



Obr. 2.3.43: DNV – Srdec - situácia monitorovaných miest na lokalite

V priebehu rokov došlo k ponáraní ílov krycej vrstvy do gudrónov a k následnému vytlačaniu gudrónov k povrchu. Týmto procesom je súčasný povrch postupne a dlhodobo „zalievajú“ gudrónmi. Ich vytlačanie sa dialo a stále deje od stien kameňolomu k jeho stredu. Samotnému „tečeniu“ na povrchu významne napomáha ich prehrievanie až topenie pod vplyvom slnečného žiarenia (obr. 2.3.44). Pôdorys kameňolomu má približne tvar nepravidelného polkruhu s polomerom cca 50 m. Výška stien kameňolomu dosahuje až 40 m, pričom tento je zo všetkých strán uzatvorený s výnimkou 15 m širokého vjazdu zo severnej strany. Hrúbka skládky (gudrónov, zemín a krycej vrstvy) sa pohybuje od 7 do 11,5 m, pričom hrúbka skládky sa od vchodu smerom k južným stenám lomu zväčšuje.



Obr. 2.3.44: Pohľad na výlev gudrónov v pravej časti kameňolomu

Výlev gudrónov z podložia na pokryvné íly v pravej časti kameňolomu dokumentuje obr. 2.3.44. Prostredníctvom pozorovania výlevov v priestore a čase je možné monitorovať dynamiku vývoja procesov na skládke (tečenie a pohyb gudrónov). Gudróny sú nestále a ich umiestnenie (poloha) sa mení v čase a priestore v dôsledku tlaku ílov, ktoré boli v minulosti nasypané na gudróny a teploty vzduchu.

*Sledované ukazovatele kontaminácie: hodnoty vodivosti a pH.* Najväčšiu vodivosť dosahujú povrchové vody, situované priamo na gudrónoch (až  $2000 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Zmeny obsahu kyselín gudrónov sa prejavujú aj v zmenách hodnôt pH. Významné zmeny pH nastávajú pri kontakte kyslých gudrónov a zásaditých vápencov. Z hodnotenia starších i novších výsledkov vodivosti sa ukazuje, že na povrchu sa prejavuje výrazná priestorová zonálnosť povrchových vôd. Najnižšie hodnoty vodivosti mala povrchová voda z mlák nachádzajúcich sa na íloch, resp. na krycej vrstve skládky ( $66\text{-}242 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Vyššie hodnoty vodivosti mala voda jazierka ( $43\text{-}390 \text{ mS.m}^{-1}$ ) a bývalého jazierka ( $136\text{-}354 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Voda v mlákach na okraji gudrónov mali vodivosť  $160\text{-}845 \text{ mS.m}^{-1}$ . Najväčšiu vodivosť mali vody v mlákach, situovaných priamo na gudrónoch ( $850$  až  $>2000 \text{ mS.m}^{-1}$ ). V prípade merania vodivosti vody z vrtov, najnižšie hodnoty dosahovala voda z vrtu GS-1 situovaného v predpolí skládky ( $66,5\text{-}154,4 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Vyššie hodnoty mala voda z vrtov GS-4 ( $89,7\text{-}423 \text{ mS.m}^{-1}$ ), GS-5 ( $146\text{-}286 \text{ mS.m}^{-1}$ ), GS-6 ( $187,7\text{-}500 \text{ mS.m}^{-1}$ ), GS-8 ( $362\text{-}724 \text{ mS.m}^{-1}$ ), GS-9 ( $155\text{-}808 \text{ mS.m}^{-1}$ ) a GS-12 ( $434 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Najväčší rozkyv vodivosti dosiahla voda z vrtu GS-7 ( $165,8\text{-}1\ 200 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Najväčšou hodnotou vodivosti sa vyznačovala voda z vrtu GS-13 ( $2\ 160 \text{ mS.m}^{-1}$ ). Vysoké hodnoty vodivosti boli zistené výlučne v polohách na dne vrtov. Zmeny obsahu kyselín gudrónov sa prejavujú aj v zmenách hodnôt pH. Značné zmeny pH nastávajú pri kontakte kyslých gudrónov a zásaditých vápencov – obr. 2.3.45. Medzi týmito dvoma materiálmi vzniká neutralizačný proces, ktorý by bolo vhodné využiť pri návrhu sanácií gudrónov.



Obr. 2.3.45: Kontakt kyslých gudrónov a zásaditých vápencov

## B. Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk sa vypracovali od roku 2003 do roku 2009 identifikačné listy pre 39 odkalísk z celkového plánovaného počtu 56. Zostáva spracovať identifikačné listy pre 17 odkalísk. V roku 2009 boli spracované odkaliská: Smolník, Duslo Šaľa a.s., Odkalisko konvertorových kalov USS Košice, Odkalisko Mokrá halda USS Košice, Odkalisko ČOV – Sokoľany USS Košice.

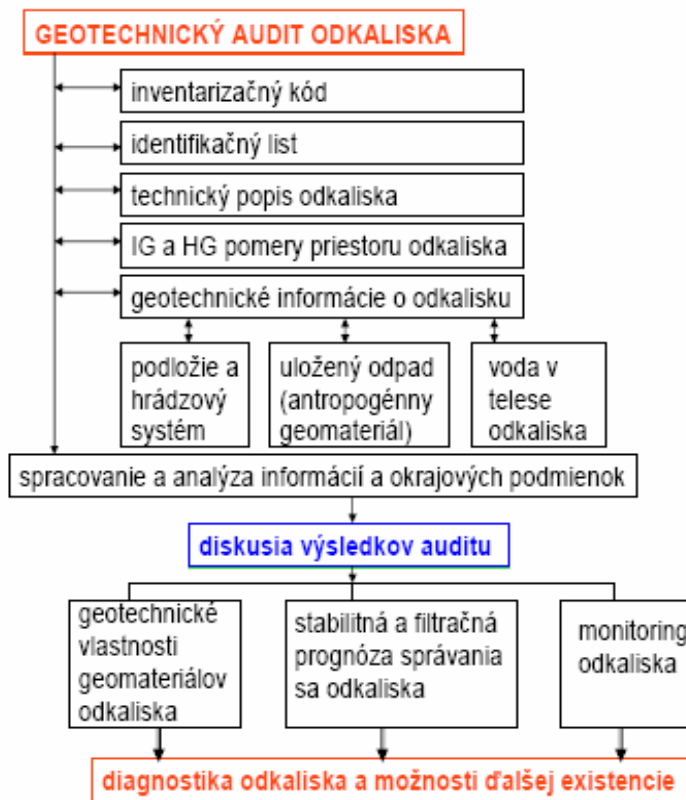
Geotechnický audit definujeme ako profesionálnu analýzu informácií o konkrétnej stavbe alebo záťaži, vytvorenie jej identifikačného listu a postupu doplnenia vstupov pre reálnu prognózu jej správania sa. Geotechnický audit predstavuje podklad pre ďalšiu interdisciplinárnu spoluprácu a posúdenie environmentálnej záťaže (napr. na spoluprácu a podporu riešenia problematiky z prostriedkov EÚ, zavedenie systému environmentálneho manažerstva, ekonomické úspory v budúcnosti, prínosy pre obchodnú činnosť, vedenie správcovských organizácií, resp. firiem vlastníkov, vzťahy s verejnosťou, atď.) a je efektívnym prínosom pre súčasnú aj dlhodobú existenciu environmentálnych stavieb a záťaží.

Vstupné údaje potrebné na reálne prognózy správania sa odkalísk sú súborom informácií o geotechnických charakteristikách uložených antropogénnych sedimentov, o priesakových podmienkach v telese odkaliska, o geotechnických vlastnostiach podložia a hrádzí odkaliska, o morfológii terénu lokality, o hydrogeologických pomeroch v podloží, o seizmicite oblasti a o klimatických pomeroch. Dôsledné vyhodnocovanie monitoringu a aplikácia jeho výsledkov je neopomenuteľnou súčasťou problematiky odkalísk. Musíme konštatovať, že súbory vstupných informácií sú často minimálne, neúplne, nedostatočne vyhodnotené a dokumentované, niekedy geotechnické informácie absentujú vôbec.

Odkaliská sú živé stavby, realizované za kontinuálnej prevádzky z antropogénnych geomateriálov. Vlastnosti materiálov ukladaných do odkalísk sú iné, ako vlastnosti zemín a hornín. Otázky stability hrádzových systémov, funkcie drenáží, priesaku vody, filtračnej stability, stekutenia a seizmických účinkov predstavujú zdroje inžinierskeho rizika. Treba deklarovať, že úspešné riešenie zaručí len spolupráca osvieteného investora (správcu, resp. producenta odpadu), erudovaného projektanta, skúseného dodávateľa, kritického dohľadu a nezávislého expertného poradcu (funkcie nie je vhodné kumulovať). Výsledky v tejto

oblasti sú vždy len príspevkom k riešeniu interdisciplinárnej problematiky odkalísk, náročnej teoreticky aj experimentálne (laboratórne a terénne skúšky), zahŕňajúcej význam vedecký, inovačný, metodický a technologický, pretože „it is better to be probably right, than to be exactly wrong“ (Lacasse, 2002).

Riešiteľ tejto časti, Stavebná fakulta STU, Katedra geotechniky, navrhol zaoberať sa tzv. geotechnickým auditom odkalísk (vo všeobecnosti environmentálnych stavieb a záťaží). Geotechnický audit definujú ako profesionálnu analýzu informácií o konkrétnej stavbe alebo záťaži, vytvorenie jej identifikačného listu a postupu doplnenia vstupov pre reálnu prognózu jej správania sa. Geotechnický audit predstavuje podklad pre ďalšiu interdisciplinárnu spoluprácu a posúdenie environmentálnej záťaže (napr. na spoluprácu a podporu riešenia problematiky z prostriedkov EÚ, zavedenie systému environmentálneho manažérstva, ekonomické úspory v budúcnosti, prínosy pre obchodnú činnosť, vedenie správcovsých organizácií, resp. firiem vlastníkov, vzťahy s verejnosťou, atď.) a je efektívnym prínosom pre súčasnú aj dlhodobú existenciu environmentálnych stavieb. Spočíva v postupnom riešení úloh (schéma na obr. 2.3.46):



Obr. 2.3.46: Schéma geotechnického auditu

Identifikačné listy sledovaných lokalít sú v **prílohe 1**.

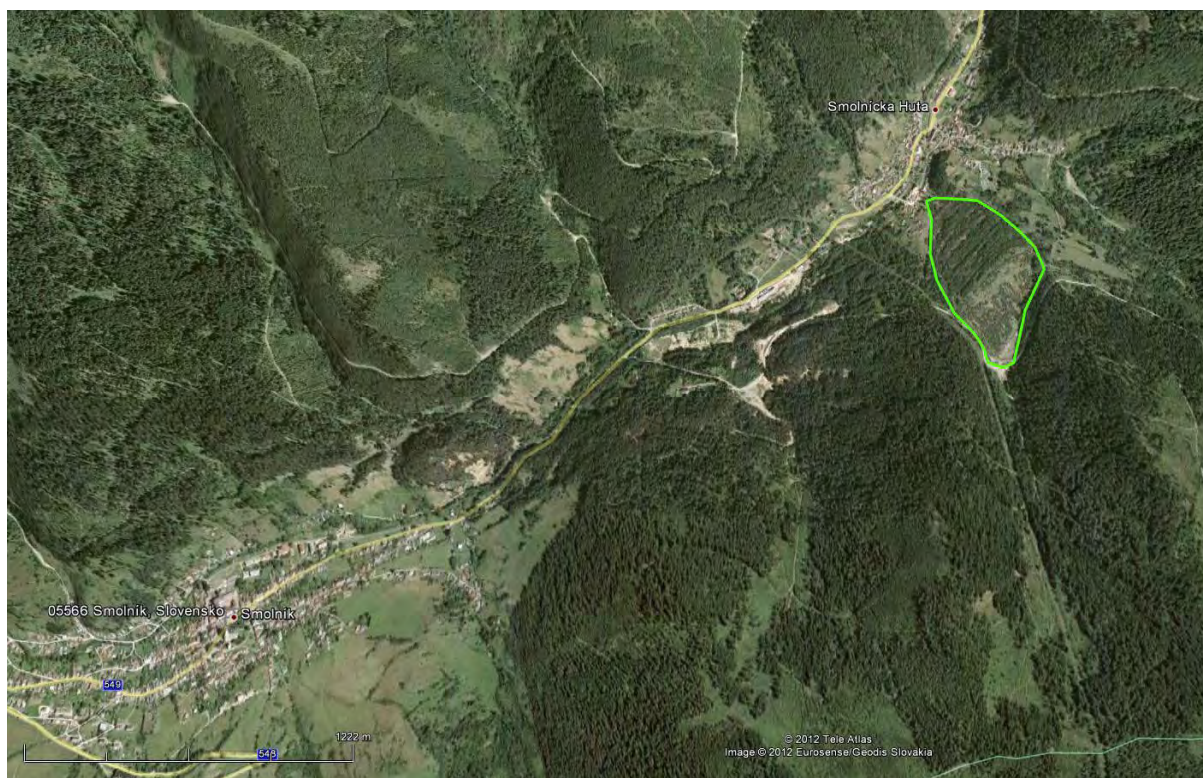
### 2.3.4.12. Odkalisko Smolník

Odkalisko bývalých Železorudných baní Smolník je situované nad obcou Smolnícka Huta v bočnom údolí Smolníckeho potoka (kóta pôvodného terénu 504,0-504,5 m n. m.). Situácia lokality je na obr. 2.3.47.

Podľa IG rajonizácie územia Slovenskej republiky patrí záujmový priestor do regiónu jadrových pohorí, oblasti jadrových stredohorí. Kvartérne pokryvné útvary (deluviálne hliny) na starých reliktných plošinách neogénu sú zvetraliny veľkých hrúbok vyznačujúce sa značným rozložením hornín a ich zvýšenou stlačiteľnosťou. Rozvoj ťažby nerastov v minulosti odstránil lesný porast, povrchové zeminu degradovali a svahy sú znehodnotené výmoľovou eróziou a svahovými pohybmi. Inžinierskogeologické pomery nepriaznivo ovplyvňujú aj krasové javy.

Obeh podzemnej vody i kolektorské vlastnosti horninového prostredia podmieňujú puklinová priepustnosť horninových masívov sformovaná alpínskym vrásnením. Výnimkou sú skrasovatené útvary, kde sa sústreďujú veľké množstvá podzemných vôd (rozhodujúca je tektonická stavba).

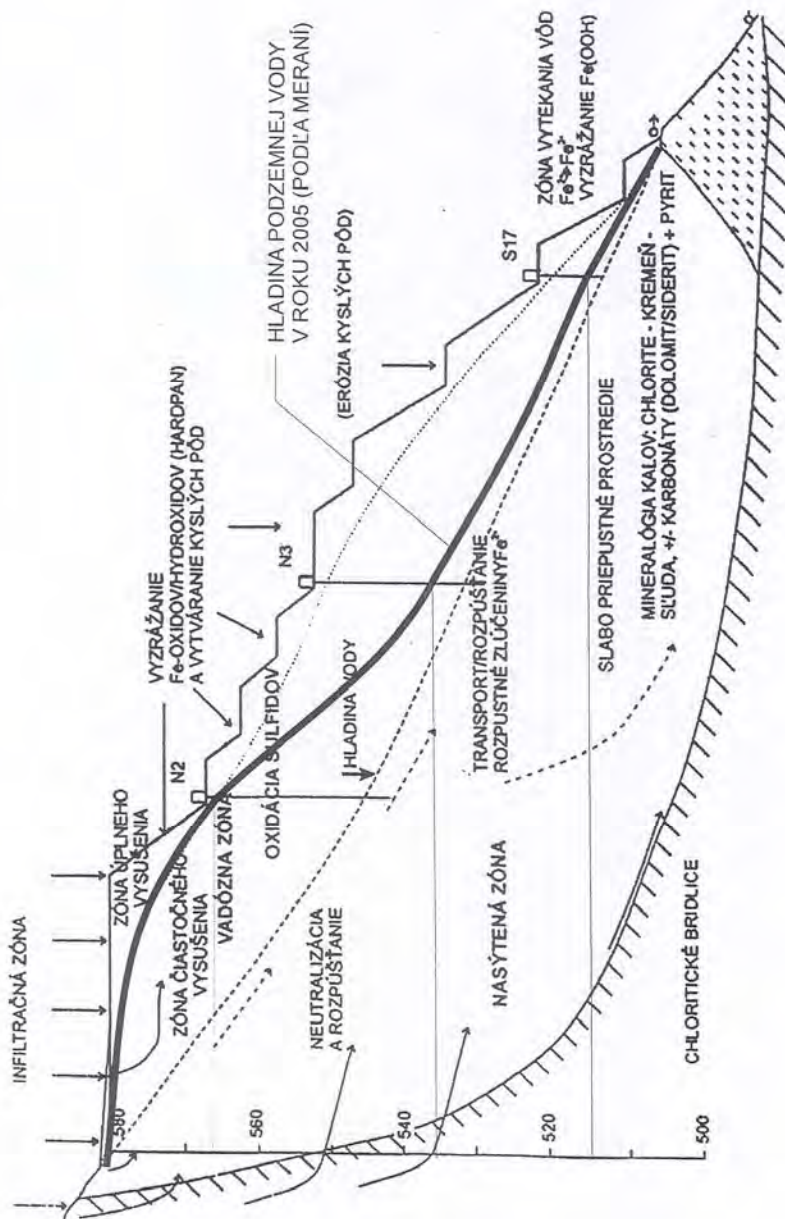
Ťažba nerastných surovín je spojená s produkciou množstva odpadov. Odkalisko Smolník, ktorého hrádzový systém má výšku takmer 90,0 m, predstavuje výrazný príklad znehodnoteného prírodného prostredia a zhoršenia možností využívania územia. Je pozostatkom banskej činnosti, ťažby sulfidických rúd. Po uzavretí a zatopení ložiska začal proces zásadných zmien v horninovom prostredí. Ich exaktné sledovanie a hodnotenie spojené s experimentálnym výskumom je obsahom mnohých vedeckých a odborných prác. Na odkalisku dochádza k oxidácii pyritu a tvorbe kyseliny sírovej, čo indikuje acidifikácia povrchovej časti odkaliska a tvorbu zrazenín železa z vôd vytekajúcich z drenáží odkaliska.



Obr. 2.3.47: Smolník - situácia lokality

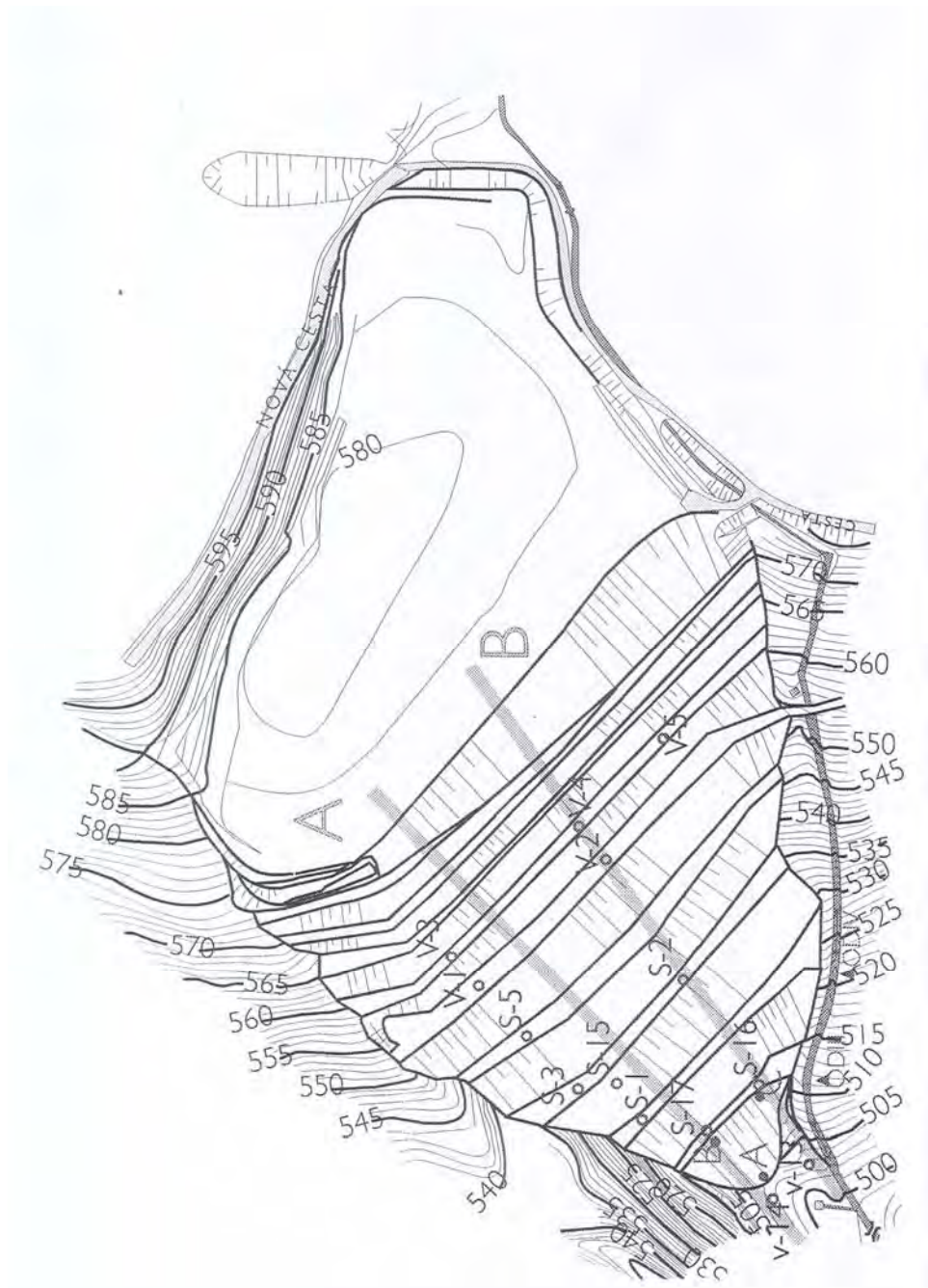
V akumuláčnom priestore sú uložené flotačné kaly z úpravne rúd. Hrádzové teleso odkaliska bolo budované v troch etapách. V prvej etape od r. 1954 do 1964 bola realizovaná hrádza výšky 28,0 m (dosiahla kótu 532,5 m n. m.). Pôvodný kolektor bol z kameninových rúr priemeru 500,0 mm. Druhá etapa výstavby dosiahla projektovanú kótu 555,0 m n. m. v r. 1974 (nadvýšenie hrádze o 22,5 m.). Tretia etapa predstavovala nadvýšenie hrádzového systému o 35,0 m, na kótu 590,0 m n. m.. V tejto etape bol predĺžený pôvodný kameninový

kolektor oceľovými rúrami (priemeru 200,0 mm). V tomto období sa prejavila nesúrodosť materiálov kolektorov viacerými poruchami. Pri sanácii sa uzavrel a vyradil z funkcie starý, pôvodný kolektor a postavil sa nový, z oceľového potrubia po obvodu odkaliska. Je napojený samostatnou vetvou do betónovej nádrže úžitkovej vody. Rez odkaliskom je na obr. 2.3.48. Schéma pôdorisu odkaliska je na obr. 2.3.49. Je to vodná stavba v stave tzv. trvalej existencie, delimitovaná v r. 1998 pod správou Rudných baní, š.p. Banská Bystrica. V zmysle banského zákona č. 44/88 Zb. § 4 je uvedené dielo klasifikované ako ložisko nerastných surovín. V súčasnosti je odkalisko po technickej a biologickej rekultivácii (1993, Rudný projekt, PIO, Košice: Zabezpečenie dlhodobej stability odkaliska ŽB Smolník), ukončenej v r. 1995. Podľa platného programu dohľadu budú vykonávané len udržiavacie práce na zamedzenie vzniku havarijných situácií a znečistenia potoka Smolník.



Obr. 2.3.48: Smolník - rez odkaliskom



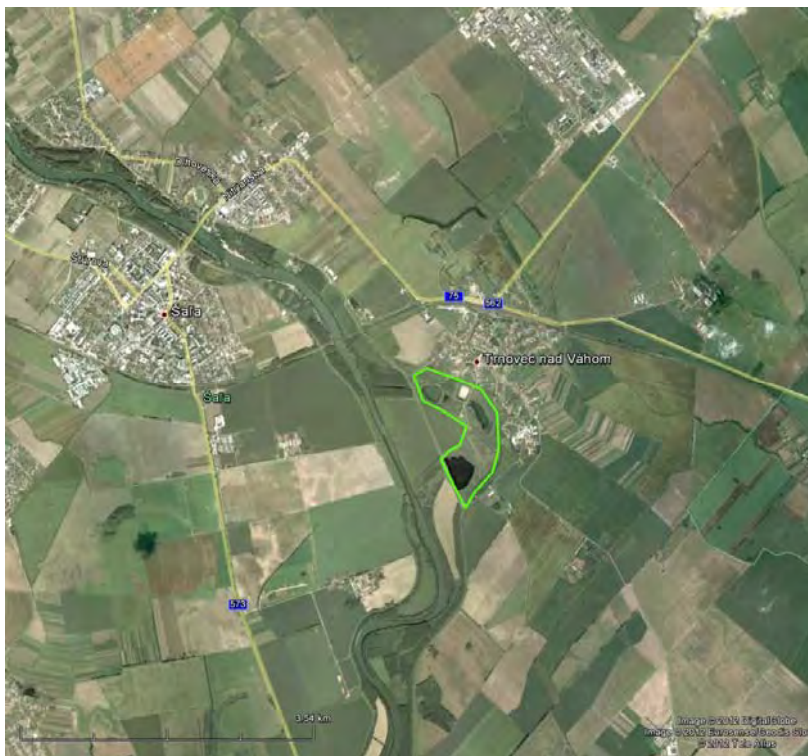


Obr.2.3.49: Schéma pôdorysu odkaliska

Rekultivované odkalisko Smolník je vodná stavba III. kategórie. Je v stave tzv. trvalej existencie a pravidelný technicko-bezpečnostný dohľad podľa súčasnej legislatívy definuje platný program dohľadu. Výška odkaliska (85,5 m), stav technických zariadení a výsledky meraní úrovni HPV v telese odkaliska sú dostatočné argumenty na iniciáciu geotechnického auditu aspoň minimálneho rozsahu. Spracovanie archívnych a dostupných novších informácií (vzhlľadom na interdisciplinaritu problematiky v spolupráci s prírodovedcami a environmentalistami) jednotným postupom by poskytlo doplňujúce informácie o skutočnom stave odkaliska a jeho stabilných a filtračných pomeroch. Prognóza musí dokladovať jeho bezpečnú dlhodobú existenciu.

### 2.3.4.13. Odkaliská DUSLO, a.s. ŠAĽA

Odkaliská Duslo a.s. Šaľa situované v katastrálnom území obce Trnovec n. Váhom v okrese Šaľa slúžia ako trvalé úložisko popolového sedimentu, na akumuláciu a regulované vypúšťanie vyčistených odpadových vôd spoločnosti. Pozostávajú z dvoch odkalísk A-I a A-II. Odkalisko A-II má usadzovaciu nádrž A-II/1 a akumuláciu nádrž A-II/3, (Hokynek, P., et al. 2009). Situácia odkalísk je na obr. 2.3.50.



Obr. 2.3.50: Šaľa - situácia odkalísk

#### Odkalisko A-I:

Rovinné odkalisko je situované v inundačnom území pôvodného koryta rieky Váh, má tvar nepravidelného obdĺžnika, je čiastočne zapustené do terénu a základné údaje sú prevzaté z práce Hokynek, 2009. Celkový úložný priestor odkaliska je asi 1,6 mil.m<sup>3</sup>. Do roku 1990 sa uložilo okolo 800 000 m<sup>3</sup> popola. Od r. 1990 už v odkalisku sedimentujú iba nerozpustné látky obsiahnuté v akumuláčnych vyčistených odpadových vodách a reguluje sa ich vypúšťanie (podľa ich kvality) do recipientu. Odtokové objekty odkaliska sú dve betónové veže s dvomi odtokovými komorami. Veže majú nehradený bezpečnostný prieliv zaisťujúci maximálnu prevádzkovú hladinu (119,25 m n. m.) a povodňovú hladinu (119,45 m n. m.).

#### Odkalisko A-II – A-II/1:

Odkalisko je tiež rovinné, má spoločnú hrádzu s priestorom A-I. Obvodové hrádze sú sypané zo štrkopiesku s nepriepustným tesniacim jadrom. Na vzdušnej strane hrádzy je drenážny systém odvádzajúci priesakovú vodu. Dno je tesnené zhutneným ílom (vrstva hrúbky asi 0,30 m), kóta dna je 113,50 m n. m. Maximálna hĺbka odkaliska je max 6,0 m. Celkový úložný priestor je asi 1,0 mil.m<sup>3</sup>. Do konca 90-tych rokov minulého storočia sa do odkaliska uložilo cca 500 000 m<sup>3</sup> popolovín. Podrobný opis konštrukcií a prevádzky odkalísk obsahuje správa Vodohospodárskej výstavby š.p. (Hokynek et al., 2009) a staršie archívne materiály (Hokynek et al., 2005, 2007).

### Prognóza správania sa odkaliska

Odkaliská Duslo, a.s. Šaľa sú vodné stavby II. kategórie, prevádzkované už viac ako 30 rokov. Ostatná čiastková správa o dohľade nad vodnou stavbou (Hokynek, 2009) vypracovaná podľa zákona č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhlášky č.548/2005 Z.z. MŽP SR, ktorá ustanovuje podrobnosti o výkone technicko-bezpečnostného dohľadu a o zaradovaní vodných diel do jednotlivých kategórií komentuje celkový stav stability (statickej aj filtračnej) počas prevádzky ako uspokojivý. Upozorňujeme, že stabilné výpočty boli vykonané v r. 2004 len u hrádzového systému A-I. Reálne prognózy správania sa odkalísk sú odrazom reálnosti a hodnovernosti vstupných údajov. Vstupné údaje sú súborom informácií o geotechnických charakteristikách sedimentu, priesakových pomeroch v telese odkaliska, o geotechnických vlastnostiach podložia a hrádzí odkaliska, morfológii terénu územia, hydrogeologických podmienkach v podloží, o seizmicite oblasti a o klimatických pomeroch. Výsledky monitoringu a ich aktuálna aplikácia výrazne dopĺňajú súbor vstupných dát. Z praxe sú známe havárie hrádzí, aj celých telies odkalísk, ktorých vypočítané stupne stability boli vysoko nad indiferentnou hodnotou 1,0. Vypracovaná správa o monitoringu stanovuje návrh opatrení, ktorého súčasťou je aktualizácia manipulačného poriadku a nadväzujúceho programu dohľadu. Program dohľadu je v priamej závislosti s prognózou správania sa odkaliska. Preto považujeme za nevyhnutný geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu, aby sa doplnili, analyzovali, resp. inovovali geotechnické informácie pre budúcu existenciu odkaliska (schéma geotechnického auditu je na obr. 2.3.46).

#### 2.3.4.14. Odkalisko konvertorové kalý USS Košice

Odkaliská konvertorových kalov sú umiestnené mimo areálu US Steel, s.r.o. Košice pri obci Veľká Ida (obr. 2.3.51, obr. 2.3.52). Územie, na ktorom sú odkaliská, má plochý reliéf. V podloží boli vrtnými prácami dokladované v hĺbke 0,0 až 1,0 m pod terénom (p.t.) hlinité zeminy, do 4,0 m p.t. štrk hlinitý, hlbšie štrky a piesky. Rozhranie kvartéru a neogénu (íly) je asi v hĺbke 9,0 až 10,0 m p.t. Hladina podzemnej vody bola pri prieskumných prácach narazená v úrovni ~ 5,0 m p.t.

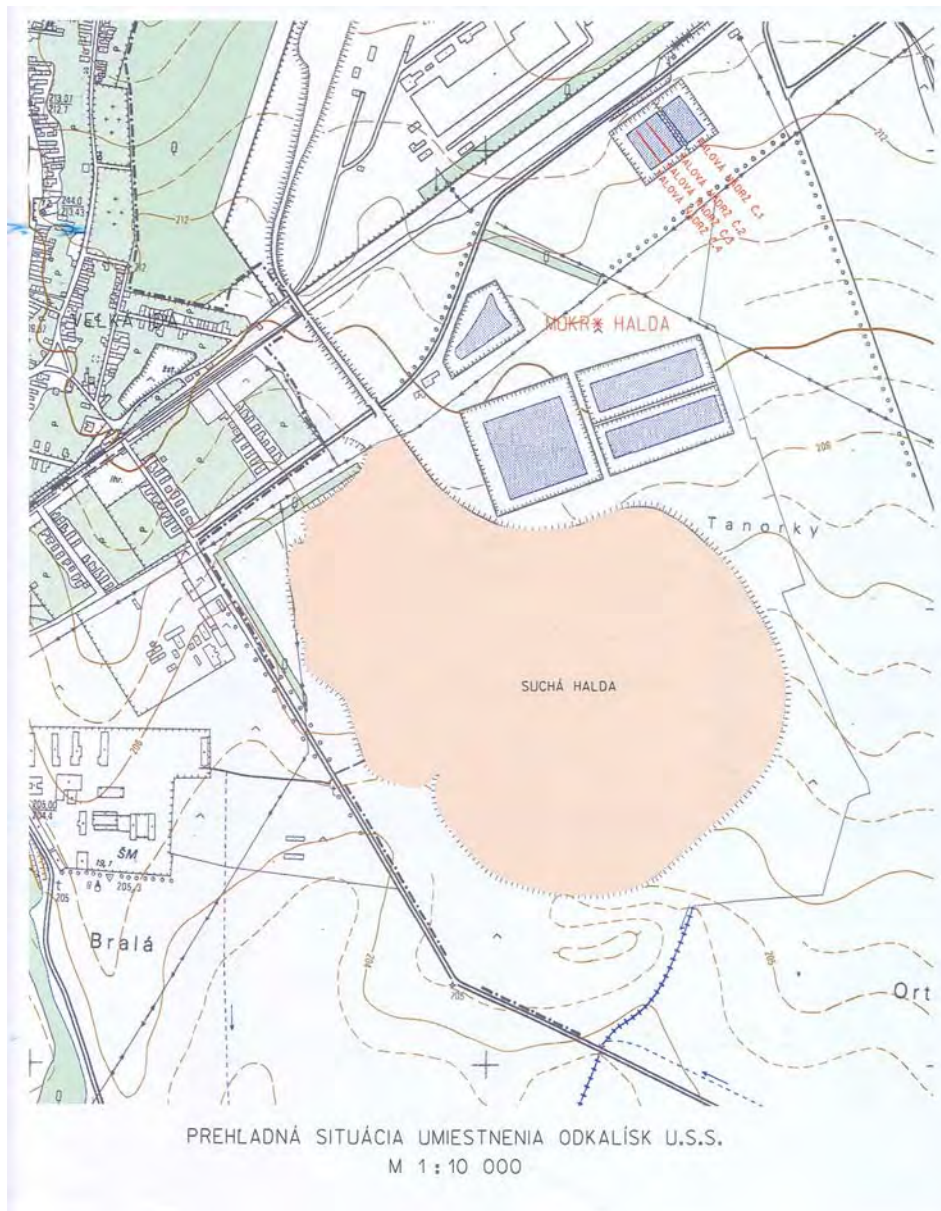
Prevádzkový celok odkalísk tvoria štyri nádrže. Slúžia na sedimentáciu a dočasné uloženie jemných konvertorových kalov vznikajúcich vo výrobnom procese spoločnosti. Sú prevádzkované cyklicky, v štyroch režimoch:

- *naplavovanie* – napĺňanie nádrže kalovou zmesou cez 4 napúšťacie fajky, regulovanie rovnomernej sedimentácie sklonom k prepadovej šachte,
- *zálohovalenie* - obdobie, keď sa do nádrže neplaví, nie je dosiahnutá maximálna úroveň, odkalisko slúži ako „pohotovostné“ (zníženie vodnej hladiny v naplavovanej nádrži, mimoriadna udalosť a pod.),
- *sušenie* – odtekanie vody drenážnou vrstvou, odpar vlhkosti do vzduchu,
- *odtáženie* – ťažba kalu z nádrže (po odobraní betónových prefabrikátov z koruny hrádzce).

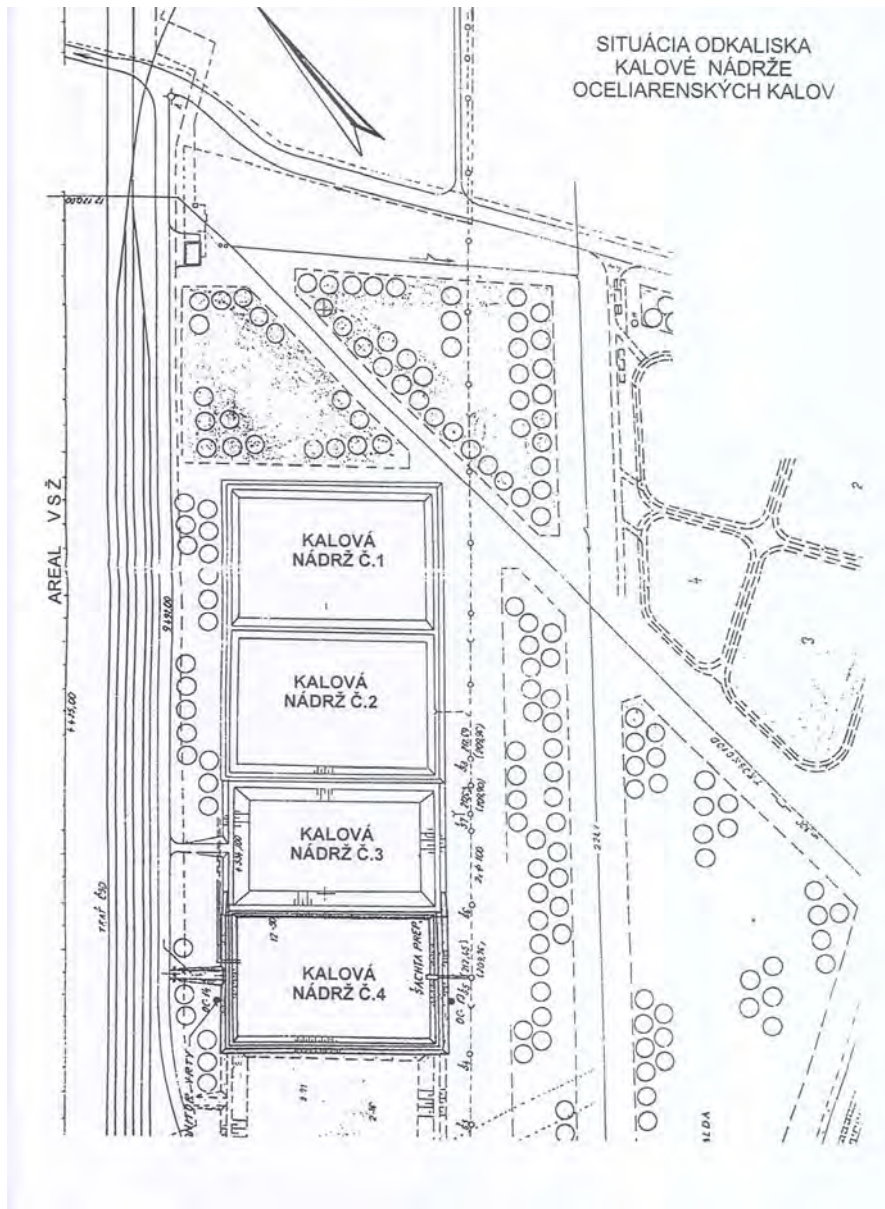
Konštrukčne sú nádrže odkalísk kombináciou zemných hrádzí (z miestnych hĺn a štrkov) a oporných stien z typizovaných železobetónových prefabrikátov, tvaru L a T (podľa umiestnenia v pôdoryse sústavy nádrží). Rohy nádrží sú vyarmované a zabetónované na mieste. Ochrana okolitého horninového prostredia zabezpečuje tesniaci systém. Návodné svahy nádrží (zemná hrádza) sú opevnené betónovými panelmi. Odvádzanie odsedimentovanej vody z nádrží zabezpečuje drenážny systém s prepadovými a revíznymi šachtami.

Odkaliská sú primerane monitorované. Merajú sa deformácie (pole geodetických bodov na prefabrikovaných stenách a šachtách) spolu 8 bodov. Sú stanovené a kontrolované maximálne povolené hladiny naplavovania kalov v nádržiach (vodočetné laty) a vykonávajú sa pravidelné obchôdzky.

Aj keď odkaliská konvertorových kalov sú vodné stavby IV. kategórie a t.č. nevykazujú nepriaznivé okolnosti pri prevádzke navrhujeme iniciovať v spolupráci so správcom a súčasným projektantom geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu. Spracovanie archívnych a dostupných novších materiálov jednotným postupom by poskytlo doplňujúce informácie o skutočnom stave odkaliska a jeho stabilitných a filtračných pomeroch. Prognóza jeho správania pri prevádzkovaní by sa mala zosúladiť s budúcou prevádzkou spoločnosti US Steel s.r.o. Košice.



Obr. 2.3.51: Prehľadná situácia umiestnenia odkalísk USS s.r.o. Košice



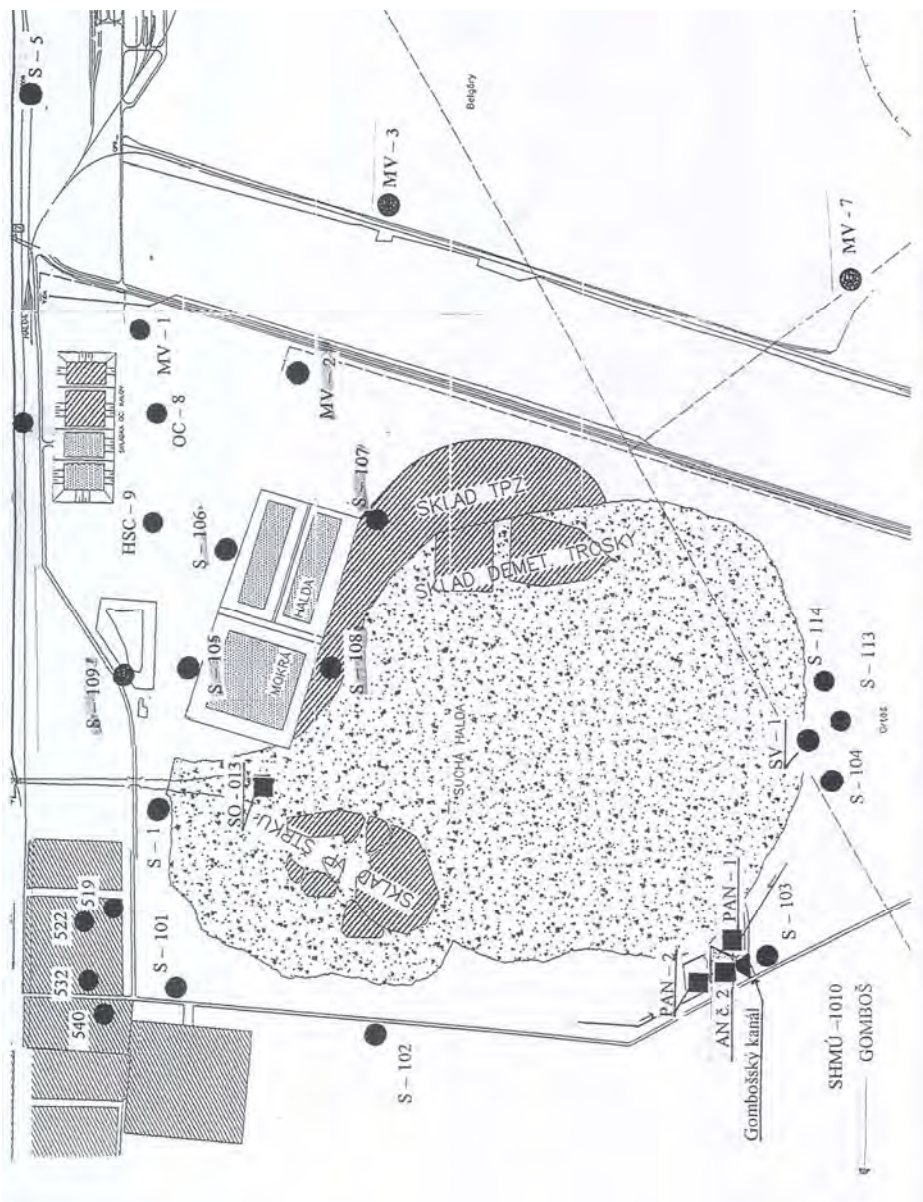
Obr. 2.3.52: Odkalisko konvertorových kalov USS s.r.o. Košice

#### 2.3.4.15. Odkalisko Mokrá halda USS Košice

Odkalisko Mokrá halda je súčasťou kalového hospodárstva spoločnosti US Steel, s.r.o. Košice. Je situované mimo vnútorného areálu oceliarní v katastrálnom území obce Veľká Ida, juhozápadne od železničnej trati Košice – Moldava n. B (cca 2,7 km od kotolne teplárne D2 Energetika). Odkalisko je určené na dočasné ukladanie troskopoplovej hydrozmesi. Troska a popol (TPZ) sú vedľajšie produkty zo spaľovania uhlia (výroba energie a tepla pre US Steel, s.r.o. Košice). Popol a troska sa splavujú do bagrovaných ohrádzok a odtiaľ čerpaním tlakovými potrubiami do lagún odkaliska. Potrubia – troskovody sú ocelové, s čadičovou výstelkou (2x DN 250 a 1x DN 350 mm). Sú vedené na nadzemných energomostoch, na betónových pätkách a v okolí odkaliska v ryhách pod povrchom terénu. Do každej lagúny vedú viaceré vtoky (naplavovacie odbočky), na ktoré sa troskovody pripájajú podľa stavu naplnenia lagúny a spôsobu prevádzky. Lagúny sa plnia a vyťažujú striedavo (manipulačný poriadok). Súčasne sa naplavuje len 1 lagúna, naplnená má

sedimentačnú prestávku (cca 1 rok) a tretia sa vyváža na nadzemnú depóniu. Množstvo TPZ ovplyvňuje najmä spaľované uhlie (množstvo a kvalitu), počet a skladba prevádzkovaných kotlov, činnosť odlučovačov, popolčeka atď. (ročná produkcia 90-96.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>, dopravované množstvo max. 900 m<sup>3</sup>.hod<sup>-1</sup>). Podrobný profesionálny, prehľadný a zrozumiteľný opis problematiky obsahuje Manipulačný a prevádzkový poriadok z r.1996 (Zetek, 1996). Odkalisko je rovinného typu a tvoria ho 3 lagúny a 2 predpolia, spolu 12,75 ha (obr. 2.3.53). V období 2000 – 2001 (likvidácia a využitie TPZ – ekologizácia Mokrej haldy) bol realizovaný tesniaci systém odkaliska (Slavkovská, 2001). V telese obvodových hrádzí odkaliska bola vybudovaná podzemná tesniaca stena z bentonitovocementovej suspenzie. Má výšku 0,60 m, celkovú dĺžku 1 625,0 m a dosahuje hĺbky 12,5 až 16,0 m p.t., čo predstavuje min. 1,5 m zahĺbenie do neogénneho podložia. Z rovnakého obdobia je nové kalové potrubie okolo odkaliska a potrubie odvádzajúce odsedimentovanú (vratnú) vodu do predpolí odkaliska a do akumuláčnej nádrže (N1). Účinnosť tesniacej steny je monitorovaná 6-timi pozorovacími vrtmi (S 105 až S 109 a MV2). Meranie deformácií by mali reprezentovať výsledky geodetických meraní bodového poľa (stredy poklopov na šachtách č. 1, 4, 8, 13, 16, 19, 24 a 28. Z vyhodnotenia výsledkov meraní vyplýva, že za obdobie 5 rokov (2001 – 2005) poklesli merané body o 70,0 až 154,0 mm oproti základnému meraniu. Medzné hodnoty zvislých deformácií stanovené odhadom sú ± 15,0 mm. V podkladoch o odkalisku chýbajú údaje o polohe šachtiet, ale tiež akékoľvek údaje o hrádzovom systéme odkaliska. Manipulačný a prevádzkový poriadok bude potrebné po 30.04.2010 aktualizovať.

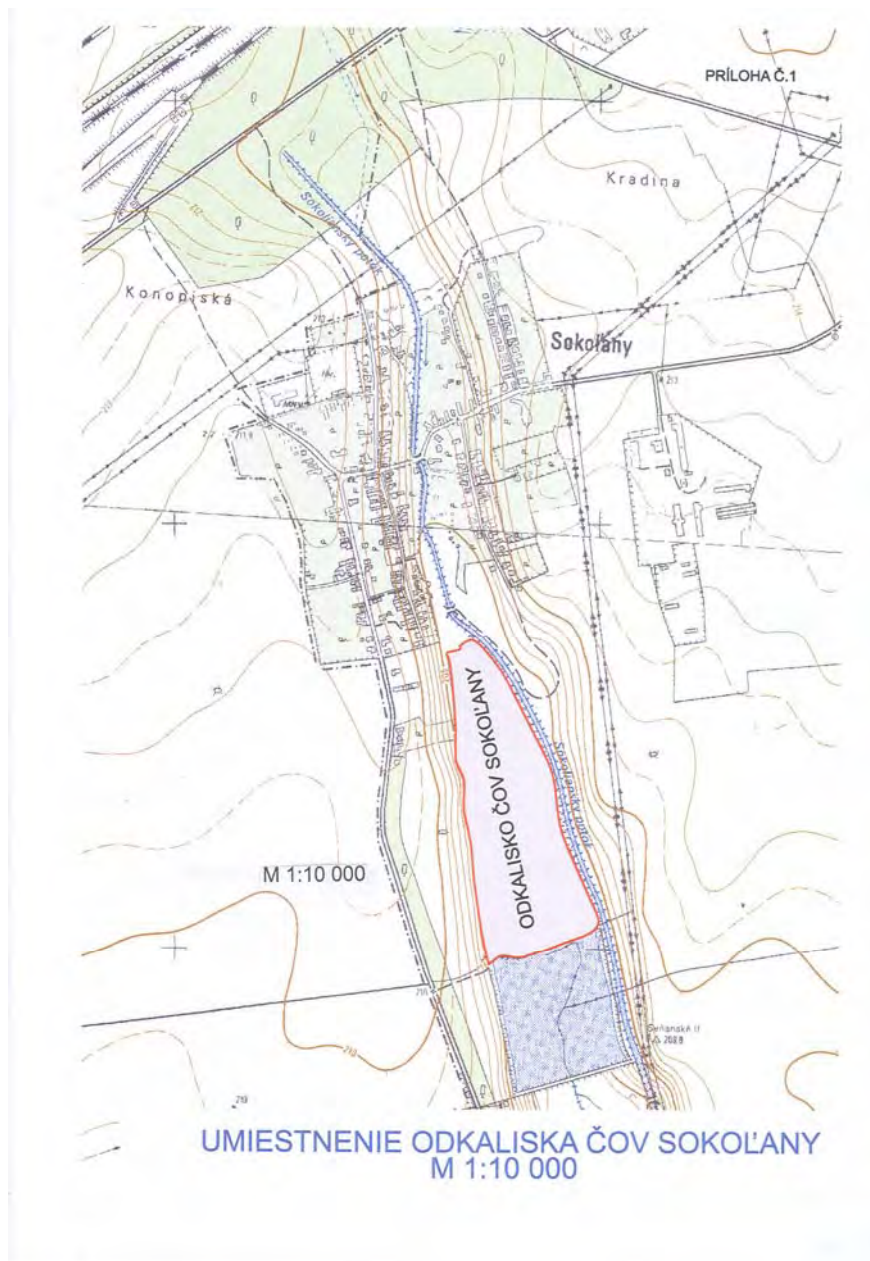
Aj keď odkalisko Mokrá halda je vodná stavba IV. kategórie a t.č. nevykazuje nepriaznivé okolnosti, pri prevádzke navrhujeme iniciovať v spolupráci so správcom a súčasným projektantom geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu. Spracovanie archívnych a dostupných novších materiálov jednotným postupom by poskytlo doplňujúce informácie o skutočnom stave odkaliska a jeho stabilitných a filtračných pomeroch. Prognóza jeho správania pri prevádzkovaní by sa mala zosúladiť s budúcou prevádzkou spoločnosti US Steel s.r.o. Košice.



Obr. 2.3.53: Odkalisko Mokrá halda USS s.r.o. Košice

### 2.3.4.16. Odkalisko ČOV – Sokolany USS Košice

Odkalisko ČOV – Sokolany USS, s.r.o. Košice je situované medzi obcami Bočian a Sokolany (obr. 2.3.54). Bolo vybudované v r. 1975 ako retenčná nádrž kalov z čistenia odpadových vôd. Kóta koruny základnej hrádze je v úrovni 206,7 m n. m. Pôvodná výška terénu je ~ 205,0 m n. m. V r. 1990 až 1992 bola hrádza nadvýšená na kótu 207,50 m n. m. Hrádza akumuláčnej nádrže je nasýpaná z miestnych zemín (hliny a íly), opatrená predsunutým tesniacim kobercom šírky cca 10,0 m. Návodný svah v sklone 1:3 je uložený na makadame (resp. na vysokopecnej troske). Na vzdušnej strane (1:2) je drén hrúbky 0,5 m, voda odteká do potoka.



Obr. 2.3.54: Odkalisko ČOV-Sokolany USS s.r.o. Košice

Koruna šírky cca 3,0 m je zahumusovaná a osiata, rovnako ako vzdušný svah. Pri nadvyšovaní hrádze bol použitý materiál z výkopov pre ČOV (íly či štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminou). Plocha odkaliska je takmer 18 ha a pri predpokladanom zanesení kalom (na celú hĺbku 3,5 m) predstavuje úložný priestor objemu 0,62 mil. m<sup>3</sup>. Do r. 2007 bolo zanesenie kalom 85 %. Odpadové vody pritekajú do sedimentačnej nádrže. Usadené kaly sa odčerpávajú do kalovej nádrže a zachytené oleje do zbernej nádrže na olej. Predčistená voda odteká do čerpacej stanice, odkiaľ sa prečerpáva na chemické čistenie. Vyčírená voda odteká do akumuláčnej nádrže a späť do výroby a zostatok do recipientu. Dohľad na odkalisku zabezpečuje vlastník podľa ustanovení manipulačného poriadku a programu dohľadu. Monitoring vôd v okolí odkaliska zaisťujú merania v pozorovacích vrtoch HG-1 až HG-5. Drenážny systém odkaliska je zaústnený do odtokového žľabu sedimentačnej nádrže (pravá strana) a do Sokol'anského potoka za ČOV (ľavá strana). Vzorky vody z drenážneho systému



podliehajú pravidelnej kontrole. Súčasťou monitoringu sú obhliadky blízkeho okolia odkaliska (výskyt zosuvov a priesakov) a kontrola prietokových pomerov.

Odkalisko ČOV Sokolany je vodná stavba IV. kategórie a t.č. nevykazuje nepriaznivé okolnosti pri prevádzke, navrhujeme iniciovať v spolupráci so správcom a súčasným projektantom geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu. Spracovanie archívnych a dostupných novších materiálov jednotným postupom by poskytlo doplňujúce informácie o skutočnom stave odkaliska a jeho stabilitných a filtračných pomeroch. Prognóza jeho správania pri prevádzkovaní by sa mala zosúladiť s budúcou prevádzkou spoločnosti US Steel s.r.o. Košice.

## C. Monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov - merania a výsledky

### 2.3.4.17. Odkalisko RSTO Dusla Šaľa

Odkalisko Šaľa RSTO je odkalisko rovinného typu. Jeho rozloha je cca 35 ha, dĺžka obvodu v päte hrádze je 2 336 m. Odkalisko leží v katastri obce Trnovec nad Váhom, situácia lokality je na obr.2.3.55. Na odkalisku boli plavené popolčky, ktoré vznikali v teplárni a pri výrobe chemikálií v Dusle Šaľa.



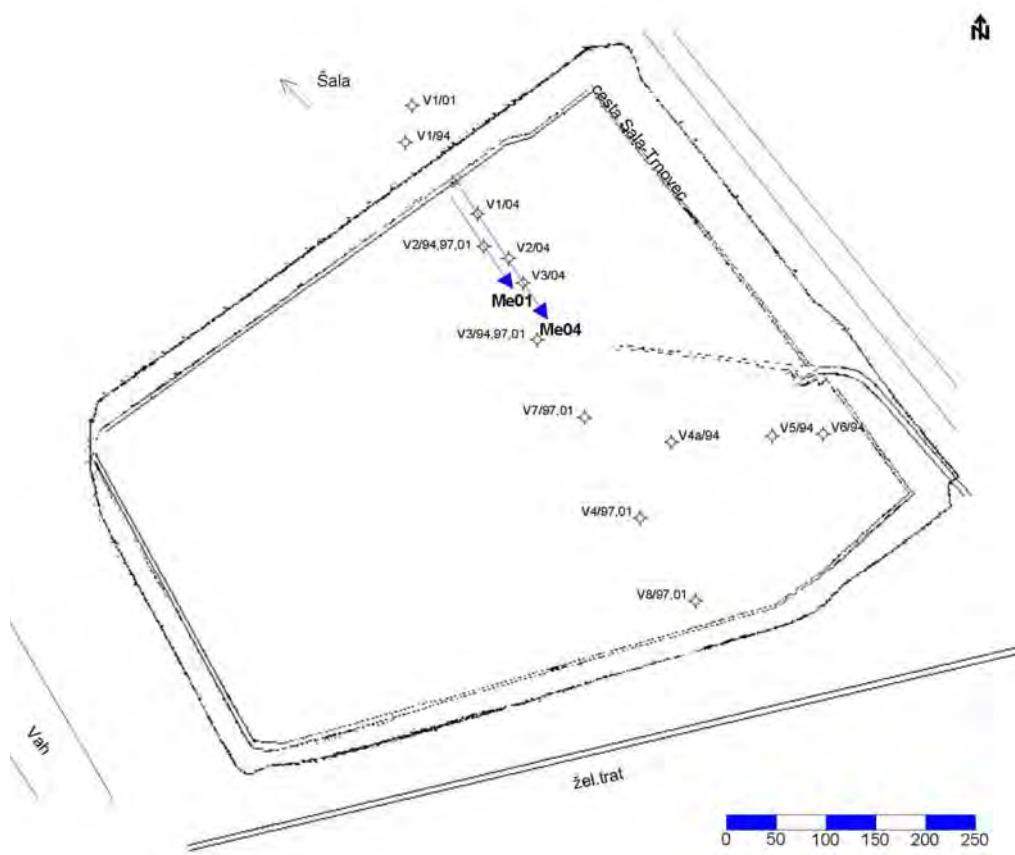
Obr.2.3.55: Šaľa – situácia lokality

Pri prieskumných prácach sme v niektorých vrtoch zistili aj znečistenie popolčiek rôznymi chemickými ropnými látkami. Od počiatku prevádzky sa na odkalisko deponovalo 1 242 491 m<sup>3</sup> popola, cca 101 500 t sadzí, 80 000 t oleja a arómátov, 2 500 t polymérov, 15 000 t chemických odpadov z výroby anorganickej chémie, 45 000 t soľankových kalov. Odkalisko sa už v súčasnosti nevyužíva na plavenie popolčeka, plavenie sa ukončilo v roku

1984. V súčasnosti je horizontálne uzavreté vrstvou hlinitého tesnenia a okolo celého odkaliska v jeho päte bola vybudovaná tesniaca injekčná stena TIS v dĺžke 2 336 m, zapustená až do nepriepustného neogénneho podložia. Pretože cez hlinité tesnenie do skládky vsiakne určité množstvo vody, po obvodu vo vnútornej časti skládky v blízkosti koruny odkaliska je realizovaných 8 čerpacích studní, ktoré zabezpečujú výšku hladinu v podloží skládky rovnakú alebo nižšiu a tým zabraňovali prípadným priesakom cez TIS pri jej prípadných zmenách v tesniacich účinkoch v čase od zhotovenia. Na takto uzavretom odkalisku sa prevádzkovala skládka nie nebezpečného odpadu, podľa staršej terminológie „riadená skládka tuhého odpadu“ dostala aj názov RSTO Dusla Šaľa a.s. V časti skládky sa ukladali v kontajneroch aj nebezpečné odpady.

Územie sa nachádza v aluviálnej nive Váhu a je prevažne tvorené nasledovnými kvartérnymi sedimentami. Od povrchu terénu asi do hĺbky 3 m sa nachádzajú piesčité až ílovito piesčité hliny, smerom do hĺbky prechádzajú lokálne až do ílu. Ďalej sa do hĺbky asi 7 m nachádzajú jemnozrnné piesky zle zrné svetlohnedé až hrdzavé, s malým množstvom ílovitej prímеси. V hĺbke do cca 11 m sa nachádzajú jemnozrnné piesky zle zrné šedej farby s ílovitou prímесou, do hĺbky cca 12 m sú hrubozrnné piesky lokálne s prímесou prevažne štrku jemnozrnného. Od hĺbky asi 12 m sa nachádzajú v podloží nasledovné neogénne sedimenty. Do hĺbky cca 13 m sú íly až piesčité íly modrošedé, do hĺbky cca 16 m sa vyskytujú jemnozrnné ílovité piesky modrošedé, lokálne prechádzajúce až do piesčitých ílov. V hĺbke nad 16 m sa nachádzajú íly modrošedé, lokálne s prímесou piesčitou. Hladina podzemnej vody sa nachádza v hĺbke 3-5 m pod terénom. Hladina vody je slabo napätá. Prevládajúci smer prúdenia je VSV - ZJZ. V obdobiach povodní je prúdenie opačné, ovplyvnené hladinou Váhu.

Situácia telesa odkaliska, prieskumných diel a geofyzikálneho profilu je na obr. 2.3.56.



Obr. 2.3.56: Schematická situácia odkaliska RSTO Duslo Šaľa, prieskumných diel a geofyzikálneho profilu

## Vyhodnotenie pozorovaných parametrov za roky 2002 až 2009 na odkalisku RSTO

### Laboratórne rozbory

Na tomto odkalisku sa zmeny vlastností v čase sledovali v uvedenom období v rokoch 2004 a 2007. Na odkalisku sa monitorovali aj v predchádzajúcich trojročných intervaloch sledované ukazovatele. Popolčeky z lokality RSTO Šaľa sú podobné zrnitostne zeminám prevažne F4 CS až S5 SC ale aj F6 CI. Vlhkosť je od cca  $w = 30$  až 60 %. Popolčeky sú materiály, ktoré majú tzv. dvojitú pórovitosť, jednak medzizrnovú, jednak zrná sú pórovité, viažu vodu vo svojej hmote a to nie ako vodu kryštalickú ale ako voľnú. Na tomto odkalisku sa však nachádza v priesakovej vode odkaliska aj značné množstvo odpadových chemických látok a ropných uhlíkov, z Dusla Šaľa a.s., čo sťažuje vykonávanie laboratórných analýz popolčiek alebo ich až znemožňuje. RTG analýzy sa, po skúsenostiach z predchádzajúcej etapy riešenia úlohy, v roku 2007 nerealizovali vzhľadom na nepresnosť RTG výsledkov.

### Presiometrické skúšky

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska RSTO (obr. 2.3.56) namerali v roku 2007 hodnoty medze presiometrického tlaku od  $p_{lim} = 0,246$  MPa (vo vrte V-0, hĺbka 2,2 m) až 0,654 MPa (vo vrte VES-2 hĺbka 1,0 m), presiometrický modul len  $E_p = 0,86$  až 5,4 MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia  $\varphi_{ef} = 23,7^\circ$  do  $29,6^\circ$ . Súborné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku aj z predchádzajúcich etáp monitorovacích meraní uvádzame v tabuľke 2.3.24.

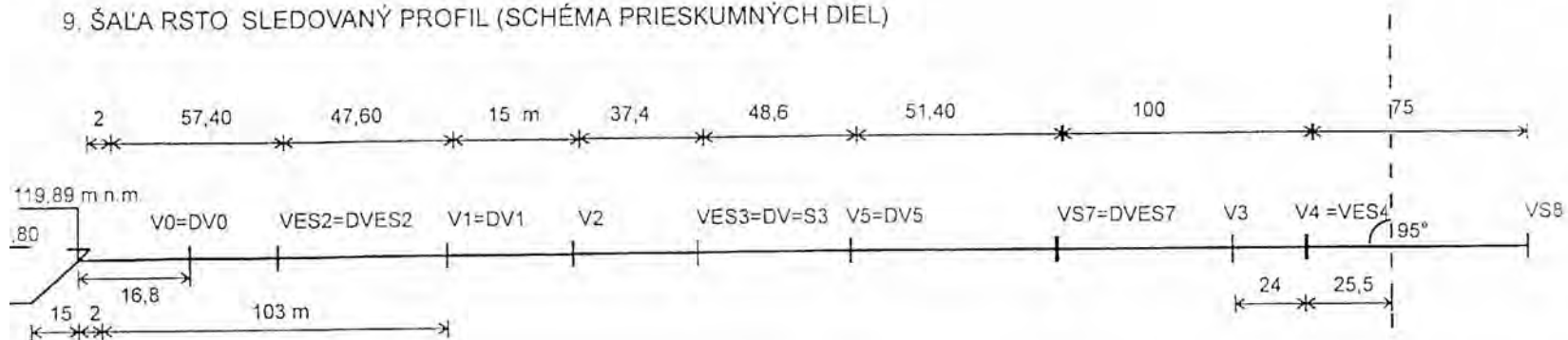
Z presiometrických meraní z roku 2007 jednoznačne vyplýva, že zatiaľ čo dochádza k zvýšeniu medze presiometrického tlaku aj uhla vnútorného trenia, presiometrický modul naopak klesá. Tento paradox si vysvetľujeme tým, že presunom ropných látok a iných neznámych chemických látok v odkalisku dochádza k menším zmenám v deformačnom správaní sa prostredia. Je to zistené len na tomto odkalisku, na ostatných 5 monitorovaných odkaliskách takmer nie.

### Geofyzikálne merania

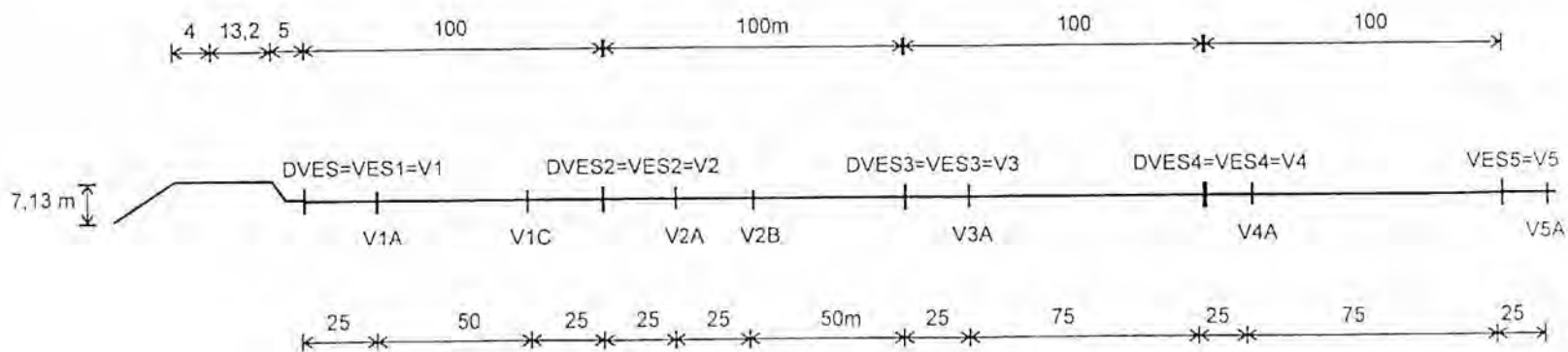
Pre geofyzikálne monitorovanie bol na odkalisku vybraný profil prechádzajúci naprieč celým odkaliskom (obr. 2.3.57) a na tomto profile boli v rovnakých miestach realizované opakované merania metódou VES a ERT. Výsledkom spracovania nameraných dát sú vrstevné parametre vyšetřovaného prostredia, ktoré sú následne navzájom korelované a potom použité na zostavenie vertikálnych rezov vyšetřovaným prostredím (obr. 2.3.58 a 2.3.59).

Obr. 2.3.57: Schéma prieskumných diel na odkaliskách Šaľa: RSTO a Amerika I

9. ŠAĽA RSTO SLEDOVANÝ PROFIL (SCHÉMA PRIESKUMNÝCH DIEL)



6. ŠAĽA AMERIKA I. SLEDOVANÝ PROFIL (SCHÉMA PRIESKUMNÝCH DIEL)



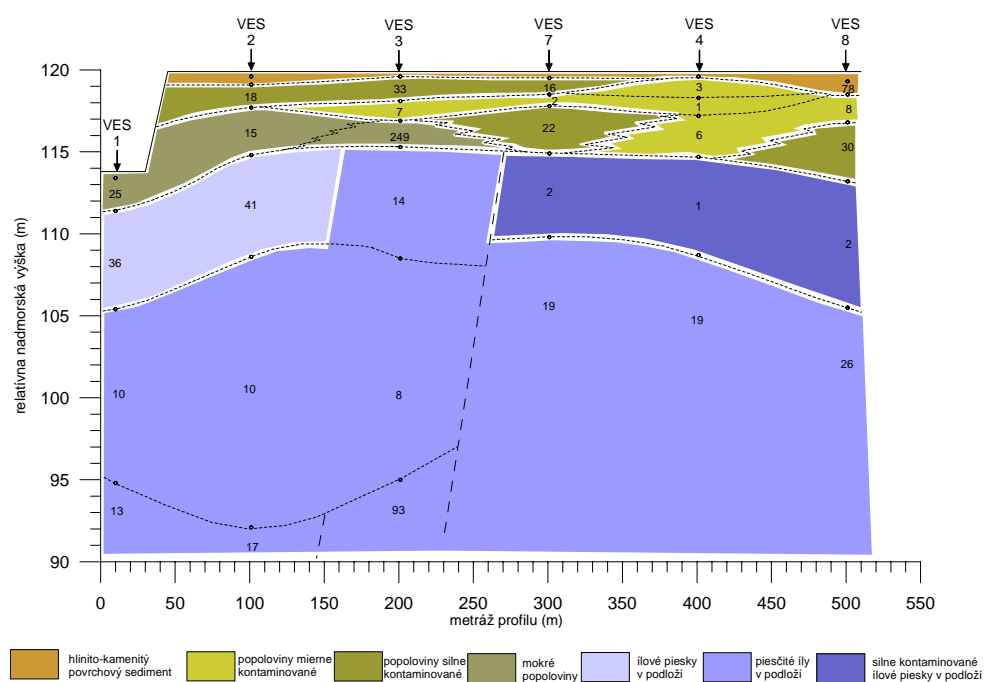
Tab. 2.3.24

## RSTO porovnanie

vrt	hĺbka [m]					$p_{lim}$ [MPa]					$\varphi_{ef}$ [°]					$E_p$ [MPa]				
	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007
V 0		1,0			0,7		0,220			0,321		23,2			25,5		3,44			2,56
			1,4		1,4			0,449		0,308			27,3		25,1			4,80		2,56
	1,7	1,8	2,0		2,2	0,146	0,160	0,455		0,246	22,6	23,1	27,4		23,7	1,00	1,38	7,00		1,86
	2,5	2,5	2,6	2,4	3,0	0,379	0,420	0,531	0,495	0,369	26,3	26,9	28,3	27,9	26,1	5,44	4,26	5,00	3,24	1,62
	3,2	3,2	3,2	2,9	3,7	0,356	0,490	0,437	0,305	0,646	25,9	27,8	27,1	24,9	29,4	2,96	5,88	2,00	1,31	3,97
	3,9	3,9	3,8	3,6	4,5	0,448	0,460	0,143	0,517	0,584	27,2	27,4	21,7	28,0	28,7	5,28	4,25	-	5,45	2,59
	4,6	4,6	4,4	4,2	5,3	0,485	0,280	0,539	0,373		27,7	24,3	28,3	26,0		4,29	1,47	8,13	3,23	
		5,3	5,1	4,8			0,430	0,231	0,175			26,9	24,7	20,9			4,41	1,70	-	
			5,7	5,6				0,252	0,467				23,3	27,3				1,30	3,96	
		6,1	6,3	6,1			0,850	0,738	0,387			31,0	30,1	26,0			10,50	7,04	2,00	
		7,0	6,8	6,7			0,790	0,603	0,548			30,5	28,8	28,2			12,84	4,85	2,85	
			7,5					0,780					30,4					5,70		
V 1	1,0	1,0			0,8	0,234	0,210			0,537	23,6	23,0		28,5	2,58	5,20				2,40
	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	0,309	0,330	0,529	0,421	0,525	25,1	25,5	28,3	26,9	28,3	3,75	5,55	6,63	3,49	3,86
	2,8	2,8	2,7	2,6	2,9	0,187	0,280	0,516	0,302	0,453	23,9	24,5	28,1	24,9	27,3	2,11	2,62	4,90	1,99	5,41
	3,5	3,4	3,3	3,2	3,9	0,444	0,530	0,252	0,483	0,428	27,2	28,3	23,6	27,7	26,9	3,61	7,39	1,00	4,94	3,29
	4,2	4,7	4,0	3,8	5,0	0,351	0,420	0,098	0,464	0,594	25,7	26,8	18,8	27,4	28,8	1,95	4,84	-	4,59	4,19
	5,2	5,3		4,4		0,261	0,260		0,445		23,8	25,6		27,1		1,74	2,13		4,54	
V 3	1,0	1,2				0,100	0,130				20,4	22,0				0,73	1,71			
	1,7					0,116					21,1					0,65				
V 5	1,0					0,229					23,5					1,88				
	1,7	1,4				0,126	0,120				21,7	21,4				0,75	0,25			
	2,5	2,3				0,134	0,110				21,9	20,6				0,89	0,73			
	3,2	3,2				0,171	0,280				23,3	24,4				1,12	3,92			
	4,1					0,130					21,3					0,47				
VES-2		1,0			1,0		0,190			0,654		24,3			29,6		3,92			3,56
		2,0		1,9	2,2		0,240		0,320	0,626		25,5		25,3	29,3		6,33		2,08	3,20
			2,7	2,5	3,0			0,225	0,429	0,429			24,9	27,0	27,0			-	3,94	1,77
		3,2	3,2	3,1	3,7		0,540	0,405	0,522	0,326		28,4	26,6	28,1	25,2		8,64	9,10	5,16	0,86
		4,0	3,9	3,8	4,5		0,430	0,257	0,484	0,324		27,0	25,6	27,6	25,1		4,94	1,55	4,38	1,63
			4,4	4,5				0,782	0,481				30,5	27,5				9,10	5,54	
		5,0	5,0	5,2			0,470	0,658	0,173			27,4	29,4	22,7			6,18	7,10	-	
		6,0	5,7	5,9			0,210	0,258	0,600			24,1	23,5	28,8			1,38	2,10	4,19	
			6,4	6,3				0,582	0,584				28,6	28,6				4,40	3,71	
				7,0					0,206					21,6					-	
				7,5					0,216					21,8					-	
VES-3		1,0			0,7		0,150			0,516		22,9			28,2		1,10			2,49
		1,7	2,1	2,0	2,1		0,140	0,456	0,191	0,485		22,3	27,4	22,2	27,8		1,33	5,10	-	2,64
		2,5	2,6	2,7	2,8		0,280	0,411	0,453	0,457		24,5	26,7	27,3	27,4		3,44	4,00	5,85	5,73
		3,2	3,2	3,3	3,3		0,120	0,317	0,504	0,442		21,0	25,1	27,9	27,1		0,89	1,50	3,79	2,19
		3,8	3,7	4,4	4,0		0,290	0,122	0,280	0,284		24,6	20,7	24,2	24,3		4,03	-	-	2,49
		4,2	4,3	5,0			0,150	0,218	0,278			22,2	24,5	24,0			0,62	1,05	1,50	
		5,0	4,9	5,6			0,120	0,164	0,282			20,4	22,4	24,0			0,16	-	-	

- Nebola nameraná pružno-plastická, len plastická fáza deformácie, nedali sa určiť deformačné parametre sledovaných flotačných sedimentov

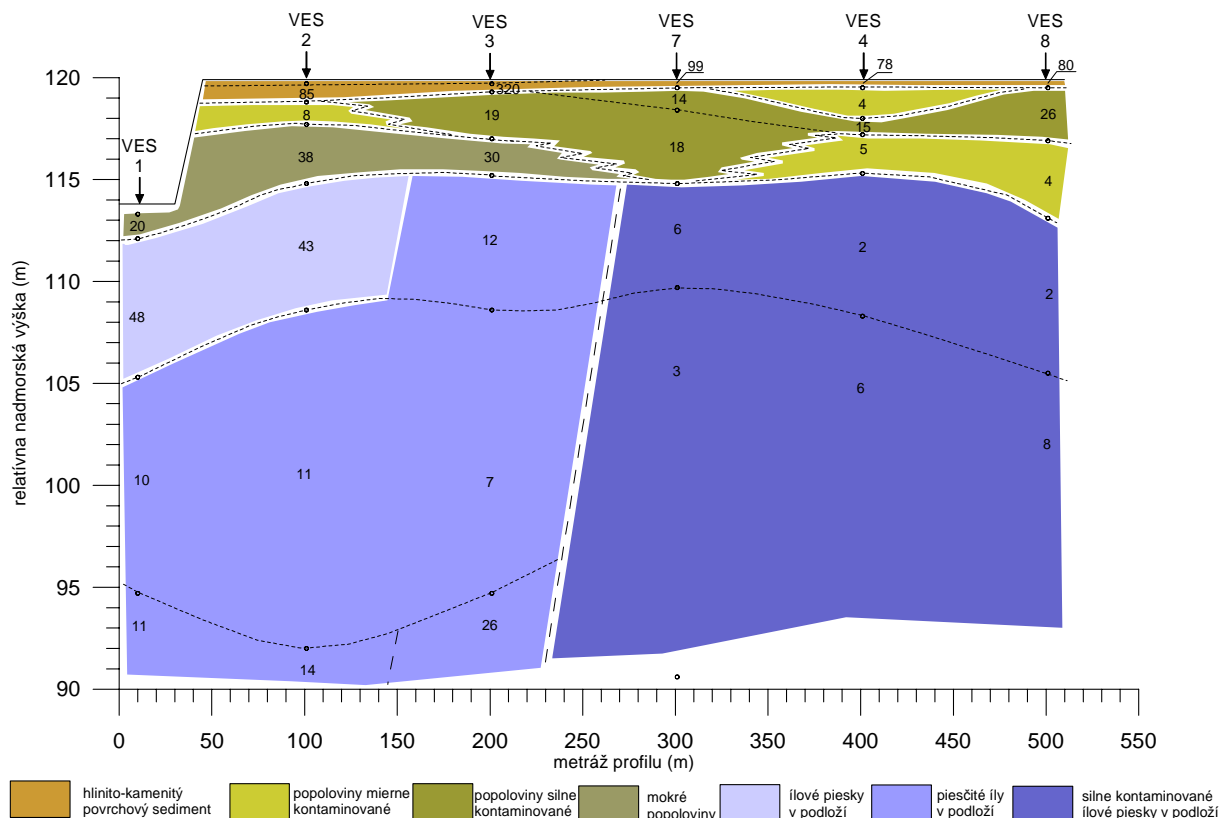
Z porovnania výsledkov merania metódou VES z roku 2001 a 2007 je zrejmé, že v spodných dvoch vrstvách rezov sú časové zmeny v polohe rozhraní a hodnotách elektrickej rezistivity najmenšie. Zmena je tu hlavne v hodnote elektrickej rezistivity napravo od tektonického rozhrania, ktorá v roku 2007 klesla na úroveň nad ňou ležiacej vrstvy a predpokladáme, že je to prejav postupujúceho prenikania vysoko mineralizovanej podzemnej vody do hlbšej časti horninového prostredia. V horných častiach rezov je možné pozorovať výraznejšie zmeny hlavne v hodnotách tu uložených materiálov. Hlavným faktorom spôsobujúcim tieto zmeny je obsah podzemnej vody v pórovom priestore vyšetřovaného prostredia. Kým v roku 2001 bola zrážková činnosť utlmená a teda rozloženie vlhkosti v hornej časti rezu bolo premenlivé, v roku 2007 bola vlhkosť vplyvom zrážkovej činnosti už rovnomernejšia, a preto sa v hornej časti rezu vytvorili homogénnejšie pomery.



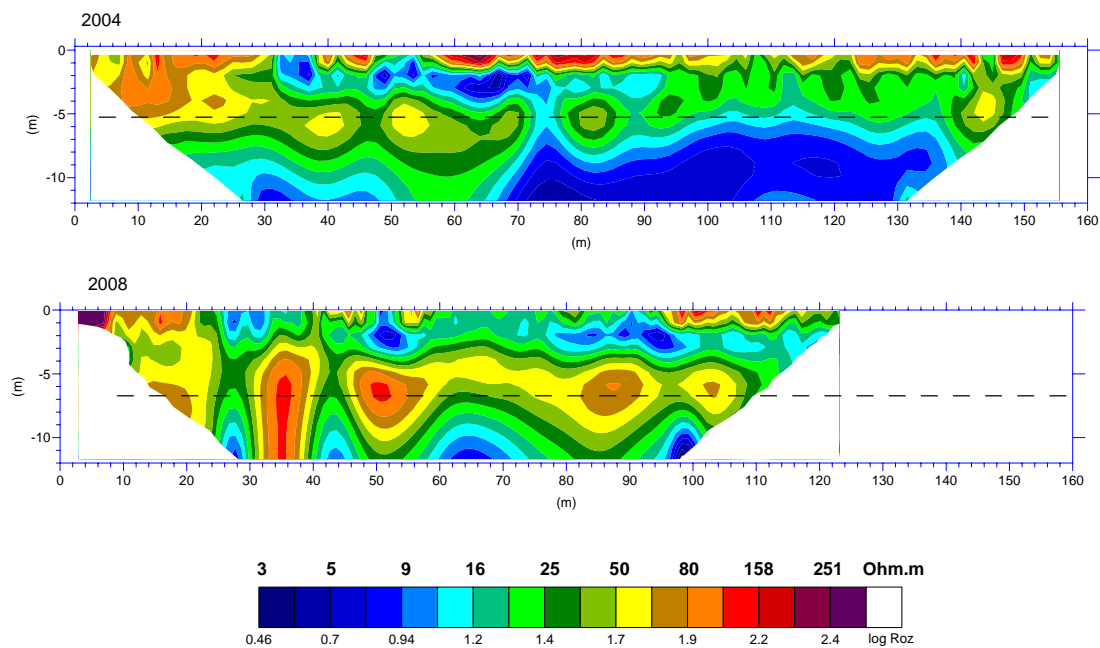
Obr. 2.3.58: Vertikálny rez skládkou RSTO zostavený z výsledkov merania metódou VES, rok 2001

Z uvedeného vyplýva, a potvrdzujú to výsledky meraní aj z predošlých rokov, keď kvôli suchu nebolo možné v určitom období meranie pre neprítomnosť vlhkosti v okolí meracích elektród vôbec realizovať, že v pomerne priepustnom prostredí popola je aktuálny obraz elektrickej rezistivity výrazne závislý na stave zrážkovej činnosti a následnom rozložení vlhkosti. Táto skutočnosť zrejme ovplyvňuje aj ďalšie fyzikálne parametre tohto prostredia.

Uvedené konštatovanie je možné aplikovať aj na výsledky merania metódou ERT (obr. 2.3.60). Uvedené vertikálne rezy sú zostavené z výsledkov interpretácie dát po aplikácii metódy inverzie, pomocou ktorej sa súbor nameraných dát transformuje do podoby skutočných hodnôt rezistivity, očistených o efekty použitého meracieho systému. Z rezov vyplýva, že vyšetřované horninové prostredie obsahuje štyri subhorizontálne vrstvy. Pri povrchu je to pomerne suchá vrstva navážky s hrúbkou do 1,5 m. Materiál navážky je premenlivý, striedajú sa tu miesta s hlinito-ílovým materiálom a miesta s piesčitým až kamenitým materiálom.



Obr. 2.3.59: Vertikálny rez skládkou RSTO zostavený z výsledkov merania metódou VES, rok 2007



Obr. 2.3.60: Vertikálne rezy skládkou RSTO zostavené z výsledkov merania metódou ERT v roku 2004 a 2007. V rezoch je vyznačená priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody

Pod touto vrstvou leží druhá vrstva, ktorá obsahuje prevažne zmes ílového materiálu s popolovinami. Spodný okraj druhej vrstvy kolíše v hĺbke 3,5 m. Treťou vrstvou sú mokré popoloviny, ktorých časť je nad hladinou podzemnej vody, časť je pod touto hladinou. Spodný okraj tejto vrstvy kolíše od 7 do 10 m. Pod popolovinami sú podložné piesčité íly. Ich povrch je veľmi členitý. Z porovnania oboch rezov je zrejmé, že najvýraznejšie zmeny sú v tretej vrstve popolovín, ktoré v roku 2004 sa akoby doprava vytrácali a výrazne sa tu prejavuje prítomnosť podložných piesčitých ílov. Deficit vlhkosti v tomto prostredí v roku 2007 výrazne zvýšil hodnotu rezistivity popolovín a narástla aj ich zdanlivá hrúbka na úkor podložných piesčitých ílov. Uvedené potvrdzuje aj výsledky merania VES, keď prítomnosť podzemnej vody v závislosti na zrážkovej činnosti výrazne mení obraz rozloženia elektrickej rezistivity v horninovom prostredí. Tento faktor je zrejme potrebné zohľadniť aj pri posudzovaní migrácie látok rozpustených v podzemnej vode v prostredí materiálu odkaliska.

### **Zhrnutie výsledkov na odkalisku RSTO a upozornenia na niektoré anomálie**

Na základe laboratórnych skúšok sa zistilo, že v odkalisku sa nachádzajú sedimenty podobné zeminám CS až S5 SC ale aj F6 CI. Vlhkosť je od cca  $w = 30$  až 60 %. RTG analýzy sa, po skúsenostiach z predchádzajúcej etapy riešenia úlohy, v roku 2007 nerealizovali vzhľadom na nepresnosť RTG výsledkov v dôsledku ropného a chemického znečistenia popolčiek a nemožnosť rozseparovať vzorky na fero, para a magnetické frakcie.

Z presiometrických meraní z roku 2007 a predchádzajúcich jednoznačne vyplýva, že zatiaľ čo dochádza k zvýšeniu pevnosti, medze presiometrického tlaku aj uhla vnútorného trenia, deformačné charakteristiky - presiometrický modul naopak klesá. Tento paradox si vysvetľujeme tým, že presunom ropných a iných neznámych chemických látok v odkalisku dochádza k zmenám v deformačnom správaní sa prostredia. Je to zistené len na tomto odkalisku, na ostatných 5 monitorovaných odkaliskách takmer nie.

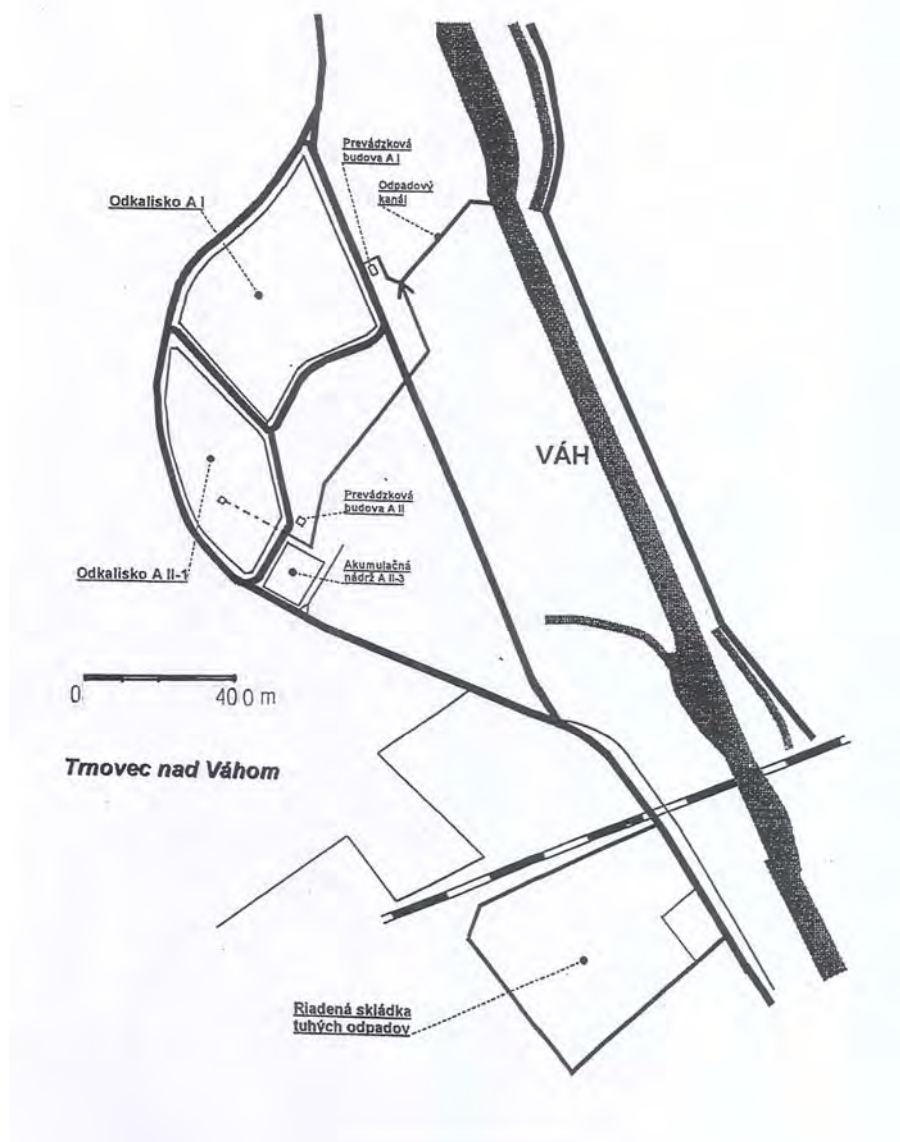
Na základe opakovaných meraní elektrickej rezistivity na monitorovacom profile na odkalisku RSTO je možné konštatovať, že podložie odkaliska, tvorené hrubou heterogénnou a štruktúrovanou vrstvou ílov, nevykazuje významné zmeny počas monitorovacieho obdobia. Naproti tomu vrstva popolovín, ktorá navyše obsahuje aj priemyselný odpad je výrazne citlivá na zrážkové pomery a jej elektrická rezistivita sa výrazne mení v závislosti na obsahu ako samotnej zrážkovej vody, tak na stave s ňou súvisiacich výluhov z priemyselného odpadu i na migrácii chemických tekutých látok v pórovitom prostredí uložených popolčiek v odkalisku.

#### **2.3.4.18. Odkalisko Amerika 1**

Predmetné odkalisko leží v blízkosti obce Šaľa, v katastri obce Trnovec nad Váhom, nachádza na ostrovčeku tvorenom Váhom a jeho ramenom, nazývaným Amerika. Situácia lokality je na obr. 2.3.61.



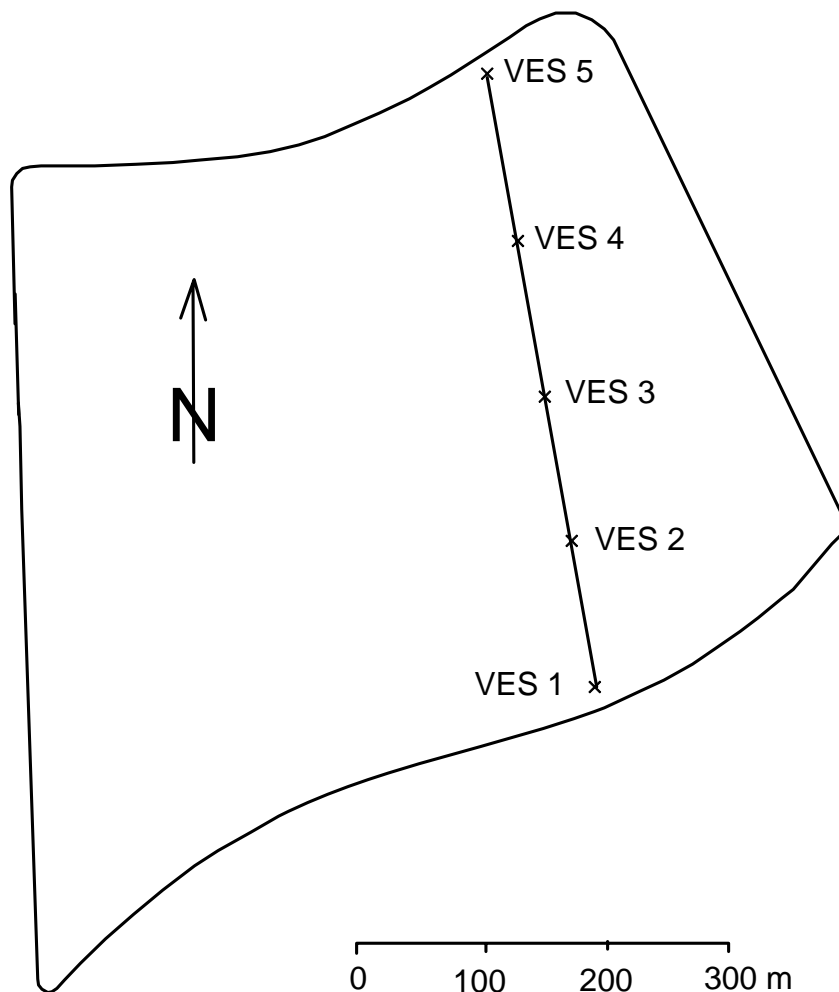
## PREHLADNÁ SITUÁCIA UMIESTNENIA ODKALÍSK



Obr. 2.3.61: Šaľa - situácia lokality

Povrch terénu je tvorený nivnými a povodňovými hlinami. Územie patrí do severnej časti Komárňanskej panvy. Podložie panvy je tvorené horninami kryštalinika, mezozoika a paleogénu. Klimatické zmeny podmienili mimoriadnu pestrosť v kvartérnych sedimentoch. Kvartérny vývoj možno charakterizovať ako typický nížinný, charakterizuje ho predovšetkým riečna sedimentácia v litologickom vývoji štrkov prevažne drobnozrnných, pieskov s rôznym obsahom hlinitej a ílovej prímеси a hĺn. Podzemná voda sa vyskytuje s voľnou hladinou v kvartérnych sedimentoch, prípadne kvartér - pont. Tlakové horizonty sa nachádzajú v ílovitých sedimentoch, tvoriacich izolačné polohy. Hladina podzemnej vody sa nachádza v prevažnej miere v hĺbke 3 až 5,7 m pod terénom. Podzemné vody sú kyslej až slabo alkalické reakcie s pH od 6,8 do 7,3. Odkaliská Amerika sú údolného typu, výška obvodových hrádz je do asi 7 m. Hrádze sú homogénne z ílovitých a piesčitých hĺn. prevažne skupiny CL a čiastočne skupiny CH. Odkaliská sú oddelené hrádzovým systémom na niekoľko samostatných odkalísk, vzhľadom na systém plavenia a odvodnenia sa dali

merania uskutočniť iba v odkalisku Amerika I. Schematická situácia odkaliska aj s vyznačením geofyzikálneho profilu je na obr. 2.3.62.



Obr. 2.3.62: Schematická situácia odkaliska Amerika 1 s geofyzikálnym profilom a VES sondami

## Vyhodnotenie pozorovaných parametrov za roky 2002 - 2009 na odkalisku Amerika 1

### Laboratórne rozbory

Na základe laboratórnych skúšok, sú popolčky z odkaliska Amerika 1 prevažne obdobného zrnitosti zloženia ako piesky S5 SC, miestami aj F4, F6 v niektorých úrovniach aj S3. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_n = 900$  až  $1100 \text{ kg.m}^{-3}$ , vlhkosť prevažne len cca  $w = 15$  až  $25 \%$ , v roku 2007 ešte menšia. Nad hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca  $60 \%$ .

Jedna vzorka popolčka z odkaliska Amerika 1 sa rozseparovala na feromagnetickú, paramagnetickú a diamagnetickú frakciu. Na požadovanú zrnitosť  $4-40 \mu\text{m}$  sa frakcie upravili rozachátovaním v achátovej miske. Práškovým difraktometrom DRON-3 boli zistené z kryštalických fáz a sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Zastúpenie amorfnej fázy pozorovateľnej v rozsahu  $23-40^\circ 2\theta$  je podstatné.

## Presiometrické skúšky

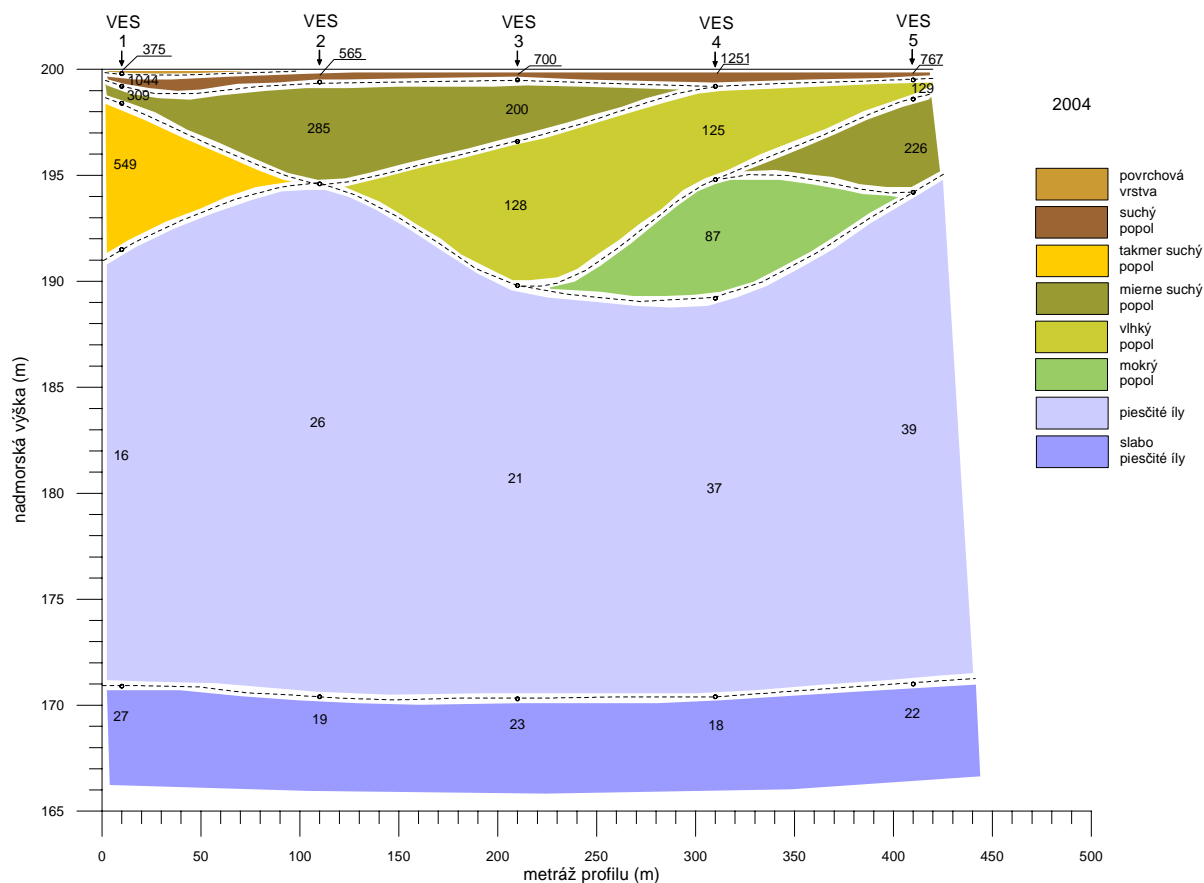
Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska Amerika 1 namerala v ostatnej etape monitorovacích meraní roku 2007 medza presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,22$  až  $0,53$  MPa, presiometrický modul prevažne len  $E_p = 1,0$  až  $3,0$  MPa, v niektorých úrovniach od  $5,0$  do  $6,3$  MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia  $\varphi_{ef} = 20,3^\circ$  do  $27,4^\circ$ . Súborné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku aj z predchádzajúcich etáp monitorovacích meraní uvádzame v tab. 2.3.25. Vlhkosť po určitú hranicu zvyšuje hodnoty mechanických vlastností, naopak pri vysušovaní popolčeka cca pod 10 % vlhkosti alebo opačne pri väčšej vlhkosti cca nad 25 – 30 % sa mechanické vlastnosti zhoršujú. Na tomto odkalisku sa v suchom období takmer nedali realizovať vrty, zasypávali sa, a už vôbec nie geofyzikálne resistívne merania.

Tab. 2.3.25: Výsledky presiometrických meraní odkalisko Amerika 1

vrt	hĺbka (m)					$p_{lim}$ (MPa)					$\varphi_{ef}$ (°)					$E_p$ (MPa)					
	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	
V-1	1,0	1,0	0,7		0,7	0,180	0,347	0,222		0,320	23,95	25,90	21,40		23,50	1,30	2,00	4,00		1,25	
	1,7	1,7	1,8		1,6	0,440	0,404	0,153		0,340	27,26	26,80	19,00		24,10	4,63	3,12	2,40		3,01	
	2,3	2,3	2,3		2,3	0,610	0,560	0,328		0,330	29,15	28,60	23,50		23,90	7,71	5,10	4,40		1,75	
V1-a			2,8		3,0			0,473		0,340			27,60		24,20			7,00		1,87	
					0,7					0,310					23,30					1,97	
				1,7	1,6					0,320				23,60	20,30					2,95	1,08
V1-c				2,7	2,3					0,320				23,70	25,70					2,11	1,63
	3,3	3,2		3,5	3,0	0,380	0,369			0,270	0,340	23,91	26,10		22,40	24,20	1,99	3,00		0,87	0,52
	1,1	1,2				0,190	0,217					24,26	23,10				1,93	3,80			
	1,9	1,8				0,340	0,363					25,73	26,10				3,85	4,70			
	2,8	2,7				0,330	0,442					25,47	27,20				5,89	10,00			
V-2	0,9		0,7		0,7	0,290		0,172		0,285	24,88		19,90		22,60	2,61		9,70		1,19	
	1,7		1,6	1,5	1,4	0,330		0,231	0,340	0,250	25,57		21,50	24,10	21,50	4,02		4,25	2,11	0,87	
	2,3	2,5	2,3	2,3	2,3	0,540	0,490	0,278	0,360	0,430	28,43	27,80	22,50	24,60	25,90	8,12	10,40	3,40	4,39	1,43	
	2,7		2,9		2,9	0,690		0,614		0,430	29,86		29,20		26,00	7,77		11,30		6,33	
V2-a					0,7					0,300					23,00					2,31	
					1,4					0,370					24,70					1,10	
					2,3					0,480					26,70					3,24	
V2-b	2,9	3,2			2,9	0,140	0,202			0,330	22,04	24,30			24,00	0,84	3,00			3,15	
	3,0					0,260					24,00					2,93					
V-3	0,9	1,0	1,0		0,7	0,210	0,355	0,165		0,310	24,88	26,10	19,60		23,30	2,24	8,10	—		1,93	
	1,7	1,7	1,6		1,3	0,210	0,392	0,271		0,370	22,87	26,60	22,50		24,70	3,22	5,70	4,60		1,79	
	2,5	2,5	2,2		2,7	0,390	0,440	0,447		0,520	26,49	27,20	25,40		27,30	4,82	8,80	4,50		4,99	
V3-a					2,9					0,470					26,60					4,63	
					0,7					0,280					22,40					2,44	
					1,3					0,400					25,20					5,08	
V-4	2,8	2,9	2,9			0,340	0,374	0,484			25,65	26,20	25,80			4,33	9,90	8,10			
		3,4					0,239					25,30					1,40				
	1,0	1,0	0,8		0,7	0,250	0,425	0,183		0,530	24,00	27,10	20,20		27,40	2,72	12,80	—		4,30	
	1,7	1,7	1,5		1,3	0,230	0,372	0,270		0,460	23,42	26,30	22,50		26,40	2,87	5,20	3,90		1,42	
	2,3	2,4	2,2			0,360	0,293	0,277			26,03	24,80	22,50			4,61	4,30	3,70			
V-5	2,8	3,2	2,8			0,420	0,287	0,303			26,91	24,60	23,00			4,48	4,80	4,50			
		4,0					0,468					27,50					5,10				
	0,8	0,8	0,7			0,180	0,373	0,252			23,98	26,40	22,10			1,90	8,50	3,90			
V-5	1,5	1,7	1,6			0,300	0,432	0,281			25,02	27,20	22,70			4,60	8,60	3,30			
	2,4	2,2				0,229	0,247				25,20	21,80				4,00	4,40				

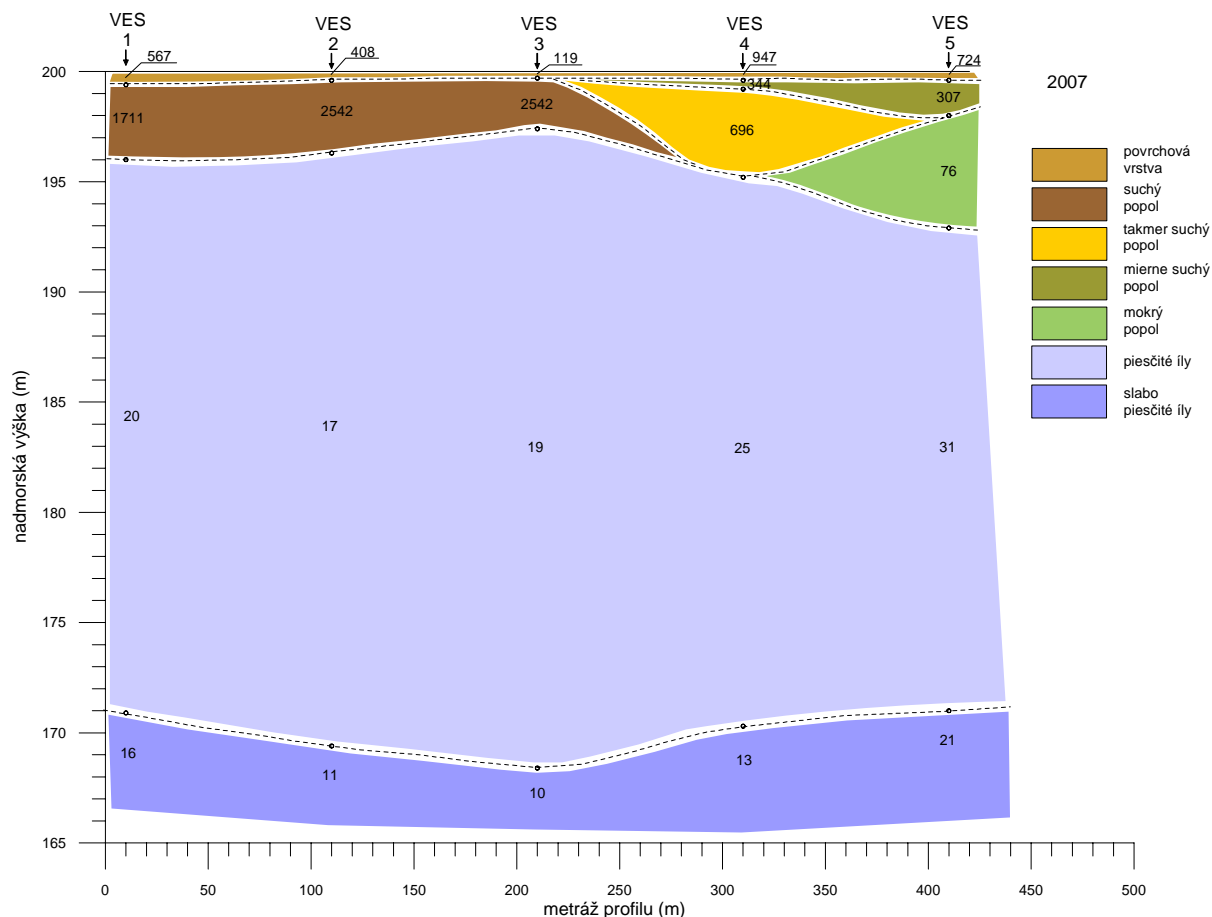
## Geofyzikálne merania

Štruktúrny odporový rez zostavený z výsledkov merania v roku 2001 má iba obmedzenú výpovednú hodnotu, pretože veľké sucha a vysoké teploty v tomto roku spôsobili, že prívrchová vrstva popolčeka bola úplne suchá, čo výrazne obmedzilo možnosti konduktívneho merania. Preto bolo možné (napriek zalievaniu elektród) urobiť meranie iba do malej hĺbky. Navyše toto meranie bolo mimo posudzovaných rokov monitoringu. Štruktúrny odporový rez zostavený z výsledkov merania v roku 2004 (obr. 2.3.63) ukazuje, že napriek zmenám obsahu vody v pórovom priestore ukladaného materiálu (popolček) a tiež jej mineralizácii (v podloží odkaliska) sa základný charakter štruktúry zachováva. Zmeny merného elektrického odporu sú výrazne závislé na zrážkach, čo sa odráža v tom, že obsah vody v pórovom priestore kolíše jednak miestne ako aj v miere rozpúšťania minerálnych látok prítomných či už v popole, tak i v materiáli, ktorý bol v priestore merania ukladaný spolu s popolom, prípadne, ktorý sa do priestoru merania dostal z iných miest pri migrácii podzemnej vody. Podobne ako v predošlých rokoch je rozloženie vlhkosti v nenasýtenej zóne ovplyvňované kapilárnym systémom, ktorý sa v tejto zóne mení v závislosti na stave zrážok a výške hladiny podzemnej vody v odkalisku.



Obr. 2.3.63: Vertikálny rez na monitorovacom profile odkaliska Amerika 1, zostavený z výsledkov merania metódou VES v roku 2004

Obraz monitorovaného rezu z výsledkov merania získaných v roku 2007 (obr. 2.3.64) ukazuje zjednodušený rezistivný obraz v hornej i dolnej časti rezu. Z porovnania oboch rezov je možné konštatovať, že v spodných dvoch vrstvách rezov sú v polohe rozhraní a hodnotách elektrickej rezistivity prakticky zanedbateľné časové zmeny. Ináč je to v horných častiach rezov, kde je možné pozorovať výraznejšie zmeny hlavne v hodnotách tu uložených materiálov. Hlavným faktorom spôsobujúcim tieto zmeny je obsah podzemnej vody v pórovom priestore vyšetřovaného prostredia. Kým zvlášť rok 2001 a čiastočne aj rok 2004 boli meteorologické suchá, v roku 2007 boli zrážkové pomery ustálenejšie a preto sa v hornej časti rezu vytvorili homogénnejšie pomery v rozložení vlhkosti.



Obr. 2.3.64: Vertikálny rez odkaliskom Amerika 1, zostavený z výsledkov merania metódou VES v roku 2007

### Zhrnutie výsledkov na odkalisku Amerika 1 a upozornenia na niektoré anomálie

Na základe laboratórnych skúšok, sú popolčeky z odkaliska Amerika 1 prevažne obdobného zrnitostného zloženia ako piesky S5 SC, miestami aj F4, F6 v niektorých úrovniach aj S3. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_n = 900$  až  $1100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , vlhkosť prevažne len cca  $w = 15$  až  $25 \%$ , v roku 2007 ešte menšia. Nad hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca  $60 \%$ . Práškovým difraktometrom DRON – 3 boli zistené z kryštalických fáz kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Zastúpenie amorfnej fázy pozorovateľnej v rozsahu  $23 - 40^\circ 2\theta$  je podstatné, rekryštalizácia ale nastáva v omnoho dlhšom časovom období ako je doba monitorovania zmien vlastností.

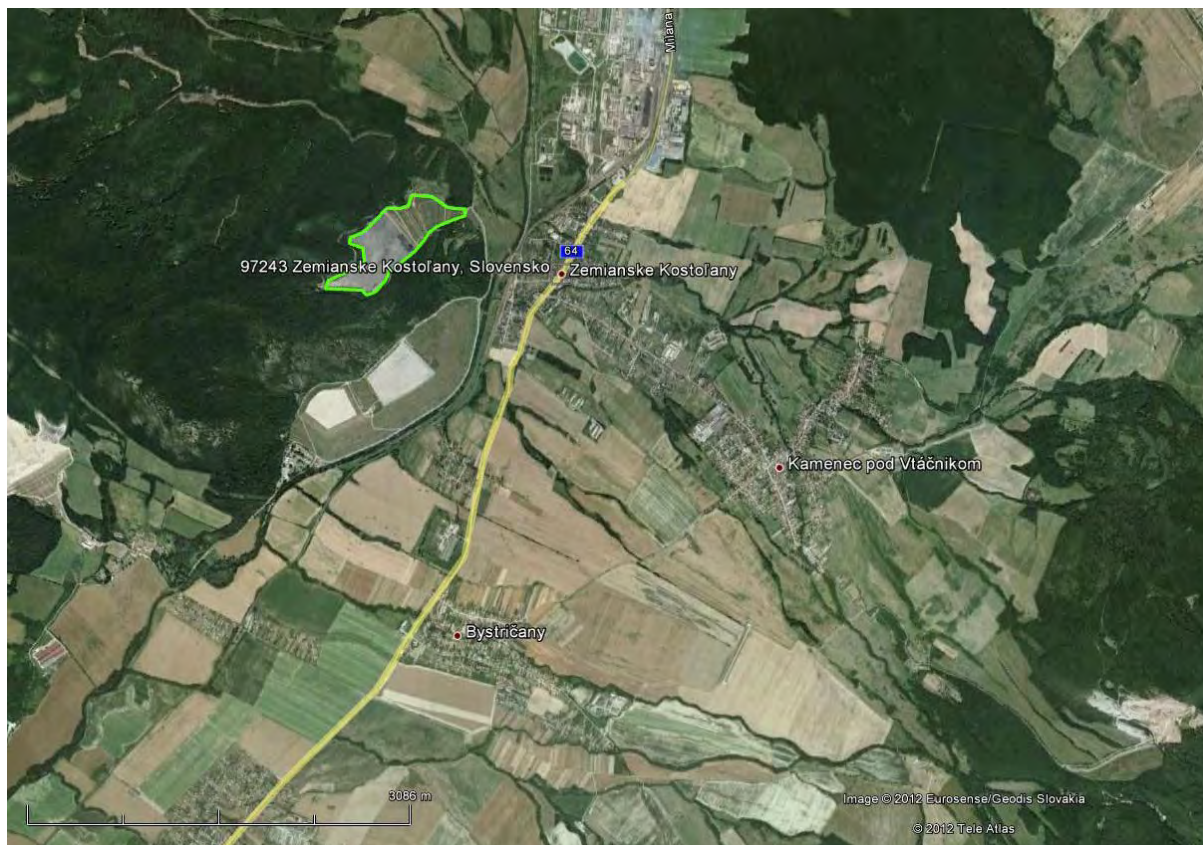
Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska Amerika 1 namerala v ostatnej etape monitorovacích meraní roku 2007 medza presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,22$  až  $0,53 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne len  $E_p = 1,0$  až  $3,0 \text{ MPa}$ , v niektorých úrovniach od  $5,0$  do  $6,3 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia  $\varphi_{ef} = 20,3^\circ$  do  $27,4^\circ$ . V uvedenom časovom období dochádzalo k zmenám mechanických parametrov popolčeka len v závislosti od vlhkosti a tieto zmeny neohrozujú stabilitu uloženého materiálu ani hrádze samotného odkaliska. Kompexné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku sú v tabuľke 2.3.25.

Z porovnania oboch geofyzikálnych rezov z rokov 2004 a 2007 je možné konštatovať, že v spodných dvoch vrstvách rezov sú v polohe rozhraní a hodnotách elektrickej rezistivity prakticky zanedbateľné časové zmeny. Ináč je to v horných častiach rezov, kde je možné pozorovať výraznejšie zmeny elektrického odporu v závislosti od vlhkosti uloženého

popolčeka. Na tomto odkalisku neboli deponované žiadne tekuté odpadné látky ako to bolo na odkalisku RSTO.

#### 2.3.4.19. Odkalisko ENO Pôvodné

Nachádza sa v postrannom údolí, v ktorom boli zvyšky havarovaného odkaliska v roku 1965. Odkalisko patrí do katastra obce Zemianske Kostolany, situácia je na obr. 2.3.65.



Obr. 2.3.65: Odkalisko ENO Pôvodné - situácia lokality

V záujmovom území sa nachádzajú bridlice, pieskovce a kremence s melafýrmi. Pás dolomitov a vápencov sa oblúkovito tiahne v JZ až SZ okraji údolia. Terciér je tvorený 1 - 12 m mocnou vrstvou ílov, drte a úlomkov melafýrov, tieto vrstvy sa striedajú s polohami jemnozrnného až prachovitého piesku. V údolí prevládajú fluvialne a deluvialne sedimenty. Aluviálne náplavy Nitry tvoria štrky piesčité až hlinité do 5 m, prekryté náplavovými hlinami. Deluvialne sedimenty sú závislé od pôvodných hornín a majú charakter hlinitokamenitej sute.

Zvyšok starej hrádze bol ponechaný a je začlenený do novej hrádze. Nová pozostáva z dvoch menších hrádzí vzdialených 50 m, priestor je vyplnený škvárou. Dno údolia je na kóte cca 250 m n. m. Predpokladá sa nadvýšenie na kótu 315 m n. m. Nad touto kótou až po úroveň 360 m n. m. sa plánuje v zóne pri hrádzi ukladanie stabilizátu a súčasne plavenie hydrozmesi v zázemí. Objem odkaliska má mať 5,1 mil. m<sup>3</sup>, životnosť je odhadnutá do roku 2003. Vrtý na odber vzoriek a na presiometrické merania sú na obr. 2.3.66. Schematická situácia odkaliska s vyznačenými geofyzikálnymi prieskumnými dielami je na obrázkoch 2.3.67.



Obr. 2.3.66: Odkalisko ENO Pôvodné – situácia vrtov na odber vzoriek a na presiometrické merania

### Vyhodnotenie pozorovaných parametrov za roky 2002 až 2009 na odkalisku ENO Pôvodné

#### Laboratórne rozbory

Vzhľadom na skutočnosť, že sa v Definitívnom aj Pôvodnom odkalisku uskladňujú v ostatných rokoch na okrajoch odkaliska v ich korune v utesnených lagúnach jemnozrnné popolčeky a o ich vlastnostiach nemáme informácie, v roku 2008 sme odobrali z týchto popolčekov 10 neporušených vzoriek. Popolčeky z lagún odkaliska Pôvodného sú prevažne

zrnitostného zloženia S-F, SC. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_d = 507$  až  $926 \text{ kg.m}^{-3}$ ,  $\rho_n = 796$  až  $1165 \text{ kg.m}^{-3}$ , vlhkosť  $w = 20,5$  až  $58,5 \%$ . Nad hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca  $60 \%$ . Objemová hmotnosť je menšia ako pri popolčekoch deponovaných v predchádzajúcich rokoch prevádzky v nižších etážach odkaliska. RTG experimenty sme v roku 2008 už robili na novom prístroji Bruker D8 Advance, použité bolo Ni-filtrované  $\text{CuK}\alpha$  žiarenie, urýchľovacie napätie  $40 \text{ KV}$ , krok  $0.02^\circ 2\theta$ , meraná oblasť  $4-94^\circ 2\theta$ . Z kryštalických fáz sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Goethit spolu s hematitom sú fázami, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou vznikli oxidáciou v odkalisku. Na druhej strane magnetit pochádza jednak z okolitých hornín, jednak je produktom termického spracovania. Neboli zistené ílové minerály, čo potvrdzuje dlhodobú stabilitu popolčekov.

### Presiometrické skúšky

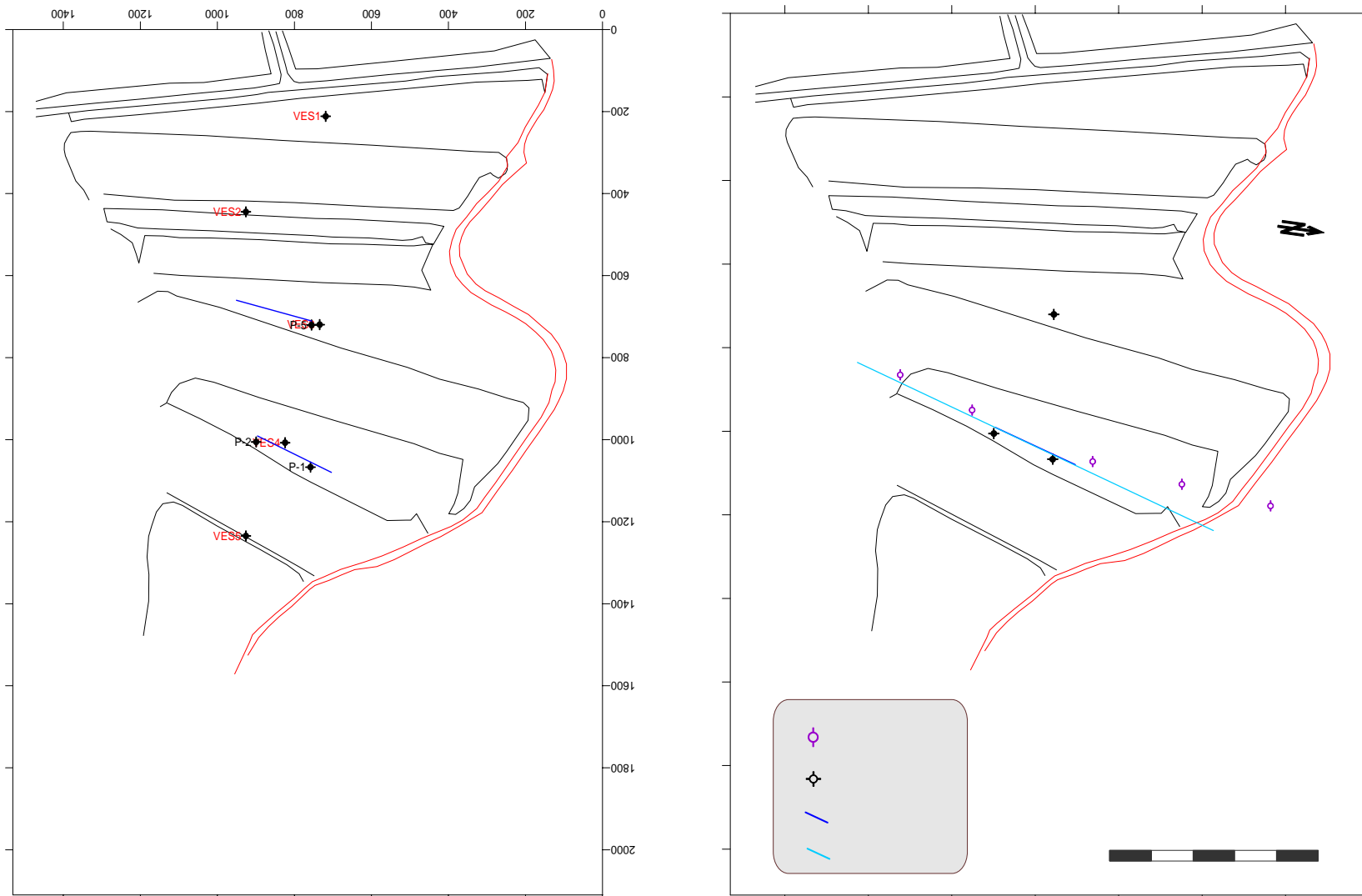
Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska ENO Pôvodné namerali nasledovné hodnoty jednotlivých charakteristík popolčekov. V lagúnach v kyprých jemnozrnných relatívne nekonsolidovaných a nespevnených popolčekoch sme namerali medzu presiometrického tlaku  $p_{\text{lim}} = 0,075$  až  $0,263 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne len  $E_p = 0,32$  až  $2,22 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{\text{ef}} = 16,6^\circ$  do  $24,0^\circ$ . Presiometrické skúšky, ktoré sme realizovali v telese odkaliska vo vrtoch P-2 aj P-3 charakterizujú tieto konsolidované a stmelené popolčky týmito charakteristickými hodnotami: medza presiometrického tlaku  $p_{\text{lim}} = 0,785$  až  $1,305 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne  $E_p = 6,98$  až  $30,58 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{\text{ef}} = 30,5^\circ$  do  $33,6^\circ$ . Ak porovnáваме výsledky s rokom 2005 v tab. 2.3.26, tak v roku 2005 vyšla vo vrte P - 2 priemerná hodnota  $p_{\text{lim}} = 1,055 \text{ MPa}$ , v roku 2008 bola priemerná hodnota  $p_{\text{lim}} = 1,105 \text{ MPa}$ , uhol vnútorného trenia, jeho priemerná hodnota vyšla,  $\varphi_{\text{ef}} = 32,4^\circ$ , v roku 2008  $\varphi_{\text{ef}} = 32,54^\circ$ , presiometrický modul jeho priemerná hodnota pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze vyšiel  $E_p = 18,64 \text{ MPa}$ , v roku 2008  $E_p = 17,62 \text{ MPa}$ . Vo vrte P-3 sme zistili priemernú hodnotu  $p_{\text{lim}} = 0,751 \text{ MPa}$ , v roku 2008 bola priemerná hodnota  $p_{\text{lim}} = 0,821 \text{ MPa}$ , uhol vnútorného trenia jeho priemerná hodnota vyšla  $\varphi_{\text{ef}} = 30,2^\circ$ , v roku 2008  $\varphi_{\text{ef}} = 30,9^\circ$ , presiometrický modul, jeho priemerná hodnota pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšiel priemerný  $E_p = 9,5 \text{ MPa}$ , v roku 2008  $E_p = 9,85 \text{ MPa}$ . Z uvedených výsledkov vyplýva, že popolčky v čase od ich zabudovania ešte nepatrne zlepšujú svoje mechanické vlastnosti -  $p_{\text{lim}}$ ,  $\varphi_{\text{ef}}$ , resp. si ich udržujú  $E_p$ .

### Geofyzikálne merania

Na pôvodnom odkalisku (obr. 2.3.67) bol metódu VES zmeraný spádnicový profil a to od lavičky  $305 \text{ m n. m.}$  na svahu odkaliska po predposlednú lavičku  $255 \text{ m n. m.}$  a metódu ERT dva profily na lavičkách  $285 \text{ m n. m.}$  a  $270 \text{ m n. m.}$  Merania boli robené na ploche lavičiek. Pri meraní metódu ERT bola najprv použitá aparátúra RESISTAR (meranie bolo urobené s krokom elektród  $2 \text{ m}$ ), neskôr aparátúra ARES (meranie bolo urobené s krokom elektród  $5 \text{ m}$ ). V tejto správe hodnotíme výsledky meraní urobené v rokoch 2002 až 2008. Výsledkom uvedených meraní sú v prípade metódy VES štruktúrne vertikálne rezy skonštruované z interpretovaných vrstevných parametrov (rezistivita a hĺbka rozhrania jednotlivých geoelektrických vrstiev). Podobne z výsledkov meraní metódu ERT sú zostavené rezy skutočných hodnôt rezistivity získané na základe aplikácie metódy inverzie nameraných dát. Zostavené bolo tiež porovnanie vertikálnych rezov získaných z výsledkov oboch metód (VES a ERT).



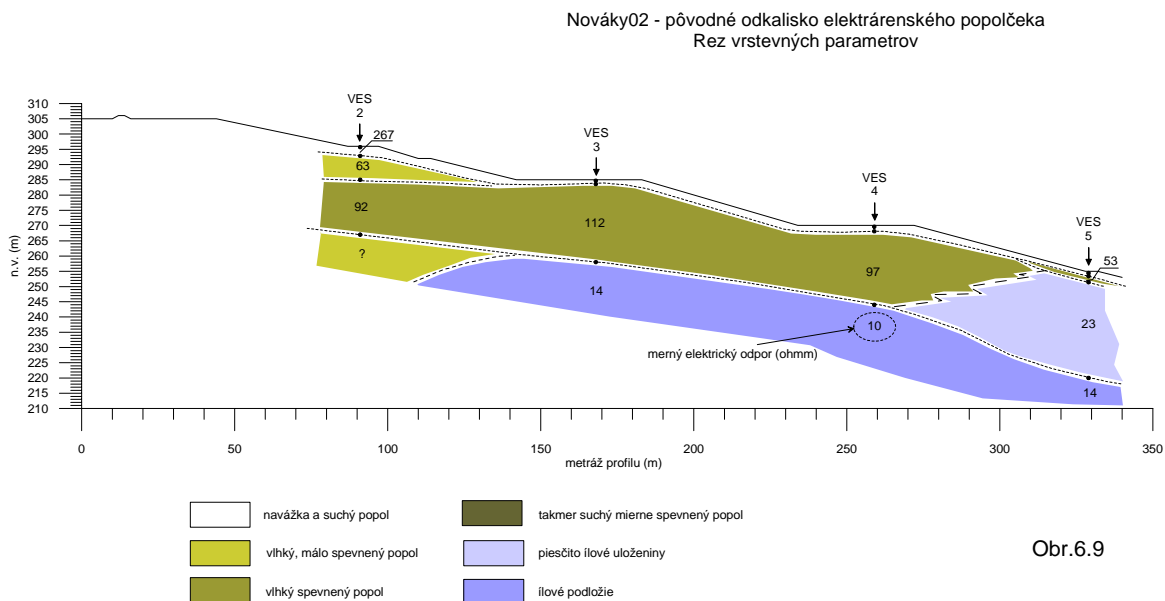
ENO - Pôvodné odkalisko Zemianske Kostolany



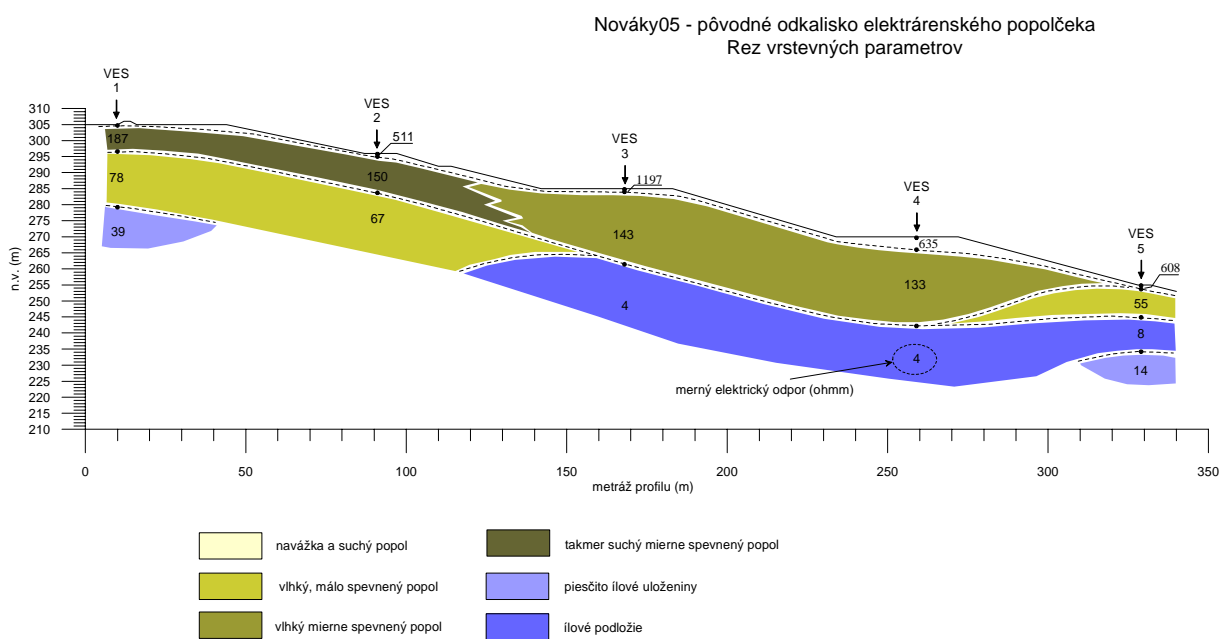
Obr. 2.3.67: Schematická situácia meracej siete na Pôvodnom odkalisku v Novákoch. Vľavo je uvedená poloha geofyzikálnych prieskumných diel v rokoch 2002 a 2005, vpravo v roku 2008

Tab. 2.3.26: Výsledky presiometrických meraní na odkalisku ENO Pôvodné  
**Porovnanie presiometrických skúšok vykonaných na ENO Pôvodné za celú dobu monitoringu**

vrt	nadm. výška [m n.m.]					p <sub>lim</sub> [MPa]					φ <sub>ef</sub> [°]					E <sub>p</sub> [MPa]				
	1995	1999	2002	2005	2008	1995	1999	2002	2005	2008	1995	1999	2002	2005	2008	1995	1999	2002	2005	2008
L-3 rok 1999		298,0	298,3	298,3			0,403	0,802	0,968			27,0	30,6	31,7			5,60	10,8	8,6	
P-1 rok 2002		297,4	297,3	297,3			0,707	0,728	0,778			30,0	30,0	30,3			12,16	11,6	6,9	
		296,8	296,3	296,3			1,267	1,092	1,585			33,3	32,4	34,6			17,03	21,0	17,1	
		295,5	295,3	295,3			0,478	0,932	0,835			28,0	31,4	30,6			4,44	13,6	7,5	
		294,3					1,062					32,5					15,05			
VES-5-1 r1995	293,1	293,6				0,102	0,777				18,9	30,5				0,20	5,60			
VES-5 rok 1995	292,5	292,3				0,252	1,020				23,8	32,0				5,49	14,98			
	291,8	291,3				0,276	1,263				24,3	33,5				2,68	22,80			
L-4 rok 1999		298,3					0,410					27,0					4,25			
		297,6					0,357					26,0					3,55			
		296,6					0,357					26,0					3,79			
		295,6					0,407					27,0					4,76			
		294,6					0,477					28,0					3,75			
		293,6					0,587					28,5					7,17			
VES-4 rok 1995	292,6	292,9				0,240	0,654				23,6	29,5				1,63	9,81			
	291,9	292,1				0,133	0,952				19,9	31,5				0,30	11,57			
		291,3					0,780					30,5					9,82			
L-6 rok 1999		297,3					0,442					27,5					3,26			
		296,3					0,282					25,0					3,08			
P-1 rok 2002			304,0	304,0				0,375	1,011				26,4	32,1				4,8	9,5	
			303,3	303,3				0,423	0,418				27,0	26,9				5,4	2,5	
			302,5	302,5				0,440	0,536				27,2	28,3				4,8	3,8	
			301,4	301,4				1,101	0,857				32,6	31,1				11,2	7,7	
			300,2	300,5				1,053	0,646				32,3	29,3				12,3	5,1	
			299,6	299,8				0,879	0,538				31,2	28,2				10,7	4,5	
P-2 rok 2002			284,0	284,0	284,0			1,095	1,258	1,305			32,6	33,4	33,6			23,8	31,13055	30,58
			283,2	283,2	283,0			0,503	1,046	1,085			28,0	32,3	32,5			6,8	14,93535	11,66
			282,4	282,3	282,0			0,781	0,635	0,905			30,6	29,3	31,4			9,7	3,495432	6,98
			281,3	281,5	281,0			0,592	1,243	1,055			28,9	33,3	32,3			7,3	26,22344	22,53
			280,3	280,3	280,0			0,437	1,095	1,175			27,0	32,5	32,9			6,3	17,42216	16,35
			279,3	279,3				0,842	1,355				30,9	33,7				16,6	36,37196	
			278,3	278,3				1,222	0,555				33,1	28,3				16,3	6,440765	
			277,3	277,3				0,602	0,975				28,8	31,7				10,6	18,82838	
			276,5	276,3				0,470	0,865				27,2	30,9				4,5	14,47044	
P-3 rok 2002			269,3	269,3	269,3			0,632	0,715	0,835			29,4	30,1	31,0			6,5	11,51833	14,81
			268,3	268,3	268,3			0,622	0,795	0,835			29,3	30,7	31,0			6,6	11,30786	8,47
			267,4	267,3	267,3			0,681	0,835	0,875			29,8	31,0	31,2			7,9	8,213143	9,56
			266,3	266,4	266,3			0,762	0,704	0,785			30,4	29,9	30,5			9,5	9,822505	8,47
			265,3	265,3	265,3			0,582	0,705	0,795			28,8	29,8	30,6			9,3	6,642425	7,95
			264,3	264,4				0,912	0,725				31,4	30,0				11,3	8,98163	
P-4			303,9					0,286					24,8					4,5		
			303,4					0,300					25,0					4,6		
P-5			303,8					0,137					20,4					1,2		
P-11					311,8					0,117					19,5					1,81
P-12					311,5					0,155					21,1					0,80
P-12					310,7					0,203					22,6					2,22
P-13					311,8					0,092					18,1					0,45
P-13					311,1					0,149					20,8					1,04
P-13					310,4					0,196					22,3					1,16
P-14					311,5					0,075					16,6					0,32
P-14					310,7					0,153					20,8					1,02
P-14					309,7					0,263					24,0					1,79
P-15					311,5					0,085					17,4					0,32
P-15					310,8					0,212					22,9					1,57
P-15					309,7					0,203					22,4					2,08
P-16					311,5					0,155					21,1					0,85
P-16					310,5					0,220					23,0					1,16
P-16					309,5					0,175					21,4					1,28



Obr. 2.3.68: Vertikálny rezistivný rez zostavený z výsledkov merania VES v roku 2002 s vyznačením geologických ekvivalentov vyčlenených rezistivných prostredí



Obr. 2.3.69: Vertikálny rezistivný rez zostavený z výsledkov merania VES v roku 2005 s vyznačením geologických ekvivalentov vyčlenených rezistivných prostredí

Z porovnania výsledkov merania metódou VES prezentovaných vo forme rezu vedeného naprieč hrádzou odkaliska a ERT vedených pozdĺž lavičky na úrovni 270 m je možné formulovať nasledovné poznatky:

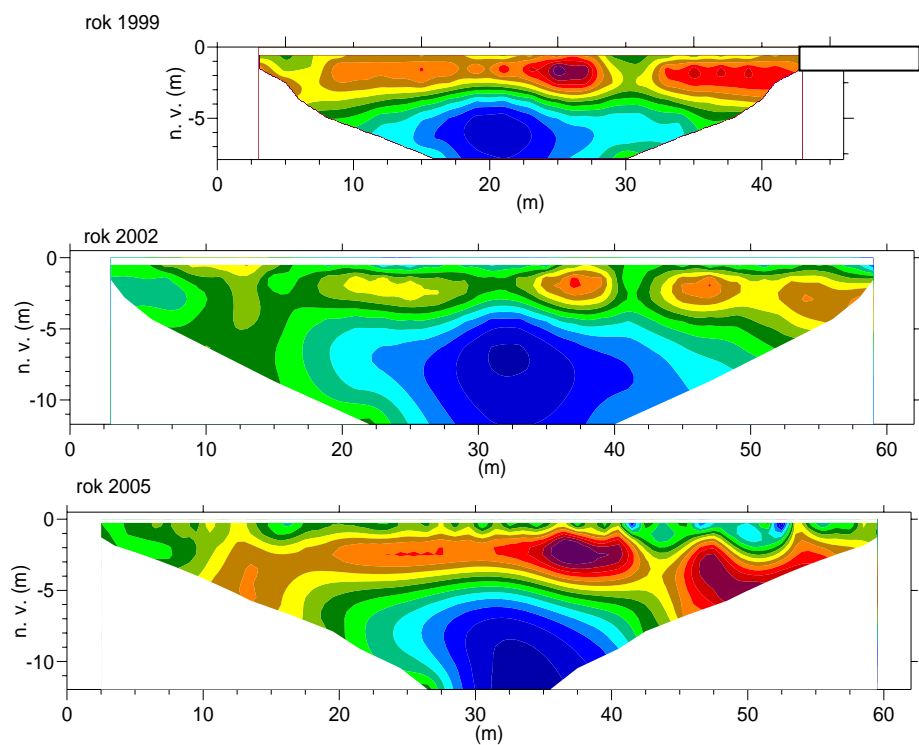
Štruktúra rezov (obr. 2.3.68 a 2.3.69) získaných aplikáciou metódy VES na tomto odkalisku v jednotlivých rokoch merania vykazuje vcelku zhodný charakter: pripovrchová vrstva je prevažne zo suchého popola, pod ňou je vrstva vlhkého popola a podložie tvorené

intaktným horninovým prostredím budovaným prevažne ílovitými horninami. Rozdiely sú vyvolané predovšetkým zmenou obsahu vody v pripovrchovej vrstve prevažne suchého popola (v dôsledku rozdielnej zrážkovej aktivity v čase merania) a stupňom spevnenia v druhej vrstve vlhkého popola.

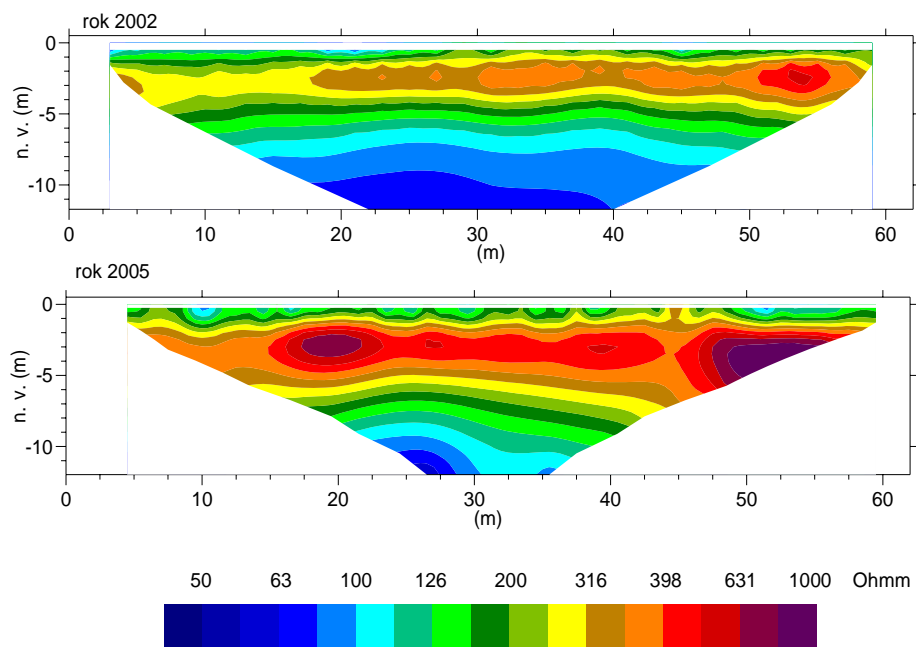
- Prostredie, cez ktoré je vedený meraný rez sa zjednodušuje a aj spevňuje (mierny celkový nárast hodnôt rezistivity v druhej vrstve s vlhkým popolom je spôsobený zrejme znížením zrážkovej aktivity v období pred realizáciou terénnych prác).
- Vo výsledkoch merania metódou ERT (obr. 2.3.70) dostávame pomerne podrobný obraz rozloženia rezistivity v sedimente. Profil na lavičke 285 m n. m. (okolo VES3) ukazuje vo vrchnej časti rezu polohu suchého popola do hĺbky asi 3 m. Pod ňou rezistivita popola postupne klesá, pričom sa uloženie vrstiev popola mení zo subhorizontálneho na mierne sklonené smerom k severu. Toto poklesávanie rezistivity odpovedá nárastu obsahu vlhkosti v sedimente. V pravej časti rezu (okolo metráže 12,5) vystupuje oblasť so zvýšenou rezistivitou, čo môže predstavovať účinok drenáže, ktorá vysušuje materiál popola do väčšej hĺbky, alebo je tu umelo vybudované spevňujúce kamenité rebro, ktoré má drenážny efekt na okolie.
- Rez na lavičke 270 m n. m. v okolí VES 4 (obr. 2.3.70) je podobný predošlému rezu – v hornej časti je poloha suchého popola (do hĺbky asi 5 m). Ďalej rezistivita popola až po spodný okraj rezu klesá a tvorí relatívne homogénnu polohu zníženej rezistivity.
- Opakované merania z rokov 2002 a 2005 ukazujú pomerne vysokú mieru stability štruktúry sedimentu. Mierne zvýšenie úrovne rezistivity pripovrchovej vrstvy suchšieho popola v roku 2005 a tým aj zvýšenie jej hrúbky je zrejme vyvolané spomínanou zmenou zrážkovej aktivity v období predchádzajúcom opakované merania.
- Vertikálny rez (obr. 2.3.71), zostavený z výsledkov merania metódou VES v roku 2008 pozdĺž lavičky 270 m ukazuje, že v hornej časti rezu sú antropogénne sedimenty pomerne suché, bez obsahu ílovej zložky. Hrúbka tejto suchej vrstvy sa pohybuje od 6 m na okraji lavičky do 20 m v jej strede, pričom zmena hrúbky je mierne asymetrická, posunutá smerom k severnej strane hmoty materiálu odkaliska (príčinu bude potrebné vyšetriť). Pod touto suchou vrstvou sú mokré popoloviny až do prírodného podložia. V severnej časti meraného profilu je pravdepodobne okraj údolia, voči svahom tektonicky vymedzený.
- Z vertikálneho rezu (obr. 2.3.71) zostaveného na základe výsledkov merania metódou ERT sa obraz rezu z VES upresňuje v detailoch. Suchá vrstva popolovín v hornej časti rezu, zhruba po hĺbku 12 až 20 m, vykazuje nízku pórovitosť s malým obsahom vlhkosti. Pod uvedenou úrovňou je obsah vody v pórovom priestore popolovín vyšší a pravdepodobne sa mierne zvyšuje aj množstvo jemnozrnnej frakcie zrnitostne odpovedajúcej ílovej prímеси. V pravej časti rezu sa v jeho dolnej časti prejavuje prítomnosť slabo piesčitých ílov a hlbšie sú to zrejme podložné ílovité bridlice a na okraji aj zvetrané melafýry.

Nováky - pôvodné odkalisko  
Multielektódové meranie, odporový rez - inverzia

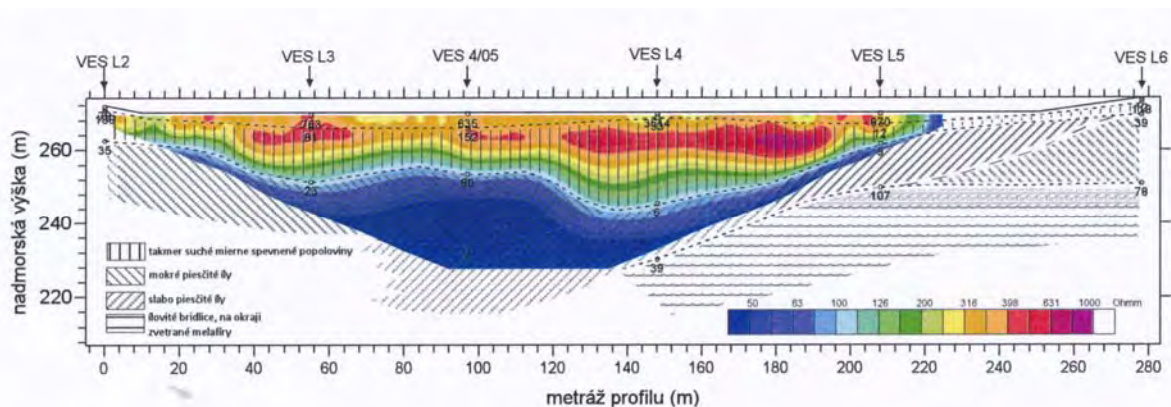
Pf-Me1, 285 n.m.



Pf-Me2, 270 n.m.



Obr.2. 3.70: Vertikálne rezistivné rezy zostavené z výsledkov merania metódu ERT v rokoch 1999 až 2005



Obr. 2.3.71: Vertikálny rezistivný rez – výsledky merania metódou ERT (r. 2008) a rez vrstevných parametrov zostavený z výsledkov meraní VES (r. 2005) na odkalisku ENO – havarované

### Zhrnutie výsledkov na odkalisku ENO Pôvodné a upozornenia na niektoré anomálie

Popolčeky z lagún odkaliska Pôvodného sú prevažne zrnitostného zloženia S-F, SC. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_d = 507$  až  $926 \text{ kg.m}^{-3}$ ,  $\rho_n = 796$  až  $1165 \text{ kg.m}^{-3}$ , vlhkosť  $w = 20,5$  až  $58,5 \%$ . Nad hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca  $60 \%$ . Objemová hmotnosť je menšia ako pri popolčkoch deponovaných v predchádzajúcich rokoch prevádzky v nižších etážach odkaliska, ktoré sú sice podobné zrnitostným zložením, ale sú navyše aj vplyvom konsolidácie a neznámych chemických procesov a vysušovania stmelené.

Z kryštalických fáz sú v popolčeku prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Goethit spolu s hematitom sú fázami, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou vznikli oxidáciou v odkalisku. Magnetit pochádza jednak z okolitých hornín, jednak je produktom termického spracovania uhlia pri výrobe elektriny.

V lagúnach v kyprých jemnozrnných relatívne nekonsolidovaných a nespevnených popolčkoch sme namerali medzi presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,075$  až  $0,263 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne len  $E_p = 0,32$  až  $2,22 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{ef} = 16,6^\circ$  do  $24,0^\circ$ . Presiometrické skúšky, ktoré sme realizovali v telese odkaliska charakterizujú tieto konsolidované a stmelené popolčeky týmito charakteristickými hodnotami: medza presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,785$  až  $1,305 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne  $E_p = 6,98$  až  $30,58 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{ef} = 30,5^\circ$  do  $33,6^\circ$ . Ak porovnáваме výsledky z roku 2005 s rokom 2008 v tab. 2.3.26, tak z uvedených výsledkov vyplýva, že popolčeky v čase od ich zabudovania ešte nepatrne zlepšujú svoje mechanické vlastnosti -  $p_{lim}$ ,  $\varphi_{ef}$ , resp. si ich približne udržiavajú  $E_p$ .

Z opakovaných geofyzikálnych meraní na Pôvodnom odkalisku v Novákoch sa zistilo, že štruktúra sedimentov zostala zachovaná, úroveň hodnôt rezistivity (a v tomto prípade aj miera uľahnutosti) sa do hĺbky cca  $20 - 25 \text{ m}$  postupne mierne zvyšuje. Mierne medziročné kolísanie úrovne hodnôt rezistivity je zrejme dôsledkom zmien zářkovej aktivity v období predchádzajúcom opakované merania a následných zmien obsahu vody v zóne pri povrchu skúmaného prostredia. Za určité riziko považujeme nízko odporovú vrstvu (obr. 2.3.70), ktorej tvar je priaznivý pre nestabilitu. Výsledky merania metódou ERT ukázali na vhodnosť aplikácie tejto metódy pre detailnejšie posúdenie štruktúry rezu vedeného cez sledovaný sediment a na podrobné hodnotenie zmien, ktoré v ňom prebiehajú.

V odkalisku sa deponujú jemnozrnné popolčky v okrajových častiach nadvyšovacích kaziet. Sú veľmi kypré, jemnozrnné. Majú nízke hodnoty mechanických parametrov, malú objemovú hmotnosť, z hľadiska stability nie sú takéto vlastnosti žiadúce, bude potrebné monitorovať ich vlastnosti a prípadné zmeny v čase od uloženia do odkaliska.

#### 2.3.4.20. Odkalisko ENO Definitívne

Nachádza sa v pravostrannom údolí, dno údolia má kótu 237,85 m n. m. Odkalisko patrí do katastra obce Chalmová, situácia je na obr. 2.3.72.



Obr. 2.3.72: Odkalisko ENO Definitívne - situácia lokality

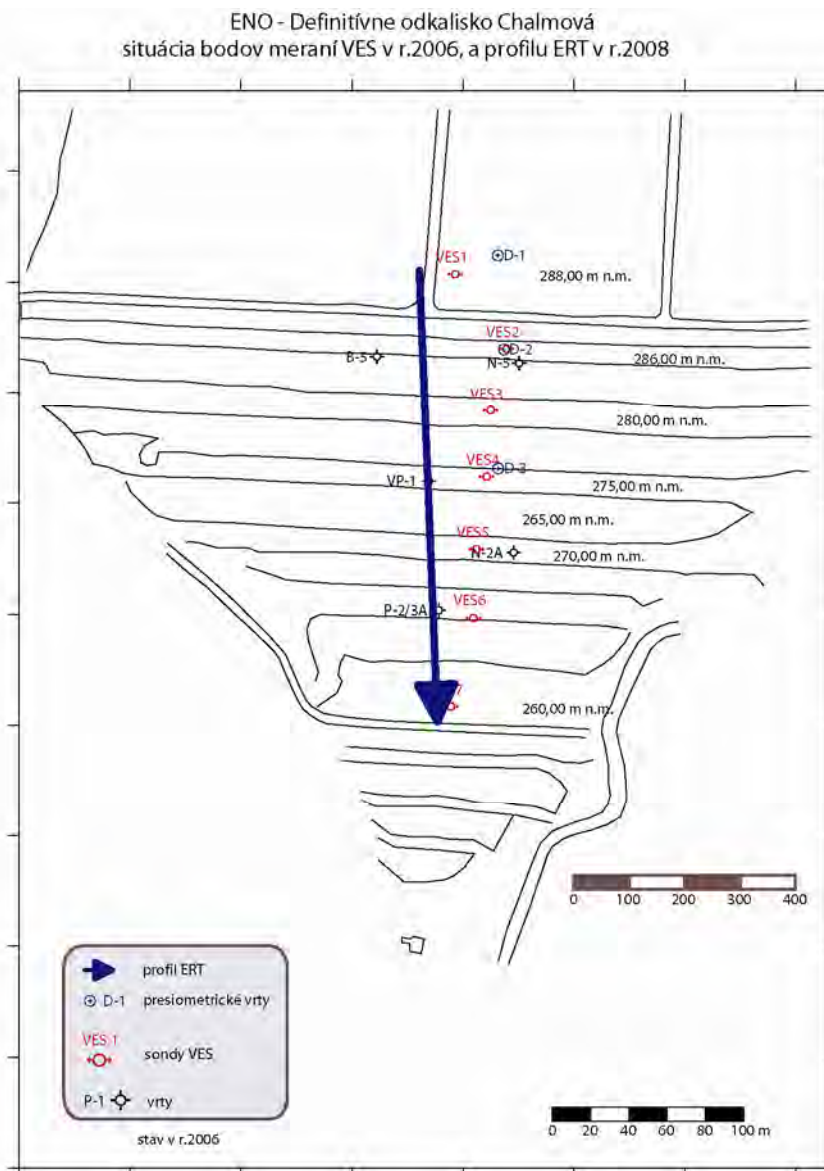
Uvažuje sa maximálna výška nadvýšenia 310 m n. m. Podložie tvoria dobre priepustné karbonáty, pokryté nesúvislými polohami hĺn. Geologicko-tektonická stavba územia je komplikovaná, nachádza sa tu pásmo veľmi porušených dolomitov a vápencov s puklinami vyplnenými dolomitickými „múčkami“, ktorými je odvádzané značné množstvo podzemných vôd. V dne údolia sú tieto horniny prekryté vrstvou eluviálnych sedimentov, tvorených zahlinenými suťami, či hlinami. Na svahoch sa nachádzajú hlinito-kamenité sute. Na terénnych stupňoch boli v profile hrádze zistené zbytky neogénnych ílov s polohami zaľovaných štrkopieskov. Priemerný sklon vzdušného svahu je 1:3,5. Územie sa nachádza v

6° MSK seizmickej aktivity. Životnosť odkaliska sa odhadovala minimálne do roku 2003, objem odkaliska mal byť 15 mil. m<sup>3</sup> popola. Nie je ešte rozhodnuté o mieste nového odkaliska, takže sa toto odkalisko neustále prevádzkuje. Na odkalisko sa plavia popolčeka po spaľovaní najmä nováčkeho hnedého uhlia a prachu. Schematická situácia odkaliska aj s lokalizáciou prieskumných diel je na obr. 2.3.73 a obr. 2.3.74.



Obr. 2.3.73: Situácia vrtov pre presiometrické skúšky na odkalisku ENO Definitívne





Obr. 2.3.74: Situácia prieskumných diel pre geofyzikálne merania na odkalisku ENO Definitívne

## Vyhodnotenie pozorovaných parametrov za roky 2002 až 2009 na odkalisku ENO Definitívne

### Laboratórne rozbory

Vzhľadom na skutočnosť, že sa v Definitívnom uskladňujú na okrajoch odkaliska v ich korune v utesnených lagúnach jemnozrné popolčky a o ich vlastnostiach nemáme informácie, v roku 2008 sme monitoring realizovali najmä v týchto častiach odkaliska. Na základe laboratórnych skúšok, ktoré realizoval ŠGÚDŠ Bratislava, sú popolčky z lagún odkaliska Definitívneho prevažne zrnitostného zloženia S-F, SC, až CS. Objemová hmotnosť je v rozpätí len  $\rho_d = 455$  až  $931 \text{ kg.m}^{-3}$ ,  $\rho_n = 898$  až  $1195 \text{ kg.m}^{-3}$ , vlhkosť prevažne  $w = 22$  až  $58 \%$ . Rtg analýzy sme robili na novom modernom prístroji Bruker D8 Advance, použité bolo Ni-filtrované  $\text{CuK}\alpha$  žiarenie, urýchľovacie napätie  $40 \text{ KV}$ , krok  $0,02^\circ 2\theta$ , meraná oblasť  $4 - 94^\circ 2\theta$ . Vzorka sa rozseparovala na magnetickú, paramagnetickú a diamagnetickú frakciu, aby sa odstránilo zastieranie jednotlivých záznamov. V študovaných vzorkách D-11 sú prakticky

prítomné rovnaké minerálne fázy ako z odkaliska Pôvodného. Tieto sú chemicky a mechanicky stabilné a preto sa s postupujúcim časom nebudú meniť. Z kryštalických fáz sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Goethit spolu s hematitom sú fázami, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou vznikli oxidáciou v odkalisku. Na druhej strane magnetit pochádza jednak z okolitých hornín, jednak je produktom termického spracovania. Ílové minerály sa nenachádzajú, čo je z hľadiska dlhodobej stálosti popolčiekov priaznivé zistenie.

### Presiometrické skúšky

Na základe výsledkov presiometrických skúšok na lokalite odkaliska Definitívneho v lagúnach v kyprých jemnozrnných relatívne nekonsolidovaných a nespevnených popolčekoch sme namerali medzu presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,058$  až  $0,410$  MPa, presiometrický modul prevažne len  $E_p = 0,19$  až  $3,58$  MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{ef} = 15,2^\circ$  do  $26,8^\circ$ . Presiometrické skúšky, ktoré sme realizovali v telese odkaliska vo vrtoch D-1 aj D-3 charakterizujú tieto konsolidované a stmelené popolčky týmito charakteristickými hodnotami: medza presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,255$  až  $1,525$  MPa, presiometrický modul prevažne  $E_p = 1,96$  až  $15,36$  MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{ef} = 23,5^\circ$  do  $34,4^\circ$ . Ak porovnáваме výsledky s rokom 2005 v tab. 2.3.27, tak v roku 2005 vyšla vo vrte D-1 priemerná hodnota  $p_{lim} = 0,485$  MPa, v roku 2008 bola priemerná hodnota  $p_{lim} = 0,489$  MPa, uhol vnútorného trenia jeho priemerná hodnota vyšla  $\varphi_{ef} = 27^\circ$ , v roku 2008  $\varphi_{ef} = 27,2^\circ$ , presiometrický modul jeho priemerná hodnota pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze vyšiel priemerný  $E_p = 3,56$  MPa, v roku 2008  $E_p = 3,0$  MPa. Vo vrte D-3 sme zistili priemernú hodnotu  $p_{lim} = 0,685$  MPa, v roku 2008 bola priemerná hodnota  $p_{lim} = 0,887$  MPa, uhol vnútorného trenia jeho priemerná hodnota vyšla  $\varphi_{ef} = 29,6^\circ$ , v roku 2008  $\varphi_{ef} = 30,9^\circ$ , presiometrický modul, jeho priemerná hodnota pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšiel priemerný  $E_p = 8,86$  MPa, v roku 2008  $E_p = 8,35$  MPa. Z uvedených výsledkov vyplýva, že popolčky v čase od ich zabudovania ešte nepatrne zlepšujú svoje mechanické vlastnosti -  $p_{lim}$ ,  $\varphi_{ef}$ , resp. si ich udržujú  $E_p$ .

Tab. 2.3.27: Výsledky presiometrických meraní odkalisko ENO Definitívne

vrt	nadm. výška [m n.m.]					$p_{lim}$ [MPa]					$\varphi_{rel}$ [°]					$E_p$ [MPa]				
	1995	1998	2002	2005	2008	1995	1998	2002	2005	2008	1995	1998	2002	2005	2008	1995	1998	2002	2005	2008
CH-1 rok 1995	275,8					0,512					28,0					6,84				
	274,8					0,506					28,0					5,94				
L-1 rok 1998		274,5					1,380					33,5					16,50			
		273,8	273,8	274,0	274,5		0,935	0,767	0,763	0,845		31,5	30,5	30,5	31,1		9,95	8,30	12,71	10,44
D-3 rok 2002		273,1	273,2	273,1	273,5		0,742	0,653	0,612	0,685		30,5	29,6	29,2	29,8		7,37	7,20	6,78	6,94
		272,4	272,3	272,3	272,5		0,629	0,512	0,470	0,495		29,0	28,1	27,5	27,8		4,07	4,70	4,45	3,52
		271,7			271,5		0,496			0,885		28,0			31,2		4,69			5,47
		270,9	271,0	271,0	270,5		0,624	1,575	0,893	1,525		29,0	34,7	31,3	34,4		6,33	17,50	11,52	15,36
		270,2	270,0	270,3			1,341	1,835	1,580			33,5	35,5	34,6			18,20	20,40	27,37	
		269,5	269,0	269,3			1,420	1,500	1,620			33,5	34,3	34,8			18,50	32,60	25,58	
		268,4					0,729					30,0					10,16			
		268,0	268,0				1,310	0,755				33,0	30,2				19,10	8,50		
L-2 rok 1998		278,4					0,469					27,5					5,90			
		277,7					1,196					33,0					13,30			
		277,2					2,103					37,0					37,10			
		276,5					2,120					37,0					21,35			
EP VES-2 rok 1995	275,9	275,4				0,304	1,331				25,0	33,5				2,94	16,00			
		274,6																		
		273,6					0,827					31,0					9,51			
		272,5					0,958					31,5					12,05			
		271,5					0,778					30,5					11,02			
D-2 rok 2002			284,6	284,3				0,309	0,290					25,2	24,7			4,50	4,03	
L-5 rok 1998	276,1	283,8	283,8			0,275	0,365	0,927			24,5	26,0	31,6			4,01	3,05	11,00		
EP VES-1 rok 1995	275,1	283,1	283,1	283,3		0,614	0,332	1,214	0,710		29,0	25,0	33,2	30,0		6,71	2,58	14,40	10,39	
	274,2		282,3	282,3		0,457		1,522	1,170		27,0		34,5	32,9		6,94		23,00	14,76	
EPVES-3 rok 1995	275,8		281,3	281,3		0,241		0,782	0,860		23,5		30,5	31,0		3,53		9,70	11,58	
	274,9		280,3	280,3		0,330		0,842	0,695		25,5		30,9	29,7		5,12		7,70	9,40	
			279,3	279,3				0,732	0,710				30,0	29,8				6,40	8,69	
EPVES-4 rok 1995	275,8		278,3	278,3		0,271		1,662	1,590		24,5		34,9	34,6		2,72		18,40	25,42	
	274,9					0,740					30,0					7,76				
D-1 rok 2002				288,1	288,1				0,437	0,455					27,3	27,5			3,14	2,47
				287,1	287,2			1,100	0,286	0,295				32,6	24,7	24,8		11,90	1,80	2,00
				286,2	286,4	286,1		0,443	0,254	0,675				27,3	23,8	29,7		3,20	1,72	4,45
				285,5	285,4	285,1		0,410	0,964	0,765				26,8	31,8	30,4		5,10	6,92	4,08
				284,4	284,4	284,1		0,271	0,484	0,255				24,2	27,6	23,5		2,60	4,24	1,96
				283,4	283,4			0,681	0,434					29,7	26,8			8,30	4,05	
				282,4				0,751						30,2				9,10		
				281,3				0,722						30,0				8,10		
				280,3				0,662						29,4				12,00		
				279,3				0,952						31,6				10,50		
				278,4				0,831						30,7				10,60		
D-11				281,3						0,058					15,2					0,19
D-11A				283,0						0,150					21,2					2,21
D-12				281,3						0,142					20,7					0,66
D-12				280,4						0,146					20,6					0,92
D-12				279,7						0,138					20,0					0,70
D-12				279,0						0,230					23,1					2,32
D-13				281,1						0,224					23,3					1,52
D-13				280,3						0,152					20,8					1,00
D-13				279,5						0,270					24,2					2,30
D-14				281,3						0,182					22,1					1,21
D-14				280,5						0,180					21,9					0,95
D-15				281,2						0,333					25,7					3,29
D-15				280,5						0,410					26,8					3,58
D-16				281,3						0,142					20,7					1,18
D-16				280,3						0,212					22,9					1,47
D-17				281,2						0,153					21,1					1,17
D-17				280,3						0,232					23,4					1,52

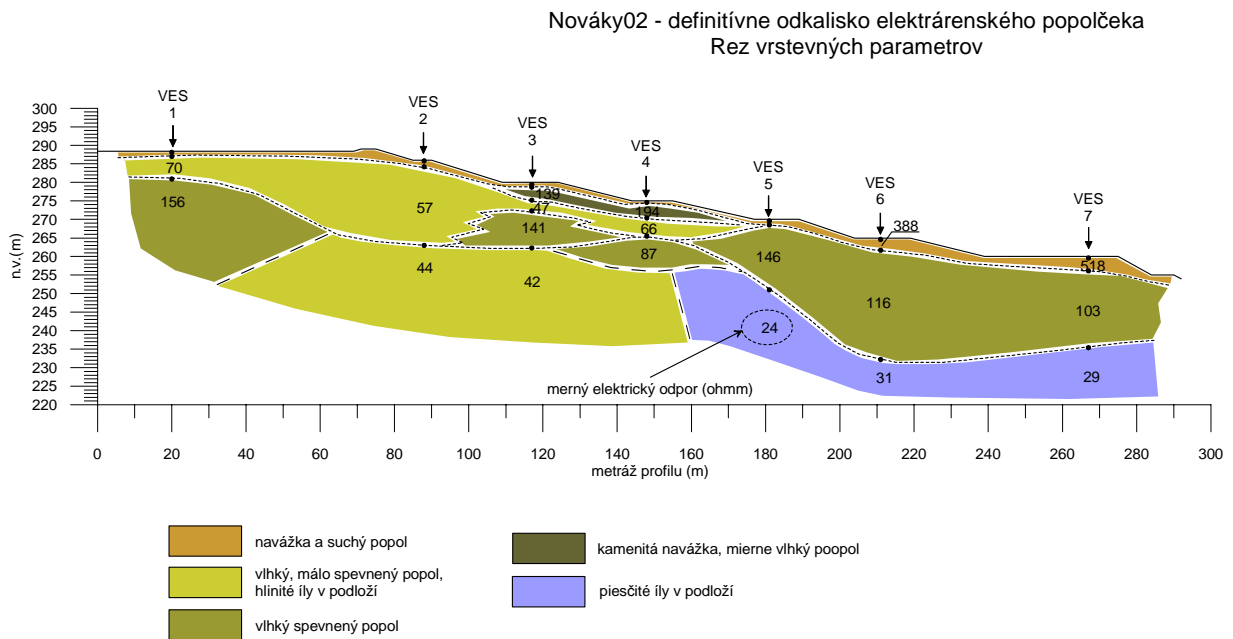
## Geofyzikálne merania

Na lokalite odkaliska ENO Definitívne v Chalmovej boli metódy VES a ERT aplikované na spádnicovom profile vedúcom z hornej pláne odkaliska (úroveň 280 m n. m.) stredom hrádze k lavičke na úrovni 260 m n.m (obr. 2.3.74). Sondy VES boli merané na jednotlivých lavičkách násypu (ich vzájomná vzdialenosť sa pohybovala okolo 30 – 40 m) a elektródový systém sa rozťahoval po línii príslušnej lavičky. Na monitorovacom profile boli merania VES realizované okrem iného v rokoch 2002, 2005 a 2008. Metóda ERT sa realizovala v roku 2008 ako novšia a detailnejšia forma metódy VES na spádnicovom profile s krokom elektród 5 m.

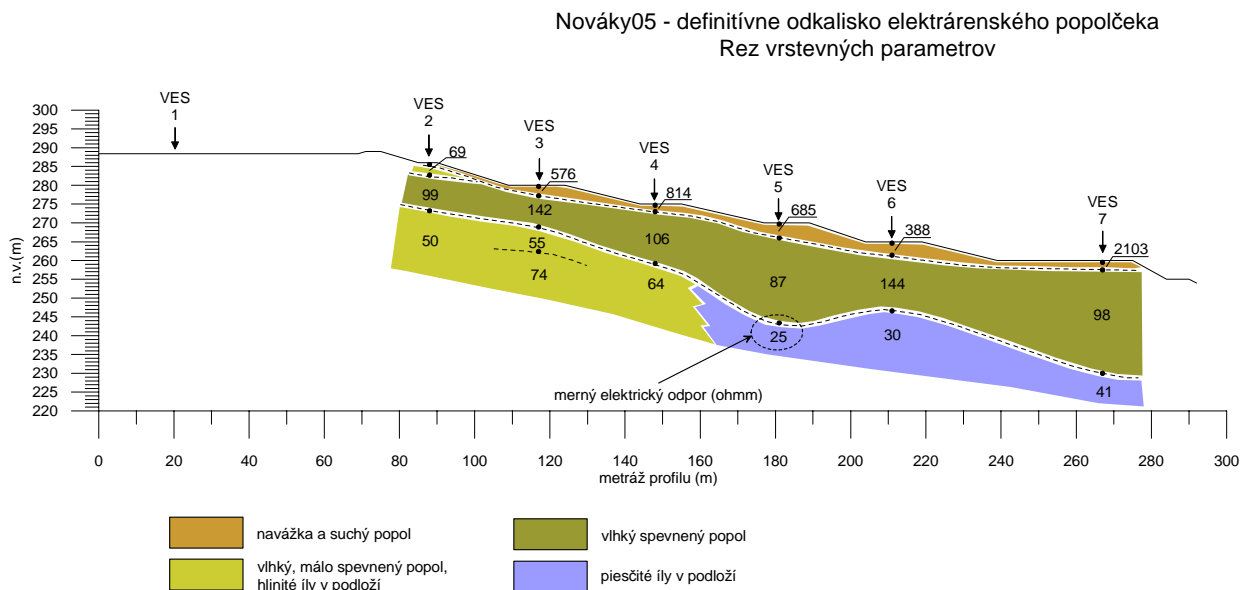
Z rezu VES vedeného naprieč hrádzou odkaliska usudzujeme, že v jeho ploche sa vyčleňujú tri odporové rozhrania (obr. 2.3.74). Dve sú subhorizontálne a jedno strmé. Vyššie subhorizontálne rozhranie prechádza hmotou uloženého popolčeka a pravdepodobne oddeľuje vyššiu suchšiu časť popolčeka (sú tu zistené vyššie hodnoty merného elektrického odporu od 155 do 390 ohmm) od spodnej, podzemnou vodou nasýtenej hmoty popolčeka (hodnoty odporu sú tu výrazne nižšie – od 37 do 98 ohmm). Hlbšie odporové rozhranie, zistené iba nespojito, predstavuje pravdepodobne prejav podložných ílovitých hornín. Strmé rozhranie túto polohu rozdeľuje na vľavo ležiace sedimenty s vyšším odporom, ktoré v podloží predstavujú horniny okolitých vrchov od vpravo ležiacich nízko odporových ílovitých sedimentov hornonitrianskej kotliny. Podobne sa oddeľuje materiál popolčeka, ktorý má naľavo od strmého rozhrania nižšie odpory (od 37 do 58 ohmm) a napravo od rozhrania vyššie odpory (86 až 98 ohmm). Táto rozdielna hodnota odporu je pravdepodobne spôsobená rozdielnou konsolidáciou hmoty popolčeka. Tvar horného rozhrania má medzi VES1 a VES6 konklávny tvar, čo by mohlo viesť k pohybu hmôt nad rozhraním. Tento predpoklad je však (teraz, keď sa zistil) potrebné overiť ďalším meraním.

Z porovnania výsledkov meranie metódou VES v rokoch 2002 a 2005 (obr. 2.3.75 a 2.3.76) je možné usudzovať, že:

- základný charakter obrazu rezistivity (obr. 2.3.75 a 2.3.76) – vo vyšetřovanom horninovom prostredí sa v meranom období zachováva základná štruktúra prostredia (pripovrchová vrstva prevažne suchého popola, pod ňou leží vrstva vlhkého popola a nižšie je podložie tvorené intaktným horninovým prostredím budovaným prevažne ílovitými horninami),
- charakter obrazu z roku 2005 je oproti obrazu z roku 2002 jednoduchší, prostredie v oblasti druhej vrstvy (vlhký popol) sa zhomogenizovalo (zmenšila sa pestrosť jeho hodnôt rezistivity) a vykazuje celkový nárast rezistivity čo interpretujeme ako zmenšenie obsahu vody v materiále. Tento nárast hodnoty rezistivity môže byť spôsobený buď odtokom vody (napr. v dôsledku dlhšej periódy suchého počasia) alebo jej vytlačením z pórového priestoru v dôsledku prirodzenej konsolidácie (zhutnenia) tejto vrstvy popola.

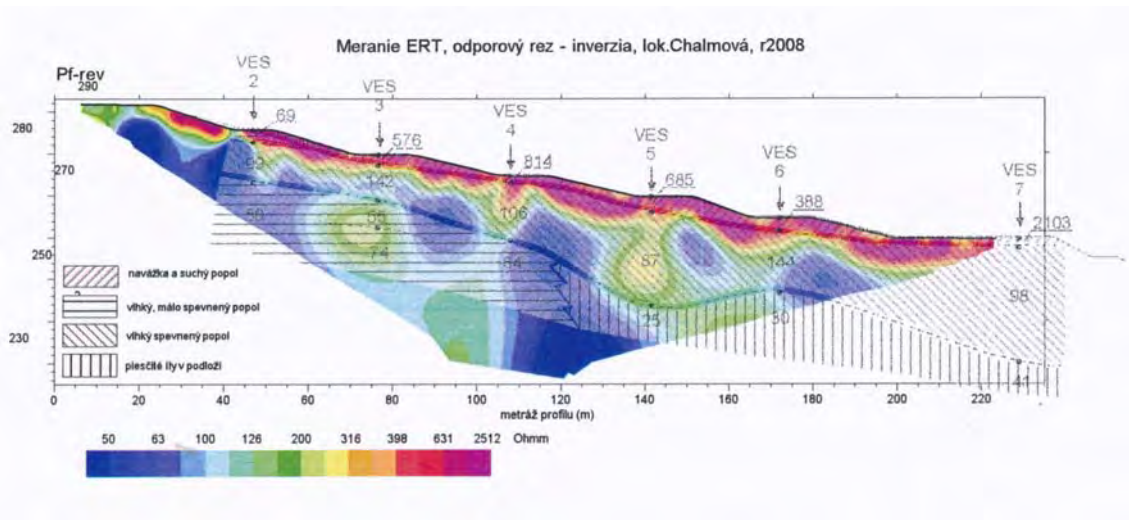


Obr. 2.3.75: Litologický rez zostavený z výsledkov merania metódou VES v roku 2002



Obr. 2. 3.76: Litologický rez zostavený z výsledkov merania metódou VES v roku 2005

Na obr. 2.3.77 je uvedený vertikálny rez, zostavený z meraní metódou VES v roku 2005 a meraní ERT na profile zmeranom v roku 2008, ktorý bol vedený po spádnicí v strede čelného svahu materiálu odkaliska. V reze vystupujú hlavné materiálové telesá, ktoré majú charakter vrstiev súhlasných s reliéfom profilu.



Obr. 2.3.77: Vertikálny rezistivný rez – výsledky merania metódou ERT (r. 2008) a rez vrstevných parametrov zostavený z výsledkov meraní VES v r.2005 na odkalisku ENO – Definitívne

Z rozloženia rezistivity v ploche rezu ERT vyplýva, že v hornej časti rezu leží vrstva suchej kamenitej navážky a popolovín, ktorej hrúbka sa mení od cca 6 m v hornej časti svahu po cca 10 m v dolnej časti rezu. Pod ňou je horninové prostredie pomerne vertikálne i horizontálne diferencované na oblasti s nízkou rezistivitou (materiál s prímiesou jemnozrnných frakcií odpovedajúcim ílovým zrnám) a oblasti so zvýšenou rezistivitou (materiál bez jemnozrnných akoby ílovitých zložiek), viac uľahnuté popoloviny s malým obsahom vody a vlhkosti. Táto vertikálna i horizontálna členitosť prostredia vytvára štruktúru, ktorá dáva predpoklad na pomerne vysokú stabilitu odkaliska.

Ak porovnáme oba rezy (VES a ERT, vidíme, že zhoda medzi nimi je pomerne vysoká. Z rezu VES sú určené polohy rozhraní s väčším krokom a priestor medzi meraniami VES je zahustený výsledkami metódy ERT, čím sa výsledky oboch foriem meraní stávajú čitateľnejšie. Vrstva kamenitej navážky a suchých popolovín pri povrchu profilu mení svoju hrúbku podľa polohy voči lavičkám: na rozhraní päty svahu a lavičky je hrubšia, na rozhraní okraja lavičky a hrebeňa svahu je tenšia. Pod lavičkami 270 a 275 m sú lokálne „korene“ hrubozrnnnejšieho materiálu, pravdepodobne na spevnenie svahu. Medzi nimi je výrazné vertikálne teleso hlinito piesčitého materiálu (zrejme v kombinácii s popolom), ktoré bolo ako nehomogenita vyčlenené aj na reze VES. Ďalšie teleso hrubozrnnnejšieho materiálu je pod lavičkou 280 m, toto teleso je však izolované. V pravej spodnej časti rezu je možné identifikovať prejav prítomnosti piesčitých ílov v podloží materiálu odkaliska.

### Zhrnutie výsledkov na odkalisku ENO Definitívne a upozornenia na niektoré anomálie

Popolčeky z lagún odkaliska Definitívneho sú veľmi kypré a jemnozrnné prevažne zrnitostného zloženia S-F, SC, až CS. Objemová hmotnosť je len v rozpätí  $\rho_d = 455$  až  $931 \text{ kg.m}^{-3}$ ,  $\rho_n = 898$  až  $1195 \text{ kg.m}^{-3}$ , vlhkosť prevažne  $w = 22$  až  $58 \%$ . Hodnota presiometrického tlaku je od  $p_{lim} = 0,058$  až  $0,410 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne len  $E_p = 0,19$  až  $3,58 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je malá v rozpätí  $\varphi_{ef} = 15,2^\circ$  do  $26,8^\circ$ . Presiometrické skúšky, ktoré sme realizovali v telese odkaliska vo vrtoch D-1 aj D-3 charakterizujú tieto konsolidované a stmelené popolčeky charakteristickými hodnotami: medza presiometrického tlaku  $p_{lim} = 0,255$  až  $1,525 \text{ MPa}$ , presiometrický modul prevažne  $E_p = 1,96$  až  $15,36 \text{ MPa}$ , efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí  $\varphi_{ef} = 23,5^\circ$  do  $34,4^\circ$ . Vo vrte D-3 sme zistili priemernú hodnotu v roku 2005  $p_{lim} = 0,685 \text{ MPa}$ , v roku 2008

bola priemerná hodnota  $p_{lim} = 0,887$  MPa, uhol vnútorného trenia jeho priemerná hodnota vyšla  $\varphi_{ef} = 29,6^\circ$ , v roku 2008  $\varphi_{ef} = 30,9^\circ$ , presiometrický modul, jeho priemerná hodnota pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšiel priemerný  $E_p = 8,86$  MPa, v roku 2008  $E_p = 8,35$  MPa. Z uvedených výsledkov vyplýva, že popolčeky v čase od ich zabudovania ešte nepatrne zlepšujú svoje mechanické vlastnosti -  $p_{lim}$ ,  $\varphi_{ef}$ , resp. si ich udržujú  $E_p$ .

Z geofyzikálnych meraní orientovaných na zistenie zmien v štruktúre uloženín popola v Definitívnom odalisku ENO sa zistilo, že subhorizontálne štrukturované teleso popola si zachováva svoj charakter, pričom vrstva vodou nasýteného popola sa zhruba do hĺbky cca 10 až 15 m homogenizuje a zrejme aj spevňuje (čo usudzujeme z celkového zvýšenia rezistivity tejto vrstvy v dôsledku zníženia obsahu priesakovej vody). Zároveň sa zistilo, že horniny v podloží majú rozdielny charakter. Kým pod hlavnou hmotou popolčeka sú horniny s vyšším odporom a teda zrejme priepustnejšie, pod okrajovým svahom úložiska smerom do údolia rieky Nitry sú sedimenty s vysokým podielom jemnozrnných frakcií akoby ílu. Tieto by mohli pri väčšom nasýtení popolčeka vodou viesť k nestabilite okrajového násypu odkaliska. Odporúčame preto systematicky monitorovať stav tejto časti odkaliska.

#### **2.3.4.21. Odkalisko Lintich Banská Štiavnica**

Odkalisko údolného typu sa nachádza poniže Banskej Štiavnice smerom na Antol, kde vyplňa priestor havarovaného tajchu. Podložie je tvorené amfibolicko-biotitickými andezitmi studenskej formácie. Vrtom BŠ-1 situovanom v depónii (cca 15,6 m hrubej) bola v hĺbke 17,5 m zachytená jeho vrchná zvetraná časť, v nadloží prechádzajúca do elúvia štrkovito-piesčitého až prachovito-flovitého charakteru. Mocnosť elúvia je asi 1,5 m. V nadloží elúvia sa nachádza asi 0,4 m hrubá vrstva hnedej deluviálnej hliny. Základná hrádza je vybudovaná na úrovni cca 470 m n. m. Jej tvar, navrhnuté materiály, ani navrhnutý drenážny systém sa v archívnych materiáloch nezachoval. Celé územie odkaliska zaberá 21 ha, v odkalisku je uložených okolo 585 tisíc ton flotačných odpadov. Prevádzka odkaliska viac-menej skončila v roku 1974. Na základe makroskopického popisu výnosu flotačného odpadu z vrtov možno konštatovať, že sa jedná o piesok jemnozrnný až prach piesčitý. Situácia odkaliska je na obrázku 2.3.78.

#### **Realizované monitorovacie merania v roku 2009 a výsledky**

V roku 2009 sme na odkaliskách rudných flotačných kalov Lintich a Sedem žien odobrali a analyzovali 10 neporušených a 20 porušených vzoriek naplavených sedimentov. Odvrtali sme spolu 43 bm vrtov, realizovali 50 presiometrických skúšok, analyzovali sa dve vzorky na RTG analýzy, po rozseparovaní na diamagnetickú, feromagnetickú, paramagnetickú sa pripravilo 6 vzoriek. RTG analýzy sa realizovali na novom RTG prístroji Bruker D8 Advance.

Na oboch odkaliskách sa realizovali aj geofyzikálne merania metódou elektrickej odporovej tomografie - rezistivity tomography ERT, v monitorovacích profiloch. Na týchto odkaliskách sa v tomto projekte opäť použila nová meracia geofyzikálna zostava sond umožňujúca merania do väčších hĺbok, až 30 m.



Obr. 2.3.78: Situácia prieskumných diel na odkalisku Lintich, 2009

## Vyhodnotenie pozorovaných parametrov za roky 2002 až 2009 na odkalisku Lintich

### Laboratórne rozbory

Na základe laboratórnych skúšok, ktoré realizoval ŠGÚDŠ Bratislava, sú flotačné odpady z odkaliska Lintich prevažne obdobného zrnitostného zloženia ako piesky S5 SC, miestami aj F4, v niektorých úrovniach aj S3. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_d = 1,18$  až  $1,47 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $\rho_n = 1,432$  až  $1,767 \text{ g.cm}^{-3}$ , vlhkosť prevažne len cca  $w = 11$  až  $17 \%$ , vo vrte BŠ-1 v hĺbke 3 m až  $31 \%$ .

Okrem toho boli realizované aj laboratórne RTG skúšky pre stanovenie minerálneho zloženia flotačných odpadov jednak z odkaliska Lintich, jednak z odkaliska Sedem žien. RTG analýzy sa realizovali na Katedre mineralógie a petrológie PríF UK pod vedením doc. Fejdiho na novom RTG prístroji Bruker D8 Advance. Z kryštalických fáz sú na oboch odkaliskách zistené analogické minerály, prítomné sú a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť kalcitu. Kremeň a kalcit predstavujú jalovinu získanú pri



flotácii, živce a magnetit pochádzajú z okolitého horninového prostredia. Amorfná fáza prítomná vo feromagnetických frakciách bude mať tendenciu rekryštalizovať. Ílových minerálov sa identifikovalo minimálne množstvo, čo je zárukou dlhodobej stálosti flotačných kalov.

### Presiometrické skúšky

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska Lintich namerala priemerná medza presiometrického tlaku v roku 2009  $p_{lim} = 0,50$  MPa, priemerná hodnota v roku 2006 bola  $p_{lim} = 0,55$  MPa. Priemerná hodnota presiometrického modulu v 2009 bola 4,1 MPa a v roku 2006  $E_p = 5,46$  MPa. Efektívna hodnota uhla vnútorného trenia priemerná hodnota v 2009 roku bola  $\varphi_{ef} = 27,2^\circ$  a v roku 2006  $\varphi_{ef} = 27,6^\circ$ . Priemerná hĺbka presiometrických skúšok bola v roku 2009 len 2,9 m, v roku 2006 až 3,9 m. Bolo to z dôvodu potreby realizácie väčšieho počtu skúšok v blízkosti vytvorenej ťažobnej materiálovej jamy v blízkosti vrtu BŠ-1, aby sme zistili vplyv odľahčenia výkopu i zvýšenú vlhkosť na výsledky presiometrických skúšok.

Výsledky všetkých presiometrických meraní z predchádzajúcich etáp monitorovania sú uvedené v tabuľke 2.3.28.

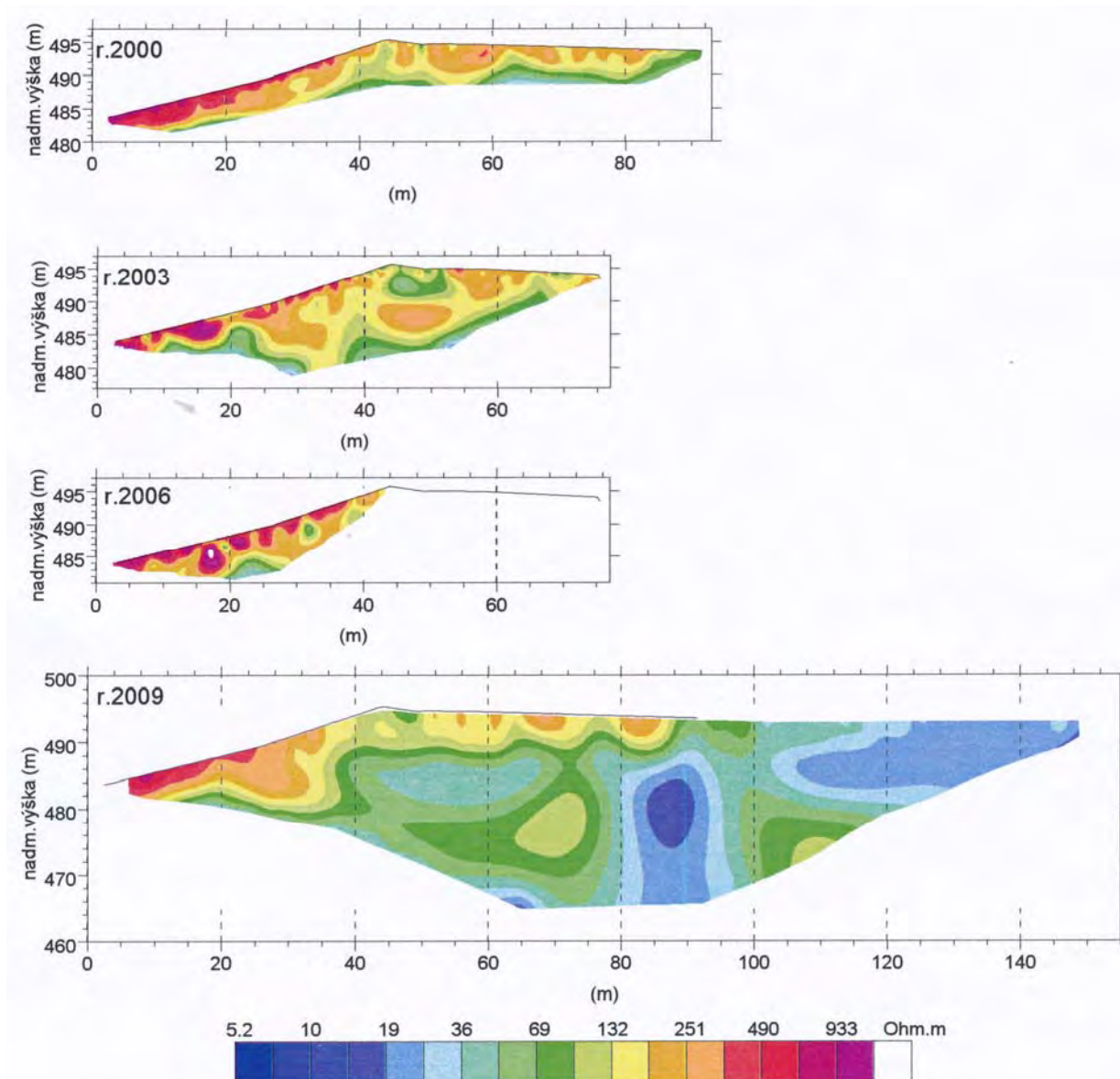
### Geofyzikálne merania

*Metóda MES* (multielektrodové sondovanie) je základnou metódou pre geofyzikálne monitorovanie a predstavuje kombináciu metód odporového profilovania, a vertikálneho elektrického sondovania. Vzhľadom na to, že meranie sa realizuje pomocou systému série elektród roziahnutých s hustým krokom (cca 2 m) a počítačom riadeného adresovania vysielania prúdu a prijímania napätia, je možné z výsledku merania získať pomerne detailný obraz o rozložení zdanlivej rezistivity vo vertikálnom reze vedenom pozdĺž meraného profilu. Následné počítačové spracovanie umožňuje namerané dáta transformovať na súbor skutočných hodnôt rezistivity a cez ne získať obraz o reálnej štruktúre vyšetrovaného horninového prostredia. Opakovaným meraním je potom možné postihnúť aj drobné zmeny vo vyšetrovanom horninovom prostredí a posúdiť vývoj vplyvu rôznych faktorov na toto horninové prostredie. V tomto prípade opakovaného merania bol v rokoch 2000 až 2006 použitý krok rozloženia elektród 2 m (limitovaný bol konštrukciou použitej aparatury), dĺžka profilu v roku 2000 bola 94 m, v roku 2003 bola 78 m, v roku 2006 bola iba 52 m (pretože pláň odkaliska bola medzičasom do výšky cca 1,5 m zavezená medziskládkou vyťaženej drevnej hmoty, ktorá neumožňovala realizovať plánované meranie) a v roku 2009 (po revitalizácii meracej aparatury, ktorá dovoľovala merať s krokom elektród až 5 m) bol meraný profil dlhý 155 m s krokom elektród 5 m.

Namerané dáta boli pri všetkých meraniach spracované tým istým spôsobom a softvérom: dáta z pamäte prístroja boli presypané do počítača a programom RES2DINV (LOKE 1998) bola vykonaná ich revízia a po redukcii šumov bola aplikovaná metóda inverzie na transformáciu dát z podoby zdanlivej rezistivity na skutočné hodnoty rezistivity vyšetrovaného prostredia. Z týchto hodnôt bolo možné, vzhľadom na ich lokalizáciu vo vertikálnom reze, zostaviť vertikálny rezistivný rez, ktorý odráža materiálovú štruktúru a rozloženie vlhkosti vo vyšetrovanom reze. Program navyše dovoľuje zohľadniť reliéf terénu na meranom profile, takže získaný výsledok ukazuje reálny pohľad na skúmanú situáciu. Výsledné vertikálne rezy boli potom kvantitatívne a kvalitatívne zhodnotené.

Tab. 2.3.28: Výsledky presiometrických skúšok odkalisko Lintich

vrt	hĺbka [m]					$p_{lim}$ [MPa]					$\varphi_{ef}$ [°]					$E_p$ [MPa]				
	1996	2000	2003	2006	2009	1996	2000	2003	2006	2009	1996	2000	2003	2006	2009	1996	2000	2003	2006	2009
BS-1	1,0	1,2	0,7			0,400	0,400	0,440			26,7	27,0	25,3			3,31	3,64	3,33		
	2,0	2,0	1,7			0,480	0,420	0,425			27,7	27,0	25,0			4,92	4,42	4		
	3,0	2,8	2,7			0,420	0,590	0,250			26,8	28,7	21,7			3,40	4,92	1,45		
	3,8	3,6	3,7			0,360	0,680	0,455			25,8	29,5	25,3			3,07	5,93	3,07		
	4,6	4,7	4,7			0,580	0,570	0,435			28,7	28,7	26,8			6,69	4,30	2,27		
	5,4	5,5	5,7			0,510	0,740	0,580			27,8	30,3	28,6			5,72	5,70	4,46		
	6,4	6,7	6,5			0,580	0,480	0,328			28,5	27,7	24,8			3,28	2,20	2,13		
BS-2					0,9					0,390					25,1					2,48
	1,4	1,7	1,8	1,7	1,8	0,520	0,660	0,556	0,576	0,440	28,2	29,5	26,6	28,8	26,1	7,42	7,90	5,98	4,68	2,24
	2,7	2,7	2,8	2,6	2,7	0,620	0,670	1,001	0,685	0,590	29,2	29,7	30,1	29,8	28,2	7,31	4,70	8,47	6,26	4,52
	3,7	3,7	3,7	3,3	3,4	0,640	0,900	0,840	0,877	0,570	29,3	31,3	30,9	31,2	27,9	6,86	11,06	6,81	7,46	4,30
	4,6	4,6	4,7	4,7	4,2	0,640	0,770	0,730	0,741	0,620	29,3	30,3	30,0	30,1	28,5	8,62	9,40	6,72	7,32	3,36
	5,5	5,5	5,7	5,8	5,0	0,650	0,720	0,955	0,742	0,510	29,3	29,8	31,6	30,1	27,3	6,73	7,20	8,41	7,68	3,17
	6,4	6,4	6,5	6,3	6,0	0,740	0,770	1,023	0,712	0,630	30,0	30,3	32,0	29,8	28,7	8,77	6,50	8,61	6,29	3,33
	7,1	7,0		6,9		0,750	0,830		0,916		30,1	30,5		31,3		9,96	10,00		9,11	
	7,8	7,8	7,5	8,0		0,900	0,910	0,883	0,839		31,2	31,0	31,0	30,7		8,55	11,80	7,55	8,44	
9,0	9,0	8,6	8,8		0,980	1,020	1,094	1,132		31,6	31,7	32,3	32,5		13,56	10,10	8,21	11,02		
BS-2A					0,9					0,500					26,9					4,65
					1,8					0,440					26,1					2,93
					2,7					0,530					27,4					3,30
					3,4					0,520					27,3					2,96
					4,2					0,590					28,2					2,97
					5,0					0,550					27,8					4,21
				6,0					0,360					24,9					2,43	
BS-1				0,7					0,481					27,8					5,19	
				1,2	0,9				0,396	0,520				26,7	27,2				3,14	2,15
				1,8	1,8				0,332	0,490				25,5	26,8				3,36	5,31
				2,4	2,6				0,488	0,610				27,8	28,4				4,75	7,59
				3,0	3,3				0,444	0,590				27,2	28,2				3,22	6,48
				3,8	4,0				0,362	0,540				25,8	27,6				1,70	4,28
			4,7					0,161					20,4					0,91		
BS-1A					1,0					0,390					25,1					2,57
					2,0					0,630					28,6					7,27
					2,7					0,640					28,7					7,09
BS-1B					1,0					0,520					27,2					5,93
					2,0					0,470					26,5					4,43
					3,0					0,340					24,2					1,49
BS-3				0,8					0,117					19,5					0,49	
				1,8					0,132					19,9					0,31	
BS-4				1,7					0,246					23,7					2,11	
				2,4					0,388					26,4					16,69	
				3,1					0,475					27,6					4,46	
				3,8					0,792					30,6					9,14	
				4,5					0,749					30,2					7,56	
				5,5					0,634					29,1					6,06	
				6,3					0,367					25,6					1,97	
			7,0					0,544					28,1					2,53		



Obr. 2.3.79: Porovnanie výsledku opakovaného merania metódou ERT

### Zhodnotenie geofyzikálnych meraní na odkalisku Lintich

Na obrázku 2.3.79 sú uvedené vertikálne rezistivné rezy z meraní v rokoch 2000 až 2009. Zo získaných vertikálnych rezov plošného rozloženia skutočnej resistivity na vyšetřovanom profile vyplýva, že v pripovrchovej časti rezu (svahu odkaliska a príľahlej časti pláne) sa nachádza vrstva suchého piesčito kamenitého materiálu (jej hrúbka kolíše od 5 do 10 m), ktorý slúžil na vytvorenie a spevnenie odkaliska najmä vo svahu. Homogenita tejto vrstvy je premenlivá a nachádza sa v nej teleso (metráž 40 až 50 m) s vyšším podielom jemnozrnnej (ílovito piesčitej) zložky. Hlbšie sú zeminy s vyšším podielom piesčitej a hrubozrnnej zložky a v spodnej časti rezu vystupuje materiál s vyšším podielom ílovej zložky. Túto časť rezu však z meraní v rokoch 2000 až 2006 nebolo možné (z technických dôvodov) podrobnejšie popísať a až meranie v roku 2009 ukázalo že sú tu diferencované telesá zemín s meniacim sa podielom ílovej, resp. piesčitej zložky. Zvlášť je potrebné spomenúť lokálne vertikálne teleso v úseku metráže 80 až 95 m s výraznejším podielom ílovej zložky, ktoré rozdeľuje skoro horizontálne teleso s vyšším podielom piesčitej až

hrubozrnnej zložky na dve časti. Od metráže 105 m vyššie je pri povrchu cca 10 m hrubá homogénna vrstva s nízkou hodnotou rezistivity (pod 20 ohmm), ktorá predstavuje vlastný plavený materiál odkaliska.

Výsledky opakovaného merania na lokalite Lintich ukazujú, že zloženie a priestorový charakter rozloženia materiálov na čelnom svahu násypu odkaliska a ich rozloženie meranie s použitými parametrami dáva komplexnejší obraz o štruktúre. Tieto charakteristiky zostali počas monitorovacieho obdobia rovnaké a lokálne zmeny v hodnote a detailnom tvare rozhraní medzi prítomnými materiálmi sú dôsledkom zmien v stave vlhkosti v nenasýtenej zóne ako výsledok meniacej sa zrážkovej aktivity predchádzajúcej realizáciu jednotlivého merania.

### **Zhrnutie výsledkov na odkalisku Lintich a upozornenia na niektoré anomálie**

V odkalisku Lintich sú deponované flotačné kaly po separácii vytŕažených rúd v Banskej Štiavnici. Tieto kaly sú prevažne obdobného zrnitostného zloženia ako piesky S5 SC, miestami aj F4, v niektorých úrovniach aj S3. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_d = 1,18$  až  $1,47 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $\rho_n = 1,432$  až  $1,767 \text{ g.cm}^{-3}$ , vlhkosť prevažne len cca  $w = 11$  až  $17 \%$ , vo vrte BŠ-1 v hĺbke 3 m až  $31 \%$ . Z výsledkov presiometrických skúšok vyplýva, že v kaloch dochádza k zmenšovaniu hodnôt mechanických parametrov vplyvom vlhkosti, ako aj vplyvom odľahčenia napätí po výkope v okolí neriadených ťažobných jám. Tieto poznatky sa potvrdili aj opakovanými geofyzikálnymi meraniami, keď pri zvyšujúcej sa vlhkosti kalov v odkalisku klesá hodnota elektrického odporu a naopak. Tieto zmeny sú len v takých medziach, ktoré neohrozujú stabilitu odkaliska.

Dovolíme si však uviesť aspoň závažné zistenie, že na lokalite odkaliska Lintich dochádza k nepovolenej ťažbe naplavených materiálov z hrádze a z pláne odkaliska, to znižuje stabilitu časti odkaliska a hrozí zrútením ťažobných stien. Je potrebné zamedziť akýkoľvek vstup nepovolaným osobám na toto odkalisko.

#### **2.3.4.22. Odkalisko Sedem žien**

Odkalisko sedem žien patrí do katastra obce Banská Belá, situácia lokality je na obr. 2.3.80. Je to odkalisko svahového typu, päta je v údolí na kóte 513 m n. m. Maximálna výška hrádzového systému 555 m n. m. bola dosiahnutá v roku 1992. V súčasnosti je už odkalisko rekultivované (jeho bývalá pláž). Podložie odkaliska tvoria andezity a ich pyroklastiká, na ktorých ležia svahové hliny a hlinitokamenité sute premenlivej mocnosti od 0,2 m do 8 m, maximálne 10 m. Sklon vzdušného svahu je 1 : 3,25, maximálny objem odkaliska je  $2,44 \text{ mil. m}^3$ . Územie sa nachádza v  $6^\circ$  EMS seizmickej aktivity. S plavením sa skončilo v roku 1992, kedy sa ukončilo s plavením flotačných pieskov z úpravovne rúd v Banskej Štiavnici.



Obr. 2.3.80: Odkalisko sedem žien - situácia lokality

Podrobnejšia situácia odkaliska aj s lokalizáciou prieskumných vrtov a geofyzikálnych profilov je na obrázku 2.3.81.

## Vyhodnotenie pozorovaných parametrov od roku 2002 do 2009 - odkalisko Sedem žien

### Laboratórne rozbory

Flotačné odpady z lokality odkaliska Sedem žien sú prevažne zrnitostne podobné pieskom S3 S-F ale aj S5 SC, vo vrte V-5 v hĺbke 1,0 m aj F4 CS. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_d = 1,294$  až  $1,497 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $\rho_n = 1,43$  až  $1,664 \text{ g.cm}^{-3}$ , vlhkosť prevažne len cca  $w = 9$  až  $12 \%$ .

### Presiometrické skúšky

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska Sedem žien namerali priemerné hodnoty medze presiometrického tlaku v roku 2009  $p_{lim} = 0,8 \text{ MPa}$  a v roku 2006  $p_{lim} = 0,594 \text{ MPa}$ . Priemerná hodnota presiometrického modulu sa v roku 2009 zistila  $E_p = 10,1 \text{ MPa}$ , a v roku 2006 len  $5,7 \text{ MPa}$ . Priemerná hodnota efektívneho uhla vnútorného trenia v roku 2009 bola  $\varphi_{ef} = 29,8^\circ$  a v roku 2006  $\varphi_{ef} = 28,5^\circ$ .

Výsledky všetkých presiometrických meraní z predchádzajúcich etáp monitorovania sú uvedené v tabuľke 2.3.29.



Obr. 2.3.81: Situácia prieskumných diel na odkalisku Sedem žien, 2009

Tab. 2.3.29: Výsledky presiometrických skúšok odkalisko Sedem žien

vrt	hĺbka [m]					$p_{lim}$ [MPa]					$\varphi_{def}$ [°]					$E_p$ [MPa]									
	1977	1996	2000	2003	2006	2009	1977	1996	2000	2003	2006	2009	1977**	1996	2000	2003	2006	2009	1977	1996	2000	2003	2006	2009	
SZ-1	3,0	3,0		2,7			0,450	0,570		0,727			27,3	28,7		28,2			11,050	7,840		17,400			
	4,0	3,7		3,5			0,570	0,570		0,600			28,6	28,6		28,9			8,390	8,040		21,270			
	5,0	5,2		5,5			0,440	0,920		0,805			26,9	31,4		30,6			3,640	11,400		24,560			
	6,3	6,3		6,5			0,320	1,050		1,015			24,8	32,2		31,9			3,260	11,850		29,340			
	6,8	7,1		7,5			0,610	1,045		0,865			28,8	34,9		30,9			6,500	13,900		19,450			
	8,5	8,6		8,5			0,510	1,000		1,035			27,6	31,8		32,0			4,640	13,130		34,470			
	10,0	10,0		9,5			0,130	0,720		0,695			18,2	29,7		31,3			3,090	7,210		7,570			
	11,0	11,3		10,5			0,640	0,960		0,505			28,9	31,4		29,2			3,410	8,880		5,060			
SZ-3		1,4	1,4	1,6				1,035	1,315	0,439				32,3	33,5	25,2				13,380	21,300	4,560			
	2,0	2,3	2,1	2,6			0,880	0,520	1,110	0,604			31,3	28,2	32,0	29,0			17,270	5,650	34,900	5,860			
	3,0	3,0	2,9	3,5			0,690	0,910	0,870	0,778			29,8	31,4	31,3	30,5			8,230	11,650	13,330	8,010			
	4,0	3,8	4,5	4,6			0,350	1,210	1,250	0,919			25,6	33,1	33,2	31,4			2,390	11,490	26,600	8,910			
	5,0	5,3	5,3	5,6			0,320	0,920	1,040	0,969			24,9	31,4	32,0	31,7			1,160	11,230	13,060	8,570			
	6,2	6,0	6,0				0,200	0,800	0,700				21,5	30,5	29,7				3,430	8,380	6,000				
	7,0	6,7		7,6			0,380	0,240		1,074			25,8	22,7		32,2			2,380	13,920		7,050			
	SZ-4		2,2		2,5				0,686		0,430				28,2		25,1				6,996		5,430		
		2,9		3				1,376		0,515				33,0		26,1				12,880		4,630			
		3,7		3,8				0,967		0,413				30,6		26,7				9,600		3,740			
		4,5		4,6				1,500		0,586				33,5		28,7				19,710		5,530			
		5,2		5,4				0,960		0,739				30,6		30,1				8,860		8,560			
		5,9		6,1				0,820		0,666				29,5		29,4				7,380		5,650			
		6,7		6,6				0,356		0,741				24,0		30,0				0,940		6,520			
SZ-6				2,8	3					0,162	0,190					23,4	21,9				*		1,380		
			3,5	3,7					0,534	0,217					28,2	22,6					3,300	1,450			
			4,5	4,4					0,634	0,174					29,0	21,0					3,800	1,090			
			5,4	5,1					0,638	0,176					29,0	20,9					3,450	1,120			
			5,9	5,8					0,317	0,213					26,4	22,1					*		0,750		
			6,4	6,5					0,247	0,150					24,6	19,3					*		0,340		
V-1					0,8	0,9																		9,730	
					1,4	1,7					0,658	0,640					29,6	28,7					7,094	8,480	
					2,1	2,5					0,585	0,680					28,9	29,1					8,159	8,320	
					2,9						0,206						22,4						0,595		
					3,6						0,460						27,3						2,942		
					4,5						0,439						27,0						2,616		
					5,3						0,677						29,6						6,099		
					5,7																				
V-2					1,0	0,9					0,834	0,570					31,0	27,8					9,286	5,570	
					1,7	1,8					0,631	0,880					29,4	30,8					7,201	15,060	
					2,4	2,6					0,478	1,030					27,7	31,8					4,290	17,370	
					3,1	3,3					0,585	0,960					28,8	31,3					4,947	13,920	
					3,9	4,0						0,900						31,0						10,660	
					4,6	5,0						1,000						31,6						11,660	
V-3					1,0	0,9						0,620						28,4					4,390		
					1,8	1,8					0,872	0,700					31,2	29,3					9,243	4,370	
					2,5	2,6					0,639	0,740					29,4	29,7					7,196	10,060	
					3,1	3,3					0,735	0,820					30,2	30,3					7,087	10,970	
					3,8	4,0					0,557	0,920					28,5	31,1					5,478	14,410	
					5,1	5,0					0,825	0,980					30,8	31,5					7,080	5,690	
V-4						0,9						0,640						28,6					1,861	6,880	
						1,8						0,640						28,7						8,950	
						2,7						0,830						30,4						16,010	
						3,4						0,880						30,8						12,120	
						5,0						0,940						31,3						12,840	
V-5						1,0						0,590						28,1						9,170	
						2,0						0,660						28,9						7,570	
						3,0						0,710						29,4						8,020	
V-6						1,0						0,690						29,1						9,780	

\* Nebola nameraná pružnoplástická, len plastická fáza deformácie

\*\* prehodnotený merania VUIS Bratislava

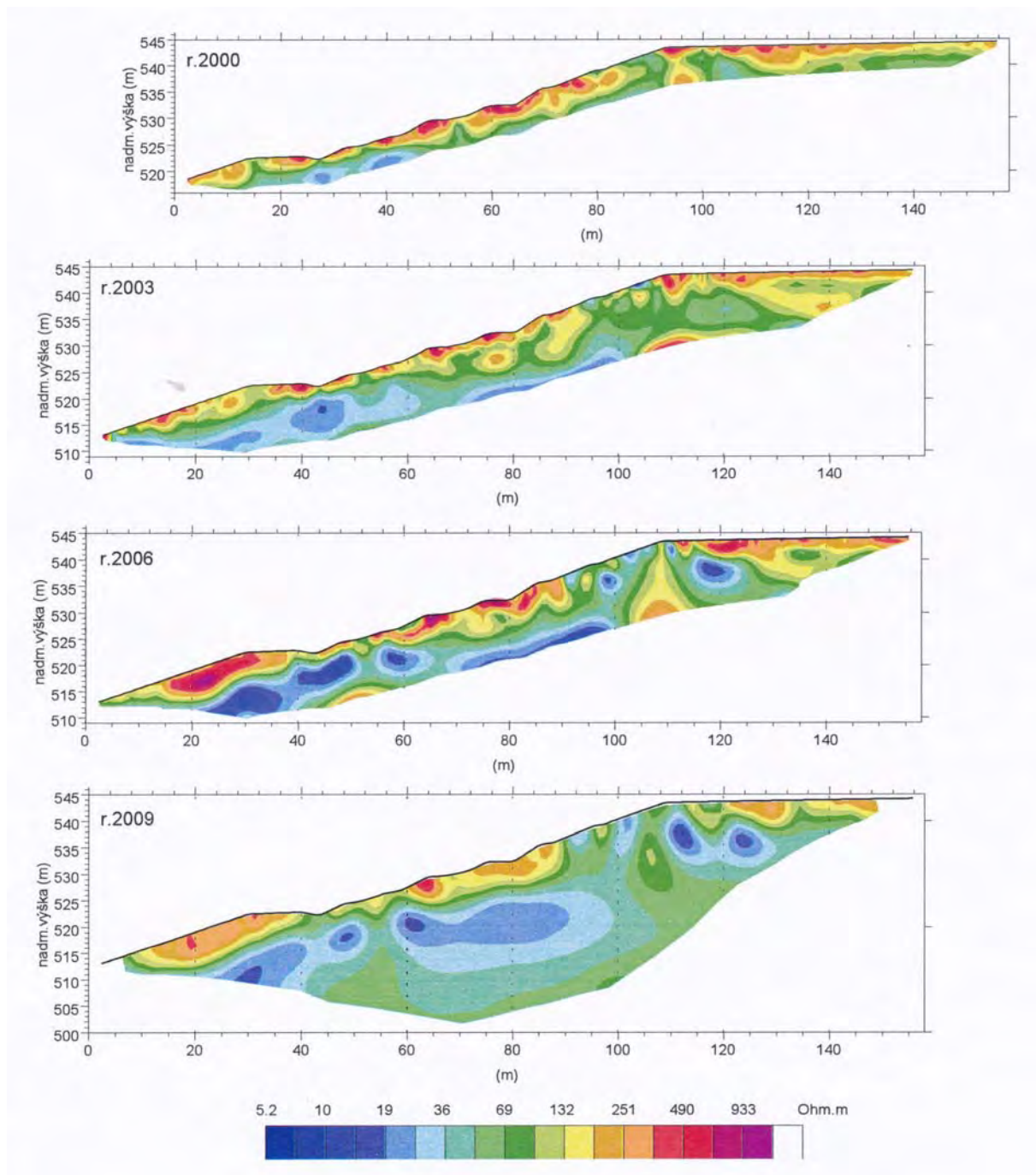
## Geofyzikálne merania

Metóda ERT (elektrická rezistivná tomografia) je základnou metódou pre geofyzikálne monitorovanie a predstavuje kombináciu metód odporového profilovania, a vertikálneho elektrického sondovania. Vzhľadom na to, že meranie sa realizuje pomocou systému série elektród roziahnutých s hustým krokom (cca 2-5 m) a počítačom riadeného adresovania vysielania prúdu a prijímania napätia, je možné z výsledku merania získať pomerne detailný obraz o rozložení zdanlivej rezistivity vo vertikálnom reze vedenom pozdĺž meraného profilu. Následné počítačové spracovanie umožňuje namerané dáta transformovať na súbor skutočných hodnôt rezistivity a cez ne získať obraz o reálnej štruktúre vyšetřovaného horninového prostredia. Opakovaným meraním je potom možné postihnúť aj drobné zmeny vo vyšetřovanom horninovom prostredí a posúdiť vývoj vplyvu rôznych faktorov na toto horninové prostredie. V tomto prípade boli merania robené na profile dlhom 155 m pričom v rokoch 2000 až 2006 bol krok elektród 2 m a v roku 2009 bolo meranie robené s krokom elektród 5 m (zmena bola urobená v dôsledku inovácie meracej aparatury). Pri meraní bolo použité usporiadanie Wenner – Schlumberger. Vďaka použitému kroku merania v roku 2009 bol hĺbkový dosah tohto merania oproti meraniam v predošlých rokoch zvýšený na cca 30 m.

## Výsledky geofyzikálnych meraní

Odporové vertikálne rezy na meranom profile (obr. 2.3.82) ukazujú, že pri povrchu je nesúvislá vrstva s premenlivou hrúbkou (od 0 do 6 m) roztrhaná na viac častí. Materiál tejto vrstvy vykazuje vysoký elektrický odpor (nad 200 ohmm) čo odpovedá slabo hlinitým pieskom s kamenitou prímiesou. V miestach prerušenia tejto vrstvy pri povrchu je materiál s nízkym elektrickým odporom (pod 20 ohmm) čo odpovedá piesčitým hlinám. Vrstva ležiaca pod vrstvou pri povrchu vykazuje väčšiu hrúbku (do 15 m) a nízky elektrický odpor (pod 20 ohmm) čo odpovedá slabo piesčitým hlinám a zrejme sa jedná o vlastný materiál odkaliska. Táto druhá vrstva je na dvoch miestach prerušená (metráž 55 a 107 m) vertikálnymi telesami hrubozrnnejšieho materiálu (kamenité a piesčité hliny) v rámci spevňujúcej konštrukcie hrádze odkaliska. Pod uvedenými vrstvami v spodnej časti v strede rezu je možné vidieť prejav podložia, ktorého materiál má zvýšené hodnoty elektrickej rezistivity (do 100 ohmm).





Obr. 2.3.82: Výsledky opakovaných meraní metódou ERT na lokalite Sedem žien

Pri porovnaní rezov z rokov 2000 a 2009 je zrejماً pomerne veľká zhoda a zachovanie zreteľných objektov dobre rozoznateľných na všetkých rezoch. Rozdielne úrovne hodnôt rezistivity v nich sú spôsobené odlišným stavom vlhkosti v nenasýtenej zóne v dôsledku rozdielnej zrážkovej činnosti predchádzajúcej samotné meranie. Prínosom je zvýšený hĺbkový dosah pri meraní v roku 2009, ktorý odkryl charakter rezu v jeho hlbšej časti. Prejavuje sa tu prítomnosť materiálu odkaliska čo je flotačný odpad zo separácie rúd, ktorý zrnitostne odpovedá

hlinitému piesku až piesčitej hline a ukazuje sa tiež že zrnitosťné zloženie pyroklastického materiálu v podloží je zrejme podobné materiálu odkaliska.

Na odkalisku Sedem Žien v oblasti Banskej Štiavnice boli v rokoch 2000 až 2009 vykonávané opakované geofyzikálne merania za účelom sledovania zmien fyzikálnych charakteristík a pre posúdenie možných zmien stability odkaliska. Metóda ERT, ktorá sa pri tom použila umožnila zostaviť podrobné odporové obrazy o skúmanom horninovom prostredí a sledovať jemné zmeny v odporovom obraze medzi jednotlivými opakovanými meraniami. Z výsledkov bolo zistené, že tieto charakteristiky zostali počas monitorovacieho obdobia rovnaké a lokálne zmeny v hodnote a detailnom tvare rozhraní medzi prítomnými materiálmi sú dôsledkom zmien v stave vlhkosti v nenasýtenej zóne ako výsledok mieniacej sa zrážkovej aktivity predchádzajúcej realizáciu jednotlivého merania.

### **Zhrnutie výsledkov na odkalisku Sedem žien a upozornenia na niektoré anomálie**

V odkalisku Sedem žien sú deponované flotačné kaly po separácii vyťažených rúd v Banskej Štiavnici. Tieto kaly sú prevažne obdobného zrnitosťného zloženia ako piesky S3 S-F ale aj S5 SC, vo vrte V-5 v hĺbke 1,0 m aj F4 CS. Objemová hmotnosť je v rozpätí  $\rho_d = 1,294$  až  $1,497 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $\rho_n = 1,43$  až  $1,664 \text{ g.cm}^{-3}$ , vlhkosť prevažne len cca  $w = 9$  až  $12 \%$ .

Z kryštalických fáz sú na oboch odkaliskách zistené analogické minerály, prítomné sú a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť kalcitu. Kremeň a kalcit predstavujú jalovinu získanú pri flotácii, živce a magnetit pochádzajú z okolitého horninového prostredia. Amorfná fáza prítomná vo feromagnetických frakciách bude mať tendenciu rekryštalizovať. Ílových minerálov sa identifikovalo minimálne množstvo, čo je zárukou dlhodobej stálosti flotačných kalov.

Z výsledkov presiometrických skúšok sa stanovili priemerné hodnoty medze presiometrického tlaku v roku 2009  $p_{lim} = 0,8 \text{ MPa}$  a v roku 2006  $p_{lim} = 0,594 \text{ MPa}$ . Priemerná hodnota presiometrického modulu sa v roku 2009 zistila  $E_p = 10,1 \text{ MPa}$  a v roku 2006 len  $5,7 \text{ MPa}$ . Priemerná hodnota efektívneho uhla vnútorného trenia v roku 2009 bola  $\varphi_{ef} = 29,8^\circ$  a v roku 2006  $\varphi_{ef} = 28,5^\circ$ . Toto zvýšenie mechanických vlastností je spôsobené skutočnosťou, že sa skúšky v roku 2009 museli realizovať na iných miestach ako v predchádzajúcich etapách monitorovania. Na odkalisku sa náletové dreviny tak rozrástli, že na lavičkách odkaliska nie je možný pojazd vrtnej súpravy. Skúšky sa realizovali v okrajovej časti odkaliska. V tejto časti odkaliska sa nachádzali konsolidovanejšie a stmelenejšie kaly s nižšou vlhkosťou. Nie je to nárast pevnosti kalu počas troch rokov od ostatného merania. Z geofyzikálnych meraní sa zistilo, že charakteristiky rezistivity prostredia zostali počas monitorovacieho obdobia rovnaké a lokálne zmeny v hodnote a detailnom tvare rozhraní medzi prítomnými materiálmi sú dôsledkom zmien v stave vlhkosti v nenasýtenej zóne ako výsledok mieniacej sa zrážkovej aktivity predchádzajúcej realizáciu jednotlivého merania.

Na odkalisku Sedem žien dochádza k ďalšej povrchovej erózii odkaliska, degradácii jeho profilu, niektoré lavičky (bermy) sú už z erodované do šikmej plochy odkaliska bez akejkoľvek ochrany kamenitým prísypom alebo zatrávnením. Bolo by potrebné realizovať aspoň najnutnejšie sanácie na zabezpečenie dlhodobej stability týchto starých pochovaných sedimentov v okolí Banskej Štiavnice.

### 2.3.5. Zhrnutie výsledkov monitorovania

Environmentálne záťaže sa v návrhu zákona o environmentálnych záťažiach vymedzujú ako stav vzniknutý kontamináciou horninového prostredia (vrátane podzemnej vody) nad mieru ustanovených kritérií. Na zníženie negatívnych vplyvov znečistených, kontaminovaných území na zdravie ľudí a ostatných zložiek životného prostredia je vyvinutých množstvo sanačných postupov, ktorými sa odstraňujú kontaminanty zo životného prostredia alebo sa znižuje riziko na akceptovateľnú úroveň (sanačný limit). Bolo by vhodné v budúcnosti do tohto pod systému ČMSGF zaradiť lokality z Informačného systému environmentálnych záťaží, ktorý bol vytvorený v rámci geologickej úlohy Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky. Išlo by o lokality, pre ktoré by bolo vhodné doplniť údaje o znečistení životného prostredia.

Odporúčame ďalej pokračovať aj v geotechnickom monitorovaní odkalísk a zdokumentovať stav odkalísk na Slovensku, ktoré predstavujú potenciálne environmentálne záťaže.

Pri monitorovaní a jeho optimalizácii sa v podsysteme 03 ČMSGF dobre osvedčili terénne merania fyzikálnych parametrov vody, ako sú merná elektrická vodivosť (vodivosť) vody a teplota vody. Ich vhodnou aplikáciou sa dá vystihnúť rozloženie kontaminácie v priestore, či sledovať zmeny prejavov šírenia kontaminantov v závislosti od vonkajších podmienok. Koreláciou obsahu špecifického makrokontaminantu s vodivosťou vody v konkrétnom monitorovanom mieste sa tieto ukazovatele dajú vzájomne substituovať. To umožňuje spĺňať požiadavku univerzálnosti a optimalizovania programu monitoringu čoho dôsledkom je výrazné zníženie finančných nákladov na získavanie potrebných informácií.

Vodivosť a teplota vody predstavujú základné fyzikálne parametre vody. Ich používanie je široko aplikovateľné, čo vyplýva z ich fyzikálnej povahy. *Merná elektrická vodivosť vody* je funkciou obsahu iónov v roztoku, typu rozpustených látok a teploty. Vo vodách obsahujúcich prevažne anorganické látky (pitné vody, väčšina povrchových a niektoré odpadové vody) sa vodivosť dá použiť ako približná miera koncentrácie minerálnych elektrolytov. V odpadových vodách obsahujúcich soli organických kyselín a zásad je približnou mierou koncentrácie minerálnych aj organických látok rozpustených vo vode (Pitter, 1999).

V rámci monitorovania kontaminovaných lokalít je využitie meraní vodivosti vody postavené na dobrej kontrastnosti medzi vodami ovplyvnenými a neovplyvnenými kontaminantami.

*Teplota vody* je jedným z významných ukazovateľov akosti a vlastností vody. Významne ovplyvňuje chemickú a biochemickú reaktivitu vôd. Je dôležitým údajom pri výpočte chemických rovnováh vo vodách, pri stanovovaní biochemickej spotreby kyslíka, či pri hodnotení samočistenia povrchových vôd.

V rámci monitorovania kontaminovaných lokalít je využitie meraní teploty vody postavené na skutočnosti, že voda pochádzajúca zo skládky má vyššie hodnoty teploty ako je teplota vody v okolí. Takáto situácia vzniká v dôsledku vyhrievajúcich procesov prebiehajúcich v skládke pričom dochádza k uvoľňovaniu tepla. Na začiatku vyhrievacích procesov môže teplota dosahovať až 40 – 60 °C.

Prehľad informácií, ktoré sa dajú získať terénnymi meraniami fyzikálnych parametrov vody sú nasledujúce:

1. šírenie kontaminantov prostredím (distribúcia znečistenia v 3D priestore, vertikálna zonálnosť vo vrtoch),
2. vonkajšie vplyvy (režimové pozorovania súvisiace s klimatickými vplyvmi, hydrologickým režimom tokov v okolí skládky),
3. procesy prebiehajúce v skládke (vývoj znečistenia za dlhšie časové obdobie (trendy vývoja).

Dlhodobu pozorované veľmi rozdielne hodnoty vodivosti v jednotlivých monitorovacích vrtoch dokumentujú znečistenie vody v okolí skládky.

Terénne merania fyzikálnych parametrov vody pomáhajú získať údaje potrebné k objektívnemu a reprezentatívne identifikovaniu kontaminácie vody a posúdeniu jej zmien v čase v príslušnom geologickom prostredí. V rámci programu monitoringu je meraniami možné výhodne optimalizovať napríklad rozsah sledovaných ukazovateľov, frekvenciu monitorovania, alebo miesta odberov vzoriek pre laboratórne analýzy. Takýmto spôsobom sa najmä pri na dlhodobu trvajúcom monitoringu dajú podstatne znížiť nemalé finančné náklady.

V predloženej záverečnej správe sme prezentovali výsledky monitoringu fyzikálnej stability na 6 odkaliskách za obdobie rokov 2002 – 2009. Vzhľadom na ekonomickú podporu tohto monitorovacieho pod systému je rozsah a použité metódy na opísaných odkaliskách optimálne. Podotýkame, že realizujeme tieto výskumné práce za finančné prostriedky na úrovni cien spred 10 rokov a už nie je možné realizovať takýto rozsah monitoringu v budúcnosti. Dve ekologické havárie odkalísk u našich južných susedov iste kompetentné orgány presvedčí, že je lepšie pravidelne a dôsledne monitorovať takéto ekologické stavby ako riešiť ekologické katastrofy. Jedna havária obrovského rozsahu bola aj u nás, keď sa v roku 1965 pretrhla hrádza odkaliska ENO v Zemianskych Kostolčanoch a do okolia až po 100 km vzdialené Nové Zámky sa rozlialo 2,5 mil. m<sup>3</sup> popolčeka s vysokým obsahom ťažkých kovov najmä arzenu. Na záver odporúčame, aby sa monitoring realizoval opakovane každé tri roky na dvojici odkalísk, tak ako doteraz. Využijú sa tak efektívnejšie dopravné náklady na techniku aj ľudí ako by sa realizoval monitoring v budúcnosti po jednom odkalisku za rok, tak ako sa uvažuje.

## Literatúra

- Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiaskový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 a 2008). Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ Bratislava, <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>*
- Beharka, M., 1993: Krompachy Halňa, zistenie kontaminácie podložia a návrh monitorovania. Manuskript, archív Geofondu, Bratislava.
- Beharka, M., 1996: Posúdenie miery znečistenia rieky Hornád v úseku Kolinovce- ústie potoka. Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Beharka, M., 2001: Štúdia- stará ekologická záťaž „Halňa“. Manuskript mesta Krompachy.
- DANCEE, 2005: Skládka Halňa v Krompachoch, sanácia environmentálnych a zdravotných dopadov. Manuskript mesta Krompachy.
- Grandtnerová, K.: Odborný posudok pre stanovenie kategórie vodohospodárskeho diela – Odkaliska konvertorových kalov, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 08/1997, 4 s., 9 A4 príl.
- Hokynek, P., et al.: Odkaliská Duslo a.s. Šaľa, Čiastková správa z výstavby a overovacej prevádzky za obdobie 1.11.2003 – 31.10.2005, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 12/2005, 23 s., 164 A4 príl.

- Hokynek, P., et al.: Odkaliská Duslo a.s. Šaľa, Čiastková správa z výstavby a overovacej prevádzky za obdobie 1.11.2003 – 31.10.2005, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 12/2007, 36 s., 107 A4 príl.
- Hokynek, P., Furindová, K.: Merania relatívnych posunov na dilatometrických skobách v štôlni a odbernej veži odkaliska A-2/1 za obdobie od 1.11.2007 do 21.10.2009, Vodohospodárska výstavba, š.p. Bratislava, 10/2009, 8s.
- Hokynek, P., et al.: Odkaliská Duslo a.s. Šaľa, Čiastková správa o dohľade nad VS za obdobie 11/2007 až 10/2009, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 12/2009, 34 s., 108 A4 príl.
- Husár, M., 1993: Geochemicko-ekologická mapa riečnych sedimentov - región Hornádska kotlina a východná časť Slovenského rudohoria.
- Jaško, V. A KOL.: Komplexné hydrogeologické a hydrochemické posúdenie ložiska Cu- Fe rúd. Aquipur, a.s. pre MHSR, archív Geofondu, 124 s., 1995.
- Jaško, V.: Smolník – monitoring vývoja kvality vôd ložiska Cu- S rúd. Záverečná správa, Aquipur, Bratislava, pre MHSR, archív Geofondu, 45 s., 1998.
- Jurkovič L., Hiller E., Slaninka I., Kordík J., Majzlan J., 2006: Geochemické štúdium kontaminovaných riečnych sedimentov a povrchových vôd a experimentálne hodnotenie mobility As (povodie toku Kyjov a Ondava, odkalisko Poša, východné Slovensko), workshop „Zvyšovanie kvality odbornej prípravy v oblasti environmentálneho rizika odpadov ťažobného priemyslu“, Bratislava
- Joint Committee on Powder Diffraction Standards, 1974: Selected Powder Diffraction Data for Minerals, Swarthmore, Pennsylvania, USA, 833 s.
- Klepáčová, K.: Kategorizačný list pre stanovenie kategórie vodohospodárskeho diela- Odkalisko konvertorových kalov, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 06/1998, 10 s., 4 A4 príl.
- Klepáčová, K.: Odborný posudok pre stanovenie kategórie vodohospodárskeho diela- Kalová nádrž č. 1, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 07/1998, 7 s., 11 A4 príl.
- Klepáčová, K.: Odborný posudok pre stanovenie kategórie vodohospodárskeho diela- Kalová nádrž č. 2, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 09/2000, 5 s., 10 A4 príl.
- Kordík, J. a Slaninka, I., 2001: Mapa kvality prírodných vôd 1:50 000. Čiastková záverečná správa. In: Puchnerová, M. 2001 Prieskum prírodných zdrojov vo vzťahu k životnému prostrediu - Tibreg (okolie trebišovskej panvy), geofaktory životného prostredia, Archív ŠGÚDŠ Bratislava, 64 s.
- Kovaľko, A., Furindová, K.: Kategorizačný poriadok pre stanovenie kategórie vodnej stavby- Odkalisko: kalová nádrž č. 3, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 04/2003, 6 s., 14 A4 príl.
- Kovaľko, A., Furindová, K.: Odkaliská Duslo Šaľa, Program dohľadu nad vodnou stavbou, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 04/2004, 12 s., 24 A4 príl.
- Kovaľko, A.: Odkalisko Duslo Šaľa, Analýza stability hrádzí odkaliska A – I, HYCOPROJEKT, a.s. Bratislava, 12/2004, 11s., 49 A4 príl.
- Kovaľko, A., Furindová, K.: Odkaliská DZ- Oceliareň (platný od 01.01.2007), Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 09/2006, 8 s., 5 A4 príl.
- Kovaľko, A., Hokynek, P., Ďurianová, D., Furindová, K.: Register kategorizovaných vodných stavieb v SR, časť I., vodné stavby – odkaliská, Vodohospodárska výstavba, š.p. Bratislava, 10/2006, 13 s., 198 A4 príl.
- Kovaľko, A., Furindová, K.: Odkaliská oceliarskych kalov, súhr. Správa o TBD nad vodnou stavbou do 11/2006, Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava, 11/2006, 10 s., 13 A4 príl.
- Krištofík, M.: Manipulačný poriadok odkalisk DZ- Oceliareň, USS, DZ Oceliareň, s.r.o., Košice, DTD – BN73 – 01/04, 07/2007, 17 s., 2 A4 príl.
- Kurkin, M., Gregor, T.: Kontrola tesnosti izolačnej fólie na objekte „Kalové pole č. 3“ pre US Steel Košice, (ponuka a správa) Sensor System, s.r.o., Bratislava, 01/2003, 6 s., 08/2004, 10 s.
- Lintnerová, O.: Oxidation and acidification of tailings impoundments, Banská Štiavnica a Smolník Mines, Slovakia. Prague 2000, 5th- International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Proceeding. 1- 7. 2000.
- Lintnerová, O.: Vplyv ťažby nerastných surovín na ŽP, Univerzita Komenského, PrF, Bratislava, ISBN 80-223-1630.
- Mako, J., et al.: Záznamy o výkone TBD na vodných stavbách Duslo, a.s. Šaľa a rozborov z pozorovacích vrto v na päte hrádzí odkaliska AI, AII za obdobie od 1.11.2007 do 31.10.2009, DUSLO, a.s. Šaľa, 24 s. 156 A4 príl.
- Masarovičová M., Slávik I., Kovaľková J.: Komplexný monitoring odkalisk SR, časť 6, STU, Stavebná fakulta, Katedra Geotechniky, ZoD-04-184/06, dod.2/08
- Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, ALFA Bratislava – SNTL Praha, š-349/1985 – 30, 1986, 295 s.

- Matys, M. a kol. 2009: Ročná správa úlohy *Antropogénne sedimenty zakryté charakteru environmentálnych záťaží za rok 2008*, PRIF UK, KIG, Bratislava, manuskript, pre ŠGÚ DŠ a MŽP SR, január 2009
- Mesároš, V., Režnák, J.: Geodetické zameranie, Zameranie kontrolných výškových bodov na skládkach odpadov Duslo a.s. Šaľa Trnovec nad Váhom, 06/2008, 1 s., 3 A4 príl.
- Mesároš, V., Režnák, J.: Geodetické zameranie, Zameranie kontrolných výškových bodov na skládkach odpadov Duslo a.s. Šaľa Trnovec nad Váhom, 11/2008, 1 s., 3 A4 príl.
- Mesároš, V., Režnák, J.: Geodetické zameranie, Zameranie kontrolných výškových bodov na skládkach odpadov Duslo a.s. Šaľa Trnovec nad Váhom, 06/2009, 1 s., 3 A4 príl.
- Mesároš, V., Režnák, J.: Geodetické zameranie, Zameranie kontrolných výškových bodov na skládkach odpadov Duslo a.s. Šaľa Trnovec nad Váhom, 10/2009, 1 s., 3 A4 príl.
- Polča, J., et al.: Rekonštrukcia a modernizácia kalovej nádrže č.3, č.2 sprievodná správa A č. 2, 12680/26/02, arch. č. 12680.a, us Steel, s.r.o., Košice, 1/2003, 25 s.
- Polča, J., et al.: Rekonštrukcia a modernizácia kalovej nádrže č.3, súhrnná technická správa B, č. 2. 12680/26/02, arch. č. 12680.B, US Steel, s.r.o. Košice, 1/2003, 24 s.
- Polča, J., et al.: Rekonštrukcia a modernizácia kalovej nádrže č. 3., č.z. 12680/14/02, arch. č. 12680.003. AS, výkr.č. 1 až 4, US Steel, s.r.o. Košice, 01/2003, 31 A4 výkr.
- Pramuka, S. - Bodiš, D. - Cicmanová, S. - Gluch, G. - Khun, M. - Klukanová, A. - Lexa, J. - Mackových, D. - Marsina, K. - Olekšák, S. - Rapant, S. - Vozár, J. - Záhorová, L., 1999: Geochemický atlas Slovenskej republiky, časť 1: riečne sedimenty, ZS. Manuskript, ŠGÚDŠ, Bratislava, 42 str.
- Samselyová, A., et al.: GO Kalovej nádrže, S0003- Nadvýšenie kalovej nádrže, meracie body, č. 2. 11116/14/00, arch. č. 11116.003.AS, č. výk. 4, VSŽ- Inžiniering, s.r.o. Košice, 09/2000, 4 A4 výkr.
- Slavkovská, A.: Ekologizácia Mokrej haldy – kolaudačné rozhodnutie, OÚ Košice II., odbor ŽP, Košice, 08/2001, 5 s.
- Stašik, L., 2003: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“, časť mesto Krompachy (správa za rok 2002). Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Stašik, L., 2006: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“, časť mesto Krompachy (správa za I. polrok 2006). Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Stašik, L., 2007: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“, časť mesto Krompachy (správa za rok 2007). Manuskript, archív MÚ Krompachy.
- Szilágyi, P.: Technologicko – organizačný predpis pre skládku konvertorových kalov, č. ZN 73 – TOP – 5/95, VSŽ – Oceľ, s.r.o., Košice, 05/1995, 15 s.
- Szilágyi, P.: Prevádzkový a manipulačný poriadok kalových nádrží, DTD – ZN73 – 01/00, US Steel, s.r.o. Košice, 11/2000, 10 s., 4 A4 príl.
- Šucha, V. a kol.: Komplexný model environmentálnych účinkov ťažby rudných nerastných surovín v typových oblastiach Slovenskej republiky. PRIF UK pre MŽP SR, archív PRIF UK Bratislava, 120 s. 1996.
- Švikruha, L., et al.: Manipulačný poriadok pre odkaliská Amerika I a Amerika II, DUSLO, a.s. Šaľa, 11/2001, 27 s., 22 A4 príl.
- Švikruha, L., et al.: Manipulačný poriadok pre odkaliská Amerika I, DUSLO, a.s. Šaľa, 11/2006, 19 s., 11 A4 príl.
- US Steel, s.r.o. Košice – fotodokumentácia Odkaliská U.S. Steel Košice (Mokrú haldu, Oceliarské kaly, ČOV Sokolany), Košice, 07/2006, 25 s.
- Váňa, J., DUSLO ŠAĽA . skládka odpadov 1. stavba, Projekt měření, HYDROPROJEKT, O.Z. Ostrava, 11/1988.
- Váňa, J., DUSLO ŠAĽA . skládka odpadov 1. stavba, Projekt měření, HYDROPROJEKT, O.Z. Ostrava, 12/1990.
- Vybíral, V., Hrabínová, J., Gajdoš, V., Matys, M. a Némethyová, M., 2005: Západné Karpaty – vybrané regióny – monitorovanie vplyvu environmentálnych záťaží na geologické činitele životného prostredia, orientačný GP ŽP. Bratislava, Senzor – MŽP SR, 113 s., 22 príl.
- Záhorová, L., Pramuka, S., 2008: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží SR, čiastková záverečná správa za okres Spišská Nová Ves in Paluchová, K. a kol., 2008: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží SR, záverečná správa.
- Zetek, J.: Manipulačný a prevádzkový poriadok odkaliska troskopopolovej zmesi (Mokrú haldu), VSŽ a.s., Košice, č. švs – 605/96 – v, 03/1996, 9 s., 16 A4 príl.

STN 72 10xx Rada STN noriem na laboratórne rozborové zemin  
STN 72 1004 Presiometrická skúška

**Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory**  
Správa za obdobie 2002 – 2009

**Prílohová časť**


**3 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží**

str.

3      Identifikačné listy odkalísk

1


### Identifikačný list odkaliska

N Á Z O V		Odkalisko Smolník		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Smolnícky potok	Smolnícka Huta Gelnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b> Rudný projekt š.p., Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s jednorázovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretakané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín a hlušiny, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1954, výstavba v 3 etapách (1. etapa: 1954 – 1964 (hrádza h= 28 m), 2. etapa: 1964 – 1974, 3. etapa: 1974 – 1989 (hrádza h= 85,5 m), 1989 ukončenie prevádzky, 1993 projekt rekultivácie, 1995 technická a biologická rekultivácia, 1997 program dohľadu, 1998 delimitácia pod správou RB, š.p. B. Bystrica, klasifikácia na ložisko nerastných surovín, v súčasnosti trvalá existencia odkaliska).				
<b>Situácia</b> 				

Ústretovosť a spolupráca so správcom podľa platného programu dohľadu.




**Identifikačný list odkaliska**


N Á Z O V		<i>Odkaliská DUSLO, a.s. ŠAEA</i>		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Váh	Tmovec n.V. Šaľa	popolový sediment	Duslo, a.s. Šaľa
<b>Projekt</b> Hydroprojekt Ostrava				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s regulovaným obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1978				
<b>Situácia</b> 				

Ústretovosť a spolupráca so správcom podľa platného programu dohľadu, uspokojivá.

### Identifikačný list odkaliska


N Á Z O V		<i>Odkalisko Konvertorové kaly uss košice</i>		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
IV.	Ida	Košice - Šaca	jemný konvertorový kal	<b>US Steel, s.r.o. Košice</b>
<b>Projekt</b> Hydroprojekt, s.r.o. Košice, VSŽ Inžiniering, s.r.o., Košice, US Steel, s.r.o., Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinného typu, so základnou hrádzou nasypanou z miestnych zemín, kombinovanou so ŽB prefabrikovanými stenami, s tesniacim a drenážnym systémom, uloženie kalov je dočasné.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1994, (začiatok výstavby r. 1993).				
<b>Situácia</b> 				

Ústretovosť a spolupráca so správcom veľmi dobrá.

N Á Z O V		<i>Odkalisko Mokrú haldu v Košiciach</i>		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
IV.	Ida	Veľká Ida Košice II.	troskopopolo vá zmes	US Steel, s.r.o. Košice
<b>Projekt</b> Hutný projekt, n.p. Praha a Košice, [10], 1958 arch.č. HP – 18 – 6 - 00467				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie sedimentu prechodné.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. ~1973 je súčasťou haldového hospodárstva US Steel, s.r.o. Košice (pôvodne VSŽ š.p. Košice), 1988 – 90 rekonštrukcia zložiska, vodonepriepustné steny, monitoring; 1993- 97 realizácia rekonštrukcie v zmysle platnej legislatívy, 2001 ekologizácia mokrej haldy [9].				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je dobrá.

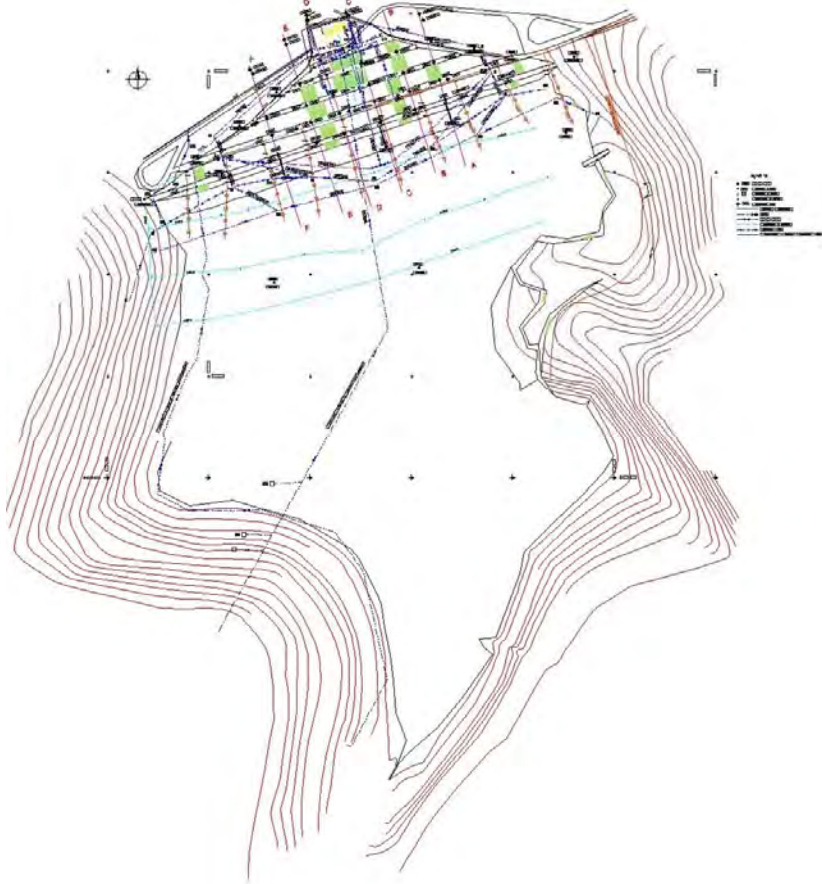
### Identifikačný list odkaliska

N Á Z O V		<i>Odkalisko ČOV - Sokolany USS Košice</i>		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
IV.	Sokolanský potok	Košice - okolie	kaly z ČOV	<b>US Steel, s.r.o. Košice</b>
<b>Projekt</b> Hydroconsult, š.p., Bratislava, (ČOV – Hutný projekt Košice, ČKD Dukla Praha)				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie sedimentovaných kalov zatiaľ trvalé (možnosť vývozu kalu na rudište alebo suchú haldu).				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1975, vybudované ako retenčná nádrž, realizácia ČOV 1986 – 1990, nadvýšenie hrádze 1990 – 1992.				
<b>Situácia</b> 				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je dobrá.

## 2. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO ŽILINA - ROSINA

### 2.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko ŽILINA - ROSINA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
II.	Bytčický potok	Žilina Žilina	populový sediment	Žilinská teplárenská, a.s.
<b>Projekt</b> Projektant základnej hrádze Váhostav n.p. Žilina, Bratislava, GP HUCO š.p. Bratislava, v súčasnosti Mélyépterv-Hydrotransport, s.r.o. Budapešť, MR.				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou nasýpanou z materiálu z lomu Kosová, nadvyšovaná z uloženého popola, uloženie populového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1985, (začiatok výstavby r. 1983).				
<b>Situácia</b>				
				

Prevzaté od Mélyépterv Hydrotransport KFT Budapešť

Ústretovosť a spolupráca so správcom veľmi dobrá.

### 3. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO SNINA

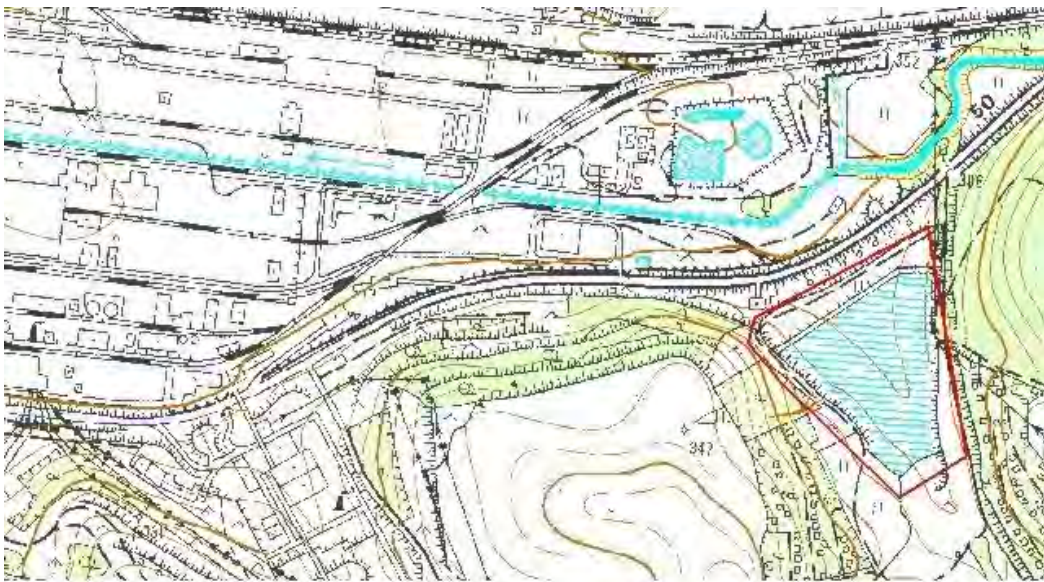
#### 3.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko SNINA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Magurica	Nižný Hrabovec Snina	populový sediment	Energy Snina, s.r.o.
<b>Projekt</b> Mélyépterv Budapešť, MR, Vodohospodárska výstavba š.p., Bratislava				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s uzatvoreným využitím dopravnej vody, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie populového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1990.				
<b>Situácia</b>				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je dobrá.

#### 4. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO ZVOLEN

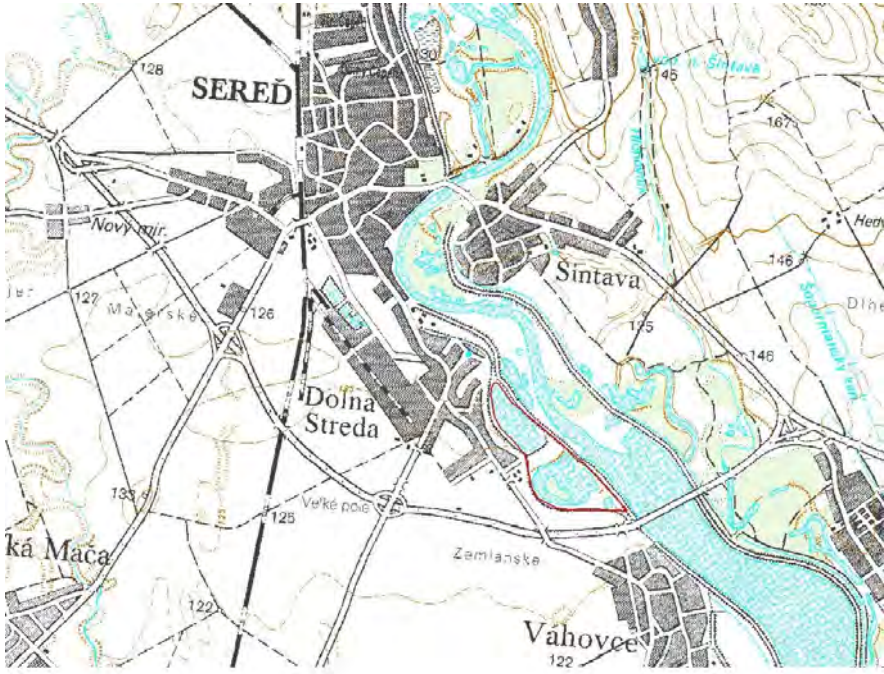
##### 4.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko ZVOLEN		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Zolná	Môťová Zvolen	Škvara a popolový sediment	Zvolenská teplárenská a.s., Zvolen
<b>Projekt</b> Mélyépterv Budapešť, MR (1956-1990), Mélyépterv – Hydrotransport s.r.o., Budapešť, MR (1990-2002), Hydroconsulting, s.r.o. Bratislava (2003-)				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé (1991 – 2005). Do r. 1991 sa ukladala do priestoru odkaliska škvara. Od r. 2005 sa celoročná produkcia vyváža.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1958, do r. 1991 prechodné ukladanie škvary, od r. 1991 – 2005 plavenie popola a nadvyšovanie hrádzí (4 x 1,5 m), od r. 2005 plavenie do 2 kaziet (deliaca hrádza naprieč údolím), prvá kazeta je naplavovacia, druhá slúži na dočistenie odsedimentovanej vody, plavenie cyklické (vývoz popola do bane Dolina, V. Krtíš).				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je dobrá.

## 5. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO SEREĎ

### 5.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

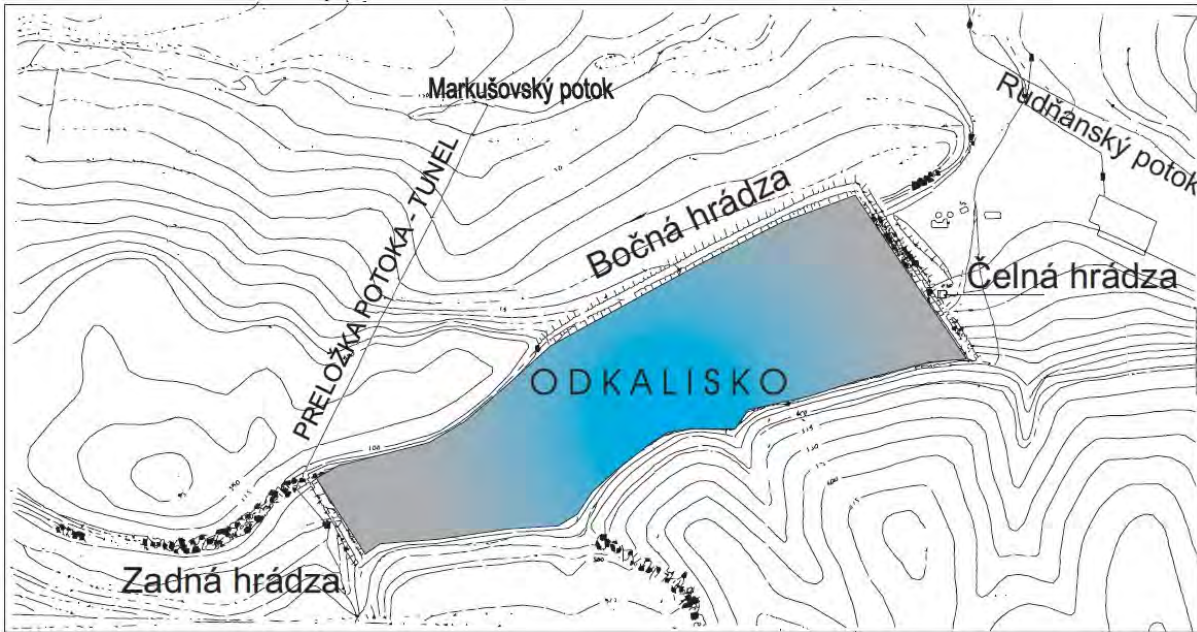
N Á Z O V		Odkalisko SEREĎ		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Váh	Sereď – Dolná Streda Galanta	popolový sediment a cukrovárenský kal	Slovenské cukrovary, s.r.o. Sereď
<b>Projekt</b>				
Hydroconsult š.p., Bratislava, pracovisko Trenčín				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko je bezodtokové, dopravená voda presakuje do Váhu a časť sa vyparuje, rovinného typu so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko v prevádzke od r. ?, trvalé uloženie popola a kalu z umývania cukrovej repy, zrušenie časti odkaliska (ObÚŽP Galanta, č. 746/95Bav, dňa 21.09.1995), rekultivácia 13 ha, 1998, v prevádzke plavenia 6 ha.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom nie je žiadna.



## 6. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO RUDŇANY

### 6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko RUDŇANY		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Priekopec	Markušovce, Závadka, Spišská Nová Ves	rudný sediment	SABAR s.r.o. Markušovce (Rudohorská investičná spoločnosť, s.r.o.)
<b>Projekt</b> Rudný projekt š.p., Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1979, výstavba v 2 etapách (1. etapa: 1960 – 1964, 2. etapa: 1975 – 1978). Začiatok výstavby bočnej hrádzy 1987.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je výborná.

## 6. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO BANKOV - staré

### 6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko NOVÁKY - 6		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
IV.	Pásmový potok	Čermeľ, Košice	rudný sediment	Meoptis s.r.o. Bratislava
<b>Projekt</b> Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s čiastočným obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného flotačného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1963, po ukončení plavenia v r. 1999 odstavené, nemonitorované a nesledované TBD.				
<b>Situácia</b> Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii.				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je priemerná.

## 2. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO SE a.s., AEMO o.z. ČIFÁRE

### 2.1

### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko SE a.s. Bratislava, AEMO Čifáre		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Telinský potok	Čifáre Veľký Ďur Levice	vápenné kaly	SE a.s., AEMO o.z. Mochovce

#### Projekt

Hydroprojekt n.p. Brno, Váhostav n.p. Bratislava, Energoprojekt n.p. Praha, Hydroconsult š.p. Bratislava, prac. Trenčín

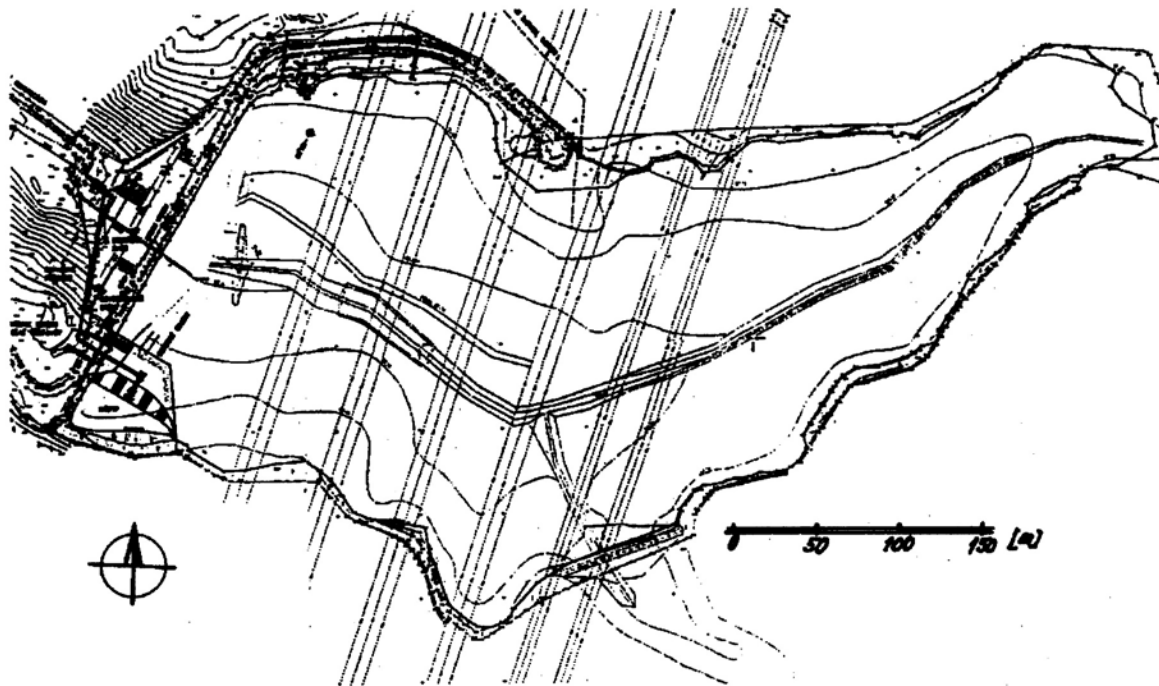
#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s prietokným aj obehovým systémom dopravnej vody (možnosť voľby), čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie vápenného sedimentu trvalé.

#### Časové údaje

Odkalisko v prevádzke od r. 1998, hrádza odkaliska realizovaná na prelome 80-tych a 90-tych rokov minulého storočia, rekonštrukcia 2001-2003, od r. 2003 po sanačných úpravách funguje gravitačné odvedenie vody odberným objektom.

#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je veľmi dobrá.

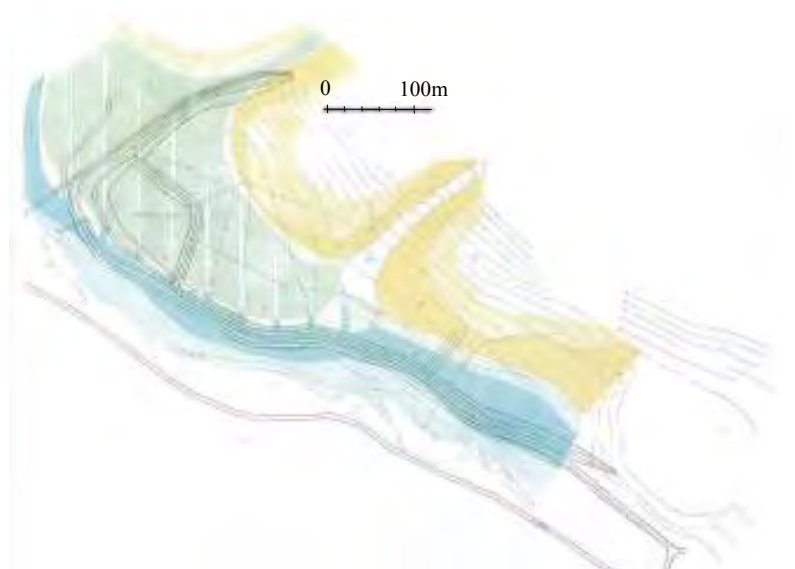
**5. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO DÚBRAVA 01, 02**  
**5.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA**

N Á Z O V		Odkalisko DÚBRAVA 01, 02		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Križovianka	Dúbrava, Liptovský Mikuláš	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b>				
Interprojekt s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice, závod Brno, závod Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkaliská s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, svahové so základnými hrádzami sypanými z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko Dúbrava 01 v prevádzke od r. 1966, Dúbrava 02 od r. 1980, po ukončení plavenia v r. 1991 (Dúbrava 02) a 1992 (Dúbrava 01) odstavené, nemonitorované a nesledované TBD, technicko – biologická rekultivácia urobená v r. 1995 - 2000. Vodná stavba III. kategórie zrušená rozhodnutiami ObÚŽP Liptovský Mikuláš, č. ŠVS-281/1993-Mk, 29.04.1993.				
<b>Situácia</b>				
Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 majú odkaliská rozlohu cca (3,2+3,6)ha, t.j. cca 6,8 ha.				
Súradnice: 49°05,484 N 19°29,209 E				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

## 6. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO DÚBRAVA 03

### 6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko DÚBRAVA 03		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Križovianka	Dúbrava, Liptovský Mikuláš	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b>				
Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice, závod Brno, závod Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko v prevádzke od r. 1966, po ukončení plavenia v r. 1993 odstavené, rekultivácia (technicko-biologická) ukončená v r. 2000 (územie je rekultivované iba čiastočne), vodná stavba III. kategórie zrušená Rozhodnutím ObÚŽP Liptovský Mikuláš č. ŠVS-1597/1995-Mk, 15.05.1995.				
<b>Situácia</b>				
Zameranie súčasnej situácie nie je urobené, uvádzame situáciu z archívnych materiálov [4]. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 má odkalisko aj s dočisťovacou nádržou rozlohu cca 8,3 ha.				
Súradnice: 49°05,484 N				
19°29,209 E				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

## 2. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO HAČAVA

### 2.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko HAČAVA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
II.	Babina (ľavostranný prítok Tisoveckej Rimavy)	Hnúšťa, Hačava Rimavská Sobota	rudný sediment	INTOCAST Magnezit, a.s. Hačava
<b>Projekt</b> Rudný projekt, š.p. Košice, závod Brno, RP – Projekting s.r.o. Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s čiastočným obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1992, po ukončení plavenia v r. 1999 odstavené, t.j. v útlmovej prevádzke, pravidelne sledované bez viditeľných anomálií				
<b>Situácia</b>				

Ústretovosť a spolupráca so správcom podpriemerná.

#### 4. Identifikačný popis odkaliska - ODKALISKO HODRUŠA-HÁMRE

##### 4.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko Hodruša - Hámre		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Hodrušský potok	Hodruša – Hámre Žiar nad Hronom	rudný odpad	Slovenská banská s.r.o. Hodruša–Hámre

#### Projekt

Hydroconsult š.p. Bratislava, Interprojekt s.p. Brno, Rudné bane n.p. Banská Bystrica, Rudní projekt s.p. Brno, Rotor s.r.o. Košice, Projektconsulta s.r.o. Zvolen, Hydroconsult š.p. Bratislava, stredisko Trenčín

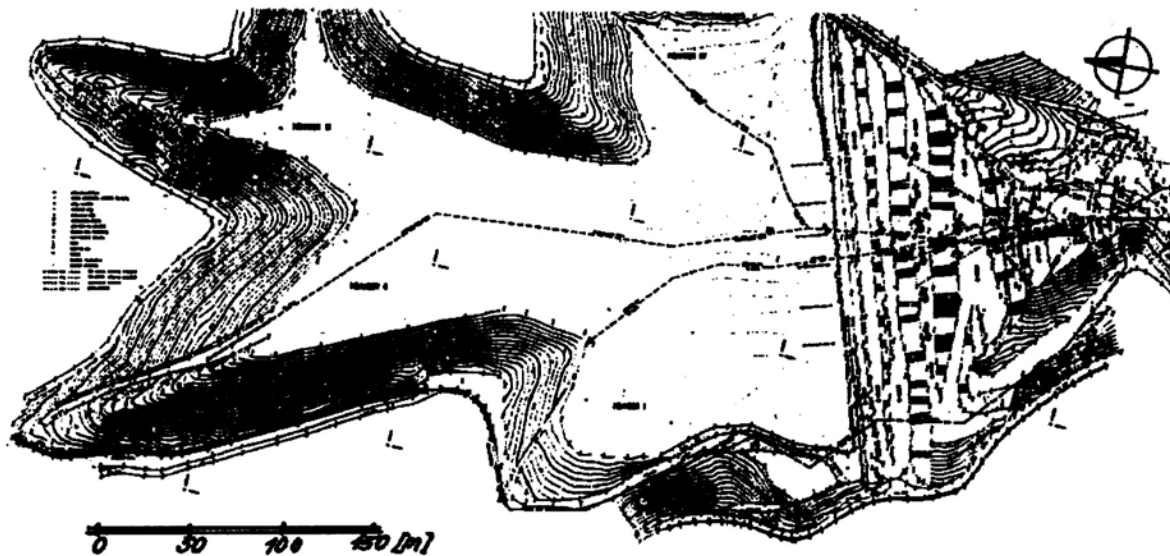
#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, nadvyšované hrádzami z flotačného odpadu (metóda plavenia „proti vode“), uloženie horninového sedimentu trvalé.

#### Časové údaje

Odkalisko v prevádzke od r. 1978, od r. 2002 v útlmovom režime, zastavená banská činnosť.

#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcou a projektantom v minulosti veľmi dobrá, v súčasnosti je odkalisko v útlmovom režime.

## 6. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO Jelšava

### 6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko Jelšava		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Jordán	Jelšava Rožňava	rudný odpad	Slovenské magnezitové závody a.s. Jelšava

#### Projekt

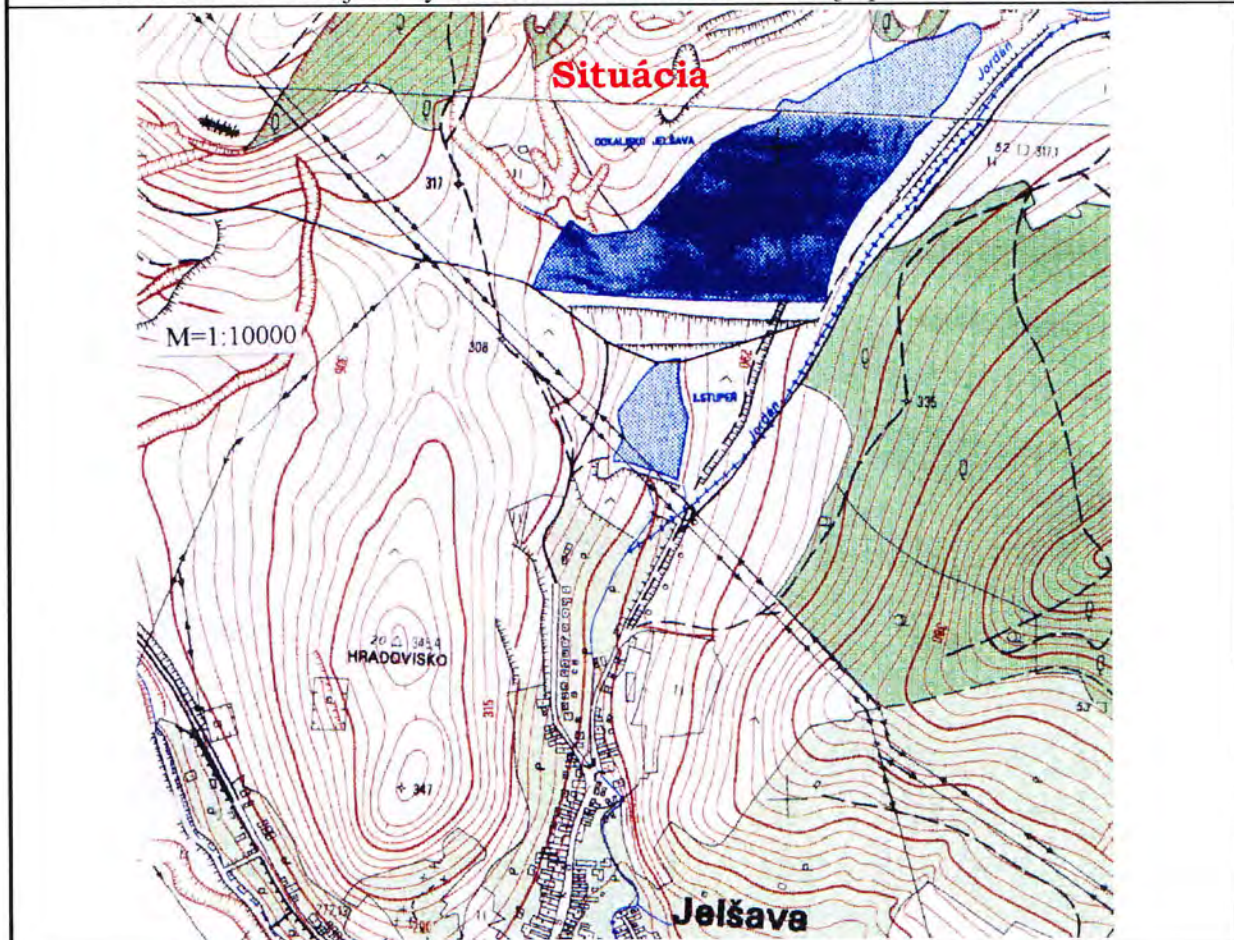
Rudní projekt n.p. Brno, Rudný projekt š.p. Košice, Hydrotrade s.r.o. Bratislava

#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, nadvyšované hrádzami z flotačného odpadu (metódou plavenia „proti vode“), uloženie sedimentu z rozomletého rudného odpadu je trvalé.

#### Časové údaje

Odkalisko v prevádzke od r. 1968. Počas prevádzky sa viackrát sanovali poruchy kolektora. Od r. 1991 sa buduje nový kolektor. Životnosť odkaliska je plánovaná do r. 2009.



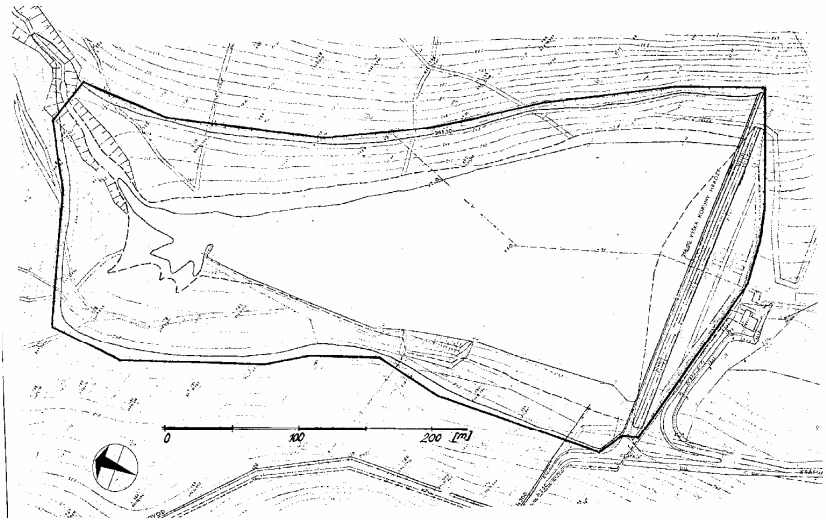
Ústretovosť a spoluprácu so správcom a projektantom sme zatiaľ nemohli posúdiť.



## 2. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO TEKO a. s. KOŠICE

### 2.1

### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

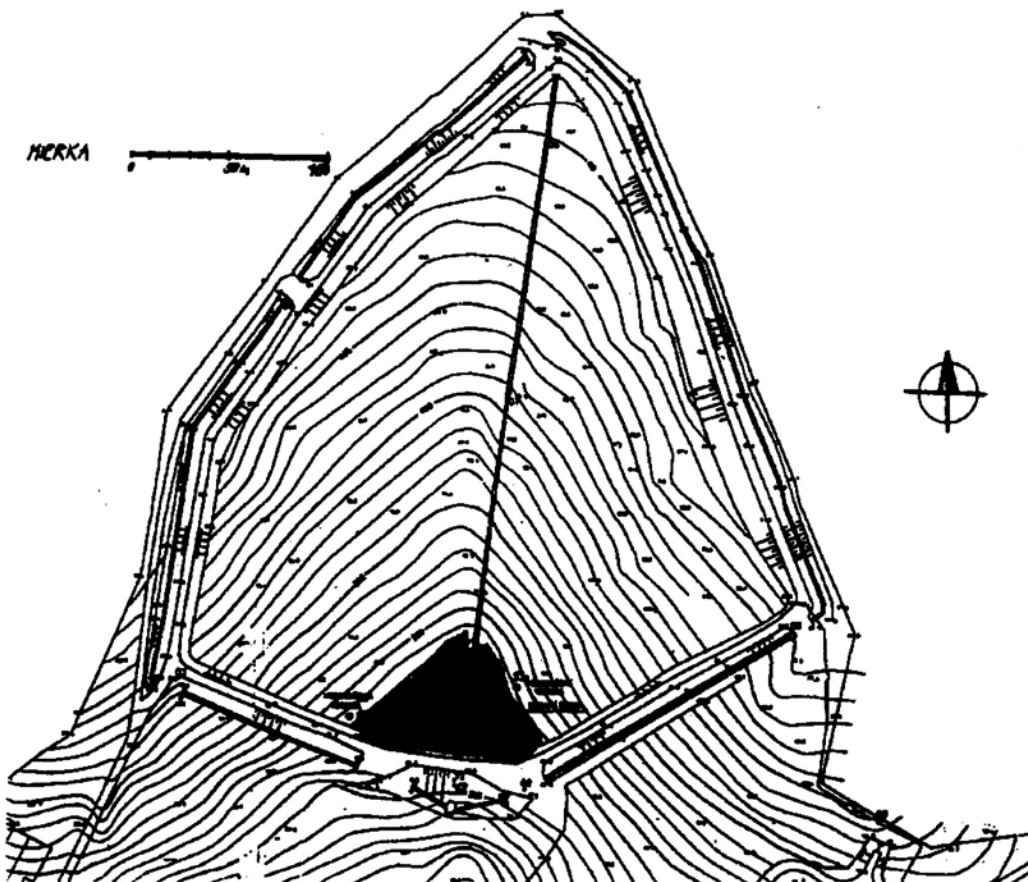
N Á Z O V		Odkalisko Tepláreň Košice, TEKO a. s. Košice		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Torysa	Krásna n. Hornádom, Košice	popoly	TEKO a.s. Košice
<b>Projekt</b> Hydroconsult š. p. Bratislava, závod Košice, Ingreal s.r.o. Košice, Koral s.r.o. Košice, Envirocentrum s.r.o. Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s prietochným aj obehovým systémom dopravnej vody (možnosť voľby), čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1968, úprava základnej hrádzky, vybudovanie odľahčovacích studní, sanácia odkaliska 1996, neštandardná úroveň hladiny vody v odkalisku a poruchy v okolí studní (zima a jar 2005)				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je podpriemerná.

## 5. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO Košice BANKOV

### 5.1

### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko Košice Bankov		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
IV.	Račí potok	Košice Košice -mesto	rudný odpad	KOMAG a.s. Košice
<b>Projekt</b> Hydroconsult š.p. Bratislava				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej haldoviny, uloženie rozomletého rudného odpadu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1992, od r. 1999 v útlmovom režime a správca KOMAG a.s. v konkurznom konaní.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom v minulosti uspokojivá, v súčasnosti je odkalisko v útlmovom režime.

### 3. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO LINTYCH

#### 3.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko LINTYCH		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Štiavnický potok	Banská Štiavnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b> Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s jednorázovým využitím dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1964, po ukončení plavenia v r. 1975 odstavené, nemonitorované a nesledované TBD.				
<b>Situácia</b>  Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii.  Súradnice: 48°51,522 N 21°45,070 E  Plocha odkaliska: 100 200 m <sup>2</sup>				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

## 8. Identifikačný popis odkaliska - NOVÉ ODKALISKO MT a.s.

### 8.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Nové odkalisko teplárne Martin		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Zlámaný potok	Bystrička, Martin	hnedouhoľné popoly	Martinská teplárenská a.s. Martin

#### Projekt

Mélyépterv – Hydrotransport s.r.o. Budapešť

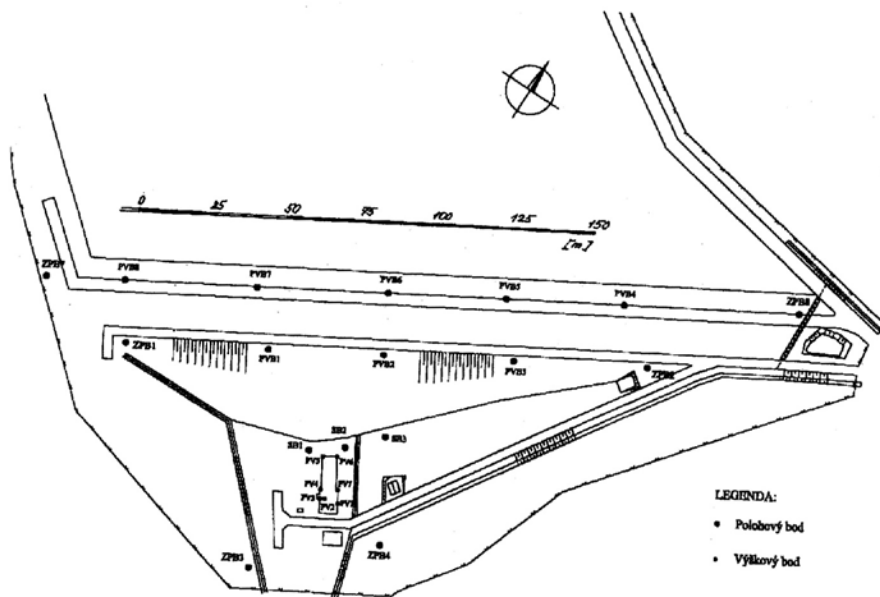
#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolné, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, nadvyšovacie hrázde popolové, uloženie popolového sedimentu trvalé.

#### Časové údaje

Prevádzkuje sa od r. 1991, od r. 2001 prechodne v útlmovej prevádzke.

#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom zatiaľ nerealizovaná.

## 7. Identifikačný popis odkaliska - STARÉ ODKALISKO MT a.s.

### 7.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Staré odkalisko teplárne Martin		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Kramarovický potok	Martin, Martin	hnedouhoľné popoly	Martinská teplárenská a.s. Martin

#### Projekt

Energoprojekt n.p. Praha, Mélyépterv – Hydrotransport s.r.o.Budapešť

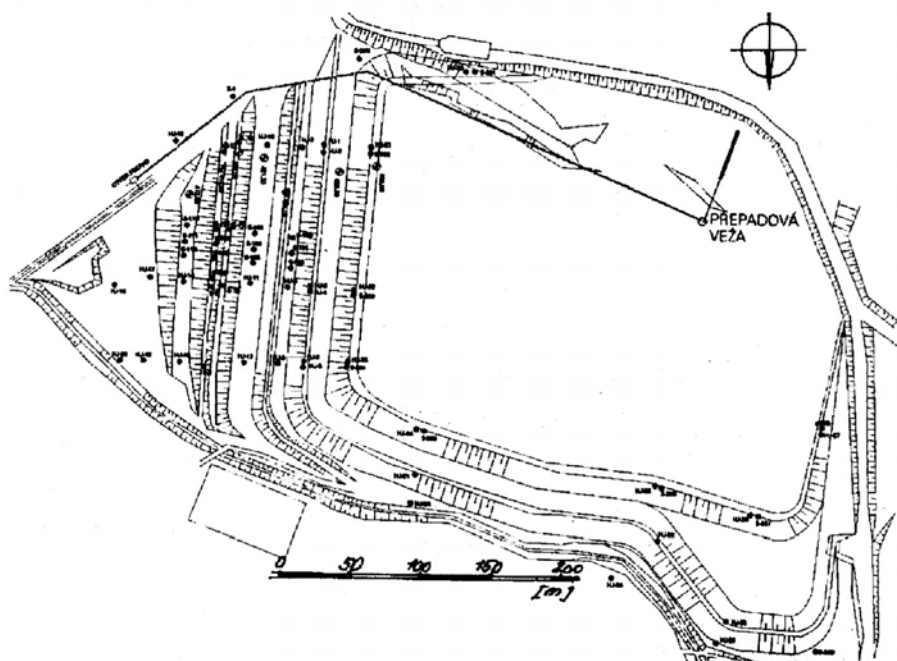
#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko pôvodne prietochné, prebudované na systém vratnej vody, pretekané povrchovými vodami, rovinné svahové, obvodové základné hrádze budované z miestnych zemín, nadvyšovací hrádze sypané zo štrkopiesčitého materiálu, neskoršie etapy z popola, uloženie popolového sedimentu trvalé.

#### Časové údaje

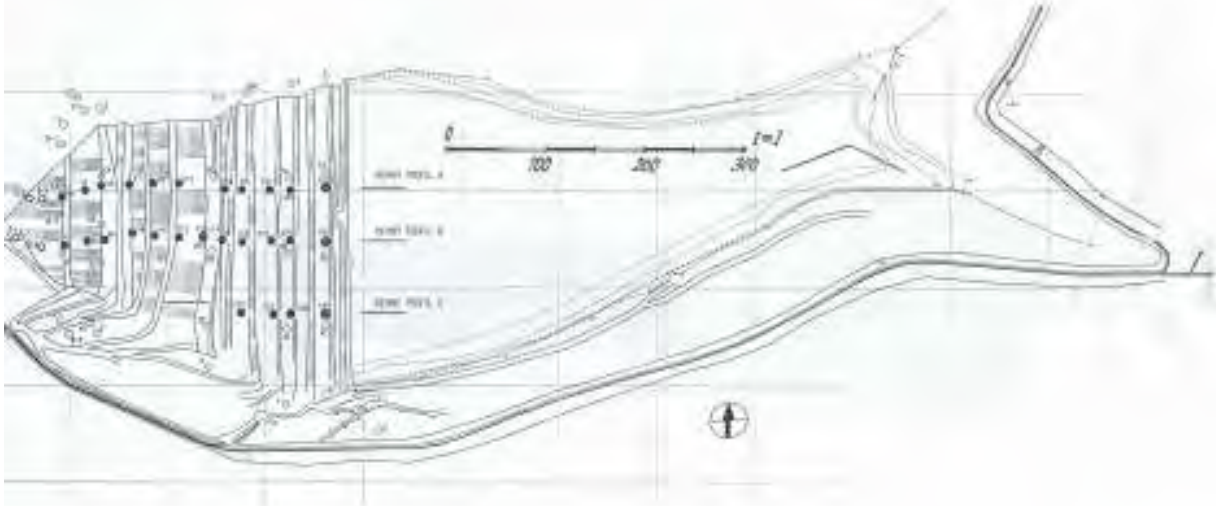
V prevádzke od r. 1956, sanácia základnej hrádze v r. 1956 (odvodňovacie rebrá a stabilizačný prísyp), úprava hrádze v r. 1963 (štrkopiesčitý prísyp a odvodňovací rigol), v r. 1983-85 sanácia hrádzového telesa (nedostatočná funkčnosť drenážneho systému, priesaky), od r. 1987 nadvyšovací hrádze z popola, až do r. 1996 odkalisko fungovalo ako prietochné, od r. 1996 sa využíva potrubie vratnej vody (obehový systém).

#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je veľmi dobrá.

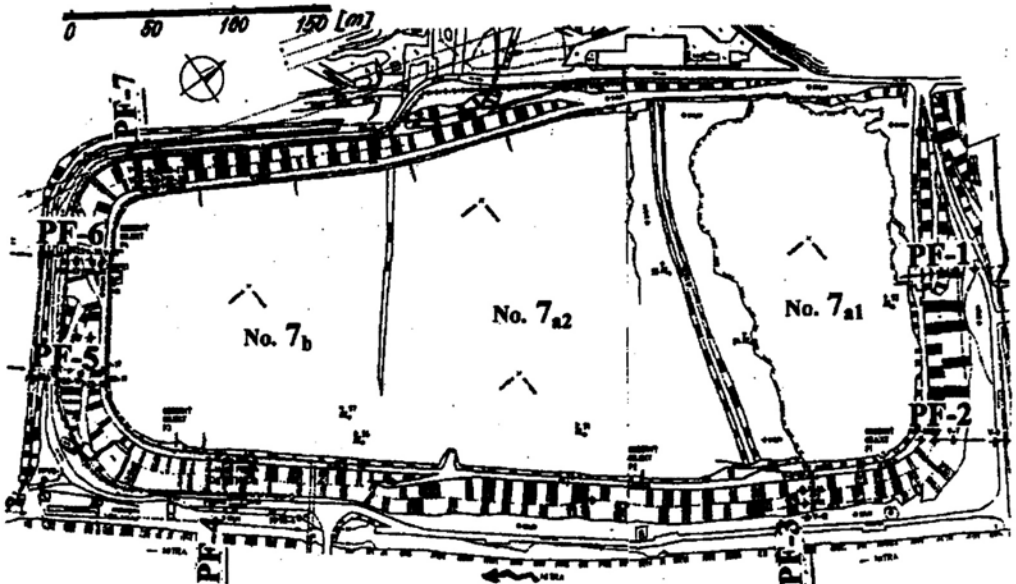
**5. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO SIDERIT s.r.o. Nižná Slaná**  
**5.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA**

<b>N Á Z O V</b>		Odkalisko SIDERIT s.r.o. Nižná Slaná		
<b>VODOHOSP. KATEGÓRIA</b>	<b>NÁZOV RIEKY, POTOKA</b>	<b>OBEC, OKRES</b>	<b>DRUH ODPADU</b>	<b>SPRÁVCA</b>
II.	Banský potok	Nižná Slaná, Rožňava	rudný sediment	SIDERIT s.r.o. Nižná Slaná
<b>Projekt</b>				
Rudný projekt š.p. Košice, Hydroconsult š.p. Bratislava, PROAQUA s.r.o. Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s čiastočným obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného flotačného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko v prevádzke od r. 1975, začiatok výstavby základnej hrádzy r. 1972, v r. 1998 uzavretie starého kolektora a prevádzka nového, od r. 1999 nový Parshalov žľab do potoka Banské a ďalej do Slanej, od r. 1999 v prelivnej šachte zaslepené potrubie, projektovaná životnosť odkaliska pri priemernej produkcii kalu $16 \cdot 10^4 \text{ m}^3/\text{rok}$ do r. 2010.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je priemerná.

### 3. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO NCHZ a.s. NOVÁKY

#### 3.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko NCHZ a.s. Nováky		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Nitra	Nováky, Prievidza	vápenné kaly	NCHZ a.s., Nováky
<b>Projekt</b>				
Hydroprojekt n.p. Bratislava, Hydroconsult š.p. Bratislava, pracovisko Trenčín				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s prietochným systémom dopravnej vody, nepretakané povrchovými vodami z povodia, rovinného typu, základná obvodová hrádza sypaná z miestnych zemín (ílovitý materiál), nadvyšovacie stupne budované z hlinitých materiálov (z časti na usadené karbidové vápno), uloženie vápenného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko je v prevádzke od 70-tych rokov minulého storočia. V období 1970 až 2001 sedimentácia vápna a mechanické čistenie vôd zo závodu. Kazety v tomto období sa striedavo plavili a vyťažovali (vápno sa ukladalo do skladu Podubie). Ukončenie plavenia (máj 2001) a nadvyšovanie odkaliska pokračuje postupným ukladaním vápenných kalov vyťažených zo sedimentačných nádrží 6a,b v závode.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je veľmi dobrá.

## 5. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO NOVÁKY - 6

### 5.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko NOVÁKY - 6		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
IV.	Nitra	Nováky, Prievidza	vápenný kal	NCHZ a.s. Nováky

#### Projekt

Hydroconsult š.p. Bratislava, H.E.E. Consult, s.r.o. Trenčín

#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami (len zrážky), rovinného typu (nádrže v areáli chemických závodov), so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie karbidového vápna prechodné.

#### Časové údaje

Odkalisko v prevádzke od r. 1966, začiatok výstavby základnej hrádzky r. 1965, výška hrádzky 6,0 m kóta dna nádrží 230,0 m n. m., kóta koruny hrádzky 236,0 m n. m. Sedimentačné nádrže na dočasné uloženie vápenných kalov sú priamo v areáli chemických závodov. Striedavé plavenie a vyvážanie usadeného karbidového vápna na odkalisko NCHZ, a.s. Nováky - 7 sa realizuje od ukončenia plavenia na toto odkalisko (máj 2001).

#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcom je veľmi dobrá.



### 3. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO PEZINOK – nové (sever)

#### 3.1

#### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko PEZINOK – nové (sever)		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Saulak	Pezinok Pezinok	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b>				
Rudný projekt š.p. Košice, Hydroconsult š. p. Bratislava				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s jednorázovým využitím dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného flotačného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko v prevádzke od r. 1982, základná hrádza výšky ~ 15,0 m, plavenie ukončené v r. 1991(rozhodnutím MHSR č. 20794/420/1991 o likvidácii ťažby a úprave rudy), od r. 1994 postupná rekultivácia (kazeta č. 1 ukončená, kazeta č. 2 v štádiu zavážania, kazeta č. 3 vysušená, otvorená pláž).				
<b>Situácia</b>				
Nie je zameraný súčasný stav a archívne materiály sú nedostupné.				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je priemerná.

## 2. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO PEZINOK – staré (juh)

### 2.1

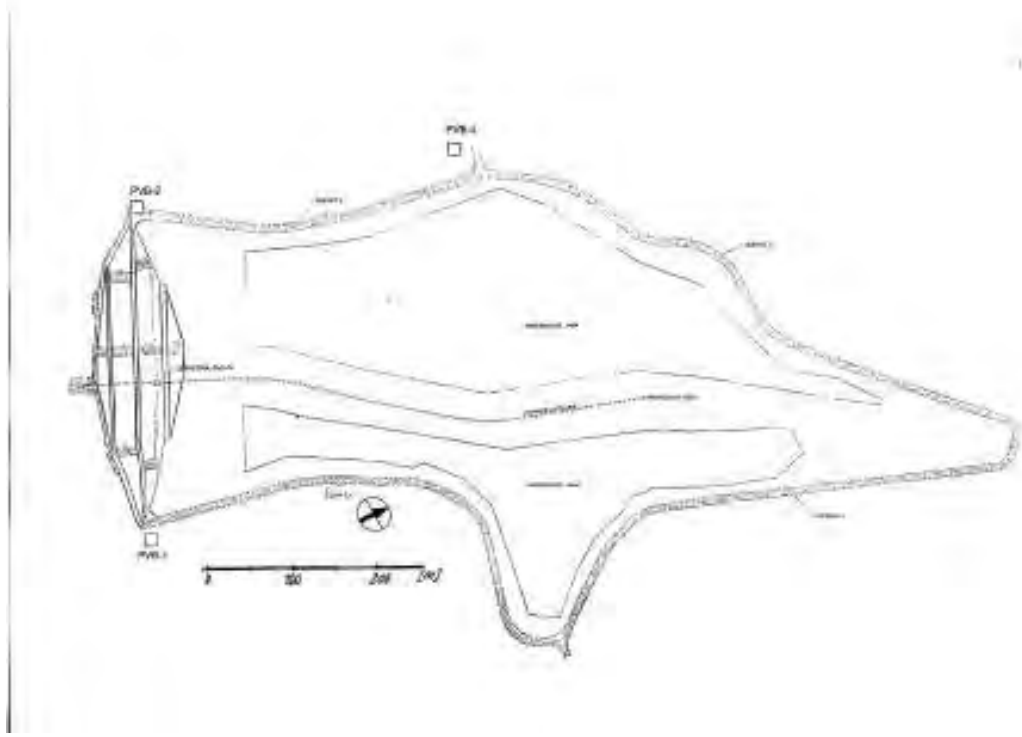
### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko Pezinok – staré (juh)		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Saulak	Pezinok, Pezinok	rudný sediment	Rudné Bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b> Rudný projekt š.p. Košice, Hydroconsult š. p. Bratislava				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s jednorázovým využitím dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného flotačného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1945, základná hrádza výšky ~ 13,0 m, plavenie ukončené v r. 1985, rekultivácia ukončená v r. 1994 (rozhodnutie MHSR č. 20794/420/1991 o likvidácii ťažby a spracovania rudy).				
<b>Situácia</b>  Ani orientačné zameranie zatiaľ nie je dostupné.				

Ústretovosť a spolupráca so správcom priemerná.



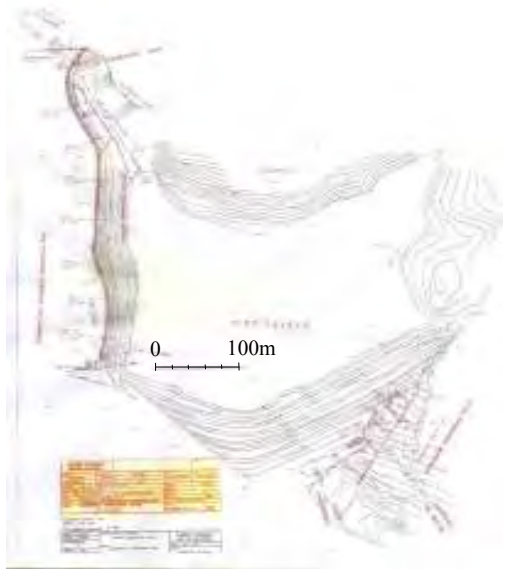
**3. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO POŠA**  
**3.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA**

N Á Z O V		Odkalisko POŠA, Energetika s.r.o., Strážske		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Kyjov	Poša – Nižný Hrabovec Vranov n. Topľou	popoly	Chemko a.s. Energetika, s.r.o. Strážske, okr. Vranov n. Topľou
<b>Projekt</b>				
Chemoprojekt, n. p. Přerov, Hydroconsult š.p. Bratislava, závod Košice				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s prietochným systémom dopravnej vody, pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko v prevádzke od r. 1977, realizácia štrkopieskového drénu na zachytenie priesakov pri vzdušnej päte hrádzy v r. 2000.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je veľmi dobrá.

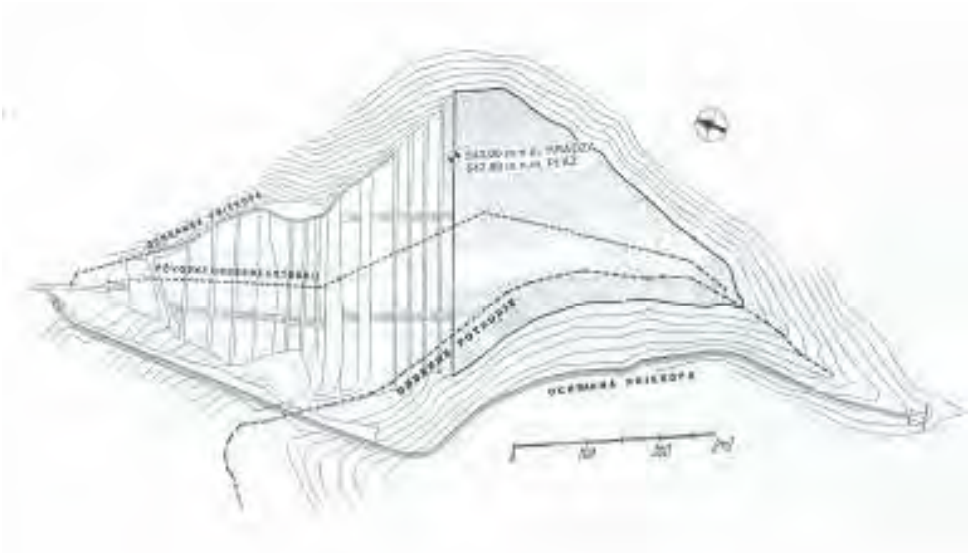
#### 4. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO SEDEM ŽIEN

##### 4.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko SEDEM ŽIEN		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Jasenica	Banská Belá Banská Štiavnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<b>Projekt</b> Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice a Brno, EnviGeo, s.r.o. Banská Bystrica				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s kombinovaným (čiastočne recirkulácia a prietok do recipientu) systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, svahovo-údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od r. 1963, v r. 1975 po rekonštrukcii závodu aj odkaliska plavenie od kóty 521,0 m n. m., v roku 1976 havária pri výške náplavy 526,0 m n. m., sanácia prísypom z hlušiny, v r. 1983 sanácia priesakov – odvodnenie podmáčanej hrádze, v r. 1990 zvýšenie kapacity odkaliska, v r. 1991 zaťažovací prísyp vzdušnej päty hrádze na kótu 531,5 m n. m., po ukončení plavenia na kótu cca 555,0 m n. m. v r. 1994 odstavené, rekultivované. Časti pláže sú odvodnené priekopami a pôvodným kolektorom. Vyrovnávacía nádrž je odstránená, podhrádzie je upravené, drenáže sú živé, množstvo vytekajúcej vody sa dá merať merným žľabom.				
<b>Situácia</b> Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 má odkalisko rozlohu cca 16,5 ha. Súradnice: 48°28,331 N 18°55,433 E				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.


**6. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO HOLYVET s. r. o. Košice, Slovinky**  
**6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA**

N Á Z O V		Odkalisko SLOVINKY		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	potok Kalligrund	Slovinky, Krompachy	rudné flotačné kaly	konkurzný Judr. Marián PÁL, Košice
<b>Projekt</b>				
Rudný projekt n.p. Brno, Rudný projekt n.p. PIO Košice, Proaqua Košice, Ing. A. Bočkoráš				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie flotačného sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkalisko v prevádzke od r. 1968, základná hrádza odkaliska realizovaná v r. 1967, životnosť mala končiť v r. 1976 na kóte 515,0 m n. m., nadvýšenie a rekonštrukcia odkaliska v r. 1980 - 1982 (expertízy, projekty, výskum), realizácia stavby „Rozšírenie odkaliska Kalligrund“ (odkal'ovacie priestory na 20 – 25 rokov v závislosti na výške vsádzky). V r. 1982 – 1989 generálna úprava vzdušného svahu. Ukončenie plavenia 11. 02. 1999. Porucha na starom kolektore (05. 09. 2001), prieskum a návrh sanácie (2002 – 2003). Od 01. 01. 2004 je vlastníkom HOLYVET s.r.o. Košice, t. č. v konkurze.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je nulová.

**4. Identifikačný popis skládky popolovín – SKLÁDKA POPOLOVÍN SE a.s.,  
Stabilizovaný násyp Handlová**

**4.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA**

<b>N Á Z O V</b>		Odkalisko SE a.s. Bratislava, závod Zemianske Kostolany		
<b>VODOHOSP. KATEGÓRIA</b>	<b>NÁZOV RIEKY, POTOKA</b>	<b>OBEC, OKRES</b>	<b>DRUH ODPADU</b>	<b>SPRÁVCA</b>
III.	Handlovka	Handlová, Prievidza	popoly	SE a.s., závod Z. Kostolany
<b>Projekt</b>				
Hydroprojekt n.p. Brno, Váhostav n.p. Bratislava, Energoprojekt n.p. Praha, Hydroconsult š.p. Bratislava, prac. Trenčín				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Zložisko rekultivované a stabilizované ako násyp, uzavreté pred čiastočným vtekaním povrchových vôd, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Zložisko – skládka popolovín bolo v prevádzke od r. 1957, uzavretie skládky v r. 1998, v r. 2000 – 2002 sanačné úpravy, plánovaný monitoring do r. 2030.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcou a projektantom je veľmi dobrá.

## 6. Identifikačný popis odkaliska - KAPPA a.s. ŠTÚROVO

### 6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

<b>N Á Z O V</b>		Odkalisko KAPPA a.s. Štúrovo (pôvodne JCP š.p. Štúrovo, ASSI Domän a.s. Štúrovo)		
<b>VODOHOSP. KATEGÓRIA</b>	<b>NÁZOV RIEKY, POTOKA</b>	<b>OBEC, OKRES</b>	<b>DRUH ODPADU</b>	<b>SPRÁVCA</b>
II.	Dunaj	Štúrovo, časť Obid Nové Zámky	popoly z tuhých palív	KAPPA a.s. Štúrovo

#### Projekt

Mélyépterv Budapest, MR, Hydroconsult š.p. Bratislava, Hydrounion, s.r.o. Bratislava, CCIPOS Hydroservis s.r.o. Nové Zámky, Hycoprojekt a.s. Bratislava

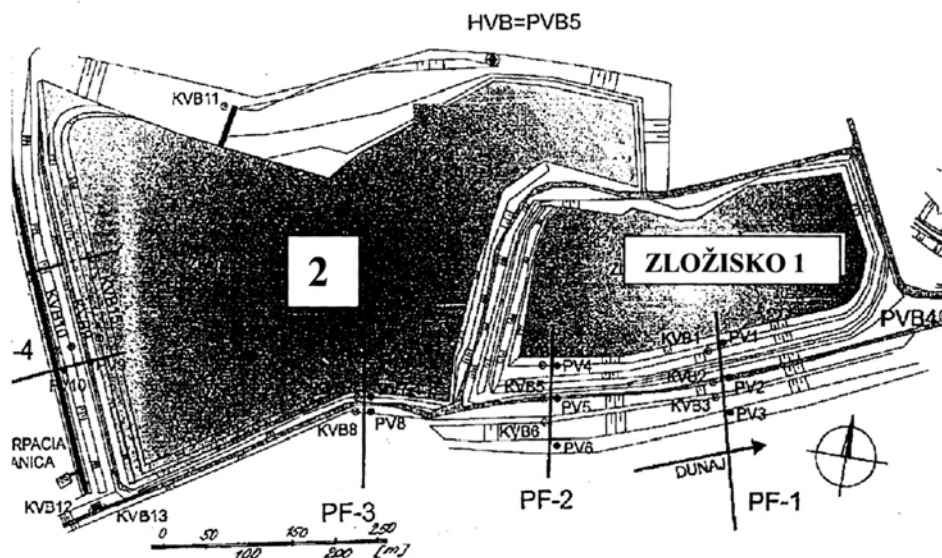
#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko prietochné (s jednorázovým využitím dopravnej vody), čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinné s hrádzami po celom obvode (kóta pôvodného povrchu terénu ~104,0 až 105,0m n.m., kóta maximálneho nadvýšenia 120,0m n.m.), základná hrádza aj hrádza nadvyšovacie budované z miestnych zemín, na južnej strane je hrádzový systém založený na pôvodnej protipovodňovej hrádzi Dunaja, uloženie sedimentu je trvalé.

#### Časové údaje

Začiatok prevádzky v r. 1968, postupné plavenie na zložisko č. 1, od r. 1979 na zložisko č. 2, posledné nadvyšovanie zložiska č. 2 1993, projekt nadvýšenia na konečnú výšku v r. 2003.

#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je veľmi dobrá.



## 5. Identifikačný popis odkaliska - EVO o.z. Vojany

### 5.1

### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko EVO Vojany		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Laborec	Vojany, Drahoňov, Michalovce	čiernouhoľné popoly	SE a.s. Bratislava, EVO o.z. Vojany

#### Projekt

Mélyépterv Budapešť, Hydroconsult š.p. Bratislava, Rotor s.r.o. Košice, Hydroprojekt s.r.o. Košice, Geokonzult a.s. Košice, JEGON proj.inž.kanc. Michalovce

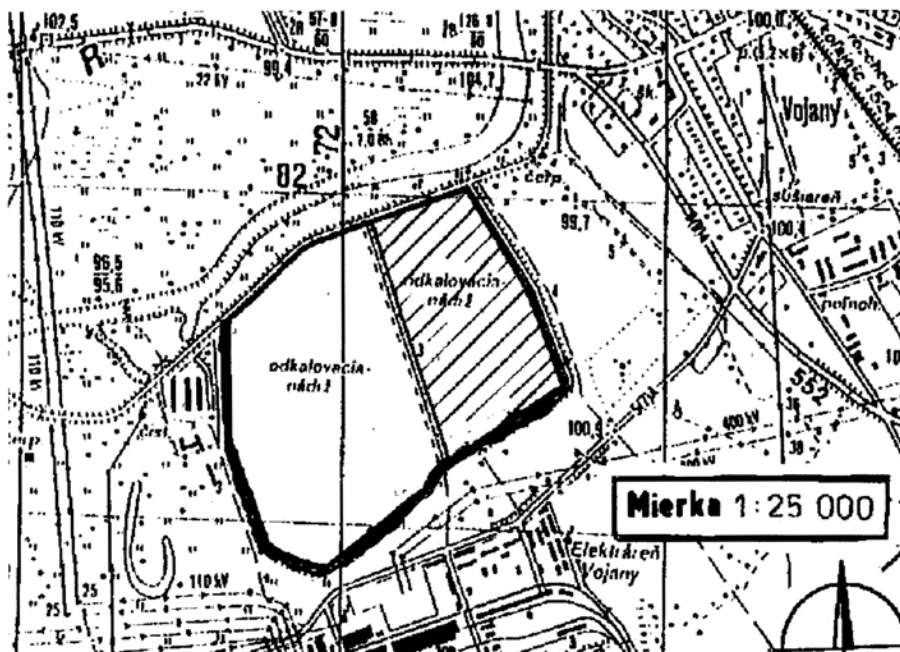
#### Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinného typu s hrádzami po celom obvode so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín a hrádzami nadvyšovanými z popola, trvalé uloženie popolového sedimentu.

#### Časové údaje

Prevádzka od r. 1968, dvojité prietrz hrázde v r. 1987. porucha hrázde v r. 1999, ukončenie plavenia do I. kazety v r. 2002.

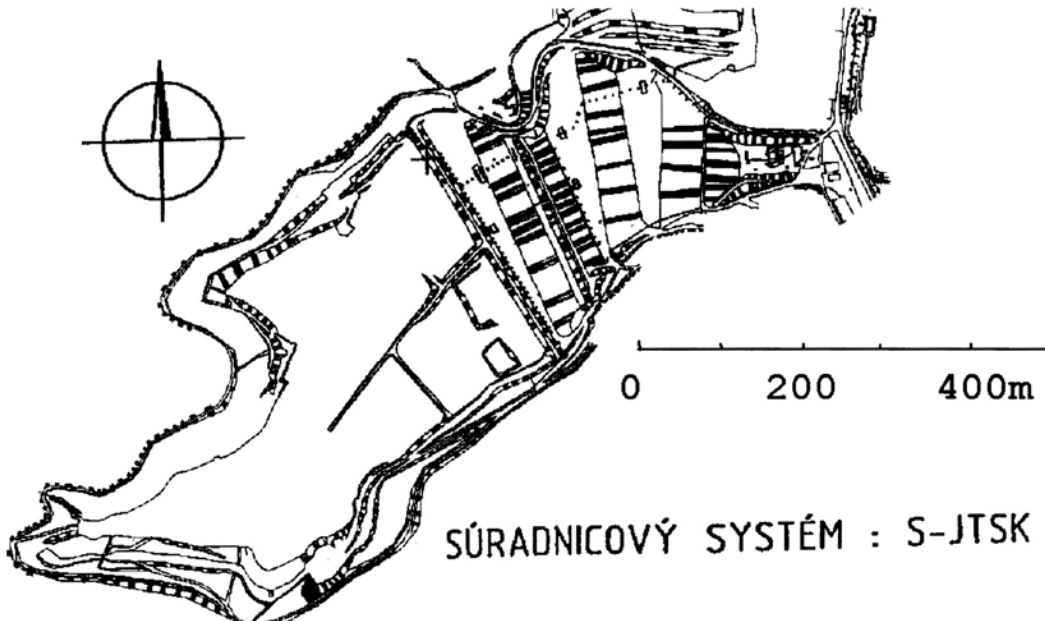
#### Situácia



Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je nedostatočná.

## 2. Identifikačný popis odkaliska – PÔVODNÉ ODKALISKO ENO O.Z.

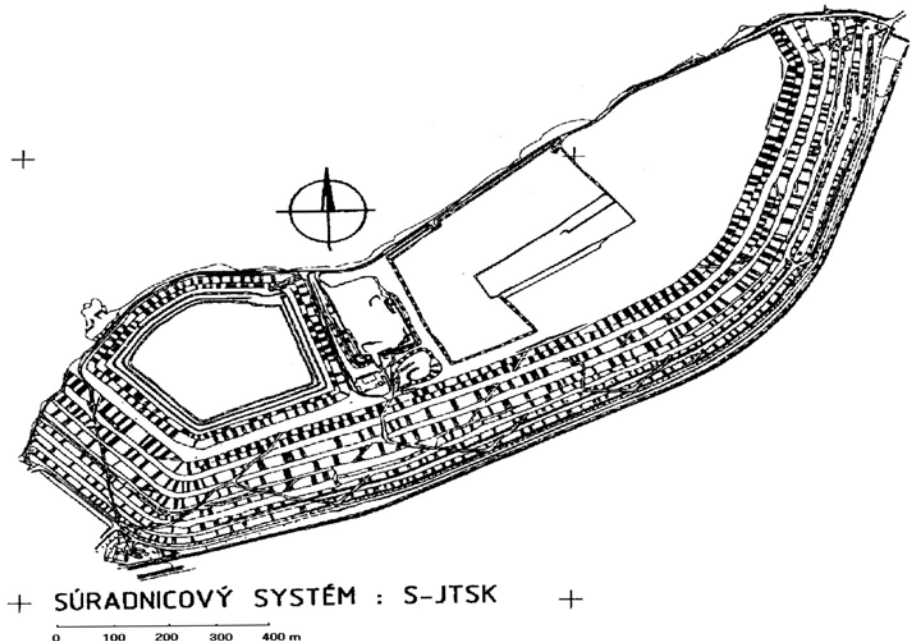
### 2.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Pôvodné odkalisko SE a.s. Bratislava, ENO o.z. Zemianske Kostol'any		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Nitra	Zemianske Kostol'any, Prievidza	hnedouhoľné popoly	SE a.s., ENO o.z. Z. Kostol'any
<b>Projekt</b> Mélyépterv Budapešť, Mélyépterv – Hydrotransport s.r.o. Budapešť				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b> Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, nadvyšované popolovými hrádzami (metódou plavenia „proti vode“), uloženie popolového sedimentu trvalé.				
<b>Časové údaje</b> Odkalisko v prevádzke od polovice 50-tych rokov minulého storočia, havária odkaliska výšky cca 70,0m v r. 1965, rekonštrukcia 1970-1980, od r. 1982 obnovenie plavenia popola, s technickými prestávkami pokračuje nadvyšovanie klasickým spôsobom („proti vode“).				
<b>Situácia</b>				
 <p>SÚRADNICOVÝ SYSTÉM : S-JTSK</p>				

Ústretovosť a spoluprácu so správcom a projektantom je potrebné zlepšiť.

### 3. Identifikačný popis odkaliska – DOČASNÉ ODKALISKO ENO o.z.

#### 3.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

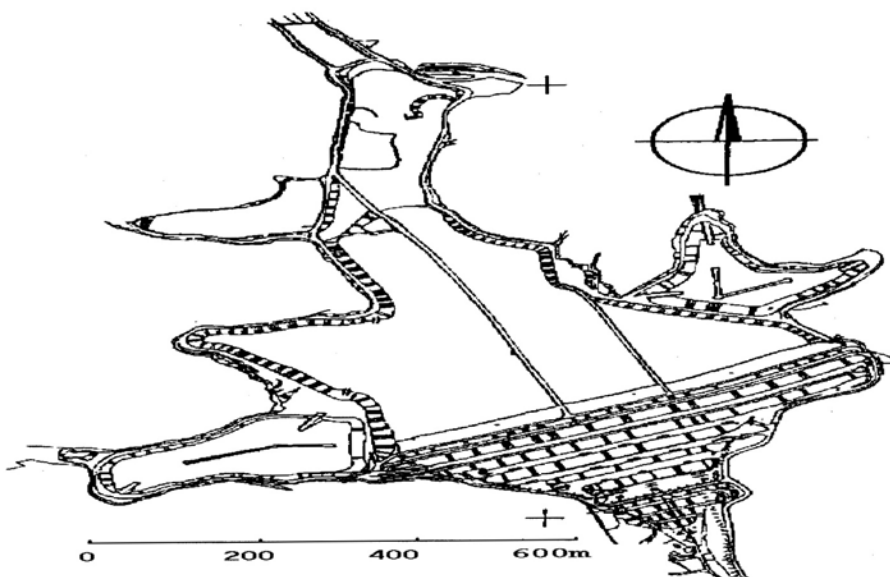
N Á Z O V		Dočasné odkalisko SE a.s. Bratislava, ENO o.z. Zemianske Kostolany		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
I.	Nitra	Bystričany a Zem. Kostolany, Prievidza	hnedouhoľné popoly a stabilizát	SE a.s., ENO o.z. Z. Kostolany
<b>Projekt</b>				
Hydroconsult š.p. Bratislava, stredisko Trenčín				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
<p>Odkalisko s obehovým využívaním dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, rovinné svahové so základnou hrádzou budovanou čiastočne z hĺn a čiastočne zo škváry a popola, nadvyšovacie hrádzce popolové, trvalé uloženie sedimentu (~30,0 až 34,0m nad pôvodným povrchom terénu, ~218,0 až 226,0m n.m.). V súčasnosti sa ukladá inertný geomateriál (stabilizát) na skládky č. 1 a č. 2.</p>				
<b>Časové údaje</b>				
<p>Začiatok prevádzky r. 1965, od kóty ~240,0m n.m. postupné plavenie do troch delených kaziet, koniec plavenia v r. 1990. Od r. 1998 kontinuálne ukladanie stabilizátu na skládku č. 1, od r. 2002 aj na skládku č. 2.</p>				
<b>Situácia</b>				
 <p style="text-align: center;">+ SÚRADNICOVÝ SYSTÉM : S-JTSK +</p> <p style="text-align: center;">0 100 200 300 400 m</p>				

Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je výborná.

#### 4. Identifikačný popis odkaliska - DEFINITÍVNE ODKALISKO ENO o.z.

4.1

#### IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Definitívne odkalisko Chalmová SE a.s. Bratislava, ENO o.z. Zemianske Kostol'any		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Nitra	Bystričany časť, Chalmová, Dvorníky n. Nitricou, Prievidza	hnedouhoľné popoly	SE a.s., ENO o.z. Z. Kostol'any
<b>Projekt</b>				
Mélyépterv Budapešť, Energoprojekt s.p. Praha, záv. Přerov, Hydrosaning s.r.o. Bojnice Hydroconsult š.p. Bratislava, stredisko Trenčín				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko s obehovým využívaním dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolné, morfológicky výhodné, so základnou hrádzou v zúženom profile (päta hrádzce cca 240,0m n.m., výška 20,0m) z miestnych zemín, nadvyšovacie hrádzce popolové, s trvalým uložením popolového sedimentu.				
<b>Časové údaje</b>				
Začiatok prevádzky v r. 1985 (metódou proti vode). Zmena technológie plavenia od kóty ~280,0m n.m., striedavé plavenie do utesnených meandrov, ťažba a ukladanie do kaziet.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je výborná.

## 9. Identifikačný popis odkaliska - - ŽIAR NAD HRONOM – KALOVÉ A ŠKVÁROVÉ POLIA

### 9.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Žiar nad Hronom – kalové a škvarové polia		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Hron	Žiar nad Hronom, Žiar nad Hronom	hliníková ruda a popoly	Závod SNP a.s. Žiar nad Hronom
<b>Projekt</b>				
Mélyépterv Budapest', Envigeo s.r.o. Banská Bystrica, Envistav s.r.o. Banská Bystrica, EKOGEOS s.r.o. Bratislava				
<b>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14</b>				
Odkalisko pôvodne prietochné, neskôr s obehovým systémom dopravnej vody, pretekané povrchovými vodami, rovinné, s obvodovými sypanými hrádzami nadvyšovanými z ukladaných sedimentovaných geomateriálov, uloženie rudného dopadu trvalé.				
<b>Časové údaje</b>				
Odkaliská boli v prevádzke od r. 1954-55. Celé územie zložiska kalov je po obvode uzavreté podzemnou tesniacou stenou siahajúcou do neogénneho podlažia (výstavba 1991 až 1998) kvôli ochrane životného prostredia. V r. 1998 sa ukončilo plavenie kalov z výroby hliníka a prevádzkuje sa len prečerpávanie kontaminovaných vôd. Popolové odkalisko sa prevádzkuje sezónne.				
<b>Situácia</b>				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom a projektantom je nedostatočná (nulová).

## 2.4. VPLYV ŤAŽBY NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Predkladaná čiastková záverečná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác, realizovaných v priebehu rokov 2007 - 2009 v rámci geologickej úlohy ČMS Geologickej faktory, podsystém 04 „Vplyv ťažby na životné prostredie“, pri hodnotení rizikových lokalít ťažby magnezitu, mastenca a rúd. Monitorovacie práce sú na jednotlivých lokalitách zamerané na monitoring inžinierskogeologických, hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvov ťažby na životné prostredie.

Monitorovacia sieť lokalít a objektov i spôsob monitoringu vychádza z návrhov obsiahnutých v záverečnej správe geologickej úlohy *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou* (Vrana et al., 2005). Vlastné práce v rámci ČMS Geologickej faktory, podsystém 04 Vplyv ťažby na životné prostredie (ČMS GF VÍŽP) boli začaté v roku 2007 monitoringom vybraných lokalít postihnutých ťažbou rúd (Banská Štiavnica, Hodruša, Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta a Rožňava) a Hornej Nitry. V roku 2008 sa uskutočnili monitorovacie práce na všetkých lokalitách postihnutých ťažbou rúd, uhlia, magnezitu a mastenca, navrhnutých vstupným hodnotením (Vrana et al., 2005) na zaradenie do štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie. Existujúca databáza podsystému bola doplnená o údaje zistené novými terénnymi prácami, o údaje prevzaté z prebiehajúcich prevádzkových monitoringu na lokalitách a súvisiace údaje získané archívnu excerptiou a štúdiom publikovaných prác. Pôvodne navrhovaný spôsob vykonávania terénnych monitorovacích prác bol mierne modifikovaný. Pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov sa upustilo od geodetického merania stability povrchu na pozorovacích bodoch na skalných masívoch, vzhľadom na ich finančnú náročnosť, úzko lokálnu použiteľnosť a bezpečnostné riziká. Pozornosť je zameraná na priestorovú identifikáciu a dokumentáciu potenciálnych zdrojov nestability - podpovrchových vyrúbaných priestorov a banských diel hlavne v intravilánoch sídiel - a zber údajov o časovom a fyzickom priebehu starších a súčasných závalových procesov na povrchu. Pri monitoringu hydrogeologických aspektov sa upustilo od budovania stabilných merných zariadení na meranie prietoku. Dôvodom je finančná náročnosť ich zriadenia a údržby a fakt, že z hľadiska presnosti merania a s ohľadom na požadovanú frekvenciu meraní sú plne vyhovujúce štandardné metódy hydrometrických meraní na nestabilných merných profiloch. Pri monitoringu geochemických aspektov sa vo väčšine prípadov pristúpilo k miernemu rozšíreniu rozsahu sledovaných parametrov kvality vôd tak, aby mohli byť dokumentované dlhodobé zmeny koncentrácie nielen dosiaľ identifikovaných kritických kontaminantov, ale i ďalších významných zložiek uvoľňujúcich sa do životného prostredia procesmi zvetrávania východov ložísk, depónií vyťaženého materiálu, odpadov z úpravy a imisií z úpravárenských zariadení.

### 2.4.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Z dôvodu nepravidelnej distribúcie ložísk nerastov má monitorovacia sieť vplyvu ich ťažby na životné prostredie v rámci územia Slovenska nerovnorodý charakter. Monitorované lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov možno z typologického hľadiska rozdeliť do troch hlavných skupín - oblasti s ťažbou rúd, oblasti s ťažbou magnezitu a mastenca a oblasti s ťažbou uhlia. Priestorová distribúcia hodnotených lokalít je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.1. Na lokalitách s ukončenou ťažbou (ložiská rúd) sa monitorujú vybrané objekty v účelovej monitorovacej sieti vlastnými terénnymi a laboratórnymi prácami (tab. 2.4.2 a 2.4.3). Na ťažených ložiskách (magnezit a mastenec, uhlie) realizujú prevádzkový monitoring vplyvov ťažby na hydrosféru a stabilitu povrchu ťažobné organizácie podľa požiadaviek príslušných Obvodných banských úradov a Obvodných úradov životného prostredia. Do databázy ČMS Geologickej faktory, podsystému Vplyv ťažby na životné

prostredie (GF VŤŽP) boli v doterajšom období preberané výsledky prevádzkového monitoringu ťažených ložísk magnezitu a mastenca. V oblasti Hornej Nitry s ťažbou uhlia sa realizuje vlastný monitoring kvality bankských a povrchových vôd a kvality riečnych sedimentov.

Spomedzi veľkého počtu lokalít postihnutých ťažbou rúd na Slovensku sú v súčasnej fáze budovania štátneho monitoringu doň zahrnuté nasledovné lokality: Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta, Rožňava, Nižná Slaná, Banská Štiavnica, Hodruša, Kremnica, Špania dolina, Dúbrava a Pezinok. V súčasnosti prebieha ťažba už len na sadrovcovom ložisku v Novoveskej Hute a ložisku Au, Ag rúd v bani Rozália v Hodruši a v obmedzenom rozsahu sa ťaží baryt z vrchnej časti žily Droždiak v Rudňanoch. Ostatné bane na hodnotených lokalitách sú dnes už opustené a s výnimkou bane Nižná Slaná i zatopené. Ťažba na bani Nižná Slaná bola ukončená len v závere roku 2008 a bude odvodňovaná čerpaním, dokiaľ nebude za príslušných podmienok povolená jej likvidácia. Najvýznamnejšími pretrvávajúcimi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi na týchto lokalitách sú nestabilita horninového masívu spôsobujúca zavaliny nad vydobytými priestormi a bankskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi bankských vôd, priesakmi z hald a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia. Monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov bol zameraný na dopĺňanie databázy o archívne údaje o výdatnosti a chemickom zložení výtokov bankských, priesakových a povrchových vôd, kvalite riečnych sedimentov a pôd, množstve a zložení emisií z úpravárenských závodov, v terénnej fáze na dokumentovanie ovplyvnenia kvality miestnych povrchových tokov a významných zdrojov podzemnej vody bankskou činnosťou.

Spomedzi existujúcich ložísk magnezitu a mastenca boli do štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie zaradené nasledovné lokality: Jelšava, Lubeník, Hnúšťa-Mútnik a Košice-Bankov. V roku 2008 sme iniciovali a uskutočnili stretnutia so zástupcami ťažobných organizácií, pôsobiacich na týchto ložiskách. Počas pracovných jednaní boli špecifikované druhy a rozsah údajov sústreďovaných na jednotlivých ťažobných závodoch v rámci ťažobného prevádzkového monitoringu, ktoré budú preberané do štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP. Všetci zástupcovia ťažiarov deklarovali súhlas s poskytovaním predmetnej dokumentácie a súhlas so vstupmi pracovníkov ŠGÚDŠ do priestorov dobývacích polí za účelom realizácie terénnej fázy štátneho monitoringu. V roku 2009 neboli na monitorovaných lokalitách vykonané vlastné vzorkovacie a laboratórne práce, do databázy sa preberali výsledky prevádzkových monitoringu ťažobných organizácií.

Spoločným hlavným environmentálnym problémom oblastí ťažby a spracovania magnezitu a mastenca regionálneho rozsahu je pretrvávajúca alkalizácia pôd a poškodenie vegetácie, ako dôsledok desaťročia trvajúceho emisného zaťaženia pri vysoko tepelnej úprave magnezitu v ťažbových a rotačných peciach. Štátny monitoring je zameraný hlavne na dokumentáciu kvality vôd povrchových tokov, odvodňujúcich najviac zaťažené časti postihnutých regiónov kumulatívnym účinkom imisného zaťaženia, skládkovania odpadov z ťažby a spracovania suroviny, primárnou a sekundárnou prašnosťou a samotnou prevádzkou týchto technológií. Pre celkové hodnotenie zaťaženia lokalít sú preberané výsledky dosiaľ realizovaných výskumov vplyvu imisií na pôdu, produkciu poľnohospodárskych plodín, trávnaté a lesné porasty. Ďalším významným environmentálnym problémom je stabilita povrchu nad vyťaženými časťami ložiska. Do databázy štátneho monitoringu sú preberané výsledky zistené prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií: údaje o priestorovom rozsahu vyrúbaných priestorov v podzemí, ohraničenie povrchových zavalov a výsledky geodetických meraní stability povrchu. Tu možno konštatovať, že do roku 2009 sa nevyskytli významné zmeny existujúceho rozsahu zavalových pásiem. Výrazný pokles ťažby v roku

2009 odôvodňujú organizácie znížením dopytu, ekonomickou krízou v hutníckom priemysle a následne znižovaním zmienosti prevádzky (tab. 2.4.1).

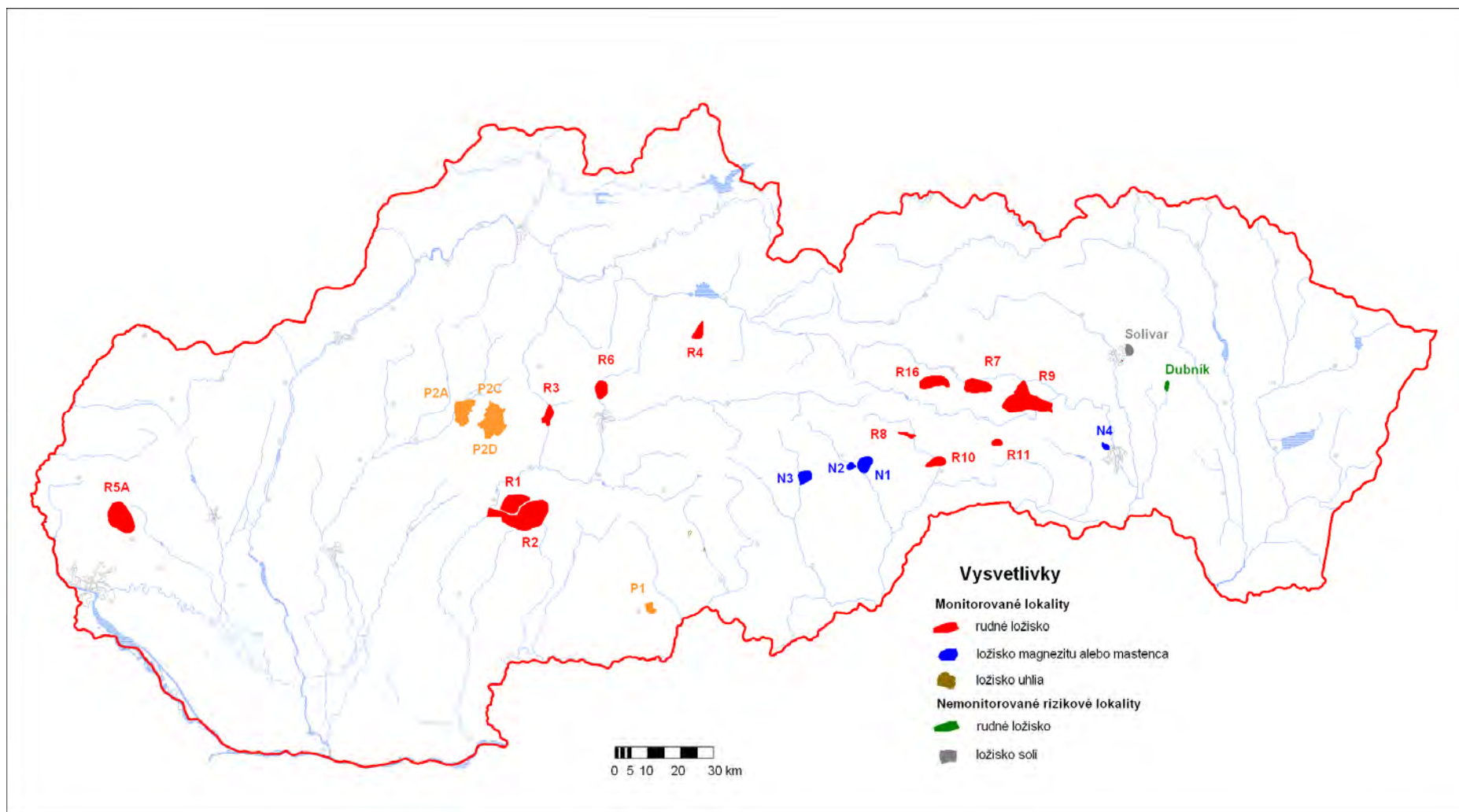
Tab. 2.4.1: Ťažba magnezitu na ložiskách Jelšava, Lubeník a Hnúšťa v rokoch 2005 – 2009  
(zdroj: Hlavný banský úrad, Ročná správa o činnosti za rok 2009)

Závod	Ťažba magnezitu (kt)					Výroba koncentrátu (kt)				
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
Jelšava	1 193,50	1 092,70	1 136,20	1149,9	751,20	674,00	683,30	696,30	584,10	405,60
Lubeník	333,00	342,20	343,30	278,00	102,70	227,00	236,10	244,40	215,30	67,90
Hnúšťa	28,50	32,90	24,10	10,60	6,00	19,10	21,70	15,90	7,10	4,00
Spolu	1 555,00	1 467,80	1 503,60	1438,5	860,0	920,10	941,10	956,60	806,5	477,6

Potenciálny vplyv banskej činnosti na životné prostredie Hornej Nitry bol v rokoch 2007 – 2009 sledovaný prostredníctvom prírodných vôd oblasti (výtoky zo štôlní a povrchové vody nad výtokom zo štôlní a pod sútokom banských vôd s povrchovými vodami) a prostredníctvom sedimentov (banské sedimenty pri ústiach výtokov štôlní a sedimenty povrchových tokov nad vyústením štôlní a pod vyústením štôlní). Takto zvolený monitorovací systém nám umožňuje nie len ohodnotiť samotné banské diela (štôlne) a určiť ich stupeň environmentálnej záťaže, ale aj ohodnotiť ich potenciálny dopad na okolité životné prostredie. Pre porovnanie monitorovaného obdobia (2007 – 2009) sme mali k dispozícii výsledky starších prác z danej oblasti a to z roku 1995 (Klukanová, Rapant, 1999).

V priebehu rokov 2007 až 2009, sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP nadviazalo na vytipované lokality navrhnuté do štátneho monitorovacieho systému z úlohy: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou (Vrana et al., 2005). Z dôvodu veľkého počtu vytipovaných lokalít (20) ako i z dôvodu obmedzeného pridelenia finančných prostriedkov, nepokračoval monitoring kontinuálne na všetkých objektoch, boli tieto lokality zaraďované do monitoringu postupne. Pre prehľadnosť potrebných finančných prostriedkov na vlastný monitoring uvádzame tabuľku 2.4.4 (Vrana et al., 2005), v ktorej sú zosumarizované ekonomické hľadiská navrhovaného inžinierskogeologického monitoringu. Na ročnej báze by sa náklady (okrem preberaných údajov a špecifických meraní) na inžinierskogeologický monitoring mali pohybovať na úrovni cca 14 000 €. Z uvedených dôvodov monitorovacie práce pozostávali hlavne z archívneho dokladovania súhrnných údajov o geometrii, hĺbke a časovom slede vydobytých priestorov a aktualizácie, resp. dopĺňania údajov z predchádzajúceho monitorovania a zhromažďovaním nových podkladov z preberaných údajov do internej databázy. Základný archívny monitoring bol postupne rozširovaný o terénnu rekognoskáciu jednotlivých lokalít vrátane dokumentácie nových udalostí na ložiskách.





Obr. 2.4.1: Lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov monitorované v rámci ČMS GF VŤŽP.

Označenie lokalít: P1 - Veľký Krtíš, P2A - Nováky, P2C - Cígel', P2D - Handlová, N1 - Jelšava, N2 - Lubeník, N3 - Hnúšťa-Mútnik, N4 - Košice Bankov, R1 - Banská Hodruša, R2 - Banská Štiavnica, R3 - Kremnica, R4 - Liptovská Dúbrava, R5A - Pezinok, R6- Špania Dolina, R7 - Rudňany, R8 - Nižná Slaná, R9- Slovinky, R10 - Rožňava, R11 - Smolník, R16 - Novoveská Huta

Tab. 2.4.2: Pozorovacie objekty vlastného terénneho monitoringu hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvu ťažby na ŽP v hodnotených lokalitách

Lokalita	Počet monitorovaných objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd					Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
		Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska			
Rudňany	6	3	1	1	1	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO <sub>4</sub> , As, Sb, Hg	
Slovinky	8	5	0	1	2	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Mn, As, Cu, Sb, Zn, Pb, Hg	
Smolník	8	2	0	4	2	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, Fe, Mn, As, SO <sub>4</sub> , Cu, Al, Pb, Hg, Zn, Ni	
Novoveská Huta	7	4	0	3	0	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Cu, As, Sb, Mn, Ba, Ra256, U, Rn	
N. Huta - Teplička	4	1	0	3	0	4x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, Ca, Mg, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , RL, NL	
Rožňava	4	0	0	3	1	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , As, Sb, Pb, Cu	
Nížná Slaná	2	0	0	1	1	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO <sub>4</sub> , As, Sb	
Banská Štiavnica	8	3	0	4	1	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Pb, Zn, Cu	
Banská Hodruša	2	1	0	0	1	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , As, Pb, Zn, Cu, Hg, Ag	
Kremnica	5	2	0	3	0	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , As, Cu, Hg, Zn, Mn	
Špania Dolina	9	3	0	5	1	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , As, Sb, Cu, Hg, Zn	
Dúbrava	8	2	0	6	0	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , As, Sb, Cu	
Pezinok	4	1	0	3	0	2x ročne	T, MEV, pH, O <sub>2</sub> , KNK, ZNK, Fe, Mn, SO <sub>4</sub> , As, Sb	
Spolu	75	27	1	37	10			

Tab. 2.4.3: Pozorovacie objekty prevádzkového monitoringu ťažobných organizácií  
- hydrogeologické a geochemické aspekty vplyvu ťažby na ŽP

	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd					Hladina podzemnej vody		Organizácia
		Povrch. tok	Výver podzem. vody	Bans. voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	Počet objektov	Frekvencia meraní	
Baňa Nováky	9	0	0	3	0	4 - 12x ročne	6	12x ročne	Hornonitrianske bane, a.s., Prievidza
Baňa Cígeľ	8	4	0	3	0	4 - 12x ročne	1	12x ročne	
Baňa Handlová	5	0	0	3	0	4 - 12x ročne	2	12x ročne	
Baňa Dolina	26	6	0	0	0	4x ročne	20	4x ročne	Baňa Dolina, a.s., Veľký Krtíš
Jelšava	6	3	0	1	2	nemerané	0		SMZ, a. s., Jelšava
Lubeník	4	2	0	1	1	nemerané	0		SLOVMAG, a.s., Lubeník
Hnúšťa	3	1	0	2	0	nemerané	0		GENES, a.s., Hnúšťa
Košice - Bankov	1	0	0	1	0	2x ročne	0		MAGNIMEX, a.s., Bratislava
Rudňany	2	0	0	1	1	4x ročne	0		SABAR, s. r. o., RB Banská Bystrica
Slovinky	2	0	0	1	1	4x ročne	0		RB Banská Bystrica
Rožňava	1	0	0	1	0	4x ročne	0		RB Banská Bystrica
Nižná Slaná	3	0	0	2	1	4x ročne	0		SIDERIT, s. r. o., Nižná Slaná
Smolník	2	0	0	1	1	2x ročne	0		RB Banská Bystrica
Spolu	72	16	0	20	7		29		

Z uvedených dôvodov monitoring inžiniersko-geologických aspektov dočasne nezahŕňal hneďouhoľné ložiská. Na ostatných ložiskách (16) prebiehal monitoring v úspornom režime, postupným pridávaním jednotlivých lokalít so zníženou frekvenciou pozorovaní navrhovaných ukazovateľov. Tabuľka č. 2.4.5 podáva prehľad priebehu monitoringu na jednotlivých lokalitách v období rokov 2007 - 2009.

Tab. 2.4.4: Počet navrhovaných objektov a orientačný rozpočet priemerných ročných nákladov programu zisťovania a monitorovania objektov v segmentoch zdrojov a prejavov fyzikálnych impaktov - inžinierskogeologické aspekty (\*označuje existujúce merania objektov), Vrana, 2005

Druh objektov	MP, MD podrúb.	OD odkaliská	SD-TR svah. deform.	SD-GM svah. deform.	PT-TR poklesy ter.	PT-GM poklesy ter.	PO-TR poruchy obj.	PZ-TR zamokrenie	Celk. suma
Ložisko	podz. b.d.		/terén. rekogn.	/geodet. mer.	/terén. rekogn.	/geodet. mer.	/terén. rekogn.	/terén. rekogn.	(tis SK)
P1 Baňa Dolina	celé ložisko*					44			45
P2A Baňa Nováky	celé ložisko*					25* 24*		30	10
P2C Baňa Cigel'	celé ložisko*		8	15 (10+15)	15		21	8	73
P2D Baňa Handlová	celé ložisko*		10	44		24*		10	120
R1 Banská Štiavnica	celé ložisko				10				11
R2 Hodruša-Hámre	celé ložisko								3
R3 Kremnica	celé ložisko		1						11
R4 Dúbrava-Magurka	celé ložisko								3
R5 Pezinok	celé ložisko								3
R6 Špania Dolina	celé ložisko						1		11
R7 Rudňany-Poráč	celé ložisko* MD 15*	69*			12	65*			21
R8 Nižná Slaná	celé ložisko*	51*			19	7*			9
R9 Slovinky	celé ložisko								3
R10 Rožňava	celé ložisko					10* ?		5	12
R11 Smolník	celé ložisko				15				25
R16 Novoveská Huta	celé ložisko*				12				9
N1 Jelšava	celé ložisko*	39*			13				14
N2 Lubeník	celé ložisko*	7*			7				10
N4 Košice	celé ložisko		1		1	35			18
N5 Mútnik-Hnúšťa	celé ložisko*					8*			-
SPOLU	15	166 objektov	20 objektov	84 objektov	104 objektov	232 objektov	22 objektov	53 objektov	411 tisíc SK

Poznámka: U existujúcich meraní nie sú do rozpočtu zaradené náklady; v zátvorke uvedené objekty sú sanačného rázu (merania parametrov sú premietnuté do rozpočtu); údaj s otáznikom sa týka neprístupných pozorovaní na objektoch, na ktorých boli merania predpísané schváleným likvidačným plánom zatápania Bane Mária.

Tab. 2.4.5: Monitoring, miesta a výber ukazovateľov v rokoch 2007 - 2009

Druh objektov	MP, MD podrúb.	OD odka- liská	SD-TR svah. deform.	SD-GM svah. deform.	PT-TR poklesy ter.	PT-GM poklesy ter.	PO-TR poruchy obj	PZ-TR zamokrenie
Ložisko	podz. b. d.		/terén. rekogn.	/geodet. mer.	/terén. rekogn.	/geodet. mer.	/terén. rekogn.	/terén. rekogn.
P1 Baňa Dolina						O		
P2A Baňa Nováky						O		O
P2C Baňa Cigeľ			O	O	O		O	O
P2D Baňa Handlová			O	O		O		O
R1 Banská Štiavnica	2008 2009				O			
R2 Hodruša-Hámre	2008							
R3 Kremnica	2008 2009		O ?					
R4 Dúbrava- Magurka	2009							
R5 Pezinok	2008 2009							
R6 Špania Dolina	2008 2009						O ?	
R7 Rudňany - Poráč	2008	2008			2007	2007		
R8 Nižná Slaná	2008	X			2009	X		
R9 Slovinky	2009				2009			
R10 Rožňava	2009					X		2009
R11 Smolník	2008				2009			
R16 Novoveská Huta	2009				2007 2009			
N1 Jelšava	2008 2009	2009			O	2009		
N2 Lubeník	2008 2009	2008			O			
N4 Košice	2008 2009		2008		2008	X		
N5 Mútnik-Hnúšťa	2008 2009					2008		

Poznámka: monitoring ukazovateľov označených X nebol realizovaný z dôvodu nedodania podkladov oslovených organizácií, ukazovateľ označený O nebol v rokoch 2007 - 2009 zisťovaný (?- návrh vylúčenia objektu z monitoringu). Rok udáva obdobie, kedy bol príslušný ukazovateľ monitorovaný, resp. dopĺňaná databáza objektu.

## 2.4.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Hydrogeologické a geochemické aspekty vplyvu ťažby na životné prostredie v hodnotených lokalitách sú monitorované v účelových pozorovacích sieťach. Tie vychádzajú z navrhnutého systému zisťovania a monitorovania pre daný účel (Vrana et al., 2005). V doterajšom priebehu monitorovacích prác sú sledované kvantitatívne a kvalitatívne parametre zdrojov banskej a odpadovej vody (drenáž z odkalísk), podzemnej vody a vody povrchových tokov. Prehľad sledovaných parametrov je uvedený v tab. 2.4.6. Na každom pozorovacom objekte sa meria prietok, teplota vody, merná elektrická vodivosť vody, reakcia vody a obsah rozpusteného kyslíka. Rozsah sledovaných ukazovateľov kvality je na pozorovaných lokalitách volený podľa geochemického typu ložiska a preto je miestne špecifický.

Tab. 2.4.6: Sledované kvantitatívne a kvalitatívne ukazovatele banských, odpadových, podzemných a povrchových vôd

Veličina	Spôsob stanovenia	Frekvencia merania	Merná jednotka
Prietok	Meranie hydrometrickou vrtuľou Meranie ciachovanou nádobou a stopkami	2x ročne	l.s <sup>-1</sup>
Teplota vody	Tepelný snímač	2x ročne	°C
Merná elektrická vodivosť vody	Prenosný konduktometer WTW	2x ročne	mS.m <sup>-1</sup>
Reakcia vody pH	Prenosný pH meter	2x ročne	
Obsah rozpusteného kyslíka vo vode	Prenosný oxi-meter	2x ročne	% O <sub>2</sub> mg.l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Obsah prvku - Al, Ba, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Zn, U	Atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou AES-ICP	2x ročne	Mg.l <sup>-1</sup>
Obsah prvku - As, Bi, Sb, Se, Hg	Atómová absorpčná spektrometria AAS	2x ročne	Ug.l <sup>-1</sup>
Obsah aniónu - SO <sub>4</sub> , F, NO <sub>3</sub>	Iónová chromatografia	2 - 4x ročne	Mg.l <sup>-1</sup>
Neutralizačná kapacita	Odmerná analýza	2x ročne	Mmol.l <sup>-1</sup>
Objemová aktivita <sup>226</sup> Ra, <sup>222</sup> Rn	Scintilačná metóda v Lucasových komorách	2x ročne	Bq.l <sup>-1</sup>

Hydrometrické merania pre zistenie okamžitého prietoku povrchových tokov, výtokov zo štôlní a výdatnosti prameňov boli vykonané pomocou hydrometrickej vrtule typu A.OTT Kempen. Použitý bol model C31 resp. C2, podľa veľkosti toku. Merania boli vykonané bodovou metódou podľa ON 73 6571.

Odber vzoriek vôd povrchových tokov je metodicky upravený STN EN ISO 5667-6 „Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber vzoriek z riek a potokov.“ Odporúča sa používať ju spoločne s ISO 5667-1, ISO 5667-2 a ISO 5667-3, ktoré sa zaoberajú návrhmi programov odberu vzoriek, technikami odberu, konzerváciou vzoriek a manipuláciou s nimi. Použitie všeobecné názvoslovie je v súlade s názvoslovím spracovaným ISO/TC 147 Kvalita vody, predovšetkým s názvoslovím odberu vzoriek v ISO 6107-2.

Odber vzoriek podzemných vôd je metodicky upravený STN EN ISO 5667-11 „Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd.“ Odporúča sa používať ju spoločne s ISO 5667-1, ISO 5667-2 a ISO 5667-3, ktoré sa zaoberajú návrhmi programov odberu vzoriek, technikami odberu, konzerváciou vzoriek a manipuláciou s nimi. Použitie všeobecné názvoslovie je v súlade s názvoslovím spracovaným ISO/TC 147 Kvalita vody, predovšetkým s názvoslovím odberu vzoriek v ISO 6107-2.

Vzorky vôd na sledovaných profiloch tokov, výtokov zo štôlní a prameňov, boli odobraté ponorením prázdnej vzorkovnice pod hladinu. Pre odber vzoriek na stanovenie fyzikálno-chemických ukazovateľov a kovov boli použité polyetylénové vzorkovnice. Rozsah sledovaných ukazovateľov je volený podľa záverov predchádzajúcej etapy prác (Vrana et al., 2005) a vychádza z STN 75 7221 „Klasifikácia povrchových vôd“ a z Nariadenia vlády SR č.296/2005 Z. z., ktoré bolo neskôr nahradené Nariadením vlády SR č.269/2010 Z. z.

Priamo v teréne boli prenosnými prístrojmi rady WTW vykonávané merania pH, teploty vody a vzduchu, mernej elektrickej vodivosti vody a rozpusteného O<sub>2</sub>. Použité boli vzorkovnice dodané laboratóriom, vzorky boli v deň odberu odovzdané do laboratória na ďalšie spracovanie. Vzorky vôd pre stanovenie mikroprvkov boli po odbere filtrované a chemicky stabilizované podľa požiadaviek laboratória.

Laboratórne analýzy vôd boli vykonané v akreditovanom laboratóriu GAL ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Pre stanovenie jednotlivých ukazovateľov v povrchových a podzemných vodách boli použité analytické metódy, ktoré sú uvedené v tab. 2.4.7. Kontrola správnosti laboratórnych techník v laboratóriu ŠGÚDŠ RC Spišská Nová Ves je okrem internej kontroly pravidelne zabezpečovaná systémom externej kontroly formou medzi laboratórnych porovnávacích skúšok s úspešnosťou viac ako 90 % z celého rozsahu pre všetky typy vôd. Interná kontrola je vykonávaná odberom jednej vzorky dvakrát, a to každých 20 vzoriek. Podľa správnej laboratórnej praxe je s každou sériou vzoriek (minimálne 15) meraná jedna vzorka dvakrát - tzv. paralelné stanovenie.

Pri hodnotení kvality povrchových vôd je použitá klasifikácia kvality povrchových vôd podľa STN 75 7221, podľa ktorej sa zaraďuje kvalita povrchovej vody v danom mieste odberu vzoriek do tried kvality, podľa zistených hodnôt ukazovateľov porovnaním s ich určenými medznými hodnotami. Rozlišujú sa nasledovné triedy kvality: I. trieda – veľmi čistá voda; II. trieda – čistá voda; III. trieda – znečistená voda; IV. trieda – silno znečistená voda; V. trieda – veľmi silno znečistená voda. Pre dané miesto odberu vzorky a hodnotené obdobie sledovania sa určí tzv. charakteristická hodnota, ktorá sa porovnáva so zodpovedajúcou sústavou jeho medzných hodnôt.

Spôsob výpočtu charakteristickej hodnoty závisí od počtu odberov vzoriek  $n$  v hodnotenom období:

Ak  $n \geq 24$ : charakteristická hodnota zodpovedá hodnote súboru hodnôt ukazovateľa kvality s pravdepodobnosťou neprekročenia 90 % (v prípade rozpusteného kyslíka s pravdepodobnosťou prekročenia 90 %)

Ak  $n = [11 - 23]$ : charakteristická hodnota sa určuje ako priemer troch najnepriaznivejších hodnôt súboru

Ak  $n < 11$ : charakteristická hodnota zodpovedá maximálnej hodnote súboru.

Tab. 2.4.7: Zoznam ukazovateľov a použitá analytická metóda

	Objekt skúšky	Zavedená metóda		Rozsah	Rozšírená neistota U (k = 2)
	Vlastnosť	Druh	Označenie		
Obsah prvku	Al	AES-ICP	PN 2.12	(0,02 - 0,1) mg.l <sup>-1</sup>	10 %
				(0,1 - 1) mg.l <sup>-1</sup>	7 %
				(1 - 10) mg.l <sup>-1</sup>	5 %
	Ba			(0,002 - 0,01) mg.l <sup>-1</sup>	25 %
				(0,01 - 0,1) mg.l <sup>-1</sup>	10 %
				(0,1 - 1)	5 %
	Ca			(0,2 - 5) mg.l <sup>-1</sup>	10 %
				(5 - 50) mg.l <sup>-1</sup>	7 %
				(50 - 500) mg.l <sup>-1</sup> (500 - 5000) mg.l <sup>-1</sup>	5 %
					2 %
	Cu	(2 - 50) µg.l <sup>-1</sup>	10 %		
	(50 - 250) µg.l <sup>-1</sup>	5 %			
	(250 - 1000) µg.l <sup>-1</sup>	3 %			
Fe	(0,007 - 0,1) mg.l <sup>-1</sup>	10 %			
	(0,1 - 2) mg.l <sup>-1</sup>	7 %			
	(2 - 10) mg.l <sup>-1</sup>	5 %			
	(10 - 100) mg.l <sup>-1</sup>	3 %			
Mg	(0,2 - 5) mg.l <sup>-1</sup>	10 %			
	(5 - 50) mg.l <sup>-1</sup>	7 %			
	(50 - 300) mg.l <sup>-1</sup>	5 %			
	(300 - 3.10 <sup>3</sup> ) mg.l <sup>-1</sup>	3 %			
Mn	(0,002 - 0,1) mg.l <sup>-1</sup>	10 %			
	(0,1 - 1) mg.l <sup>-1</sup>	5 %			
	(1 - 10) mg.l <sup>-1</sup>	2 %			
Ni	(2 - 50) µg.l <sup>-1</sup>	10 %			
	(50 - 250) µg.l <sup>-1</sup>	5 %			
	(250 - 1000) µg.l <sup>-1</sup>	3 %			
Zn	(2 - 50) µg.l <sup>-1</sup>	10 %			
	(50 - 250) µg.l <sup>-1</sup>	5 %			
	(250 - 1000) µg.l <sup>-1</sup>	3 %			
As, Bi, Sb, Se	AAS	PN 1.1	(0,001 - 0,01) mg.l <sup>-1</sup>	25 %	
			(0,01 - 0,1) mg.l <sup>-1</sup>	10 %	
			(0,1 - 10) mg.l <sup>-1</sup>	5 %	
Hg	AAS	PN 1.12	(0,0001 - 0,005) mg.l <sup>-1</sup>	20 %	
			(0,005 - 0,05) mg.l <sup>-1</sup>	10 %	
			(0,05 - 10) mg.l <sup>-1</sup>	5 %	
Obsah aniónu	SO <sub>4</sub>	IC	PN 12.1 (STN ISO 10304)	(2 - 20) mg.l <sup>-1</sup>	10 %
				(20 - 10.10 <sup>3</sup> ) mg.l <sup>-1</sup>	5 %
	F-			(0,1 - 1) mg.l <sup>-1</sup>	15 %
			(1 - 50) mg.l <sup>-1</sup>	10 %	
	NO <sub>3</sub>		(1 - 20) mg.l <sup>-1</sup>	20 %	
			(20 - 900) mg.l <sup>-1</sup>	10 %	
Neutralizačná kapacita	ZNK(8,3)	OA	PN 10.10 (STN 830520) (STN 830530) (STN 830540)	(0,04 - 0,1) mmol.l <sup>-1</sup>	10 %
				(0,1 - 10) mmol.l <sup>-1</sup>	5 %
	ZNK(4,5)			(0,04 - 0,1) mmol.l <sup>-1</sup>	10 %
				(0,1 - 10) mmol.l <sup>-1</sup>	5 %
			(10 - 50) mmol.l <sup>-1</sup>	2 %	
KNK(4,5)	OA	PN 10.10 (STN 830520) (STN 830530) (STN 830540)	(0,04 - 100) mmol.l <sup>-1</sup>	5 %	
KNK(8,3)					(0,04 - 100) mmol.l <sup>-1</sup>

Poznámka: OA - odmerná analýza, AAS - atómová absorpčná spektrometria, IC - iónová chromatografia, AES-ICP - atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou



Pri hodnotení kvality podzemných vôd, banských vôd a priesakov z odkalísk a háld je použitá klasifikácia kvality podzemných vôd, podľa ukazovateľov a normatífov znečistenia podzemných vôd uvedených v Prílohe k Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a Ministerstva životného prostredia SR z 15.12.1997 č. 1617/97-min.(ďalej len „Pokyn“). Ukazovatele a normatívy sú v ňom uvedené v nasledujúcich kategóriách:

kategória A - fónové hodnoty, charakterizujúce približne ich prírodné obsahy, prípadne dohodnuté hodnoty požadovanej medze citlivosti analytického stanovenia,

kategória B - medzné koncentrácie ukazovateľov, ktorých dosiahnutie vyžaduje prieskumné práce s cieľom vysvetliť pôvod či zdroj znečistenia,

kategória C - medzné koncentrácie ukazovateľov, ktoré vyžadujú asanačný zásah, ak je preukázané riziko migrácie znečistenia do okolia a možnosť poškodenia ďalších zložiek životného prostredia.

Keďže vyššie uvedená norma je orientovaná na jednorazové zistenie stupňa znečistenia podzemných vôd lokality, neupravuje postup pre hodnotenie monitoringu kvality (opakované odbery vzoriek na odberných miestach). Preto sme pristúpili k aplikácii obdobného spôsobu hodnotenia kvality podzemných, banských vôd a priesakov z odkalísk a háld, ako sa používa pre povrchové vody. To znamená, že pre každé odberné miesto a hodnotený časový úsek je vypočítaná charakteristická hodnota spôsobom odvíjajúcim sa od počtu hodnôt súboru a táto je následne zaradená do príslušnej triedy A, B alebo C porovnaním s normatívmi znečistenia „Pokynu“.

Novo dokumentované a archívne preberané priestorové údaje o pozostatkoch banskej a úpravníckej činnosti a ich prejavochoch, pozícia monitorovacích objektov je prevádzaná do digitálnej formy a ukladaná v softvérovom prostredí MAPINFO Professional. Objekty dokumentované v teréne sú zameriavané prenosným GPS prístrojom eTrex Summit s presnosťou do 10 m v súradnicovom systéme WGS 84 a prepočítavané do systému JTSK.

Lokalizácia vybraných javov a objektov je vyhodnocovaná a znázorňovaná i na podklade účelovej digitálnej farebnej ortofotomapy SR, spracovanej z leteckého meračského snímokovania z r.2002 a 2003 v mierke približne 1:26 000.

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

V priebehu monitorovacej etapy v rokoch 2007 - 2009 sa pokračovalo vo vytvorení systému zisťovania a monitorovania (Vrana, 2005), v rámci ktorého boli spracované podklady z terénu a z archívnych zdrojov:

*a/ systém zisťovania a monitorovania fyzikálnych vplyvov (impaktov) banskej činnosti prejavujúcich sa na povrchu terénu ako:*

- 1) svahové deformácie (ďalej SD)
- 2) poklesy terénu (PT)
- 3) poruchy na objektoch (PO)
- 4) podmáčanie/zamokrenie (PZ)
- 5) lineárna erózia na povrchu terénu (ER).

*b/ systém zisťovania a monitorovania zdrojov potenciálnych fyzikálnych impaktov vyvolaných banskou činnosťou prejavujúcich sa pod povrchom terénu ako:*

- 1) vydobyté (vyrúbané) priestory (MP)
- 2) deformácie horninového masívu (MD)

- 3) ústia podzemných banských diel alebo banské diela na povrchu terénu ( BD)
- 4) odkaliská - aktívne, alebo v štádiu pred rekultiváciou, na ktoré sa vzťahuje v zmysle príslušnej Vyhlášky MPSR č. 524/2002 Z. z. predpísané monitorovanie TBD (OD).

Pre zhromažďovanie údajov získaných vlastnými terénnymi prácami a preberaných z archívnych podkladov slúži digitálna databáza ČMS GF VŤŽP. Tieto údaje sú spracovávané i formou čiastkových ročných správ, ktoré obsahovali i spracovaný materiál z dodaných podkladov od správcu či prevádzkovateľa ložiska. Jednotlivé lokality sa v teréne popisovali len z tých aspektov, ktoré boli za súčasných technických podmienok a bezpečnostných rizík dostupné.

### 2.4.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

Spôsob a frekvencia zberu údajov pri monitoringu hydrogeologických a geochemických aspektov je zrejmý z tab. 2.4.2 a kapitoly 2.4.2. Pri monitoringu inžiniersko-geologických aspektov boli použité spôsoby, uvedené v tab. 2.4.8 spolu s frekvenciou zberu.

Tab. 2.4.8: Prehľad spôsobov a frekvencie zberu údajov o impaktoch

Impakty	Spôsob	Frekvencia
SD	Archív, realizované geodetické merania, terénne pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu a sprístupnenia preberaných meraní
PT	Archív, realizované geodetické merania, terénne pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu a sprístupnenia preberaných meraní
PO	Archív, realizované geodetické merania, terénne pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu
PZ	Terénne merania a pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu
ER	Terénne pozorovania a merania	Podľa potreby, priebežne podľa vývoja
MP	Archív, realizované banské merania	Priebežné dopĺňanie, resp. v závislosti od sprístupnenia preberaných podkladov
MD	Archív, realizované banské merania	Priebežné dopĺňanie, v závislosti od sprístupnenia podkladov a frekvencie preberaných meraní
BD	Archív, informácia o mimoriadnej udalosti	Priebežné dopĺňanie, resp. v závislosti od sprístupnenia preberaných podkladov
OD	Archív, realizované geodetické merania	Priebežné dopĺňanie, v závislosti od sprístupnenia podkladov a frekvencie preberaných meraní

Pozn.: Vysvetlivky v texte kapitoly 2.4.2.

Získané údaje sú ukladané do účelovej databázy údajov podsystému 04. Jej základ bol zostavený v priebehu riešenia geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). Vytvorená bola aplikácia DBD (prostredie DELPHI 5) – program zabezpečujúci prezeranie a prístup k všetkým zhromaždeným údajom textovo-grafickej časti databázy. Z geografických údajov bol zostavený ARCVIEW projekt, ktorý zobrazuje geograficky lokalizované údaje.

Textovo-grafická časť databázy obsahuje digitálne podklady rôzneho charakteru – textové dokumenty sledujúce štruktúru záznamových listov, tabuľkové údaje, schémy, mapové podklady, fotografie). Logické členenie systému je podľa regiónov a lokalít.

V priebehu monitoringu v rokoch 2007-2009 boli aktualizované a dopĺňané záznamové listy (textové dokumenty) fyzikálnych vplyvov banskej činnosti prejavujúce sa na povrchu terénu (svahové deformácie, poklesy terénu, poruchy na objektoch, podmáčanie/zamokrenie, lineárna erózia na povrchu terénu) a zdroje potenciálnych fyzikálnych impaktov (dobývky a banské diela v podzemí, deformácie horninového masívu, ústia banských diel na povrch, odkaliská).

Geografická časť databázy obsahuje hodnotené lokality a objekty. V priebehu monitoringu v rokoch 2007-2009 bola dopĺňaná hlavne o georeferencované skeny mapových podkladov so zdrojmi potenciálnych fyzikálnych impaktov. Zdroje impaktov a ich prejavy sa postupne spracovávajú do digitálnej formy – vektorovej grafiky v prostredí Mapinfo Professional.

#### **2.4.4. Výsledky monitorovania**

##### **2.4.4.1. Lokalita Banská Štiavnica R1**

###### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Keďže lokality Banská Štiavnica a Banská Hodruša predstavujú jeden rudný obvod ŠHRO (Štiavnicko-hodrušský rudný obvod) a sú spoločne drenované dedičnými štôľňami VDŠ (Voznická dedičná štôľňa) a NOŠ (Nová odvodňovacia štôľňa), uvádzame výsledky hydrogeologických a geochemických aspektov ich monitoringu na tomto mieste spoločne. Pre porovnanie monitorovaného obdobia (2007 – 2009) sme mali k dispozícii výsledky starších prác z danej oblasti a to z roku 1995 (Klukanová, Rapant, 1999). V oblasti ŠHRO boli sledované systémy dvoch najväčších odvodňovacích štôľní VDŠ a NOŠ, ďalej jednej zo starých štôľní rajónu – Zlatý stôl a odkalisko v Hodruši (obr. 2.4.2, 2.4.3). Voznická dedičná štôľňa bola sledovaná len pri jej ústí (cca 50 – 100 m od rieky Hron). Nová odvodňovacia štôľňa bola sledovaná pri ústí štôľne a po cca 800 – 1000 m pri jej vyústení do rieky Hron. Štôľňa Zlatý stôl a odkalisko v Hodruši boli sledované aj v recipiente nad a pod výtokom. Výsledky chemických analýz vôd sú uvedené v tabuľke 2.4.9 (vody) a v tabuľke 2.4.10 (sedimenty).

S ohľadom na polymetalický charakter zrudnenia oblasti boli v prírodných vodách, no najmä vo vodách VDŠ a NOŠ zdokumentované (tab. 2.4.9) veľmi vysoké obsahy prakticky všetkých sledovaných potenciálne toxických prvkov, najmä Pb, Zn, Cu, Cd no aj Fe a Mn. Najmä z výtoku vôd z VDŠ boli zaznamenané enormne vysoké obsahy Zn (3 – 5.5 mg.l<sup>-1</sup>), no aj ďalších rizikových prvkov. Hodnoty celkových mineralizácií vôd v recipientoch nad výtokmi banských diel sa pohybujú v rozmedzí približne 220 – 320 mg.l<sup>-1</sup>. Hodnoty celkových mineralizácií z VDŠ sú približne štyri krát vyššie (cca 1200 mg.l<sup>-1</sup>) ako je prírodný fón oblasti. Hodnoty z NOŠ sú približne 600 – 650 mg.l<sup>-1</sup>, hodnoty zo štôľne Zlatý stôl sú približne na úrovni 450 – 700 mg.l<sup>-1</sup>. Vo všetkých prípadoch sa jedná o výrazný, približne dvojnásobný nárast celkovej mineralizácie. Najviac sú adekvátne zvýšené obsahy síranov a im ekvivalentných alkálií a alkalických kovov. Z hľadiska časového, nepozorujeme za tri sledované roky žiadne signifikantné rozdiely v chemickom zložení vôd jednotlivých banských systémov a nepozorujeme ani žiadne signifikantné rozdiely súčasného monitoringu v porovnaní s rokom 1995. Celá oblasť sa z hľadiska banských vôd vyznačuje vysokou úrovňou environmentálneho rizika, najmä z hľadiska obsahov potenciálne toxických prvkov.

Výsledky monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie v banskoštiavnickej oblasti v prípade sedimentov sú uvedené v tabuľke 2.4.10. Aj s ohľadom na polymetalický charakter zrudnenia vo všetkých sedimentoch baní, najmä VDŠ, NOŠ, NOŠ pri Hrone aj v štôľni Zlatý stôl sa vyskytujú extrémne vysoké obsahy prakticky všetkých sledovaných rizikových prvkov (Zn, Cu, Pb, Co, Ni, As, Hg), ktoré mnohzoznačne prevyšujú všetky legislatívne zavedené hodnoty pre zdravé, neznečistené životné prostredie. Najmä Zn (60 000

– 90 000 mg.kg<sup>-1</sup>) vo VDŠ sú na úrovni, ktorá prevyšuje veľmi vysoko (niekoľko 1000 krát) legislatívne hraničné hodnoty. Podobne aj keď nie až tak markantne je to aj v prípade NOŠ aj v prípade štôlne Zlatý stôl. S 10 – 20 násobným prekročením voči limitným hodnotám sa stretávame u prakticky všetkých prvkov vo všetkých banských sedimentoch odkaliska, kde pozorujeme ich zvýšené obsahy v porovnaní s recipientom o 50 až 100 %. Celkovo možno skonštatovať z hľadiska časového (r. 2007 – 2009) nemenný režim obsahov rizikových prvkov a sústavné pretrvávajúce vysokej environmentálnej záťaž z banskej činnosti na životné prostredie. Banskoštiavnickú oblasť môžeme na základe environmentálneho rizika zaradiť medzi oblasti s extrémne vysokým environmentálnym rizikom.



Obr. 2.4.2: Situácia monitorovacích objektov v oblasti Banská Štiavnica – Hodruša



Obr. 2.4.3: Situácia monitorovacích objektov v oblasti Banská Štiavnica – Hodruša.  
Hlavné dedičné štôlne Štiavnicko-hodruškého rudného obvodu

Tab. 2.4.9: Výsledky monitorovania chemického zloženia vôd v štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode

Odberový bod	Limitná hodnota*	10				11				12				13				14			
		1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
pH	6,5-8,5	8.19	8.05	8.34	8.22	7.94	8.02	8.26	8.16	7.28	7.34	7.50	7.50	7.74	7.45	7.89	7.94	7.91	7.50	8.38	7.15
vodivosť	125	-	68.00	74.20	<b>134.00</b>	-	68.50	75.30	<b>134.00</b>	-	124.00	<b>139.00</b>	<b>127.00</b>	-	52.00	79.10	<b>178.00</b>	-	37.20	46.70	37.20
MIN	1000	669.23	652.00	637.00	650.82	684.80	646.00	644.00	648.75	<b>1272.67</b>	<b>1216.00</b>	<b>1227.00</b>	<b>1141.50</b>	315.63	453.00	695.00	449.63	324.63	348.00	401.00	333.53
SiO <sub>2</sub>		-	22.60	23.50	19.70	-	23.60	24.40	20.40	-	20.50	20.80	16.40	-	12.30	24.20	7.47	-	11.70	13.60	12.60
ChSK <sub>Mn</sub>	3,0	-	0.50	0.50	0.25	-	0.50	0.50	0.25	-	0.50	0.50	0.25	-	2.07	1.54	2.72	-	2.93	2.76	<b>3.68</b>
Na	200	-	22.60	22.70	23.60	-	21.90	23.70	22.30	-	22.30	24.20	21.00	-	15.90	27.50	19.30	-	7.71	9.04	6.90
K		-	3.06	2.93	4.16	-	2.87	2.93	3.54	-	4.59	4.80	4.21	-	23.90	5.01	19.00	-	6.70	4.41	2.79
NH <sub>4</sub>	0.5	-	0.05	0.05	0.03	-	0.05	0.05	0.03	-	<b>0.86</b>	0.05	0.08	-	0.21	0.26	0.12	-	0.17	<b>0.84</b>	0.12
Ca		-	105.00	97.40	115.00	-	106.00	100.00	108.00	-	207.00	204.00	200.00	-	67.90	140.00	65.00	-	58.30	59.60	54.80
Mg		-	25.30	25.60	27.00	-	25.50	26.40	25.50	-	63.00	66.10	62.40	-	16.20	21.90	14.10	-	13.80	15.50	13.00
Mn	0.05	<b>0.30</b>	0.04	0.04	0.035	<b>0.30</b>	0.04	0.04	0.032	<b>4.75</b>	<b>4.10</b>	<b>3.54</b>	<b>2.93</b>	<b>0.40</b>	<b>1.24</b>	<b>5.53</b>	<b>0.567</b>	0.05	<b>0.16</b>	<b>0.10</b>	0.008
Fe	0.2	<b>0.39</b>	<b>0.22</b>	<b>0.38</b>	0.052	<b>0.33</b>	<b>0.25</b>	<b>0.39</b>	0.045	<b>6.86</b>	<b>3.24</b>	<b>5.66</b>	0.036	<b>0.57</b>	<b>3.26</b>	<b>3.37</b>	0.038	0.17	<b>0.62</b>	<b>0.34</b>	0.051
Al	0.2	0.06	0.02	0.02	0.01	0.06	0.02	0.02	0.01	<b>0.65</b>	<b>0.63</b>	<b>0.80</b>	0.02	<b>0.48</b>	<b>1.85</b>	<b>0.34</b>	0.02	0.17	<b>0.33</b>	0.04	0.02
Cl	100	3.47	3.57	3.44	3.84	3.93	3.59	3.31	3.32	6.16	6.32	5.85	5.65	4.68	4.63	4.96	4.53	9.62	3.98	6.31	3.73
NO <sub>2</sub>	0,5	-	0.01	0.01	0.005	-	0.01	0.01	0.005	-	0.01	0.01	0.005	-	0.09	0.07	0.09	-	0.06	0.12	0.24
NO <sub>3</sub>	50	1.08	1.00	1.67	1.30	1.03	1.00	1.85	1.45	2.22	1.31	1.67	1.24	4.90	2.60	2.32	2.38	6.57	2.61	3.66	3.86
HCO <sub>3</sub>		-	192.00	192.00	195.00	-	195.00	192.00	204.00	-	247.00	244.00	262.00	-	88.50	149.00	128.00	-	131.00	195.00	150.00
SO <sub>4</sub>	250	<b>263.45</b>	<b>258.00</b>	<b>254.00</b>	<b>261.00</b>	<b>269.20</b>	<b>251.00</b>	<b>255.00</b>	<b>260.00</b>	<b>670.97</b>	<b>629.00</b>	<b>639.00</b>	<b>562.00</b>	106.72	210.00	<b>303.00</b>	189.00	73.52	107.00	81.60	85.40
Hg	0.001	0.0009	0.0001	0.0001	0.00005	0.0005	0.0001	0.0001	0.00005	0.0007	0.0001	0.0001	0.00005	0.0005	0.0001	0.0001	0.00005	0.0002	0.0001	0.0002	0.00005
As	0.01	0.0007	0.001	0.001	0.002	0.0005	0.001	0.001	0.002	0.004	0.007	0.010	0.001	0.0007	0.001	0.001	0.001	0.0006	0.001	0.003	0.002
Se	0.01	0.00002	0.001	0.001	0.0005	0.00003	0.001	0.001	0.0005	0.00001	0.001	0.001	0.0005	0.0001	0.001	0.001	0.0005	0.00004	0.001	0.001	0.0005
Cu	1	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.06	0.027	0.002	0.001	0.002	0.006	0.003	0.001	0.004	0.003	0.002	0.001
Pb	0.01	0.0007	0.005	0.005	0.0025	0.0004	0.005	0.005	0.0025	0.02	0.036	0.073	0.0025	0.003	0.042	0.026	0.003	0.002	0.005	0.005	0.0025
Cd	0.003	0.002	0.000	0.0004	0.00015	0.002	0.000	0.0008	0.0002	<b>0.02</b>	<b>0.017</b>	<b>0.0199</b>	<b>0.0126</b>	0.0001	0.000	0.0003	0.0002	0.0001	0.000	0.0004	0.0002
Zn	3	0.47	0.022	0.070	0.087	0.54	0.020	0.041	0.113	<b>8.48</b>	<b>5.430</b>	<b>5.310</b>	<b>3.510</b>	0.008	0.080	0.011	0.007	0.03	0.057	0.024	0.005

pokračovanie Tab. 2.4.9

Odberový bod	Limitná hodnota*	15				16				17				18			
		1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
pH	6,5-8,5	7.93	7.70	8.20	7.07	7.31	7.10	7.24	7.41	7.87	7.52	7.82	8.02	7.80	7.47	7.78	7.98
vodivosť	125	-	33.00	49.80	50.60	-	80.40	62.20	84.70	-	27.30	35.30	26.65		35.80	38.50	32.60
MIN	1000	363.13	312.00	563.00	435.50	834.10	829.00	807.00	798.20	223.60	232.00	279.00	207.10	308.70	267.00	594.00	283.27
SiO <sub>2</sub>		-	11.70	14.30	12.00	-	18.60	17.50	15.70	-	6.29	12.90	9.97	-	6.46	16.40	10.80
ChSK <sub>Mn</sub>	3,0	-	<b>3.33</b>	<b>3.08</b>	2.85	-	0.56	0.50	0.67	-	2.60	<b>3.60</b>	1.82	-	2.47	1.16	1.50
Na	200	-	5.74	24.40	10.70	-	4.67	4.37	4.78	-	3.93	4.26	3.63	-	4.16	4.28	3.57
K		-	3.15	9.76	7.68	-	2.68	2.69	2.68	-	1.54	2.50	1.46	-	1.87	2.53	1.51
NH <sub>4</sub>	0.5	-	0.18	0.46	0.18	-	0.05	0.02	0.05	-	0.09	0.05	0.06	-	0.05	0.02	0.06
Ca		-	53.90	84.10	68.30	-	134.00	123.00	123.00	-	45.40	47.70	40.90	-	48.40	93.60	48.80
Mg		-	12.20	24.70	17.80	-	43.90	44.20	41.60	-	8.50	10.80	8.02	-	10.10	30.60	11.90
Mn	0.05	<b>0.22</b>	0.04	<b>0.30</b>	<b>0.103</b>	<b>0.29</b>	<b>0.78</b>	<b>0.45</b>	<b>0.407</b>	0.03	<b>0.12</b>	<b>0.31</b>	0.014	<b>0.10</b>	<b>0.07</b>	<b>1.39</b>	0.012
Fe	0.2	<b>0.59</b>	<b>0.21</b>	<b>0.44</b>	0.041	<b>0.21</b>	<b>1.22</b>	<b>0.41</b>	0.051	0.14	<b>0.35</b>	<b>0.46</b>	0.103	0.18	<b>0.30</b>	<b>2.68</b>	0.088
Al	0.2	0.19	0.13	0.05	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.14	0.13	0.08	0.01	0.12	0.10	0.07	0.01
Cl	100	7.31	3.66	17.20	4.07	2.40	2.31	2.40	2.40	2.12	2.04	2.34	1.48	2.10	2.05	2.32	1.55
NO <sub>2</sub>	0,5	-	0.04	0.20	0.21	-	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.04	-	0.01	0.01	0.03
NO <sub>3</sub>	50	5.74	2.47	5.47	3.37	0.88	1.00	1.52	0.50	4.60	1.40	3.45	2.61	4.43	1.30	2.28	2.43
HCO <sub>3</sub>		-	140.00	229.00	159.00	-	476.00	464.00	461.00	-	76.30	110.00	61.00	-	104.00	317.00	116.00
SO <sub>4</sub>	250	97.38	74.10	142.00	152.00	150.00	139.00	140.00	146.00	75.78	83.80	79.90	77.80	86.22	86.10	116.00	86.50
Hg	0.001	0.0005	0.0001	0.0001	0.00005	0.0007	0.0001	0.0001	0.00005	0.0004	0.0001	0.0001	0.00005	0.0004	0.0001	0.0001	0.00005
As	0.01	0.0007	0.001	0.003	0.002	0.0002	0.001	0.001	0.001	0.0003	0.001	0.002	0.001	0.0002	0.001	0.003	0.001
Se	0.01	0.00004	0.001	0.001	0.0005	0.00001	0.001	0.001	0.0005	0.00005	0.001	0.001	0.0005	0.00006	0.001	0.001	0.0005
Cu	1	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001
Pb	0.01	0.001	0.005	0.005	0.0025	0.0003	0.005	0.010	0.0025	0.0002	0.005	0.005	0.0025	0.0003	0.005	0.005	0.0025
Cd	0.003	0.0002	0.000	0.0003	0.00015	0.0002	0.000	0.0004	0.00015	0.0001	0.000	0.0003	0.00015	0.0001	0.000	0.0007	0.00015
Zn	3	0.06	0.012	0.085	0.018	0.005	0.004	0.008	0.007	0.004	0.268	0.019	0.002	0.006	0.002	0.026	0.001

Poznámka:  
**10** – NOŠ pri Hrone  
**11** – NOŠ  
**12** – VDŠ  
**13** – Hodruša, odkalisko  
**14** – Hodruša, potok nad odkaliskom  
**15** – Hodruša, potok pod odkaliskom  
**16** – Zlatý stôl, štôľňa  
**17** – Zlatý stôl, potok nad štôľňou  
**18** – Zlatý stôl, pod štôľňou  
Hodnoty okrem pH a vodivosti (mS.m<sup>-1</sup>)  
\* - Nariadenie vlády SR č. 354/2006  
Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky  
na vodu určenú na ľudskú spotrebu  
a kontrolu kvality vody určenej na  
ľudskú spotrebu

Tab. 2.4.10: Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode

Odberový bod	Limitná hodnota*			10				11				12				13				14			
	A	B	C	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
Fe				3.84	8.01	3.15	5.15	7.11	9.17	8.9	9.73	18.53	16.30	11.7	23.4	4.11	5.46	4.64	4.2	14.02	3.70	3.36	3.75
Al				4.52	2.79	0.91	2.63	2.73	4.47	2.55	2.04	4.48	4.24	5.05	7.12	7.45	6.31	6.57	6.17	3.97	6.73	6.05	6.88
Mn				0.99	8.44	1.75	2.9	9.47	4.49	4.29	3.19	5.43	8.60	5.42	0.83	0.26	1.21	0.54	1.14	8.75	0.16	0.13	0.13
Ni	35	100	500	9.09	<b>107.00</b>	31	49	42.77	70.00	75	64	44.17	<b>140.00</b>	144	58	40.68	19.00	13	17	17.18	22.00	24	19
Co	20	50	300	19.73	<b>149.00</b>	39	<b>67</b>	<b>123.73</b>	<b>68.00</b>	<b>96</b>	<b>75</b>	<b>183.79</b>	<b>212.00</b>	<b>172</b>	24	18.47	17.00	10	13	<b>56.57</b>	16.00	15	14
Pb	85	150	600	101.20	<b>471.00</b>	113	<b>198</b>	<b>201.61</b>	<b>256.00</b>	<b>247</b>	<b>349</b>	<b>1556.21</b>	<b>1620.00</b>	<b>1905</b>	<b>2310</b>	<b>286.58</b>	<b>700.00</b>	<b>536</b>	<b>581</b>	93.07	<b>224.00</b>	<b>183</b>	148
Zn	140	500	3000	<b>5704.9</b>	<b>61690.0</b>	<b>15320.0</b>	<b>28410.0</b>	<b>41817.5</b>	<b>17100.0</b>	<b>26740.0</b>	<b>36320.0</b>	<b>83505.9</b>	<b>78110.0</b>	<b>92990.0</b>	<b>56390.0</b>	<b>793.6</b>	<b>1052.0</b>	<b>1058.0</b>	<b>1214.0</b>	<b>677.6</b>	<b>1814.0</b>	<b>643.0</b>	<b>544.0</b>
Cu	36	100	500	88.52	<b>603.00</b>	64	<b>197</b>	<b>198.78</b>	<b>170.00</b>	<b>181</b>	<b>359</b>	<b>2090.32</b>	<b>1531.00</b>	<b>1962</b>	2253	<b>186.82</b>	<b>382.00</b>	<b>653</b>	<b>347</b>	36.49	<b>153.00</b>	<b>168</b>	<b>122</b>
Cd	0.8	5	20	<b>32.09</b>	<b>169.00</b>	<b>55.5</b>	<b>115</b>	<b>148.29</b>	<b>62.00</b>	<b>92</b>	<b>177</b>	<b>280.32</b>	<b>352.00</b>	<b>371</b>	<b>196</b>	3.36	6.00	5.2	6.5	6.06	3.00	2	1.8
Cr	130	250	800	61.00	39.00	13	22	54.77	162.00	52	36	30.22	35.00	22	25	120.51	31.00	33	26	17.46	60.00	72	58
V	120	200	500	68.41	70.00	29	38	71.87	167.00	78	44	48.50	25.00	15	15	142.61	89.00	110	84	31.78	103.00	100	100
As	29	30	50	26.82	<b>154.00</b>	<b>63</b>	<b>67</b>	<b>82.66</b>	<b>124.00</b>	<b>148</b>	<b>142</b>	<b>255.76</b>	<b>359.00</b>	<b>330</b>	<b>441</b>	<b>30.11</b>	18.00	11	18	<b>80.01</b>	<b>32.00</b>	<b>36</b>	25
Se	0.8	5	20	0.25	< 5	< 2	0.5	0.30	< 5	< 2	0.5	0.20	< 5	< 2	< 0.1	0.69	< 1	< 1	0.5	0.25	2.00	2	0.6
Sb				1.41	26.00	11	14	7.34	38.00	41	17	1.71	10.00	6	3	0.62	7.00	5	9	2.53	8.00	9	7
Hg	0.3	2	10	0.50	0.25	0.08	0.31	0.42	0.23	0.2	0.14	0.61	0.55	0.42	0.29	0.53	0.12	0.05	0.06	2.05	0.62	0.59	0.56
Mo				-	21.00	< 3	< 3	-	24.00	23	15	-	24.00	18	< 3	-	15.00	20	14	-	4.00	3	3

pokračovanie Tab. 2.4.10

Odberový bod	Limitná hodnota*			15				16				17				18			
	A	B	C	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
Fe				4.34	3.74	3.77	3.7	4.82	23.60	17.6	19.6	9.37	4.13	4.08	4.61	4.00	6.69	7.7	5.92
Al				7.14	6.49	6.41	7.13	7.14	0.79	2.17	1.96	5.08	6.71	7.13	7.7	6.86	5.25	6.27	6.25
Mn				0.41	0.14	0.15	0.16	2.67	19.40	7.83	16.1	5.88	0.46	0.46	0.38	0.35	3.03	2.29	1.45
Ni	35	100	500	28.55	27.00	27	19	66.38	45.00	46	42	39.08	17.00	26	17	37.72	31.00	31	26
Co	20	50	300	19.01	16.00	13	13	27.75	<b>124.00</b>	<b>82</b>	<b>124</b>	<b>55.45</b>	20.00	20	17	15.66	37.00	37	27
Pb	85	150	600	<b>275.98</b>	<b>204.00</b>	<b>223</b>	<b>182</b>	<b>721.73</b>	80.00	90	77	<b>171.70</b>	<b>297.00</b>	<b>321</b>	<b>259</b>	<b>248.83</b>	<b>251.00</b>	<b>207</b>	<b>231</b>
Zn	140	500	3000	<b>978.3</b>	<b>868.0</b>	<b>930.0</b>	<b>1024.0</b>	<b>3742.3</b>	<b>1329.0</b>	<b>525.0</b>	<b>642.0</b>	<b>871.3</b>	<b>701.0</b>	<b>681.0</b>	<b>570.0</b>	<b>913.8</b>	<b>735.0</b>	<b>614.0</b>	<b>727.0</b>
Cu	36	100	500	<b>175.48</b>	<b>183.00</b>	<b>189</b>	<b>121</b>	<b>363.55</b>	20.00	18	23	<b>184.40</b>	<b>185.00</b>	<b>189</b>	<b>146</b>	<b>232.83</b>	<b>172.00</b>	<b>126</b>	<b>114</b>
Cd	0.8	5	20	3.82	2.40	2.7	2.1	<b>16.73</b>	<b>9.60</b>	<b>5.4</b>	<b>8.4</b>	4.71	4.50	4.2	3.2	3.20	<b>5.10</b>	4.5	<b>5.2</b>
Cr	130	250	800	83.83	84.00	68	49	84.84	8.00	7	24	105.36	38.00	44	42	109.32	30.00	37	35
V	120	200	500	139.64	101.00	99	105	155.43	20.00	21	< 5	84.03	128.00	146	142	162.33	86.00	117	115
As	29	30	50	28.89	<b>38.00</b>	<b>38</b>	25	<b>50.81</b>	<b>106.00</b>	<b>228</b>	<b>113</b>	<b>95.82</b>	<b>44.00</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>157.30</b>	<b>64.00</b>	<b>90</b>	<b>63</b>
Se	0.8	5	20	0.62	2.00	2	0.7	1.07	< 5	< 1	< 0.1	0.18	4.00	3	0.8	0.39	4.00	2	0.9
Sb				0.80	8.00	9	7	1.02	23.00	16	16	1.97	7.00	7	7	0.87	8.00	9	8
Hg	0.3	2	10	0.44	0.78	0.79	0.52	0.26	0.85	<b>2.86</b>	<b>2.21</b>	1.02	0.50	0.63	0.41	0.23	0.68	0.74	0.71
Mo				-	< 3	4	< 3	-	6.00	6	11	-	< 3	3	4	-	4.00	5	4

Poznámka:

10 – NOŠ pri Hrone

11 – NOŠ

12 – VDŠ

13 – Hodruša, odkalisko

14 – Hodruša, potok nad odkaliskom

15 – Hodruša, potok pod odkaliskom

16 – Zlatý stôl, štôlna

17 – Zlatý stôl, potok nad štôlnou

18 – Zlatý stôl, pod štôlnou

Hodnoty: Fe – Al v %, Ni – Hg v mg.kg<sup>-1</sup>

\* - MP MPSR č. 531/1994-540 limitné

hodnoty rizikových látok v pôdach



### *Inžinierskogeologické aspekty*

Primárnym zdrojom fyzikálnych impaktov v celom banskoštiavnicko-hodrušskom rudnom obvode, predurčujúcim potenciálny vznik prejavov poklesov terénu a následných porúch na objektoch je podrúbanie, v menšej miere výskyt ústí bankských diel.

Do systému štátneho monitoringu bolo z týchto dôvodov navrhované (Vrana et al., 2005) na území celého ložiska, okrem vymedzených plôch vplyvu podrúbania, sledovanie vydobytých priestorov, bankských diel a ostatných fenoménov súvisiacich s podrúbaním.

Vzhľadom na potrebu aktualizácie údajov o stave riešenia prejavov poklesov terénu i o stave samotných prejavov poklesov, bolo do návrhu štátneho monitorovania zaradených (Vrana et al., 2005) 10 prejavov poklesov: 1) plošná deformácia terénu v Štefultove pri šachte Štefan na žile Štefan (z obdobia 1978-2003); 2) prepادلisko na Kornberg štôlni, na ulici Hutnícka v Štefultove (1997); 3) poklesy na Mária šachte, na žile Grüner; 4) poklesávanie na ulici Trate Mládeže, na žile Grüner (od roku 1978); 5) rozsiahle prepادلisko pod Paradajzkým tajchom na žile Terézia (od r. 1998); 6) prepadliská medzi Červenou studňou a ulicou Pod Paradajzom na žile Terézia; 7) prepادلisko nad Klingerom v lese na žile Terézia; 8) prepادلisko šachty Amália na žile Terézia (2001); 9) sanované prepادلisko na ulici Horná Resla v Šmintoríne; 10) čiastočne sanované hlboké prepادلisko v záhrade na Staronovej ulici neďaleko Banského skanzenu (máj 2005) (Vrana et al., 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov a ich spracovanie.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

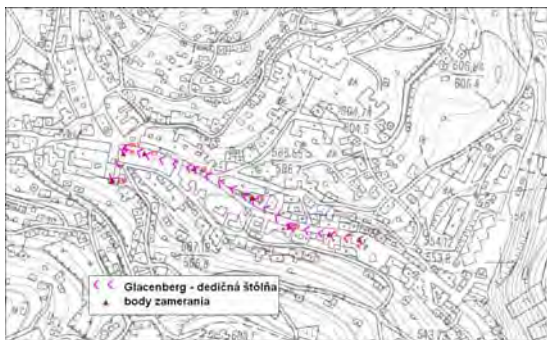
Rudné bane, š. p. Banská Bystrica v roku 2007 vykonávali len likvidačné a zabezpečovacie práce. Na základe rozhodnutia OBÚ v Banskej Bystrici bola vykonaná rekultivácia na odvale pri Novej jame a Michal štôlni v dobývacom priestore Banská Štiavnica.

Nadviazať na odporúčanú dokumentáciu poklesov terénu terénnou rekognoskáciou je nemožné, pretože k týmto objektom neboli vypracované prvotné záznamové listy a doposiaľ sme nezískali ani relevantné podklady. Z týchto dôvodov sme pokračovali v dokumentácii objektov typu MP a MD v spojitosti s podrúbaním a podzemnými bankskými dielami a zhromažďovali sme dostupné informácie zo sanačných prác (štôlna Glanzenberg a šachta Kaufhaus).

Monitorovacie práce v rokoch 2008 až 2009 pozostávali zo zhromažďovania dostupných materiálov a ich spracovania (tab. 2.4.11).

Tab. 2.4.11: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Banská Štiavnica

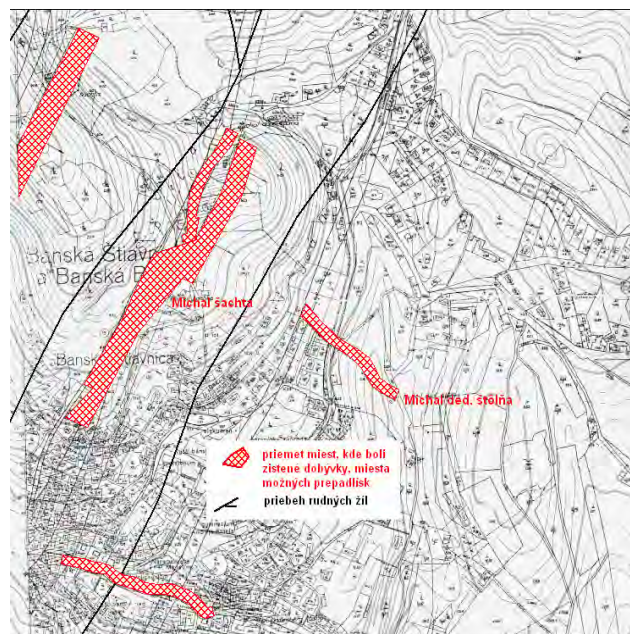
Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
78697	Inžinierskogeologická mapa Banská Štiavnica	Vlčko et al.	1992	Skeny máp, obr. 2.4.3, 4
80480	ŠHRO - okolie	Kámen	1991	Skeny máp bankských prác
84107	Banská Štiavnica - geologický prieskum a zabezpečenie dedičnej štôlny Glanzenberg a likvidácia jej prejavov na povrchu	Gallo, Vitásek	2001	Schéma a profil štôlny, situovanie dobývok v okolí šachty
86975	Banská Štiavnica - geologický prieskum a zabezpečenie šachty Kaufhaus	Šály, Gallo	2006	Meračské podklady štôlny Glanzenberg, obr. 2.4.2



Obr. 2.4.4: Spracovanie meračských podkladov



Obr. 2.4.5: Priemety dobývok



Obr. 2.4.6: Priemety miest možných prepádísk

## *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V roku 2008 až 2009 monitorovacie práce pozostávali zo zhromažďovania dostupných materiálov a ich spracovania v internej databáze. Nadviazať na odporúčanú dokumentáciu poklesov terénu terénnou rekognoskáciou je nemožné, pretože k týmto objektom neboli vypracované prvotné záznamové listy, preto bude potrebné získať k vytipovaným objektom relevantné podklady.

Povrch terénu v súvislosti s výskytom starých banských diel je v banskoštiavnickej oblasti stabilný a v sledovanom období nedošlo k vzniku závalov. Pretrváva však riziko vzniku lokálnych malých závalov nadložia hlavne v blízkosti ústí banských diel na povrch. V budúcnosti odporúčame pokračovať v archívnom štúdiu sprístupnených podkladov, ktoré neboli obsiahnuté v predchádzajúcich materiáloch a v prípade potreby vykonať terénnu obhliadku prípadných nových poklesov terénu.

### **2.4.4.2. Lokalita Hodruša - Hámre R2**

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Keďže lokality Banská Štiavnica a Banská Hodruša predstavujú jeden rudný revír ŠHRR (Štiavnicko-hodrušský rudný revír) a sú spoločne drenované dedičnými štôľňami VDŠ (Voznická dedičná štôľňa) a NOŠ (Nová odvodňovacia štôľňa), uvádzame výsledky hydrogeologických a geochemických aspektov ich monitoringu spoločne v predošlej podkapitole, venovanej lokalite Banská Štiavnica.

#### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Primárnym zdrojom fyzikálnych impaktov v celom banskoštiavnicko-hodrušskom rudnom obvode, predurčujúcim potenciálny vznik prejavov poklesov terénu a následných porúch na objektoch, je podrúbanie - prítomnosť dobývok alebo výskyt ústí banských diel. Vydobyté priestory a sieť banských diel môžu pri nepriaznivej kombinácii faktorov vyvolať náhle poklesy na povrchu terénu s následným poškodením stavieb. Pre eliminovanie takýchto prípadov je prvým krokom zistenie výskytu a rozsahu týchto zdrojov fyzikálnych impaktov t.j. vydobytých priestorov a podzemných banských diel (obr. 2.4.7).

V súvislosti s touto problematikou sa autori komplexnej dokumentácie (Onačila, Rojkovičová, 1995) vo svojej práci vyjadrili o situácii v geologicko-meračskej dokumentácii v tejto časti rudného rajónu ako o veľmi neprehľadnej. Okrem existujúcej „fragmentácie“ podkladov konštatujú, že „veľa originálnych banských máp sa stalo súčasťou súkromných zbierok, alebo predmetom predaja“ čo pripisujú zanedbávaniu povinností zodpovedných inštitúcií.

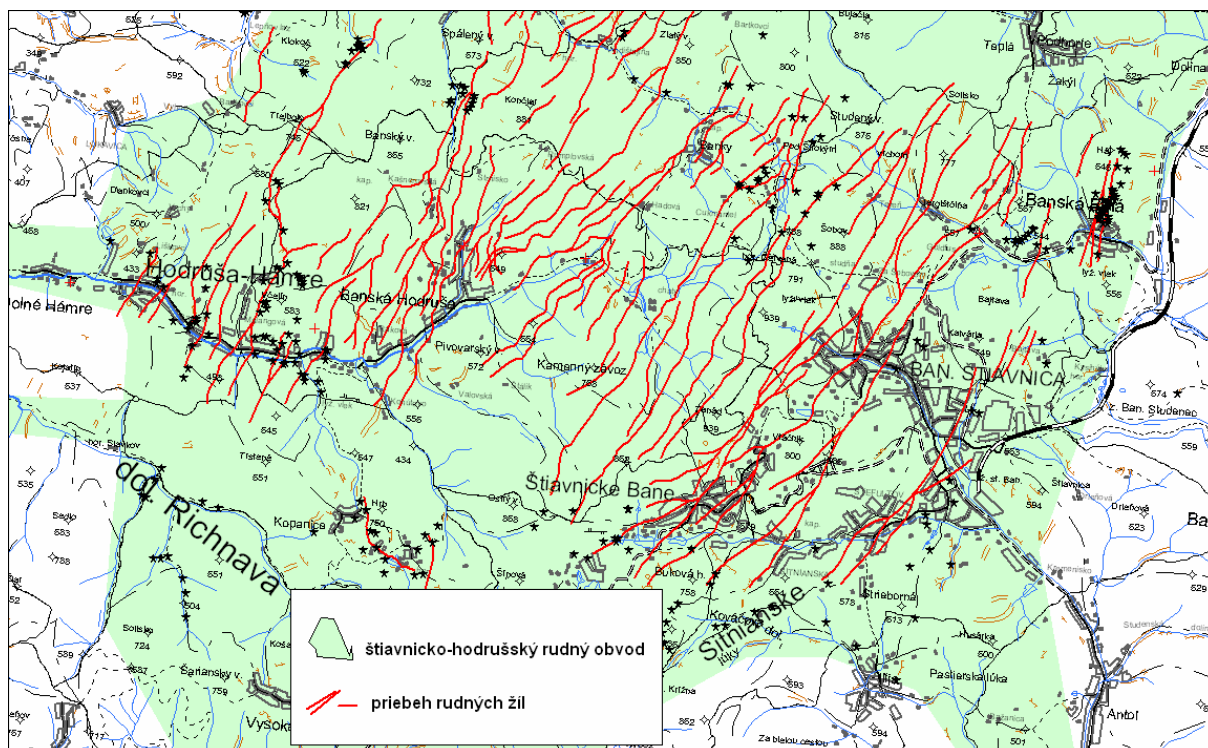
Do systému štátneho monitoringu boli zaradené objekty podzemných priestorov (Vrana et al., 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Lokalita v roku 2009 nebola monitorovaná.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 až 2008*

V priebehu roku 2007 boli vykonávané likvidačné práce tzv. starej jamy Mayer (I) v k. ú. Hodruša Hámre. Jamové teleso bolo uzatvorené vybudovaním uzávery z armovaného betónu a zásypového materiálu. Zostávajúce objekty ťažná veža šachtová budova a strojoňa boli ponechané pre muzeálne účely.



Obr. 2.4.7: Priemety rudných žíl a výskyt starých banských diel v štiavnicko – hodrušskom rudnom obvode. (Lokalizácia starých banských diel vyznačená hviezdikou.)

Slovenská banská spoločnosť, s. r. o., Hodruša Hámre vykonávala v roku 2007 banskú činnosť na základe rozhodnutí OBÚ v Banskej Bystrici, podľa plánov zabezpečenia a likvidácie banských diel a na základe povolení geologického prieskumu banskými dielami v osobitnom prieskumnom území Banská Hodruša. Na bani Rozália boli vykonávané likvidácie hlavných banských diel ťažného vetracieho komína KR-1 a Dolnej Rozália štólne a likvidácia vnútroblokových a ochranných pilierov.

Na bani Všetehsvätých a v Dedičnej štólne cisára Františka boli zabezpečované staré banské diela podľa plánu zabezpečenia a likvidácie.

V rokoch 2007 a 2008 monitorovacie práce pozostávali zo zhromažďovania dostupných materiálov o ložiskovom území (tab. 2.4.12)

Tab. 2.4.12: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Hodruša - Hámre

Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
85279	Komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska Au-Ag Hodruša	Šály	2003	
85153	Banská Hodruša - likvidácia prejavov a účinkov starého banského diela na povrchu v blízkosti rod. Domu č. 599	Gallo	2002	
82847	Hodruša II - Au-Ag rudy	Knésl et al.	2000	
82793	Komplexná geologická dokumentácia revíru Banská Štiavnica-Hodruša	Onačila et al.	1995	
79661	Hodruša-Hámre - dom č. 559, IGP prejavov starého banského diela	Lukaj	1994	
78727	Hodruša-Bakali žila	Šály et al.	1992	Mapa prieskumných prác
58007	Hodruša I. Banskoštiavnické rudné žily	Bergfest	1954	

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V roku 2007 až 2008 monitorovacie práce pozostávali z archívnej excerpcie a zo zhromažďovania dostupných materiálov, ich spracovania a zhromažďovania v internej databáze. Ako už bolo konštatované veľa originálnych banských máp sa stalo súčasťou súkromných zbierok, alebo boli znehodnotené, čo veľmi sťažuje dokumentáciu podzemných priestorov. Nové prejavy nestability povrchu tu neboli zaznamenané.

I napriek spomínaným skutočnostiam odporúčame pokračovať v archívnom štúdiu vydobytých priestorov, banských diel a ostatných fenoménov súvisiacich s podrúbaním a zbieraním informácií z rešeršných prác v banských archívoch s orientáciou na kartografické podklady.

#### **2.4.4.3. Lokalita Kremnica R3**

##### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Ťažba žíl s drahokovovou mineralizáciou v Kremnickom rudnom poli, kulminujúca v 14. a 15. storočí, bola definitívne ukončená v roku 1970. Jej významným dedičstvom je intenzívne podrúbanie centrálnej oblasti Kremnice, ktoré síce nespôsobilo vznik poklesovej kotliny, ale vynucuje si zvláštnu opatrnosť pri rekonštrukčných prácach existujúcich stavebných objektov a budovaní nových. Rozsiahly systém banských diel drénuje podzemné vody, ktoré na povrch vytekajú len niekoľkými štôľňami. Ďalším produktom banskej činnosti je odkalisko v Hornej Vsi s extrémnymi koncentraciami Zn, Cu, Pb a CN. Jeho prevádzku zabezpečuje Kremnická banská spoločnosť, s. r. o., ďalšie staré odkaliská boli rekultivované. Banský postihnutá oblasť s ťažbou rozrušenými východmi rudných telies, sekundárnymi akumuláciami vyťaženej horniny i skládkami odpadov z úpravy zaberá hornú časť povodia Kremnického potoka.

Hydrogeologické pomery sú stabilizované, podstatnú časť prítomných banských diel odvodňuje Hlavná dedičná štôľňa do Hrona, pričom menší podiel z odtekajúceho množstva predstavujú povrchové vody privádzané do podzemia pre prevádzku hydroelektrárne. V rámci štátneho monitoringu boli vlastné hydrogeologické a hydrochemické merania na lokalite začaté v roku 2008 (1 meranie) a pokračovali v roku 2009 (2 merania). Merania sú

vykonávané na troch výtokoch zo štôlní a dvoch profiloch povrchových tokov (tab. 2.4.13, obr. 2.4.8).

Tab. 2.4.13: Výsledky hydrometrických meraní výdatnosti výtokov banskej vody a prietokov povrchových tokov na lokalite Kremnica za roky 2008 - 2009

Objekt	Q <sub>min</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>max</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>priem</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Teplota vody (°C)	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	Počet meraní n
Hlavná dedičná štôlnia	144	318	244	10,1 - 17,4	33,0 - 66,8	3
Kremnický potok	80	632	276	7,6 - 18,7	32,8 - 39,9	3
Potok pod Hornoves. odkaliskom	6,0	14,4	10,2	9,4 - 21,8	44,0 - 46,5	2
Hlboká št.	1,34	1,36	1,35	10,4 - 10,5	96,8 - 105,0	2
Hornoveská št.	0,92	1,28	1,10	10,4 - 10,7	13,5	2

V rámci štátneho monitoringu bola raz v roku 2008 (13. novembra) preverená kvalita vody Kremnického potoka v profile pred ústím do Hrona a banskej vody vytekajúcej z Hlavnej odvodňovacej štôlne. V roku 2009 boli tieto objekty ovzorkované dva krát (10.6., 27.10.), navyše k nim pribudli Hlboká štôlnia, Hornoveská štôlnia a potok pod Hornoveským odkaliskom. Odvodené charakteristické hodnoty kvalitatívnych ukazovateľov sú uvedené v tab. 2.4.14. Vo vode Kremnického potoka boli dokumentované zvýšené koncentrácie Al a Sb (trieda **III** kvality povrchových vôd) a Mn, Zn, As (trieda **II**). Potok pod odkaliskom zaraďuje do triedy **III** kvality povrchových vôd reakcia vody a koncentrácia Mn a Sb. V banskej vode Hlavnej dedičnej štôlne sú zvýšené koncentrácie Mn, SO<sub>4</sub> a Sb. V banskej vode štôlní Hlboká a Hornoveská dosahuje zvýšené obsahy Mn a Sb (tab. 2.4.14, 2.4.15).

Tab. 2.4.14: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Kremnica (2008 - 2009)

	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cr (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	Cd (mg.l <sup>-1</sup> )
Hlavná dedičná štôlnia	7,78	306	0,613	1,400	0,36	<0,0001	0,059	<0,005	0,015	0,009	<0,002	0,004	<0,0003
Kremnický potok	7,93	52,7		0,097	0,06	<0,0001	0,022	<0,005	0,016	0,007		0,003	
Potok pod Horn. odkal.	8,62	85,4		0,101	<0,02	<0,0001	0,010	<0,005	0,007	0,003		0,002	
Hlboká št.	7,33	125		0,248	<0,02	<0,0001	0,005	<0,005	0,007	0,009		<0,002	
Hornoveská št.	6,06	50,7		0,366	0,05	<0,0001	0,031	<0,005	0,004	0,003		<0,002	

Tab. 2.4.15: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Kremnica, 2008 - 2009

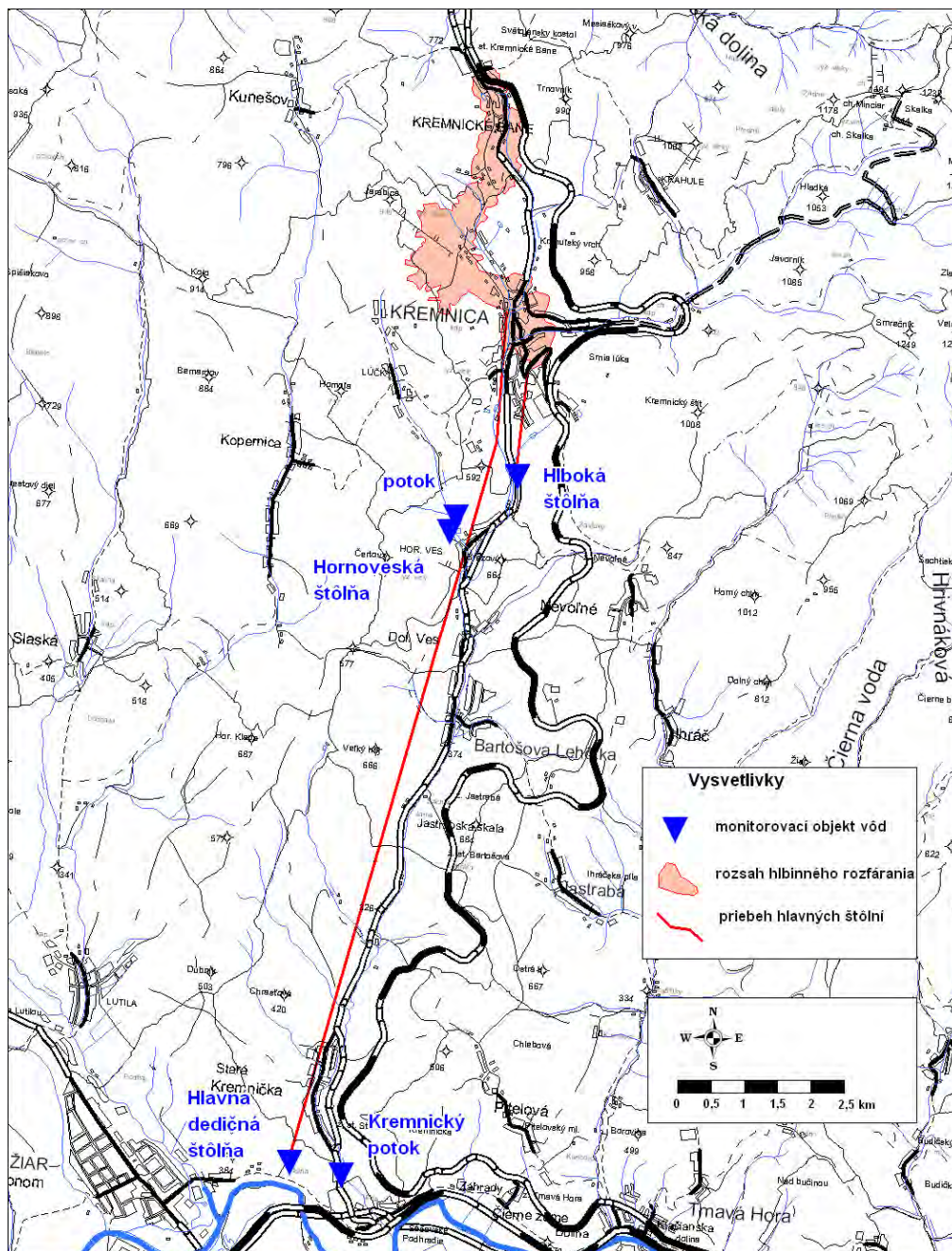
	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Hlavná dedičná štôlnia	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As			pH, Mn, Hg, Pb, Cr, Cu, Cd	Fe, As	Zn, Sb	Al	Mn, SO <sub>4</sub>
Kremnický potok					pH, SO <sub>4</sub> , Hg, Pb, Cu	Mn, Zn, As	Al, Sb		
Potok pod Horn.odkal.					Al, Hg, Zn, Pb, As, Cu	SO <sub>4</sub>	pH, Mn, Sb		
Hlboká št.	Hg, Zn, Pb, Cu	As			pH, Al, Hg, Zn, Pb, As, Cu		Sb, Mn		
Hornoveská št.					SO <sub>4</sub> , Hg, Pb, Cu	Zn, As	pH, Al, Sb	Mn	

Slovenská inšpekcia životného prostredia, Inšpektorát životného prostredia Banská Bystrica, odbor inšpekcie ochrany vôd vykonala kontrolu v zmysle vodného zákona v dňoch 7.11.2006, 16.01.2007, 09.02.2007, ktorá bola zameraná na plnenie povinností a podmienok vyplývajúcich z povolenia na vypúšťanie odpadových vôd s obsahom obzvlášť škodlivých látok z odkaliska Horná Ves do vodného toku Lužanský potok, vydaného ObÚŽP v Banskej Štiavnici č. j. 2004/00179/ZH zo dňa 22.11.2004. Na základe predložených vlastných výsledkov kvalifikovaných bodových vzoriek vypúšťaných odpadových vôd Kremnickej banskej spoločnosti, s. r. o., Kremnica a na základe výsledku rozboru kontrolnej kvalifikovanej 2-hodinovej vzorky Slovenskej inšpekcie životného prostredia, Inšpektorátu životného prostredia Banská Bystrica odobratej v súlade s § 62 ods. 8) zákona č. 364/2004 Z. z. laboratóriom Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p., Odštepny závod Banská Bystrica, boli preukázané prekročenia povolených limitov. Týmito nedostatkami došlo k porušeniu ustanovení § 53 písm. i) v spojitosti s § 21 ods. c) vodného zákona, za čo bola Kremnickej banskej spoločnosti, s. r. o., Kremnica za správny delikt podľa § ods. 1 písm. e) uložená pokuta podľa § 75 ods. 3 vodného zákona. V minulosti došlo na tomto objekte k havarijnej udalosti. V auguste 1971 sa pri prudkom daždi pretrhla hrádza odkaliska. Znečistená voda a bahno vtedy zaplavili záhrady, polia a čiastočne aj rodinné domy občanov. Pre kontamináciu nesmeli obyvatelia počas roka zbierať svoju úrodu. V súčasnosti je odkalisko registrované v Informačnom systéme environmentálnych záťaží ako potenciálna environmentálna záťaž.

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Pre celú oblasť Kremnického rudného poľa je z hľadiska potenciálneho vzniku náhlych poklesov terénu, ako jediných ohrozujúcich prejavov fyzikálnych impaktov vyvolaných predchádzajúcou banskou činnosťou, rozhodujúce poznanie výskytu, rozsahu a priebehu vydobytých priestorov. K najintenzívnejšie podrúbanej oblasti patrí územie centrálnej mestskej zóny v Kremnici, pod ktorou prechádzajú hlavné žily Žigmund a Helena a priečne žily Amália, Zuzana, Sevastopol a Východná Július. Vydobyté banské priestory tu siahajú miestami 10 – 12 m pod povrch územia, to znamená len približne 8 – 9 m pod základovú škáru objektov takmer súvislej zástavby. Doterajšie výsledky však preukázali (Baliak et al., 1989), že nie je možné dostatočne spoľahlivo identifikovať prejavy podrúbania na povrchu ale odporúčajú pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy M1:1 000 však vyplýva, že aj pri veľkom rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989).

Na základe poznatkov z monitoringu bolo do systému štátneho monitoringu zaradené sledovanie podrúbania a ako zriedkavého, a do istej miery aj kontroverzného fenoménu aj sledovanie svahovej deformácie v oblasti západných svahov depresie pod Šturcom (Vrana et al., 2005).



Obr. 2.4.8: Situácia monitorovacích objektov v oblasti Kremnice

*Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie. Terénna obhliadka odkaliska v Hornej Vsi.

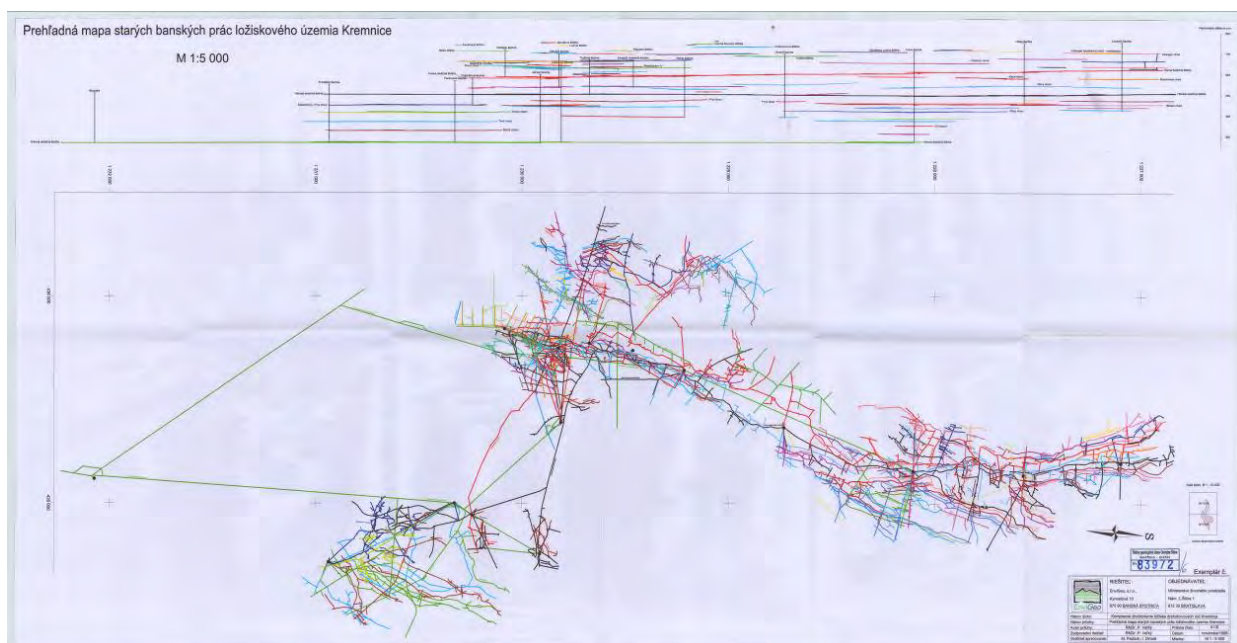
*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov, vrátane priemetov rudných žíl. Do databázy informácií o ložisku boli zaradené podklady zo záverečných správ o geologických prácach, uvedených v tab. 2.4.16.



Tab. 2.4.16: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Kremnica

Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
74656	Inžinierskogeologická mapa Kremnica	Rentka	1989	Skeny máp
77334	Kremnica - Au, Ag rudy	Knésl et al.	1990	Geologická mapa ložiska (s vyznačenými starými bankými dielami) - sken
76445	Kremnica - Horná Ves, pozorovací systém odkaliska	Kollárová	1991	Schéma odkalísk s meračskými bodmi
83972	Komplexné zhodnotenie ložiska drahokovových rúd Kremnica	Veľký	1998	
	Geologická mapa ložiska - základná prieskumná mapa			Skeny máp
839 72	Prehľadná mapa starých bankých prác ložiskového územia Kremnica			Skeny máp, obr.2.4.6
85741	Kremnica - zabezpečenie prepadliska na Štefánikovom námestí	Lepěň, Šály	2005	Mapa Štefánikovo námestia s bankými dielami



Obr. 2.4.9: Prehľadná mapa starých bankých prác ložiskového územia Kremnice

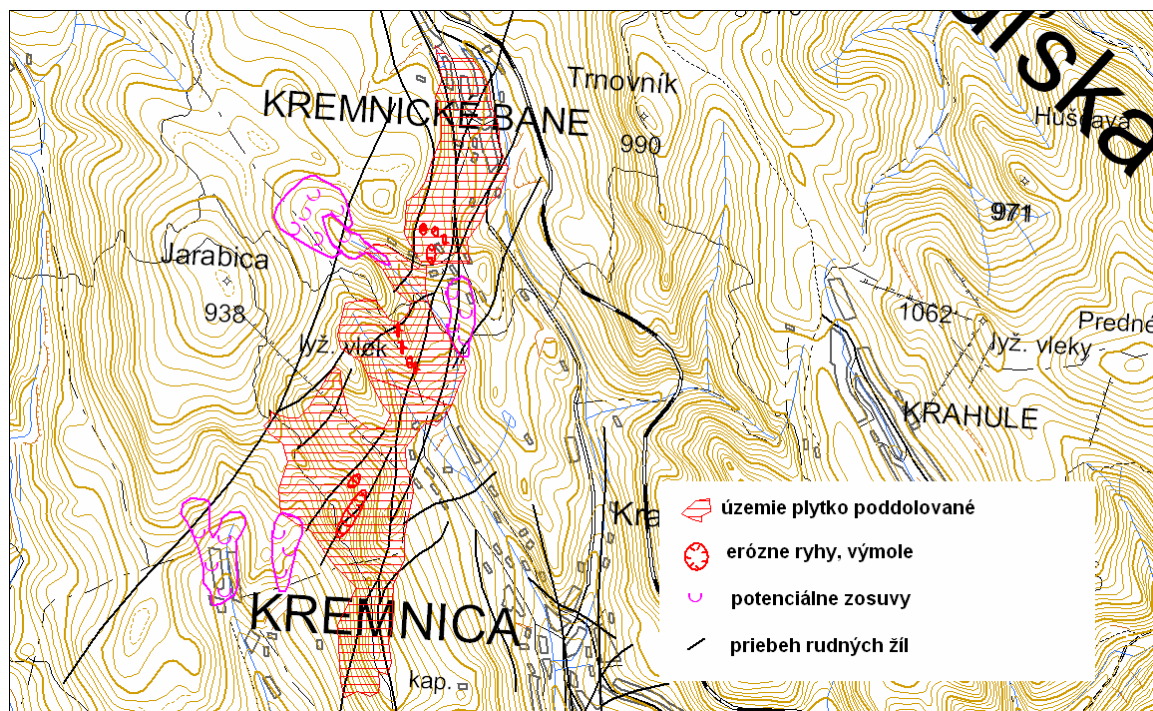
#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009

Podklady o sledovaní stability hrádze, dodané Kremnickou bankou spoločnosťou, s. r. o. Kremnica od roku 1986 do roku 2007 pre Slovenskú inšpekciu životného prostredia, potvrdili stabilitu hrádzí na odkalisku Horná Ves (obr. 2.4.10).



Obr. 2.4.10: Odkalisko Horná Ves (foto Záhorová, 2009)

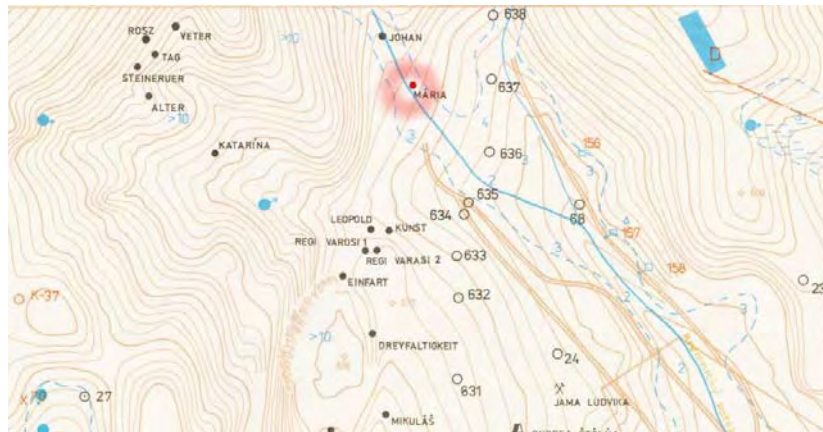
Pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti Kremnice nebolo možné, pretože geodetické merania v centrálnej mestskej časti Kremnice po roku 1989 neboli dokladované. Z týchto dôvodov sme sa rokoch 2008 až 2009 zamerali na archívnu excerpciu a na dokumentáciu objektov typu MP a MD v spojitosti s podrúbaním a podzemnými bankskými dielami (obr. 2.4.9 a 2.4.11).



Obr. 2.4.11: Schéma plytko podrúbaného územia

## Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V hodnotenom období v oblasti Kremnice nebol evidovaný výskyt prejavov nestability povrchu súvisiacich s podrúbaním. Napriek tomu je potrebné pokračovať v zbere a spracovaní mapových podkladov o priebehu banských diel v mestskej časti Kremnice (ŠÚBA Banská Štiavnica, Rudné Bane). Zároveň je potrebné monitorovať oblasť závalu šachty Mária (obr. 2.4.9). V sledovaní spornej svahovej deformácie v oblasti západných svahov depresie pod Šturcom neodporúčame pokračovať. Nachádza sa mimo obývanej oblasti a navyše k nej neexistuje prvotná dokumentácia.



Obr. 2.4.12: Lokalizácia šachty Mária

### 2.4.4.4. Lokalita Dúbrava-Magurka R4

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom dobývacom poli a chránenom ložiskovom území Dúbrava patrí k ložiskám so zastavenou ťažbou. Jeho správcom je organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica, ktorá tu od zastavenia ťažby vykonáva rekultiváciu a zabezpečovanie banských objektov a odkaliska.

### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Environmentálne problémy na tejto lokalite sú spôsobované ukončenou ťažbou Sb-Au rudy. Početné ústia štôlní s výtokom vody sprevádzajú rozsiahle haldy, prítomné sú i odkaliská. Viaceré z uvedených objektov boli po ukončení ťažby zabezpečené a rekultivované. Terénne vzorkovacie a laboratórne práce na dvoch profiloch potoka Paludžanka, drenujúceho túto banskou činnosťou postihnutú lokalitu, preukázali pretrvávajúcu kontamináciu vody tohto recipienta antimónom v najhoršej piatej triede klasifikácie kvality povrchových vôd. Okrem zjavných sústredených výtokov banskej vody zo štôlní (sumárna výdatnosť šiestich dokumentovaných štôlní dosahuje cca  $42 \text{ l.s}^{-1}$ ) ju spôsobujú aj skryté priesaky depóniami haldového materiálu, úpravárenských kalov (z časti rekultivovaných) i prírodnými ložiskovými geochemickými anomáliami v pripovrchovej zóne horninového masívu.

Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VÍŽP jednorazovým (1.10.2008) hydrometrovaním a vzorkovaním dvoch profilov potoka Paludžanka a troch štôlní s výtokom banskej vody (tab. 2.4.17). V roku 2009 boli vykonané dva odbery vzoriek, v dňoch 17. júna a 14. októbra, pričom vzorkované navyše oproti roku 2008 boli štôlna Samuel a Hlavný prekop (obr. 2.4.13).

Tab. 2.4.17: Výsledky hydrometrických meraní výdatnosti banskej vody a povrchových tokov na lokalite Dúbrava za roky 2008 - 2009

Objekt	Q <sub>min</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>max</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>priem</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Teplota vody (°C)	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	n
Štôľňa Svätopluk	13,2	25,9	17,9	5,1 - 5,3	12,9 - 18,5	3
Štôľňa Rakytová	6,6	10,3	8,9	6,3 - 6,4	54,0 - 56,9	3
Štôľňa Martin	6,0	7,2	6,7	5,6 - 7,1	41,5 - 44,3	3
Flotačná štôľňa	2,7	2,8	2,75	6,7 - 7,9	42,1 - 45,2	3
Štôľňa Samuel	0,16	0,18	0,17	4,3 - 5,7	63,0 - 70,6	2
Hlavný prekop	3,8	6,7	5,3	4,7 - 5,7	32,6 - 36,6	2
Potok Paludžanka - nad závozom	117	410	221	2,0 - 6,3	3,8 - 8,7	3
Potok Paludžanka - pod závozom	348	565	434	2,3 - 7,9	7,3 - 11,1	3

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 2.4.18. Zo sledovaných parametrov boli pH, obsah síranov, arzénu, antimónu a medi stanovené vo vzorkách všetkých troch odberov, ostatné parametre boli stanovené len v prvom odbere 1.10.2008.

Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie antimónu (tab. 2.4.18) a vysoké koncentrácie arzénu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Paludžanka tak, že dosahuje najnepriaznivejšiu kvalitatívnu triedu V (tab. 2.4.19).

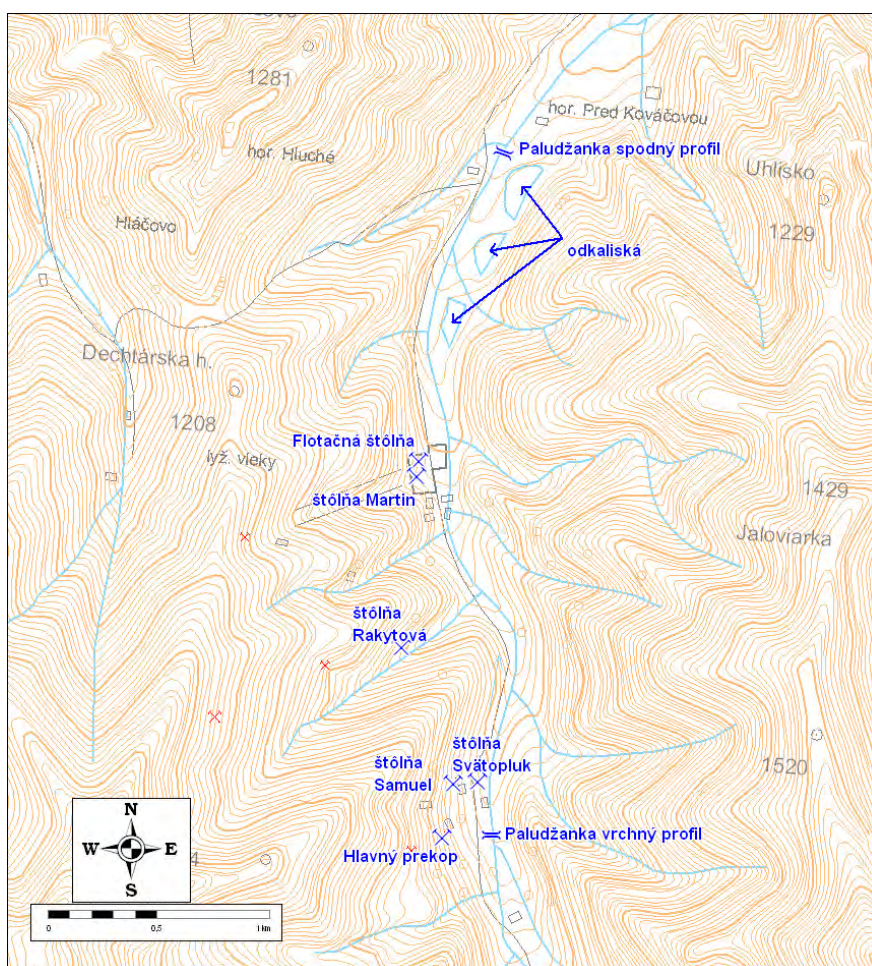
Tab. 2.4.18: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Dúbrava (2008- 2009)

	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cr (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	Cd (mg.l <sup>-1</sup> )
Paludžanka horný pr.	8,25	17		0,008					0,005	0,014		<0,002	
Paludžanka dolný pr.	8,53	25		0,020					0,008	0,193		<0,002	
št. Svätopluk	7,83	40,2	0,046	0,007	<0,02	<0,0001	0,015	<0,005	0,030	1,150	<0,002	<0,002	<0,0003
št. Rakytová	7,93	198	0,077	0,002	<0,02	<0,0001	0,012	<0,005	0,038	2,300	<0,002	<0,002	<0,0003
št. Martin	8,47	112	0,091	0,005	<0,02	<0,0001	0,008	0,006	0,034	0,820	<0,002	<0,002	<0,0003
Flotačná št.	8,23	128							0,018	1,120		<0,002	
Št. Samuel	8,31	227							0,051	7,220		0,002	
Hlavný prekop	8,22	101							0,032	2,000		<0,002	

Tab. 2.4.19: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Dúbrava, 2008 - 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Štôľňa Martin	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As			pH, Fe, Mn, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	SO <sub>4</sub>	As		Sb
Flotačná štôľňa	Cu	As				SO <sub>4</sub>			Sb
Štôľňa Rakytová	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As			pH, Fe, Mn, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd		SO <sub>4</sub> , As		Sb
Štôľňa Svätopluk	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As			pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd		As		Sb
Štôľňa Samuel	Cu	As					SO <sub>4</sub>	As	Sb
Hlavný prekop	Cu	As				SO <sub>4</sub>	As		Sb
Potok Paludžanka - horný profil					pH, SO <sub>4</sub> , Mn, As, Cu		Sb		
Potok Paludžanka - spodný profil					pH, SO <sub>4</sub> , Mn, Cu	As			Sb

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.10.



Obr. 2.4.13: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Negatívne vplyvy hald, odkalísk a odvalov na životné prostredie sú eliminované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných banských diel, likvidácie banských diel, povrchu a ložiska Dúbrava-Sb v r. 1991-1995“. Už v roku 1976 sa zabezpečila rekultivácia na viacerých hlušinových odvaloch.

Na niektorých haldách resp. odkaliskách už v roku 1993 prebiehala rekultivácia (prekrytie zeminou); koruna a vonkajší svah hrádze odkaliska 3 sú zatrávené a zahumusované. V dobývacom priestore Dúbrava pokračovali aj v roku 2007 likvidačné práce v banských dielach štôlní Rakytová a Martin a zabezpečovanie štôlní Svätopluk a 1. máj.

Zhodnotením poznatkov získaných excerpciou archívnych podkladov, terénnym sledovaním ústí banských diel a povrchových banských diel ako aj zisťovaním škôd a aspektov súvisiacich s ohrozením bezpečnosti a zdravia v priebehu prác na ložisku Magurka na území Dúbravského rudného poľa bol program štátneho monitoringu na segment zdrojov fyzikálnych impaktov zredukovaný (Vrana et al., 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

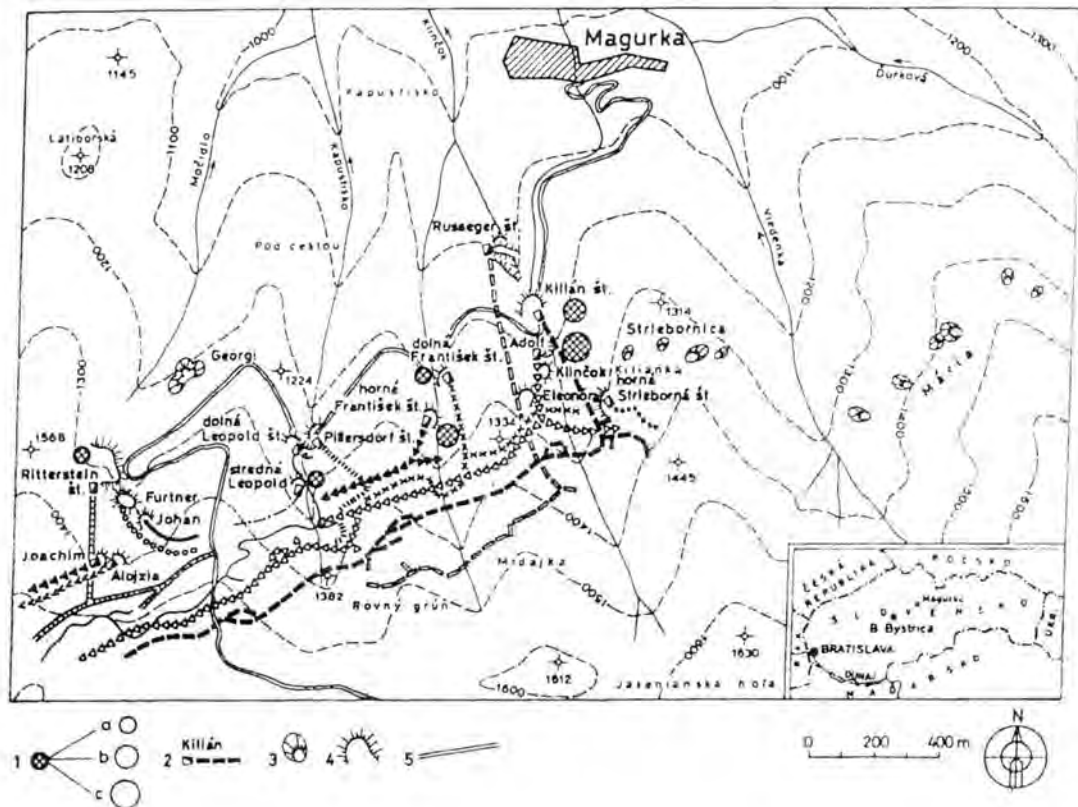
Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy. Do databázy informácií o ložisku boli zaradené poznatky z nasledovných prác (tab. 2.4.20, obr. 2.4.13a).

Tab. 2.4.20: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Dúbrava - Magurka

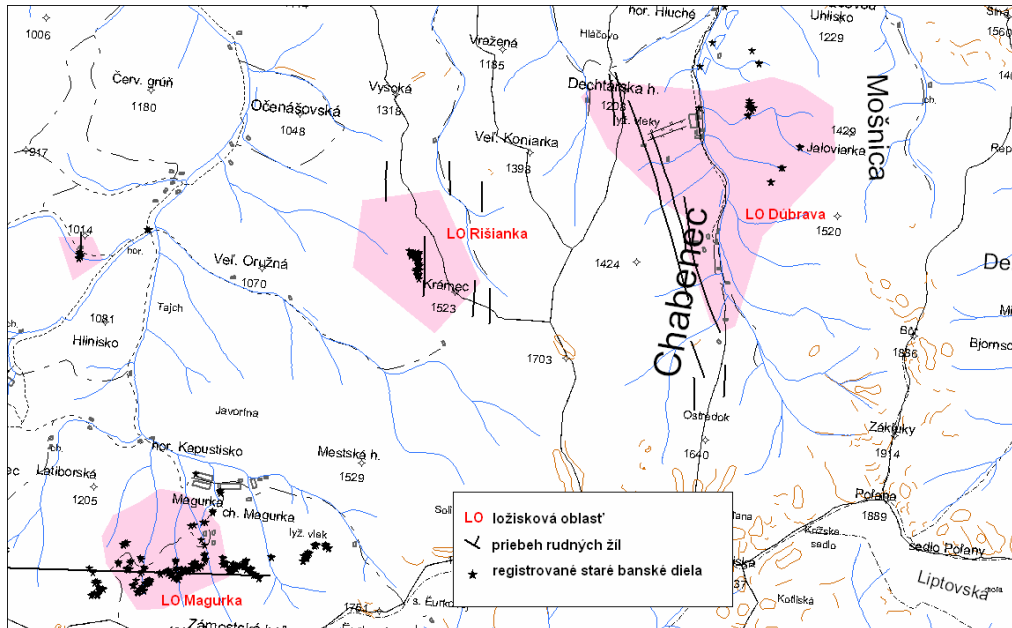
<b>Číslo Geofondu:</b>	<b>Názov ZS:</b>	<b>Autor:</b>	<b>Rok:</b>	<b>Zaradené podklady</b>
57970	Dejiny baníctva v Magurke	Bergfest	1952	
52265	Štruktúrno-ložisková schéma	Michálek	1982	Skeny
52276	Súradnice podzemných vrtov VR-3 až 16	Michálek	1982	Skeny
52276	Súradnice Stredná Ignác DV1, 2, Spodná Ignác DV-3, 4 a ústia prekopu Spodná Ignác	Michálek	1982	Skeny
52276	Súradnice podzemných vrtov VS-4, 10, 12 a ústia štôlne Svätopluk	Michálek	1982	Skeny
51954	Štruktúrno-ložisková schéma	Michálek	1980	Skeny
	Schéma banských prác na ložisku magurka	Chovan	1995	Sken



Obr. 2.4.13a: Schéma bankých prác na ložisku Magurka (Chovan et al., 1995 podľa Meiera 1868 a Koutka a Poubu, 1957)  
 1 – obsah zlatiniek v šliachoch z haldového materiálu: a) do 10 zrn, b) do 20 zrn, c) do 50 zrn, 2 – ústie, názov a priebeh štólne, haldy prieskumných diel, 4 – haldy ťažených štôlní, 5 – stará banká cesta

#### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009

Monitorovacie práce na ložisku boli začaté v roku 2009, pozostávali prevažne z archívnej excerpcie celej ložiskovej oblasti (obr. 2.4.14).



Obr. 2.4.14: Situácia ložiskových oblastí s priemetom rudných žíl a registrovaných starých banských diel

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Vzhľadom na nízke riziko vzniku nebezpečných zánalov nadložia banských diel, stabilné pomery odkalísk a odľahlosť lokalít nie je potrebné venovať monitoringu inžiniersko-geologických aspektov v tejto oblasti zvýšenú pozornosť. Sledovať je však potrebné teleso odkaliska, aby sa mohlo včas predísť prípadnému nežiadúcemu rozvoju erózných procesov a znečisťovaniu povrchového toku kalom.

#### **2.4.4.5. Lokalita Pezinok R5**

Na lokalite Pezinok bola ťažba v minulosti ukončená. Ložisko Pezinok – antimónové rudy je v dobývacom poli Pezinok II, ktorého správcom je organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica a v dobývacom poli Pezinok (ŠGÚDŠ Bratislava). Toto ložisko je zároveň pokryté chráneným ložiskovým územím (CHLÚ), ktorého správcom je firma METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok. Po útlme ťažby antimónových rúd v závode Pezinok Rudných baní, š. p., Banská Bystrica sa následne začali vykonávať likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach. V roku 1999 bol dobývací priestor (DP) Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť - zabezpečovanie banských diel dodávateľsky organizácia METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“.

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Odtokové pomery oblasti sú stabilizované, režim výtokov zo štôlní je úzko naviazaný na zrážkovo - odtokové pomery. Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP jednorazovým hydrometrovaním a vzorkovaním troch štôlní s výtokom banskej vody a potoka Blatina (13.11.2008), (obr. 2.4.15). V dobe



vzorkovania bolo koryto potoka nad ústím štôľne Ryhová suché. V roku 2009 sa vzorkovalo dvakrát, 28. mája a 28. októbra. Výsledky hydrometrických prác sú uvedené v tab. 2.4.21.

Tab. 2.4.21: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Pezinok, 2008 - 2009

	$Q_{\min}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\max}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\text{priem}}$ ( $l.s^{-1}$ )	Teplota vody ( $^{\circ}C$ )	MEV ( $mS.m^{-1}$ )	n
Štôľňa Budúcnosť	1,03	2,26	1,47	9,0 - 9,3	79,7 - 90,2	3
Pyritová štôľňa	3,24	5,64	4,56	8,5 - 9,7	105,7 - 150,6	3
štôľňa Ryhová	22,10	9,3	64,9	9,8	60,6	3
Potok Blatina - pod závodom	64,07	12,4	62,7	10,0	68,2	3

V tab. 2.4.22 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody obsahujú zvýšené koncentrácie arzénu a antimónu, ale i mangánu, zinku a niklu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Blatina tak, že v profile pod závodom dosahuje najnepriaznivejšiu kvalitatívnu triedu *V* v obsahu arzénu. Obsahy antimónu sú v triede *IV*, síranového aniónu a mangánu v triede *III*. (tab. 2.4.23). V úseku tohto toku pod ústím štôľne Ryhová dochádza k intenzívnemu zrážaniu železitého okru a jeho akumulácii v koryte potoka.

Tab. 2.4.22: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Pezinok (2008 - 2009)

	pH	$SO_4$ ( $mg.l^{-1}$ )	Fe ( $mg.l^{-1}$ )	Mn ( $mg.l^{-1}$ )	Al ( $mg.l^{-1}$ )	Hg ( $mg.l^{-1}$ )	Zn ( $mg.l^{-1}$ )	Pb ( $mg.l^{-1}$ )	As ( $mg.l^{-1}$ )	Sb ( $mg.l^{-1}$ )	Cr ( $mg.l^{-1}$ )	Cu ( $mg.l^{-1}$ )	Cd ( $mg.l^{-1}$ )	Ni ( $mg.l^{-1}$ )	Co ( $mg.l^{-1}$ )	Ra ( $Bq.l^{-1}$ )
Štôľňa Ryhová	6,68	252	10,4	0,375					0,007	0,012				0,135		0,194
potok Blatina - spodný profil	7,94	226	0,65	0,189		<0,0001			0,169	0,061				0,018		0,072
št. Pyritová	8,09	770	0,49	0,39	<0,02	<0,0001	0,003	<0,005	0,045	0,455	<0,002	<0,002	<0,0003	0,009	<0,002	
št. Budúcnosť	7,58	340	5,49	1,110	<0,02	<0,0001	0,143	<0,005	0,04	0,136	<0,002	<0,002	<0,0003	0,079	0,006	

Tab. 2.4.23: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Pezinok, 2007 - 2009

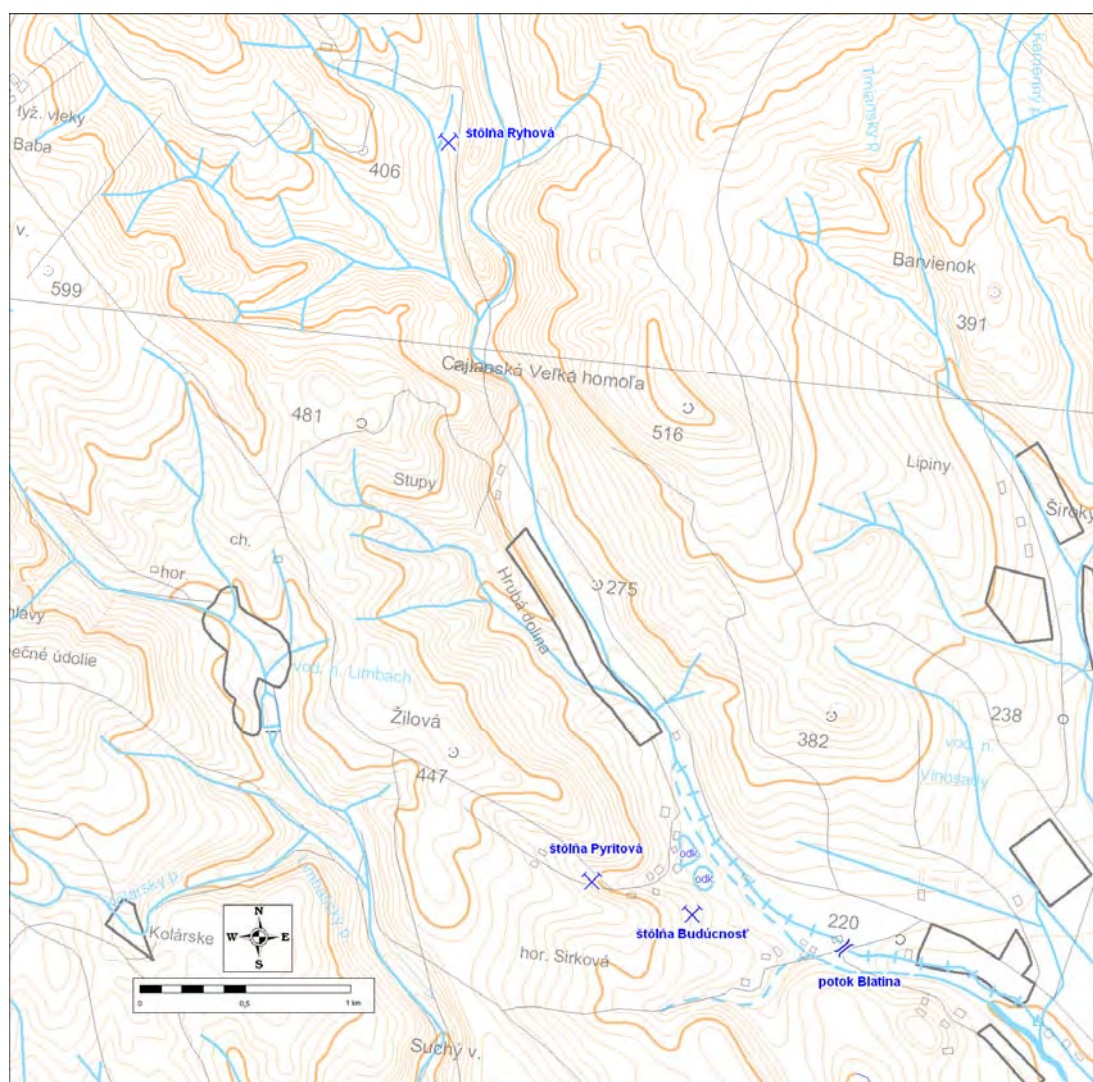
	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Štôľňa Pyritová	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Ni, Co	As			Fe, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	pH	As, Ni	Mn,	$SO_4$ , Sb
Štôľňa Budúcnosť	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Co	As, Ni			pH, Al, Hg, Pb, Cr, Cu, Cd, Co		As, Ni	Zn	$SO_4$ , Fe, Mn, Sb
Štôľňa Ryhová					pH, Hg, As		Sb, $^{226}Ra$	Mn, $SO_4$ , Ni	Fe
Potok Blatina - pod závodom					pH, Hg, $^{226}Ra$	Fe	$SO_4$ , Mn,	Sb	As

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.13.

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

V ložiskovej oblasti Pezinok boli okrem zisťovania zdrojov fyzikálnych impaktov týkajúcich sa podrúbania, vo veľkom rozsahu sledované zdroje fyzikálnych dopadov, ktoré predstavujú ústia podzemných banských diel a povrchové banské diela ako aj samotné prejavy poklesov terénu (obr. 2.4.16). Doterajšie zisťovanie preukázalo, že len u malej časti objektov boli identifikované zdroje resp. prejavy vyžadujúce riešenie a predovšetkým, že v týchto prípadoch, namiesto ďalšieho sledovania, postačia jednorazové sanačné opatrenia, alebo zásahy kde prípadné ďalšie následné práce už nepatria do náplne periodického štátneho monitoringu.

Do systému štátneho monitoringu boli navrhnuté objekty zdrojov fyzikálnych impaktov dokladujúcich výskyt vydobytých priestorov a ostatných nepriamych fenoménov a charakteristík podrúbania v celom priestore ložiskovej oblasti na základe podkladov bansko-meračskej dokumentácie (Vrana et al., 2005).



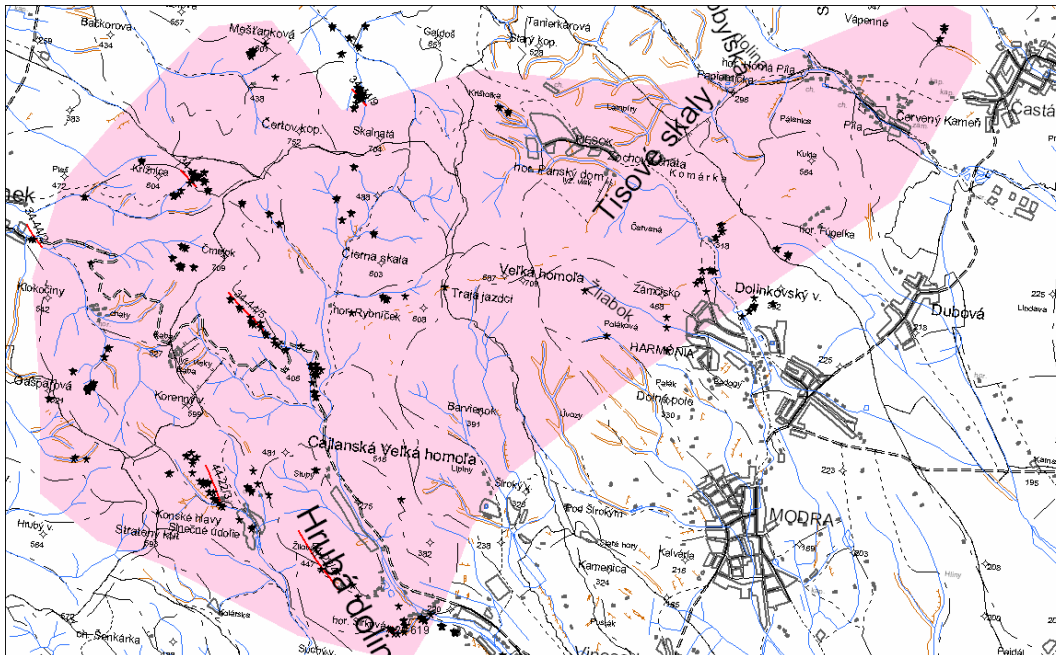
Obr. 2.4.15: Lokalizácia monitorovaných objektov na lokalite Pezinok

### Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie. Terénna obhliadka lokality spojená s obhliadkou vybraných ústí starých štôlní (obr. 2.4.17 - 2.4.19).

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009

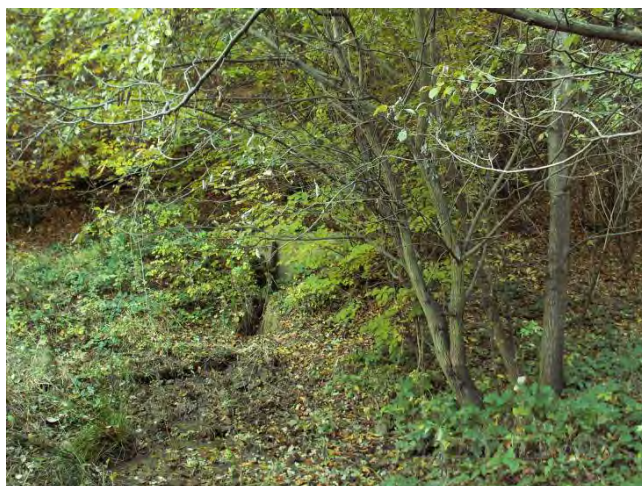
Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov, vrátane priemetov rudných žíl.



Obr. 2.4.16: Výskyt rudných žíl a starých banských diel v ložiskovej oblasti Pezinok



Obr. 2.4.17: Zavalené ústie Ryhovej štôlnie (foto Záhorová, 2009)



Obr. 2.4.18: Zavalené ústie Sirkovej štôlne (foto Záhorová, 2009)



Obr. 2.4.19: Pyritová štôľňa so zátrhmi nad portálom (foto Záhorová, 2009)

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

Ložisko Sb rudy Pezinok je opustené, na lokalite sa doposiaľ nevykonával systematický monitoring. Banská činnosť bola vykonávaná v dobývacích priestoroch Pezinok a Pezinok II nasledovne.

##### DP Pezinok:

Po útlme ťažby antimónových rúd v závode Pezinok Rudných baní, š. p., Banská Bystrica sa následne začali vykonávať likvidačné a zabezpečovacie práce na bankých dielach. V roku 1999 bol DP Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá aj v roku 2006 vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V sledovanom období bolo do objektu lomu uložených 29 895 ton základkového inertného materiálu.

##### DP Pezinok II:

V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť - zabezpečovanie bankých diel dodávateľsky organizácia

METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“.

Do databázy informácií o ložisku boli v rokoch 2008 až 2009 zaradené poznatky z geologických prác, ktorých prehľad je uvedený v tab.2.4.24.

Tab. 2.4.24: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Pezinok

Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
57963	Baníctvo v Pezinku a jeho okolí	Bergfest		
32779	Inžiniersko-geologická mapa Pezinok - Modra 1:25 000	Letko	1974	
50406	Inžinierskogeologické mapy 1:25 000, list Pezinok	Vojtaško	1976	
83954	Zhodnotenie nepriaznivých účinkov starej banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Malých Karpát	Mašlár	2001	
84806	Komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska Pezinok	Pomorský	2002	Texty, mapy
Acta Montanistica Slovaca	Environmentálne účinky starej banskej činnosti v Malých Karpatoch	Slovik	2002	
	Komplexné hodnotenie znečisteného prostredia v okolí antimónových a pyritových baní v oblasti Pezinok- Kolársky vrch	Chovan		
	Pezinok - Turecký vrch			Skeny máp
	Pezinok - revír Čertov kopec geologická mapa			Skeny máp
	Pezinok - Mapa rudných ťahov terénu BABA - ČMELE			Skeny máp
	Pezinok - revír Augustín a Rýchovej štoly povrch a geofyzika			Skeny máp
	Geologická mapa pezinsko-perneckého kryštalinika - odkrytá do 3 m			Skeny máp
	Banská a povrchová mapa prehľadná časť B			Skeny máp
	Pezinok - revír Ferdinand-Karolína schematická ložisková situácia			Skeny máp
78832	Geologická mapa prieskumného územia časť: A-F	Hubač	1992	Skeny máp
78832	Základná prieskumná mapa č. 29, 32	Hubač	1992	Skeny máp

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Telesá odkalísk a hald na lokalite sú stabilizované, nedochádza tu k významným negatívnym prejavom podrúbania. Rizikom do budúcnosti môžu byť hlavne nevhodné technické zásahy do telies odkalísk. V nasledujúcom období budú do databázy priebežne

doplňované ďalšie objekty (potenciálne zdroje impaktov) z mapových podkladov a rezov, predovšetkým z archívnych zdrojov (Rudné bane).

#### 2.4.4.6. Lokalita Špania Dolina R6

Ťažba na ložisku medenej rudy Špania Dolina bola ukončená v roku 1985. V súčasnosti je chráneným ložiskovým územím (ŠGÚDŠ Bratislava) hoci s jeho ťažbou sa neuvažuje.

##### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Ťažba medi tu kulminovala v stredoveku, avšak úplne ukončená bola až v poslednom období. Okrem ťažobných diel sa tu nachádzajú početné rozsiahle haldy. Odpad z úpravy miestnej rudy i Hg-rudy z Malachova je deponovaný na odkaliskách.

Odtokové pomery oblasti drénovanej viacerými sústavami banských diel sú stabilizované. Režim výtokov zo štôlní je úzko naviazaný na zrážkovo odtokové pomery.

Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VÍŽP hydrometrovaním a vzorkovaním troch profilov povrchových tokov (Banský potok, potok Zelená, Richtársky potok), štyroch štôlní s výtokom banskej vody a priesaku z odkaliska (obr. 2.4.20). Vykonaný bol jeden odber vzoriek dňa 23.10.2008 spojený s meraním kvantitatívnych parametrov objektov. V roku 2009 boli vykonané dva vzorkovania objektov v dňoch 11. júna a 13. októbra. Výsledky vykonaných hydrometrických prác sú uvedené v tab. 2.4.25.

Tab. 2.4.25: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Špania Dolina, za roky 2008 - 2009

	$Q_{\min}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\max}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\text{priem}}$ ( $l.s^{-1}$ )	Teplota vody ( $^{\circ}C$ )	MEV ( $mS.m^{-1}$ )	n
Dedičná štôlnia Ferdinand	1,07	6,25	3,40	9,9 - 10,0	101,5 - 112,7	3
Štôlnia Piesky	2,40	3,23	2,74	6,6 - 7,7	48,2 - 58,9	3
Denná štôlnia	0,16	0,49	0,31	7,8 - 8,6	30,7 - 37,3	3
Ivan štôlnia	0,46	0,60	0,54	8,9 - 9,0	44,8 - 55,2	3
Priesak z odkaliska	0,22	1,10	0,52	9,3 - 10,5	34,4 - 50,6	3
Banský potok	8,67	15,2	12,6	8,0 - 10,5	41,0 - 44,6	3
Potok Zelená	2,7	3,5	3,2	7,2 - 8,0	43,3 - 55,3	3
Richtársky potok	17,0	37,8	27,1	8,5 - 12,1	37,1 - 40,3	3

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina odvodené z výsledkov vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 2.4.26.

Výtoky banskej vody obsahujú vysoké koncentrácie medi, arzenu, a antimónu (tab. 2.4.27). Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú miestne povrchové toky tak, že dosahujú najnepriaznivejšie kvalitatívne triedy.

Tab. 2.4.26: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina (2008 - 2009)

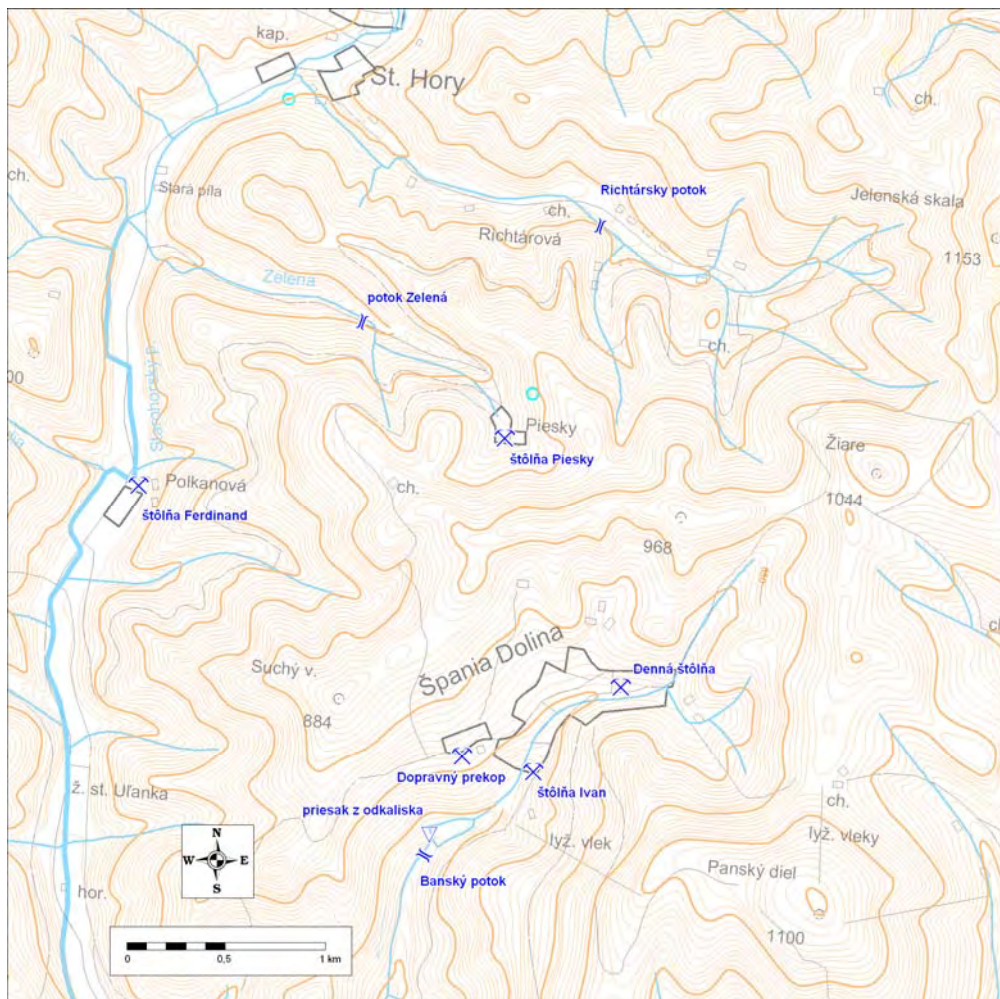
	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cr (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	Cd (mg.l <sup>-1</sup> )
št. Ferdinand	6,75	368	0,014	0,006	<0,02	0,0001	0,130	<0,005	0,020	0,310	<0,002	0,224	<0,0003
št. Ivan	7,74	102	0,034	0,002	<0,02	<0,0001	0,022	0,006	0,030	0,145	<0,002	0,085	<0,0003
Denná št.	8,29	55,1	0,012	0,003	<0,02	0,0001	0,003	<0,01	0,031	0,156	<0,002	0,460	<0,0003
št. Piesky	8,44	86,0	0,039	0,022	<0,02	<0,0001	0,094	<0,01	0,040	0,590	<0,002	0,466	<0,0003
odkalisko	8,41	110				<0,0001	0,102		0,073	0,294		0,051	
Banský potok	8,33	72,4	<0,0001	0,04		<0,0001	0,058		0,077	0,137		0,050	
potok Zelená	8,26	91,3				<0,0001	0,052		0,065	0,750		0,879	
Richtársky potok	8,17	64,3				<0,0001	<0,002		0,017	0,071		0,076	

Poznámka: Laboratórium - GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves

Tab. 2.4.27: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina, 2008 - 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Št. Ferdinand	Hg, Zn, Pb, Cr, Cd	As		Cu	pH, Fe, Mn, Al, Pb, Cr	Hg	As	Zn	SO <sub>4</sub> , Sb, Cu
Št. Ivan	Hg, Zn, Pb, Cr, Cd	As	Cu		pH, Fe, Mn, Al, Hg, Pb, Cr, Cd	SO <sub>4</sub> , Zn	As	Cu	Sb
Št. Denná	Hg, Zn, Pb, Cr, Cd	As		Cu	SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cr, Cd	pH, Hg	As		Sb, Cu
Št. Piesky	Hg, Zn, Pb, Cr, Cd	As		Cu	Fe, Mn, Al, Hg, Pb, Cr, Cd	pH, SO <sub>4</sub>	Zn, As		Sb, Cu
Priesak z odkaliska	Hg, Zn		As, Cu		Hg	pH, SO <sub>4</sub>	As	Cu, Zn	Sb
Banský potok					SO <sub>4</sub> , Hg, Mn, Fe	pH	Zn	As, Cu	Sb
Potok Zelená					Hg	pH, SO <sub>4</sub>	Zn	As	Sb, Cu
Richtársky potok					SO <sub>4</sub> , Hg, Zn	pH, As		Sb, Cu	

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.20.



Obr. 2.4.20: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Na ložisku na ktorom bola ťažba definitívne ukončená v roku 1985, bolo v rámci komplexného zhodnotenia zatvoreného ložiska v r. 2002 (Kusein, Maťová, 2002) do základnej siete banských diel zaradených týchto osem šácht: Haliar Trojičná šachta, Terézia šachta, František šachta, Ján Obernauer šachta, Ludovík šachta, Maximilián šachta, Ferdinand šachta a Mária šachta. Za najrozsiahlejšie štôlne boli označené Haliar dedičná štôlna, Pfeiffer štôlna, Spodná a Vrchná severná dedičná štôlna, Nová štôlna, Ferdinand dedičná štôlna, Svätotrojičná štôlna, Južná dedičná štôlna a štôlna Karol dedičná. Takmer celé ložisko medzi Haliar šachtou na severe a Ferdinand šachtou v južnej polovici ložiska bolo podfárané Ferdinand dedičnou štôľňou. Celkový rozsah banských chodieb bez vlastných dobývok odhadol Péch na viac ako 70 km (Péch, 1878 in Bergfest, 1951).

K najviac ohrozujúcim objektom patria plytko pod povrchom terénu situované štôlne a chodby (štôlna Dolná Haliar dedičná, Horná kutacia, Horná severná, Nová, Fajtlová, Denná, Vetracia, Trojičná, Mann, Slnko, Dolné Gugl patro, Južná dedičná, Sandberg, Zelená, Weiden medziobzor a Podložný prekop).

V systéme monitorovania bolo odporúčané, okrem dopĺňovania kartografických údajov a sprievodných charakteristík, pokračovať v rekonštrukcii stavu zdrojov fyzikálnych impaktov na objektoch reprezentujúcich plytkšie dobývky a banské diela v obci Špania Dolina a jej okolí (obr. 2.4.19).



Jediným zo skupiny prejavov fyzikálnych impaktov, ktorý bol navrhnutý do štátneho monitoringu je sledovanie porúch na objekte domu 192 v západnej časti obce Špania Dolina, ktorý je založený na svahu neďaleko nad ústím Dopravného prekopu a zjavne je ovplyvnený deformáciou horninového masívu nad prebiehajúcim bankským dielom (Vrana, 2005).

*Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie. Do databázy o ložisku boli zaradené dokumentačné podklady, uvedené v tab. 2.4.28.

Tab. 2.4.28: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Špania Dolina

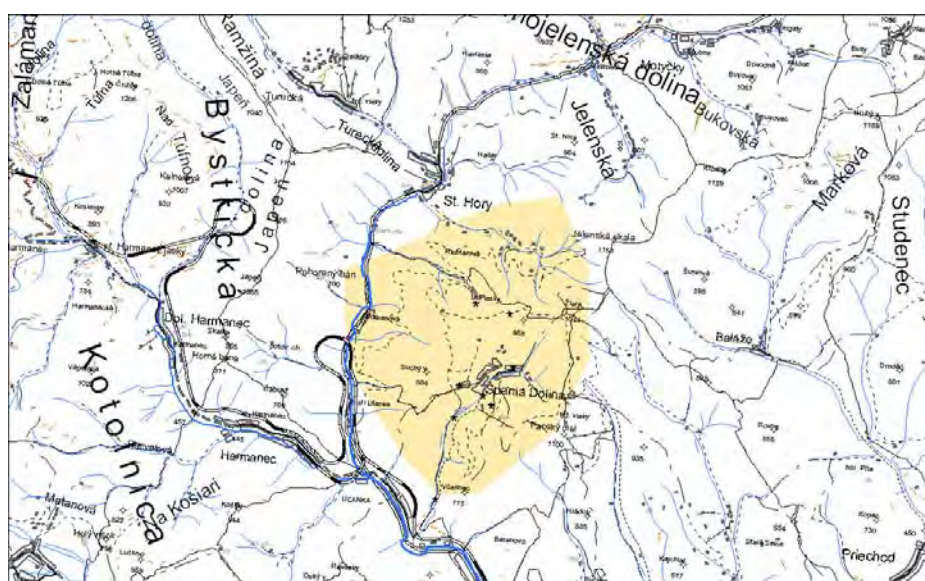
Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
76110	Glezúr piesky - Špania dolina - Mária šachta		1987	
76104	Špania dolina-Ludvík šachta	Kusein et al.	1989	
84330	Špania dolina - komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska	Kusein, Maťová	2002	
	Zmapovanie starých bankských zátŕaží v lokalite Špania dolina	Vajcíková	2002	
22932	Špania Dolina- Glezúr	Kubíny	1968	Skeny
22932	Stará bankská mapa	Kubíny	1968	Skeny

*Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie.

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov.



Obr. 2.4.21: Situácia ložiskovej oblasti Špania Dolina a registrovaných starých bankských diel (vyznačené hviezdikou)

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

Na ložisku Špania Dolina sú vzhľadom na časový vývoj banskej činnosti, ktorá bola vo veľkej miere ukončená pred viac než sto rokmi, prejavy podrúbania stabilizované. Pre rekonštrukciu stavu podrúbania rizikových úsekov sú rozhodujúce hlavne archívne historické údaje, ktoré budú v ďalšom období priebežne doplňané do databázy.

V roku 2008 a 2009 monitorovacie práce pozostávali zo zhromažďovania dostupných materiálov o ložiskovom území.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V nasledujúcom období bude potrebné vykonávať práce spojené s dopĺňovaním kartografických údajov a sprievodných charakteristík s prioritou zhromažďovania podrobnejšieho priestorového vymedzenia dobývok, doby ich vzniku, resp. stave (základka), geologicko-štruktúrnych prvkov a dokladoch o predchádzajúcich prejavoch deštrukcie na povrch i v podzemí (nedostatočne zabezpečených ústí podzemných banských diel a existencie rozsiahlych odvalov priamo v obci Špania Dolina).

#### **2.4.4.7. Lokalita Rudňany - Poráč R7**

Na tejto lokalite sa nachádza viacero ložísk pokrytých dobývacím priestorom prípadne chráneným ložiskovým územím. Historická ťažba Fe-Cu rudy bola okolo roku 1990 ukončená a na objektoch po nej dosiaľ vykonáva likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica. Ťažba barytu v menšom rozsahu je nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany (rudné žily) a na ložisku Markušovce –odkalisko vykonáva ťažbu firma RIS s. r. o. Spišská Nová Ves.

### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Hydrotermálne-metamorfné žilné sideritovo-sulfidicko-barytové ložisko Rudňany - Poráč je od roku 2006 zatopené po dedičný horizont Rochus, ktorým je i prirodzene gravitačne odvodňované. Recipientom banskej vody gravitačne vytekajúcej štôľňou Rochus na povrch je Rudniansky potok. Technické práce pri uzavretí dedičnej štôľne Rochus vykonávala organizácia Rudné bane, š. p., Banská Bystrica, ktorá dodnes realizuje monitoring banskej vody vytekajúcej dedičnou štôľňou Rochus.

Vplyv vyrazených banských diel na hydrogeologické pomery lokality spočíva v modifikácii pôvodného obehu a režimu podzemných vôd hydrogeologického masívu paleozoických metamorfítov gemerika. Vzhľadom na charakter priepustnosti hydrogeologického masívu sa vplyv drenáže podzemných vôd banskými dielami sústreďuje pravdepodobne len do blízkosti banských priestorov situovaných v blízkosti povrchu, hlavne v dnovej časti záveru doliny Rudnianskeho potoka. Banské diela tohto rudného poľa nespôsobili drenáž nadložných krasovo-puklinových vôd krasovo-puklinovej štruktúry Galmusu, ani negatívne kvantitatívne ovplyvnenie využívaných vodárenských zdrojov južne od Matejoviec nad Hornádom (prameň Pod Buče, vrt RHV-16). Lokálnou výnimkou je len drenáž časti karbonátového masívu Stožky, tunelom Rochus ústiace v areáli NPZ. Celková výdatnosť výveru podzemnej vody do tunela situovaného v mieste tektonického kontaktu strednotriasových karbonátov a podložných spodnotriasových bridlíc kolíše medzi 1 - 2,5 l.s<sup>-1</sup>.

Do štátneho monitoringu hydrogeologických aspektov lokality Rudňany - Poráč je zaradený objekt štôľne Rochus, drenážny kanál odkaliska pri Novom priemyselnom závode

(NPZ), krasovo-puklinový prameň Olšo a tri profily na Rudnianskom potoku (obr. 2.4.22 a 2.4.23).

Merania výdatnosti na štôlni Rochus vykonáva od zatopenia bane organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica v rámci likvidačných prác. Frekvencia meraní je 4x ročne, namerané údaje sú preberané do databázy štátneho monitoringu ČMS. Pre zabezpečenie meraní bol pred ústím štôlni Rochus na ľavom brehu Rudnianskeho potoka ešte pred ukončením zatápania vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom. V období rokov 2007 - 2009 kolísala výdatnosť výtoku banskej vody zo štôlni Rochus na základe dokumentovaných údajov (spolu 15 meraní) v intervale 11,8 - 26,6 l.s<sup>-1</sup> s priemerom 20,4 l.s<sup>-1</sup> (tab. 2.4.29).

Merania prietoku priesakových vôd z odkaliska zabezpečuje v súčasnosti spoločnosť RIS s. r. o. (správca a užívateľ odkaliska) a poskytuje ich pre účely štátneho monitoringu ČMS GF. Výsledky týchto meraní sú udávané ako štvrt'ročné priemery (tab. 2.4.30). V rámci ČMS GF je meraný okamžitý prietok priesaku z odkaliska hydrometrickou vrtuľou, dva krát ročne. Zistené hodnoty prietoku sú z intervalu 14,1 - 26,2 l.s<sup>-1</sup> (tab. 2.4.29).

Monitorované objekty štôlni Rochus, priesaku z odkaliska a prameňa Olšo predstavujú hlavné sústredené výtoky kontaminovanej podzemnej vody dotujúce Rudniansky potok. Podľa doterajších meraní kolíše percentuálny podiel množstva banskej vody štôlni Rochus z prietoku Rudnianskeho potoka na ústí do Hornádu v rozmedzí 3,5 až 20 %, podľa hydrologickej situácie. V prípade priesaku z odkaliska je tento podiel 4 - 14 %, prameňa Olšo 4 - 13 %. V obdobiach nízkych vodných stavov teda tvorí sumárny podiel banskej vody, priesaku z odkaliska a prameňa Olšo až 45 % prietoku Rudnianskeho potoka pred jeho sútokom s Hornádom.

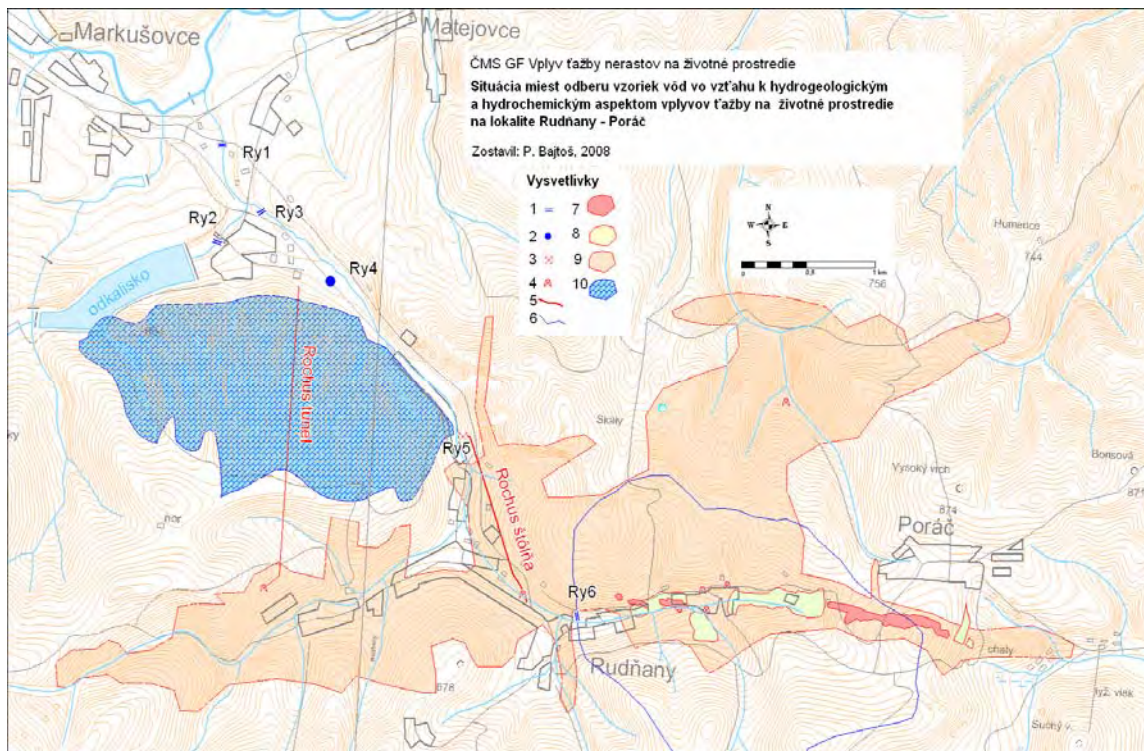
Tab. 2.4.29: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody, prameňa a povrchových tokov na lokalite Rudňany za obdobie rokov 2007 - 2009

Objekt	Q <sub>min</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>max</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>priem</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Teplota vody (°C)	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	n
Št. Rochus (Ry5)	11,8	26,6	20,4	11,4-11,8	173,1-236,0	15
Prameň Olšo (Ry4)	14,4	24,4	19,1	8,3-9,4	58,7-69,0	5
Priesak z odkaliska (Ry2)	14,1	26,2	20,8	8,9-9,8	80,3-92,1	5
Rudniansky potok pod ústím Rochus (Ry3)	108	436	197	8,7-12,6	25,0-106,3	5
Rudniansky potok nad jamou Mier (Ry6)	0,18	4,84	1,38	8,6-11,1	34,9-49,7	5
Rudniansky potok, ústie (Ry1)	134	183	161	4,2-13,6	32,9-88,3	4

Poznámka: Ide o merania okamžitého prietoku hydrometrickými metódami.

Tab. 2.4.30: Výsledky množstva vypúšťaných odpadových vôd z odkaliska do Rudnianskeho potoka v rokoch 2007 - 2009. Zdroj: RIS, s. r. o., Spišská Nová Ves

Priemerný prietok (l.s <sup>-1</sup> )	1. štvrt'rok	2. štvrt'rok	3. štvrt'rok	4. štvrt'rok	Rok
2007	12,32	12,73	14,92		
2008	15,91	13,49	9,68	8,60	11,92
2009	9,46	8,91	5,80	9,76	8,48



Obr. 2.4.22: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a hydrochemickým aspektom vplyvov ťažby na životné prostredie na lokalite Rudňany - Poráč

1 - monitorovaný profil toku s označením, 2 - monitorovaný prameň Oľšo, 3 - výtok zo štôlny Rochus, 4 - šachta, 5 - štôlna, 6 - rozvodnica, 7 - oblasť podrúbania, 8 - halda, 9 - závalové pásmo, 10 - infiltračná oblasť prameňa Oľšo



Obr. 2.4.23: Letecká snímka odkalkiska a areálu NPZ južne od Markušoviec s lokalizáciou monitorovaných objektov

Zdrojov rizikových zložiek, ktoré môžu byť uvoľňované do prostredia procesmi zvetrávania a šírené vodným transportom prípadne vetrom, je v Rudnianskom rudnom poli viacero. Ide o prírodné geochemické anomálie (rudné ložiská a ich primárne a sekundárne geochemické aureoly), haldy vyťaženej rúbaniny (rudné, hlušínové), skládky odpadu po úprave rudy mletím a pražením, skládka flotačného kalu - odkalisko, plošné anomálie pôdy kontaminovanej imisiami technologických plynov a prašného spádu z tepelnej úpravy rúd. Uvedené zdroje kontaminácie sú sústredené hlavne pozdĺž východov žíl na povrch, ústí hlavných banských diel na povrch a v areáli Nového priemyselného závodu (NPZ) kde dlhodobo prebiehala úprava vyťaženej rudy. Anomálie kvality pôdy kontaminovanej imisiami z úpravne sa šíria od zdroja (areál NPZ) hlavne na juh a extrémne zasiahnutý je karbonátový masív Stožky. Uvoľňovanie a šírenie kontaminantov z týchto zdrojov prebieha hlavne v miestnom obehú vôd - pri infiltrácii zrážok zónou aerácie, prúdení podzemných vôd nasýtenou zónou, pri rone a odtoku povrchových vôd dopĺňaných priesakmi podzemnej vody. Vzhľadom na hydrogeologické pomery sa takto mobilizované kontaminanty koncentrujú do Rudnianskeho potoka a ním sú odnášané v rozpustenej a nerozpustnej forme do Hornádu.

Vzhľadom na vyššie uvedené skutočnosti je potrebné a vhodné zamerať monitoring geochemických aspektov na kvalitu povrchovej vody vo vhodne zvolených profiloch Rudnianskeho potoka, kvalitu banskej vody sústredene vytekajúcej na povrch štôľňou Rochus a kvalitu podzemnej vody krasovo-puklinového prameňa Olšo odvodňujúceho karbonátový masív Stožky extrémne kontaminovaný imisiami z úpravne rúd. Situáciu týchto objektov približuje mapa na obr. 2.4.22 a obr. 2.4.23.

Firma SABAR, s. r. o., dosiaľ vykonáva monitoring kvality vôd drenovaných z odkaliska (objekt Ry2 na obr. 2.4.22 a 23), pričom monitoring kvality vody Rudnianskeho potoka v profiloch pred NPZ (objekt Ry3) a pred ústím do Hornádu (Ry1) ukončila v roku 2006. Kvalita Rudnianskeho potoka bola dlhodobo sledovaná na vodomernej stanici základnej siete SHMU (ČMS Povrchové vody - Kvalita), v profile označenom H038030D (totožný s vyššie uvedeným profilom Ry1). Rudné bane š. p. Banská Bystrica monitorujú kvalitu banskej vody vytekajúcej zo štôľne Rochus (frekvencia vzorkovania v rokoch 2006 - 2007 4x ročne, v roku 2008 a 2009 1x ročne). Rozsah sledovaných ukazovateľov sa u jednotlivých subjektov vykonávajúcich monitoring vzájomne líši a mení sa i v priebehu času. Dostupné údaje sú preberané do databázy štátneho monitoringu, dopĺňované sú vlastnými laboratórnymi analýzami vzoriek odoberanými 2x ročne na 6 monitorovaných objektoch (Ry-1 až Ry-6, situácia na obr. 2.4.22). Charakteristické hodnoty hlavných kontaminujúcich zložiek v regióne odvodené z týchto údajov sú uvedené v tab. 2.4.31.

Tab. 2.4.31: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rudňany (2007 - 2009)

	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Ba (mg.l <sup>-1</sup> )
Št. Rochus (Ry5)	236,0	8,08	884	1,96	0,018	0,013	0,003	0,027	0,0003	0,033
Prameň Olšo (Ry4)	69,0	8,31	124	0,02	0,004	0,017	-0,002	-0,002	0,0024	0,079
Priesak z odkaliska (Ry2)	92,1	8,26	311	0,172	0,011	0,031	0,0003	0,0067	0,0011	0,070
Rudn. potok pred NPZ (Ry4)	106,3	7,86	253	0,687	0,007	0,009	0,013	0,004	0,0002	0,060
Rudn. potok nad jamou Mier (Ry6)	49,7	7,84	61	0,092	0,006	0,275	0,007	0,024	0,0002	0,103
Rudn. potok ústie (Ry1)	87,3	8,26	261	0,226	0,006	0,013	0,0228	0,017	0,00023	0,113

Dlhodobá ťažba a úprava železnej, medenej, ortuťovej a barytovej suroviny v oblasti Rudnianskeho potoka indukovala vznik priaznivých podmienok v území pre uvoľňovanie rizikových chemických zložiek do prírodného obehu vôd. Hlavnými zdrojmi znečistenia sú prírodné geochemické anomálie (rudné ložiská a ich primárne a sekundárne geochemické aureoly), haldy vyťaženej rúbaniny (rudné, hlušínové), skládky odpadu po úprave rudy mletím a pražením, skládka flotačného kalu - odkalisko a plošné anomálie pôdy kontaminovanej imisiami technologických plynov a prašného spádu z tepelnej úpravy rúd. Zdroje kontaminácie sú nepravidelne rozmiestnené v údolí Rudnianskeho potoka od jeho prameništ'a pri obci Poráč až po jeho ústie do Hornádu. Lokálny charakter obehu podzemných vôd v hydrogeologickom masíve paleozoických hornín spôsobuje, že kontaminácia uvoľňovaná do vodného roztoku sa sústreďuje v Rudnianskom potoku. Z hľadiska kategorizácie kvality povrchových vôd boli v monitorovanom období 2007 - 2009 najvýznamnejšími kontaminantmi oblasti ortuť, antimón, mangán, bárium, síranový anión (až kvalitatívna trieda **V**), spolu s meďou, arzénom a báriom (trieda **III**). Všetky tieto rizikové zložky pochádzajú z ťažených rúd, ich intenzívne uvoľňovanie do prírodného prostredia umožnila ťažba a deponovanie rúd a produktov ich úpravy na povrchu. Vyslovené závery dokumentujú údaje v tab. 2.4.32, kde sú pre možnosť priameho porovnania zdroje podzemnej vody (výtok zo štôlne Rochus, prameň Olšo) zatriedené i podľa klasifikácie kvality povrchových vôd.

Tab. 2.4.32: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Rudňany - Poráč, monitorované obdobie 2007 - 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Št. Rochus (Ry5)	Zn, Ba, NEL	Hg, As, Cu			pH, Zn	Ba	Hg, As, Sb, Cu		MEV, Mn, SO <sub>4</sub>
Prm Olšo (Ry4)	As, Cu, Zn	Ba	Hg		Mn, As, Cu, Zn	MEV, pH, SO <sub>4</sub>	Ba, Sb		Hg
Priesak z odkaliska (Ry2)	Zn, Pb, Cu	As, Ba	Hg		Fe, Zn, Pb	pH, As, Cu	MEV, Mn, Sb, Ba		Hg, SO <sub>4</sub>
Rudn. potok nad jamou Mier (Ry6)					pH, SO <sub>4</sub> , As, Zn	MEV, Mn	Cu, Hg	Ba	Sb
Rudn. potok pred NPZ (Ry3)					pH, As, Cu, Zn		MEV, Sb, Hg, Ba	Mn, SO <sub>4</sub>	
Rudn. potok ústie (Ry1)					As, Pb, Cr, Cd	pH, Zn	MEV, Mn, Sb, Cu, Ba, Hg	Ba, SO <sub>4</sub>	

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.20.

Vplyv ťažobných aktivít vykonávaných na ložisku Rudňany na kvalitu vody Rudnianskeho potoka je dlhodobo sledovaný na monitorovacom profile SHMÚ označený H038030D. Nachádza sa 3 km pod ložiskom pred ústím Rudnianskeho potoka do rieky Hornád (totožný s našim profilom Ry-1). Monitoring kvality vody na tomto profile bol začatý v roku 1970. Zachytil obdobie ťažby ložiska (do roku 2000), obdobie zatápania a obdobie po zatopení (od roku 2006).

Z výsledkov tohto monitoringu vyplýva, že v období ťažby ložiska mali najnepriaznivejší vplyv na kvalitu vody Rudnianskeho potoka vysoké koncentrácie Hg (priemer 212  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), As (123  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), Fe (5,9  $\text{mg.l}^{-1}$ ) v kvalitatívnej triede **V** (Bajtoš, 2009). Triedu **IV** dosiahli obsahy Mn (0,58  $\text{mg.l}^{-1}$ ), Zn (100  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a Ba (117  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), triedu **III** Cu (29  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a SO<sub>4</sub> (163  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ). Počas zatápania ložiska prekročila odporúčanú limitnú hodnotu ukazovateľa Nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. len priemerná hodnota Hg (0,32  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), spolu s Mn (0,2  $\text{mg.l}^{-1}$ ) a Ba (77  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) spadajúca do kvalitatívnej triedy **III**. Po zatopení ložiska sa situácia výrazne nezhoršila, obsahy Hg (0,43  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), Mn (0,17  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a Ba

(66  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) zostali v triede **III**, spolu so zvýšenou koncentráciou  $\text{SO}_4$  (zo 103  $\text{mg.l}^{-1}$  na 173  $\text{mg.l}^{-1}$ ). Z nich len priemerný obsah Hg prevyšuje odporúčanú limitnú hodnotu ukazovateľa. Po ukončení ťažby poklesol i obsah amoniakálneho dusíka  $\text{N-NH}_4$  (z 0,6 na 0,3  $\text{mg.l}^{-1}$ ) a chloridov (z 35 na 12  $\text{mg.l}^{-1}$ ).

Dokumentované rozdiely v kvalite toku v rôznych obdobiach ťažby a úpravy suroviny sú veľmi výrazné. Koncentrácia Hg vo vode Rudnianskeho potoka tu po ukončení ťažby v priemere poklesla až 258 násobne. Výrazné poklesy boli zaznamenané aj u Fe (43 krát), As (30 krát), ale i Cr, Cd a Ni (15 krát). Niekoľkonásobne poklesol obsah Mn, Cu a Zn. Spomedzi ťažobno-úpravníckych zariadení mala najvýraznejší vplyv na kvalitu povrchovej vody prevádzka tepelného spracovania rúd. V monitorovanom období išlo o činnosť Nového priemyselného závodu (NPZ) lokalizovaného v dolnej časti povodia Rudnianskeho potoka, v ktorom sa pražila sideritová a tetraedritová ruda s obsahom Hg. Okrem emisií kontaminovali povrchový tok i vypúšťané technologické vody z ortuťovne. Po ukončení ťažby a prevádzky NPZ poklesli obsahy hodnotených zložiek pod odporúčanú limitnú hodnotu ukazovateľa - s výnimkou Hg, ktorá ju stále mierne prekračuje.

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

V rámci prác pre návrh štátneho monitoringu sledovanie na tejto lokalite zahrňovalo okrem vtedy prebiehajúcich, pokračujúcich, obnovených resp. novozriadených geodetických bodov resp. polí aj všetky staršie, časovo izolované úseky geodetických meraní (retrospektívne monitorovanie). Systém tak obsahuje, oproti ostatným rudným ložiskám, ďaleko najväčší počet geodetických meraní na profiloch, často vrátane podrobného zhodnotenia. Najčastejšie ide o úseky cestných komunikácií (tzv. nová a stará štátna cesta Rudňany - Poráč). Terénnou rekognoskáciou boli sledované prejavy závalov a prepادلísk jednak v oblasti nad dobývkami žily Zlatník na sever od obce Poráč, jednak rozsiahle závaly a prepadliská v oblasti Banísk a jednak závaly na svahoch pri severovýchodnom okraji Rudnian a opustené ústia podzemných banských diel. Súčasťou monitoringu sú merania na početných objektoch prednej a zadnej hrádze odkaliska v Markušovskej doline i sledovanie porúch na niektorých objektoch lokality Ždiarik, retrospektívne aj na objekte už neexistujúcej kompresorovne jamy 5RPI (Vrana et al., 2005).

Na území ložiska došlo v dôsledku rozsiahleho podrúbania k preukázateľnému poškodeniu a ohrozeniu majetku vo veľkom rozsahu. Fyzikálne zmeny v horninovom masíve po dlhodobom dobývaní rúd s masovým využívaním metód ťažby bez základky a následným vznikom otvorených priestorov vyvolali poklesy terénu so závalmi na veľkých plochách: na lokalite Baniská dĺžky takmer 1 km, na dne a úpätných svahoch medzi Rudňanmi a Poráčom, na niekoľkých miestach nad Hrubou žilou niekoľko sto metrov na sever od dna údolia a ojedinele v oblasti žily Zlatník asi 1,5 km na sever od obce Poráč. K poklesom so spojeným pretvorením terénu došlo po celej dĺžke údolia a prilahlých svahov medzi jamou Mier a jamou Poráč. Tieto javy boli doteraz sledované na 14 geodetických profiloch, z ktorých sa sledujú 4 profily, z toho 3 pri východnom ukončení Banísk južne od obce Poráč.

V súčasnosti vykonáva spoločnosť RIS s. r. o. nivelačné merania poklesov geodetických bodov na odkalisku, na profile v oblasti Ždiarik a pokračuje v predchádzajúcich nivelačných resp. na dávnejšie zriadených profiloch nádvorja jamy Poráč a na novej ceste do Poráča. Vo všetkých prípadoch, kde bola sprístupnená dokumentácia meraní, ide o merania vykonávané technickou niveláciou.

### ***Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009***

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie. Do databázy o ložisku boli zaradené dokumentačné podklady, uvedené v tab. 2.4.33.

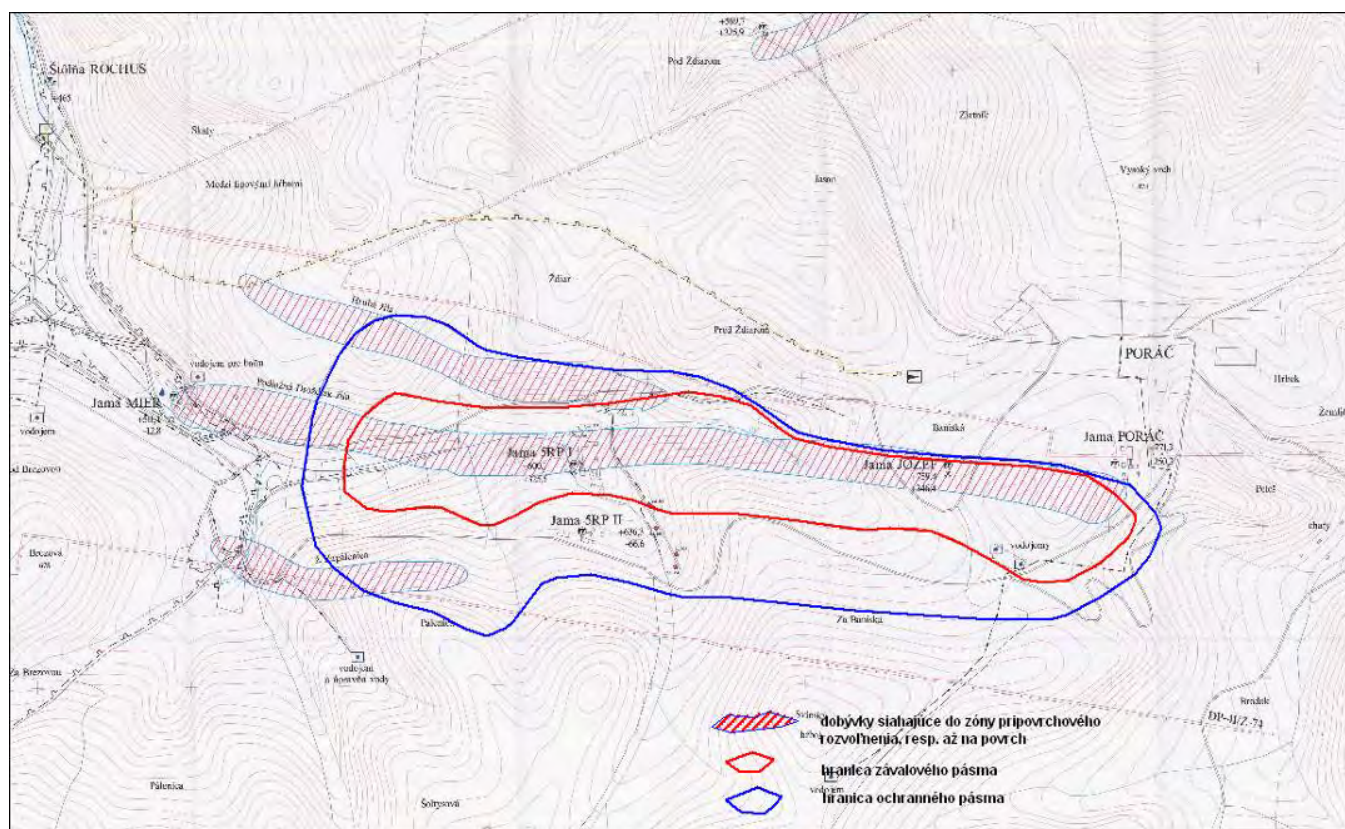
Tab. 2.4.33: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Rudňany

Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
-	Environmentálne vplyvy zatápania bane v Rudňanoch	Beharka et al.	1999	Komplexná povrchová mapa
-	Vplyvy dobývania a ich prejavy na povrch terénu a objekty v okolí jamy 5RPII v Rudňanoch.	Kunák	2000	Odborný posudok
-	Mapa baníctva v obci Závadka		1801	Sken

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov.

Pri riešení štúdie „Environmentálne vplyvy zatápania bane v Rudňanoch“ (Beharka et al., 1999) boli určené i hranice závalového pásma (obr. 2.4.24).



Obr. 2.4.24: Východná časť ložiska s vyznačením dobývok a hraníc závalového a ochranného pásma

Nové závaly boli pozorované v oblasti bývalej jamy Andrej, k aktivácii došlo 21.9.2009. Zával sa nachádza v závalovom pásme. Zával je kruhového tvaru s priemerom cca 25 – 30 m, s hĺbkou cca 10 m a je vzdialený od najbližších obydľí - nelegálna rómska osada, cca 400 až 500 m. Nachádza sa v dobývacom priestore Rudňany západne od ústia bývalej štólne II. Obzor - Svätý duch, čiastočne v lesnom poraste. Pravdepodobne sa tento zával vytvoril ako dôsledok dobývania nadložného odžilku medzi III. a II. obzorom jamy Poráč.

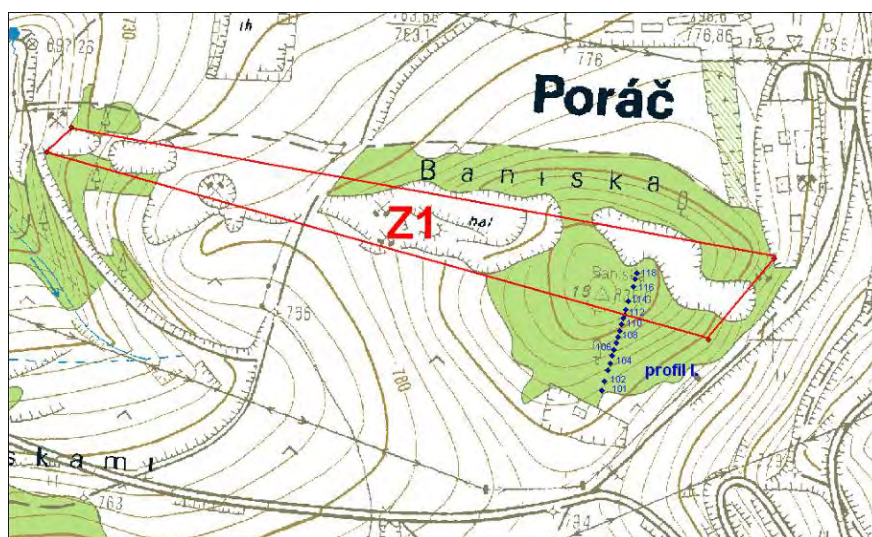


Opatrenia OBÚ: Rudné bane, š. p., Banská Bystrica odstráni kroviny nachádzajúce sa v hornej časti závalu vo vzdialenosti cca 5 m od hrany závalu, ohradí predmetný zával pomocou pásky a označí ho výstražnými tabuľkami na prístupových cestách k nemu.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 až 2009*

V roku 2007 boli realizované vlastné geodetické merania vertikálnych posunov pri ktorých boli využité zachované časti starého geodetického profilu v oblasti „Baniská“.

Geodetické merania boli realizované v októbri 2007 na profile I v bodoch 101 až 118 (obr. 2.4.25). Tabuľka 2.4.34 zaznamenáva údaje z geodetických pozorovaní vertikálnych posunov bodov z rokov 1969, 1978, 1997 a 2007. Z tabuľky je zrejmé, že pokles pokračuje, navyše dochádza k zvyšovaniu intenzity poklesávania, v období rokov 1997 - 2007 dosiahol priemerný pokles v bodoch 101 - 118 hodnotu  $200 \text{ mm.rok}^{-1}$ , čo predstavuje maximum počas vyššie uvedeného obdobia. V bode 114 celkový vertikálny posun za obdobie 1969 - 2007 vykazoval hodnotu 7,983 m, pričom za obdobie rokov 1997 až 2007 posun predstavoval 4,798 m.



Obr. 2.4.25 : Závalové pásmo „Baniská“ z.1 s vyznačením profilu I.

Sledovanie prejavov a vývoja poklesov terénu na závaloch, závalových pásmach bolo vykonávané terénnou rekognoskáciou a fotodokumentáciou len v oblasti z.1 „Baniská“ (obr. 2.4.25). Vyhotovenie dokumentácie podľa štruktúry ZL typu PT-TR na všetkých navrhovaných 12 objektoch nebolo realizované. Obmedzenia vyplývali predovšetkým z bezpečnostných rizík, pretože v prevažnej väčšine išlo o exponované časti stien a okrajov závalových pásiem.

Tab. 2.4.34: Údaje z geodetických pozorovaní vertikálnych posunov bodov z rokov 1969, 1978, 1997 a 2007 (v m n.m.)

Číslo bodu	1969	1978	1997	2007
101	804,412	803,708	801,801	800,897
102	807,159	806,493	804,553	802,944
103	809,099	808,516	806,582	805,517
104	811,834	811,124	809,157	807,693
105	814,135	813,318	811,333	810,301
106	816,816	815,905	813,931	812,811
107	819,431	818,478	816,449	816,475
108	822,208	821,128	819,109	817,981
109	824,775	823,593	821,604	820,728
110	827,568	826,274	824,342	823,665
111	830,510	829,113	827,269	824,833
112	831,648	830,356	828,437	826,737
113	833,547	832,188	830,336	826,952
114	833,732	832,284	830,548	825,749
116	831,925	830,377	828,822	825,243
117	831,192	829,634	828,190	824,619
118	829,860	828,337	826,996	823,309

Podrobnejšia terénna rekognoskácia a mapovanie stavu jednotlivých prejavov poklesov terénu okolia závalového pásma „Baniská“, v takom rozsahu ako to bolo realizované GS SR v rámci ČMS v roku 1996, bola znemožnená samotným zasypávaním závalového pásma inertným materiálom, ako aj čerstvými odtrhmi a zalamovaním okrajovej časti poklesovej kotliny, čo znemožňovalo podrobnejšiu dokumentáciu z hľadiska bezpečnosti. Z tohto dôvodu monitorovacie práce na danej lokalite pozostávali z fotodokumentácie súčasného stavu s lokalizáciou fotodokumentácie (obr. 2.4.26 – 2.4.29).

V roku 2007 sme monitorovali najrozsiahljší zával z. 1 v oblasti Banísk. Terénna obhliadka v roku 2007 bola realizovaná aj na lokalitách, ktoré boli geodeticky monitorované do roku 2004 (súradnica z), k týmto objektom patrí i nová a stará cesta Rudňany - Poráč.



Obr. 2.4.26: Okraje závalu sú zasutené bez možnosti bezpečného prístupu (foto Záhorová, 2007)



Obr. 2.4.27: Detail aktívnej ťahovo-poklesovej trhliny (foto Záhorová, 2007)



Obr. 2.4.28: Postupné zasypávanie závalu „Baniská“ (foto Záhorová, 2007)



Obr. 2.4.29: Poklesnutá stará cesta Rudňany - Poráč (foto Záhorová, 2007)

V profile Poráč - stará cesta sa vykonávali nivelačné merania vertikálnych pohybov (súradnica z) spoločnosťou SABAR, s. r. o., technickou niveláciou (tab. 2.4.35).

Tab. 2.4.35: Poklesy geodetických bodov - Poráč - stará cesta (výšky bodov v m n.m.)

Bod meranie	Potraviný	Kostol	V.	11	(12) 12N	13	14	15	(16) 16N	17	18	19	20	21	22	23
10.2000 (V <sub>0</sub> )	770,3787	777,1879	772,3648	763,0432	766,419 766,3715*	768,5689	770,3262	773,0143	773,6116 773,2758**	775,2484	777,5752	781,7314	785,0808	787,6534	790,2885	792,9943
04.2001 (V <sub>1</sub> )	770,3787	777,1874	772,3652	763,0432	766,4194	768,5696	770,3252	773,0143	773,6103	775,2460	777,5731	781,7286	785,0769	787,6483	790,2824	792,9903
V <sub>1</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,5	0,4	0,0	0,4	0,7	-1,0	0,0	-1,0	-2,4	-2,1	-2,8	-3,9	-5,1	-6,1	-4,0
10.2001 (V <sub>2</sub> )	770,3787	777,1874	772,3651	763,0447	766,4198	768,5703	770,3251	773,0150	773,6109	775,2460	777,5721	781,7278	785,0754	787,6463	790,2794	792,9901
V <sub>2</sub> - V <sub>1</sub> (mm)	0,0	0,0	-0,1	1,5	0,4	0,7	-0,1	0,7	0,6	0,0	-1,0	-0,8	-1,5	-2,0	-3,0	-0,2
V <sub>2</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,5	0,3	1,5	0,8	1,4	-1,1	0,7	-0,4	-2,4	-3,1	-3,6	-5,4	-7,1	-9,1	-4,2
04.2002 (V <sub>3</sub> )	770,3787	777,1874	772,3658	763,0470	766,4204	768,5696	770,3249	773,0142	773,6099	775,2437	777,5695	781,7247	785,0712	787,6399	790,2733	792,9844
V <sub>3</sub> - V <sub>2</sub> (mm)	0,0	0,0	0,7	2,3	0,6	-0,7	-0,2	-0,8	-1,0	-2,3	-2,6	-3,1	-4,2	-6,4	-6,1	-5,7
V <sub>3</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,5	1,0	3,8	1,4	0,7	-1,3	-0,1	-1,4	-4,7	-5,7	-6,7	-9,6	-13,5	-15,2	-9,9
10.2002 (V <sub>4</sub> )	770,3787	777,1874	772,3649	763,0468	766,4197	768,5692	770,3234	773,0130	773,6083	775,2413	777,5658	781,7215	785,0661	787,6340	790,2664	792,9794
V <sub>4</sub> - V <sub>3</sub> (mm)	0,0	0,0	-0,9	-0,2	-0,7	-0,4	-1,5	-1,2	-1,6	-2,4	-3,7	-3,2	-5,1	-5,9	-6,9	-5,0
V <sub>4</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,5	0,1	3,6	0,7	0,3	-2,8	-1,3	-3,0	-7,1	-9,4	-9,9	-14,7	-19,4	-22,1	-14,9
05.2003 (V <sub>5</sub> )	770,3787	777,1874	772,3647	763,0470	766,3715*	768,5691	770,3229	773,0128	773,6075	775,2398	777,5646	781,7188	785,0630	787,6305	790,2621	792,9769
V <sub>5</sub> - V <sub>4</sub> (mm)	0,0	0,0	-0,2	0,2		-0,1	-0,5	-0,2	-0,8	-1,5	-1,2	-2,7	-3,1	-3,5	-4,3	-2,5
V <sub>5</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,5	-0,1	3,8		0,2	-3,3	-1,5	-3,8	-8,6	-10,6	-12,6	-17,8	-22,9	-26,4	-17,4
10.2003 (V <sub>6</sub> )	770,3787	777,1874	772,3645	763,0448	766,3708	768,5676	770,3219	773,0116	773,6061	775,2375	777,5616	781,7171	785,0603	787,6268	790,2586	792,9740
V <sub>6</sub> - V <sub>5</sub> (mm)	0,0	0,0	-0,2	-2,2	-0,7	-1,5	-1,0	-1,2	-1,4	-2,3	-3,0	-1,7	-2,7	-3,7	-3,5	-2,9
V <sub>6</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,5	-0,3	1,6		-1,3	-4,3	-2,7	-5,2	-10,9	-13,6	-14,3	-20,5	-26,6	-29,9	-20,3
08.2004 (V <sub>7</sub> )	770,3787	777,1876	772,3645	763,0425	766,3711	768,5681	770,3216	773,0121	773,2758**	775,2358	777,5588	781,7144	785,0558	787,6205	790,2509	792,9698
V <sub>7</sub> - V <sub>6</sub> (mm)	0,0	0,2	0,0	-2,3	0,3	0,5	-0,3	0,5		-1,7	-2,8	-2,7	-4,5	-6,3	-7,7	-4,2
V <sub>7</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-0,3	-0,3	-0,7	-0,4	-0,8	-4,6	-2,2		-12,6	-16,4	-17,0	-25,0	-32,9	-37,6	-24,5

\*Bod 12 zničený, nahradený novým 12N

\*\*Bod 16 zničený, nahradený novým 16N - 23.08.2004

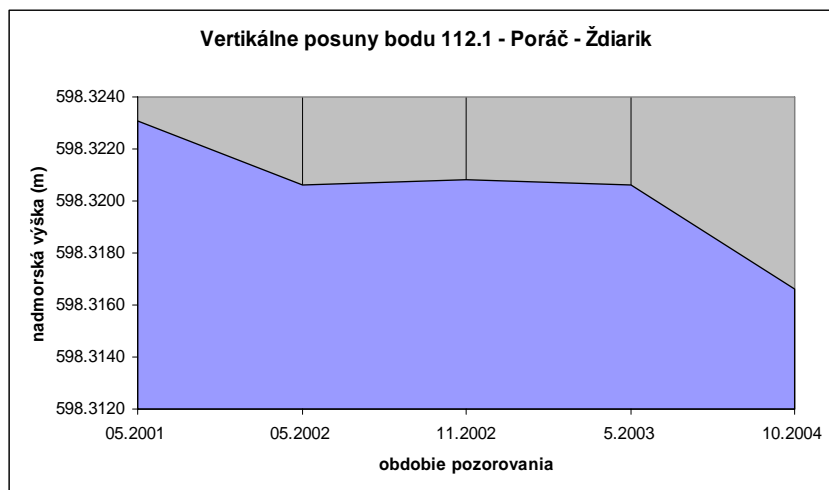
Vertikálne posuny boli sledované i na novej ceste do Poráča. Hodnoty sledovania poklesov na nivelačnom ťahu pod označením Nová cesta 2 boli doplnené o merania od roku 1996 do 2004 (tab. 2.4.36). Za posudzované obdobie 1996 až 2004 maximálna hodnota poklesu vykazovala hodnotu 41,5 mm. Priemerné hodnoty intenzity poklesu, ani prírastku poklesu v jednotlivých obdobiach nie sú s výnimkou bodu 2 veľmi významné.

Tab. 2.4.36: Poklesy geodetických bodov na nivelačnom ťahu Nová cesta 2 (výšky bodov v m n.m.)

<b>Bod</b>	<b>Potraviny</b>	<b>Kostol</b>	<b>Soc. bud. V.</b>	<b>(1) 1 N*</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>(4) 4N*</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Priepust</b>
<b>Meranie</b>										
<b>1993 (V<sub>0</sub>)</b>	770,3787	777,1889	772,3711	741,0043 740,9154**	736,8583	728,5670	720,6425 720,5046*	723,7520	720,0100	720,5110
<b>1996 (V<sub>5</sub>)</b>	770,3787	777,1886	772,3672	740,9972	736,8421	728,5585	720,6352	723,7411	720,0038	720,5019
<b>V<sub>5</sub> - V<sub>4</sub> (mm)</b>	0,0	0,1	-0,3	0,2	-2,2	0,4	0,3	4,0	0,6	0,8
<b>V<sub>5</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,3</b>	<b>-3,9</b>	<b>-7,1</b>	<b>-16,2</b>	<b>-8,5</b>	<b>-7,3</b>	<b>-10,9</b>	<b>-6,2</b>	<b>-9,1</b>
<b>1997 (V<sub>6</sub>)</b>	770,3787	777,1879	772,3667	740,9970	736,8407	728,5583	720,6358	723,7410	720,0048	720,5020
<b>V<sub>6</sub> - V<sub>5</sub> (mm)</b>	0,0	-0,7	-0,5	-0,2	-1,4	-0,2	0,6	-0,1	1,0	0,1
<b>V<sub>6</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,0</b>	<b>-4,4</b>	<b>-7,3</b>	<b>-17,6</b>	<b>-8,7</b>	<b>-6,7</b>	<b>-11,0</b>	<b>-5,2</b>	<b>-9,0</b>
<b>1998 (V<sub>7</sub>)</b>	770,3787	777,1880	772,3660	740,9947	736,8368	728,5547	720,5046*	723,7384	720,0011	720,4984
<b>V<sub>7</sub> - V<sub>6</sub> (mm)</b>	0,0	0,1	-0,7	-2,3	-3,9	-3,6		-2,6	-3,7	-3,6
<b>V<sub>7</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,9</b>	<b>-5,1</b>	<b>-9,6</b>	<b>-21,5</b>	<b>-12,3</b>		<b>-13,6</b>	<b>-8,9</b>	<b>-12,6</b>
<b>1999 (V<sub>8</sub>)</b>	770,3787	777,1888	772,3663	740,9937	736,8330	728,5516	720,5007	723,7390	720,0007	720,4985
<b>V<sub>8</sub> - V<sub>7</sub> (mm)</b>	0,0	0,8	0,3	-1,0	-3,8	-3,1	-3,9	0,6	-0,4	0,1
<b>V<sub>8</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>-4,8</b>	<b>-10,6</b>	<b>-25,3</b>	<b>-15,4</b>		<b>-13,0</b>	<b>-9,3</b>	<b>-12,5</b>
<b>2000 (V<sub>9</sub>)</b>	770,3787	777,1872	772,3664	740,9927	736,8300	728,5498	720,4988	723,7380	719,9999	720,4966
<b>V<sub>9</sub> - V<sub>8</sub> (mm)</b>	0,0	-1,6	0,1	-1,0	-3,0	-1,8	-1,9	-1,0	-0,8	-1,9
<b>V<sub>9</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,7</b>	<b>-4,7</b>	<b>-11,6</b>	<b>-28,3</b>	<b>-17,2</b>	<b>-5,8</b>	<b>-14,0</b>	<b>-10,1</b>	<b>-14,4</b>
<b>2001 (V<sub>10</sub>)</b>	770,3787	777,1874	772,3652		736,8251	728,5461	720,4955	723,7351	719,9959	720,4938
<b>V<sub>10</sub> - V<sub>9</sub> (mm)</b>	0,0	0,2	-1,2		-4,9	-3,7	-3,3	-2,9	-4,0	-2,8
<b>V<sub>10</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,5</b>	<b>-5,9</b>		<b>-33,2</b>	<b>-20,9</b>	<b>-9,1</b>	<b>-16,9</b>	<b>-14,1</b>	<b>-17,2</b>
<b>2002 (V<sub>11</sub>)</b>	770,3787	777,1874	772,3658	740,9154**	736,8246	728,5472	720,4976	723,7386	719,9946	720,4960
<b>V<sub>11</sub> - V<sub>10</sub> (mm)</b>	0,0	0,0	0,6		-0,5	1,1	2,1	3,5	-1,3	2,2
<b>V<sub>11</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,5</b>	<b>-5,3</b>		<b>-33,7</b>	<b>-19,8</b>	<b>-7,0</b>	<b>-13,4</b>	<b>-15,4</b>	<b>-15,0</b>
<b>2003 (V<sub>12</sub>)</b>	770,3787	777,1874	772,3645	740,9133	736,8153	728,5426	720,4934	723,7353	719,9961	720,4918
<b>V<sub>12</sub> - V<sub>11</sub> (mm)</b>	0,0	0,0	-1,1	0,3	-3,4	-0,7	-1,1	-0,1	2,7	-0,8
<b>V<sub>12</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,5</b>	<b>-6,4</b>	<b>0,3</b>	<b>-37,1</b>	<b>-20,5</b>	<b>-8,1</b>	<b>-13,5</b>	<b>-12,7</b>	<b>-15,8</b>
<b>2003 (V<sub>13</sub>)</b>	770,3787	777,1874	772,3647	740,9157	736,8212	728,5465	720,4965	723,7385	719,9973	720,4952
<b>V<sub>13</sub> - V<sub>12</sub> (mm)</b>	0,0	0,0	-0,2	-2,4	-5,9	-3,9	-3,1	-3,2	-1,2	-3,4
<b>V<sub>13</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,5</b>	<b>-6,6</b>	<b>-2,1</b>	<b>-43,0</b>	<b>-24,4</b>	<b>-11,2</b>	<b>-16,7</b>	<b>-13,9</b>	<b>-19,2</b>
<b>2004 (V<sub>14</sub>)</b>	770,3787	777,1876	772,3645	740,9157	736,8168	728,5444	720,4964	723,7393	719,9995	720,4955
<b>V<sub>14</sub> - V<sub>13</sub> (mm)</b>	0,0	0,2	0,0	2,4	1,5	1,8	3,0	4,0	3,4	3,7
<b>V<sub>14</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,3</b>	<b>-6,6</b>	<b>0,3</b>	<b>-41,5</b>	<b>-22,6</b>	<b>-8,2</b>	<b>-12,7</b>	<b>-10,5</b>	<b>-15,5</b>

\* Bod 4 zničený, v 4/1998 stabilizovaný bod 4N; \*\* Bod 1 zničený v dobe 25.4.2000 - 30.4.2001

Profil Ždiarik je zaradený k lokalitám na sledovanie prejavov poklesov geodetickými metódami. V tomto profile sa pokračovalo v dokumentácii existujúcich nivelačných meraní vertikálnych pohybov (súradnica z) vykonávaných spoločnosťou SABAR, s. r. o., technickou niveláciou, v databáze sú dokladované vertikálne posuny za obdobie rokov 2001 až 2004. Najväčšie poklesy za obdobie 05/2001-10/2004 boli zaznamenané na bode 112,1 (-6,5 mm) a na bode 112,2 (-5,9 mm) na piatich bodoch bolo preukázané stúpnutie o +0,2 až +2,0 mm. Ide o prakticky zanedbateľnú veľkosť poklesových pohybov (obr. 2.4.30).



Obr. 2.4.30: Vertikálne posuny geodetického bodu 112.1 Poráč - Ždiarik

I v zaradenom profile nádvorí jamy Poráč sa pokračovalo v dokumentácii existujúcich nivelačných meraní vertikálnych pohybov vykonávaných spoločnosťou SABAR, s. r. o., technickou niveláciou.

Merania na nádvorí jamy Poráč boli doplnené za obdobie rokov 2003 až 2007 na 13 bodoch, osadených prevažne na objektoch budov a vzpere veže, ktoré boli zaradené do systému. Od roku 1990 do roku 2007 monitoring preukázal pomerne malú intenzitu poklesávania aj u bodov s najvyššími hodnotami celkového poklesu v bodoch XII -34,3 mm a XIII -54,7 mm (tab. 2.4.37).

Všetky namerané údaje poukazujú na deformáciu výstroja jamy spôsobenej vytváraním poklesovej kotliny ako dôsledok generálnej plynulej deformácie horninového masívu do vyrúbaného priestoru.

Odkalisko Rudňany v údolí Markušovského potoka (obr. 2.4.31) bolo tiež zaradené do systému sledovania v rámci segmentu zdrojov fyzikálnych impaktov, navyše sa sleduje aj pre potreby technicko-bezpečnostného dohľadu.

V dňoch 12.6. - 6.7. 2007 bolo na odkalisku Rudňany, kde uskutočňuje svoju činnosť SABAR, s. r. o., Markušovce, vykonané periodické polohové a výškové meranie pevných a kontrolných bodov pre technicko-bezpečnostný dohľad. Medzné hodnoty neboli prekročené ani na jednom kontrolnom bode. (Zameranie kontrolných bodov na prednej, bočnej a zadnej hrádzi, Jakubek, 2007).

Tab. 2.4.37: Výsledky meraní geodetických bodov na nádvorí jamy Poráč  
(výšky bodov v m n.m.)

Bod Meranie	Potraviny	Kostol	V.	IV.	III.	P "J"	P "S"	X.	XI.	XII.	XIII.
04.1990 (V <sub>0</sub> )	770,3787	777,1917	772,3826	772,4379	772,5077	771,9938	771,9428	772,1478	772,2185	772,0598	771,9301
10.2003 (V <sub>36</sub> )	770,3787	777,1874	772,3645	772,4155	772,4803	771,9658	771,9162	772,1217	772,1899	772,0276	771,8804
V <sub>36</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-4,3	-18,1	-22,4	-27,4	-28,0	-26,6	-26,1	-28,6	-32,2	-49,7
05.2004 (V <sub>37</sub> )	770,3787	777,1876	772,3645	772,4146	772,4803	771,9653	771,9149	772,1209	772,1894	772,0272	771,8803
V <sub>37</sub> - V <sub>36</sub> (mm)	0,0	0,2	0,0	-0,9	0,0	-0,5	-1,3	-0,8	-0,5	-0,4	-0,1
V <sub>37</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-4,1	-18,1	-23,3	-27,4	-28,5	-27,9	-26,9	-29,1	-32,6	-49,8
10.2004 (V <sub>38</sub> )	770,3787	777,1875	772,3644	772,4150	772,4805	771,9661	771,9161	772,1213	772,1902	772,0278	771,8806
V <sub>38</sub> - V <sub>37</sub> (mm)	0,0	-0,1	-0,1	0,4	0,2	0,8	1,2	0,4	0,8	0,6	0,3
V <sub>38</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-4,2	-18,2	-22,9	-27,2	-27,7	-26,7	-26,5	-28,3	-32,0	-49,5
04.2005 (V <sub>39</sub> )	770,3787	777,1874	772,3654	772,4157	772,4816	771,9670	771,9161	772,1219	772,1905	772,0283	771,8807
V <sub>39</sub> - V <sub>38</sub> (mm)	0,0	-0,1	1,0	0,7	1,1	0,9	0,0	0,6	0,3	0,5	0,1
V <sub>39</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-4,3	-17,2	-22,2	-26,1	-26,8	-26,7	-25,9	-28,0	-31,5	-49,4
10.2005 (V <sub>40</sub> )	770,3787	777,4449*	772,3639	772,4147	772,4799	771,9656	771,9159	772,1208	772,1896	772,0271	771,8796
V <sub>40</sub> - V <sub>39</sub> (mm)	0,0		-1,5	-1,0	-1,7	-1,4	-0,2	-1,1	-0,9	-1,2	-1,1
V <sub>40</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0		-18,7	-23,2	-27,8	-28,2	-26,9	-27,0	-28,9	-32,7	-50,5
04.2006 (V <sub>41</sub> )	770,3787	777,4433	772,3640	772,4145	772,4800	771,9651	771,9151	772,1204	772,1903	772,0279	771,8794
V <sub>41</sub> - V <sub>40</sub> (mm)	0,0	-1,6	0,1	-0,2	0,1	-0,5	-0,8	-0,4	0,7	0,8	-0,2
V <sub>41</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-1,6	-18,6	-23,4	-27,7	-28,7	-27,7	-27,4	-28,2	-31,9	-50,7
10.2006 (V <sub>42</sub> )	770,3787	777,4426	772,3635	772,4140	772,4794	771,9647	771,9149	772,1198	772,1884	772,0260	771,8765
V <sub>42</sub> - V <sub>41</sub> (mm)	0,0	-0,7	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,2	-0,6	-1,9	-1,9	-2,9
V <sub>42</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0,0	-2,3	-19,1	-23,9	-28,3	-29,1	-27,9	-28,0	-30,1	-33,8	-53,6
04.2007 (V <sub>43</sub> )	770,3787	777,4437	772,3638	772,4140	772,4792	771,9645	771,9148	772,1196	772,1885	772,0255	771,8754
V <sub>43</sub> - V <sub>42</sub> (mm)	0,0	1,1	0,3	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	0,1	-0,5	-1,1
V <sub>43</sub> - V <sub>0</sub> (mm)	0	-1,2	-18,8	-23,9	-28,5	-29,3	-28,0	-28,2	-30,0	-34,3	-54,7

Poznámka: \*Bod štátnej nivelačnej siete bol výškovo prestabilizovaný v 39. týždni roku 2005 v rámci rozsiahlej rekonštrukcie objektu.



Obr. 2.4.31: Odkalisko Rudňany (foto Záhorová, 2007)

Teréna obhliadka potvrdila zvýšené riziko erozívnych procesov na nedostatočne rekultivovaných haldách. Jednou z nich je i halda „Rudňany - Zimné“, kde v roku 1996 (Mašlár, 1996) bola zaznamenaná len nepatrná erózia.

Halda tvorená prevažne piesčito-kamenitou frakciou, so sklonom 40 - 50°, výškou do 40 m, bez rekultivácie povrchu vegetačným pokryvom vytvára, i napriek stabilizácii v päte svahu, vhodné podmienky na eróziu a zosuvy v telese násypu (obr. 2.4.32-33).



Obr. 2.4.32: Erózia svahu haldy Rudňany - Zimné (foto Záhorová, 2007)





Obr. 2.4.33: Päta haldy Rudňany - Zimné je stabilizovaná, ale povrch haldy nie je chránený pred eróziou (foto Záhorová, 2007)

Nevhodným príkladom využívania územia pre zástavbu je závalové pásmo západne od šachty 5RP I. Táto oblasť síce patrí k relatívne stabilizovaným poklesovým kotlínám, ale nie je vhodná pre zástavbu.



Obr. 2.4.34: Závalové pásmo 5 RP I. (foto Záhorová, 2007)

K aktivácii nového závalu v oblasti bývalej jamy Andrej došlo 21.9.2009. Zával sa nachádza v závalovom pásme. Je kruhového tvaru s priemerom cca 25 – 30 m, s hĺbkou cca 10 m a je vzdialený od najbližších obydľí cca 400 až 500 m. Nachádza sa v dobývacom priestore Rudňany západne od ústia bývalej štôlne II. obzor - Svätý duch, čiastočne v lesnom poraste. Pravdepodobne sa tento zával vytvoril ako dôsledok dobývania nadložného odžilku medzi III. a II. obzorom jamy Poráč.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Vlastné geodetické merania na profile I „Baniská“ potvrdili pokračovanie a navyše i zvyšovanie intenzity poklesu za obdobie 1997 až 2007. Z tohto dôvodu odporúčame v týchto meraniach v intervale 10 rokov pokračovať.

Z dôvodu obmedzenia programu prác v rámci segmentu sledovania prejavov a vývoja poklesov terénu na závaloch a závalových pásmach, navrhujeme pokračovať v závalovom pásme Rudňany v terénnej rekognoskácii a fotodokumentácii bez podrobnejších meraní, resp. s využitím leteckých snímok.

Sledovanie prejavov poklesov geodetickými metódami navrhujeme dokladovať nivelačnými meraniami vykonávanými spoločnosťou RIS s. r. o. Spišská Nová Ves (predtým SABAR s. r. o.) v rozsahu meraní ktoré sú v súčasnosti vykonávané na objektoch.

#### 2.4.4.8. Lokalita Nižná Slaná R8

Ložisko metasomatického sideritu Nižná Slaná – Manó – Kobeliarovo (DP Nižná Slaná) sa hlbinne ťažilo firmou Siderit s. r. o. Nižná Slaná. Tá sa však pre platobnú neschopnosť v septembri 2008 dostala do konkurzu a prevádzka bane bola zastavená. Dosiaľ prebiehali neúspešné pokusy o obnovenie ťažby.

#### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

V areáli ťažobného závodu sa nachádza tepelná úpravňa železnej rudy, pozostávajúca z drviarne, dvoch rotačných pražiacich pecí na dekarbonatizáciu rudy a prevádzky tepelnej peletizácie. Úpravňa rudy je dlhodobý zdrojom emisií plyných zložiek a tuhých úletov kontaminujúcich ovzdušie a povrch ich spádovej oblasti najmä sírou, železom, mangánom a arzénom. Nemagnetický podiel separácie tepelne spracovanej rudy je skladovaný na odkalisku lokalizovanom v blízkosti bansko-úpravárenského závodu. Počas prevádzky sa čerpaná banská voda používala v technológii úpravy rudy a jej prebytok bol prečerpávaný na odkalisko. Realizovaný bol prevádzkový monitoring množstva a kvality banskej vody a priesakovej vody z odkaliska. V zmysle programu v schválenom manipulačnom a prevádzkovom poriadku odkaliska sa na ňom pravidelne vykonávali merania hladiny podzemnej vody v sondách a geodetické merania posunu hrádze odkaliska (podklady nivelačných meraní ťažobná organizácia neuvolnila).

Ťažobná organizácia poskytla do databázy ČMS GF VŤŽP prevádzkové údaje o množstve vypúšťaných odpadových vôd z odkaliska za roky 2001 - 2009.

Vlastným meraním okamžitého prietoku drenáže z odkaliska sme dňa 16.6.2009 zistili hodnotu  $1,58 \text{ l.s}^{-1}$  pri teplote vody  $14,3 \text{ }^\circ\text{C}$  a mernej elektrickej vodivosti  $111,1 \text{ mS.m}^{-1}$ , dňa 29.9.2009  $1,61 \text{ l.s}^{-1}$  s teplotou  $13,8 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $\text{MEV} = 115,8 \text{ mS.m}^{-1}$ .

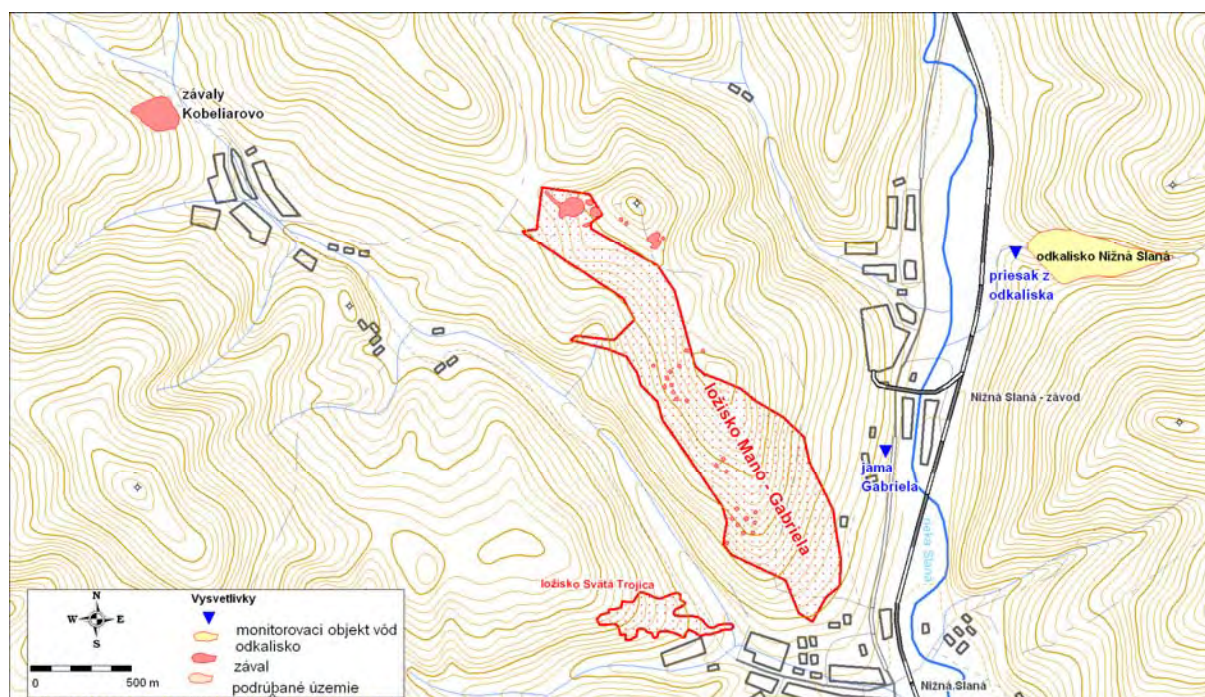
Ťažobná organizácia poskytla do databázy ČMS GF VŤŽP prevádzkové údaje o kvalite odpadových a bankských vôd za roky 2005 - 2009. Vlastnými laboratórnymi prácami sme zisťovali kvalitu drenážnej vody z odkaliska dvoma odbermi vzoriek - dňa 16.6.2009 a 29.9.2009. V tab. 2.4.37 uvádzame charakteristické hodnoty sledovaných kvalitatívnych ukazovateľov, odvodené z laboratórných rozborov za obdobie rokov 2007 - 2009. Zistené sú zvýšené koncentrácie arzénu, síranového aniónu, mangánu a olova (tab. 2.4.38).

Tab. 2.4.38: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Nižná Slaná (2009)

	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	Cd (mg.l <sup>-1</sup> )
Odkalisko - drenáž	5,79	597	0,468	1,77	<0,0001	0,006	0,0246	0,447	0,008	0,0078	<0,0001
Jama Gabriela	8,10	2519	0,15	0,29	<0,0001	<0,003	0,0684	0,013		0,0063	<0,0001

Tab. 2.4.39: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Nižná Slaná, 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Odkalisko - drenáž	Pb, Cu		As		Fe, Pb, Cu		Sb	pH	As, Mn, SO <sub>4</sub>
Jama Gabriela	Cu, Pb, Zn, Hg	As			Fe, Zn, Cu	pH, As		Pb	SO <sub>4</sub>



Obr. 2.4.35: Situácia monitorovaných objektov a prejavov ťažby sideritu na lokalite Nižná Slaná

### *Inžinierskogeologické aspekty*

Výskyt prejavov podrúbania - závalov, prepahlísk a poklesov terénu na ložisku Kobeliarovo v rámci monitorovania boli obmedzené do roku 2004 na časť DP ložiska o rozmeroch cca 200 x 200 m. K prepadávaníu povrchu terénu v oblasti ložiska Kobeliarovo, pri severozápadnom okraji obce, dochádza podľa doteraz presnejšie nedoložených informácií od polovice 90. rokov 20. storočia. Podľa podkladov spoločnosti Siderit, s. r. o. Nižná Slaná, prvý zával vznikol v roku 1995. Od augusta 2002 boli v oblasti závalového pásma vykonávané opakované terénne sledovania a detailná fotodokumentácia najprv 9 v tom čase existujúcich závalov, neskôr na konci obdobia monitorovania (august 2004) až 19 závalov, ktoré v závalovom pásme postupne vznikli. Situácia, plošný rozsah, tvar, vzájomný vzťah, prípadne prepojenie a ostatné popisné charakteristiky závalov boli zaznamenané v záznamovom liste typu PT-TR a doložené fotodokumentáciou. Pre vysoké bezpečnostné riziko vyplývajúce z hrozby náhleho poklesu terénu bolo sledovanie závalov z ich okrajov minimalizované na nevelký počet okrajových závalov a na dve - tri obdobia.

V minulosti boli zaznamenané výskyt závalových prejavov aj na iných ložiskách v okolí Nižnej Slanej, ale žiadne podkladové materiály k nim neboli získané. Staršie závalové procesy sa vyskytli na ložisku Mano - Gabriela, Ignác a Gampel', nové a aktívne, stále sa

rozširujúce sú známe iba z ložiska Kobeliarovo (Vrana et al., 2005). V závalovom pásme a na jeho predpolí boli od roku 1996, v nadväznosti na vznik a vývoj závalov, dlhodobom meračsky monitorované vertikálne poklesy terénu. Pôvodný počet 17 bodov bol v dôsledku závalu alebo zničenia či poškodenia postupne redukovaný na výsledných 5 kontrolných bodov, doložených výsledkami meraní naposledy z júla 2004. K nim pribudli neskôr (od júna 2001) 2 nové geodetické body. Celkový počet geodetických objektov (bodov), ktoré je možné zhodnotiť vzhľadom na doloženosť meraniami je 7, v databáze je zaradených všetkých 12 geodetických bodov s doloženými výsledkami meraní. Periodicita meraní bola 3 x ročne, od roku 2002 4 x ročne.

Podľa výsledkov meraní na 5 bodoch (KV-1, KV-12, KV-13, 4, 5), ktoré boli sledované od októbra 1996 do júla 2004, možno konštatovať, že len na dvoch bodoch bol zaznamenaný markantnejší, ale v konečnom dôsledku veľmi pomalý pokles (KV-1: -0,026 m; KV-12: -0,042 m) a na ďalších troch bodoch bola hodnota poklesu zanedbateľná (0,000-0,008 m). Za veľmi pomalý pokles je možno označiť aj výsledné kumulatívne vertikálne zmeny namerané na dvoch dodatkových bodoch sledovaných od júna 2001 po dobu 3 rokov (0,004-0,013 m) (Vrana et al., 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Monitorovacie práce pozostávali prevažne z terénnej dokumentácie poklesov v Kobeliarove.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

V ložiskovej oblasti Nižná Slaná boli prejavy poklesov terénu sledované a podrobne zhodnotené len na ložisku Kobeliarovo. V tejto oblasti dochádza k pokračujúcemu rozširovaniu pôvodne 19 prepahlísk.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

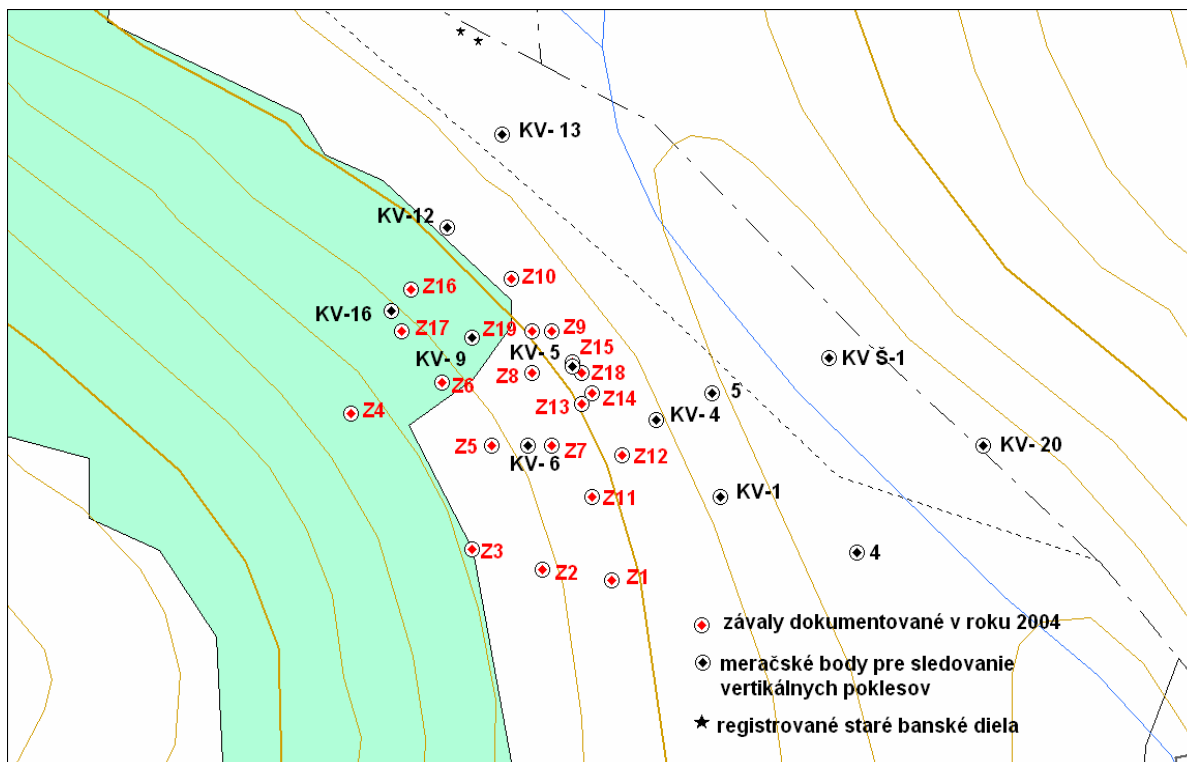
V ložiskovej oblasti Nižná Slaná boli prejavy poklesov terénu sledované a podrobne zhodnotené len na ložisku Kobeliarovo. V tejto oblasti dochádza k pokračujúcemu rozširovaniu pôvodne 19 prepahlísk v závalovom pásme pri SZ okraji obce (obr. 2.4.36).

Monitorovanie prejavov poklesov terénu bolo opätovne realizované v roku 2009. Pokračujúce poklesy terénu jednoznačne dokumentujú fotografie z roku 2002 a 2009. Fotodokumentácia v roku 2009, pre celkové porovnanie zmien, zachytáva postihnuté územie aj z toho istého pohľadu (obr. 2.4.37, 2.4.38).

V priebehu siedmich rokov dochádzalo na východnom a južnom okraji posudzovaného územia k pozvoľnému prepojeniu starých respektíve k vytvoreniu nových poklesov. Intenzívnejšie prejavy boli v centrálnej a západnej časti, kde došlo k vytvoreniu jedného navzájom prepojeného poklesového pásma.

Z dôvodu pomerne veľkých zmien v rozsahu a výskyte doposiaľ dokumentovaných závalov, bolo pomerne náročné kontinuálne naviazať na predchádzajúcu dokumentáciu, navyše bolo potrebné brať na zreteľ vysoké bezpečnostné riziko. Z týchto dôvodov boli podrobnejšie dokumentované závaly len na východnom a južnom okraji závalového pásma (1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19 – obr. 2.4.39). Dokumentácia týchto objektov pozostávala zo zamerania okrajov závalov GPS, fotodokumentácie a popisu súčasného stavu. Centrálnu a západnú časť, ktorá pozostáva z navzájom prepojeného závalového pásma tvoreného v minulosti viacerými samostatnými závalmi (4, 5, 6, 7, 8, 13, 16, 17), sme dokumentovali ako jeden objekt - centrálné závalové pásmo. Dokumentácia pozostávala zo zamerania okrajov pásma GPS, fotodokumentácie a celkového popisu objektov a blízkeho okolia. Z dôvodu

kontinuálneho naplňania databázy bolo ponechané pôvodné označenie závalov (Vrana et al., 2005). V niektorých prípadoch, kde došlo k prepojeniu pôvodne samostatných závalov, sa tieto objekty viedli pod sumárnym označením, ktorý identifikuje pôvodné objekty.



Obr. 2.4.36: Závally dokumentované v roku 2004, meračské body a registrované staré banské diela v blízkom okolí Kobeliarova



Obr. 2.4.37: Pohľad na závalové pásmo v Kobeliarove cez údolie Kobeliarovského potoka z 23.5.2002 (Vrana et al., 2005), celkom vpravo dole je nový zával

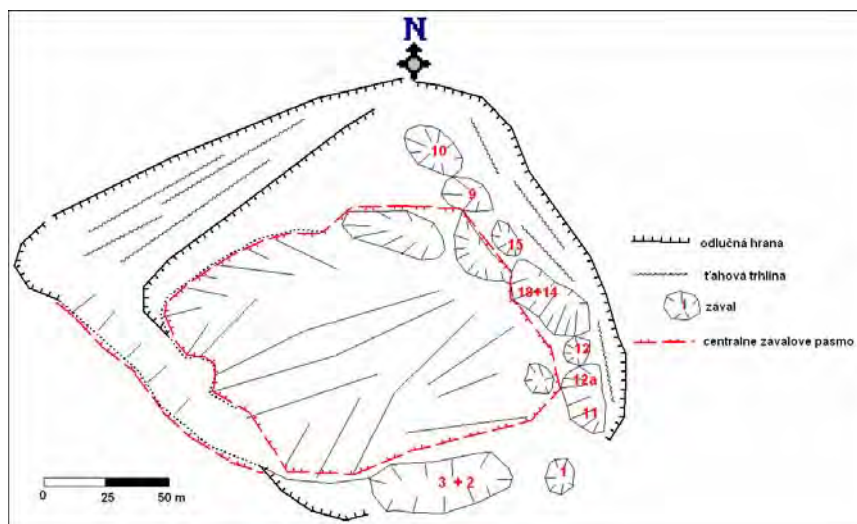


Obr. 2.4.38: Celkový pohľad na závalové pásmo a širšie okolie v roku 2009 (foto Záhorová, 2009)



Obr. 2.4.39: Fotodokumentácia s identifikáciou monitorovaných objektov (foto Záhorová, 2009)

V teréne boli závaly zamerané GPS a na základe týchto údajov bola zostrojená v mierke skica závalového pásma vrátane zakreslenia hlavných odlučných hrán a ťahových trhlín (obr. 2.4.40).



Obr. 2.4.40: Skica zavalového pásma v Kobeliarove, stav k roku 2009

### Závally na východnom a južnom okraji zavalového pásma

#### Zával č. 10

Zával sa dá stotožniť so závalom 10 dokumentovaným Ivanom Vojtaškom v období rokov 2002 - 2005 (Vrana, 2005). Zával vznikol po roku 2001. Počas uvedeného obdobia mal zával oválny až výrazne nepravidelný tvar obrysu a sklon svahov bol 40 - 80°. Prejavy poklesov boli v tomto období hodnotené ako čerstvé až zastreté pohybom sutí. Maximálna hodnota dĺžky závalu sa pohybovala od 22 m, ku koncu obdobia dosiahla hodnotu 26 m. Maximálna hodnota šírky sa pohybovala od 15 m a dosiahla hodnotu 17 m. Minimálna hĺbka dosahovala 4 m a maximálna 15 m. Nad závalom bola dokumentovaná do svahu vybiehajúca trhlina dĺžky 30 m smerom k závalu 16.

Zával nachádzajúci sa na severnom okraji zavalového pásma bol dokumentovaný aj v roku 2009 ako samostatný objekt. Jeho dno je pokryté vegetačným porastom, na stenách nie sú nové prejavy poklesov, len po jeho obvode dochádza k pozvoľným odtrhom nespevnených deluviálnych sedimentov. Obrys závalu má nepravidelný oválny tvar so stenami v sklonoch 40-80°. I napriek tomu, že v súčasnosti je objekt dočasne stabilizovaný, čo dokazuje i nezmenená hodnota maximálnej dĺžky cca 25 m a maximálnej šírky cca 15 m, výskyt poklesových trhlín v jeho okolí, dáva predpoklad jeho pozvoľného rozširovania smerom na východ, respektíve jeho prepojenia s centrálnym zavalovým pásmom.



Obr. 2.4.41: Pohľad na zával 10 v popredí a na závaly 9 až 11 pozdĺž východného okraja závalového pásma (foto Záhorová, 2009)

#### Zával č. 9, 19

Zával sa dá stotožniť so závalmi 9 a 19, (zával 19 sa v roku 2005 prepojil so závalom 9), dokumentovanými Ivanom Vojtaškom v období rokov 2002 - 2005 (Vrana et al., 2005). Ale konečný tvar po prepojení v roku 2005 už nebol dokumentovaný. Zával 9 mal oválny tvar obrysu, sklon svahov bol 40 - 80°. Prejavy poklesov boli v tomto období hodnotené ako čerstvé až zastreté pohybom sutí. Maximálna hodnota dĺžky závalu sa pohybovala od 15 m, ku koncu obdobia dosiahla hodnotu 17 m. Maximálna hodnota šírky sa pohybovala od 8 m a dosiahla 9 m. Minimálna hĺbka dosahovala 4 m, maximálna 7 m. Zával 19 vznikol v roku 2004 mal oválny tvar s maximálnou dĺžkou 5 m, šírkou 4 m a hĺbkou 4 m.

Spojený zával 9 a 19 sa nachádza juhovýchodne od závalu 10. V roku 2009 mal lievikovitý tvar a pomerne čerstvé zasutenie stien, steny majú sklon 45 – 80°. V súčasnosti má tento prepojený objekt obrys nepravidelný až oválny s maximálnou dĺžkou cca 20 m a maximálnou šírkou cca 13 m. Sú to rozmery, ktoré zodpovedajú sume rozmerov obidvoch identifikovaných závalov. Z toho sa dá usudzovať, že od roku 2005 nedošlo k výraznejšiemu rozširovaniu závalu, ale len k zrúteniu nestabilných porušených častí jeho stien, respektíve k drobným zosuvom deluviálnych nespevnených sedimentov.

Spojený zával 9, 19 tvorí v súčasnosti samostatný objekt. Jeho okolie má však početné poklesové trhliny, od nasledujúceho závalu (15) ho oddeľuje len úzky mostík, ktorý je porušený, preto je vysoký predpoklad ich vzájomného prepojenia, ale i jeho rozširovania smerom k centrálnej resp. k východnej časti poklesového územia.





Obr. 2.4.42: Pohľad do závalu 9,19 (foto Záhorová, 2009)

#### Zával č. 15, 18, 14

Závaly 15 a 14 boli postupne prepojené závalom 18, ktorý sa nachádzal medzi nimi v období rokov 2002 - 2005 (Vrana et al., 2005). V roku 2002 sa na povrchu terénu javili len ako menšie samostatné závaly a ako samostatné objekty boli i dokumentované.

Počas celého obdobia mal zával 15 oválny, výrazne nepravidelný až oválny tvar obrysu a sklon svahov 40 - 80°. Prejavy poklesov boli v tomto období hodnotené ako čerstvé až zastreté pohybom sutí. Maximálna hodnota dĺžky závalu sa pohybovala od 22 m, ku koncu obdobia dosiahla hodnotu 26 m. Maximálna hodnota šírky sa pohybovala od 15 m a dosiahla 17 m. Minimálna hĺbka dosahovala 4 m, maximálna 15 m.

Prepojujúci zával 18 bol pomerne malý. Mal prevažne oválny tvar s maximálnou dĺžkou 7 m, šírkou 6 m a hĺbkou 6 m.

Zával 14 mal kužeľovitý tvar s maximálnou dĺžkou 23 m, šírkou 20 m a hĺbkou 10 m, sklon svahov bol 40 – 80°.

Závaly 15, 18 a 14 sú aj roku 2009 navzájom prepojené, nachádzajú sa južne za závalom 9 (19). Zával sa javí ako aktívny až potenciálne aktívny. Je predpoklad jeho prepojenia až splynutia s centrálnou časťou (zával 14 je v súčasnosti prepojený pravdepodobne závalom 13 s centrálnou časťou), resp. jeho rozšírenia smerom na východnú časť poklesového územia, kde sa nachádzajú početné a výrazné ťahové trhliny dosahujúce výšky poklesu 1 m. V súčasnosti má tento prepojený objekt obrys nepravidelný až oválny s maximálnou dĺžkou cca 55 m a maximálnou šírkou do cca 20 m. Sú to rozmery, ktoré približne zodpovedajú sume rozmerov troch identifikovaných závalov.



Obr. 2.4.43: Ťahové trhliny pozdĺž východného okraja závalu 15, 18, 14 (foto Záhorová, 2009)

### Zával č. 12, 11

Prepojenie závalov 11 a 12 dokumentoval v roku 2005 Ivan Vojtaško (Vrana et al., 2005). Zával 12 vznikol v roku 2002. Koncom monitorovania v roku 2005 došlo k jeho podstatnému zväčšeniu, z konštantnej dĺžky cca 17 m došlo k zväčšeniu na 35 m a u šírky zo 17 m na 23 m, k prehĺbeniu z 10 na 15 m a zmenenia tvaru obrysu z oválneho na 2 pozdĺžne prepojené ovály (12a). Zával 11 vznikol na jeseň v roku 2003 a do roku 2005 sa pozvoľne zväčšoval. Mal prevažne šošovkovitý tvar a ku koncu obdobia dosahoval maximálnu dĺžku 14 m, šírku 11 m a hĺbku 9 m. Jeho okolie bolo popretínané početnou sieťou trhlín smerujúcich k centrálnej časti závalového pásma ale i k závalu 12. Sklon svahu obidvoch objektov sa pohyboval v rozpätí 40 – 80°, v roku 2005 pri závale 12 dosiahol hodnotu 90°. Konečný tvar po prepojení spomínaných závalov 11a 12 nebol dokumentovaný.

V roku 2009 boli závaly dokumentované ako jeden objekt so zachovanými rysmi pôvodných objektov z južnej a východnej strany (obr. 2.4.41). V súčasnosti má tento prepojený objekt obrys nepravidelný s maximálnou dĺžkou cca 38 m a maximálnou šírkou cca 16 m. Tieto rozmery nekorešpondujú so sumárnymi rozmermi jednotlivých závalov, je pravdepodobné že rozmery závalu 12 z roku 2005 zahŕňajú i zával 11.

Zával sa javí ako aktívny až potenciálne aktívny. V okolí závalu boli dokumentované pomerne čerstvé prejavy poklesov terénu, ktoré v spojitosti s výskytom trhlín v ich okolí vytvárajú predpoklady pre následné prejavy rozširovania poklesu terénu až pozvoľného prepojenia s centrálnou časťou, resp. rozšírenia smerom na východnú časť poklesového územia.



Obr. 2.4.44: Zával 12, 11 z východnej strany (foto Záhorová, 2009)

### Zával č. 1

Zával 1 bol dokumentovaný Ivanom Vojtaškom už v roku 2001 (Vrana et al., 2005). Počas celého obdobia vykazoval malé až nepatrné zmeny. Zával mal kruhovitý tvar obrysu a sklon svahov 40 – 70°. Prejavy poklesov boli v tomto období hodnotené ako zastreté, išlo o samostatný objekt. Hodnoty priemeru závalu sa pohybovali od 16 m, ku koncu obdobia dosiahli hodnotu 17 m. Minimálna hĺbka dosahovala 6 m a maximálna 15 m. V okolí závalu sa vyskytovali otvorené trhliny na okraji poklesových krýh. Zával sa nachádza na južnom okraji závalového pásma ako samostatný objekt.

Aj v roku 2009 vykazoval zával znaky pomerne stabilizovaného objektu, čo sa prejavilo i v nezmenených rozmeroch. Dokumentácia bola sťažená z dôvodu prerastania závalu vegetáciou.



Obr. 2.4.45: Pohľad na zával 1 (foto Záhorová, 2009)

### Zával č. 2, 3

Ako samostatný objekt boli Ivanom Vojtaškom v roku 2002 dokumentované závaly 2, 3 (Vrana et al., 2005). Zával 2 počas celého obdobia vykazoval malé až nepatrné zmeny. Zával bol izolovaný s trhlínami, nepravidelného prevažne oválneho tvaru obrysu a sklonom svahov 60 – 80°. Prejavy poklesov boli v tomto období hodnotené ako zastreté až čerstvé tvary. Hodnoty osí oválu sa pohybovali na začiatku monitoringu pri hodnotách 15 a 25 m, ku koncu obdobia dosiahli hodnôt 21 – 26 m. Minimálna hĺbka dosahovala 10 m, maximálna 20 m. Pozdĺž závalu bola dokumentovaná trhlina dĺžky 20 m. V okolí závalu sa vyskytovali otvorené trhliny na okraji poklesových krýh. Zával 3 sa postupne prepojil v priebehu monitorovania v období rokov 2002 až 2005 so závalom 2. Zával 3 bol rozsiahly, nepravidelného koncentrického tvaru so stupňovitými poklesmi, maximálny priemer dosahoval 42 m. Predpokladá sa jeho prepojenie s centrálnou časťou závalového pásma (Vrana et al., 2005).



Obr. 2.4.46: Celkový pohľad na zával 2, 3 z juhu (foto Záhorová, 2009)

Zával 2,3 bol i v roku 2009 dokumentovaný ako samostatný objekt s pomerne značným výskytom poklesových krýh po jeho obvode. Prejavy poklesov sú čerstvé až zastreté.

V súčasnosti má tento prepojený objekt obrys nepravidelný až oválny s maximálnou dĺžkou cca 60 m a maximálnou šírkou do cca 25 m. Sú to rozmery, ktoré približne zodpovedajú sume rozmerov dvoch identifikovaných závalov.

#### Centrálne závalové pásmo

##### Závaly č. 4, 5, 6, 7, 8, 13, 16, 17

Najväčšie zmeny povrchu terénu boli dokumentované Ivanom Vojtaškom v období rokov 2002 - 2005 v centrálnej časti závalového pásma (Vrana et al., 2005).

Centrálne závalové pásmo tvoria závaly 4, 5, 6, 7, 8, 13, 16, 17, ktoré patria k najrozsiahlejším v danej oblasti s dokumentovanou rozsiahlou sieťou trhlín v ich okolí, v dôsledku čoho došlo k vzniku nových závalov a v neskoršom období k vzájomnému prepájaniu z pôvodne izolovaných závalov do rozsiahleho závalového pásma.

Zával 4 bol zaznamenaný už v roku 2001 a odvtedy patrí k najmohutnejším v danej oblasti. V roku 2005 dosiahol maximálnu dĺžku 110 m, šírku 50 m a hĺbku 30 m. Nad závalom bola dokumentovaná priebežná trhlinka dĺžky cca 100 m a šírky 0,5 až 2 m, tiahnuca sa nad zával 3.



Obr. 2.4.47: Centrálne časť poruchového pásma (závaly 4, 5, 6) (foto Záhorová, 2009)

Zával 5 bol prepojený so závalom 6 v roku 2004. Zával 7 mal sieť trhlín k závalom 4 a 11. Zával 5 mal maximálnu dĺžku 25 m, šírku 10 m a hĺbku 6 m. Závaly 6, 7 a 8 boli dokumentované od roku 2002. Zával 6 mal maximálnu hodnotu priemeru 53 m, zával 7 mal

maximálny priemer 40 m a pre zával 8 táto hodnota bola 22 m, boli u neho zaznamenané trhliny k závalu. Zával 13 vznikol v roku 2003, mal maximálnu dĺžku 18 m, šírku 16 m a hĺbku 8 m.

Závaly 16 a 17 patrili k najmladším, čo poukazuje na pokračujúcu aktivitu danej oblasti. Zával 16 vznikol v roku 2004 mal maximálnu dĺžku 30 m, šírku 30 m a hĺbku 10 m. Zával 17 vznikol následne po závale 16 mal maximálnu dĺžku 24 m, šírku 20 m a hĺbku 20 m. Zával 16 vykazuje trhliny smerom k závalu 10.



Obr. 2.4.48: Závaly 17, 16 (foto Bajtoš, 2008)

I v roku 2009 je to oblasť s najintenzívnejšími prejavmi poklesu terénu, v ktorej je už ťažké identifikovať pôvodné objekty, pretože ich rysy sú zastreté dodatočnými poklesmi, vzájomným prepájaním a sutinami. Územie centrálného pásma sa javí i v súčasnosti aktívne, s nestabilnými hranami okrajov závalov, ktoré neumožňujú detailnejšiu dokumentáciu z bezpečnostných dôvodov. Z týchto dôvodov sme túto oblasť hodnotili v roku 2009 ako jeden celok.

Závalové pásmo vykazuje najintenzívnejšie prejavy ďalšieho postupu na severozápadnom okraji centrálného poklesového pásma, kde postupuje do zalesnenej oblasti.



Obr. 2.4.49: Prejavy ďalšieho postupu na severozápadnom okraji centrálného poklesového pásma (foto Bajtoš, 2008)

Západná časť centrálného poklesového poľa sa javí menej porušená. Ale aj v tomto území je výskyt mohutného pásma trhlín, ktoré vytvárajú predisponované zóny pre ďalšie

prehlbovanie a rozširovanie centrálneho pásma až po pravdepodobné splynutie s východným okrajovým pruhom v súčasnosti samostatných závalov.



Obr. 2.4.50: Západná časť centrálneho poklesového poľa (foto Záhorová, 2009)

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

V roku 2008 práce pozostávali zo zhromažďovania dostupných materiálov (tab. 2.4.40) a ich spracovania, na čo v roku 2009 nadviazala terénna dokumentácia závalového pásma v Kobeliarove.

Tab. 2.4.40: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Kobeliarovo

<b>Číslo geofondu</b>	<b>Názov ZS</b>	<b>Autor</b>	<b>Rok</b>	<b>Zaradené podklady</b>
80409	Kobeliarovo Dopravný prekop, dokumentácia, VP	Jeleň	1993	Kobeliarovo - základná prieskumná mapa, skeny
80409	Kobeliarovo Dopravný prekop, dokumentácia, VP	Jeleň	1993	Kobeliarovo - obzorová mapa, list, skeny
80409	Kobeliarovo Dopravný prekop, dokumentácia, VP	Jeleň	1993	Kobeliarovo - geologická mapa, skeny

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Postupnosť vzniku závalov je dokumentovaná aj ich poradovými číslami. Závaly 1 až 9 vznikli do roku 2001. Ostatné samostatné závaly vznikali po tomto období. V roku 2002 boli dokumentované nové závaly označené ako 10, 12, 14, 15 a 18. Neskôr v roku 2003 vznikali závaly 11 (jar), 13 (jeseň) a na jar roku 2004 závaly 16 a 19. Vznik posledného samostatného závalu 17 bol registrovaný na jeseň 2004. K vzájomnému prepájaniu závalov dochádzalo po roku 2002, posledné zaznamenané prepojenie (závaly 9 - 19) bolo v roku 2005 (Vrana et al., 2005). Novovzniknuté závaly po tomto období v existujúcom centrálnom závalovom pásme je už ťažké identifikovať ako samostatné objekty, pretože ich obrysy sú zastreté pohybom sutí a lokálnymi zosuvmi. Z tých istých dôvodov sa neidentifikovali vzájomné prepájania závalov.

Závaly ležiace na severnom (10) a južnom (1) okraji závalového pásma sa javia pomerne stabilizované. Trhliny rozvoľňovania závalového pásma sa vytvárajú prevažne na jeho východnom a západnom okraji. Ťahové trhliny dosahujú výšku od 50 – 120 cm a majú

čerstvé odlučné plochy, preto je opodstatnený predpoklad ďalšieho rozširovania závalového pásma hlavne týmito smermi. Najviac porušená je centrálna časť závalového pásma, kde ešte i v súčasnosti dochádza k prepadaniam nadložia do vydobytých priestorov, čo sa na povrchu územia prejavuje vytváraním nových závalov, ktoré sa postupne vzájomne prepájajú so staršími závalmi do jedného závalového pásma.

Podľa výsledkov meraní na 5 bodoch (KV-1, KV-12, KV-13, 4, 5 – obr. 2.4.36), ktoré boli sledované od októbra 1996 do júla 2004, sa konštatovalo (Vrana, 2005), že len na dvoch bodoch bol zaznamenaný markantnejší, ale v konečnom dôsledku veľmi pomalý pokles (KV-1: -0,026 m; KV-12: -0,042 m) a na ďalších troch bodoch bola hodnota poklesu zanedbateľná (0,000 - 0,008 m). Pri hodnotení vertikálnych poklesov na geodetických bodov je potrebné zdôrazniť, že uvedené body ležia za okrajom závalového pásma.

Celková plocha závalového pásma sa dramaticky nezmenila, má približne rovnaký tvar hraníc ako v roku 2005, je to kosoštvorec s dĺžkou strán cca 200 m. Najvýraznejšie náznaky v postupe závalového pásma sa prejavujú v jeho západnom a v menšej miere i na východnom výbežku.

Územie závalového pásma je nevyužívané, je suché, pokryté je prevažne trávnatým porastom, len západný okraj zabieha i do lesného porastu. Obvod závalového pásma je čiastočne oplotený, ale umožňuje voľný prístup a nie je označený výstražnými tabuľami.

Dokumentácia objektov v závalovom pásme je z bezpečnostných dôvodov veľmi riziková, v budúcnosti bude z týchto dôvodov zrejme nahradená leteckými snímkami a družicovými zábermi v postupných časových intervaloch, resp. laserovým zameriávaním závalov z náprotivného svahu.

Pre sledovanie ďalšieho vývoja závalového pásma odporúčame opakovať terénny monitoring v intervale 5 rokov.

#### **2.4.4.9. Lokalita Slovinky R9**

Na tejto lokalite sa nachádzajú ložiská medenej rudy Slovinky s určeným DP organizácie Rudné Bane š. p. Banská Bystrica a ložiská Gelnica - Nová žila, Gelnica - Krížová žila, Gelnica - Nadložná žila, Gelnica - Gelnická žila s určeným CHLÚ v evidencii a ochrane ŠGÚDŠ Bratislava. Ťažba je od roku 1990 ukončená a likvidačné a zabezpečovacie práce v určenom DP Slovinky vykonáva organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica.

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinné ťažené žily sideritovo-sulfidickej rudy, sú dnes uzavreté a zatopené. Z hydrogeologického hľadiska je tu situácia stabilizovaná. Zatopené banské priestory odvodňuje dedičná štôlna Alžbeta do povodia Slovinského potoka a viacero ďalších štôlní (Slovinský prekop, štôlna Krížová a i.) do povodia Hnilca. Režim výtokov banskej vody je úzko naviazaný na zrážkovo-klimatické pomery lokality. Banská voda štôlne Alžbeta dlhodobo obsahuje zvýšené koncentrácie As, Sb, Mn a SO<sub>4</sub>, a spolu s priesakmi z miestnych odkalísk a háld spôsobuje zhoršenie kvality vody Slovinského potoka.

Meranie množstva banskej vody odtekajúcej štôľňou Alžbeta zabezpečujú od roku 2002 s frekvenciou 4x ročne RB Banská Bystrica. Množstvo drenážnej vody z existujúcich odkalísk touto organizáciou nie je sledované.

Do databázy ČMS GF boli prevzaté kvantitatívne údaje štôľne Alžbeta od RB Banská Bystrica, doplnené sú výsledkami vlastných terénnych meraní. Okrem štôľne Alžbeta bol v rámci monitoringu ČMS GF meraný priesak z dvoch odkalísk a štyri profily povrchových tokov (tab. 2.4.41, obr. 2.4.51).

Tab. 2.4.41: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Slovinky za obdobie rokov 2007 - 2009

Objekt	$Q_{\min}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\max}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\text{priem}}$ ( $l.s^{-1}$ )	Teplota vody ( $^{\circ}C$ )	MEV ( $mS.m^{-1}$ )	n
štôľňa Alžbeta (S14)	15,0	32,4	24,3	12,7-13,0	106,1-118,8	6
Staré odkalisko (S15)	2,1	5,0	4,0	8,8-13,6	142,0-179,1	4
Nové odkalisko (S17)	9,7	12,5	11,1	9,3	97,1-116,0	2
Slovinský potok - nad ložiskom (S11)	80	132	114	9,3-17,1	15,5-65,6	6
Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym (S12)	129	196	159	10,0-19,0	21,3-25,6	6
Poráčsky potok - ústie (S13)	117	205	167	8,7-16,8	32,8-40,6	6
Slovinský potok - pod ložiskom (S16)	287	425	375	9,2-18,9	42,3-48,7	6

Kvalitu banskej vody vytekajúcej štôľňou Alžbeta v obmedzenom rozsahu parametrov 1x ročne sleduje RB Banská Bystrica od roku 2002. Tieto údaje boli prevzaté do databázy.

Vlastný monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 2.4.48): S14 - banská voda ložiska vytekajúcu štôľňou Alžbeta, S15 - drenážna voda Nového odkaliska a S11 - Slovinský potok nad ložiskom, S12 - Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, S13 - ústie Poráčskeho potoka a S16 - Slovinský potok pod ložiskom. V roku 2009 sa vzorkoval i priesak z Nového odkaliska (S17). Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledkov laboratórnych analýz odobratých vzoriek za roky 2008 - 2009 vôd sú uvedené v tab. 2.4.42.

Z doterajších hydrometrických meraní monitorovaných objektov v zvolenej účelovej sieti vyplýva, že z objemu prítokov, ktoré sa tvoria v spádovej oblasti ložiska Slovinky a tvoria prítoky Slovinského potoka, predstavuje 30 - 50 % podiel sumár výdatnosti štôľne Alžbeta a priesaku z monitorovaných odkalísk. Súčet výdatnosti týchto kontaminovaných zdrojov predstavuje cca 10 % podiel z prítoku Slovinského potoka v spodnom monitorovanom profile S16.



Tab. 2.4.42: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Slovinky (2007 - 2009)

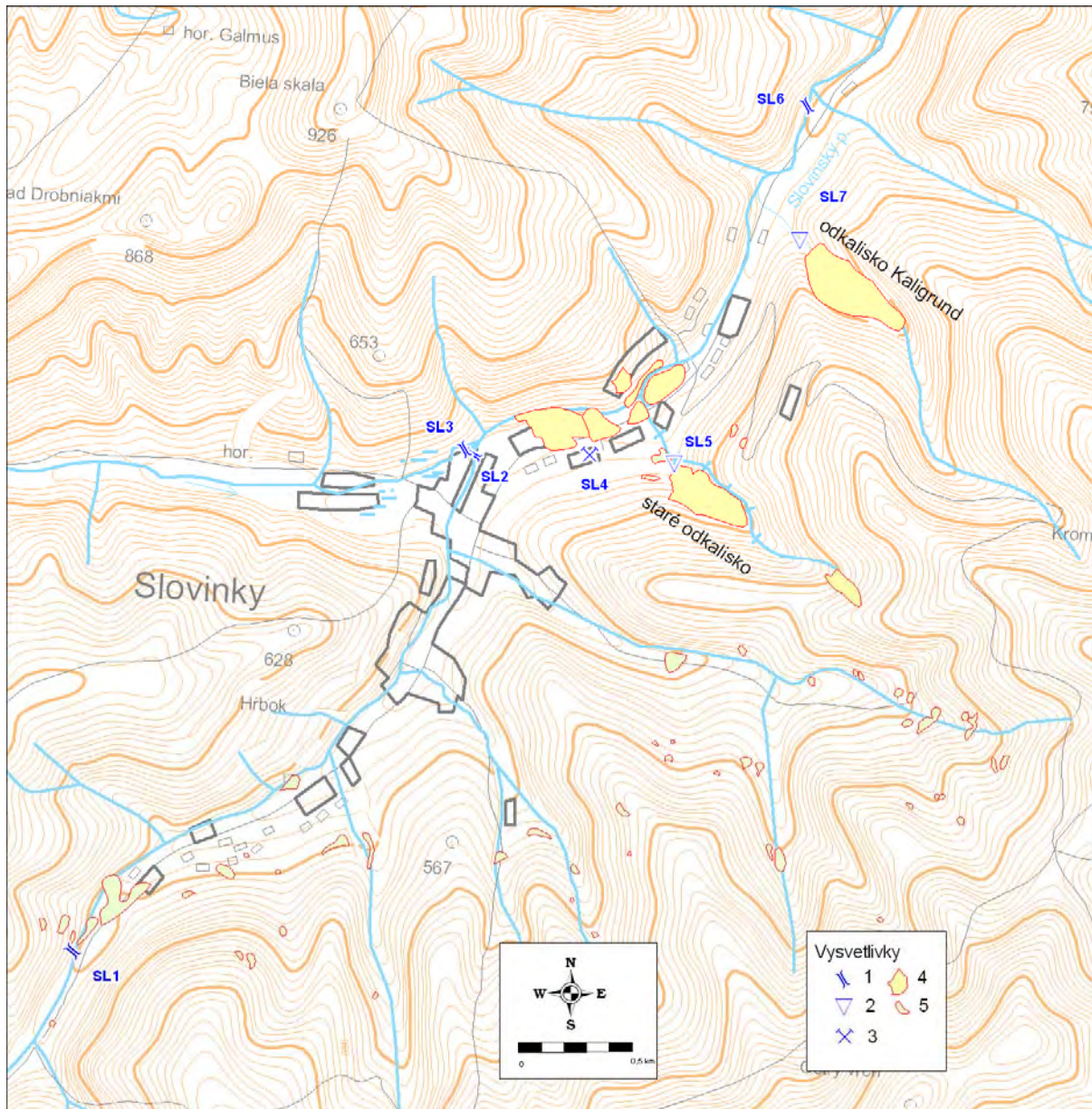
	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	pH	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )
štôlna Alžbeta (S14)	118,8	8,10	0,625	473	0,0002	<0,002	<0,005	0,398	0,008	0,033
Staré odkalisko (S15)	179,1	7,93	8,090	1049	0,0002	0,037	<0,005	0,038	0,005	0,021
Nové odkalisko (S17)	105,0	8,20	0,191	335	<0,0001	0,004	<0,005	0,011	0,009	<0,002
Slovinský potok - nad ložiskom (S11)	19,5	8,13	0,013	24	<0,0001	0,004	<0,005	0,001	0,003	0,006
Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym (S12)	23,5	8,28	0,018	30	0,0001	0,004	<0,005	0,007	0,024	0,016
Poráčsky potok - ústie (S13)	40,6	8,41	0,045	28	0,0002	0,003	<0,005	0,002	0,002	0,004
Slovinský potok - pod ložiskom (S16)	48,7	8,28	0,160	94	0,0001	0,013	<0,005	0,026	0,014	0,009

V hodnotenom období rokov 2007 - 2009 dosahovala kvalita vody štôlne Alžbeta maximálne triedu **C**, a to v obsahu As. V obsahu Hg a Cu dosahovala triedu **A**. Priesak zo Starého odkaliska dosiahol zistenými koncentraciami medi, ortuti a arzénu kvalitatívnu triedu **A**. Povrchová voda v sledovaných profiloch Slovinského a Poráčskeho potoka patrí do kvalitatívnej triedy **III** kvôli obsahom Sb, As, Mn a Cu. Pritom koncentrácia Sb dosahuje túto nepriaznivú triedu kvality v profiloch tokov pred vstupom do priestoru ložiska Slovinky (profily S11 a S13). V profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil S16) sa zistili koncentrácie As, Sb a Mn v triede kvality **III** povrchových vôd a koncentrácie Cu, Hg, síranového aniónu a reakcia vody v triede **II**.

Tab. 2.4.43: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Slovinky za obdobie rokov 2007 - 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Št. Alžbeta (S14)	Zn, Pb	Hg, Cu		As	Fe, Zn, Pb	pH	Hg, Sb, Cu	MEV, Mn	SO <sub>4</sub> , As
Odkalisko staré (S15)	Zn, Pb, Cu	As, Hg			pH, Pb	Zn	Hg, As, Sb, Cu		MEV, Mn, SO <sub>4</sub>
Odkalisko nové (S17)	Zn, Pb, Cu	As, Hg			pH, Hg, Zn, Pb, Cu		MEV, Mn, As, Sb		SO <sub>4</sub>
Slovinský potok - nad ložiskom (S11)					MEV, Mn, SO <sub>4</sub> , Hg, Zn, Pb, As	pH, Cu	Sb		
Slovinský potok - pred sútokom s Poráčskym (S12)					MEV, Mn, SO <sub>4</sub> , Zn, Pb, As	pH, Hg	Sb, Cu		
Poráčsky potok - ústie (S13)					Mn, SO <sub>4</sub> , Zn, Pb, As, Cu	MEV, pH	Sb, Hg		
Slovinský potok - pod ložiskom (S16)					Zn, Pb	MEV, pH, SO <sub>4</sub> , Hg, Cu	Mn, As, Sb		

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.48.



Obr. 2.4.51: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovincy

1 – merný profil povrchového toku, 2 – drenáž priesaku z odkaliska, 3 – výtok banskej vody zo štólne, 4 – odkalisko, 5 – zával

Monitorovací profil SHMÚ označený H085000D sa nachádza 4 km pod ložiskom pred ústím Slovinského potoka do rieky Hornád. Monitoring kvality na tomto profile prebiehal v období rokov 1963 - 2005. Zachytil obdobie ťažby ložiska (do roku 1993), obdobie zatápania a obdobie po zatopení (od roku 2002).

V období ťažby ložiska mali najnepriaznivejší vplyv na kvalitu vody Slovinského potoka vysoké koncentrácie Hg (priemer  $0,57 \mu\text{g.l}^{-1}$ ), As ( $80 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) v kvalitatívnej triede **IV** (Bajtoš, 2009). Zvýšené koncentrácie, avšak v priemere pod odporúčanou limitnou hodnotou (OH) Nariadenia vlády SR č. 296/2005, dosahovali Cu ( $18 \mu\text{g.l}^{-1}$ ), Fe ( $1,5 \text{mg.l}^{-1}$ ) a Mn ( $0,17 \text{mg.l}^{-1}$ ) v triede **III**. V období zatápania významne poklesla koncentrácia Hg ( $0,29 \mu\text{g.l}^{-1}$ ), As ( $11 \mu\text{g.l}^{-1}$ ), ale i Fe ( $0,63 \text{mg.l}^{-1}$ ) a Mn ( $0,12 \text{mg.l}^{-1}$ ). Naproti tomu, nárast bol zaznamenaný v obsahu Cu ( $29 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) a hlavne Zn (z  $33 \mu\text{g.l}^{-1}$  na  $158 \mu\text{g.l}^{-1}$ ). V tomto období OH presahovali koncentrácie Zn, Hg a As. Pre obdobie po zatopení ložiska je charakteristický

pokles všetkých hodnotených parametrov pod príslušné OH, najmarkantnejší u Zn (na  $9,7 \mu\text{g.l}^{-1}$ ), Hg ( $0,05 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) a Cu ( $9,8 \mu\text{g.l}^{-1}$ ).

Z hodnotenia vyplýva, že ťažba ložiska Slovinky spôsobovala nepriaznivé zvýšenie koncentrácie Hg a As vo vode Slovinského potoka (cca 3 OH). V období zatápania ložiska síce došlo k poklesu Hg a As, avšak i nárastu obsahu Cu a Zn (na cca 1,5 OH). Tento nárast je však spôsobený spracovaním a ukladaním odpadu (flotácia, odkalisko) z výroby Cu v Kovohuty a.s. Krompachy. Po zatopení ložiska a ukončení prevádzky úpravne sa situácia zlepšila natoľko, že v Slovinskom potoku pred jeho ústím do Hornádu žiaden z hodnotených parametrov nepresahuje príslušnú OH. V samotnom ložiskovom území a v jeho spádovej oblasti je však naďalej situácia neuspokojivá (tab. 2.4.43).

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Z inžinierskogeologického aspektu sú v danej ložiskovej oblasti najväčším problémom poklesy povrchu terénu do dobývok (časť prejavov sa nachádzala v intraviláne obce) a značná rozloha plôch s deponovanými odpadmi. Podľa hodnotenia z roku 1987 (bane boli zlikvidované v r. 1993) boli vydobyté priestory označené ako zavalené, založené a voľné (bez bližšieho priestorového rozlíšenia) a najčastejšie používanou dobývacou metódou bolo medziobzorové dobývanie na zával (70 %), medziobzorové dobývanie starín tvorilo okolo 20 % a výstupkové dobývanie so základkou len 10 %.

Prejavy poklesov terénu v okolí jamy Dorota (závaly, prepahliská), boli sledované opakovanou terénnou rekognoskáciou a fotodokumentáciou. Celkovo bolo sledovaných 11 miest závalov a prepahlísk, z ktorých bola väčšina v minulosti v rôznej miere rekultivovaná. Dôvodom pozorovaní bolo zistenie aktuálneho stavu a prípadných dodatočných poklesov terénu ako aj posúdenie potenciálnych sprievodných negatívnych fyzikálnych vplyvov a možnosti ohrozenia bezpečnosti. Sledované objekty s označením PT-TR-JDorota. z.1.11 sa nachádzajú medzi jamou Dorota a jamou Peter, pri západnom ukončení Vyšných Sloviniek, približne na priamke dĺžky 650 m. Výsledky sledovania preukázali, že na žiadnom z jedenástich miest pozorovaných závalov/prepahlísk nedochádza k pohybu, ani k negatívnemu ovplyvňovaniu okolia.

V prípade prístupnosti podkladov bolo navrhnuté sledovanie geodetických bodov a meraní hladín priesakovej vody v hrádzi odkaliska Kelligrund a monitorovanie podrúbania - stavu, rozsahu a priestorovej distribúcie vydobytých priestorov a ostatných zdrojov fyzikálnych impaktov na ložisku Slovinky (Vrana et al., 2005).

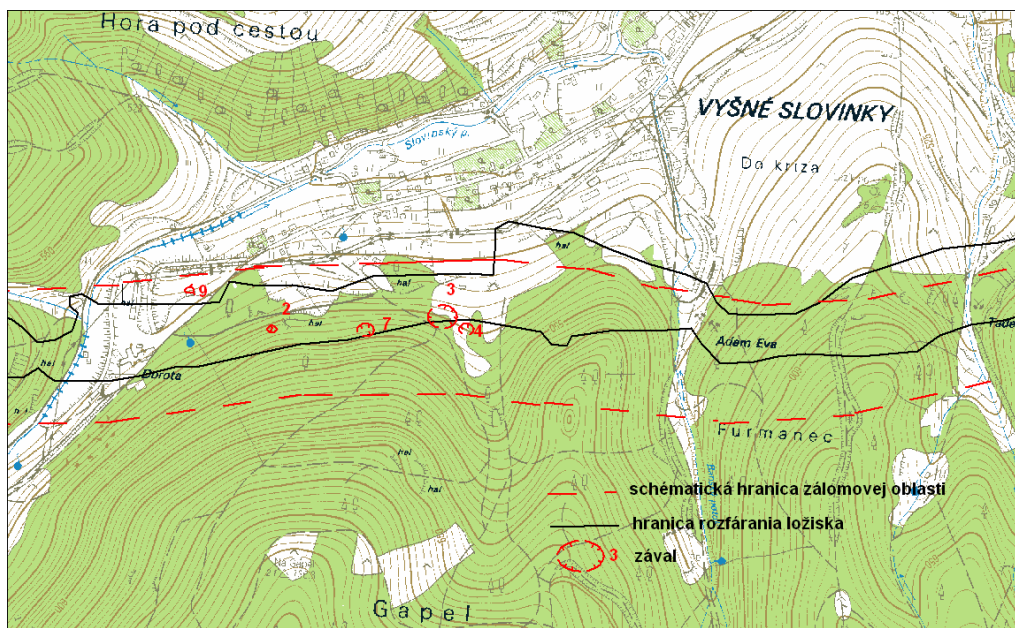
### ***Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009***

Zhromažďovanie dostupných materiálov a ich spracovanie, terénna obhliadka lokality.

### ***Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009***

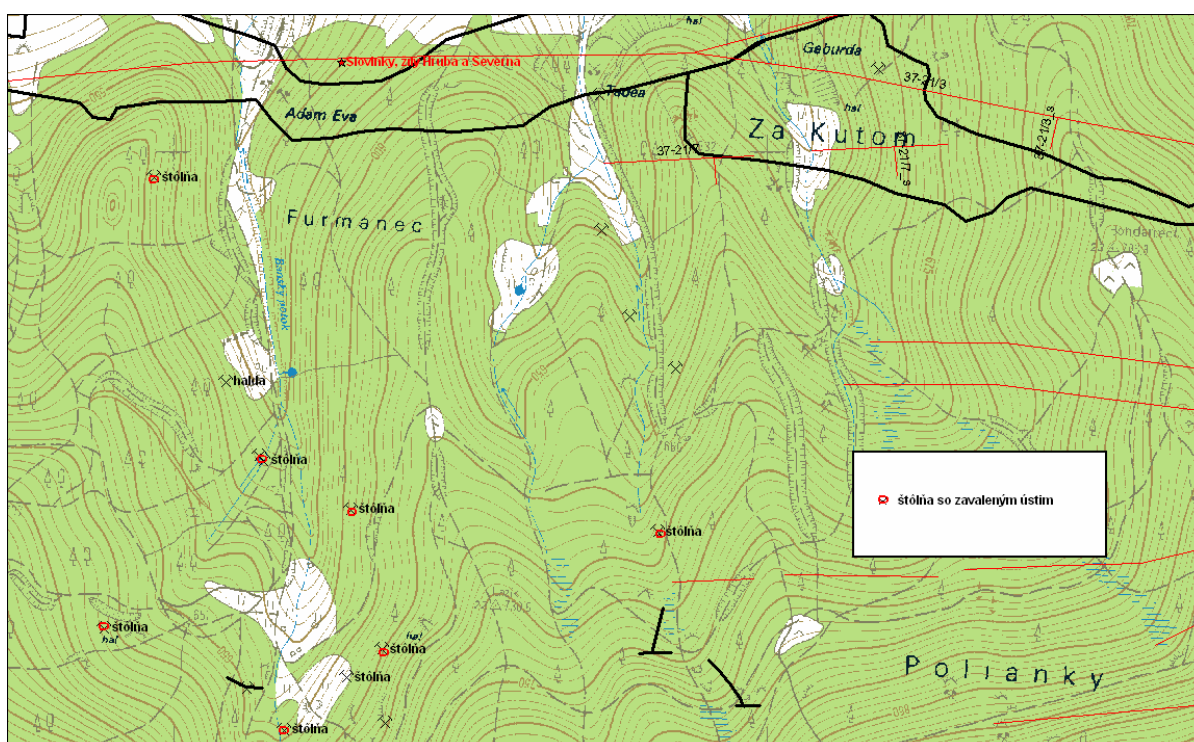
Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy a terénna obhliadka nových závalov.

V roku 2009 boli realizované práce na grafickom znázornení rozfáranosti ložiska so schematickým zakreslením hranice zálomovej oblasti a dokumentovaných závalov medzi jamou Dorota a jamou Peter z dostupných podkladov (obr. 2.4.52).



Obr. 2.4.52: Schématické znázornenie rozfárانيا a zálomovej oblasti ložiska vrátane dokumentovaných závalov.

Pre ilustráciu stavu územia bol zhotovený výsek územia so starými štôľňami a dokumentáciou ich stavu. Prevažná väčšina ústí starých bankských diel v pozorovanej oblasti je zavalená. Závaly sú rôznych rozmerov od 10x3 m, 15x3,5 m ale vyskytujú sa väčšie s plochou 25x5 m, hĺbka závalu sa pohybuje zväčša od 0,5 do 2 m, preto ich bežný pozorovateľ nemusí ani identifikovať (obr. 2.4.53).



Obr. 2.4.53: Výskyt štôľní so zavaleným ústím

V období roku 2007 došlo v danej oblasti k vzniku drobných závalov, ktoré boli v blízkosti obydľí bezprostredne po ich vzniku zavázané, preto je ich podrobnejšia dokumentácia nemožná. K takýmto závalom patrí i zával neďaleko jamy Adam Eva (obr. 2.4.54-55).



Obr. 2.4.54: Malý zasypaný zával neďaleko jamy Adam Eva (foto Záhorová, 2009)



Obr. 2.4.55: K opätovnému prehĺbeniu závalu došlo i v blízkosti jamy Adam Eva, ktorý bol opätovne sanovaný zavezením (foto Záhorová, 2009)

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

Nadviazať na dokumentáciu poklesov terénu terénnou rekognoskáciou je nemožné, pretože objekty boli priebežne likvidované zasypávaním a ich povrch je pokrytý vegetáciou. Z týchto dôvodov sme pokračovali v dokumentácii nových závalov a zhromažďovali sme dostupné dokumenty k objektom typu MP a MD.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Odporúčame pokračovať v monitoringu nových nahlásených závalov. I naďalej je potrebné dokladovať podrúbanie - stav, rozsah a priestorovú distribúciu vydobytych priestorov a ostatných zdrojov fyzikálnych impaktov na ložisku Slovinky

#### 2.4.4.10. Lokalita Rožňava R10

Na tejto lokalite boli v časti východne od rieky Slaná v minulosti ťažené ložiská Fe-Cu rudy Rožňava – Mária žila (DP Rožňava I) a Rožňava – Strieborná žila (DP Rožňava III). V súčasnosti je správcom oboch DP firma Global Minerals Slovakia, s. r. o. V oblasti Nadabuly západne od rieky Slaná sa ťažili ďalšie žily, na ktorých dnes nie je DP ani CHLÚ. V tejto oblasti vykonávala po roku 1990 likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia RB š. p. Banská Bystrica.

#### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Zatopené bane Mária a Sadlovský sú oddelené údolím rieky Slaná. Ťažila a spracovávala sa tu Fe, Cu ruda viazaná na karbonátovo-kremeňovo-sulfidické rudné žily. V období ťažby boli v podzemí priamo prepojené prekopom. Ten bol neskôr utesnený hrádzou, ktorá dnes hydraulicky oddeľuje obe zatopené bane. Hydrogeologické pomery lokality po nedávnom ukončení zatápania sú stabilizované. Bane sú odvodňované najnižšie položenými štôľňami Dopravný prekop (baňa Mária), Augusta a Sadlovský (baňa Sadlovská). Tieto sú z hľadiska hydrogeologických i geochemických aspektov sledované v rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP od roku 2007 s frekvenciou 2x ročne.

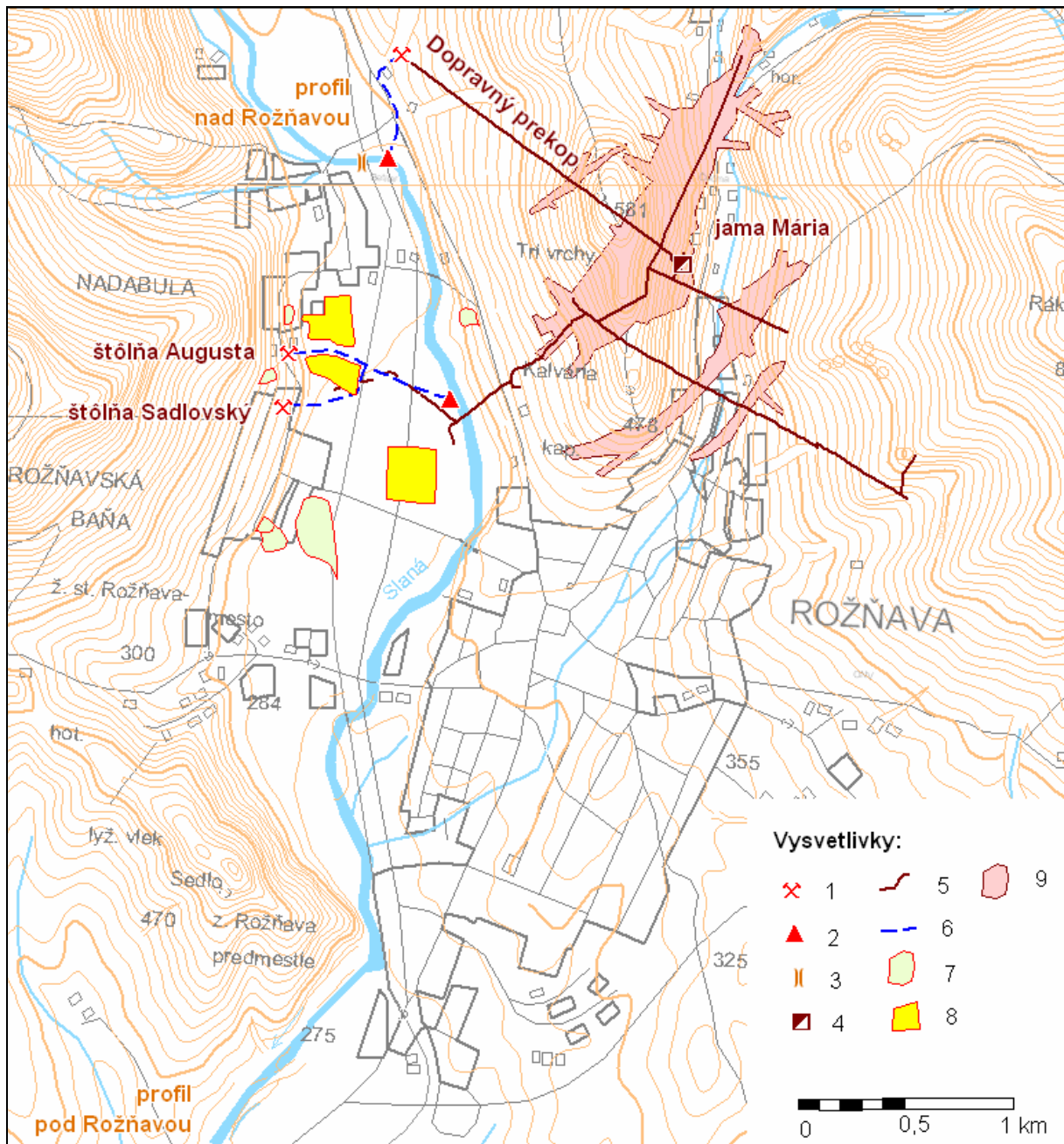
Zatopená baňa Mária (zatápanie tejto bane prebiehalo v období od augusta 2000 do apríla 2005) je sústredene odvodňovaná Dopravným prekopom na povrch. Portál prekopu je zabetónovaný a banská voda je zvedená uzavretým drenážnym potrubím k rieke Slaná, kde je vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom. Objekt nie je dlhodobu monitorovaný, avšak bol účelovo režimovo pozorovaný I. Dianiškom (2008) v období od apríla 2006 do marca 2008 v rámci riešenia diplomovej práce. V rokoch 2005 a 2006 občasne merali výdatnosť výtoku z Dopravného prekopu i RB š. p. Banská Bystrica v rámci likvidačných prác na ložisku. V uvedenom období kolísala výdatnosť výtoku od 5,02 do 7,39 l.s<sup>-1</sup>, s priemerom 6,29 l.s<sup>-1</sup>. Výdatnosť výtoku pri terénnych prácach v rámci ČMS GF VŤŽP v roku 2008 nebola zameraná, z dôvodu nefunkčnosti merného prepacu a nemožnosti merania hydrometrickou vrtuľou.

Zatopená baňa Sadlovský na pravom brehu rieky Slaná je odvodňovaná dedičnými štôľňami Sadlovská a Augusta. Výtoky banskej vody z oboch štôľní sú zvedené do spoločného drenážneho kanála K2, ktorý ich odvádza do rieky Slaná. Objekty neboli prevádzkovo systematicky monitorované. Situácia uvedených objektov je znázornená na obr. 2.4.56.

Kvantitatívne merania výtoku zo štôľne Augusta, štôľne Sadlovský a kanála K2 boli opakovane vykonané v rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP v rokoch 2007 a 2008 (tab. 2.4.44). Z oboch uvedených štôľní vytekalo sumárne 5,8 - 17,1 l.s<sup>-1</sup> banskej vody. Do rieky Slaná kanálom K2 však vyteká zhruba o polovicu menšie množstvo vody. Chýbajúca časť pravdepodobne infiltruje netesnosťami v potrubí do alúvia.

Tab. 2.4.44: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody na lokalite Rožňava (2007 - 2009)

Objekt	Q <sub>min</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>max</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>priem</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Teplota vody (°C)	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	n
Dopravný prek.	3,35	7,39	6,12	10,1-10,2	129,3-165,5	23
Augusta št.	2,49	10,60	5,40	13,6-14,8	23,0-283,0	17
Sádlovská št.	3,36	6,54	4,41	8,8-11,3	85,4-110,5	5
Kanál K2	2,50	5,51	3,53	14,0-14,5	45,0-227,0	4



Obr. 2.4.56: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Rožňava  
 1 - ústie štôlny, 2 - ústie drenážneho kanála do rieky Slaná, 3 - monitorovaný profil rieky Slaná, 4 - zatopená jama bane Mária, 5 - priebeh hlavných banských diel v podzemí, 6 - drenážny kanál, 7 - halda, 8 - skládka kalu, 9 - územie podrúbané baňou Mária

Kvalitu vytekajúcich banských vôd na tejto lokalite orientačne sleduje organizácia RB Banská Bystrica v rámci likvidačných prác. Z Dopravného prekopu odvodňujúceho baňu Mária odobrali po jednej vzorke vody v roku 2005 a 2006 (pH, Fe, SO<sub>4</sub>, Hg, Zn, As, Cu). Výtok zo štôlny Augusta vzorkujú od roku 2004 raz ročne (pH, RL, SO<sub>4</sub>, Fe, As, Cu, Ca, Mg, Cl, NEL). Ďalšie údaje o kvalite banskej vody Dopravného prekopu boli získané v rámci riešenia diplomovej práce I. Dianišku (2008). V rámci štátneho monitoringu ČMS GF VÍŽP

boli tieto objekty ovzorkované raz v roku 2007 a dvakrát v roku 2008. Charakteristické hodnoty rizikových komponentov odvodené z výsledkov vlastných i prevzatých laboratórnych analýz vôd monitorovaných objektov sú uvedené v tab. 2.4.45.

Banská voda Dopravného prekopu sa podľa výsledkov monitoringu v období rokov 2007 - 2009 obsahom Cu zaraďuje do triedy **B** kvality podzemných vôd, pričom obsahy Hg, Pb, As, Cr a Ni sú v kategórii **A**. Obsah arzénu zaraďuje do kategórie **B** vodu štôľne Augusta a kanála K2. Z parametrov nekategorizovaných v klasifikácii kvality podzemných vôd sú na lokalite Rožňava zaznamenané zvýšené koncentrácie síranového aniónu, mangánu, železa, v prípade Dopravného prekopu i hliníka a striebra (tab. 2.4.45, 2.4.46).

Tab. 2.4.45: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rožňava (2007 - 2009)

	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cr (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )
DP*	3,21	750	59,2	38,50	0,40	0,0002	0,140	0,014	0,008	0,006	0,008	0,155
K2	8,18	935	1,81	1,65				0,005	0,059	0,007		<0,002
Augusta	7,92	1020	2,17	2,79	<0,02	0,0001	0,015	<0,005	0,075	0,008	<0,002	0,003
Sadlovská	8,53	298	0,77	0,037	<0,02	0,0002	0,014	0,005	0,003	0,013	<0,002	0,003

Vysvetlivky: DP - Dopravný prekop, K2 - kanál K2 v Nadabule, \* - okrem vlastných údajov i údaje prevzaté od Dianišku (2008), analyzované GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves.

Tab. 2.4.46: Prehľad klasifikácie kvality banských vôd monitorovaných miest na lokalite Rožňava, 2007 - 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Dopravný prekop (NH4)	Zn, Cd, Co	Hg, Pb, As, Cr, Ni	Cu		Cr, Cd, Co	Hg, As	Pb, Sb, Ni, Ag	Al, Zn	pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Cu
Štôľňa Augusta (NH7)	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Ni, Co		As		Al, Zn, Pb, Cr, Cd, Ni, Co, Ag	Hg, Ca	pH, Sb, Cu	Fe, As	RL, SO <sub>4</sub> , Mn, Mg
Štôľňa Sadlovská (NH5)	Zn, Pb, As, Cr, Cu, Cd	Hg			Mn, Al, Zn, Pb, As, Cr, Cu, Cd	Fe	pH, Sb, Hg	SO <sub>4</sub>	
Kanál K2 (NH3)	Pb, Cu	Sb	As		Pb, Cu	pH	Fe, Sb	As	SO <sub>4</sub> , Mn

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.53.

### Inžinierskogeologické aspekty

Ložisko Rožňava - Mária a Strieborná žila je od r. 2000 likvidované postupným zatápaním.

Sledovanie stavu a vývoja prejavov podmáčania a zamokrenia bolo zaradené do systému zisťovania a monitorovania až v priebehu roku 2004, po získaní podrobnejších materiálov k prognóze vplyvov zatápania bane. Opakovanou požiadavkou je vykonávanie monitorovania možných priesakov, podmáčania alebo zatopenia kritických priestorov a ústí niektorých banských diel. Z tohto dôvodu bol terénou rekognoskáciou na vytipovaných piatich ohrozených lokalitách na západných úpätných svahoch ložiska Rožňava - Mária



a Strieborná žila sledovaný stav povrchu terénu, s dôrazom na vznik negatívnych resp. ohrozujúcich prejavov podmáčania, zamokrenia alebo zatápania( PZ-TR-DoprPrekop; PZ-TR-štNeznáma; PZ-TR-štDedičMária-sever; PZ-TR-štDedičMária-stred; PZ-TR-štDedičMária-juh).

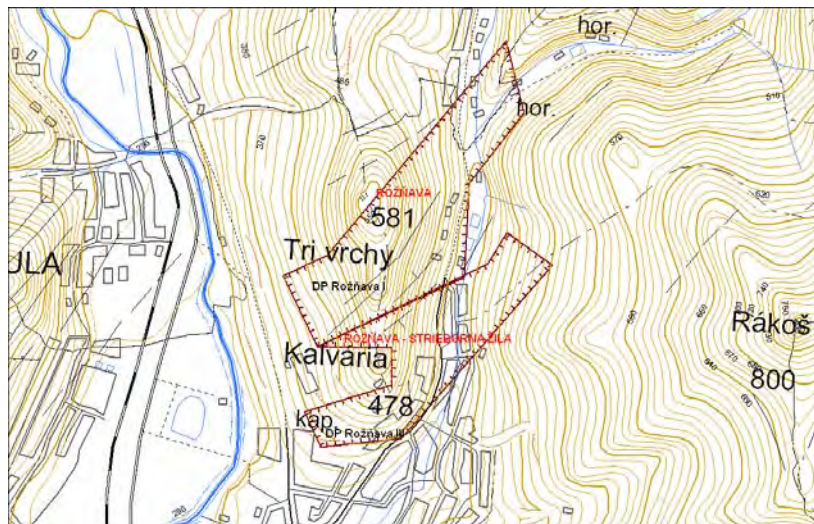
Sledovanie poklesov terénu meraniami geodetických bodov na ložisku Rožňava - Mária a Strieborná žila, rozsah, druh, situáciu, periodicitu a výsledky ktorých neboli doteraz sprístupnené, navrhujeme po ich získaní zaradiť do štátneho monitoringu (Vrana et al., 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov a ich spracovanie, terénna obhliadka lokality.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Základné geologicko-tektonické charakteristiky ložiskových štruktúr z pohľadu aspektov zdrojov fyzikálnych impaktov možno zovšeobecniť pre dve hlavné ložiskové oblasti: Rožňava - sideritové ložisko (Fe rudy) a Ložisko Rožňava - Mária a Strieborná žila (obr. 2.4.57).

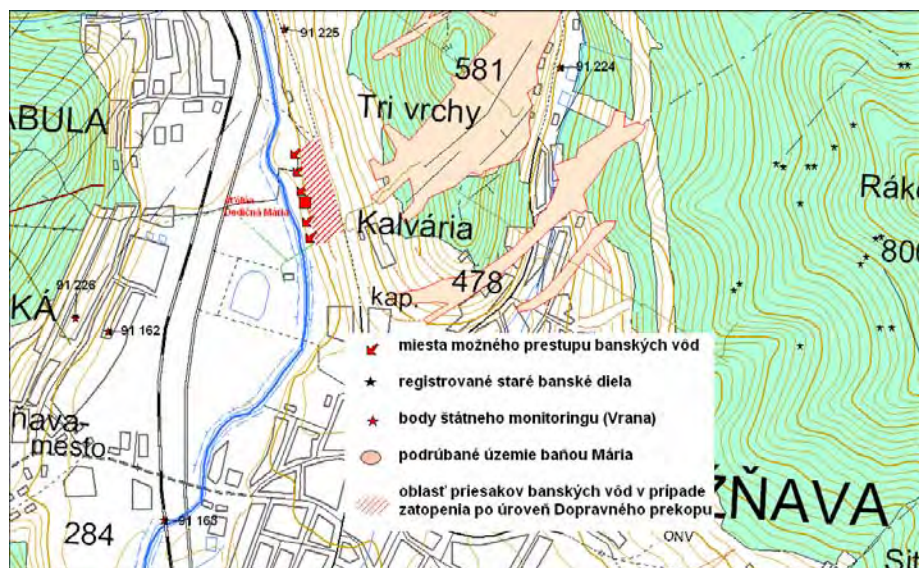


Obr. 2.4.57: Ložisko Rožňava a Rožňava strieborná žila

Monitorovacie práce nadviazali na odporúčané zisťovania a monitorovania objektov v segmentoch zdrojov a prejavov fyzikálnych impaktov - inžiniersko-geologické aspekty (Vrana et al., 2005) v kategórii podmáčanie/ zamokrenie územia (obr. 2.4.58).

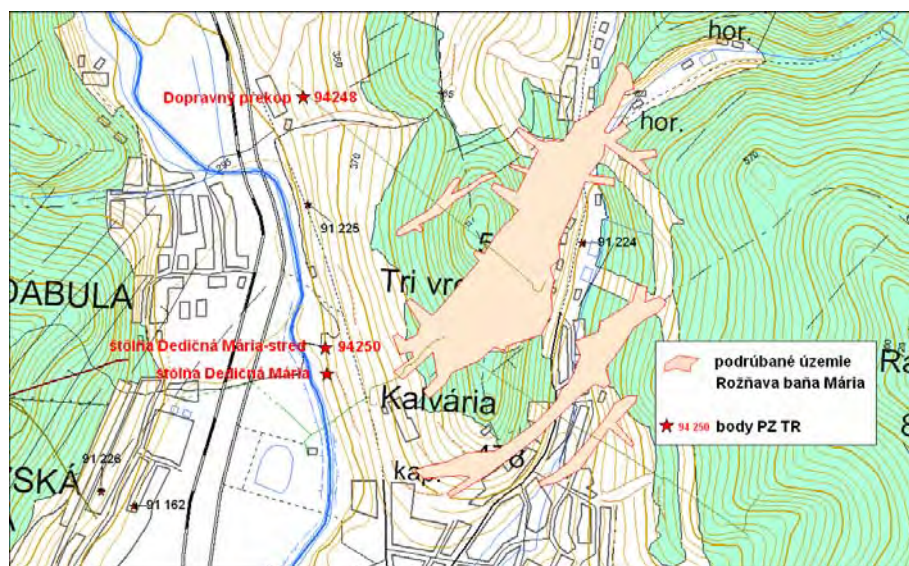
#### 94 248 PZ - TR- Dopravný prekop

Terénnou rekognoskáciou bol dokumentovaný výtok bankských vôd z Dopravného prekopu v dôsledku zatápanie bane Mária. Banské vody voľne vytekajú spod uzavretého Dopravného prekopu v eróznej ryhe po spádnicí v haldovom materiáli a dodatočne sa rozlievajú na príjazdovej ceste pod odvalom Dopravného prekopu. Oblasť zamokreného územia sa od posledného monitorovania v roku 2005 nezmenila, charakteristiky objektu sú totožné so záznamovým listom vyplneným v roku 2005. V oblasti odvalu a priestoru pod ústím Dopravného prekopu nebola zrealizovaná odporúčaná regulácia odtokových pomerov bankských vôd vytekajúcich z prekopu cez okraj odvalu pomocou drenážneho systému.



Obr. 2.4.58: Podrúbané územie a miesta možného prestupu bankských vôd

Terénna rekognoskácia sledovania podmáčania terénu bola realizovaná na dvoch vybraných bodoch označených 94 248 PZ - TR- Dopravný prekop a v oblasti 94 250 PZ - TR- št. Dedičná Mária stred (obr. 2.4.59).



Obr. 2.4.59: Lokalizácia dokumentovaných bodov PZ TR



Obr. 2.4.60: Výtok z dopravného prekopu,  $Q$  cca  $2 \text{ l.s}^{-1}$ , zrážanie okrového sedimentu (foto Záhorová, 2009)



Obr. 2.4.61: Zamokrenie na príjazdovej ceste pod odvalom Dopravného prekopu (foto Záhorová, 2009)

#### Oblasť 94 250 PZ - TR- št. Dedičná Mária stred

Oblasť v okolí bodu 94 250 PZ - TR - št. Dedičná Mária stred je využívaná ako záhradkárska osada. V okolí tohto bodu je dôvodný predpoklad možného priesaku banských vôd v dôsledku zatápania bane Mária. Terénnou rekognoskáciou v roku 2009 (október) neboli zaznamenané priesaky banských vôd ani dotknuté osoby podobnú udalosť nehlásili.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Terénnou rekognoskáciou podmáčania terénu nepotvrdila zvýšenú intenzitu zamokrenia. V roku 2009 sa začali zhromažďovať dostupné dokumenty k objektom typu MP a MD do internej databázy.



Obr. 2.4.62: Oblasť možného prestupu banských vôd z bane Mária (foto Záhorová, 2009)

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Odporúčame pokračovať v monitoringu daných objektov v 5-ročnom intervale. V prípade zvýšenia výdatnosti výtoku banských vôd pod Dopravným prekopom a potvrdenia predpokladaných priesakov v oblasti štôlne dedičnej Márie, monitorovať zamokrené územie v 1-ročnom intervale a zároveň rozšíriť monitoring i na sledovanie stability dotknutého územia. V doplnujúcich pozorovaniach vlastnou terénnou rekognoskáciou navrhujeme pokračovať na všetkých piatich doteraz sledovaných objektoch.

#### **2.4.4.11. Lokalita R 11 Smolník**

Pyritové ložisko v Smolníku je evidované ako ložisko medenej rudy s CHLÚ Smolník v správe ŠGÚDŠ Bratislava. Po ukončení ťažby tu okrem pôvodnej ťažobnej organizácie ŽB Spišská Nová Ves vykonávala likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia RB š. p. Banská Bystrica.

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Zatopené pyritové ložisko Smolník je odvodňované hlavne šachtou Pech a čiastočne i štôľňami Karitas a Karoli i neregulovanými priesakmi do Smolníckeho potoka. Prevádzkový monitoring výtoku zo šachty v súvislosti s likvidáciou ložiska tu od roku 2000 dosiaľ vykonáva RB Banská Bystrica. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu ČMS GF bola v roku 2008 a 2009 dokumentovaná banská vody šachty Pech, priesaky z odkaliska a dva profily Smolníckeho potoka.

Zatopené ložisko je odvodňované sústredeným výtokom zo šachty Pech a čiastočne i nekontrolovanými priesakmi v jej okolí a štôľňami Karitas a Karoli. Meranie množstva banskej vody vytekajúcej zo šachty Pech s frekvenciou 2x ročne a priesaku z odkaliska raz ročne od roku 2000 vykonáva organizácia RB Banská Bystrica. Tieto výsledky sú preberané do databázy, doplnené sú vlastnými hydrometrickými meraniami šachty Pech i dvoch výpustí z odkaliska a dvoch profilov Smolníckeho potoka vykonávanými s frekvenciou 2x ročne. Výsledky týchto meraní sú uvedené v tab. 2.4.47, situáciu monitorovaných objektoch približuje obr. 2.4.63.

Tab. 2.4.47: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Smolník za obdobie rokov 2007 - 2009

Objekt	Q <sub>min</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	Q <sub>priem</sub> (l/s)	Teplota vody (°C)	MEV (mS/m)	n
šachta Pech (Sm3)	4,42	14,41	9,19	13,9-14,2	296,9- 330,0	8
Štôlna Karitas	0	0,010	0,003	9,0-9,6	537- 752	3
Štôlna Karoli (Sm4)	0,13	0,16	0,15	8,4-10,4	46,0- 61,5	3
Nová štôlna (Sm2)	0,80	1,56	1,22	6,8-7,0	26,9- 31,4	3
Odkalisko - spodná výpusť (Sm6)	0,41	0,54	0,49	8,7-9,3	245- 275	4
Odkalisko - horná výpusť (Sm7)	0,98	1,01	1,0	8,1-9,3	155,5- 166,7	4
Smolnícky potok - nad ložiskom (Sm1)	203	376	304	8,9-10,8	10,2- 10,9	4
Smolnícky potok - pod ložiskom (Sm8)	256	452	365	8,1-15,8	31,4- 40,6	4

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník odvodené z výsledkov laboratórnych analýz vzoriek vôd obsahuje tab. 2.4.48. V hodnotenom období rokov 2007 - 2009 dosiahla kvalita vody šachty Pech triedu **C** v obsahu Cu, Zn, Be (tab. 2.4.49) a triedu **B** v obsahu Pb, As, Ni, Co. Triedu **A** dosiahli koncentrácie Cd. V uvedenom období dosahovala kvalita priesakovej vody z odkaliska Smolnícka Huta v monitorovaných parametroch triedu **V** v obsahu SO<sub>4</sub>, Fe, Mn, Al a As, triedu **IV** v obsahu Zn a As, triedu **III** v obsahu Cu, Ni a reakcii vody. Voda Smolníckeho potoka sa v úseku ložiska Smolník kontaminuje najmä železom, mangánom a hliníkom za zhoršenia kvality z triedy **III** na triedu **V**, ale i zinkom a meďou za zhoršenia z druhej do štvrtej kvalitatívnej triedy. Reakcia vody pritom prechádza z neutrálnej do kyslej v triede kvality **IV** a obsah síranového aniónu prechádza z triedy **I** do triedy **III**.

Tab. 2.4.48: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Smolník (2007 - 2009)

	pH	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn <sup>2+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	Ni (mg.l <sup>-1</sup> )	Co (mg.l <sup>-1</sup> )
šachta Pech (Sm3)	3,87	6843	488	37,2	78,8	2,23	9,70	0,054	0,072	0,143	0,118
odkalisko - spodná výpusť (Sm6)	6,27	1939	72,3	19,0	0,64	0,005	0,286	0,730	0,018	0,055	
odkalisko - horná výpusť (Sm7)	6,13	966	15,9	16,6	0,76	0,030	0,100	0,091	<0,005	0,046	
Smolnícky potok - nad ložiskom (Sm1)	6,90	16,2	1,03	0,119	0,06	0,006	0,031	0,003	<0,005	<0,002	
Smolnícky potok - pod ložiskom (Sm8)	5,80	190	22,4	2,02	9,39	0,092	0,425	0,012	0,010	0,012	

Tab. 2.4.49: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Smolník

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
šachta Pech (Sm3)	Hg, Cr	Cd	Pb, As, Ni, Co	Zn, Cu, Be	Hg, Cd, Cr	B		Pb, As, Ni	pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Co
odkalisko - spodná výpusť (Sm6)	Pb, Cd, Cu	Hg, Zn, Ni		As	Cd	Hg, Pb, Cu	pH, Ni	Zn	SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, As
odkalisko - horná výpusť (Sm7)	Hg, Zn, Pb	Ni, Cu	As		Hg, Pb		pH, Ni, Cu	Zn, As	SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al,
Smolnícky potok - nad ložiskom (Sm1)					pH, SO <sub>4</sub> , Hg, Pb, As, Ni	Zn, Cu	Fe, Mn, Al		
Smolnícky potok - pod ložiskom (Sm8)					Hg, Ni	Pb, As	SO <sub>4</sub>	pH, Zn, Cu	Fe, Mn, Al

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.60.

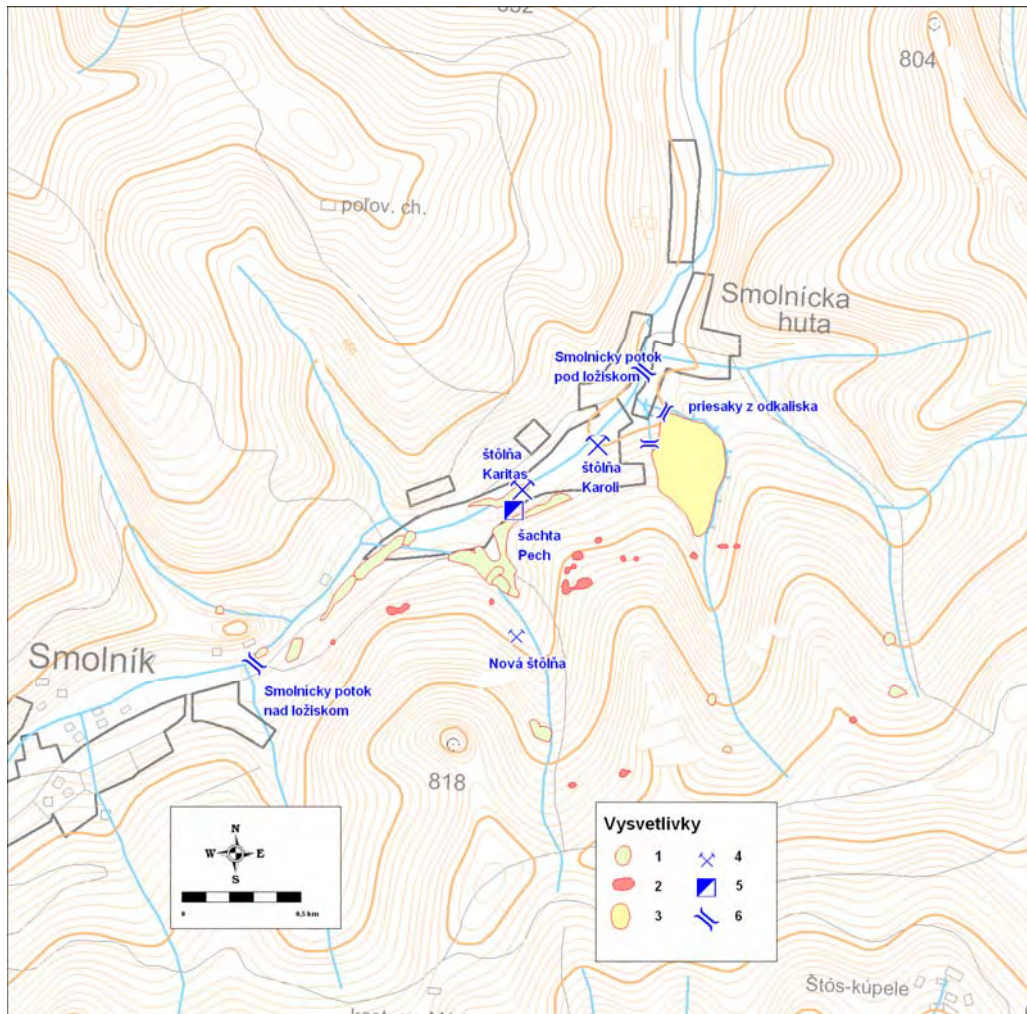
Monitorovací profil SHMÚ označený H109000D sa nachádza 7,5 km pod ložiskom v ústí Smolníckeho potoka do rieky Hnilec. Monitoring kvality vody na tomto profile prebiehal v roku 1986 do roku 2005. Zachytil obdobie ťažby ložiska (do roku 1990), obdobie zatápania a obdobie po zatopení (od roku 2004). Obdobie po zatopení možno rozčleniť na obdobie neustálených hydrogeochemických pomerov po zatopení (do roku 2000) nasledované relatívne stabilným obdobím (Bajtoš, 2009).

V období ťažby ložiska mali najnepriaznivejší vplyv na kvalitu vody Smolníckeho potoka vysoké koncentrácie Cu (priemer 212  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), Mn (3,1  $\text{mg.l}^{-1}$ ), Fe (4,9  $\text{mg.l}^{-1}$ ) a kyslá reakcia vody (pH = 5,03), spadajúce do kvalitatívnej triedy **V**. Vyššie ako OH je tiež priemerná hodnota koncentrácie Zn (139  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) v triede **IV**. Obdobie zatápania - bez výtoku banských vôd na povrch - je charakterizované rapídnyim zlepšením. Reakcia vody sa presunula do neutrálnej oblasti (pH = 7,45), obsahy Fe (1,4  $\text{mg.l}^{-1}$ ), Cu (43  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a zinku (52  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) klesli do triedy **III**, mangánu (0,48  $\text{mg.l}^{-1}$ ) do triedy **IV**. Priemerná koncentrácia síranového aniónu poklesla z 159  $\text{mg.l}^{-1}$  na 51  $\text{mg.l}^{-1}$ .

Po obnovení výtoku banskej vody ložiska na povrch po jeho zatopení nastalo rapídne zhoršenie kvality vody v monitorovanom profile. Kvalitatívnu triedu **V** v období neustálených hydrogeochemických pomerov dosiahli koncentrácie Fe (16,3  $\text{mg.l}^{-1}$ ), Mn (2,4  $\text{mg.l}^{-1}$ ), Cu (259  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), Zn (510  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a Al (1606  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a reakcia vody (pH = 4,80). Obsah Hg (3,6  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) dosahoval triedu **IV**, obsahy As (43  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ), Pb (21  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a SO<sub>4</sub> (178  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) triedu **III**. V nasledujúcom období stabilizácie hydrochemického režimu rapídne poklesli koncentrácie všetkých zložiek s výnimkou Al. Obsahy Fe (8,8  $\text{mg.l}^{-1}$ ), Mn (0,8  $\text{mg.l}^{-1}$ ) však zostali v triede **V**, obsahy Cu (84  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) a Zn (279  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ) poklesli do triedy **IV**.

Na ložisku Smolník došlo po ukončení ťažby k výraznému zlepšeniu kvality vody Smolníckeho potoka počas obdobia zatápania bane, kedy obsah Mn poklesol 7-násobne, Cu 5-násobne a niekoľkonásobne i obsahy SO<sub>4</sub>, Fe a Zn. V tomto období mierne presahovali OH Nariadenia vlády SR č. 296/2005 len Cu, Hg a As. Po zatopení bane však obnovený výtok kyslej metalo-sulfátovej banskej vody spôsobil opätovné zhoršenie situácie, keď OH výrazne presahovali Cu, Fe, Mn, Zn (5 - 13 OH), Hg a As. Aj keď koncentrácie týchto zložiek v banskej vode časom postupne klesali, pretrvávajú vysoké koncentrácie Fe, Cu, Zn a Mn (2,5

- 4,5 OH). Oproti obdobiu ťažby je však situácia výrazne lepšia, vtedy dosahovali koncentrácie Cu a Mn približne 10-násobok OH.



Obr. 2.4.63: Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník. 1 - halda, 2 - zával, 3 - odkalisko, 4 - výtok z ústia štôlny, 5 - výtok zo šachty, 6 - monitorovaný profil na povrchovom toku

### *Inžinierskogeologické aspekty*

Na ložisku Smolník v dôsledku celkovej neefektívnosti ťažby pyritových rúd v posledných rokoch, ako aj negatívnych výsledkov geologických prieskumov ložiska, došlo po stáročnej banskej činnosti, ktorá prebiehala na rôznej technickej a technologickej úrovni, v roku 1990 k jej definitívnemu zastaveniu.

Vzhľadom k závažnosti negatívnych vplyvov a ich toxického pôsobenia s veľkou intenzitou sa v tomto regióne prejavujú i negatívne zmeny fyzikálneho stavu reliéfu, spojené s ťažbou suroviny a haldovaním materiálu. Rozsiahle závaly a prepahliská sa nachádzajú prevažne v súvislom lesnom poraste pri južnom okraji Smolníckej Huty, v oblasti bývalej ťažby pyritových rúd. V oblasti južne od Smolníckej Huty a v priestore medzi šachtami Kreuzerfindung a Rothenberg v mieste pod údolím potoka Smolník boli zistené podrúbané územia a poklesy v rozsahu od 80x100 m do 300x600 m.

Na ložisku Smolník bolo navrhnuté sledovanie poklesov terénu a starých banských diel a odkaliska. Do programu bol zaradený retrospektívny monitoring poklesov geodetických bodov na povrchu odvalov (Vrana, 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov (tab. 2.4.50) a ich spracovanie, teréna obhliadka lokality.

Tab. 2.4.50: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Smolník

Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
		Ilavský	1981	Obrázok: Horizontálne rezy ložiskom stratiformných sulfidických rúd Smolník-úroveň štólne Karitas
		Ilavský	1981	Obrázok: Horizontálne rezy ložiskom stratiformných sulfidických rúd Smolník - 1 -10 horizont
				Smolník - Mária Snežná - východ, západ
				Smolník - Viktória, Eugénia
	Smolník -odkalisko		2009	Geodetické merania

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

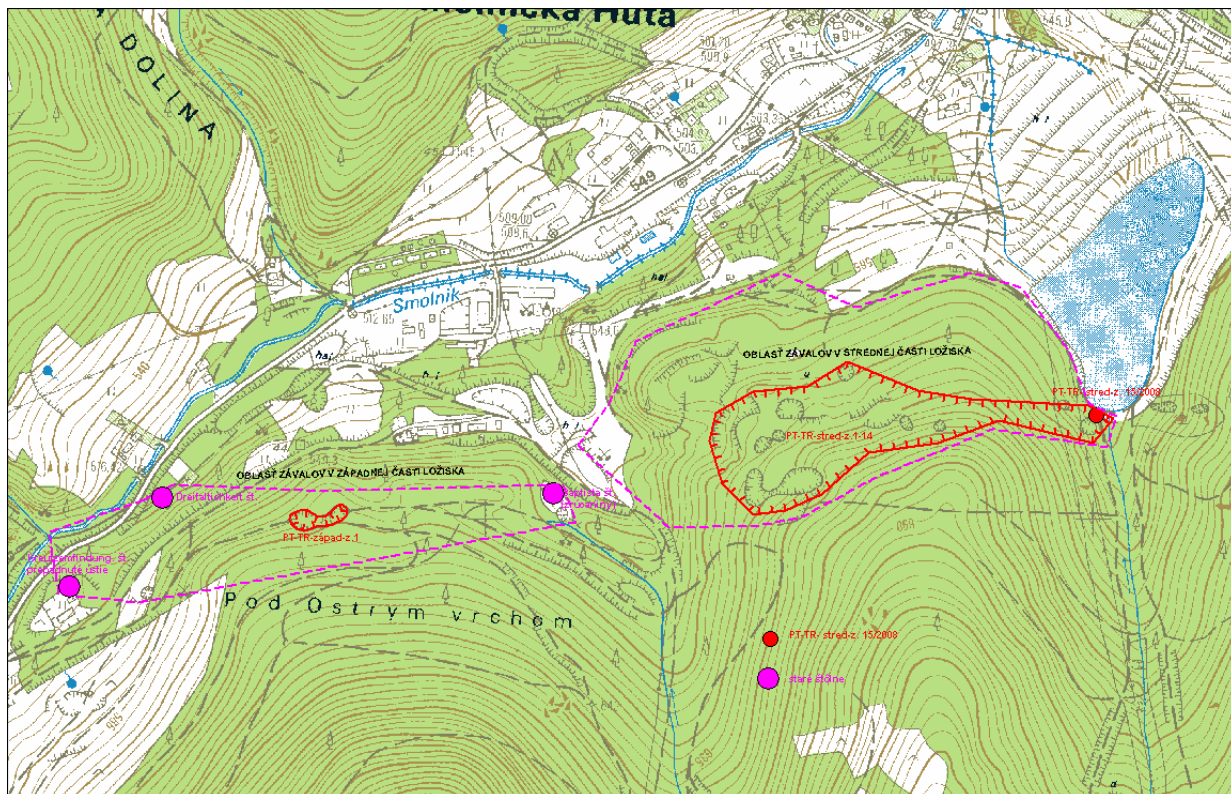
Hlavné typy prejavov poklesov terénu, ktoré reprezentujú závaly a prepادلiská v celom 2 km dlhom pruhu, bolo navrhnuté sledovať pomocou terénnej rekognoskácie a fotodokumentácie na vybraných 15 závaloch: 14 závaloch v strednej časti ložiska a 1 závale v západnej časti ložiska (obr. 2.4.64). Z dôvodu absencie prvotnej dokumentácie v záznamových listoch typu PT-TR nebolo možné naviazať na pozorovania realizované do roku 2005. Navyše spomínané objekty neboli zamerané, ani vynesené v mapových podkladoch. Na základe poznatkov o danom území sme na mape v M 1:10 000 v západnej časti ložiska stotožnili pokles terénu registrovaný od roku 1974 s poklesom PT-TR-západ - z.1 a vymedzili v strednej časti ložiska oblasť pravdepodobného výskytu spomínaných poklesov terénu PT-TR-stred z. 1-14.

Samotná teréna rekognoskácia v danom území je veľmi sťažená, pretože poklesy terénu sa vyskytujú v rozsiahlej oblasti dĺžky cca 2 km, v zalesnenom ťažko prístupnom teréne. Navyše závaly v strednej časti ložiska sú v nestabilnom haldovom materiáli, ktorý vyžaduje použitie bezpečnostného istenia pozorovateľa. V roku 2009 bol podrobne dokumentovaný nový zával z.15/2008.

#### Nový registrovaný zával: PT- TR- stred- z.15/2008

Pri terénnej obhliadke odkaliska bol v roku 2008 lokalizovaný čerstvý komínový zával o rozmeroch na povrchu 3,5x3 m a hĺbke 4 m (obr. 2.4.65, 2.4.66). Zával sa nachádza v blízkosti výskytu mapovo zaznamenaného kruhového závalu. Jeho prítomnosť dokladá dosiaľ prebiehajúce stabilné zmeny v podrúbanej oblasti a riziko vzniku nových závalov.





Obr. 2.4.64: Vyznačená oblasť závalov dokumentovaná v roku 2005 v západnom okraji a v strednej časti ložiska (Vrana et al., 2005)

PT- TR- stred - z.15/2008 (skrátene hodnotenie závalu v zmysle ZL PT)

1/ R11, 3/ ložisko Smolník, 5/ sledovaný zával sa nachádza na južnom okraji odkaliska v Smolníckej Hute, v bezprostrednej blízkosti lesnej cesty, 6/ 37-23-17, 7/ poklesy terénu v strednej časti ložiska, 8/ PT-TR – stred - z.15/2008, 9/ prejavy podrúbania šachta Pech, chodby, 13/ DP Smolník, 14/ S-R, 24/ Ľubica Záhorová, 2009, 32/ -1235830,27, 33/ -297992,96/IP-Z, pôvodne zával komínového tvaru, zasypaný, 97, 92/ T=NE, V=NE, B=NE, 94/ 2008 - 2009, 97/ H-2008, 99/Z, 101/ R-P, 103/ terénna rekognoskácia, 105/ 2008, 105/ 2008, 106/ čerstvý zával, rozmery 3,5x3 m, hĺbka 4 m, 107, 108/ Peter Bajtoš, 110/ terénna rekognoskácia a fotodokumentácia, 112/ 10.2009, J-L, 118/ N, 120/ Z-rekultivovaný-zasypaním, 183/ O, 184/ L, 195/ P, 205/ PT, 206/ S, 207/ R, H, B, 210/ P.



Obr. 2.4.65: Nový zával PT- TR- stred- z.15/2008 pri ceste nad odkaliskom v Smolníckej Hute (foto Bajtoš, 2008)



Obr. 2.4.66: Čiastočne zasypaný zával PT- TR- stred- z.15/2008 (foto Záhorová, 2009)

Odkalisko Smolník bolo činné od roku 1954, plavenie bolo ukončené v roku 1998, rekultivácia prebiehala v rokoch 1994-1995. (Rekultivácia odkaliska zahŕňala: technickú rekultiváciu odkaliska, zriadenie zberných rigolov, prísypy päty hrádze odkaliska na západnej a juhozápadnej strane, zabezpečenie odkaliska na západnej a juhozápadnej strane, prečistenie koryta od nánosov a úprava dlažby, úprava lavičiek hrádze, biologická rekultivácia, odvrtanie nových pozorovacích vrtov na meranie hladiny podzemnej vody v telese hrádze N1, N2, N3.)



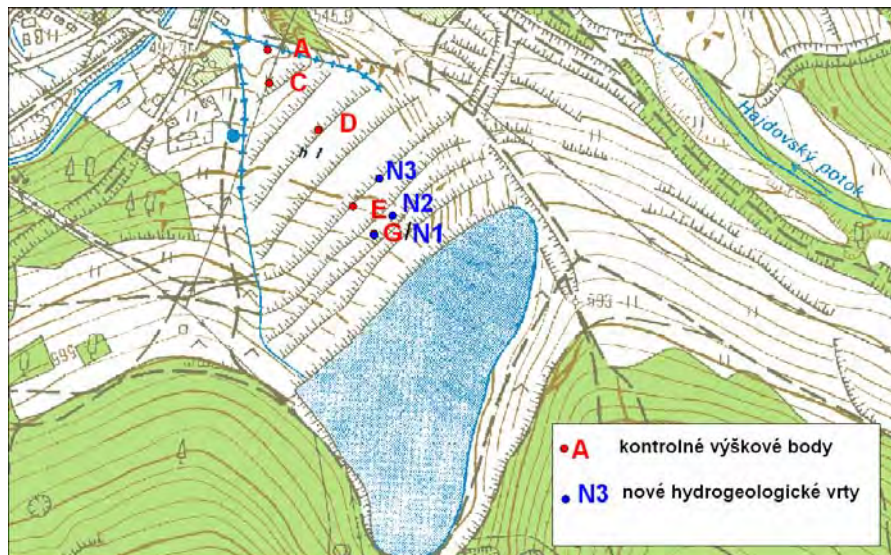
Obr. 2.4.67: Pláž odkaliska po rekultivácii (foto Záhorová, 2009)

Odkalisko je umiestnené nad obcou Smolnícka Huta. Priestor odkaliska slúžil na uskladňovanie odpadu z úpravne rúd závodu ŽB Smolník. Odkalisko bolo budované v troch etapách nadvyšovania, 28, 22,5 a 35 m. (Kóta terénu v päte hrádze je 504,50 m n. m., celková

výška hrádze je 85,5 m, úroveň pláže po skončení plavenia -590,0 m n. m., objem uloženého materiálu 2,95 mil. m<sup>3</sup>, plocha pláže 6,1 ha).

Na odkalisku bolo za účelom merania výškových a polohových zmien (t. j. zvislých a horizontálnych deformácií) v hrádzovom systéme vybudovaná sieť polohových a výškových bodov pozostávajúca z:

- 2 ks pevných výškových a polohových bodov A ODIII a ODIV,
- 6 ks kontrolných výškových a polohových bodov A, B, C, D, E, G a troch kontrolných vrtov N1, N2, N3 (obr. 2.4.68).



Obr. 2.4.68: Lokalizácia kontrolných bodov a vrtov

V roku 2004 bolo odkalisko prehodnotené na základe hodnotenia ohrozenia osôb a možných škôd z rizika existencie vodnej stavby z kategórie II. do kategórie III. Hodnotená stavba vykazuje dlhodobu známku vysokej stability, povrch je zrekultivovaný, vrátane biologickej rekultivácie, s funkčným drenážnym a monitorovacím systémom.

Základné merania (ZM) boli vykonané v roku 1998, prvé kontrolné (1KM) v roku 2000 a v roku 2003 bolo vykonané druhé kontrolné meranie (2KM) (tab. 2.4.51).

Meranie úrovne depresnej krivky bolo realizované 4x ročne (tab. 2.4.52). Z existujúcej siete hydrogeologických vrtov nie je prítomná trvalá hladina podzemnej vody ani v jednom z plytkých vrtov (s označením S a V). V určitých časových obdobiach, sa hladina dá odmerať len v sondách S1, S16, S17 a V3. Celkovo možno konštatovať, že depresná krivka hladiny podzemnej vody pod telesom hrádze sa udržuje hlboko pod medznými hodnotami, čo je pre stabilitu hrádze veľmi priaznivá skutočnosť.

V hlbších vrtoch, N1, N2, N3 hladina podzemnej vody v priebehu roka kolíše. Vo vrte N2 nebola hladina podzemnej vody zistená.

Tabuľka 2.4.51: Hodnoty výškových a polohových zmien

	2003 - 2 KM			1998 - ZM			2000 1 KM		
	Y (m)	X (m)	H (m n.m.)	Y (m)	X (m)	H (m n.m.)	Y (m)	X (m)	H (m n.m.)
A	298135,803	1235220,38	505,544	298135,8	1235220,384	505,546	298135,800	1235220,38	505,546
C	298134,338	1235260,182	513,279	298134,34	1235260,186	513,278	298134,336	1235260,19	513,283
D	298076,083	1235315,643	535,801	298076,08	1235315,646	535,805	298076,081	1235315,65	535,805
E	298034,809	1235405,797	556,296	298034,81	1235405,801	556,299	298034,806	1235405,80	556,299
G	298010,193	1235438,515	566,896	298010,19	1235438,520	566,990	298010,191	1235438,52	566,900
N1	297987,383	1235439,670	567,043	298010,06	1235439,674	567,046	298010,062	1235439,67	567,046
N2	297987,383	1235416,725	566,782	297987,39	1235416,726	566,784	297987,385	1235416,73	566,784
N3	298003,219	1235372,724	556,172	298003,22	1235372,724	556,175	298033,216	1235402,70	566,175

	rozdiel (2KM-1KM)			rozdiel (2KM -ZM)		
	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta Z$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta Z$ (mm)	$\Delta H$ (mm)
A	3	-4	-2	3	-4	-2
C	2	-4	-4	2	-4	1
D	2	-3	-4	2	-3	-4
E	3	-4	-3	3	-4	-3
G	2	-5	-4	2	-5	-94
N1	3	-4	-3	3	-4	-3
N2	-2	-1	-2	-2	-1	-2
N3	-29997	-29976	-10003	3	0	-3

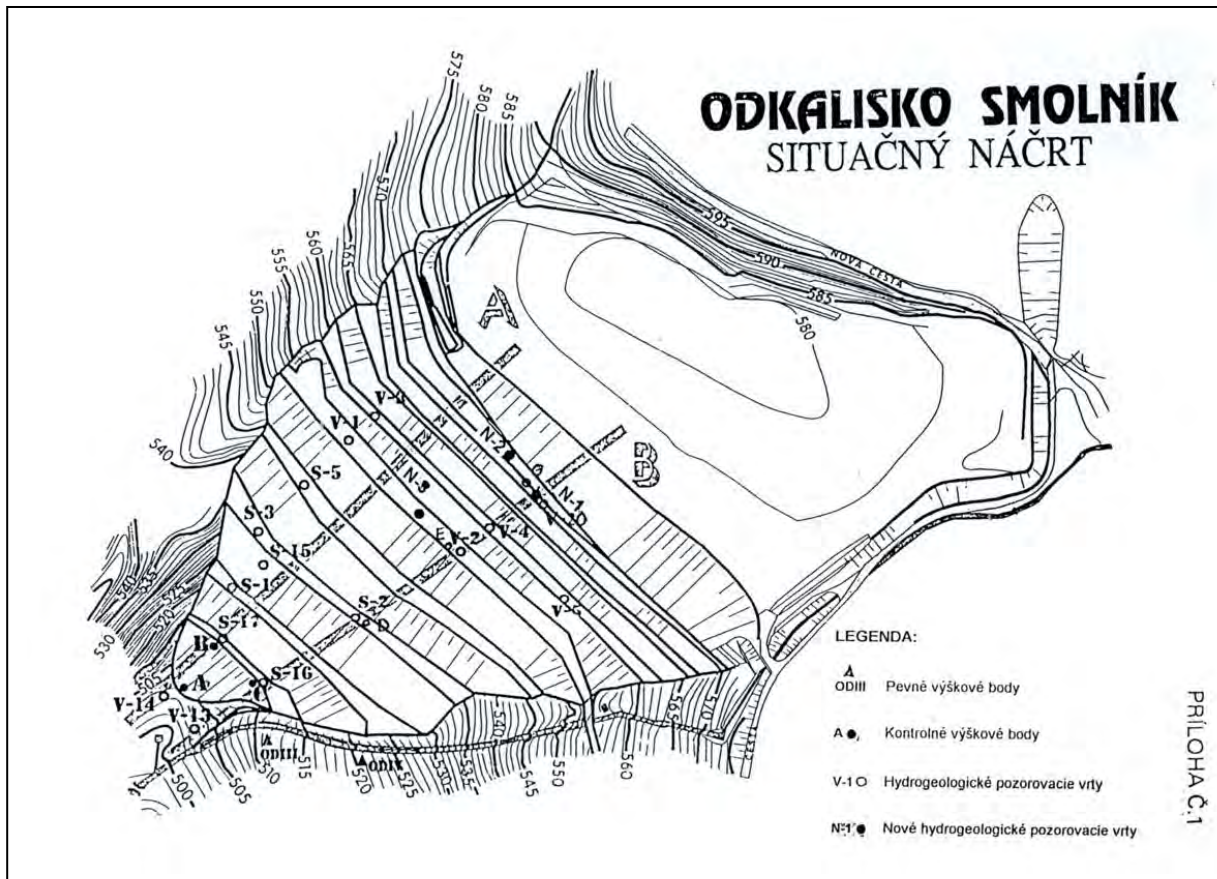
Medzné hodnoty polohového a výškového merania neboli prekročené, okrem vrtu N3, kde je zrejmé, že sa jedná o hrubú chybu. Situácia objektov je na obr. 2.4.65.

Tabuľka 2.4.52: Úroveň hladiny podzemnej vody vo vrtoch

	27.03.02	14.05.02	24.07.02	10.10.02	24.03.03	20.05.03	12.08.03	17.10.03	31.03.04	20.05.04	02.08.04	04.11.04	31.03.05	20.04.05	01.07.05	03.10.05
S1	(9,0) S	(9,0) S	8,8	8,6	8,6	8,6	(6,8) S	(6,8) S	(6,9) S	(6,8) S	(6,9) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S
S2	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S
S3	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S
S5	(11,4) S	(11,4) S	11,1	10,4	10,5	10,8	(11,3) S	(11,3) S	10,3	10,7	10,1	(11,3) S	8,9	8,6	9,7	9,7
S14	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,6) S
S15	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S
S16	(9,1) S	(9,1) S	(9,1) S	8,1	6,9	5,6	5,9	7,3	6,6	6,1	5,5	6,6	5,1	4,9	4,3	6,9
S17	9	9	8,6	8,3	8,2	8,6	(6,1) S	(6,1) S	(6,1) S	(6,1) S	(6,1) S	(6,1) S	(6,1) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S
V1	(13,7) S	(13,7) S	(13,7) S	(13,7) S	(13,7) S	(13,6) S	(13,6) S	(13,6) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,6) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,4) S	(13,5) S	(13,5) S
V2	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S
V3	(14,0) S	(14,0) S	13,9	13,5	13,6	13,9	13,9	13,9	13,8	(13,9) S	13,5	13,8	13,9	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S
V4	(14,7) S	(14,7) S	(14,7) S	(14,7) S	(14,7) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,5) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S
V5	(15,6) S	(15,6) S	(15,6) S	(15,6) S	(15,6) S	(15,6) S	(15,6) S	(15,6) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S
N1	(28,5) S	(28,5) S	26,5	25,8	25,7	25,8	28,2	(28,4) S	(28,5) S	(28,5) S	24,4	(28,5) S	(28,5) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S
N2	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,8) S	(24,7) S	(24,8) S	(24,7) S
N3	(27,5) S	(27,5) S	24	23,1	23,6	22,6	(27,5) S	(27,5) S	22,8	23,4	22,5	23,2	23,1	23	22,3	22,6

	28.03.06	24.05.06	21.08.06	16.10.06	19.03.07	16.05.07	10.08.07	22.10.07	18.03.08	15.05.08	12.08.08	10.10.08	16.03.09	09.06.09	10.09.09	06.11.09
S1	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	(6,8) S	8,5	8,7	8,9	8,7	8,5	8,6	8,8	8,7	(6,3) S	(6,3) So	(6,3) So	(6,3) So
S2	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S	(6,9) S
S3	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) S	(8,3) So	(8,3) So	(8,3) So
S5	9,3	9	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0) S	(10,0)	(10,0)	(10,0)
S14	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,5) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) S	(6,6) So
S15	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S	(7,3) S
S16	4,2	4,3	3,9	4	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) S	(9,0) So	(9,0) So	(9,0) So
S17	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) S	(6,0) So	(6,0) So	(6,0) So
V1	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S	(13,5) S
V2	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,4) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3) S	(11,3)	(11,3)	(11,3)
V3	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S	(14,0) S
V4	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6) S	(14,6)	(14,6)	(14,6)
V5	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S	(15,5) S
N1	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S	(28,4) S
N2	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S	(24,7) S
N3	22,2	22,5	21,9	22	22,6	24,8	25,1	24,7	24,2	24,6	24,8	24,7	24,7	22,0 o	23,2 o	22,4 o

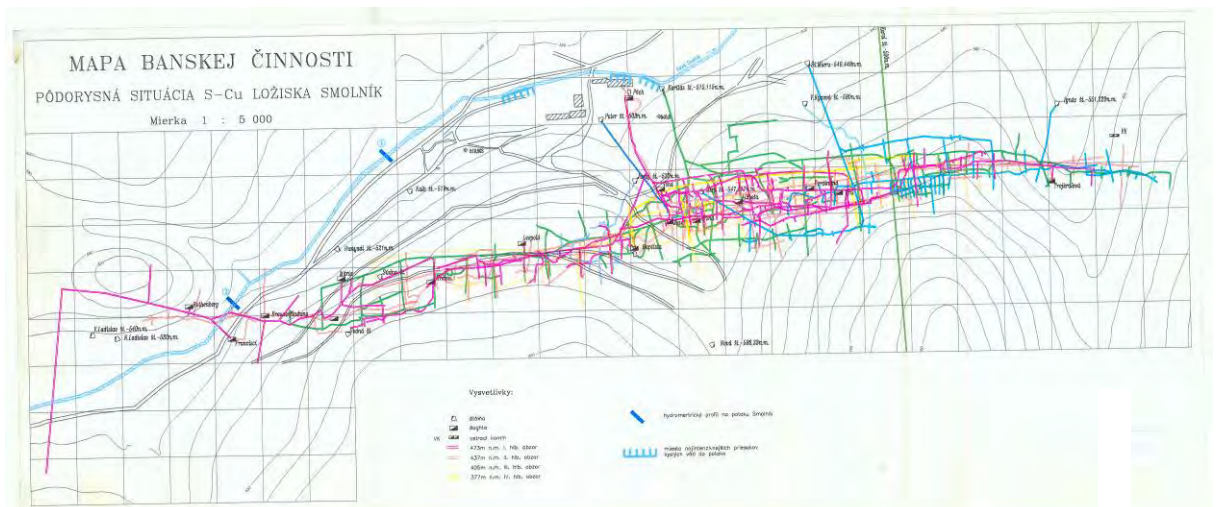
Vysvetlivky: S- suchý vrt, hladina podzemnej vody v m; o- otvorený vrt. Situácia odkaliska s lokalizáciou vrtoch je na obr. 2.4.69.



Obr. 2.4.69: Situácia odkaliska v Smolníckej Hute s lokalizáciou pozorovacích vrtov a geodetických bodov

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

Najlepšie je doložený rozsah a priebeh bankských diel a žilných štruktúr, najmenej podrobne sú dokumentované vydobyté priestory (obr. 2.4.70).



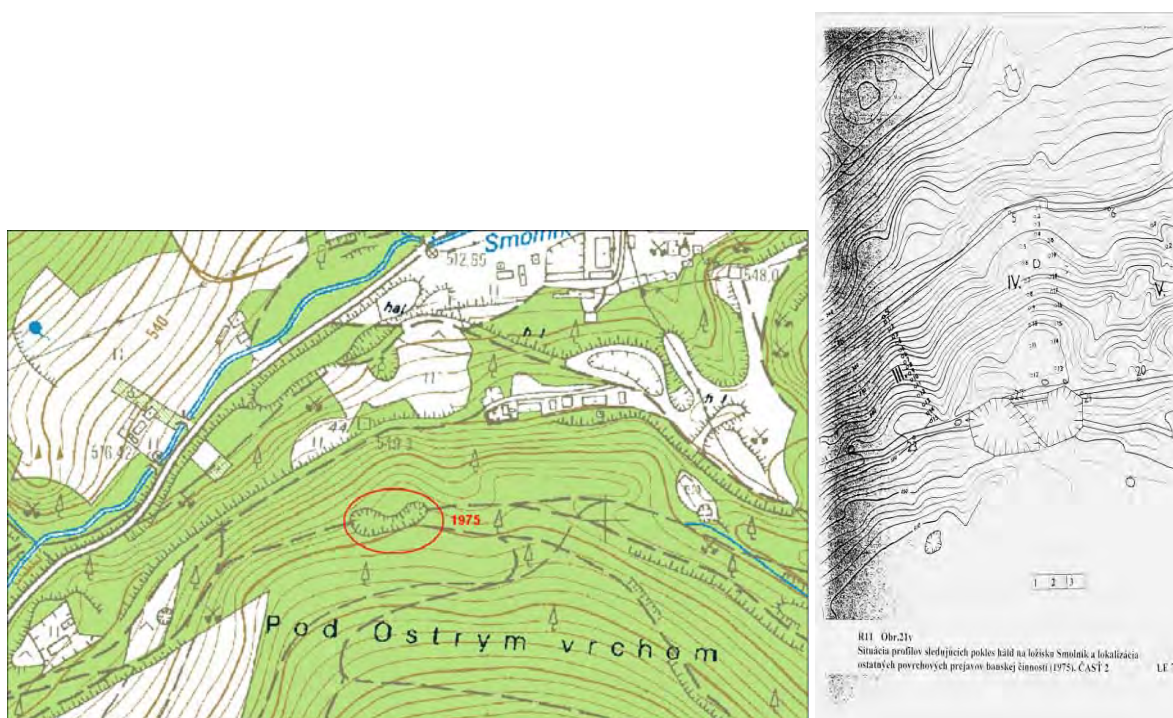
Obr. 2.4.70: PŔodorysná situácia ložiska Smolník (Jaško a kol., 1996)

V segmente zdrojov fyzikálnych impaktov, v priestore medzi svahmi na sever od Smolníka až po oblasť odkaliska v Smolníckej Hute, neboli na dokumentovaných ústiach podzemných banských diel zistené významné prejavy geodynamických javov. Sledované objekty nemajú nepriaznivý vplyv na vývoj negatívnych fenoménov tejto kategórie.



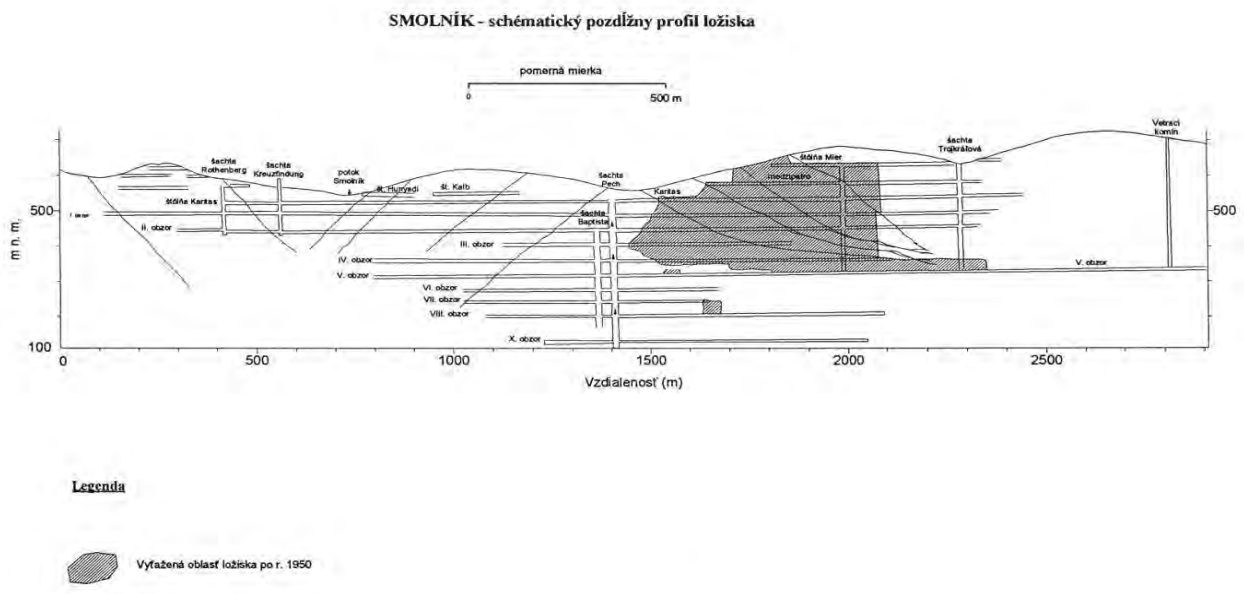
Obr. 2.4.71: Čiastočne zasypané ústie štólne Karitas (foto Záhorová, 2009)

S výnimkou máp, vymedzujúcich priestory ohrozené závalmi a povrchovej situácie závodu Smolník v M=1:1000 z roku 1975, s vyznačenými okrajmi závalov, prepadlísk v okolí ústí banských diel a terénnych depresí v západnej a strednej časti ložiska, neboli zistené iné mapové podklady dokumentujúce stav týchto prejavov (obr. 2.4.72, 2.4.73).

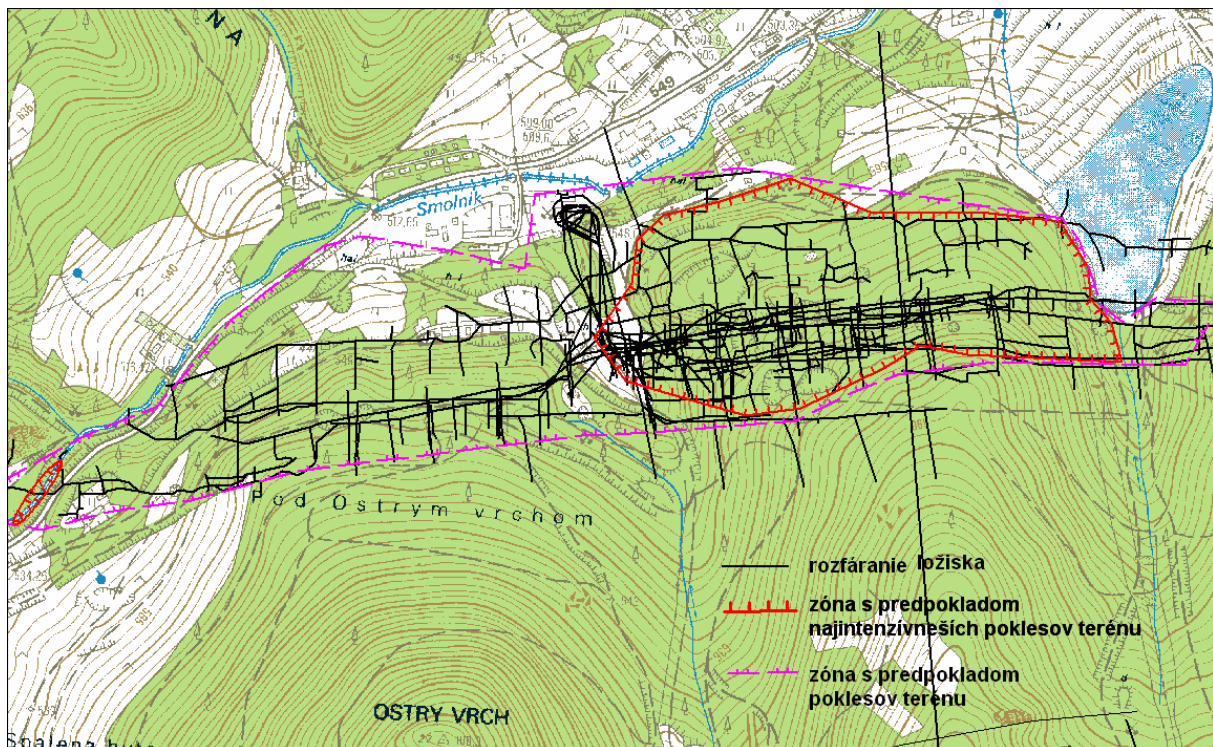


Obr. 2.4.72, 2.4.73: Meračsky dokumentované poklesy v haldovom materiáli

V oblasti ložiska Smolník bolo prioritnou úlohou, tak ako to je aj v prípade takmer všetkých ostatných hodnotených rudných a nerudných ložísk, čo najúplnejšie dokumentovanie stavu podrúbania územia (obr. 2.4.75).



Obr. 2.4.74: Schématický pozdĺžny profil ložiska (Jaško a kol., 1996)



Obr. 2.4.75: Rozfáranie ložiska a ohraničenie zón s predpokladom poklesu terénu

Na základe podložených poznatkov o rozfáraní ložiska a spôsobe ťažby a terénnych pozorovaní sa javí ako najproblémovjšia oblasť stredná časť ložiska (od bývalého banského závodu po juhozápadnú stranu odkaliska), je to zároveň územie s najväčším sústredením haldového materiálu, ktorý zároveň indikuje aj početný výskyt starých banských diel.



Druhá oblasť je podstatne menšia, predstavuje územie križovania banských diel so Smolníckym potokom pod Rottenbergom, kde dochádzalo k infiltrácii povrchových vôd do vydobytých priestorov, čo následne spôsobovalo zmeny v reliéfe koryta potoka a vznik závalového pásma v dotknutom území. Technické opatrenia zamedzili možný prienik Smolníckeho potoka do podzemných priestorov.

Okrem spomínaných oblastí bolo v ložiskovej oblasti vymedzené i územie s predpokladom poklesov terénu (obr. 2.4.75), do toho územia spadá i nový zával registrovaný v roku 2008.

#### *Zhrnutie výsledkov a pozorovania*

Smolnícke ložisko bolo otvárané, preskúmané a ťažené značným počtom historických a novodobých diel a na povrchu terénu sa nachádza veľké množstvo povrchových dobývok, odvalov, ústí štôlní, šácht, komínov a prepادلísk. V tejto oblasti mladšie haldy často pokrývajú staré banské diela (obr. 2.4.76). Závally starých banských diel sa prejavujú na povrchu prepادلiskami, siahajúcimi až na povrch hald, respektíve prepادلiská sú zdanlivo pochované pod nespevneným haldovým materiálom. Haldy často pokrývajú i nedokumentované staré banské diela, resp. i v samotnom haldovom materiáli boli prieskumné štôlne, ktoré sa postupne zavalujú. Z dôvodu absencie prvotnej dokumentácie v záznamových listoch typu PT-TR nebolo možné nadviazať na pozorovania realizované do roku 2005. Navyše spomínané objekty neboli zamerané, ani vynesené v mapových podkladoch. Z týchto dôvodov je terénna rekognoskácia veľmi obtiažna až nemožná. Objekty sú lokalizované v odľahlom zalesnenom ťažko prístupnom teréne. Preto navrhujeme upustiť od terénnej rekognoskácie starých závalov, ktoré sú v oblastiach prístupných pre obyvateľov obce preventívne zasypávané (pozri príklad posledne registrovaného závalu nad odkaliskom), čo sťažuje až znemožňuje sledovanie ich ďalšieho vývoja.



Obr. 2.4.76: Odrez vo svahu odkryl starú štôľňu, nad ňou sa nachádza halda (foto Záhorová, 2009)

V tejto oblasti navrhujeme v budúcnosti zhromažďovať dostupné materiály o ložisku a registrovať len nové prejavy závalov, resp. udalostí spojené s banskou činnosťou, ktoré priamo vplyvajú na kvalitu života miestneho obyvateľstva.

#### **2.4.4.12. Lokalita Novoveská Huta R16**

Na lokalite sa nachádza zatopená opustená baňa s uránovo-molybdénovou a medenou rudou, hlbinne ťažené ložisko anhydritu Spišská Nová Ves – Novoveská Huta (DP - VSK a. s. Spišská Nová Ves) a ťažený lom na stavebný kameň Spišská Nová Ves – Grétľa – Tisovec (DP – VSK Mineral s. r. o. Košice) a Nová štôlna.

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky dosiaľ vykonávanej ťažby sadrovca a minulej ťažby kremeňovo-ankeritových žíl s chalkopyritom priestorovo sa prelínajúcich s polohami U-Mo rudy. Sadrovcová baňa nie je priamo banskými dielami prepojená so sústavou banských diel overujúcich rudné žily a uránonosné polohy. Odvodňovaná je čerpaním y úrovne III. horizontu v úrovni 420 m n. m. úpadnicou, banská voda je v priemernom množstve okolo  $5 \text{ l.s}^{-1}$  vypúšťaná do potoka Holubnica. Bezprostredne susediaca zatopená baňa je odvodňovaná v úrovni 555 m n. m. Vodnou štôľňou (výdatnosť okolo  $7 \text{ l.s}^{-1}$ ) i vyššie položenými štôľňami nižších výdatností. Vzniknutý hydraulický spád medzi týmito baňami vytvára potenciálne riziko postupného vývoja krasu v polohe sadrovca zachytenej oboma baňami a prienik banskej vody zo zatopenej bane do ťaženej sadrovcovej bane.

Ťažba v súčasnosti prebieha na ložisku sadrovca Spišská Nová Ves – Novoveská Huta s miestnym názvom Tollstein, ťažobnou organizáciou sú VSK a. s. Spišská Nová Ves. Uránové a medené ložisko Novoveská Huta, otvorené viacerými hlavnými banskými dielami tvoriacimi prepojený systém rozfárana, je uzavreté a zatopené. Od r. 1991 do 1993 boli vydobyté priestory jamy č. 3 zaplavované banskou vodou podľa harmonogramu likvidačného zámeru. Dnes je ložisko zatopené cca po úroveň 560 m n. m. Na lokalite prebiehajú prieskumné aktivity pri overovaní možnosti ťažby uránu a Cu-Mo rudy.

Na **ložisku anhydritu a sadrovca** ťažba pokračuje aj v súčasnosti, v roku 2002 došlo iba k zmene vlastníka dobývacích práv. Ťažené sú sadrovec a anhydrit spolu, ale sadrovec aj selektívne, anhydrit zostáva nevyužitý. Ložisko tvorí mohutná šošovka o dĺžke cca 3,5 km, smerná dĺžka ložiska dosahuje až 5 km, mocnosť ložiskovej polohy kolíše od 1 do 15 m, mocnosť celého ložiska je 150 m. Na JV vystupuje samostatné ložisko Grétľa. Prvé písomné údaje o ložisku sadrovca sú z roku 1876, ale ťažba sa začala ešte okolo roku 1856 na východnom svahu Rittenbergu krátkymi štôľňami. Dobývali sa najprv pripovrchové polohy sadrovca na úpätí Skalky, štôľňovým spôsobom. V roku 1906 až 1921 sa ložisko neťažilo, ťažba sadrovca sa potom rozvíjala najmä po roku 1926 a prebiehala potom až do súčasnosti. Otvárka, príprava a ťažba prebieha v poslednej epoche ťažby na „0“ (nultom), I. (540 m n. m.) a II. (485 m n. m.) hlbinnom horizonte, v smere ložiska. Ako dobývacie metódy sa uplatňujú dve modifikácie dobývania otvorenou komorou a podetážové dobývanie na zával.

**Ložisko rádioaktívnych rúd** Novoveská Huta, kde sa v druhej polovici 20. storočia ťažili uránové rudy U-Mo-(Cu) $\pm$ V je v súčasnosti uzavreté. Ložiskové telesá vystupujú v dvoch polohách, ktoré sú vertikálne vzdialené približne 200 m. Dĺžka spodnej polohy je 4 km, šírka 200-600 m a hrúbka niekoľko metrov až desiatok metrov. Tvar ložiska je trojuholníkový, šošovkovité rudné telesá dosahujú plochu desiatok až stoviek  $\text{m}^2$  a niekoľkometrovú hrúbku. Vyhľadávanie uránových rúd prebiehalo v rokoch 1947 - 1957, skúšobná ťažba v rokoch 1954, 1956 a 1957. V rokoch 1964-1968 sa pokusne povrchovo

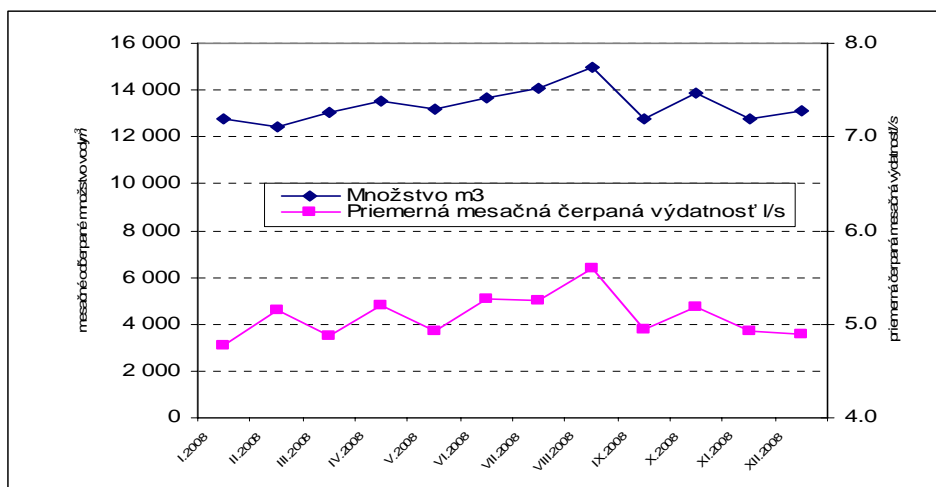
ťažilo v priestore vrchu Muráň a podzemne na ložisku Novoveská Huta. Používal sa výstupkový a zostupkový spôsob dobývania. Počas rokov 1961 - 1990 sa z lokalít ložiska vyťažilo 153 494 kg U kovu celkového, no po roku 1989 došlo k útlmu ťažby. Dňa 26.6.1990 bol vyhlásený útlmový program ťažby U a Cu rudy. Od r.1991 do 1993 boli vydobyté priestory ložiska Jama č. 3 zaplavované banskou vodou podľa harmonogramu likvidačného zámeru.

Ložisko sadrovca Spišská Nová Ves – Novoveská Huta je odvodňované čerpaním banskej vody úpadnicou, recipientom je potok Dubnica. Prevádzkové záznamy o čerpaných množstvách vôd sú preberané do databázy od ťažiara. Podľa nich bolo v roku 2008 pri odvodňovaní bane odčerpaných spolu 160 310 m<sup>3</sup> banskej vody, čo predstavuje priemerný prítok do bane 5,08 l.s<sup>-1</sup> (obr. 2.4.77).

Zatopené ložisko uránu a Cu rudy je odvodňované viacerými štôľňami, najmä Vodnou štôľňou. Prevádzkové režimové merania ich výdatnosti nie sú už v súčasnosti realizované, monitoring po zatopení bane bol ukončený v roku 1997. Realizácia kvantitatívnych meraní je synchronizovaná s odberom vzoriek pre monitoring geochemických aspektov, čo sa týka počtu objektov i frekvencie meraní. Množstvo banskej vody vytekajúcej Vodnou štôľňou sme v roku 2008 hydrometricky zmerali dva krát: dňa 2.7.2008 dosahovala výdatnosť 4,86 l.s<sup>-1</sup> a dňa 27.10.2008 7,33 l.s<sup>-1</sup>.

Tab. 2.4.53: Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Novoveská Huta (2007 - 2009)

Objekt	Q <sub>min</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>max</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Q <sub>priem</sub> (l.s <sup>-1</sup> )	Teplota vody (°C)	MEV (mS.m <sup>-1</sup> )	n
Vodná štôľňa (NH4)	4,86	12,42	7,57	8,9	74,4-81,0	5
Výver pod haldou jamy č.1 (NH7)	3,57	6,30	5,00	7,3-11,1	41,5-46,8	4
Holubnica - pod ložiskom (NH3)	52,5	188	135	5,9-12,2	24,0-25,5	5
Holubnica - Rybníky (NH5)	48,2	130	97	5,0-12,5	23,2-24,5	5
Suchohorský potok - ústie (NH2)	55,3	87	70	5,5-11,0	17,0-18,7	5
Suchohorský potok - Muráň (NH 6)	2,5	8,0	4,6	4,4-10,5	20,5-27,9	5



Obr. 2.4.77: Množstvo prítokov do sadrovцovej bane Spišská Nová Ves – Novoveská Huta v roku 2008. Podľa prevádzkových záznamov ťažiara - VSK a.s. Spišská Nová Ves

Do databázy sú preberané výsledky prevádzkového sledovania kvality banských vôd ťaženého ložiska sadrovca Spišská Nová Ves – Novoveská Huta. Vzorok banskej vody sú odoberané 3x do roka a analyzované sú v obmedzenom rozsahu parametrov (pH, CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub>, NL a NEL).

Monitoring kvality banských a povrchových vôd realizovaný na zatopenom ložisku uránu a medi ťažobnou a prieskumnou firmou Uranpres, a. s., bol ukončený v roku 1997. Štátny monitoring ČMS GF VŤŽP bol začatý v roku 2007 a pozostáva zo sledovania kvality povrchovej vody na 4 profiloch, kvality banskej vody vytekajúcej z Vodnej štôlny a výveru spod haldy jamy č. 1 (U a Cu ložisko) i čerpanej banskej vody ložiska anhydritu Spišská Nová Ves – Novoveská Huta. Jeho výsledky za hodnotené obdobie 2007 - 2009 sú uvedené v tab. 2.4.54. Z prehľadu kvalitatívneho zatriedenia analyzovaných vzoriek vôd (tab. 2.4.55) vyplýva, že najnepriaznivejšiu triedu **V** dosahuje voda Suchohorského potoka v profile pod haldou lomu Muráň kvôli kyslej reakcii a vysokej koncentrácii mangánu, hliníka a medi. Vďaka riedeniu prítokmi dochádza postupne v tomto toku k zlepšovaniu kvalitatívnych vlastností vody a v profile pred sútokom s Holubnicou už dosahuje triedu **III** kvôli zvýšeným obsahom medi, antimónu a bária. Potok Holubnica v oboch vzorkovaných profiloch dosahuje triedu kvality **III** kvôli zvýšenej koncentrácii antimónu a bária. Úsek toku medzi týmito monitorovanými profilmi predstavuje časť povodia intenzívne postihnutého bankou činnosťou, s viacerými výtokmi banských vôd zo štôlny a prítomnými haldami vyťaženého materiálu. V prehľade je kvôli možnosti priameho porovnania zaradená i banká voda Vodnej štôlny, vtekajúca do Holubnice pod monitorovaným profilom NH3 tohto toku. Táto dosahuje v klasifikácii kvality podzemných vôd kategóriu **B** z dôvodu obsahu rádia 226. Podľa klasifikácie kvality povrchových vôd by dosiahla triedu **IV** pre vysoký obsah síranového aniónu, keď navyše koncentrácie Ba, Mn, Cu, As, Sb dosahujú triedu **III**. Banká voda ložiska Spišská Nová Ves – Novoveská Huta ako typická voda so sulfátogénnou mineralizáciou obsahuje okrem vysokej koncentrácie síranového aniónu a vápnika i zvýšenú objemovú aktivitu <sup>226</sup>Ra v kategórii **B** Pokynu.

Tab. 2.4.54: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Novoveská Huta (2007 - 2009)

	pH	Ba (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn <sup>2+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	<sup>222</sup> Rn (Bq.l <sup>-1</sup> )	<sup>226</sup> Ra (Bq.l <sup>-1</sup> )	U <sub>nat</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
baňa Sadrovka	7,97	0,025		0,048	1298	<0,002	0,004	0,005		0,188	<0,005
Vodná št. (NH4)	8,10	0,069		0,233	288	0,046	0,041	0,017	16	0,136	0,008
Výver pod haldou jamy č. 1 (NH7)	7,95	0,106		0,031	85	<0,002	0,002	0,001	16	0,188	0,034
Holubnica - pod ložiskom (NH3)	8,21	0,060		0,027	44	0,004	0,002	0,002		0,101	0,003
Holubnica - Rybníky (NH5)	8,23	0,049		0,014	44	<0,002	0,002	0,002		0,117	<0,005
Suchohorský potok - ústie (NH2)	8,14	0,074		0,095	37	0,013	0,002	0,004		0,138	0,005
Suchohorský potok - Muráň (NH6)	3,86	0,030	1,90	1,220	111	0,347	<0,001	0,001		0,175	0,042

Tab. 2.4.55: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Novoveská Huta, 2007 - 2009

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Baňa Sadrovka (NH1)	Ba, Hg, Cu, As, U <sub>nat</sub>		<sup>226</sup> Ra		pH, Fe, Mn, Hg, Cu, As, U <sub>nat</sub>	Ba	Sb, <sup>226</sup> Ra		RL, SO <sub>4</sub>
Vodná štôlna (NH4)	Hg	Ba, Cu, As, U <sub>nat</sub>	<sup>226</sup> Ra		Fe, Hg, U <sub>nat</sub>	pH, <sup>226</sup> Ra	Ba, Mn, Cu, As, Sb	SO <sub>4</sub>	
Výver pod haldou jamy č.1 (NH7)	Cu, As	Ba	<sup>226</sup> Ra, U <sub>nat</sub>		pH, Mn, Cu, As	SO <sub>4</sub>	Sb, <sup>226</sup> Ra, U <sub>nat</sub>	Ba	
Holubnica - pod ložiskom (NH3)					Mn, SO <sub>4</sub> , Cu, As, U <sub>nat</sub>	pH, <sup>226</sup> Ra	Ba, Sb		
Holubnica - Rybníky (NH5)					Mn, SO <sub>4</sub> , Cu, As, U <sub>nat</sub>	pH, Ba, <sup>226</sup> Ra	Sb		
Suchohorský potok - ústie (NH2)					SO <sub>4</sub> , As, U <sub>nat</sub>	pH, Mn, <sup>226</sup> Ra	Ba, Cu, Sb		
Suchohorský potok - Muráň (NH 6)					As	Ba, SO <sub>4</sub>	Sb, <sup>226</sup> Ra, U <sub>nat</sub>		pH, Al, Mn, Cu

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.78.

V rokoch 2008 - 2009 došlo na lokalite Nová štôlna, vzdalenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcovej bane, k neočakávaným havarijným udalostiam. Išlo o prievaly banskej vody z Novej štôlne, ktorou sa v minulosti ťažila medená ruda zo žily Gezwäng lokalizovanej južnejšie v oblasti Hnilčíka a predtým i železná ruda z V. grétskej žily prebiehajúcej hrebeňom Grétle. Po ukončení ťažby bola Nová štôlna zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôlne prirodzený a neovplyvnený závalmi, pohyboval sa podľa aktuálnej hydrologickej situácie v rozmedzí 5,91 - 26,23 l.s<sup>-1</sup>, s priemerom 16,23 l.s<sup>-1</sup>. Problémy vznikli po nelegálnej demontáži banskej oceľovej výstuže v úvodných desiatkach metrov opustenej štôlne. To vyvolalo masívny zosun zvetraných hornín, pokrývajúcich svah nad ústím Novej štôlne (Daniel, Jančura, 2009). Zvýšenie hladiny vôd vplyvom prvého závalu spôsobilo intenzívne rozpúšťanie sadrovca v evaporitovom súvrství (sadrovec, anhydrit, klastiká s anhydritovým tmelom) spodného triasu, ktoré štôlna prerazila v metrži 250-650 m od ústia. Súvrstvie evaporitov je tu navyše prerazené prieskumnými chodbami, ktoré kedysi firma i Drevársky a banský priemysel vyrazila s cieľom dobývať sadrovec, ale i krasovými priestormi (Turnovec, 1965). Sekundárnym dôsledkom rozpúšťania sadrovca bolo zväčšenie podzemných dutín, prevalenie sa stropu a vznik závalového lievikovitého krátera vo vzdialenosti 278 m od ústia štôlne. Nadložie sadrovcovo-anhydritového súvrstvia totiž v tomto mieste budujú zvetrané bunkovité dolomity - rauvaky, sadrovcové rezíduá a hrubé vrstvy zvetranej suty, čiže sypký úlomkový materiál. Zával utesnil Novú štôlnu, podmienil zvyšovanie vodného stĺpca pritekajúcou banskou vodou a postupné zväčšovanie jej naakumulovaného množstva. Náhle prevalenie závalu vodou v dôsledku vysokého hydrostatického tlaku spôsobilo vznik extrémnej prietokovej vlny, ktoré po dosiahnutí povrchu zničilo ústie štôlne, poškodilo cestu vedúcu k Novej štôlni a spôsobila i škody v záhradách a príbytkoch obyvateľov Tepličky v spádovom povodí Tepličského Brusníka (foto). Takéto prievaly sa opísaným spôsobom opakovali štyri krát: pri prvom 26.9.2008 vytieklo zo štôlne cca 95,8 tis. m<sup>3</sup> vody, pri druhom 7.12.2008 72,1 tis. m<sup>3</sup>, pri treťom 30.1.2009 23,3 m<sup>3</sup> a pri poslednom 17.2.2009 až približne 120 tis. m<sup>3</sup> (Daniel a Jančura, 2009).

Na podnet Obvodného banského úradu Spišská Nová Ves sa sanáciou problému začala zaoberať organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica. V čase po prvom prievale bol opravený a spevnený portál Novej štôlne. Druhý prieval vody ho však znova zničil a spôsobil ďalšie škody, preto primátor mesta Spišská Nová Ves zvolal koordinačnú poradu zainteresovaných organizácií a odborníkov. Následne bola vypracovaná odborná štúdia v ktorej sa navrhuje spôsob riešenia havarijného stavu. Odvrtal sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa protiprievalová hrádza pri ústí štôlne s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom hrádze je stlmiť účinok prievalovej vlny pri ďalšom vzniku prievalu. Za definitívne riešenie vzniknutej havarijnej situácie sa považuje obnovenie pôvodnej výškovej úrovne odtoku banskej vody, obrázením závalu.

Po vybudovaní monitorovacieho vrtu bolo firmou Uranpres s. r. o. Spišská Nová Ves merané v období apríl 2009 - október 2009 stúpanie hladiny vo vrte MV-1. Hladina vo vrte plynule stúpala: z úrovne 33,7 m pod odmerným bodom (640,3 m n. m.) dňa 22.4.2009 na 4,25 m p. o. (669,75 m n. m.) dňa 22.10.2009. Po prekročení úrovne terénu dňa 16.11.2009 nastal preliv z monitorovacieho vrtu. Neskôr začala voda vytekať i z nižšie položeného závalu. Z ústia Novej štôlne zároveň stabilne vytekalo malé množstvo vody, ktoré nebolo merané. Vzhľadom na vážnosť situácie boli k dovedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta v rámci ČMS GF VŽNŽP doplnené i štyri monitorovacie objekty v okolí ústia Novej štôlne (obr. 2.4.82): samotné ústie Novej štôlne (T1), zával nad ústím Novej štôlne s výtokom banskej vody (T2), monitorovací vrt MV-1 (T3) a profil miestneho potoka nad ústím Novej štôlne (T4). Na týchto objektoch bol od 3.12.2009 meraný prietok, merná elektrická vodivosť vody a teplota vody, s frekvenciou 1-2x týždenne podľa meteorologickej situácie. Výsledky meraní sú uvedené v tab. 2.4.55. Z meraní vyplýva, že baňa je za daných podmienok odvodňovaná stabilným odtokom z ústia Novej štôlne a prelivom zo závalu, pričom z najvyššie položeného ústia vrtu MV-1 je preliv banskej vody značne rozkolísaný. Jeho rozkvyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štôlne. Vzduť hladina vody v banskej sústave však spôsobuje nežiaduce krasovatenie sadrovcového súvrstvia nad úrovňou štôlne a možno očakávať vznik ďalších závalov povrchu. Tlak vodného stĺpca v mieste závalu na úrovni Novej štôlne prevyšuje hodnotu 6,2 atm. V prípade porušenia závalu nastane ďalší prieval banskej vody, ktorý však bude utlmený prievalovou hrádzou (za predpokladu že táto vydrží nápor uvoľnenej vody) vybudovanou na ústí štôlne.

Prejavy vplyvu ťažby uránu a medi na lokalite Novoveská Huta na podklade účelovej ortofotomapy SR sú znázornené na obr. 2.4.83.

Tab. 2.4.56: Výsledky hydrometrických meraní na lokalite Novoveská Huta - Teplička

	$Q_{\min}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\max}$ ( $l.s^{-1}$ )	$Q_{\text{priem}}$ ( $l.s^{-1}$ )	Teplota vody ( $^{\circ}C$ )	MEV ( $mS.m^{-1}$ )	n
Nová štôlna (T1)	3,56	4,43	3,89	8,1 - 8,2	163,5 - 183,0	8
Zával (T2)	1,36	3,60	2,54	8,2 - 8,5	181,8 - 201,0	8
Vrt MV-1 (T3)	0	17,0	5,54	8,6 - 8,7	192,0 - 213,0	8
Potok nad ústím Novej štôlne (T4)	15,5	60	30,6	4,2 - 5,1	75,0 - 133,5	8



Obr. 2.4.78: Ústie Novej štôlny po prvom prievale banskej vody. (foto P. Baláž, 2.10.2008)



Obr. 2.4.79: Erózia údolia a cesty pod ústím Novej štôlny po prvom prievale  
(foto P. Baláž, 2.10.2008)

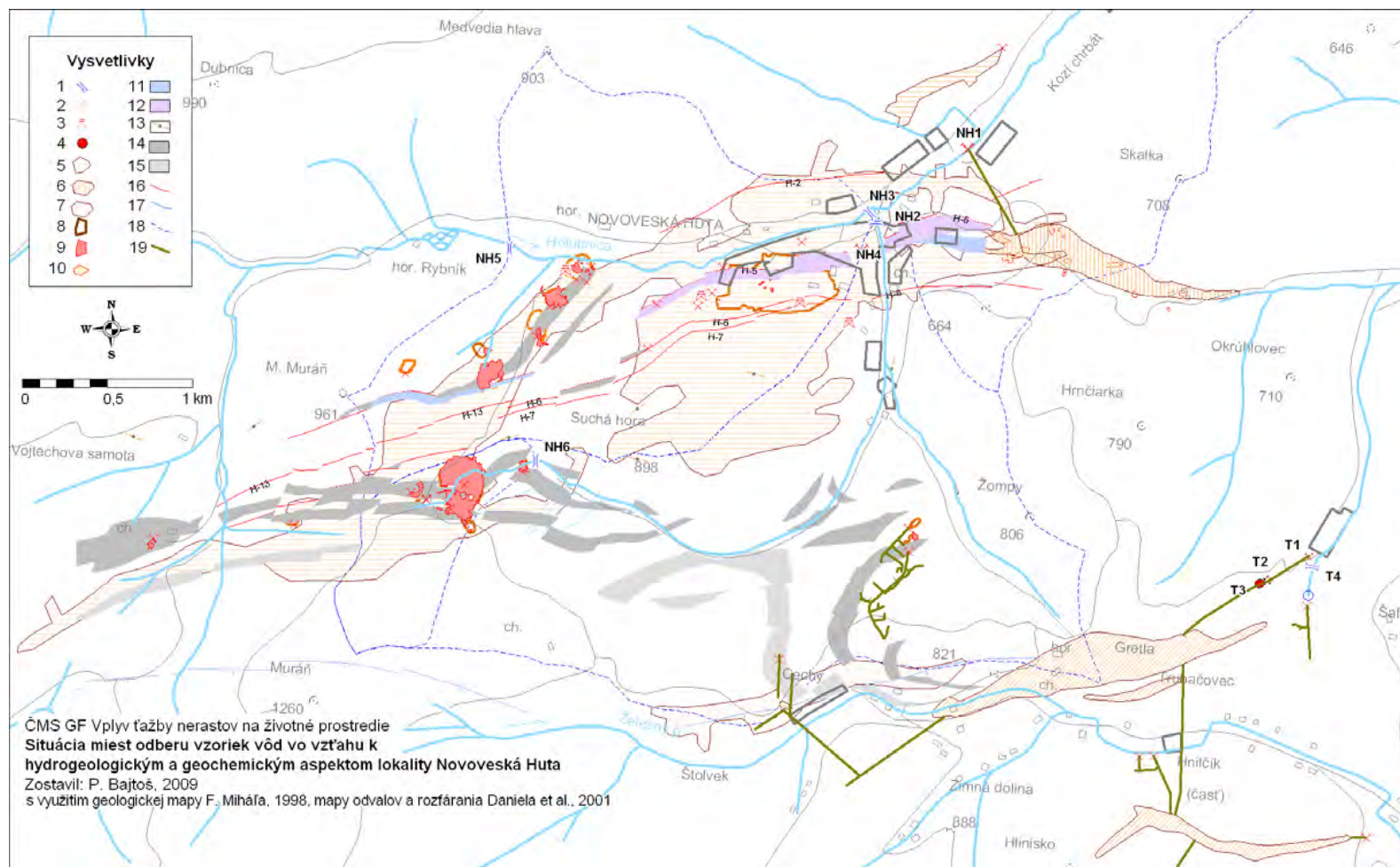


Obr.2.4.80: Ústie Novej štôlne s upraveným portálom po poslednom priedave. (foto P. Bajtoš, 8.12.2009)



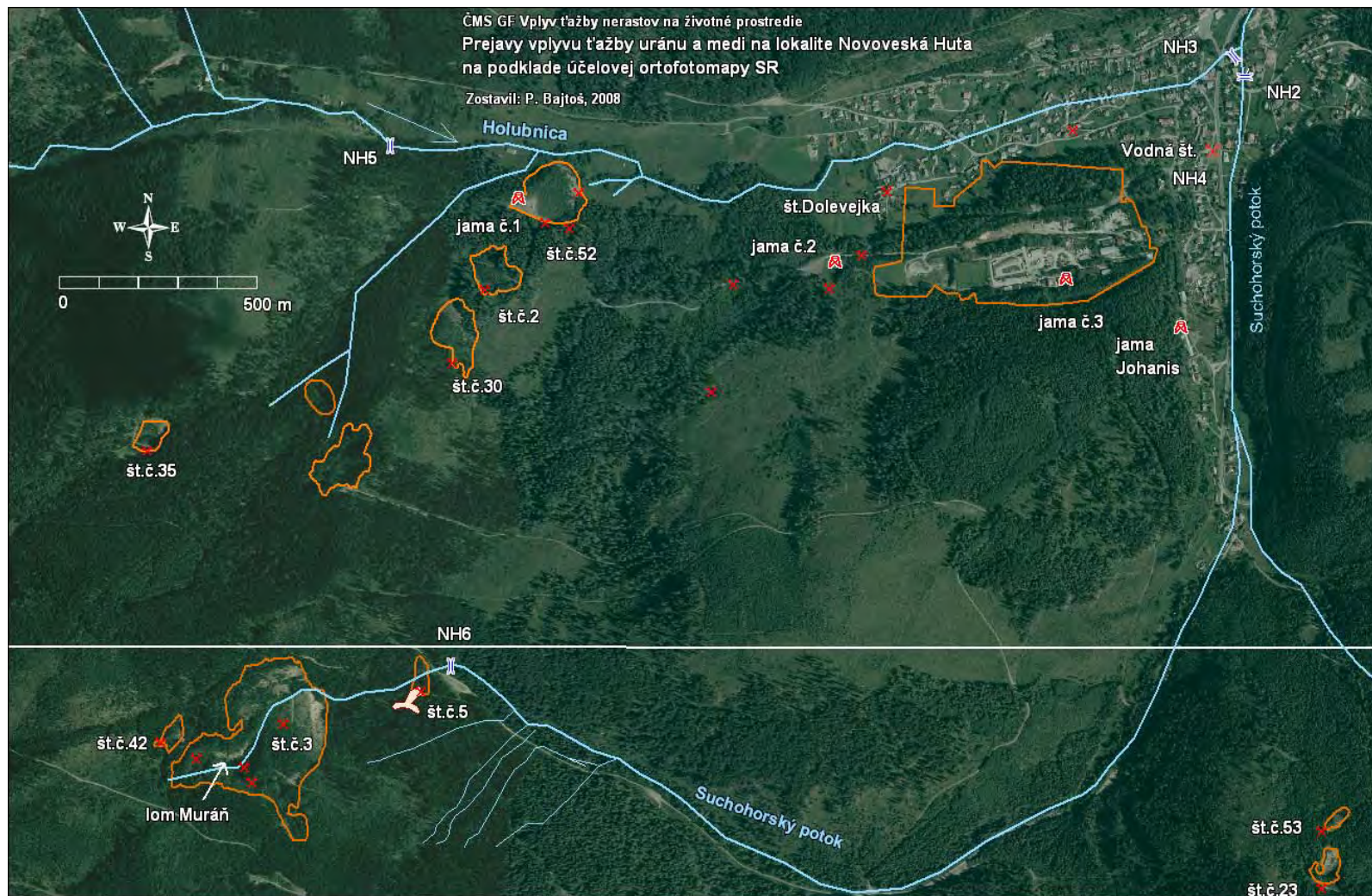
Obr. 2.4.81: Zával nad Novou štôľňou s prelivom banskej vody. (foto P. Bajtoš, 8.12.2009)





Obr. 2.4.82: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Novoveská Huta

1 - monitorovaný profil toku, 2 - ústie štôlne, 3 - šachta, 4 - vrt, 5 - rozsah rozfárانيا U a Cu rúd, 6 - rozsah rozfárانيا ložiska sadrovca, 7 - rozsah rozfárانيا Fe-Cu rúd, 8 - halda, 9 - plochy zvýšenej rádioaktivity, 10 - závaly, 11 - východ sadrovca, 12 - východ sadrovcového súvrstvia, 13 - Cu pieskovce, 14 - 2. uránová poloha, 15 - 1. uránová poloha, 16 - Fe-dolomitové žily s Cu, 17 - sideritové žily, 18 - rozvodnica, 19 - priemiet hlavného banského diela



Obr. 2.4.83: Prejavy vplyvu ťažby uránu a medi na lokalite Novoveská Huta na podklade účelovej ortofotomapy SR. Hnedou čiarou sú okontúrované telesá háld, vyznačené sú ústia štôlní a šácht a monitorované profily povrchových tokov.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

Do štátneho monitorovacieho systému bolo navrhované pokračovanie zisťovania a monitorovania poddolovania a ostatných zdrojov fyzikálnych impaktov ako na ložisku sadrovca a anhydritu tak i ložiska uránových rúd (Vrana, 2005)

Prejavy poklesov terénu boli sledované na ložisku sadrovca a anhydritu v rozsahu 20 závalov a prepadlísk.

### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov a ich spracovanie, terénna obhliadka lokality.

Tab. 2.4.57: Zoznam dokumentácie zaradebej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Novoveská Huta

Číslo geofondu	Názov ZS	Autor	Rok	Zaradené podklady
			2006	Situácia projektovaných vrtov v Novoveskej Hute
80621	Novoveská Huta - súhrnná správa Cu, U-Mo, sírany	Novotný	1995	Mapa preskúmanosti Novoveská Huta
80621	Novoveská Huta - súhrnná správa Cu, U-Mo, sírany	Novotný	1995	Mapa preskúmanosti Novoveská Huta - Hanisková
		Novotný	1992	Jama č.3
30761	Novoveská Huta, Cu ruda	Macko	1964	Geologická mapa
53373	Projekt geologicko-prieskum. prác	Daniel	1982	Mapa preskúmanosti
		Vojtáš	1986	Geologické rezy - Jánsky potok
		Doležal	1986	Povrchová situácia okolia Jánskeho potoka v Novoveskej Hute
				Situácia: štôlna 23, 53 a vrtov
				Situácia štôlne Hoffnunds, Gurilla a vrtov
				Situácia štôlne Bartolomej, Froleichnam, Doleveika, Johanis a vrtov
				Náčrt štôlne 3, 5, 35, 42
				Náčrt štôlne 43
30761	Novoveská Huta, Cu ruda	Macko	1962	Geologické rezy ložiskom
30761	Novoveská Huta, Cu ruda	Macko	1962	Geologické rezy ku geologickej mape 4
		Hudáček	1959	Vzmáhaná stredná Ladislav štôlna
		Kručko	1958	Banské diela v okolí Novoveskej Huty
		Kručko	1958	Prehľadná mapa starých banských prác Cu (náleziská s nárysom)

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy a terénna obhliadka nových závalov. V ložiskovej oblasti Novoveská Huta bola podrobnejšie pozorovaná oblasť ústia Novej štôlne pri Tepličke nad Hornádom. V tejto oblasti bol dokumentovaný nový zával sadrovcového súvrstvia (obr. 2.4.84), ktorý spôsobil vzdušenie banskej vody v komplexe banských diel.

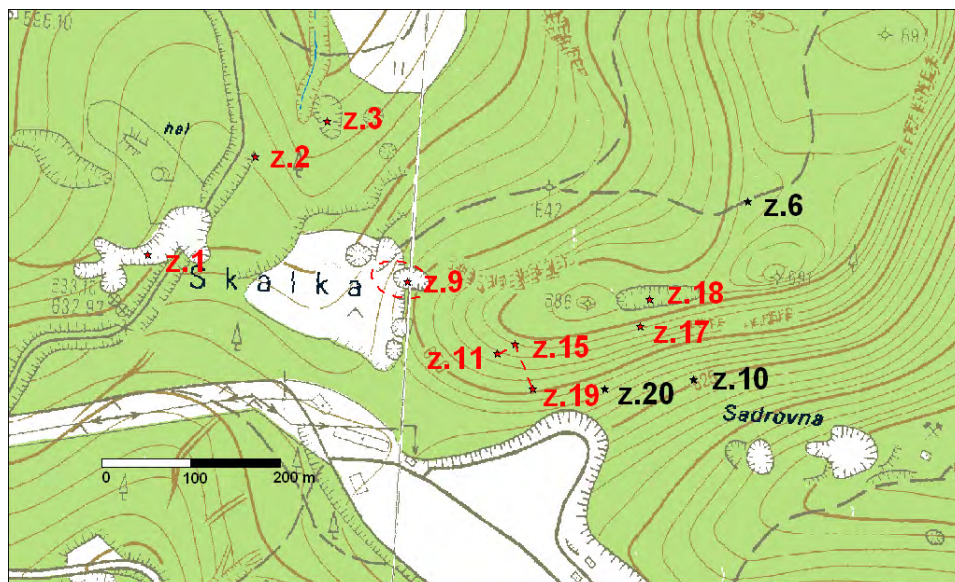
### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2007

Monitorovacie práce v roku 2007 pozostávali z archívnej excerpcie a terénnej rekognoskácie poklesov terénu.

Monitorovacie práce v teréne boli zamerané na sledovanie zmien a detailnejšieho spracovania prejavov a vývoja poklesov terénu na závaloch a závalových pásmach po 3, resp. 4 rokoch od posledného monitorovania. Práce pozostávali z terénnej rekognoskácie, fotodokumentácie. Nové poznatky a pozorovania boli zaznamenané do záznamového listu podľa štruktúry ZL typu PT-TR na 7 z navrhovaných 12 objektov. Boli to objekty z.1, 2, 3, 9, 15 (s potenciálnym prepojením so z.11 a z.19), 17 a 18. Zvyšných 5 objektov nebolo zaradených, pretože ich lokalizácia nebola jednoznačná, nakoľko sa nachádzali v ťažko prístupných závalových pásmach, s množstvom drobných závalov, ktoré nemohli byť vytýčené ani pomocou GPS. Rozmery objektov boli pre nedostupnosť určované len na základe vizuálneho hodnotenia, resp. hrubého odhadu (obr. 2.4.85).



Obr. 2.4.84: Zával nad ústím Novej štôlne po prvom prievale. (foto P. Bajtoš, 3.5.2009)



Obr. 2.4.85: Schéma monitorovaných poklesov terénu Vysvetlivky: z.1 (červená farba) – monitorované objekty z.20 - neidentifikované objekty; rozšírenie, prepojenie pôvodných objektov

Je potrebné zdôrazniť, že obmedzenia monitorovania na všetkých monitorovaných objektoch vyplývajú predovšetkým z bezpečnostných rizík, pretože v prevažnej väčšine išlo o exponované časti stien a okrajov závalových pásiem často s hlbokými zátrhmi v ich okolí.

Najväčšie zmeny boli zaznamenané v oblasti závalu z.9, nový zával premodeloval okolitý terén. Zmenu oproti pôvodnému stavu pri samotnom vzniku vykazuje i zával z.1, ktorý bol čiastočne zavezený odpadom. Ostané závaly, resp. lokálne závalové pásma, až na zosuvy na okrajoch strmých, nevykazujú pri vizuálnom hodnotení zreteľné zmeny. Určenie konkrétnej hodnoty zmien tvaru pri jednotlivých objektoch oproti prvotne dokumentovaným závalom znemožnila nielen ich nedostupnosť pre nové merania, ale i orientačné hodnoty vstupných údajov, bez presnej lokalizácie merania. Terénnou rekognoskáciou sa však potvrdilo pozvoľné pokračovanie deformácie celého závalového pásma, čo sa prejavilo tendenciou pozvoľného prepojovania pôvodne samostatne dokumentovaných závalov do líniových závalových pásiem (prepájanie z.15 so z.11 a z.19, ktoré boli pôvodne vzdialené 20 až 50 m), ale v časovom období 5 rokov, bez reprezentatívneho geodetického zamerania a porovnania oproti pôvodným hodnotám, sa tieto deformácie terénu nedajú presne vyčíslieť.

### Poklesy terénu

z.1:



Obr. 2.4.86: Zával je zaplňovaný odpadom rôzneho druhu, jeho okraje sa zosúvajú (foto Záhorová, 2007)

z.2:



Obr.2.4.87: Prevažná časť závalu je pokrytá vegetáciou, okraje závalu predstavujú riziko zosuvu (foto Záhorová, 2007)

z.3:



Obr.2.4.88: Celkový pohľad na zával lievikovitého tvaru a zosuvný okraj (foto Záhorová, 2007)

z.9: s novým závalom na jeho západnom okraji



Obr. 2.4.89: Odlučná stena nového závalu a zosuv po zrážkovej činnosti (foto Záhorová, 2007)



Obr.2.4.90: V bezprostrednej blízkosti premodelovaného závalu z.9 sa nachádza starý zával (foto Záhorová, 2007)



Obr.2.4.91: Zátřhy na okrajoch závalu siahajú hlboko do lesného porastu (foto Záhorová, 2007)

z.15: s prepojením so závalmi z.11 a z.19



Obr.2.4.92: Zával z.15 (foto Záhorová, 2007)



Obr.2.4.93: Pravdepodobný zával z.11 a 19 postupne prepájaný so z.15 (foto Záhorová, 2007)



z.17:



Obr.2.4.94: Prevládajúci tvar závalu je líniový, ale má veľa výbežkov (foto Záhorová, 2007)

z.18:



Obr.2.4.95: Zával vytvára na hrebeni rozvetvené poruchové pásmo (foto Záhorová, 2007)

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Pre hodnotenie vývoja poklesov terénu je potrebné presné vytýčenie stanovísk merania a použitie laserových prístrojov pre zameranie tvaru, resp. objemu prepahlísk. Používané orientačné meranie pomocou pásma v prvej etape monitorovacích prác (Vrana, 2005) nedáva reprezentačné údaje pre následné práce a tým znemožňuje i samotné vyhodnocovanie vývoja poklesov terénu. Terénna rekognoskácia poklesov terénu sa z týchto dôvodov v roku 2007 sústredila hlavne na zhromažďovanie dostupných údajov a identifikáciu objektov navrhnutých do monitorovacieho systému.

Terénne práce potvrdili pozvoľné poklesávanie terénu, ktoré je dokumentované postupným prepájaním pôvodne samostatných objektov do spojených objektov, ale bol dokumentovaný i dodatočný zával nad vydobytými priestormi v území, ktoré sa javilo ako relatívne stabilizované.

Monitorovanie vybraných objektov bolo veľmi náročné, pretože sledovanie závalov z bezprostrednej blízkosti je z hľadiska bezpečnosti rizikové. Závaly sa navyše nachádzajú v neprehľadnom zalesnenom území, ktoré zhoršuje lokalizáciu a znemožňuje fotodokumentáciu, či samotné merania. Použitie leteckých snímok nie je možné pre súvislý lesný porast prevažne ihličnatých drevín v sledovanej oblasti. Z týchto dôvodov je potrebné v budúcnosti uvažovať o iných formách monitorovacích prác. Ako najvhodnejšiu alternatívu považujeme laserové geodetické zameranie vybraných objektov v intervale 5 rokov.

Na základe doterajších prác odporúčame i naďalej pokračovať v monitorovaní vybraných objektov, ktoré sa môžu dopĺňať o nové objekty, resp. niektoré menšie stabilizované objekty, u ktorých bude opätovne dokumentované nízke bezpečnostné riziko, navrhujeme postupne z monitoringu vylúčiť. Frekvenciu meraní navrhujeme predĺžiť na 5 rokov. V prípade vzniku nových závalov uvažujeme tieto objekty dopĺňať do databázy priebežne.

#### **3.4.4.13. Lokalita Jelšava N1**

Ťažobná organizácia Slovenské magnezitové závody, a. s. Jelšava poskytla do databázy štátneho monitoringu vyžiadané časti bansko-meračskej dokumentácie ložiska a údaje z prevádzkového monitoringu čerpaného množstva banskej vody a kvality odpadových vôd. Zapožičané mapové podklady týkajúce sa rozsahu závalového pásma na povrchu a hlbinného rozfárانيا bane boli zoskenované a zaradené do databázy ČMS GF VŤŽP. V roku 2008 bolo na ložisku vykonané preverenie stability závalov meračskou skupinou ťažobnej organizácie porovnaním ich veľkosti a tvaru so skôr dokumentovaným stavom. Z 8 posudzovaných závalov len na jednom bolo zistené jeho zväčšenie (rozšírenie v smere S-J), na ostatných neboli zistené zmeny. Údaje prevádzkového monitoringu ťažobnej organizácie doplnené jednorazovým odberom vzoriek vôd a ich laboratórnymi analýzami v rámci ČMS GF VŤŽP dokladajú, že v súčasnosti na lokalite nedochádza, napriek miernej alkalizácii a nárastu koncentrácie horčíka, k nežiaducemu zhoršeniu chemického zloženia vody v miestnych povrchových tokoch - Mníšanskom potoku a potoku Jordán.

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Ložisko je odvodňované čerpaním banskej vody z úrovne horizontu 200 m n. m. úpadnicou na povrch. Hladina podzemnej vody je tu oproti pôvodnému stavu znížená o 95 m. Čerpané množstvo banskej vody dosiahlo podľa údajov ťažiara v roku 2007 458 694 m<sup>3</sup> a v roku 2008 498 036 m<sup>3</sup>, čo predstavuje priemernú výdatnosť 14,59 l.s<sup>-1</sup> resp. 15,84 l.s<sup>-1</sup>. V poslednom období neboli pozorované negatívne prejavy umelého zníženia hladiny na zdroje podzemnej vody lokality. V roku 1985 však zníženie hladiny odvodňovaním ložiska spôsobilo zánik miestneho vodárenského zdroja - prameňa Teplá voda, prirodzene odvodňujúceho hydrogeologickú štruktúru dolomitovo-magnezitového telesa Dúbravského masívu (Bajtoš, 2005). Množstvo priesakovej vody z odkaliska zodpovedalo v roku 2007 priemernej ročnej výdatnosti 17,8 l.s<sup>-1</sup>, v roku 2008 18,1 l.s<sup>-1</sup>.

Tab. 2.4.58: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality vôd na lokalite Jelšava za roky 2007-2008

2007-2008	pH	Ca (mg.l <sup>-1</sup> )	Mg (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	RL <sub>105</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NEL
Mníšanský potok nad závodom	7,53	43,4	18,4	61,2	0,72	0,36	0,014			
Mníšanský potok pod závodom	8,30	41,1	38,5	55,9	0,34	0,066	0,006			
Priesak z odkaliska	8,16	19,6	78,0	61,9	0,42	0,04	0,002	437	9,05	
Výtok z ČOV	9,39	51,6	43,4	46,0	0,25	0,11	0,002	578	32,9	0,19

Ťažobná organizácia vykonáva na ložisku prevádzkový monitoring kvality vôd na objektoch: výpusť č.1 odkalisko a výpusť č.3 ČOV. V rámci štátneho monitoringu ČMS GF VÍŽP bola v roku 2008 jednorazovo preverená kvalita povrchovej vody Mníšanského potoka v dvoch profiloch (nad a pod závodom), priesak z odkaliska a odtok z ČOV (tab. 2.4.58).

Tab. 2.4.59: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Jelšava

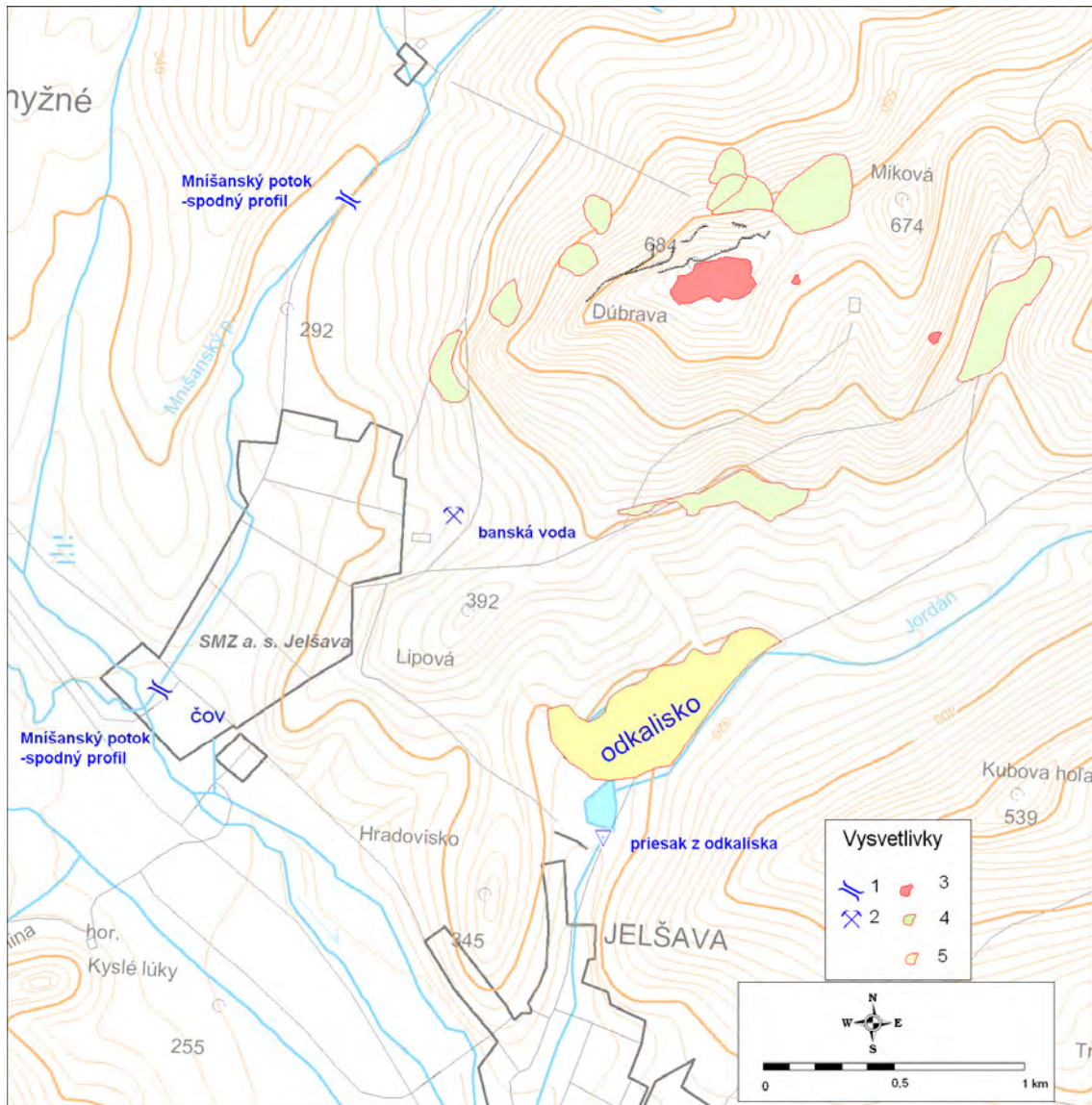
	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Mníšanský potok nad závodom					pH, Ca, Mg, SO <sub>4</sub>	Fe, As		Mn	
Mníšanský potok pod závodom					Ca, SO <sub>4</sub> , Fe, As	pH, Mg, Mn		Mg	pH, SO <sub>4</sub>
Priesak z odkaliska	As				Ca, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, As, CHSK <sub>Cr</sub>	pH, RL <sub>105</sub>	Mg		
Výtok z ČOV					Ca, SO <sub>4</sub> , Fe, As	Mg	Mn, CHSK <sub>Cr</sub> , NEL	pH	
Banská voda					pH, Fe, SO <sub>4</sub> , RL <sub>105</sub>				

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.92.

Voda Mníšanského potoka drenujúceho západnú časť areálu ťažobného závodu sa prechodom touto oblasťou stáva zásaditejšou a koncentráciu Mg v nej stúpa (z kategórie kvality **I** do **II**), pritom koncentrácia Mn a As klesá (tab. 2.4.57, 2.4.58). Priesak z odkaliska v doline potoka Jordán obsahuje koncentráciu horčíka spadajúceho do triedy **III** kvality povrchovej vody. Podľa výsledkov prevádzkového monitoringu kolísala v roku 2007 koncentrácia síranového aniónu v priesaku od 47,1 do 63,6 mg.l<sup>-1</sup>, horčíka 54,3-79,1 mg.l<sup>-1</sup> a Fe do 0,86 mg.l<sup>-1</sup>. Testy na ekotoxicitu boli negatívne.

Vo vzorke vody na výtoku z ČOV boli laboratórne stanovené nasledovné koncentrácie sledovaných komponentov: Ca = 51,6 mg.l<sup>-1</sup>, Mg = 43,4 mg.l<sup>-1</sup>, SO<sub>4</sub> = 46 mg.l<sup>-1</sup>, Fe =

0,249 mg.l<sup>-1</sup> a Mn = 0,114 mg.l<sup>-1</sup>. Koncentrácia Mg spadá do triedy kvality **II** povrchovej vody, ostatné sledované zložky do kategórie **I**.



Obr. 2.4.96: Monitorované objekty a hlavné prejavy ťažby na lokalite Jelšava  
 1 - monitorovaný profil povrchového toku, 2 - ústie odvodňovacej úpadnice, 3 - zával, 4 - halda, 5 - odkalisko

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Do štátneho monitoringu bolo navrhnuté monitorovanie vydobytých priestorov so sprievodnými charakteristikami a monitorovanie geodetických meraní, hladín vody v hrádzi a priesakov na činnom odkalisku v údolí potoka Jordán podľa platných regulatívov TBD.

Pre tieto účely sa dajú najlepšie využiť základné banské mapy znázorňujúce vydobyté priestory na jednotlivých horizontoch pre jednotlivé časové obdobia s doplňujúcimi charakteristikami, ktoré monitorujú Slovenské magnezitové závody, a. s., Jelšava.

Do štátneho monitoringu boli zaradené existujúce merania na 17 geodetických pevných a kontrolných bodoch a na 22 sondách s meraním úrovne hladiny vody v odkalisku. Do monitoringu bolo navrhované preberať výsledky existujúceho neperiodického zisťovania rozsahu závalov a prepادلísk v ložiskovej časti Dúbrava a Miková, ktoré vykonáva SMZ,

a. s., Jelšava tradičným polohovým zisťovaním a zákresmi do povrchovej banskej mapy M 1:1 000. Sledovanie závalov terénou rekognoskáciou bolo odporúčané vykonávať v dnovej oblasti potoka Jordán u 9 závalov vrátane skríningu údolného dna, kde môže dôjsť k vzniku nových závalov (Vrana et al., 2005).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov a ich spracovanie  
Digitálne podklady OGM SMZ:

- Banská mapa povrchu (závalové pásmo, horizont 323, 220)
- Mapa podzemia (VII horizont)

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy.

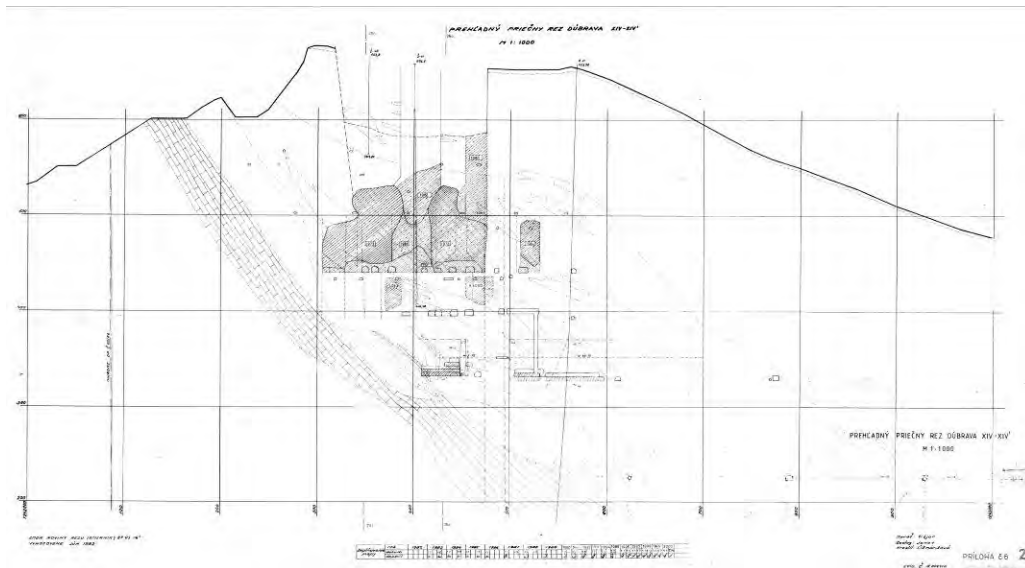
#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

Najnepriaznivejším prejavom banskej činnosti z hľadiska fyzikálnych impaktov manifestujúcich sa geodynamickými javmi a procesmi na ložisku Jelšava je vznik a vývoj závalov a prepahlísk. Tieto sú prejavom podrúbania v horninovom prostredí s vyťaženým magnezitom, mastencom a sprievodných hornín, najmä u plytších dobývok, ale predovšetkým pri ťažbe otvorenou komorou a dobývaním bez spätnej základky. Práve ložisko Jelšava môže byť ukázkou najrozsiahlejších závalov a prepahlísk na ložiskách rúd a nerúd v rámci celého Slovenska.

Rozsiahle podrúbanie významnej časti územia dobývacieho priestoru spolu s tektonickou predispozíciou a lokálnym skrasovatením horninového masívu podmienujú vznik hlbokých závalov a prepahlísk ako typických prejavov poklesávania na povrchu terénu. Na ložisku sú vyvinuté tri oblasti prepahlísk a závalov: 1) najväčšiu oblasť predstavujú dnes takmer úplne prepojené prepahliská a závaly vo vrcholovej časti masívu Dúbrava o dĺžke 340 m, maximálnej šírke 190 m a hĺbke 40 – 80 m a ďalšie dva izolované prepahliská; 2) v mikovskej oblasti sa nachádza jeden zával rozmerov 40 x 55 m s udávanou odhadovanou hĺbkou až 100 m; 3) v dnovej oblasti údolia potoka Jordán, ktorá je situovaná nad záhradkárskou osadou, čiastočne už mimo dobývacieho priestoru, sú vyvinuté relatívne malé závaly (najväčší má dĺžku 23 m); príčinou v tomto prípade nie je poddolovanie, ale nepriame dôsledky drenáže a skrasovatenie. V minulosti dokladované závaly v ďalšej oblasti (Teplá voda) boli zlikvidované zasýpaním.

Závaly a prepahliská sa nachádzajú takmer výlučne v dobývacom priestore, mimo obývanú oblasť a s výnimkou nevelkých závalov v dnovej časti údolia potoka Jordán sú situované v ťažko dostupnom členitom a zalesnenom teréne, z týchto dôvodov sa v rámci monitoringu prebrala dokumentácia od ťažobnej organizácie.

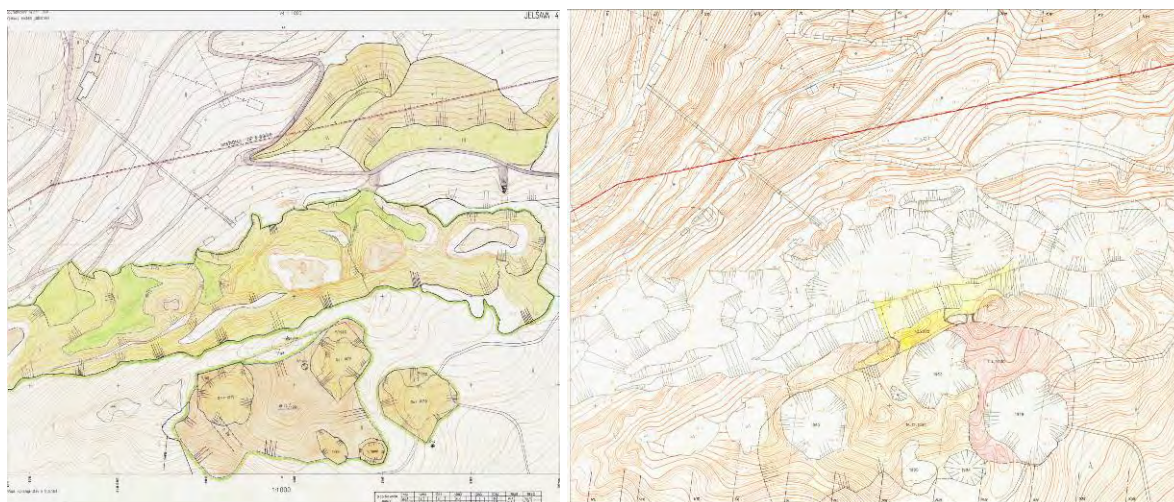
Banský geotechnický monitoring v SMZ, a. s., Jelšava začal pracovať od začiatku roka 1992 po tom, ako v decembri 1991 došlo na ložisku Dúbravský masív v časti ložiska Dúbrava k mimoriadnej udalosti, k prelomeniu nadložja nad vydobytými komorami a vytvoreniu povrchového krátera o rozmeroch cca 150 x 100 m s hĺbkou 50 – 70 m. K prelomeniu nadložja došlo spojením šiestich, už predtým vytvorených lokálnych závalov na povrchu.



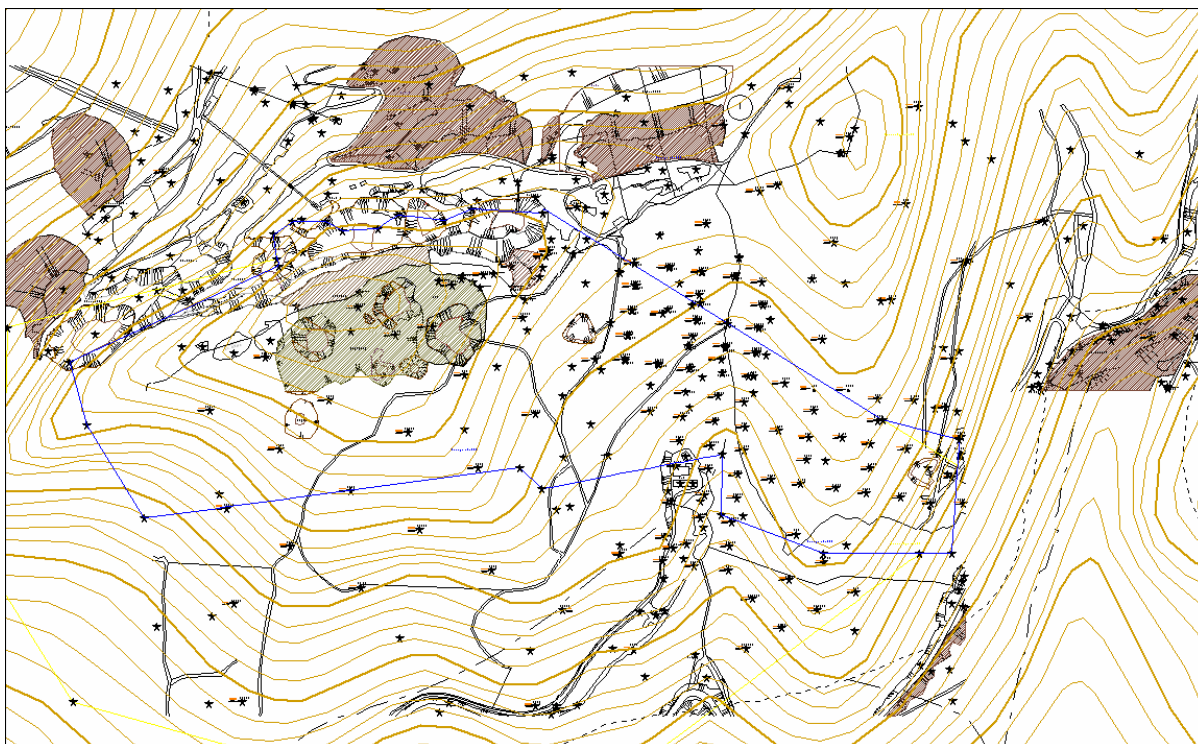
Obr. 2.4.97: Priechny rez ložiskom Dúbravský masív (podklady OGM SMZ)

Po upustení od geodetických meraní, ktoré neboli pre prognózovanie vzniku náhlych pohybov a závalov spoľahlivé, pokračovalo oddelenie OGM SMZ, a. s., v sledovaní okrajov závalov a prepahlísk a ich kartografickým zobrazovaním do povrchových banských máp mierky 1:1 000 a 1:5000 (obr. 2.4.98).

Zatiaľ jediným spoľahlivým nástrojom zostáva dokladovane pomocou zákresov okrajov závalov a prepahlísk do povrchovej banskej mapy (obr. č. 2.4.99)



Obr. 2.4.98: Závaly registrované do roku 1979 a v rokoch 1980, 1982, 1985, 1991 (vľavo) a nové závaly v rokoch 2000, 2002 (podklady OGM SMZ)



Obr. 2.4.99: Stav závalového pásma do roku 2009 (podklady OGM SMZ)

Výlučne vlastný terénny monitoring nebol vykonávaný vzhľadom na sťaženie prístupnosť a riziko ohrozenia bezpečnosti pre pohyb osôb.

Ťažobná organizácia Slovenské magnezitové závody, a. s. Jelšava, poskytla vyžiadané časti bansko-meračskej dokumentácie ložiska a údaje z prevádzkového monitoringu čerpaného množstva banskej vody a kvality odpadových vôd. Zapožičané mapové podklady týkajúce sa rozsahu závalového pásma na povrchu a hlbinného rozfárana bane boli zoskenované a zaradené do internej databázy ČMS GF VŤŽP (obr. 2.4.98, 2.4.99)

Do databázy o ložisku boli zaradené nasledovné podklady (vypracované v období 1979-1991):

- Mapy prepahlísk SMZ Jelšava
- Grafická dokumentácia havárie - závalu nadložných hornín, baňa Dúbrava, 17.12.1991
- Povrchová mapa Jelšava
- Banská mapa povrchu Jelšava
- Základná banská mapa
- Banské mapy Dúbrava
- Prehľadné priečne a pozdĺžne rezy Dúbrava
- Fotodokumentácia závalov.

Do databázy bolo v roku 2008 prebrané popisné hodnotenie stavu prepahlísk realizovaných meračskou skupinou SMZ Jelšava:

#### č. 1 (808)

Nachádza sa nad oblasťou komôr 808 A, B, C na VIII. horizonte. Vzniklo poklesom pri dobývaní komory 808 B v roku 1974. K rozšíreniu a k poklesu došlo pri likvidácii uvedenej oblasti v V/1980. V súčasnosti zaberá plochu 3708 m<sup>2</sup> a nedochádza k jeho rozširovaniu. Pôdorys kruhový, mierne pretiahnutý na J, na SZ takmer pravouhlý kolmý roh. Prepahlisko sa

rozširovalo smerom na S k lomovej stene. Pôvodný terén svedčí o zvetranom oslabenom mieste.

#### č. 2 (806)

Nachádza sa nad oblasťou komôr 806 B, C na VIII. horizonte. Vzniklo pri dobývaní komôr 806 B, C v r. 1975 ako pokles. K podstatnému rozšíreniu došlo pri likvidácii uvedenej oblasti v roku 1981. V súčasnosti zaberá plochu 3778 m<sup>2</sup> a nedochádza k jeho rozširovaniu. Je spojené s likvidovanou oblasťou na úrovni 482. Súčasťou je aj prepahlisko na Z – 218 m<sup>2</sup> - v tesnej blízkosti, ktoré vzniklo taktiež pri likvidácii MKP 806 B - C. Pôdorys kruhový, východná stena rovná s drobnými výbežkami. Prepahlisko sa rozširovalo smerom na V.

#### č. 3 (806 F)

Nachádza sa nad západnou časťou komory 806 F. Vzniklo poklesom pri likvidácii uvedenej oblasti v r. 1986. Pokles materiálu v prepahlisku je 12 – 15 m. Kolmé steny. V súčasnosti zaberá plochu 968 m<sup>2</sup> a nedochádza k rozširovaniu. Pôdorys hruškovitého tvaru s predĺženou osou SSZ-JJV.

#### č. 4 (806 G)

Nachádza sa nad západnou časťou komory 806 G a MKP 806 G - F. Vzniklo ako pokles pri dobývaní komory 806 G v r. 1979. Pri likvidácii MKP 806 F - 806 v r. 1983 došlo k malému rozšíreniu. V súčasnej dobe zaberá plochu 1108 m<sup>2</sup> a nedochádza k ďalšiemu rozširovaniu. Jedná sa o lievikovitý pokles s prevýšením okraja a stredu 7 m. Pôdorys pravidelný kruhový.

#### č. 5 (805)

Nachádza sa nad východnou časťou komôr 806 A, F, G a západnou časťou komôr 806 A, D, E a MKP týchto oblastí. Prepahlisko vznikalo postupne. Najprv sa vytvorili dva samostatné lievikovité poklesy pri dobývaní komory 704 na VII. horizonte. Pri likvidácii uvedenej oblasti došlo ku spojeniu a poklesu. K podstatnému rozšíreniu a poklesu došlo pri likvidácii stropného piliera medzi 482 m n. m. a VII. horizontom a likvidácii MKP 806 - 805 v roku 1976. V súčasnej dobe najväčšie prepahlisko zaberá plochu 5541 m<sup>2</sup>. Pôdorys nepravidelný. Rozširovalo sa na S a na J.

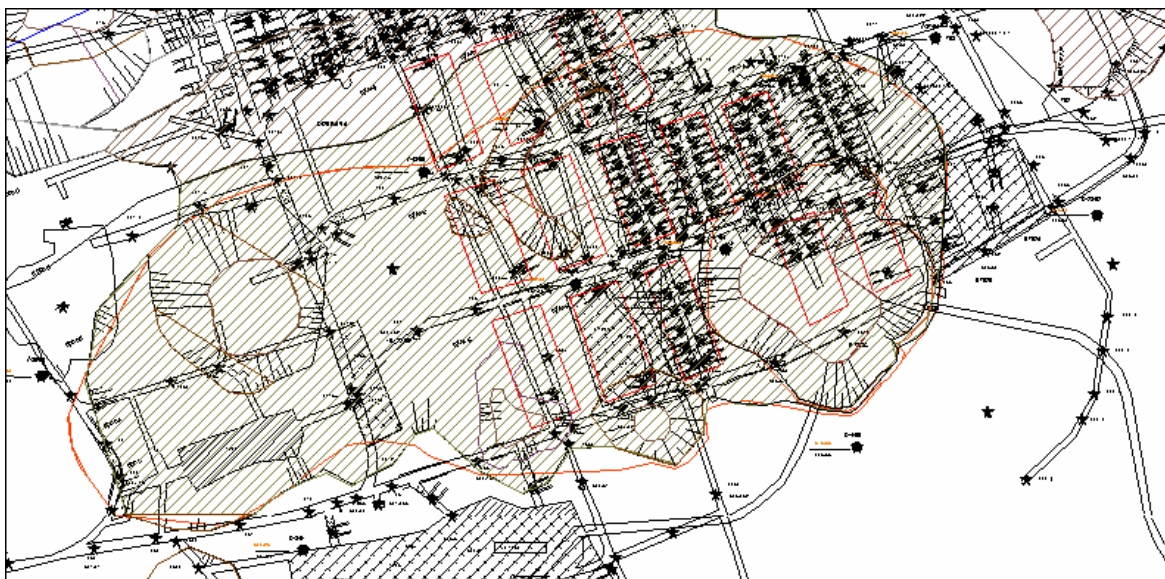
#### č. 6 (4053)

Nachádza sa nad severnou časťou komory 4053 na hor. 430 Bane Dúbrava. Prepahlisko vzniklo ako pokles po vydobytí komory 4.3.1986. Hĺbka poklesu sa pohybuje od 2 – 3 m v severnej časti po 7 – 9 m v južnej časti poklesu. V súčasnosti pokles zaberá plochu 2077 m<sup>2</sup> a nedochádza k ďalšiemu poklesu ani rozširovaniu. Pôdorys má tvar nepravidelného šesťuholníka.

#### č. 7 (4514)

Nachádza sa nad juhozápadnou časťou komory 4514 na hor. 450. Prepahlisko vzniklo náhlym poklesom pri dobývaní komory v roku 1972. K ďalšiemu poklesu a menšiemu rozšíreniu došlo po likvidácii MKP 4513 - 4514 a ťažbe suroviny. V súčasnosti prepahlisko s kolmými stenami zaberá plochu 1614 m<sup>2</sup> a nedochádza k ďalšiemu rozširovaniu. Pôdorys tvaru nepravidelného päťuholníka. Tvar sa upravoval smerom na SV a JV.





Obr. 2.4.100: Spojitosť závalového pásma s výskytom komôr v VII horizonte (podklady OGM SMZ)

č. 8 (4524 - 25)

Nachádza sa nad východnou časťou komôr 4524 - 25. Vzniklo pri likvidácii MKP 24 - 25. Zaberá plochu 1518 m<sup>2</sup>.

Do databázy informácií o ložisku boli zaradené i poznatky z nasledovných prác:

- Banský geotechnický monitoring (Glenda, Pompura, 1997)
- Geologický informačný systém pre ložisko Jelšava (Blišťan, Kondela, 2002)
- Vplyv tektonických štruktúr na stabilitu hornín v oblasti magnezitového ložiska Jelšava - Dúbravský masív (Sasvári, Kondela, 2002)
- Geotechnický audit odkaliska SZM a. s. Jelšava (Masarovičová, Kovaľková, 2006)
- Ťažba magnezitu a ochrana životného prostredia v SMZ a. s. Jelšava (Lipták, 2006)

V roku 2009 ťažobná organizácia poskytla digitalizované podklady:

- Stav závalového pásma do roku 2009 (závalové pásmo horizont 323, závalové pásmo horizont 220)
- závalové pásmo s výskytom komôr v VII horizonte

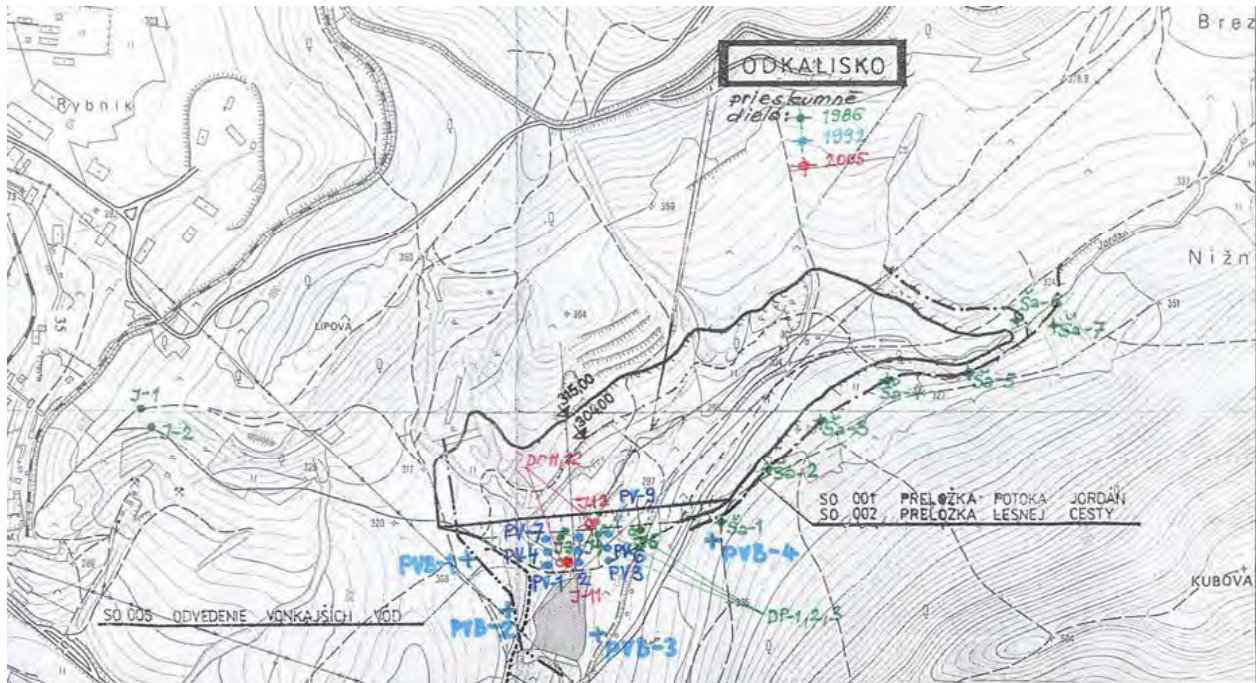
Činné odkalisko sa nachádza v dolnej časti údolia potoka Jordán.

Ide o údolný typ odkaliska, prevádzka od r. 1969; prietokové odkalisko (s jednorazovým využitím dopravnej vody), čiastočne pretekané povrchovými vodami z povodia; (kóta koruny základnej hrádze 288,0 m n. m.; projektovaná výška telesa odkaliska 315,0 m n. m., aktuálna kóta hrádzového systému je ~308,0 m n. m.; jedna základná hrádza výšky 8,0 m; šírka koruny hrádze 4,5 m; dĺžka hrádze 220,0 m; sklon vzdušného svahu 1 : 2, (základná hrádza), teleso odkaliska 1 : 5 (generálny sklon); sklon návodného svahu 1 : 3; základná hrádza realizovaná z miestnych zemín; plošná rozloha cez 33 ha, obtekaná potokom Jordán; akumulčná nádrž pod základnou hrádzou; predpokladaná produkcia odpadu 200 000 t.rok<sup>-1</sup>, v súčasnosti 82 000 t.rok<sup>-1</sup>; projektovaný objem uloženého sedimentu 3,9 mil. m<sup>3</sup>; trvalé uloženie rudného odpadu).

Monitoring objektu zabezpečuje sledovanie pevných výškových bodov (4 ks), kontrolných výškových bodov (10 ks), úrovne hladín v pozorovacích sondách (9 ks) a priesakov (obr. 2.4.101). Životnosť odkaliska je plánovaná do r. 2009.

V roku 2006 bol realizovaný: Geotechnický audit odkaliska SMZ a. s., Jelšava, Masarovičová et al., ktorý konštatoval, že súčasný stav základnej hrádze znemožňuje spoľahlivú identifikáciu príčin negatívnych priesakových javov cez teleso hrádze.

Na odkalisku sa každý rok merajú deformačné zmeny na 13 geodetických bodoch v tolerancii presnej nivelácie, ďalšie 4 body sú pevne stabilizované mimo odkaliska pripojené sú na štátnu nivelačnú sieť v tolerancii VPN (obr. 2.4.101, tab. 2.4.60).



Obr. 2.4.101: Situácia prieskumných diel na odkalisku v Jelšave (Masarovičová, 2006)

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Závaly a prepahliská sa nachádzajú takmer výlučne v dobývacom priestore, mimo obývanú oblasť a s výnimkou nevelkých závalov v dnovej časti údolia potoka Jordán sú situované v ťažko dostupnom členitom a zalesnenom teréne, z týchto a bezpečnostných dôvodov sa v rámci monitoringu prebrala dokumentácia od ťažobnej organizácie. Monitorovanie prejavov poklesov terénu, vzhľadom na perspektívu dlhodobej ťažby na ložisku, bude prebiehať kontinuálne z prebraných podkladov SMZ.

Tabuľka 2.4.60: Merania deformačných zmien na odkalisku Jelšava  
(údaje nadmorskej výšky geodetických bodov – m n.m.)

KVB	2004	2005	2006	2007	2008	2009	PVB	1994
1	290,7872	290,7869	290,7869	290,78507	290,78393	290,78276	1	304,6561
2	291,4465	291,4461	291,4466	291,43734	291,43260	291,42780	2	293,0020
3	292,4735	292,4748	292,4785	292,47477	292,47339	292,47205	3	287,4160
4	299,9733	299,9730	299,9730	299,96980	299,96466	299,95946	4	309,8925
5	300,1629	300,1627	300,1643	300,16251	300,15429	300,14607		
6	300,1182	300,1174	300,1183	300,11613	300,11119	300,10622		
7	303,8967	303,8923	303,8923	303,89128	303,88937	303,88751		
8	303,8232	303,8194	303,8200	303,81710	303,81432	303,81153		
9	303,5864	303,5832	303,5835	303,58045	303,57724	303,57400		
10	283,9999	283,9966	283,9947	283,99984	283,99792	283,99601		
11	284,0350	284,0344	284,0331	284,03854	284,03810	284,03760		
12	284,0942	284,0940	284,0952	284,10083	284,10190	284,10297		
13	304,3856	304,3855	304,3855	304,38565	304,37772	304,37469		

#### 2.4.4.14. Lokalita Lubeník N2

Na lokalite prevádzkuje ťažbu magnezitu organizácia SLOVMAG a. s. Lubeník. Do databázy štátneho monitoringu poskytla vyžiadané časti bansko-meračskej dokumentácie ložiska a údaje z prevádzkového monitoringu čerpaného množstva banskej vody a kvality odpadových vôd. Zapožičané mapové podklady týkajúce sa rozsahu závalového pásma na povrchu a hlbinného rozfárانيا bane boli zoskenované a zaradené do databázy ČMS GF VŤŽP. Ložisko je odvodňované čerpaním banskej vody v mesačnom množstve cca 1 700 m<sup>3</sup>. Banská voda, vyznačujúca sa zvýšeným obsahom síranov (0,7 - 1,05 g.l<sup>-1</sup>) je odvádzaná do spoločnej kanalizácie na ČOV a ako súčasť odpadových vôd po prečistení vypúšťaná do rieky Muráň. Prevádzkovým monitoringom je sledovaný vplyv skládky inertného odpadu na miestny povrchový tok - prítok rieky Muráň.

#### *Hydrogeologické aspekty a geochemické aspekty*

Ložisko je odvodňované čerpaním banskej vody z úrovne IX. horizontu (72,5 m n. m.) hlavnou ťažnou jamou č. 3 na povrch. V roku 2008 bolo pri odvodňovaní bane vyčerpané na povrch množstvo 20 619 m<sup>3</sup> banskej vody, priemerné prítoky do bane v jednotlivých mesiacoch dosahovali 0,47 - 1,19 g.l<sup>-1</sup>. Dosiaľ neboli pozorované negatívne prejavy umelého zníženia hladiny na zdroje podzemnej vody lokality.

Ťažobná organizácia vykonáva prevádzkový monitoring kvality vôd lokality s ročnou frekvenciou odberu vzoriek. V dvoch profiloch je vzorkovaná povrchová voda ľavostranného prítoku rieky Muráň, v jednom priesak zo skládky inertného odpadu, monitorovaná je kvalita podzemnej vody v dvoch vrtoch (nad a pod skládkou), výtok z ČOV do rieky Muráň a monitorovaná je i kvalita banskej vody na dvoch ťažobných horizontoch. Prevádzkový monitoring bol v roku 2008 doplnený jednorazovým vzorkovaním monitorovacích objektov (s výnimkou banskej vody) v rámci ČMS GF VŤŽP. Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality odvodené z výsledkov laboratórnych analýz týchto vzoriek sú uvedené v tab. 2.4.61.

Z výsledkov monitoringu vyplýva že sústredený priesak zo skládky, tvoriaci na jej spodnom okraji jazierko, má zásaditú reakciu a vysoký obsah síranového aniónu i horčíka. Ľavostranný prítok rieky Muráň vplyvom tohto priesaku i vplyvom prítoku a skrytých priesakov z areálu ťažobno-spracovateľského závodu nadobúda zásaditejšou reakciu a vyššiu koncentráciu síranového aniónu a horčíka. Extrémne vysokými koncentraciami týchto zložiek sa vyznačuje i banská voda ložiska. Vo vzorkách podzemnej vody z monitorovacích vrtov A-1 a A-2 neboli zistené zvýšené koncentrácie sledovaných kvalitatívnych parametrov (tab. 2.4.62).

Tab. 2.4.61: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality vôd na lokalite Lubeník za roky 2007-2009

	pH	NH <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Ca (mg.l <sup>-1</sup> )	Mg (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )
nad skládkou	8,08	<0,04	70,3	52,1	910,6	0,13	0,006	0,040	<0,001
pod skládkou	9,20	<0,04	23,7	209,0	777,7	0,05	0,003	0,003	<0,001
skládku	9,85	0,062	15,6	243,0	1680,0	0,039	0,002	<0,001	<0,001
vrt A-1	7,04	0,91	52,7	51,3	150,1	0,05			
vrt A-2	7,57	0,05	59,1	41,9	190,9	0,117			
banská voda IX.h.	8,26		40,9	199,7	700,7	0,62			
banská voda X.h.	8,25		59,0	290,0	1051,2	0,16			

Vzorky odobraté v rámci ČMS GF VÍŽP a analyzované v GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves resp. odobrané v rámci prevádzkového monitoringu ťažiara – SLOVMAG a. s. Lubeník.

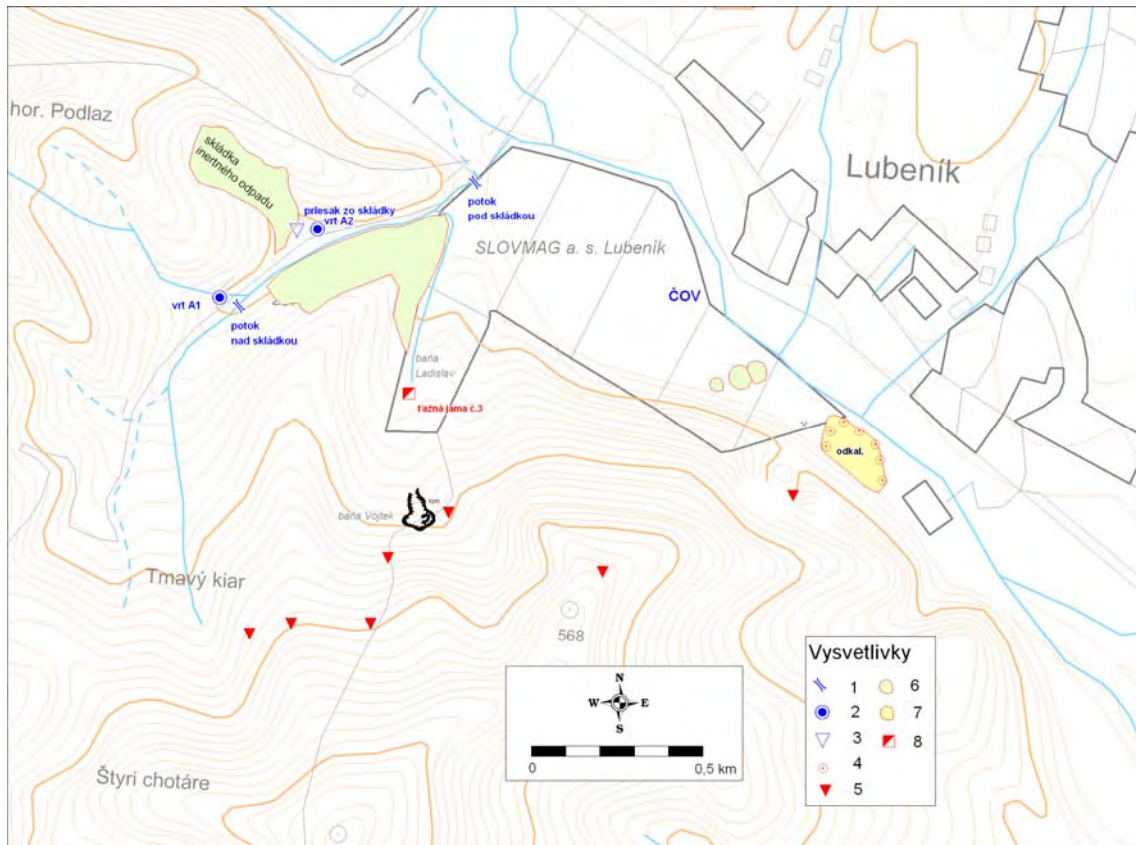
Tab. 2.4.62: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Lubeník

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Potok nad skládkou					Ca, Fe, Mn, As, Sb, NH <sub>4</sub>	pH	Mg		SO <sub>4</sub>
Skládka IO	As, NH <sub>4</sub>				Ca, Fe, Mn, As, Sb, NH <sub>4</sub>				pH, Mg, SO <sub>4</sub>
Potok pod skládkou					Ca, Fe, Mn, As, Sb, NH <sub>4</sub>			pH	SO <sub>4</sub> , Mg
Vrt A-1		NH <sub>4</sub>			pH, Ca, Fe		SO <sub>4</sub> , Mg, NH <sub>4</sub>		
Vrt A-2	NH <sub>4</sub>				pH, Ca, Fe	Mg	SO <sub>4</sub>		
Banská voda IX. horizont					Ca	pH, Fe		Mg	SO <sub>4</sub>
Banská voda X. horizont					Fe	pH, Ca			Mg, SO <sub>4</sub>

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.98

### Inžinierskogeologické aspekty

Do systému monitorovania bol navrhnutý terénny monitoring prejavov poklesávania (subsidiencie) povrchu terénu na celkom 7 objektoch PT-TR (závaloch), a to na 3 objektoch (PT-BM/TR-závLu-1, 2, 5) v najrozsiahlejšej oblasti a na 2 objektoch v západnej oblasti (PT-BM/TR-závLu-3, 4) a na dvoch objektoch (PT-BM/TR-závLu-,6,7) a odkalisko Lubeník (Vrana et al., 2005).



Obr. 2.4.102: Monitorované objekty a hlavné prejavy ťažby na lokalite Lubeník

1 - monitorovaný profil povrchového toku, 2 - monitorovací vrt, 3 - priesak zo skládky, 4 - vrt v odkalisku, 5 - zával, 6 - halda, 7 - odkalisko, 8 - jama

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov, vrátane priemetov vydobytých priestorov.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

K prvým závalom a prepادلiskám na povrchu terénu došlo v roku 1960, po likvidácii konštrukčných a technologických pilierov a prelomení stropu na III. a vzápätí na II. obzore (prepادلiská PT-BM/TR-závLu-1, 2, 5). Ďalšie prejavy boli zaznamenané takmer každý rok v období od r. 1970 do r. 1981, potom opäť v období rokov 1989 - 1996. V roku 1991 došlo k mohutnému prepadnutiu u najväčšieho závalu (PT-BM/TR-závLu-1) s odhadovaným objemom poklesnutého masívu okolo 1 mil. m<sup>3</sup> hornín. Všetky dutiny pod východným prepادلiskom (PT-BM/TR-závLu-2) sú zaplnené základkou a zosunutým materiálom z povrchu (Kurucz, Tunega, 1997).

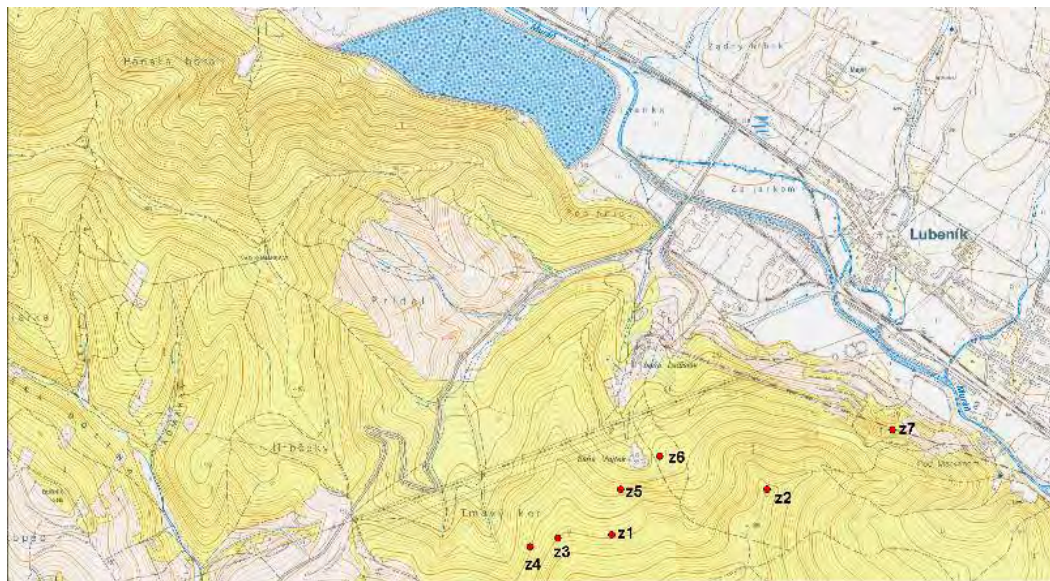
Kráterovité závaly na povrchu, vznikajúce ako dôsledok podrúbania pri ťažbe magnezitu, sú ťažobnou organizáciou v určitých časových intervaloch zaznamenávané do

mapových podkladov. Jedná sa o zákresy okrajov závalov a prepahlísk do povrchových banských máp i so záznamom ich časových zmien z bansko-meračskej dokumentácie.

Do databázy štátneho monitoringu boli zaradené v podobe zoskenovaných rastrových súborov nasledovné bansko-meračské podklady (za obdobie 1991-1992):

- Prehľadná povrchová mapa Lubeník (so závalmi)
- Závaly bane Lubeník (povrch, obzor I.-VIII.)

Existujúce údaje spracované doplnujúcim terénnym monitoringom v rozsahu údajov záznamového listu typu PT boli doplnené o údaje z roku 1992 prebraté z bansko-meračskej dokumentácie. Vlastné terénne pozorovanie poklesov terénu nebolo realizované (obr. 2.4.103).



Obr. 2.4.103: Lokalizácia registrovaných závalov



Obr. 2.4.104: Lokalizácia závalov pri Lubeníku v zalesnenom teréne (Google Earth)

### Závaly PT-BM/TR-závLu-1, 2, 5

vznikli v období rokov 1967 až 1974 v dôsledku prelomenia stropnej lávky výstupkového dobývania na III. a II. obzore, čo spôsobilo rozpojenie nadložného masívu až na povrch (obr. 2.4.104). Po roku 1996 nejavili závaly známky aktivity.

#### PT-BM/TR-závLu-1

max. plocha 340 x 220 m, hĺbka 20-35 m. Veľmi rozsiahly zával približne oválneho tvaru s postupným zväčšovaním v smere hore svahom, k juhu - na severe susedí so závalmi závLu-5 a -2.

#### PT-BM/TR-závLu-2

max. plocha 270 x 145 m, hĺbka 5-25 m. Rozsiahly zával nepravidelného oválneho až mnohoúhľovníkového tvaru s postupným zväčšovaním v smere hore svahom, k juhu- na západe susedí so závalmi závLu-5 a -1.

#### PT-BM/TR-závLu-5

max. plocha 130 x 75 m, hĺbka 20-30 m. Rozsiahly zával približne oválneho tvaru s pomerne nemenným vonkajším rozsahom - na východe susedí so závalom závLu-2 a na juhu susedí so závalom závLu-1.

Rozľahlosť, zlý prístup a vysoké bezpečnostné riziko dokumentujú i fotografie závalov uvedené v dokumentácii Vranu et al. (2005). Len pri závale závLu-2 boli v roku 2004 registrované prejavy aktivity, ktoré pravdepodobne súviseli s doznievaním pohybov oslabenej zóny hornín smerom k závalu závLu-1.

#### PT-BM/TR-závLu-3, 4

vznikli v roku 1989 ako náhly pokles. Pre neprístupnosť terénu a súvislý lesný porast informácie o rozmere len informatívne. Po roku 1991 nejavili závaly známky aktivity.

#### PT-BM/TR-závLu-3

izolovaný zával, kruhového tvaru s max. priemerom 120 m. Trhliny v severnej a severovýchodnej časti závalu naznačujú porušenie masívu smerom k najviac postihnutej centrálnej časti závalov.

#### PT-BM/TR-závLu-4

izolovaný zával, mnohoúhľovníkového tvaru s max. rozmermi 45 x 30 m.

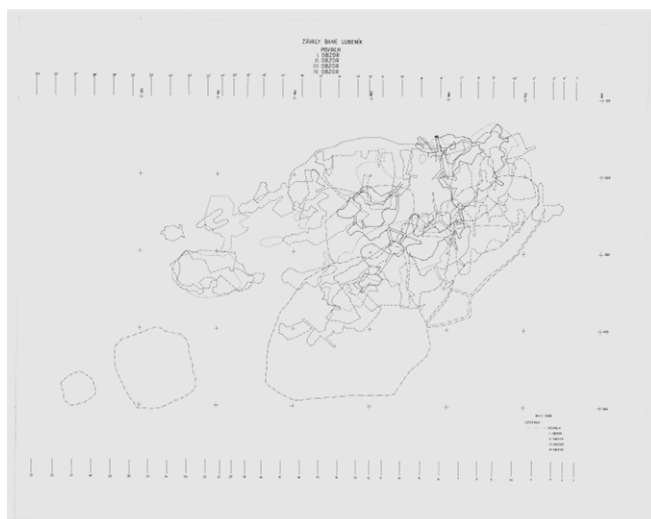
#### PT-BM/TR-závLu-6

vznikol v roku 1970, dôvody jeho vzniku nie sú známe, ide o izolovaný menší zával bez známok aktivity.

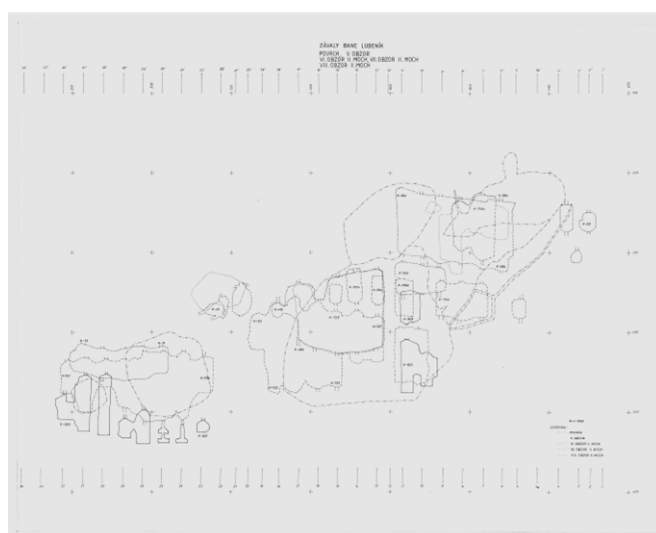
#### PT-BM/TR-závLu-7

vznikol v roku 1974 ako náhly pokles, pozostáva z troch malých závalov, ktoré vytvárali trojuhľovníkovú plochu s dĺžkami strán 170 x 170 x 90 m, je rekultivovaný.

Posúdenie spojitosti vzniku závalov s vyrúbanými priestormi umožňujú i združené priemety jednotlivých horizontov (obr. č. 2.4.105, 2.4.106).



Obr. 2.4.105: Závaly a obzory I až IV, baňa Lubeník



Obr. 2.4.106: Závaly a obzory V až VIII, baňa Lubeník

Do databázy štátneho monitoringu bolo prevzaté i prevádzkové meranie na geodetických bodoch na hrádzi odkaliska v Lubeníku realizované meračskou skupinou SLOVMAG a. s. Lubeník, ktoré dokumentuje, že na hrádzi nedochádza k pohybu. Výsledky meraní z rokov 2006 a 2007 sú uvedené v tabuľke 2.4.63.

Odkalisko Lubeník je situované pri východnom okraji ložiska, nad okrajom riečnej nivy rieky Muráň. Jeho celková dĺžka po päť okrajových hrádí je 300 m, šírka je 50 – 120 m. Odkalisko má viacero sedimentačných nádrží a je rozdelené na severnú, v súčasnosti činnú časť a na južnú časť, pokrytú na okrajoch sedimentačných nádrží hustým porastom trstia. Podľa dostupných výsledkov meraní vertikálnych posunov 7 geodetických bodov, vykonávaných s ročnou periodicitou, boli hrádze odkaliska v období 07/1999 - 11/2002 stabilné. Novšie výsledky meraní v rokoch 2006 až 2007 potvrdzujú stabilitu hrádze odkaliska.



Tab. 2.4.63: Výsledky merania geodetických bodov na hrádzi odkaliska v Lubeníku (m n. m.)  
(čerpané z dodaných údajov meračskej skupiny SLOVMAG, a.s. Lubeník)

Bod	1	2	3	4	5	6	7
Pôv. mer.	279,9352	278,9522	278,4162	278,5222	277,7102	278,0412	278,2112
11.2006	279,9352	278,9522	278,4162	278,5222	277,7102	278,0412	278,2112
06.2007	279,9352	278,9522	278,4162	278,5222	277,7102	278,0412	278,2112

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Závaly na ložisku sú priebežne dokumentované ťažobnou organizáciou preto i naďalej odporúčame dopĺňať informácie o závaloch z tohto zdroja. Samotná terénna rekognoskácia je vysoko riskantná, navyše ide o rozsiahlu oblasť v zalesnenom, ťažko prístupnom teréne. Preto navrhujeme upustiť od terénnej rekognoskácie existujúcich závalov, ktoré sú v DP ložiska a ktoré len s výnimkou závalu závLu-2 nejavili prejavy aktivity.

V tejto oblasti navrhujeme v budúcnosti zhromažďovať dostupné materiály o ložisku a registrovať len nové prejavy závalov, resp. udalostí spojené s bankskou činnosťou.

Do databázy štátneho monitoringu navrhujeme i naďalej preberať prevádzkové meranie na geodetických bodoch na hrádzi odkaliska v Lubeníku realizované meračskou skupinou SLOVMAG a. s. Lubeník.

#### 2.4.4.15. Lokalita Košice - Bankov N4

Ložisko v súčasnosti nie je ťažené, je však odvodňované čerpaním bankských vôd v množstve približne  $16 \text{ l.s}^{-1}$ . V prevádzkovom monitoringu sa dokumentuje množstvo čerpaných bankských vôd a jeho kvalita. V rámci štátneho monitoringu sa vykonal v roku 2008 doplnkový odber vzorky čerpanej banskej vody, ktorý potvrdil, že jej kvalita z environmentálneho hľadiska nie je problematická.

V roku 2008 boli v podzemí a na povrchu tejto bane vykonávané len zabezpečovacie práce (najmä prehliadky a kontroly bankských diel, objektov a zariadení v podzemí a na povrchu, čerpanie vôd, funkčné skúšky a revízie, kontrolné merania bankského ovzdušia, údržba, opravy a obnova zariadení, prevádzkovanie funkčnej skládky odpadov, starostlivosť o činné gravitačné odkalisko a ďalšie zabezpečovacie práce podľa overeného plánu).

#### Hydrogeologické aspekty a geochemické aspekty

Ložisko je odvodňované čerpaním banskej vody z hlavnej čerpacej stanice na VI. horizonte (50 m n. m.) hlavnou ťažobnou jamou na povrch. O množstve čerpaných vôd vedie správca ložiska záznamy, čerpaný objem je počítaný na základe časových záznamov chodu čerpadiel a overovaného výkonu čerpadiel. V roku 2008 kolísalo mesačné čerpané množstvo od  $9,1 \text{ l.s}^{-1}$  do  $12,2 \text{ l.s}^{-1}$ , v priemere sa čerpalo  $9,9 \text{ l.s}^{-1}$  banskej vody. V roku 2009 sa čerpalo  $9,1 - 11,4 \text{ l.s}^{-1}$ , priemerne  $10,1 \text{ l.s}^{-1}$ .

Na ložisku sa v súčasnosti vykonáva prevádzkový monitoring kvality čerpanej banskej vody. Vzorky sú odoberané z vodojemu na povrchu. Dňa 5.8.2008 sme zo spomínaného vodojemu odobrali kontrolnú vzorku čerpanej banskej vody. Charakteristické hodnoty kvalitatívnych ukazovateľov odvodené z výsledkov prevádzkového monitoringu a vlastných prác sú uvedené v v tab. 2.4.64, 2.4.65.

Tab. 2.4.64: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality vody na lokalite  
Košice - Bankov

Objekt	pH	Ca (mg.l <sup>-1</sup> )	Mg (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )
Baňa Bankov – čerpaná banská voda	8,30	48,0	85,2	155,0	0,16	0,007	0,006	0,004

Vzorky odobrané v rámci ČMS GF VŤŽP a analyzovaná v GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves, prípadne v rámci prevádzkového monitoringu správcu ložiska.

Tab. 2.4.65: Prehľad klasifikácie kvality banskej vody v oblasti Košice-Bankov

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Baňa Bankov - čerpaná banská voda		As			Ca, Fe, Mn, As	pH	Mg, SO <sub>4</sub> , Sb		

### *Inžinierskogeologické aspekty*

V rámci segmentu monitorovania zdrojov fyzikálnych impaktov na ložisku, bolo navrhnuté vykonávať retrospektívne zisťovanie rozsahu vydobytých priestorov a relevantných sprievodných technologických a ložiskových charakteristík v kontexte poznatkov o geologickej stavbe a tektonike horninového masívu, ktoré sú v prostredí skalných hornín rozhodujúcimi faktormi pri prognózovaní priestorového vplyvu na vznik a vývoj prejavov na povrchu terénu (obr. 2.4.107).

Do monitoringu bolo odporúčané i periodické sledovanie svahovej deformácie pri západnom okraji závalu terénnou rekognoskáciou z dôvodu jej jednoznačnej súvislosti s prejavmi poklesávania (takmer celý priestor svahovej deformácie sa dá považovať za súčasť „pásma trhlín a zalamovania“ a „pásma plynulých pohybov“ poklesovej kotliny).

V rámci monitorovania závalu bolo navrhnuté obnovenie a kontinuálne pokračovanie meraní polohových a vertikálnych zmien 35 bodov geodetického poľa na vybudovaných profiloch O, 1, 2, 3 a vizuálne hodnotenie terénnou rekognoskáciou (Vrana et al., 2005).

### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov, vrátane priemetov vydobytých priestorov.



Obr. 2.4.107: Hlavné geoenvironmentálne faktory ložiska Košice – Bankov (Cicmanová in Radvanec et al., 2004)

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009

Do databázy informácií o ložisku boli zaradené poznatky z nasledovných prác:

- Využitie GIS pri monitorovaní vplyvov banských záťaží (Blišťan, 2002)
- Projekt GIS pre ložisko Bankov - Košice (Blišťan, 2002)

Polohové a výškové merania geodetického bodového poľa v ložisku sa v súčasnosti nevykonávajú. Organizácia vykonávajúca banskú činnosť poskytla banskomeračskú dokumentáciu ložiska - mapy horizontov, ktoré boli zoskenované a zaradené do databázy (tab. 2.4.66).

Tab. 2.4.66: Zoznam dokumentácie zaradenej do databázy v rokoch 2008-2009, lokalita Košice - Bankov

Názov mapy	Mierka	Označenie prílohy		Doplnil
Priestorová banská mapa	1 : 2000			
Základná banská mapa	1 : 1000	8. hor.	list č. 7	23.11.94 Kropuch
Základná banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 1	11.11.93 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 7	23.11.94 Kropuch
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 8	11.11.93 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 3	23.11.94 Kropuch
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 6	03.96 Kropuch
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 9	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 4	
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 1	14.01.88 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.	list č. 7	02.01.86 Ing. Švábovský
Banská mapa	1 : 2000	3. hor.		
Banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 7	01.91 Ing. Thuroczy
Základná banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 6	1990 Ing. Thuroczy
Základná banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 3	02.10.1998 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 9	26.06.90 Ing. Štrauch
Základná banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 4	01.91 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 1	18.01.89 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	4. hor.		
Základná banská mapa	1 : 1000	1. hor.	list č. 7a 4	1974 Ing. Pikula
Banská mapa	1 : 1000	0. hor.	list č. 4	1988 Gerhard, Ing.
Banská mapa	1 : 1000	0. hor.	list č. 4	1988 Gerhard, Ing.
Základná banská mapa	1 : 1000	1. hor.	list č. 7 a 4	1974 Ing. Pikula
Základná banská mapa	1 : 1000	2. hor.	list č. 1 a 3	1990 Ing. Thuroczy
Základná banská mapa	1 : 1000	2. hor.	list č. 3, 4, 6, 7	1974 Ing. Pikula
Základná banská mapa	1 : 1000	2. hor.	list č. 1, 3	1974 Ing. Pikula
Základná banská mapa	1 : 1000	2. hor.	list č. 7	1974 Ing. Pikula
Základná banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 3	11.11.93 Ing. Thuroczy
Základná banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 4	01.91 Ing. Thuroczy
Základná banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 6	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 1	18.01.89 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 7	1991 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	5. hor.	list č. 9	26.06.90 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	3. hor.	list č. 1	07.07.82 Ing. Švábovský
Banská mapa	1 : 1000	3. hor.	list č. 3	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	3. hor.	list č. 4	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	3. hor.	list č. 6	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	3. hor.	list č. 7	04.01.87 Ing. Švábovský
Legenda k základnej vetrenej mape				
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 8	01.92 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 9	12.01.88 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 10	23.11.94 Kropuch
Základná banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 4	

Názov mapy	Mierka	Označenie prílohy		Doplnil
Základná banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 1	
Základná banská mapa	1 : 1000	6. hor.		
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 6	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 6	12.01.88 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 4	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 12	30.10.86 Ing. Jakubek
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 9	12.01.88 Ing. Štrauch
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 7	23.11.94 Kropuch
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 3	1990 Ing. Thuroczy
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 12	30.10.86 Ing. Jakubek
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 1	15.08.85 Horváth
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 10	24.11.94 Kropuch
Banská mapa	1 : 1000	6. hor.	list č. 8	01.92 Ing. Thuroczy

V rámci monitorovacích prác bola realizovaná orientačná terénna obhliadka prepahliska a zosuvu, ktorá na základe vizuálneho hodnotenia nezaznamenala významné rozširovanie závalového pásma, ani aktivácie zosuvu. Výsledky realizovaných meraní polohových a vertikálnych zmien na bodoch geodetického poľa na vybudovaných profiloch sa nám nepodarilo dokladať. Polohové a výškové merania geodetického bodového poľa v ložisku sa v súčasnosti nevykonávajú.



Obr. 2.4.108: Zával Košice-Bankov (foto Záhorová, 2009)



Obr. 2.4.109: Lokalizácia závalu Bankov (Google Earth)

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Závally na ložisku sú priebežne dokumentované ťažobnou organizáciou preto i naďalej odporúčame dopĺňať informácie o závaloch z tohto zdroja.

V rámci monitoringu odporúčame i naďalej dopĺňať informácie o vyrúbaných priestorov (MP), a deformáciách horninového masívu (MD).

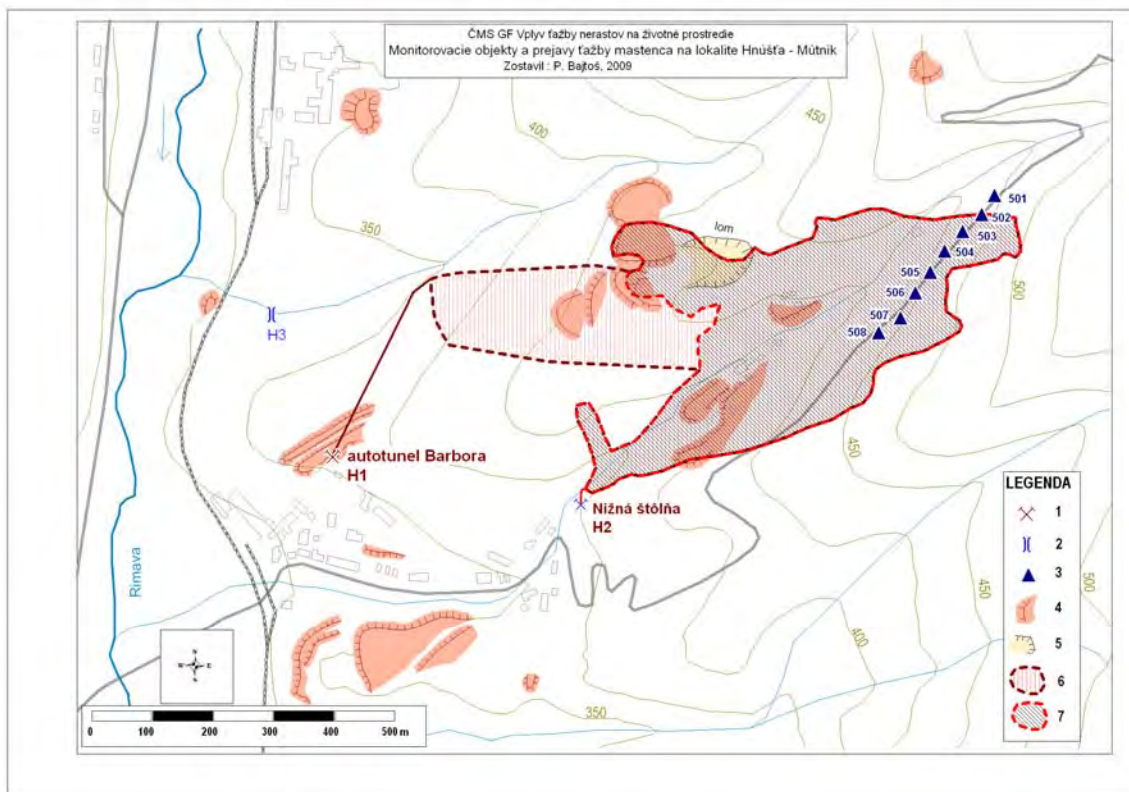
#### **2.4.4.16. Lokalita Hnúšť'a-Mútnik N5**

Ložisko mastenca a magnezitu je ťažené organizáciou Gemerská nerudná spoločnosť (GENES), a. s. Hnúšť'a. Táto sprístupnila pre zaradenie do databázy štátneho monitoringu vyžiadané mapové podklady, týkajúce sa rozsahu závalového pásma na povrchu a hlbinného rozfárانيا bane. Sprístupnené boli taktiež výsledky meraní poklesov 8 bodov, vykonávaných v období rokov 2003 - 2008 na cca 300 m dlhom úseku štátnej cesty Mútnik-Polom. Ložisko je odvodňované čerpaním cez autotunel Barbora a gravitačne Nižnou štôľňou.

#### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Ložisko je odvodňované čerpaním cez autotunel Barbora a gravitačne Nižnou štôľňou. Sumárny odtok banskej vody podľa doterajších meraní dosahoval cca  $3 \text{ l.s}^{-1}$ . Čerpaná banská voda je využívaná pri flotačnej úprave rudy, je odvádzaná do ČOV a ako súčasť odpadových vôd po prečistení vypúšťaná do rieky Rimava. Na ložisku sa nevykonáva systematický prevádzkový monitoring množstiev ani kvality vôd. V roku 2008 bol na lokalite začatý štátny monitoring, zahŕňajúci hydrometriu banskej vody zo štôľní Nižná a Barbora a povrchovej vody ľavostranného prítoku Rimavy odvodňujúceho ťažbou postihnuté územie (obr. 2.4.110).

Dňa 18.9.2008 sme hydrometricky zmerali výdatnosť vyššie uvedených odvodňovacích štôľní. Zo štôľne Nižná vytekalo na povrch  $0,85 \text{ l.s}^{-1}$  vody s teplotou  $10,3 \text{ }^\circ\text{C}$ , v autotuneli Barbora prítok dosahoval  $1,99 \text{ l.s}^{-1}$  a teplota  $10,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ľavostranný prítok Rimavy v profile pod areálom Talcum dosahoval prietok  $1,0 \text{ l.s}^{-1}$ .



Obr. 2.4.110: Monitorovacie objekty a prejavy ťažby masťenca na lokalite Hnúšťa-Mútnik  
1 - odvodňovacia štôlna, 2 - pozorovaný profil povrchového toku, 3 - pozorovaný geodetický bod, 4 - halda, 5 - lom, 6 - podrúbané územie, 7 - podrúbané územie z úrovne Nižnej štôlne

Vzorky banskej vody dokumentovali zvýšenú koncentráciu arzénu a antimónu (tab. 2.4.67, 2.4.68), pričom obsah As dosahuje v autotuneli Barbora triedu **B** kvality podzemnej vody. Vo vzorke povrchovej vody nebolo zistené nežiaduce zvýšenie koncentrácií sledovaných parametrov chemického zloženia a zaraďuje sa do kvalitatívnej triedy **I** (tab. 2.4.68).

Tab. 2.4.67: Výsledky analýz banskej a povrchovej vody na lokalite Hnúšťa-Mútnik  
18.09.2008

	pH	Ca (mg.l <sup>-1</sup> )	Mg (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Fe (mg.l <sup>-1</sup> )	Mn (mg.l <sup>-1</sup> )	Al (mg.l <sup>-1</sup> )	Hg (mg.l <sup>-1</sup> )	Zn (mg.l <sup>-1</sup> )	Pb (mg.l <sup>-1</sup> )	As (mg.l <sup>-1</sup> )	Sb (mg.l <sup>-1</sup> )	Cr (mg.l <sup>-1</sup> )	Cu (mg.l <sup>-1</sup> )
Nižná št.	8,07	60,0	60,6	228	0,199	0,013	<0,02	<0,0001	0,029	<0,005	0,022	0,003	<0,002	0,009
autotunel Barbora	8,12	65,9	75,8	373	0,564	0,019	<0,02	<0,0001	0,017	<0,005	0,074	0,010	<0,002	0,008
potok	6,87			56	0,096	0,024					0,003	<0,001		

Tab. 2.4.68: Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Hnúšť'a-Mútnik

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Nižná štôľňa (H2)	Cu	As			Ca, Fe, Mn, Al	pH, Cu	Mg, SO <sub>4</sub> , As, Sb		
Autotunel Barbora (H1)	Cu		As		Ca, Mn, Al	pH, Fe, Cu	Mg, Sb	As	SO <sub>4</sub>
Lavostr. prítok Rimavy (H3)					pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, As, Sb				

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 2.4.106.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

Na ťaženom magnezitovo-mastencovom ložisku Hnúšť'a-Mútnik sa fenomén poklesávania terénu, prejavuje v oveľa menšom rozsahu a v menšej intenzite než na ostatných troch hodnotených ložiskách nerúd (Jelšava, Lubeník, Košice - Bankov). Na predmetnom ložisku je realizované periodické geodetické sledovanie poklesov štátnej cesty Hnúšť'a-Polom.

Do monitoringu bolo zaradených 8 bodov typu PT GM, cesta Mútnik-Polom -501 až 508, do sledovania spadá celé ložisko v rámci monitoringu typu MP a MD.

Zo sprístupnených výsledkov meraní poklesov 8 bodov 501 - 508 (objekty **PT-GM**-cesta Mútnik-Polom -501 až 508), so základným meraním 11.11.1997 na cca 300 m úseku štátnej cesty Mútnik-Polom, ktoré boli vykonávané 2 x ročne, od r. 2000 1 x ročne vyplýva, že k maximálnym priemerným mesačným poklesom došlo: 1) v prvom monitorovanom období (11/1997 - 04/1998), keď pokles u takmer všetkých bodov presiahol hodnotu 2 mm, pričom u piatich najnižšie situovaných bodov (504 - 508) dosahoval 5,6 - 15,2 mm (priemer: 10,1 mm); a 2) v období 04/1999 - 08/1999, keď došlo opäť k poklesom presahujúcim v priemere 2 mm mesačne, ale došlo k nim len u troch najnižšie situovaných bodov (506 - 508) na úseku 130 m; zato hodnoty tu dosť výrazne presahovali poklesy na tých istých bodoch v 1. období (506: 21,0 mm; 507: 11,0 mm; 508: 26,0 mm; priemer: 19,3 mm). Maximálny pokles za pozorované obdobie 11/1997 - 05/2001 bol zistený v bode 507: 642 mm. Najohrozenejším je spodný úsek sledovanej cesty, no časový vývoj poklesov nie je možné odhadnúť (Vrana et al., 2005).

### *Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009*

Zhromažďovanie dostupných materiálov o ložiskovom území a ich spracovanie.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009*

Spracovanie dostupných materiálov do internej databázy, resp. do mapových podkladov, vrátane priemetov vydobytých priestorov.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2008 až 2009*

Zo sprístupnených výsledkov meraní poklesov 8 bodov 501 - 508 (objekty **PT-GM**-cesta Mútnik-Polom -501 až 508), v období rokov 2003 až 2008 na cca 300 m úseku štátnej cesty Mútnik-Polom, ktoré boli vykonávané 2 x ročne, od r. 2006 1 x ročne vyplýva, že k poklesom došlo na všetkých bodoch. Celková hodnota poklesov sa pohybovala od 35 do 206 mm, v bodoch (505 - 508) dosahoval pokles najvyššie hodnoty. Maximálny pokles za

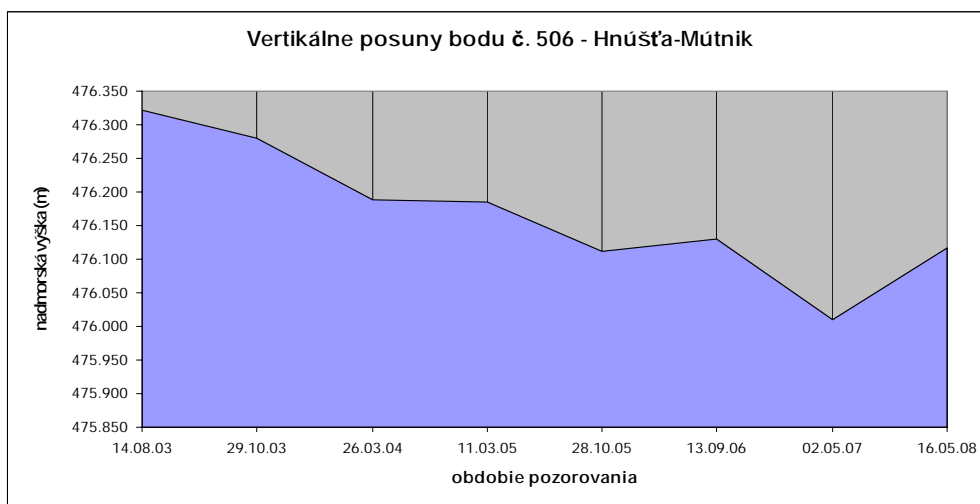


pozorované obdobie v období 8/2003 - 05/2008 bol zistený v tomto období v bode 506: 206 mm. Je zjavné, že najohrozenejším je opäť spodný úsek sledovanej cesty (tab. 2.4.69, obr. 2.4.111).

Tab. 2.4.69: Výsledky merania poklesov úseku štátnej cesty Mútnik – Polom  
(výšky v m n. m.)

<b>bod meranie</b>	<b>I (m n. m.)</b>	<b>II (m n. m.)</b>	<b>III (m n. m.)</b>	<b>501 (m n. m.)</b>	<b>502 (m n. m.)</b>	<b>503 (m n. m.)</b>	<b>504 (m n. m.)</b>	<b>505 (m n. m.)</b>	<b>506 (m n. m.)</b>	<b>507 (m n. m.)</b>	<b>508 (m n. m.)</b>	<b>509 (m n. m.)</b>
<b>14.08.03 (V<sub>0</sub>)</b>	500,000	500,340	50,312	495,306	491,783	487,215	482,363	478,419	476,322	475,247	471,759	481,574
<b>29.10.03 (V<sub>1</sub>)</b>	500,000	500,342	500,314	495,300	491,773	487,198	482,345	478,397	476,280	475,207	471,713	481,556
<b>V<sub>1</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>-6,0</b>	<b>-10,0</b>	<b>-17,0</b>	<b>-18,0</b>	<b>-22,0</b>	<b>-42,0</b>	<b>-40,0</b>	<b>-46,0</b>	<b>-18,0</b>
<b>26.03.04 (V<sub>2</sub>)</b>	500,000	500,331	500,303	495,289	491,765	487,189	482,322	478,359	476,189	475,141	471,685	481,532
<b>V<sub>2</sub> - V<sub>1</sub> (mm)</b>	0,0	-11,0	-11,0	-11,0	-8,0	-9,0	-23,0	-38,0	-91,0	-66,0	-28,0	-24,0
<b>V<sub>2</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-9,0</b>	<b>-9,0</b>	<b>-17,0</b>	<b>-18,0</b>	<b>-26,0</b>	<b>-41,0</b>	<b>-60,0</b>	<b>-133,0</b>	<b>-106,0</b>	<b>-74,0</b>	<b>-42,0</b>
<b>11.03.05 (V<sub>3</sub>)</b>	500,000	500,339	500,311	495,297	491,772	487,194	482,325	478,358	476,185	475,133	471,678	481,532
<b>V<sub>3</sub> - V<sub>2</sub> (mm)</b>	0,0	8,0	8,0	8,0	7,0	5,0	3,0	-1,0	-4,0	-8,0	-7,0	0,0
<b>V<sub>3</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-1,0</b>	<b>-1,0</b>	<b>-9,0</b>	<b>-11,0</b>	<b>-21,0</b>	<b>-38,0</b>	<b>-61,0</b>	<b>-137,0</b>	<b>-114,0</b>	<b>-81,0</b>	<b>-42,0</b>
<b>28.10.05 (V<sub>4</sub>)</b>	500,000	500,338	500,310	494,984	491,758	487,179	482,302	478,297	476,111	475,083	471,638	481,487
<b>V<sub>4</sub> - V<sub>3</sub> (mm)</b>	0,0	-1,0	-1,0	-313,0	-14,0	-15,0	-23,0	-61,0	-74,0	-50,0	-40,0	-45,0
<b>V<sub>4</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-2,0</b>	<b>-2,0</b>	<b>-22,0</b>	<b>-25,0</b>	<b>-36,0</b>	<b>-61,0</b>	<b>-122,0</b>	<b>-211,0</b>	<b>-164,0</b>	<b>-121,0</b>	<b>-87,0</b>
<b>13.09.06 (V<sub>5</sub>)</b>	500,000	500,341	500,313	494,927*	491,767	487,186	482,305	478,324	476,130	475,091	471,648	481,509
<b>V<sub>5</sub> - V<sub>4</sub> (mm)</b>	0,0	3,0	3,0	-57,0	9,0	7,0	3,0	27,0	19,0	8,0	10,0	22,0
<b>V<sub>5</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>-379,0</b>	<b>-16,0</b>	<b>-29,0</b>	<b>-58,0</b>	<b>-95,0</b>	<b>-192,0</b>	<b>-156,0</b>	<b>-111,0</b>	<b>-65,0</b>
<b>02.05.07 (V<sub>6</sub>)</b>	500,000	500,338	500,311	494,924	491,744	487,179	482,282	478,200	476,010	474,974	471,534	481,590
<b>V<sub>6</sub> - V<sub>5</sub> (mm)</b>	0,0	-3,0	-2,0	-3,0	-23,0	-7,0	-23,0	-124,0	-120,0	-117,0	-114,0	81,0
<b>V<sub>6</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-2,0</b>	<b>-1,0</b>	<b>-382,0</b>	<b>-39,0</b>	<b>-36,0</b>	<b>-81,0</b>	<b>-219,0</b>	<b>-312,0</b>	<b>-273,0</b>	<b>-225,0</b>	<b>16,0</b>
<b>16.05.08 (V<sub>7</sub>)</b>	500,000	500,338	500,311	494,920	491,737	487,180	482,292	478,309	476,116	475,085	471,653	nenájdenný
<b>V<sub>7</sub> - V<sub>6</sub> (mm)</b>	0,0	0,0	0,0	-4,0	-7,0	1,0	10,0	109,0	106,0	111,0	119,0	
<b>V<sub>7</sub> - V<sub>0</sub> (mm)</b>	<b>0,0</b>	<b>-2,0</b>	<b>-1,0</b>	<b>-386,0</b>	<b>-46,0</b>	<b>-35,0</b>	<b>-71,0</b>	<b>-110,0</b>	<b>-206,0</b>	<b>-162,0</b>	<b>-106,0</b>	

\*zlom

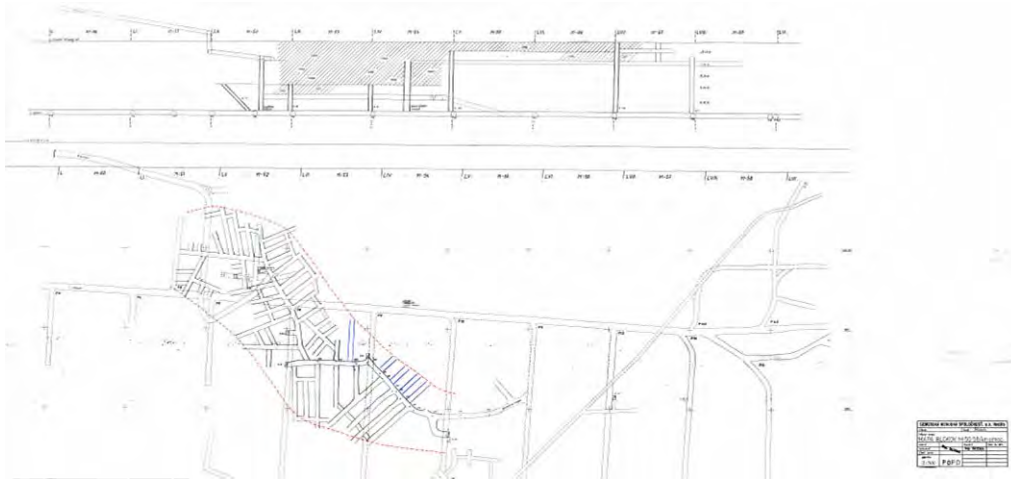


Obr. 2.4.111: Graf vertikálnych posunov bodu č.506 na úseku štátnej cesty Mútnik - Polom

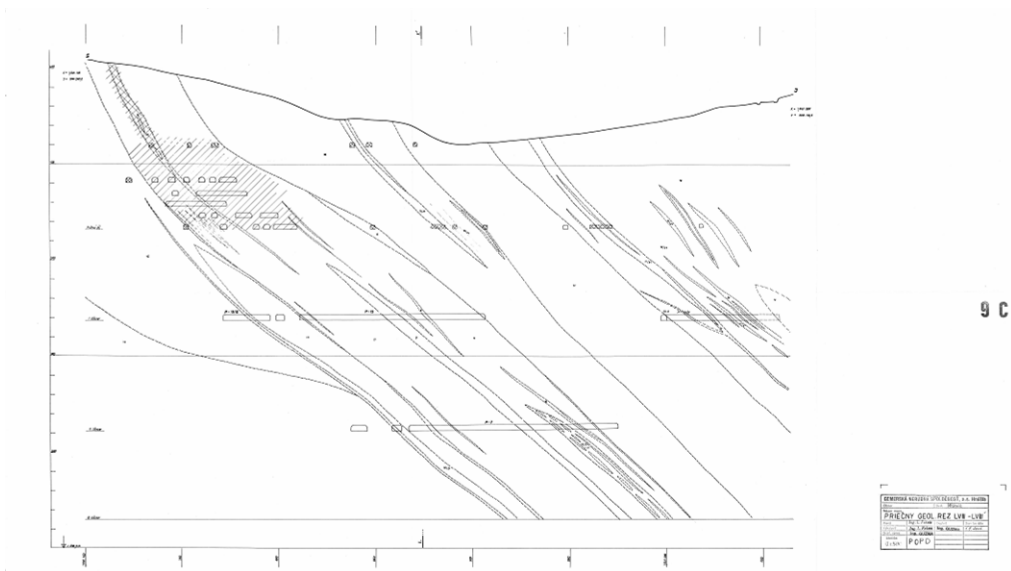
Do databázy štátneho monitoringu ČMS GF VĚŽP boli zaradené rastrové súbory zoskenovaných mapových podkladov – základnej banskej mapy, mapy blokov, priečných geologických rezov a situácie pozorovacích výškových bodov (obr. 2.4.112, 2.4.113, 2.4.114).



Obr. 2.4.112: Základná banská mapa



Obr. 2.4.113: Mapa blokov



Obr. 2.4.114: Priečny geologický rez L VIII - L VIII'

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Sprístupnené výsledkov meraní poklesov dokladujú pokračujúce poklesy hlavne v dolnom úseku štátnej cesty štátnej cesty Mútnik-Polom.

Terénne sledovanie závalov a prejavov poklesávania je značne limitované hustou vegetačnou pokrývkou, ktorá popri veľkej strmosti svahu úplne znemožňovala prístup do dnovej časti údolia, odkiaľ boli popísané výskyty väčších závalov.

V rámci monitoringu odporúčame i naďalej dopĺňať informácie o vyrúbaných priestoroch (MP) a deformáciách horninového masívu (MD).

#### **2.4.4.17. Oblasť ťažby hnedého uhlia – Horná Nitra**

Potenciálny vplyv banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Hornej Nitry bol v rokoch 2007 – 2009 bol zameraný výhradne na hydrogeologické a geochemické aspekty. Sledovaný bol prostredníctvom prírodných vôd oblasti (výtoky zo štôlní a povrchové vody

nad výtokom zo štôlní a pod sútokom banských vôd s povrchovými vodami) a prostredníctvom sedimentov (banské sedimenty pri ústiach výtokov štôlní a sedimenty povrchových tokov nad vyústením štôlní a pod vyústením štôlní). Situácia monitorovaných miest je na obr. 2.4.115-117. Takto zvolený monitorovací systém nám umožňuje nie len ohodnotiť samotné banské diela (štôlne) a určiť ich stupeň environmentálnej záťaže, ale aj ohodnotiť ich potenciálny dopad na okolité životné prostredie. Pre porovnanie monitorovaného obdobia (2007 – 2010) sme mali k dispozícii výsledky starších prác z danej oblasti a to z roku 1995 (Klukanová, Rapant, 1999).

V oblasti hneďouhoľného hornonitrianskeho revíru boli sledované systémy štyroch najvýznamnejších štôlní revíru, a to: Handlová pri Rybe, štôlna Cígeľ, štôlna Hlboká a štôlna v Lehote pod Vtáčnikom.

Prírodné systémy jednotlivých štôlní nám umožnili sledovať štôľňu v Handlovej a v Cígli v celom systéme (výtok zo štôlní, povrchový tok nad a povrchový tok pod výtokom zo štôlne). Štôlna v Hlbokom (je zachytená a zvedená rúrou, ktorá ústi do rekultivovanej skládky odpadov) nám umožňovala sledovať len samotnú štôľňu a štôlna v Hlbokom nám umožnila sledovať samotný výtok zo štôlne a jej vplyv v recipiente povrchových vôd. Prírodné pomery tejto lokality neumožňovali sledovať recipient nad štôľňou.

Výsledky monitorovania vplyvu banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Hornej Nitry sú v prípade prírodných vôd uvedené v tab. 2.4.70 a v prípade sedimentov v tab. 2.4.71.

Z výsledkov monitorovania prírodných vôd oblasti nám vyplýva, že výtoky vôd zo štôlní sa vyznačujú zvýšenými hodnotami celkových mineralizácií ( $500 - 800 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Tieto sú však porovnateľné s vodami miestnych recipientov ( $400 - 750 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Miestne recipienty sa však vyznačujú relatívne vysokým stupňom antropogénnej kontaminácie z kumulovaných zdrojov (banská činnosť, poľnohospodárska činnosť, komunálne odpady). Dôležité je, že obsahy potenciálne toxických prvkov z výtokov vôd zo štôlní sú relatívne nízke. Zvýšené sú len obsahy síranov z výtokov zo štôlní (okolo  $200 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Tieto obsahy však nie sú výrazne vyššie ako v povrchových recipientoch (prevažne v rozmedzí  $120 - 150 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Z hľadiska obsahov potenciálne toxických prvkov môžeme skonštatovať ich prevažne nízke obsahy, väčšinou pod limitné hodnoty normy pre pitnú vodu (NV MZ SR č. 354/2006 Z. z.), len občasne sa stretávame s ich zvýšenými obsahmi, napr. v štôlni Lehota pod Vtáčnikom z roku 2008 ( $\text{As} - 0,025 \text{ mg.l}^{-1}$ ). V celku môžeme skonštatovať, že hydrogeochemický režim je relatívne stabilný. Nepozorujeme žiadne zásadné rozdiely v chemickom zložení vôd za sledované obdobie 2007 – 2009.

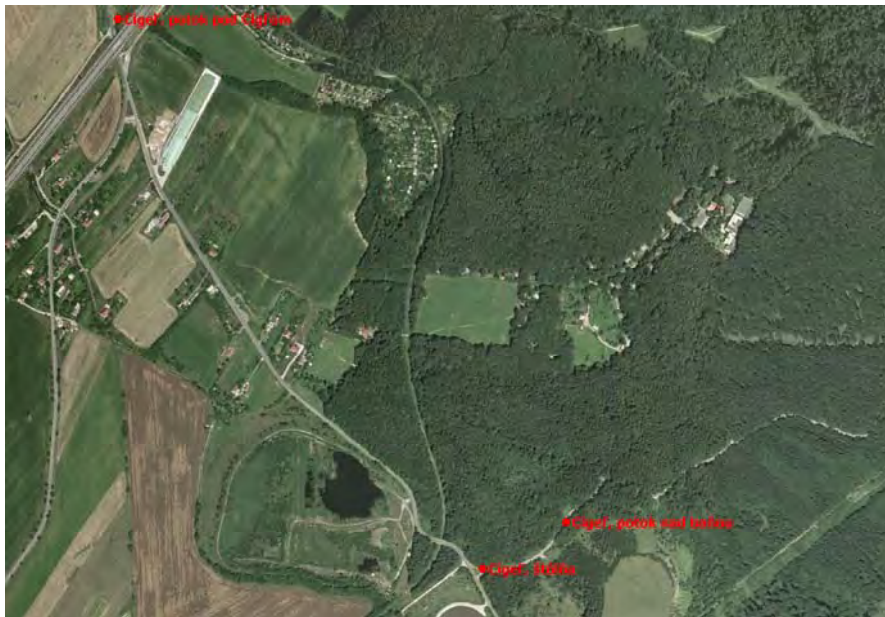
Aj pri porovnaní výsledkov monitoringu z rokov 2007 – 2009 s rokom 1995 nepozorujeme žiadne výraznejšie rozdiely, ktoré by sa nedali vysvetliť kolísaním prírodného hydrogeochemického režimu vôd danej oblasti s ohľadom na kolísanie prírodného klimatického režimu (hlavne zrážky a teplota) oblasti.

Výsledky monitoringu vplyvu banskej činnosti na životné prostredie v prípade sedimentov sú uvedené v tabuľke 2.4.71.

V sedimentoch z baní a aj v sedimentoch povrchových recipientov pod štôľňami pozorujeme zvýšené obsahy potenciálne toxických prvkov. Tieto obsahy sú markantne vyššie ako ich obsahy v recipiente nad štôľňami. Najvyššie obsahy boli zaznamenané pri As v prípade štôlne Cígeľ. Tam ich obsahy kolíšu od  $330 - 2588 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Avšak aj obsahy As v ďalších štôľňach oblasti vo veľkej väčšine prekračujú limitnú hodnotu pre zdravé neznečistené životné prostredie ( $28 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Pravidelne sa vyskytujú obsahy na úrovni  $50 - 500 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Podmienené je to dvomi základnými skutočnosťami. Obsah As v uhlí Hornonitrianskej kotliny sa pohybuje v rozmedzí  $600 - 800 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Teda už z prírody je veľký potenciál ich zvýšených obsahov. Druhou skutočnosťou ich zvýšených obsahov je nestabilita As a ďalších stopových prvkov v prírodných vodách v daných termodynamických podmienkach a ich prakticky okamžité vypadávanie na geochemických bariérach hneď pri

ústiach štôlní. Preto u väčšiny prvkov, najmä As, ďalej Zn, Cu, Pb, Cd, Hg pozorujeme ich zvýšené obsahy v sedimentoch zo štôlní a v sedimentoch povrchových recipientov pod štôľňami.

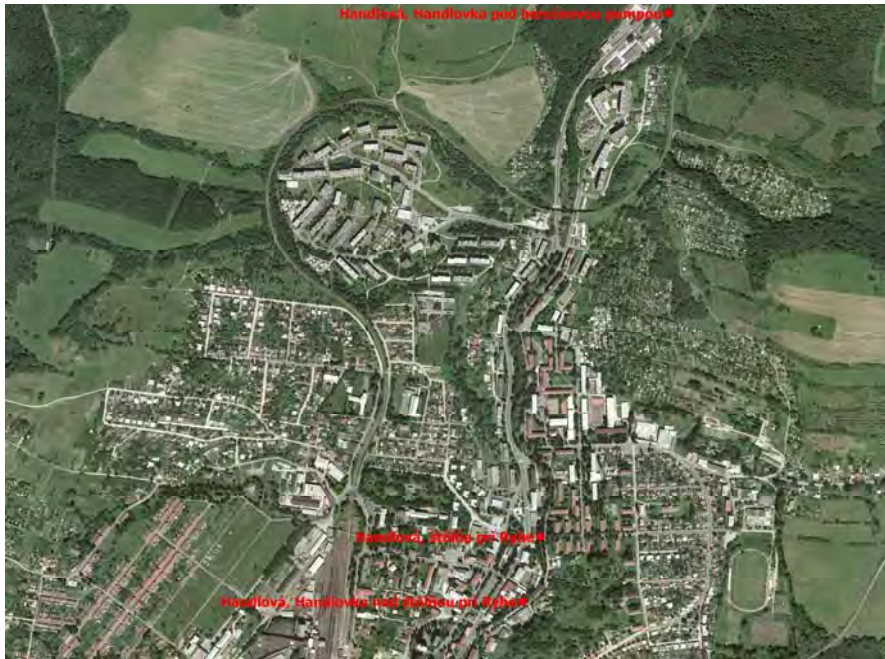
Za sledované obdobie (r. 2007 – 2009) sú obsahy rizikových prvkov relatívne stabilne zvýšené. V rámci jednotlivých rokov pozorovania a ani v porovnaní s rokom 1995 nepozorujeme žiadne signifikantné rozdiely v ich obsahoch, ktoré by sa nedali vysvetliť rozdielmi v nehomogenite odberu alebo prirodzenom geochemickom režime lokality. Celkovo z hľadiska sedimentov môžeme oblasť Hornej Nitry hodnotiť v kategórii stredného rizika.



Obr. 2.4.115: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Cígľa



Obr. 2.4.116: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Cígľa (Lehota pod Vtáčnikom)



Obr. 2.4.117: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Handlovej

Tab. 2.4.70: Výsledky monitorovania chemického zloženia vôd v oblasti Hornej Nitry

Odberový bod	Limitná hodnota*	1				2				3				4				5			
		1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
pH	6,5-8,5	8.12	8.10	8.22	8.23	7.70	7.68	7.98	7.95	8.37	8.10	8.26	8.30	7.32	6.87	7.23	7.00	7.51	7.52	7.65	7.25
vodivosť	125	-	96.50	63.00	60.10	-	87.50	72.00	50.10	-	71.10	42.00	72.30	-	64.20	72.00	35.00	-	85.20	81.00	89.70
MIN	1000	560.25	843.00	523.00	530.52	656.72	782.00	534.00	437.58	606.16	626.00	668.00	617.60	475.08	587.00	675.00	322.73	573.55	784.00	761.00	831.74
SiO <sub>2</sub>		-	35.40	37.80	33.90	-	31.70	30.20	27.70	-	35.80	37.20	31.70	-	34.70	34.10	37.90	-	38.30	38.20	31.20
ChSK <sub>Mn</sub>	3,0	-	1.35	1.35	1.31	-	<b>3.39</b>	1.60	0.67	-	2.27	2.06	1.57	-	<b>3.39</b>	2.12	0.93	-	1.68	1.73	1.70
Na	200	-	49.00	42.50	47.00	-	44.40	18.60	16.00	-	54.60	52.60	53.20	-	11.60	25.70	37.70	-	47.80	51.40	39.40
K		-	10.80	7.81	10.30	-	9.81	6.59	4.62	-	8.20	8.82	8.90	-	2.71	3.31	9.14	-	12.30	11.50	5.47
NH <sub>4</sub>	0.5	-	0.10	0.09	0.29	-	<b>7.16</b>	<b>0.65</b>	0.27	-	0.14	0.09	0.15	-	0.07	0.05	0.16	-	0.10	0.15	0.07
Ca		-	113.00	48.50	53.30	-	106.00	75.90	67.40	-	70.60	76.30	74.50	-	89.80	92.80	24.20	-	88.50	75.30	106.00
Mg		-	32.00	15.30	16.10	-	25.40	19.30	15.60	-	19.40	23.70	21.70	-	27.10	30.40	9.48	-	31.50	28.30	32.90
Mn	0.05	<b>0.14</b>	<b>0.06</b>	<b>0.16</b>	0.006	<b>0.31</b>	<b>0.10</b>	0.04	0.005	<b>0.14</b>	0.05	<b>0.27</b>	0.008	<b>0.15</b>	<b>0.11</b>	<b>0.21</b>	<b>0.21</b>	<b>0.70</b>	<b>0.33</b>	<b>0.37</b>	0.044
Fe	0.2	<b>0.40</b>	<b>0.22</b>	<b>0.60</b>	0.107	<b>1.83</b>	<b>0.23</b>	0.18	0.049	<b>0.47</b>	<b>0.21</b>	<b>1.99</b>	0.064	0.19	0.11	<b>0.29</b>	<b>0.44</b>	<b>3.97</b>	<b>0.71</b>	<b>2.00</b>	0.043
Al	0.2	<b>0.21</b>	0.06	0.04	0.03	<b>0.44</b>	0.07	0.02	0.01	0.18	0.03	<b>0.51</b>	0.02	<b>0.21</b>	0.02	0.02	0.01	0.15	0.02	0.02	0.01
Cl	100	3.92	6.47	6.31	6.91	27.27	16.10	14.40	9.80	7.04	7.81	8.80	8.33	4.51	5.64	6.19	1.88	5.03	3.12	6.13	7.60
NO <sub>2</sub>	0,5	-	0.07	0.04	0.34	-	<b>0.89</b>	0.25	0.15	-	0.11	0.08	0.16	-	0.01	0.01	0.05	-	0.17	0.12	0.01
NO <sub>3</sub>	50	3.13	3.07	4.15	4.22	8.83	1.23	6.55	5.96	3.77	4.39	4.54	4.86	1.55	1.00	1.74	2.94	4.73	4.10	5.17	1.99
HCO <sub>3</sub>		-	256.00	189.00	198.00	-	314.00	214.00	174.00	-	235.00	238.00	241.00	-	329.00	363.00	146.00	-	363.00	378.00	445.00
SO <sub>4</sub>	250	194.37	<b>305.00</b>	153.00	160.00	211.75	208.00	139.00	116.00	202.60	164.00	197.00	173.00	114.82	75.40	107.00	52.60	137.63	183.00	153.00	162.00
Hg	0.001	0.0004	0.0001	0.0001	0.00005	0.0004	0.0001	0.0001	0.00005	0.0004	0.0001	0.0001	0.00005	0.0004	<b>0.0020</b>	0.0001	0.00005	0.001	0.0001	0.0001	0.00005
As	0.01	0.002	0.005	0.007	0.005	<b>0.017</b>	0.003	0.002	0.002	0.006	0.005	0.007	0.005	0.001	0.001	0.001	0.008	<b>0.03</b>	0.007	<b>0.011</b>	0.002
Se	0.01	0.00001	0.001	0.001	0.0005	0.00003	0.001	0.001	0.0005	0.000	0.001	0.001	0.0005	0.00003	0.001	0.001	0.0005	0.00007	0.001	0.001	0.0005
Cu	1	0.001	0.002	0.002	0.001	0.006	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.006	0.001	0.0001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001
Pb	0.01	0.0005	0.005	0.005	0.0025	0.001	0.005	0.010	0.0025	0.0004	0.005	0.008	0.0025	0.0004	0.005	0.010	0.0025	0.0003	0.005	0.005	0.0025
Cd	0.003	0.00008	0.000	0.0006	0.00015	0.0001	0.000	0.0004	0.00015	0.000	0.000	0.0009	0.00015	0.00007	0.000	0.0006	0.00015	0.0002	0.000	0.0004	0.00015
Zn	3	0.006	0.002	0.012	0.005	0.026	0.028	0.018	0.006	0.004	0.004	0.052	0.001	0.002	0.002	0.007	0.004	0.005	0.002	0.014	0.001

pokračovanie Tab. 2.4.70

Odberový bod	Limitná hodnota*	6				7				8				9			
		1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
pH	6,5-8,5	<b>8.73</b>	8.21	8.33	7.85	7.87	7.15	7.26	8.25	7.09	7.60	7.11	6.80	7.72	7.82		7.51
vodivosť	125		76.40	73.70	82.60		41.50	90.40	81.90		67.30	62.80	57.50		67.50		56.20
MIN	1000	521.01	693.00	680.00	831.21	641.33	382.00	390.00	738.48	<b>1833.80</b>	612.00	564.00	544.24	<b>1517.40</b>	619.00		529.69
SiO <sub>2</sub>			36.00	38.50	34.10		39.80	41.20	33.80		43.40	41.60	38.40		44.10		37.60
ChSK <sub>Mn</sub>	3,0		2.14	2.18	1.25		1.15	0.64	2.34		1.68	1.99	1.63		1.88		1.89
Na	200		46.70	49.70	55.80		40.10	41.00	56.90		33.90	28.80	28.90		34.60		28.10
K			10.90	11.30	13.10		9.40	10.70	13.30		11.20	10.60	10.30		11.10		9.94
NH <sub>4</sub>	0.5		0.09	0.15	0.20		0.11	0.09	0.15		0.05	0.31	0.32		0.05		0.25
Ca			74.40	70.60	82.70		25.10	23.40	75.30		73.10	65.40	64.00		73.80		63.80
Mg			25.90	26.30	30.00		9.70	10.00	27.10		20.30	18.50	17.20		20.40		17.00
Mn	0.05	<b>0.18</b>	<b>0.09</b>	<b>0.37</b>	<b>0.193</b>	<b>0.51</b>	<b>0.11</b>	<b>0.12</b>	0.012	<b>0.47</b>	<b>0.28</b>	<b>0.46</b>	<b>0.388</b>	<b>0.88</b>	<b>0.29</b>		<b>0.412</b>
Fe	0.2	<b>0.50</b>	<b>0.27</b>	<b>1.46</b>	0.053	<b>1.14</b>	<b>1.34</b>	<b>1.31</b>	0.067	<b>0.47</b>	<b>1.24</b>	<b>1.88</b>	<b>0.141</b>	<b>0.71</b>	<b>1.28</b>		0.066
Al	0.2	<b>0.30</b>	0.02	0.09	0.01	<b>0.24</b>	0.05	0.02	0.01	0.17	0.18	0.02	0.01	<b>0.25</b>	0.17		0.04
Cl	100	4.68	5.14	6.12	3.80	2.88	2.26	2.93	8.05	35.16	2.09	2.94	2.25	34.58	2.59		1.93
NO <sub>2</sub>	0,5		0.15	0.17	0.21		0.05	0.01	0.40		0.13	0.08	0.10		0.06		0.23
NO <sub>3</sub>	50	6.68	5.90	6.14	4.03	3.09	2.64	3.14	5.38	9.98	3.52	3.14	2.21	12.72	3.41		2.31
HCO <sub>3</sub>			308.00	308.00	421.00		195.00	183.00	357.00		251.00	247.00	256.00		262.00		244.00
SO <sub>4</sub>	250	136.35	156.00	143.00	186.00	<b>278.47</b>	44.40	60.70	161.00	<b>730.57</b>	149.00	131.00	124.00	<b>641.25</b>	149.00		124.00
Hg	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.00005	0.0006	0.0001	0.0007	0.00005	0.001	0.0001	0.0004	0.00005	0.0004	0.0001		0.00005
As	0.01	0.004	0.007	0.010	0.004	0.009	<b>0.011</b>	0.007	0.006	0.001	<b>0.020</b>	<b>0.025</b>	0.009	<b>0.02</b>	<b>0.022</b>		0.009
Se	0.01	0.00002	0.001	0.001	0.0005	0.00003	0.001	0.001	0.0005	0.00004	0.001	0.001	0.0005	0.00004	0.001		0.0005
Cu	1	0.002	0.002	0.002	0.001	0.0006	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002		0.001
Pb	0.01	0.0004	0.005	0.006	0.0025	0.0002	0.005	0.005	0.0025	0.0005	0.005	0.005	0.0025	0.0003	0.005		0.0025
Cd	0.003	0.00008	0.000	0.0003	0.00015	0.00007	0.000	0.0003	0.00015	0.00001	0.000	0.0003	0.00015	0.0001	0.000		0.00015
Zn	3	0.006	0.002	0.020	0.001	0.004	0.003	0.017	0.001	0.04	0.009	0.021	0.004	0.006	0.004		0.001

Poznámka:

- 1 – Handlová, Handlovka nad štôľňou pri Rybe
  - 2 – Handlová, štôľňa pri Rybe
  - 3 – Handlová, Handlovka pod benzínovou pumpou
  - 4 – Cígeľ, potok nad baňou
  - 5 – Cígeľ, štôľňa
  - 6 – Cígeľ, potok pod Cígľom
  - 7 – štôľňa Hlboké
  - 8 – Lehota pod Vtáčnikom, štôľňa
  - 9 – Lehota pod Vtáčnikom, potok
- Hodnoty v mg.l<sup>-1</sup> okrem pH a vodivosti (mS.m<sup>-1</sup>)
- \* - Nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu



Tab. 2.4.71: Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v oblasti Hornej Nitry

Odberový bod	Limitná hodnota*			1				2				3				4				5			
	A	B	C	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
Fe				3.69	2.43	3.22	2.70	4.14	4.50	4.05	4.01	4.10	3.90	3.43	3.65	3.56	3.10	3.26	3.59	9.25	7.43	19.90	21.50
Al				7.30	4.19	5.33	4.61	7.56	5.30	5.13	5.26	7.73	4.94	4.86	4.83	6.51	6.09	6.27	6.65	6.42	5.65	1.71	2.74
Mn				0.11	0.10	0.19	0.19	0.09	0.48	0.44	0.26	0.09	0.13	0.11	0.15	0.09	0.19	0.20	0.14	0.20	0.55	4.96	4.03
Ni	35	100	500	15.80	17.00	24.00	19.00	12.12	27.00	28.00	29.00	18.66	35.00	22.00	20.00	9.05	18.00	14.00	16.00	11.20	21.00	82.00	70.00
Co	20	50	300	13.36	9.00	13.00	12.00	11.92	12.00	11.00	12.00	11.96	11.00	9.00	11.00	10.79	13.00	14.00	15.00	11.95	25.00	<b>109.00</b>	<b>107.00</b>
Pb	85	150	600	24.57	46.00	35.00	33.00	40.01	54.00	81.00	73.00	28.42	79.00	50.00	59.00	16.75	24.00	26.00	28.00	16.33	20.00	< 3	< 5
Zn	140	500	3000	122.48	357.00	239.00	249.00	173.16	<b>2203.00</b>	<b>872.00</b>	<b>647.00</b>	140.04	318.00	389.00	336.00	89.76	94.00	91.00	150.00	107.39	124.00	<b>532.00</b>	476.00
Cu	36	100	500	24.45	57.00	34.00	38.00	44.63	83.00	74.00	74.00	37.58	97.00	76.00	60.00	17.52	18.00	14.00	16.00	34.78	27.00	66.00	<b>108.00</b>
Cd	0.8	5	20	2.79	0.50	<0.5	0.30	0.46	1.90	0.80	1.10	0.37	0.50	<0.5	0.40	0.18	0.30	<0.5	0.40	0.37	0.10	<0.5	0.90
Cr	130	250	800	37.94	53.00	53.00	48.00	36.26	46.00	56.00	49.00	45.07	68.00	53.00	55.00	30.56	45.00	51.00	48.00	36.72	47.00	23.00	33.00
V	120	200	500	116.92	63.00	89.00	75.00	120.91	91.00	90.00	98.00	140.68	91.00	75.00	93.00	103.80	111.00	123.00	127.00	136.52	103.00	64.00	95.00
As	29	30	50	15.47	23.00	27.00	30.00	25.08	<b>76.00</b>	<b>45.00</b>	<b>48.00</b>	18.87	24.00	<b>31.00</b>	28.00	18.49	17.00	14.00	10.00	<b>452.49</b>	<b>330.00</b>	<b>2588.00</b>	<b>1382.00</b>
Se	0.8	5	20	0.59	< 1	< 1	0.30	0.38	2.00	2.00	0.50	0.20	< 1	< 1	0.40	0.26	< 1	< 1	0.30	0.42	< 1	< 1	< 0.1
Sb				0.24	2.00	2.00	1.20	0.22	2.00	3.00	1.40	0.20	2.00	3.00	1.30	0.18	< 2	< 2	0.50	0.29	< 2	< 2	1.70
Hg	0.3	2	10	0.30	0.60	0.46	0.36	0.56	2.00	<b>3.89</b>	<b>6.10</b>	0.37	<b>3.15</b>	1.49	1.62	0.15	0.12	0.08	0.08	0.33	0.06	0.07	0.14
Mo				-	< 3	< 3	< 3	-	< 3	3.00	3.00	-	< 3	< 3	3.00	-	< 3	< 3	< 3	-	4.00	34.00	15.00

pokračovanie Tab. 2.4.71

Oberový bod	Limitná hodnota*			6				7				8				9				
	Prvok	A	B	C	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009	1995	2007	2008	2009
Fe					3.53	5.19	4.33	5.06	5.00	-	-	-	5.97	3.21	5.95	3.65	4.51	3.50	2.33	2.52
Al					5.95	4.89	4.81	5.22	7.76	-	-	-	6.19	6.24	5.21	7.12	6.74	5.44	4.60	5.97
Mn					0.11	0.43	0.32	0.53	0.13	-	-	-	0.91	0.14	0.67	0.11	0.22	0.22	0.28	0.14
Ni	35	100	500		10.76	27.00	23.00	29.00	9.00	-	-	-	21.20	21.00	25.00	21.00	14.07	25.00	14.00	17.00
Co	20	50	300		15.45	21.00	17.00	23.00	16.81	-	-	-	47.37	24.00	44.00	18.00	20.31	24.00	18.00	13.00
Pb	85	150	600		20.30	28.00	24.00	29.00	24.77	-	-	-	15.36	30.00	29.00	25.00	16.21	27.00	21.00	24.00
Zn	140	500	3000		103.72	274.00	230.00	276.00	134.88	-	-	-	170.69	75.00	145.00	61.00	154.74	92.00	72.00	65.00
Cu	36	100	500		21.35	33.00	36.00	37.00	37.00	-	-	-	18.87	16.00	19.00	17.00	24.10	12.00	8.00	14.00
Cd	0.8	5	20		0.11	0.60	<0.5	0.50	0.23	-	-	-	0.37	<0,1	<0.5	<0.1	0.34	0.10	<0.5	0.10
Cr	130	250	800		35.48	64.00	70.00	69.00	28.18	-	-	-	29.03	58.00	63.00	70.00	29.42	128.00	53.00	53.00
V	120	200	500		88.41	86.00	79.00	84.00	174.90	-	-	-	122.70	112.00	<b>222.00</b>	127.00	150.05	110.00	88.00	91.00
As	29	30	50		<b>36.16</b>	<b>98.00</b>	<b>70.00</b>	<b>91.00</b>	15.39	-	-	-	<b>436.46</b>	20.00	<b>114.00</b>	9.00	<b>100.56</b>	<b>64.00</b>	<b>41.00</b>	24.00
Se	0.8	5	20		0.25	1.00	3.00	1.10	0.13	-	-	-	0.30	<1	<1	0.10	0.18	<1	<1	0.10
Sb					0.31	3.00	2.00	1.30	0.09	-	-	-	0.18	<2	<2	0.30	0.23	<2	<2	0.30
Hg	0.3	2	10		0.48	1.34	1.01	1.31	0.37	-	-	-	0.12	0.04	0.05	0.03	0.15	0.05	0.03	0.04
Mo					-	<3	<3	<3	-	-	-	-	-	<3	3.00	4.00	-	<3	<3	<3

Poznámka:  
**1** – Handlová, Handlovka nad štôľňou pri Rybe  
**2** – Handlová, štôľňa pri Rybe  
**3** – Handlová, Handlovka pod benzínovou pumpou  
**4** – Cígeľ, potok nad baňou  
**5** – Cígeľ, štôľňa  
**6** – Cígeľ, potok pod Cígeľom  
**7** – štôľňa Hlboké  
**8** – Lehota pod Vtáčnikom, štôľňa  
**9** – Lehota pod Vtáčnikom, potok  
 Hodnoty: Fe – Al v %, Ni – Hg v mg.kg<sup>-1</sup>  
 \* - MP MPSR č. 531/1994-540 limitné hodnoty rizikových látok v pôdach

#### **2.4.4.18. Problémové lokality nemonitorované v rámci ČMS GF**

##### **Lokalita Prešov - Solivar**

Táto lokalita je v záverečnej správe geologickej úlohy Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou (Vrana et al., 2005) zaradená k lokalitám II. kategórie z hľadiska významnosti ich vplyvu na životné prostredie. Preto v doterajšom priebehu ČMS GF VŤŽP nebola monitorovaná (monitorované sú lokality I. kategórie). V odporučeniach týkajúcich sa tejto lokality uvedených v spomínanej správe sa konštatuje: „Vertikálne merania poklesov povrchu sa na lokalite vykonávajú od r. 1969 viac menej kontinuálne, ale pre prognózovanie vývoja prejavov poddolovania nie sú postačujúce. Preto bol navrhnutý a technicky podrobne špecifikovaný systém zvukolokačnej identifikácie podzemných priestorov, ktorým by bolo možné dostatočne spoľahlivo zistiť rozsah vylúhovaním vzniknutých podzemných priestorov a tak navrhnúť preventívne a sanačné opatrenia. Projekt nebol realizovaný. Odporúčame, aby v ďalšom roku riešenia projektu bola problematika aktivizácie vyššie uvedeného systému (alebo adekvátneho alternatívneho riešenia) uvedená do praxe súčasným majiteľom.”

Vzhľadom na dnešnú rizikovú situáciu na lúhovacom poli ložiska soli Prešov - Solivar po ukončení ťažby a pretrvávajúce prejavy nestability v okolí jamy Leopold (ide o Národnú kultúrnu pamiatku), navrhujeme zaradiť lokalitu Prešov - Solivar k lokalitám, ktoré sú v súčasnosti aktívne monitorované v rámci ČMS Geologické faktory - podsystém Vplyv ťažby na ŽP.

Jama Leopold je otvárkovým banským dielom dnes zatopenej bane na ťažbu kamennej soli. Ťažba soľanky tu bola po vyše 6. storočiach ukončená v roku 1987. Vzostup hladiny soľanky v jame bol monitorovaný do roku 2001, kedy hladina dosiahla úroveň 39 m pod ústím jamy (Bajtoš et al., 2000). Odvtedy nie je systematický monitoring vykonávaný. Sprievodným javom stúpania hladiny sú deštrukcia výstuže a závaly telesa jamy, pričom prejavy pohybu terénu sú evidentné i v blízkom okolí jamy.

V dobývacom priestore Prešov I. - Solivary bolo zaznamenaných v minulosti niekoľko havárií súvisiacich s vznikom vylúhovaných priestorov v podzemí pri ťažbe a následným zavalením povrchu. K najväčšej došlo v marci r. 1988. Vznikol pri nej kráter rozmerov 80 x 60 m s hĺbkou vyše 75 m). Ťažobná činnosť bola v máji 2009 ukončená a v súčasnosti je ťažobná organizácia Solivary a. s. Prešov v konkurze. S ohľadom na bezprostrednú blízkosť sídliska Sekčov tu existujúce riziká dôsledkov tak z bezpečnostného hľadiska ako aj z hľadiska majetkových škôd nie sú kryté preventívnymi technickými opatreniami, ktoré by sa mali pri ukončení ťažby na tomto ložisku vykonať. Ide o riziká geodynamických javov, náhleho úniku vysoko koncentrovaných soľaniek a metánu na povrch pri poklesoch stropov lúhovacích kaviern a ovplyvnenie kvality povrchových tokov. Vzhľadom na zložitosť a komplexnosť problematiky navrhujeme urýchlene realizovať podrobný geologický prieskum životného prostredia. Jeho výstupom bude návrh preventívnych technických opatrení na zamedzenie rizík spojených s geodynamickými javmi prebiehajúcimi v lúhovacom poli ložiska soli Prešov - Solivar a v okolí jamy Leopold a vybudovanie monitorovacích objektov na sledovanie geodynamických javov, hydraulických pomerov ovplyvnených kolektorov a kvalitatívny stav podzemnej a povrchovej vody. Po ukončení geologickej prieskumnej úlohy budú tieto objekty monitorované v účelovej sieti ČMS Geologické faktory - podsystém Vplyv ťažby na ŽP. Keďže počas takmer celého obdobia ťažby bol vlastníkom ložiska štát, likvidačnými prácami by mala byť poverená štátna organizácia Rudné bane Banská Bystrica, zriadená na tento účel.



Obr. 2.4.118: Prepadlisko v lúhovacom poli ložiska Prešov - Solivar (apríl 1988)

#### **2.4.5 Zhrnutie výsledkov monitorovania**

Na monitorovaných lokalitách bol v hodnotenom období rokov 2007-2009 dokumentovaný pretrvávajúci nepriaznivý vplyv prítomnosti ťažených ložísk na kvalitu prírodných vôd. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít zložky uvoľňované do podzemnej vody rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu (tab. 2.4.72). Najnepriaznivejšia situácia je na lokalitách Smolník, Špania Dolina, Dúbrava a Pezinok, kde hlavné recipienty týchto lokalít dosahujú v monitorovaných profiloch najhoršiu triedu *V*, a na lokalite Rudňany (trieda *IV*). Lokálne negatívne ovplyvnenie kvality miestnych povrchových tokov sa zistilo i na lokalitách Novoveská Huta, Slovinky, Jelšava a Lubeník. Vzhľadom na nízku frekvenciu vzorkovania (zväčša 2 x ročne) je úroveň poznatkov o sezónnej variabilite koncentrácie kontaminantov vo väzbe na zrážkovo odtokové pomery lokalít nedostatočná. Preto je žiadúce v nasledujúcom období na vybraných lokalitách realizovať časovo obmedzené podrobné sledovanie prietoku a základných fyzikálno-chemických parametrov automatickou registračnou technikou doplnenou vzorkovaním s vysokou frekvenciou, ktoré by bolo podkladom pre úpravu frekvencie vzorkovania pri dlhodobom monitoringu.

Tab. 2.4.72: Kvalita vôd monitorovaných lokalít v období rokov 2007-2009

Lokalita	Kvalita povrchových vôd			Kvalita banských, drenážnych a podzemných vôd		
	III	IV	V	A	B	C
Kremnica	pH, Mn, Sb, Al	-	-	As	-	-
Dúbrava	-	-	Sb	As	-	-
Pezinok	SO <sub>4</sub> , Mn	Sb	As	As, Ni	-	-
Špania Dolina	Zn	As	Sb, Cu	As	-	Cu
Rudňany	Sb, Hg, Mn, Cu	Ba, SO <sub>4</sub>	-	Hg, As, Cu, Ba	Hg	-
Nižná Slaná				-	As	-
Slovinky	Mn, As, Sb, Hg, Cu	-	-	Hg, Cu, As		
Rožňava				Hg, Pb, Cr, Ni, Sb	Cu, As	-
Smolník	SO <sub>4</sub>	pH, Zn, Cu	Fe, Mn, Al	Cd, Hg	Pb, Ni, Co	Zn, Cu, Be, As
Novoveská Huta	Ba, Sb, SO <sub>4</sub>	-	pH, Al, Mn, Cu	Ba, Cu, As	<sup>226</sup> Ra, U <sub>nat</sub>	
Jelšava	-	Mn, Mg	pH, SO <sub>4</sub>	-	-	-
Lubeník		pH	SO <sub>4</sub> , Mg	NH <sub>4</sub>	-	-
Košice - Bankov				As	-	-
Hnúšťa - Mútnik				-	As	-

Pozn.: Najnepriaznivejšie triedy kvality zistené pre sledované ukazovatele v monitorovaných objektoch na jednotlivých lokalitách.

Monitorované lokality môžeme zatriediť podľa doposiaľ dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich významnosti do troch tried. Do triedy **C** sme zaradili ložiská bez významného výskytu svahových pohybov, poklesov terénu a porúch objektov vyvolaných banskou činnosťou. V triede **B** boli dokumentované vyššie spomínané dopady, ale boli menšieho rozsahu. Pre triedu **A** je charakteristický výskyt sledovaných porúch väčšieho rozsahu prevažne s aktívnym prejavom. Podľa uvedeného zatriedenia ložísk k najrizikovejšej skupine patria ložiská magnezitu. Vysoko riziková je i oblasť ložiska Rudňany-Poráč a Novoveská Huta (tab. 2.4.73).

Tab. 2.4.73: Zatriedenie monitorovaných lokalít podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcích inžinierskogeologických impaktov

Ložisko	SD-TR svah. deform.	PT-TR poklesy ter.	PO-TR poruchy obj	Trieda ložiska
R1 Banská Štiavnica		M	P	B
R2 Hodruša-Hámre			M	B
R3 Kremnica	M		MA	B
R4 Dúbrava-Magurka				C
R5 Pezinok				C
R6 Špania Dolina			P	C
R7 Rudňany - Poráč		VA	MA	A
R8 Nižná Slaná		MA		B
R9 Slovinky		VS, MA		B
R10 Rožňava				C
R11 Smolník		VS, MA		B
R16 Novoveská Huta		VA		A
N1 Jelšava		VA		A
N2 Lubeník		VA		A
N4 Košice	M	V, MA		A
N5 Mútnik-Hnúšť'a		M	MA	B

Pozn.: P - potenciálny výskyt javu, M- výskyt javu menšieho rozsahu, V - výskyt javu väčšieho rozsahu, (A- aktívny, S- stabilizovaný jav)

Špecifickým problémom, ktorý v období posledných rokov rezonoval prostredníctvom médií i vo verejnosti, je nebezpečenstvo náhlych prievalov banskej vody z opustených banských diel, lokalizovaných nad osídlenými územiaми alebo priamo v nich. Prípad prievalu z opustenej Novej štôlne na lokalite Teplička nad Hornádom, i nedávny prieval banskej vody v Gelnici, dokumentovali ničivý potenciál ukrývajúci sa v opustených baniach, ale i značné rezervy v súčasnej prevencii vzniku takýchto udalostí, riešení krízových udalostí a efektívnosti prác pri eliminovaní rizika opakovania havarijnej udalosti technickými prácami. To otvára otázku, do akej miery súčasná legislatíva zabezpečuje bezpečný a environmentálne únosný spôsob likvidácie banských diel pri ukončení ťažby, najmä účasť príslušných špecialistov pri projektovaní likvidačných prác prípadne pri schvaľovaní týchto projektov. Z pohľadu štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie je v tejto súvislosti vhodné orientovať pozornosť na zistenie efektívneho spôsobu identifikácie objektov rizikových z hľadiska vzniku náhlych prievalov, identifikovať rizikové objekty v intravilánoch sídiel a ich blízkosti a informovať o nich orgány samosprávy, navrhnuť spôsob ich technických úprav pre zamedzenie spomínaného rizika, prípadne monitoring pre včasné varovanie pred vznikom havárie.

Problematika riešenia vplyvov ťažby na životné prostredie je čiastkovo obsiahnutá i v Štátnom programe sanácie environmentálnych záťaží na roky 2010-2015. Tento program predstavuje strategický plánovací dokument pre systematické odstraňovanie environmentálnych záťaží na Slovensku. V rámci neho navrhuje:

- Ministerstvo hospodárstva realizovať geologický prieskum životného prostredia a rizikovú analýzu na lokalitách ťažby a úpravy rúd Markušovce – okolie, Rudňany a Slovinky,
- Ministerstvo hospodárstva realizovať podrobný geologický prieskum životného prostredia, rizikovú analýzu a prípadne i sanáciu na lokalitách Merník – ortuťové bane, Pezinok – rudné bane a odkaliská a Smolník – ťažba pyritových rúd,

- Ministerstvo životného prostredia realizovať monitoring lokalít s vysokou prioritou: (č.46) Liptovská Dúbrava Lazisko – odkaliská, (č.47) Liptovská Dúbrava – štôlne, haldy a lokalít so strednou prioritou: (č.29) Špania Dolina – flotačná úpravňa, (č.35) Partizánska Lupča – štôlne a haldy Magurka, (č.36) Partizánska Lupča – odkalisko Magurka, (č.46) Pernek – oblasť starých banských diel, (č.59) – Pernek – Dolná Karol štôlna a halda, (č.60) – Banská Štiavnica – odkalisko Lintich, (č.61) – Banská Belá – odkalisko Sedem žien, (č.69) – Pernek – Pavol štôlna a halda.

Z lokalít, na ktorých sa navrhuje vykonať geologický prieskum životného prostredia, prebieha v súčasnosti monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP na lokalitách Markušovce-okolie a Rudňany, Slovinky, Pezinok a Smolník. Výsledky tohto monitoringu bude potrebné využiť pri tvorbe projektov geologických prác na jednotlivých lokalitách a pri vyhodnotení ich výsledkov. Z lokalít na ktorých sa navrhuje realizovať monitoring, sú v rámci ČMS GF VŤŽP už monitorované lokality Liptovská Dúbrava a Špania Dolina.

V roku 2010 budú pokračovať monitorovacie práce na dosiaľ rozpracovaných lokalitách v obdobnom rozsahu monitorovacích prác.

Záverom sa navrhuje:

- (1) zaradiť k monitorovaným lokalitám ložisko soli v Solivare pri Prešove, pričom monitorovací systém bude navrhnutý na základe výsledkov vykonaného podrobného prieskumu životného prostredia lokality;
- (2) pri monitoringu geochemických aspektov sledovať v monitorovaných vodných útvaroch okrem zložiek v rozpustenej forme i množstvo a kvalitu splavenín na lokalitách Smolník, Slovinky, Rudňany, Novoveská Huta, Pezinok a Dúbrava, aby bolo zdokumentované celkové množstvo kontaminantov splavované z týchto banských lokalít pri vysokých zrážkových úhrnoch a kulminačných prietokoch tokov; podľa finančných možností zvýšiť frekvenciu vzorkovania na monitorovaných objektoch a na vybraných lokalitách vykonať časovo obmedzené podrobné monitorovanie závislosti časovej variability kvalitatívnych parametrov vo vzťahu k zrážkovo-odtokovým charakteristikám za použitia automatickej registračnej techniky;
- (4) formou samostatnej geologickej úlohy zabezpečiť identifikáciu štôlní s rizikom vzniku prievalov banskej vody a kalu, lokalizovaných v intravilánoch sídiel a ich spádovej oblasti, s návrhom zamedzenia vzniku škôd a havarijných udalostí;
- (5) formou samostatnej geologickej úlohy riešiť problematiku rozvoja evaporitového krasu v antropogénne modifikovaných podmienkach. *Evaporitovému krasu ako geologickému fenoménu bola dosiaľ venovaná malá pozornosť a dodnes chýbajú údaje o intenzite krasovatenia pri rôznych i meniacich sa - hlavne hydrodynamických - podmienkach. Na ložiskách v oblasti Novoveskej Huty, kde určité časti evaporitového súvrstvia boli nafárané prieskumnými banskými dielami a v prípade ložiska Spišská Nová Ves – Novoveská Huta i dlhodobo ťažené, sú pôvodné hydrodynamické pomery zmenené - t. j. antropogénne ovplyvnené. Nepriaznivé dôsledky krasovatenia tu boli zaznamenané v minulosti (prepad úseku štátnej cesty nad kavernou nafáranou v bani v roku 1975) a prejavujú sa i v súčasnosti. Po zatopení uránovej bane tu vznikol potenciálny hydraulický spád, ktorý môže indukovať intenzívne krasovatenie evaporitov v priestore medzi oboma baňami s rizikom vzniku závalov na povrchu v intraviláne Novoveskej Huty (ohrozenie štátnej cesty Spišská Nová Ves - Hnilčák) a prievalov v ťaženej sadrovcovej bani. V oblasti J od Tepličky nad Hornádom zavalením úseku Novej štôlne v anhydritovej polohe tesne pred jej ústím vznikol na povrchu kráter, navyše v dôsledku utesnenia štôlne vzniklo niekoľko náhlych veľkých výronov banskej vody (počas*

*posledného z nich z bane vyteklo okolo 120 000 m<sup>3</sup> vody a situácia nie je dosiaľ uspokojivo doriešená (kap. 2.4.4.12).*

- (6) na vybraných lokalitách zriadiť vlastnú sieť pozorovacích bodov pre meranie poklesov terénu v podrúbaných územiach (Kremnica -baňa Mária, Rudňany -Baniská, Čertovica a i.).

## Literatúra

- Bajtoš, P., 1999: Impact of mine working on the hydrogeological conditions of the Rudňany Ore Field. Proceedings. XXIX congress of IAH „Hydrogeology and land use management“, Bratislava. ISBN 80-968200-9-5. 733-738 p.
- Bajtoš, P., 2007: Špecifická krasovatenia ťažených ložísk magnezitu a mastenca v Spišsko-gemerskom rudohorí. Zborník 14. slovenskej hydrogeologickej konferencie, Banská Bystrica. Slovenská asociácia hydrogeológov - Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, s. 39-40.
- Bajtoš, P., 2009: Zmeny kvality vody vybraných tokov v Slovenskom Rudohorí v priebehu ťažby rudných ložísk a po jej ukončení. Zborník 10. česko-slovenského medzinárodného hydrogeologického kongresu, Ostrava, s. 205-208.
- Bajtoš, P., 2001: Praktické dôsledky charakteru priepustnosti rozfáraných ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. In *Sborník, XI. národní hydrogeologický kongres „Hydrogeologie - multidisciplinární pojetí oboru“*. Publ. VŠB-TU Ostrava, HGF, Institut geologického inženýrství. 2001, pp 171-174.
- Bajtoš, P., Cicmanová, S., 2005: Mobilizácia hliníka v obehú vôd bansky rozfáraného horninového masívu andezitov s cinabaritovou a drahoopálovou mineralizáciou na lokalite Dubník a súvisiace environmentálne dôsledky. Zborník 13. slovenskej hydrogeologickej konferencie „Človek a voda“. Brusno. ISBN 80-969342-1-X. 50-55 s.
- Bajtoš, P., 2008: Actual and Potential Utilisation of Mine waters in the Spišsko-gemerské Rudohorie Mts., Slovakia. 10th International Mine Water Association Congress, Karlovy Vary, Czech Republic.
- Bajtoš, P., Kotulák, P., Verdon, P., 2000: Hydrogeologická charakteristika ložiska kamennej soli Prešov – Solná baňa a problematika jeho zatápania. Exkurzný sprievodca X. Slovenskej hydrogeologickej konferencie. Slovenská asociácia hydrogeológov. 21-26.
- Baliak, F., Malgot, J., Letavay, M., Bartók, J., Kuchár, Š., Šebová, H., Solmanová, A., a kol., 1989: Inžinierskogeologická mapa Kremnica M 1: 5000. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Beharka, M. a kol., 1999: Environmentálne vplyvy zatápania bane v Rudňanoch. Manuskript, archív OBÚ Spišská Nová Ves.
- Bergfest A., 1951: Baníctvo v Španej doline, na Starých Horách a v Potkanovej. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Cicmanová, S., Bajtoš, P., 2000: Hydrogeologické a hydrogeochemické aspekty vplyvu uvažovaného zatopenia komplexu banských diel bane Mária v Rožňave. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Cicmanová, S.- Bajtoš, P. - Mesarčík, I. - Jančura, M., 2002: Geologické a hydrogeologické pomery ložísk Rožňava - Mária a Rožňava - Strieborná žila vo vzťahu k environmentálnym dôsledkom zatopenia bane. Slovenské banské múzeum - SPRAVODAJ - banský výskum Prievidza - č. 2 - 3/20002.
- Daniel, J., Jančura, M., 2009: Prípad Nová štólňa - periodické výrony banských vôd z opustenej bane.
- Dianiška, I. 2008: Vplyv zatopeného ložiska bane Mária na hydrogeologické pomery okolia mesta Rožňava. Diplomová práca, PriF UK Bratislava.
- Jaško, V. 1996: Smolník - komplexné hydrogeologické a hydrochemické posúdenie ložiska Cu - Fe rúd, štúdia. Manuskript, Geofond Bratislava.
- Klukanová, A. & Rapant, S., 1999: Impact of mining activities upon the environment of the Slovak Republic: two case studies. Journal of Geochemical Exploration. Vol. 66, No. 3, s. 299 – 306.
- Kusein, M., Maťová, V., 2002: Špania Dolina - komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska, regionálna geológia. Manuskript, Geofond Bratislava.
- Masarovičová, M., Slávik, I., Kovalková J., 2006: Geotechnický audit odkaliska SMZ, a.s., Jelšava. Nariadenie vlády SR č.296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.
- Nariadenie vlády SR č.269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Onačila, D., Rojkovičová, L., Jeleň, S., Hojstříčová, V., Štohl, J., Lexa, J., Žáková, E., 1995: Komplexná dokumentácia revíru Banská Štiavnica-Hodruša. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Ozdín, D., 2010: Prepad cesty do štólne Stará Paurovská pri Vyšnej Boci. Montanrevue, 21,



- Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a Ministerstva životného prostredia SR z 15.12.1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie.
- ROZHODNUTIE MP SR o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok (číslo 531/1994 – 540) MP SR, 1994.
- STN 75 7221 Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd.
- Turnovec, I., 1965: Sádrovcový kras na dole Grétla ve Spišsko-gemerském rudohoří. Geografický časopis XVII, 2, 185-186.
- Vrana, K., Vojtaško, I., Žák, D., Piovarči, M., Kúšiková, S., Puchnerová, M., Lanc, J., Naštický, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Geocomplex, a. s., Bratislava: 2005, pp 1-76. Manuskript.

Prílohová časť

## **04: Vplyv ťažby na životné prostredie**

4.1	Fotodokumentácia	1
4.2	Satelitné snímky monitorovaných lokalít	56

## Príl. 4.1: Fotodokumentácia



Obr. 1: Lokalita Jelšava. Areál závodu SMZ Jelšava. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 2: Lokalita Jelšava. Areál závodu SMZ Jelšava. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 3: Lokalita Jelšava. Areál závodu SMZ Jelšava s depóniou odpadu z úpravne. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 4: Lokalita Jelšava. Areál závodu SMZ Jelšava. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 5: Lokalita Jelšava. Areál závodu SMZ Jelšava. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 6: Lokalita Jelšava. Jazero pod odkaliskom SMZ Jelšava. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 7: Lokalita Jelšava. Merný objekt priesaku z odkaliska SMZ Jelšava. Meranie prietoku (P. Bajtoš, Ľ. Záhorová). Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 8: Lokalita Jelšava. Merný objekt priesaku z odkaliska SMZ Jelšava. Meranie prietoku (P. Bajtoš, Ľ. Záhorová). Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 9: Lokalita Jelšava. Lomová ťažba ložiska Dúbravský masív – pohľad od južného okraja Magnezitoviec. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 10: Lokalita Jelšava. Lomová ťažba ložiska Dúbravský masív – pohľad od južného okraja Magnezitoviec. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 11: Lokalita Jelšava. Erózia navážky na ľavom brehu Mníšanského potoka pred ústím do Muráňa.  
Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 12: Lokalita Jelšava. Odber vzorky vody z Mníšanského potoka pred jeho ústím do rieky Muráň.  
Vzorkujú L. Záhorová a P. Bajtoš. Foto: P. Baláž





Obr. 13: Lokalita Jelšava. Odber vzorky vody z Mníšanského potoka pred jeho ústím do rieky Muráň. Vzorkujú L. Záhorová a P. Bajtoš. Foto: P. Baláž, 15.7.2008



Obr. 14: Lokalita Jelšava. Lom a haldy na západnom svahu Dúbravského masívu, pohľad od obce Chyžné. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 15: Lokalita Lubeník. Priesak zo skládky inertného odpadu – „jazierko“. 18.9.2008 Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 16: Lubeník – priesak zo skládky inertného odpadu – „jazierko“. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 17: Lokalita Lubeník. Haldy vedľa štátnej cesty Lubeník – Turčok nad vrátnicou závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 18: Lokalita Lubeník. Vrátnica a areál ťažobného závodu. Prepust potoka z doliny s ložiskom pred sútokom s potokom od „jazierka“. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 19: Loklita Lubeník. Pohľad od ČOV na príľahlý svah s depóniami haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 20: Loklita Lubeník. Pohľad od ČOV na areál úpravne. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 21: Lokalita Lubeník. Pohľad na ČOV. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 22: Lokalita Lubeník. Pohľad od ČOV na príľahlý svah s depóniami haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 23: Lokalita Lubeník. Pohľad z osady Majer na depónie haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 24: Lokalita Lubeník. Pohľad z osady Majer na areál závodu a depónie haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 25: Lokalita Lubeník. Pohľad z osady Majer na areál závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 26: Lokalita Lubeník – pohľad z osady Majer na depónie haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 27: Lokalita Lubeník. Pohľad z osady Majer na depónie haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 28: Lokalita Lubeník. Pohľad z osady Majer na depónie haldoviny. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008





Obr. 29: Lokalita Lubeník – pohľad z obce Lubeník na areál závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 30: Lokalita Lubeník. Pohľad z obce Lubeník na areál závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 31: Lokalita Lubeník – pohľad z obce Lubeník haldy pri areále závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 32: Lokalita Lubeník. Pohľad z obce Lubeník na areál závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 33: Lokalita Lubeník. Pohľad z obce Lubeník na areál závodu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 34: Lokalita Lubeník – pohľad z obce Lubeník na haldu. Foto – P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 35: Lokalita Rudňany. Závaľové pásmo na žile Droždiak nad starou cestou pri Poráči. Foto: P. Baláž, 12.5.2005



Obr. 36: Lokalita Rudňany. Závaľové pásmo na žile Droždiak pri prepadnutej starej ceste pri Poráči zavázané komunálnym odpadom. Foto: P. Baláž, 12.5.2005



Obr. 37: Lokalita Rudňany. Závalové pásmo na žile Droždiak. Pohľad od prepadnutej starej cesty na Poráč smerom na V. Foto: P. Baláž, 12.5.2005



Obr. 38: Lokalita Rudňany. Závalové pásmo žily Droždiak pri Poráči zavázané elektrárenským popolčekom. Foto: P. Baláž, 12.5.2005



Obr. 39: Lokalita Slovinky. Meranie prietoku výťoku banskej vody zo štólne Alžbeta v Slovinkách. Hydrometruje Jozef Blahut. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 40: Lokalita Slovinky. Ústie štólne Alžbeta v Slovinkách. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 41: Lokalita Slovinky. Merný objekt na výtoku banskej vody zo štólne Alžbeta v Slovinkách. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 42: Lokalita Slovinky. Prepadová hrana na mernom objekte na výtoku banskej vody zo štólne Alžbeta v Slovinkách. Prepadová hrana neumožňuje presné meranie – jej hrúbka je 7 cm. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 43: Lokalita Slovinky. Horný okraj odvodňovacieho rigolu (betónové panely) odkaliska Slovinky je v úrovni kde stojí J. Blahut. Vyššie je neizolované koryto potoka zarezané v materiáli odkaliska. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 44: Lokalita Slovinky. Meranie prietoku potôčka (v odvodňovacom rigole) pritekajúceho k starému odkalisku Slovinky z vyššie položeného úseku doliny. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008





Obr. 45: Lokalita Slovinky. Priesak spod starého odkaliska č.2 zvedený rigolom do banského vozíka  
Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 46: Lokalita Slovinky. Priesak spod odkaliska č.3 zvedený betónovým žľabom so strmým spádom do hlavného odvodňovacieho rigolu. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 47: Lokalita Slovinky. Merný profil SI-1 – Slovinský potok nad Slovinkami v Lacemberskej doline. Príprava hydrometrického profilu J. Blahutom. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 48: Lokalita Slovinky. Merný profil SI-3 – Poráčsky potok pred ústím do Slovinského potoka. Hydrometruje J. Blahut. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 49: Lokalita Slovinky. Merný profil SI-6 – Slovinský potok pod ložiskovou oblasťou Slovinky. Hydrometrický profil pripravuje J. Blahut. Foto: P. Bajtoš, 26.6.2008



Obr. 50: Lokalita Smolník. Skalný podklad fylitov prekrytý kvartérou suťou v záreze do svahu pri bývalej šachte Rothenberg. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 51: Lokalita Smolník. Monitorovaný profil Sm1 – Smolnícky potok nad ložiskom. Hydrometruje J. Blahut. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 52: Lokalita Smolník. Merný objekt Sm5 – výusť odtoku zo šachty Pech, pri Smolníckom potoku. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 53: Lokalita Smolník. Tvorba okrov na dne Smolníckeho potoka pod šachtou Pech.  
Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 54: Lokalita Smolník. Tvorba okrov na dne Smolníckeho potoka pod šachtou Pech.  
Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 55: Lokalita Smolník. Detail merného objektu banskej vody šachty Pech. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 56: Lokalita Smolník. Detail merného objektu banskej vody šachty Pech. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



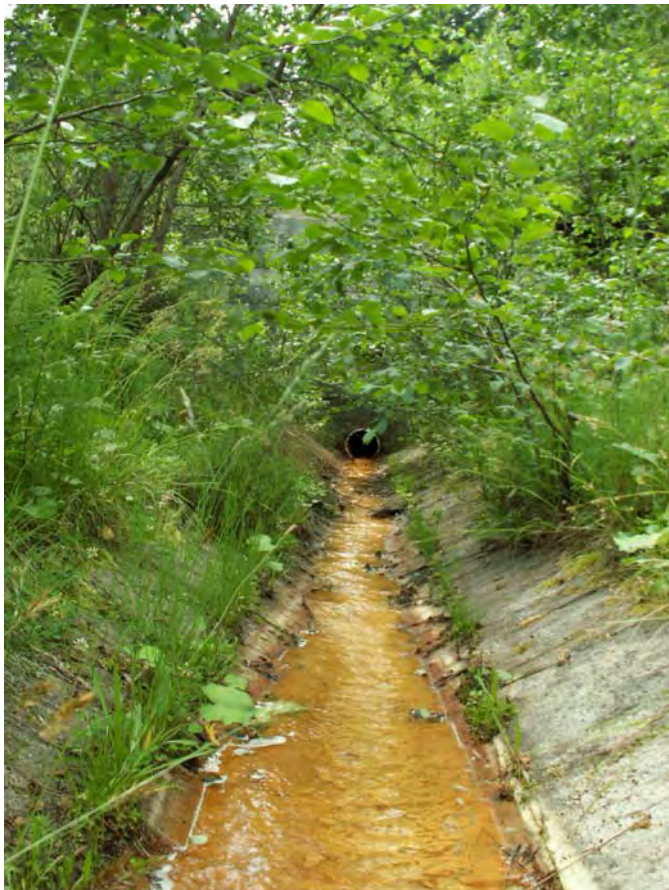
Obr. 57: Lokalita Smolník. Detail merného objektu banskej vody šachty Pech. Pre poškodenie prelivovej hrany je nemožné merať pomocou výšky prepadu, pre nevhodné osadenie objektu je nemožné merať do nádoby. Improvizované hydrometrické merania J. Blahuta. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 58: Lokalita Smolník. Ústie štôlne Karitas s odtokom banskej vody zvedenom gumenou hadicou. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 59: Lokalita Smolník. Merný objekt  
banských vôd zo šachty Pech pri Smolníckom  
potoku. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 60: Lokalita Smolník. Odtok banskej vody  
z Novej štólne. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008





Obr. 61: Lokalita Smolník. Štôľňa v záreze do svahu pri ceste na odkalisko zo závodu v Smolníckej Hute. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008

Obr. 62: Lokalita Smolník. Zárez do svahu v produktívnom súvrství pyritového ložiska pri ceste na odkalisko zo závodu v Smolníckej Hute. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008





Obr. 63: Lokalita Smolník. Nový zával pri ceste nad odkaliskom likvidovaný zasypávaním. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 64: Lokalita Smolník. Štôlna v záreze do svahu pri ceste na odkalisko zo závodu v Smolníckej Hute. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 65,66: Lokalita Smolník. Nový zával pri ceste nad odkaliskom - komín hĺbky vyše 4 m s ústím 3,5x3 m.  
Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 67: Lokalita Smolník. Nový zával pri ceste nad odkaliskom - komín hĺbky vyše 4 m s ústím 3,5x3 m.  
Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 68: Lokalita Smolník. Nový zával pri ceste nad odkaliskom - komín hĺbky vyše 4 m s ústím 3,5x3 m. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 69: Lokalita Smolník. Strelnica na rekultivovanom odkalisku Smolnícka Huta. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 70 (vľavo): Lokalita Smolník. Drenáž z odkaliska Smolnícka Huta – spodný výpusť  
Obr. 71: Lokalita Smolník. Drenáž z odkaliska Smolnícka Huta – horný výpusť. Foto: P. Bajtoš, 30.6.2008



Obr. 72: Lokalita Rožňava. Nadabula, ústie štólne Sadlovská., Foto: P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 73: Lokalita Rožňava. Nadabula, ústie štólne Augusta. Foto: P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 74: Lokalita Rožňava. Nadabula, výusť kanálu K2 do rieky Slaná. Foto: P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 75: Lokalita Rožňava. Nadabula, výúst kanálu K2 do rieky Slaná. Foto: P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 76: Lokalita Rožňava. Výúst odpadového potrubia z Dopravného prekopy s merným prahom do rieky Slaná. Foto P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 77: Lokalita Rožňava. Výúst' odpadového potrubia z Dopravného prekopy s merným prahom do rieky Slaná, pohľad z mosta. Foto P. Bajtoš, 18.9.2008



Obr. 78: Lokalita Kremnica. Ústie Hlavnej dedičnej štôlne. Foto – P. Bajtoš, 13.11.2008





Obr. 79: Lokalita Kremnica. Ústie Hlavnej dedičnej štôlny. Foto – P. Bajtoš, 13.11.2008



Obr. 80: Lokalita Kremnica. Prístup k ústiu Hlavnej dedičnej štôlny. Foto – P. Bajtoš, 13.11.2008



Obr. 81: Lokalita Kremnica. Opustený merný profil s limnigrafom pod ústím Hlavnej dedičnej štôlne pred vtokom do Hrona.. Foto – P. Bajtoš, 13.11.2008



Obr. 82: Lokalita Dúbrava. Hydrometrické meranie profilu v štôlni Martin S. Olekšákom. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 83: Lokalita Dúbrava. Portál štôlne Martin. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 84: Lokalita Dúbrava. Hydrometrické meranie potoka Paludžanka v profile nad štôľňou Svätopluk. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 85: Lokalita Dúbrava. Ústie štôlny Svätopluk.  
Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 86: Lokalita Dúbrava. Rekultivovaná halda pod štôľňou Samuel. Výtok banskej vody z tejto štôlny je vyvedený potrubím na horný okraj haldy kde voľne vyteká na jej svah a vsakuje doň. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 87: Lokalita Dúbrava. Výtok banskej vody zo štôlne Samuel je vyvedený potrubím na horný okraj haldy kde voľne vyteká na jej svah a vsakuje doň.. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 88: Lokalita Dúbrava. Ústie a portál štôlne Samuel.  
Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 89: Lokalita Dúbrava. Ústie a portál štólne Rakytová, pred ňou rekultivovaná halda. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 90: Lokalita Dúbrava. Hydrometrické meranie prietoku banskej vody v ústí štólne Rakytová. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 91: Lokalita Dúbrava. Ústie a portál štólne Rakytová, pred ňou odpadové potrubie s výtokom banskej vody do potoka. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 92: Lokalita Dúbrava. Meranie prietoku banskej vody S. Olekšákom v prepadovej šachte pod ústím štólne Flotačná. Foto: P. Bajtoš, 3.10.2008



Obr. 93: Lokalita Pezinok. Ústie štólne Budúcnosť. Foto: P. Bajtoš, 13.11.2008



Obr. 94: Lokalita Pezinok. Dočasný merný profil pred ústím štólne Budúcnosť. Foto: P. Bajtoš, 13.11.2008





Obr. 95: Lokalita Pezinok. Ústie štôlne Pyritová. Foto: P. Bajtoš, 13.11.2008



Obr. 96: Lokalita Pezinok. Merný profil na potoku Paludžanka - spodný. Foto: P. Bajtoš, 13.11.2008



Obr. 97: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štólne. Deštrukcia portálu v ústí štólne. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 98: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štólne. Deštrukcia portálu v ústí štólne. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 99: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štôlne. Erózia dna doliny pozdĺž asfaltovej cesty a nižšie položenej haldy (na pravej strane). Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 100: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štôlne. Erózia pôvodného koryta potoka pod štôľňou a deštrukcia vozovky. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 101: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štôlne. Erózia haldy lokalizovanej pod štôľňou. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 102: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štôlne. Erózia pôvodného koryta potoka pod štôľňou a deštrukcia vozovky. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 103: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štôlne. Pôvodná asfaltová cesta úplne prekrytá nánosom splavenej haldoviny a kvartérnych sedimentov..  
Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 104: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štôlne. Erózia pôvodného koryta potoka pod štôľňou a deštrukcia vozovky. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 105: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štólne. Erózia pôvodného koryta potoka pod štôľňou a deštrukcia vozovky. Foto: P. Baláž, 2.10.2008



Obr. 106: Teplička nad Hornádom – následky prievalu banskej vody z Novej štólne. Ústie Novej štólne po rekonštrukčných prácach. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009



Obr. 107: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štôlne. Ústie Novej štôlne a odtokové koryto po rekonštrukčných prácach. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009



Obr. 108: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štôlne. Kráterový zával nad Novou štôľňou – pohľad z JV. Priemer krátera 15 m, hĺbka 8-10 m. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009



Obr. 109: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štôlne. Kráterovitý zával nad Novou štôľňou – pohľad zo Z. Priemer krátera 15 m, hĺbka 8-10 m. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009



Obr. 110: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štôlne. Kráterovitý zával nad Novou štôľňou – pohľad zo Z. Priemer krátera 15 m, hĺbka 8-10 m. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009





Obr. 111: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štólne. Kráterový zával nad Novou štôľňou – pohľad zo S. Priemer krátera 15 m, hĺbka 8-10 m. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009



Obr. 112: Teplička nad Hornádom – následky prievahu banskej vody z Novej štólne. Monitorovací vrt situovaný do Novej štólne nad závalom. Priemer krátera 15 m, hĺbka 8-10 m. Foto: P. Bajtoš, 3.5.2009

## Príl. 4.2: Satelitné snímky monitorovaných lokalít



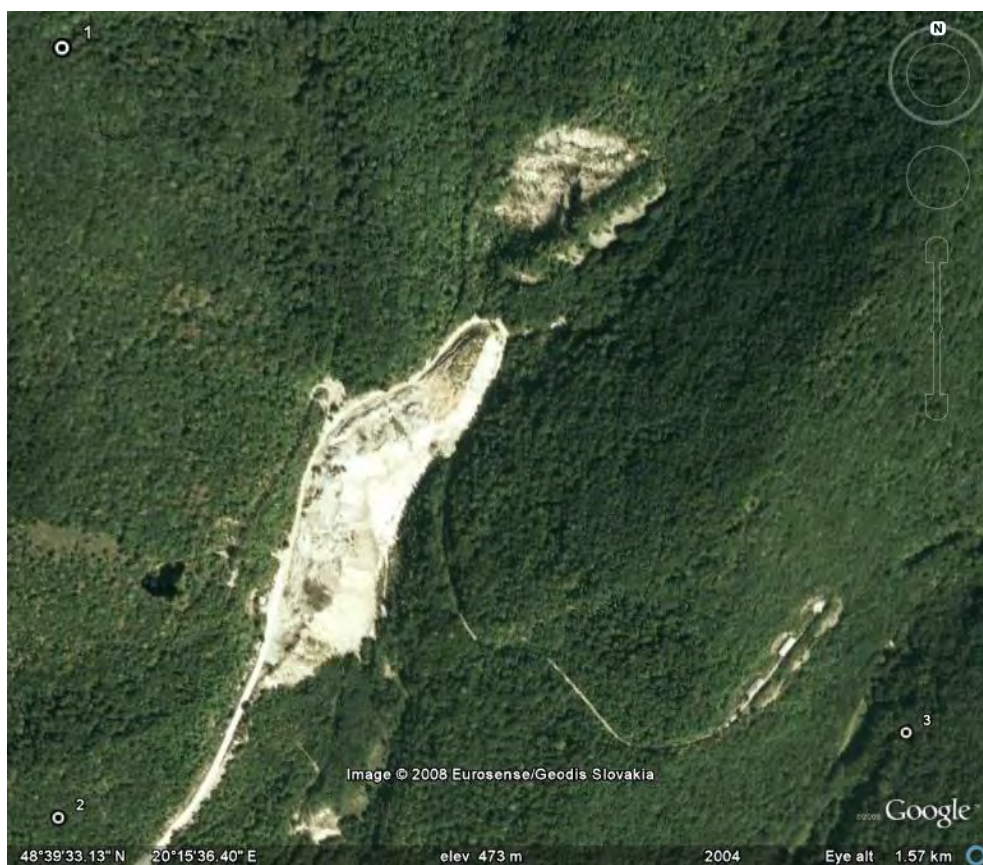
Obr. 1: Lokalita Jelšava. Areál závodu SMZ SZ od Jelšavy s depóniami odpadu po úprave, na V od neho odkalisko a pod jeho hrádzou havarijná nádrž, S od odkaliska Dúbravský masív na vrchole so závalovým pásmom a po svojom obvode s haldami. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 2: Lokalita Jelšava. Odkalisko SMZ Jelšava v hornej časti s jazierkom. Pod jeho hrádzou havarijná nádrž. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 3: Lokalita Jelšava. Areál ťažobno – spracovateľského závodu SMZ Jelšava. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 4: Lokalita Jelšava. Lom vo V časti ložiska, pod ním haldy. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 5: Lokality Jelšava. Závažné pásmo na hrebeni Dúbravského masívu, S od neho lomová stena a pod ňou haldy. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.6: Ložisko Lubeník. Areál ťažobno – spracovateľského závodu Slovmag. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.7: Lokalita Lubeník. Haldy v areáli závodu Slovmag. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.8: Lokalita Lubeník. Zalesnený priestor ložiskového územia J od areálu závodu s lomom a menšími závalmi. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 9: Lokalita Lubeník. Halda „inertného odpadu“ Z od areálu závodu vedľa štátnej cesty Lubeník - Turčok. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 10: Lokalita Hnúšť'a. Susediace ťažobno – spracovateľské závody GENES a. s. Hnúšť'a (južnejší) a INTOCAST Magnezit a. s. Hačava. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 11: Lokalita Hnúšťa. Areál ťažobno – spracovateľského závodu GENES a.s. Hnúšťa. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 12: Ložisko Košice. Areál ťažobno – spracovateľského závodu s jamovým lomom a depóniami odpadu, v SZ časti so zatopeným závalom. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 13: Lokalita Košice – Bankov. Opustený jamový lom s rekultivovanými stenami takmer úplne pokrytými zmiešaným porastom. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 14: Lokalita Košice – Bankov. Závaľ s jazierkom nachádzajúci sa v SZ časti areálu. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004





Obr. 15: Lokalita Košice – Bankov. Depónie haldového materiálu J od závalu s jazierkom. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 16: Lokalita Rudňany. Nový priemyselný závod (NPZ) J od Markušoviec a Z od neho odkalisko, na S okraji krasového masívu Stožky



Obr. 17: Lokalita Rudňany. Odkalisko pri NPZ, spodná hrádza je na V strane. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 18: Lokalita Rudňany. Okolie jamy 5RPII s depóniami haldoviny na Z okraji závalového pásma Rudňany. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 19: Lokalita Rudňany. Závalové pásmo Rudňany pozdĺž J okraja obce Poráč, na jeho V okraji areál závodu jamy Poráč. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 20: Z časť závalového pásma Rudňany s prepadnutou starou cestou Rudňany – Poráč, JV od futbalového ihriska obce Poráč. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 21: V časť závalového pásma medzi prepadnutou starou cestou (ľavý okraj obrázka) a novou cestou Rudňany – Poráč vedľa areálu jamy Poráč. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 22: Lokalita Slovincy. Centrálna časť obce Slovincy s areálom bývalého ťažobného závodu ŽB (súbor väčších budov), haldami a odkaliskami. Najväčšie je Nové odkalisko (pravý horný roh obrázku), menšie je rekultivované Staré odkalisko (JV od závodu) a ďalšie odkaliská pozdĺž Slovinského potoka S a SV od závodu. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 23: Lokalita Slovinky. Areál bývalého ťažobno - spracovateľského závodu ŽB (dolná polovica obrázka) pri ústí štôlne Alžbeta. S od závodu sú uložené depónie kalu. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 24: Lokalita Slovinky. J časť bývalého ťažobno - spracovateľského závodu ŽB (vľavo hore) so Starým odkaliskom (trojuholník obmedzený z J cestou a zo S regulovaným potokom). Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 25: Lokalita Slovinky. Nové odkalisko so zčasti rekultivovanou spodnou časťou. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.26: Lokalita Smolník. Bývalý ťažobný závod ŽB (stred) a odkalisko (vpravo) nad Smolníckou Hutou. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 27: Lokalita Smolník. Areál bývalého ťažobného závodu ŽB s haldami a pásmom závalov (doprava od svetlej plochy trojuholníkového tvaru). Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 28: Lokalita Smolník. Pásmo závalov nad podrúbaným územím. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 29: Odkaľisko nad Smolníckou Hutou. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.30: Lokalita Novoveská Huta. Vápencový lom Gréťa V od obce Novoveská Huta, S od neho sa v smere Z – V tiahne pásmo závalov nad vyťaženými časťami sadrovcového ložiska Tollstein ťaženého úpadnicou z Novoveskej Huty. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004





Obr. 31: Lokalita Novoveská Huta. Skupina kráterovitých závalov v doline Podzámčiská – časť závalového pásma sadrovcového ložiska Tollstein. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 32: Lokalita Novoveská Huta. Rekultivované haldy pod zatopeným lomom na U-Mo rudu na lokalite Muráň. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 33: Lokalita Rožňava. Areál bane Mária (Z od cesty Rožňava – Čučma). Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 34: Lokalita Rožňava. Nadabula – areál bane Sadlovský s haldami a depóniami kalu. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.35: Lokalita Rožňava. Nadabula – Nové odkalisko. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 36: Lokalita Rožňava. Nadabula – areál bývalého závodu a depónie kalu. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 37: Lokalita Nižná Slaná. Areál ťažobno – spracovateľského závodu Siderit a.s. Nižná Slaná a odkalisko.  
Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



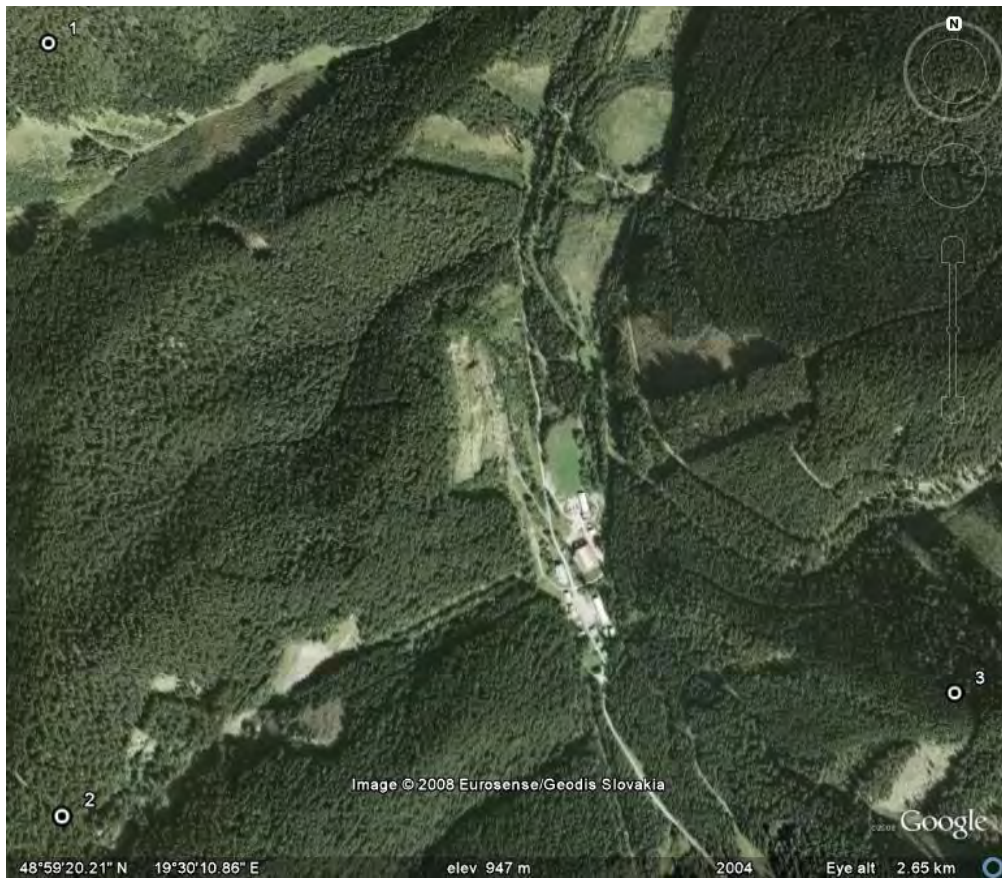
Obr. 38: Lokalita Nižná Slaná. Odkalisko Siderit a.s. Nižná Slaná. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 39: Lokalita Nižná Slaná. Ťažobno – spracovateľský závod Siderit a.s. Nižná Slaná. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 40: Lokalita Nižná Slaná. Skupina kráterovitých závalov nad vyťaženými časťami ložiska Kobeliarovo SZ od obce Kobeliarovo. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.41: Lokalita Dúbrava. Areál ťažobno – úpravničkeho závodu, S od neho odkalisko. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.42: Lokalita Dúbrava. Areál ťažobno – úpravničkeho závodu, Z od neho haldy. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr.43: Lokalita Dúbrava. Halda pred ústiami štôlní v J časti ložiskovej oblasti. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 44: Lokalita Dúbrava. Halda štôlne Rakytová (dno dolinky) a haldy ďalších štôlní na svahu. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 45: Lokalita Pezinok. Areál ťažobno – spracovateľského závodu s odkaliskami. Zdroj: Google Earth, satelitná snímka z roku 2004



Obr. 46: Oblasť Hornej Nitry. Lokalizácia monitorovacích objektov kvality vôd a sedimentov v Cígli na podklade satelitnej snímky z roku 2004 (Google Earth)





Obr. 47: Oblasť Hornej Nitry. Lokalizácia monitorovacích objektov kvality vôd a sedimentov v Handlovej na podklade satelitnej snímky z roku 2004 (Google Earth)



Obr. 48: Oblasť Hornej Nitry. Lokalizácia monitorovacích objektov kvality vôd a sedimentov v Lehote pod Vtáčnikom na podklade satelitnej snímky z roku 2004 (Google Earth)



Obr. 49: Oblasť Štiavnicko-hodrušského rudného obvodu. Lokalizácia monitorovacích objektov kvality vôd a sedimentov v Hodruši na podklade satelitnej snímky z roku 2004 (Google Earth)



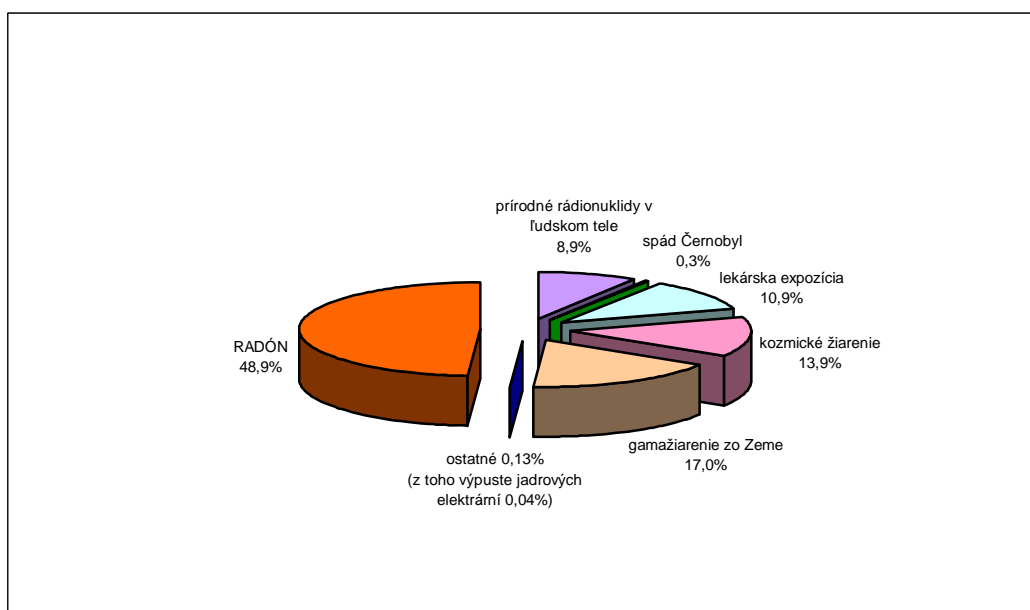
Obr. 50: Oblasť Štiavnicko-hodrušského rudného obvodu. Lokalizácia monitorovacích objektov kvality vôd a sedimentov pri Voznici na podklade satelitnej snímky z roku 2004 (Google Earth)

## 2.5. MONITOROVANIE OBJEMOVEJ AKTIVITY RADÓNU V GEOLOGICKOM PROSTREDÍ

Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí na území SR v období 2002 – 2005 bol realizovaný ako podsystém 13 Čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov životného prostredia SR“. Od roku 2006 pokračoval podľa schválenej Konceptie aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu (schválenej uznesením č. 42 OPM ŽP dňa 4.4.2005) na roky 2005 – 2010 (prijatej v priebehu roka 2005) v podsystéme 05.

Rádioaktivita nesporne patrí medzi dôležité rizikové faktory životného prostredia. Zhubné dôsledky pôsobenia rádioaktívneho žiarenia na zdravie ľudí sú všeobecne známe a preto je správne, že tento negatívny faktor životného prostredia je neustále predmetom rôznych výskumov viacerých vedeckých inštitúcií v mnohých krajinách. Sú to hlavne dve renomované svetové ustanovizne (UNSCEAR – United Nations Scientific Committee of the Effects of Atomic Radiation a ICRP – International Commission of Radiological Protection), ktorých závery a odporúčania sú všeobecne akceptované a boli využívané aj na Slovensku pri tvorbe relevantnej legislatívy.

Vedecký výbor OSN pre účinky atómového žiarenia (UNSCEAR) zverejnil, že v súčasnosti prírodné zdroje rádioaktívneho žiarenia prispievajú viac než tromi štvrtinami k celkovému ožiareniu svetovej populácie, pričom najvýznamnejším zdrojom prírodného žiarenia je práve radón  $^{222}\text{Rn}$  a jeho dcérske produkty rádioaktívnej premeny (Nikodémová, Pinter, Vičanová, 2003). Je preto paradoxom, že obavy verejnosti sú zamerané hlavne na umelé zdroje žiarenia (zvlášť na jadrové zariadenia) a väčšina ľudí netuší, že úplne najväčšie ožiarenie v období mimo jadrových havárií spôsobujú práve prírodné zdroje (obr. 2.5.1).



Obr. 2.5.1: Radičná záťaž obyvateľstva

Radón  $^{222}\text{Rn}$  je prírodný inertný rádioaktívny plyn, má väčšiu hustotu než vzduch a je rozpustný v kvapalinách. Je to plyn bez farby, chuti, zápachu a tým je zmyslami človeka nepostihnuteľný. Hlavným zdrojom radónu  $^{222}\text{Rn}$  sú niektoré horniny, ale aj podzemné vody, prechádzajúce prostredím so zvýšeným obsahom rádia. Radón v podzemných vodách môže pochádzať z materského prvku (rádium) obsiahnutého vo vode (rádioaktívny rozpad rádia

$^{226}\text{Ra}$ ), ale aj z procesu emanácie hornín obohatením podzemných vôd počas ich cirkulácie horninami so zvýšenou emanačnou schopnosťou. Vzhľadom na veľmi dlhý polčas rozpadu materských prvkov ( $^{238}\text{U}$  4,5·10<sup>9</sup> rokov,  $^{226}\text{Ra}$  1620 rokov), je jeho prísun z geologického prostredia trvalý.

Radón je prvok s výraznými migračnými schopnosťami, jeho obsahy v horninovom prostredí i vo vodách nie sú stabilné a závisia nielen od koncentrácií rádia v hornine, ale aj ďalších faktorov ovplyvňujúcich jeho šírenie (priepustnosť, tektonické porušenie a klimatické resp. meteorologické podmienky ako vlhkosť, teplota, tlak a pod.).

Radón pomerne ľahko preniká geologickým prostredím, šíri sa difúznym a konvekčným prúdením, pričom difúzia je ovplyvňovaná fyzikálnymi vlastnosťami prostredia a to hlavne pórovitosťou a vlhkosťou. Transport radónu konvekciou je rádovo vyšší než difúziou a spôsobujú ho zmeny fyzikálnych podmienok prostredia (teplotné a tlakové gradienty). Najvýznamnejší prejav konvekcie je na tektonicky porušených zónach, ktoré sú dobrými komunikačnými cestami pre plyny. Radón vo voľnej prírode sa rýchlo riedi atmosférickým vzduchom, ale v uzavretých priestoroch sa môže nahromadiť vo vysokých, zdraviu škodlivých koncentráciách.

Úroveň celkovej prírodnej rádioaktivity na Slovensku presahuje globálny priemer s prognózou stredného radónového rizika na približne polovičnej rozlohe územia SR. Prognóza výskytu vysokého radónového rizika na území SR je na úrovni cca 3 až 4 % (Čížek, Smolárová, Gluch, 1995).

Miera radónového rizika v jednotlivých oblastiach Slovenska je determinovaná ich geologickou a štruktúrno-tektonickou stavbou, ako aj prítomnosťou ložísk uránových rúd. Zvýšená úroveň radónového rizika je hlavne v oblastiach budovaných jadrovými pohoriami, akumuláciami uránových rúd v Spišsko-gemerskom rudohorí, ale aj v oblastiach neogénnych nížin, kde emanácie radónu pochádzajú z podložia, odkiaľ vystupujú k povrchu pozdĺž tektonických zlomov.

Výsledky výskumov Ústavu preventívnej a klinickej medicíny (ÚPKM) z posledných rokov v oblasti radiačnej záťaže obyvateľov SR, ktoré boli cielené do oblastí s prognózou vysokého radónového rizika, potvrdili hypotézu, že v niektorých regiónoch Slovenska môže byť radón druhou najvýznamnejšou príčinou vzniku rakoviny pľúc (Nikodémová, Pinter, Vičanová, 2003).

Uvedené fakty podporujú potrebu venovať pozornosť tomuto fenoménu životného prostredia a aj preto bol monitoring radónu v geologickom prostredí zaradený do systému monitorovania geologických faktorov životného prostredia na území Slovenskej republiky, s cieľom zdokumentovať a komplexne zhodnocovať zmeny koncentrácií radónu v pôdnom vzduchu a v podzemných vodách.

Geologické práce, realizované v rámci podsystemu „Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí na území SR“, predstavujú opakované vzorkovania a geofyzikálne merania v terénnych a laboratórnych podmienkach na 14-tich lokalitách rozložených po celom území Slovenska a tiež ich komplexné vyhodnotenie a porovnanie s výsledkami predchádzajúcich období.

### 2.5.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Monitoring objemovej aktivity radónu na území Slovenska je zameraný na:

- pôdny radón na referenčných plochách (RP),
- pôdny radón na tektonike,
- radón v podzemných vodách.

Monitorovanie objemovej aktivity radónu v pôde a v zdrojoch podzemných vôd je cie-

lené do oblastí s potvrdeným výskytom vyššieho radónového rizika. Výber lokalít bol urobený na základe hodnotenia starších prieskumných prác zaoberajúcich sa problematikou prírodnej rádioaktivity.

S prihliadnutím na zistené výsledky o radónovom riziku na území Slovenska, bol monitoring zameraný na pôdny radón vo vybraných mestách v blízkosti obytných zón s prognózou zvýšeného radónového rizika, do oblastí s predpokladom prítomnosti tektoniky a na radón v dostupných prameňoch s prekročenou zásahovou úrovňou objemovej aktivity radónu v zmysle platných noriem. Pri výbere konkrétnych lokalít bolo zohľadnené aj kritérium – zachytiť prípadné zmeny objemovej aktivity radónu v rôznych geologických jednotkách s najväčším výskytom radónu.

Najviac lokalít bolo vytypovaných v oblasti Spišsko–gemerského rudohoria (SGR), nakoľko tento región má najvyšší podiel zistených vysokých obsahov radónu v pôde v rámci Slovenska a je to zároveň oblasť s pomerne hojným výskytom uránovej mineralizácie, resp. uránových ložísk.

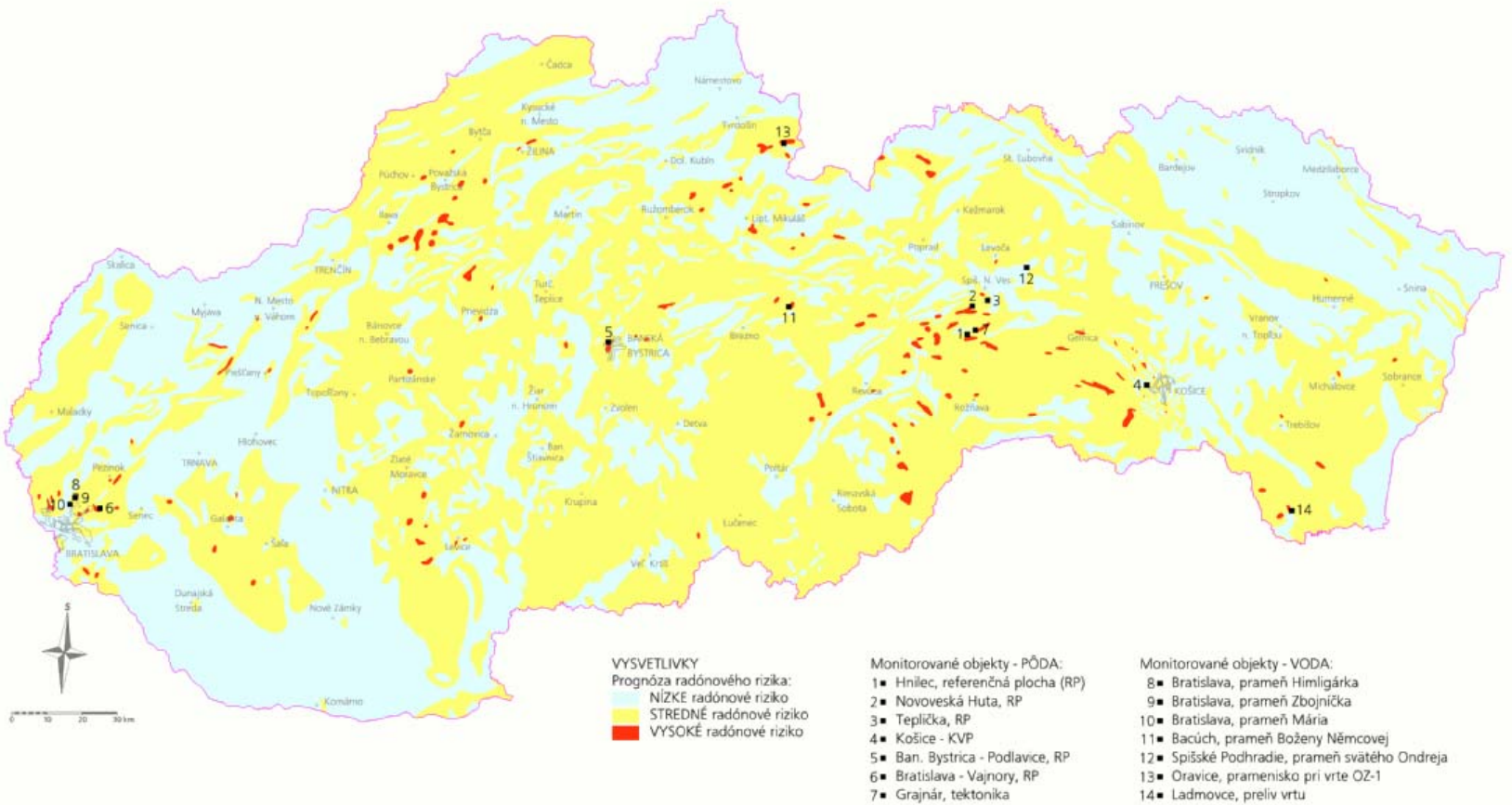
Okrem toho bol výber lokalít pre účely meraní koncentrácií pôdneho radónu na referenčných plochách (RP) zameraný aj do blízkosti väčších mestských aglomerácií. Boli vybrané mestá a obce: Bratislava, Košice, Banská Bystrica, Spišská Nová Ves (Novoveská Huta, Teplička) a Hnilec.

Pre meranie obsahov radónu vo vodách boli vybrané: prímestská oblasť Bratislavy (pramene Mária, Zbojníčka, Himligárka), Spišské Podhradie (prameň sv. Ondreja), Bacúch (prameň Boženy Němcovej), Šumiac, Oravice (prameň Jašterčie, vrt OZ-2), Zemplín (preliv vrtu pri Ladmovciach) a pre účely monitoringu objemovej aktivity radónu v tektonicky porušenej zóne lokalita Grajnár v SGR.

Monitorovanie niektorých vybraných lokalít bolo prerušené resp. predčasne ukončené, prípadne upravené v dôsledku znefunkčnenia monitorovacích miest nepredvídanou antropogénnou činnosťou (terénne úpravy, výstavba, znečisťovanie plôch divokým skládkovaním odpadov a pod.).

Situácia monitorovacích miest je schematicky znázornená na obr. 2.5.2.

Po určitej zmene, resp. úprave monitorovacích podmienok bol monitoring radónu časom obnovený na viacerých lokalitách. Na lokalite Bratislava - Vajnory a Banská Bystrica - Podlavice v roku 2005, v Košiciach – sídlisko KVP boli v roku 2006 obnovené merania radónu na mierne posunutých referenčných plochách (posun do 50 m). V roku 2006 boli tiež obnovené monitorovacie merania radónu zdrojov podzemných vôd na objektoch Oravice - Jašterčie a vrt Ladmovce. Nepodarilo sa obnoviť monitoring radónu vôd na objekte Oravice - vrt OZ-2 (vrt napája miestne kúpalisko, je neprístupný) a Šumiacky potok - pamenisko (ťažbou dreva je pramenisko zničené, odber vzoriek vody nie je možný). Všetky ostatné lokality uvedené v Konceptii aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu sú monitorované v súlade s touto koncepciou, čo predstavuje celkom 14 lokalít v rámci celého územia Slovenska.



Obr. 2.5.2: Situačná schéma objektov monitorovania objemovej aktivity radónu v rokoch 2002 - 2009

## 2.5.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

Monitorovanie koncentrácií radónu v geologickom prostredí obsahuje sledovanie za-  
definovaných dôležitých ukazovateľov v nasledovnej štruktúre:

A. *Obsah radónu v mestách so zvýšeným radónovým rizikom* - pôdny radón na referenčných  
plochách (RP)

Monitorované ukazovatele:

- objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu,
- počet meraných sond na referenčnej ploche,
- priepustnosť,
- radónové riziko,
- odvodená zásahová úroveň.

B. *Obsah radónu v tektonicky porušených zónach* - pôdny radón na profiloch

Monitorované ukazovatele:

- objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu,
- počet a dĺžka profilov,
- krok merania a počet sond.

C. *Obsah radónu vo vodných zdrojoch* - radón v odobratých vzorkách vôd

Monitorované ukazovatele:

- objemová aktivita radónu vo vode,
- výdatnosť vodného zdroja,
- odvodená zásahová úroveň.

Okrem toho sú pri monitorovaní pôdneho radónu v teréne zaznamenávané údaje  
o počasí, zrážkach, teplote pôdy v hĺbke cca 5 – 10 cm, pri zemi a vo vzduchu vo výške 1 m a  
atmosférický tlak, poznámky o obtiažnosti hĺbenia sond a odberu vzoriek pôdneho vzduchu.  
Pri odbere vzorky vody, okrem výdatnosti vodného zdroja je súčasne zaznamenávaná vonkaj-  
šia teplota, teplota vody a poznámky o počasí.

Hlavná záujmová veličina pre tento podsystem ČMS GF je *objemová aktivita radónu*  
(OAR  $^{222}\text{Rn}$ ). Pri jej meraní sa používajú okalibrované a metrologicky overené meracie zaria-  
denia typu LK-1, LK-2 a LK-4, ktoré využívajú princíp scintilačnej detekcie žiarenia alfa v  
Lucasových komorách.

*Objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu*  $c_A$  sa vypočíta podľa vzťahu (Smolárová,  
2001):

$$c_A = (N_v - N_p) / k \cdot V \cdot R(t_v, t_r) \quad ; \quad [\text{kBq} \cdot \text{m}^{-3}]$$

- kde :
- $N_v$  - nameraný počet impulzov vzorky pôdneho vzduchu za čas  $t_v$
  - $N_p$  - nameraný počet impulzov pozadia za čas  $t_v$
  - $k$  - koeficient účinnosti merania stanovený na základe kalibrácie meracieho systému
  - $V$  - objem vzorky vzduchu ( $V = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ )
  - $R(t_v, t_r)$  - korekčný faktor zohľadňujúci rádioaktívnu premenu od odberu vzorky po koniec merania a zároveň aj stav posuvnej rádioaktívnej rovnováhy medzi  $^{222}\text{Rn}$  a jeho dcérskymi produktmi rozpadu v LK. Pri meraní (3,5 hod po

napustení LK) je dosiahnutý stav rádioaktívnej rovnováhy medzi radónom a jeho dcérskymi produktmi. Zanedbaním poklesu aktivity radónu v priebehu merania ( $t_v$ ), môžeme dostatočne presne pre  $t_r \geq 210$  min a ľubovoľné  $t_v$  určiť  $R(t_v, t_r)$  zo vzťahu:  $R(t_v, t_r) = 3 \cdot t_v \cdot e^{-\lambda t_r}$  (sec)

- $t_v$  - časový interval merania LK v sekundách, obvykle 400 sec  
 $t_r$  - doba od napustenia vzorky pôdneho vzduchu do LK do začiatku merania v minútach  
 $\lambda$  - rozpadová konštanta  $^{222}\text{Rn}$  ( $0,000125884 \text{ min}^{-1}$ ).

Objemová aktivita radónu vo vode  $c_A$  sa počíta podľa vzťahu (Smolárová, 2001):

$$c_A = (N_v - N_p) / k \cdot V_v \cdot R(t_v, t_r) \cdot e^{-\lambda t_r} ; [\text{Bq.l}^{-1}]$$

- kde :  $V_v$  - objem vzorky vody v premývačke v litroch  
 $e^{-\lambda t_r} = F(t_r)$  - koeficient, vyjadrujúci pokles aktivity  $^{222}\text{Rn}$  za dobu  $t_r$  (doba od času odberu vzorky v teréne po čas preubliania – naplnenia LK)  
 $k$  - koeficient účinnosti merania stanovený na základe kalibrácie meracieho systému.

Ostatné symboly sú vysvetlené pri vzťahu pre výpočet objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu.

Postupy terénnych a laboratórných rádiometrických meraní a hodnotenie radónu v geologickom prostredí sú určené v príručke kvality. Stanovenie objemovej aktivity radónu ( $c_A$ ) v pôdnom vzduchu a plynopriepustnosti základových pôd je tiež v súlade s prílohou č. 6 vyhlášky Ministerstva zdravotníctva SR č. 528/2007 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na obmedzenie ožiarenia z prírodného žiarenia. Vyhláška definuje *odvodené zásahové úrovne* na vykonanie opatrení proti prenikaniu radónu z podložia, ako objemovú aktivitu radónu v pôdnom vzduchu:

- a.)  $10 \text{ kBq.m}^{-3}$  v dobre priepustných základových pôdach,
- b.)  $20 \text{ kBq.m}^{-3}$  v stredne priepustných základových pôdach,
- c.)  $30 \text{ kBq.m}^{-3}$  v slabo priepustných základových pôdach.

Ak je stanovená objemová aktivita radónu nižšia ako uvedené hodnoty, radónové riziko sa považuje za nízke (Vyhláška MZ SR č.528/2007 Z.z., Zákon NR SR č.355/2007 Z.z.).

*Priepustnosť zemín pre plyny* sa určuje pre každú referenčnú plochu granulometrickým rozborom vzorky zeminy, podľa percentuálneho podielu jemných častíc  $f$  (priemer častíc  $<0,06 \text{ mm}$ ) v suchej zemine: malá priepustnosť ( $f >65 \%$ ), stredná priepustnosť ( $f = 15 - 65 \%$ ), dobrá priepustnosť ( $f <15 \%$ ).

*Radónové riziko referenčnej plochy* sa stanovuje na základe zhodnotenia meranej objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu a plynopriepustnosti zemín (riziko I – nízke, riziko II – stredné, riziko III – vysoké) (Barnet, Kulajta, Neznal, Matolín, Prokop, 1992):

- Pre malú priepustnosť: riziko I ( $< 30 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), riziko II ( $30 - 100 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), riziko III ( $>100 \text{ kBq.m}^{-3}$ ).
- Pre strednú priepustnosť: riziko I ( $< 20 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), riziko II ( $20 - 70 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), riziko III ( $>70 \text{ kBq.m}^{-3}$ ).
- Pre dobrú priepustnosť: riziko I ( $< 10 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), riziko II ( $10 - 30 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), riziko III ( $>30 \text{ kBq.m}^{-3}$ ).
- Pri hodnotení radónového rizika je využívaný aj parameter - tretí kvartil  $c_A$  (75% percentil) súboru hodnôt  $c_A$ .



Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 528/2007 Z.z., tiež definuje *smerné hodnoty* pre vykonanie opatrení na zníženie obsahu prírodných rádionuklidov v dodávanej vode - podľa prílohy č. 4 tejto vyhlášky je odvodená zásahová úroveň objemovej aktivity radónu  $^{222}\text{Rn}$  *pre dodávanú vodu*  $20 \text{ Bq.l}^{-1}$  (pramenitá voda „vhodná na prípravu stravy pre dojčatá“),  $100 \text{ Bq.l}^{-1}$  (prírodná minerálna voda, pramenitá voda, balená pitná voda).

### 2.5.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

Monitorovaným objektom *objemovej aktivity pôdneho radónu v mestách* je referenčná plocha (RP), ktorú tvoria body (sondy pre odber vzoriek pôdneho vzduchu) usporiadané v profiloch, či v nepravidelnej sieti s krokom 5 – 20 m, na ploche do cca  $400 \text{ m}^2$ . Základný počet bodov v rámci RP je 16, čo predstavuje minimálny štatistický súbor pre zhodnotenie radónového rizika RP. Pozícia jednotlivých bodov v rámci RP pri opakovaných monitorovacích prácach býva zrovnateľná. Jeden bod v každej RP je kontrolný, v ktorom je realizovaný odber dvoch vzoriek pôdneho vzduchu pre hodnotenie parametrov kvality stanovenia OAR.

RP sú monitorované minimálne dvakrát ročne (jar, jeseň). Vybrané RP (Novoveská Huta, Teplička, Hnilec) sú monitorované s vyššou frekvenciou, za účelom lepšieho posúdenia klimatických vplyvov v priebehu roka, v období cca marec až november. Zimné mesiace boli z monitorovania vylúčené, pretože technické problémy odberu vzduchu v premrznutých pôdach majú negatívny vplyv na objektívne zistenie radónu v tomto prostredí.

Vzorky pôdneho vzduchu pre stanovenie koncentrácií radónu boli odberané prevažne v ranných resp. dopoludňajších hodinách z hĺbky cca 0,8 m do dekontaminovaných a evakuovaných scintilačných Lucasových komôr (LK) o objeme 125 ml.

LK je kalibrovaný, metrologický overený scintilačný detektor, ktorý je po napustení pôdnym vzduchom transportovaný na meranie objemovej aktivity radónu (OAR). Meranie je realizované po dosiahnutí stavu rádioaktívnej rovnováhy medzi radónom a jeho dcérskymi produktmi rozpadu, najskôr 210 minút a najneskôr 24 hodín po napustení komory.

Monitoring *objemovej aktivity radónu na zlomoch* je realizovaný na lokalite Grajnár raz ročne v období júl – september na dvoch 500 m dlhých súběžných profiloch, s krokom merania 10 m. Metodika odberu pôdneho vzduchu a merania OAR je rovnaká, ako pri monitorovaní miest.

Objekty monitorovania *objemovej aktivity radónu v podzemných vodách* sú verejne prístupné pramene, resp. vrty, z ktorých sú odoberané a analyzované vzorky. Vzorky vody pre stanovenie  $^{222}\text{Rn}$  sú odoberané do sklenených vzorkovnic doplna cca 300 ml, natesno uzavretých, bez vzduchovej bubliny. Merania OAR sú realizované najneskôr na tretí deň po odbere v laboratórnych podmienkach, pričom je radón zo vzorkovnice cez premývačku prebublaný do dekontaminovaných a evakuovaných LK o objeme 600 ml, ktoré sú následne merané metódikou zhodnou s meraním objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu.

Z dôvodu vylúčenia vplyvu náhodnej chyby pri odbere vzorky vody, resp. aj pri jej meraní, je monitorovaný objekt - zdroj podzemnej vody - hodnotený na základe výsledkov z dvojice vzoriek vôd odobraných naraz v jeden monitorovací deň. Takto je zaručená väčšia objektivita a vyššia reprezentatívnosť výsledku. Frekvencia zberu je dvakrát za rok (jar, jeseň). Prameň sv. Ondreja - Spišské Podhradie a prameň B. Němcovej - Bacúch sú monitorované s vyššou frekvenciou - 1x za mesiac resp. raz za dva mesiace v priebehu celého roka, čím pokrývajú všetky ročné obdobia a lepšie dokážu vystihnúť obdobie s najnižšími a najvyššími obsahmi radónu vo vodách.

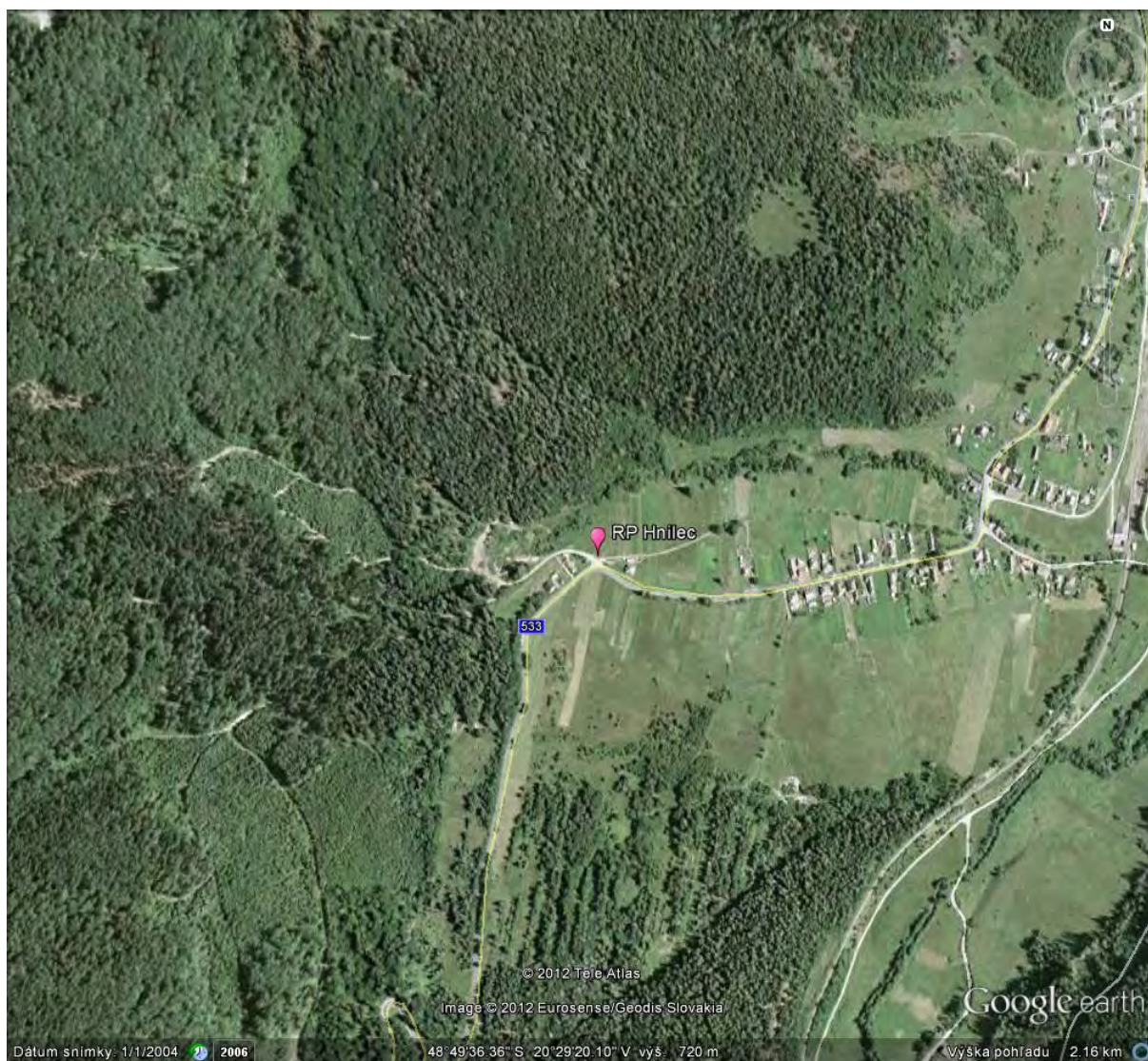
## 2.5.4. Výsledky monitorovania

### A. Pôdny radón – zvýšené radónové riziko vybraných miest

Výsledky monitorovania pôdneho radónu v mestách na referenčných plochách s prognózou zvýšeného radónového rizika (obsahy radónu v pôde a základné charakteristiky jeho štatistického spracovania) sú uvedené po jednotlivých lokalitách v príl. 5.1. Štatistické parametre sú hodnotené jednak pre jednotlivé roky monitoringu a tiež súhrnne za celé obdobie 2002 - 2009.

#### 2.5.4.1. Lokalita Hnilec

Referenčná plocha je situovaná v južnej časti obce Hnilec, na jej okraji, vedľa štátnej cesty č. 533 Spišská Nová Ves – Rožňava (obr. 2.5.3). Nachádza sa v extrémne vysokom radónovom riziku, viazanom na zvetraný stredno-hrubozrnný gemeridný (tzv. “hnilecký”) granit s anomálnymi obsahmi uránu.



Obr. 2.5.3: Lokalizácia referenčnej plochy na lokalite Hnilec

Na lokalite Hnilec bol monitoring realizovaný na identickej referenčnej ploche 30 x 30 m v sondách s krokom 10 m (16 sond, po 17 odberov vzoriek pôdneho vzduchu pri jednom monitoringu). Monitorovanie prebiehalo nepretržite v celom období 2002 - 2009 a to 4x ročne v mesiacoch apríl až október. Počet odberov pôdneho vzduchu za celé hodnotené obdobie, predstavuje 543 vzoriek.

Merania OAR ( $c_A$ ) v danej lokalite, vykazujú najvyššie hodnoty pôdneho radónu zaznamenané na Slovensku. Z hľadiska hodnotenia hlavných parametrov v období 2002 - 2009: najvyššie stredné hodnoty OAR ( $\bar{c}_A$ ) a 3. kvartilov OAR ( $3.Q_{c_A}$ ) v rámci danej plochy, boli v rokoch 2007 ( $\bar{c}_A = 568 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 642 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) a 2008 ( $\bar{c}_A = 550 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 712 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). V roku 2005 tu bola zaznamenaná celkovo najvyššia hodnota radónu, kedy OAR nameraná v jednotlivej sonde dosiahla hodnotu až  $1861 \text{ kBq.m}^{-3}$ . Je to maximum nielen na tejto lokalite, ale je to doposiaľ najvyššia známa hodnota OAR, aká bola na území Slovenska nameraná.

Najnižšia úroveň OAR v pôdnom vzduchu ( $\bar{c}_A = 333 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 420 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) bola zaznamenaná v roku 2003. Za celé obdobie 2002 - 2009 vykazovala referenčná plocha extrémne vysoké radónové riziko, dlhodobý priemer OAR za túto dobu je:  $\bar{c}_A = 467 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 556 \text{ kBq.m}^{-3}$ . Podrobnejší prehľad výsledkov monitoringu OAR na RP Hnilec v sezónach 2002 - 2009 dokladujeme v príl. 5.1 a názorne je zdokumentovaný na obr. 2.5.9.

#### 2.5.4.2. Lokalita Novoveská Huta

Referenčná plocha sa nachádza na južnom okraji obce v blízkosti mesta Spišská Nová Ves (cca 7 km). Je situovaná pozdĺž miestnej komunikácie, smerujúcej od kostola smerom na Rybníky (obr. 2.5.4). V podloží meranej referenčnej plochy sú permské sedimenty strednej plynopriepustnosti, ktoré sú v záujmovom profile do hĺbky 0,8 m vcelku homogénne.

Referenčná plocha predstavuje dva súběžné profily dlhé cca 70 m, vzájomne vzdialené 10 m. Jednotlivé sondy pre odber pôdneho vzduchu sú realizované s krokom 10 m. RP je monitorovaná v širšom období klimatických zmien v priebehu roka (marec až november), 6 - 9x za rok. Monitoring radónu na tejto ploche za obdobie rokov 2002 - 2009 predstavuje spolu 935 hĺbených sond s rovnakým počtom odobraných a meraných vzoriek pôdneho vzduchu.

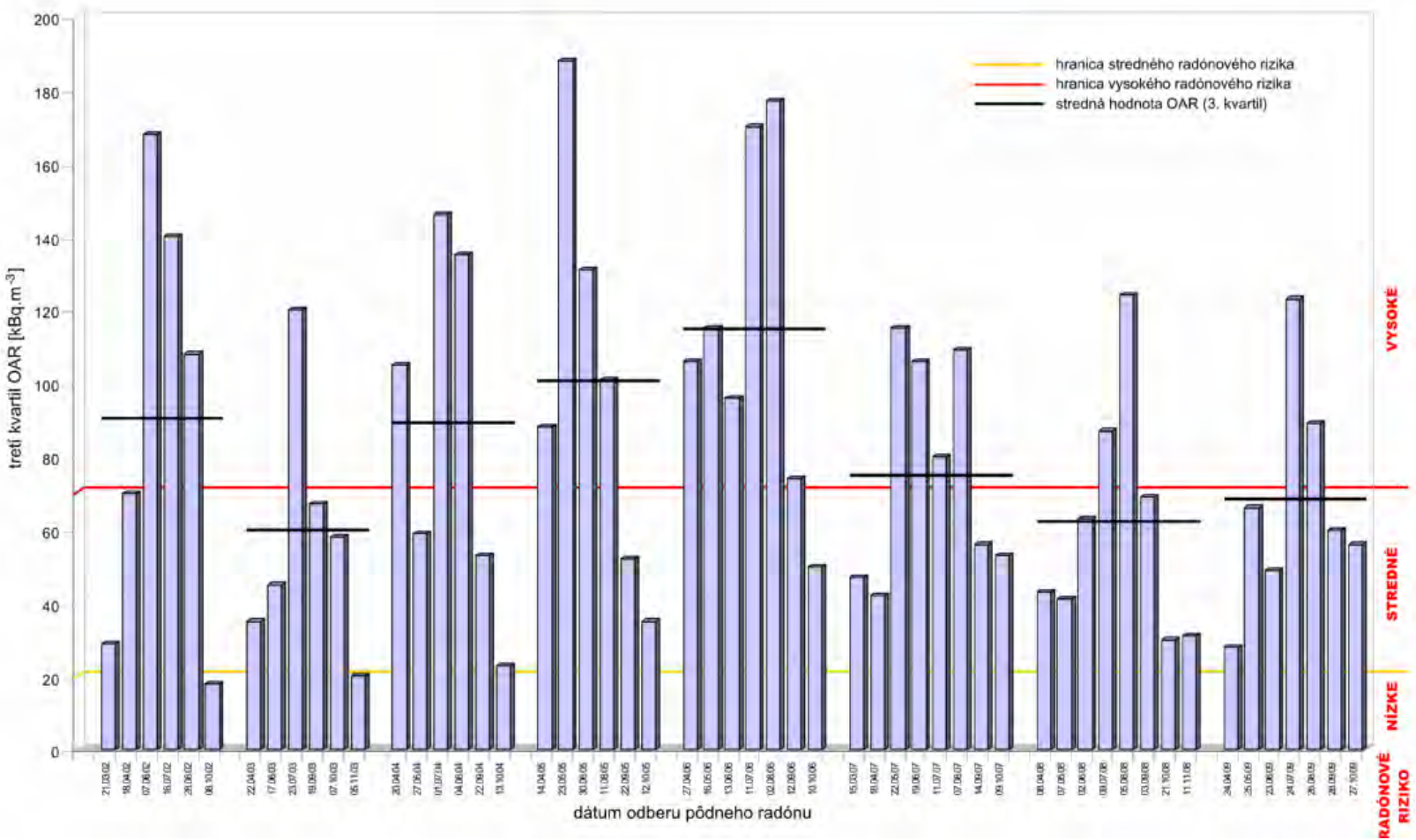
Výsledky meraní koncentrácií radónu na tejto lokalite sú znázornené na obr. 2.5.5. Graf (3. kvartil OAR) má variačný priebeh, ktorý jednoznačne dokumentuje, že obsahy radónu v pôde nie sú stabilné. Charakter variácií OAR na danej lokalite sa mení s určitou podobnosťou v závislosti na ročnom období. Na jar a v jeseni sú namerané hodnoty OAR nižšie ako v lete. Stredná hodnota OAR (3. kvartil) v jednotlivých rokoch je na úrovni vysokého radónového rizika resp. blízko hranice stredné - vysoké radónové riziko. Najvyššie stredné hodnoty OAR ( $\bar{c}_A$ ) a 3. kvartilov OAR ( $3.Q_{c_A}$ ) v rámci danej plochy boli namerané v rokoch 2005 ( $\bar{c}_A = 85 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 99 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) a 2006 ( $\bar{c}_A = 93 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 113 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Najnižšie hodnoty obsahov radónu v pôde ( $\bar{c}_A = 48 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 58 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) boli zaznamenané v roku 2003. Nízka úroveň OAR v pôde tu bola registrovaná aj v roku 2008 ( $\bar{c}_A = 47 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 61 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Dlhodobý priemer OAR za celú dobu 2002 - 2009 je:  $\bar{c}_A = 67 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 81 \text{ kBq.m}^{-3}$ . Podrobný prehľad výsledkov a štatistického spracovania monitoringu OAR je v príl. 5.1.

Výsledky monitoringu referenčnej plochy vo vysokom radónovom riziku Spišská Nová Ves - Novoveská Huta patria k najvýznamnejším a najhodnotnejším v tejto úlohe. Dôležitým poznatkom monitorovania radónu v pôde na lokalite je jav prudkého poklesu OAR (niekedy až k hranici nízkeho radónového rizika), ktorý sa opakoval za rovnakých podmienok pri výskyte prvých mrazov v jeseni, prípadne aj prízemných mrazov na jar, pri nepremrznutej pôde. Pri uvedených podmienkach, zrejme v dôsledku zvýšeného gradientu medzi teplotou pôdy a

atmosférického vzduchu, je pravdepodobne radón intenzívnejšie odsávaný do atmosféry, čím dochádza k významnému zníženiu jeho obsahov v pokryvných sedimentoch (aj niekoľkonásobne).



Obr. 2.5.4: Lokalizácia referenčnej plochy na lokalite Novoveská Huta



Obr. 2.5.5: Pôdny radón: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 - 2009, Lokalita: Novoveská Huta

### 2.5.4.3. Lokalita Teplička

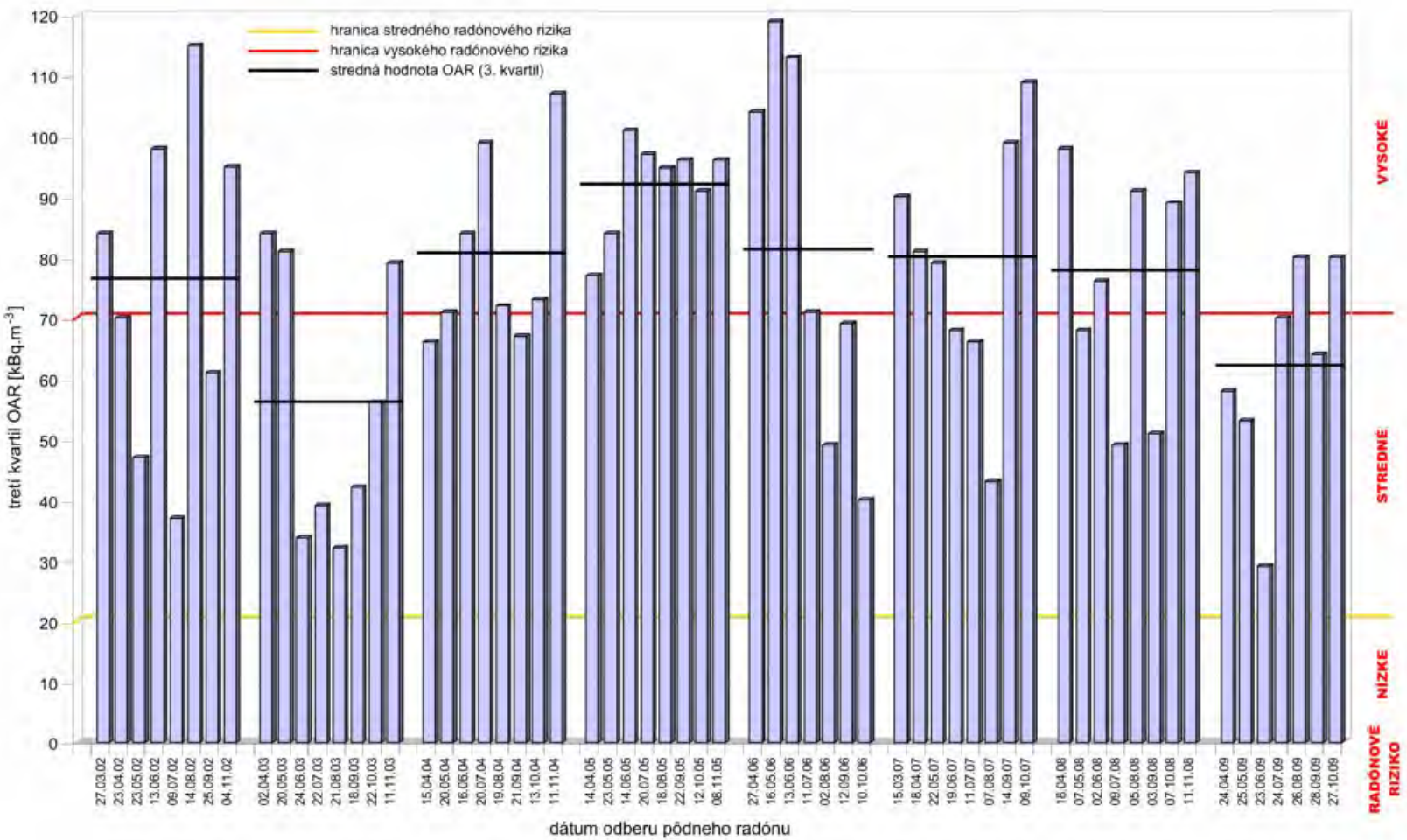
Referenčná plocha Teplička je situovaná cca 2,8 km južne od centra Spišskej Novej Vsi v lokalite Šulerloch (podľa rovnomennej kóty 646 m), v blízkosti záhradkárskej osady (obr. 2.5.6).



Obr. 2.5.6: Lokalizácia referenčnej plochy na lokalite Teplička

Podložie referenčnej plochy budujú sedimenty paleogénu (bridlice, pieskovce) strednej plynopriepustnosti, s vyšším podielom ílovitej frakcie. Ílovité vrstvičky s malou priepustnosťou tvoria pomerne účinnú bariéru pri prenikaní radónu k povrchu, takže sa tento plyn zadržáva a viac hromadí v pôdnom vzduchu a to najmä pri zvýšenej vlhkosti pokryvných sedimentov.

Monitoring OAR bol realizovaný na referenčnej ploche 30 x 30 m v sondách s pravidelným krokom 10 m (16 sond, 17 odberov vzoriek pôdneho vzduchu pri každom monitoringu). Monitorovanie prebiehalo nepretržite 8x ročne (marec až november) v celom období 2002 - 2009 v rovnakom čase ako RP v Novoveskej Hute, teda aj v zrovnateľných klimatických podmienkach. Počet meraných vzoriek pôdneho vzduchu za celé obdobie tu dosiahol 1053 odberov.



Obr. 2.5.7: Pôdny radón: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 - 2009, Lokalita: Teplička

Napriek tomu, že lokalita bola monitorovaná v rovnakých meteorologických podmienkach (identický monitorovací deň), výsledky meraní OAR majú počas roka celkom odlišný priebeh.

Tento fakt dokazuje významnosť vplyvu litologického zloženia na distribúciu radónu v horninovom prostredí. V letných mesiacoch (jún-august) boli obsahy radónu v pôde na RP Teplička najnižšie a na jar a v jeseni naopak vysoké. Najvyššie stredné hodnoty OAR ( $\varnothing_{c_A}$ ) a 3. kvartilov OAR ( $3.Q_{c_A}$ ) boli zaznamenané v roku 2005 ( $\varnothing_{c_A} = 70 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 92 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Najnižšie hodnoty obsahov radónu v pôde ( $\varnothing_{c_A} = 50 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 56 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) boli v roku 2003. Znížená úroveň OAR v pôde tu bola registrovaná aj v roku 2009 ( $\varnothing_{c_A} = 49 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 62 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Dlhodobý priemer OAR za celú dobu 2002 - 2009 je:  $\varnothing_{c_A} = 58 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 75 \text{ kBq.m}^{-3}$ .

Grafické znázornenie priebehu variácií koncentrácií radónu v pôdnom vzduchu v období 2002 - 2009 je na obr. 2.5.7 a podrobný prehľad výsledkov štatistického spracovania meraní OAR je v prílohe 5.1.

#### 2.5.4.4. Lokalita Košice - KVP

Referenčná plocha Košice - KVP (sídliisko Košického vládneho programu) sa nachádza v blízkosti mestskej časti Myslava, na západnom okraji sídliska, pozdĺž Klimkovičovej ulice v blízkosti zástavky MHD Janigova (obr. 2.5.8). Táto plocha je monitorovaná od roku 2006 (stredné radónové riziko). RP je posunutá cca 50 m sv. smerom od pôvodnej plochy (vysoké radónové riziko), na ktorej bol monitoring prerušený v období 2000 - 2005 v dôsledku úplnej devastácie pôvodnej RP divokou skládkou. Oblasť je budovaná deluviálnymi sedimentmi (piesčité a piesčito-hlinité štrky) so strednou plynopriepustnosťou.

V súčasnosti je referenčná plocha monitorovaná 2x za rok (jar, jeseň) s nepravidelným krokom 5 – 10 m (16 sond v identických bodoch, 17 odberov vzoriek pôdneho vzduchu). Celkový počet meraní OAR v hodnotenom období dosiahol 136 vzoriek.

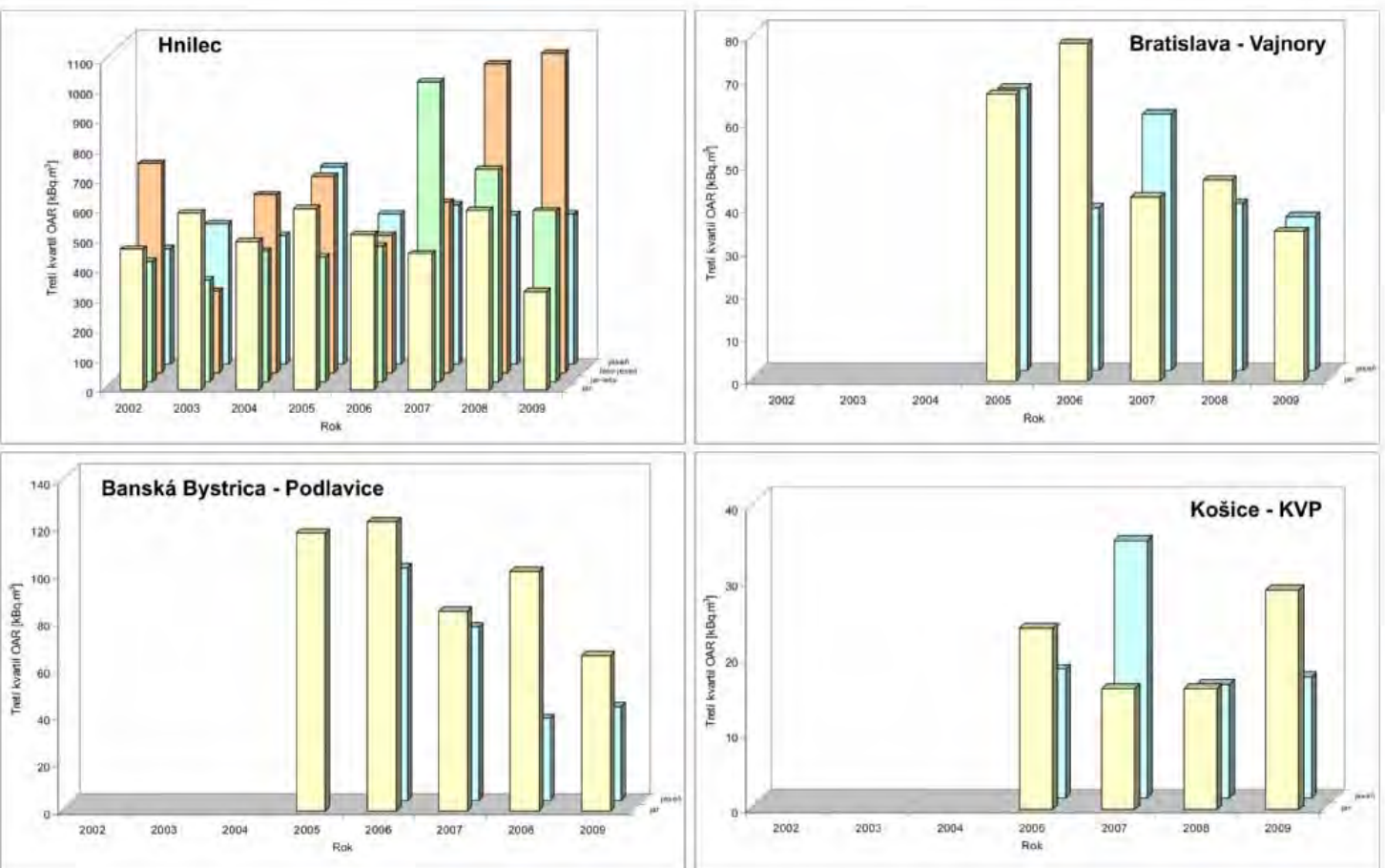
Výsledky štatistického spracovania meraní OAR sú v príl. 5.1 a ich grafické znázornenie je na obr. 2.5.9.

Referenčná plocha vykazuje stredné Rn-riziko tesne nad úrovňou nízkeho radónového rizika. Relatívne vyššie hodnoty OAR boli zaznamenané v roku 2007 ( $\varnothing_{c_A} = 16 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 25 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) a v roku 2009 ( $\varnothing_{c_A} = 18 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 23 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Najnižšie hodnoty obsahov radónu v pôdnom vzduchu ( $\varnothing_{c_A} = 14 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 16 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) tu boli merané v roku 2008. Celkový priemer OAR na tejto lokalite za dobu 2006 - 2009 je:  $\varnothing_{c_A} = 16 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{c_A} = 21 \text{ kBq.m}^{-3}$ .





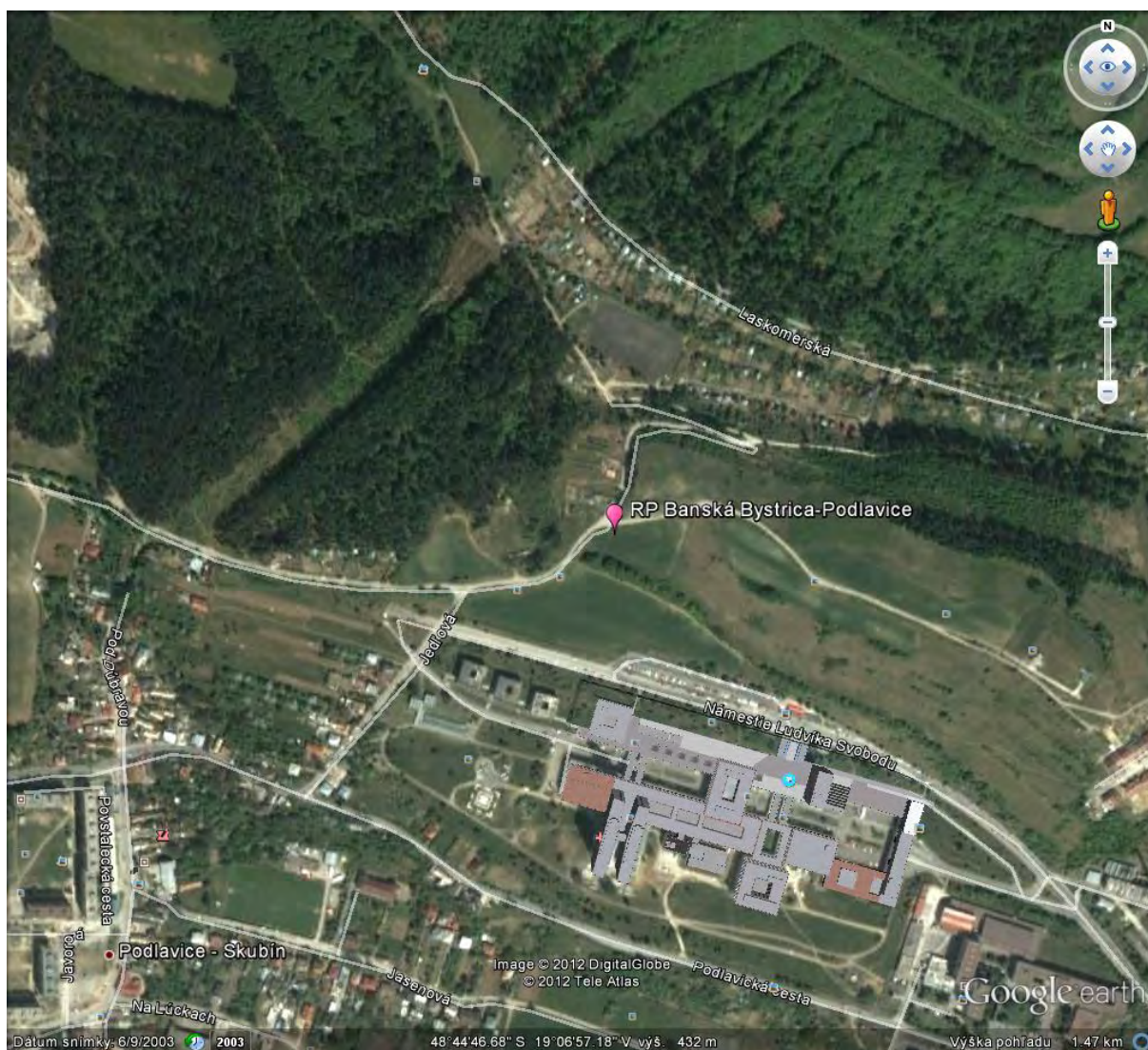
Obr. 2.5.8: Lokalizácia referenčnej plochy na lokalite Košice - KVP



Obr. 2.5.9: Pôdny radón: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 - 2009, Lokality: Hnilec, Bratislava - Vajnory, Banská Bystrica - Podlavice, Košice - KVP

### 2.5.4.5. Lokalita Banská Bystrica - Podlavice

Predmetná referenčná plocha je lokalizovaná na sz. okraji Banskej Bystrice, za objektmi nemocnice, v mestskej časti Podlavice (obr. 2.5.10). RP je monitorovaná od roku 2005 a je posunutá cca 30 m severne od pôvodnej plochy, na ktorej bol v období 2002 - 2004 monitoring prerušený (na ploche bola intenzívna poľnohospodárska činnosť). Nová plocha je v blízkosti záhradkárskej osady a je rozložená na dvoch súbežných a jednom priečnom profile, lemujúcich poľnú cestu. Geologické podložie referenčnej plochy tvoria ramsauské dolomity s anomálnymi koncentraciami uránu (tzv. „uránové dolomity“) so strednou a s dobrou plynopriepustnosťou.



Obr. 2.5.10: Lokalizácia referenčnej plochy na lokalite Banská Bystrica - Podlavice

Referenčná plocha je monitorovaná 2x za rok (jar - máj, jeseň - september) s nepravidelným krokom 5 – 20 m (16 sond, 17 odberov vzoriek pôdneho vzduchu). Celkový počet meraní OAR v období 2005 - 2009 dosiahol 154 vzoriek.

Je možné konštatovať, že v jarnom období boli registrované vyššie obsahy OAR v pôdnom vzduchu. Najvyššie stredné hodnoty OAR ( $\bar{\phi}_{CA}$ ) a 3. kvartilov OAR ( $3.Q_{CA}$ ) v rámci danej plochy boli v rokoch 2005 ( $\bar{\phi}_{CA} = 98 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{CA} = 118 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) a 2006

( $\bar{c}_{CA} = 90 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{CA} = 111 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Najnižšie hodnoty koncentrácií radónu v pôde ( $\bar{c}_{CA} = 38 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{CA} = 53 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) boli zaznamenané v roku 2009. Celkový priemer OAR za celé obdobie 2005 - 2009 je:  $\bar{c}_{CA} = 68 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Q_{CA} = 86 \text{ kBq.m}^{-3}$ .

Komplexné výsledky štatistického spracovania meraní OAR sú v príl. 5.1 a ich grafické znázornenie pre lokalitu B. Bystrica - Podlavice je na obr. 2.5.9.

#### 2.5.4.6. Lokalita Bratislava – Vajnory

Referenčná plocha Vajnory sa nachádza na sv. okraji rovnomennej mestskej časti Bratislavy, pri Vajnorskej ceste, v blízkosti konečnej zástavky mestskej dopravy (obr. 2.5.11).



Obr. 2.5.11: Lokalizácia referenčnej plochy na lokalite Bratislava - Vajnory

Na pôvodnej ploche bol monitoring prerušený v roku 2001 (intenzívna poľnohospodárska činnosť, založenie poľnej cesty priamo cez monitorovanú plochu). Monitoring tu bol obnovený v roku 2005 na RP, ktorá bola posunutá cca 40 m od pôvodnej plochy, smerom k vajnorskému kanálu. Referenčná plocha kopíruje priebeh vajnorského melioračného kanála približne S-J smeru. Geologické podložie RP tvoria pomerne dobre priepustné fluvialne sedimenty (plynopriepustnosť stredná až dobrá).

Monitorovanie OAR tu prebieha 2x za rok (jar, jeseň) v pozične identických sondách, situovaných medzi stĺpmi vysokého napätia, s nepravidelným krokom 5 – 20 m (16 sond, 17 odberov vzoriek pôdneho vzduchu). Celkový počet meraní OAR v období 2005 - 2009 je 170 vzoriek.

Výsledky meraní obsahov radónu v rámci plochy vykazujú stredné až vysoké radónové riziko. Z hľadiska hodnotenia celého obdobia monitorovania dochádza k postupnému znižovaniu priemerných ročných hodnôt OAR v pôdnom vzduchu od maxima v roku 2005 k minimálnej úrovni v roku 2009. Najvyššie stredné hodnoty OAR boli v roku 2005 ( $\bar{c}_A = 50 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Qc_A = 67 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) a najnižšie hodnoty obsahov radónu v pôde ( $\bar{c}_A = 28 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Qc_A = 36 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) boli zaznamenané v roku 2009. Celkový priemer OAR za roky 2005 až 2009 je:  $\bar{c}_A = 39 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Qc_A = 51 \text{ kBq.m}^{-3}$ .

Grafické znázornenie vývoja objemovej aktivity radónu ( $3.Qc_A$ ) pre celé obdobie na lokalite Bratislava - Vajnory je na obr. 2.5.9 a komplexné štatistické údaje z hodnotenia výsledkov meraní sú v príl. 5.1.

## B. Pôdny radón v tektonicky porušených zónach

### 2.5.4.7. Lokalita Grajnár

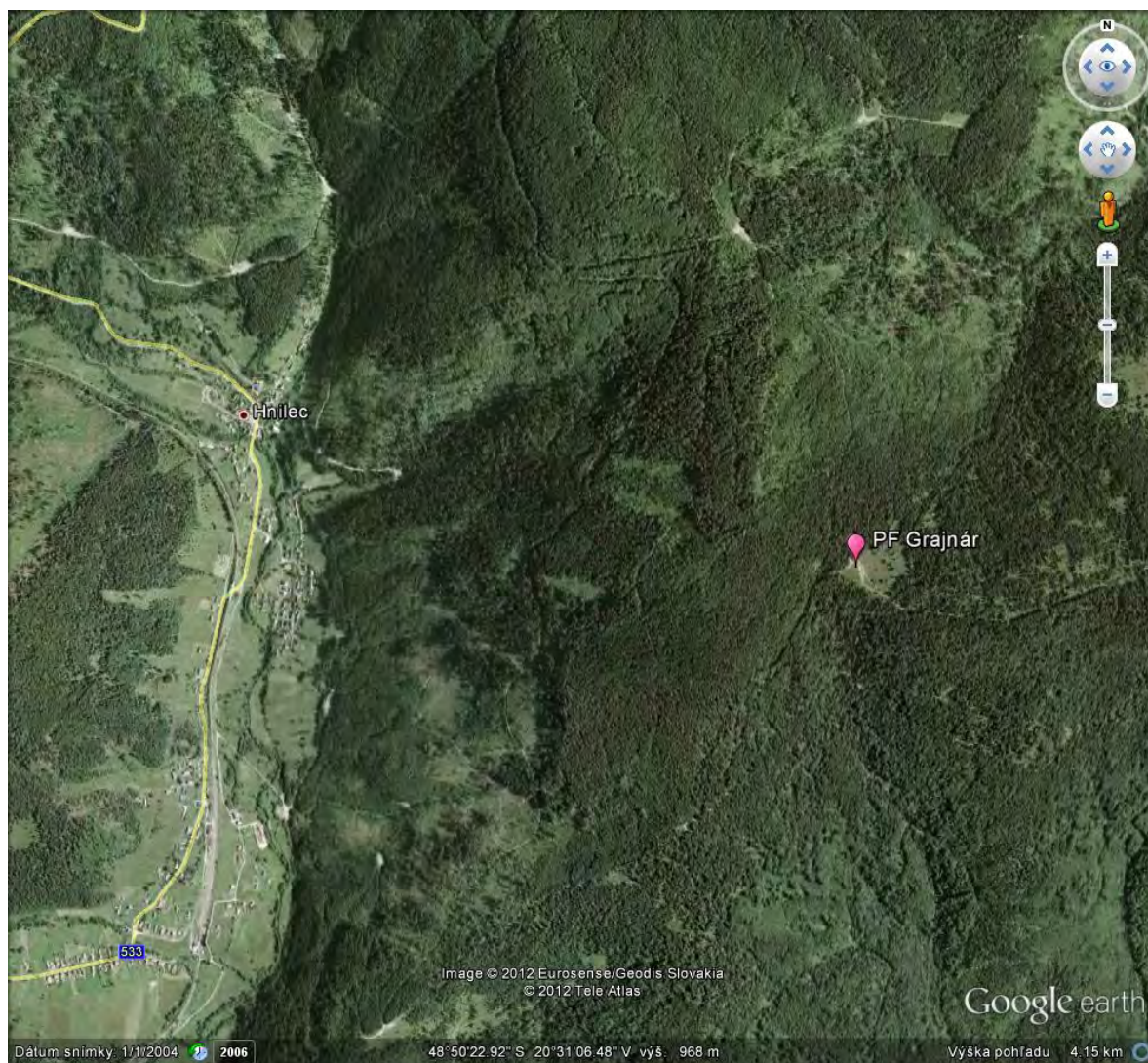
Lokalita je situovaná cca 2,5 km jv. od štátnej cesty č. 533 a autobusovej zastávky Grajnár (chata Javor). Monitorované geofyzikálne profily sú cca 2,3 km západne od kóty Pálenica (1115 m) a nachádzajú sa nad kontaktnou zónou chloriticko-sericitických fylitov s metabazaltami Spišsko-gemerského rudohoria (obr. 2.5.12).

Merania objemovej aktivity radónu boli opakovane realizované na dvoch paralelných profiloch P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, (vedených pozdĺž lesnej cesty) dlhých 500 m, od seba vzdialených cca 10 m s krokom odberu vzoriek 10 m. Celkový počet odberov a meraní OAR vzoriek v pôdnom vzduchu v období 2002 - 2009 je 749 vzoriek.

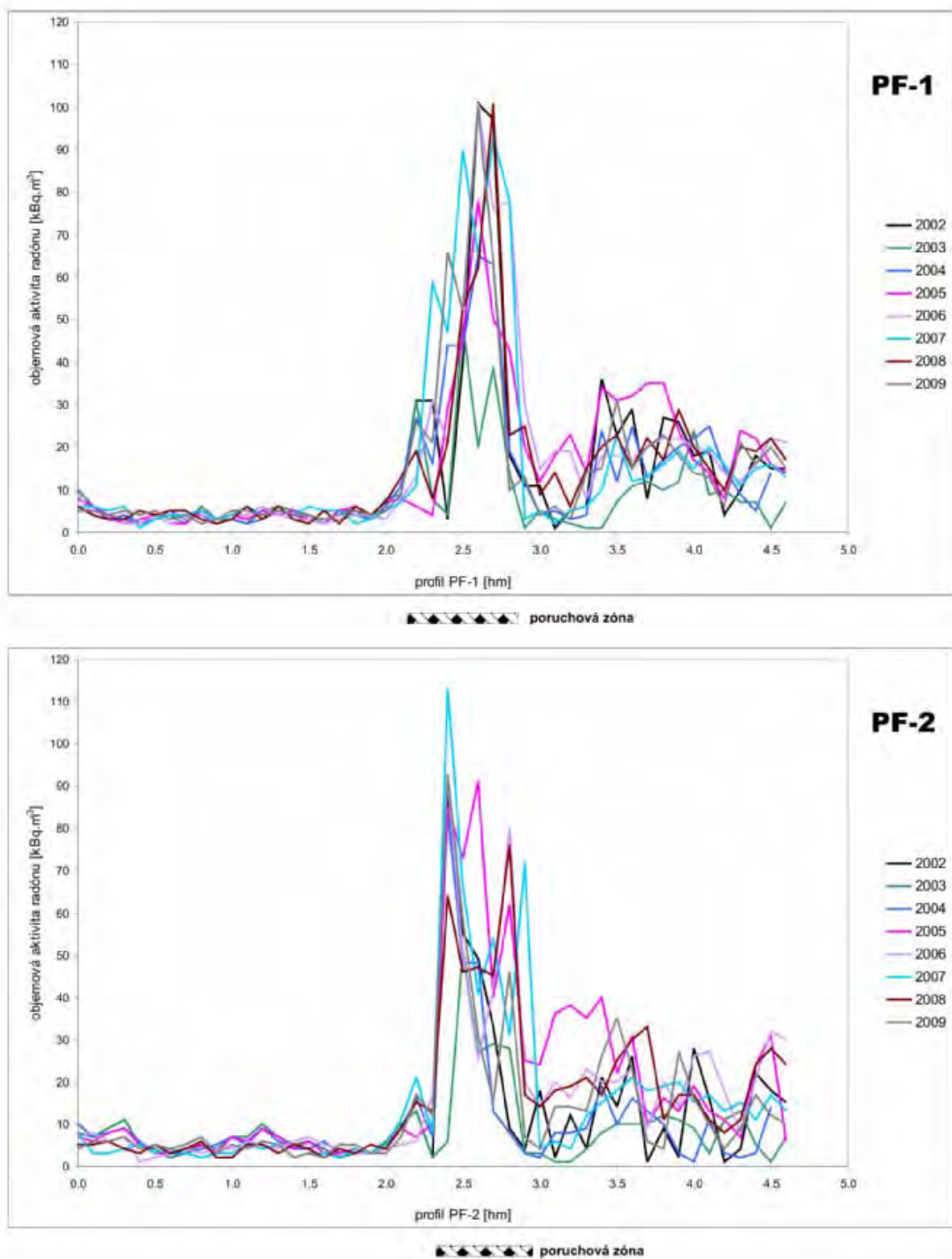
Na obr. 2.5.13 je graficky znázornený priebeh koncentrácií radónu pozdĺž týchto profilov pre hodnotené monitorovacie obdobie 2002 - 2009. Grafy názorne dokumentujú hladinu hodnôt OAR a dobrú vzájomnú koreláciu v zlomovej oblasti. Tektonika sa prejavuje výraznými anomálnymi koncentraciami radónu v poruchovej zóne, ktorá je zároveň zónou kontaktu metabazaltov a sericiticko-chloritických fylitov sykavského súvrstvia.

Absolútne hodnoty objemovej aktivity radónu v rámci jednotlivých rokov vykazujú určité rozdiely, avšak celkový priebeh a charakter kriviek sa zachováva. Aj v období extrémneho sucha v lete v roku 2003, ktoré sa podpísalo na meraniach pôdneho radónu výrazne zníženou celkovou hladinou hodnôt OAR ( $\bar{c}_A = 9 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Qc_A = 10 \text{ kBq.m}^{-3}$ ), bola tektonika spoľahlivo registrovaná. Najvyššie obsahy radónu na týchto profiloch boli merané v roku 2005 ( $\bar{c}_A = 17 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Qc_A = 24 \text{ kBq.m}^{-3}$ ). Priemer OAR za celú dobu 2005 - 2009 je:  $\bar{c}_A = 14 \text{ kBq.m}^{-3}$ ;  $3.Qc_A = 17 \text{ kBq.m}^{-3}$ .

Podrobné štatistické spracovanie meraní OAR je v príl. 5.2.



Obr. 2.5.12: Lokalizácia lokality Grajnár



Obr. 2.5.13: Pôdny radón nad zlomom: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 – 2009, Lokalita: Grajnár, profily PF-1 a PF-2

## C. Radón vo vodných zdrojoch

Výsledky monitorovania radónu v podzemných vodách a štatistické spracovanie meraní objemovej aktivity radónu a výdatností pre všetky sledované lokality, sú uvedené v príl. 5.3. Štatistické charakteristiky sú vyhodnotené jednak pre jednotlivé roky monitoringu a tiež ich súhrn za celé obdobie 2002 - 2009.

### 2.5.4.8. Lokalita Bratislava - prameň Himligárka

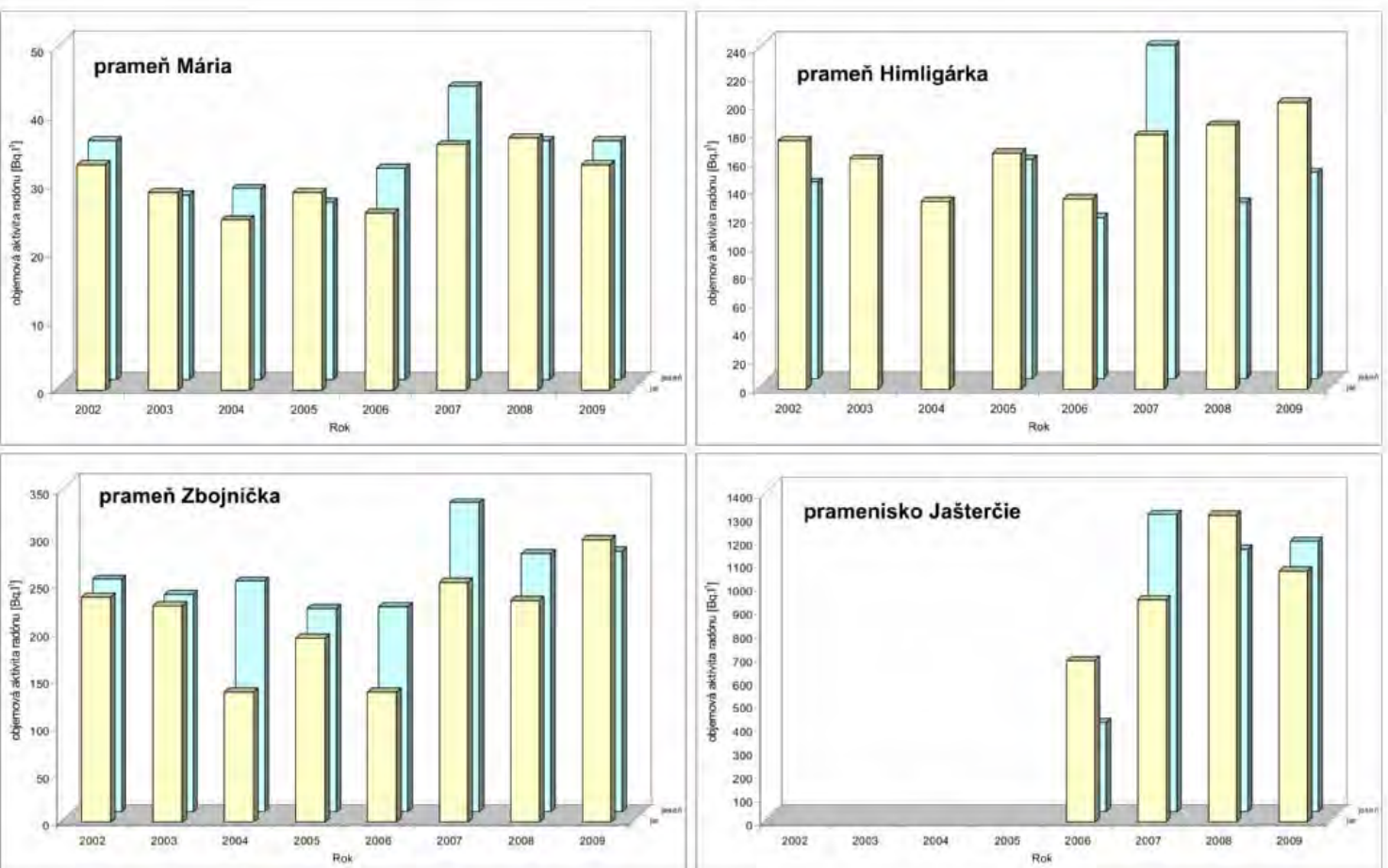
Lokalita sa nachádza v prímestskej časti Bratislavy (Bratislavský lesný park), v oblasti Malých Karpát severne od mestskej časti Bratislava – Rača (obr. 2.5.14). Monitorovaný prameň Himligárka je neďaleko (cca 20 m) od tzv. Štefánikovej magistrály, cca 580 m ssv. od kóty Horný Červený Kríž. Zachytený prameň je viazaný na prostredie kryštalinika Malých Karpát. Tieto podzemné vody majú plytký obeh s väzbou na zónu porušenia granitov a granodioritov, v ktorej sú dobré podmienky pre vznik radónu.



Obr. 2.5.14: Lokalizácia lokality prameň Himligárka

Monitorovanie na tomto prameni prebieha nepretržite, pravidelne 2x za rok (jar, jeseň). Výsledky štatistického vyhodnotenia (príl. 5.3, obr. 2.5.15) dokumentujú variabilitu obsahov radónu v sledovanom období rokov 2002 - 2009, ale aj v rámci porovnania OAR v období jar a jeseň.





Obr. 2.5.15: Radón vo vodách: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 - 2009, Lokality: Bratislava - pramene Mária, Himligárka, Zbojnička; Oravice - pramenisko Jašterčie

Prameň vykazuje výraznejší rozdiel v koncentráciách radónu na jar a v jeseni (19 – 28 %) hlavne v období 2007 až 2009, kým v rokoch 2005 a 2006 bol tento rozdiel len 4 – 12 %. Relatívne vyššie obsahy OAR boli registrované predovšetkým počas jarného monitoringu. Stredná hodnota OAR ( $\bar{R}_n$ ) v prameni Himligárka dosahuje maximum v rokoch 2007 ( $\bar{R}_n = 208 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a 2009 ( $\bar{R}_n = 175 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Najnižšie hodnoty obsahov radónu vo vode boli zaznamenané v roku 2004 ( $\bar{R}_n = 133 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a v roku 2006 ( $\bar{R}_n = 125 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Dlhodobý priemer OAR za celú dobu 2002 - 2009 je  $160 \pm 29 \text{ Bq.l}^{-1}$ ; variačný koeficient 17 %.

Priemerné ročné výdatnosti vodného zdroja Himligárka v monitorovanom období 2002 až 2009 boli v rozmedzí  $0,056 - 0,719 \text{ l.s}^{-1}$ , s maximom v roku 2006 a minimom v rokoch 2003 a 2009. Opakovane boli každý rok pri monitoringu registrované významné zmeny výdatností prameňa na jar a jeseň, ktoré v období 2002 - 2009 charakterizuje stredná hodnota koeficientu variácie 84 %. Pri porovnaní výdatností z jarných a jesenných monitoringov vychádzajú až rádové rozdiely, dokonca v rokoch 2003 a 2004 bol prameň na jeseň úplne suchý.

Najvyššia výdatnosť prameňa bola zaznamenaná na jar roku 2006 ( $1,428 \text{ l.s}^{-1}$ ) a súčasne výdatnosť zdroja pri jesennom monitoringu v rovnakom roku bola až o dva rády nižšia ( $0,010 \text{ l.s}^{-1}$ ). Vplyv týchto významných zmien výdatností na obsahy radónu vo vode zistený nebol.

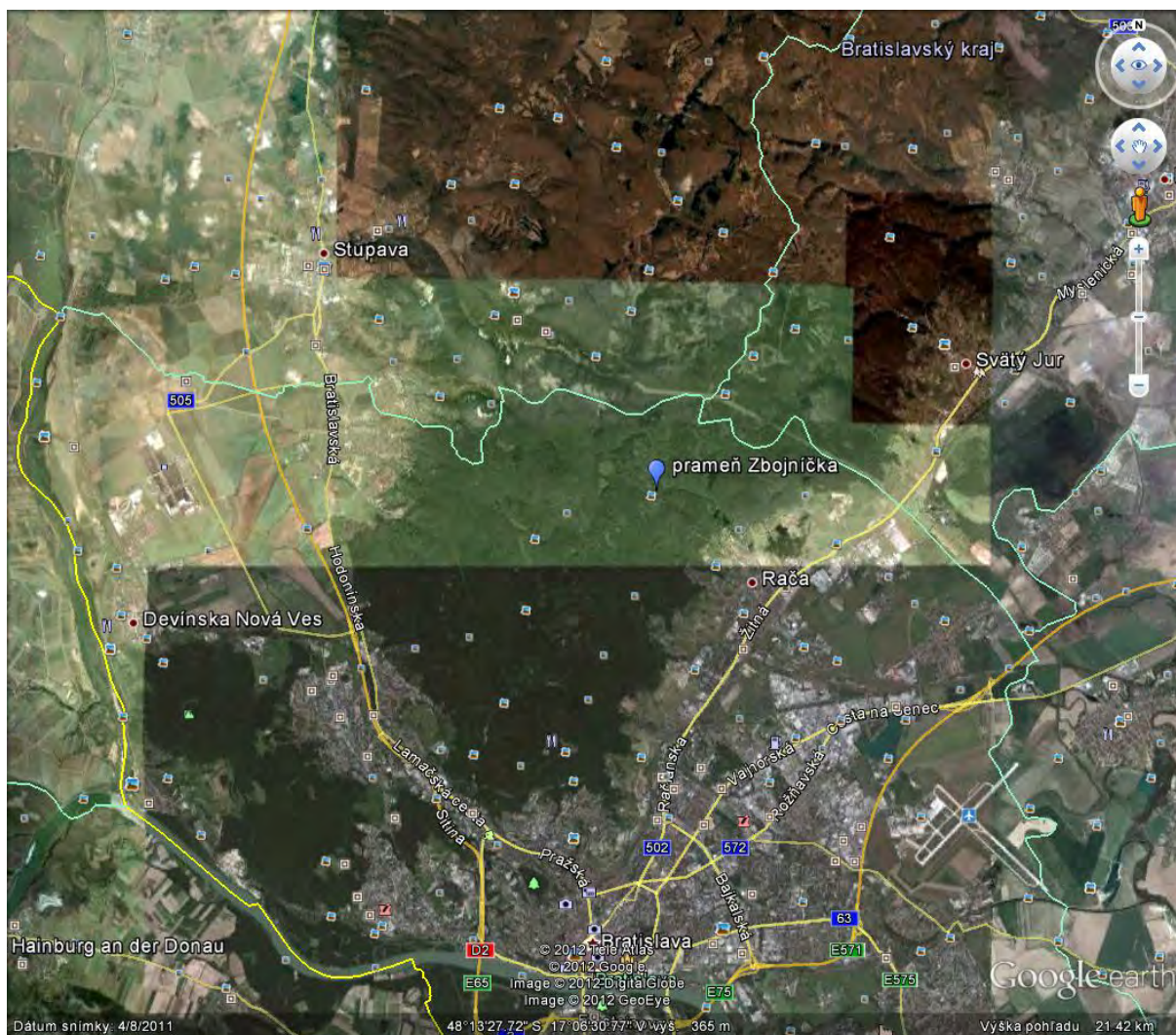
#### **2.5.4.9. Lokalita Bratislava - prameň Zbojníčka**

Lokalita sa nachádza v prímestskej časti Bratislavy (Bratislavský lesný park), v oblasti Malých Karpát severne od mestskej časti Bratislava – Rača (obr. 2.5.16). Monitorovaný prameň Zbojníčka je vzdialený cca 780 m od prameňa Himligárka a približne 270 m západne od kóty Horný Červený Kríž. Prameň je zachytený a upravený, geologicky je naviazaný na rovnaké prostredie kryštalinika ako je uvedené pri popise prameňa Himligárka.

Monitorovanie prameňa je pravidelné 2x ročne (jar, jeseň), vždy súčasne s prameňmi Himligárka a Mária. Výsledky štatistického vyhodnotenia sú v príl. 5.3. Na obr. 2.5.15 je zdokumentovaný variabilný priebeh OAR v sledovanom období rokov 2002 - 2009 a porovnanie OAR na jar a jeseň.

Najvýraznejší rozdiel v koncentráciách radónu na jar a v jeseni v rámci jedného roka bol zaznamenaný v roku 2006 (31 %) a v roku 2004 (28 %). V ostatných rokoch monitorovania bol tento rozdiel charakterizovaný koeficientom variácie v intervale 0,3 až 18 %. Na rozdiel od relatívne blízkeho prameňa Himligárka, vyššie obsahy OAR v prameni Zbojníčka boli registrované pri jesennom monitoringu. Stredná hodnota OAR ( $\bar{R}_n$ ) v sledovanom zdroji dosahuje maximum v rokoch 2007 ( $\bar{R}_n = 291 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a v roku 2009 ( $\bar{R}_n = 288 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Najnižšie obsahy radónu vo vode boli zaznamenané v roku 2004 ( $\bar{R}_n = 191 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a v roku 2006 ( $\bar{R}_n = 178 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Dlhodobý priemer OAR na lokalite za celé obdobie 2002 - 2009 je  $235 \pm 28 \text{ Bq.l}^{-1}$  pri variačnom koeficiente 13 %.

Priemerné ročné výdatnosti ( $\bar{Q}$ ) vodného zdroja Zbojníčka v monitorovanom období boli minimálne v období extrémneho sucha v roku 2003 ( $\bar{Q} = 0,096 \text{ l.s}^{-1}$ ) a maximálne v roku 2006 ( $\bar{Q} = 1,431 \text{ l.s}^{-1}$ ). V rámci hodnotenia jednotlivého roka boli pri monitoringu registrované významné rozdiely výdatností vôd prameňa na jar a jeseň, ktoré v období 2002 - 2009 charakterizuje stredná hodnota koeficientu variácie pre výdatnosť 76 %. Pri porovnaní výdatností z jarných a jesenných monitoringov vychádzajú až rádové rozdiely. Najvyššia výdatnosť na prameni bola zaznamenaná na jar v roku 2006 ( $2,857 \text{ l.s}^{-1}$ ) a výdatnosť zdroja pri jesennom monitoringu v tom istom roku bola len  $0,056 \text{ l.s}^{-1}$ . Vplyv zmien výdatnosti na obsahy radónu vo vode na tomto prameni zistený nebol.



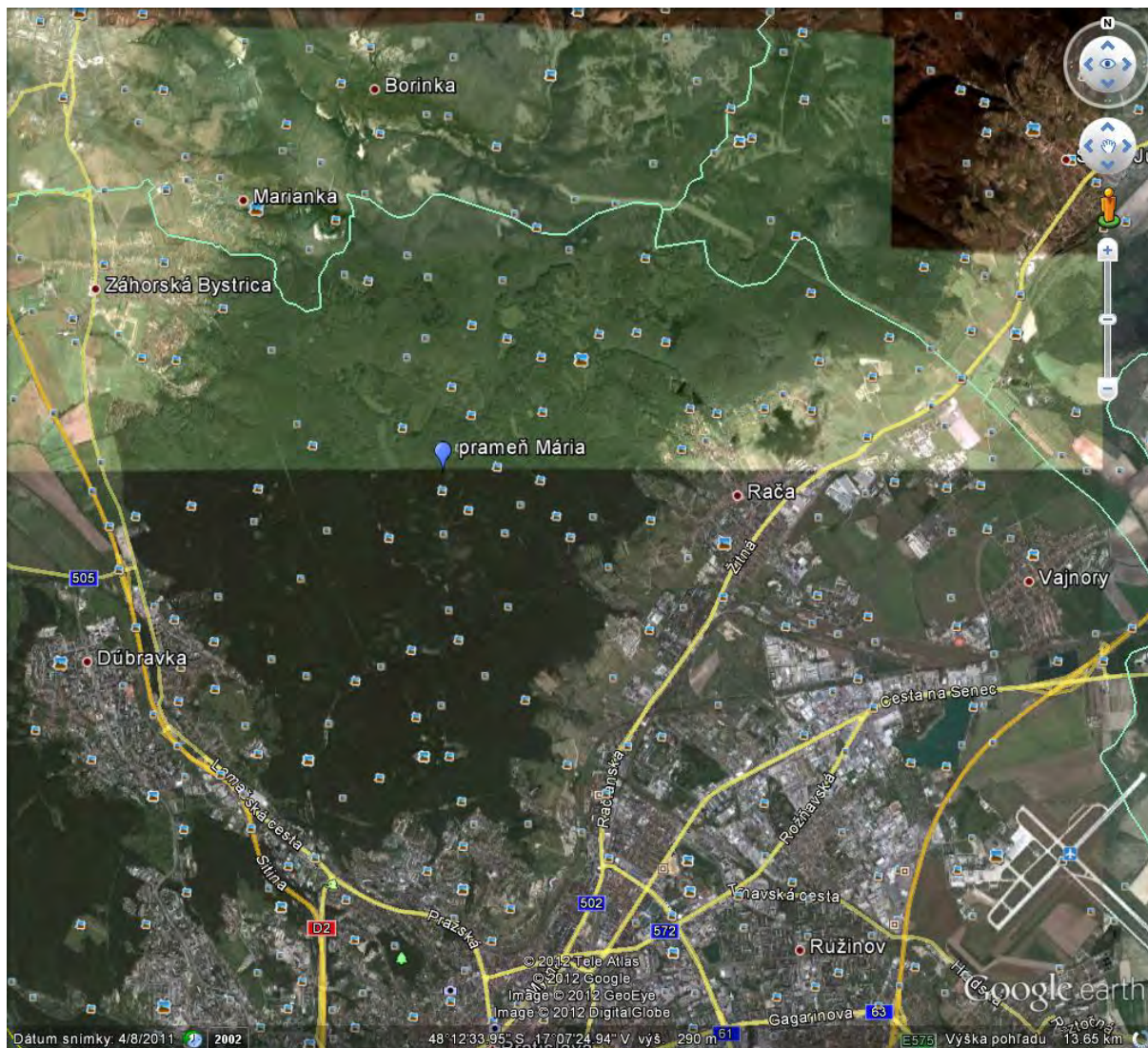
Obr. 2.5.16: Lokalizácia lokality prameň Zbojníčka

#### 2.5.4.10. Lokalita Bratislava - prameň Mária

Lokalita sa nachádza v oblasti Malých Karpát v oblasti mestského lesa (Bratislavský lesný park), nad mestskou časťou Bratislava – Krasňany (obr. 2.5.17). Monitorovaný prameň Mária je vzdialený cca 1 km a od kóty Krásny vrch (411 m). Prameň je viazaný na rovnaké geologické prostredie (kryštalikum) ako sú pramene Himligárka a Zbojníčka.

Prameň Mária je monitorovaný pravidelné 2x za rok (jar, jeseň), vždy súčasne s prameňmi Himligárka a Zbojníčka. Výsledky štatistického vyhodnotenia sú v príl. 5.3. Na obr. 2.5.15 dokumentujeme priebeh OAR v sledovanom období rokov 2002 až 2009 a porovnanie OAR na jar a jeseň.

Tento prameň vykazuje určitú variabilitu koncentrácií radónu vo vodách, no v porovnaní s ostatnými monitorovanými zdrojmi podzemných vôd v rámci tejto úlohy sú tu zmeny OAR najmenšie - koeficient variácie pre radón (VRn) je iba 7 %. Najväčší rozdiel v koncentráciách radónu na jar a v jeseni bol registrovaný v roku 2006 (VRn = 17 %) a v roku 2007 (VRn = 13 %). V ostatných rokoch monitorovania bol koeficient variácie VRn v intervale 3 – 7 %. Stredná hodnota OAR ( $\bar{\theta}Rn$ ) v sledovanom prameni dosahuje maximum v roku 2007 ( $\bar{\theta}Rn = 40 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a minimum v roku 2004 ( $\bar{\theta}Rn = 27 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Celkový dlhodobý priemer OAR na lokalite za celú dobu 2002 - 2009 je  $32 \pm 2 \text{ Bq.l}^{-1}$ ; variačný koeficient 7 %.



Obr. 2.5.17: Lokalizácia lokality prameň Mária

Priemerné ročné výdatnosti ( $\bar{Q}$ ) vodného zdroja Zbojníčka v monitorovanom období boli najmenšie v roku 2003 ( $\bar{Q} = 0,128 \text{ l.s}^{-1}$ ) a v roku 2008 ( $\bar{Q} = 0,118 \text{ l.s}^{-1}$ ). Maximum ročnej výdatnosti prameňa bolo v rovnakom roku ako na ostatných prameňoch Malých Karpát a to v roku 2006 ( $\bar{Q} = 0,613 \text{ l.s}^{-1}$ ).

Pravidelne každý rok boli registrované významné rozdiely výdatností prameňa na jar a jeseň, ktoré v období 2002 - 2009 charakterizuje stredná hodnota koeficientu variácie pre výdatnosť 61 %. Najvyššia výdatnosť na prameni bola zaznamenaná na jar v roku 2006 ( $1,111 \text{ l.s}^{-1}$ ), pričom výdatnosť zdroja v rámci jesenného monitorovania v tom istom roku bola len  $0,114 \text{ l.s}^{-1}$ . Vplyv zmien výdatnosti na obsahy radónu v prameni zistený nebol.

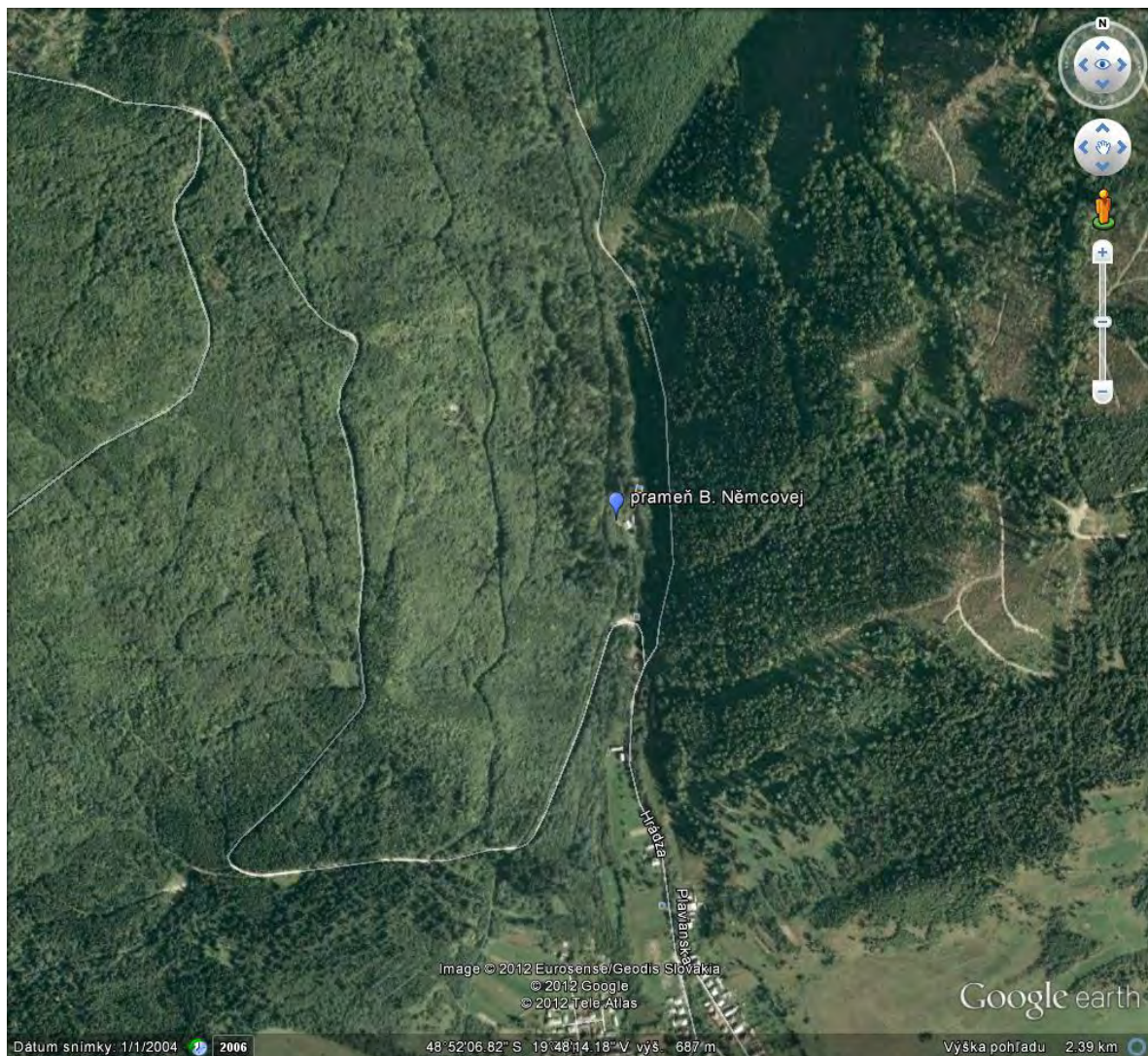
#### 2.5.4.11. Lokalita Bacúch - Prameň Boženy Němcovej

Prameň Boženy Němcovej sa nachádza severne od obce Bacúch - na jej konci, pri horárni (obr. 2.5.18). Je to známy pre verejnú prístupný a upravený minerálny prameň (označovaný ako studená kyselka). Formovanie radónu v týchto vodách je viazané na tektoniku a

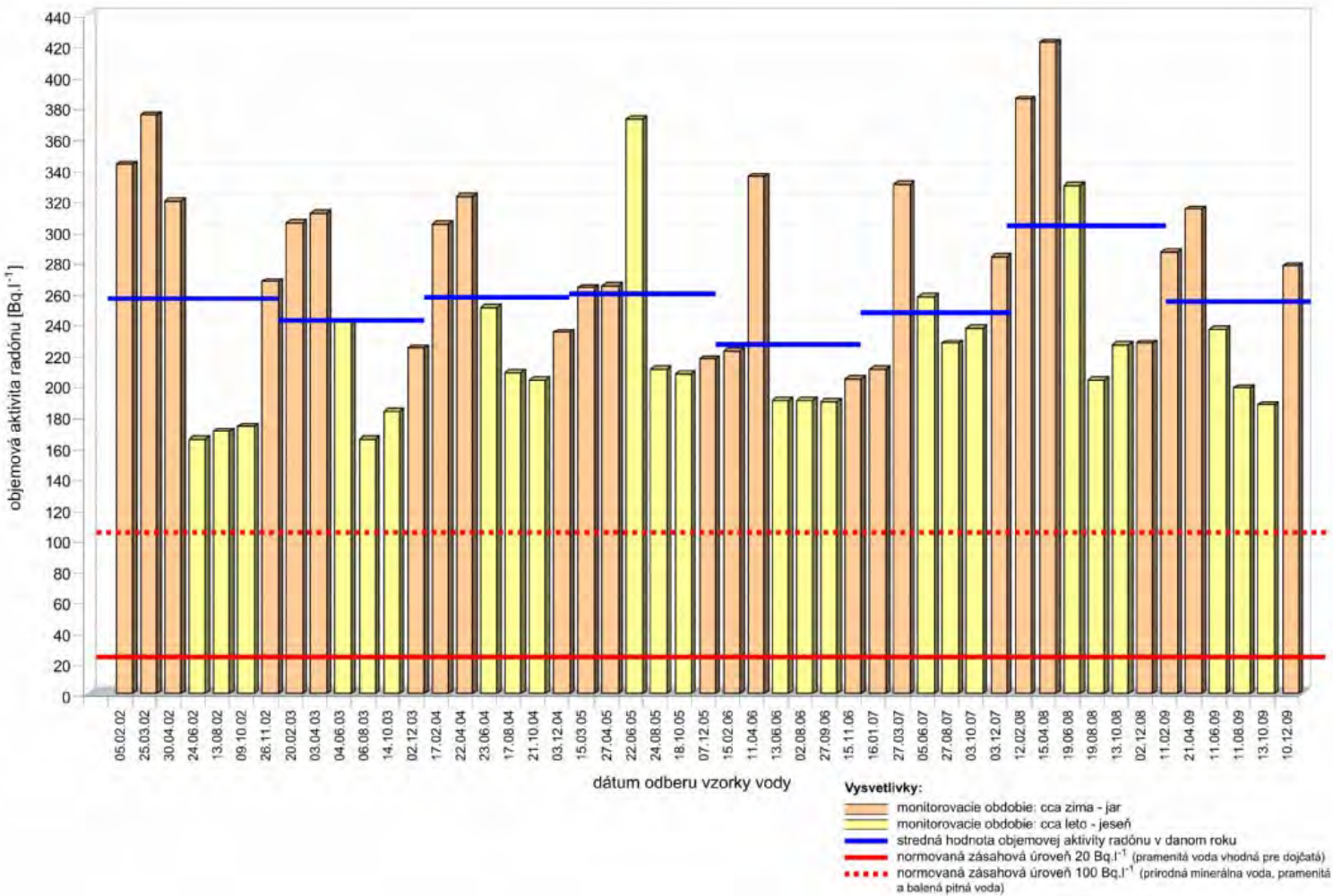
na porušené, emanačne schopné zóny migmatitov a granitov kryštalinika Nízkych Tatier. Vody dosahujú aj pomerne vysoké obsahy rádia  $^{226}\text{Ra}$ , ktorý bol v období 1998 - 2000 predmetom monitoringu. Koncentrácie rádia neboli stabilné, pohybovali sa v intervale cca  $0,5 - 1,8 \text{ Bq.l}^{-1}$  bez priamej korelácie na zmeny obsahov radónu vo vode.

Prameň je monitorovaný počas celého roka pravidelné 6x (každý druhý mesiac). Výsledky štatistického vyhodnotenia meraní sú v príl. 5.3.

Dlhodobý priemer objemovej aktivity radónu v sledovanom zdroji za celú dobu 2002 - 2009 je  $254 \pm 62 \text{ Bq.l}^{-1}$ . Ročné maximum pre strednú hodnotu OAR ( $\bar{\text{OAR}} = 299 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) bolo v roku 2008. Najnižšie hodnoty obsahov radónu vo vode boli zaznamenávané v roku 2003 ( $\bar{\text{OAR}} = 238 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a v roku 2006 ( $\bar{\text{OAR}} = 222 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Je to dokumentované na obr. 2.5.19, kde je názorne vyjadrený priebeh variácií radónu v podzemných vodách na lokalite v závislosti od ročnej doby v rokoch 2002 až 2009. Variáčny graf má relatívne pravidelný sinusoidný priebeh OAR s maximom na konci zimy až jari (február - apríl), ktoré niekedy dosahujú aj dvojnásobok minimálnych koncentrácií radónu v období leto - jeseň (júl až október). Najväčšie zmeny OAR v priebehu roka boli registrované v rokoch 2002 a 2008, kedy koeficient variácie pre radón (VRn) v danom roku presiahol 30 %. Stredná hodnota koeficientu variácie VRn pre celé obdobie monitoringu (roky 2002 - 2009) je 24 %. Normovaná zásahová úroveň pre objemovú aktivitu radónu vo vode bola prekročená pri každom monitorovaní.



Obr. 2.5.18: Lokalizácia lokality prameň Boženy Němcovej

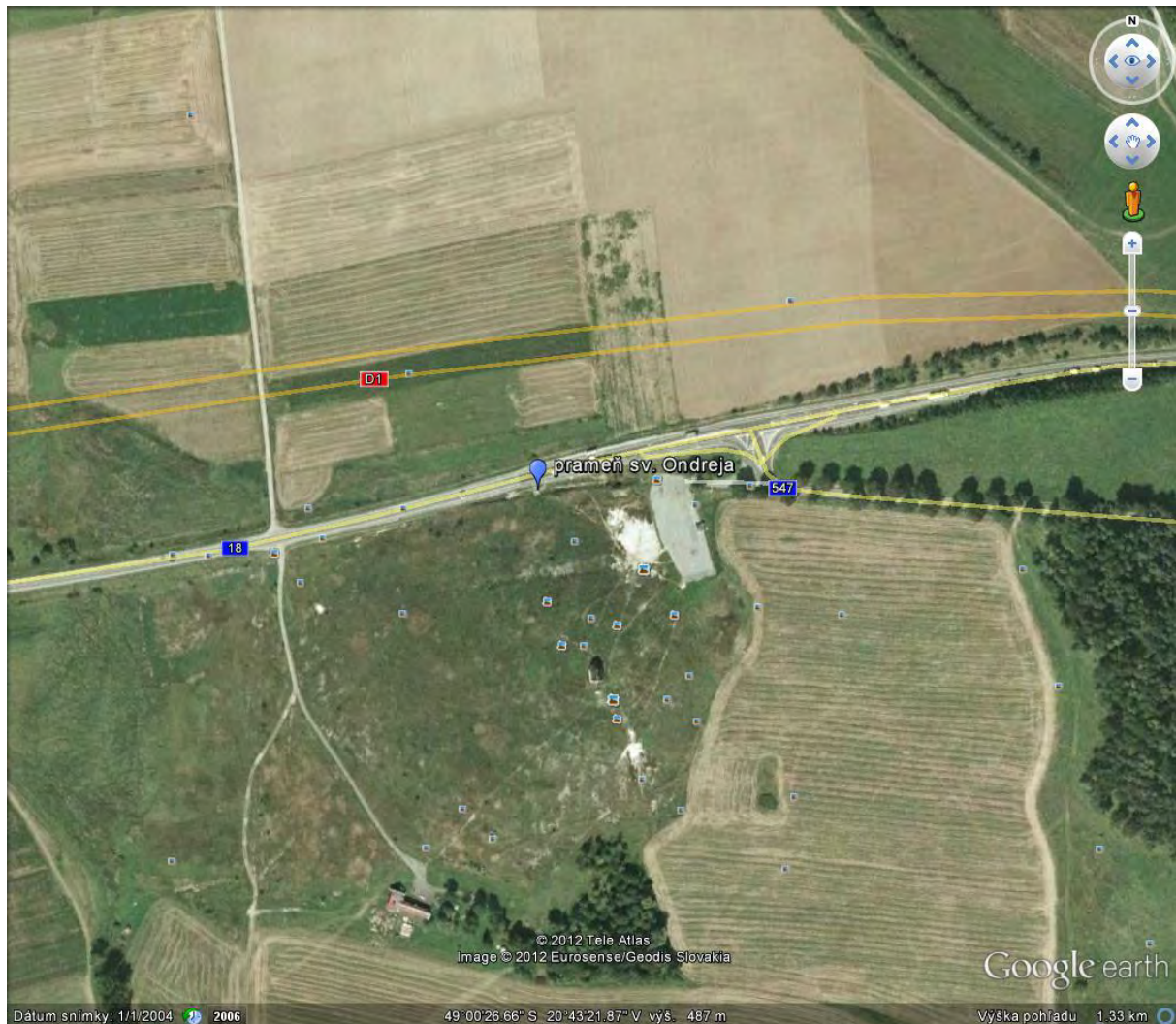


Obr. 2.5.19: Radón vo vodách: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 - 2009, Lokalita: Bachtch, prameň Boženy Němcovej

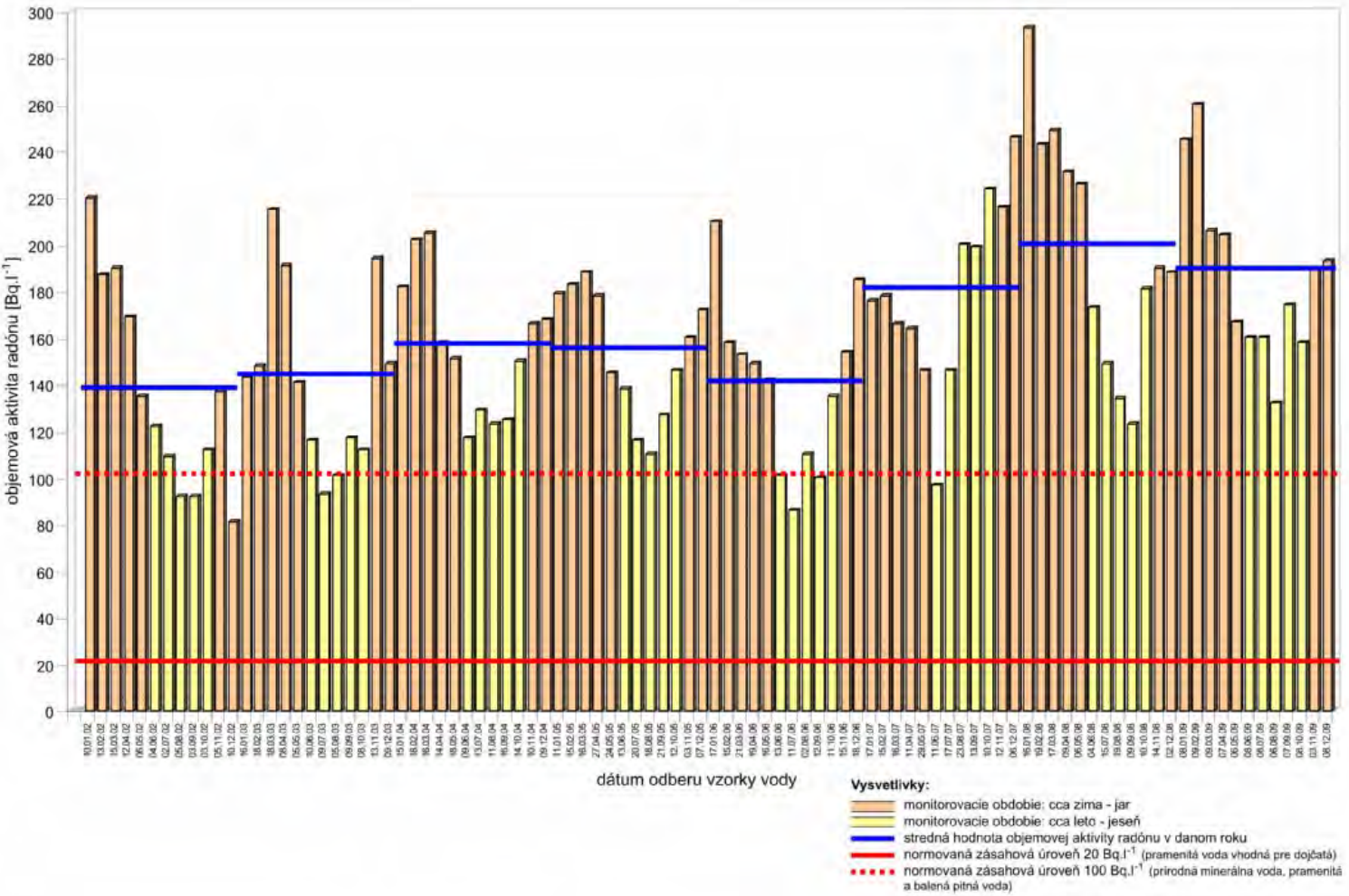
Výdatnosť zdroja má stabilnú úroveň v priebehu roka i medziročne. Priemerné ročné výdatnosti ( $\varnothing Q$ ) prameňa Boženy Němcovej v monitorovanom období, boli minimálne v roku 2004 ( $\varnothing Q = 0,020 \text{ l.s}^{-1}$ ) a maximálne v roku 2006 ( $\varnothing Q = 0,027 \text{ l.s}^{-1}$ ). V rámci hodnotenia jednotlivého roka, boli rozdiely výdatností 8 – 15 %. Stredná hodnota koeficientu variácie pre výdatnosť za celé obdobie 2002 - 2009 je 11 %. Korelácia medzi OAR a výdatnosťou zistená nebola.

#### 2.5.4.12. Lokalita Spišské Podhradie - Prameň sv. Ondreja

Minerálny prameň sv. Ondreja - Spišské Podhradie, je situovaný v oblasti lokality Sivá Brada pri štátnej ceste č. 18 (E 50) Poprad – Prešov (obr. 2.5.20). Zachytený a upravený prameň vyviera z travertínovej kopy v oblasti budovanej hlinito-kamenitými deluviálnymi sedimentmi. Jeho vody majú hlbší obeh, preto obsahujú okrem radónu aj rádium  $^{226}\text{Ra}$ . Zdrojová oblasť rádioaktivity týchto vôd je zrejme v podloží triasových karbonátov. Podobne ako radón aj koncentrácie rádia vo vodách nie sú stabilné; pri monitoringu v rokoch 1998 - 2001 sa pohybovali v intervale cca 0,2 - 1,78  $\text{Bq.l}^{-1}$  bez žiadnej korelácie na obsahy radónu vo vode.



Obr. 2.5.20: Lokalizácia lokality prameň sv. Ondreja



Obr. 2.5.21: Radón vo vodách: monitorovanie objemovej aktivity radónu (OAR) v rokoch 2002 - 2009, Lokalita: Spišské Podhradie, prameň sv. Ondreja



Prameň je monitorovaný počas celého roka 12x (každý mesiac). Výsledky štatistického vyhodnotenia meraní sú v príl. 5.3. Tieto výsledky jednoznačne potvrdzujú variačný charakter zmien koncentrácií radónu vo vodách. Variačná krivka OAR v sledovanom prameni (obr. 2.5.21) má v priebehu roka sinusoidný priebeh, ktorý sa pravidelne opakuje v celom monitorovanom období. Každý rok v zime a začiatkom jari (v mesiacoch január - apríl), merané hodnoty objemovej aktivity  $^{222}\text{Rn}$  dosahovali maximum, čo bol niekedy až cca trojnásobok minima obsahu radónu vo vode, nameraného v lete - až jeseni (jún - september). Najväčšie zmeny OAR v priebehu roka boli registrované v roku 2002, kedy koeficient variácie pre radón (VRn), v danom roku dosiahol 33 %. Stredná hodnota koeficientu variácie VRn pre celé obdobie monitoringu (roky 2002 až 2009) je 24 %.

Dlhodobý priemer objemovej aktivity radónu v monitorovanom prameni, za celú dobu 2002 - 2009, je  $162 \pm 38 \text{ Bq.l}^{-1}$ . Najvyššie priemerné ročné koncentrácie radónu boli v posledných rokoch 2007 až 2009 ( $180 - 198 \text{ Bq.l}^{-1}$ ), s maximom v roku 2008. Najnižšie hodnoty obsahov radónu vo vode boli namerané v roku 2002 ( $\varnothing\text{Rn} = 137 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) a v roku 2006 ( $\varnothing\text{Rn} = 140 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Normovaná zásahová úroveň  $20 \text{ Bq.l}^{-1}$  pre objemovú aktivitu radónu vo vode bola prekročená pri každom monitorovaní.

Výdatnosť prameňa sv. Ondreja je pomerne stabilná. Priemerná ročná výdatnosť ( $\varnothing\text{Q}$ ) v monitorovanom období, bola minimálna v roku 2003 ( $\varnothing\text{Q} = 0,033 \text{ l.s}^{-1}$ ) a maximálna v roku 2005 ( $\varnothing\text{Q} = 0,044 \text{ l.s}^{-1}$ ). V rámci hodnotenia jednotlivého roka boli rozdiely výdatností do 20 %, len v roku 2002 bol variačný koeficient 29 %. Stredná hodnota koeficientu variácie pre výdatnosť za celé obdobie 2002 - 2009 je 17 %. Korelácia medzi OAR a výdatnosťou nie je.

#### 2. 5.4.13. Lokalita Oravice - pramenisko Jašterčie

Termálne pramenisko Jašterčie je situované západne od obce Oravice v Bobroveckej doline (obr. 2.5.22). Tento prameň sa nachádza v blízkosti vrtu OZ-1, ktorý zrejme v dôsledku korózie a tlaku v roku 1999 vyrazil uzáver na úvodnej pažnici vrtu s následným silným výronom vody priamo na pramenisko, čo malo za následok znehodnocovanie výsledkov monitorovania. Monitoring bol preto prerušený a obnovený až v roku 2006.

Vody tohto prameňa majú hlboký obeh, sú viazané na predterciérne útvary a zóny hlbinných tektonických zlomov. Zdroj radónu v podzemnej vode je nielen emanačný (získavaný z prostredia emanujúcich hornín), ale aj autigénny (vznikajúci rozpadom rádia obsiahnutého vo vode). Obsahy rádia boli v minulosti do roku 2000 monitorované ( $0,49 - 1,68 \text{ Bq.l}^{-1}$ ).

Pramenisko Jašterčie je monitorované pravidelne 2x za rok (jar, jeseň). Výsledky štatistického vyhodnotenia sú v prílohe 5.3.

Tento prírodný termálny prameň je známy tým, že sú tu zaznamenané doposiaľ najvyššie známe objemové aktivity radónu v prírodných podzemných vodách v rámci územia SR. V roku 1998 tu bola nameraná doposiaľ najvyššia hodnota OAR vo vode na Slovensku ( $1407 \text{ Bq.l}^{-1}$ ), ktorá bola potvrdená i na kontrolnej vzorke (Smolárová 2001). Dokazujú to aj výsledky nášho monitoringu v období 2006 - 2009, kedy bolo maximum OAR ( $1312 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) namerané pri jarnom monitorovaní v roku 2008. Celkový priemer OAR na lokalite za obdobie 2006 - 2009 je  $995 \pm 160 \text{ Bq.l}^{-1}$ ; variačný koeficient 19 %. Na obr. 2.5.15 je prezentovaný priebeh OAR v období monitorovania (2006 - 2009). Z grafu je vidieť, že najnižšie obsahy radónu vo vodách boli v roku 2006, takmer polovičné ako v nasledujúcom období 2007 až 2009 kedy ročné priemery boli relatívne vyrovnané, pohybovali sa v intervale  $1112 - 1217 \text{ Bq.l}^{-1}$ .

Výdatnosť zdroja nie je hodnotená, vzhľadom na charakter zdroja – bez pomerne náročných technických prác výdatnosť prameňa nie je možné merať.



Obr. 2.5.22: Lokalizácia lokality pramenisko Jašterčie

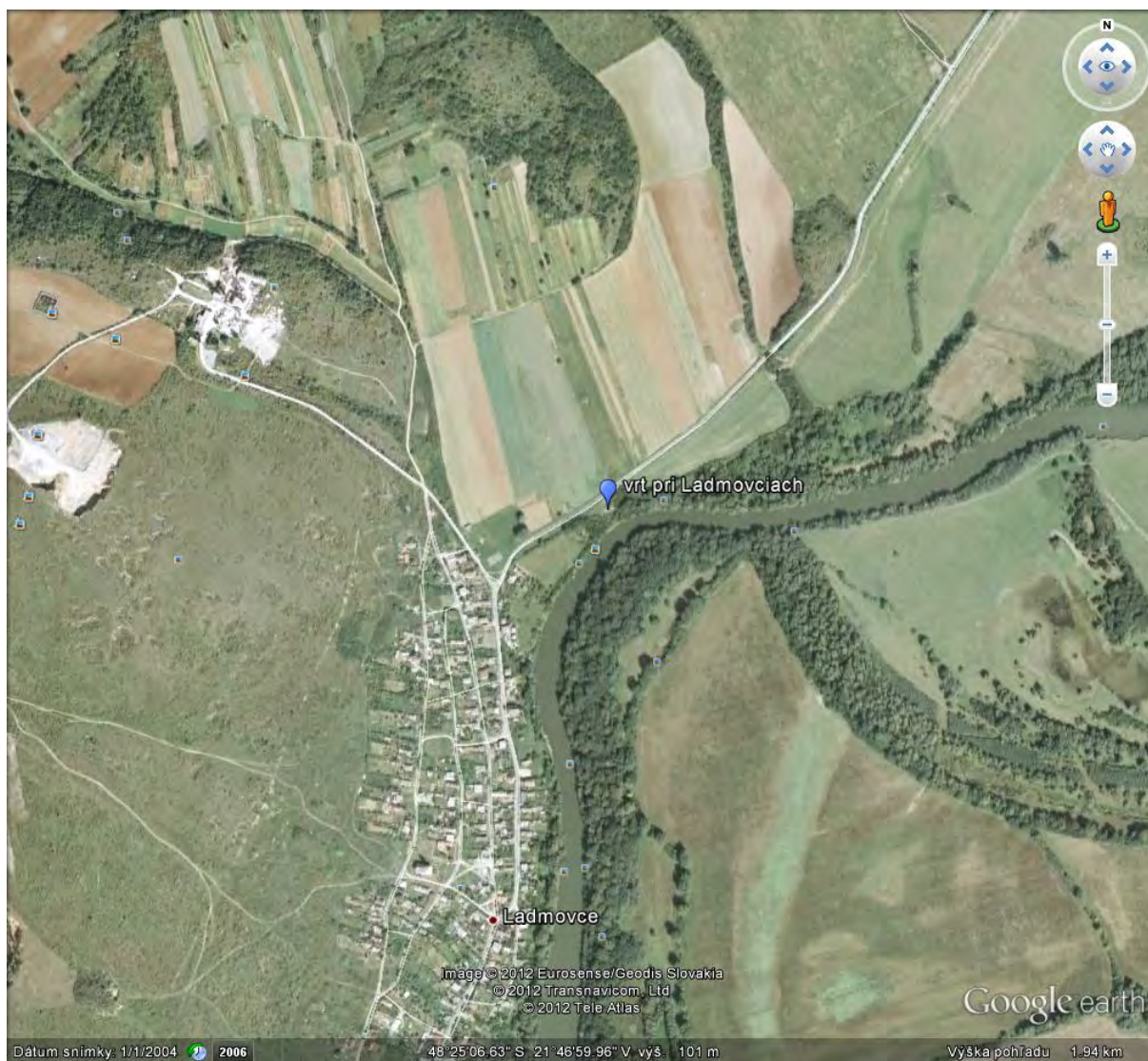
#### 2.5.4.14. Lokalita Ladmovce - preliv vrtu

Monitorovaný vrt s prelivom je situovaný v oblasti Zemplínskeho ostrova, cca 0,8 km ssv. od obce Ladmovce, vedľa miestnej komunikácie, blízko rieky Bodrog (obr. 2.5.23). Vody tohto zdroja sú viazané na predterciérne útvary a tektoniku.

Vrt s prelivom je monitorovaný 2x za rok (jar, jeseň); v období 2001 - 2005 bol monitoring prerušený, kvôli neprístupnosti vrtu.

Výsledky štatistického vyhodnotenia sú v príl. 5.3 a zároveň dokumentujú, že tento prírodný zdroj podzemnej vody nepresahuje normovanú zásahovú úroveň objemovej aktivity radónu  $^{222}\text{Rn}$  ( $20 \text{ Bq.l}^{-1}$ ), aj keď v blízkom okolí sú známe povrchové anomálie prírodnej rádioaktivity. Merané hodnoty OAR boli v rozmedzí  $11 - 17 \text{ Bq.l}^{-1}$ . Celkový priemer OAR na lokalite v období 2006 - 2009 je  $15 \pm 1,2 \text{ Bq.l}^{-1}$  a koeficient variácie OAR 8 %.

Ročné výdatnosti vodného zdroja Ladmovce - vrt boli pomerne vyrovnané v intervale  $0,061 \pm 0,003 \text{ l.s}^{-1}$ ; koeficient variácie pre výdatnosť v období 2006 - 2009 je iba 6 %.



Obr. 2.5.23: Lokalizácia lokality vrt při Ladmovciach

Tab. 2.5.1: Komplexné štatistické spracovanie meraní objemovej aktivity radónu  
v pôdnom vzduchu a v podzemných vodách v rokoch 2002 - 2009

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	LOKALITA	Rok								Dlhodobý priemer	V f c <sub>A</sub> [%]
			2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
<b>Pôdny radón na referenčných plochách</b>			<b>f c<sub>A</sub> [kBq.m<sup>-3</sup>]</b>									
1	1303	Hnilec	415	333	454	509	433	568	550	476	467	18
2	1301	Novoveská Huta	73	48	69	85	93	66	47	55	67	45
3	1302	Teplička	60	50	62	70	61	57	57	49	58	25
4	1309	Košice - KVP	prerušený monitoring				16	16	14	18	16	21
5	1307	Banská Bystrica - Podlavice	prerušený monitoring			98	90	64	50	38	68	36
6	1305	Bratislava - Vajnory	prerušený monitoring			50	41	41	34	28	39	24
<b>Pôdny radón na tektonike</b>			<b>f c<sub>A</sub> [kBq.m<sup>-3</sup>]</b>									
7	1340	Grajnár	14	9	12	17	17	16	15	14	14	19
<b>Radón vo vodách</b>			<b>f c<sub>A</sub> [Bq.l<sup>-1</sup>]</b>									
8	1353	Bratislava: prameň Himligárka	158	163	133	161	125	208	156	175	160	17
9	1354	Bratislava: prameň Zbojníčka	242	230	191	205	178	291	254	288	235	13
10	1352	Bratislava: prameň Mária	34	28	27	28	29	40	36	34	32	7
11	1351	Bacúch: prameň Boženy Němcovej	259	238	254	256	222	255	299	250	254	24
12	1350	Spišské Podhradie: prameň sv. Ondreja	137	143	156	154	140	180	198	187	162	24
13	1356	Oravice: pramenisko pri vrte OZ-1	prerušený monitoring				536	1112	1217	1115	995	19
14	1358	Ladmovce: preliv vrtu	prerušený monitoring				12	17	15	15	15	8

Kde: f c<sub>A</sub>    stredná hodnota objemovej aktivity radónu (OAR) za hodnotené obdobie  
V        koeficient variácie pre f c<sub>A</sub> [%]

### 2.5.5. Zhrnutie výsledkov monitoringu

Komplexný prehľad hlavných parametrov štatistického spracovania monitorovania radónu v geologickom prostredí (pôdny radón na referenčných plochách a nad tektonikou, radón v podzemných vodách) na jednotlivých lokalitách je v tab. 2.5.1.

#### A. pôdny radón – zvýšené radónové riziko vybraných miest

Výsledky meraní objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu na referenčných plochách dokazujú variabilitu obsahov radónu v pôde s určitými rozdielmi v jednotlivých lokalitách.

V sondách každej RP, v rámci jednotlivých monitorovacích dní, boli zaregistrované odchýlky v absolútnych hodnotách objemovej aktivity radónu, avšak pri hodnotení radónového rizika RP bol stupeň rizika väčšinou zachovaný.

Výsledky monitorovania OAR na lokalitách s vyššou frekvenciou meraní (Novoveská Huta, Teplička a čiastočne aj Hnilec) predstavujú štatisticky významné súbory hodnôt. V príl. 5.1 a tab. 2.5.1 je dokumentované, že variačný koeficient  $V_{\sigma_{CA}}$  pre stredné hodnoty OAR v rokoch 2002 - 2009, je v lokalite Hnilec 18 % (3,6 - 31,5 %), v lokalite Teplička 25 % (6,1 - 41 %) a v Novoveskej Hute až 45 % (33,9 - 57,7 %). Podobne aj parameter hodnotiaci radónové riziko monitorovanej plochy má koeficienty variácie za rovnaké obdobie pre dané lokality ešte vyššie. Tieto výsledky jednoznačne dokazujú časovú aj lokálnu variabilitu koncentrácií radónu v pôde a ich významnosť.

Z vyhodnotenia meraní obsahov radónu v pôdach na RP s 2 meraniami v roku (Bratislava, Košice, Banská Bystrica) tiež vyplýva, že variácie radónu existujú, že nie sú rovnaké na rôznych lokalitách (v dôsledku odlišností klimatických pomerov pri realizácii terénnych prác a rozdielnej geologickej stavby podložja RP), avšak nedá sa dostatočne kvalifikovane posúdiť ich priebeh počas roka. V zásade sa dá povedať, že v týchto lokalitách boli merané hodnoty OAR na jar vyššie ako v jeseni.

Z analýzy výsledkov monitorovania jednotlivých rokov vyplýva spoločný záver takmer pre všetky lokality, že najnižšia úroveň OAR v pôdach bola v roku 2003 a naopak v roku 2005 boli obsahy pôdneho radónu najvyššie. Je to dôsledok klimatických vplyvov, ovplyvňujúcich vlhkosť pôdy, ktorá zase vplýva na šírenie radónu v tomto médiu. Extrémne sucho (nízke zrážky a veľké horúčavy) v roku 2003 v období február až september, bolo podľa meteorológov najväčším suchom na Slovensku za viac než 100 rokov, čo sa odrazilo v znížení OAR o cca 30 - 40 %. Dokumentujú to nielen stredné hodnoty OAR za jednotlivé roky, ale tiež hodnoty 3. kvartilu OAR, ktorý určuje stupeň radónového rizika meranej plochy. V lokalite Novoveská Huta a Teplička to spôsobilo dokonca zníženie stupňa kategórie radónového rizika referenčných plôch. Naproti tomu príčina všeobecne zvýšených koncentrácií radónu v pôdach v roku 2005, bola predovšetkým vo zvýšenej vlhkosti zemín v období monitorovania (časté zrážky počas jari a v lete).

Medzi dôležité poznatky monitorovania radónu v pôde patrí jav prudkého poklesu OAR, ktorý bol zaznamenaný na lokalite v Novoveskej Hute a ktorý sa pravidelne opakuje takmer každý rok za rovnakých podmienok pri výskyte prvých mrazov v jeseni, prípadne aj prízemných mrazov na jar, pri nepremrznutej pôde. Pri uvedených podmienkach, v dôsledku zvýšeného gradientu medzi teplotou pôdy a atmosférickým vzduchom, je radón intenzívnejšie odsávaný do atmosféry, čím dochádza k významnému zníženiu hodnôt OAR (aj niekoľkonásobne) až k hranici nízkeho radónového rizika. Aj keď tento faktor prudkého zníženia OAR na danej lokalite je nesporný, zatiaľ ho nie je možné zovšeobecniť, nakoľko monitoring na ďalších lokalitách Teplička a Hnilec pri rovnakých klimaticko-meteorologických podmienkach (merania v ten istý deň) to nepotvrdili. Tento fakt vyžaduje podrobnejšie skúmanie všetkých možných vplyvov, hlavne detailnejšiu analýzu geologického profilu referenčných plôch.

Referenčné plochy Teplička a Novoveská Huta sú podľa platných kritérií zaradené rovnako do strednej priepustnosti. Je však medzi nimi určitý rozdiel v tom, že podiel ílovitej frakcie nemajú celkom zhodný a hlavne, že geologický profil plochy v Novoveskej Hute predstavuje homogénnejšie prostredie na rozdiel od Tepličky, kde sa v paleogénnych sedimentoch strednej priepustnosti vyskytujú tenké ílovité preplástky, ktoré môžu vytvárať bariéru pre radón a tým obmedzovať jeho únik do atmosféry.

Charakter geologického podložia plochy Hnilec je úplne odlišný, nakoľko má vyššiu plynopriepustnosť a primárny zdroj rádioaktivity - hnilecký granit s vysokým obsahom rádia - tu vystupuje až na povrch, čím je zabezpečená rýchla a neustála dotácia radónu do pôdneho vzduchu.

Z analýzy výsledkov monitoringu tiež vyplýva, že pri určení plynopriepustnosti pre radón, treba - okrem stanovenia zrnitosti horniny na základe granulometrickej analýzy - brať do úvahy vertikálny charakter geologického profilu sondy (napr. výskyt nepriepustných ílovitých vrstvičiek v relatívne priepustnom prostredí), teda posúdiť aj homogenitu resp. nehomogenosť hornín, ktorá ovplyvňuje distribúciu radónu v danom prostredí.

## **B. Pôdny radón na tektonike**

Na sledovaných profiloch v lokalite Grajnár, počas monitorovacieho obdobia 2002 - 2009, je oblasť poruchovej zóny opakovane a jednoznačne zaregistrovaná výraznými anomálnymi koncentraciami OAR v pôdnom vzduchu. Tektonická zóna pozitívne ovplyvňuje transport radónu do pripovrchových častí aj z väčších hĺbok, takže OAR nad zlomom dosahuje anomálne hodnoty, ktoré až takmer 10-násobne prevyšujú pozadie. Medziročné zmeny hladiny OAR, ktoré sú dôsledkom zmien klimatických pomerov pri monitorovaní, identifikáciu zlomovej oblasti neovplyvňujú.

## **C. Radón vo vodných zdrojoch**

Z celkovej analýzy výsledkov monitorovania vodných zdrojov vyplýva, že parameter objemovej aktivity  $^{222}\text{Rn}$  v podzemných vodách nie je stabilný.

Zmeny OAR, registrované v prameňoch monitorovaných dva razy za rok (jar, jeseň), sú menej výrazné ako variácie radónu v prameňoch, ktoré boli monitorované s väčšou frekvenciou - 1x za mesiac resp. raz za dva mesiace v priebehu celého roka. Monitorovania s väčšou frekvenciou meraní (prameň sv. Ondreja - Spišské Podhradie a prameň Boženy Němcovej - Bacúch) pokryli všetky ročné obdobia, čím dokázali lepšie zachytiť a vystihnúť dobu s najnižšími a najvyššími obsahmi radónu v podzemných vodách.

Výsledky monitoringu dokazujú, že priebeh ročných variácií OAR vo vodách má svoju pravidelnosť v náraste koncentrácií v zime, s maximom na jej konci resp. až na jar, ktoré dosahuje často dvojnásobok minimálnych koncentrácií radónu v lete až jeseni.

Z pohľadu komplexného hodnotenia výsledkov celého obdobia všetkých lokalít vyplýva spoločný záver pre väčšinu monitorovaných lokalít, že najnižšia úroveň OAR v podzemných vodách bola v roku 2006 a naopak v rokoch 2007 a 2008 boli obsahy radónu vo vodách najvyššie (tab. 2.5.1).

Extrémne suchý rok 2003 sa prejavil všeobecným a dosť podstatným znížením výdatností vo všetkých monitorovaných prameňoch, bez odzvy na obsah radónu.

V prameňoch z okolia Bratislavy boli opakovane každý rok registrované významné zmeny výdatností. Pri porovnaní výdatností z jarných a jesenných monitoringov z týchto prameňov v oblasti Malých Karpát vychádzajú až rádové rozdiely, ktoré na jar často presahujú aj  $1 \text{ l.s}^{-1}$  a v jeseni sa stáva, že výdatnosť je takmer nemerateľná až nulová. V tejto súvislosti treba zdôrazniť, že nebol zistený vplyv týchto zmien na obsahy radónu vo vode resp., že korelácia medzi obsahmi radónu a výdatnosťou tu neexistuje.

## **Odporúčania**

Na základe komplexného zhodnotenia doterajších výsledkov doporučujeme nasledovné:

### **A. Pôdny radón - zvýšené radónové riziko vybraných miest**

- ukončiť monitorovanie na lokalite Košice - KVP,
- na ostatných lokalitách pokračovať v monitoringu v nezmenenom rozsahu,
- zaviesť priame meranie plynopriepustnosti na každej referenčnej ploche (podobne ako v ČR) – zakúpenie zariadenia JOK.

### **B. Pôdny radón v tektonicky porušených zónach**

- na lokalite Grajnár znížiť počet meraných bodov v oblasti normálneho poľa o 20 – 30 %,
- meranie radónu nad tektonikou prepojiť, resp. zaradiť aj do podsystemu „Tektonická a seizmická aktivita územia“, nakoľko je známe, že anomálne koncentrácie radónu sprevádzajú seizmickú aktivitu. Vo svete (napr. v Japonsku) sú pre sledovanie zemetrasení merania seizmických staníc dopĺňované a zrovnávané s meraniami radónu.

### **C. Radón vo vodných zdrojoch**

- doplniť monitoring na lokalite Bacúch v období zima - jar o dve ďalšie monitorovania v priebehu roka,
- ostatné lokality monitorovať v pôvodnom rozsahu.

## **Literatúra**

- Barnet, I., Kulajta, V., Neznal, M., Matolín, M., Prokop, P., 1992: Hodnocení základových půd z hlediska vnikání radonu do bytů. In: Geologický průzkum 4, s.114-115
- Čížek, P., Smolárová, H., Gluch, A., 1995: Podklady pre digitalizáciu mapy radónového rizika Slovenska v M = 1 : 500 000, záverečná správa, archív Geofondu Bratislava
- Nikodémová, D., Pinter, I., Vičanová, M., 2003: Radón a jeho potenciálne riziko v Spišsko-gemerskom regióne. In: Životné prostredie č. 3
- Smolárová, H., 2001: Príručka kvality QA-PRK/01-02, archív Geofondu Bratislava
- Vyhľadávka ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 528/2007 Z.z. O podrobnostiach a požiadavkách na obmedzenie ožiarovania z prírodného žiarenia, MZ SR Bratislava
- Zákon NR SR č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov, MZ SR Bratislava





## **Prílohová časť**

<b>5</b>	<b>Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí</b>	str.
5.1	Štatistické spracovanie meraní radónu v pôdnom vzduchu na referenčných plochách	1
5.2	Štatistické spracovanie meraní radónu na tektonike	4
5.3	Štatistické spracovanie meraní objemovej aktivity radónu v podzemných vodách	5

**Príl. 5.1: Štatistické spracovanie meraní radónu v pôdnom vzduchu na referenčných plochách**

Pôdny radón na referenčných plochách - monitoring za obdobie 2002 - 2009																	
Č. podľa obr. 2.5.1.	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A$ - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [ $\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ ]									Priep.	V f $c_A$ [%]	L $c_A$	V f 3. $Qc_A$ [%]	L 3 $Qc_A$
				N	$N_{RP}$	min $c_A$	max $c_A$	f $c_A$	s $c_A$	f + s	f 3. $Qc_A$	Rn riziko					
1	1303	Hnilec	rok 2002	67	4	84	1157	415	210	625	491	III	dobrá	20,0	0,89	29,6	0,88
			rok 2003	68	4	87	968	333	156	489	420	III		31,5	0,71	33,8	0,76
			rok 2004	68	4	227	1300	454	211	665	491	III		6,7	0,97	15,6	0,88
			rok 2005	68	4	115	1861	509	286	795	587	III		19,8	1,09	19,5	1,06
			rok 2006	68	4	150	1262	433	249	682	485	III		3,6	0,93	6,6	0,87
			rok 2007	68	4	123	1742	568	331	899	642	III		15,3	1,22	38,4	1,15
			rok 2008	68	4	13	1685	550	356	906	712	III		21,0	1,18	32,6	1,28
			rok 2009	68	4	32	1735	476	381	857	620	III		28,4	1,02	51,3	1,12
			2002-2009	543	32	13	1861	467	273	740	556	III		18,0		28,0	
2	1301	Novoveská Huta	rok 2002	102	6	1	515	73	65	138	89	III	stredná	57,0	1,09	67,8	1,10
			rok 2003	102	6	2	379	48	40	88	58	II-III		57,7	0,72	60,0	0,72
			rok 2004	102	6	1	439	69	60	129	87	III		45,8	1,03	56,7	1,07
			rok 2005	102	6	2	668	85	88	173	99	III		48,9	1,27	56,1	1,22
			rok 2006	119	7	4	670	93	75	168	113	III		33,9	1,39	41,4	1,40
			rok 2007	153	9	7	577	66	59	125	73	III		35,6	0,99	40,7	0,90
			rok 2008	136	8	8	198	47	33	80	61	II-III		41,5	0,70	52,8	0,75
			rok 2009	119	7	4	486	55	60	115	67	II-III		38,7	0,82	45,7	0,83
			2002-2009	935	55	1	670	67	60	127	81	III		45,0		53,0	

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1.	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A$ - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [ $\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ ]									Priep.	V f $c_A$ [%]	L $c_A$	V f 3. $Q_{c_A}$ [%]	L 3 $Q_{c_A}$
				N	$N_{RP}$	min $c_A$	max $c_A$	f $c_A$	s $c_A$	f + s	f 3. $Q_{c_A}$	Rn riziko					
3	1302	Teplička	rok 2002	136	8	3	143	60	23	83	76	III	stredná	34,2	1,03	35,4	1,01
			rok 2003	135	8	5	144	50	19	69	56	II		41,0	0,86	39,8	0,75
			rok 2004	136	8	6	120	62	23	85	80	III		13,2	1,07	19,3	1,07
			rok 2005	136	8	2	196	70	33	103	92	III		6,1	1,21	8,6	1,23
			rok 2006	119	7	3	157	61	26	87	81	III		35,7	1,05	38,9	1,08
			rok 2007	136	8	3	137	57	28	85	79	III		21,9	0,98	26,2	1,05
			rok 2008	136	8	3	118	57	27	84	77	III		19,3	0,98	25,1	1,03
			rok 2009	119	7	4	127	49	27	77	62	II-III		28,4	0,84	28,7	0,83
			2002-2009	1053	62	2	196	58	26	84	75	III			28,0		
4	1309	Košice - KVP	rok 2002	prerušený monitoring													
			rok 2003														
			rok 2004														
			rok 2005														
			rok 2006	34	2	4	47	16	8	24	21	II	stredná	9,4	1,00	23,3	1,00
			rok 2007	34	2	4	48	16	12	28	25	II		25,0	1,00	50,8	1,19
			rok 2008	34	2	3	42	14	8	22	16	I		0,3	0,88	4,4	0,76
rok 2009	34	2	2	47	18	12	30	23	II	49,4	1,13	40,0		1,10			
2006-2009	136	8	2	48	16	10	26	21	II			30,0					

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1.	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A$ - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [ $\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ ]								Priep.	V f $c_A$ [%]	L $c_A$	V f 3. $Q_{c_A}$ [%]	L 3 $Q_{c_A}$			
				N	$N_{RP}$	min $c_A$	max $c_A$	f $c_A$	s $c_A$	f + s	f 3. $Q_{c_A}$						Rn riziko		
5	1307	B. Bystrica - Podlavice	rok 2002	prerušený monitoring															
			rok 2003	prerušený monitoring															
			rok 2004	prerušený monitoring															
			rok 2005	18	1	30	193	98	44	142	118	III	stredná		1,44		1,37		
			rok 2006	34	2	18	272	90	53	143	111	III		26,6	1,32	15,3	1,29		
			rok 2007	34	2	13	219	64	38	102	80	III		21,3	0,94	9,8	0,93		
			rok 2008	34	2	0	154	50	28	78	69	II-III		68,2	0,74	68,7	0,80		
			rok 2009	34	2	6	157	38	33	71	53	II		26,8	0,56	34,7	0,62		
			2005-2009	154	9	0	272	68	39	107	86	III		36,0		32,0			
rok 2002	prerušený monitoring																		
rok 2003	prerušený monitoring																		
rok 2004	prerušený monitoring																		
6	1305	Bratislava - Vajnory	rok 2005	34	2	20	122	50	22	72	67	II-III	stredná	9,2	1,28	1,0	1,31		
			rok 2006	34	2	10	98	41	20	61	59	II-III		45,4	1,05	49,2	1,16		
			rok 2007	34	2	4	64	41	13	54	52	II		25,4	1,05	23,1	1,02		
			rok 2008	34	2	2	61	34	13	47	43	II		37,1	0,87	13,3	0,84		
			rok 2009	34	2	13	52	28	11	39	36	II		5,4	0,72	1,9	0,71		
			2005-2009	170	10	2	122	39	16	55	51	II		24,0		18,0			

Vysvetlivky:

N počet meraných sond na referenčnej ploche (RP) f 3.  $Q_{c_A}$  tretí kvartil z N hodnôt f  $c_A$   
 $N_{RP}$  počet meraných RP Rn riziko I – nízke, II – stredné, III – vysoké  
min  $c_A$  minimálna hodnota OAR z N Priep. plynopriepustnosť miestnych zemín (*malá, stredná, dobrá*)  
max  $c_A$  maximálna hodnota OAR z N V koeficient variácie pre f  $c_A$ ; f 3.  $Q_{c_A}$ ; [%]  
f  $c_A$  stredná hodnota OAR z  $N_{RP}$  L  $c_A$  podiel: f  $c_{A \text{ rok}} / f c_{A 2002-2009}$   
s  $c_A$  štandardná odchýlka OAR z  $N_{RP}$  L 3.  $Q_{c_A}$  podiel: f 3.  $Q_{c_A \text{ rok}} / f 3. Q_{c_A 2002-2009}$

## Príl. 5.2: Štatistické spracovanie meraní radónu na tektonike

Pôdny radón na tektonike - monitoring za obdobie 2002 - 2009														
Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	c <sub>A</sub> - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [kBq.m <sup>-3</sup> ]								Priep.	L c <sub>A</sub>	L 3. Q c <sub>A</sub>
				N	min c <sub>A</sub>	max c <sub>A</sub>	f c <sub>A</sub>	s c <sub>A</sub>	f + s	f 3. Qc <sub>A</sub>	Rn riziko			
7	1340	Grajnár	rok 2002	94	1	101	14	18	32	18	I	stredná	1,00	1,06
			rok 2003	94	1	51	9	9	18	10	I		0,64	0,59
			rok 2004	92	1	84	12	15	27	13	I		0,86	0,76
			rok 2005	93	2	91	17	19	36	24	II		1,21	1,41
			rok 2006	94	1	101	17	20	37	20	I-II		1,21	1,18
			rok 2007	94	1	113	16	22	38	16	I		1,14	0,94
			rok 2008	94	2	101	15	17	32	20	I-II		1,07	1,18
			rok 2009	94	2	100	14	18	32	16	I		1,00	0,94
			2002-2009	749	1	113	14	17	31	17	I			

- Vysvetlivky:
- c<sub>A</sub> objemová aktivita radónu (OAR) v pôdnom vzduchu [kBq.m<sup>-3</sup>]
  - N počet meraných sond na profiloch
  - min c<sub>A</sub> minimálna hodnota OAR z N
  - max c<sub>A</sub> maximálna hodnota OAR z N
  - f c<sub>A</sub> stredná hodnota OAR z N
  - s c<sub>A</sub> štandardná odchýlka OAR z N
  - f 3. Qc<sub>A</sub> tretí kvartil z N hodnôt c<sub>A</sub>
  - Rn riziko I – nízke, II – stredné, III – vysoké
  - Priep. plynopriepustnosť miestnych zemín (*malá, stredná, dobrá*)
  - L c<sub>A</sub> podiel: f c<sub>A rok</sub> / f c<sub>A 2002-2009</sub>
  - L 3. Q c<sub>A</sub> podiel: f 3. Q c<sub>A rok</sub> / f 3. Q c<sub>A 2002-2009</sub>

**Príl. 5.3: Štatistické spracovanie meraní objemovej aktivity radónu v podzemných vodách**

Radón v podzemných vodách - monitoring za obdobie 2002 - 2009														
Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]						$L_{c_A}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$\frac{s}{Rn}$	V Rn [%]		f Q	s Q	$\frac{V Q}{[\%]}$	
8	1353	Bratislava prameň Himligárka	rok 2002	128	186	1,45	158	26	16	0,99	0,311	0,001	0,3	1,30
			rok 2003	163	163	1,00	163	-	-	1,02	0,091	0,128	141	0,38
			rok 2004	133	133	1,00	133	-	-	0,83	0,263	0,372	141	1,10
			rok 2005	155	167	1,08	161	6	4	1,01	0,259	0,229	88	1,08
			rok 2006	114	135	1,18	125	15	12	0,78	0,719	0,709	99	3,00
			rok 2007	180	236	1,31	208	40	19	1,30	0,093	0,031	33	0,39
			rok 2008	125	187	1,50	156	44	28	0,98	0,130	0,146	112	0,54
			rok 2009	146	203	1,39	175	40	23	1,09	0,056	0,056	100	0,23
			2002-2009	114	236	1,24	160	29	17		0,240	0,209	89	
9	1354	Bratislava: prameň Zbojnička	rok 2002	237	253	1,07	242	6	2	1,03	0,276	0,050	18	0,64
			rok 2003	229	230	1,00	230	0,7	0,3	0,98	0,096	0,121	126	0,22
			rok 2004	138	244	1,77	191	53	28	0,81	0,577	0,535	93	1,33
			rok 2005	195	215	1,10	205	10	5	0,87	0,463	0,338	73	1,07
			rok 2006	138	217	1,57	178	56	31	0,76	1,431	1,425	100	3,30
			rok 2007	254	327	1,29	291	52	18	1,24	0,265	0,068	26	0,61
			rok 2008	234	273	1,17	254	28	11	1,08	0,243	0,233	96	0,56
			rok 2009	276	299	1,08	288	16	6	1,23	0,114	0,092	81	0,26
			2002-2009	138	327	1,26	235	28	13		0,433	0,358	76	

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]						$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$\frac{s}{Rn}$	V Rn [%]		f Q	s Q	V Q [%]	
10	1352	Bratislava: prameň Mária	rok 2002	32	37	1,16	34	1	4	1,06	0,299	0,158	53	1,00
			rok 2003	27	29	1,07	28	1	5	0,88	0,128	0,139	109	0,43
			rok 2004	25	28	1,12	27	2	6	0,84	0,536	0,465	87	1,79
			rok 2005	26	30	1,15	28	2	7	0,88	0,396	0,271	68	1,32
			rok 2006	26	31	1,19	29	5	17	0,91	0,613	0,498	81	2,04
			rok 2007	36	43	1,19	40	5	13	1,25	0,183	0,019	10	0,61
			rok 2008	35	37	1,06	36	1	3	1,13	0,118	0,024	20	0,39
			rok 2009	33	35	1,06	34	1	3	1,06	0,127	0,074	58	0,42
			2002- -2009	25	43	1,13	32	2	7		0,300	0,206	61	
11	1351	Bacúch: prameň B. Němcovej	rok 2002	165	380	2,30	259	90	35	1,02	0,026	0,004	15	1,08
			rok 2003	165	311	1,88	238	61	25	0,94	0,021	0,002	10	0,88
			rok 2004	203	322	1,59	254	45	18	1,00	0,020	0,002	10	0,83
			rok 2005	207	372	1,80	256	57	22	1,01	0,026	0,004	15	1,08
			rok 2006	189	335	1,77	222	57	26	0,87	0,027	0,003	11	1,13
			rok 2007	210	330	1,57	255	44	17	1,00	0,024	0,003	13	1,00
			rok 2008	203	422	2,08	299	93	31	1,18	0,021	0,002	10	0,88
			rok 2009	187	314	1,68	250	51	20	0,98	0,024	0,002	8	1,00
			2002- -2009	165	422	1,83	254	62	24		0,024	0,003	11	

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]						$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$	
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$\frac{s}{Rn}$	V Rn [%]		f Q	s Q	V Q [%]		
12	1350	Spišské Podhradie: prameň Sv. Ondreja	rok 2002	81	220	2,72	137	45	33	0,85	0,034	0,010	29	0,87	
			rok 2003	93	215	2,31	143	39	27	0,88	0,033	0,006	18	0,85	
			rok 2004	117	205	1,75	156	29	18	0,96	0,039	0,006	15	1,00	
			rok 2005	110	188	1,71	154	26	17	0,95	0,044	0,006	14	1,13	
			rok 2006	86	210	2,44	140	37	26	0,86	0,041	0,006	15	1,05	
			rok 2007	97	246	2,54	180	40	22	1,11	0,040	0,008	20	1,03	
			rok 2008	123	293	2,38	198	51	26	1,22	0,042	0,005	12	1,08	
			rok 2009	132	260	1,97	187	37	20	1,15	0,039	0,004	10	1,00	
	2002-2009	81	293	2,23	162	38	24		0,039	0,006	17				
13	1356	Oravice: pramenisko pri vrte OZ-1	rok 2002	prerušený monitoring											
			rok 2003												
			rok 2004												
			rok 2005												
			rok 2006	382	690	1,81	536	218	41	0,54	nemerateľné				
			rok 2007	951	1273	1,34	1112	228	21	1,12					
			rok 2008	1122	1312	1,17	1217	134	11	1,22					
			rok 2009	1073	1156	1,08	1115	59	5	1,12					
	2006-2009	382	1312	1,35	995	160	19								



Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]					$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$	
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$s_{Rn}$		V Rn [%]	f Q	s Q		V Q [%]
14	1358	Ladmovce: preliv vrtu	rok 2002	prerušený monitoring										
			rok 2003											
			rok 2004											
			rok 2005											
			rok 2006	11	12	1,09	12	0,7	6	0,80	nemerateľné			
			rok 2007	16	17	1,06	17	0,7	4	1,13	0,059	0,001	2	0,97
			rok 2008	13	17	1,31	15	2,8	19	1,00	0,056	0,008	14	0,92
			rok 2009	14	15	1,07	15	0,7	5	1,00	0,068	0,001	1	1,11
			2006-2009	11	17	1,13	15	1,2	8		0,061	0,003	6	

Vysvetlivky:

- $c_A^{222}\text{Rn}$  objemová aktivita radónu (OAR) vo vode [Bq.l<sup>-1</sup>]
- min Rn minimálna hodnota OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- max Rn maximálna hodnota OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- $\frac{\text{maxRn}}{\text{minRn}}$  podiel hodnôt max Rn / min Rn
- f Rn stredná hodnota OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- $s_{Rn}$  smerodatná odchýlka OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- V Rn koeficient variácie OAR za hodnotené obdobie [%]
- $L_{cA}$  podiel:  $f_{Rn_{rok}} / f_{Rn_{2002-2009}}$
- Q výdatnosť [l.s<sup>-1</sup>]
- f Q stredná hodnota Q za hodnotené obdobie [l.s<sup>-1</sup>]
- $s_Q$  smerodatná odchýlka Q za hodnotené obdobie [l.s<sup>-1</sup>]
- V Q koeficient variácie Q za hodnotené obdobie [%]
- $L_Q$  podiel:  $f_{Q_{rok}} / f_{Q_{2002-2009}}$

**Príl. 5.1: Štatistické spracovanie meraní radónu v pôdnom vzduchu na referenčných plochách**

Pôdny radón na referenčných plochách - monitoring za obdobie 2002 - 2009																	
Č. podľa obr. 2.5.1.	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A$ - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [ $\text{KBq}\cdot\text{m}^{-3}$ ]									Priep.	V f $c_A$ [%]	L $c_A$	V f 3. $Q_{c_A}$ [%]	L 3 $Q_{c_A}$
				N	$N_{RP}$	min $c_A$	max $c_A$	f $c_A$	s $c_A$	f + s	f 3. $Q_{c_A}$	Rn riziko					
1	1303	Hnilec	rok 2002	67	4	84	1157	415	210	625	491	III	dobrá	20,0	0,89	29,6	0,88
			rok 2003	68	4	87	968	333	156	489	420	III		31,5	0,71	33,8	0,76
			rok 2004	68	4	227	1300	454	211	665	491	III		6,7	0,97	15,6	0,88
			rok 2005	68	4	115	1861	509	286	795	587	III		19,8	1,09	19,5	1,06
			rok 2006	68	4	150	1262	433	249	682	485	III		3,6	0,93	6,6	0,87
			rok 2007	68	4	123	1742	568	331	899	642	III		15,3	1,22	38,4	1,15
			rok 2008	68	4	13	1685	550	356	906	712	III		21,0	1,18	32,6	1,28
			rok 2009	68	4	32	1735	476	381	857	620	III		28,4	1,02	51,3	1,12
			2002-2009	543	32	13	1861	467	273	740	556	III		18,0		28,0	
2	1301	Novoveská Huta	rok 2002	102	6	1	515	73	65	138	89	III	stredná	57,0	1,09	67,8	1,10
			rok 2003	102	6	2	379	48	40	88	58	II-III		57,7	0,72	60,0	0,72
			rok 2004	102	6	1	439	69	60	129	87	III		45,8	1,03	56,7	1,07
			rok 2005	102	6	2	668	85	88	173	99	III		48,9	1,27	56,1	1,22
			rok 2006	119	7	4	670	93	75	168	113	III		33,9	1,39	41,4	1,40
			rok 2007	153	9	7	577	66	59	125	73	III		35,6	0,99	40,7	0,90
			rok 2008	136	8	8	198	47	33	80	61	II-III		41,5	0,70	52,8	0,75
			rok 2009	119	7	4	486	55	60	115	67	II-III		38,7	0,82	45,7	0,83
			2002-2009	935	55	1	670	67	60	127	81	III		45,0		53,0	

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1.	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A$ - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [ $\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ ]									Priep.	V f $c_A$ [%]	L $c_A$	V f 3. $Q_{c_A}$ [%]	L 3 $Q_{c_A}$
				N	$N_{RP}$	min $c_A$	max $c_A$	f $c_A$	s $c_A$	f + s	f 3. $Q_{c_A}$	Rn riziko					
3	1302	Teplička	rok 2002	136	8	3	143	60	23	83	76	III	stredná	34,2	1,03	35,4	1,01
			rok 2003	135	8	5	144	50	19	69	56	II		41,0	0,86	39,8	0,75
			rok 2004	136	8	6	120	62	23	85	80	III		13,2	1,07	19,3	1,07
			rok 2005	136	8	2	196	70	33	103	92	III		6,1	1,21	8,6	1,23
			rok 2006	119	7	3	157	61	26	87	81	III		35,7	1,05	38,9	1,08
			rok 2007	136	8	3	137	57	28	85	79	III		21,9	0,98	26,2	1,05
			rok 2008	136	8	3	118	57	27	84	77	III		19,3	0,98	25,1	1,03
			rok 2009	119	7	4	127	49	27	77	62	II-III		28,4	0,84	28,7	0,83
			2002-2009	1053	62	2	196	58	26	84	75	III			28,0		
4	1309	Košice - KVP	rok 2002	prerušený monitoring													
			rok 2003														
			rok 2004														
			rok 2005														
			rok 2006	34	2	4	47	16	8	24	21	II	stredná	9,4	1,00	23,3	1,00
			rok 2007	34	2	4	48	16	12	28	25	II		25,0	1,00	50,8	1,19
			rok 2008	34	2	3	42	14	8	22	16	I		0,3	0,88	4,4	0,76
rok 2009	34	2	2	47	18	12	30	23	II	49,4	1,13	40,0		1,10			
2006-2009	136	8	2	48	16	10	26	21	II			30,0					

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1.	ID lokality	Lokalita	Rok	c <sub>A</sub> - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [kBq.m <sup>-3</sup> ]								Priep.	V f c <sub>A</sub> [%]	L c <sub>A</sub>	V f 3. Qc <sub>A</sub> [%]	L 3 Q c <sub>A</sub>			
				N	N <sub>RP</sub>	min c <sub>A</sub>	max c <sub>A</sub>	f c <sub>A</sub>	s c <sub>A</sub>	f + s	f 3. Qc <sub>A</sub>						Rn riziko		
5	1307	B. Bystrica - Podlavice	rok 2002	prerušený monitoring															
			rok 2003	prerušený monitoring															
			rok 2004	prerušený monitoring															
			rok 2005	18	1	30	193	98	44	142	118	III	stredná		1,44		1,37		
			rok 2006	34	2	18	272	90	53	143	111	III		26,6	1,32	15,3	1,29		
			rok 2007	34	2	13	219	64	38	102	80	III		21,3	0,94	9,8	0,93		
			rok 2008	34	2	0	154	50	28	78	69	II-III		68,2	0,74	68,7	0,80		
			rok 2009	34	2	6	157	38	33	71	53	II		26,8	0,56	34,7	0,62		
			2005-2009	154	9	0	272	68	39	107	86	III			32,0				
rok 2002	prerušený monitoring																		
rok 2003	prerušený monitoring																		
rok 2004	prerušený monitoring																		
6	1305	Bratislava - Vajnory	rok 2005	34	2	20	122	50	22	72	67	II-III	stredná	9,2	1,28	1,0	1,31		
			rok 2006	34	2	10	98	41	20	61	59	II-III		45,4	1,05	49,2	1,16		
			rok 2007	34	2	4	64	41	13	54	52	II		25,4	1,05	23,1	1,02		
			rok 2008	34	2	2	61	34	13	47	43	II		37,1	0,87	13,3	0,84		
			rok 2009	34	2	13	52	28	11	39	36	II		5,4	0,72	1,9	0,71		
			2005-2009	170	10	2	122	39	16	55	51	II				18,0			

Vysvetlivky:

N	počet meraných sond na referenčnej ploche (RP)	f 3. Qc <sub>A</sub>	tretí kvartil z N hodnôt f c <sub>A</sub>
N <sub>RP</sub>	počet meraných RP	Rn riziko	I – nízke, II – stredné, III – vysoké
min c <sub>A</sub>	minimálna hodnota OAR z N	Priep.	plynopriepustnosť miestnych zemín ( <i>malá, stredná, dobrá</i> )
max c <sub>A</sub>	maximálna hodnota OAR z N	V	koeficient variácie pre f c <sub>A</sub> ; f 3. Q c <sub>A</sub> ; [%]
f c <sub>A</sub>	stredná hodnota OAR z N <sub>RP</sub>	L c <sub>A</sub>	podiel: f c <sub>A rok</sub> / f c <sub>A 2002-2009</sub>
s c <sub>A</sub>	štandardná odchýlka OAR z N <sub>RP</sub>	L 3.Q c <sub>A</sub>	podiel: f 3.Q c <sub>A rok</sub> / f 3.Q c <sub>A 2002-2009</sub>

## Príl. 5.2: Štatistické spracovanie meraní radónu na tektonike

Pôdny radón na tektonike - monitoring za obdobie 2002 - 2009														
Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	c <sub>A</sub> - objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu [kBq.m <sup>-3</sup> ]							Priep.	L c <sub>A</sub>	L 3. Q c <sub>A</sub>	
				N	min c <sub>A</sub>	max c <sub>A</sub>	f c <sub>A</sub>	s c <sub>A</sub>	f + s	f 3. Qc <sub>A</sub>				Rn riziko
7	1340	Grajnár	rok 2002	94	1	101	14	18	32	18	I	stredná	1,00	1,06
			rok 2003	94	1	51	9	9	18	10	I		0,64	0,59
			rok 2004	92	1	84	12	15	27	13	I		0,86	0,76
			rok 2005	93	2	91	17	19	36	24	II		1,21	1,41
			rok 2006	94	1	101	17	20	37	20	I-II		1,21	1,18
			rok 2007	94	1	113	16	22	38	16	I		1,14	0,94
			rok 2008	94	2	101	15	17	32	20	I-II		1,07	1,18
			rok 2009	94	2	100	14	18	32	16	I		1,00	0,94
			2002-2009	749	1	113	14	17	31	17	I			

Vysvetlivky:

- c<sub>A</sub> objemová aktivita radónu (OAR) v pôdnom vzduchu [kBq.m<sup>-3</sup>]
- N počet meraných sond na profiloch
- min c<sub>A</sub> minimálna hodnota OAR z N
- max c<sub>A</sub> maximálna hodnota OAR z N
- f c<sub>A</sub> stredná hodnota OAR z N
- s c<sub>A</sub> štandardná odchýlka OAR z N
- f 3. Qc<sub>A</sub> tretí kvartil z N hodnôt c<sub>A</sub>
- Rn riziko I – nízke, II – stredné, III – vysoké
- Priep. plynopriepustnosť miestnych zemín (*malá, stredná, dobrá*)
- L c<sub>A</sub> podiel:  $f c_{A \text{ rok}} / f c_{A \text{ 2002-2009}}$
- L 3. Q c<sub>A</sub> podiel:  $f 3. Q c_{A \text{ rok}} / f 3. Q c_{A \text{ 2002-2009}}$

**Príl. 5.3: Štatistické spracovanie meraní objemovej aktivity radónu v podzemných vodách**

Radón v podzemných vodách - monitoring za obdobie 2002 - 2009														
Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]						$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$\frac{s}{Rn}$	V Rn [%]		f Q	s Q	V Q [%]	
8	1353	Bratislava prameň Himligárka	rok 2002	128	186	1,45	158	26	16	0,99	0,311	0,001	0,3	1,30
			rok 2003	163	163	1,00	163	-	-	1,02	0,091	0,128	141	0,38
			rok 2004	133	133	1,00	133	-	-	0,83	0,263	0,372	141	1,10
			rok 2005	155	167	1,08	161	6	4	1,01	0,259	0,229	88	1,08
			rok 2006	114	135	1,18	125	15	12	0,78	0,719	0,709	99	3,00
			rok 2007	180	236	1,31	208	40	19	1,30	0,093	0,031	33	0,39
			rok 2008	125	187	1,50	156	44	28	0,98	0,130	0,146	112	0,54
			rok 2009	146	203	1,39	175	40	23	1,09	0,056	0,056	100	0,23
			2002-2009	114	236	1,24	160	29	17		0,240	0,209	89	
9	1354	Bratislava: prameň Zbojníčka	rok 2002	237	253	1,07	242	6	2	1,03	0,276	0,050	18	0,64
			rok 2003	229	230	1,00	230	0,7	0,3	0,98	0,096	0,121	126	0,22
			rok 2004	138	244	1,77	191	53	28	0,81	0,577	0,535	93	1,33
			rok 2005	195	215	1,10	205	10	5	0,87	0,463	0,338	73	1,07
			rok 2006	138	217	1,57	178	56	31	0,76	1,431	1,425	100	3,30
			rok 2007	254	327	1,29	291	52	18	1,24	0,265	0,068	26	0,61
			rok 2008	234	273	1,17	254	28	11	1,08	0,243	0,233	96	0,56
			rok 2009	276	299	1,08	288	16	6	1,23	0,114	0,092	81	0,26
			2002-2009	138	327	1,26	235	28	13		0,433	0,358	76	

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]						$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$\frac{s}{Rn}$	V Rn [%]		f Q	s Q	V Q [%]	
10	1352	Bratislava: prameň Mária	rok 2002	32	37	1,16	34	1	4	1,06	0,299	0,158	53	1,00
			rok 2003	27	29	1,07	28	1	5	0,88	0,128	0,139	109	0,43
			rok 2004	25	28	1,12	27	2	6	0,84	0,536	0,465	87	1,79
			rok 2005	26	30	1,15	28	2	7	0,88	0,396	0,271	68	1,32
			rok 2006	26	31	1,19	29	5	17	0,91	0,613	0,498	81	2,04
			rok 2007	36	43	1,19	40	5	13	1,25	0,183	0,019	10	0,61
			rok 2008	35	37	1,06	36	1	3	1,13	0,118	0,024	20	0,39
			rok 2009	33	35	1,06	34	1	3	1,06	0,127	0,074	58	0,42
			2002- -2009	25	43	1,13	32	2	7		0,300	0,206	61	
11	1351	Bacúch: prameň B. Němcovej	rok 2002	165	380	2,30	259	90	35	1,02	0,026	0,004	15	1,08
			rok 2003	165	311	1,88	238	61	25	0,94	0,021	0,002	10	0,88
			rok 2004	203	322	1,59	254	45	18	1,00	0,020	0,002	10	0,83
			rok 2005	207	372	1,80	256	57	22	1,01	0,026	0,004	15	1,08
			rok 2006	189	335	1,77	222	57	26	0,87	0,027	0,003	11	1,13
			rok 2007	210	330	1,57	255	44	17	1,00	0,024	0,003	13	1,00
			rok 2008	203	422	2,08	299	93	31	1,18	0,021	0,002	10	0,88
			rok 2009	187	314	1,68	250	51	20	0,98	0,024	0,002	8	1,00
			2002- -2009	165	422	1,83	254	62	24		0,024	0,003	11	

Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]						$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$	
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$\frac{s}{Rn}$	V Rn [%]		f Q	s Q	V Q [%]		
12	1350	Spišské Podhradie: prameň Sv. Ondreja	rok 2002	81	220	2,72	137	45	33	0,85	0,034	0,010	29	0,87	
			rok 2003	93	215	2,31	143	39	27	0,88	0,033	0,006	18	0,85	
			rok 2004	117	205	1,75	156	29	18	0,96	0,039	0,006	15	1,00	
			rok 2005	110	188	1,71	154	26	17	0,95	0,044	0,006	14	1,13	
			rok 2006	86	210	2,44	140	37	26	0,86	0,041	0,006	15	1,05	
			rok 2007	97	246	2,54	180	40	22	1,11	0,040	0,008	20	1,03	
			rok 2008	123	293	2,38	198	51	26	1,22	0,042	0,005	12	1,08	
			rok 2009	132	260	1,97	187	37	20	1,15	0,039	0,004	10	1,00	
	2002-2009	81	293	2,23	162	38	24		0,039	0,006	17				
13	1356	Oravice: pramenisko pri vrte OZ-1	rok 2002	prerušený monitoring											
			rok 2003												
			rok 2004												
			rok 2005												
			rok 2006	382	690	1,81	536	218	41	0,54	nemerateľné				
			rok 2007	951	1273	1,34	1112	228	21	1,12					
			rok 2008	1122	1312	1,17	1217	134	11	1,22					
			rok 2009	1073	1156	1,08	1115	59	5	1,12					
	2006-2009	382	1312	1,35	995	160	19								



Pokračovanie tabuľky

Č. podľa obr. 2.5.1	ID lokality	Lokalita	Rok	$c_A^{222}\text{Rn}$ [Bq.l <sup>-1</sup> ]					$L_{cA}$	Výdatnosť Q [l.s <sup>-1</sup> ]			$L_Q$	
				min Rn	max Rn	maxRn/minRn	f Rn	$s_{Rn}$		V Rn [%]	f Q	s Q		V Q [%]
14	1358	Ladmovce: preliv vrtu	rok 2002	prerušený monitoring										
			rok 2003											
			rok 2004											
			rok 2005											
			rok 2006	11	12	1,09	12	0,7	6	0,80	nemerateľné			
			rok 2007	16	17	1,06	17	0,7	4	1,13	0,059	0,001	2	0,97
			rok 2008	13	17	1,31	15	2,8	19	1,00	0,056	0,008	14	0,92
			rok 2009	14	15	1,07	15	0,7	5	1,00	0,068	0,001	1	1,11
			2006-2009	11	17	1,13	15	1,2	8		0,061	0,003	6	

Vysvetlivky:

- $c_A^{222}\text{Rn}$  objemová aktivita radónu (OAR) vo vode [Bq.l<sup>-1</sup>]
- min Rn minimálna hodnota OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- max Rn maximálna hodnota OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- maxRn / minRn podiel hodnôt max Rn / min Rn
- f Rn stredná hodnota OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- s Rn smerodatná odchýlka OAR za hodnotené obdobie [Bq.l<sup>-1</sup>]
- V Rn koeficient variácie OAR za hodnotené obdobie [%]
- $L_{cA}$  podiel:  $f Rn_{rok} / f Rn_{2002-2009}$
- Q výdatnosť [l.s<sup>-1</sup>]
- f Q stredná hodnota Q za hodnotené obdobie [l.s<sup>-1</sup>]
- s Q smerodatná odchýlka Q za hodnotené obdobie [l.s<sup>-1</sup>]
- V Q koeficient variácie Q za hodnotené obdobie [%]
- $L_Q$  podiel:  $f Q_{rok} / f Q_{2002-2009}$

## **2.6. STABILITA HORNINOVÝCH MASÍVOV POD HISTORICKÝMI OBJEKTMI**

V súčasnosti sa z celosvetového hľadiska venuje neustále viac pozornosti záchrane historických pamiatok. Multidisciplinárne zamerané aktivity, podporované národnými i medzinárodnými inštitúciami (Unesco) zahŕňajú aj ochranu stavebných historických objektov pred nežiaducimi vplyvmi prírodného prostredia, ku ktorým patria aj geologické procesy. Z hľadiska intenzity ich negatívneho prejavu, patria medzi najnebezpečnejšie. Mnohokrát spôsobujú čiastkovú, alebo úplnú deštrukciu stavebných historických objektov, k čomu je nevyhnutná ich kontinuálna ochrana a sanácia, ako aj monitoring fyzického stavu podlažia, vrátane objektov infraštruktúry pamiatkového objektu. Monitoring je teda veľmi účinný nástroj na identifikáciu potenciálneho vzniku svahového gravitačného javu, zisťovanie jeho aktivity, ako aj jeho vplyvu na vlastný objekt. Na to, aby monitoring bol účelne použitý je potrebné vypracovať modelové riešenie potenciálneho porušenia svahu v dôsledku pozorovaného procesu.

V prípade tzv. geotechnického rizika (pozorovanie svahového gravitačného javu a jeho vplyvu na plánovaný stavebný zásah do geologického prostredia za účelom sanácie historického objektu) je optimálne monitoring vykonávať nielen v etape pred začiatkom samotnej výstavby (v etape podrobného prieskumu), aby sme boli schopní rozpoznať charakter a dynamiku geologického prostredia a kritické stavy vedúce k vzniku s ním spätého hazardu, ale aj v etape vlastnej realizácie stavebného diela i vo fáze po ukončení sanačných prác, kde cieľom monitorovania je buď zhodnotenie vplyvu interakcie stavebného diela a horninového prostredia alebo zhodnotenie účinnosti realizovaných sanačných opatrení.

### **2.6.1. Základná charakteristika monitorovacej siete**

Výber lokalít bol zacielený na také historické objekty, ktorých stabilita je bezprostredne ohrozená v dôsledku oslabenia fyzického stavu horninového masívu (podlažia objektu) a zároveň tieto objekty zaraďujeme k významným dokladom historického vývoja, životného spôsobu a prostredia spoločnosti od najstarších dôb po súčasnosť. Samotná monitorovacia sieť sa počtom monitorovaných lokalít v priebehu realizácie výskumnej úlohy menila, niektoré lokality boli postupne opustené, predovšetkým v dôsledku realizácie sanačných opatrení (hrad Devín, Kostol'any pod Tribečom), ďalej v dôsledku zamedzenia prístupu na lokalitu (kláštor Skalka) alebo jednoducho v dôsledku permanentného ničenia vlícovacích meracích bodov. Iné lokality boli na základe požiadaviek špecialistov-pamiatkárov alebo statikov integrované v rôznych časových úsekoch dekády monitorovania. Celkovo boli súčasťou monitorovacej siete tieto lokality: Spišský, Strečniansky, Oravský, Uhrovský, Lietavský, Trenčiansky, Plavecký, Čachtický hrad, kláštorový komplex Skalka pri Trenčíne, hrad Pajštún, hrad Devín a kostolík v Kostol'anoch pod Tribečom. Súbor monitorovaných lokalít sa tak v priebehu obdobia rokov 2002-2009 dynamicky menil. Informácie o stave monitorovacej siete z hľadiska jej aktívnej činnosti a zároveň i o počte monitorovaných stanovísk na jednotlivých lokalitách prehľadne podáva tabuľka 2.6.1.

Tab. 2.6.1: Obdobie prevádzky monitorovacích stanovísk predmetných lokalít

Lokalita	Obdobie monitoringu	Stanovisko	Typ meradla
Spišský hrad	od r. 1992 a stále trvá	TM 71 – 1	TM 71
	od r. 1992 a stále trvá	TM 71 – 2	TM 71
	od r. 1981 a stále trvá	TM 71 – h1*	TM 71
	od r. 1998 a stále trvá	TM 71 – h2	TM 71
	od r. 2000 a stále trvá	SM – 1	SOMET
	od r. 2000 a stále trvá	SM – 2	SOMET
	od r. 2000 a stále trvá	SM – 3	SOMET
	od r. 2001 a stále trvá	SM – 4	SOMET
	od r. 2001 a stále trvá	SM – 5	SOMET
	od r. 2004 do r. 2006	GEOKON*	GEOKON 2.4
Strečniansky hrad	od r. 1996 a stále trvá	TM 71 – 1	TM 71
Trenčiansky hrad	od r. 2006 a stále trvá	Pod Zápoľského palácom	SOMET
	od r. 2006 a stále trvá	Múr (južné opevnenie)	SOMET
	od r. 2006 a stále trvá	Pod vstupnou bránou (predný)	SOMET
	od r. 2006 a stále trvá	Pod vstupnou bránou (zadný)	SOMET
Uhrovský hrad	od r. 2000 a stále trvá	Somet 1 (horné poschodie kaplnky)	SOMET
	od r. 2000 a stále trvá	Somet 2 (v kaplnke)	SOMET
	od r. 2000 a stále trvá	Somet 3 (skalný blok pod kaplnkou)	SOMET
Hrad Pajštún	od r. 2003 a stále trvá	PŠ1 – Ferov komín	SOMET
	od r. 2004 a stále trvá	PŠ2 – 4-kový komín	SOMET
	od r. 2003 a stále trvá	PŠ3 – Ešte neviem	SOMET
	od r. 2003 a stále trvá	PŠ4 – Tatrašport	SOMET
	od r. 2004 a stále trvá	PŠ5 – SMX	SOMET
	od r. 2004 a stále trvá	PŠ6 – Pod hlavami	SOMET
Plavecký hrad	od r. 2002 a stále trvá	Somet 1 (trhlina)	SOMET
	od r. 2002 a stále trvá	Somet 2 (skalný blok)	SOMET
	od r. 2004 a stále trvá	Somet 3 (skalný blok)	SOMET
Lietavský hrad	od r. 2000 do r. 2007	Somet 1	SOMET
	od r. 2000 do r. 2007	Somet 2	SOMET
	od r. 2004 do r. 2007	Somet 3 (opačná strana múra)	SOMET
	od r. 2004 do r. 2004	Somet 4 (klenba)	SOMET
	od r. 2004 do r. 2004	Somet 5 (kaplnka)	SOMET
Čachtický hrad	od r. 2003 do r. 2006	Somet 1	SOMET
Hrad Devín***	od r. 2004 do r. 2009	Somet 1 (oblúky)	SOMET
	od r. 2004 do r. 2009	Somet 2 (schody 1)	SOMET
	od r. 2004 do r. 2009	Somet 3 (schody 2)	SOMET
	od r. 2004 do r. 2009	Somet 4 (skalný blok pri schodisku)	SOMET
Kláštorný komplex Skalka	od r. 2000 do r. 2006	Somet 1	SOMET
Kostoľany pod Trábečom**	od r. 2000 do r. 2008	Somet 1 (kostolík sv. Juraja)	SOMET
Oravský hrad*	od r. 1983 a stále trvá	TM 71 – 1	TM 71

Poznámka: \*Spišský hrad a Oravský hrad predstavujú dve lokality, kde bolo monitorovanie realizované skôr, ako započala predmetná úloha

\*\*Merania prerušované

\*\*\*Merania ukončené, objekt rekonštruovaný

### 2.6.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

V celom rozsahu doterajšej etapy riešenia predmetnej úlohy sme na monitorovanie používali deformometrické meradlá. Tieto meradlá slúžia na priame meranie posunov (deformácií). Používajú sa výhradne na pozorovanie zmeny vzdialenosti minimálne dvoch bodov umiestnených na povrchu geologického telesa alebo na stavebnom objekte situovaných obojstranne (najčastejšie kolmo) vzhľadom na vybranú diskontinuitu (trhlinu, puklinu a pod.) pozdĺž ktorej sa očakáva pohyb. Spomínané meradlá sú vhodné najmä na miestach, kde je účelné okamžité začatie meraní a nie je potrebný čas ani prostriedky na budovanie komplexnejších monitorovacích systémov; ich nevýhodou je obmedzené využitie v ťažko prístupných miestach. Z hľadiska možnosti získavania dát a ich presnosti je nevýhodou diskontinuálnosť v časovom rade meraní i absencia možnosti ich prenosu na diaľku. Spomedzi deformometrických meradiel sme využili posuvné mikrometre (SOMET), mechanické dilatometre (GEOKON 2.4) a mechanicko-optické dilatometre (TM 71).

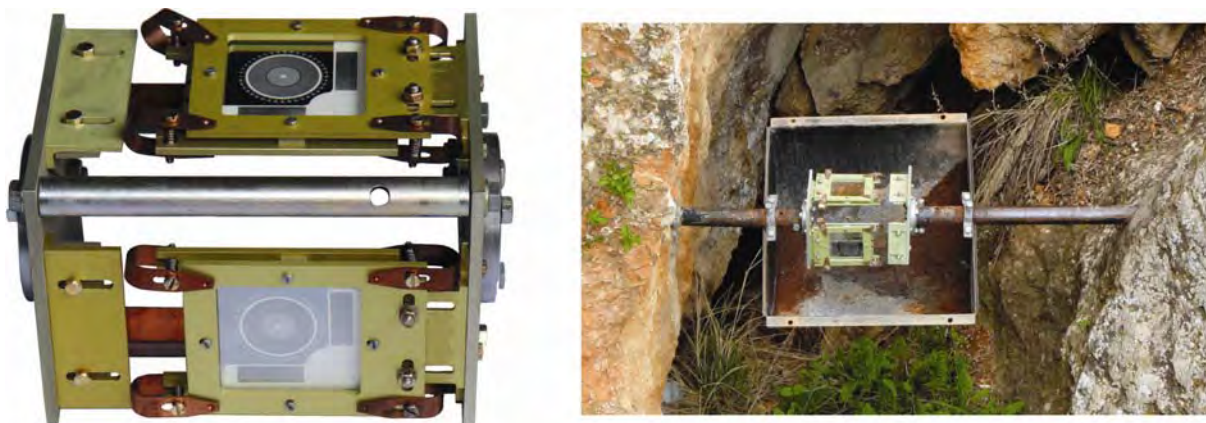
Samotné výsledky merania, pri využití takýchto jednoduchých monitorovacích zariadení sú často závislé od mnohých, tak objektívnych, ako aj subjektívnych faktorov. Medzi objektívne faktory, ktoré bezprostredne ovplyvňujú výsledky monitorovania zariadeniami pracujúcimi na báze posuvného mikrometra s číselníkovým alebo digitálnym indikátorom (meradlo SOMET) patrí aj teplota, resp. jej kolísanie, a to, či už z hľadiska denných alebo ročných teplotných výkyvov. Od mobility teplotných zmien v horninovom bloku počas celého teplotného cyklu (1 rok) závisí tepelná rozťažnosť horniny a z nej rezultujúce objemové zmeny. Tie v neposlednej miere ovplyvňujú aj hodnoty posunov, ktoré získame meraniami. Namerané údaje posunov [mm] sú prepočítané o teplotnú korekciu týkajúcu sa vlastného monitorovacieho zariadenia (v prípade meradla SOMET). V prípade meradiel TM 71 sú namerané údaje korigované nielen o hodnoty teploty vzduchu v čase odčítania výsledkov meraní ale aj o koeficient teplotnej rozťažnosti ocele tzn. materiálu na ktorom (ocelová konzola) je meradlo TM 71 uchytené v skalnom bloku. Výsledky meraní sú spracované do 2D grafických výstupov v celom rozsahu časového radu, tzn. od počiatku začatia monitorovania až do konca roku 2009.

Najdôležitejšiu informáciu predstavuje hodnota celkového posunu, ako i trend v smere posunov za určité obdobie (pomalé deformácie kríповého charakteru je potrebné monitorovať min 3 roky), ktoré definujú charakter a dynamiku monitorovaných súčastí horninového masívu a tak nepriamo vypovedajú o stabilite historického objektu alebo jeho okolia. Vyššie opísané korekcie výsledkov meraní ešte s úplnosťou nevyklúčujú aj vplyv subjektívneho faktora. Ten je výrazný najmä u meradla typu SOMET, keď výsledok merania je častokrát závislý od intenzity prítlaku meradla na meraný objekt, čo v reálnej situácii môže spôsobiť, že dve osoby v rovnakom čase a na rovnakom mieste môžu namerať rozdielne údaje. Aj z tohto dôvodu merania v jednom cykle realizujeme šesťkrát.

### 2.6.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

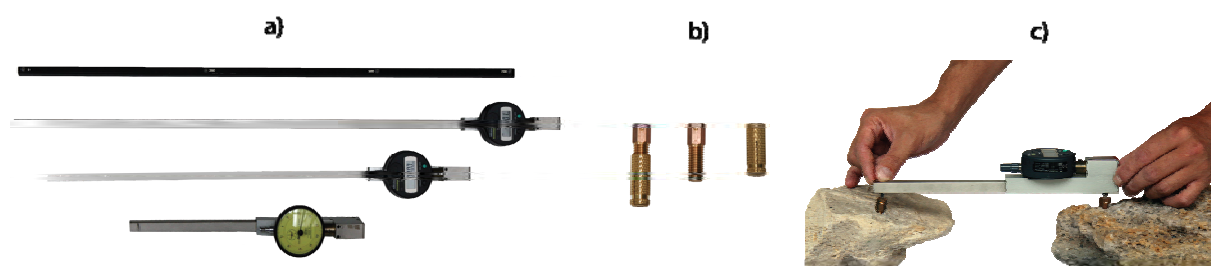
Monitorovanie porušených častí horninového masívu, ktoré pre stavebný historický objekt vytvárajú riziko ohrozujúce jeho stabilitu, ale aj monitorovanie vlastného objektu sa v rámci predmetnej úlohy realizuje prevažne prostredníctvom dvoch typov meradiel, ktorých princíp je opísaný v nasledujúcom texte. Jedinou výnimkou bol na dva roky zapožičaný extenzometer GEOKON 4.2, osadený na Spišskom hrade (pozri tab. 2.6.1).

*Mechanicko-optický dilatometer TM 71* (obr. 2.6.1) využíva princíp optickej interferencie vznikajúcej vzájomným mechanickým posunom dvoch na sebe ležiacich sklenených doštičiek (moiré efekt). Odčítavanie záznamu z horizontálneho a vertikálneho segmentu dilatometra sa realizuje fotograficky (digitálnym fotoaparátom) alebo vizuálne. Týmto meradlom je možné zachytiť i veľmi pomalé posuny, t. j.  $\leq 0,1$  mm.



Obr. 2.6.1: Mechanicko-optický dilatometer typu TM 71 (vľavo – detail na meraciu časť, vpravo – nainštalovaný dilatometer TM 71-2 v oblasti Perúnovej skaly na Spišskom hrade)

*Meradlo typu SOMET* (obr. 2.6.2 – a) je zostavené z invarovej tyče, na jej konci s hrotmi, ktoré presne priliehajú na meracie body, zhotovené z mosadze (obr. 2.6.2 – b), ktoré sú osadené v skalnom bloku (masíve, murive a pod.). Jeden hrot meradla SOMET je pevný, druhý pohyblivý. Ním sa prenáša zmena vzdialenosti oboch, v skale nainštalovaných meracích bodov, na meracie zariadenie – posuvný mikrometer (úchylkomer) prostredníctvom číselníkového alebo digitálneho indikátora. Dĺžka tyče je voliteľná (25, 50, 70 a 100 cm), takže meradlom je možné merať posuvy pozdĺž trhlín rôznej šírky. Bežný pracovný postup týmto typom meracieho zariadenia spočíva v priložení meradla na osadené meracie body v skalnom bloku (masíve) a odčítaní hodnôt posunov na indikátore - úchylkomery (obr. 2.6.2 – c). Jedno meranie pozostáva z minimálne troch meraní na strane každého osadeného meracieho bodu, tzn. spolu šesť meraní. Výsledná hodnota posunu sa potom určí ako ich aritmetický priemer. Treba však podotknúť, že pred každým meraním je potrebné meradlo pomocou invarovej tyče naciachovať.



Obr. 2.6.2: Meradlo typu SOMET (a), meracie body zhotovené z mosadze (b) a názorná ukážka merania (c)

Použitie prenosného meradla typu SOMET je vhodné na takých lokalitách, kde TM 71 nemožno inštalovať kvôli vysokej miere rizika jeho poškodenia (veľké finančné straty) alebo ak na jednej lokalite je viacero meracích stanovísk a inštalovanie stanovísk pre nákladnejšie meradlá je neefektívne.

Meracie zariadenie typu TM 71 tak, ako ho máme k dispozícii je síce pevne osadené na monitorovacom stanovisku, avšak neumožňuje kontinuálny zber údajov. Priebežný zber údajov, v sekvencii raz za dva týždne, ktoré realizujeme na Spišskom hrade, i napriek spomínanému nedostatku, však zaručuje dostatočne reprezentatívny časový rad dát, ktorý

umožňuje ich spracovanie a najmä ich spoľahlivú interpretáciu. Na ostatných lokalitách je intenzita meraní 4 – 5 krát za rok, prevažne v obdobiach s rozdielnym klimatickým režimom.

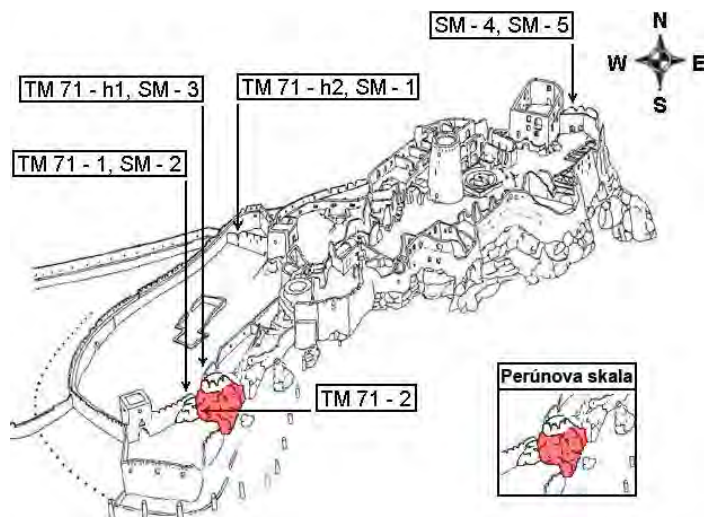
Zber údajov prenosným meradlom typu SOMET vykonávame s rovnakou sekvenciou ako zber dát v prípade meradiel typu TM 71 (mimo lokality Spišský hrad), tzn. 4 – 5 krát za rok.

## **2.6.4. Výsledky monitorovania**

### **2.6.4.1. Spišský hrad**

Spišský hrad je situovaný na travertínovej kope nachádzajúcej sa v Hornádskej kotline. Výrazná a silne členená travertínová akumulácia hradného vrchu tvorí dnes iba denudačnú trosku pôvodne rozsiahlej travertínovej kopy. Túto deštrukciu spôsobili gravitačné deformácie blokového charakteru. Príčinou tohto javu je postupné zatláčanie (poklesy) a po okrajoch i vykláňanie sa hmotnostne ťažkých a rigidných travertínových blokov po plastickom podloží ílovcového charakteru paleogénneho veku. Tento proces je kontinuálny a s diferencovanou intenzitou pokračuje aj v súčasnosti. Hradný vrch je po obvode zo SZ, S, SV a JV ohraničený strmými skalnými stenami vysokými 15 až 22 m, s priemerným sklonom 70-80°. Miestami je sklon skalných stien až 90°. Častý je aj výskyt previsov, ktoré najmä vtedy, ak sa nachádzajú bezprostredne pod základmi objektov hradu, predstavujú staticky veľmi oslabené miesta (napr. Románsky palác, V a J časť hradného jadra, V časť stredného nádvorie). Travertínové teleso Spišského hradu je silne porušené systémom tektonických línií, puklín a trhlín s rozdielnym priestorovým dosahom. Najvýraznejší zlomový systém má orientáciu v smere SZ-JV. Uvedený systém sa v priestore hradu niekoľkokrát opakuje, pričom v severnej časti hradu prechádza cez Románsky palác a tvorí predisponovanú šmykovú plochu, pozdĺž ktorej došlo k rozvoľneniu blokovej rozpadliny a podkláznutiu blokov smerom na S. V centrálnej časti hradu sa zlomová porucha rozdeľuje. Jedna časť prechádza cez kaplnku a cisternu, druhá popod objekt kruhovej veže a viaže sa na ňu vznik tzv. Temnej jaskyne. Podľa speleologického prieskumu je jaskyňa priechodná do dĺžky 60 m a do výšky 30 – 35 m. Na tento systém je viazaný i vznik Podhradskej jaskyne, ktorá sa nachádza neďaleko vstupného predbránia. Vstup do jej priestorov je za tzv. Perúnovou skalou, má dĺžku 20 m a miestami dosahuje výšku 1,70 m. Podiel na jej vzniku majú i prejavy deformácií okrajov travertínovej akumulácie. Ďalším významným systémom sú poruchové línie orientované približne S-J smerom. Ich výskyt sa niekoľkokrát opakuje. Najvýznamnejšia tektonická porucha tejto orientácie prebieha pozdĺž celého hradného vrchu a je pozorovateľná tak na severnom okraji, kde pozdĺž nej došlo k rozvoľneniu blokov, ako aj v priestore hradného jadra. Významná je línia prebiehajúca paralelne s obvodovými múrmi, ktoré oddeľujú Prvé románske predhradie a stredné nádvorie. Gravitačné deformácie blokového charakteru alebo zjednodušene povedané, veľmi pomalé svahové pohyby kríповého charakteru, tak ako sú opísané vyššie, predstavujú z hľadiska stability objektov hradu najväčší problém. Aj z tohto dôvodu bol Spišský hrad vybratý ako jedna z viacerých lokalít s významným pamiatkovým objektom (zaradený na zozname UNESCO) na monitorovanie. Pôvodne bolo v roku 1992, na hrade i po obvode hradného vrchu, nainštalovaných viacero meradiel typu TM-71, mnohé z nich boli neočakávanými návštevníkmi zničené a vyradené z činnosti.

V súčasnosti sú na Spišskom hrade funkčné 4 prístroje typu TM 71 a na 5 stanoviskách (SM – 1 až SM – 5) realizujeme merania prenosnými meradlami SOMET (obr. 2.6.3).



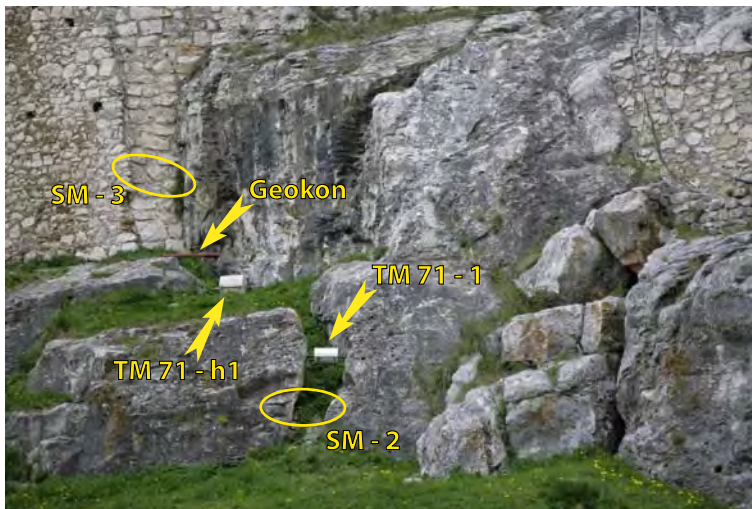
Obr. 2.6.3: Schematický náčrt Spišského hradu s lokalizáciou monitorovacích stanovísk pre meradlá TM 71 a SOMET (SM – 1, 2, 3, 4, 5)

Stručný opis lokalizácie jednotlivých stanovísk:

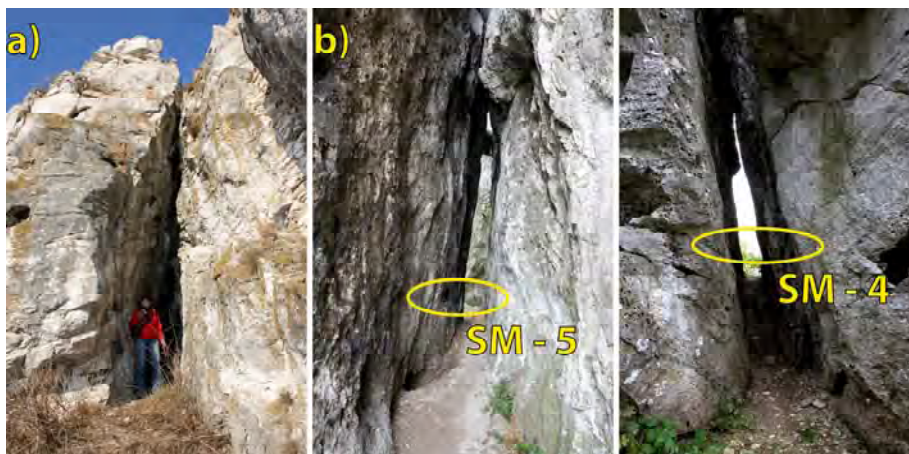
- Stanovisko SM – 1 je umiestnené v okolí dnes zamurovanej trhliny na dolnom nádvorí, nad prístrojom TM 71 – h2 (múr; obr. 2.6.4).
- Stanovisko SM – 2 je umiestnené na dolnom nádvorí, z vnútornej strany Perúnovej skaly, nad prístrojom TM 71 – 1 (obr. 2.6.5).
- Stanovisko SM – 3 je umiestnené na dolnom nádvorí do trhliny, ktorá bola postupne zamurovaná, nad prístrojom TM 71 – h1 (obr. 2.6.5).
- Stanoviská SM – 4 a SM – 5 sú umiestnené na severnom obvode hradnej skaly v predpolí Románskeho paláca. (obr. 2.6.6).
- Prístroj TM 71 – 1 je umiestnený na dolnom nádvorí (obr. 2.6.5), z vnútornej strany Perúnovej skaly, v otvorenej trhline ktorá má šírku 62 cm, azimut  $10^\circ$ .
- Prístroj TM 71 – 2 je umiestnený pred vstupom do hradu (obr. 2.6.7), pri vstupe do tzv. Perúnovej skaly (jaskyne) do otvorenej trhliny širokej 90,5 cm s azimutom  $20^\circ$ .
- Prístroj TM 71 – h1 je umiestnený na dolnom nádvorí na mieste v trhline, ktorá bola postupne zamurovaná (obr. 2.6.5).
- Prístroj TM 71 – h2 (múr; obr. 2.6.4) je situovaný na zamurovanej trhline hradného múra na dolnom nádvorí v priestore západných obvodových hradieb.



Obr. 2.6.4: Umiestnenie monitorovacích stanovísk SM – 1 a TM 71 – h2



Obr. 2.6.5: Umiestnenie monitorovacích stanovísk SM – 2, SM – 3, TM 71 – 1 a TM 71 – h1



Obr. 2.6.6: Umiestnenie monitorovacích stanovísk SM – 4 a SM – 5;  
 a) skalná ihla nachádzajúca sa na severnej strane hradnej skaly,  
 b) a c) detail monitorovacích stanovísk SM – 4 (zadná časť ihly) a SM – 5  
 (predná časť ihly - bližšie k obci Spišské Podhradie)



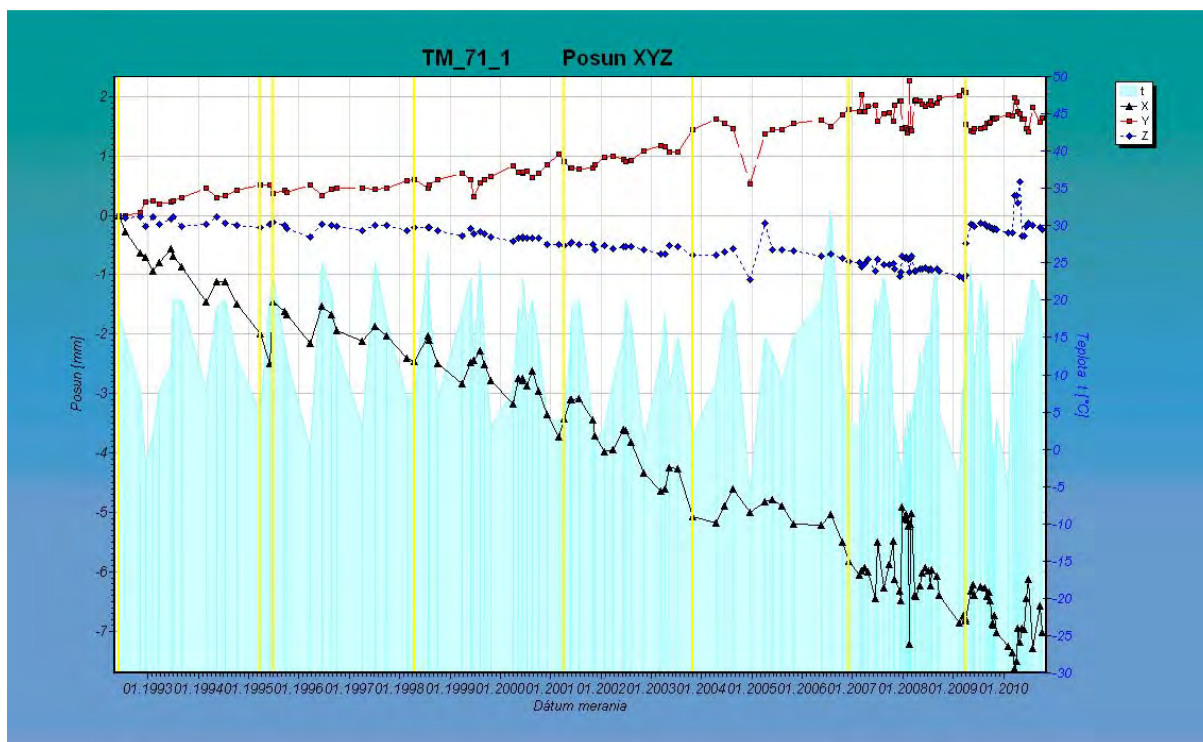


Obr. 2.6.7: Umiestnenie monitorovacieho stanoviska TM 71 – 2

Doterajšie výsledky monitorovacieho procesu na lokalite možno zhodnotiť nasledovne:

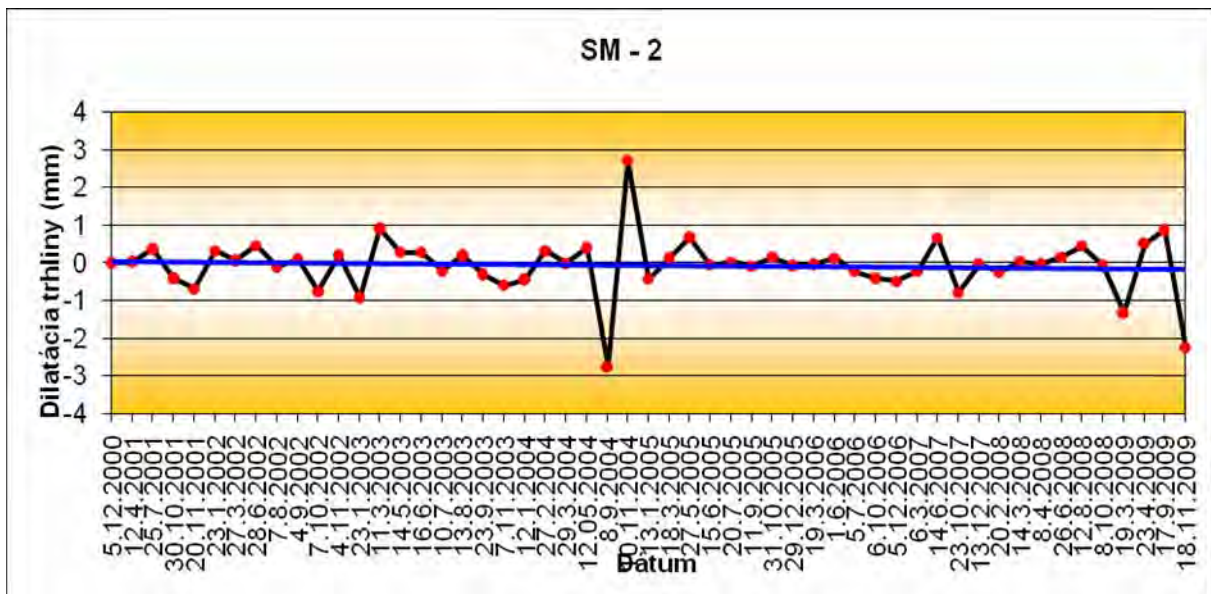
TM 71 – 1: Počas monitorovacieho obdobia sa zaznamenávali hodnoty posunov v horizontálnej a vertikálnej rovine, ako aj rotácie v obidvoch rovinách (platí aj pre ostatné meradlá typu TM 71). Výsledky meraní znázornené v grafe (obr. 2.6.8) predstavujú posuny (pohyby) v troch osiach karteziánskej sústavy x, y, z. Celkom jednoznačné sú posuny v smere osi x, predstavujúce otváranie trhliny, pričom aktuálne otvorenie trhliny je 6,885 mm, max dosiahlo 7,693 mm. Trend pohybu je progresívny s rýchlosťou cca  $0,95 \text{ mm.rok}^{-1}$ . Charakter pohybu je kontinuálne oscilačný so zrejším trendom ku kompresii v teplých obdobiach a opačným trendom pohybov v chladných obdobiach.

V smere osi y bol zaznamenaný nevýrazný maximálny šmykový posun (asi o 2,469 mm), aktuálny posun je 2,110 mm. Vzhľadom na orientáciu trhliny ( $110^\circ$ ) možno konštatovať, že okrajový blok sa od masívu oddeľuje smerom na SZ. Tieto posuny sú progresívne. Pohyb v osi z je nepatrný, za celé merané obdobie 1,083 mm, s relatívne veľkým skokom v priebehu roku 2009 až temer na nulu. Aktuálny posun je 0,863 mm. Výrazný pohyb v roku 2009 bol zaznamenaný vo všetkých osiach a najpravdepodobnejšie súvisí s preinštalovaním meradla, čo príslušný softvér, nie dostatočne skorigoval.



Obr. 2.6.8: Graf posunu blokov zistený dilatometrom TM 71 – 1 v oblasti južnej časti Perúnovej skaly

SM – 2: Výsledok, ktorý sme za poslednú dekádu meraní zistili meradlom SOMET ani zďaleka nezodpovedá výsledkom získaným na meradle TM 71. Pravdepodobnosť tohto javu možno pripísať predovšetkým typu meradla s menšou presnosťou a možno i početnosti meraní. Namerané hodnoty výrazne oscilujú, okolo nulovej hodnoty, pričom výchylky od trendovej priamky sú minimálne, len v dvoch meraniach (8.9. a 10.11.2004) bola zaznamenaná výrazná odchýlka, pravdepodobne spôsobená nevhodným priložením meradla na fixné meracie body. Ak nerátame tieto dve extrémne hodnoty potom maximálny rozptyl dilatácie za celé monitorované obdobie dosiahol 3,11 mm (od +0,87 do -2,24 mm), aj to až v poslednom meraní v roku 2009. Trend pohybu vykazuje veľmi mierne uzatváranie trhliny, čo dokumentuje trendová priamka, ktorá od počiatku do konca meraní predstavuje rozdiel 0,067 mm v smere zatvárania pukliny (obr. 2.6.9).



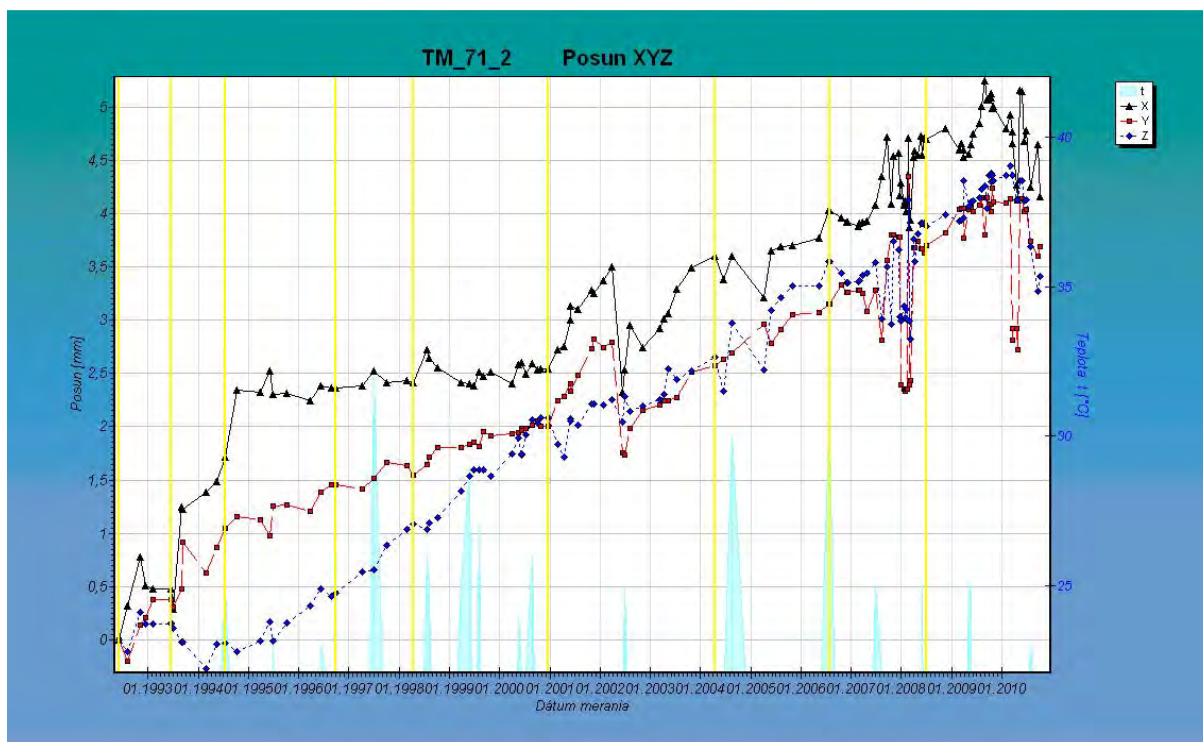
Obr. 2.6.9: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET pre stanovisko SM – 2

TM 71 – 2 (obr. 2.6.10) vykazuje, že trhlina sa za posledné dva roky uzatvorila o 0,555 mm. Celkový pohyb zatvorenia trhliny dosiahol 5,135 mm, priemerná rýchlosť pohybu je 0,39 mm.rok<sup>-1</sup>. Celkovo možno konštatovať, že vo všetkých troch osiach v rozpätí monitorovaného obdobia nedošlo k výraznej, ani klimaticky podmienenej oscilácii, a trend pohybov je viac-menej pozvoľný, avšak kontinuálny s minimálnym trendom spomalenia v roku 2005, so zvýšenými osciláciami v roku 2008 (najmä v osi y) a opätovnou zmenou v smere zmenšenia trhliny s hodnotou 0,42 mm.

Ak máme súhrnne hodnotiť celé obdobie, tak od polovice roku 1992 do konca roku 1994 došlo k náhlemu skokovému uzatvoreniu trhliny (posun v smere osi x) o 2,34 mm, potom nasledovalo obdobie šiestich rokov, teda až do roku 2000 trhlina vykazovala veľmi mierny trend uzatvárania. V roku 2000 až 2002 došlo k ďalšiemu miernemu uzatvoreniu trhliny (o 0,54 mm). V roku 2002 nastal prudký skok v smere otvorenia pukliny asi o 1,23 mm, Dôvodom môže byť to, že v otvorenej ťahovej trhlina, ktorá je súčasne vstupom do Podhradskej jaskyne, bol zaklesnutý balvan, ako dočasná prekážka pohybu v smere osi x. Zintenzívnenie pohybov nastalo po 19.12.2002, keď pracovníci, ktorí realizovali rekonštrukčné práce balvan z trhliny, odstránili. Od roku 2002 až do konca monitorovaného obdobia nastal opäť trend v smere zatvárania pukliny v smere osi x. Veľmi výrazná, krátkodobá zmena nastala začiatkom roku 2009, keď nastal náhly pokles (asi 0,8 mm), puklina akoby sa na krátko otvorila a po tomto krátkom úseku nastal opätovne trend zatvárania pukliny. Tento jav možno pripísať, krátkodobému seizmickému otrasu buď prírodného charakteru alebo odstrelmi v neďalekom kameňolome. Maximálne sa puklina za celé monitorované obdobie otvorila o 5,254 mm, v súčasnosti sa pohybuje otvorenie na úrovni asi 4,999 mm. Pohyb v smere osi y do konca roku 2001 bol progresívny a dosiahol už 2,797 mm. Po náhlom poklese v roku 2001 nastal opäť trend nárastu šmykových napätí, ktoré dosiahli koncom monitorovaného obdobia asi 4,11 mm. Od roku 1994 do 2006 sa objavili rastúce šmykové napätia vertikálnej zložky v smere osi z s hodnotami na konci meraného obdobia až v rozsahu 4,36 mm indikujúce pokles južnejšie situovaného horninového bloku v priemere o 0,30 mm.rok<sup>-1</sup>. Celkovo možno túto časť skalného bloku Perúnovej skaly považovať za najaktívnejšiu v zmysle pohybov zaznamenaných vo všetkých troch osiach.

Ak by sme teda mali vyjadriť sumárny pohyb monitorovaného horninového bloku tzv. Perúnovej skaly je zrejmé, že tento sa vykláňa SZ – JV smerom, pričom z vnútornej strany

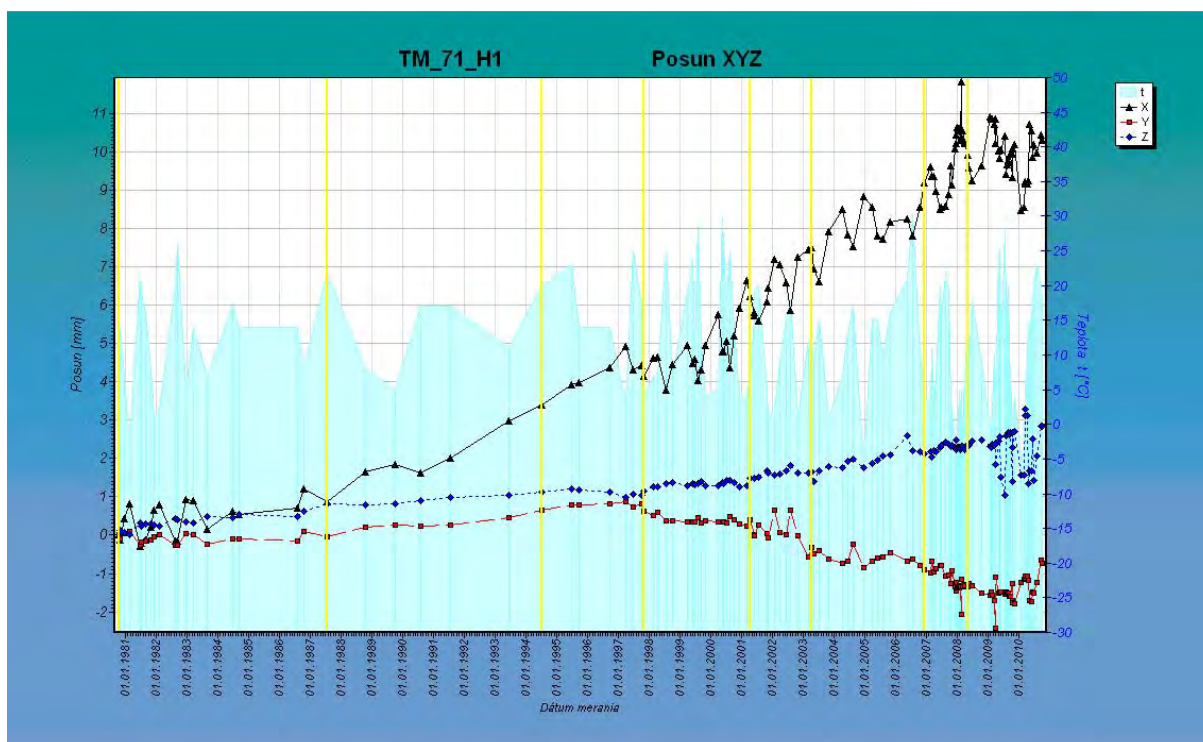
porušuje murivo dolného paláca. Z exteriérovej strany, blok svojim relatívne intenzívnym poklesom deformoval balvan pred vstupom do Perúnovej jaskyne, pričom sa horninový tlak prenášal aj na opravené murivo predhradia. Po istej intenzifikácii pohybov tesne po odstrelé balvana, došlo po dvoch rokoch k ustáleniu pohybu.



Obr. 2.6.10: Graf posunu blokov zistený dilatometrom TM 71 – 2 v oblasti východnej časti Perúnovej skaly

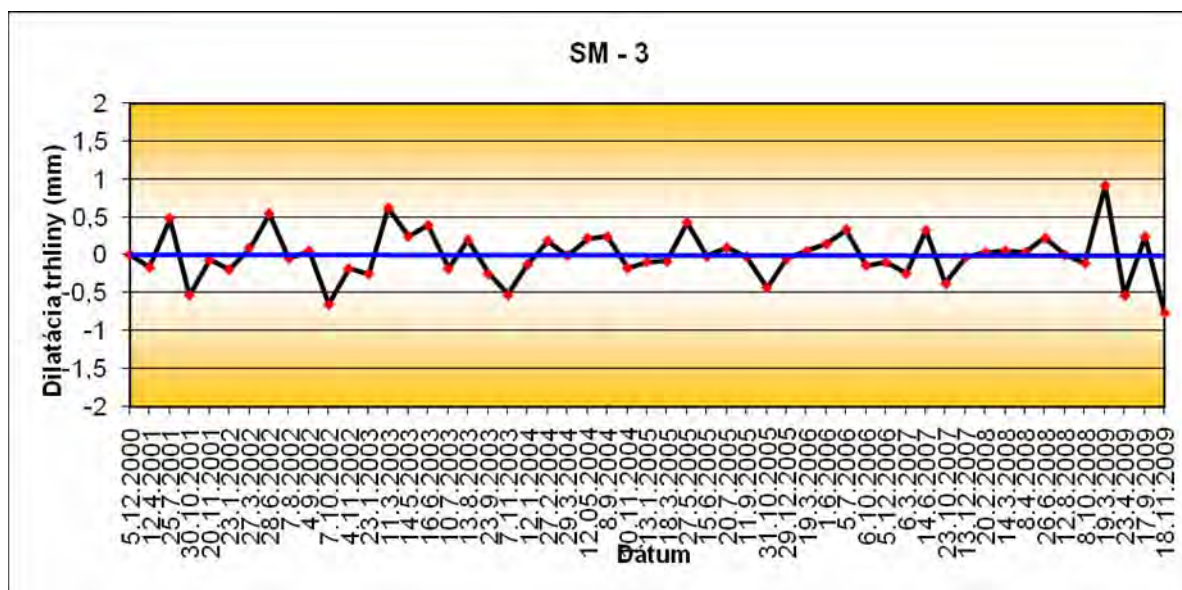
TM 71 – h1 (obr. 2.6.11) až do roku 1998 vykazoval jednoznačné otváranie trhliny (celkové rozšírenie dosiahlo 4,91 mm). Tento trend je viditeľný až do konca monitorovaného obdobia, s jediným rozdielom, že v záznamovej krivke sa objavujú cyklické zmeny spôsobené klimatickým obdobím merania záznamov. Tento fakt je spôsobený tým, že od roku 1998 sa započali vykonávať merania v hustejších intervaloch, a to až niekoľkokrát ročne. Cyklickosť, ktorá sa opakuje od roku 1998 s výrazným trendom ku kompresii v zimných chladných mesiacoch a s opačným trendom pohybov v mesiacoch teplých. Celkové zatvorenie pukliny od roku 1997 dosiahlo hodnotu 5,94 mm, pričom priemerná rýchlosť pohybu je  $0,64 \text{ mm.rok}^{-1}$  (t.j.  $0,002 \text{ mm.deň}^{-1}$ ). Pohyb v smere osi y a z je minimálny.

V súhrne možno po porovnaní posledných údajov získaných monitorovaním, geofyzikálnymi meraniami a výsledkami numerickej analýzy však skonštatovať, že tzv. Perúnova skala sa jednoznačne vykláňa smerom na SZ – JV, pričom z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca. Zároveň sa však nevylučuje ani pohyb okrajových blokov, ale vzhľadom na ich rozmery, dominantný pohyb vykazuje práve Perúnova skala. Nie je vylúčené, že práve meradlo TM 71 – h 1 meria menší okrajový blok, čo môže dokazovať cyklický priebeh krivky v osi X, dokumentujúci objemové zmeny v podloží.



Obr. 2.6.11: Graf posunu blokov zistený dilatometrom TM 71 – h1 v oblasti južnej časti Perúnovej skaly

SM – 3: Daný charakter pohybu dokazuje aj meranie meradlom SOMET. Charakter zmien je v rozsahu celého meraného obdobia mierne oscilačný v závislosti od teplotných zmien, hodnoty sa prevažne pohybujú v intervale +0,50 až -0,50 mm s jediným extrémom v priebehu marca 2009 (obr. 2.6.12). Blok nevykazuje výrazný pohyb, čo jasne dokumentuje aj trendová mierka, ktorá má charakter priamky na nulovej hodnote.

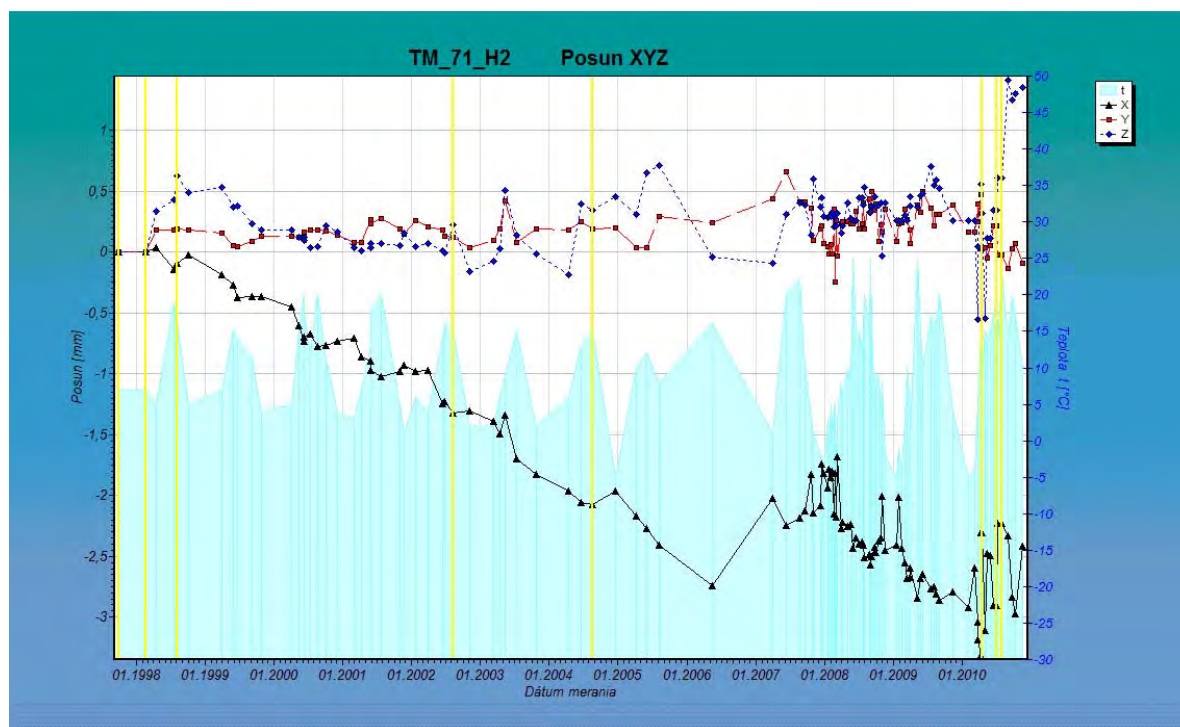


Obr. 2.6.12: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET pre stanovisko SM – 3

TM 71 – h2 (múr) súhrnne možno rozdeliť monitorovanie pohybu trhliny v múre do troch časových období:

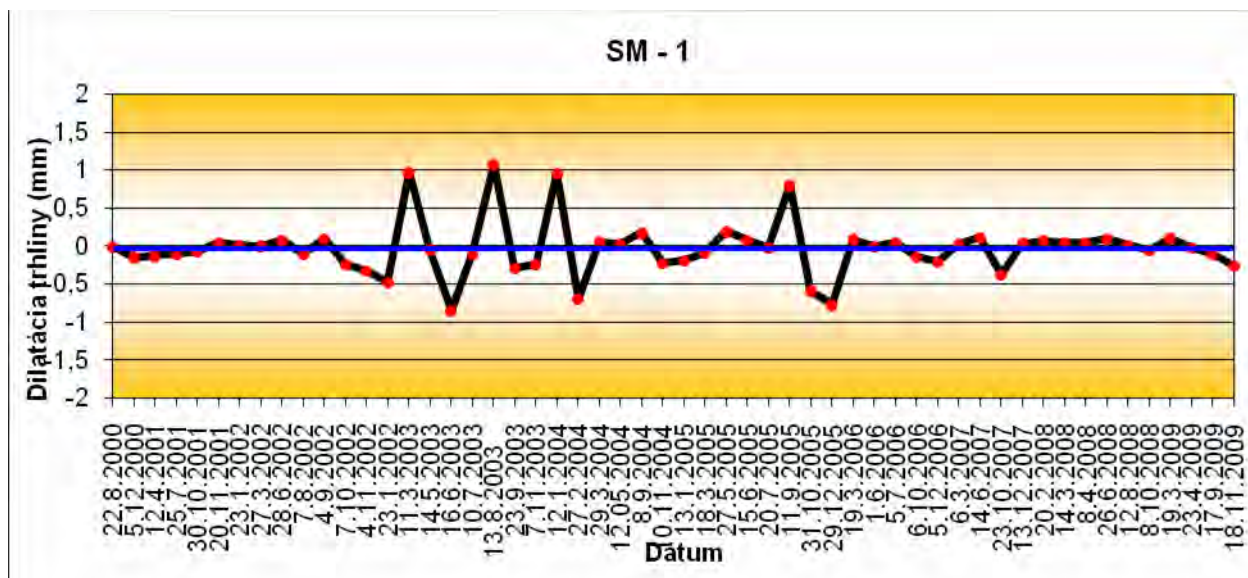
- 1980 – 1994: v tomto období bola výrazná otvorená trhlina v priečnom múre nádvorcia monitorovaná starým typom meradla TM 71. Výsledky meraní boli považované za jednoznačný dôkaz blokových deformácií na Spišskom hrade (Fussgänger, 1985). Celkové rozšírenie trhliny dosiahlo hodnotu 4,3 mm, horizontálny šmyk v smere osi y 14 mm a pohyb v smere osi z (pokles) 4 mm.
- 1994 – 1997: v polovici roka 1994 bola trhlina počas realizácie sanačných prác zamurovaná. V dôsledku toho bol pôvodný prístroj demontovaný a merania prerušené.
- 1998 – 2006 (obr. 2.6.13): po opätovnej inštalácii prístroja v r. 1998 osadeného na lomených konzolách pozdĺž zamurovanej trhliny boli merania obnovené. Z grafu je zrejmé, že pohyby majú v osi x tendenciu v smere rozšírenia trhliny a to s absolútnou hodnotou pohybu 2,74 mm, v roku 2007 nastal pomerne výrazný skos s opačnou tendenciou pohybu (o 0,72 mm). Od roku 2007 až do konca roku 2009 nastalo opätovné otváranie trhliny s prejavmi cyklického kolísania v závislosti od teploty, ale aj hustoty meraní, ktorá sa od tohto obdobia výrazne zvýšila a dosiahla hodnotu v smere osi x 2,79 mm.

Po zhodnotení doterajších výsledkov meraní, ako aj výsledkov podrobného inžinierskogeologického prieskumu z roku 1992 (Malgot et al.) sme spočiatku dospeli k záveru, že pohyb v otvorenej trhline múra pravdepodobne nebol vyvolaný pohybom horninových blokov v podloží, ale len jeho vykláňaním smerom na J, resp. S. Túto interpretáciu podporovali i výsledky meraní do roku 1994, po obnovení meraní je však pozorovaný opäť mierny pohyb. Toto vysvetlenie by podporilo i v tejto práci citované staršie interpretácie (Fussgänger, 1985), tzn. pohyb podložného skalného bloku smerom na západ.



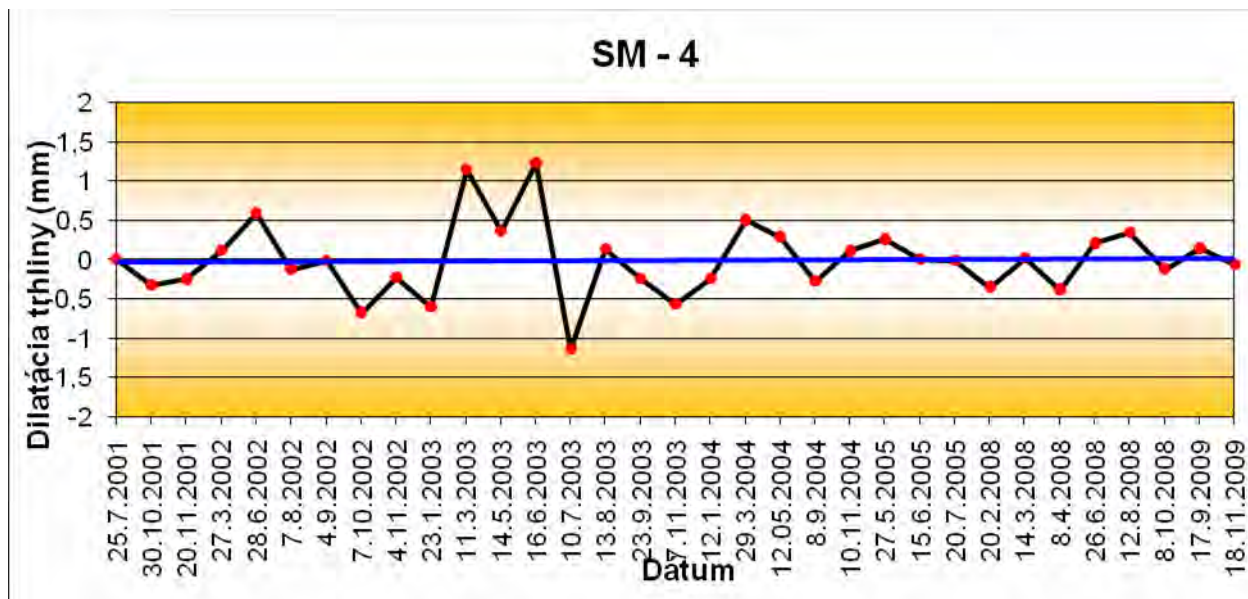
Obr. 2.6.13: Graf posunu blokov zistený dilatometrom TM 71 – h2 v oblasti západných obvodových múrov

SM – 1: Trend pohybu zachytený meradlom SOMET na konci meraného obdobia je prakticky na úrovni východiskového stavu, tzn. že puklina je ukľudnená a je temer v stacionárnom stave, aj keď v rokoch 2002 až 2004 a 2005 môžeme pozorovať mierne oscilácie, najskôr spôsobené vlastným priložením meradla na skalnú stenu (obr. 2.6.14) s rozpätím nameraných pohybov do 2,0 mm (hodnoty sa pohybujú v intervale od +1,05 do -0,84 mm). Trendová čiara vykazuje temer nulový pohyb.

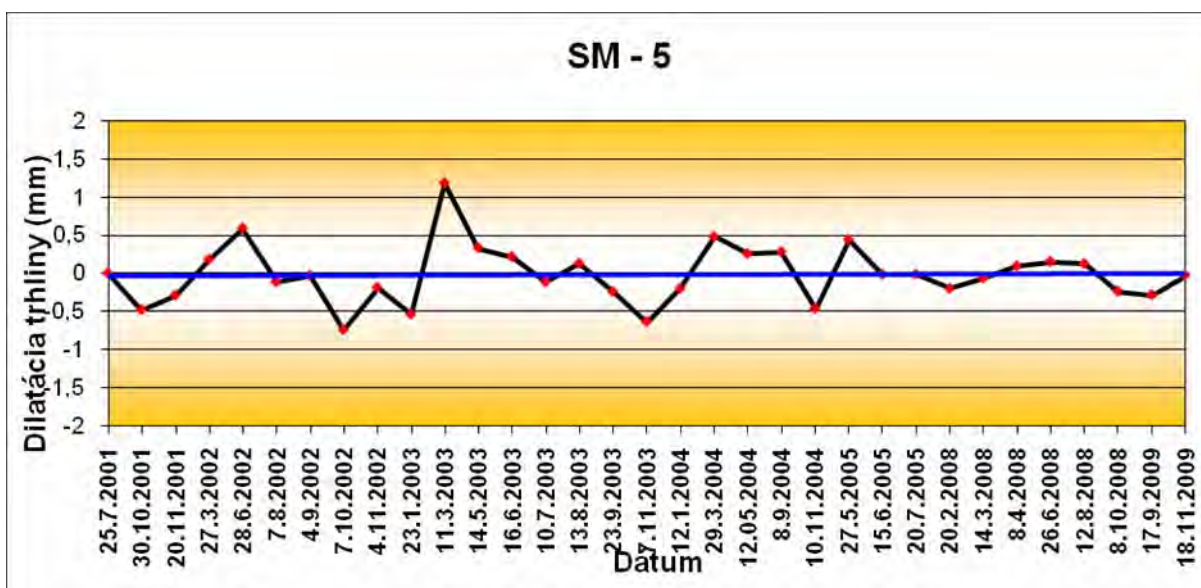


Obr. 2.6.14: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET pre stanovisko SM – 1

SM – 4 a SM – 5: Tieto stanoviská boli osadené len v lete roku 2001. Monitorujú veľkú skalnú ihlu, ktorá sa odčlenila od masívu na severnej strane hradnej skaly. Podľa výsledkov monitorovania treba konštatovať, že zistený pohyb je z dlhodobého hľadiska minimálny, blok je v stave stabilnom, relatívny výkyv v júni, resp. júli 2003 zodpovedá štandardnej oscilácii v dôsledku klimatických vplyvov, po tomto dátume krivka nadobudla vyrovnaný priebeh, bez výrazných výkyvov (obr. 2.6.15 a 2.6.16). Trendové krivky v oboch grafoch dokumentujú stabilné pomery v prepolí skalného brala.



Obr. 2.6.15: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET pre stanovisko SM – 4

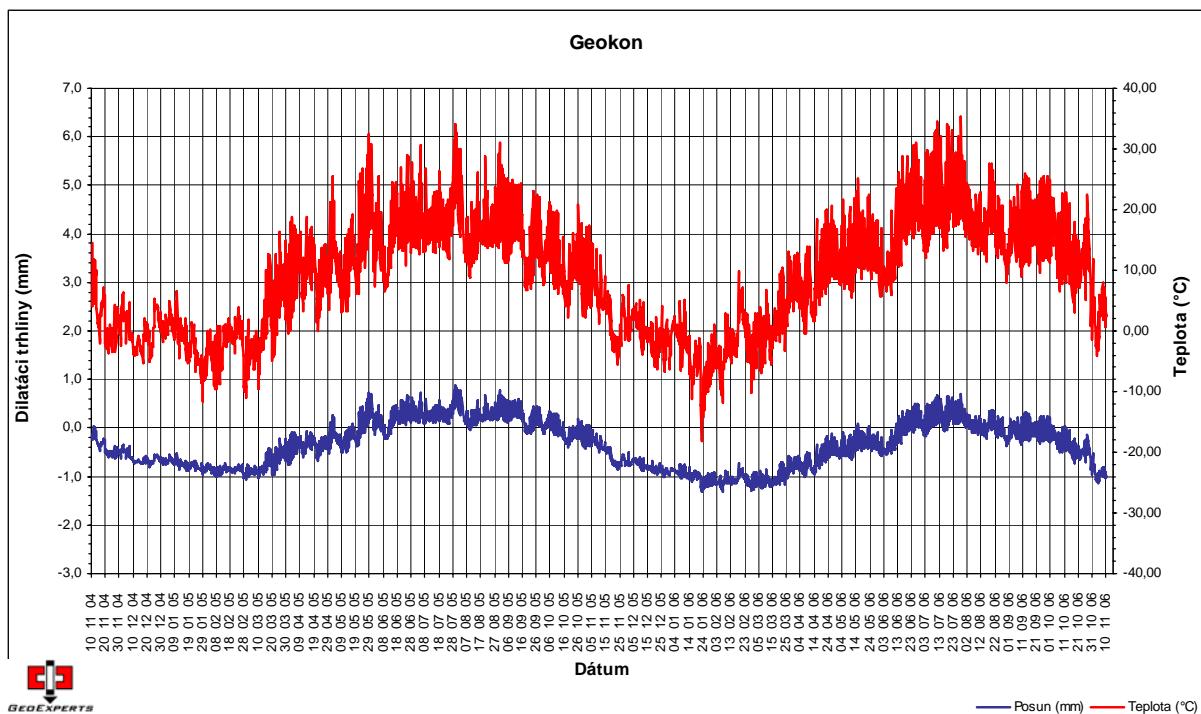


Obr. 2.6.16: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET pre stanovisko SM – 5

V priestore stanoviska TM 71-h1 (obr. 2.6.3) sme mali na dva roky zapožičaný mechanický extenzometer z firmy GEOEXPERTS, s.r.o. s kontinuálnym meraním a zapisovaním dát. Na základe interpretácie výsledkov možno konštatovať, monitorovaný blok Perúnovej skaly vykázal viac-menej kolísavý pohyb v závislosti od teploty. Na presnejšiu interpretáciu výsledkov by bolo potrebné vykonávať merania ešte minimálne jeden rok.

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.

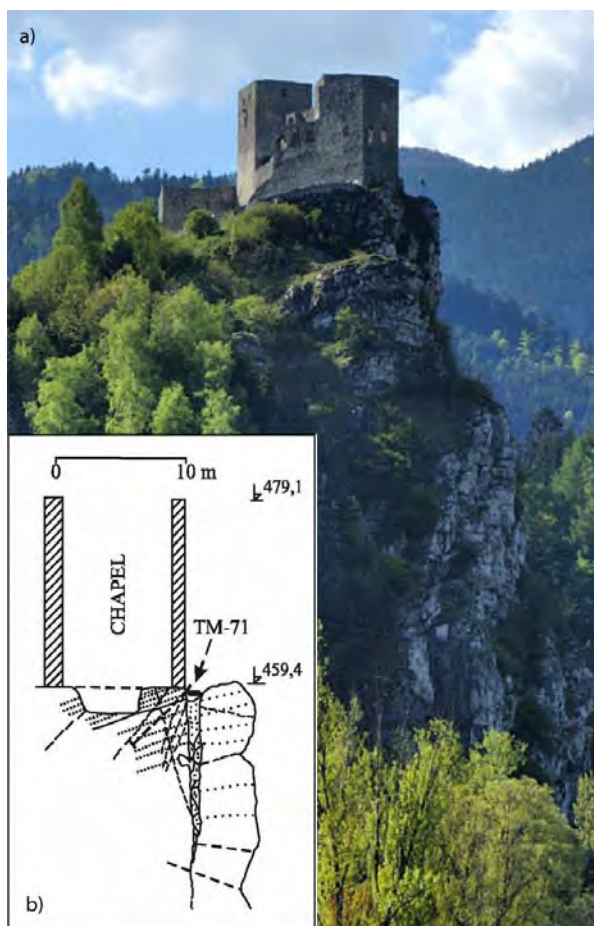




Obr. 2.6.17: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom Geokon 2.4

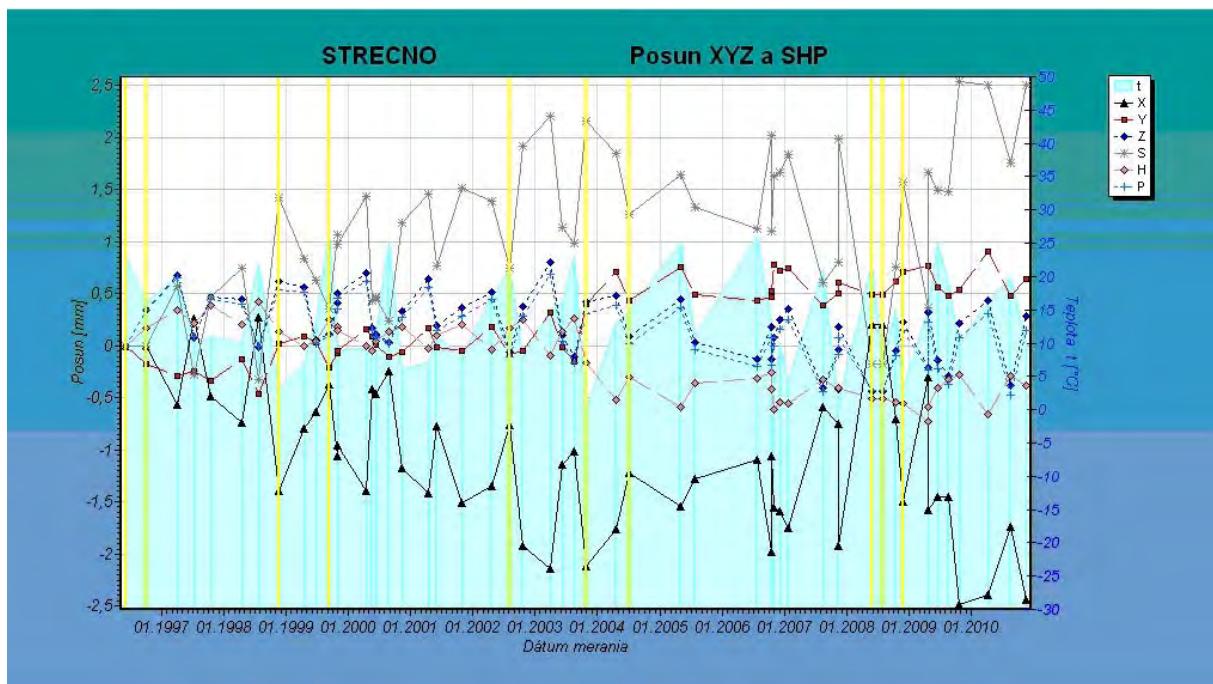
#### 2.6.4.2. Strečniansky hrad

Hrad Strečno (obr. 2.6.18) je situovaný na severnom okraji pohoria Malej Fatry na brale, ktoré má relatívnu výšku 103 m nad údolnou nivou Váhou. Celá hradná skala je tvorená horninami chočského príkrovu. Po litologickej stránke ju tvoria pestré karbonátové komplexy vápencov guttensteinského typu a šedých vápencov, ktoré sa striedajú s dolomitickými vápencami a dolomitmi. Celé hradné bralo má charakter zlomového pásma s výrazným prejavom gravitačného rozvoľnenia. Obzvlášť nebezpečné sú úseky, kde v dôsledku rýchlejšieho zvetrávania rozdrvených dolomitických polôh vznikajú previsy, ktoré sa postupne rozvoľňujú až v konečnom dôsledku dochádza k ich zrúteniu. Zo statického hľadiska je nebezpečná východná strana hradného brala, kde je celý rad takýchto previsov ohrozujúcich stabilitu viacerých objektov hradu. Meracie zariadenie TM 71 je umiestnené pod kaplnkou.



Obr. 2.6.18: Pohľad na Strečniansky hrad s lokalizáciou monitorovacieho stanoviška pre dilatometer TM 71 – 1

Výsledky meraní od roku 1996 (obr. 2.6.19) potvrdili trend pohybu v osi x. Maximálne otvorenie trhliny dosiahlo 2, 439 mm. Od počiatku meraní je viditeľný cyklický priebeh otvárania pukliny v dvoch etapách: prvá od roku 1996 do roku 2003, keď maximum rozšírenia trhliny dosiahlo 2,141 mm, od tohto obdobia až do roku 2008 nastala výrazná zmena v trende a trhlina sa začala zatvárať, pričom dosiahla temer východiskovú hodnotu 0,207 mm. Od roku 2008 pozorujeme opäť výraznú zmenu v trende pohybu a trhlina sa opäť začala otvárať s maximom 1,49 mm, hodnota, ktorá bola zaznamenaná v auguste 2009. V osi y a z sú pohyby minimálne s miernou tendenciou nárastu šmykových napätí v osi y (0,780 mm) a miernemu vyklonenie bloku (0,797 mm v osi z).



Obr. 2.6.19: Graf posunov zaznamenaný na hrade Strečno

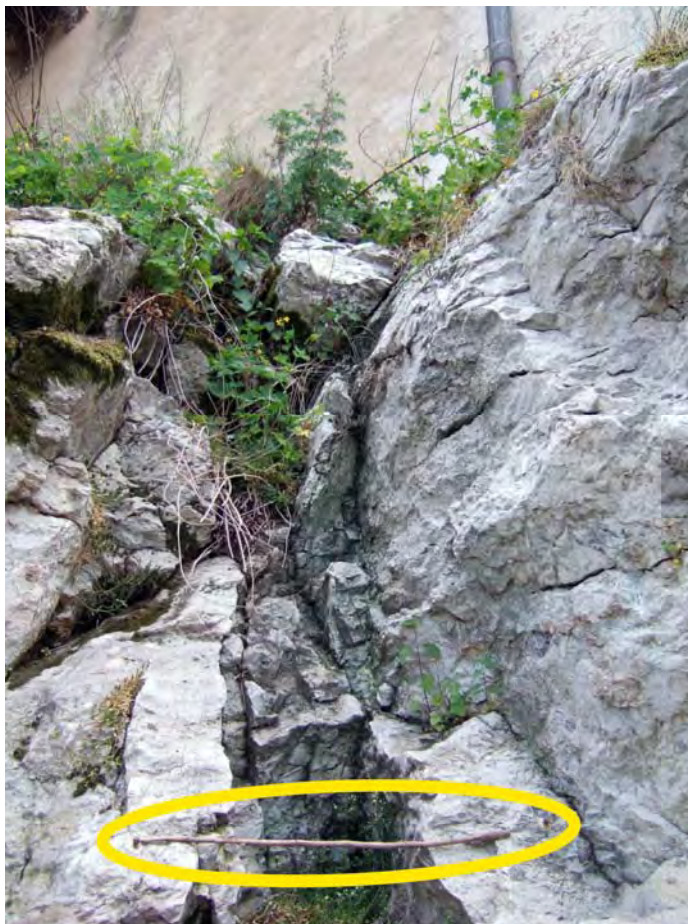
### 2.6.4.3. Trenčiansky hrad

Trenčiansky hrad sa rozprestiera na JZ výbežku Strážovských vrchov, ktoré patria k jedným z najrozsiahlejších, morfoštruktúrne najpestrejších jadrových pohorí Západných Karpát. Pestrosť a zložitosť morfoštruktúry súvisí s výraznými prejavmi neskoroalpínskej tektoniky. Základnú stavebnú jednotku vlastného trenčianskeho hradného brala predstavuje troska chočského príkrovu v tektonickej pozícii na plastickejšom podloží krížňanského príkrovu. Táto kryha je JZ pokračovaním prečínskej synklinály, najsevernejšej zo synklinálnych štruktúr Strážovských vrchov. Vo vlastnom areáli Trenčianskeho hradu sa nachádzajú stredotriasové (ladín) lavicovité až doskovité hľuznaté vápence reiflinského typu, prislúchajúce bielovážskej sekvencii chočského príkrovu. Tieto budujú vrcholovú časť Trenčianskej hradnej skaly a vystupujú priamo v podloží hlavných objektov hradu. Typický vývoj reiflinských vápencov (vek doložený mikropaleontologicky) a neprítomnosť červeného lagunárneho súvrstvia karpatského keupru dokazujú ich príslušnosť k chočskému príkrovu. Dolomity stredného triasu, patriace k chočskému príkrovu, nachádzame len v širšom okolí, SV a J od hradnej skaly. Príkrovová stavba územia je doložená prítomnosťou mladších - spodnokriedových hornín v podloží reiflinských vápencov. Bázu hradného vrchu, aj predkvartérne podložie údolia Váhu, budujú horniny pestrej pieskocovo-slieňovcovo-vápencovej formácie krížňanského príkrovu. Na základe mikropaleontologickej analýzy bol vyvrátený doteraz panujúci názor, že celé hradné bralo je budované reiflinskými vápencami, a potvrdili, že v spodnej časti hradnej skaly na SZ, S a SV hradného vrchu sú odkryté rohovcové slienité vápence až slieňovce neokómu (je v nich vytesaný reliéf J.Jiskru). Je to pevnejší, masívnejší člen pestrej formácie, v súvislejších skalných odkryvoch SV od hradného vrchu. Na slienitých vápencoch neokómu sedimentovali slienité bridlice vrchného albu s vložkami vápencov. Výskyt týchto hornín pri povrchu predpokladáme smerom k Brezine (južná časť hradu). Bridlice sú morfológicky málo odolné, intenzívne zvetrávajú a rozpadávajú sa, preto nevytvárajú prirodzené odkryvy, ale sú skryté pod hrubšou polohou delúvií (malý umelý odkryv pri kostole). V minulých rokoch boli tieto tmavé bridlice obnažené vo výkope na plošine blízko vchodu do hradu, kedy boli chybné považované za

lunzské vrstvy. Podľa tenkej vložky bázického vulkanitu v nich možno však dosť bezpečne usudzovať, že išlo o slienité bridlice vrchného albu. (Pri stavbe nových budov oproti obchodnému domu Prior v zárezoch vystupovali tieto tmavé bridlice s viacerými vložkami bázických vulkanitov. Podľa skúsenosti sú typické pre spodnokriedové súvrstvia, najmä manínskej jednotky.) Je pravdepodobné, že sa bridlice vrchného albu krížňanského príkrovu nachádzajú aj pod reiflinskými vápencami chočského príkrovu (vzhľadom na plasticitu predstavujú ideálnu násunovú plochu), no smerom na sever vykliňujú (sú tektonicky vymačknuté) a reiflinské vápence nasadajú miestami priamo na vápence neokómu.

Geologická stavba a morfológická expozícia hradného vrchu podmieňujú existenciu a rozvoj viacerých geodynamických procesov. Z hľadiska stability hradného vrchu i hradu samotného sú najvýznamnejšie svahové pohyby. V tesnom susedstve objektu kasární, v smere od Barborinho paláca, je pôvodná odlučná hrana historicky doloženého zosunu, dnes stabilizovaného, ktorý zničil pôvodný vchod do horného hradu. Tento je v dostatočne veľkej vzdialenosti od miesta výstavby.

Na Trenčianskom hrade sme v roku 2006 vybrali štyri stanoviská, kde realizujeme merania meradlom typu SOMET (obr. 2.6.20 – 2.6.23).



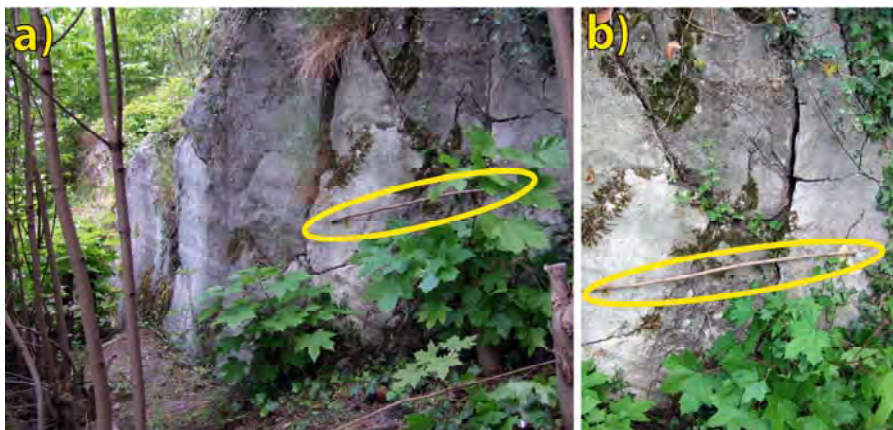
Obr. 2.6.20: Monitorovacie stanovisko Pod Zápoľského palácom (Veľká bašta)



Obr. 2.6.21: Monitorovacie stanovisko Múr (južné opevnenie)

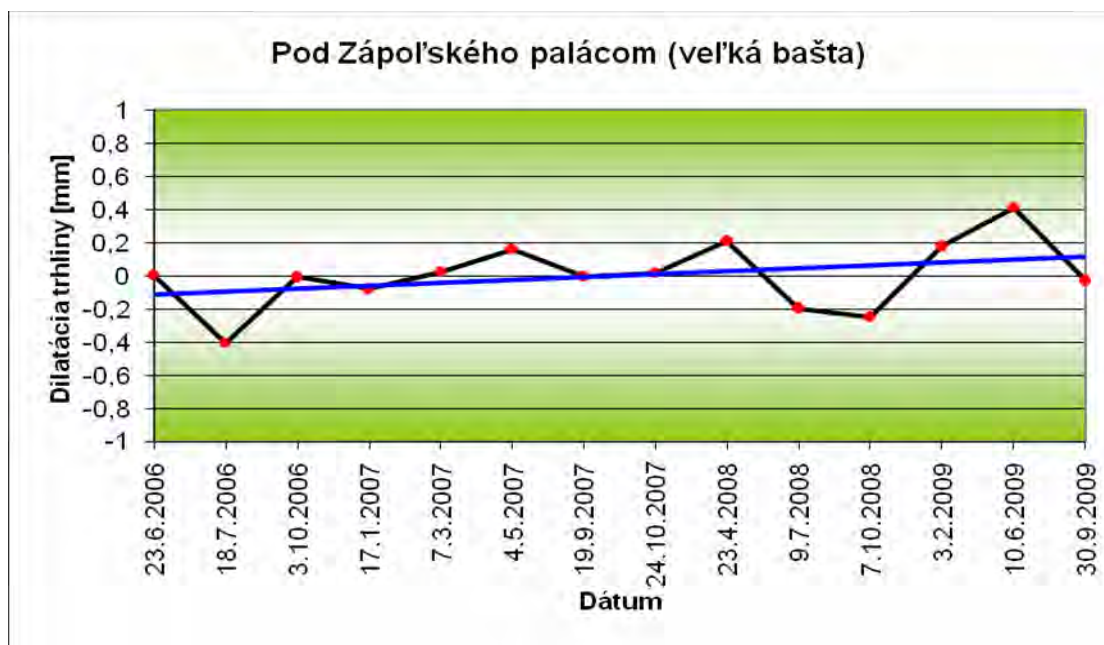


Obr. 2.6.22: Monitorovacie stanovisko Pod vstupnou bránou (predný)



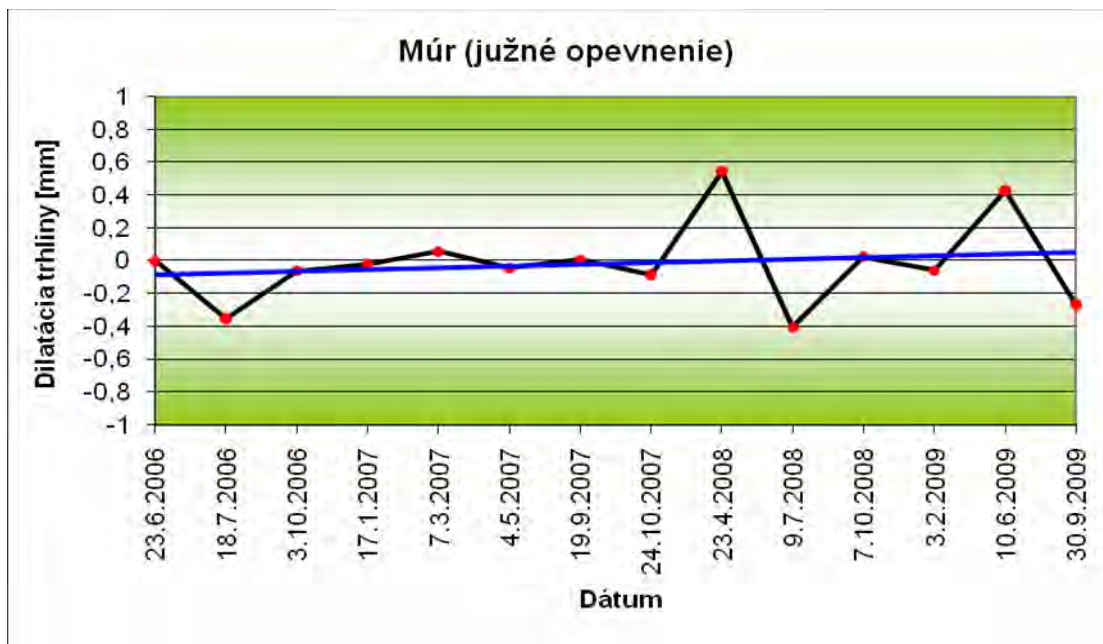
Obr. 2.6.23: Monitorovacie stanovisko Pod vstupnou bránou (zadný); a) celkový pohľad na stanovisko, b) detail

Časový rad meraní zo stanoviska Pod Zápoľského palácom má charakteristický cyklický prejav dokumentujúci teplotné zmeny v priebehu meraní, bez výraznejších extrémov s maximálnou amplitúdou 0,64 mm, ktorú sme zaznamenali v rokoch 2008-2009. Zo záznamu jasne vidieť, že trhlina sa mierne otvára s celkovým posunom asi 0,28 mm za 3 roky (obr. 2.6.24). V tejto chvíli nie je celkom objektívne komentovať trend, je však pravdepodobné, že trhlina je viazaná na zlomové pásmo, preto vykazuje aj aktivitu.



Obr. 2.6.24: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET zo stanoviska Pod Zápoľského palácom (Veľká bašta)

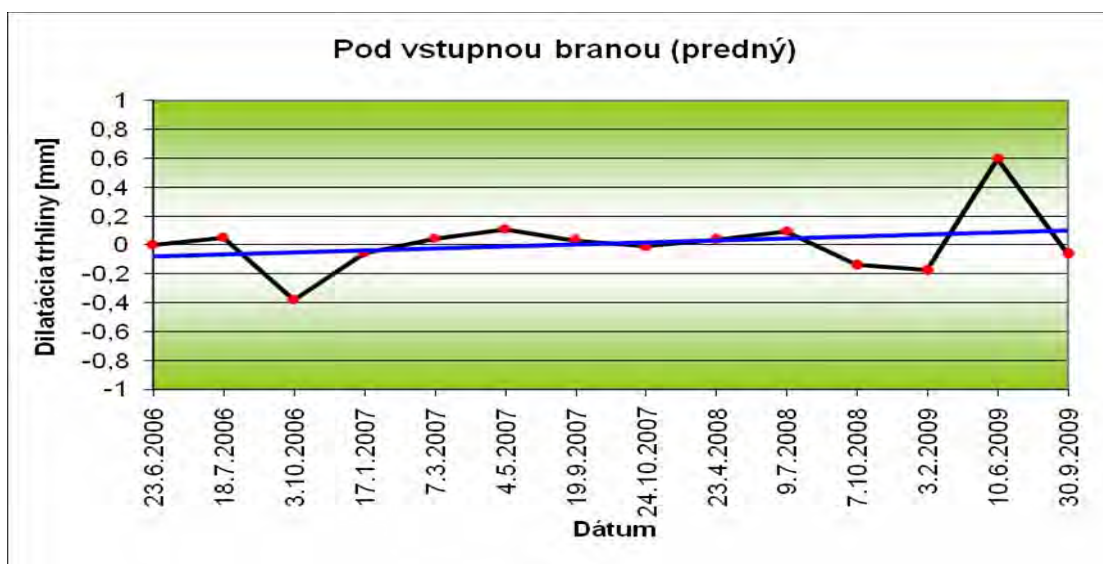
Na južnom opevnení hradu monitorujeme pomerne otvorenú subvertikálnu trhlinu. Z priebehu meraní vidno, že záznamy sú bez viditeľných extrémov, až na dve merania z roku 2008, keď rozkryv dosiahol 0,94 mm. Celkový trend je v smere otvárania trhliny so zanedbateľnou hodnotou asi 0,09 mm (obr. 2.6.25).



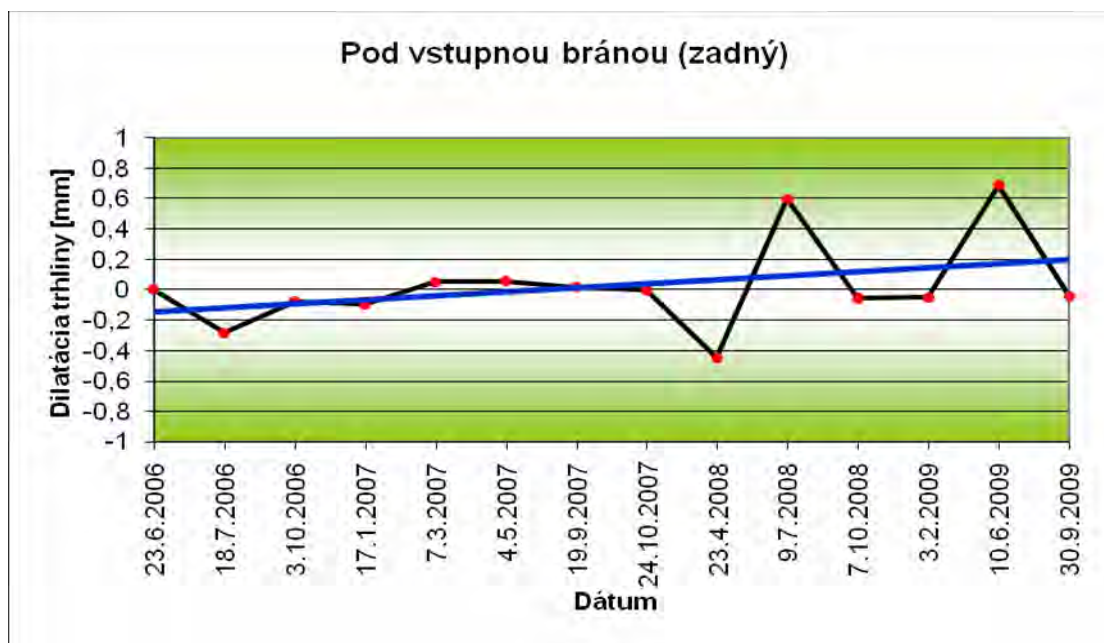
Obr. 2.6.25: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET zo stanoviska Múr (južné opevnenie)

Časový rad meraní zo stanoviska umiestneného vo výraznej depresii, s predpokladom tektonického pôvodu, pred vstupnou bránou do hradu, podobne ako v predchádzajúcich prípadoch poukazuje na vyrovnanosť v meraniach, ako i na celkový trend v smere otvárania trhliny, s maximálnou amplitúdou 0,76 mm z roku 2009. Ak si však vyhodnotíme trendové čiary, tie jednoznačne poukazujú na pomerne výrazné otvorenie trhliny, ktoré v prípade stanoviska Pod vstupnou bránou - predný vykazuje celkový posun (rozšírenie) asi 0,18 mm (obr. 2.6.26) a v prípade stanoviska Pod vstupnou bránou – zadný temer 0,4 mm (obr. 2.6.27).

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



Obr. 2.6.26: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Pod vstupnou bránou (predný)



Obr. 2.6.27: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Pod vstupnou bránou (zadný)

#### 2.6.4.4. Uhrovský hrad

Majestátna ruina hradu je situovaná neďaleko Uhrovského Podhradia na dolomitickom brale (stredný trias) vo výške 591 m n. m., na bočnom hrebeni Nitrických vrchov (oddiel rokoša) Strážovskej hornatiny. Hradný vrch lemujú zo S, SV a V strany skalné steny o výške 2 až 15 m s veľmi strmým sklonom. Lokálne sa v skalných stenách nachádzajú úseky s prevismi, zvislými úsekmi, ale i individualizované skalné veže a bloky s náznakmi nakláňania a oddeľovania od masívu (skalné bralo pod kaplnkou). Podložie hradu i celý hradný vrch je budovaný mezozoickými dolomitmi až brekciovitými dolomitmi svetlosivej farby. Z pomerne rozptýleného súboru nameraných orientácií diskontinuít pretínajúcich dolomitový masív sú dominantné niektoré zlomové línie alebo zóny s náznakom drvenia (Holzer, Letko, 1993):

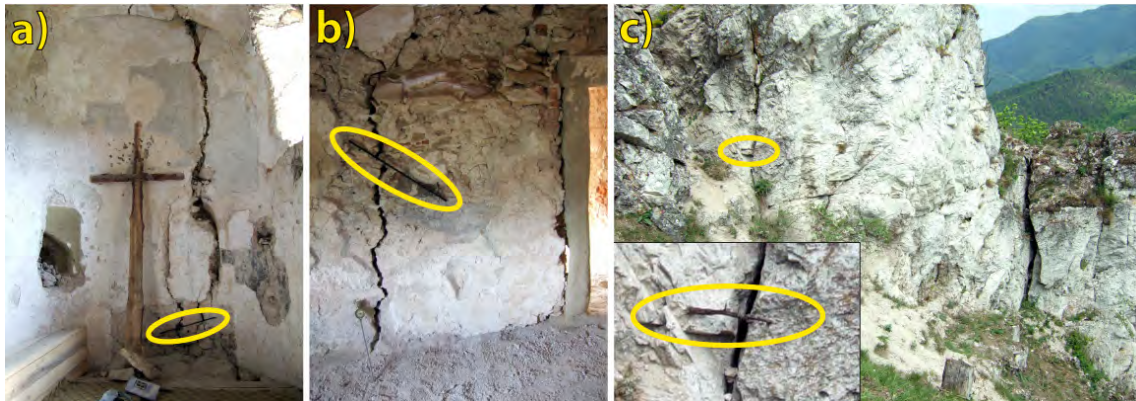
- VSV – ZJZ (sklon k SSZ)
- SSV – JJZ (sklon ZSZ)
- S – J až SSV – JJZ (sklon k Z až ZSZ).

Na tieto najmarkantnejšie zlomové línie sa viaže aj rad systémov tektonických puklín. Mnohé zo spomínaných puklín sú geneticky zviazané so zónou uvoľňovania napätí, súvisiacej s výzdvihom masívu, eróznym a gravitačným pohybom blokov do uvoľneného priestoru.

Meracie stanoviská (obr. 2.6.28) sú situované v staticky narušenej a v súčasnosti rekonštruovanej kaplnke (Somet 1 a Somet 2), ako aj v exteriérovej časti (Somet 3). Najvýraznejšie pohyby boli zaregistrované v hornej časti kaplnky (Somet 1; obr. 2.6.29), keď kumulatívne pohyby dosiahli až 1,64 mm (rozpätie nameraných hodnôt sa pohybovalo od +0,79 do -0,85 mm) v rokoch 2004 – 2005 a v rokoch 2007 – 2008 rozpätie pohybov nadobudlo podobnú hodnotu (1,56 mm). V súčasnosti je však intenzita pohybov na úrovni východiskovej hodnoty s cyklickým trendom a s minimálnym rozpätím nameraných hodnôt. Trendová čiara indikuje mierne otvorenie trhliny v rozsahu asi 0,36 mm. Stanovisko Somet 2 vykazuje dlhodobu také cyklické pohyby s intervalom +0,29 ÷ -0,24 mm (obr. 2.6.30). Výnimku ale tvorí nameraná hodnota pohybu z júna 2009 (1,27 mm). Príčinou tejto deviácie

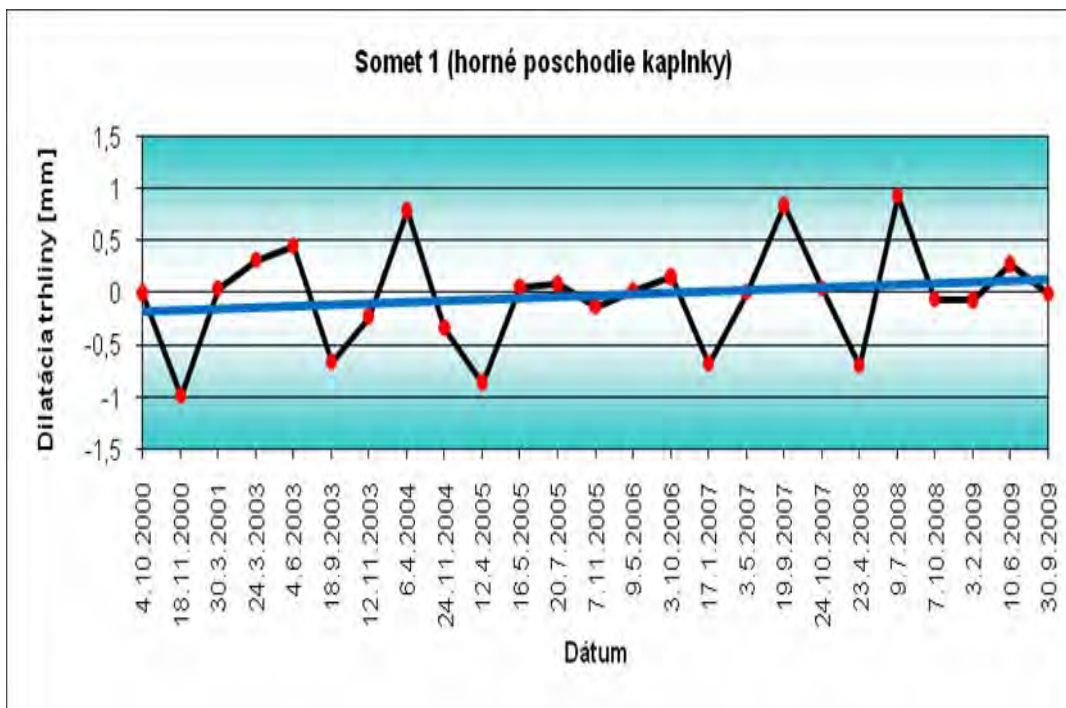


je s najväčšou pravdepodobnosťou nekonzekventné použitie dilatometrického meradla. Zaujímavý vývojový trend variácie nameraných hodnôt bol zistený na stanovisku Somet 3 (obr. 2.6.31), kde do roku 2005 bol pozorovaný trend zatvárania trhliny, od tohto obdobia dochádza k jej miernemu rozširovaniu. Dokumentuje to i trendová čiara indikujúca veľmi mierny pohyb (cca 0,1 mm) v smere celkového otvárania trhliny.

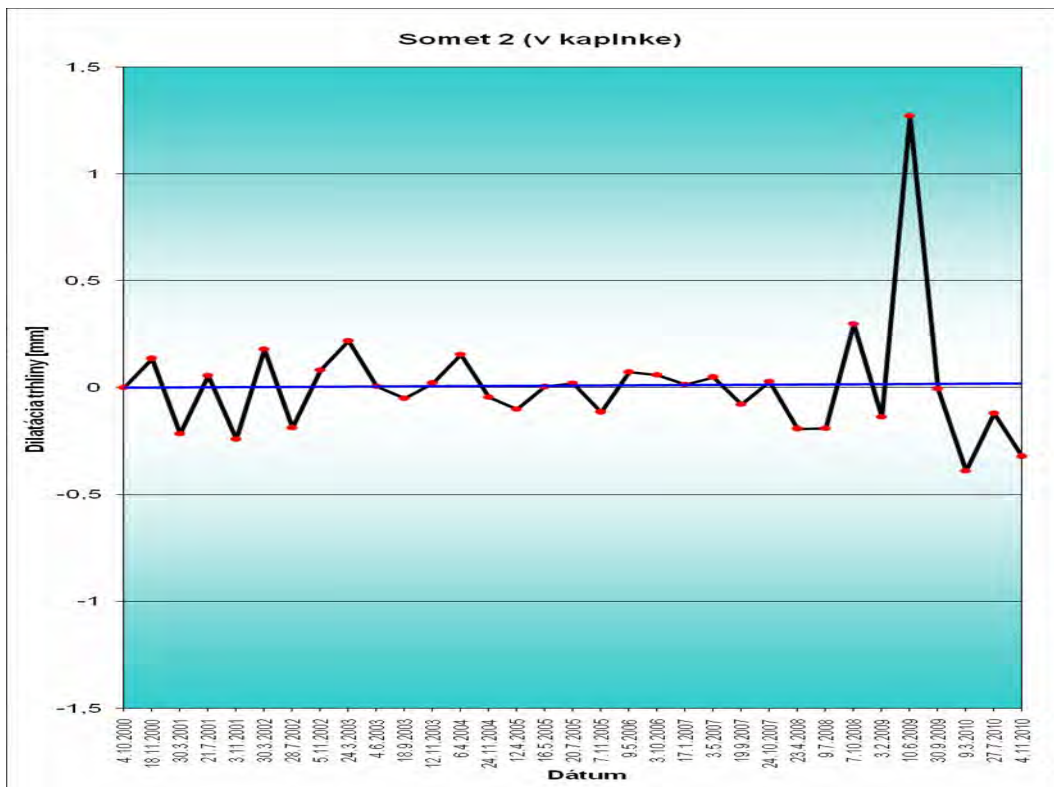


Obr. 2.6.28: Fotodokumentácia monitorovacích stanovísk situovaných v interiéri a exteriéri Uhrovského hradu; a) stanovisko Somet 2 (v kaplnke), b) stanovisko Somet 2 (horné poschodie kaplnky), c) stanovisko Somet 3 (skalný blok pod kaplnkou)

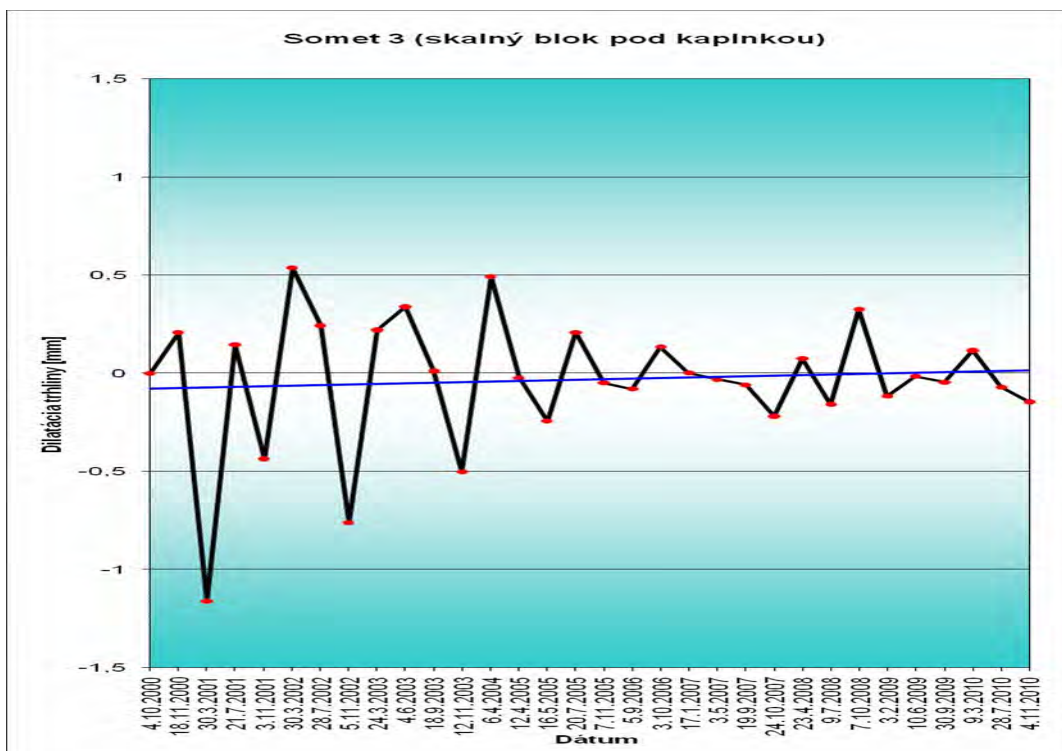
Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



Obr. 2.6.29: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 1, horné poschodie kaplnky Uhrovského hradu



Obr. 2.6.30: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 2 (v kaplnke)



Obr. 2.6.31: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 3 (skalný blok pod kaplnkou)

#### 2.6.4.5. Hrad Pajštún

Pajštúnsky hrad patril do sústavy pohraničných hradov, ktoré v Malých Karpatoch preberali od 13. stor. funkciu ochrany SZ hraníc uhorského štátu. Hradná skala Pajštúnskeho hradu je tvorená šošovkou borinských vápencov. Tie sú viac odolné voči zvetrávaniu ako okolité vrstevnaté pieskovce striedajúce sa s ílovitými bridlicami, v dôsledku čoho masív vyniká nad okolitý mierne zvlnený reliéf. Južná, východná a sčasti severná stena masívu hradnej skaly je strmo uklonená (40-50°), miestami s prevismi. Výška skalných stien dosahuje až 25 m.

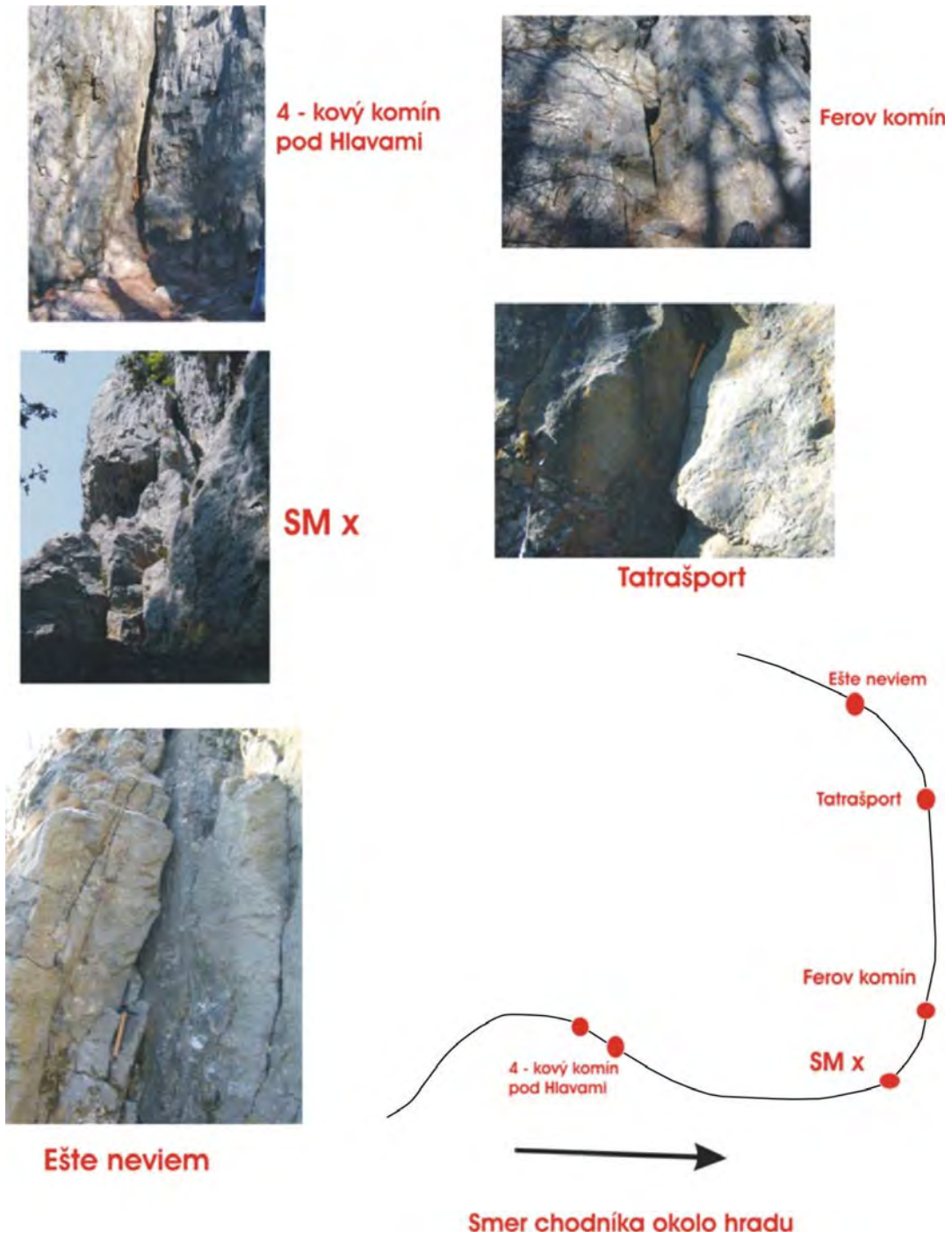
Horninový masív sa vyznačuje pomerne prísne orientovaným usporiadaním tektonického fenoménu – od dislokačných porúch až po individuálne systémy diskontinuity. Dominantné postavenie majú dve dislokačné poruchové zóny:

- poruchová zóna D1 s orientáciou Z – V až ZJZ – VSV s hodnotami smeru sklonu 152° až 198° a sklonu 80° až 89°; opisovaný systém pravdepodobne kopíruje okrajový malokarpatský zlom,
- poruchová zóna D2 so sklonom 80° až 89°.

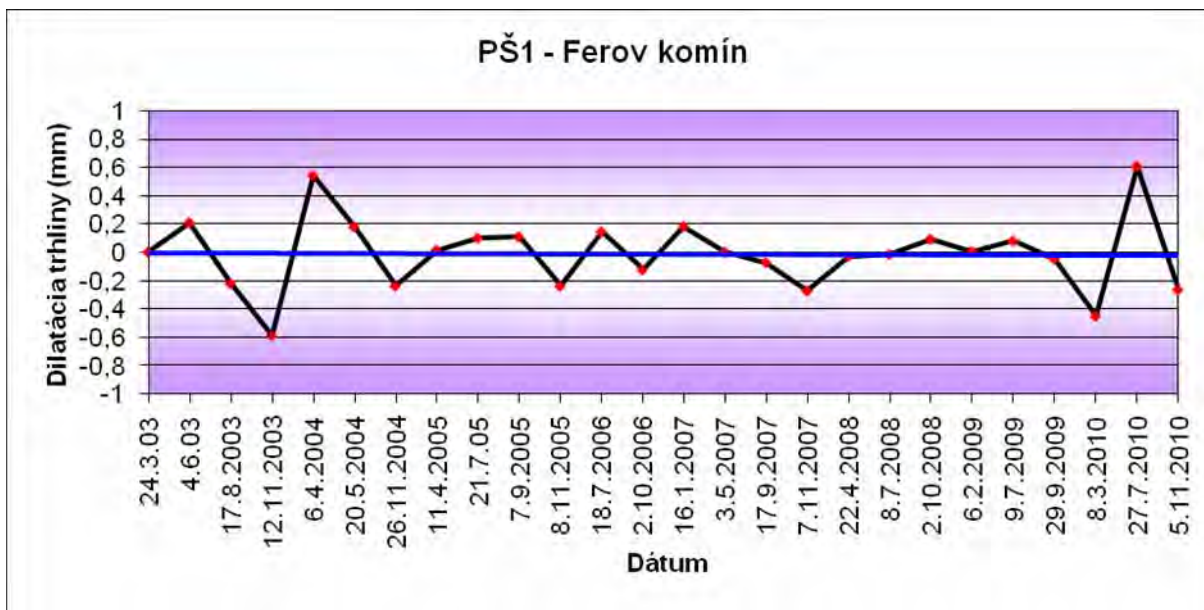
Horninový masív sa v miestach poruchových dislokačných zón vyznačuje výraznou oslabenosťou, zvýšenou hustotou diskontinuit, gravitačno – tektonickým rozvoľnením so známkami pohybu okrajových blokov vápencov. Dôkazom gravitačného rozvoľnenia časti južnej a najmä východnej strany hradnej skaly sú širokootvorené ťahové trhliny, prebiehajúce na celú výšku horninového masívu. Vo východnej časti sa vplyvom ťahových napätí vytvorili optimálne podmienky pre vznik pomalých, podpovrchových svahových deformácií, predovšetkým pre gravitačné rozvoľnenie svahov a odvalové rútenie (Vlčko et al., 1997).

Na tejto lokalite je situovaných 6 monitorovacích stanovísk (obr. 2.6.32), štyri z roku 2003 a dve z roku 2004. Na stanovisku Ferov komín (PŠ 1) sú oscilácie minimálne (do 0,4 mm; obr. 2.6.33), čo dokumentuje aj temer nulový priebeh trendovej čiary. Na stanovisku 4-kový komín (PŠ 2; obr. 2.6.34) došlo k náhlemu posunu o 1 mm v lete roku 2006, v októbri rovnakého roku však oscilácie vyzneli. Zrejme aj z tohto dôvodu trendová čiara vykazuje mierny pohyb (0,1 mm) v smere zatvárania trhliny. Na stanovisku Ešte neviem (PŠ 3; obr. 2.6.35) do roku 2005 boli zaznamenané mierne oscilácie s amplitúdou 0,98 mm, v nastávajúcom období rokov 2005 až 2007 došlo k utlmeniu pohybov až miernemu uzatvoreniu trhliny a v ďalších rokoch sa trend zmenil a má podobnú dynamiku pohybov ako na počiatku meraní. Celkový trend za merané obdobie vykazuje tendenciu uzatvorenia trhliny v rozsahu asi 0,19 mm. Na stanovisku Tatrašport (PŠ 4; obr. 2.6.36) sme registrovali podobnú tendenciu pohybov ako na stanovisku Ešte neviem, avšak vzhľadom na miernejšie extrémny v smere otvorenia, resp. uzatvorenia zistené počas monitorovaného obdobia, trendová čiara sa prakticky pohybuje po nulovej úrovni. Na stanovisku SMX boli zistené veľmi vyrovnané cyklické pohyby s maximálnou amplitúdou 0,3 mm. Tento fakt dokumentuje aj trendová čiara s vyrovnaným priebehom okolo hodnoty nula (obr. 2.6.37). Na stanovisku Pod hlavami (obr. 2.6.38) sa do roku 2008 prejavili minimálne pohyby, od tohto obdobia nastali mierne cyklické výkyvy s amplitúdou 0,477 mm, ktoré kulminovali v priebehu roku 2010, keď dosiahli amplitúdu 1,04 mm. Celkový trend pohybu vykazuje mierne otvorenie trhliny (0,08 mm).

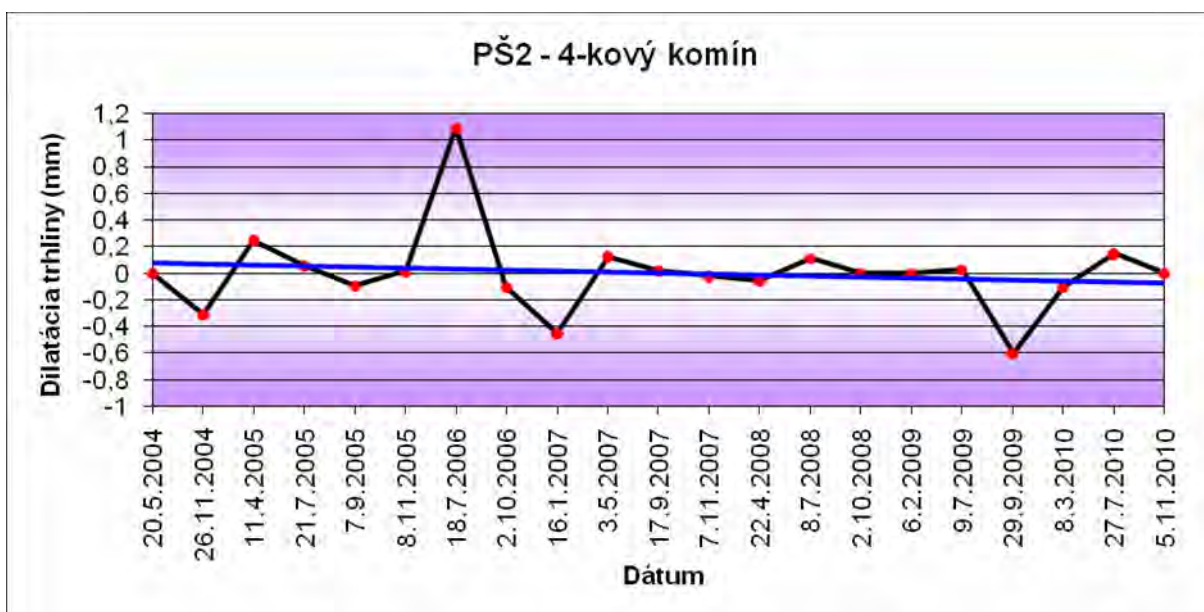
Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



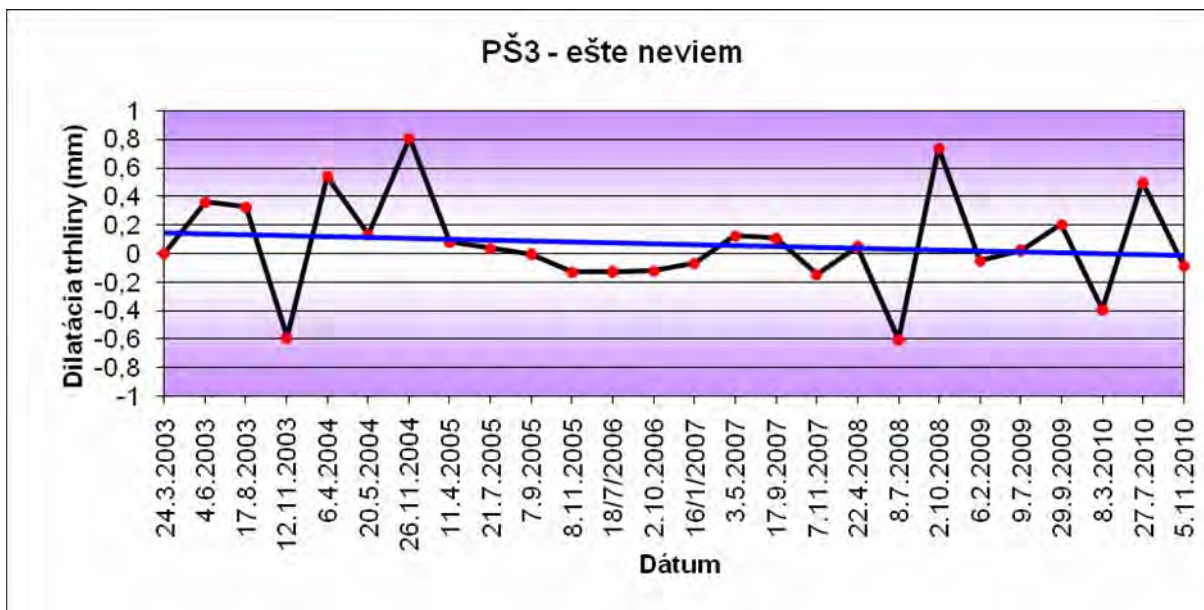
Obr. 2.6.32: Lokalizácia monitorovacích stanovnísk na hrade Pajštún



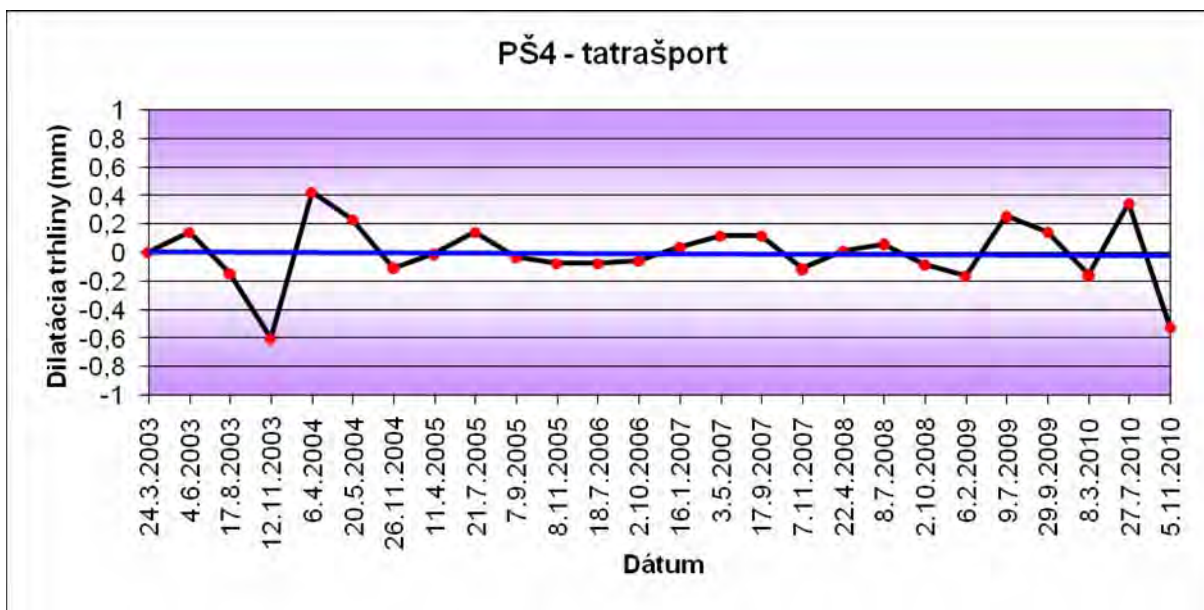
Obr. 2.6.33: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku PŠ1 – Ferov komín



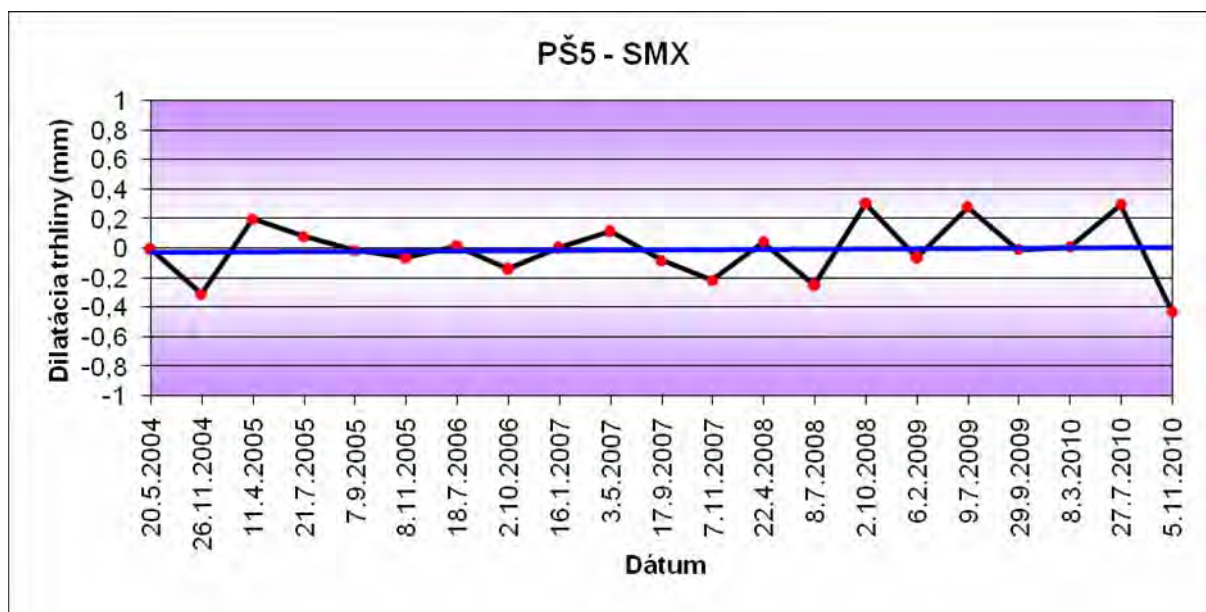
Obr. 2.6.34: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku PŠ2 – 4-kový komín



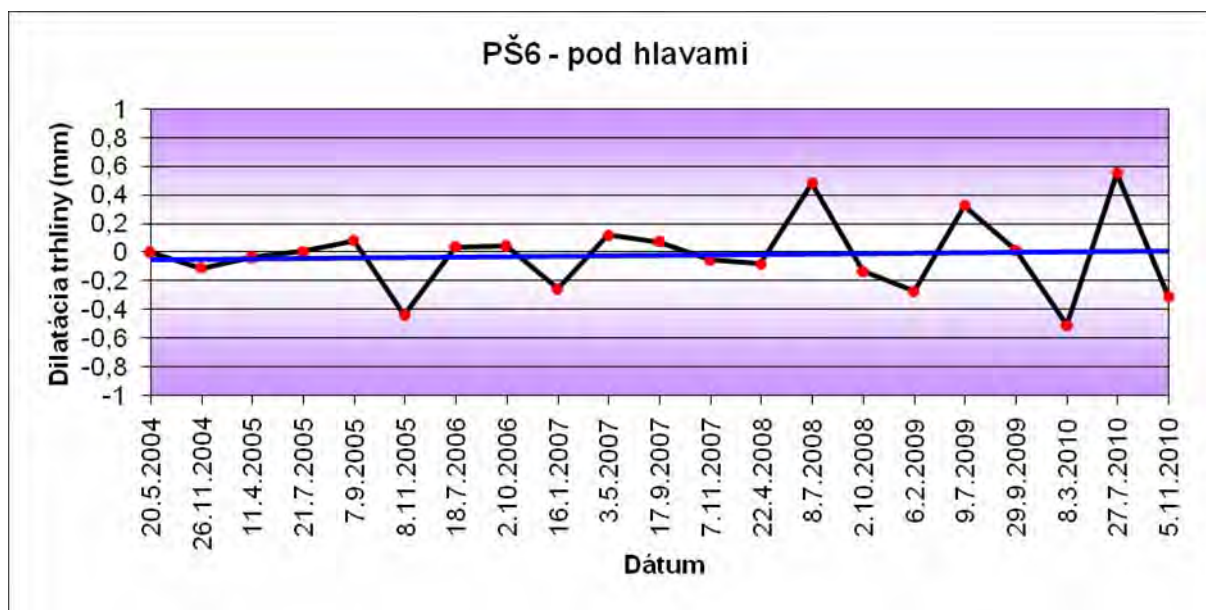
Obr. 2.6.35: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku PŠ3 – ešte neviem



Obr. 2.6.36: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku PŠ4 – tatrašport



Obr. 2.6.37: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku PŠ5 – SMX



Obr. 2.6.38: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku PŠ6 – pod hlavami

#### 2.6.4.6. Plavecký hrad

Plavecký hrad (svojou architektúrou) patrí medzi najlepšie zachované hrady v oblasti Malých Karpát. Hradné bralo na ktorom je postavený Plavecký hrad, tvorí výraznú dominantu okrajovej časti pohoria Malých Karpát na styku s Borskou nížinou. Prevýšenie hradného brala dosahuje oproti nížine 170 až 180 m.

Hradný vrch je zo S, SV a V strany ohraničený skalnými stenami výšky 25 až 40 m s priemerným sklonom 70 – 80°. Miestami je sklon skalných stien až 90°. Komplex

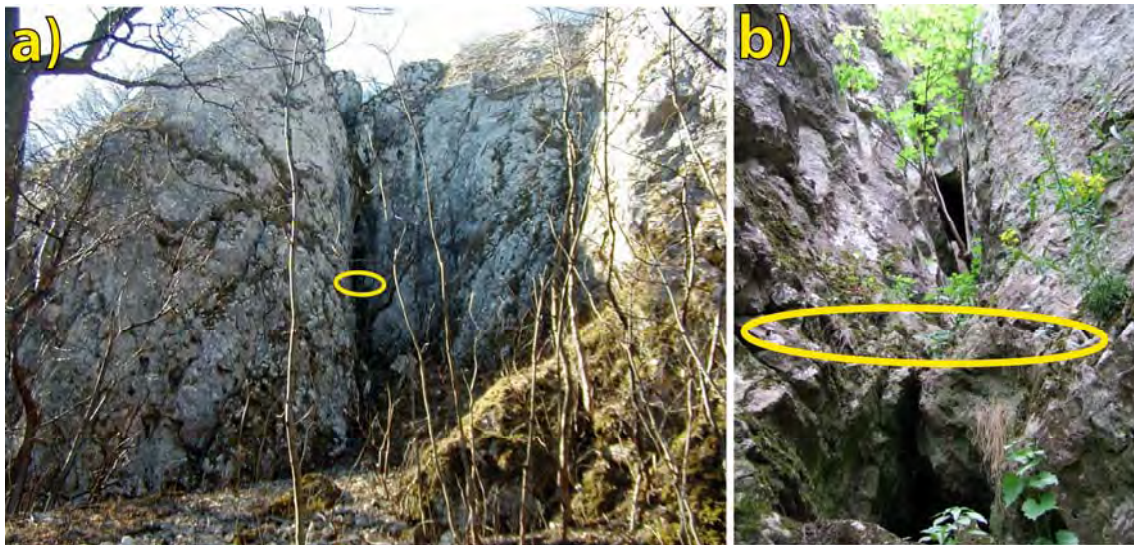
karbonátových hornín stredotriasového veku (ladin) tvorí vlastné podložie Plaveckého hradu. Je v príkrovovej pozícii, pričom podstatné zastúpenie majú wettersteinské vápence. Tieto sú obvykle sivej až sivobielej farby, masívne, ojedinele s lavicovitou odľučnosťou; sú rozpukané sieťou puklín, vytvárajú polyedrickú, miestami až hranolovitú odľučnosť. Hustota diskontinuít (STN 72 1002) je stredná až veľmi malá, hlavné poruchové systémy sú priebežné, otvorené, steny drsné, bez výplne, priepustné. V miestach výrazných zlomových porúch sa nachádzajú tektonické brekcie. Hornina je navetraná, predpokladaná priepustnosť puklinovo-krasová. Opisované horniny majú vysokú pevnosť a podľa STN 73 1001 ich zaradujeme do triedy R1 ( $\sigma_c > 150$  MPa). Trieda ťažiteľnosti 6 (STN 73 3050). Litologická charakteristika tmavých vápencov guttensteinského typu (anis) i dolomitov (str.-vrch. tiras) je veľmi blízka wettersteinským vápencom. Horninový masív hradnej skaly je intenzívne porušený systémom tektonických línií, puklín a gravitačných trhlín s rozdielnym hĺbkovým a priestorovým dosahom. Najvýraznejší systém tektonických diskontinuít má orientáciu VSV – JZ s hodnotami smeru sklonu 160 až 180° resp. 310° až 350° a sklonom 65° – 85°k JV, resp. SZ.

Z geologicko-geomorfologického vývoja i štruktúrno-geologickej charakteristiky horninového masívu vyplýva, že v priestore Plaveckého hradu sa vytvorili priaznivé podmienky, pre vznik pomalých, podpovrchových svahových deformácií, predovšetkým pre rozvoľňovanie svahov a odvalové rútenie (Vlčko et al., 1994).

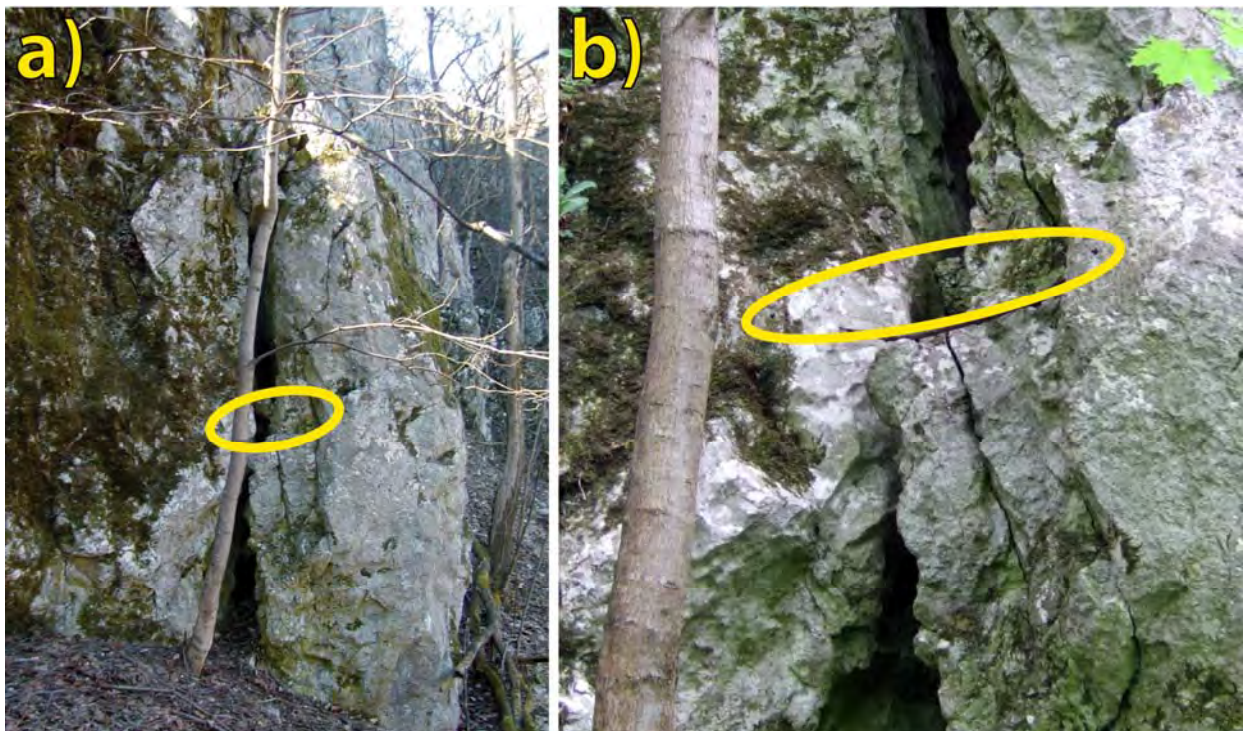
V roku 2002 sme umiestnili dve monitorovacie stanoviská (obr. 2.6.39 a 2.6.40), jedno z nich umiestnené naprieč ťahovou trhlinou VSV – ZJZ smeru. Z grafického záznamu meraní zo stanoviska SM 1 (obr. 2.6.41) je jasne viditeľné, že napriek mohutnosti meraných horninových blokov (niekoľko 100 m<sup>3</sup>) dochádza k výrazným pohybom, najmä v jesennom (november) období, ďalšie maximá sú pozorované v jarných mesiacoch. Celkove však pohyby sú v intervale do 0,5 mm s max amplitúdou 3,39 mm v rokoch 2007 až 2008. Vzhľadom na opísaný extrém (prisudzujeme ho skôr subjektívnej chybe pri osadení meradla), trendová čiara má tendenciu k veľmi miernemu uzatvoreniu trhliny. Je zaujímavé, že podobný jav s rovnakou tendenciou, tzn. s maximom pohybu v novembri bol zaznamenaný aj na stanovisku SM 2 (obr. 2.6.42) a to aj napriek tomu, že monitorovaný blok má niekoľkonásobne menšiu kubatúru, je izolovaný a teda predpokladalo by sa že jeho mobilita je ďaleko vyššia. Ide však o pohyby cyklické, pravdepodobne spôsobené v dôsledku zvýšenia vlhkosti a z nich rezultujúcich objemových zmien podložia. Na stanovisku SM 3 (obr. 2.6.43), ktoré bolo zriadené v roku 2004 nie sú zaznamenané výrazné pohyby, a to aj napriek tomu, že monitorovaný blok je odtrhnutý od materského horninového masívu. Max pohyb v smere otvorenia (0,38 mm) bol zaznamenaný v roku 2009, merania mali vyrovnaný priebeh, čo dokumentuje i trendová čiara (obr. 2.6.44).

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.

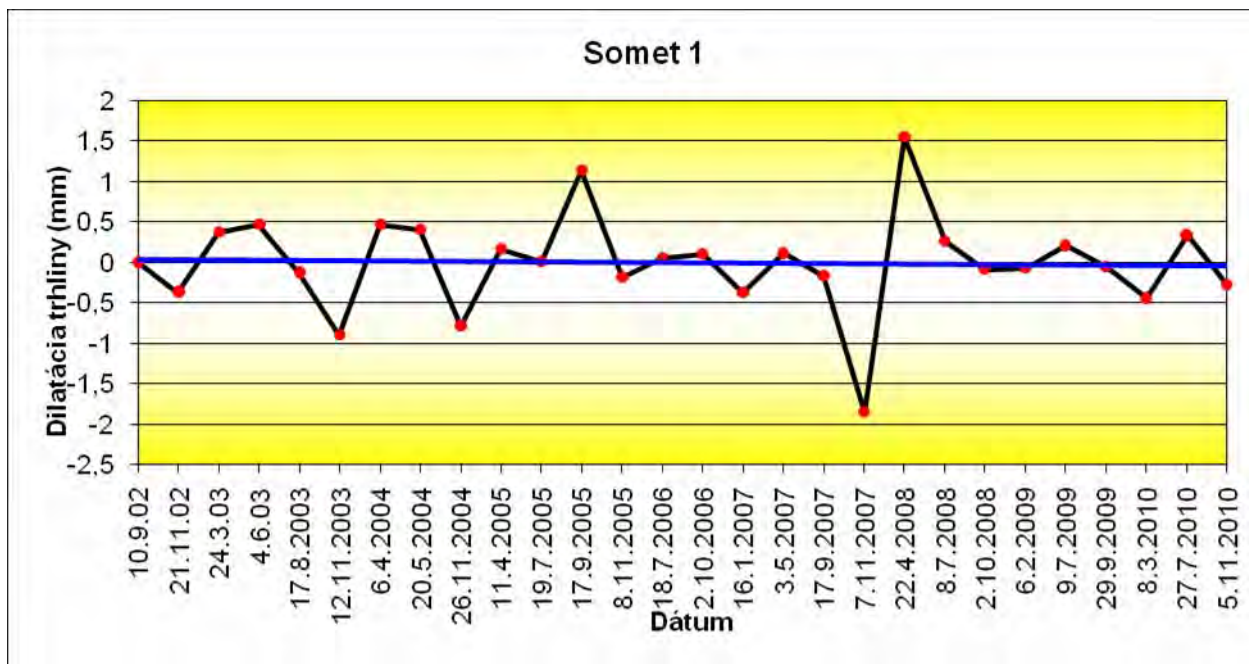




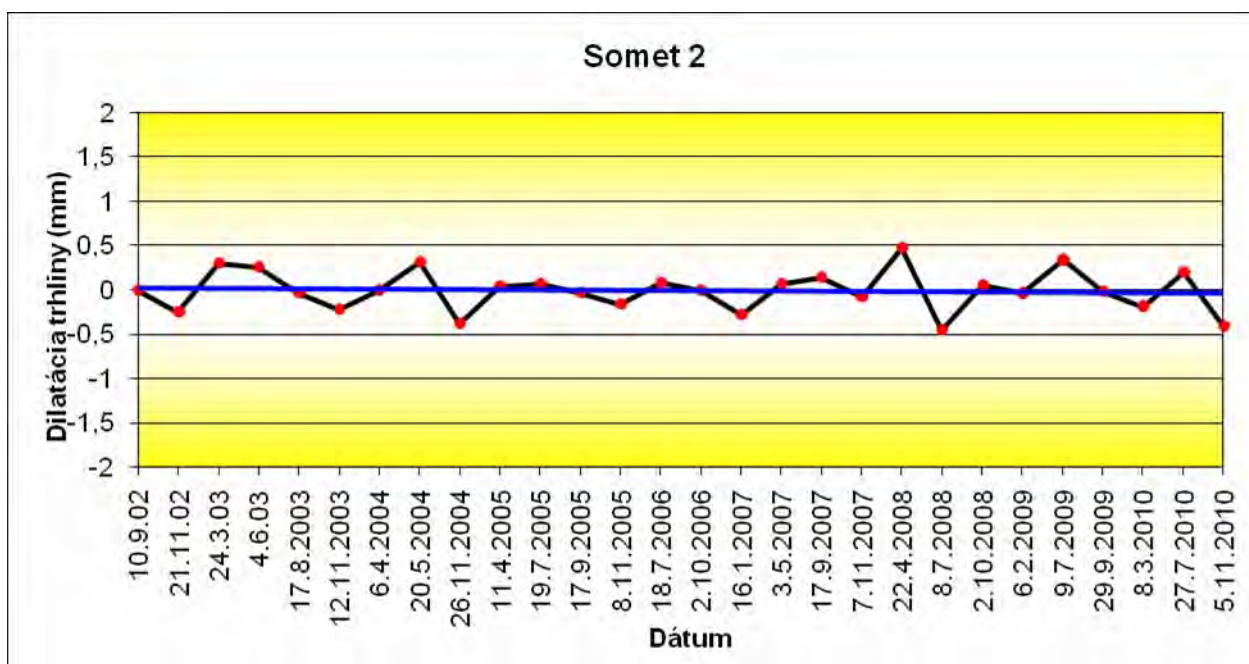
Obr. 2.6.39: Monitorovacie stanovisko Somet 1; a) celkový pohľad; b) detail



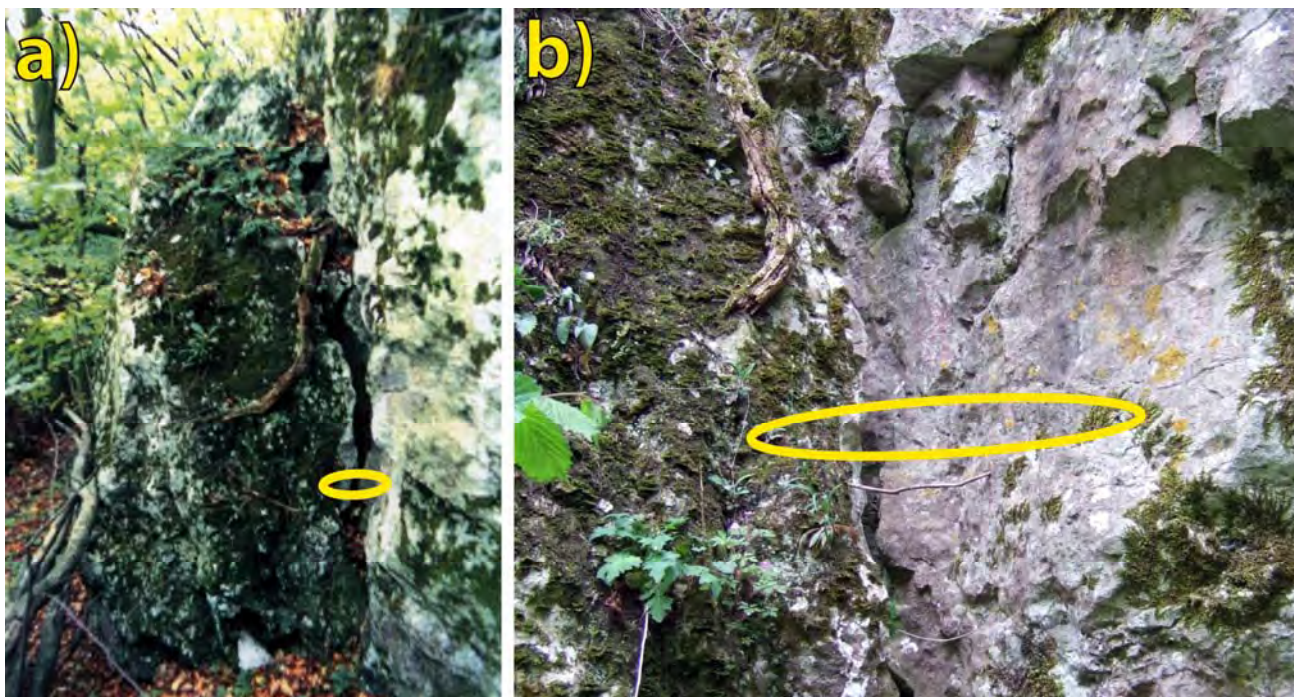
Obr. 2.6.40: Monitorovacie stanovisko Somet 2; a) celkový pohľad; b) detail



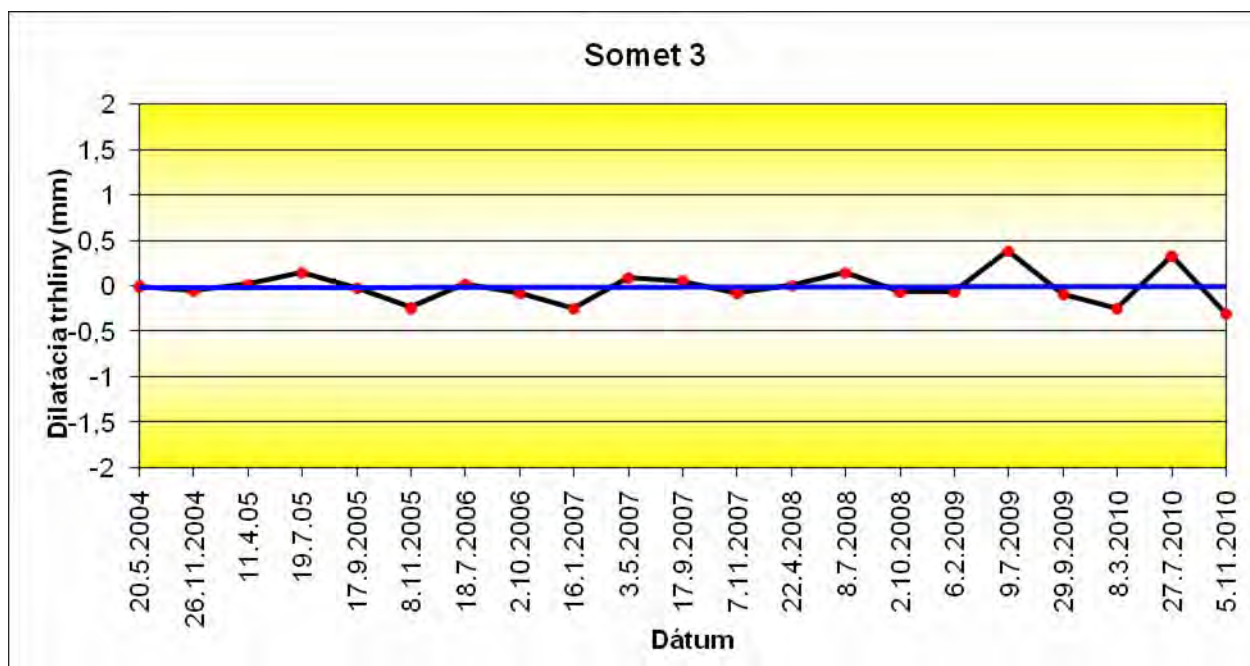
Obr. 2.6.41: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 1



Obr. 2.6.42: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 2



Obr. 2.6.43: Monitorovacie stanovisko Somet 3; a) celkový pohľad; b) detail



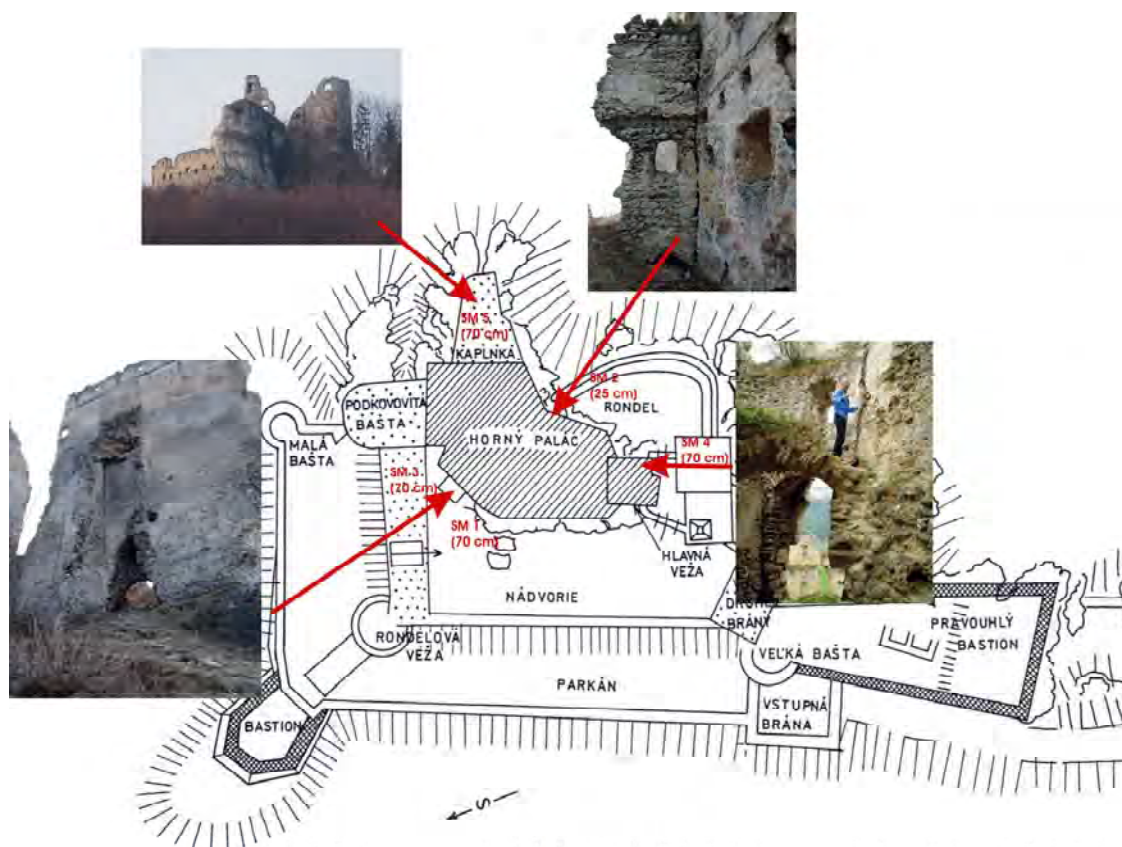
Obr. 2.6.44: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 3

### 2.6.4.7. Lietavský hrad

Na strmom hrebeni medzi obcami Lietava a Lietavská Svinná sa nachádza pomerne zachovaná zrúcanina hradu Lietava. Hrad je umiestnený na strmom brale (635 m n. m.), ktoré orograficky patrí k Fatransko – tatarskej oblasti, celku Súľovské vrchy (Atlas SR, 1980).

Bralo je tvorené bazálnymi zlepenkami paleogénu, ktoré ležia transgresívne na spodnokriedovom súvrství (neokom) križňanského príkrovu reprezentovanom slienitými bridlicami. Z južnej, východnej i západnej strany je hradná skala obmedzená strmo uklonenými až vertikálnymi skalnými stenami so sklonom 80 – 85° a ktoré dosahujú výšku od 15 do 30 m. Horninový masív tvorený stmelenými hruboklastickými horninami je porušený niekoľkými systémami prevažne strmo orientovaných diskontinuít rôzneho veku, rádu a genézy. Keďže nebolo možné nainštalovať merné body do masívu hradného brala, stanoviská s pevnými bodmi (obr. 2.6.45) pre prenosné meradlo SOMET sú umiestnené v:

- trhline múra horného paláca – Somet 1 (SM1),
- murive horného paláca Somet 2 – (SM2),
- trhline múra horného paláca (za SM 1) – Somet 3 (SM3),
- trhline múra hlavnej veže (klenba) – Somet 4 (SM4),
- kaplnke hradu – Somet 5 (SM5).

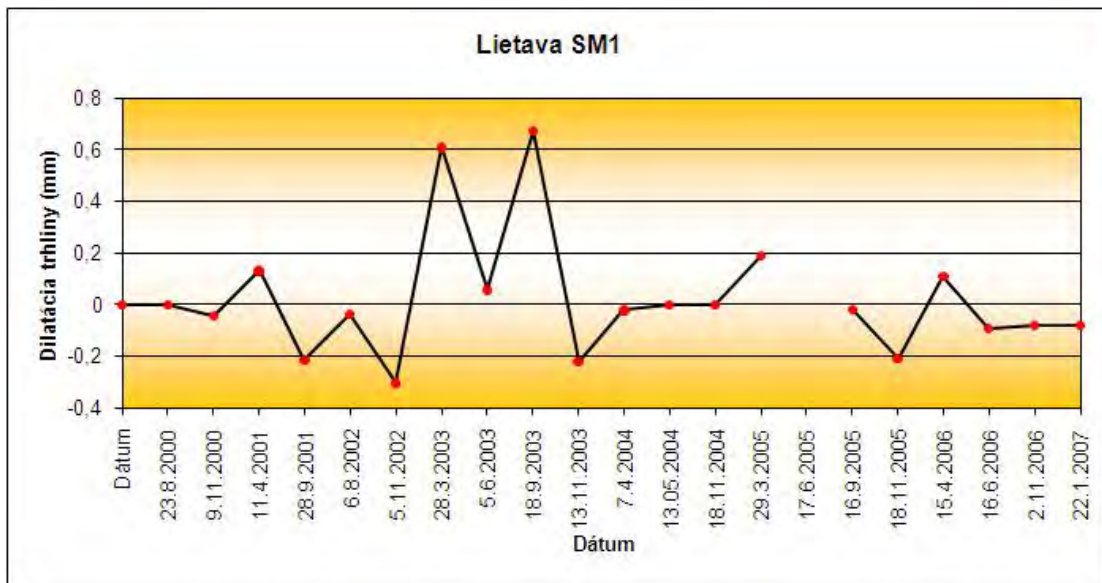


Obr. 2.6.45: Rozmiestnenie monitorovacích stanovísk na Lietavskom hrade

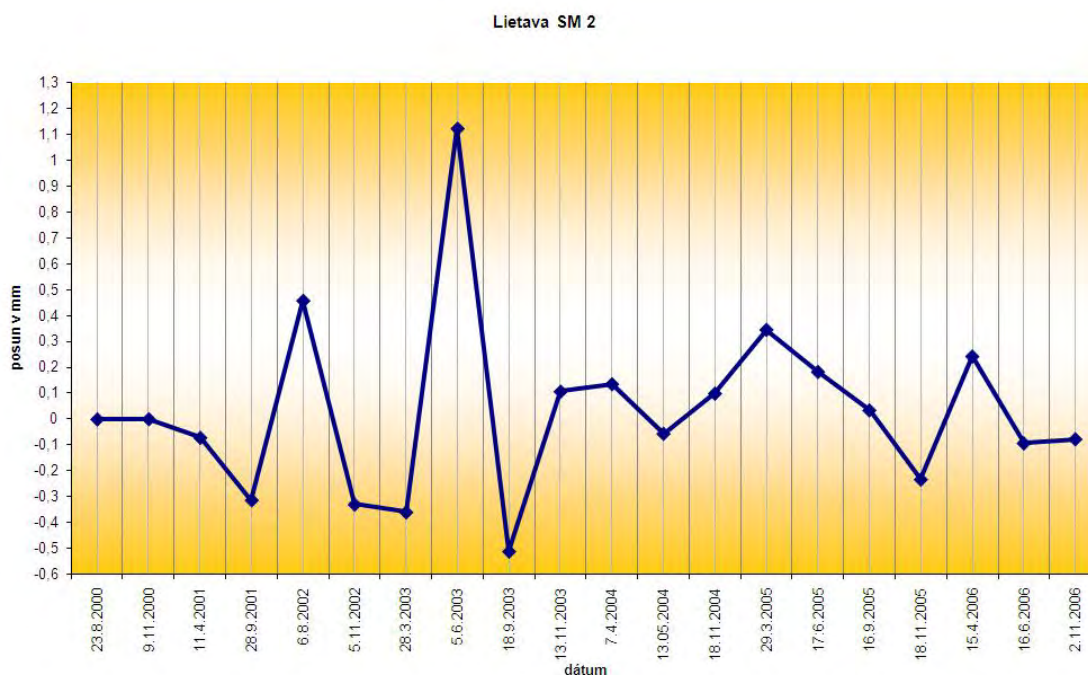
Na dvoch z uvedených stanovísk, konkrétne Somet 4 a Somet 5, došlo už v priebehu prvého roku monitoringu (2004) v dôsledku ľudského zásahu k ich poškodeniu. Tieto stanoviská sa tak stali automaticky nefunkčnými z hľadiska plnenia ich účelu. Na ostávajúcich troch stanoviskách prebiehal monitoring až do roku 2007. Monitoring bol ukončený z dôvodu, že na monitorovacích stanoviskách, za uplynulé roky monitoringu, neboli zistené žiadne významné pohyby a taktiež pre zvýšené riziko možnosti úrazu pri meraniach, v dôsledku neustále sa zhoršujúceho statického stavu hradných múrov.

Na stanoviskách Somet 1 a Somet 2 sa monitorovanie realizovalo od augusta roku 2000. Za toto obdobie sme zaznamenali pohyby oscilujúce okolo východiskovej hodnoty, jedine v roku 2003 na stanovisku Somet 2 došlo k relatívnemu pohybu o 1,63 mm a na

stanovisku Somet 1 o 0,62 mm, vzápätí však opäť došlo k opačnej tendencii a pohyb až do konca roku 2006 dosiahol úroveň kvázi dlhodobého priemeru oscilujúceho v rozpätí 0,20 do 0,40 mm. (obr. 2.6.46, 2.6.47). Výkyvy z rokov 2003, resp. 2005 treba pravdepodobne pripísať vplyvu ľudského faktora.



Obr. 2.6.46: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku SM1



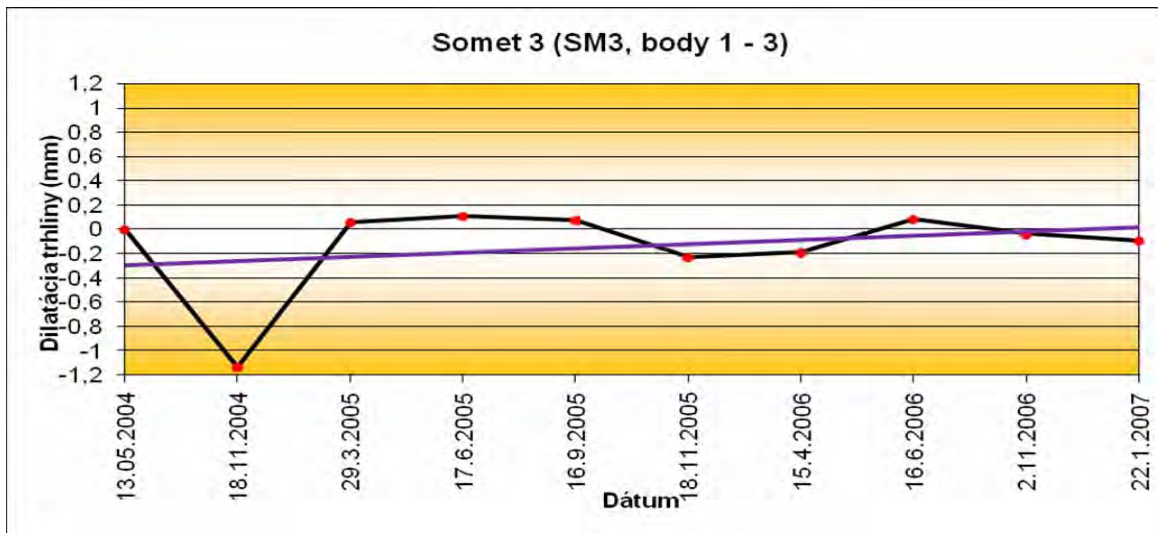
Obr. 2.6.47: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku lietava 2

Stanoviská SM 1 a SM 2 merajú časť odtrhnutého muriva z oboch jeho strán. Previazanosť pohybov po oboch stranách tohto staticky oslabeného múra dokumentujú i obe trendové čiary s približne opačným trendom pohybu.

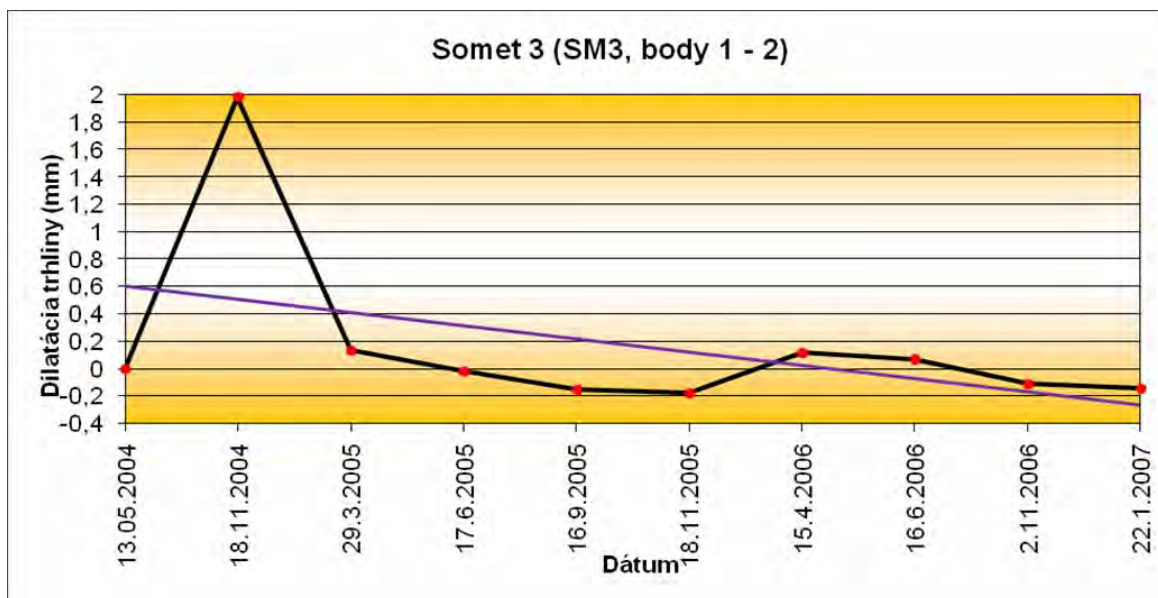
V roku 2004 (máj) boli vybraté tri ďalšie stanoviská Somet 3, 4 a 5. Výsledky monitoringu (obr. 2.6.48, 2.6.49) zo stanoviska Somet 3 vypovedajú o relatívne stabilných

podmienkach. Variácia výkyvov nameraných údajov je v rozpätí necelých 0,3 mm. Výnimkou je meranie z 18.11.2004, keď bola zaznamenaná extrémna hodnota, pravdepodobne v dôsledku subjektívnej chyby pri osadení meradla. Na dvoch ďalších stanoviskách (Somet 4 a Somet 5), už krátko po ich zriadení (rok 2004), došlo k ich sfunkčneniu, čím sa nepodarilo zabezpečiť reprezentatívny súbor dát z ktorého by bolo možné vyhodnotiť dynamiku pohybov. Prekážkou ďalších meraní boli aj rekonštrukčné práce, takže v konečnom dôsledku všetky stanoviská boli opustené.

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



Obr. 2.6.48: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 3 (SM3)



Obr. 2.6.49: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 3 (SM3)

#### 2.6.4.8. Čachtický hrad

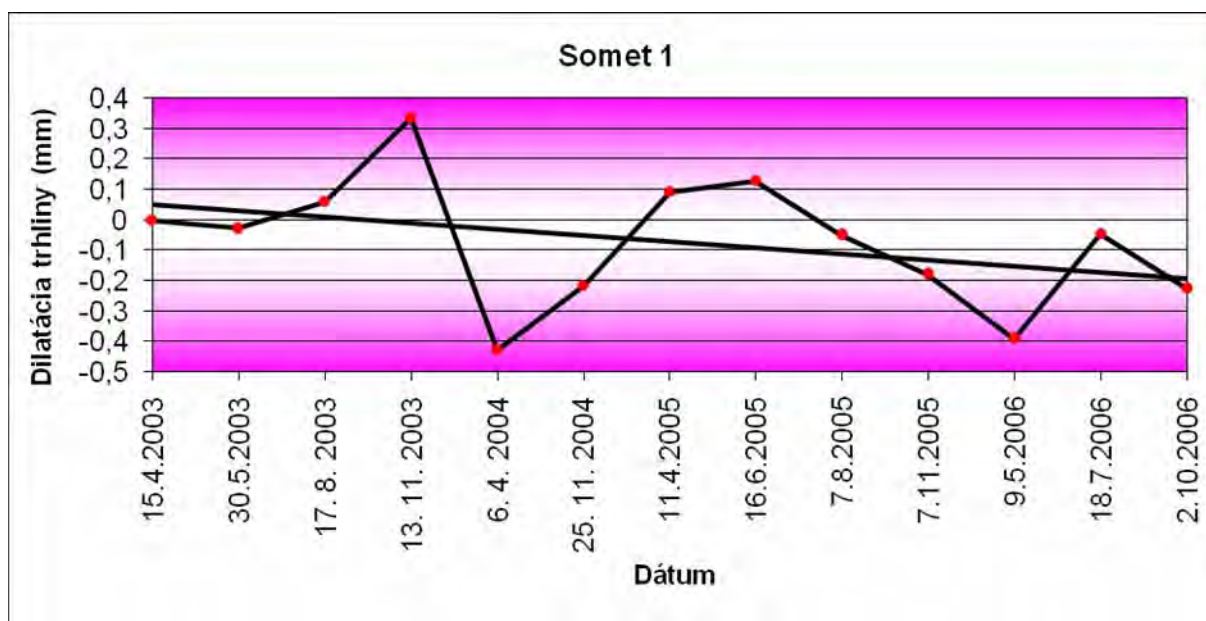
Čachtický hrad stál už v 13. storočí, keď ho spravoval kráľovský kastelán. Samotný hradný vrch i jeho bezprostredné okolie tvoria dolomity vrchnotriasového veku (karn-norik), len nepatrnú plochu v západnej časti hradného brala, vo forme erózneho zvyšku, zaberajú bazálne zlepenice (egenburg).

Hustota diskontinuít je stredná, miestami majú dolomity doskovitú až hranolovitú odlučnosť, inak sú masívne. Hornina je navetraná, pozdĺž plôch vrstevnatosti až zvetraná (dolomitické piesky).

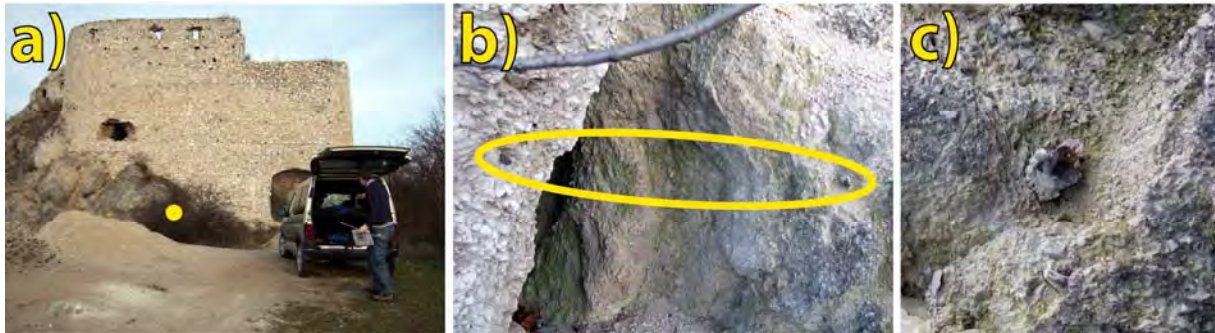
Orientácia vrstevných plôch v rozsahu celého hradu má jednotný charakter a prebieha v smere SZ – JV. Zistené hodnoty sa pohybujú v rozpätí 240-270°/50-75°. Významný systém diskontinuít reprezentuje súbor, ktorého hodnoty sa pohybujú v rozpätí 150-180°/70-85°. Diskontinuity, orientované približne v smere V – Z, sú tektonického pôvodu a sú subparalelne s okrajovým malokarpatským zlomom (Vlčko et al., 1993).

V dôsledku násilného zničenia meracích bodov na tejto lokalite máme k dispozícii len merania od roku 2003 do roku 2006. V rozsahu monitorovaného obdobia mali pohyby cyklický priebeh (obr. 2.6.50) s maximálnou amplitúdou pohybov v intervale od +0,33 mm do -0,42 mm zaznamenané na prelome rokov 2003 – 2004. Trendová čiara vykazuje miernu tendenciu (0,25 mm) k uzatvoreniu. V decembri 2006 bolo zistené, že merací vrt je osadený v polohe, ktorá vyvetrala, čím sa z hľadiska plnenia účelu stalo monitorovacie stanovisko nefunkčným (obr. 2.6.51) a následne nato sa monitoring na tejto lokalite ukončil.

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



Obr. 2.6.50: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovišti Somet 1 Čachtického hradu



Obr. 2.6.51: Monitorovacie stanovisko Somet 1 na Čachtickom hrade; a) pohľad na Čachtický hrad s lokalizáciou monitorovacieho stanoviska, b) meracie body, c) detail na nefunkčný merací bod

#### 2.6.4.9. Hrad Devín

Bralo hradného vrchu predstavuje obtočník s morfológicky výraznými stráňami, ktoré sa vyvinuli pozdĺž tektonických línií. Hradné bralo je zo S až SZ strany tvorené strmou skalnou stenou, ktorej výška dosahuje až 65 m. SV strana hradného areálu má miernejšie zvlhnutý povrch, reliéf sa postupne na východ a juh zmiernuje, pričom južné svahy plynule prechádzajú do aluviálnej nivy Dunaja. Najvyšší bod hradnej skaly má nadmorskú výšku 210 m n. m., najnižší 158 m n. m. Aluviálna niva Dunaja je v nadmorskej výške 140 m n. m.

Najstaršími horninami v areáli hradu Devín sú fylity, ktoré sú súčasťou bratislavského segmentu vzniknutého alpínskym vrásnením. Nadložným súborom fylitov je vrchnopermské devínske súvrstvie, ktoré spolu s nadložným mezozoickým pokryvom tvorí devínsku sukcesiu tatrika. Zlepence, brekcie, pieskovce a kremence vznikli v kontinentálnom prostredí, najmä v jazerách. Erózia ich odstránila ešte pred nástupom druhohôr (triasom), až na malý zvyšok pod hradným múrom zo strany Slovanského nádvorja, neďaleko východnej brány. Vidno tu sivozelenkasté brekcie až zlepence z valúnov žuly.

Kremence – spodný trias, predstavujú najstarší člen série druhohorných hornín. Vznikli na peneprenizovanom (eróziou zarovnanom) varískom podklade (povrch, ktorý vznikol po veľkom vrásnení na konci prvohôr), ako výsledok fluviálnej činnosti. V kremencoch možno rozpoznať aj šikmé zvrstvenie, ktoré poukazuje na to, že ich materiál bol donášaný prúdmi od SZ k JV. Vytvárajú bezprostredné podložie Garayovského paláca.

Najväčšie zastúpenie na hradnej skale majú karbonátové komplexy reprezentované dolomitmi a dolomitovými brekciami stredotriasového (približne 230-240 mil. rokov) a liasového veku (sp. jura -lias). Medzi oboma súvrstviami (triasovými a liasovými) je v podstate 25 mil. rokov rozdiel, čo prezrádza, že po usadení triasových súvrství na rozsiahlych plytkomorských karbonátových plošinách doprevádzanom zemetrasnou činnosťou, došlo k ústupu mora, k ich vynoreniu a čiastočnému (str. trias) alebo úplnému odnosu (vrch. trias). Až s nástupom mora vo vrchnom liase (teda o spomenutých 25 mil. rokov neskôr) došlo k sedimentácii liasových brekcií, pričom materiál pre ich tvorbu im poskytli práve eróziou rozrušené triasové dolomitové súvrstvia. Staršie horniny tvoria celú južnú stranu hradnej skaly, dobre prístupnú od stredného nádvorja, mladšie horniny, ktoré sa od predchádzajúcich hornín odlišujú prítomnosťou organických zvyškov, najmä hlavonožcov (belemnítov), predchodcov dnešných sépií a amonitov, vytvárajú najvyššiu a najstrmšiu časť hradného brala a je na nich postavená dominanta hradu, citadela.

Meracie stanoviská pre meradlo SOMET boli vybraté na základe požiadaviek statika, ktorý koordinoval statické práce na hrade Devín. Aj z tohto dôvodu boli umiestnené na staticky oslabených múroch s priebežnými vertikálnymi puklinami (stanoviská SM 1 až 3)



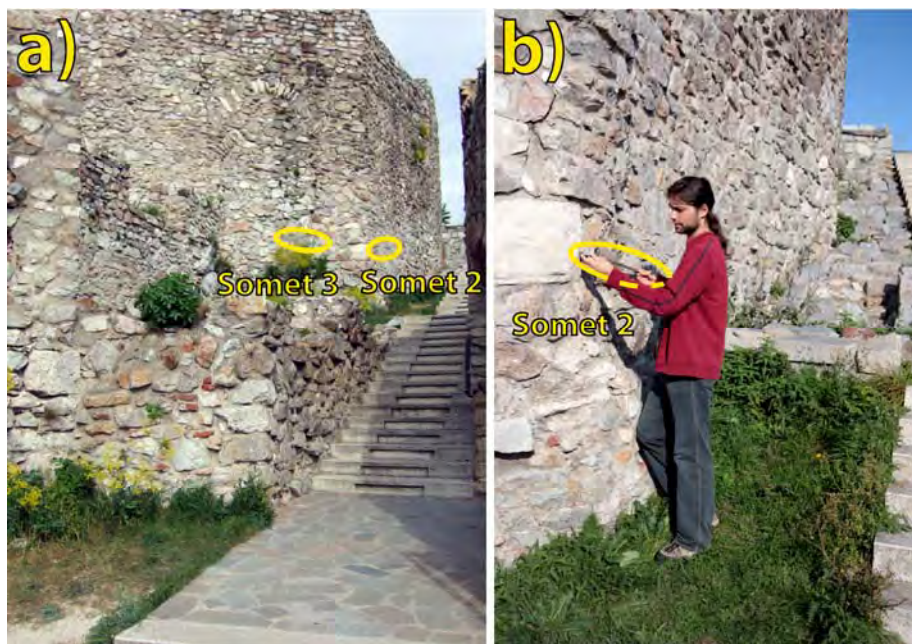
a len jedno stanovisko bolo umiestnené do prirodzeného skalného masívu skalného brala. Okrem meraní meradlom SOMET boli v rozsahu severnej a južnej časti hradnej skaly umiestnené aj extenzometrické meradlá s kontinuálnym záznamom (e-Development, ČR). Tieto však mali technické problémy a po dvoch rokoch diskontinuálnych meraní bol celý monitorovací systém zničený elektrickým výbojom blesku. Merania ručným meradlom SOMET boli vykonávané po dobu 5 rokov, ukončené boli preto, že monitorované stanoviská (múry) boli aj na základe výsledkov monitoringu rekonštruované. Monitorovacie práce boli robené na základe požiadavky PAMING Bratislava a s jeho súhlasom odovzdané do úlohy ČMSGF. Rozmiestnenie meracích stanovísk na hrade Devín je na obr. 2.6.52.



Obr. 2.6.52: Rozmiestnenie meracích stanovísk pre meradlo SOMET na hrade Devín



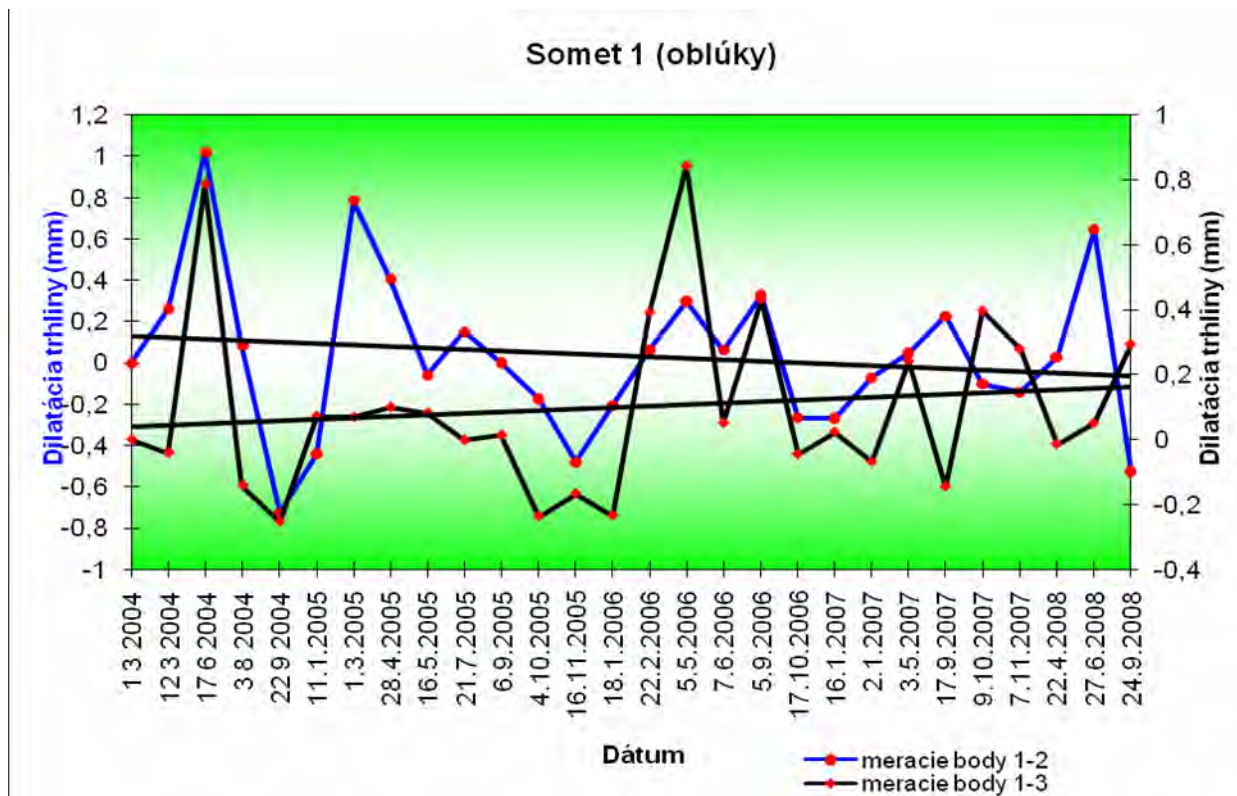
Obr. 2.6.53: Monitorovacie stanovisko Somet 1 (oblúky); a) pohľad na meracie body, b) ukážka merania dilatácie trhliny medzi bodmi 1 – 3



Obr. 2.6.54: Monitorovacie stanovisko Somet 2 (schody 1) a Somet 3 (schody 2);  
 a) celkový pohľad, b) vykonávanie merania prenosným dilatometrom SOMET na  
 stanovisku Somet 2 (schody 1)

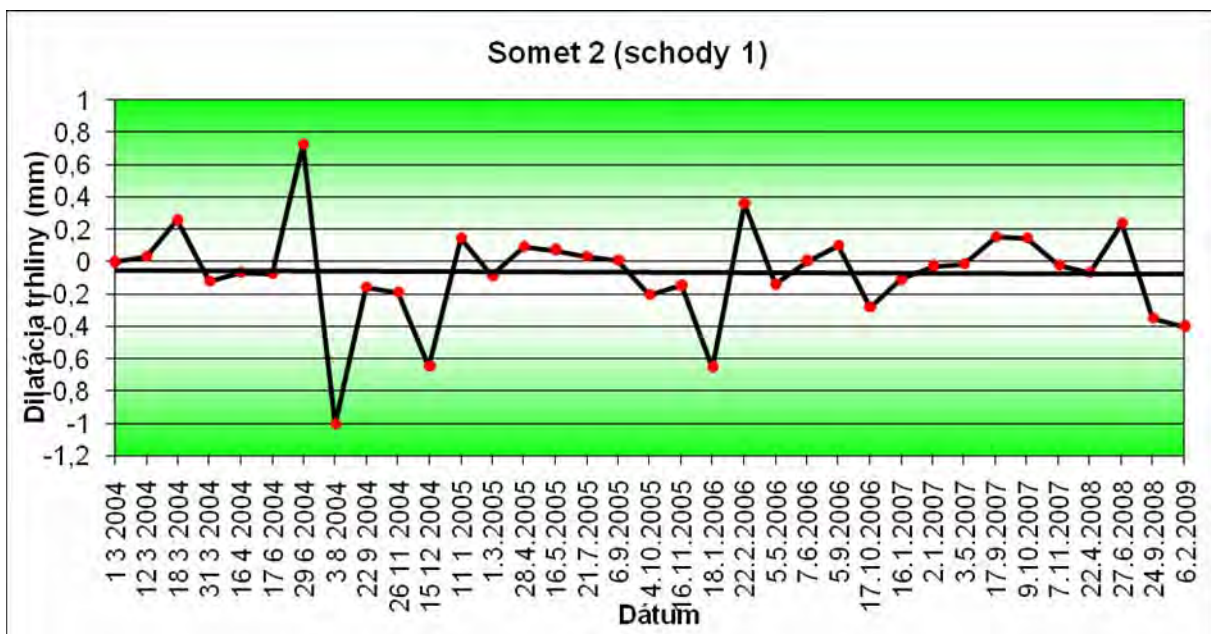


Obr. 2.6.55: Fotodokumentácia monitorovacieho stanoviska Somet 4  
 (skalný blok pri schodisku)

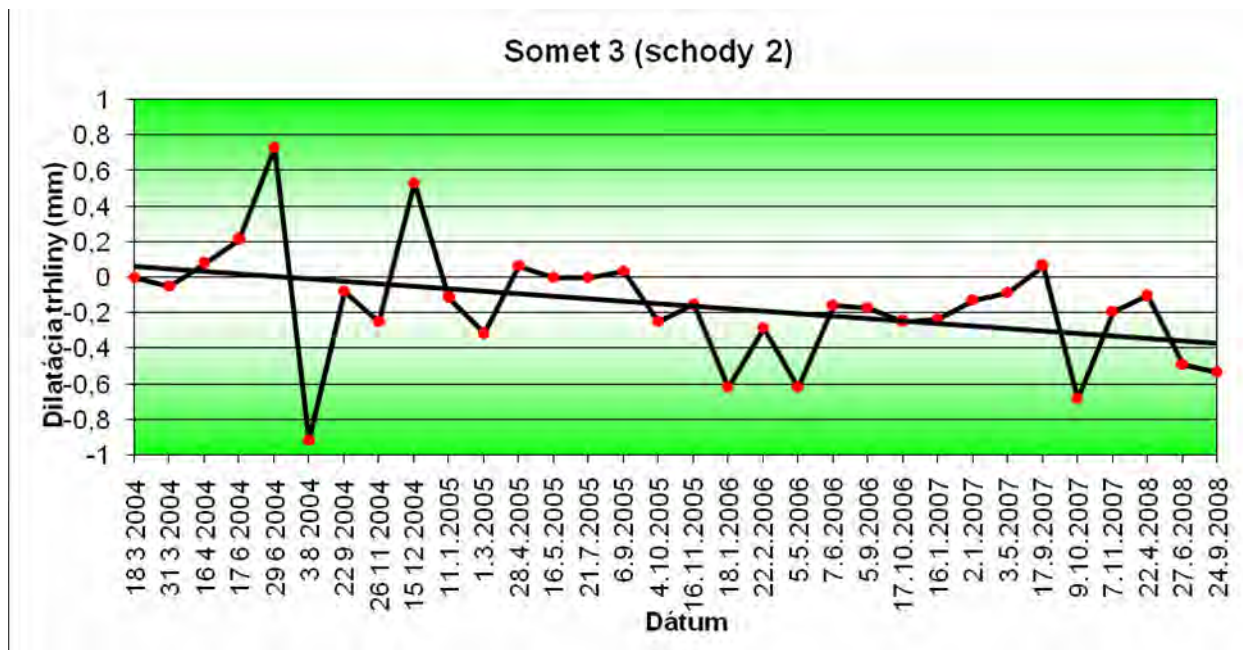


Obr. 2.6.56: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 1 (oblúky)

Záznam meraní v priebehu celého obdobia vykazoval tak cyklické zmeny v meraniach, ako aj jednoznačný trend vo vyklápaní múra na vonkajšiu stranu. Dokumentujú to trendové čiary, ktoré sa akoby približovali. Vzdialenosť bodov 1 – 2 sa znižuje, naopak, vzdialenosť dvojice meracích bodov 1-3 sa zväčšuje.

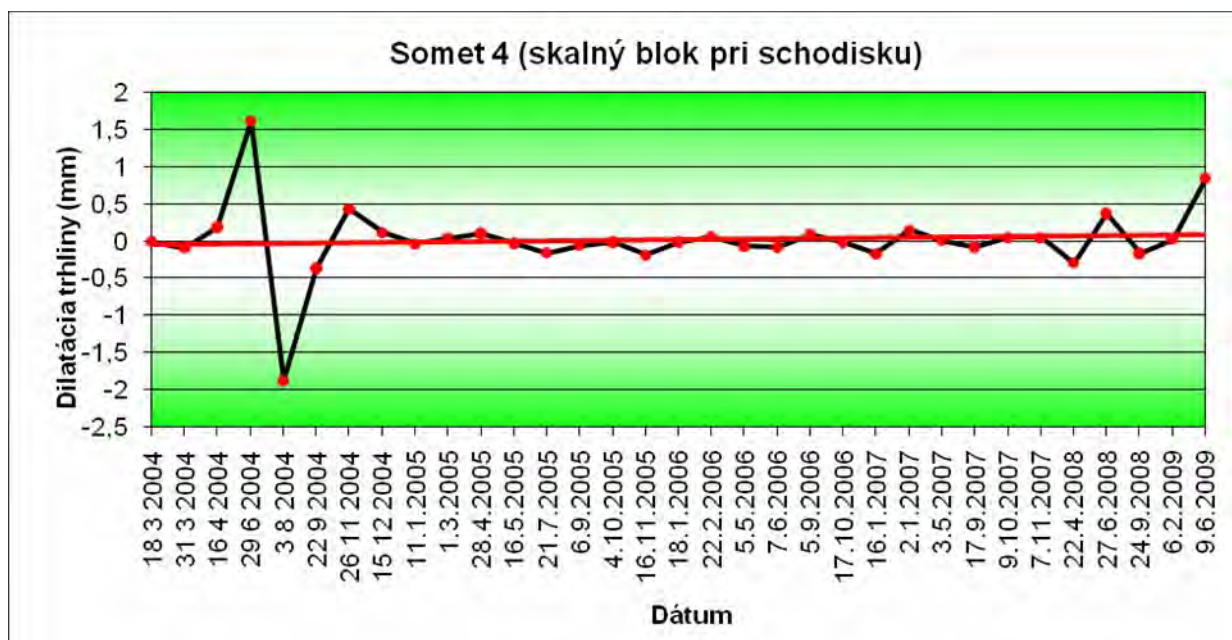


Obr. 2.6.57: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET, stanovisko Somet 2, (schody 1)



Obr. 2.6.58: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET, stanovisko Somet 3 (schody 2)

Merania na schodisku vedúcom zo stredného hradu na hrad horný vykazujú cyklické zmeny spôsobené klimatickými faktormi, pravdepodobne však i zmenou vlhkosti zeme, ktorá tvorí zásyp za múrmi. Najvýraznejšie sa to prejavilo na stanovisku schody 2, kde trendová čiara vykazuje pomerne výrazné uzatvorenie v rozsahu asi 4,05 mm (obr. 2.6.58) za celé merané obdobie. Naopak, merania toho istého múra len z opačnej strany počas celého obdobia nevykázali signifikantný pohyb (obr. 2.6.57). Tento fakt je pravdepodobne možné pripísať rotácii múra, pod vplyvom zemného tlaku.



Obr. 2.6.59: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 4 (skalný blok pri schodisku)

Jediné stanovisko pre meradlo typu SOMET umiestnené v prirodzenom masíve počas meraní nevykázalo mimoriadne pohyby, i keď trendová čiara naznačuje mierny trend k otváraní pukliny (obr. 2.6.59). Tento jav prisudzujeme dvom extrémnym výkyvom v meraní, ktoré boli zaznamenané v priebehu dvoch mesiacov v roku 2004. Je viac ako pravdepodobné, že oba extrémny možno pripísať subjektívnemu vplyvu pri vykonávaní merania.

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.

#### 2.6.4.10. Kláštorň komplex Skalka

Jezuitský kláštor Skalka založený v 11. stor. sa nachádza severne od Trenčína pri obci Zamarovce. V súčasnosti sa z pôvodne rozsiahleho komplexu sakrálnych stavieb zachovala kaplnka so sakristiou a vstupný objekt s opevnením a strážnou vežou. Skalné podložie je tvorené slienitými a rohovcovými vápencami (titón-neokóm), ktoré sú súčasťou Manínskej jednotky. Horninový masív je výrazne tektonicky porušený, pozdĺž najvýraznejšieho poruchového systému orientovaného približne v SV – JZ smere sa vyvinul jaskynný systém, ktorý je súčasne interiérom kaplnky a tvorí súčasť komplexu sakrálnych stavieb. Výrazné statické poruchy v kaplnke spôsobili deštrukciu strešnej časti objektu a obvodových múrov. Okrem statických porúch v objekte kaplnky je z hľadiska zabezpečenia stability historického objektu potrebné pozornosť venovať poruchám horninového masívu, ktoré vymedzujú kvázi nestabilný blok v priestore od vchodu do jaskyne až po schodisko do sakristie (obr. 2.6.60).

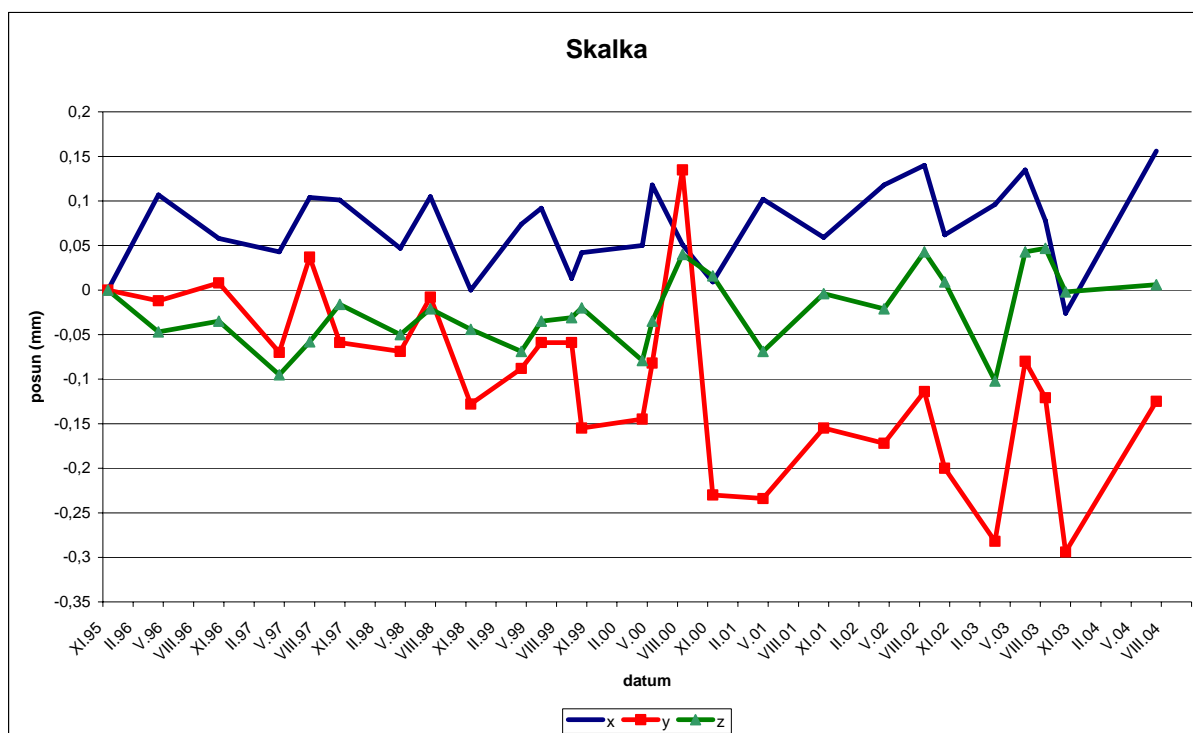


Obr. 2.6.60: a) Kaplnka kláštorňého komplexu Skalka, b) geologický rez

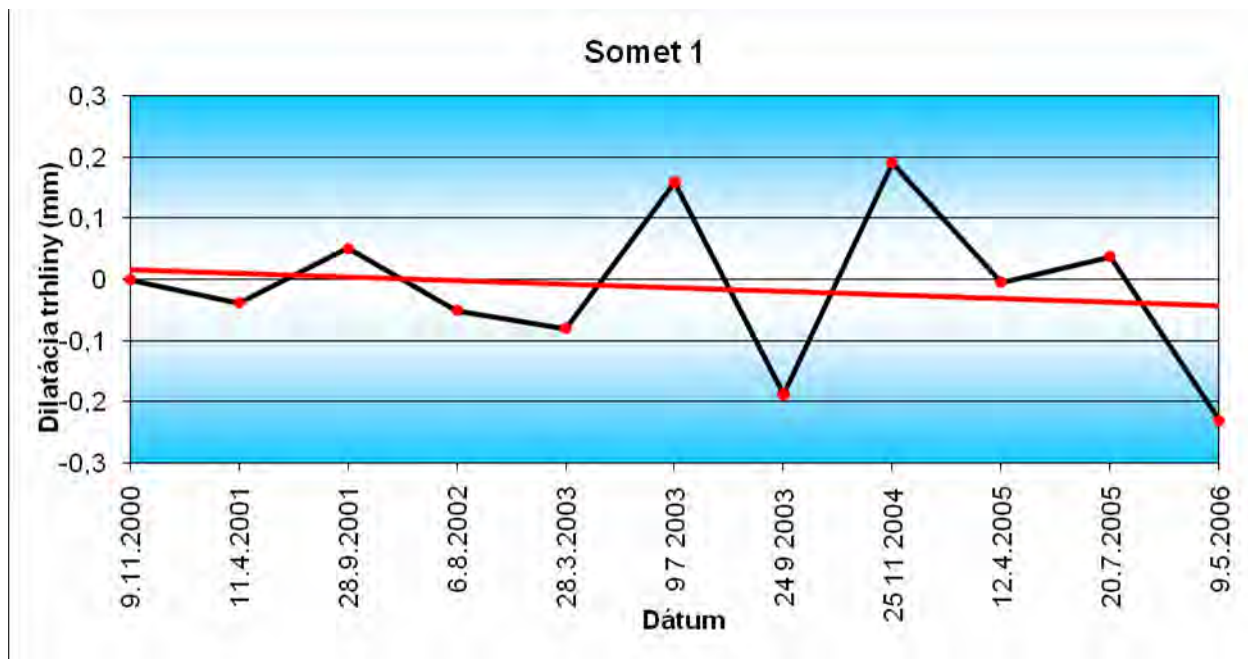
Merania dilatometrom TM 71 od konca roku 1995 naznačujú nemennosť šírky trhliny (obr. 2.6.61). Určitý trend reprezentuje posun v smere osi y, ktorý je minimálny. Celkový posun do konca roku 2003 dosiahol 0,13 mm. V roku 2000 došlo k zrýchleniu pohybu a nárastu celkového posunu na 0,23 mm. V roku 2001 až 2004 došlo opäť k veľmi pomalému cyklickému pohybu s celkovým posunom 0,17 mm, ktorý je pravdepodobne v dôsledku objemových zmien podložia. Žiaľ, v dôsledku stavebných úprav na tejto lokalite sa meradlo TM stalo bez horolezeckej techniky neprístupné a posledné merania boli vykonané v roku 2004 a v roku 2005 bolo meradlo TM 71 odinštalované.

Koncom roku 2000 sme na tejto lokalite osadili aj meracie body (stanovisko Somet 1) pre prenosné meradlo SOMET (obr. 2.6.62). Vzhľadom na fakt, že tieto sú umiestnené v jaskynnom priestore s relatívne ustálenou teplotou v meraniach je jasno vidno elimináciu klimatických vplyvov, na strane druhej mierne skoky s nie väčším rozpätím ako 0,4 mm sú zapríčinené relatívne malou početnosťou meraní (zodpovedá meraniam na TM 71). Sumárne povedané, získané výsledky neindikujú žiadne výrazné pohyby (trendová čiara za merané obdobie poukazuje na mierne uzatvorenie trhliny v rozsahu asi 0,04 mm). Kontinuita meraní bola narušená problémom súvisiacim s obtiažnosťou prístupu na lokalitu, v zmysle neochoty správcu pamiatky (miestna fara) zabezpečiť vstup do cirkevného objektu. Z tohto dôvodu, ale vzhľadom na získané výsledky, poukazujúce na minimálny pohyb, sme merania v roku 2006 prestali vykonávať.

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



Obr. 2.6.61: Výsledky meraní pohybu blokov prístrojom TM 71 na lokalite kláštor Skalka



Obr. 2.6.62: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET na stanovisku Somet 1, kláštor Skalka

#### 2.6.4.11. Kostol'any pod Tríbečom

Lokalita (obr. 2.6.63) sa nachádza v geomorfologickom krajinnom celku Tribeč patriacom do Fatransko-tatranskej oblasti. Na juhu a západe je ohraničený Nitrianskou nivou a pahorkatinou, na severe Hornonitrianskou kotlinou a Vtáčnikom, na východe Pohronským Inovcom a na juhovýchode Žitavskou pahorkatinou. Patrí medzi kryštalicke pohoria, ktorých jadro tvoria hlbinné magmatické a metamorfované horniny. Obal kryštalickeho jadra tvoria pieskovce a vápence. Charakteristické pre toto pohorie sú kremencové tzv. hôrky, ktoré vznikali zapadaním odolných kremencových vrstiev do mäkkých sedimentárnych vrstiev.



Obr. 2.6.63: Kostolík sv. Jakuba v Kostol'anoch pod Tribečom. Foto: ([http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Kostol%C3%ADk\\_sv.\\_Juraja.jpg](http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Kostol%C3%ADk_sv._Juraja.jpg), 19.12. 2010).

Podľa archívnych materiálov a rekognoskácie terénu horninové prostredie v mieste a okolí kostola je po stránke geologickej tvorené horninami mezozoika a iba najvrchnejšiu časť tvoria kvartérne sedimenty. Tieto vystupujú v neširokom údolí miestneho potoka a na priľahlých terasovitých svahoch. Z mezozoických hornín sú najviac zastúpené horniny tzv. tríbečskej série (sp. trias). Spodnú časť tejto série tvorí prevažne kremencové súvrstvie, vo vyšších polohách pribúda bridlačnato-pieskovcový vývoj. Z terénnej obhliadky šachtíc kopaných v interiéri lode kostolíka je viac ako pravdepodobné, že pôvodný kostolík je založený v deluviálnych sedimentoch (obr. 2.6.64 a, b), pričom vlastné základy tvoria na sucho naukladané bloky kremencov, vápencov, ojedinele i kryštallických hornín.

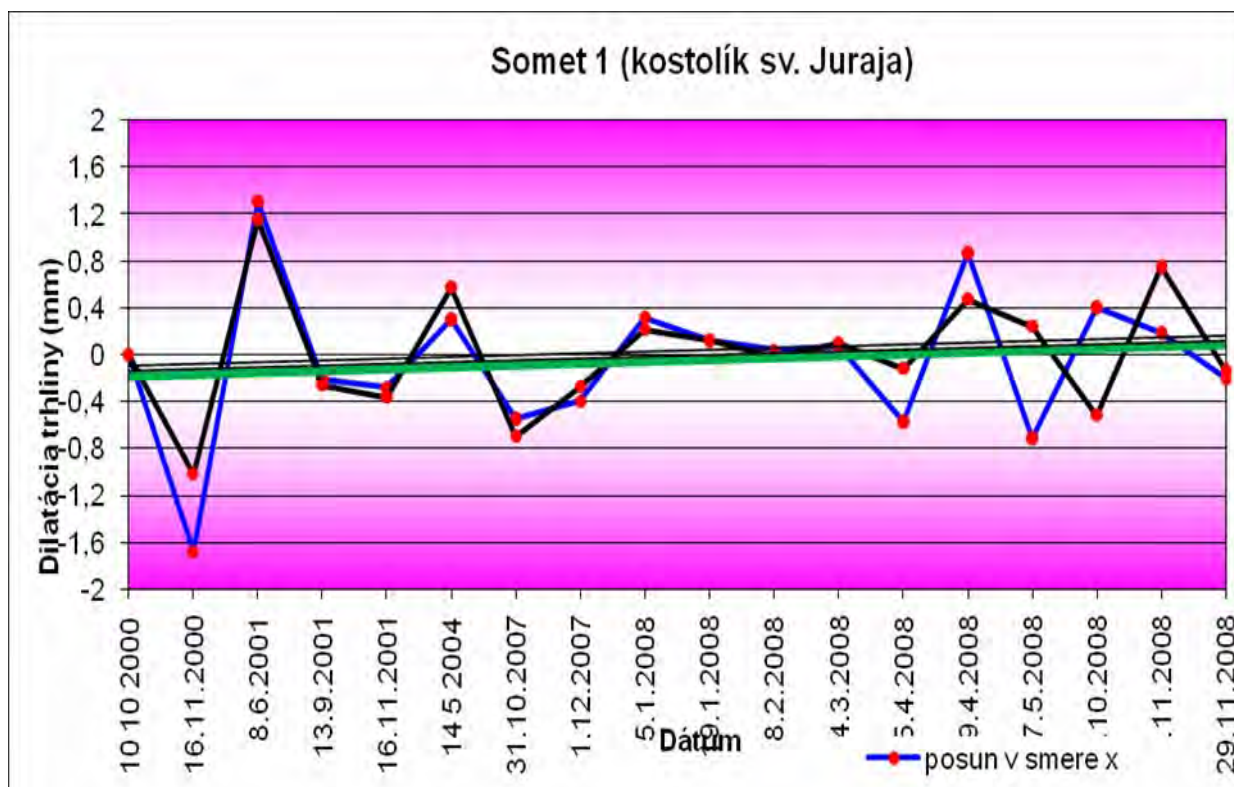
Monitorovacie stanovisko bolo umiestnené vo veži kostolíka a bolo monitorované v nepravidelných intervaloch, vždy v súlade so záujmami Pamiatkového úradu v Nitre a v spolupráci s miestnym farárom. Ak vezmeme sumárne celý časový rad od roku 2000 do roku 2008, keď boli merania kvôli rekonštrukčným prácam ukončené, tak je potrebné konštatovať, že zvislá trhlinka vo veži sa mierne otvorila v rozsahu asi 0,28 mm (obr. 2.6.65).

Štatistické spracovanie meraní pohybov meradlom SOMET je v príl. 6.



Obr. 2.6.64: a) Detail dna šachtice pod jedným z pilierov lode kostola sv. Jakuba, b) kamenný základ, pod ním deluviálne hliny (foto Baxa, 2009)





Obr. 2.6.65: Graf dilatácie trhliny zistený meradlom SOMET v Kostolíku sv. Jakuba v Kostolnoch pod Trábečom

#### 2.6.4.12. Oravský hrad

Oravský hrad (obr. 2.6.66) patrí medzi najvýznamnejšie historické stavby (13.storočie) na území Slovenska. Je situovaný na severnom okraji strednej časti Oravskej vrchoviny. Najvyššia časť hradného komplexu postaveného na morfológicky výraznom skalnom brale leží 112 m nad hladinou rieky Orava. Hradná skala je tvorená horninami bradlového pásma v kysuckom vývoji (Gross et al., 1994). Litologicky sú zastúpené škvŕnité slienité vápence s rohovcami i bez nich a kalpionelové vápence. Spodná časť hradu bola rozpučená v dôsledku tektonického a gravitačného porušenia skalných hornín, ktoré ležia na zvetraných flyšových ílovcoch, resp. slieňovcoch magurského príkrovu.

Samotný hrad bol v priebehu svojej histórie niekoľkokrát rekonštruovaný. Najväčšia rekonštrukcia prebiehala v rokoch 1953 – 1968. V 80-tych rokoch bol na hradnej skale realizovaný orientačný inžinierskogeologický prieskum (Sikora et al., 1986). Porušené časti podzákladia boli neskôr spevnené mikropilótami a kotvami. Výsledky geotechnických prác zhrnuli vo svojej práci Košťák a Sikora (2000).

Dilatometer typu TM 71 bol osadený na vnútornej stene obvodového múra objektu v jz. časti prvého nádvorja (chodba do väznice) porušenej pôvodne výraznou trhlinou (obr. 2.6.67) 22.6.1983.

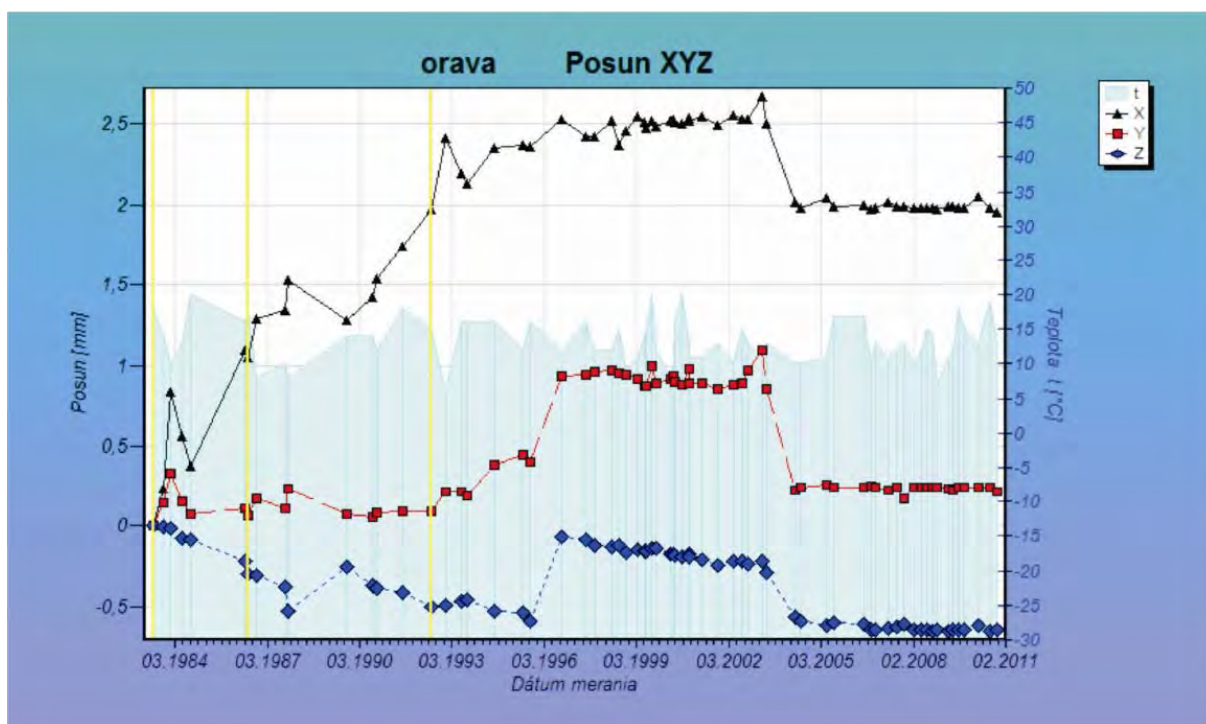


Obr. 2.6.66: Celkový pohľad na Oravský hrad



Obr. 2.6.67: Pozícia dilatometra TM 71

Dilatometer patrí k prvým typom, ktoré merajú iba posuny v troch osiach bez rotácií. Celkové namerané hodnoty za takmer 27 rokov nepresiahli 3 mm (obr. 2.6.68). Od roku 1995 (po sanačných prácach) sa porušovanie podzákladia a obvodového muriva stabilizovalo. Výnimkou bol začiatok roka 2003 (marec – máj), kedy došlo k posunom vo všetkých troch osiach, a to v rozsahu 0,35 – 0,87 mm. Od polovice roku 2003 došlo k stabilizácii pohybov a tento stav trvá dodnes. Doterajšie výsledky potvrdzujú kvalitnú realizáciu sanačných prác v danej časti hradu. V posledných rokoch sa objavila v stene mikrotrhlina, ktorá poukazuje na slabú aktivizáciu pohybov. Svedčia o tom aj záznamy v smere osí X a Y (obr. 2.6.68).



Obr. 2.6.68: Graf posunov zaznamenaný na Oravskom hrade

### 2.6.5. Zhrnutie výsledkov monitorovania

Desaťročné merania potvrdili opodstatnenosť vymedzenej úlohy, ako aj spôsob a metodiku meraní. Z výsledkov je badateľné, že monitorované lokality sú nie v bezprostrednom ohrození vzniku nejakého deštruktívneho javu, i keď ani táto možnosť nie je vylúčená, najmä na hrade Strečno, Trenčín i ďalších hradov. Pomerne konštantné pohyby vykazuje Spišský hrad, ktorý ide do rekonštrukcie, takže merania majú svoje opodstatnenie i do budúcich rokov. Naopak, niektoré výsledky meraní potvrdili svoju oprávnenosť aj tým, že sa na ich základe vykonali technické stabilizačné opatrenia, napr. hrad Devín. V najbližšej budúcnosti hodláme využiť nové automatické meradlá, ktoré by minimalizovali terénne výjazdy za účelom zberu dát, čím by sa znížila i finančná náročnosť predmetnej úlohy a umožnilo zaradiť ďalšie lokality na monitorovanie.

### Literatúra

- Gross, P. (ed.), Filo, I., Halouzka, R., Haško, J., Havrila, M., Kováč, P., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., 1994: Geologická mapa južnej a východnej Oravy. Vyd. MŽP SR a GÚDŠ Bratislava
- Košťák, B., Sikora, J., 2000: Ověření účinnosti sanačních opatření na Oravském hradě.- *Geotechnika* 3/2000, 8-10, Praha
- Sikora, J., Bitterer, L., Frnčo, M., Slivovský, M., Fašiangová, M., 1986: Oravský zámok - ochrana, orientačný inžinierskogeologický prieskum. Manuskript, Geofond Bratislava, 1-121

**Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory**  
Správa za obdobie 2002 – 2009

**Prílohová časť**

**6 Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi**

str.

6      Štatistické spracovanie nameraných pohybov dilatometrickým meradlom SOMET

1

Pril. 6: Štatistické spracovanie meraní pohybov dilatometrickým meradlom SOMET

Lokalita	Stanovisko / Merací bod	Rok	Počet meraní v roku	Minimálna zmena pohybu	Maximálna zmena pohybu	Priemerná zmena pohybu
Spišský hrad	SM1 / 1-2	2000	2	-0,149	-0,149	-0,149
		2001	4	-0,127	0,043	-0,066
		2002	8	-0,470	0,093	-0,119
		2003	7	-0,841	1,068	0,072
		2004	6	-0,691	0,955	0,049
		2005	8	-0,765	0,794	-0,072
		2006	5	-0,210	0,088	-0,043
		2007	4	-0,374	0,109	-0,052
		2008	6	-0,054	0,099	0,036
		2009	4	-0,256	-0,017	-0,124
	SM2 / 1-2	2000	1	-	-	-
		2001	4	-0,696	0,369	-0,178
		2002	7	-0,762	0,455	0,036
		2003	8	-0,917	0,902	-0,050
		2004	6	-2,744	2,699	0,036
		2005	8	-0,431	0,674	0,039
		2006	5	-0,488	0,122	-0,207
		2007	4	-0,799	0,661	-0,171
		2008	6	-0,076	0,558	0,097
		2009	4	-2,241	0,874	-0,284
	SM3 / 1-2	2000	1	-	-	-
		2001	4	-0,530	0,477	-0,072
		2002	7	-0,655	0,540	-0,057
		2003	8	-0,527	0,612	0,028
		2004	6	-0,176	0,236	0,054
		2005	8	-0,431	0,424	-0,025
		2006	5	-0,140	0,331	0,056
		2007	4	-0,380	0,320	-0,086
		2008	6	-0,112	0,219	0,038
		2009	4	-0,762	0,236	-0,354
	SM4 / 1-2	2001	3	-0,324	-0,246	-0,285
		2002	6	-0,673	0,599	-0,050
		2003	8	-1,137	1,229	0,043
		2004	5	-0,271	0,504	0,080
		2005	3	-0,013	0,261	0,085
		2008	6	-0,380	0,347	-0,044
		2009	2	-0,278	-0,278	-0,278
		SM5 / 1-2	2001	3	-0,482	-0,290
	2002		6	-0,743	0,590	-0,051
	2003		8	-0,638	1,182	0,040
	2004		5	-0,466	0,479	0,069
	2005		3	-0,018	0,441	0,135
2008	6		-0,239	0,151	-0,023	
2009	2		-0,029	-0,029	-0,029	
Trenčín	Pod Zápoľského palácom / 1-2	2006	3	-0,405	-0,008	-0,206
		2007	5	-0,079	0,159	0,022
		2008	3	-0,249	0,209	-0,078
		2009	3	-0,030	0,409	0,186
	Múr (južné opevnenie) / 1-2	2006	3	-0,351	-0,061	-0,206
		2007	5	-0,084	0,058	-0,017
		2008	3	-0,404	0,544	0,055
		2009	3	-0,263	0,428	0,035

Lokalita	Stanovisko / Merací bod	Rok	Počet meraní v roku	Minimálna zmena pohybu	Maximálna zmena pohybu	Priemerná zmena pohybu
Trenčín	Pod vstupnou bránou (predný) / 1-2	2006	3	-0,378	0,050	-0,164
		2007	5	-0,056	0,110	0,025
		2008	3	-0,138	0,093	-0,001
		2009	3	-0,174	0,596	0,121
	Pod vstupnou bránou (zadný) / 1-2	2006	3	-0,285	-0,078	-0,181
		2007	5	-0,094	0,056	0,006
		2008	3	-0,449	0,598	0,031
		2009	3	-0,050	0,688	0,198
Uhrovec	Somet 1 (horné poschodie kaplnky) / 1-3	2004	1	-	-	-
		2005	4	-0,213	0,590	0,145
		2006	2	-0,017	0,097	0,040
		2007	4	-0,579	0,831	0,080
		2008	3	-0,197	-0,147	-0,177
		2009	3	-0,302	-0,196	-0,249
	Somet 1 (horné poschodie kaplnky) / 2-3	2000	2	-0,985	-0,985	-0,985
		2001	1	0,048	0,048	0,048
		2003	4	-0,662	0,457	-0,026
		2004	2	-0,332	0,795	0,231
		2005	4	-0,857	0,090	-0,207
		2006	2	0,024	0,156	0,090
		2007	4	-0,674	0,845	0,056
		2008	3	-0,697	0,937	0,059
	Somet 2 (v kaplnke) / 1-2	2000	2	0,037	0,037	0,037
		2001	3	-0,356	0,135	-0,127
		2002	3	-0,110	0,180	0,020
		2003	4	-0,157	0,256	0,044
		2004	2	-0,102	0,226	0,062
		2005	4	-0,185	0,098	-0,026
		2006	2	0,081	0,102	0,092
		2007	4	-0,099	0,071	-0,016
		2008	3	-0,177	0,241	-0,023
		2009	3	-0,201	-0,055	-0,128
	Somet 3 (skalný blok pod kaplnkou) / 1-2	2000	2	0,108	0,108	0,108
		2001	3	-1,103	0,224	-0,476
		2002	3	-0,953	0,537	0,002
		2003	4	-0,609	0,495	0,012
		2004	1	0,564	0,564	0,564
		2005	4	-0,151	0,180	-0,019
		2006	2	-0,051	0,156	0,052
		2007	4	-0,233	-0,009	-0,096
		2008	3	-0,101	0,270	0,086
2009	3	-0,181	0,142	-0,045		
Pajštún	PŠ1 - Ferov komín / 1-2	2003	3	-0,591	0,209	-0,191
		2004	2	-1,239	0,540	-0,350
		2005	4	-0,240	0,107	-0,005
		2006	2	-0,124	2,155	1,015
		2007	4	-1,385	0,181	-0,388
		2008	3	-0,030	0,091	0,015
		2009	3	-0,047	0,005	-0,021

Lokalita	Stanovisko / Merací bod	Rok	Počet meraní v roku	Minimálna zmena pohybu	Maximálna zmena pohybu	Priemerná zmena pohybu
Pajštún	PŠ2 - 4-kový komín / 1-2	2002	1	-	-	-
		2003	1	0,144	0,144	0,144
		2004	1	-0,311	-0,311	-0,311
		2005	3	-0,098	0,245	0,053
		2006	1	-0,109	1,086	1,086
		2007	4	-0,452	0,124	-0,084
		2008	0	-0,060	0,110	0,110
		2009	3	-0,603	0,029	-0,287
	PŠ3 - Ešte neviem / 1-2	2003	4	-0,591	0,359	0,031
		2004	2	0,133	0,806	0,470
		2005	3	-0,130	0,077	-0,005
		2006	2	-0,127	-0,121	-0,124
		2007	4	-0,149	0,121	0,002
		2008	3	-0,604	0,737	0,061
		2009	3	-0,067	-0,050	-0,059
	PŠ4 - Tatrašport / 1-2	2003	4	-0,602	0,146	-0,201
		2004	0	-0,108	0,423	0,423
		2005	4	-0,078	0,145	0,006
		2006	4	-0,115	0,119	0,039
		2008	3	-0,084	0,060	-0,004
		2009	3	-0,165	0,142	-0,012
	PŠ5 - SMX / 1-2	2004	2	-0,311	-0,311	-0,311
		2005	4	-0,060	0,200	0,053
		2006	4	-0,215	0,119	-0,042
		2008	2	0,045	0,306	0,175
		2009	3	-0,060	-0,006	-0,033
	PŠ6 - Pod hlavami / 1-2	2004	2	-0,111	-0,111	-0,111
		2005	4	-0,435	0,081	-0,097
		2006	1	0,036	0,036	0,036
2007		4	-0,257	0,117	-0,031	
2008		3	-0,136	0,478	0,087	
2009		2	0,012	0,012	0,012	
Plavecký hrad	Somet 1 (trhlina) / 1-2	2002	2	-0,369	-0,369	-0,369
		2003	4	-0,897	0,471	-0,047
		2004	3	-0,792	0,471	0,029
		2005	4	-0,187	0,170	-0,002
		2006	2	0,058	0,100	0,079
		2007	4	-1,850	0,111	-0,571
		2008	3	-0,085	1,545	0,572
		2009	3	-0,070	-0,053	-0,061
	Somet 2 (skalný blok) / 1-2	2003	4	-0,220	0,304	0,077
		2004	3	-0,379	0,318	-0,022
		2005	4	-0,157	0,075	-0,018
		2006	2	-0,004	0,079	0,038
		2007	4	-0,278	0,144	-0,034
		2008	3	-0,450	0,474	0,025
		2009	3	-0,038	-0,016	-0,027
	Somet 3 (skalný blok) / 1-2	2004	1	-	-	-
		2005	3	-0,239	0,023	-0,078
		2006	2	-0,074	0,024	-0,025
		2007	4	-0,251	0,095	-0,045
		2008	3	-0,060	0,150	0,033
		2009	3	-0,087	-0,066	-0,077

Lokalita	Stanovisko / Merací bod	Rok	Počet meraní v roku	Minimálna zmena pohybu	Maximálna zmena pohybu	Priemerná zmena pohybu
Lietava	Somet 1 / 1-2	2000	2	-0,047	-0,047	-0,047
		2001	2	-0,217	0,130	-0,043
		2002	2	-0,304	-0,040	-0,172
		2003	4	-0,223	0,672	0,278
		2004	3	-2,839	-0,023	-1,848
		2005	4	-0,209	0,190	-0,013
		2006	3	-0,093	0,110	-0,021
	2007	1	-0,082	-0,082	-0,082	
	Somet 2 / 1-2	2000	2	0,001	0,001	0,001
		2001	2	-0,313	-0,071	-0,192
		2002	2	-0,329	0,458	0,065
		2003	4	-0,511	1,123	0,090
		2004	3	-0,056	0,136	0,060
		2005	4	-0,233	0,346	0,083
		2006	3	-0,093	0,243	0,024
	2007	1	-0,095	-0,095	-0,095	
	Somet 3 (opačná strana múra) / 1-2	2004	2	1,986	1,986	1,986
		2005	4	-0,178	0,131	-0,054
		2006	3	-0,114	0,118	0,024
2007		1	-0,145	-0,145	-0,145	
Somet 3 (opačná strana múra) / 1-3	2004	2	-1,134	-1,134	-1,134	
	2005	4	-0,231	0,107	0,000	
	2006	3	-0,249	0,141	-0,049	
	2007	1	-0,092	-0,092	-0,092	
Somet 4 (klenba) / 1-2	2004	2	-0,928	-0,928	-0,928	
Somet 4 (klenba) / 1-3	2004	1	-	-	-	
Somet 5 (kaplnka) / 1-2	2004	1	6,323	6,323	6,323	
Čachtice	Somet 1 / 1-2	2003	4	-0,861	0,893	0,122
		2004	2	-0,426	-0,217	-0,321
		2005	3	-0,177	0,130	0,015
		2006	3	-0,275	-0,009	-0,172
Devín	Somet 1 (oblúky) / 1-2	2004	5	-0,725	1,020	0,160
		2005	8	-0,480	0,788	0,024
		2006	5	-0,265	0,329	0,044
		2007	6	-0,267	0,227	-0,051
		2008	3	-0,524	0,645	0,050
		2009	1	-0,402	-0,402	-0,402
	Somet 1 (oblúky) / 1-3	2004	5	-0,253	0,788	0,088
		2005	8	-0,236	0,099	-0,008
		2006	5	-0,234	0,432	0,119
		2007	6	-0,145	0,397	0,121
		2008	3	-0,014	0,293	0,110
	Somet 1 (oblúky) / 2-3	2004	5	-0,021	0,121	0,037
		2005	8	-0,121	0,093	-0,008
		2006	5	-0,086	0,157	0,017
		2007	6	-0,107	0,057	-0,014
2008		3	-0,107	0,100	0,010	
2009		2	-0,029	0,114	0,043	



Lokalita	Stanovisko / Merací bod	Rok	Počet meraní v roku	Minimálna zmena pohybu	Maximálna zmena pohybu	Priemerná zmena pohybu	
Devín	Somet 2 (schody 1) / 1-2	2004	11	-1,002	0,726	-0,123	
		2005	8	-0,203	0,149	-0,009	
		2006	6	-0,649	0,362	-0,099	
		2007	6	-0,107	0,154	0,023	
		2008	3	-0,349	0,242	-0,058	
		2009	1	-0,397	-0,397	-0,397	
	Somet 3 (schody 2) / 1-2	2004	9	-0,944	0,767	0,019	
		2005	8	-0,368	0,091	-0,082	
		2006	6	-0,706	-0,165	-0,337	
		2007	6	-0,696	0,125	-0,223	
		2008	3	-0,640	-0,066	-0,365	
		2009	2	0,000	0,961	0,480	
	Somet 4 (nad bránou) / 1-2	2004	4	-0,688	0,980	0,045	
	Somet 4 (nad bránou) / 1-3	2004	4	-1,544	1,434	-0,081	
	Somet 5 (za bránou) / 1-2	2004	4	-0,141	5,533	1,806	
	Kláštorný komplex Skalka	Somet 1 / 1-2	2000	1	-	-	-
			2001	3	-0,038	0,051	0,007
2002			3	-0,187	0,158	-0,037	
2004			1	0,190	0,190	0,190	
2005			1	-0,005	-0,005	-0,005	
2006			1	-0,216	-0,216	-0,216	
Kostoľany nad Trábečom (kostolík sv. Juraja)	Somet 1 / 1-2	2000	2	1,363	1,363	1,363	
		2001	3	-0,184	0,383	0,010	
		2004	2	-5,124	0,402	-2,361	
		2007	2	0,095	3,712	1,903	
		2008	10	-0,317	0,405	0,005	
	Somet 1 / 1-3	2000	2	-0,086	-0,086	-0,086	
		2001	3	-0,350	0,695	0,033	
		2004	2	-0,767	0,695	-0,036	
		2007	2	-0,078	0,104	0,013	
		2008	10	-1,299	1,126	0,142	
	Somet 2 / 2-3	2000	2	-1,676	-1,676	-1,676	
		2001	3	-0,280	1,307	0,273	
		2004	2	-5,229	0,305	-2,462	
		2007	2	-0,393	4,687	2,147	
2008		10	-0,711	0,868	0,053		

## 2.7. MONITOROVANIE AKTÍVNYCH RIEČNYCH SEDIMENTOV

Riečny sediment reprezentuje častice odvodené z hornín alebo biologických materiálov znosovej oblasti, ktoré boli transportované kvapalnou fázou, alebo pevnú, resp. suspendovanú fázu (anorganický a organický sestón) usadzovanú z vody (Bodiš – Rapant, 1999). Riečny sediment je jemnozrnný dnový (resp. príbrežný, brehový) sediment akumulovaný pri vhodných podmienkach prúdenia v povrchovom toku, ktorý poskytuje citlivú indikáciu kumulovaného účinku vody sprostredkovanú ukladaním suspendovaného materiálu, ako aj rozpustných zložiek koncentrovaných najmä prostredníctvom sorpčných reakcií. Dôvodom zvýšeného záujmu o riečne sedimenty nielen u nás ale aj vo svete sú ich vlastnosti a genéza a ktorých štúdium umožňuje robiť dôležité závery v rámci prospektorských, geochemických a v poslednom období veľmi významných environmentálnych hodnotení.

Riečne sedimenty predstavujú prostredie, v ktorom prebieha podstatná časť samočistiacich procesov v povrchových tokoch. V prírodných podmienkach Slovenska reprezentujú z environmentálneho hľadiska dôležité vzorkovacie a hodnotiace médium, najmä v dôsledku široko rozvinutej riečnej siete a relatívne silnej členitosti reliéfu. V jemnej frakcii riečného sedimentu (štandardne sa uvádza pod 0,125 mm) dochádza vplyvom silnej sorpčnej kapacity k sorpcii, zrážaniu a zachytávaniu prvkov prinášaných do tokov zo znosových oblastí. Riečny sediment odráža geochemický charakter pôd, hornín a produktov ich zvetrávania v povodí a charakterizuje tiež samotný vodný tok.

V rámci monitorovania kvalitatívnych geologických faktorov životného prostredia sa sleduje aj chemické zloženie snehovej pokrývky a geochemické zvetrávanie. Oba tieto geologické faktory majú prakticky podobné hybné sily a navzájom súvisia, pričom majú aj praktický význam, ktorý je hlavne v tvorbe chemického zloženia podzemných vôd a množstva, rýchlosti a materiálového charakteru zvetrávania. Riečne sedimenty sú v hlavnej miere produktom zvetrávania a to je podmienené okrem iného charakterom snehových roztokov (najmä ich aciditou).

### 2.7.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

#### A. Riečne sedimenty

Cieľom monitorovacieho subsystému je identifikácia časových zmien a priestorových rozdielov obsahov vybraných prvkov v aktívnom riečnom sedimente hlavných tokov Slovenska, a to vplyvom primárnych (geogénnych) ako aj antropogénnych podmienok. Z hodnotenia výsledkov monitoringu je možné poukázať na potenciálne riziko ohrozenia prirodzenej rovnováhy vo vodnom ekosystéme na konkrétnej lokalite.

Monitorovacia sieť riečnych sedimentov predstavuje v súčasnosti 48 referenčných odberových miest. Monitoring riečnych sedimentov Slovenska je realizovaný od roku 1996, pričom na jeho začiatku boli pri výbere reprezentatívnych odberových miest zohľadnené najmä:

- *kritérium ekologickej účelnosti* (t.j. situovanie odberových miest v oblastiach s predpokladaným antropogénnym zaťažením ako aj v oblastiach s rozhodujúcim vplyvom prírodných faktorov na chemickom zložení stanovovaných parametrov),
- *regionálny charakter monitorovacej siete* (odberové miesta charakterizujú približne každý 70 km významného toku v hlavných povodiach Slovenska),
- *situovanie odberov v miestach národného monitoringu kvality povrchových vôd Slovenska, ktorý je realizovaný Slovenským hydrometeorologickým ústavom (SHMÚ)*.

Vzhľadom ku zmenám v štruktúre národného monitoringu kvality povrchových vôd Slovenska (celkový dizajn, rozmiestnenie monitorovacích stanovišť a iné), problémom odberu reprezentatívnej vzorky na niektorých stanovištiach, resp. aktuálnemu stavu poznatkov

a vyhodnoteniu výsledkov monitoringu za 8-ročné obdobie bola v roku 2004 realizovaná *optimalizácia* monitoringu riečnych sedimentov, pričom došlo k úprave v situovaní monitorovaných lokalít (Kordík et al., 2004).

## **B. Kvalita tuhých zrážok**

Výber monitorovacej siete je účelovo podriadený hlavným cieľom monitoringu tohto čiastkového subsystému. Vzhľadom na najdôležitejšie faktory, ktoré ovplyvňujú chemické zloženie zimných zrážok sú ciele monitorovania kvality snehovej pokrývky nasledovné:

- poznanie mechanizmu vytvárania zásob a procesov tvorby chemického zloženia podzemných vôd
- uvážené zásahy do prírodného prostredia z hľadiska acidifikácie prírodných receptorov (prírodná voda, pôda, horniny, biomasa apod.)
- monitorovanie vplyvu zmien množstva a kvality roztokov vzniknutých topením snehovej pokrývky na priebeh procesov zvetrávania, presadavosti, zosúvania a pod.
- poznanie potenciálneho prínosu atmosferických solí za časové obdobie a poznanie zaťaženia atmosféry
- poznanie stupňa a charakteru znečistenia životného prostredia Slovenskej republiky s možnosťou vytvoriť model vývoja na základe dlhodobého (historického) radu pozorovaní.

Pri výbere lokalít bola zohľadnená výšková diferenciácia terénu (lokality vysokohorské, nížinné) s prednostnou orientáciou na horské oblasti, v ktorých sa formujú hlavné zásoby vodohospodársky využiteľných podzemných a povrchových vôd, geologickú stavbu (prednostná orientácia na územia budované z hľadiska infiltrácie hydrogeologicky priaznivými horninami), prevládajúce cyklonálne a anticyklonálne situácie v zimnom období (a s nimi spojené prevládajúce smery prúdenia vzdušných hmôt) a lokalizácia niektorých významných regionálnych zdrojov znečisťovania atmosféry (oblasť Bratislavy, Horné Ponitrie, Vojany vo Východoslovenskej nížine a pod.), t.j. výberom lokalít sme sa snažili o zachytenie vplyvu globálnych/regionálnych a lokálnych zdrojov a ich identifikáciu.

Pri hodnotení chemického zloženia zrážok existujú dva prístupy. Prvý (meteorologický), ktorý hodnotí kvalitu zrážok na základe skúmania samočistiacich procesov atmosféry so všetkými naviazanými problémami interpretácie. Druhý (hydrogeochemický) sa zaoberá hlavne vplyvom roztokov, vzniknutých z topenia snehovej pokrývky na tvorbu chemického zloženia povrchových a podzemných vôd. V našom prípade pri súbornom hodnotení nazhromaždeného rozsiahleho analytického materiálu vychádzame z pozície hydrogeochemického štúdia, t.j. iba v minimálnej potrebnej miere sa zaoberáme hodnotením mechanizmu a fyzikálno-chemickej podstaty javov podmieňujúcich tvorbu chemického zloženia zrážkových vôd v atmosfére. Dôraz sa kladie na poznanie a regionálne zhodnotenie kvalitatívnych vlastností snehovej pokrývky vo vzťahu k tvorbe chemického zloženia podzemných vôd, vplyvu na geologické procesy, zaťaženia atmosféry, identifikáciu zdrojov kontaminácie rôznej veľkosti a charakteru a možnosti acidifikácie povrchových a podzemných vôd a pôd.

### **2.7.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia**

#### **A. Riečne sedimenty**

*Analyzovaná asociácia prvkov* v riečnych sedimentoch štandardne predstavuje hlavné prvky stanovované v % (Na, K, Mg, Ca, Fe, Mn), resp. stopové prvky stanovované v mg.kg<sup>-1</sup> (Cr, Cu, Al, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Se, Pb, Sb).

*Výsledky* chemických analýz, zrnitostných, resp. mineralogických rozborov sú digitálne spracované, georeferencované a uložené v *databázovom programe MS ACCESS*. *Mapové*

podklady (základná riečna sieť, hlavné sídla, lokalizácia monitorovacích stanovišť) spolu s príslušnou databázou sú spracované v prostredí softvéru *MapInfo Professional*, ktorý zabezpečuje vzájomné prepojenie databázových informácií s jednoduchým geografickým informačným systémom. Databázové informačné vrstvy sú interaktívne priradené k bodovým značkám miest odberov vzoriek riečnych sedimentov. Vzhľadom na široký charakter poskytovaných informácií z monitoringu riečnych sedimentov bola vybudovaná relačná databáza s nasledovnými relačne prepojenými základnými tabuľkami:

- „CMS\_RS\_databaza“ (základná databáza chemického zloženia riečnych sedimentov),
- „CMS\_RS\_popis\_lokalit“ (základné lokalizačné údaje o monitorovacích bodoch),
- „CMS\_RS\_mineralogicky\_rozbor“ (výsledky mineralogického rozboru),
- „CMS\_RS\_zrnitostna\_analyza“ (výsledky zrnitostnej analýzy).

Prezentácia výsledkov monitoringu riečnych sedimentov je vzhľadom k zložitosti podmienok tvorby sedimentu a dynamickým prejavom (zvetrávanie, sedimentácia, migrácia látok) interpretačne náročná. Zloženie riečneho sedimentu reprezentuje prírodné danosti prislúchajúcej oblasti povodia, ako aj antropogénny vplyv.

Na posúdenie obsahu kontaminujúcich látok v riečnych sedimentoch sa porovnávajú namerané obsahy prvkov s konkrétnymi limitnými koncentráciami. Pre účely hodnotenia kontaminácie riečnych sedimentov v rámci monitoringu sú využité limitné koncentrácie platné pre pôdy (Anonym, 1994). Tento postup je v súlade s odporúčaním Smernice MŽP SR č. 4/1999-3 na zostavovanie a vydávanie Geochemickej mapy riečnych sedimentov v mierke 1:50 000. Prehľad limitných hodnôt analyzovaných parametrov je znázornený v tab. 2.7.1.

Tab. 2.7.1: Limitné hodnoty analyzovaných rizikových látok podľa Rozhodnutia ministerstva pôdohospodárstva SR číslo 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde (údaje sú vyjadrené v mg.kg<sup>-1</sup>)

Zložka	A	B	C	Zložka	A	B	C
As	29	30	50	Ni	35	100	500
Cd	0,8	5	20	Pb	85	150	600
Co	20	50	300	Sb	20	30	100
Cr	130	250	800	Se	0,8	5	20
Cu	36	100	500	Zn	140	500	3000
Hg	0,3	2	10				

Pozn.: kategória A predstavuje referenčnú hodnotu, pri prekročení B kategórie je potrebný monitoring lokality, pri prekročení C kategórie sú potrebné sanačné opatrenia

Charakter znečisťujúcich látok, resp. látok prekračujúcich stanovené limity je charakterizovaný prostredníctvom *stupňa (indexu) znečistenia C<sub>d</sub>*. Hodnoty indexu znečistenia sú vypočítané zo sumy podielov absolútnych koncentrácií posudzovaných parametrov k ich limitným obsahom pre pôdy (Slaninka, 1994; Backman et al., 1998):

$$C_d = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_{Ai}}{C_{Ni}} - 1 \right)$$

kde:  $C_{Ai}$  - analytická hodnota i-zložky,  
 $C_{Ni}$  - limitná (normatívna) hodnota i-zložky.

Charakteristika chemického zloženia riečnych sedimentov je spracovaná štandardnými štatistickými metódami, a to najmä s využitím *popisných (deskriptívnych) štatistických parametrov*. V samostatných tabuľkách sú ďalej uvedené lokality s najvyššími, resp. najnižšími hodnotami mediánov koncentrácií stanovených zložiek (medián vzhľadom k charakteru distribúcie väčšiny prvkov predstavuje reprezentatívnejšiu hodnotu).

Premenlivosť hodnôt ukazovateľa v štatistickom súbore je vyjadrená prostredníctvom variability. *Časová variabilita* v zásade vyjadruje stabilitu obsahu prvku v sedimente na

jednotlivých lokalitách počas 14-ročného monitorovacieho obdobia. Je hodnotená prostredníctvom variačného koeficientu  $v_{\varepsilon}$ , ktorého výpočet je založený na percentuálnom vyjadrení pomeru hodnoty štandardnej odchýlky k hodnote aritmetického priemeru pre každý sledovaný parameter a každú monitorovanú lokalitu:

$$v_{\varepsilon} = \frac{S_{ij}}{\bar{x}_{ij}} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde:

- $S_{ij}$  - štandardná odchýlka i-zložky na j-lokalite
- $\bar{x}_{ij}$  - aritmetický priemer i-zložky na j-lokalite.

Priemerná hodnota koeficientu  $v_{\varepsilon}$  a i-zložku pre všetky lokality  $v_{priem}$  je vypočítaná zo vzťahu:

$$\bar{v}_{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{\varepsilon}, \text{ kde } n \text{ je počet monitorovaných lokalít.}$$

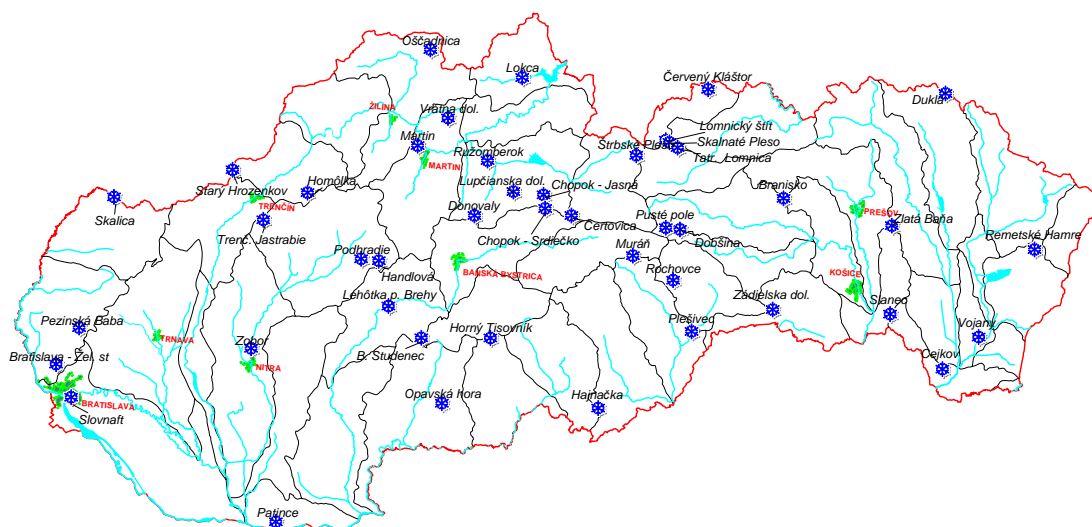
Podobne je formou variačného koeficientu riešená aj **priestorová variabilita** prvku. Charakterizuje ju vzťah vyjadrujúci pomer štandardnej odchýlky k hodnote aritmetického priemeru všetkých meraní sledovaného prvku (ukazovateľ'a):

$$v_p = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%].$$

## B. Kvalita tuhých zrážok

Vstupné monitorovacie prvky reprezentujú chemické účelové analýzy snehových roztokov z každého bodu monitorovacej siete.

Mapka monitorovacích stanovišť zimných zrážok



Obr. 2.7.1: Monitorovacia sieť odberu vzoriek zimných zrážok

Vstupné údaje sú získavané expedičným odberom kompozitných vzoriek v 44 stabilných odberových miestach z celého profilu snehovej pokrývky. Po pozvoľnom roztopení vzorky a homogenizácii sa robí chemická analýza upravenými štandardnými metódami (Gazda-Lopašovský, 1983), s aplikáciou princípov správnej analytickej praxe. Interval pozorovania je raz za zimné obdobie. Vzorkovanie sa realizuje jedenkrát ročne, čo reprezentuje jednu informáciu o chemickom zložení snehovej pokrývky z jednej lokality. Monitoring zimných zrážok bol zahájený v roku 1976. Vstupné údaje sú uložené v databázovom systéme Excel a tiež v prostredí MapInfo Professional v prepojení na prvotné údaje prostredníctvom databázy Access. Vstupné informácie sú numerické, dátové a charakterové. Užívateľ má k dispozícii nasledovné typy informácií:

- prvotné dáta (chemické analýzy snehových roztokov)
- grafické a tabuľkové spracovanie
- mapové výstupy.

Štruktúra databázy o monitorovaní chemického zloženia snehovej pokrývky na Slovensku je znázornená schematicky v tab. 2.7.2.

Monitorovacia sieť a jednotlivé odberové miesta sú dokumentované na obr. 2.7.1, zoznam lokalít je uvedený v tab. 2.7.3. Lokality sú prakticky fixnými miestami, okrem odberového miesta Starý Hrozenkov, ktoré sa po vzniku Slovenskej republiky premiestnilo o cca 1,5 km.

Tab. 2.7.2: Štruktúra databázy údajov o chemickom zložení snehovej pokrývky na Slovensku

<b>Základné údaje:</b>									
1. Súradnice (x, y) miesta odberu									
2. Nadmorská výška miesta odberu (odčítané z mapy)									
3. Lokalizácia miesta odberu (slovom)									
4. Dátum odberu									
5. Klimatické podmienky odberu									
<b>Stanovenia v teréne:</b>									
1. Výška snehovej pokrývky (starý sneh)									
2. Výška snehovej pokrývky (nový sneh)									
3. Teplota vzduchu									
4. Teplota snehu									
5. Hodnota alkality									
6. Hodnota acidity									
7. Hodnota pH									
<b>Chemická analýza:</b>									
Na	K	NH <sub>4</sub>	Mg	Ca	Sr	Mn	Fe	Al	Zn
Cu	pH	H	Cl	F	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Min
<b>Vypočítané hodnoty:</b>									
1. Celková mineralizácia									
2. Obsah H <sup>+</sup>									

Tab. 2.7.3: Zoznam lokalít odberu vzoriek snehovej pokrývky

1. Bratislava-Slovnaft	23. Chopok-Srdiečko
2. Bratislava-Železná studienka	24. Čertovica
3. Pernek	25. Chopok-Jasná
4. Skalica-Zlatnícky potok	26. Štrbské pleso
5. Starý Hrozenkov	27. Muránska planina
6. Trenčianske Jastrabie	28. Hajnačka
7. Homôlka	29. Plešivec
8. Nitra-pod Zoborom	30. Rochovce
9. Patince-pri dunajskej hrádzi	31. Dobšiná
10. Opavská hora	32. Pusté Pole

11. Banský Studenec	33. Tatranská Lomnica
12. Lehôtka pod Brehy	34. Skalnaté pleso
13. Handlová-Nová Lehota	35. Lomnický štít
14. Podhradie pri Novákoch	36. Červený Kláštor
15. Martinské hole	37. Branisko
16. Vrátna dolina	38. Zádielska dolina
17. Oščadnica	39. Slanec
18. Lokca	40. Zlatá Baňa
19. Ružomberok-pri stanici lanoky	41. Dukla-pamätník
20. Ľupčianska dolina	42. Remetské Hámre
21. Donovaly	43. Vojany
22. Horný Tisovník	44. Cejkov

### 2.7.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

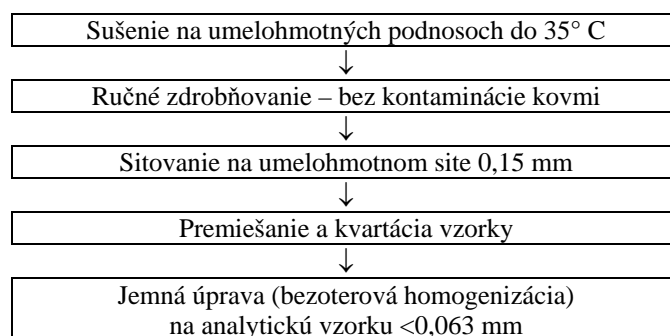
#### A. Riečne sedimenty

Vzhľadom k eróznym procesom je jednou zo základných otázok reprezentatívnosť riečného sedimentu, ktorý by mal prezentovať a geochemicky hodnotiť príslušnú oblasť povodia. Procesy kontrolujúce zloženie sedimentu nemusia vždy vyjadrovať prírodné podmienky distribúcie prvkov v oblasti (Bogen et al., 1992), t.j. v podmienkach Slovenska chemické zloženie riečného sedimentu na mnohých miestach podlieha premenám vplyvom antropogénnej činnosti (Bodiš – Rapant, 1999).

Aktívny riečny sediment reprezentuje jemnozrnný materiál transportovaný tečúcou vodou. Pre účely monitoringu Slovenska riečne sedimenty reprezentujú vo väčšine prípadov veľké drenážne oblasti (> 100 km<sup>2</sup>). Pri odbere je dôležité zabrániť kontaminácii vzorky. Samotný odber je podľa možností realizovaný metódou tzv. asociačnej vzorky, pozdĺž brehu povrchového toku (zvyčajne do 20 m), a to v miestach, kde hydrodynamické podmienky umožňujú ukladanie jemnozrnných sedimentov. Vzorky sú odoberané do obalov z PVC materiálu. Hmotnosť odoberanej asociačnej vzorky závisí od zrnitosti odoberanej vzorky (zvyčajne sa odoberá okolo 2 kg, v prípade hrubozrnejších sedimentov to môže byť aj viac).

Úprava odobratých asociačných vzoriek je najskôr realizovaná sušením pri laboratórnej teplote a následným sitovaním pod frakciu 0,125 mm. Vzorky sú odoberané jedenkrát ročne, analyzované na celkový (totálny) obsah vybraných prvkov a prevedené do roztoku kompletným rozkladom.

Príprava vzoriek pred analytickým spracovaním prebieha v laboratóriu GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves nasledovným spôsobom:



Analytické práce sú realizované v akreditovanom laboratóriu GAL ŠGÚDŠ, regionálne centrum Spišská Nová Ves. V tab. 2.7.4 sú zhrnuté použité analytické metódy stanovovania jednotlivých parametrov, medze ich stanovenia a rozšírené neistoty meraní pri danom rozsahu stanovenia.

Tab. 2.7.4: Analyzovaná asociácia a laboratórne techniky (G – gravimetria, AAS – atómová absorpčná spektrometria, AES-ICP – atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou, RFS – röntgenfluorescenčná spektrometria)

Parameter	Metóda	Jednotka	Medza stanovenia	Rozsah	rozšírená neistota U(k=2) %
strata sušením	G	%	0.01	0,01-1,00	15
				1,00-10,00	5
				10,00-45,00	3
strata žíhaním	G	%	0.01	0,01-1,00	15
				1,01-10,00	5
				10,01-45,00	3
Na	AES-ICP	%	0.005	0,005-0,6	20
				0,6-2	10
				2-10	5
K	AES-ICP	%	0.03	0,03-0,6	20
				0,6-2	10
				2-10	5
Ca	RFS	%	0.05	0,05-2	10
				2-10	5
				10-55	2.5
Mg	RFS	%	0.05	0,05-0,5	10
				0,5-5	5
				5-50	2.5
Fe	RFS	%	0.05	0,05-2	10
				2-10	5
Mn	RFS	%	0.01	0,01-0,1	10
				0,1-0,5	5
Al	RFS	%	0.05	0,05-2	10
				2-10	5
				10-35	3
As	AAS	mg.kg <sup>-1</sup>	0.1	0,1-1	25
				1-10	15
				10-1000	8
Cd	AAS	mg.kg <sup>-1</sup>	0.1	0,1-5	20
				5-50	10
				50-5000	5
Co	AAS	mg.kg <sup>-1</sup>	3	3-10	20
				10-100	10
				100-10000	5
Cr	RFS	mg.kg <sup>-1</sup>	10	10-50	15
				50-500	7.5
				500-900	5
Cu	RFS	mg.kg <sup>-1</sup>	5	5-50	10
				50-3000	5
Hg	AAS	mg.kg <sup>-1</sup>	0.01	0,01-0,1	15
				0,1-1	10
				1-1000	5
Ni	RFS	mg.kg <sup>-1</sup>	4	4-50	25
				50-150	10
				150-750	5
Pb	RFS	mg.kg <sup>-1</sup>	5	5-50	15
				50-1000	7.5
				1000-5500	5
Sb	AAS	mg.kg <sup>-1</sup>	0.1	0,1-1	25
				1-10	15
				10-1000	8
Se	AAS	mg.kg <sup>-1</sup>	0.1	0,1-1	25
				1-10	15
				10-1000	8
Zn	RFS	mg.kg <sup>-1</sup>	5	5-100	10
				100-2000	5
				2000-7000	3



## **B. Kvalita tuhých zrážok**

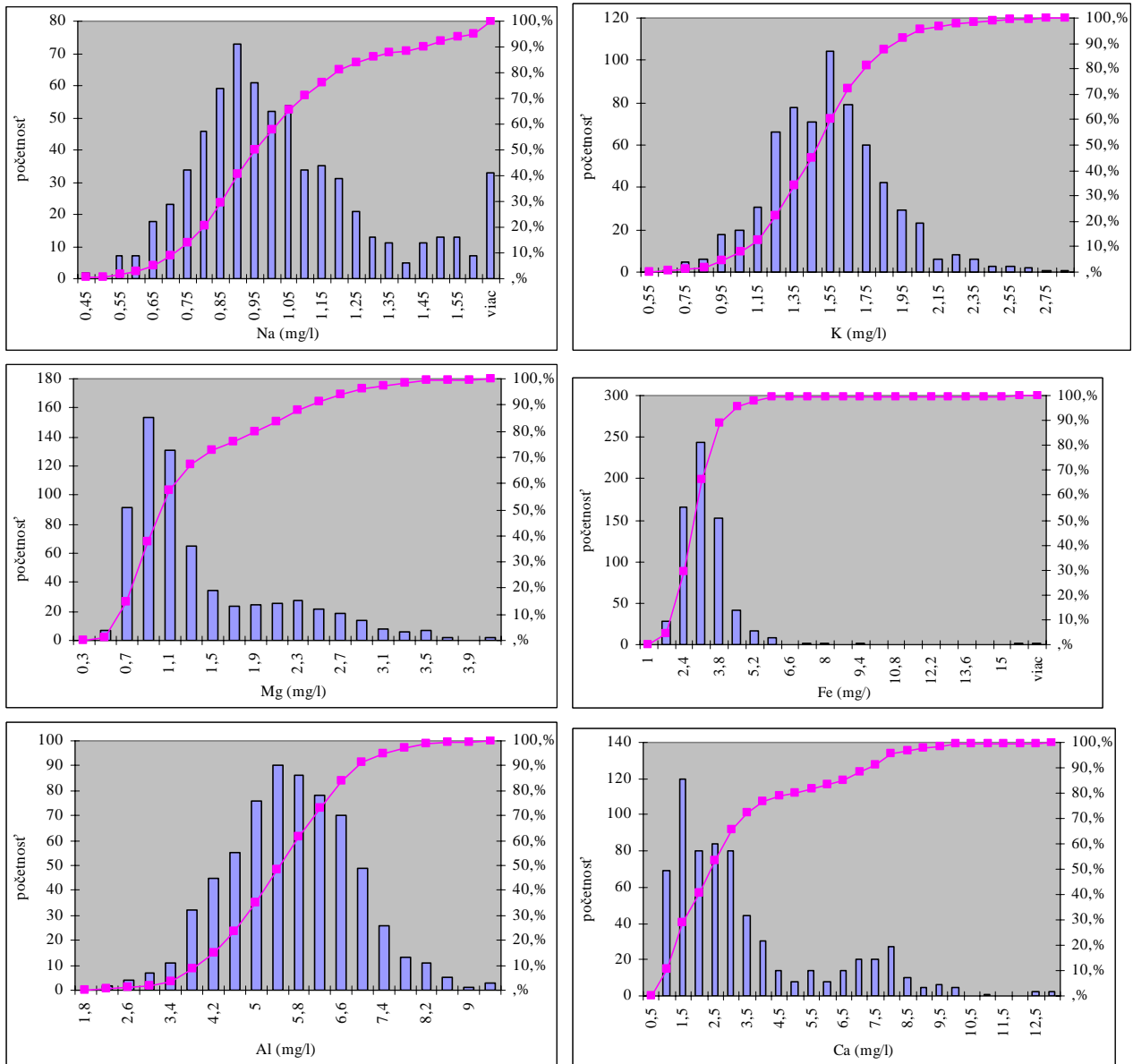
Vzorky snehu sú odoberané z celého profilu snehovej pokrývky na jednotlivých odberových miestach siete, jedná sa teda o tzv. kompozitné vzorky. Odber vzorky sa realizuje do PE sáčku, hmotnosť vzorky je cca 5kg. Samozrejme hmotnosť závisí od charakteru snehu vyjadreného hustotou, resp. vodnou hodnotou snehu. Odber väčšieho množstva snehu zaručuje jeho väčšiu homogenitu a tým aj reprodukovateľnosť výsledkov chemickej analýzy. Vzorky snehu sa po prirodzenom topení pri izbovej teplote prelievajú do PE a sklenených fľašiek a po chemickej stabilizácii transportujú do laboratória.

Odber vzoriek sa realizuje jeden raz za rok, vždy v zimnom štvrtroku z rovnakého bodu monitorovacej siete.

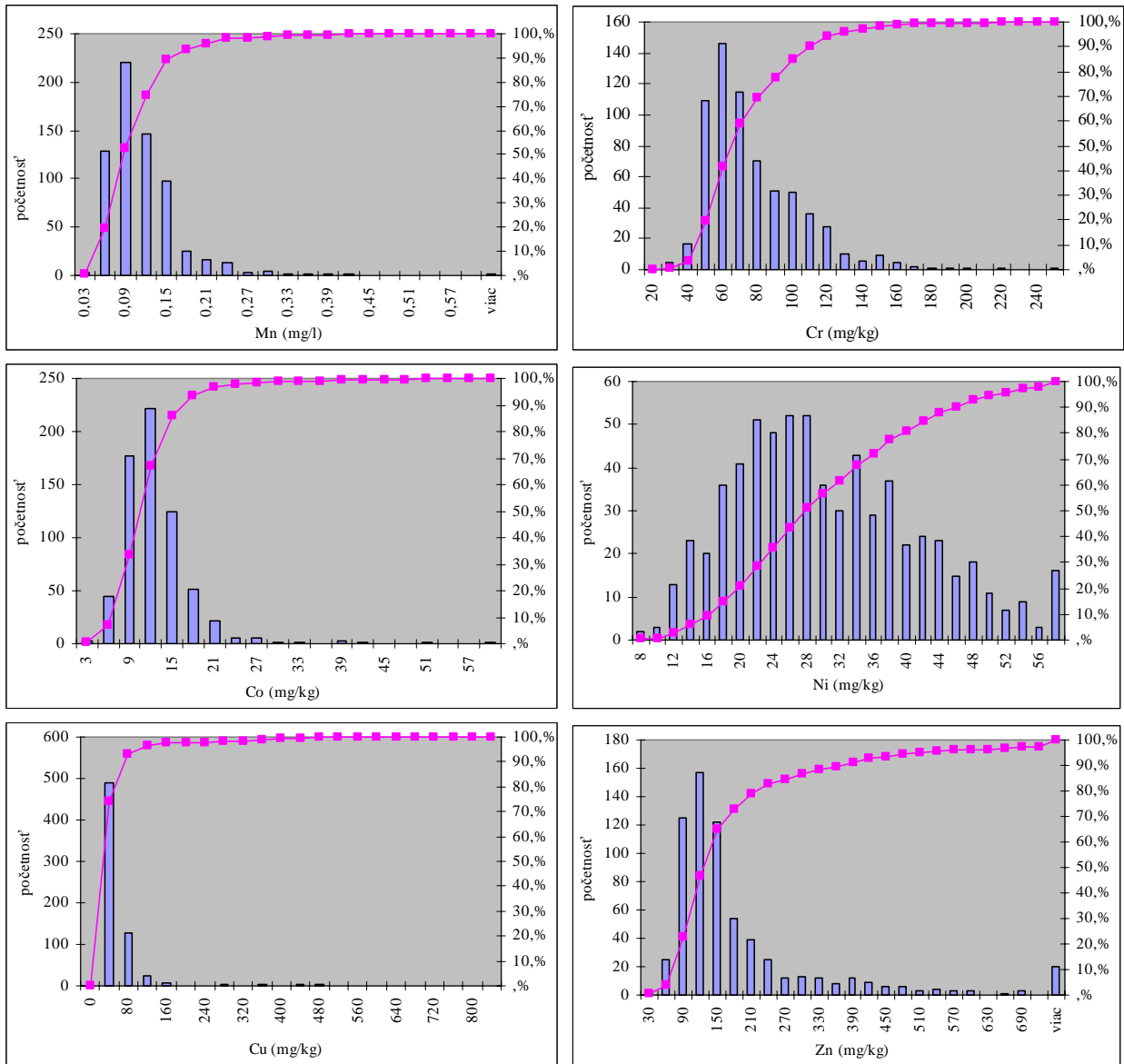
### **2.7.4. Výsledky monitorovania riečnych sedimentov**

#### **2.7.4.1. Riečne sedimenty**

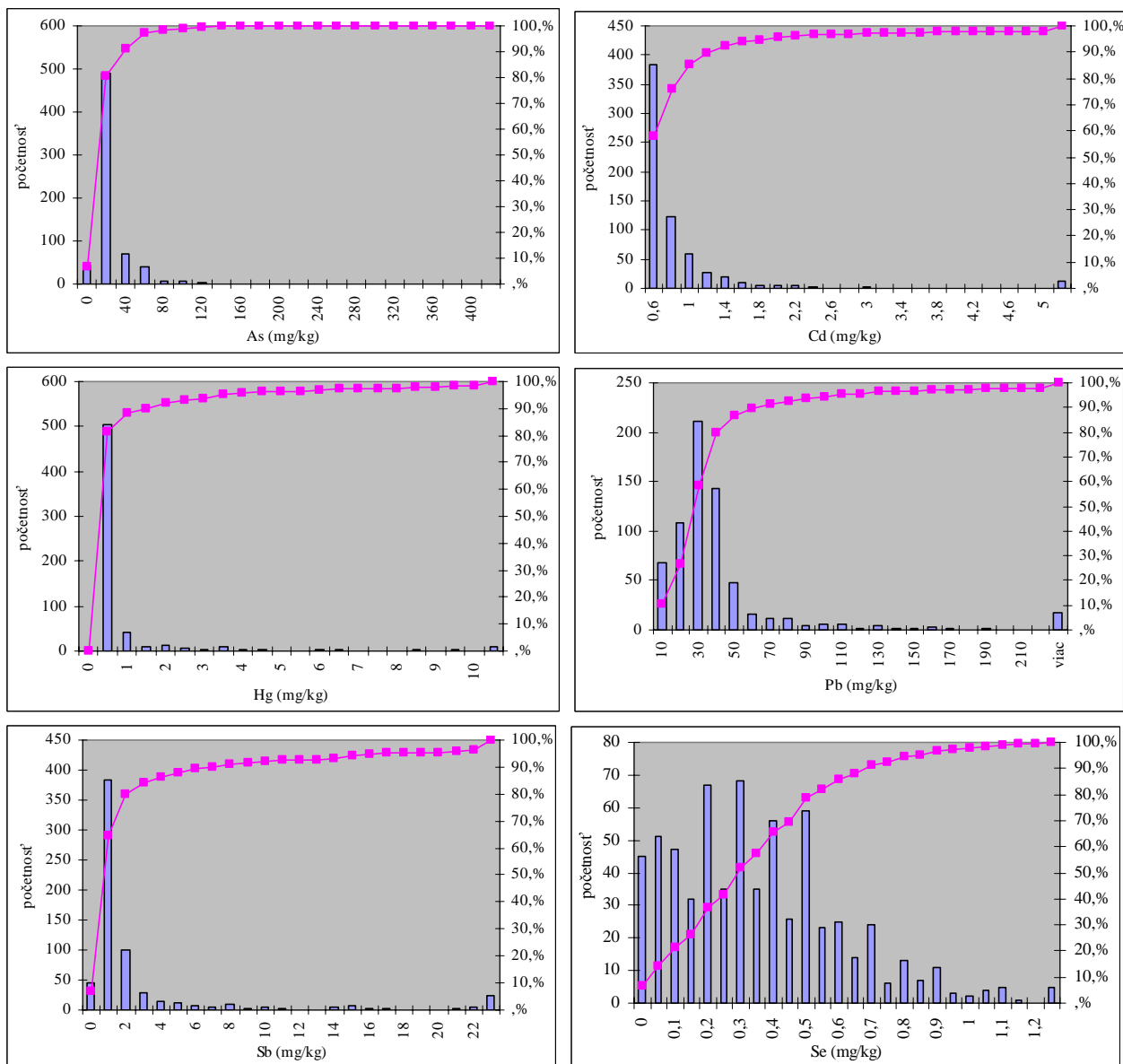
Výsledková časť je zameraná na hodnotenie chemického zloženia analyzovaných ukazovateľov v riečnom sedimente a hodnotenie kvality sedimentov. Obsahy prvkov v monitorovaných sedimentoch odrážajú na jednej strane prislúchajúce geologické prostredie znosovej oblasti, resp. hydrologicko-klimatické podmienky v príslušnej oblasti a na druhej strane sekundárny – antropogénny, príp. antropogénno-geogénny vplyv. Charakter distribúcie stanovovaných prvkov je uvedený na (obr. 2.7.2).



Obr. 2.7.2: Histogramy rozdelenia početností stanovovaných prvkov – hlavné prvky



Obr. 2.7.2: pokračovanie – prvky so strednou stabilitou obsahov



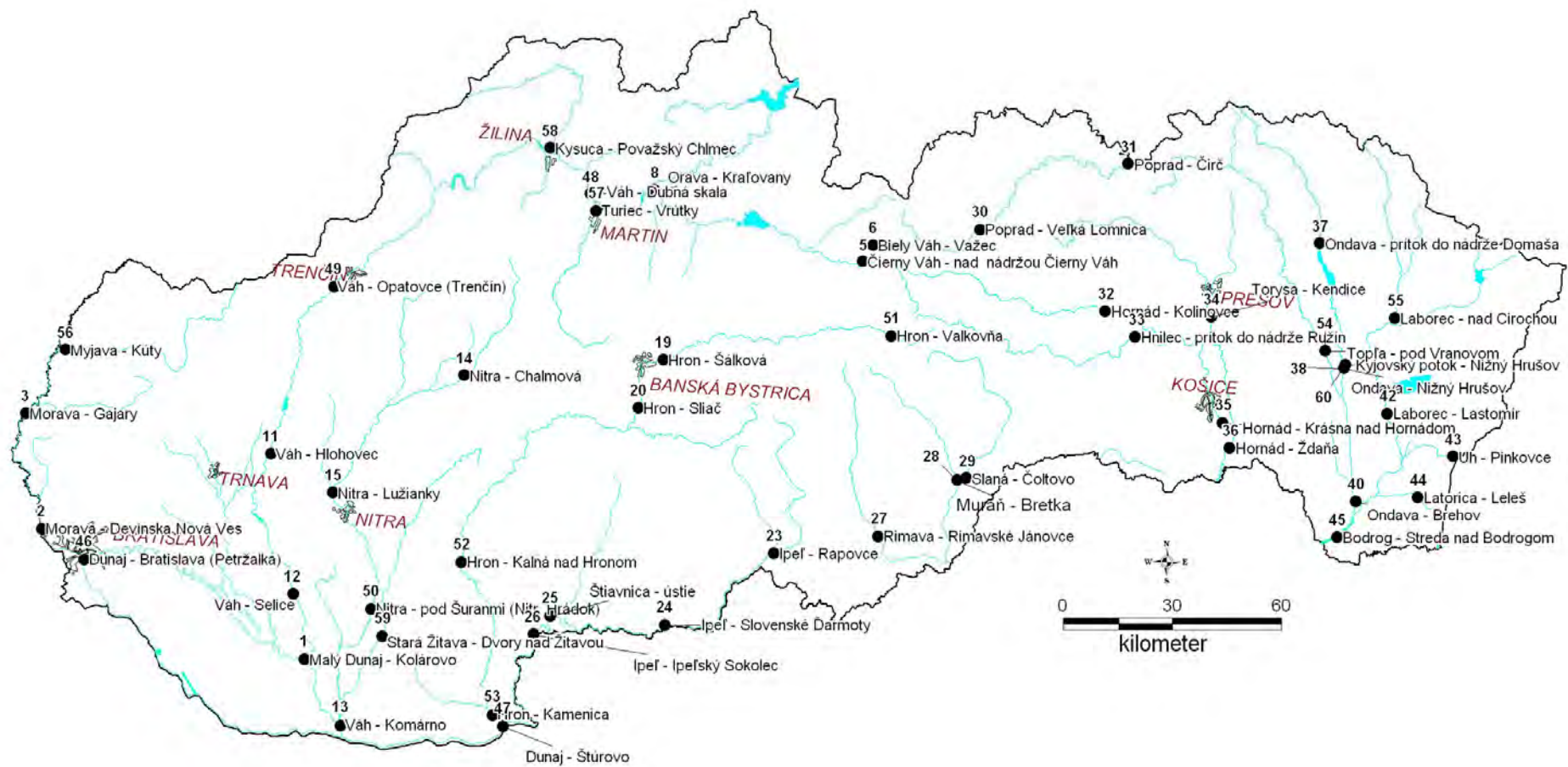
Obr. 2.7.2: pokračovanie

### Stručná charakteristika monitorovaných lokalít

Reprezentatívne odberové miesta riečnych sedimentov predstavujú lokality situované jednak v oblastiach s predpokladaným antropogénnym zaťažením ako aj v oblastiach s rozhodujúcim vplyvom prírodných faktorov na ich chemickom zložení. Regionálny charakter monitorovacej siete dokumentuje fakt, že v rámci monitoringu sú odoberané vzorky prakticky z každej významnejšej rieky Slovenska (v prípade povodí hlavných tokov Slovenska – Hron, Váh, Nitra, Hornád, Dunaj, Ipel', Poprad sú odberové miesta situované približne na každom 70-tom riečnom kilometri). Vzhľadom k vzájomnej interakcii riečny sediment – vodný tok, odberové miesta riečnych sedimentov sú situované na lokalitách, kde zároveň prebieha národný monitoring kvality príslušného vodného toku (realizovaný Slovenským hydrometeorologickým ústavom).

Riečny sediment reprezentuje častice odvodené z hornín alebo biologických materiálov znosovej oblasti, ktoré boli transportované kvapalnou fázou, alebo pevnú, resp. suspendovanú fázou (anorganický a organický sestón) usadzovanú z vody. Odberové miesta riečnych sedimentov sú situované na významných slovenských tokoch, to znamená, že ide o pomerne veľké znosové oblasti so zložitou

geologickou stavbou. Aj keď je príslušný materiál riečného sedimentu zvyčajne zmesou minerálov rôznej genézy, v rámci hodnotenia chemického zloženia sedimentov sa na niektorých monitorovaných lokalitách prejavila dominancia určitého geologického prostredia (napr. prevaha karbonátov v znosovej oblasti, dominantné zastúpenie hliníka v oblastiach kryštalinika a neovulkanitov a pod.). V povodiach predovšetkým Hnilca, Hornádu, Štiavnice a Hrona bol zistený prejav rudných oblastí a dlhodobo sú zaznamenávané aj antropogénne podmienené anomálie viacerých prvkov na niektorých tokoch. Lokalizácia a popis súčasných odberových miest riečnych sedimentov sú uvedené na obr. 2.7.3.



Obr. 2.7.3: Lokalizácia a identifikačné číslo monitorovaných miest riečnych sedimentov

### ***Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2009***

V roku 2009 bola odobratá 1 vzorka riečneho sedimentu z 59 odberových miest a realizovaná analýza vybraných chemických ukazovateľov. Analyzovaná asociácia prvkov v riečnych sedimentoch predstavovala hlavné prvky stanovované v % (Na, K, Mg, Ca, Fe, Mn), resp. stopové prvky stanovované v  $\text{mg.kg}^{-1}$  (Cr, Cu, Al, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Se, Pb, Sb). Výsledky chemických analýz riečnych sedimentov v roku 2009 sú prezentované v tab. 2.7.5.

V roku 2009 bol na všetkých monitorovacích stanovištiach realizovaný zrnitostný rozbor vzoriek k určeniu zastúpenia prachovej, pieskovej a štrkovej frakcie v riečnom sedimente (laboratórium Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ pod vedením RNDr. I. Dananaja, PhD). Výsledky zrnitostnej analýzy sú uvedené v tab. 2.7.6 a graficky na obr. 2.7.4.

Výsledky chemických analýz a zrnitostných rozborov sú spracované v databázovom programe MS ACCESS.

Tab. 2.7.5: Výsledky a protokoly chemických analýz riečnych sedimentov v roku 2009

Poradové číslo lokality	1	2	3	5	6	8	11	12	13	14
Názov stanovišťa	Malý Dunaj - Kolárovo	Morava - Dev. Nová Ves	Morava - Gajary	Čierny Váh - Nad nádržou	Váh - Važec	Orava - Kral'ovany	Váh - Hlohovec	Váh - Selice	Váh - Komárno	Nitra - Chalmová
X (JTSK)	-510867	-582992	-587367	-357664	-354804	-414756	-520199	-513921	-500954	-467035
Y (JTSK)	-1310681	-1275003	-1243306	-1201495	-1196976	-1181829	-1254355	-1292867	-1328825	-1232824
Dátum odberu	4.8.2009	11.8.2009	11.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	7.8.2009	11.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	7.8.2009
Strata sušením do 110°C (%)	2,96	2,48	1,25	1,87	2,33	0,98	1,35	0,54	0,84	3,54
Strata žíhaním 110-450°C (%)	9,16	5,23	2,19	5,88	9,16	1,57	4,08	1,39	2,48	11,61
Strata žíhaním 450-900°C (%)	10,90	4,44	1,38	7,37	2,06	4,48	10,37	10,96	9,39	4,20
Na (%)	0,60	0,75	0,89	1,48	1,43	0,81	0,83	0,90	0,84	0,69
K (%)	1,85	1,82	1,52	1,71	1,51	1,08	1,34	0,93	1,04	1,71
Mg (%)	7,34	2,92	1,13	3,53	1,10	2,85	6,64	7,11	6,08	3,19
Ca (%)	2,43	1,23	0,58	2,51	0,66	0,93	2,04	2,18	1,88	0,99
Fe (%)	3,25	2,84	2,21	2,08	2,17	1,55	1,73	1,13	1,31	3,03
Mn (%)	0,147	0,130	0,094	0,048	0,074	0,063	0,055	0,055	0,071	0,046
Al (%)	6,07	5,66	4,40	5,67	5,92	3,66	4,06	2,94	3,41	6,37
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	11,2	9,1	4,3	8,1	5,9	6,1	5,9	2,3	4,9	44,4
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,9	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	-0,1	0,2	0,3
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	12	10	8	8	7	7	7	4	5	10
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	90	93	95	53	54	137	76	93	56	70
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	61	37	20	13	17	18	27	8	10	93
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,45	0,14	0,19	0,07	0,08	0,06	0,12	0,03	0,26	25,60
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	44	41	26	24	23	22	27	11	16	28
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	48	31	24	22	26	18	23	11	15	34
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,9	0,5	0,4	0,7	1,3	0,4	1,0	0,4	0,4	0,9
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,7	0,3	0,1	-0,1	0,1	0,2	0,1	-0,1	0,1	0,5
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	355	156	95	87	90	59	99	30	64	247



Poradové číslo lokality	15	19	20	23	24	25	26	27	28	29
Názov stanovišťa	Nitra - Lužianky	Hron - Šáľková	Hron - Sliach	Ipeľ - Rapovce	Ipeľ – Slovenské Ďarmoty	Štiavnica - Ústie	Ipeľ - Ipeľ.ský Sokolec	Rimava – Rim.avské Jánovce	Muráň - Bretka	Slaná - Čoltovo
X (JTSK)	-503166	-412400	-419189	-382052	-411912	-443393	-448033	-353500	-331624	-329226
Y (JTSK)	-1264991	-1228458	-1241769	-1281806	-1301348	-1298932	-1303948	-1277231	-1261624	-1260980
Dátum odberu	7.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	5.8.2009	5.8.2009
Strata sušením do 110°C (%)	3,34	3,14	3,37	2,93	1,95	2,28	1,84	2,37	1,32	3,76
Strata žíhaním 110-450°C (%)	10,11	13,00	13,47	11,90	3,91	4,12	3,49	8,91	7,02	17,22
Strata žíhaním 450-900°C (%)	4,13	4,19	6,46	2,18	8,42	1,26	1,31	2,26	2,72	3,04
Na (%)	0,81	1,05	0,74	1,23	0,54	0,88	0,98	1,50	1,70	0,63
K (%)	1,84	1,80	1,76	1,76	1,55	1,60	1,23	2,07	1,31	2,26
Mg (%)	2,92	2,24	3,43	1,41	5,30	1,59	1,83	1,29	2,20	1,46
Ca (%)	1,02	1,48	1,85	0,88	1,79	0,80	0,84	1,10	2,56	0,79
Fe (%)	2,77	2,90	2,84	3,50	2,47	3,89	3,64	3,40	2,89	3,83
Mn (%)	0,057	0,056	0,049	0,097	0,121	0,289	0,115	0,078	0,089	0,194
Al (%)	6,07	6,10	5,84	6,86	5,18	6,40	5,68	8,01	6,22	6,92
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	25,6	30,6	38,5	14,6	6,8	15,0	5,6	13,9	7,1	52,5
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,4	0,5	0,4	-0,1	10,2	2,3	0,4	0,1	0,5
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	10	9	12	11	7	18	12	12	12	17
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	89	66	68	97	76	44	57	70	75	116
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	36	63	106	26	14	209	31	29	17	70
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	3,32	0,16	0,78	0,35	0,07	0,21	0,08	0,43	0,08	1,66
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	30	26	29	24	25	17	13	27	20	54
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	31	56	66	69	19	1019	121	34	27	44
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,8	21,7	19,1	6,0	0,6	5,0	0,5	0,8	0,8	22,0
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	-0,1	0,2	0,1	0,3
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	190	259	326	216	68	1490	463	161	89	286

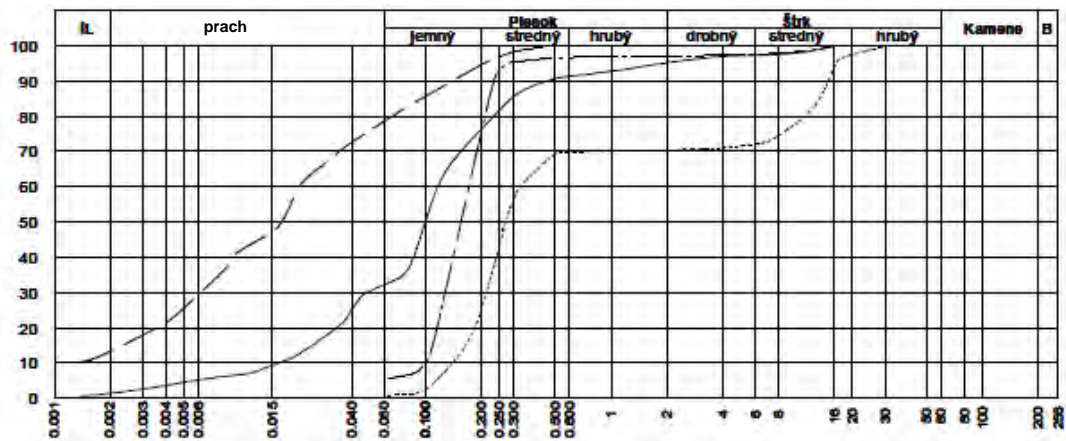
Poradové číslo lokality	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40
Názov stanovišťa	Poprad – V.Lomnica	Poprad - Čirč	Hornád - Kolinovce	Hnilec – prít. do nádrže Ružín	Torysa - Kendice	Hornád - Krásna nad Hornádom	Hornád - Ždana	Ondava - prítok Domaše	Ondava - Nižný Hrušov	Ondava - Brehov
X (JTSK)	-325510	-284842	-291083	-282821	-261976	-258809	-257022	-232197	-225546	-222337
Y (JTSK)	-1192618	-1174512	-1215154	-1222247	-1216769	-1245811	-1252744	-1196325	-1230856	-1267368
Dátum odberu	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009
Strata sušením do 110°C (%)	2,09	0,57	1,08	3,69	1,39	1,42	2,19	1,24	3,24	2,46
Strata žíhaním 110-450°C (%)	7,63	1,12	3,31	13,61	3,11	4,40	4,06	1,98	7,05	5,15
Strata žíhaním 450-900°C (%)	3,73	1,20	5,22	3,29	3,57	3,77	3,59	2,61	3,51	2,85
Na (%)	1,33	1,27	0,95	0,70	0,90	0,89	0,92	0,74	0,65	0,79
K (%)	1,65	1,16	1,36	2,37	1,61	1,61	1,72	1,22	1,74	1,83
Mg (%)	2,19	0,66	3,15	0,67	2,41	2,13	2,06	1,55	2,21	1,63
Ca (%)	1,26	0,57	1,19	0,91	0,75	1,10	0,98	0,67	0,68	0,83
Fe (%)	2,39	1,35	2,39	5,43	2,09	2,38	2,59	2,26	2,86	3,02
Mn (%)	0,055	0,031	0,090	0,144	0,070	0,082	0,067	0,059	0,120	0,128
Al (%)	6,18	3,99	4,45	7,57	4,89	4,97	5,78	4,07	5,46	6,19
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	7,8	3,4	15,1	63,9	6,6	14,2	8,7	5,9	8,1	13,7
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	-0,1	0,3	1,1	0,2	0,6	0,4	-0,1	0,2	0,2
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	12	5	7	50	8	11	12	10	12	10
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	67	73	108	79	105	114	90	117	102	129
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	36	8	108	457	20	47	28	21	24	26
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,18	0,02	8,30	1,48	0,15	0,87	0,36	0,07	0,10	0,13
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	39	17	27	43	32	40	36	47	45	48
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	30	10	46	79	20	33	25	16	25	32
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,1	0,3	15,0	48,0	0,6	5,0	1,1	0,3	0,4	0,7
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	-0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,3
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	167	37	159	791	81	189	124	61	103	142

Poradové číslo lokality	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Názov stanovišťa	Laborec - Lastomír	Uh - Lekárovce - Pinkovce	Latorica - Leleš	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Dunaj - Bratislava - Petržalka	Dunaj - Štúrovo	Váh Dubná skala	Váh - Trenčín	Nitra - pod Šuranmi	Hron - Valkovňa
X (JTSK)	-213594	-195591	-205317	-227362	-571400	-456400	-432453	-502814	-492569	-349755
Y (JTSK)	-1243332	-1255086	-1266388	-1277277	-1283500	-1329000	-1182807	-1208462	-1297049	-1222057
Dátum odberu	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	11.8.2009	4.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009	7.8.2009
Strata sušením do 110°C (%)	1,74	2,40	2,57	2,40	0,41	0,37	2,44	1,14	2,36	1,42
Strata žíhaním 110-450°C (%)	3,54	6,64	5,81	5,52	1,07	1,20	7,39	3,70	6,82	4,73
Strata žíhaním 450-900°C (%)	1,96	2,42	2,80	2,53	10,73	10,87	5,98	10,93	6,04	5,69
Na (%)	0,77	0,77	0,73	0,75	0,88	0,86	0,74	0,66	0,85	1,46
K (%)	1,31	1,92	2,27	1,96	0,75	0,95	1,65	1,07	1,32	1,79
Mg (%)	1,11	1,00	0,83	1,02	7,33	7,05	3,57	7,08	4,76	3,04
Ca (%)	0,68	0,85	1,09	0,86	2,81	2,43	1,39	1,85	1,17	1,74
Fe (%)	2,63	3,38	4,30	3,46	3,12	2,09	2,45	1,41	2,28	1,91
Mn (%)	0,107	0,098	0,186	0,135	0,133	0,084	0,080	0,042	0,098	0,042
Al (%)	4,73	6,85	8,04	6,88	3,73	3,50	5,52	3,38	4,84	5,82
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	6,2	8,6	13,2	11,1	2,6	2,7	9,7	4,2	17,6	8,1
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,1	0,1	0,4	0,3	-0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	10	12	17	13	5	7	9	6	9	6
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	83	91	115	103	71	66	104	69	88	39
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	21	30	37	37	7	8	36	21	26	12
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	0,05	0,28	0,07	2,79	0,04
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	35	44	60	49	16	14	43	25	20	13
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	24	27	33	29	18	15	32	18	25	26
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	3,4	0,9	0,5	0,8
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,3	0,5	0,2	-0,1	-0,1	0,5	0,3	0,5	0,1
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	97	110	133	114	59	61	131	73	143	91

Poradové číslo lokality	52	53	54	55	56	57	58	59
Názov stanovišťa	Hron - Kalná nad Hronom	Hron - Kamenica	Topľa - pod Vranovom	Laborec - nad Humenným	Myjava - Kúty	Turiec - Vrútky	Kysuca - Považský Chlmec	Stará Žitava - Dvory nad Žitavou
X (JTSK)	-467789	-459201	-230713	-211659	-576539	-430838	-443448	-489630
Y (JTSK)	-1284137	-1325929	-1226009	-1217084	-1225716	-1187530	-1170237	-1304465
Dátum odberu	4.8.2009	4.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	11.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009
Strata sušením do 110°C (%)	2,50	2,69	2,28	1,36	1,51	1,93	3,25	3,51
Strata žíhaním 110-450°C (%)	7,02	5,89	5,04	2,45	3,52	7,06	8,37	11,89
Strata žíhaním 450-900°C (%)	2,96	2,71	3,37	3,68	4,49	12,22	4,81	5,10
Na (%)	1,07	0,92	0,98	0,83	0,60	0,99	0,53	0,79
K (%)	1,71	1,59	1,93	1,33	1,35	1,13	1,91	1,50
Mg (%)	2,37	2,09	1,92	2,46	3,61	7,24	2,75	4,37
Ca (%)	1,36	1,03	0,91	0,72	0,81	2,96	1,05	1,13
Fe (%)	3,24	3,15	2,84	2,37	1,75	2,45	3,30	2,64
Mn (%)	0,082	0,091	0,090	0,074	0,069	0,052	0,074	0,238
Al (%)	6,71	6,34	6,19	4,58	3,71	4,90	6,78	5,33
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	30,8	22,9	7,3	6,4	4,4	4,3	7,2	12,2
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,6	1,0	0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,6
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	14	13	12	9	6	9	15	11
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	45	51	113	81	102	66	108	68
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	77	45	22	21	24	30	48	27
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,69	0,26	0,10	0,04	0,11	0,14	0,13	0,07
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	18	19	50	40	28	26	62	29
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	69	44	27	20	22	31	36	27
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	15,0	9,0	0,4	0,3	0,6	0,7	0,7	0,6
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	1,1
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	546	360	90	66	226	137	159	137

Tab. 2.7.6: Výsledky zrnitostnej analýzy

ID	Názov stanovišťa	Íl a prach (%)	Piesok (%)	Štrk (%)	ID	Názov stanovišťa	Íl a prach (%)	Piesok (%)	Štrk (%)
1	Malý Dunaj - Kolárovo	42	6	52	34	Torysa - Kendice	47	53	0
2	Morava - Devínska Nová Ves	55	41	4	35	Hornád - Krásna nad Hornádom	33	60	7
3	Morava - Gajary	34	64	2	36	Hornád - Ždaňa	70	30	0
5	Čierny Váh - nad nádržou Čierny Váh	23	64	13	37	Ondava - prítok do nádrže Domaša	20	80	0
6	Biely Váh - Važec	33	62	5	38	Ondava - Nižný Hrušov	82	18	0
8	Orava - Kraľovany	23	77	0	40	Ondava - Brehov	66	34	0
11	Váh - Hlohovec	67	34	0	42	Laborec - Lastomír	43	54	3
12	Váh - Selice	0	94	6	43	Uh - Pinkovce	74	26	0
13	Váh - Komárno	16	84	0	44	Latorica - Leleš	83	14	3
14	Nitra - Chalmová	78	22	0	45	Bodrog - Streda nad Bodrogom	78	22	0
15	Nitra - Lužianky	74	26	0	46	Dunaj - Bratislava (Petržalka)	0	70	30
19	Hron - Šáľková	40	60	0	47	Dunaj - Štúrovo	0	97	3
20	Hron - Sliach	25	59	16	48	Váh - Dubná skala	76	24	0
23	Ipeľ - Rapovce				49	Váh - Opatovce (Trenčín)	38	54	8
24	Ipeľ - Slovenské Ďarmoty	50	26	24	50	Nitra - pod Šuranmi (Nitr. Hrádok)	48	52	0
25	Štiavnica - ústie	30	70	0	51	Hron - Valkovňa	26	74	0
26	Ipeľ - Ipeľský Sokolec	23	76	1	52	Hron - Kalná nad Hronom	30	70	0
27	Rimava - Rimavské Jánovce	42	58	0	53	Hron - Kamenica	17	23	60
28	Muráň - Bretka	19	80	1	54	Topľa - pod Vranovom	87	13	0
29	Slaná - Čoltovo	64	36	0	55	Laborec - Humenné nad sútokom s Cirochou	22	28	50
30	Poprad - Veľká Lomnica	50	50	0	56	Myjava - Kúty	7	70	23
31	Poprad - Čirč	4	96	0	57	Turiec - Vrútky	43	57	0
32	Hornád - Krompachy (Kolinovce)	13	85	2	58	Kysuca - Považský Chlmec	93	7	0
33	Hnilec - prítok do nádrže Ružín	57	43	0	59	Stará Žitava - Dvory nad Žitavou	33	44	23

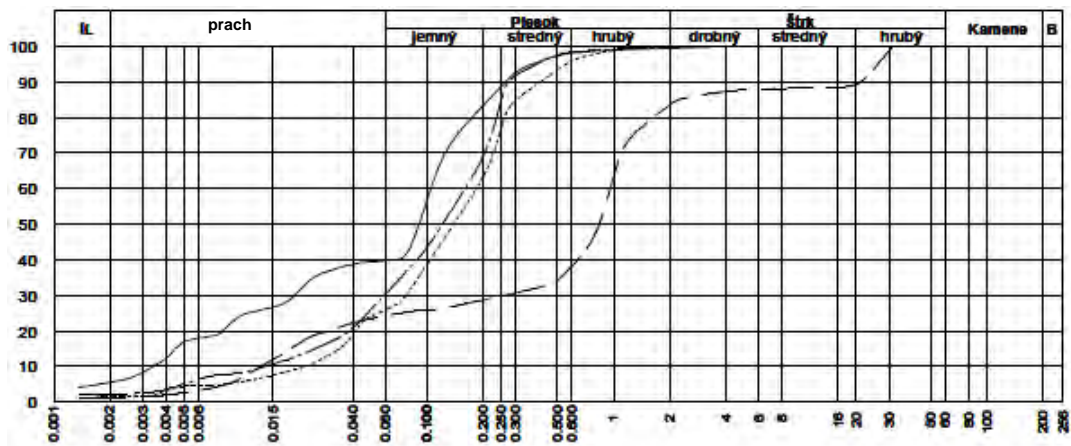


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Biely Váh	Vážec	—					S5	SC	Piesok ílový
Bodrog	Streda n. Bodrogom	—					F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Dunaj	Petržalka	-----	2.33	1.00			S2	SP	Piesok zle zmený
Dunaj	Štúrovo	----					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy

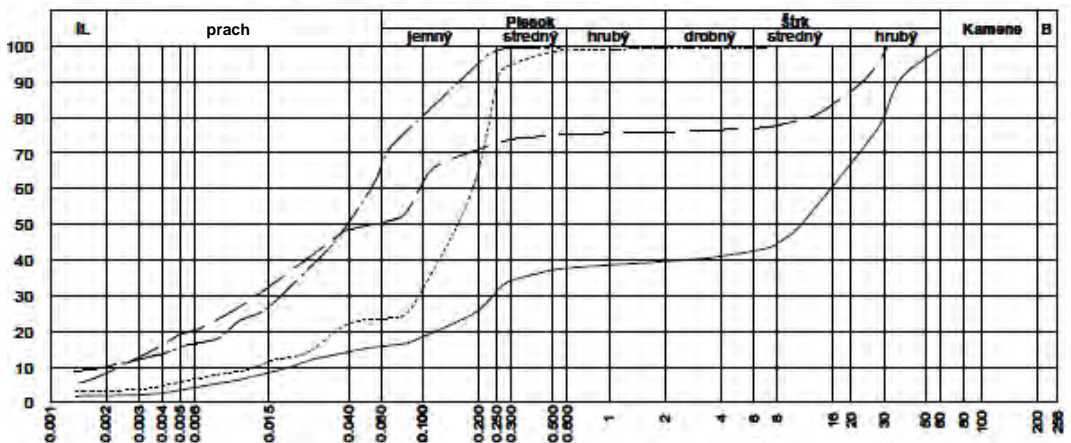


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Hnílec	Prítok do Ružice	—					F4	CS	Íl piesčitý
Hornád	Kolinovce	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy
Hornád	Krásna nad Hrdou	-----					S5	SC	Piesok ílový
Hornád	Žďaňa	----					F6	CI	Íl so strednou plasticitou

Obr. 2.7.4: Výsledky zrnitostnej analýzy

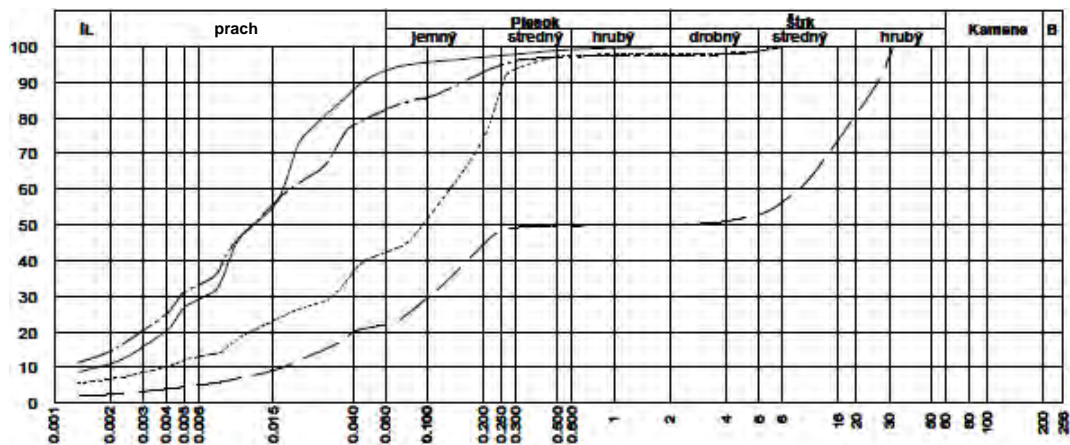


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Hron	Šalková	—					F4	CS	lí piesčitý
Hron	Šliač	—					S5	SC	Piesok ílovitý
Hron	Valkovňa	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Hron	Kalná n. Hronom	—					S5	SC	Piesok ílovitý

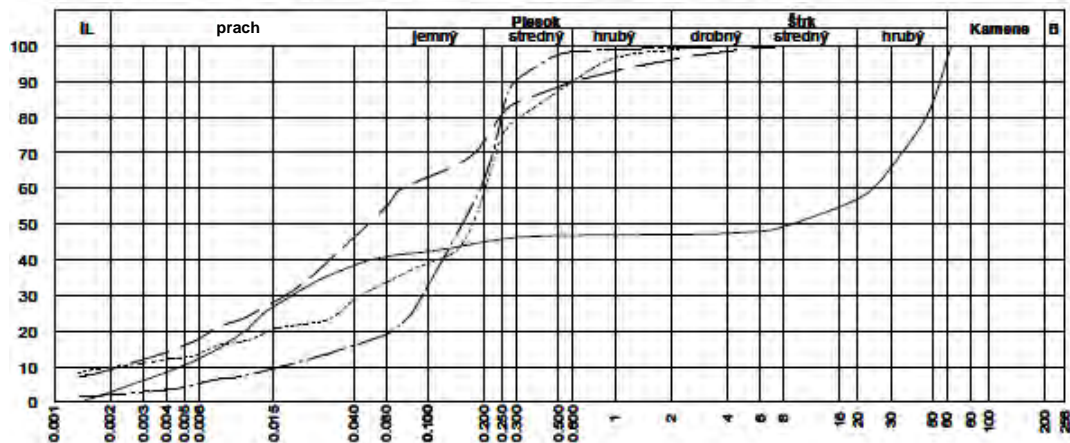


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Hron	Kamenica	—					G6	GC	Štrk ílovitý Cb(1%)
Ipeľ	Slovenské Ľarmoty	—					F4	CS	lí piesčitý
Ipeľ	Sokolec	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Kyjovský p.	N. Hrušov	---					F8	CI	lí so strednou plasticitou

Obr. 2.7.4: pokračovanie



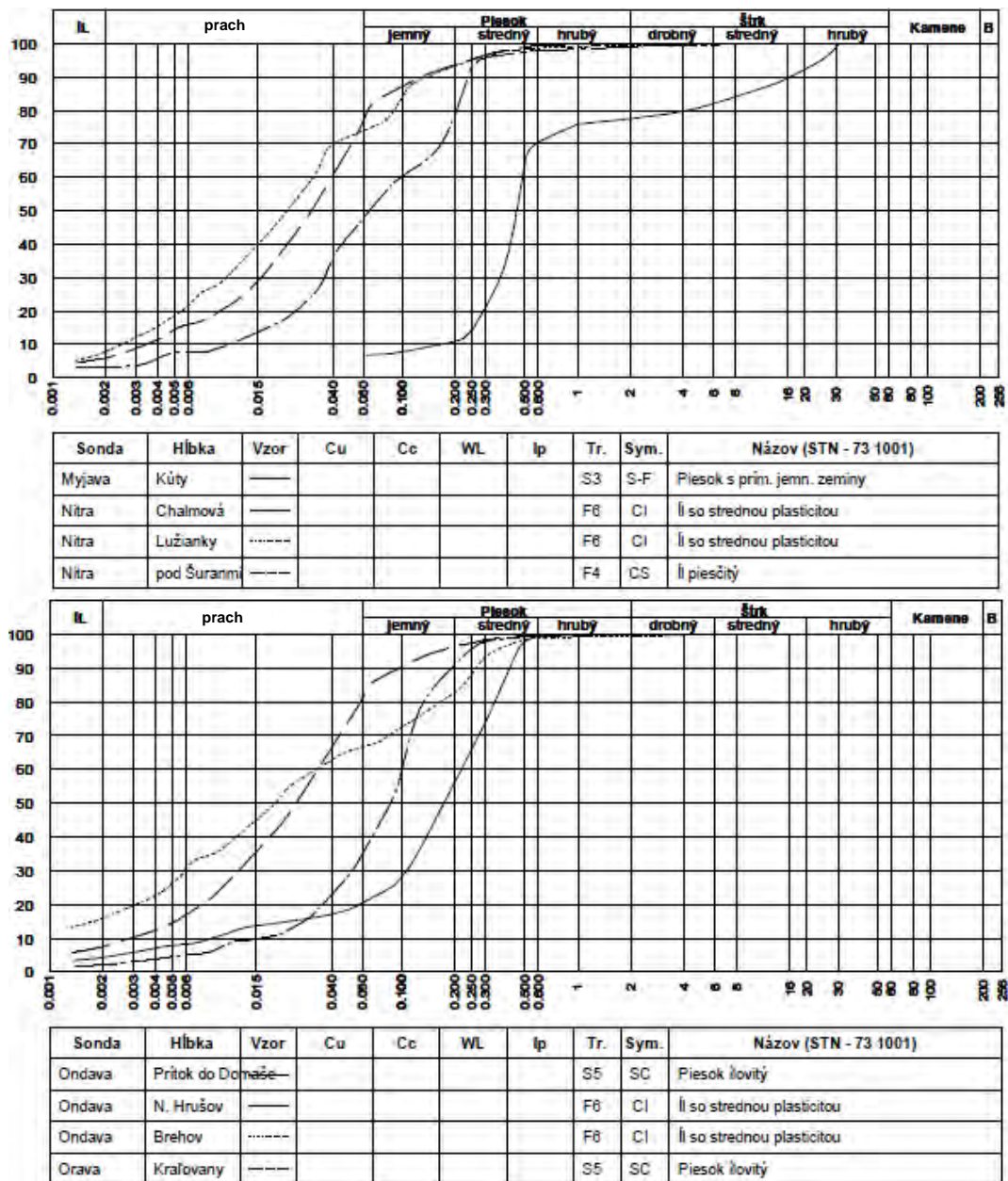
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Kysuca	Chímeč	—					F6	CI	íl so strednou plasticitou
Laborec	nad Humenným	—					G5	GC	Štrk ílovitý
Laborec	Lastomír	-----					F4	CS	íl piesčitý
Latonca	Leleš	-----					F6	CI	íl so strednou plasticitou



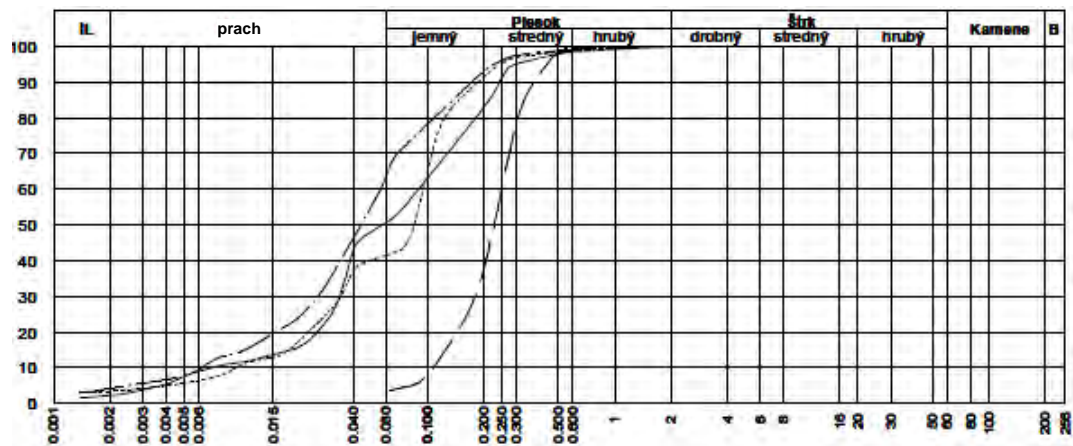
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Malý Dunaj	Kolárovo	—					F2	CG	íl štrkovitý Cb(4%)
Morava	Devínska Nová Ves	—					F4	CS	íl piesčitý
Morava	Gajary	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Muráň	Bretka	-----					S5	SC	Piesok ílovitý

Obr. 2.7.4: pokračovanie

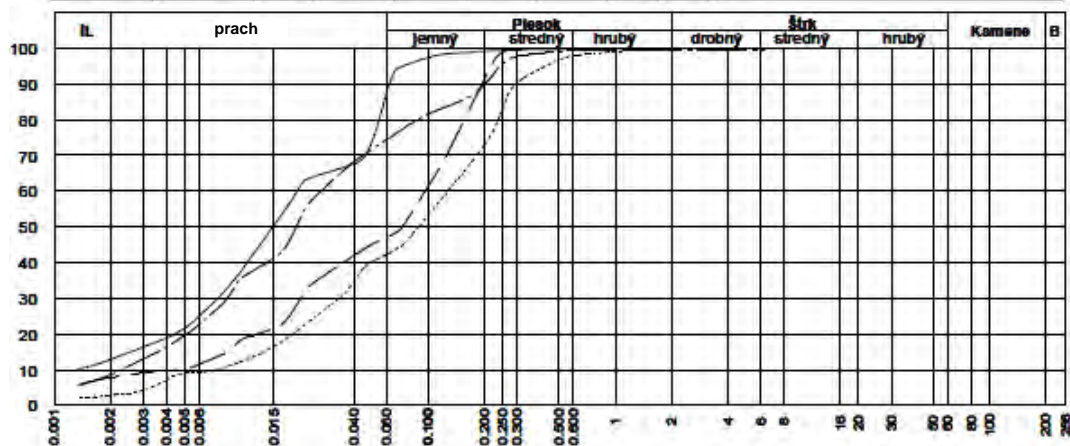




Obr. 2.7.4: pokračovanie

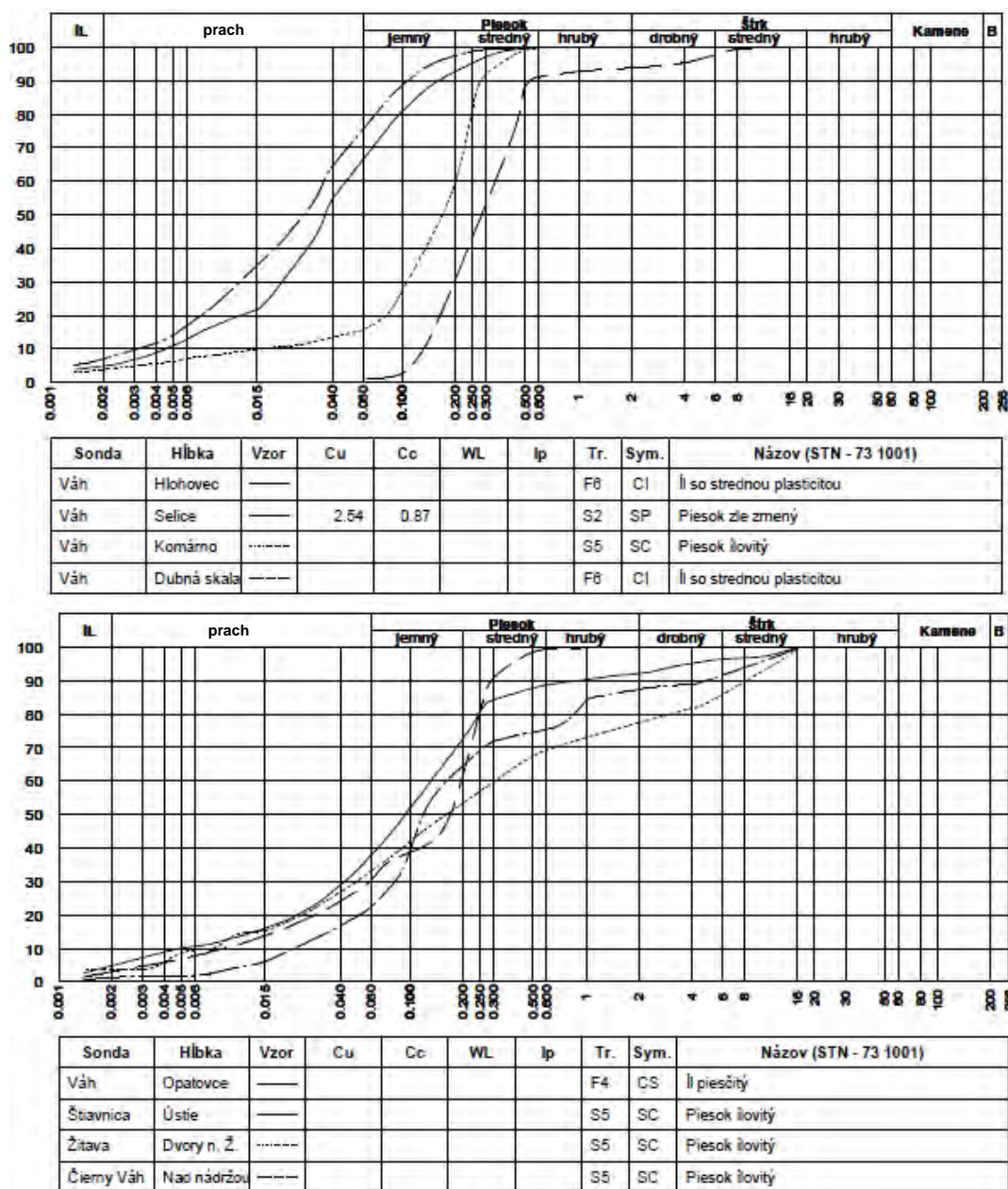


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Poprad	Veľká Lomnica	—					F4	CS	lí piesčitý
Poprad	Čirč	—	2.31	1.21			S2	SP	Piesok zle zmený
Rimava	Rim. Janovce	-----					F4	CS	lí piesčitý
Slaná	Čoltovo	----					F4	CS	lí piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Topľa	pod Vranovom	—					F8	CI	lí so strednou plasticitou
Torysa	Kendice	—					F4	CS	lí piesčitý
Turiec	Vrútky	-----					F4	CS	lí piesčitý
Uh	Pinkovce	----					F8	CI	lí so strednou plasticitou

Obr. 2.7.4: pokračovanie



Obr. 2.7.4: pokračovanie

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2009

Na posúdenie obsahu kontaminujúcich látok boli použité limitné hodnoty platné pre pôdy (Anonymym, 1994) – tab 2.7.1. Parametre prekračujúce kategórie A, B, C a hodnoty stupňa znečistenia Cd v riečnych sedimentov v roku 2009 sú uvedené v tab. 2.7.7.

V roku 2009 bolo zaznamenané prekročenie referenčnej koncentrácie (kategória A) na 32 lokalitách (zo 48) aspoň v prípade jednej posudzovanej zložky v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde. Stupeň (index) kontaminácie Cd vzťahujúci sa k prekročeniu referenčných koncentrácií A bol väčšinou pod hodnotou 2 (19 z 32 lokalít). Prekročené referenčné hodnoty vo väčšine prípadov reprezentujú obsahy na úrovni, resp. len málo vyššie od predpokladaných pozadových koncentrácií. Z tohto pohľadu je možné za prakticky nekontaminované považovať riečne sedimenty povodí Váhu, Oravy a Kysuce (lokality č. 5-6, 8, 11-13, 48, 49), väčšiny tokov Východoslovenskej nížiny a prilahlých oblastí (34, 36-38, 40, 42-45, 54-55),

hornej časti Hrona (51), Moravy (2-3), Muráňa (28) a Dunaja (46, 47), Popradu (30-31) a Rimavy (27). Na monitorovacích stanovištiach Malý Dunaj (lokality č. 1), Hron (20, 52-53), Ipeľ (26), Hornád (35) bola indikovaná kontaminácia prejavujúca sa prekročením referenčných koncentrácií zvyčajne dvoch aj viac ukazovateľov (najmä Cu, Zn, Cd, Ni, príp. Pb, Hg, As), resp. vyšším stupňom znečistenia Cd do 7. Silné znečistenie riečnych sedimentov z pohľadu prekročenia referenčných obsahov ( $Cd > 7$ ) bolo zaznamenané na monitorovaných stanovištiach Nitra – Chalmová (Cu, Zn, Hg, As), Nitra – Lužianky (Zn, Hg), Štiavnica – ústie (Cu, Zn, Cd, Pb), Slaná – Čoltovo (Cu, Zn, Hg, As, Ni, Sb), Hornád – Kolinovce (Cu, Zn, Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Zn, Hg).

Prekročenie limitných koncentrácií kategórie B (indikujúcich silné znečistenie) bolo v roku 2009 zaznamenané na stanovištiach Nitra – Chalmová (Hg), Nitra – Lužianky (Hg), Hron – Sliac (Cu), Ipeľ – Rapovce (Zn), Štiavnica – ústie (Cu, Zn, Cd, Pb), Slaná – Čoltovo (As), Hornád – Kolinovce (Cu, Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, As, Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Hg), Hron – Kalná nad Hronom (Zn).

Prekročenie kategórie C (kontaminácia, kde sa predpokladajú sanačné opatrenia) bolo v roku 2009 pozorované na lokalitách Nitra – Chalmová (Hg) a Štiavnica – ústie (Pb).

Tab. 2.7.7: Stupeň znečistenia  $C_d$  a prekračujúce parametre porovnané pre riečne sedimenty v zmysle kategórií A, B, C v zmysle „Rozhodnutia MP SR číslo 531/1994-540“ v roku 2009

Kategória	Názov toku / lokality (poradové číslo)	Prekračujúce parametre	Stupeň znečistenia $C_d$	Názov toku / lokality (poradové číslo)	Prekračujúce parametre	Stupeň znečistenia $C_d$
A	Malý Dunaj – Kolárovo (1)	Cu,Zn,Hg,Cd,Ni	3,11	Hornád – Ždaňa (36)	Hg,Ni	0,23
	Morava – Devínska Nová Ves (2)	Cu,Zn,Ni	0,31	Ondava – prítok do nádrže Domaša (37)	Ni	0,34
	Orava – Kral'ovany (8)	Cr	0,05	Ondava – Nižný Hrušov (38)	Ni	0,29
	Nitra – Chalmová (14)	Cu,Zn,Hg,As	87,2	Ondava – Brehov (40)	Zn,Ni	0,39
	Nitra – Lužianky (15)	Zn,Hg	10,4	Uh – Pinkovce (43)	Ni	0,26
	Hron – Šálková (19)	Cu,Zn,As,Sb	1,74	Latorica – Leleš (44)	Cu,Ni	0,74
	Hron – Sliac (20)	Cu,Zn,Hg,As	5,20	Bodrog – Streda nad Bodrogom (45)	Cu,Ni	0,34
	Ipeľ – Rapovce (23)	Zn,Hg	0,71	Váh – Dubná skala (48)	Ni	0,23
	Štiavnica – ústie (25)	Cu,Zn,Cd,Pb	37,2	Nitra – pod Šuranmi- Nitriansky Hrádok (50)	Zn,Hg	8,31
	Ipeľ – Ipeľský Sokolec (26)	Zn,Cd,Pb	4,61	Hron – Kalná nad Hronom (52)	Cu,Zn,Hg,As,C d	6,40
	Rimava – Rimavské Jánovce (27)	Zn,Hg	0,58	Hron – Kamenica (53)	Cu,Zn,Cd	2,07
	Slaná – Čoltovo (29)	Cu,Zn,Hg,As,Ni ,Sb	7,97	Topľa – pod Vranovom (54)	Ni	0,43
	Poprad – Veľká Lomnica (30)	Zn,Ni	0,31	Laborec – Humenné nad sútokom s Cirochou (55)	Ni	0,14
	Hornád – Kolinovce (32)	Cu,Zn,Hg	28,8	Myjava – Kúty (56)	Zn	0,61

	Hnilec – prítok do nádrže Ružín (33)	Cu,Zn,Hg,Co,As, Cd,Ni,Sb	25,0	Kysuca - Považský Chlmec (58)	Cu,Zn,Ni	1,24
	Hornád – Krásna nad Hornádom (35)	Cu,Zn,Hg,Ni	2,70	Stará Žitava – Dvory nad Žitavou (59)	Se	0,38
<b>B</b>	Nitra – Chalmová (14)	Hg	11,8	Hornád – Kolinovce (32)	Cu,Hg	3,23
	Nitra – Lužianky (15)	Hg	0,66	Hnilec – prítok do nádrže Ružín (33)	Cu,Zn,As,Sb	5,03
	Hron – Sliač (20)	Cu	0,06	Nitra – Nitriansky Hrádok (50)	Hg	0,40
	Štiavnica – ústie (25)	Cu,Zn,Cd,Pb	9,90	Hron – Kalná nad Hronom (52)	Zn	0,09
	Slaná – Čoltovo (29)	As	0,05			
<b>C</b>	Nitra – Chalmová (14)	Hg	1,56	Štiavnica – ústie (25)	Pb	0,70

### Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 až 2009

Na základe pozorovaných časových zmien v obsahoch jednotlivých prvkov bolo možné posúdiť tzv. stabilitu chemického zloženia monitorovaných riečnych sedimentov, ktorá odráža predovšetkým obsah prvkov v horninovom prostredí, ich geochemické vlastnosti, klimatické podmienky v príslušnej oblasti, resp. antropogénny vplyv. Na základe variability obsahov prvkov v čase rozoznávame prvky s výraznou a strednou stabilitou obsahov, resp. nestabilné prvky.

Do skupiny *prvkov s výraznou stabilitou obsahov v riečnom sedimente* je možné zaradiť predovšetkým tzv. hlavné prvky s priemerným obsahom v riečnom sedimente zvyčajne nad 1 % – Na, K, Mg, Al a Fe. Ich distribúcia je daná najmä geologickou stavbou povodia a geochemickými podmienkami procesov zvetrávania a migrácie prvkov. Priemerná hodnota koeficientu časovej variability sa pohybuje v rozpätí od 13 do 18 % (tab. 2.7.7).

K *prvkom so strednou stabilitou obsahov v riečnom sedimente* boli zaradené prvky Ca, Ni, Mn, Co, Zn, Cr a Cu. Ich distribúcia do značnej miery závisí od prírodných pomerov v príslušnej oblasti, avšak ich výraznejšiu variabilitu obsahov v čase môže podmieňovať aj antropogénna činnosť. Priemerná hodnota koeficientu časovej variability sa u týchto prvkov pohybuje v rozpätí 23 až 42 % (tab. 2.7.8). Z výsledkov monitoringu je zrejماً rôzna miera variability obsahov prezentovaných prvkov pre rôzne monitorované lokality, ktorá pravdepodobne odráža najmä aktuálny podiel antropogénneho, resp. geogénno-antropogénneho ovplyvnenia v príslušnom časovom období.

Do skupiny *nestabilných prvkov, resp. prvkov s nízkou stabilitou obsahov v riečnom sedimente* boli zaradené stopové prvky As, Se, Pb, Hg, Cd, Sb. Priemerná hodnota koeficientu časovej variability sa u týchto prvkov pohybuje v rozpätí 43 až 80 % (tab. 2.7.8). Všeobecne je distribúcia uvedených stopových prvkov kontrolovaná intenzitou ich uvoľňovania zo zdrojového materského prostredia a zložením a celkovým charakterom sedimentu (podiel organickej hmoty, ílovej frakcie, obsah Fe a Mn oxidov a veľkosť zŕn vo frakcii). Vo výraznejšej miere však môže byť variabilita obsahov týchto prvkov ovplyvnená aj antropogénne podmienenými faktormi. Z výsledkov monitoringu je zrejماً rôzna miera variability obsahov prezentovaných prvkov pre rôzne monitorované lokality, ktorá pravdepodobne odráža najmä aktuálny podiel antropogénneho, resp. geogénno-antropogénneho ovplyvnenia v príslušnom časovom období.

Základné štatistické zhodnotenie monitorovaných lokalít a dátového súboru ako celku prezentuje tab. 2.7.9.

Tab. 2.7.8: Koeficient časovej a plošnej variability vyjadrený v % (zvýraznené sú hodnoty časovej variability vyššie ako priemerná hodnota + štandardná odchýlka)

číslo monitorovanej lokality	koeficienty časovej variability																						
	110	380	450	>380	>450	Na	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Se	Zn
1	79	23	14	7	7	10	10	6	9	9	18	9	41	63	19	14	23	33	11	32	237	58	23
2	45	21	16	18	12	12	9	17	29	15	31	13	39	53	34	13	22	85	16	25	82	68	14
3	57	17	33	20	37	7	7	8	36	12	53	11	46	67	30	27	29	85	17	162	78	65	23
5	78	55	77	45	23	23	14	36	44	20	37	19	44	95	25	21	38	48	20	40	73	101	24
6	62	48	28	39	21	7	14	26	42	14	25	8	51	75	23	22	55	56	28	46	86	72	18
8	32	38	61	12	13	8	15	13	18	17	28	15	126	95	26	55	48	52	24	121	79	73	23
11	52	31	16	12	6	9	11	14	10	24	32	15	46	66	38	25	73	117	24	155	70	71	128
12	118	32	48	9	7	8	12	6	13	21	25	17	50	108	31	66	40	47	28	47	74	124	26
13	40	44	40	16	9	10	18	15	17	22	23	25	25	45	64	30	40	37	64	35	38	78	36
14	49	49	33	38	39	17	15	20	48	17	24	21	80	86	26	27	76	152	38	40	68	81	42
15	37	37	35	23	16	11	8	7	20	9	20	9	44	66	34	31	70	49	17	36	92	50	22
19	72	39	52	20	9	14	10	19	27	10	23	9	45	74	28	19	37	42	45	37	83	96	27
20	89	50	25	16	18	16	12	13	20	17	22	14	40	70	21	21	28	151	21	38	67	78	27
23	49	31	36	29	25	21	14	4	14	18	24	11	51	63	27	46	49	108	27	54	93	109	31
24	53	50	43	29	74	20	11	42	81	14	42	10	67	94	40	20	45	36	27	43	92	75	27
25	39	38	30	31	24	9	5	11	17	13	69	8	56	49	26	15	36	38	24	46	90	71	42
26	45	34	40	35	49	9	11	20	27	18	23	11	51	36	27	21	31	39	31	38	80	146	17
27	57	45	43	28	26	15	12	9	17	10	50	9	43	56	32	12	37	88	19	36	84	71	25
28	48	29	21	19	11	11	11	23	18	11	16	6	44	82	23	22	47	92	23	31	76	99	14
29	71	58	42	17	23	17	15	23	23	13	19	9	42	60	21	33	37	72	27	33	75	72	37
30	85	47	9	26	14	14	11	15	28	16	24	10	44	72	27	22	47	49	21	32	85	51	28
31	66	38	62	22	54	13	12	24	32	22	32	13	45	111	34	37	42	59	30	44	76	77	36
32	96	44	46	24	10	11	19	27	16	95	75	18	352	172	99	41	243	53	38	98	92	64	146
33	40	41	49	20	17	14	15	9	27	50	28	13	44	55	29	15	26	72	20	35	54	82	38
34	50	45	40	14	11	12	11	12	23	11	16	8	47	70	34	46	81	111	14	45	93	74	27
35	85	65	29	16	11	11	14	12	16	8	13	14	36	45	29	40	27	71	15	37	74	96	27
36	36	41	46	18	16	12	16	16	19	12	19	16	44	52	22	31	38	51	23	40	79	72	31
37	43	40	14	21	29	25	15	29	35	9	17	18	58	108	26	48	27	49	28	57	102	87	30
38	39	25	44	34	34	15	13	14	42	13	29	10	102	93	22	38	86	44	17	31	81	62	24
40	42	32	21	19	17	15	10	14	14	12	19	10	74	72	23	26	29	84	17	26	159	65	17
42	39	35	15	27	13	15	16	9	26	11	48	15	35	162	23	25	49	163	20	52	85	67	19
43	50	30	33	27	15	14	16	14	23	12	45	11	37	81	26	12	31	47	17	40	108	62	22
44	21	19	10	31	20	17	14	16	27	14	25	10	44	67	21	14	26	39	14	35	69	68	11
45	42	16	16	16	10	14	9	9	15	13	23	10	64	60	22	12	14	75	15	33	203	64	14
46	58	67	12	12	14	16	24	8	29	21	44	16	61	132	36	26	49	77	30	50	73	181	30
47	108	60	40	27	19	20	23	26	58	71	18	100	74	41	81	53	69	21	79	63	157	49	
48	34	51	15	3	10	19	14	25	38	9	33	10	33	71	25	29	20	52	20	23	39	28	11
49	37	47	47	46	9	12	21	30	31	33	40	23	48	111	42	21	40	65	29	31	42	69	42
50	26	43	19	35	12	20	11	10	35	14	66	10	17	84	16	27	18	26	19	28	49	33	29
51	45	72	42	2	11	12	8	5	11	10	15	9	19	116	26	6	21	78	29	11	67	94	22
52	37	2	31	2	23	4	7	9	9	15	24	8	28	20	18	12	12	63	19	8	44	85	13
53	39	62	30	10	16	7	5	7	29	7	34	5	37	47	15	16	33	32	15	20	42	85	39
54	60	1	42	4	23	16	17	13	17	19	33	12	23	137	17	26	29	55	25	17	59	75	22
55	30	36	40	33	52	16	6	18	73	10	18	6	24	122	15	20	25	38	16	10	37	118	14
56	49	25	48	11	25	19	7	6	24	20	41	12	34	60	19	26	20	82	16	19	16	82	22
57	42	27	27	2	8	20	14	16	16	12	24	5	30	75	23	17	21	48	12	17	113	54	22
58	46	61	8	52	28	9	25	25	43	25	58	29	18	47	23	33	15	62	30	27	12	28	28
59	41	9	62	4	4	13	5	14	13	7	53	4	42	94	24	14	15	47	14	21	31	86	27
priemerná hodnota	53	39	34	21	20	14	13	16	26	18	33	12	54	80	28	27	42	67	23	43	79	80	31
medián	47	39	34	20	16	14	12	14	24	14	26	11	44	72	26	25	37	58	21	37	77	74	26
smerodajná odchýlka	21	16	16	12	14	5	5	8	15	15	16	5	49	31	12	15	35	31	7	31	39	29	24
koeficient plošnej variability	66	56	61	64	65	28	22	55	77	38	55	22	548	201	45	40	200	603	38	193	251	86	135

Pozn.: 110 - strata sušením pri 110 °C; 380 - strata žiňaním pri 110-380 °C; 450 - strata žiňaním pri 110-450 °C; >380-strata žiňaním nad 380 °C, >450-strata žiňaním nad 450 °C

Tab. 2.7.9: Základné štatistické parametre analyzovaných zložiek za obdobie rokov 2002-2009 (110 %C - strata sušením pri 110 °C; 110-380 °C - strata žíhaním pri 110-380 °C; 110-450 °C - strata žíhaním pri 110-450 °C; >380 °C - strata žíhaním nad 380 °C; >450 °C - strata žíhaním nad 450 °C; x - aritmetický priemer; med - medián; s - smerodajná odchýlka)

Lokalita	1			2			3			5			6			8			11		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
<b>110°C</b>	2,65	2,19	2,10	2,45	2,15	1,09	1,94	1,51	1,10	1,81	1,26	1,40	1,76	1,40	1,09	0,81	0,79	0,25	1,49	1,27	0,78
<b>110-380°C</b>	6,04	6,41	1,39	4,36	4,25	0,91	3,43	3,41	0,59	5,65	4,57	3,12	3,85	2,85	1,85	2,39	2,23	0,92	4,48	4,09	1,38
<b>110-450°C</b>	8,07	8,16	1,11	6,04	5,74	0,98	3,53	3,47	1,18	10,3	7,13	7,95	11,0	10,1	3,13	2,68	2,07	1,63	3,73	3,87	0,58
<b>&gt;380°C</b>	11,5	11,5	0,82	4,22	4,02	0,77	3,29	3,15	0,67	8,21	9,33	3,72	3,29	3,15	1,27	6,26	5,99	0,78	11,1	10,9	1,34
<b>&gt;450°C</b>	11,1	10,8	0,74	4,44	4,48	0,54	2,59	2,68	0,96	8,28	7,71	1,92	2,25	2,10	0,48	5,17	5,19	0,68	10,8	10,8	0,62
<b>Na (%)</b>	0,71	0,70	0,07	0,77	0,77	0,09	0,86	0,85	0,06	1,36	1,24	0,32	1,41	1,44	0,10	0,97	0,97	0,08	0,75	0,74	0,07
<b>K (%)</b>	1,64	1,65	0,16	1,71	1,69	0,15	1,57	1,54	0,11	1,63	1,59	0,23	1,49	1,49	0,20	1,13	1,07	0,17	1,30	1,25	0,14
<b>Mg (%)</b>	2,29	2,32	0,14	0,95	0,91	0,16	0,68	0,66	0,06	2,58	2,69	0,93	0,86	0,83	0,23	1,15	1,16	0,14	2,02	2,03	0,29
<b>Ca (%)</b>	7,03	7,11	0,62	2,37	2,40	0,68	1,82	1,76	0,65	3,92	3,79	1,73	1,43	1,21	0,60	3,78	3,71	0,69	6,93	6,86	0,70
<b>Fe (%)</b>	3,26	3,18	0,30	3,12	3,07	0,45	2,69	2,77	0,34	2,21	2,13	0,44	2,38	2,25	0,32	2,02	2,06	0,35	2,34	2,27	0,57
<b>Mn (%)</b>	0,12	0,12	0,02	0,17	0,15	0,05	0,17	0,14	0,09	0,06	0,06	0,02	0,10	0,10	0,03	0,08	0,08	0,02	0,12	0,13	0,04
<b>Al (%)</b>	5,69	5,69	0,51	5,56	5,54	0,74	4,92	4,96	0,52	5,38	5,01	1,05	5,67	5,63	0,48	4,19	4,32	0,61	4,33	4,10	0,64
<b>As (ppm)</b>	13,8	13,0	5,64	9,83	9,58	3,85	7,65	7,90	3,54	8,58	8,29	3,78	7,07	7,28	3,63	11,7	7,60	14,6	9,05	9,39	4,18
<b>Cd (ppm)</b>	0,92	0,90	0,58	0,71	0,71	0,37	0,57	0,57	0,38	0,44	0,27	0,42	0,39	0,30	0,29	0,55	0,59	0,52	0,64	0,52	0,43
<b>Co (ppm)</b>	11,9	12,0	2,20	13,1	11,9	4,41	10,7	9,6	3,22	8,90	8,28	2,23	8,91	8,44	2,08	8,23	7,70	2,13	8,85	7,55	3,38
<b>Cr (ppm)</b>	86,5	88,6	11,8	96,8	94,8	12,8	91,3	94,0	24,4	48,3	50,0	10,0	55,3	54,1	12,1	80,2	62,0	44,3	72,8	67,9	17,9
<b>Cu (ppm)</b>	54,8	58,4	12,4	33,9	33,3	7,4	29,3	28,5	8,5	15,4	15,7	5,8	19,6	18,1	10,8	24,5	20,2	11,8	48,1	31,9	35,2
<b>Hg (ppm)</b>	0,45	0,45	0,15	0,21	0,18	0,18	0,19	0,15	0,16	0,07	0,07	0,03	0,08	0,08	0,05	0,06	0,06	0,03	0,25	0,12	0,29
<b>Ni (ppm)</b>	40,9	41,7	4,6	41,6	40,9	6,7	33,3	33,2	5,8	20,4	20,6	4,2	28,2	26,3	8,0	27,1	26,5	6,6	33,1	33,6	7,9
<b>Pb (ppm)</b>	40,8	44,3	13,0	28,9	30,4	7,4	43,1	26,5	70,0	25,1	25,2	10,0	21,7	25,1	9,9	35,9	22,6	43,5	48,5	26,9	75,0
<b>Sb (ppm)</b>	2,75	1,08	6,52	0,55	0,60	0,45	0,45	0,45	0,35	0,72	0,75	0,52	0,97	0,77	0,84	0,45	0,45	0,36	0,89	0,95	0,62
<b>Se (ppm)</b>	0,60	0,64	0,35	0,48	0,47	0,33	0,35	0,40	0,23	0,35	0,25	0,35	0,32	0,26	0,23	0,29	0,20	0,22	0,36	0,32	0,26
<b>Zn (ppm)</b>	342	357	78	179	167	26	149	149	34	97	93	24	98	102	18	84	84	19	211	115	269

Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	12			13			14			15			19			20			23		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
110°C	0,90	0,62	1,06	1,13	1,03	0,46	2,14	2,07	1,04	1,99	1,60	0,74	1,48	1,29	1,07	2,16	1,51	1,91	2,61	2,41	1,28
110-380°C	1,58	1,49	0,50	2,73	2,70	1,21	5,04	4,82	2,47	4,82	4,51	1,77	3,84	3,81	1,51	6,32	5,03	3,16	6,60	6,94	2,02
110-450°C	2,33	2,17	1,11	3,20	3,29	1,27	12,9	11,1	4,30	6,64	5,79	2,35	7,71	7,23	3,99	10,09	9,69	2,57	9,98	11,72	3,60
>380°C	11,2	11,5	0,97	10,7	10,4	1,72	8,04	7,58	3,06	5,34	5,19	1,24	4,47	4,60	0,88	6,44	6,48	1,02	3,25	3,05	0,95
>450°C	12,1	12,3	0,85	9,11	9,16	0,81	5,74	4,84	2,27	4,14	3,92	0,68	4,49	4,42	0,41	6,48	6,38	1,17	2,44	2,35	0,60
Na (%)	0,91	0,92	0,07	0,86	0,86	0,08	0,83	0,85	0,14	0,91	0,91	0,10	1,44	1,44	0,20	1,15	1,18	0,19	1,07	1,11	0,23
K (%)	1,04	1,04	0,12	1,15	1,11	0,21	1,25	1,22	0,19	1,55	1,57	0,13	1,67	1,70	0,16	1,70	1,72	0,20	1,62	1,67	0,22
Mg (%)	2,09	2,08	0,13	2,07	2,04	0,32	1,06	0,99	0,22	1,05	1,06	0,07	1,53	1,55	0,29	1,95	1,88	0,26	0,88	0,89	0,04
Ca (%)	7,78	7,76	0,99	6,70	6,75	1,14	5,67	5,19	2,72	3,07	3,08	0,61	2,46	2,52	0,65	3,33	3,23	0,66	1,19	1,16	0,17
Fe (%)	1,61	1,62	0,34	2,12	1,98	0,47	2,67	2,70	0,45	2,73	2,75	0,25	2,79	2,72	0,29	2,93	2,82	0,49	3,72	3,57	0,68
Mn (%)	0,08	0,08	0,02	0,09	0,09	0,02	0,05	0,05	0,01	0,07	0,07	0,01	0,06	0,05	0,01	0,06	0,06	0,01	0,09	0,09	0,02
Al (%)	3,50	3,49	0,58	4,36	3,98	1,08	4,63	4,60	0,97	5,60	5,64	0,48	6,14	5,96	0,58	6,13	6,16	0,88	6,92	6,79	0,78
As (ppm)	6,35	6,46	3,21	9,08	9,60	4,12	45,4	43,0	36,5	25,0	23,8	11,1	23,7	25,6	10,7	35,9	37,2	14,2	13,6	13,8	7,0
Cd (ppm)	0,36	0,12	0,39	0,53	0,55	0,34	0,44	0,28	0,38	0,49	0,30	0,32	0,42	0,35	0,31	0,44	0,40	0,31	0,54	0,54	0,34
Co (ppm)	6,83	7,34	2,08	7,44	7,90	2,23	9,6	10,1	2,45	10,3	9,46	3,45	8,66	8,13	2,40	11,6	11,1	2,44	13,1	12,7	3,48
Cr (ppm)	60,2	44,2	40,0	69,2	60,4	28,0	49,7	47,5	13,3	102,9	97,0	31,4	58,1	57,4	10,9	60,0	56,5	12,7	89,7	74,5	41,0
Cu (ppm)	11,3	10,9	4,5	20,1	18,0	7,5	39,5	31,4	30,1	31,2	24,0	21,7	35,2	32,5	13,0	85,8	85,7	23,8	32,5	28,1	15,9
Hg (ppm)	0,06	0,06	0,03	0,63	0,48	0,41	23,29	10,11	35,48	3,38	3,35	1,65	0,10	0,08	0,04	0,81	0,30	1,23	0,45	0,32	0,48
Ni (ppm)	19,9	21,5	5,5	23,9	22,3	8,3	20,7	20,1	7,9	24,7	25,5	4,2	20,7	18,5	9,4	23,0	23,5	4,9	28,9	25,9	7,9
Pb (ppm)	14,0	13,5	6,6	22,8	21,9	8,8	27,6	32,8	11,0	24,7	26,8	9,0	37,1	35,4	13,9	56,5	57,0	21,4	81,0	67,3	43,5
Sb (ppm)	0,58	0,47	0,43	0,66	0,64	0,51	0,70	0,81	0,48	0,79	0,60	0,73	9,49	10,41	7,87	17,28	18,35	11,63	3,62	3,26	3,38
Se (ppm)	0,19	0,20	0,24	0,25	0,17	0,19	0,62	0,55	0,50	0,41	0,40	0,20	0,28	0,25	0,27	0,32	0,36	0,25	0,64	0,60	0,70
Zn (ppm)	55	58	14	110	102	39	148	131	63	133	123	30	150	139	40	233	220	62	375	378	117



Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	24			25			26			27			28			29			30		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
110°C	2,60	2,45	1,39	2,70	2,52	1,05	1,99	1,94	0,90	1,42	1,08	0,81	0,91	0,78	0,44	1,51	1,18	1,07	1,68	1,25	1,43
110-380°C	5,42	5,11	2,69	4,47	4,15	1,69	3,31	3,43	1,12	4,10	4,16	1,85	3,16	2,83	0,93	4,91	4,58	2,84	3,86	3,45	1,81
110-450°C	4,64	4,26	1,97	5,07	4,72	1,53	3,22	3,71	1,27	7,60	9,08	3,23	7,43	7,20	1,55	11,86	12,08	4,96	6,83	6,70	0,58
>380°C	2,89	3,00	0,83	2,31	2,16	0,72	2,20	1,99	0,76	2,57	2,67	0,71	6,17	6,57	1,18	3,26	3,30	0,57	4,59	4,41	1,20
>450°C	4,89	4,85	3,62	1,59	1,49	0,38	1,17	1,41	0,58	2,37	2,19	0,62	3,25	3,39	0,35	3,13	2,94	0,72	3,69	3,54	0,52
Na (%)	0,88	0,88	0,18	0,95	0,95	0,09	1,06	1,07	0,10	1,64	1,63	0,24	1,69	1,73	0,19	1,01	1,02	0,18	1,44	1,51	0,20
K (%)	1,38	1,42	0,15	1,53	1,53	0,08	1,26	1,30	0,14	1,68	1,65	0,20	1,25	1,21	0,14	1,82	1,79	0,27	1,54	1,56	0,17
Mg (%)	0,84	0,74	0,35	0,69	0,67	0,08	0,81	0,77	0,16	0,97	0,99	0,09	2,50	2,68	0,58	0,80	0,76	0,18	1,23	1,23	0,18
Ca (%)	1,69	1,22	1,36	1,50	1,54	0,26	1,65	1,62	0,44	1,38	1,37	0,23	2,66	2,56	0,48	1,65	1,60	0,38	2,32	2,22	0,65
Fe (%)	3,40	3,35	0,47	3,71	3,68	0,49	3,98	3,83	0,73	3,08	3,01	0,30	3,09	3,10	0,35	3,83	3,89	0,51	2,62	2,49	0,43
Mn (%)	0,15	0,13	0,06	0,21	0,16	0,15	0,13	0,13	0,03	0,09	0,08	0,05	0,10	0,09	0,02	0,13	0,13	0,03	0,06	0,06	0,02
Al (%)	6,15	6,20	0,61	6,24	6,29	0,48	6,00	6,11	0,63	7,03	7,18	0,62	6,05	6,06	0,34	5,98	6,08	0,56	6,07	6,11	0,61
As (ppm)	8,34	7,71	5,55	16,3	16,2	9,19	6,94	7,10	3,56	11,9	13,7	5,15	9,6	10,1	4,20	38,8	41,7	16,4	9,14	9,06	4,03
Cd (ppm)	0,30	0,23	0,28	9,24	7,95	4,55	2,18	2,01	0,79	0,52	0,49	0,29	0,43	0,42	0,35	0,56	0,52	0,33	0,40	0,35	0,29
Co (ppm)	13,0	12,9	5,13	14,8	14,1	3,79	14,2	13,3	3,85	11,9	12,5	3,82	11,6	11,5	2,64	12,2	11,9	2,54	12,5	12,0	3,41
Cr (ppm)	61,6	63,0	12,0	48,2	48,4	7,2	52,7	53,4	11,0	60,8	59,8	7,5	58,4	57,0	12,8	68,7	62,2	22,6	63,9	67,0	13,8
Cu (ppm)	15,3	15,5	6,9	113,8	105,1	41,4	33,9	33,9	10,5	28,0	29,2	10,3	18,6	17,2	8,7	49,4	43,3	18,3	33,1	34,3	15,5
Hg (ppm)	0,08	0,07	0,03	0,15	0,15	0,06	0,07	0,08	0,03	0,21	0,18	0,19	0,10	0,07	0,09	1,00	0,62	0,72	0,20	0,20	0,10
Ni (ppm)	21,9	22,6	6,0	16,6	17,0	4,0	16,0	16,9	4,9	23,9	24,5	4,5	20,4	19,5	4,7	30,1	29,3	8,1	40,1	39,0	8,5
Pb (ppm)	24,6	23,3	10,6	525	497	240	111,5	106,8	41,9	28,5	30,4	10,4	27,9	27,5	8,8	36,5	35,8	12,1	30,9	30,5	9,9
Sb (ppm)	0,86	0,70	0,80	1,41	1,40	1,27	0,43	0,33	0,34	1,04	0,90	0,87	0,99	0,86	0,75	16,21	15,48	12,10	1,08	1,00	0,92
Se (ppm)	0,28	0,27	0,21	0,22	0,23	0,16	0,12	0,10	0,17	0,32	0,35	0,23	0,18	0,15	0,18	0,30	0,32	0,22	0,33	0,33	0,17
Zn (ppm)	122	134	33	1590	1513	670	445	449	74	137	136	35	94	90	13	177	181	66	163	169	46

Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	31			32			33			34			35			36			37		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
110°C	1,14	1,01	0,75	1,28	0,86	1,23	2,10	2,11	0,84	0,89	0,76	0,44	1,56	1,27	1,33	1,92	1,81	0,70	1,25	1,23	0,54
110-380°C	2,87	2,47	1,10	2,77	2,72	1,23	8,38	9,01	3,41	1,87	1,76	0,85	2,56	2,27	1,66	3,75	4,13	1,53	2,43	2,29	0,97
110-450°C	3,37	3,53	2,09	4,72	4,82	2,19	9,13	10,00	4,48	2,63	2,58	1,05	4,33	4,42	1,24	5,25	5,63	2,43	2,25	2,18	0,32
>380°C	4,86	4,87	1,06	5,66	5,45	1,34	3,15	3,24	0,62	3,98	4,13	0,56	4,79	4,75	0,77	4,40	4,38	0,81	3,18	3,05	0,67
>450°C	3,47	3,72	1,89	4,65	4,58	0,45	2,80	2,84	0,48	3,77	3,71	0,40	4,35	4,38	0,47	4,15	4,04	0,67	2,86	2,69	0,82
Na (%)	1,17	1,17	0,16	1,00	0,99	0,11	0,99	1,00	0,14	1,08	1,08	0,13	0,97	0,95	0,11	0,96	0,94	0,11	0,88	0,87	0,22
K (%)	1,47	1,46	0,18	1,49	1,40	0,29	2,24	2,27	0,33	1,41	1,37	0,15	1,52	1,50	0,21	1,61	1,59	0,25	1,36	1,31	0,21
Mg (%)	1,13	1,21	0,28	1,21	1,12	0,33	0,90	0,90	0,08	0,84	0,85	0,10	1,18	1,19	0,15	1,06	1,02	0,16	0,69	0,65	0,20
Ca (%)	2,36	2,46	0,75	2,63	2,67	0,43	0,70	0,64	0,19	2,40	2,45	0,55	2,40	2,43	0,38	2,31	2,39	0,44	1,71	1,51	0,60
Fe (%)	2,43	2,37	0,53	3,52	2,57	3,33	6,20	5,36	3,08	2,14	2,10	0,24	2,53	2,53	0,20	2,73	2,66	0,34	2,41	2,40	0,21
Mn (%)	0,07	0,07	0,02	0,11	0,09	0,09	0,15	0,14	0,04	0,07	0,07	0,01	0,08	0,08	0,01	0,09	0,09	0,02	0,07	0,06	0,01
Al (%)	5,25	5,16	0,68	5,02	4,97	0,91	7,53	7,69	0,97	4,74	4,85	0,36	4,89	4,90	0,68	5,56	5,42	0,86	4,69	4,38	0,86
As (ppm)	7,25	7,65	3,24	208	13,90	731	57,7	60,5	25,2	6,13	6,74	2,89	14,2	15,0	5,08	10,9	11,8	4,80	6,57	5,90	3,81
Cd (ppm)	0,27	0,16	0,30	0,84	0,48	1,44	0,81	0,96	0,45	0,42	0,43	0,29	0,55	0,60	0,25	0,54	0,54	0,28	0,24	0,27	0,25
Co (ppm)	9,59	9,25	3,23	13,9	10,0	13,7	30,8	28,8	9,1	9,80	8,52	3,36	10,6	9,9	3,06	11,1	11,8	2,39	11,6	10,5	3,03
Cr (ppm)	79,5	67,9	29,7	76,6	60,2	31,2	78,9	75,7	12,0	70,4	54,5	32,6	69,3	56,5	27,6	72,4	69,0	22,4	84,5	63,0	40,8
Cu (ppm)	19,2	19,7	8,0	187	64,0	454	333	343	85,9	21,7	18,1	17,6	42,5	39,9	11,3	32,0	29,6	12,1	20,7	21,3	5,6
Hg (ppm)	0,10	0,08	0,06	8,52	8,30	4,50	1,45	1,10	1,05	0,17	0,11	0,19	0,63	0,63	0,45	0,37	0,31	0,19	0,05	0,04	0,03
Ni (ppm)	36,4	36,8	11,1	31,4	29,4	11,9	35,6	37,3	7,2	27,7	27,7	4,0	34,3	34,5	5,3	32,4	32,1	7,5	40,6	45,0	11,5
Pb (ppm)	21,1	22,9	9,4	36,5	25,8	35,6	69,5	74,0	24,3	20,0	21,1	8,9	26,3	27,6	9,6	25,0	25,2	9,9	17,9	17,0	10,1
Sb (ppm)	0,58	0,48	0,44	7,44	6,65	6,88	35,17	33,90	19,13	0,79	0,57	0,74	2,76	2,59	2,04	1,73	1,66	1,36	0,39	0,30	0,40
Se (ppm)	0,31	0,33	0,24	0,28	0,28	0,18	0,43	0,51	0,35	0,23	0,27	0,17	0,25	0,18	0,24	0,32	0,33	0,23	0,30	0,29	0,26
Zn (ppm)	97	98	35	210	129	307	488	414	188	88,1	81,0	23,9	153	141	42	144	140	45	76,2	70,9	22,9

Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	38			40			42			43			44			45			46		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
110°C	2,06	2,00	0,80	2,66	2,50	1,11	1,59	1,73	0,63	1,98	1,47	0,99	2,09	2,05	0,44	2,47	2,31	1,04	0,25	0,25	0,15
110-380°C	3,05	2,95	0,75	4,20	3,66	1,36	2,74	2,73	0,95	4,62	4,18	1,40	4,58	4,60	0,85	4,30	4,03	0,70	0,63	0,68	0,42
110-450°C	5,48	6,30	2,42	5,53	5,27	1,15	3,70	3,62	0,54	5,02	5,31	1,63	5,88	5,98	0,57	4,65	4,64	0,75	1,27	1,29	0,16
>380°C	2,44	2,35	0,83	3,52	3,49	0,68	2,14	2,21	0,58	2,93	3,03	0,78	3,62	3,49	1,12	3,63	3,63	0,58	13,50	13,20	1,60
>450°C	2,67	2,81	0,90	3,01	2,84	0,51	1,99	1,99	0,26	2,02	1,98	0,31	3,09	2,92	0,63	2,31	2,36	0,23	11,66	11,86	1,61
Na (%)	0,80	0,83	0,12	0,87	0,86	0,13	0,82	0,86	0,12	0,93	0,95	0,13	0,85	0,82	0,15	0,87	0,87	0,12	1,02	1,11	0,17
K (%)	1,50	1,47	0,19	1,78	1,81	0,19	1,19	1,28	0,19	1,63	1,60	0,26	2,20	2,28	0,31	1,91	1,91	0,17	0,92	0,85	0,22
Mg (%)	0,57	0,54	0,08	0,82	0,82	0,12	0,65	0,64	0,06	0,81	0,78	0,11	1,14	1,13	0,18	0,90	0,89	0,08	3,07	3,01	0,25
Ca (%)	1,20	1,06	0,51	1,55	1,56	0,21	0,92	0,90	0,24	0,81	0,78	0,19	1,08	1,03	0,30	1,01	1,08	0,15	7,75	8,29	2,25
Fe (%)	2,51	2,40	0,33	3,16	3,17	0,37	2,68	2,66	0,29	3,37	3,34	0,41	4,47	4,54	0,62	3,69	3,61	0,49	2,86	2,74	0,60
Mn (%)	0,10	0,09	0,03	0,11	0,11	0,02	0,10	0,08	0,05	0,07	0,06	0,03	0,16	0,15	0,04	0,11	0,10	0,03	0,10	0,08	0,04
Al (%)	4,82	4,81	0,50	6,13	6,00	0,61	4,45	4,56	0,65	6,19	6,31	0,66	7,98	8,08	0,81	6,84	6,96	0,70	3,97	3,90	0,64
As (ppm)	33,5	17,0	34,0	24,2	16,3	18,0	6,35	6,59	2,24	8,04	8,65	3,01	13,0	13,2	5,72	14,6	11,9	9,38	4,47	3,62	2,71
Cd (ppm)	0,27	0,20	0,25	0,37	0,35	0,26	0,45	0,23	0,73	0,39	0,38	0,32	0,57	0,46	0,38	0,48	0,54	0,29	0,37	0,12	0,49
Co (ppm)	11,4	11,3	2,5	12,0	11,9	2,7	10,1	10,0	2,3	12,0	11,7	3,1	18,0	17,0	3,8	14,8	13,5	3,2	8,1	6,1	3,0
Cr (ppm)	73,7	57,8	28,4	89,0	79,3	22,8	67,1	62,1	16,8	77,1	76,7	9,5	109,8	112,3	15,7	93,3	94,0	11,3	60,1	59,0	15,6
Cu (ppm)	24,6	18,6	21,2	24,3	26,4	7,0	24,5	22,8	11,9	29,2	28,7	8,9	39,5	37,5	10,3	32,6	34,4	4,7	15,0	11,7	7,4
Hg (ppm)	0,08	0,08	0,03	0,13	0,10	0,11	0,18	0,11	0,29	0,10	0,11	0,05	0,10	0,09	0,04	0,11	0,10	0,08	0,10	0,08	0,08
Ni (ppm)	34,8	34,6	6,0	44,5	46,5	7,6	33,1	34,7	6,6	37,1	36,3	6,4	56,0	58,1	8,0	46,8	47,9	6,9	21,3	21,0	6,4
Pb (ppm)	19,3	20,8	6,0	24,4	25,0	6,3	22,4	23,5	11,5	25,0	25,4	9,9	28,0	31,0	9,7	24,6	25,1	8,2	18,9	18,0	9,5
Sb (ppm)	0,49	0,45	0,40	0,73	0,50	1,16	0,54	0,47	0,46	0,53	0,40	0,58	0,50	0,55	0,35	0,89	0,40	1,81	0,27	0,24	0,20
Se (ppm)	0,35	0,35	0,21	0,32	0,31	0,21	0,35	0,40	0,24	0,40	0,39	0,25	0,47	0,48	0,32	0,36	0,38	0,23	0,09	0,09	0,17
Zn (ppm)	84,4	86,6	20,7	119	122	20,4	104	98,0	20,0	116	110	25,5	139	141	15,6	117	117	16,0	72,2	72,9	21,5

Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	47			48			49			50			51			52			53		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
110°C	0,75	0,46	0,81	2,02	1,91	0,68	1,17	1,17	0,44	2,53	2,59	0,65	1,10	1,09	0,49	2,00	2,28	0,74	2,43	2,31	0,96
110-380°C	1,41	1,42	0,84	6,89	6,89	3,51	5,43	5,43	2,57	6,39	6,39	2,77	5,88	5,88	4,21	4,47	4,47	0,08	6,66	6,66	4,12
110-450°C	1,59	1,31	0,64	7,29	7,36	1,07	3,29	2,91	1,55	9,2	9,5	1,75	4,88	5,17	2,05	5,48	5,88	1,71	5,35	5,03	1,62
>380°C	11,7	12,7	3,20	10,9	10,9	0,36	7,68	7,68	3,56	4,52	4,52	1,57	5,44	5,44	0,12	3,94	3,94	0,08	3,33	3,33	0,33
>450°C	10,7	11,5	2,04	6,51	6,34	0,64	12,4	12,4	1,15	6,20	6,26	0,75	4,99	4,98	0,56	3,10	3,26	0,71	3,28	3,26	0,54
Na (%)	0,97	0,95	0,19	0,86	0,82	0,16	0,71	0,75	0,08	0,75	0,76	0,15	1,57	1,57	0,18	1,12	1,11	0,04	0,97	0,95	0,07
K (%)	1,04	0,98	0,24	1,60	1,59	0,22	1,17	1,16	0,24	1,56	1,60	0,18	1,89	1,86	0,15	1,60	1,60	0,11	1,57	1,56	0,09
Mg (%)	2,62	2,64	0,58	1,74	1,52	0,44	1,82	1,82	0,54	1,04	1,03	0,10	1,68	1,69	0,08	1,45	1,42	0,13	1,00	1,01	0,07
Ca (%)	7,62	7,69	1,98	5,19	4,19	1,99	7,04	7,40	2,15	4,11	4,66	1,42	2,69	2,73	0,29	2,36	2,39	0,21	2,02	1,94	0,59
Fe (%)	3,10	2,73	1,81	2,79	2,75	0,24	1,85	1,71	0,61	2,80	2,77	0,40	2,21	2,19	0,21	3,59	3,30	0,53	3,35	3,29	0,24
Mn (%)	0,12	0,09	0,08	0,12	0,12	0,04	0,06	0,04	0,02	0,11	0,08	0,08	0,05	0,05	0,01	0,10	0,09	0,02	0,12	0,12	0,04
Al (%)	4,20	4,04	0,74	5,57	5,42	0,56	3,76	3,77	0,86	5,56	5,61	0,56	6,18	6,36	0,57	6,37	6,49	0,50	6,42	6,49	0,33
As (ppm)	7,59	5,70	7,62	13,2	11,9	4,41	6,28	5,61	3,03	22,6	23,0	3,74	9,32	9,23	1,72	35,5	32,5	10,0	30,2	29,1	11,1
Cd (ppm)	0,59	0,48	0,44	0,64	0,45	0,45	0,38	0,25	0,42	0,83	0,61	0,70	0,44	0,20	0,51	1,38	1,44	0,28	1,31	1,21	0,62
Co (ppm)	9,20	8,18	3,76	10,4	9,5	2,62	7,17	7,00	2,98	10,2	9,5	1,67	6,71	6,00	1,72	13,8	13,8	2,45	12,8	13,2	1,96
Cr (ppm)	83,5	65,1	67,9	104	109	29,7	76,6	75,3	16,4	106	94	28,2	43,0	44,0	2,5	49,9	49,4	6,1	60,7	57,0	9,9
Cu (ppm)	16,5	16,0	8,7	37,1	37,0	7,4	22,9	22,3	9,3	38,6	40,6	6,9	14,2	14,4	3,0	74,9	74,5	8,9	47,7	48,3	15,8
Hg (ppm)	0,14	0,11	0,09	0,15	0,15	0,08	0,09	0,08	0,06	2,73	2,98	0,72	0,07	0,06	0,05	0,57	0,60	0,36	0,27	0,29	0,09
Ni (ppm)	21,4	21,2	4,5	36,6	33,6	7,3	27,3	28,3	8,0	27,3	29,0	5,2	14,6	14,0	4,3	18,5	18,5	3,4	21,6	22,0	3,2
Pb (ppm)	33,3	28,0	26,3	43,1	41,2	9,9	24,0	23,0	7,4	31,5	29,3	9,0	27,9	27,0	3,0	70,4	72,3	5,6	43,8	46,9	8,9
Sb (ppm)	0,47	0,40	0,30	2,99	3,15	1,17	0,92	0,77	0,39	0,93	0,75	0,45	1,19	0,86	0,79	11,74	14,00	5,21	6,52	6,85	2,75
Se (ppm)	0,12	0,15	0,19	0,54	0,51	0,15	0,33	0,25	0,23	0,65	0,70	0,22	0,22	0,25	0,20	0,20	0,28	0,17	0,29	0,30	0,25
Zn (ppm)	113	106	55,81	141	136	15,86	91,3	79,3	38,74	188	176	55,16	100	94,50	22,18	472	481	60,38	421	401	166

Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	54			55			56			57			58			59		
	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s	x	med	s
110°C	1,50	1,20	0,90	1,36	1,24	0,41	2,23	1,62	1,09	2,39	2,25	1,01	2,32	2,59	1,06	1,95	1,66	0,80
110-380°C	2,58	2,58	0,01	1,73	1,73	0,63	4,05	4,05	1,01	6,64	6,64	1,80	4,01	4,01	2,43	4,07	4,07	0,39
110-450°C	4,02	4,06	1,70	3,27	2,93	1,31	7,20	7,43	3,42	11,4	12,2	3,10	8,61	8,56	0,72	6,28	5,15	3,91
>380°C	3,74	3,74	0,14	3,49	3,49	1,16	6,10	6,10	0,66	15,2	15,2	0,31	7,26	7,26	3,79	7,70	7,70	0,34
>450°C	3,07	3,20	0,71	5,08	3,79	2,67	6,23	6,20	1,53	11,7	12,2	0,95	6,25	5,71	1,77	5,22	5,15	0,20
Na (%)	1,06	1,02	0,17	0,90	0,95	0,15	0,69	0,68	0,13	0,82	0,74	0,16	0,60	0,61	0,06	1,00	1,03	0,13
K (%)	1,73	1,69	0,30	1,41	1,43	0,09	1,55	1,58	0,11	1,16	1,20	0,16	1,52	1,62	0,39	1,47	1,48	0,07
Mg (%)	0,83	0,85	0,11	0,82	0,85	0,15	0,83	0,82	0,05	2,83	2,79	0,45	0,88	0,97	0,22	1,14	1,18	0,16
Ca (%)	1,80	1,87	0,30	3,00	2,34	2,19	4,34	3,94	1,05	8,60	8,13	1,41	4,66	4,10	2,02	4,31	4,22	0,55
Fe (%)	2,60	2,49	0,49	2,64	2,70	0,26	2,54	2,65	0,50	2,82	2,80	0,33	2,88	3,10	0,73	2,48	2,53	0,18
Mn (%)	0,08	0,07	0,03	0,07	0,08	0,01	0,12	0,10	0,05	0,05	0,05	0,01	0,08	0,07	0,05	0,13	0,11	0,07
Al (%)	5,78	5,65	0,67	4,82	4,79	0,29	4,56	4,53	0,55	4,88	4,92	0,25	5,29	5,60	1,53	5,17	5,22	0,21
As (ppm)	8,22	8,05	1,88	6,88	6,99	1,67	7,37	6,89	2,47	8,15	7,80	2,43	7,36	7,35	1,35	11,8	10,4	4,99
Cd (ppm)	0,28	0,20	0,38	0,26	0,15	0,32	0,46	0,40	0,28	0,70	0,40	0,53	0,48	0,40	0,23	0,55	0,40	0,52
Co (ppm)	10,7	10,6	1,8	10,0	9,5	1,5	8,1	8,0	1,5	9,7	8,5	2,3	11,2	11,0	2,6	8,5	7,5	2,0
Cr (ppm)	94,3	107,0	24,4	78,7	84,0	15,4	88,4	97,5	23,1	69,9	66,5	12,0	94,3	111	31,5	63,9	65,7	8,7
Cu (ppm)	22,9	21,9	6,7	25,3	24,5	6,3	30,2	30,3	6,1	40,3	41,0	8,3	41,9	44,5	6,5	24,5	25,3	3,8
Hg (ppm)	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04	0,02	0,17	0,13	0,14	0,26	0,30	0,13	0,15	0,14	0,09	0,05	0,05	0,02
Ni (ppm)	39,1	34,8	9,8	38,4	40,0	6,2	35,5	38,0	5,6	31,6	31,5	3,8	49,8	55,5	14,9	24,9	23,6	3,4
Pb (ppm)	21,9	20,5	3,7	20,1	20,5	2,0	26,1	27,0	5,0	39,5	39,0	6,8	32,0	36,0	8,7	24,7	24,0	5,2
Sb (ppm)	0,73	0,60	0,43	0,55	0,55	0,20	0,76	0,75	0,12	1,64	1,00	1,85	0,68	0,70	0,08	0,68	0,65	0,21
Se (ppm)	0,23	0,29	0,17	0,20	0,20	0,23	0,52	0,45	0,42	0,58	0,70	0,31	0,39	0,38	0,11	0,48	0,40	0,41
Zn (ppm)	80,2	82,4	17,3	75,4	75,5	10,9	288	276	64,5	185	194	40,2	157	167	43,5	109	104	29,4

Tab. 2.7.9 pokračovanie:

Lokalita	monitoring - celý súbor (údaje 2002-2009)			Geochemický atlas		
	x	med	s	x	med	s
<b>110°C</b>	1,74	1,48	1,16	-	-	-
<b>110-380°C</b>	3,94	3,52	2,21	-	-	-
<b>110-450°C</b>	5,88	5,26	3,59	-	-	-
<b>&gt;380°C</b>	5,53	4,27	3,51	-	-	-
<b>&gt;450°C</b>	5,06	4,07	3,27	-	-	-
<b>Na (%)</b>	1,01	0,95	0,28	0,94	0,87	0,40
<b>K (%)</b>	1,49	1,49	0,33	1,54	1,51	0,40
<b>Mg (%)</b>	1,29	1,01	0,71	1,13	0,82	1,03
<b>Ca (%)</b>	3,14	2,34	2,41	3,06	1,69	3,61
<b>Fe (%)</b>	2,91	2,75	1,10	2,86	2,65	1,20
<b>Mn (%)</b>	0,10	0,09	0,05	0,10	0,08	0,11
<b>Al (%)</b>	5,45	5,46	1,19	5,76	5,68	1,43
<b>As (ppm)</b>	19,6	10,0	107	10,8	6,00	48,9
<b>Cd (ppm)</b>	0,75	0,50	1,52	0,34	0,10	2,04
<b>Co (ppm)</b>	11,4	10,6	5,15	8,87	8,00	5,41
<b>Cr (ppm)</b>	72,6	65,3	28,8	79,4	70,0	94,6
<b>Cu (ppm)</b>	41,9	27,6	83,9	32,0	20,0	133
<b>Hg (ppm)</b>	1,02	0,12	6,13	0,30	0,08	3,31
<b>Ni (ppm)</b>	29,8	27,7	11,4	26,8	23,0	35,1
<b>Pb (ppm)</b>	43,7	27,6	84,3	20,4	14,0	55,5
<b>Sb (ppm)</b>	3,01	0,70	7,56	3,28	0,50	49,6
<b>Se (ppm)</b>	0,33	0,30	0,29	0,31	0,20	0,56
<b>Zn (ppm)</b>	198	124	266	116	79,0	236

V ďalšej časti sú uvedené výsledky monitorovania grafickou formou od začiatku pozorovania pre každý analyzovaný prvok a každú lokalitu. Ku každej lokalite je uvedený aj stručný popis prezentovaných zistení.

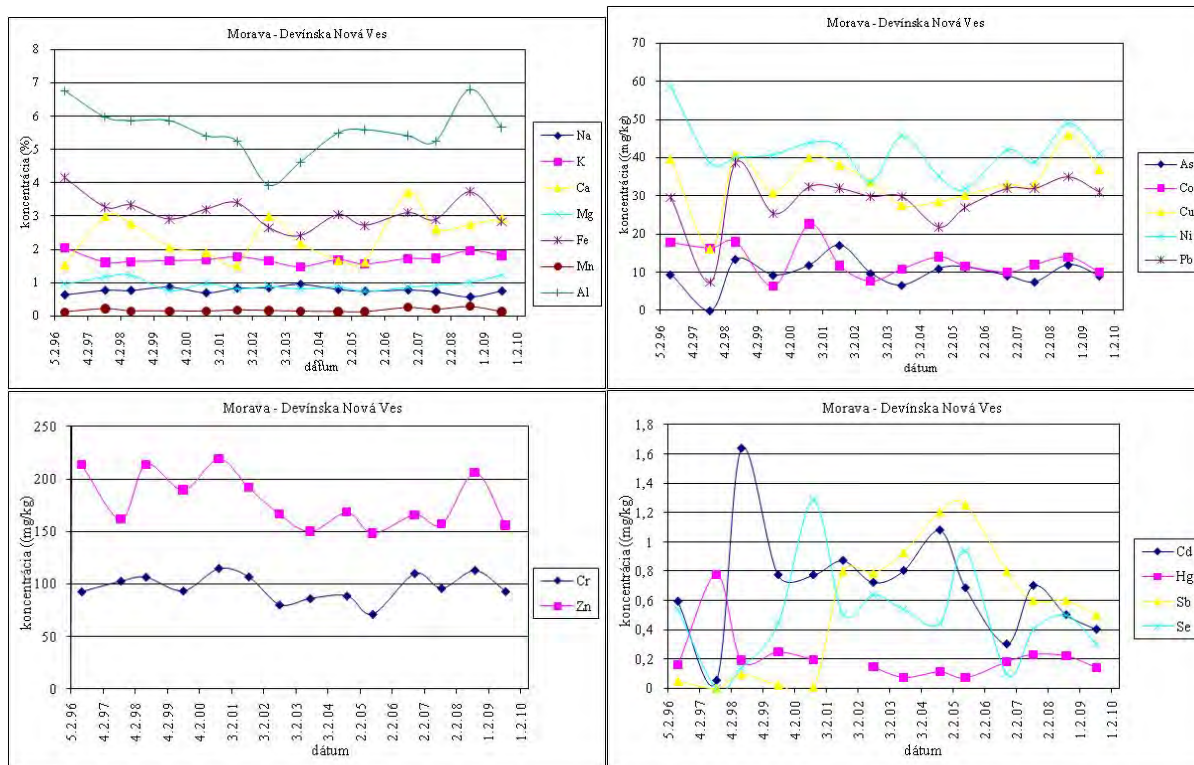
### Malý Dunaj – Kolárovo

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade v čase výraznejšie nemení.



## Morava – Devínska Nová Ves

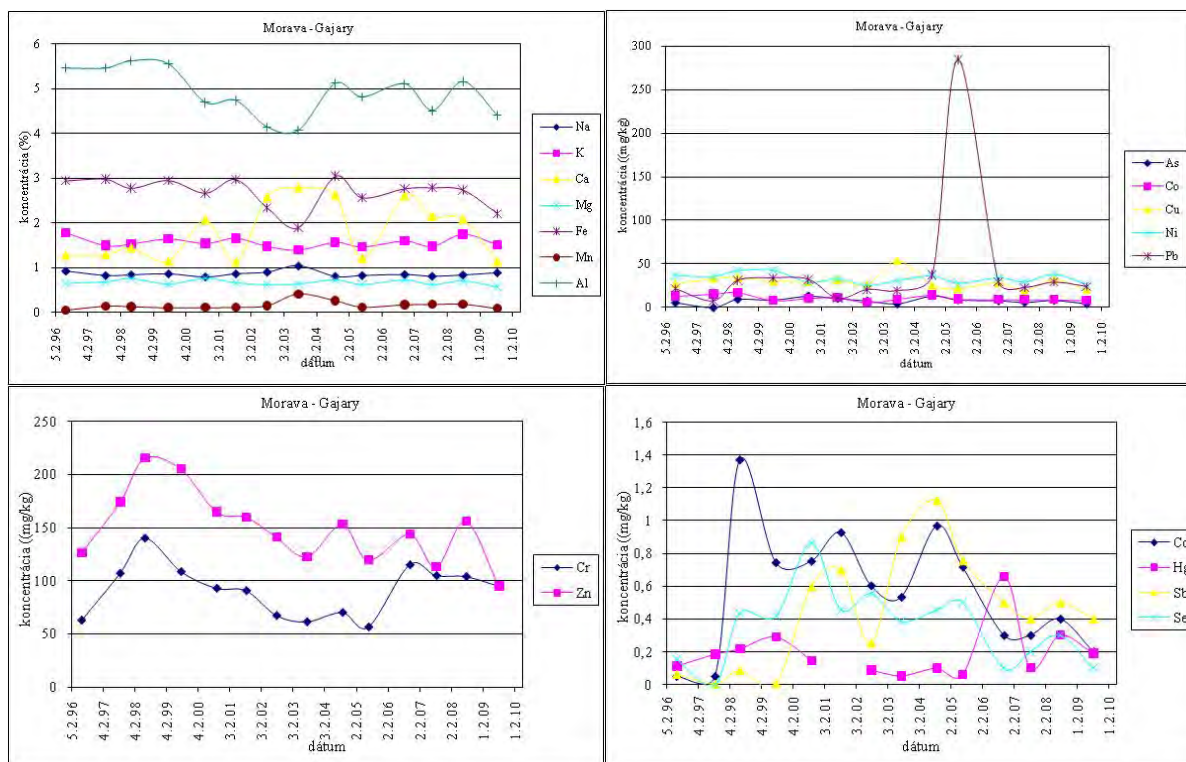
Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase v zásade výraznejšie nemení. Riečny sediment je prakticky neznečistený a koncentrácie prvkov zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy. Vzhľadom k dynamickým vlastnostiam riečnych sedimentov je najmä pre prvky Cd, Sb a Se zrejmä výrazná variabilita ich hodnôt.





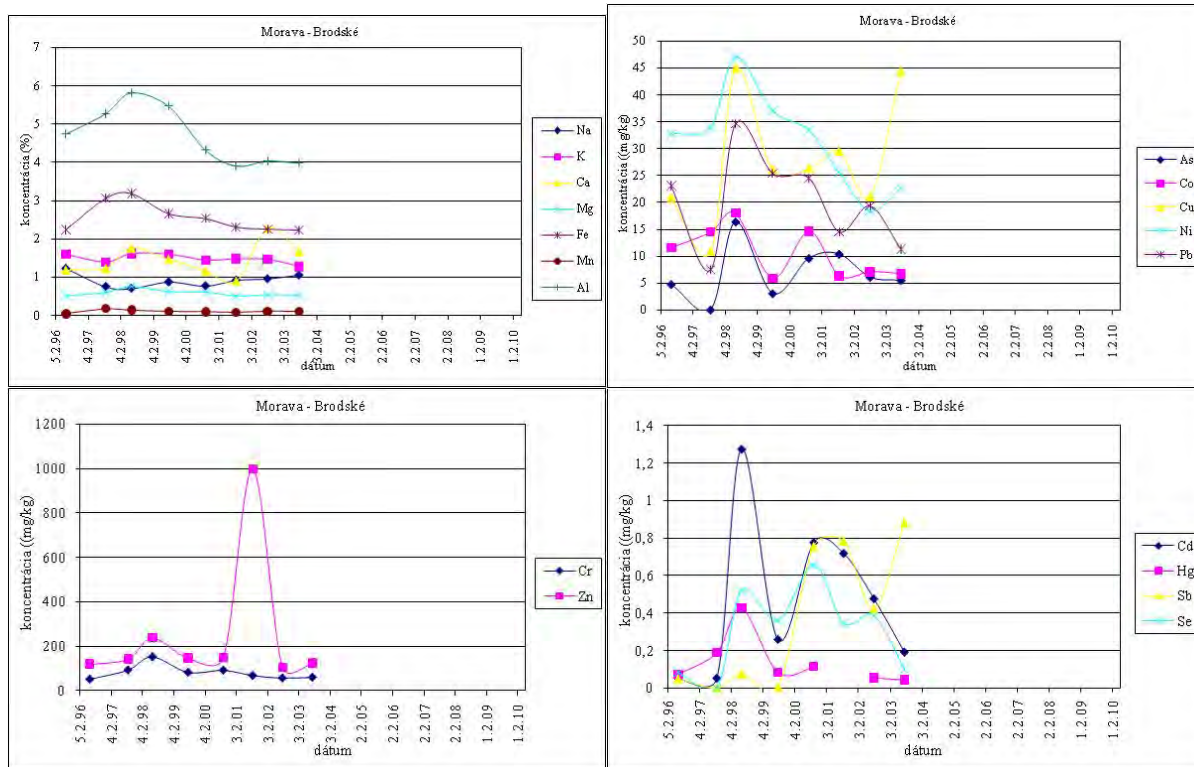
## Morava – Gajary

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v čase nemení. Riečny sediment je prakticky neznečistený a koncentrácie prvkov zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy v sedimente. Vzhľadom k dynamickým vlastnostiam riečnych sedimentov je najmä pre prvky Cr, Zn, Cd, Sb a Se zrejماً výrazná variabilita ich hodnôt'.



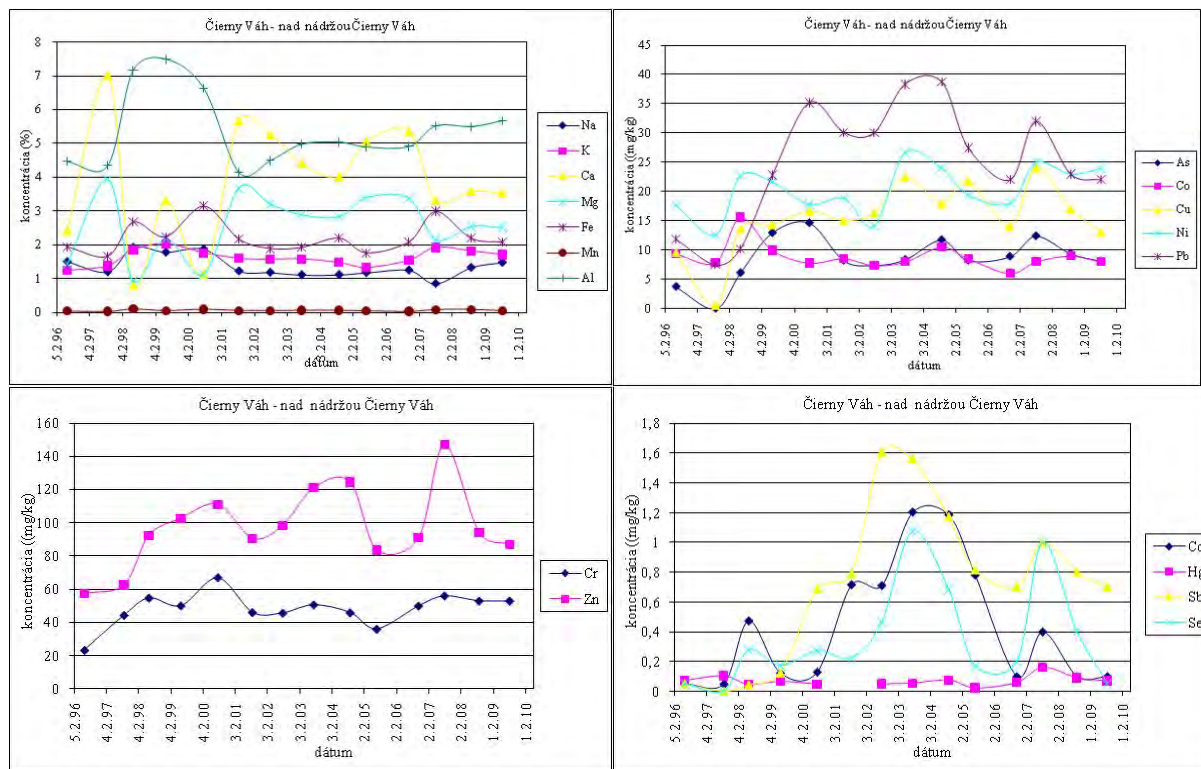
## Morava – Brodské (pozorované len do roku 2003)

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre Cu, Pb, Ni, Cd a Se.



## Čierny Váh – nad nádržou Čierny Váh

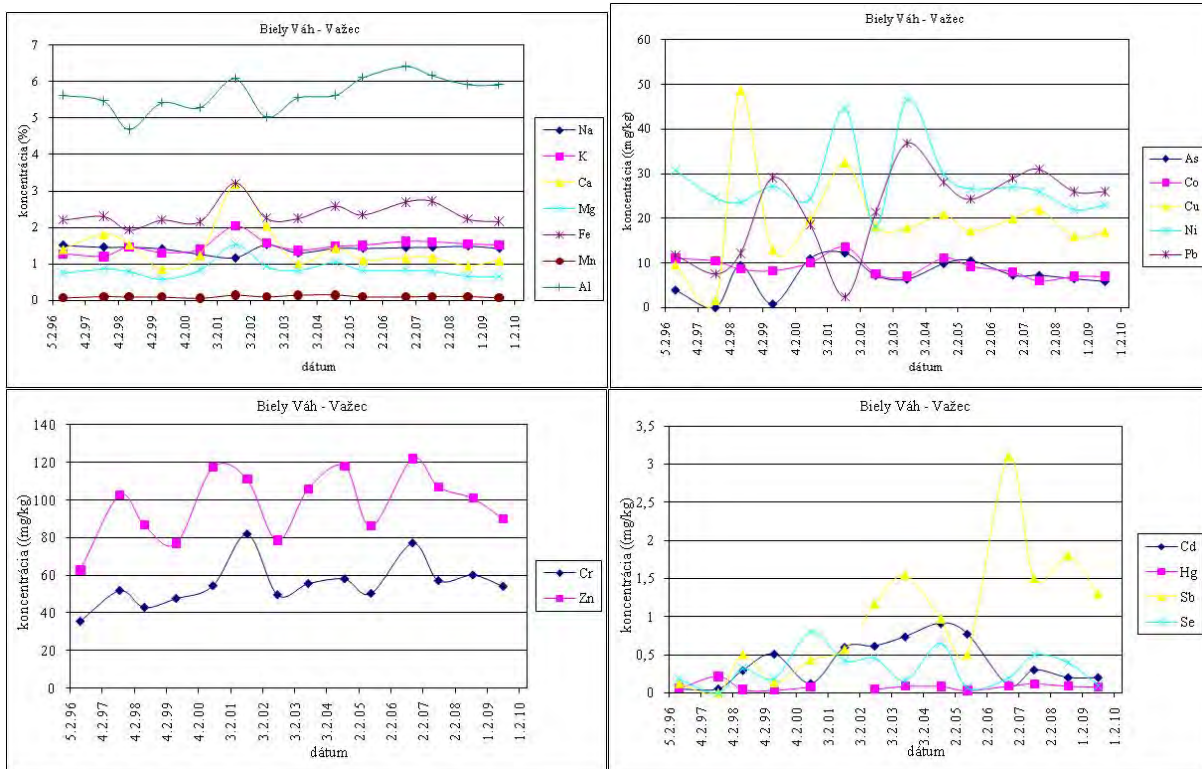
Lokalita sa v rámci monitorovaných miest vyznačuje výrazne nadpriemernou variabilitou obsahov Na, Mg a Ca. Príčinou variabilných obsahov týchto základných prvkov sedimentu je pravdepodobne pestrosť zdrojového horninového materialu v znosovej oblasti, resp. premenlivosť obsahu karbonatického materiálu v sedimente. Distribúcia ďalších prvkov je v čase pomerne vyrovnaná okrem typicky variabilných obsahov niektorých stopových prvkov v sedimente (Zn, Se, Sb, Se). Riečny sediment nie je znečistený a koncentrácie prvkov prakticky reprezentujú ich prírodné obsahy v prostredí.



## Biely Váh – Važec

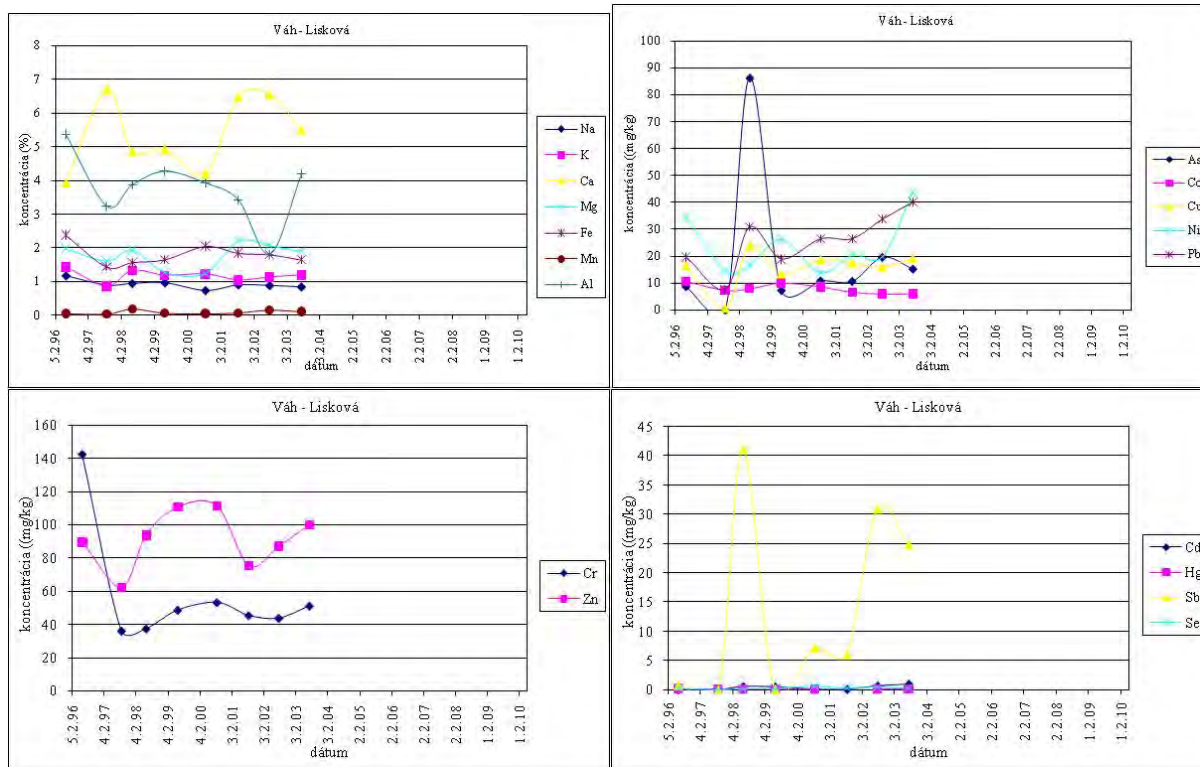
Lokalita sa v rámci monitorovaných miest vyznačuje nadpriemernou variabilitou obsahov Mg a Ca, ktorej príčinou je pravdepodobne pestrosť zdrojového horninového materialu v znosovej oblasti, resp. premenlivosť obsahu karbonátického materiálu v sedimente.

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade v čase výraznejšie nemení. Riečny sediment je dlhodobo neznečistený a koncentrácie prvkov reprezentujú ich prírodné obsahy v prostredí. Výraznejšia variabilita hodnôt bola zistená pre niektoré stopové prvky (Sb, Cd, Pb a Ni).



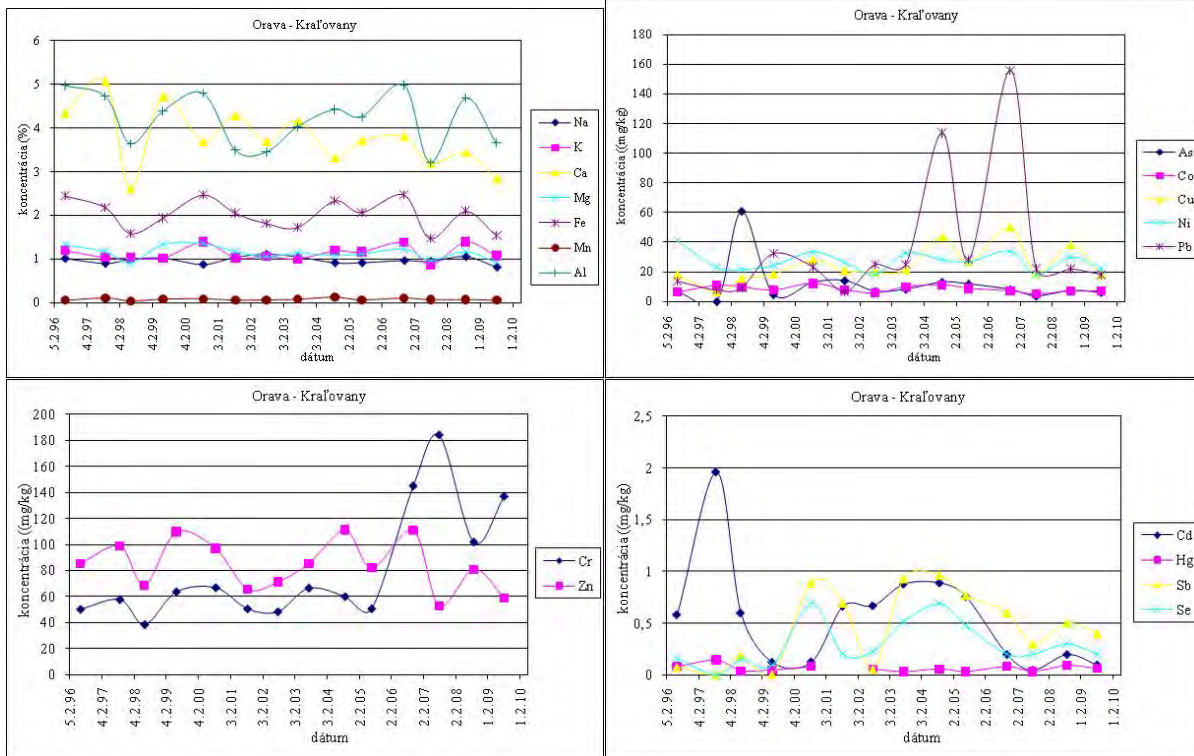
## Váh – Lisková (pozorované len do roku 2003)

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre Ca, Al, Ni a Sb.



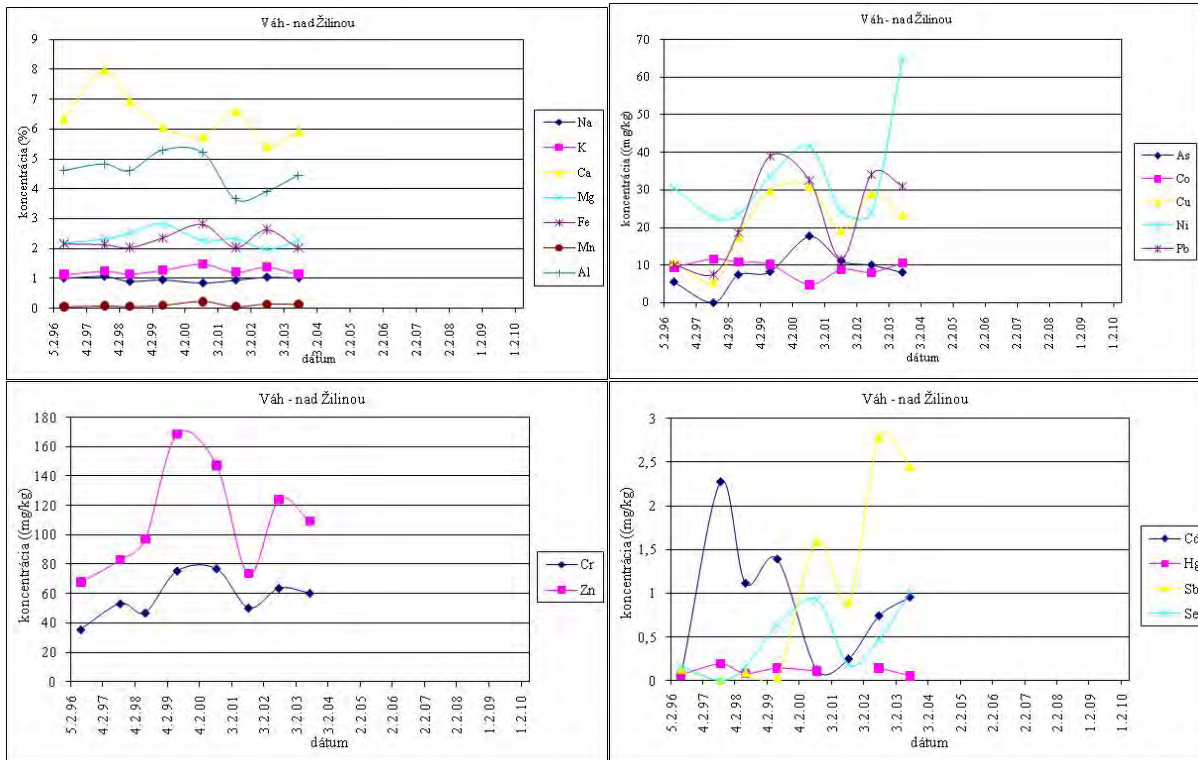
## Orava – Kľačovany

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente v čase je hlavné prvky ako aj väčšinu stopových prvkov pomerne vyrovnaná. Vzhľadom k špecifickým odberovým podmienkam v jednotlivých rokoch boli zistené výraznejšie variabilné obsahy prvkov Zn, Cr, Pb, Cd a Sb. Riečný sediment je prakticky neznečistený a koncentrácie prvkov zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy v prostredí.



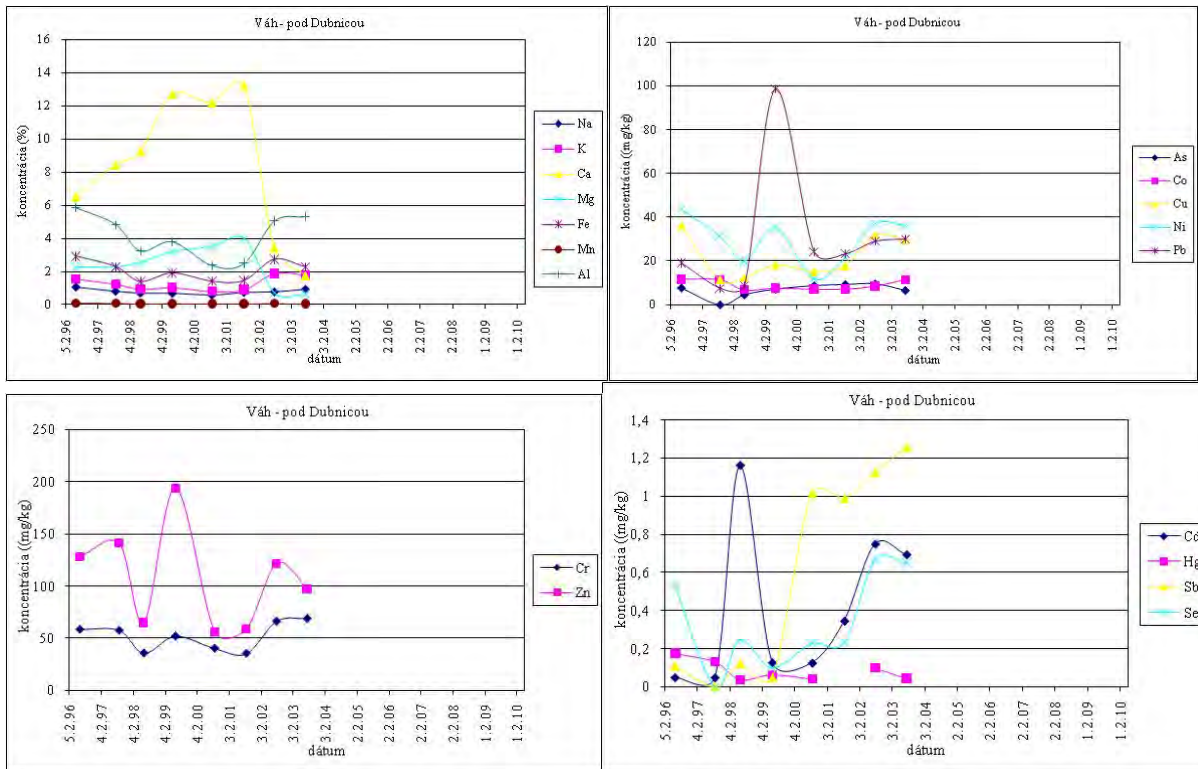
## Váh – nad Žilinou (pozorované len do roku 2003)

Distribúcia základných chemických ukazovateľov stanovených v riečnom sedimente sa v zásade vyznačovala stabilnými obsahmi v čase, zatiaľ čo pre väčšinu stopových prvkov boli zistené výrazne variabilné obsahy v čase.



## Váh – pod Dubnicou nad Váhom (pozorované len do roku 2003)

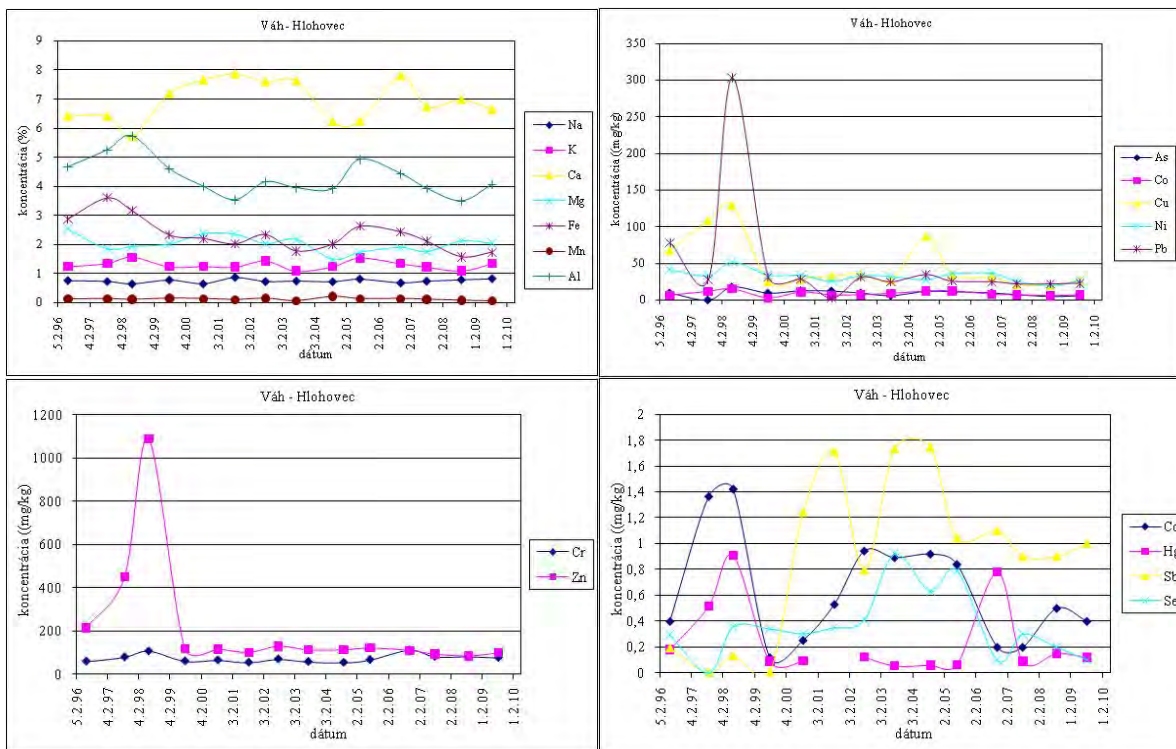
Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre Zn a Sb.





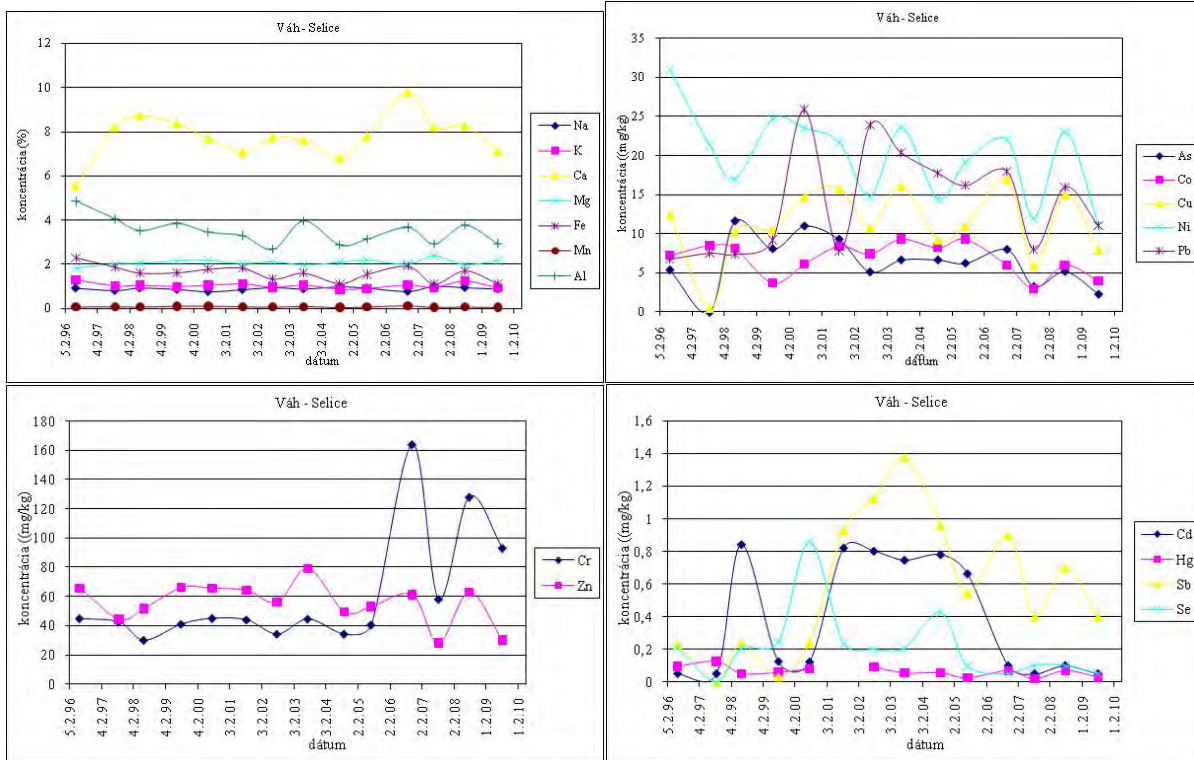
## Váh – Hlohovec

Riečny sediment sa na lokalite vyznačuje veľmi vyrovnanými obsahmi základných prvkov v čase. Výraznejšia variabilita obsahov bola zistená pre niektoré stopové prvky (Sb, Cd, Hg a Se). Riečny sediment je dlhodobo neznečistený a koncentrácie prvkov reprezentujú ich prírodné obsahy v prostredí.



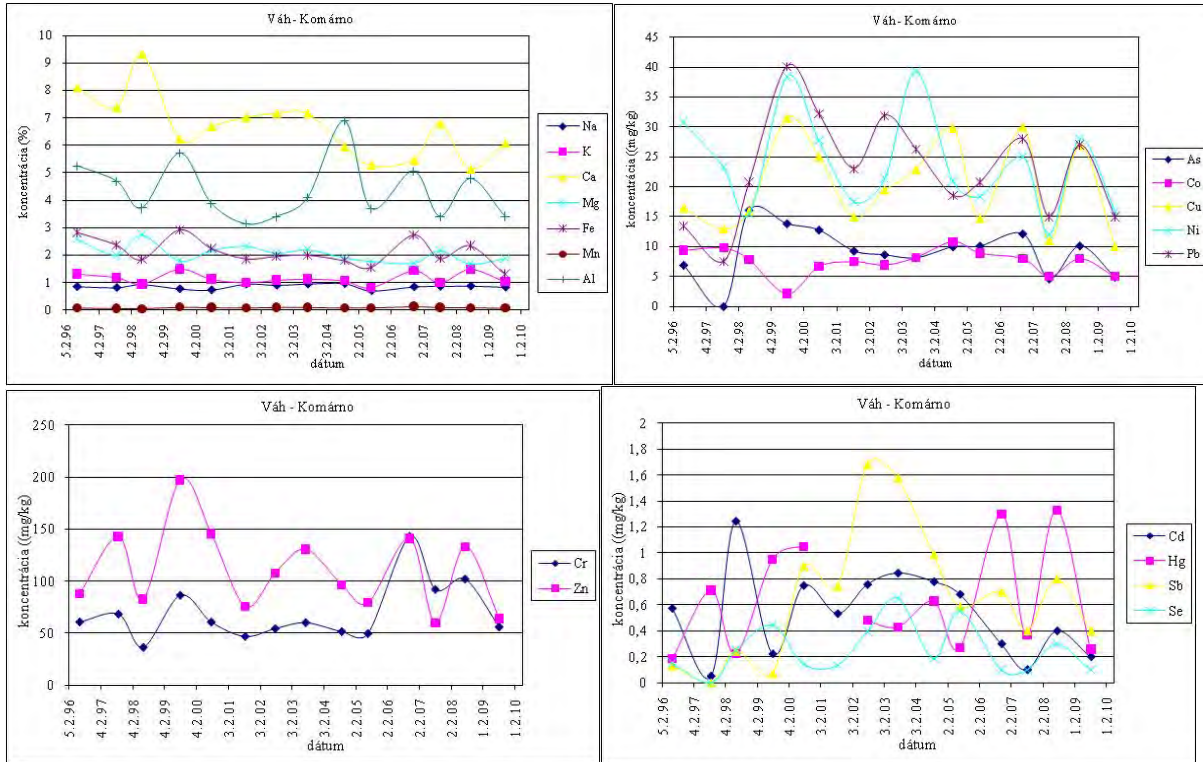
## Váh – Selice

Riečny sediment sa na lokalite vyznačuje vyrovnanými obsahmi základných prvkov v čase. Výrazná variabilita obsahov bola zistená najmä pre stopové prvky Ni, Pb, Cr, Sb, Cd. Riečny sediment je dlhodobo neznečistený a koncentrácie prvkov reprezentujú ich prírodné obsahy v prostredí.



## Váh – Komárno

Riečny sediment sa na lokalite vyznačuje vyrovnanými obsahmi väčšiny základných prvkov (Mn, Fe, Mg, K, Na) v čase. Avšak zistená bola pomerne výrazná variabilita Ca a Al a väčšiny stopových prvkov v riečnom sedimente (najvýraznejšia pre najmä Zn, Pb, Ni, Cu, Cd a Sb). Riečny sediment je dlhodobo neznečistený a koncentrácie prvkov reprezentujú ich prírodné obsahy v prostredí.

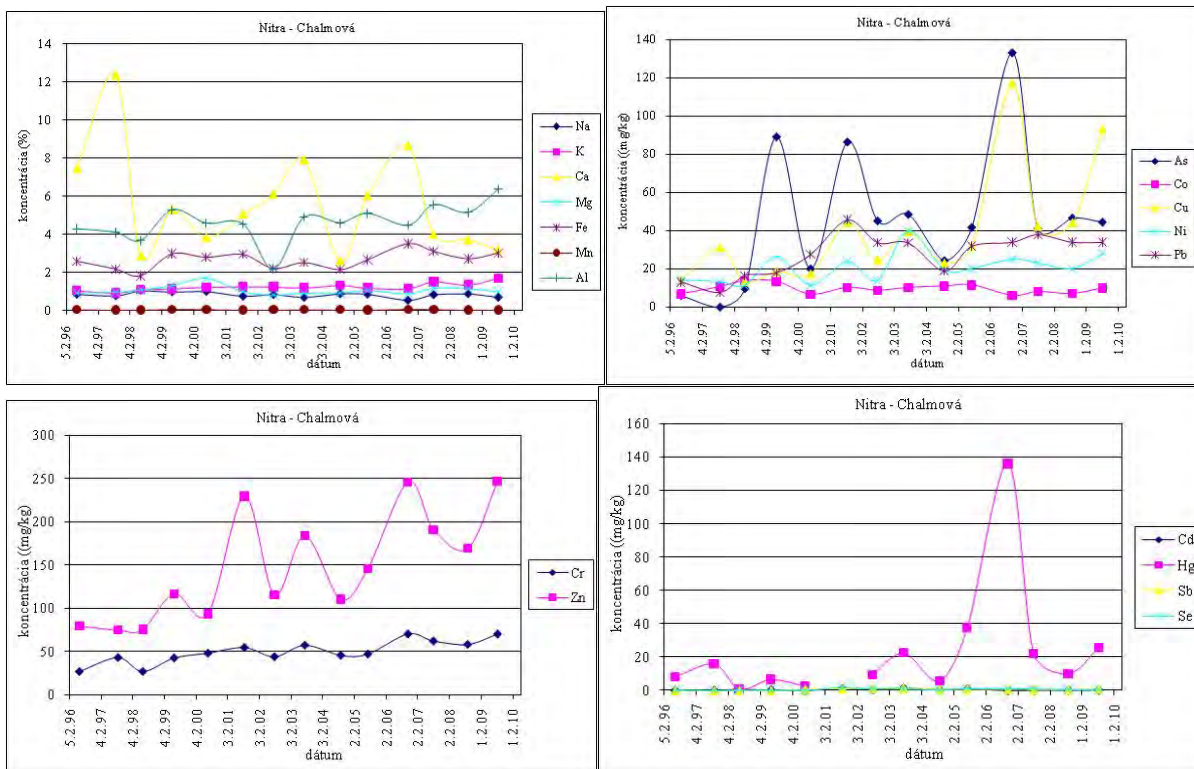


## Nitra – Chalmová

Lokalita sa v rámci monitorovaných miest vyznačuje nadpriemernou variabilitou obsahov Ca a Ni, ktorej príčinou je pravdepodobne pestrosť zdrojového horninového materiálu v znosovej oblasti, resp. v prípade Ca premenlivosť obsahu karbonatického materiálu v sedimente.

V sedimente boli ďalej zistené veľmi výrazné zmeny obsahov ortuti v čase. Variabilita obsahov ortuti v priestore a čase je podmienená zložitou jej geochemických – migračných vlastností a v prípade tejto lokality tiež jej rôznym uvoľňovaním z antropogénnych zdrojov.

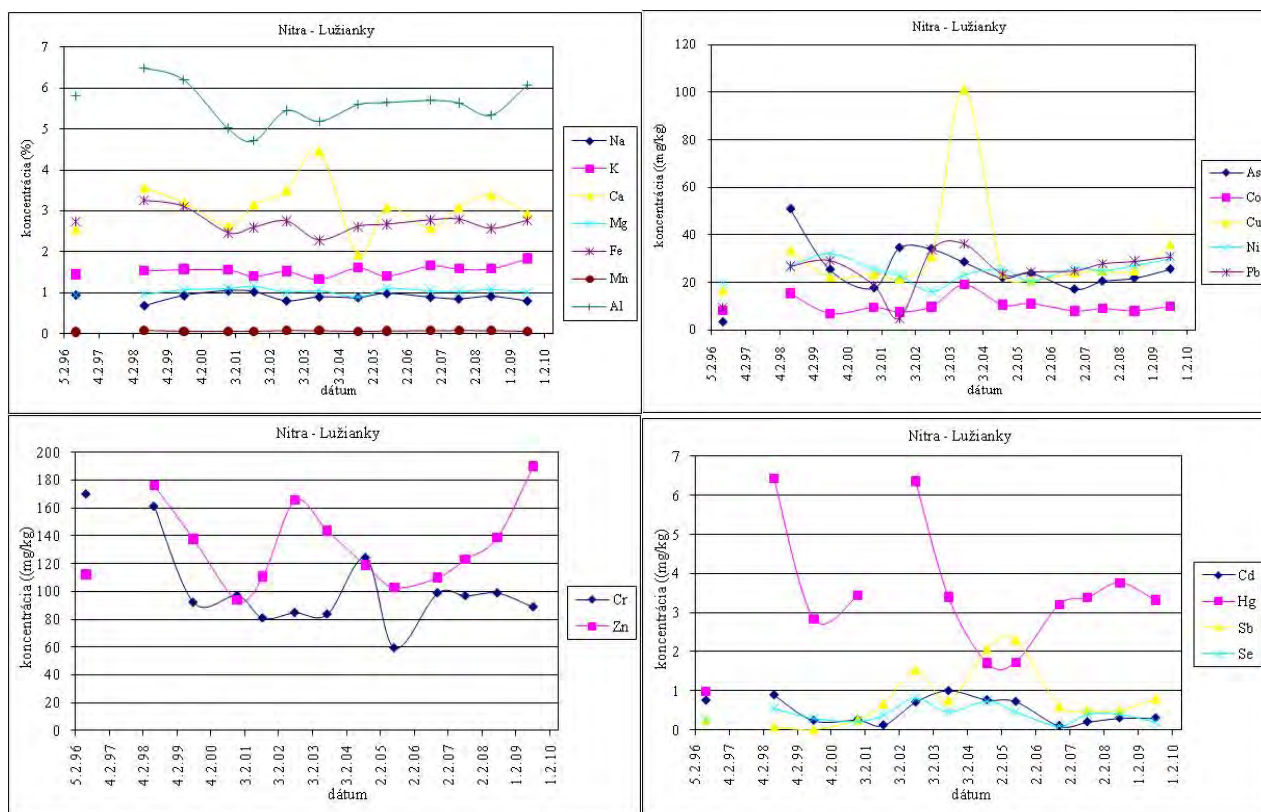
Monitoring (prakticke celé 14-ročné pozorovanie) jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistenú lokalitu najmä z pohľadu veľmi vysokých koncentrácií ortuti a arzénu.



## Nitra – Lužianky

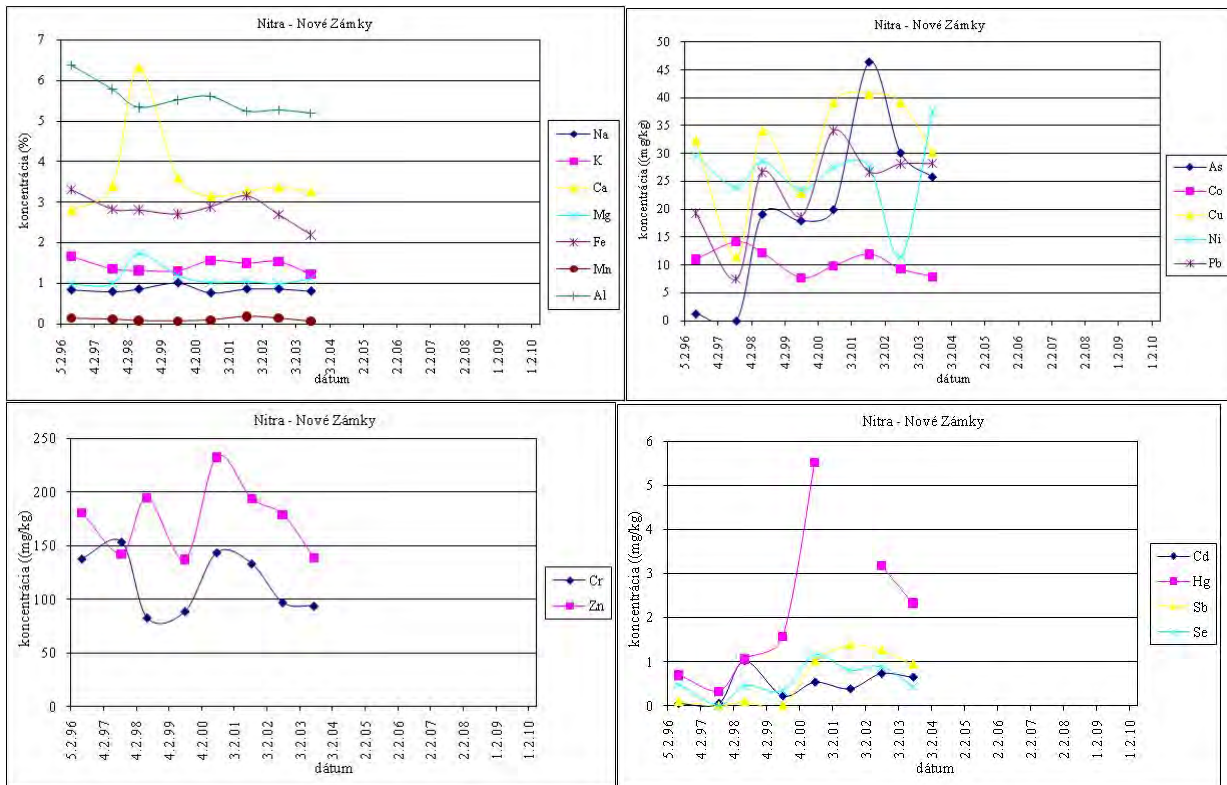
V sedimente boli zistené výrazné zmeny obsahov ortuti v čase. Variabilita obsahov ortuti v priestore a čase je podmienená zložitou jej geochemických – migračných vlastností a v prípade tejto lokality tiež jej rôznym uvoľňovaním z antropogénnych zdrojov. Pomerne výrazná variabilita obsahov v sedimente v čase bola zistená aj v prípade Zn a Cr.

Monitoring (prakticke celé 14-ročné pozorovanie) jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistenú lokalitu najmä z pohľadu veľmi vysokých koncentrácií ortuti a arzénu, ale aj zinku a medi.



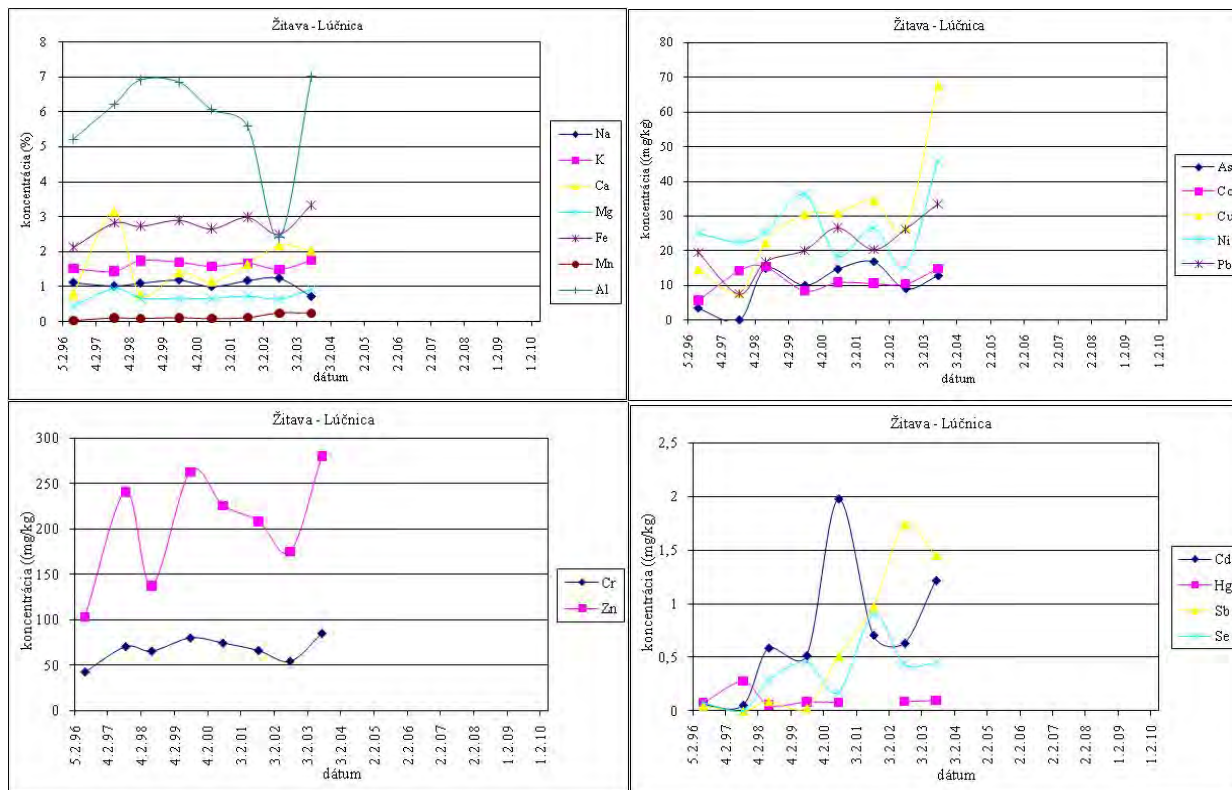
## Nitra – Nové Zámky (pozorované len do roku 2003)

V sedimente v období monitorovania boli zistené výrazné zmeny obsahov ortuti v čase. Variabilita obsahov ortuti v priestore a čase je podmienená zložitou jej geochemických – migračných vlastností a v prípade tejto lokality tiež jej rôznym uvoľňovaním z antropogénnych zdrojov. Pomerne výrazná variabilita obsahov v sedimente v čase bola zistená aj v prípade As, Zn a Cr. Počas monitorovania tejto lokality do roku 2003 bolo jasne zistené jej znečistenie najmä z pohľadu veľmi vysokých koncentrácií ortuti a arzénu, ale aj zinku a medi.



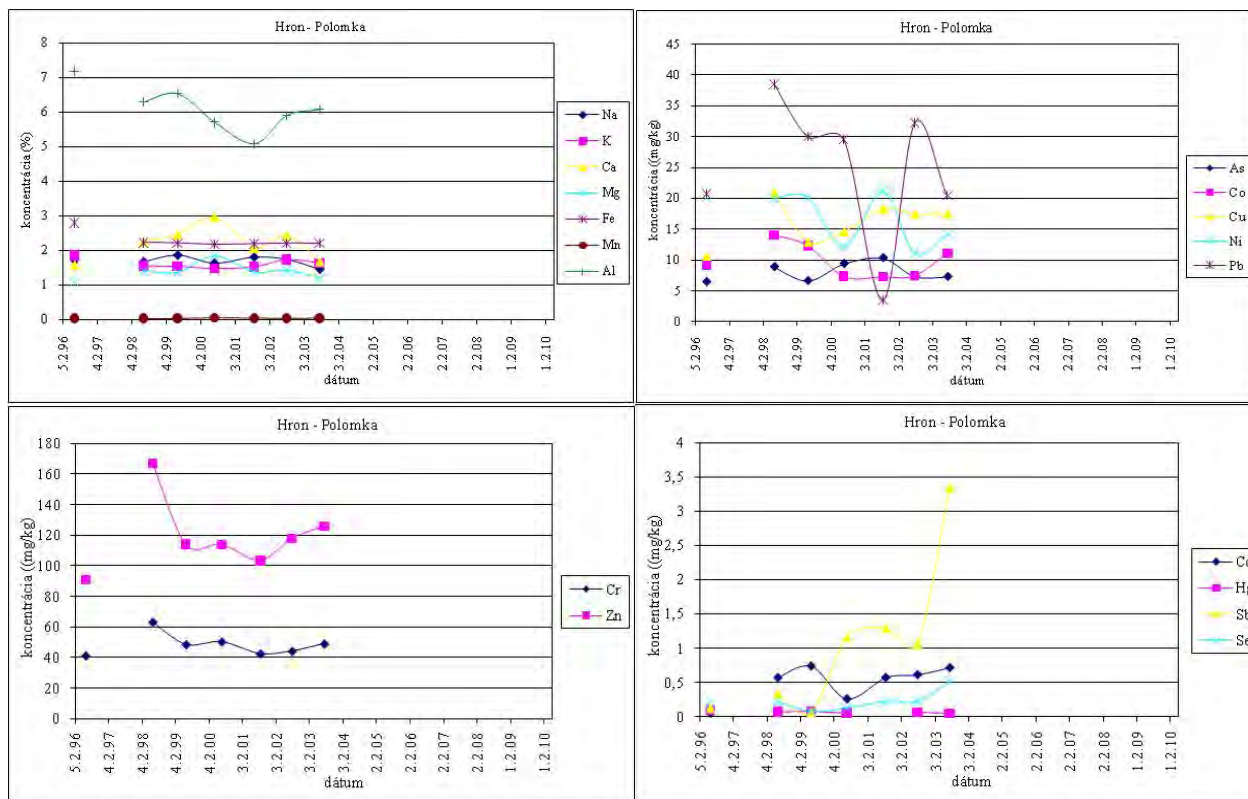
## Žitava – Lúčna (pozorované len do roku 2003)

Lokalita sa v čase monitorovania vyznačovala nadpriemernými obsahmi Cu, Zn, Cd a Ni. Výraznejšia časová variabilita koncentrácií v sedimente bola zistená v rámci základných prvkov pre horčiek a v rámci stopových prvkov najmä pre Cd, Sb, Pb, Cu a Zn.



## Hron – Polomka (pozorované len do roku 2003)

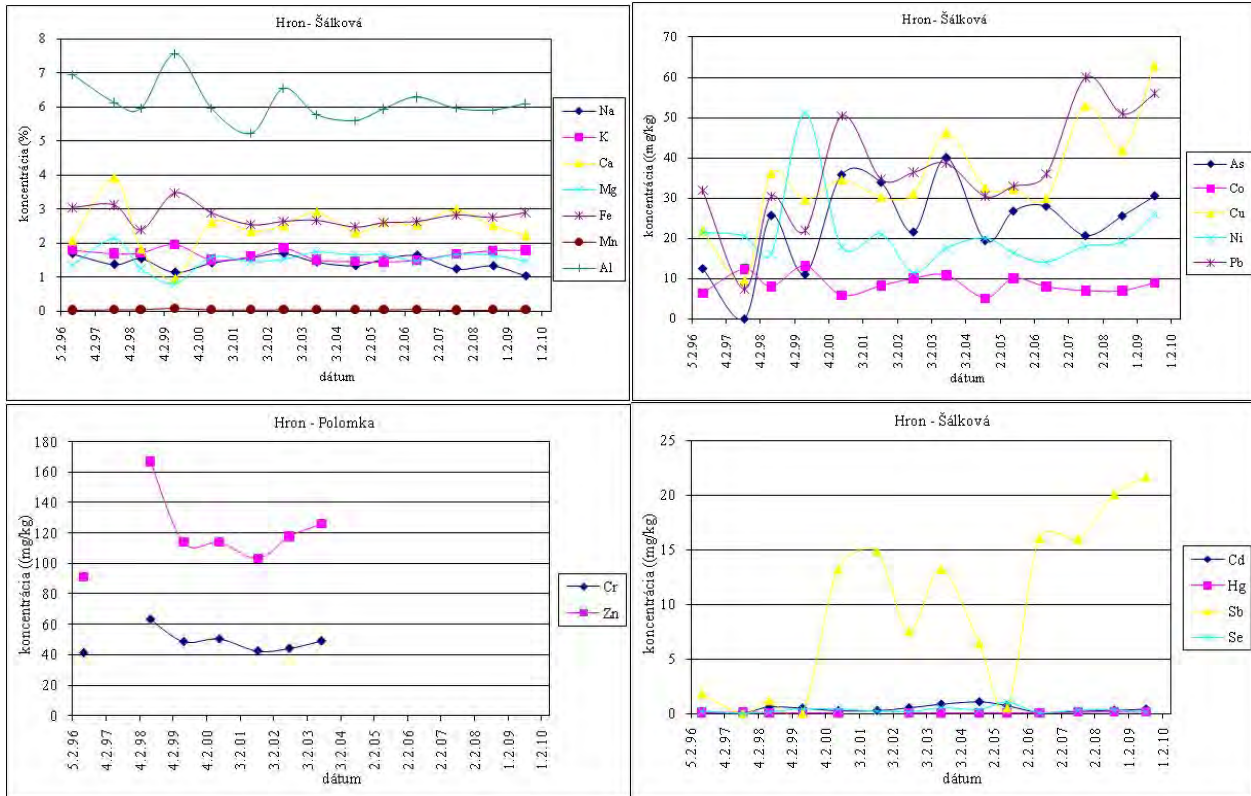
Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre Pb a Sb.





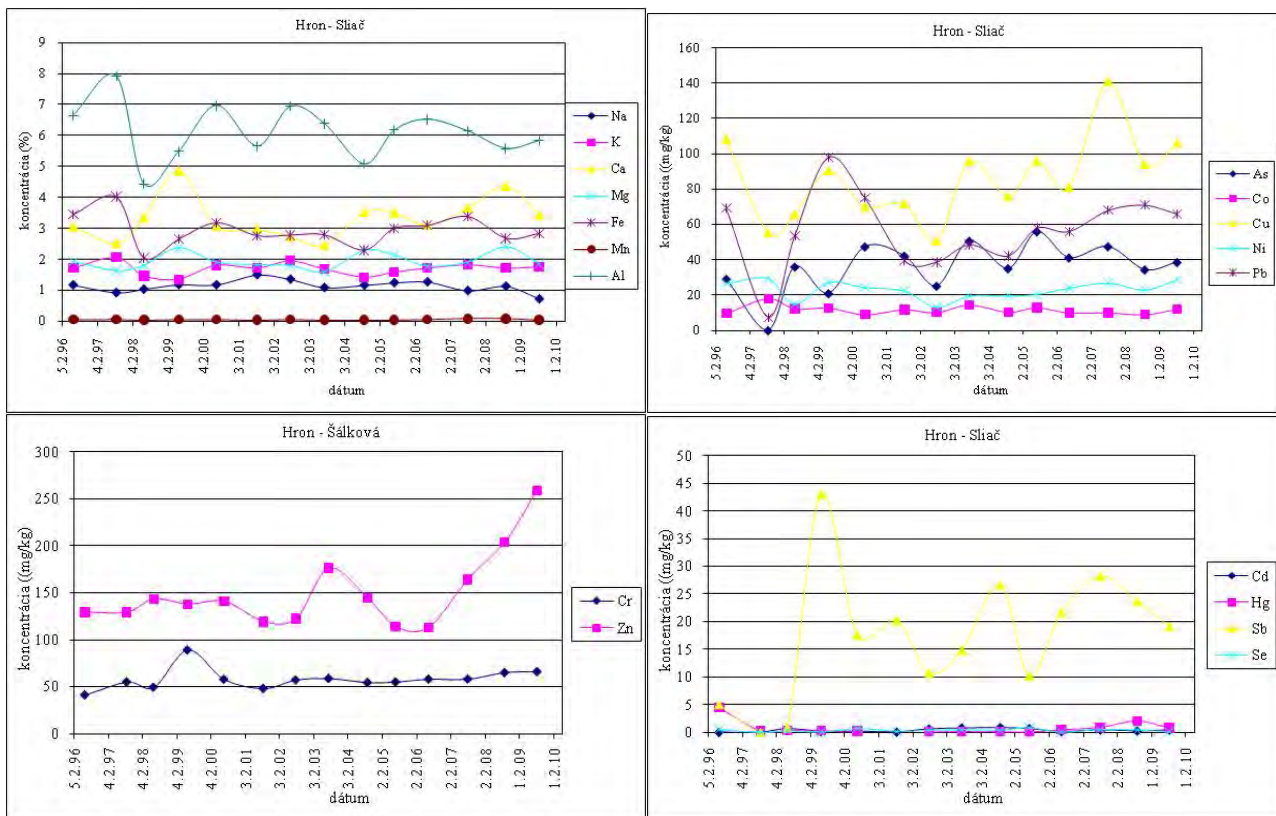
## Hron – Šálková

Obsahy prakticky všetkých hlavných prvkov v riečnom sedimente sú v čase stabilné. Výrazná variabilita koncentrácií v čase bola zistená v rámci stopových prvkov pre Cu, Pb, As a Sb. Čo sa týka koncentrácií Pb, Cu a Sb, z grafu je badateľný postupný nárast hodnôt týchto ukazovateľov v čase. Z pohľadu znečistenia poukazuje monitoring počas prakticky celého 14-ročného pozorovania na zvýšené obsahy Cu, Zn, As, Sb na lokalite.



## Hron – Sliach

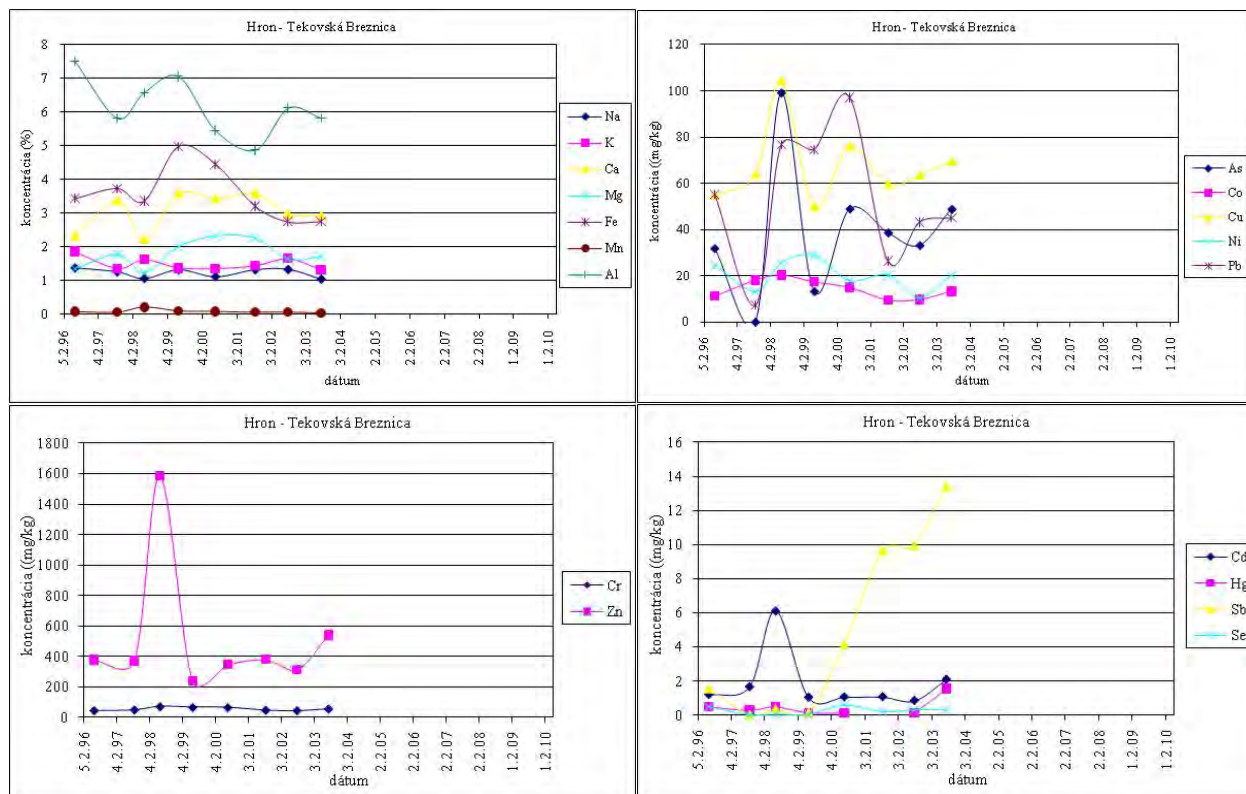
Obsahy prakticky všetkých hlavných prvkov v riečnom sedimente sú v čase stabilné. Výrazná variabilita koncentrácií v čase bola zistená v rámci stopových prvkov pre Cu, Pb a Sb. Čo sa týka koncentrácií Pb, Cu, z grafu je badateľný postupný nárast hodnôt týchto ukazovateľov od roku 2002. Podobne je z grafu zrejмый aj nárast hodnôt Zn v sedimente od roku 2006. Z pohľadu znečistenia poukazuje monitoring počas prakticky celého 14-ročného pozorovania na zvýšené obsahy Cu, Zn, As, Hg na lokalite.



## Hron – Tekovská Breznica (pozorované len do roku 2003)

V riečnom sedimente lokality boli v období monitorovania zistené nadpriemerné koncentrácie zinku (nad  $300 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), arzénu (zväčša nad  $30 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), olova (väčšinou nad  $40 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a medi (zväčša nad  $60 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), pre ktoré predpokladáme geogénny, resp. geogénno-antropogénny pôvod (výskyt rudných mineralizácií – predovšetkým znosová oblasť stredoslovenských neovulkanitov s výskytom polymetalických zrudnení).

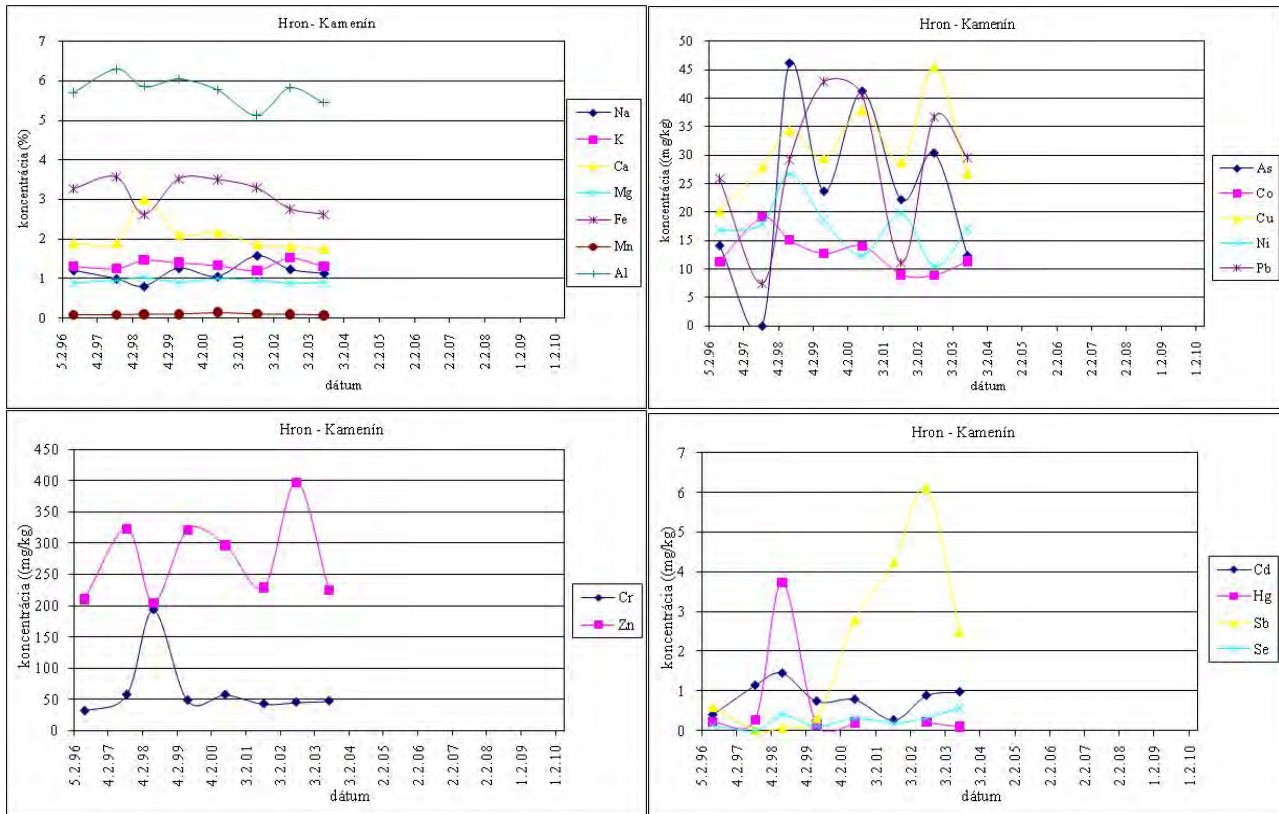
Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre As a Sb.



## Hron – Kamenín (pozorované len do roku 2003)

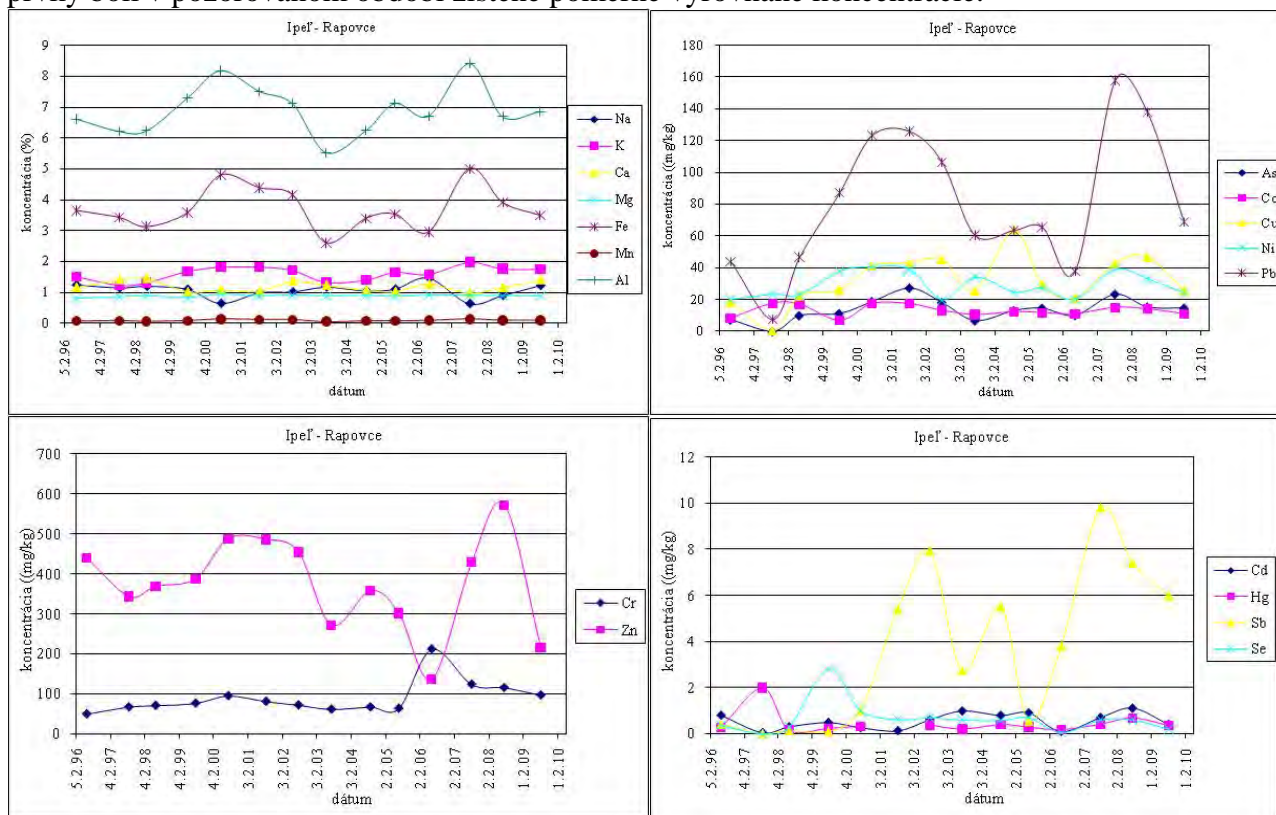
V riečnom sedimente lokality boli v období monitorovania zistené nadpriemerné koncentrácie zinku (nad  $200 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), arzénu (zväčša nad  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a olova (väčšinou nad  $25 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), pre ktoré predpokladáme geogénny, resp. geogénno-antropogénny pôvod (výskyt rudných mineralizácií – predovšetkým znosová oblasť stredoslovenských neovulkanitov s výskytom polymetalických zrudnení).

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre Zn, As, Pb, Cu a Sb.



## Ipeľ – Rapovce

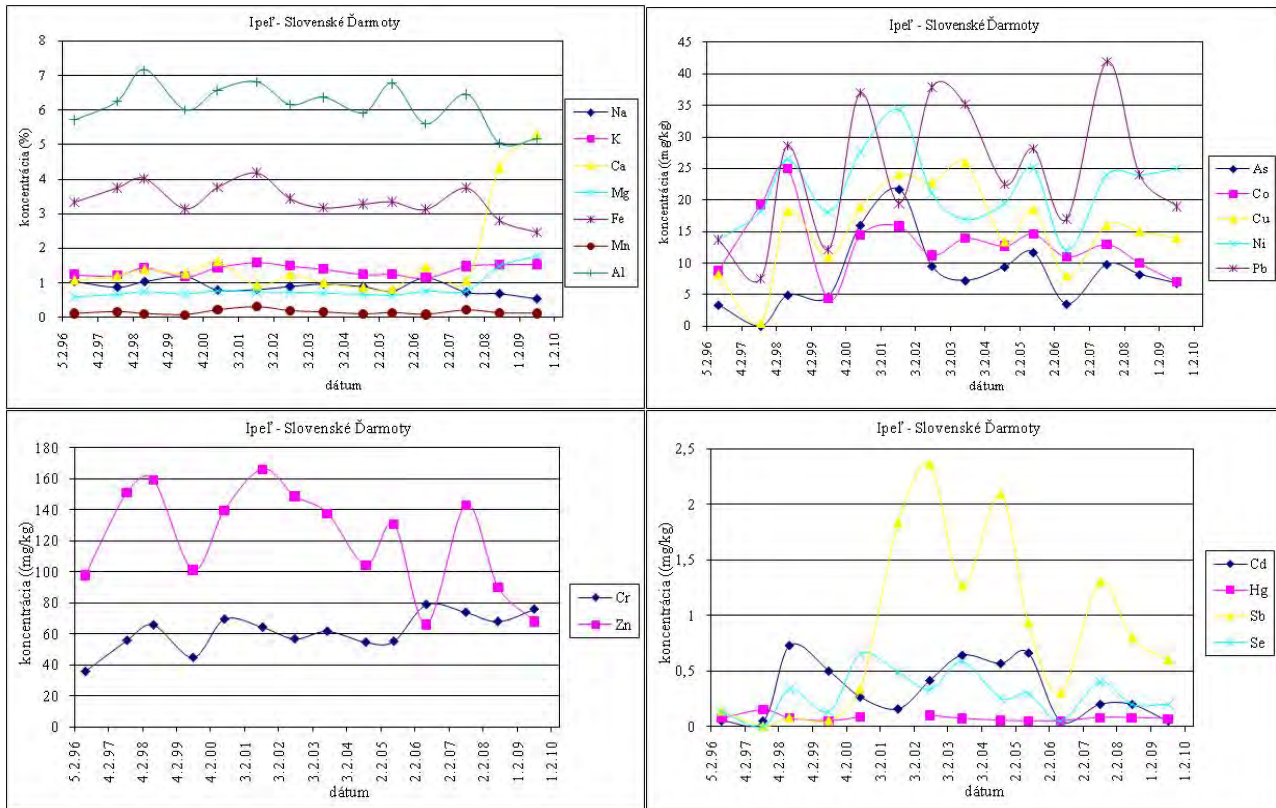
Z hlavných prvkov bola zistená pomerne značná variabilita ich obsahov v čase v prípade Fe a Al. Zo stopových prvkov sa variabilnými obsahmi vyznačujú predovšetkým Pb a Sb. Pre ostatné sledované prvky boli v pozorovanom období zistené pomerne vyrovnané koncentrácie.



## Ipeľ – Slovenské Ďarmoty

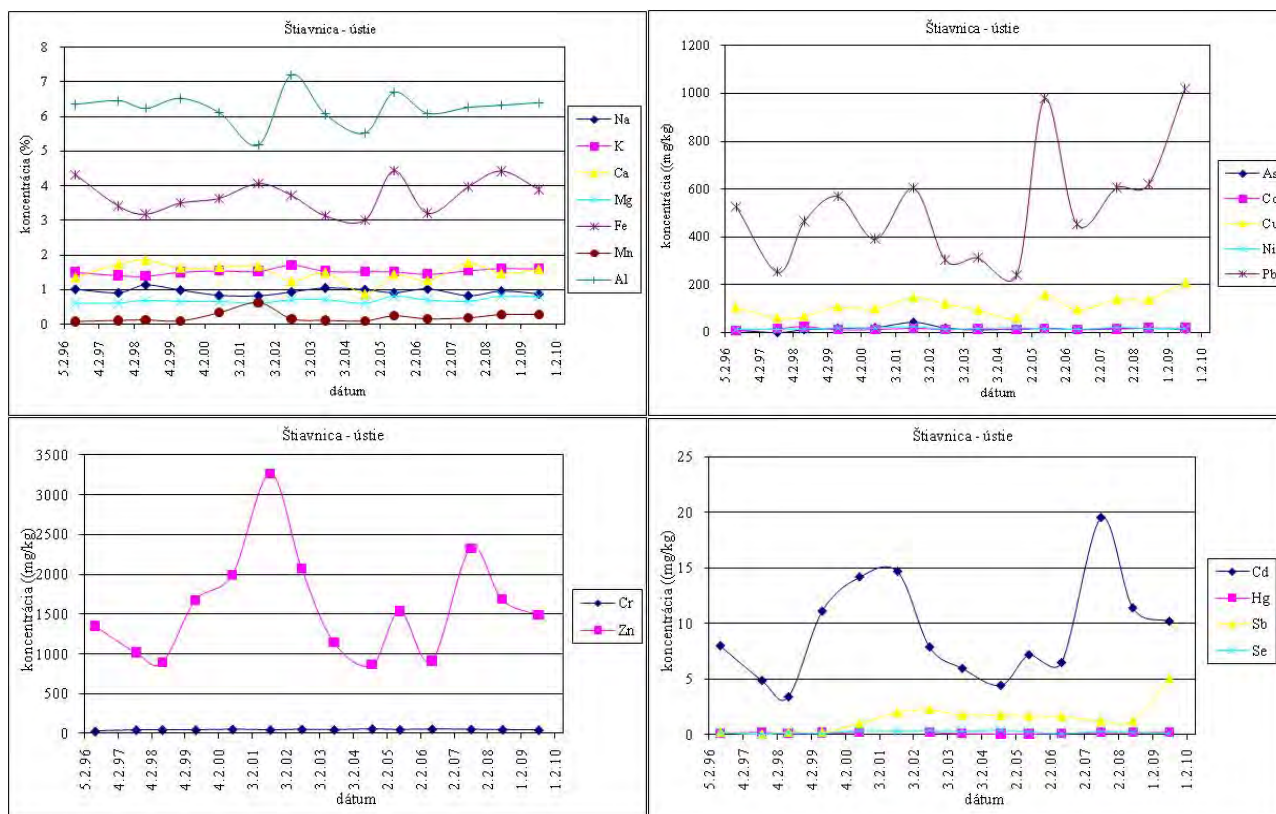
Lokalita sa v rámci monitorovaných miest vyznačuje nadpriemernou variabilitou obsahov Mg a Ca, ktorej príčinou je pravdepodobne pestrosť zdrojového horninového materialu v znosovej oblasti, resp. premenlivosť obsahu karbonatického materiálu v sedimente.

Distribúcia stanovovaných hlavných prvkov v riečnom sedimente v čase sa v zásade výraznejšie nemení pre Na, K, Fe a Mn. V prípade Ca a Mg je od roku 2008 zistený nárast ich koncentrácií, naopak je to v prípade Al, kde bol zistený pokles hodnôt od roku 2008. Výrazná časová variabilita obsahov v sedimente bola zistená pre väčšinu stopových prvkov.



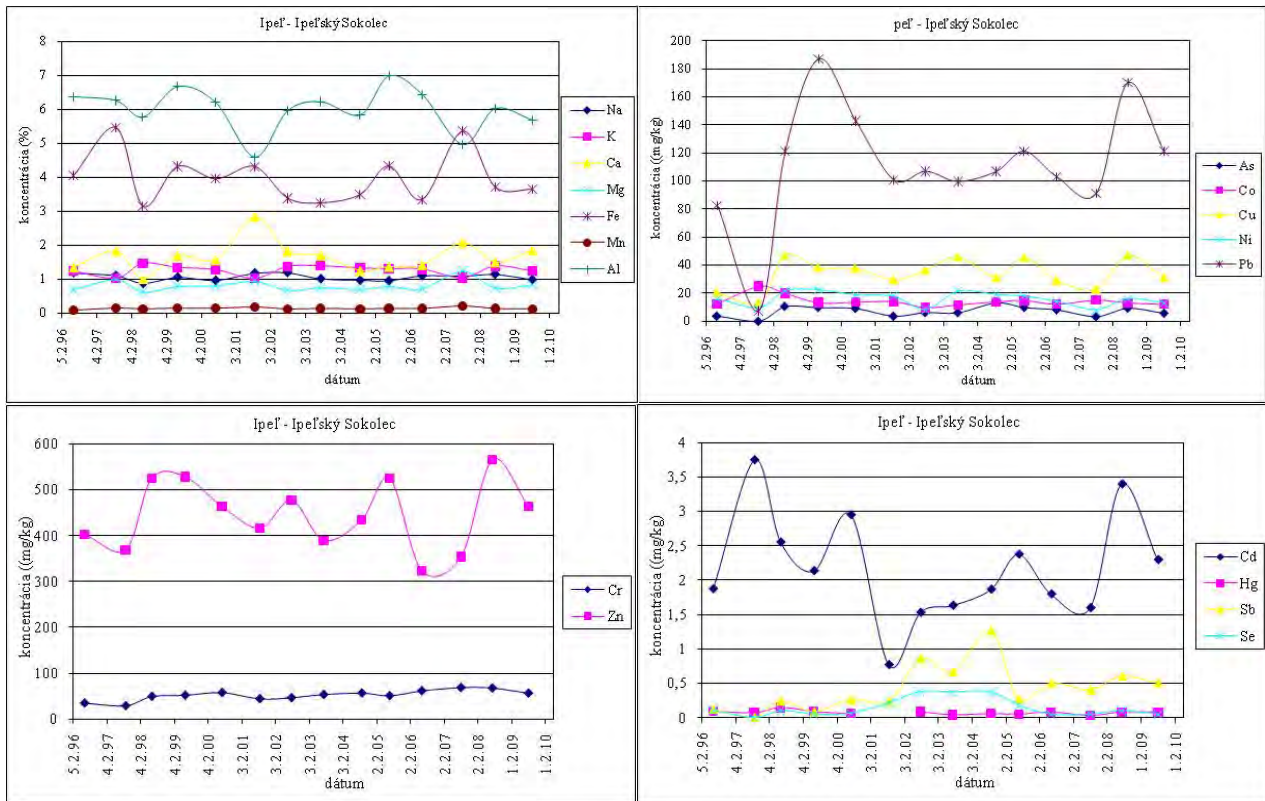
## Štiavnica – ústie

Obsahy hlavných prvkov v sedimente sú v čase pomerne stabilné. Výrazná časová variabilita koncentrácií v sedimente bola zistená pre niektoré stopové prvky – kovy (najmä Zn, Pb a Cd). Monitoring (prakticke celé 14-ročné pozorovanie) jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistenú lokalitu.



## Ipeľ – Ipeľský Sokolec

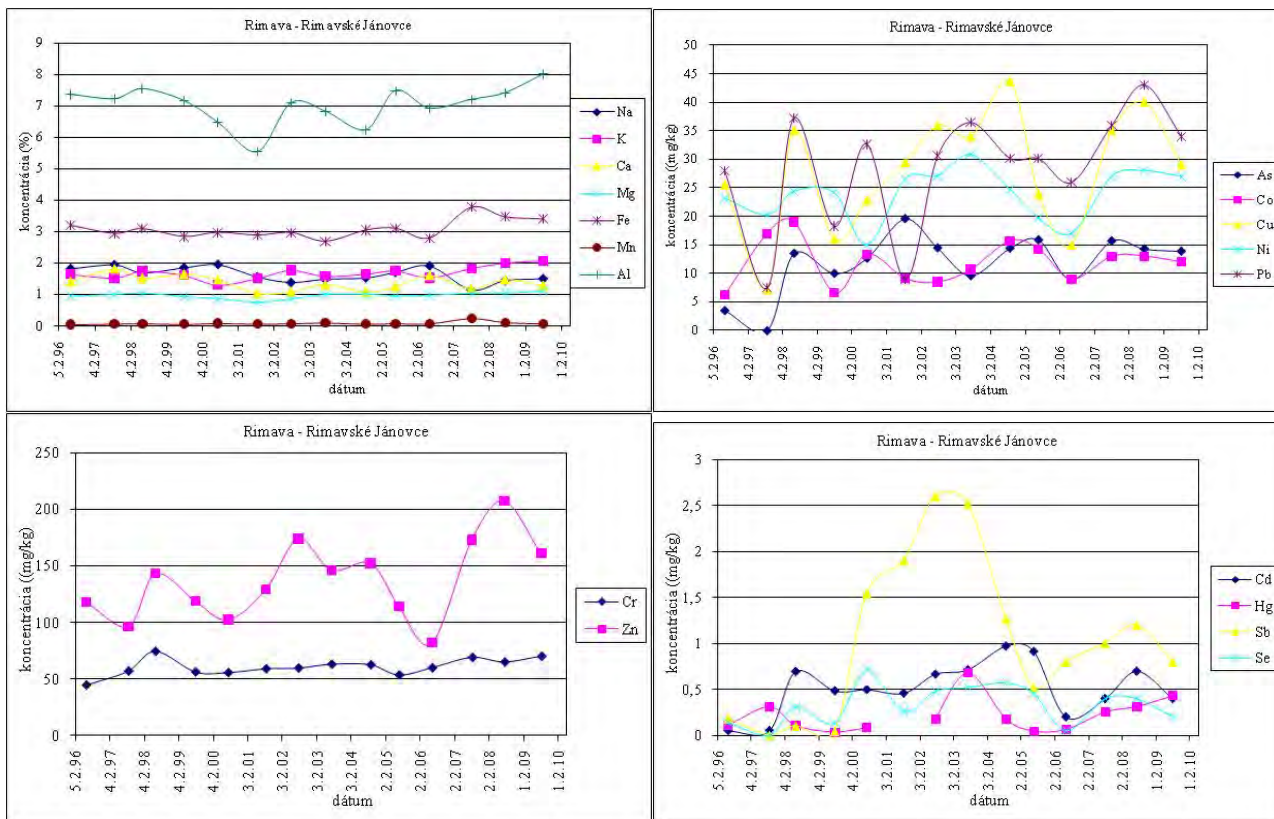
Obsahy hlavných prvkov v sedimente sú v čase pomerne stabilné (výraznejšia časová variabilita je zrejmä len pre Fe a Al). Výrazná časová variabilita koncentrácií v sedimente bola zistená pre niektoré stopové prvky – kovy (najmä Zn, Pb, Cd a Sb). Monitoring (prakticke celé 14-ročné pozorovanie) poukazuje na istý stupeň znečistenia tohto úseku Ipeľa.





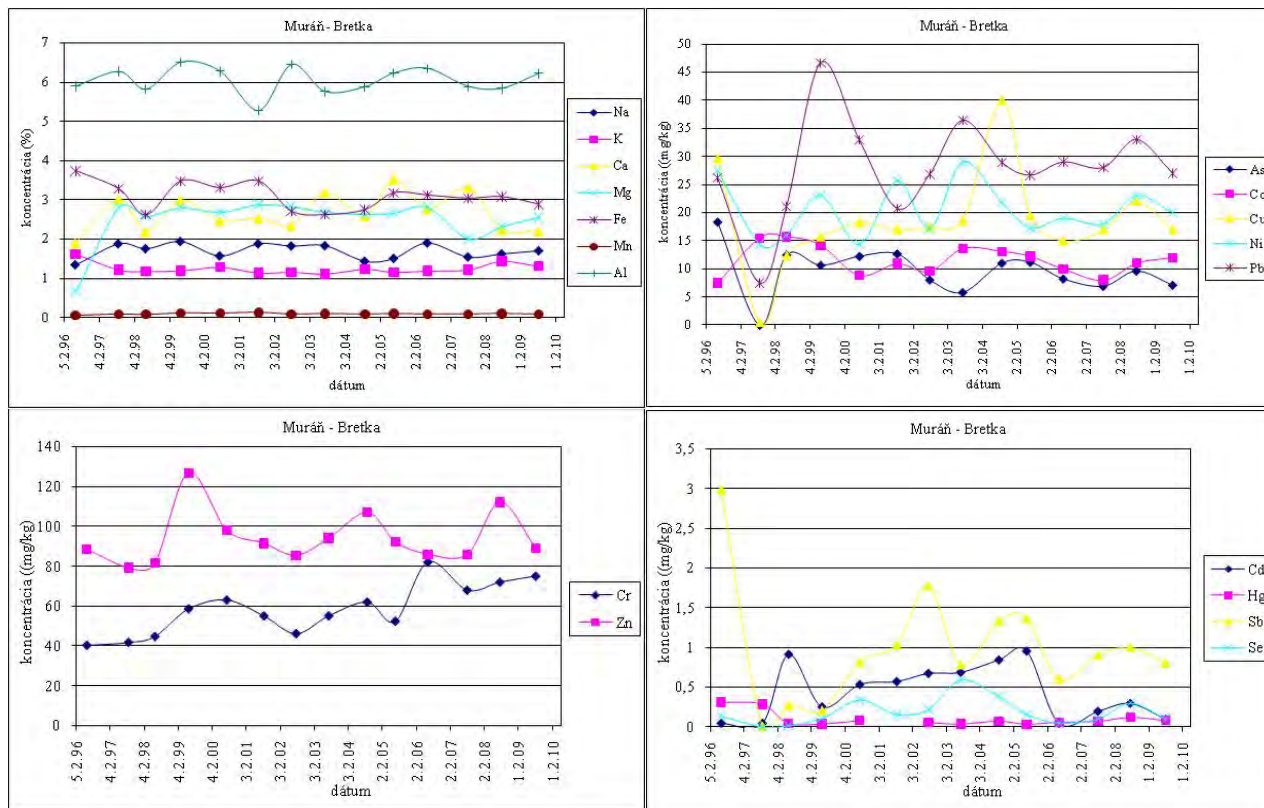
## Rimava – Rimavské Jánovce

Distribúcia hlavných prvkov v riečnom sedimente sa v čase zásadnejšie nemení (pomerne vyrovnené obsahy). Výraznou časovou variabilitou koncentrácií sa vyznačujú stopové prvky – kovy (predovšetkým Pb, Cu, Ni, Zn a Sb).



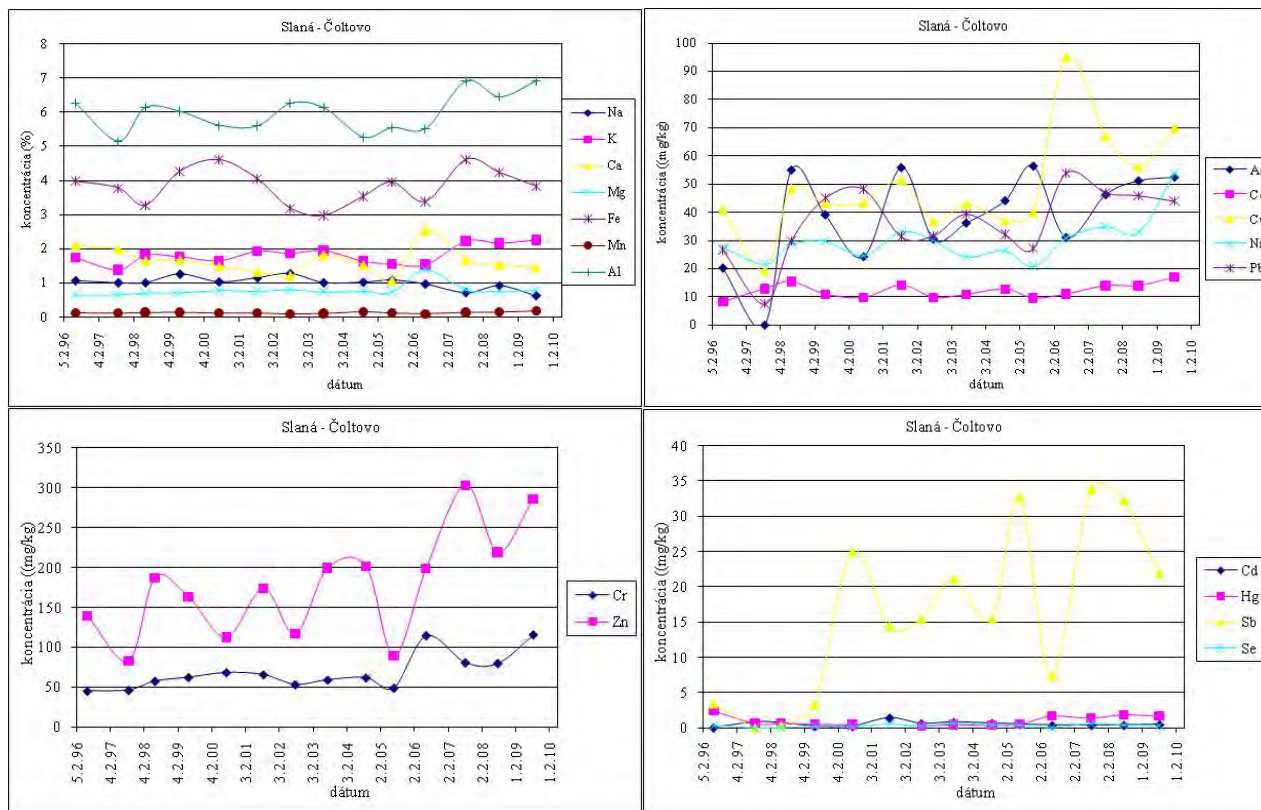
## Muráň – Bretka

Distribúcia hlavných prvkov v riečnom sedimente sa v čase zásadnejšie nemení (pomerne vyrovnené obsahy). Výraznou časovou variabilitou koncentrácií sa vyznačujú stopové prvky – kovy (predovšetkým Pb a Sb).



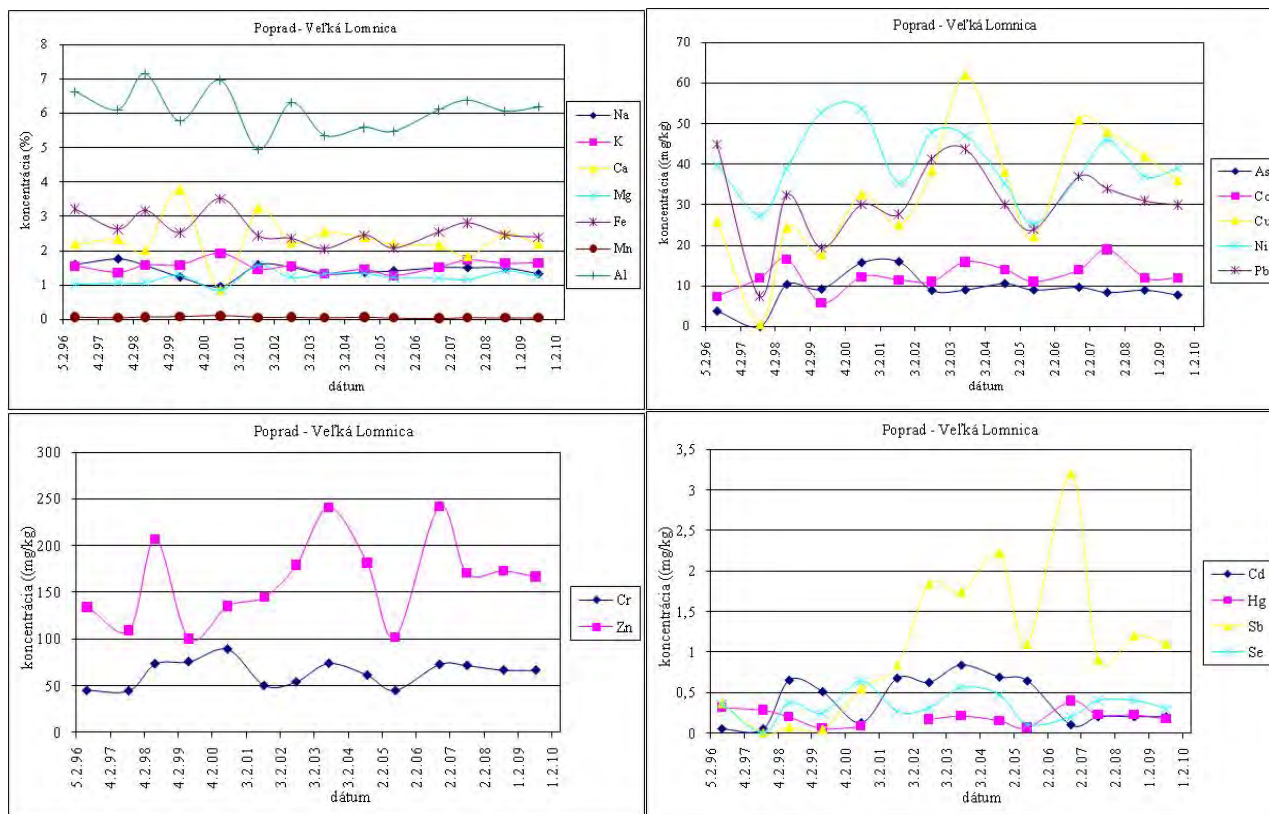
## Slaná – Čoltovo

Obsahy hlavných prvkov v sedimente sú v čase pomerne stabilné (určitá variabilita koncentrácií je zrejmä len v prípade Fe a Al). Na druhej strane obsahy viacerých stopových prvkov sa vyznačujú výraznou variabilitou koncentrácií (najmä Cu, Zn, Sb).



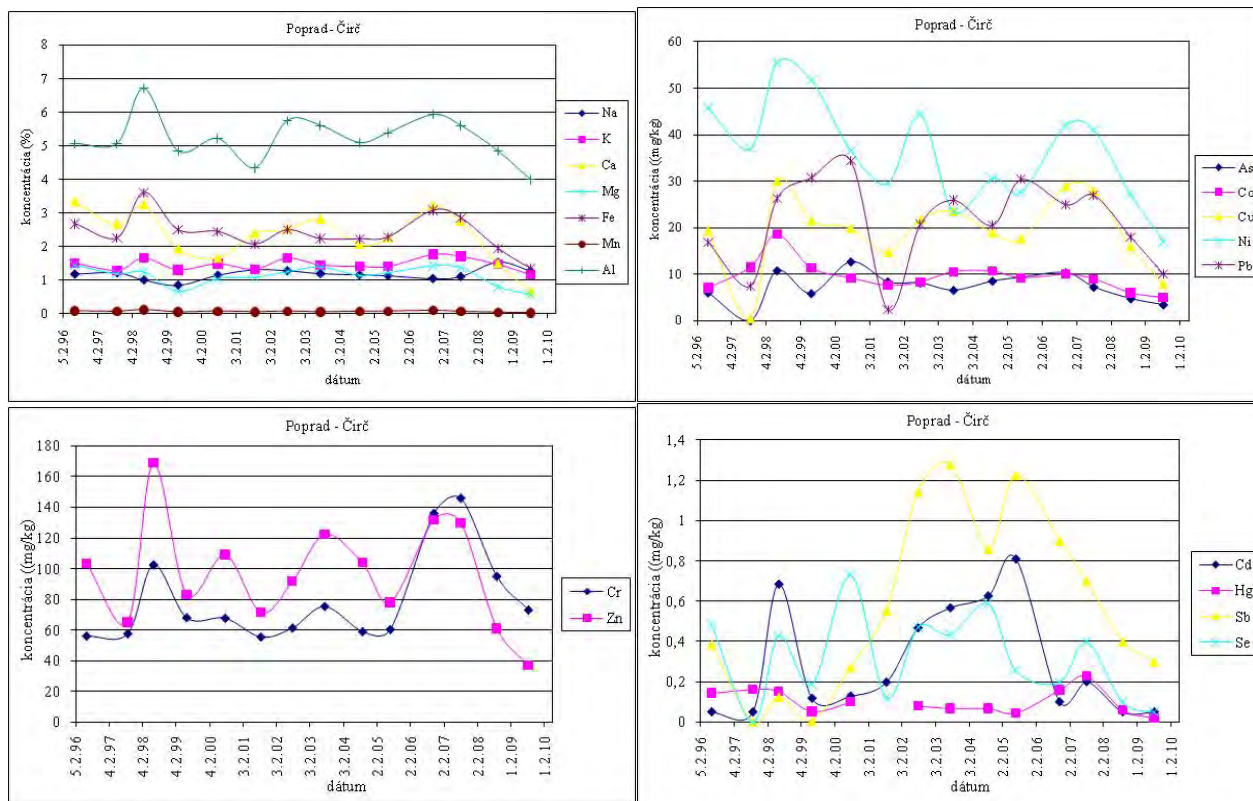
## Poprad – Veľká Lomnica

Distribúcia väčšiny sledovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Obsahy všetkých hlavných prvkov v sedimente sú stabilné. Výraznejšia variabilita koncentrácií v čase bola zistená len u niektorých stopových prvkov – najmä kovov Zn, Co, Ni a Sb.



## Poprad – Čirč

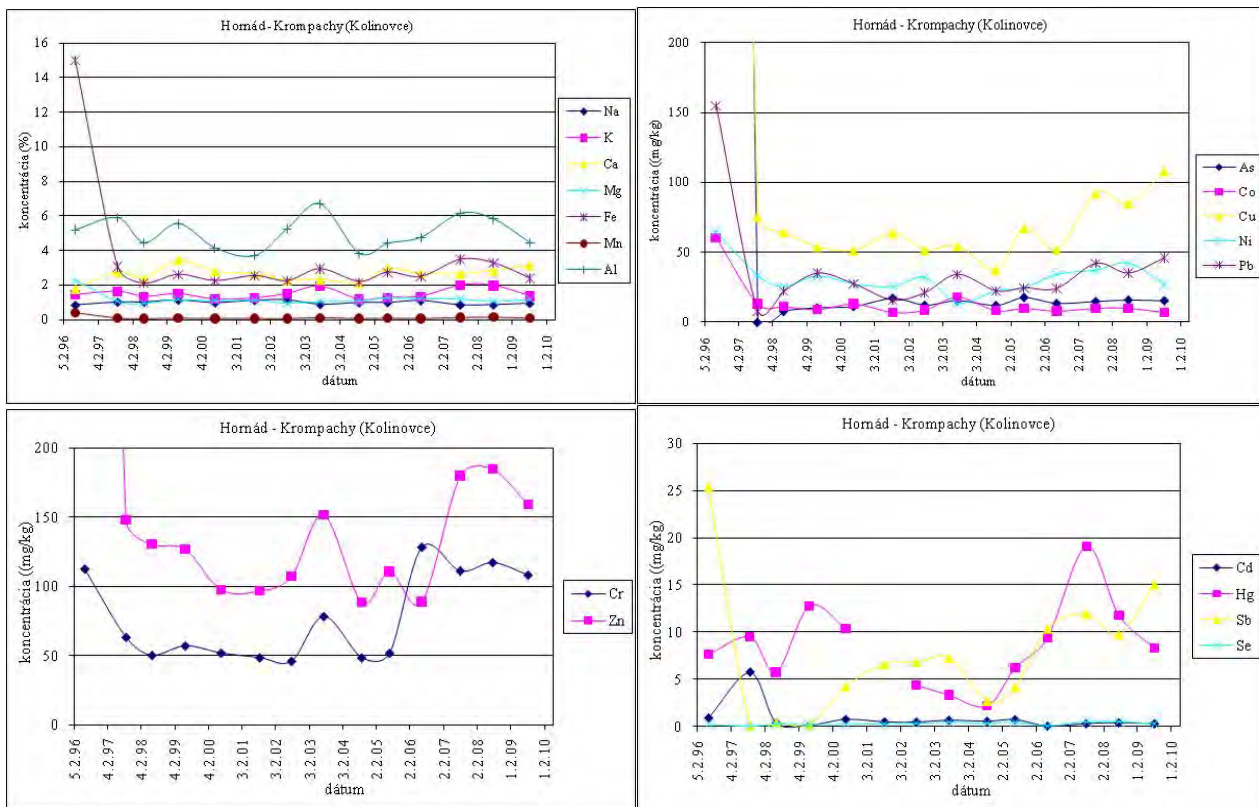
Distribúcia sledovaných hlavných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Výraznejšia variabilita koncentrácií v čase však bola zistená u viacerých stopových prvkov – najmä Ni, Pb, Cu, Zn, Cr, Sb, Cd a Se. V prípade niklu je pri značnej variabilite koncentrácií v sedimente badateľný pokles hodnôt v čase – z koncentrácií nad 40 mg.kg<sup>-1</sup> na začiatku pozorovania na súčasné hodnoty okolo 20-30 mg.kg<sup>-1</sup>.



## Hornád – Kolinovce (Kropachy)

Lokalita sa v rámci monitorovaných miest vyznačuje nadpriemernou časovou variabilitou obsahov Mg, ktorej príčinou je pravdepodobne pestrosť zdrojového horninového materiálu v znosovej oblasti. Podobne aj z pohľadu zmeny obsahov Fe v čase boli na tejto lokalite zistené jeho variabilnejšie koncentrácie (spôsobené však najmä odláhlou hodnotou zistenou ešte na začiatku pozorovania v roku 1996).

Na tejto lokalite boli ďalej spomedzi monitorovaných miest zistené najvariabilnejšie obsahy Cu, Co, Cd a As v čase. Variabilita je spôsobená predovšetkým výskytom odláhlých až extrémnych koncentrácií (vplyv znosových zrudnených oblastí), pričom rozsah a rýchlosť koncentračných zmien v čase výrazne závisí od charakteru zdroja znečistenia a aktuálnych hydrodynamických a geochemických podmienok v prostredí.



## Hnilec – prítok do nádrže Ružín

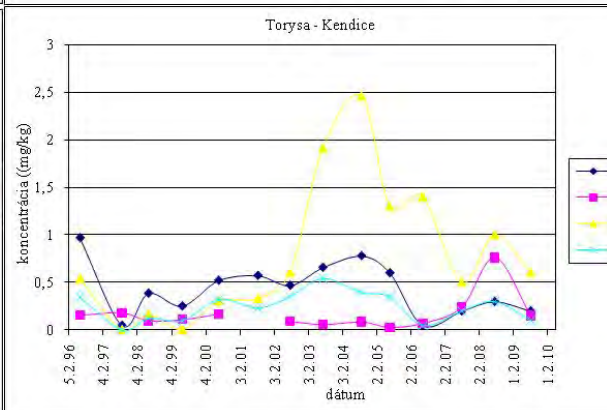
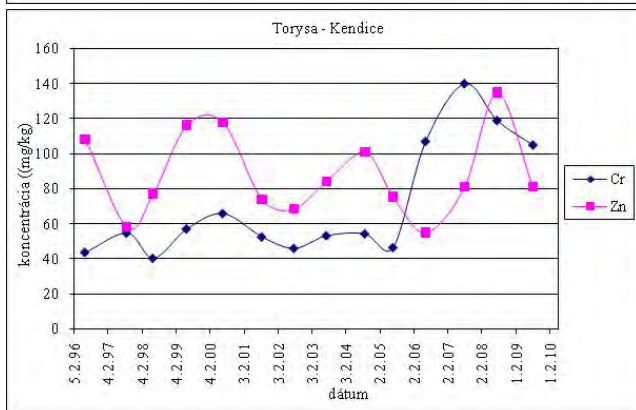
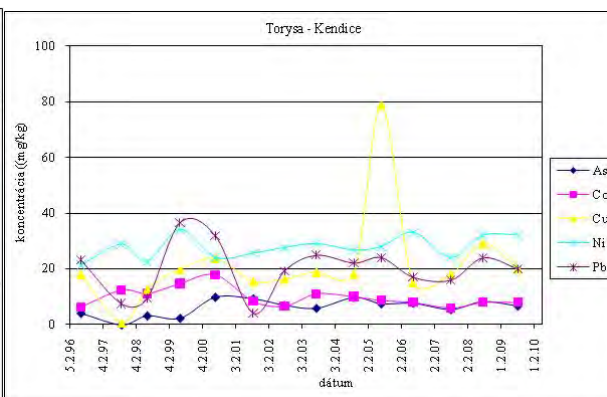
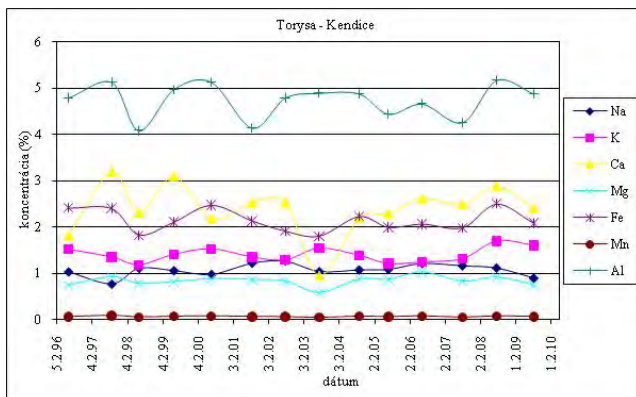
Distribúcia hlavných prvkov v riečnom sedimente je v čase pomerne vyrovnaná. Výnimkou je železo so zistenou výraznejšou variabilitou koncentrácií v čase spôsobenou však najmä výrazne vyššou koncentráciou zistenou v roku 2004. Variabilita obsahov železa v čase je daná hlavne premenlivosťou prírodných podmienok v znosovej oblasti.

Zo stopových prvkov na najvýraznejšou časovou variabilitou vyznačujú zinok (300 – 800 mg.kg<sup>-1</sup>), meď (200 – 450 mg.kg<sup>-1</sup>) a antimón (20 – 60 mg.kg<sup>-1</sup>). Variabilita je spôsobená predovšetkým výskytom odľahlých až extrémnych koncentrácií (vplyv znosových zrudnených oblastí), pričom rozsah a rýchlosť koncentračných zmien v čase výrazne závisí od charakteru zdroja znečistenia a aktuálnych hydrodynamických a geochemických podmienok v prostredí.



## Torysa – Kendice

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa z pohľadu časových zmien výraznejšie nemení. Obsahy hlavných aj stopových prvkov sú v čase pomerne stabilné. Výraznejšou variabilitou hodnôt sa vyznačujú len prvky Zn, Cr, Sb.

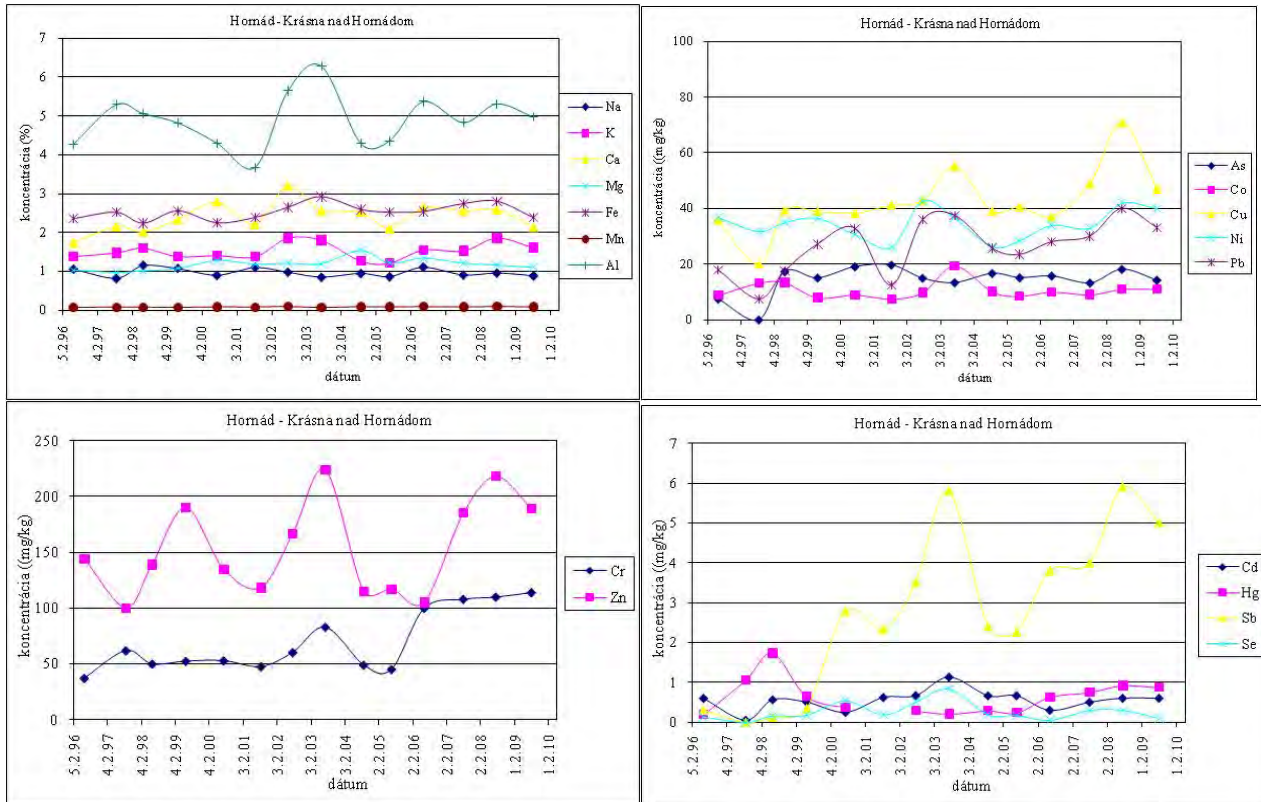




## Hornád – Krásna nad Hornádom

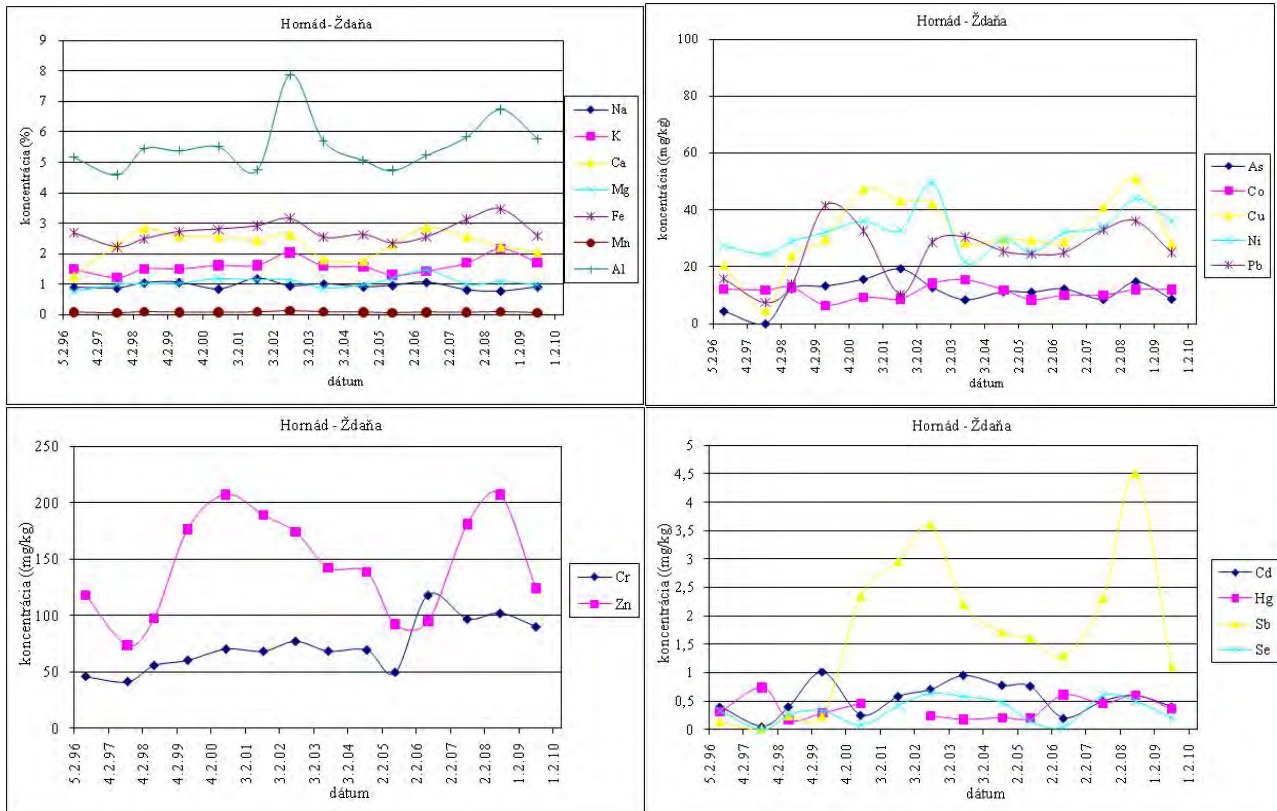
Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa z pohľadu časových zmien výraznejšie nemení. Obsahy väčšiny hlavných aj stopových prvkov v sedimente sú v čase pomerne stabilné. Výraznejšou variabilitou hodnôt sa vyznačujú len prvky Cu, Pb, Zn a Sb.

V prípade Cr, Cu, Pb a Sb je však evidentný mierny nárast hodnôt v čase, aj keď vzhľadom v výraznej variabilite týchto koncentrácií musia tento trend ešte potvrdiť ďalšie merania.



## Hornád – Ždaňa

Distribúcia stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa z pohľadu časových zmien výraznejšie nemení. Obsahy väčšiny hlavných aj stopových prvkov v sedimente sú v čase pomerne stabilné. Výraznejšou variabilitou hodnôt sa vyznačujú len prvky Zn a Sb. V prípade Cr je evidentný mierny nárast hodnôt v čase.



## Ondava – prítok do nádrže Domaša

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa z pohľadu časových zmien výraznejšie nemení. Obsahy hlavných aj stopových prvkov v sedimente sú v čase stabilné a výraznejšou variabilitou hodnôt sa vyznačujú len prvky Cr, Se, Cd a Sb. V prípade Cr bol zistený náhly nárast hodnôt v meraniach od roku 2006 (z hodnôt 50 – 70 mg.kg<sup>-1</sup> na hodnoty 120 – 160 mg.kg<sup>-1</sup>).

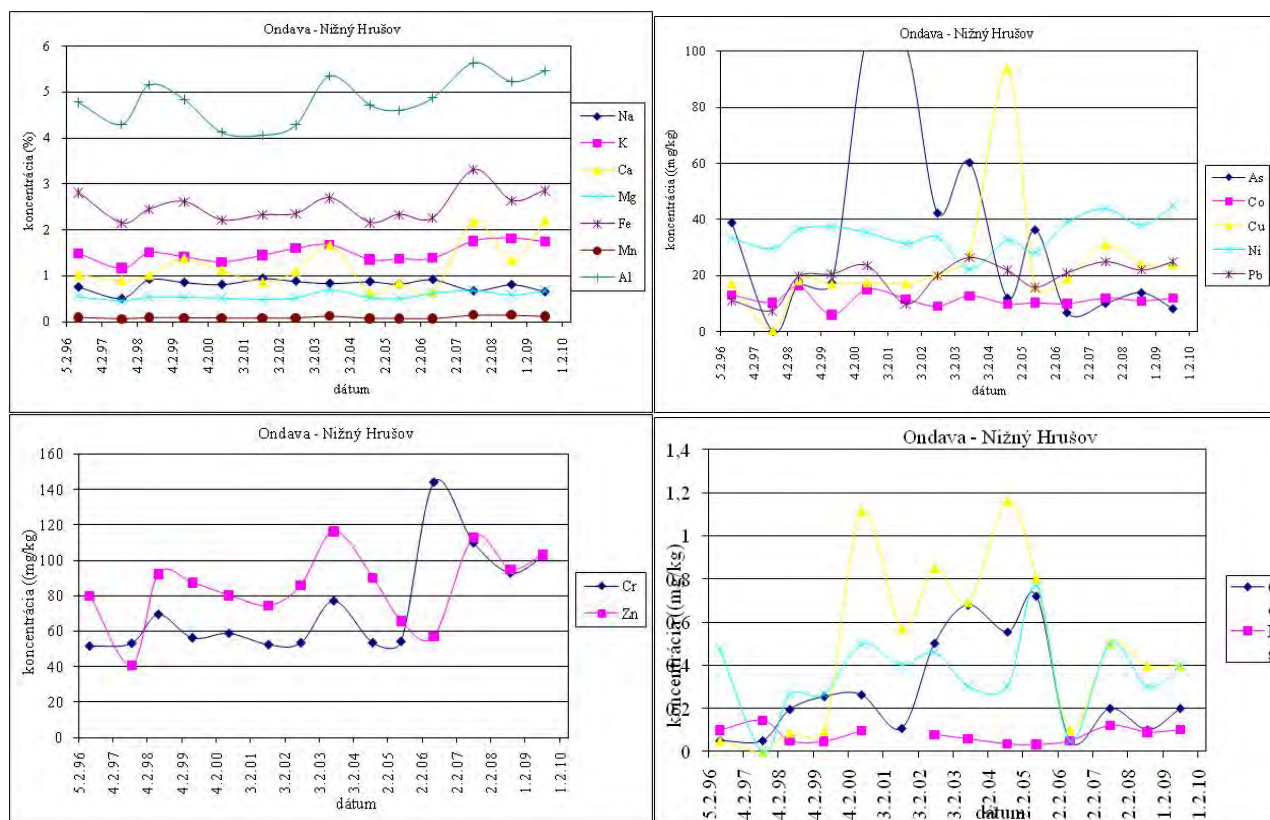


## Ondava – Nižný Hrušov

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa z pohľadu časových zmien výraznejšie nemení.

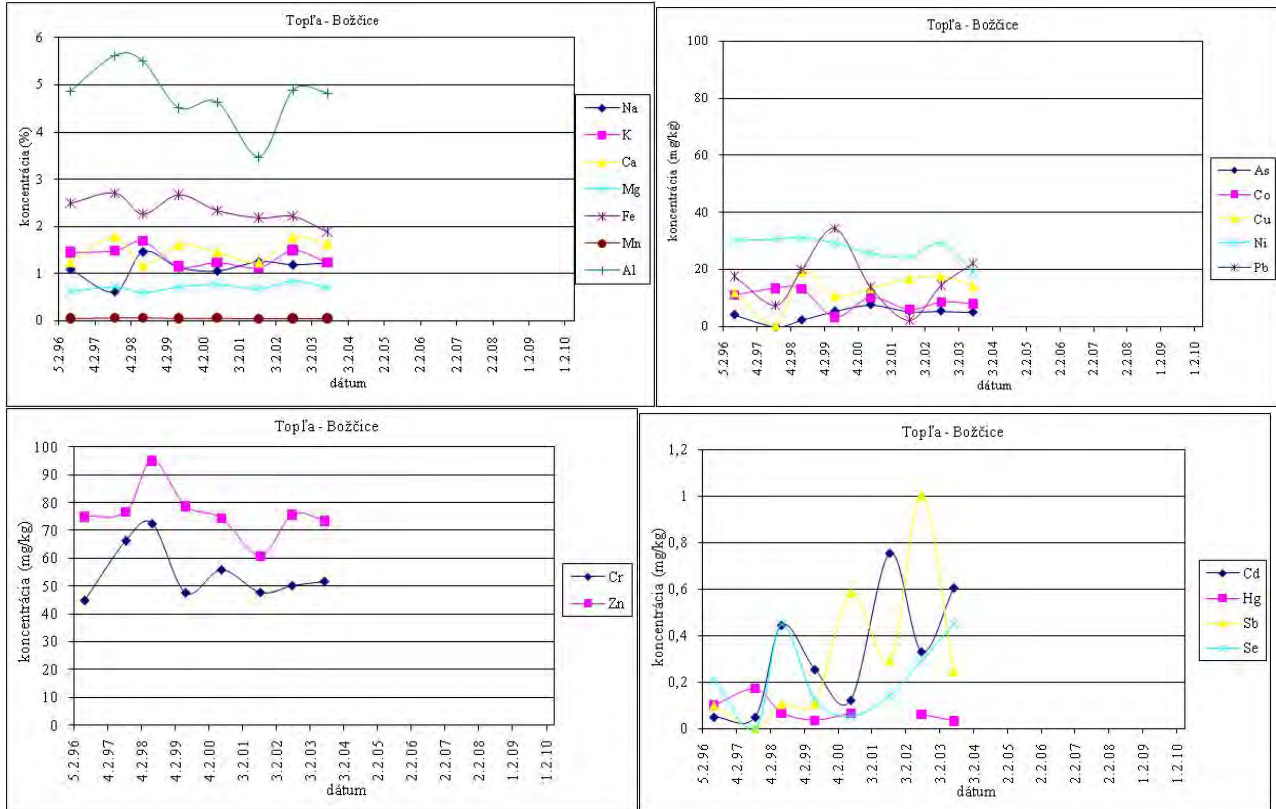
V rámci hlavných prvkov je zrejмый mierne rastúci trend obsahov hliníka v sedimente. Ďalej bol zistený náhly nárast zastúpenia vápnika v sedimente od roku 2007 (z hodnôt pod 1 % na hodnoty až viac ako 2 % v rokoch 2007 a 2009).

Zo stopových prvkov je badateľný náhly nárast obsahov chrómu od roku 2006 (z hodnôt 50 – 80 mg.kg<sup>-1</sup> na hodnoty cca 95 – 140 mg.kg<sup>-1</sup>). Evidentný je výrazný pokles obsahov arzénu z hodnôt 40 a viac mg.kg<sup>-1</sup> na hodnoty blízke požadovým koncentráciám v oblasti na úrovni okolo 10 mg.kg<sup>-1</sup>. Uvedené skutočnosti je vzhľadom na určitú variabilitu hodnôt potrebné potvrdiť novými údajmi v rámci ďalších pozorovaní na lokalite.



## Topľa – Božčice (pozorované do roku 2003)

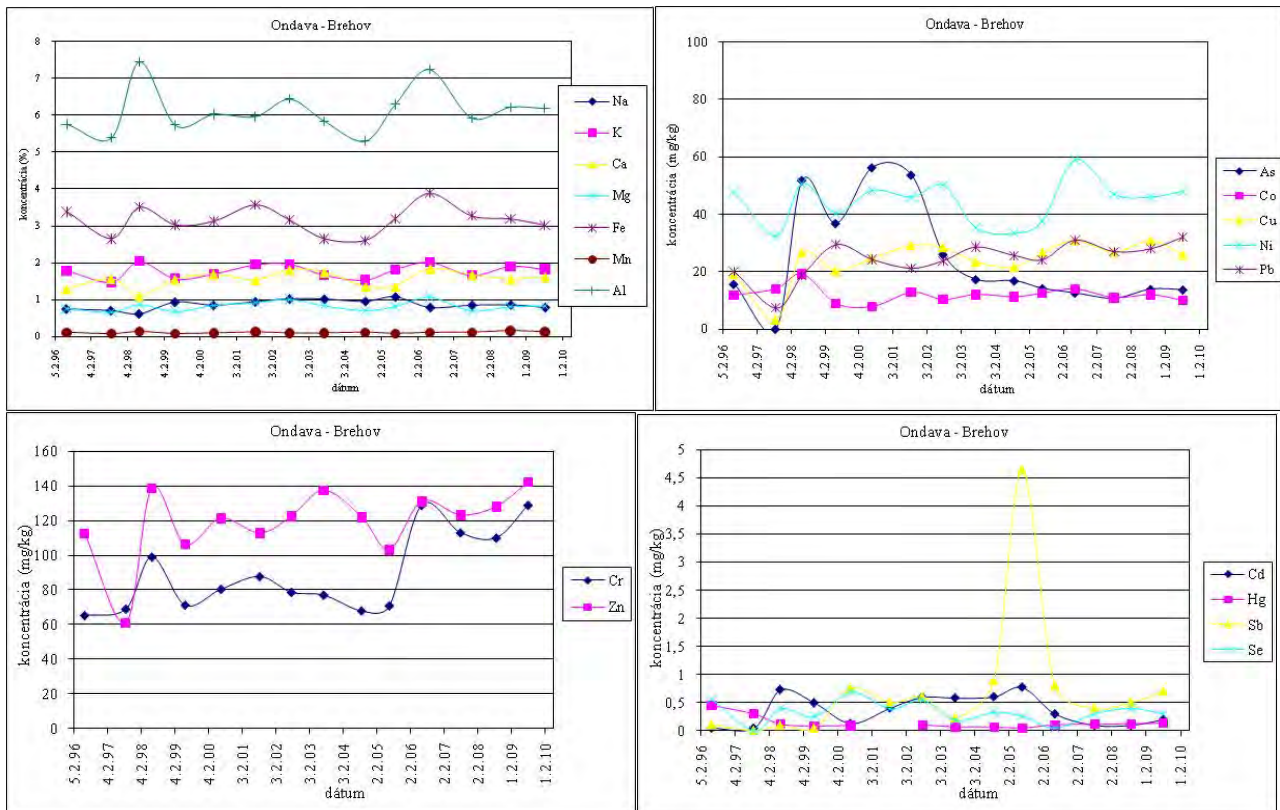
Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výraznejší rozptyl hodnôt bol zistený pre Cd a Sb.



## Ondava – Brehov

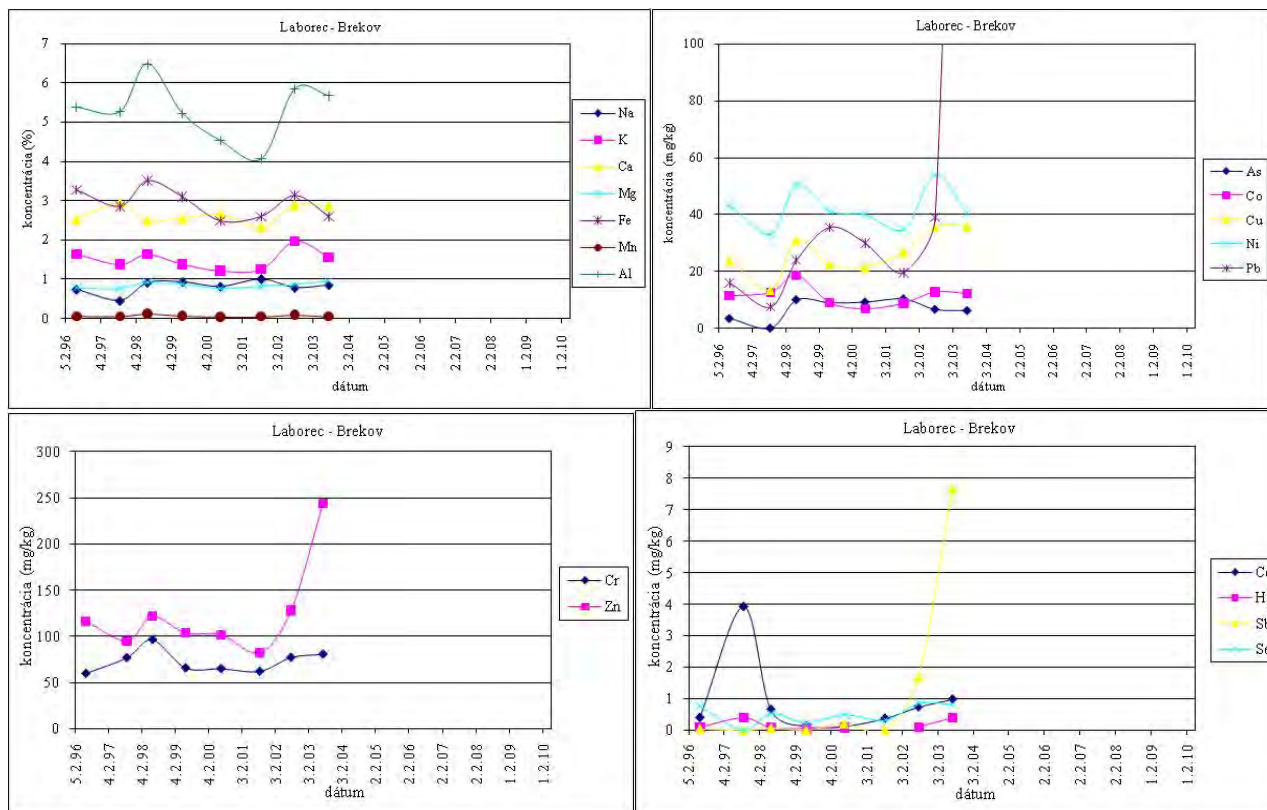
Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Výraznejšia variabilita hodnôt je zrejmä len v prípade As, Cr, Zn.

V prípade Zn, Cr a Pb je evidentný mierny nárast hodnôt v čase, ktorý je však vzhľadom k určitej variabilite koncentrácií potrebné potvrdiť ďalšími meraniami.



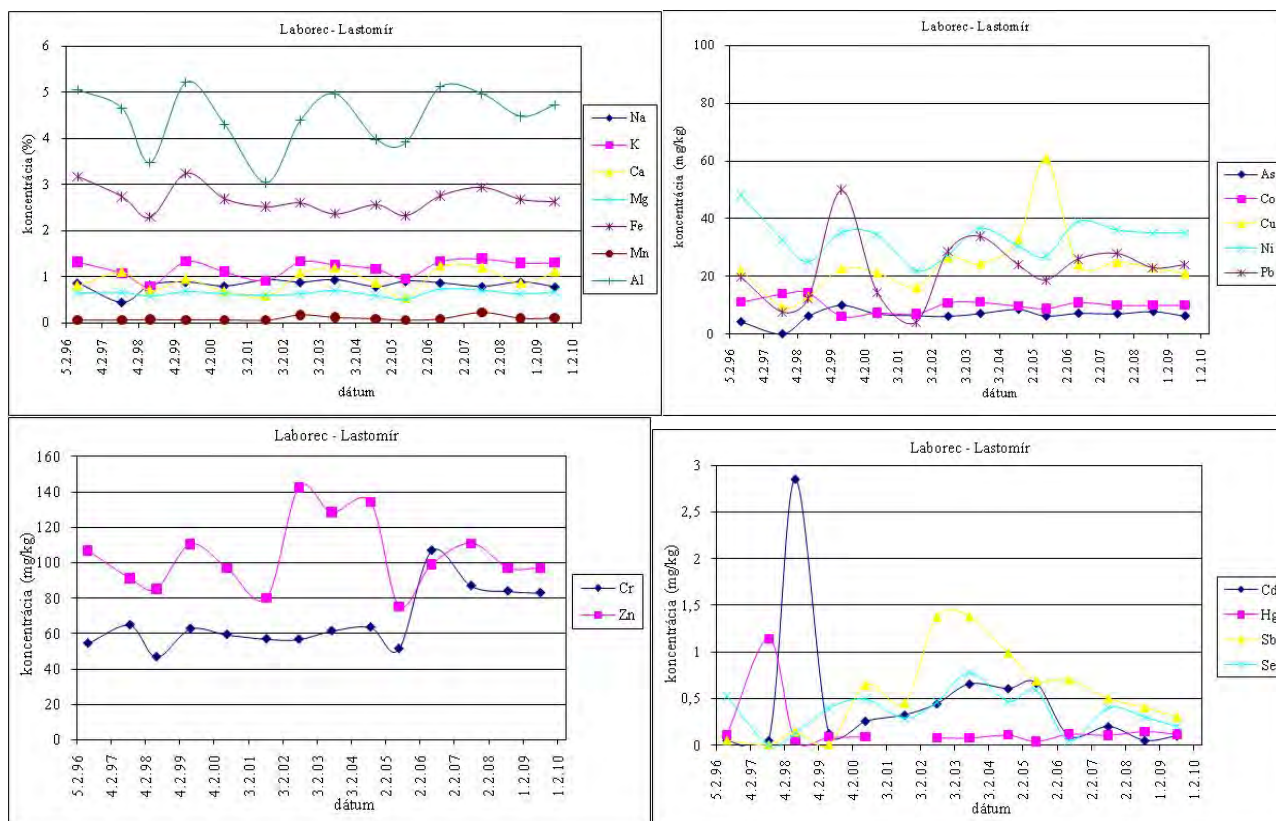
## Laborec – Brekov (pozorované do roku 2003)

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v zásade výraznejšie v rokoch 2002 a 2003 nemenila. Výrazne rozdielne hodnoty boli zistené pre Pb, Zn a Sb.



## Laborec – Lastomír

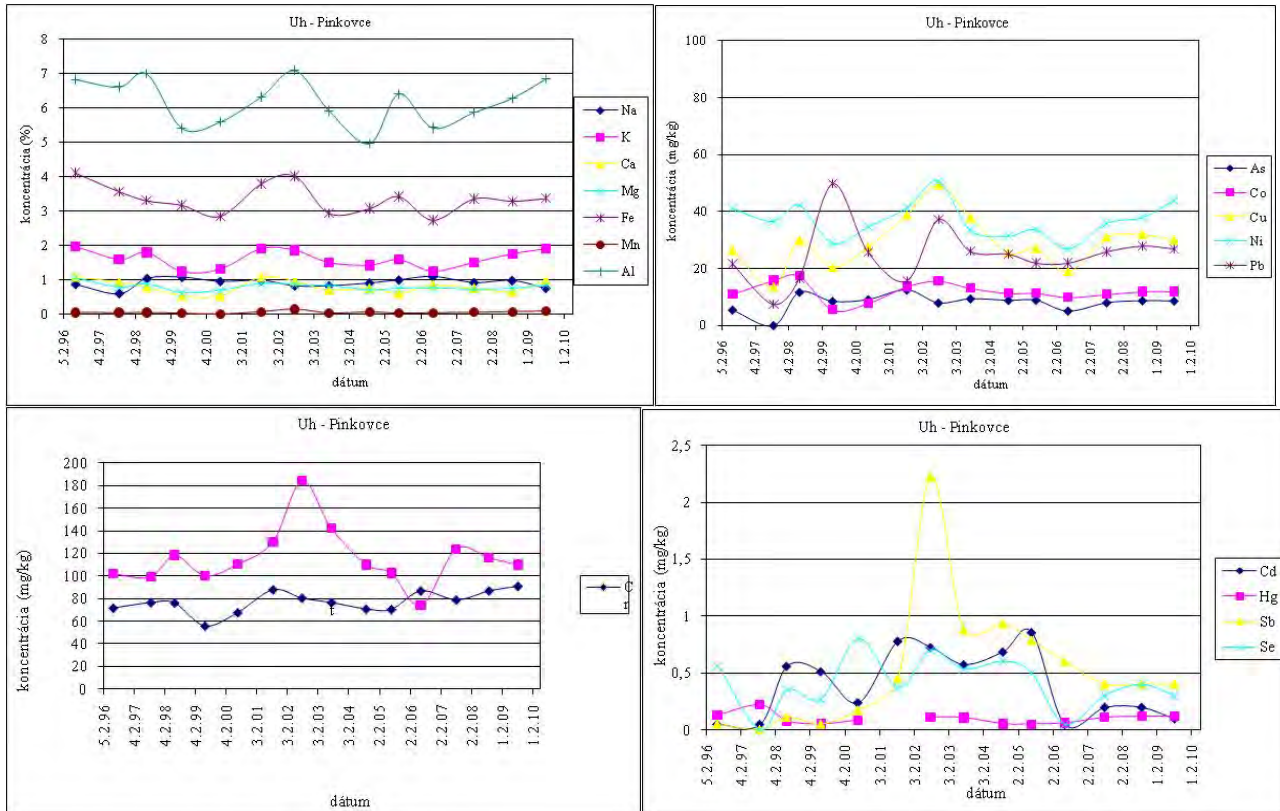
Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Výraznejšia variabilita hodnôt je zrejmä z hlavných prvkov v prípade hliníka a zo stopových prvkov v prípade Pb, Cu a Zn. V prípade chrómu boli v období od roku 2006 zistené zvýšené koncentrácie v sedimente (cca 80 – 100 mg.kg<sup>-1</sup>) v porovnaní z predchádzajúcim obdobím (okolo 50 – 60 mg.kg<sup>-1</sup>).





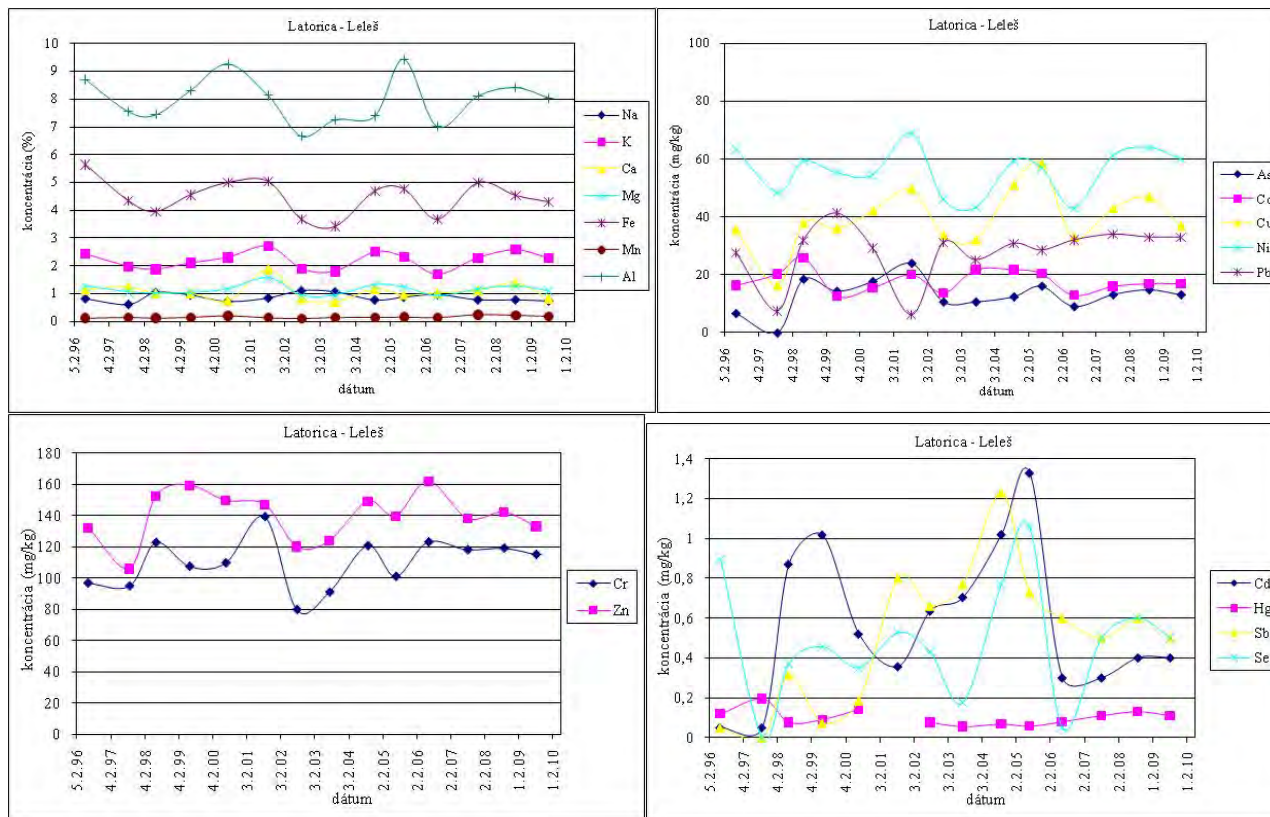
## Uh – Pinkovce

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Výraznejšia variabilita hodnôt bola zistená pre stopové prvky Pb a Zn.



## Latorica – Leleš

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Výraznejšia variabilita hodnôt (avšak pri nízkych koncentráciách) bola zistená pre stopové prvky Cd, Se a Sb.



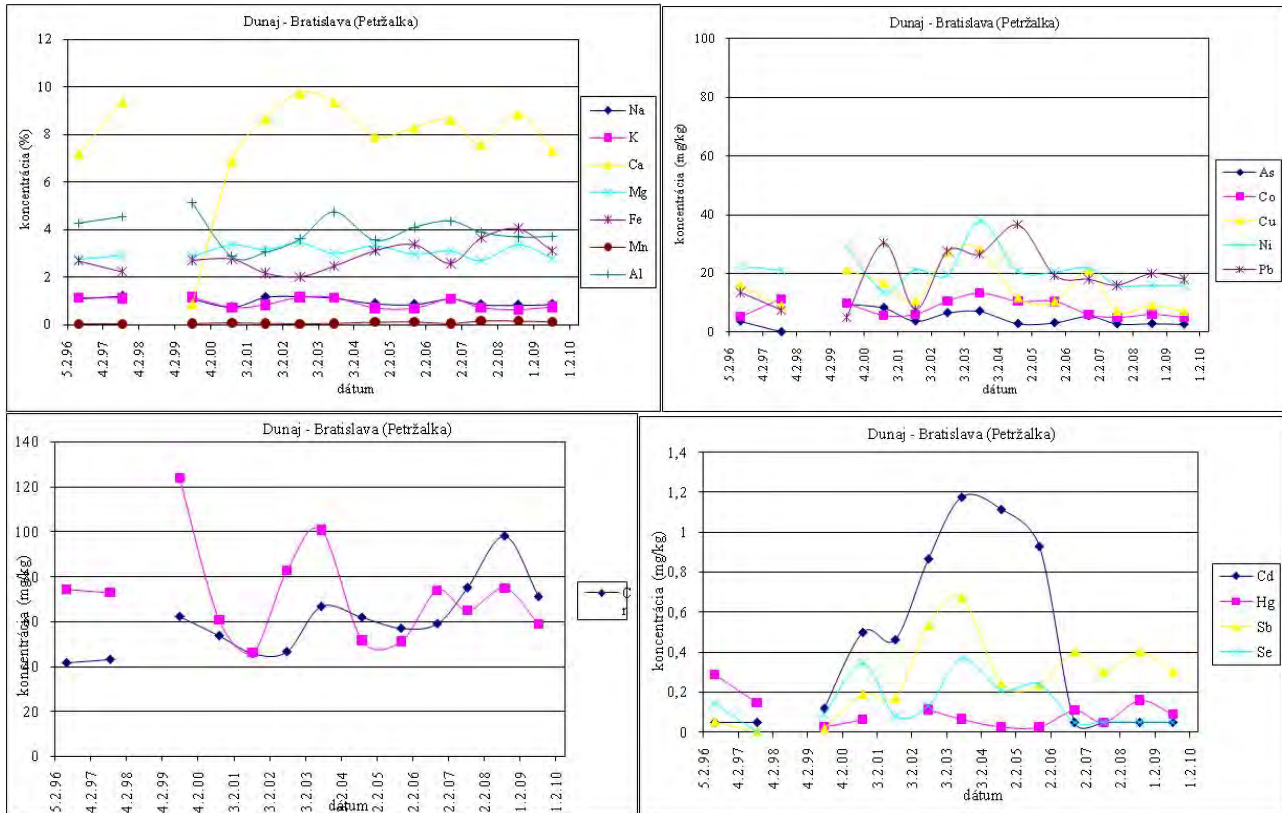
## Bodrog – Streda nad Bodrogom

Distribúcia väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sa v čase výraznejšie nemení. Výraznejšia variabilita hodnôt bola zistená pre stopové prvky Pb a Zn, resp. Sb (avšak veľmi nízke hodnoty).



## Dunaj – Bratislava (Petržalka)

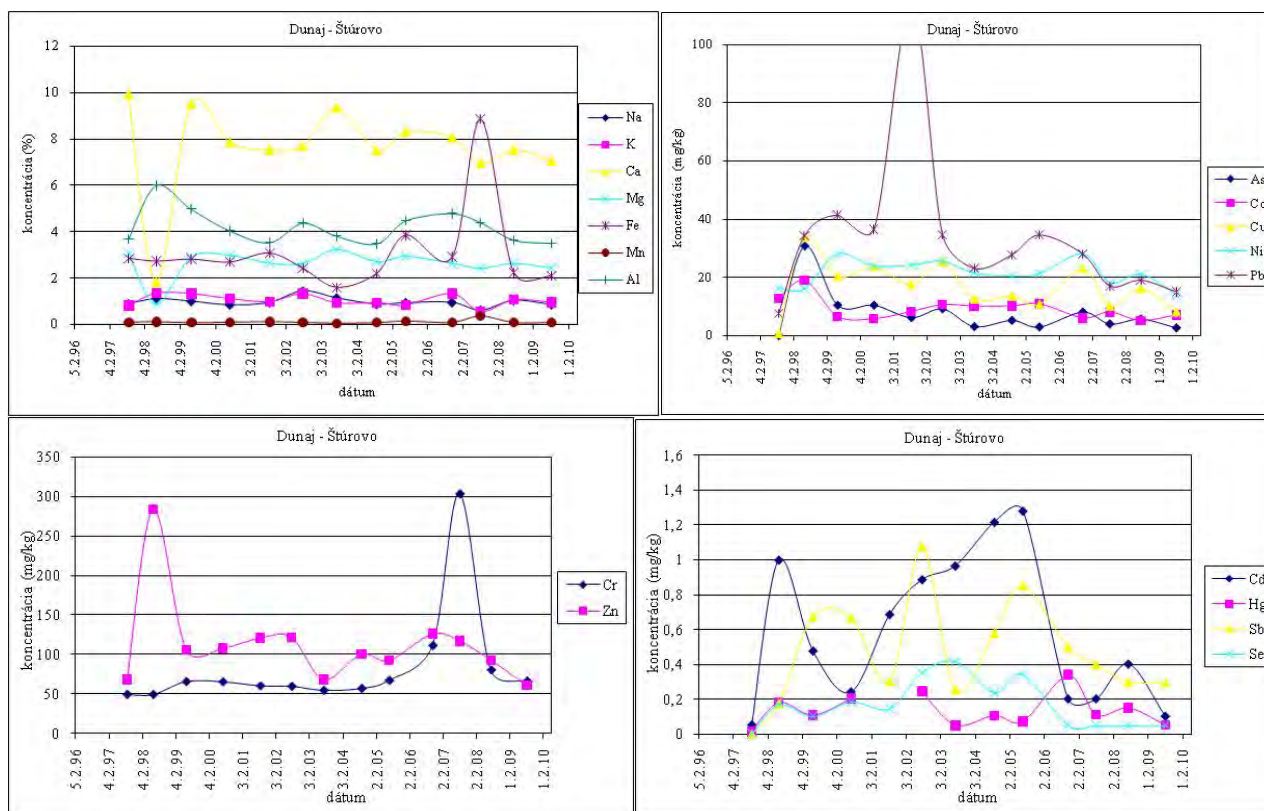
V rámci hlavných prvkov sa sedimenty Dunaja vyznačujú variabilnejšími obsahmi draslíka. Avšak v zásade sú obsahy väčšiny stanovovaných prvkov v riečnom sedimente v čase pomerne stabilné. Z hlavných prvkov sa výraznejšiou časovou variabilitou hodnôt vyznačuje ešte vápnik (obsahy kolíšu medzi 6 až 8 %), zo stopových sú to Pb, Zn, resp. aj Sb a Cd (avšak pri veľmi nízkych hodnotách).



## Dunaj – Štúrovo

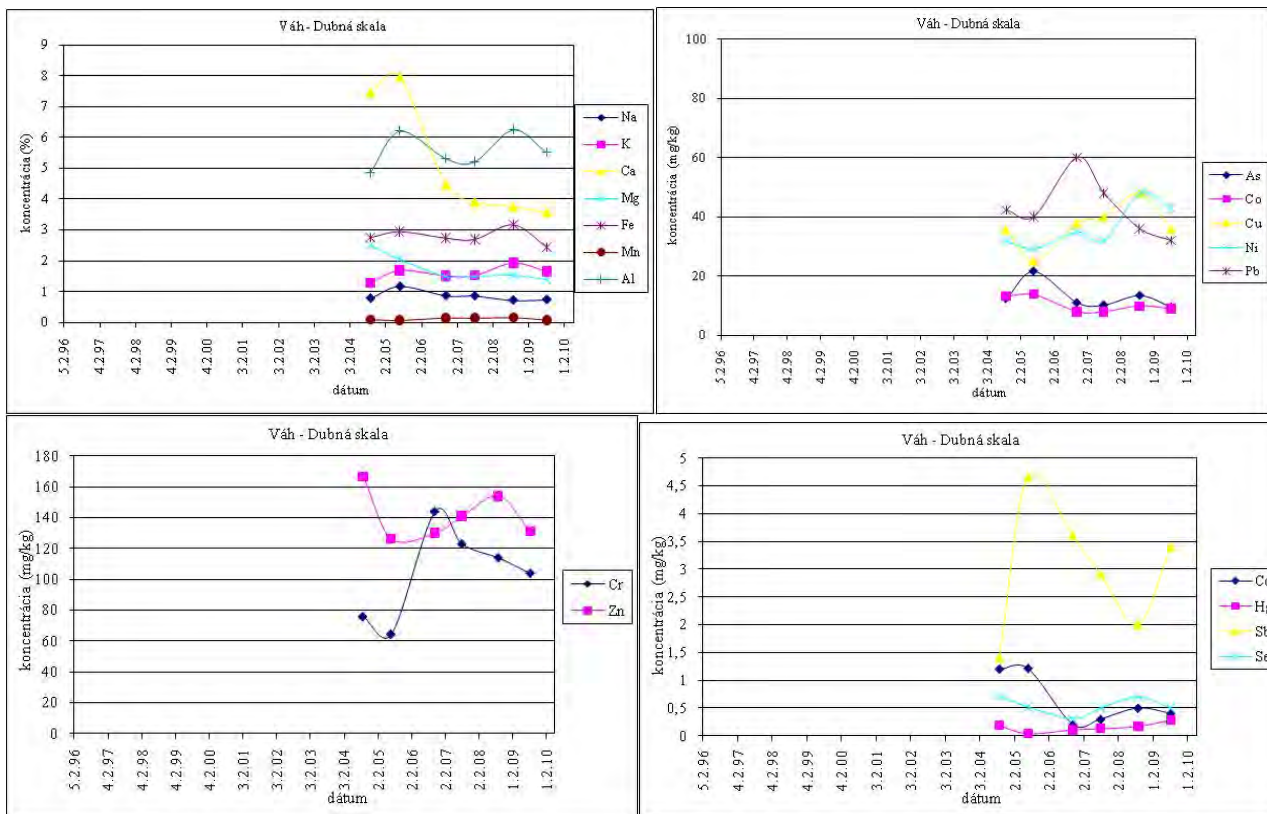
V rámci hlavných prvkov sa sedimenty Dunaja vyznačujú variabilnejšími obsahmi draslíka. Podobne boli z pohľadu zmeny obsahov v čase na tejto lokalite zistené variabilnejšie koncentrácie železa a mangánu (variabilita je daná pravdepodobne premenlivosťou prírodných podmienok v príslušnom časovom období odberu vzorky sedimentu; variabilita obsahu mangánu a železa je v sedimentoch kontrolovaná najmä ich rozdielnou mobilitou a vysokou citlivosťou na oxidačno-redukčné podmienky vo vzorkovanom sedimente, pričom v oxidačných podmienkach je ich mobilita nízka, v anoxických naopak).

Obsahy väčšiny ďalších stanovovaných prvkov v riečnom sedimente sú v čase pomerne stabilné. Zo stopových prvkov sa výraznejšou časovou variabilitou hodnôt vyznačujú Zn, Cr a Pb, resp. aj Sb a Cd (avšak pri veľmi nízkych hodnotách).



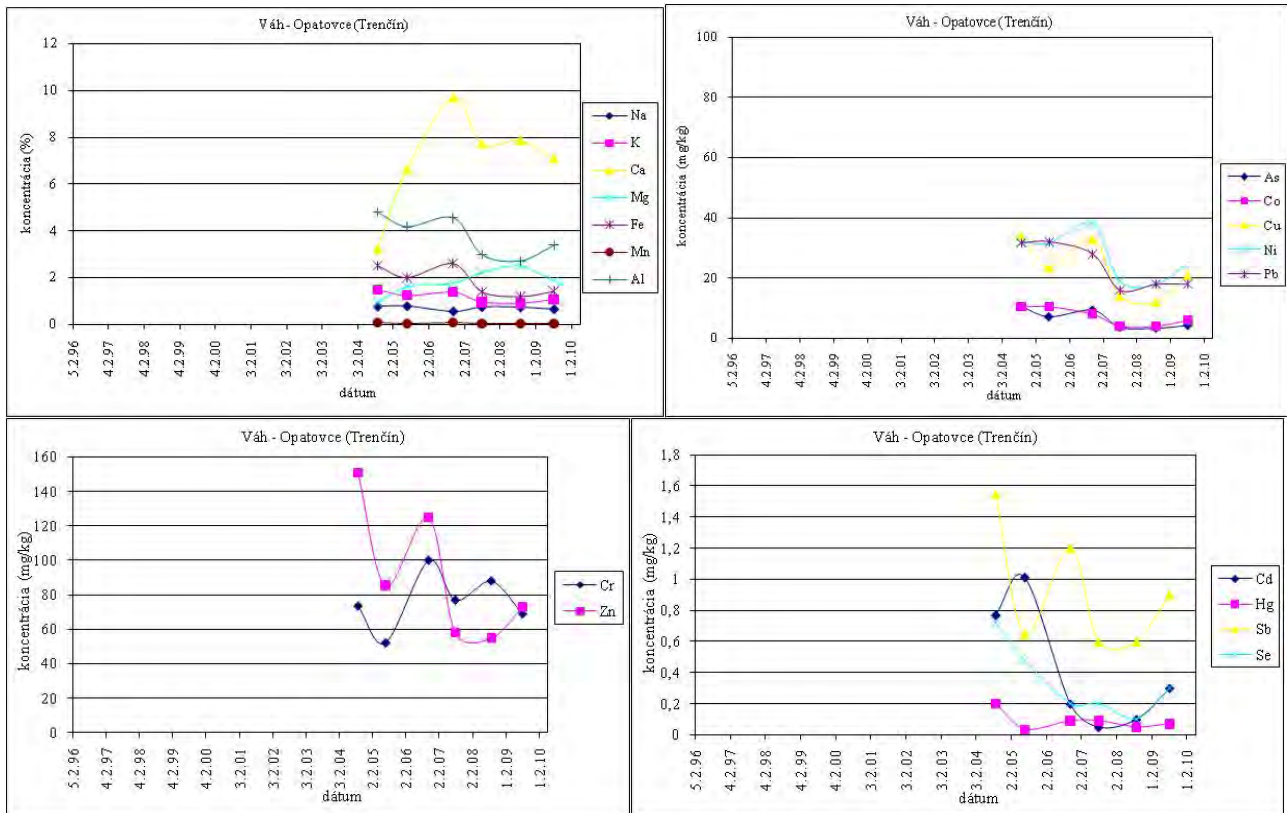
## Váh – Dubná skala (začiatok pozorovania v roku 2004)

V rámci hlavných prvkov bol v prípade vápnika od roku 2006 zistený výrazný pokles hodnôt (variabilita je daná pravdepodobne premenlivosťou prírodných podmienok v čase). Obsahy ďalších základných zložiek ako aj väčšiny stanovovaných stopových prvkov v riečnom sedimente sú v čase pomerne stabilné. Zo stopových prvkov sa výraznejšou časovou variabilitou hodnôt vyznačujú Cr, Pb a Sb.



## Váh – Opatovce (Trenčín) (začiatok pozorovania v roku 2004)

V rámci hlavných prvkov bola zistená výrazná variabilita obsahov vápnika (od 3 – 10 %), ktorá je daná pravdepodobne výraznou premenlivosťou podmienok tvorby sedimentu v čase. Obsahy ostatných základných zložiek ako aj väčšiny stanovovaných stopových prvkov v riečnom sedimente sú v čase pomerne stabilné. Zo stopových prvkov sa výraznejšou časovou variabilitou hodnôt vyznačujú Zn, Cr, Se, Cd a Sb.

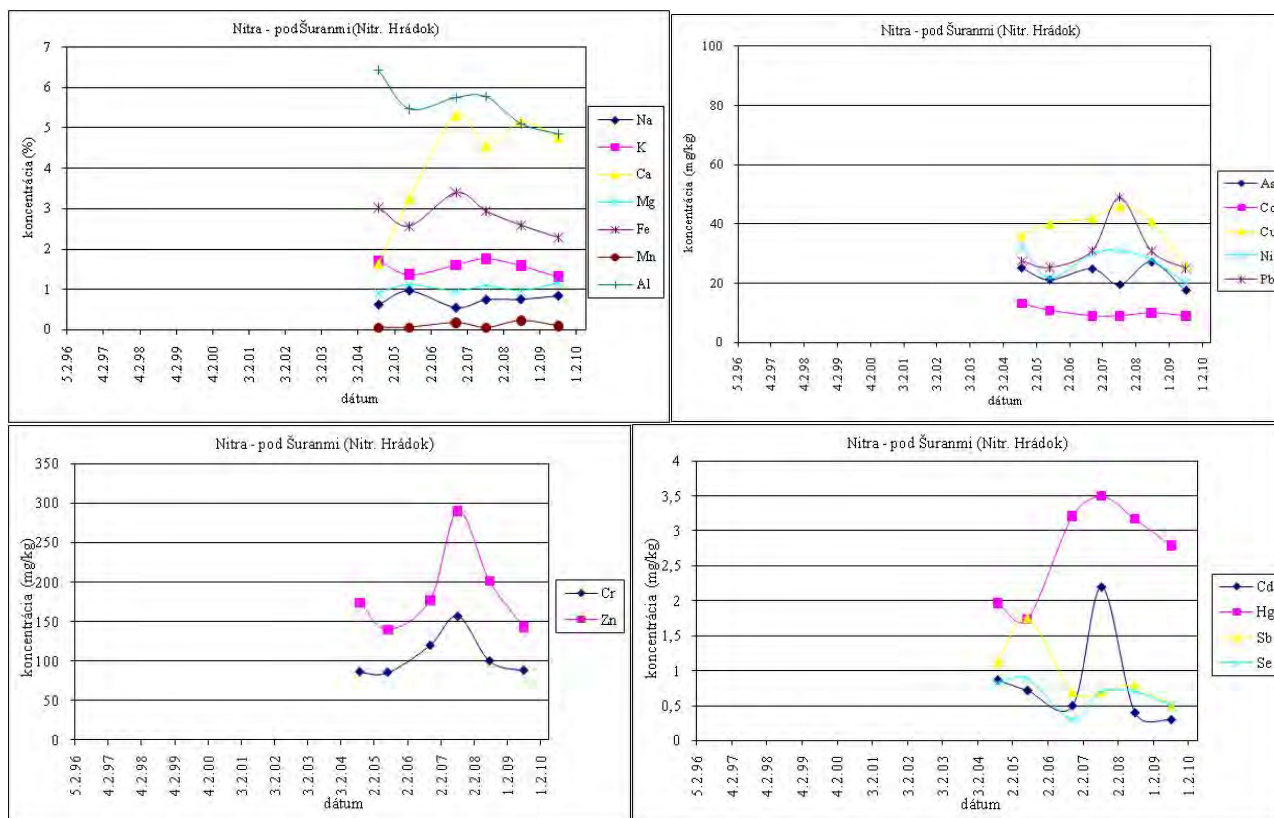


## Nitra – pod Šuranmi (Nitriansky Hrádok) (začiatok pozorovania v roku 2004)

V rámci hlavných prvkov bola zistená výrazná variabilita obsahov vápnika, ktorá je daná pravdepodobne výraznou premenlivosťou podmienok tvorby sedimentu v čase. Obsahy väčšiny ostatných prvkov v riečnom sedimente sú v čase pomerne stabilné.

V sedimente boli zistené pomerne výrazné zmeny obsahov ortuti v čase. Variabilita obsahov ortuti v priestore a čase je podmienená zložitou jej geochemickými – migračnými vlastnosťami a v prípade tejto lokality tiež jej rôznym uvoľňovaním z antropogénnych zdrojov. Výrazná variabilita obsahov v sedimente v čase bola zistená aj v prípade Zn a Cd.

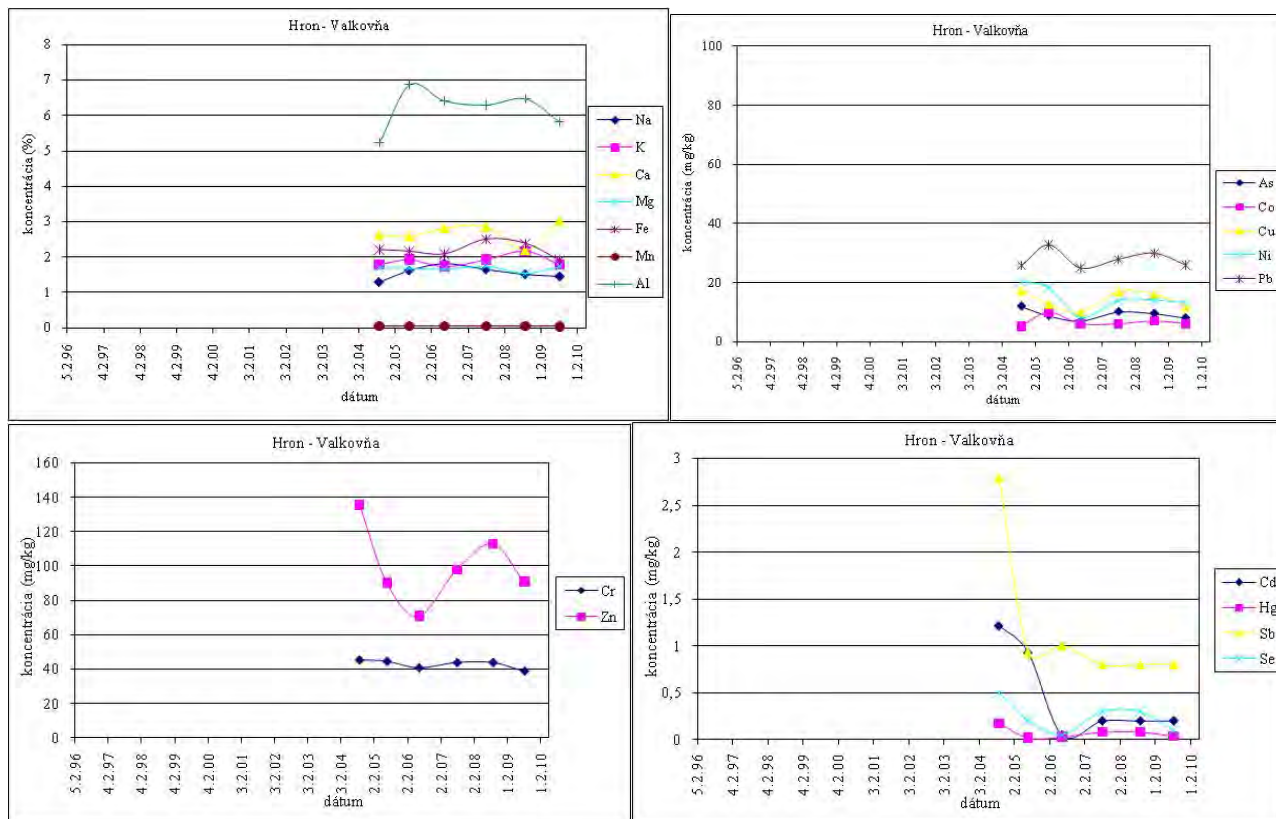
Monitoring jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistenú lokalitu najmä z pohľadu veľmi vysokých koncentrácií ortuti ale čiastočne aj arzénu a zinku.





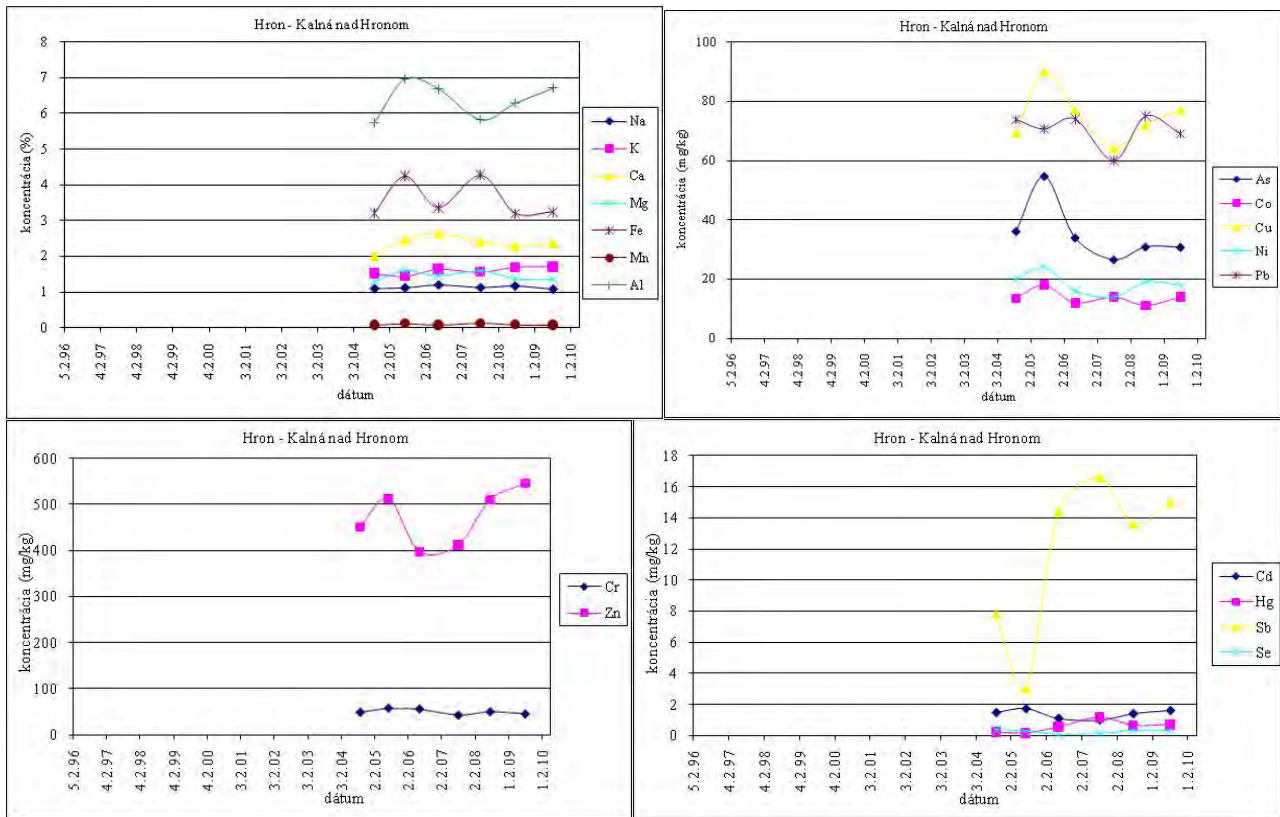
## Hron – Valkovňa (začiatok pozorovania v roku 2004)

V rámci hlavných prvkov prakticky nebola zistená výraznejšia variabilita ich obsahov v čase. Zo stopových prvkov stanovovaných v riečnom sedimente sa výraznou časovou variabilitou hodnôt vyznačujú Zn, Cd a Sb.



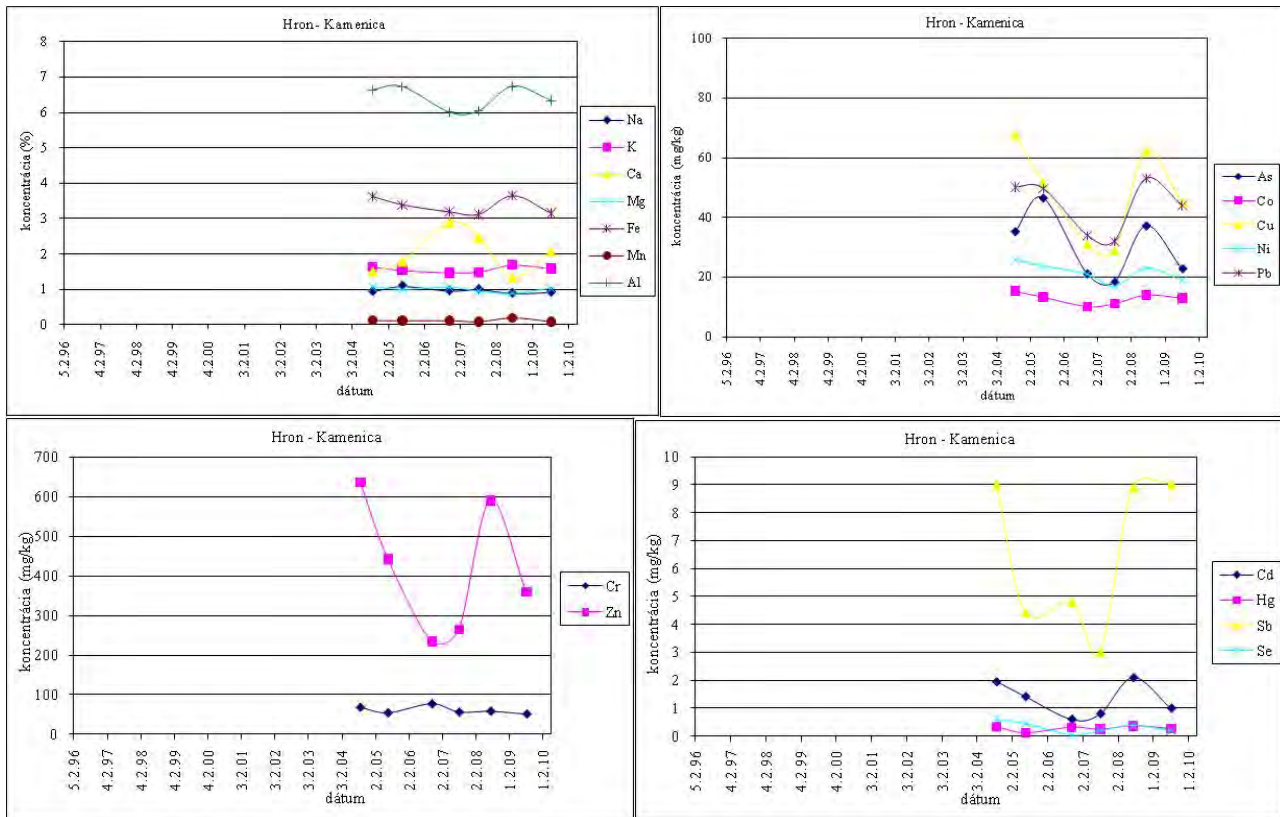
## Hron – Kalná nad Hronom (začiatok pozorovania v roku 2004)

Z monitorovaných lokalít sledovaných od roku 2004 patrí táto lokalita k najvýraznejšie znečisteným počas celého monitorovaného obdobia. Obsahy prakticky všetkých hlavných prvkov v riečnom sedimente sú v čase stabilné. Výraznejšia variabilita koncentrácií v čase bola zistená v rámci stopových prvkov pre Zn, As a Sb.



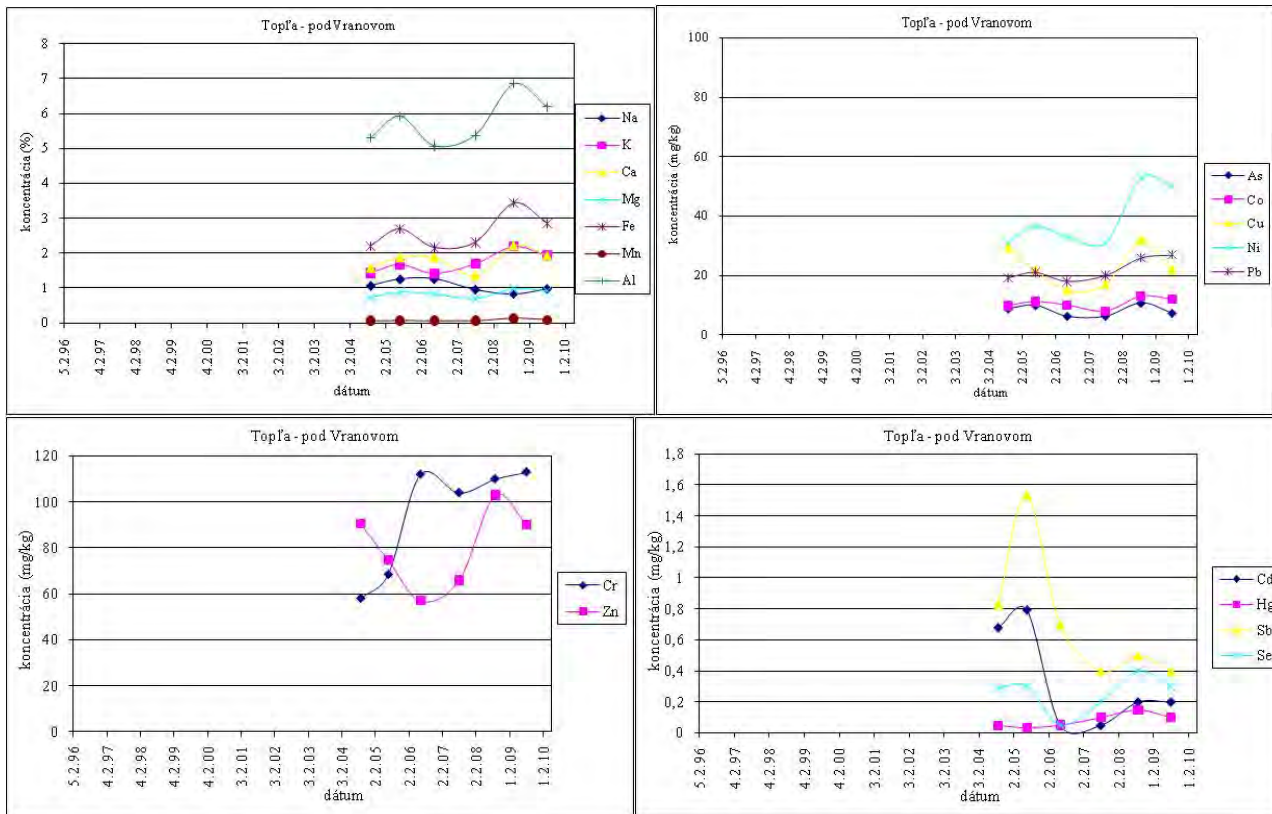
## Hron – Kamenica (začiatok pozorovania v roku 2004)

Z monitorovaných lokalít sledovaných od roku 2004 patrí táto lokalita k znečistenejším počas celého monitorovaného obdobia. Obsahy prakticky všetkých hlavných prvkov v riečnom sedimente sú v čase stabilné. Výrazná variabilita koncentrácií v čase bola zistená pre stopové prvky Zn, As, Cu, Pb a Sb.



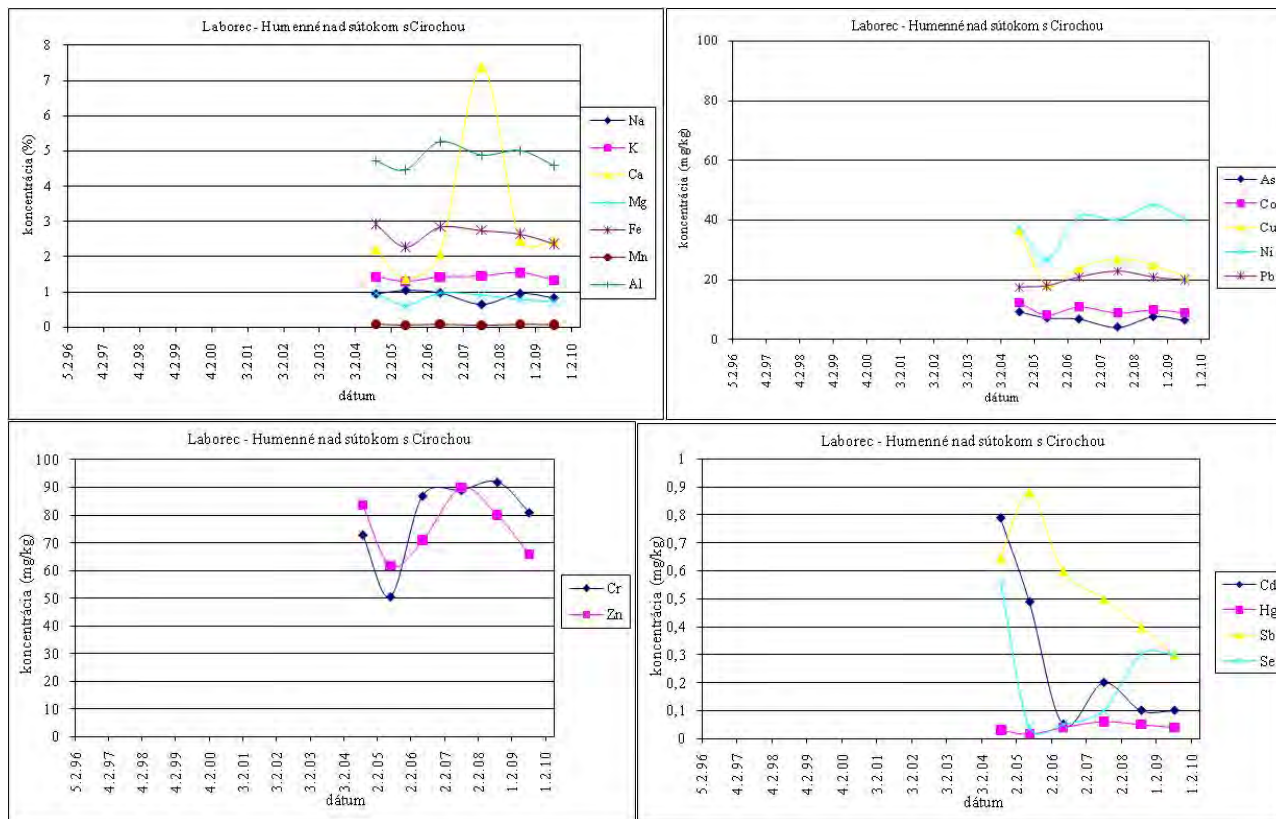
## Topľa – pod Vranovom nad Topľou (začiatok pozorovania v roku 2004)

Z hlavných prvkov bola zistená výraznejšia časová variabilita hliníka v sedimente. Podstatne väčšou variabilitou obsahov v čase sa vyznačujú predovšetkým stopové prvky, najmä Ni, Zn, Cr, Cd a Sb.



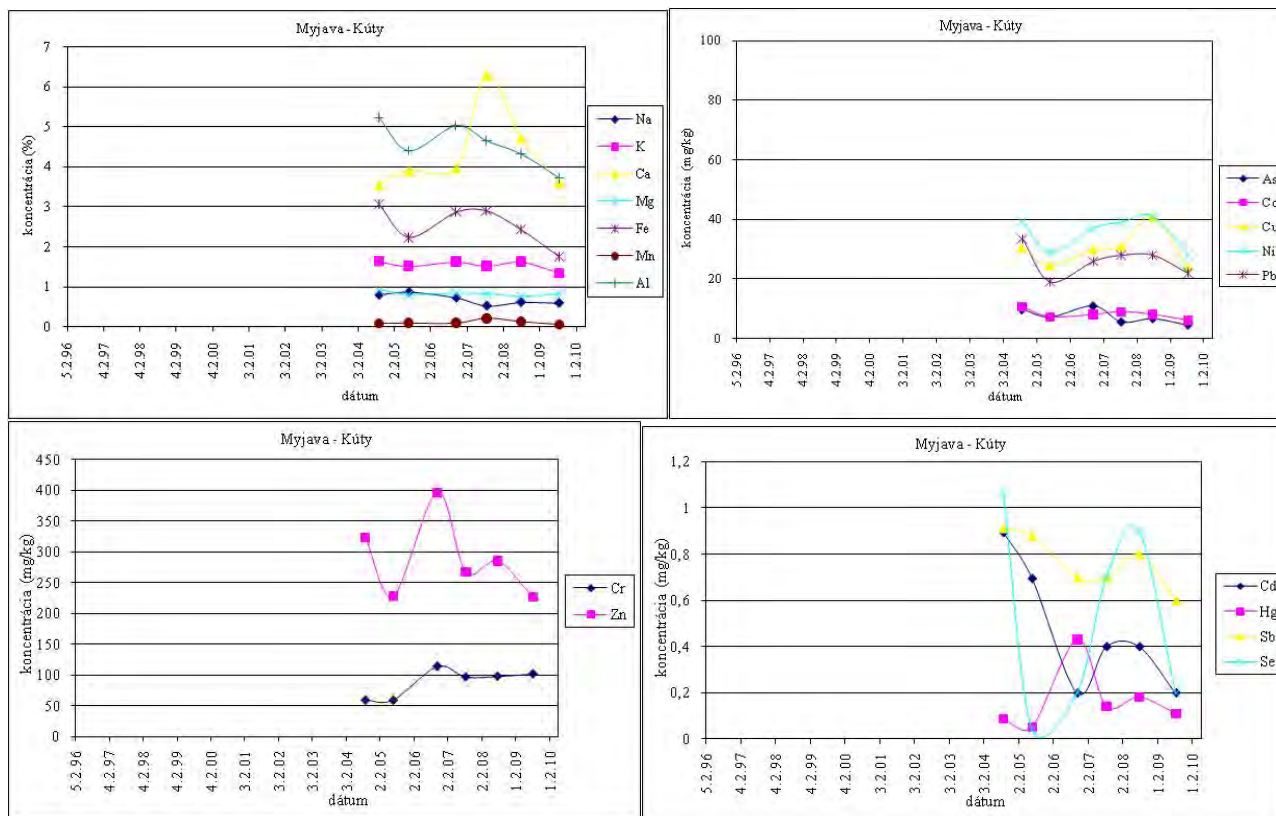
## Laborec – nad sútokom s Cirochou (Lackovce) (začiatok pozorovania v roku 2004)

Obsahy všetkých hlavných prvkov v riečnom sedimente sú v čase stabilné (výnimkou je len anomálny obsah Ca zistený v roku 2007). Výraznejšia variabilita koncentrácií v čase bola zistená v rámci stopových prvkov pre Zn, Cr, Cd, Se a Sb.



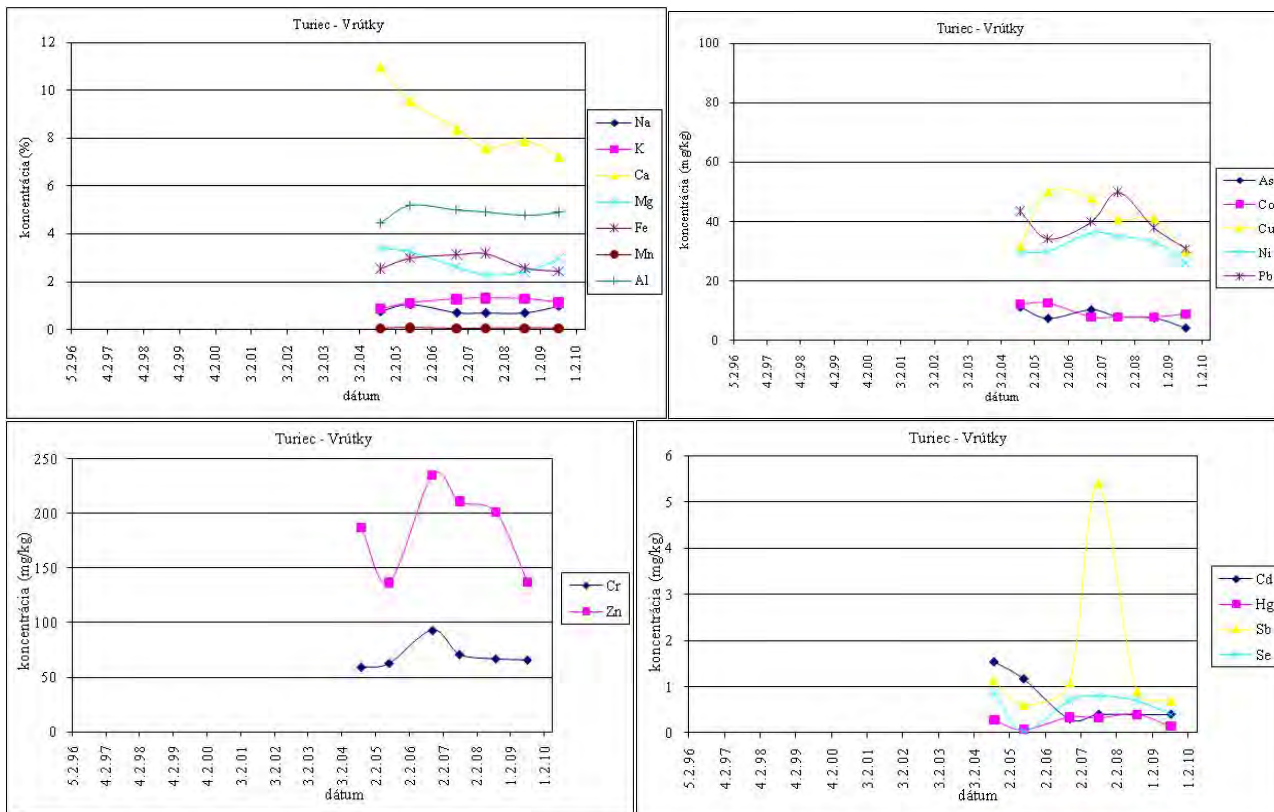
## Myjava – Kúty (začiatok pozorovania v roku 2004)

Monitoring poukazuje na mierne znečistenie sedimentov predovšetkým prítomnosťou vysokých koncentrácií zinku. Obsahy hlavných prvkov Ca, Al a Fe sa vyznačujú pomerne variabilnými obsahmi v riečnom sedimente v čase (ostatné majú pomerne stabilné obsahy). Výrazná variabilita koncentrácií v čase bola zistená pre mnohé stopové prvky, najmä Zn, Cd, Se, Hg a Sb.



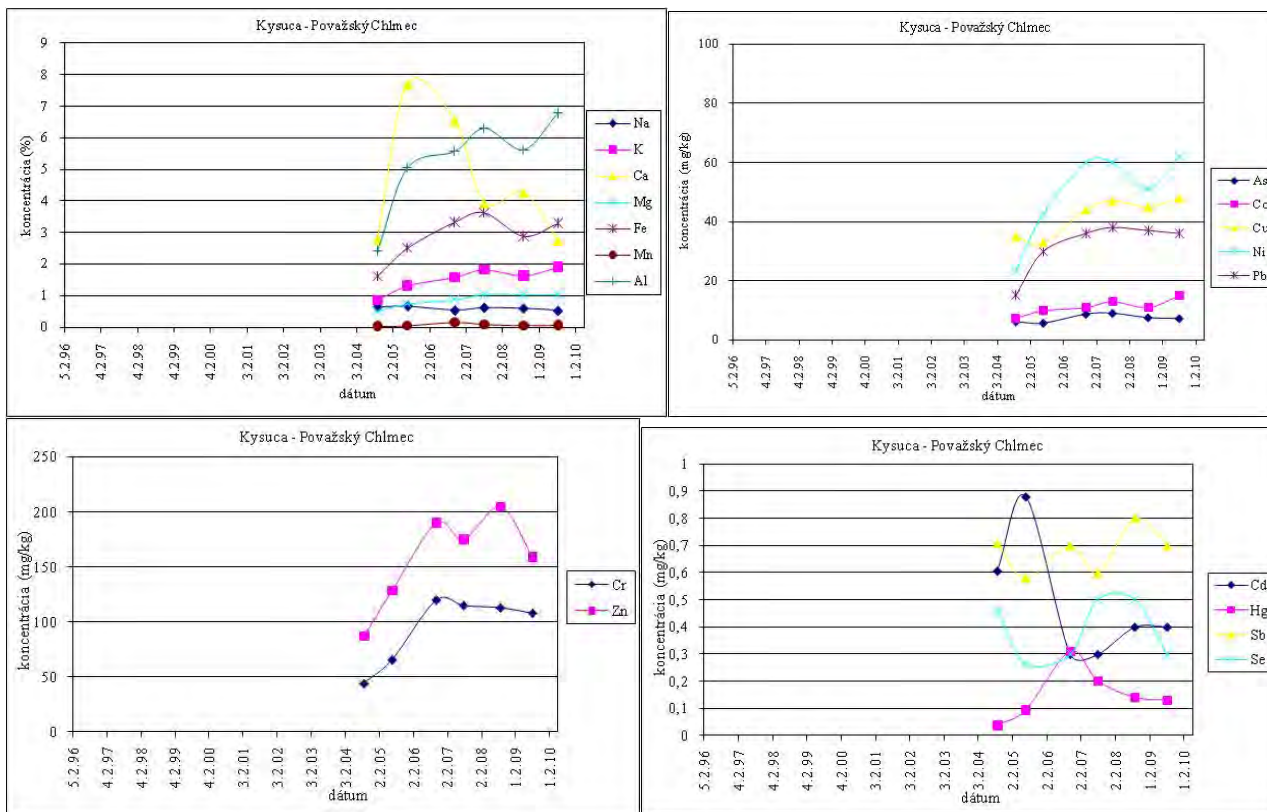
## Turiec – Vrútky (začiatok pozorovania v roku 2004)

Obsahy hlavných prvkov okrem vápnika sa vyznačujú stabilnými koncentráciami v riečnom sedimente v čase. V prípade vápnika je evidentný pomerne výrazný pokles jeho obsahov v čase z hodnoty okolo 11 % na hodnoty menej ako 8 % v období 2007-2009. Pomerne vyrovnané obsahy v čase boli zistené pre stopové prvky. Výraznejšia variabilita koncentrácií v čase bola zistená pre Zn, Cu, Cd, Sb (jedna výrazne odľahlá hodnota).



## Kysuca – Považský Chlmec (začiatok pozorovania v roku 2004)

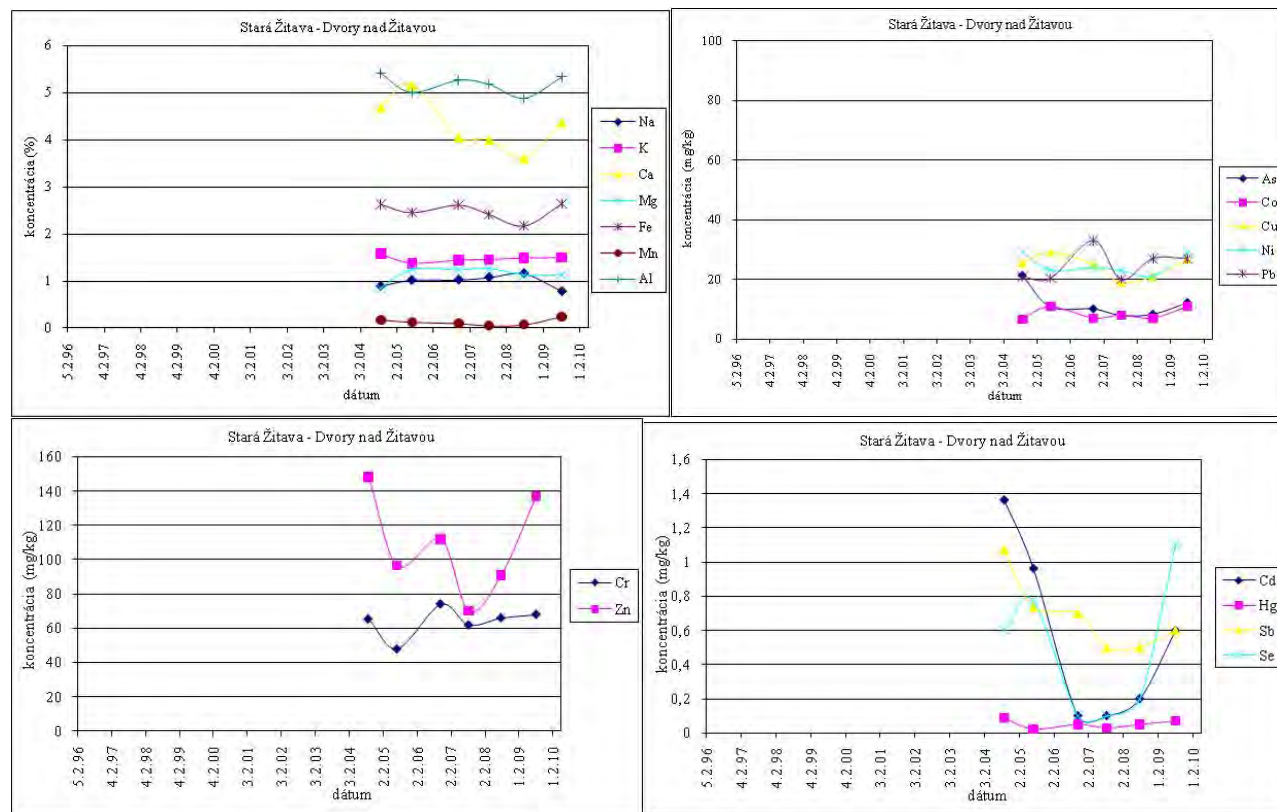
Lokalita sa vyznačuje výraznou variabilitou obsahov vápnika (obsahy kolíšu v rozpätí cca 2,5 až 7,5 %), ktorej príčinou je pravdepodobne pestrosť zdrojového horninového materiálu v znosovej oblasti, resp. premenlivosť obsahu karbonatického materiálu v sedimente. Určitý nárast obsahov v čase bol zistený v prípade hliníka (z hodnoty cca 2,5 % na hodnotu takmer 7 % v roku 2009) ako aj draslíka (z 1 % na približne 2 %). Z hlavných prvkov bola časová variabilita koncentrácií zaznamenaná aj pre železo. Výrazne variabilné obsahy v čase boli zistené pre väčšinu stopových prvkov.





## Stará Žitava – Dvory nad Žitavou (začiatok pozorovania v roku 2004)

Obsahy hlavných prvkov sú v čase okrem vápnika veľmi vyrovnané. V prípade vápnika bol zistený rozptyl hodnôt od približne 3,5 % v roku 2008 do viac ako 5 % v roku 2005. Zo stopových prvkov bola výraznejšia variabilita koncentrácií v čase zistená pre Zn, Cd, Se a Sb.



### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Ak porovnáme kvalitatívne výsledky riečnych sedimentov za obdobie 2002-2009, v zásade sa plošná distribúcia kontaminujúcich látok výraznejšie nemení. Riečne sedimenty na riekach Váh, Hron (horný úsek), Muráň a Dunaj a väčšina tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí sú prakticky neznečistené a koncentrácie látok zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy. Vzhľadom k dynamickým vlastnostiam riečnych sedimentov však boli v niektorých odberových snímkach zaznamenané zvýšené koncentrácie niektorých stanovených ukazovateľov, ktoré však nie sú trvalejšieho charakteru.

Z pohľadu kontaminácie má veľký význam porovnanie koncentrácií látok najmä voči kategórii B, resp. C v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 (Anonym, 1994). Monitoring jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistené toky Nitra (lokality č. 14-15), Štiavnica (25), Hornád (32) a Hnilec (33). Znečistenie riečnych sedimentov na Ondave (38) prejavujúce sa v minulých rokoch zvýšenými obsahmi arzénu nebolo v roku 2009 zaznamenané. Z monitorovaných lokalít sledovaných od roku 2004 bola najvýraznejšia kontaminácia zaznamenaná na riekach Nitra (lokality č. 50) a Hron (52 a 53).

Znečistené toky Štiavnica, Hron, Hornád a Hnilec reprezentujú geogénno-antropogénne anomálie viazané na bansko-štiavnickú, resp. a spišsko-gemerskú rudnú oblasť. Anomálne koncentrácie niektorých kovov svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi nebezpečnými látkami,

ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. Závažné sú obsahy látok (najmä Hg a As) na rieke Nitra (Chalmová, Lužianky) pochádzajúce z intenzívnej priemyselnej činnosti na hornom Ponitří.

V ďalšej časti sú výsledky monitoringu zhrnuté pre jednotlivé lokality alebo skupiny lokalít. Na lokalitách Morava (Devínska Nová Ves, Gajary), Čierny Váh (nad nádržou Čierny Váh), Biely Váh (Važec), Orava (Kraľovany), Váh (Hlohovec, Selice, Komárno, Trenčín), Žitava (Lúčnica), Hron (Polomka, Valkovňa), Ipeľ (Slovenské Ďarmoty), Rimava (Rimavské Jánovce), Muráň (Bretka), Poprad (Čirč), Torysa (Kendice), Ondava (prítok do nádrže Domaša), Laborec (Lastomír), Uh (Pinkovce), Latorica (Leleš), Bodrog (Streda nad Bodrogom), Dunaj (Bratislava – Petržalka, Štúrovo), Turiec (Vrútky) neboli počas ich monitorovania zistené koncentrácie negatívne ovplyvňujúce kvalitu riečného sedimentu (v rámci stanovovaných chemických ukazovateľov). To znamená, že ide o dlhodobo neznečistené riečne sedimenty a koncentrácie pozorovaných prvkov sa pohybujú na úrovni ich požadovaných obsahov.

#### *Malý Dunaj (Kolárovo)*

Sediment Malého Dunaja sa vyznačuje určitým stupňom antropogénneho ovplyvnenia predovšetkým v dôsledku zvýšených koncentrácií Cu, Zn, Hg, Cd a Ni.

#### *Nitra (Chalmová, Lužianky, Nitriansky Hrádok)*

Závažné obsahy látok (najmä Hg a As) na rieke Nitra pochádzajú z intenzívnej priemyselnej činnosti na hornom Ponitří. Monitoring (14-ročné pozorovanie) jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistený tok Nitry. V roku 2009 bolo v prípade obsahu ortuti v sedimente na lokalite Chalmová zistené prekročenie až kategórie C (kontaminácia, kde sa vyžadujú sanačné opatrenia) a na lokalite Lužianky a Nitriansky Hrádok prekročenie kategórie B (indikujúce silné znečistenie) v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde.

#### *Hron (Šáľková, Sliach, Kalná nad Hronom, Kamenica)*

Zistené znečistenie Hrona indikuje pravdepodobne jeho geogénno-antropogénny pôvod a vysoké až anomálne koncentrácie najmä Cu, Zn, As, Hg, príp. Cd v sedimente sú spojené predovšetkým s výskytom rudných ložísk v znosovej oblasti sedimentov. Distribúcia uvedených kovov v sedimente svedčí o pomerne značnom zaťažení oblasti potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. V roku 2009 bolo v prípade obsahu medi v sedimente na lokalite Sliach zistené prekročenie tzv. kategórie B (indikujúce silné znečistenie) v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde. Na lokalite Kalná nad Hronom bola kategória B v roku 2009 prekročená v prípade zinku.

#### *Ipeľ (Rapovce, Ipeľský Sokolec)*

V roku 2009 bolo v riečnych sedimentoch Ipeľa indikované znečistenie prejavujúce sa prekročením referenčných (požadovaných) koncentrácií Zn, Cd, Pb. Znečistenie dolného Ipeľa indikuje predovšetkým geogénno-antropogénny pôvod týchto prvkov v sedimente a anomálne koncentrácie sú spojené najmä s výskytom rudných ložísk (bansko-štiavnická oblasť) v znosovej oblasti.

#### *Štiavnica (ústie)*

Znečistenie sedimentu Štiavnice má predovšetkým geogénno-antropogénny pôvod a anomálne koncentrácie sú spojené najmä s výskytom rudných ložísk (bansko-štiavnická oblasť) v znosovej oblasti. Anomálne koncentrácie niektorých kovov svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. V roku 2009 bolo v prípade obsahu olova v sedimente na lokalite zistené prekročenie až kategórie C (kontaminácia,

kde sa vyžadujú sanačné opatrenia) v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde.

#### *Slaná (Čoltovo)*

Zistené znečistenie Slanej indikuje pravdepodobne predovšetkým jeho geogénno-antropogénny pôvod a vysoké až anomálne koncentrácie najmä arzénu, antimónu a ortuti v sedimente sú spojené predovšetkým s výskytom rudných ložísk v znosovej oblasti sedimentov. Distribúcia uvedených kovov v sedimente svedčí o pomerne značnom zaťažení oblasti potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. V roku 2009 bolo v prípade obsahu arzénu v sedimente na lokalite zistené prekročenie kategórie B (indikujúce silné znečistenie) v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde.

#### *Poprad (Veľká Lomnica)*

Riečny sediment je prakticky neznečistený a koncentrácie prvkov zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy v sedimente, t.j. na úrovni ich predpokladaných pozad'ových hodnôt. V roku 2009 boli v riečnom sedimente indikované zvýšené obsahy Zn a Ni prejavujúce sa prekročením ich referenčných (pozad'ových) koncentrácií, t.j. kategórie A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde.

#### *Hornád (Kolinovce – Krompachy)*

Monitoring (prakticky celé 14-ročné pozorovanie) poukazuje na výrazne a trvalo znečistenú lokalitu. Znečistené Hornádu je geogénno-antropogénneho pôvodu a anomálne koncentrácie sú spojené najmä s výskytom rudných ložísk (spišsko-gemerská oblasť) v znosovej oblasti. Anomálne koncentrácie niektorých kovov svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. V roku 2009 bolo v prípade obsahov medi a ortuti v sedimente na lokalite zistené prekročenie kategórie B (indikujúce silné znečistenie) v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde.

#### *Hornád (Krásna nad Hornádom, Ždaňa)*

Monitoring riečnych sedimentov na lokalite v roku 2009 aj v predchádzajúcom období poukazuje na mierne znečistenie sedimentu. V roku 2009 bolo v riečnom sedimente indikované znečistenie prejavujúce sa prekročením referenčných (pozad'ových) koncentrácií Cu, Zn, Hg, Ni (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde).

#### *Hnilec (prítok do nádrže Ružín)*

Monitoring (praktické celé 14-ročné pozorovanie) jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistenú lokalitu. Znečistené Hnilca je geogénno-antropogénneho pôvodu a anomálne koncentrácie sú spojené najmä s výskytom rudných ložísk (spišsko-gemerská oblasť) v znosovej oblasti. Anomálne koncentrácie niektorých kovov svedčia o pomerne značnom zaťažení oblasti potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. V roku 2009 bolo v prípade obsahov medi, zinku, arzénu a antimónu v sedimente na lokalite zistené prekročenie kategórie B (indikujúce silné znečistenie) v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde.

### *Ondava (Nižný Hrušov)*

Zistené obsahy prvkov v sedimente v roku 2009 vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladaných pozad'ových hodnôt. Hoci výraznejšie znečistenie riečného sedimentu v roku 2009 nebolo zistené, v predchádzajúcom období bol sediment tejto lokality pomerne výraznej znečistený z miestneho odkaliska v Poši. Znečistenie sa prejavovalo predovšetkým vysokými obsahmi arzénu v riečnom sedimente.

### *Ondava (Brehov)*

V období monitorovania v riečnom sedimente nebolo zistené výraznejšie znečistenie, t.j. namerané obsahy prvkov vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladanej pozad'ovej distribúcie. V roku 2009 bolo v sedimente zistené prekročenie referenčných (pozad'ových) koncentrácií zinku a niklu (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde). V prípade niklu predpokladáme, že nameraná hodnota reprezentuje pozad'ovú koncentráciu, resp. v prípade zinku by mohlo ísť o obsah čiastočne pochádzajúci z antropogénnej (poľnohospodárskej?) činnosti.

### *Váh (Dubná skala)*

V roku 2009 a ani v predchádzajúcom období v riečnom sedimente nebolo zistené znečistenie, t.j. namerané obsahy prvkov vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladaných pozad'ových hodnôt. V roku 2009 bolo v sedimente zistené mierne prekročenie referenčných (pozad'ových) koncentrácií niklu (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde). Predpokladáme však, že nejde o kontamináciu sedimentu a nameraná hodnota reprezentuje hodnotu v rámci pozad'ovej distribúcie tohto prvku v riečnom sedimente.

### *Topľa (pod Vranovom nad Topľou)*

V roku 2009 a ani v predchádzajúcom období v riečnom sedimente nebolo zistené znečistenie, t.j. namerané obsahy prvkov vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladaných pozad'ových hodnôt. V roku 2009 bolo v sedimente zistené mierne prekročenie referenčných (pozad'ových) koncentrácií niklu (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde). Predpokladáme však, že nejde o kontamináciu sedimentu a nameraná hodnota reprezentuje hodnotu v rámci pozad'ovej distribúcie tohto prvku v riečnom sedimente (vyššia pozad'ová hodnota v prostredí flyšových sedimentov).

### *Laborec (nad sútokom s Cirochou – Lackovce)*

V roku 2009 a ani v predchádzajúcom období v riečnom sedimente nebolo zistené znečistenie, t.j. namerané obsahy prvkov vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladaných pozad'ových hodnôt. V roku 2009 bolo v sedimente zistené mierne prekročenie referenčných (pozad'ových) koncentrácií niklu (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde). Predpokladáme však, že nejde o kontamináciu sedimentu a nameraná hodnota reprezentuje hodnotu v rámci pozad'ovej distribúcie tohto prvku v riečnom sedimente (vyššia pozad'ová hodnota v prostredí flyšových sedimentov).

### *Myjava (Kúty)*

V roku 2009 a ani v predchádzajúcom období v riečnom sedimente nebolo zistené výraznejšie znečistenie, t.j. namerané obsahy prvkov vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladaných pozad'ových hodnôt. Avšak v roku 2009 bolo v sedimente zistené mierne prekročenie referenčnej (pozad'ovej) koncentrácie zinku (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-

540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde), o ktorej predpokladáme, že čiastočne odráža jeho antropogénny prínos do prostredia.

#### *Kysuca (Považský Chlmec)*

Hoci vo väčšine prípadov namerané obsahy prvkov reprezentujú koncentrácie v rámci ich predpokladanej požadovej distribúcie, v roku 2009 aj v predchádzajúcom období monitoring poukazuje na možné prejavy znečistenia sedimentov na tejto lokalite. V roku 2009 bola v sedimente zistená koncentrácia zinku vyššia ako referenčná (požadová) (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde), ktorá pravdepodobne indikuje čiastočne antropogénny prínos do prostredia. Podobne prekročenie referenčných hodnôt (kategória A) bolo zistené v prípade niklu a chrómu. V tomto prípade však predpokladáme, že nejde o kontamináciu sedimentu a namerané hodnoty reprezentujú hodnoty v rámci požadovej distribúcie týchto prvkov v riečnom sedimente (vyššie požadové hodnoty v prostredí flyšových sedimentov).

#### *Stará Žitava – Dvory nad Žitavou (začiatok pozorovania v roku 2004)*

V roku 2009 ani v predchádzajúcom monitorovacom období v riečnom sedimente nebolo zistené znečistenie, t.j. namerané obsahy prvkov prakticky reprezentujú koncentrácie na úrovni ich predpokladanej požadovej distribúcie. V roku 2009 bola v sedimente zistená koncentrácia selénu vyššia ako referenčná (kategória A v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde). Avšak vzhľadom na predchádzajúce stanovenia selénu nepredpokladáme, že ide o znečistenie sedimentu na lokalite.

#### **2.7.4.2. Kvalita tuhých zrážok**

V zimnom období roku 2001/2002 bolo odobraných 44 vzoriek snehu, čo bolo dané dobrými podmienkami tohoto zimného obdobia a dĺžkou trvania trvalej snehovej pokrývky na území Slovenska. Základné štatistické parametre zo získaných výsledkov sú v tab. 2.7.10.

Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí 5,131 – 32,986 mg.l<sup>-1</sup> s najnižšími hodnotami na lokalite Čertovica, Štrbské pleso a najvyššími na lokalite Bratislava - Sloznaft. V uvedených lokalitách sa prejavili aj jedny z najnižších hodnôt pH a najvyššia, až 8,92 v odberového miesta Bratislava - Sloznaft. Uvedená skutočnosť zodpovedá charakteru snehových roztokov, v prípade Čertovice a Štrbského plesa s prevahou kyslých aniónov (sírany a dusičnany) a v prípade Bratislava - Sloznaft s výraznou prevahou bázických kationov (obsah vápnika až 5,85 mg.l<sup>-1</sup>), ktorá naznačuje na vplyv alkalických emisií.

Z hľadiska priemerných obsahov analyzovaných zložiek v kationovej časti snehových roztokov prevláda vápnik, amónne ióny, sodík a draslík. Možno povedať, že Na a K sú prevažne morského (z morského aerosólu, kde sa dostávajú pri tvorbe oblačnosti nad oceánmi a moriami) a z časti terestrického pôvodu, pri prechode oblačnosti do vnútrozemia. Ich najvyššie hodnoty v zimnom období 2001/2002 boli zistené v nasledujúcich lokalitách. Extrémny obsah Ca na odberovom mieste Bratislava – Sloznaft, kde prevyšuje o takmer 4 mg.l<sup>-1</sup> ostatné lokality, koncentrácia NH<sub>4</sub> iónov mala najvyššie hodnoty v oblasti Nitry a Cejkova. V aniónovej časti snehových roztokov prevažovali v priemerných hodnotách sírany pred dusičnanmi, hydrogenuhličitanmi a chloridmi. Tu je potrebné poznamenať, že koncentrácia hydrogenuhličitanov pri hodnotách pH nižších ako 4,6 je rovná nule. Najvyššie obsahy síranov boli zistené v oblasti Vojan a Cejkova, dusičnanov v extrémne vysokej koncentrácii (v porovnaní s ostatnými hodnotami zimného obdobia 2001/2002) až 8,26 mg.l<sup>-1</sup> na lokalite Cejkov.

Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch hliník a zinok ako v priemerných, tak aj v absolútnych koncentráciách, ktoré boli zistené v oblasti Bratislavy, Lokce, Horného Tisovníka, Vojan, Lokce a Banského Studenca. V prípade hliníka je zaujímavé, že jeho vysoká koncentrácia nebola zaznamenaná v oblasti Patiniec, kde je dlhoročne prítomný vo vysokých koncentráciách. Najvyšší obsah zinku bol prekvapujúco zistený na lokalitách Donovaly, Tatranská

Lomnica a Lomnický štít. Z ostatných stopových prvkov nie je urobená základná štatistická analýza z dôvodu ich nízkych koncentrácií, resp. koncentrácií pod medzu stanovenia aplikovaných analytických techník. Zaujímavé však sú obsahy arzénu až  $0,0139 \text{ mg.l}^{-1}$  v oblasti Podhradia pri Novákoch a Vojanoch (pravdepodobný dopad vplyvu tepelných elektrární), a tiež koncentrácia olova v oblasti Cejkova.

Tab.2.7.10: Základné štatistické parametre

	<b>pH</b>	<b>ChSK</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Sr</b>	<b>Fe</b>
<b>Priemer</b>	4,85	1,57	0,27	0,18	0,98	0,07	0,05	0,096
<b>Medián</b>	4,68	1,21	0,14	0,1	0,705	0,045	0,041	0,052
<b>Sm. odch.</b>	0,856	1,142	0,486	0,181	0,991	0,062	0,031	0,133
<b>Minimum</b>	3,78	0,1	0,02	0,01	0,03	0,02	0,006	0,011
<b>Maximum</b>	8,92	4,96	2,96	0,8	5,85	0,27	0,129	0,588

Poznámka: všetky hodnoty okrem pH sú uvedené v  $\text{mg.l}^{-1}$

Pokračovanie tab. 2.7.10:

	<b>Mn</b>	<b>NH4</b>	<b>F</b>	<b>Cl</b>	<b>SO4</b>	<b>NO3</b>	<b>HCO3</b>
<b>Priemer</b>	0,014	0,715	0,028	0,78	2,89	2,55	1,4
<b>Medián</b>	0,009	0,5905	0,029	0,49	2,375	2,395	1,2
<b>Sm. odch.</b>	0,017	0,480	0,011	0,779	2,218	1,602	1,955
<b>Minimum</b>	0,001	0,172	0,008	0,11	0,3	0,53	0
<b>Maximum</b>	0,107	2,005	0,057	3,49	9,95	8,26	10,35

Poznámka: všetky hodnoty okrem pH sú uvedené v  $\text{mg.l}^{-1}$

Pokračovanie tab. 2.7.10:

	<b>Pb</b>	<b>Al</b>	<b>H+</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>SiO2</b>
<b>Priemer</b>	0,0023	0,042	0,032	0,0021	0,0137	1,09
<b>Medián</b>	0,0013	0,0130	0,021	0,0017	0,0133	0,805
<b>Sm. odch.</b>	0,0024	0,0733	0,0337	0,0013	0,0062	1,18
<b>Minimum</b>	0,0001	0,0021	0	0,0005	0,0008	0,17
<b>Maximum</b>	0,0094	0,384	0,166	0,0067	0,0296	6,55

Poznámka: všetky hodnoty okrem pH sú uvedené v  $\text{mg.l}^{-1}$

Možno povedať, že z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne až  $4,96 \text{ mg.l}^{-1}$  na lokalite Branisko.

V zimnom období roku 2003/2004 bolo odobraných 44 vzoriek snehu, čo bolo dané dobrými podmienkami tohto zimného obdobia a dĺžkou trvania trvalej snehovej pokrývky na území Slovenska. Základné štatistické parametre zo získaných výsledkov sú dokumentované v tab. 2.7.11.

Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí  $2,3 - 9,6 \text{ mg.l}^{-1}$  s najnižšími hodnotami na lokalite Skalnaté pleso, Donovaly a najvyššími na lokalite Bratislava - Slovnaft. V uvedených lokalitách sa prejavili aj jedny z najnižších hodnôt pH a najvyššia, 6,3 z odberových miest Plešivec a Branisko. Uvedená skutočnosť zodpovedá charakteru snehových roztokov, v prípade Skalnatého plesa a Donovalov s prevahou kyslých aniónov (sírany a dusičnany) a v prípade Bratislava - Slovnaft s výraznou prevahou bázičných kationov (obsah vápnika  $1,44 \text{ mg.l}^{-1}$ ), ktorá naznačuje na vplyv alkalických emisií.

Z hľadiska priemerných obsahov analyzovaných zložiek v kationovej časti snehových roztokov prevláda vápnik, amonné ióny, sodík a draslík. Možno povedať, že Na a K sú prevažne morského (z morského aerosólu, kde sa dostávajú pri tvorbe oblačnosti nad oceánmi a moriami) a z časti

terestrického pôvodu, pri prechode oblačnosti do vnútrozemia. Ich najvyššie hodnoty v zimnom období 2001/2002 boli zistené v nasledujúcich lokalitách. V aniónovej časti snehových roztokov prevažovali v priemerných hodnotách sírany pred dusičnanmi, hydrogénuhličitanmi a chloridmi. Tu je potrebné poznamenať, že koncentrácia hydrogénuhličitanov pri hodnotách pH nižších ako 4.6 je rovná nule. Najvyššie obsahy síranov boli zistené v oblasti Skalice a Ružomberku, dusičnanov vo vysokej koncentrácii 3,87 mg.l<sup>-1</sup> na lokalite Lokca.

Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch hliník a zinok ako v priemerných, tak aj v absolútnych koncentráciách, ktoré boli zistené v oblasti Bratislavy, Lokce, Horného Tisovníka, Vojan, Lokce a Banského Studenca. V prípade hliníka je zaujímavé, že jeho vysoká koncentrácia nebola zaznamenaná v oblasti Patiniec, kde je dlhoročne prítomný vo vysokých koncentráciách, ale v odberovom mieste Bratislava-Slovnaft (0,14 mg.l<sup>-1</sup>). Najvyšší obsah zinku bol zistený na lokalitách Bratislava-Slovnaft, Rochovce, Nitra a Pezinská Baba. Z ostatných stopových prvkov nie je urobená základná štatistická analýza z dôvodu ich nízkych koncentrácií, resp. koncentrácií pod detekčný limit aplikovaných analytických techník. Zaujímavé však sú obsahy arzenu až 0,002 mg.l<sup>-1</sup> v oblasti Novák (pravdepodobný dopad vplyvu tepelných elektrární), Lokce a Homôlky, a tiež koncentrácia olova v oblasti Slovnaftu a Remetských Hámrov.

Tab. 2.7.11: Základné štatistické parametre snehových roztokov

	pH	ChSK	Na	K	Ca	Mg	Sr	Fe	Mn	NH <sub>4</sub>	F
<b>min.</b>	4,24	0,26	0,03	0,01	0,03	0,01	0,003	0,005	0,0005	0,0003	0,003
<b>max.</b>	8,53	8,16	5,81	3,53	8,58	1,4	0,029	1,073	0,096	1,759	0,01
<b>priem.</b>	4,75	1,42	0,29	0,15	0,64	0,10	0,012	0,061	0,008	0,328	0,006
	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Min.							
<b>min.</b>	0,06	0,25	0,49	2,04							
<b>max.</b>	10,64	5,4	3,4	45,56							
<b>priem.</b>	0,64	1,52	1,83	7,14							

Poznámka: všetky hodnoty okrem pH sú udané v mg.l<sup>-1</sup>

Možno povedať, že z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne až 2,12 mg.l<sup>-1</sup> na lokalite Zádielska dolina.

Z hľadiska celkového zaťaženia atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) môžeme hovoriť oproti priemeru o nižšej záťaži s lokálnymi anomáliami vyššími ako priemerné koncentrácie.

Hodnoty pH snehových roztokov v 10 prípadoch prekračujú priemerné hodnoty z celého obdobia pozorovania, čo možno pokladať za pomerne negatívny jav, hodnoty však môžu byť ovplyvnené mnohými exogénnymi lokálnymi faktormi. Ako príklad možno uviesť extrémne vysokú hodnotu pH na lokalite Bratislava – Slovnaft, ktorá môže byť lokálne ovplyvnená emisiami z mestskej spaľovne odpadu, ako aj Slovnaftu. V ostatných prípadoch sú prekročenia priemerných hodnôt pH nižšie.

Obsah sodíka je v porovnaní s priemernými hodnotami nižší, iba v prípade lokality Lokca je zvýšený, čo možno spojiť aj s vysokým obsahom chloridov na tejto lokalite. V podstate túto anomáliu nemožno bližšie identifikovať, resp. určiť jej zdroj.

Koncentrácie amónnych iónov v snehovom roztoku naznačujú, že sa do istej miery zachováva ich distribúcia tak, ako v predchádzajúcom období. Najvyššie hodnoty sa prejavujú na lokalitách, ktoré vykazujú aj najvyššie priemerné koncentrácie a prejavujú sa v okolí Bratislavy, Pezinskej Baby, Nitry a Vojan. Môžeme predpokladať, že veľký podiel dusíka je v tomto prípade antropogénneho pôvodu a menšia časť pochádza z biogénneho rozkladu v terestrických podmienkach, najmä v pôde.

Z hľadiska koncentrácie vápnika, ako najviac zastúpeného bázičného katiónu v snehovom roztoku sa oproti priemerným obsahom najviac prejavila lokalita Bratislava – Slovnaft, kde bola zistená

aj jedna z najvyšších hodnôt pH (5,19) a v menšej miere na lokalitách Plešivec a Rochovce. V prvom prípade sa ukazuje, že táto lokalita je pomerne silne ovplyvnená alkalickými emisiami, pretože aj jej priemerný obsah vápnika za celé obdobie pozorovania je jedno z najvyšších ( $4,3 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Distribúcia obsahu vápnika na ostatných lokalitách sa pohybuje prevažne pod pozorované priemerné koncentrácie.

Distribúcia chloridov v porovnaní s priemernými pozorovanými koncentraciami je vo väčšine lokalít oveľa nižšia a to aj na lokalitách s dlhodobejším vyšším priemerom. Výnimku opäť tvorí okolie Slovnaftu, ktorého ovzdušie je lokálne intenzívne ovplyvnené emisiami rôzneho charakteru. Rozloženie obsahu dusičnanov oproti priemerným hodnotám má podobný charakter ako v prípade  $\text{NH}_4$  iónov a naznačuje na podobné zdroje, resp. emisie  $\text{NO}_x$ . Dôležité však je, že priemerné hodnoty sú v 11 prípadoch prekročené, čo by indikovalo zvýšené emisie foriem dusíka.

Obsah síranov, ako jedného z najviac zastúpených aniónov a ukazovateľom emisií  $\text{SO}_x$  do atmosféry je na rozdiel od dusíka menej oproti priemerným hodnotám z doterajšieho pozorovania. Vysokú hodnotu, blízku priemernej vykazuje lokalita Vojany, kde je hlavným producentom  $\text{SO}_x$  tepelná elektrárňa a vyššie oproti priemeru bola prekvapujúco zistená lokalita Skalica. Možno povedať, že z hľadiska zaťaženia síranmi bolo zimné obdobie 2003/2004 nižšie oproti priemerným hodnotám z celého obdobia monitorovania.

Potvrdilo sa, že pri celkovo nízkych hodnotách celkovej mineralizácie snehových roztokov je ich výsledná hodnota pH nízka, čo v prípade sledovaného zimného obdobia predstavuje väčšinu hodnôt nižších ako 5,0.

Vysokotatranské lokality aj v tomto roku vykazujú možno povedať najvyššiu čistotu snehových roztokov a oprávnené ich môžeme považovať za pozadové vo vzťahu k ostatným odberovým miestam. Vo výškovom profile Lomnický štít – Skalnaté pleso – Tatranská Lomnica je chemické zloženie snehov pomerne homogénne, čo sa týka obsahu najmä chloridov, čo môžeme považovať z hľadiska ich pôvodu za najmenej regionálne a lokálne ovplyvnený obsah morského aerosólu. Podobné sú aj koncentrácie ďalších zložiek ako Sr, Fe, F, Mn. V ostatných zložkách sú koncentrácie rozdielne, týka sa to najmä obsahu  $\text{SO}_4$  a  $\text{NO}_3$ , ktoré sú najnižšie na Lomnickom štíte.

V zimnom období roku 2004/2005 bolo odobraných 42 vzoriek snehu, čo bolo dané dobrými podmienkami tohto zimného obdobia a dĺžkou trvania snehovej pokrývky na území Slovenska. Dve vzorky z odberových miest Skalnaté pleso a Lomnický štít neboli odobrané z technických dôvodov. Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí  $2,68 - 23,07 \text{ mg.l}^{-1}$  a priemerná hodnota zo všetkých odberových miest bola  $6,75 \text{ mg.l}^{-1}$ . Hodnoty pod  $3 \text{ mg.l}^{-1}$  boli zistené na lokalitách Banský Studenec a Chopok - Srdiečko, najvyššie na lokalite Vojany. Táto ako jediná presahovala  $20 \text{ mg.l}^{-1}$  a vykazovala zjavné antropogénne ovplyvnenie. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,2) boli zistené na lokalitách Remetské Hámre, Slanec, Oščadnica, Železná studnička a Cejkov a najvyššia hodnota bola zistená v Dobšinej (6,60), pričom priemerná hodnota pH (4,80) naznačuje prevažnú väčšinu kyslých roztokov. Prevala kyslých aniónov bola zistená na lokalitách Vojany (obsah síranov  $4,75 \text{ mg.l}^{-1}$ ) a Remetské Hámre, Zádiel, Plešivec (obsah dusičnanov  $3,94 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $3,37 \text{ mg.l}^{-1}$  a  $3,34 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Najvyšší obsah chloridov ( $7,25 \text{ mg.l}^{-1}$ ) bol zistený na odberovom mieste Skalica. Najvyšší obsah amónnych iónov bol zaznamenaný na lokalitách Oščadnica, Lokca a Nitra. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch v tomto zimnom období hliník, nikel a zinok. V priemerných koncentraciách je poradie Al, Zn a Pb ( $0,024 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $0,0067 \text{ mg.l}^{-1}$ , resp.  $0,0024 \text{ mg.l}^{-1}$ ), ktoré boli najvyššie v oblasti Slovnaftu, Lokce a Remetských Hámrov, čo je úplne iná distribúcia týchto prvkov oproti predchádzajúcim obdobiam monitorovania. Ostatné sledované stopové prvky vykazujú rádovo nižšie koncentrácie s najvyšším zastúpením v poradí Cu, Cr a As. Najvyšší obsah arzenu ( $0,005 \text{ mg.l}^{-1}$ ) bol opakovane zistený na lokalite Podhradie pri Novákoch, čo dokumentuje pomerne vysoké zaťaženie prírodného prostredia regiónu Hornej Nitry arzénom. Vyšší obsah arzenu bol však zistený aj vo Vojanoch a Lehote pod Vtáčnikom ako najsilnejší prejav tepelných elektrární.

Základné štatistické parametre vybraných ukazovateľov snehových roztokov v zimnom období 2004/2005 sú dokumentované v tab. 2.7.12.



Tab. 2.7.12: Základné štatistické parametre snehových roztokov

	pH	ChSK	Na	K	Ca	Mg	Fe
<b>minimum</b>	4,14	0,16	0,01	0,02	0,02	0,2	0,002
<b>maximum</b>	6,60	2,20	4,41	0,21	3,66	0,37	0,49
<b>priemer</b>	4,80	0,91	0,53	0,07	0,73	0,11	0,06
	NH <sub>4</sub>	F	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Min.	
<b>minimum</b>	0,001	0,01	0,20	0,60	0,71	2,68	
<b>maximum</b>	0,46	0,04	7,25	4,75	3,94	23,07	
<b>priemer</b>	0,04	0,01	1,10	1,46	1,88	6,75	

Z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK<sub>Mn</sub>, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne okolo 2 mg.l<sup>-1</sup> na lokalitách Zádielska dolina, Vojany a Remetské Hámre.

Celkové zaťaženie atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) je oproti priemerným koncentráciám nižšie.

V zimnom období roku 2006/2007 bolo odobraných 34 vzoriek snehu, čo bolo dané špecifickými podmienkami tohto zimného obdobia a dĺžkou trvania snehovej pokrývky na území Slovenska. V niektorých lokalitách prakticky celé sledované zimné obdobie nebola vytvorená súvislá snehová pokrývka. Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí 3 – 21 mg.l<sup>-1</sup> a priemerná hodnota zo všetkých odberových miest bola 6,24 mg.l<sup>-1</sup>. Hodnoty okolo 4 mg.l<sup>-1</sup> boli zistené na 11 lokalitách, čo možno odôvodniť hlavne krátkodobým trvaním snehovej pokrývky. Najnižšia hodnota celkovej mineralizácie bola zistená na lokalite Chopok - Srdiečko, najvyššia na lokalitách v Dobšinej a okolí Bratislavy. Dobšiná ako jediná presahovala 20 mg.l<sup>-1</sup> a vykazovala zjavné antropogénne ovplyvnenie. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,4) boli zistené na lokalitách Štrbské pleso, Starý Hrozenkov, Branisko, Donovaly a Lupčianska dolina a najvyššia hodnota bola zistená v Dobšinej (6,83), pričom priemerná hodnota pH (5,22) naznačuje na kyslejší charakter snehových roztokov. Prevala kyslých aniónov bola zistená na lokalitách Branisko, Starý Hrozenkov, Nitra - Zobor (obsah síranov okolo 2 mg.l<sup>-1</sup>) a Nitra – Zobor, Čertovica (obsah dusičnanov okolo 1,5 mg.l<sup>-1</sup>). Najvyšší obsah chloridov (okolo 1 mg.l<sup>-1</sup>) bol zistený na odberových miestach Starý Hrozenkov a Nitra - Zobor. Najvyšší obsah amónnych iónov bol zaznamenaný na lokalitách Pezinská Baba a Nitra - Zobor. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch v tomto zimnom období hliník, nikel a zinok. Ostatné sledované stopové prvky vykazujú rádovo nižšie koncentrácie s najvyšším zastúpením v poradí Cu, Cr a As. Najvyšší obsah arzenu (0,0067 mg.l<sup>-1</sup>) bol opakovane zistený na lokalite Podhradie pri Novákoch, čo dokumentuje pomerne vysoké zaťaženie prírodného prostredia regiónu Hornej Nitry arzénom. Vyšší obsah arzenu bol však zistený aj v lokalite Lehota pod Vtáčnikom (lokalita Vojany pre absenciu trvalej snehovej pokrývky nebola v tomto zimnom období odobraná) ako najsilnejší prejav tepelných elektrární.

Základné štatistické parametre vybraných ukazovateľov snehových roztokov v zimnom období 2006/2007 je dokumentované v tab. 2.7.13.

Tab. 2.7.13: Základné štatistické parametre snehových roztokov

	pH	ChSK <sub>Mn</sub>	Na	K	Mg	Ca	NH <sub>4</sub>	Fe
<b>Priemer</b>	5,22	0,71	0,35	0,16	0,11	0,55	0,193	0,020
<b>Št. odch.</b>	0,69	0,60	0,16	0,15	0,06	0,75	0,159	0,027
<b>Minimum</b>	4,34	0,16	0,07	0,05	0,03	0,07	0,005	0,002
<b>Maximum</b>	6,83	3,39	0,72	0,6	0,29	4,1	0,79	0,153

	F	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Min.
<b>Priemer</b>	0,01	0,32	0,70	0,74	6,24
<b>Št. odch.</b>	0,03	0,28	0,32	0,56	3,69
<b>Minimum</b>	0,005	0,05	0,005	0,1	3
<b>Maximum</b>	0,13	1,08	1,57	2,27	21

Z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK<sub>Mn</sub>, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne až 3,39 mg.l<sup>-1</sup> na lokalitách Starý Hrozenkov a 1,44 mg.l<sup>-1</sup> na lokalite Ružomberok.

Celkové zaťaženie atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) je oproti priemerným koncentráciám nižšie, čo je ovplyvnené absenciou trvalej snehovej pokrývky vo viacerých oblastiach Slovenska v zimnom období 2006/2007.

V zimnom období roku 2007/2008 bolo odobraných 12 vzoriek snehu, čo bolo dané špecifickými podmienkami tohto zimného obdobia, najmä krátkou dĺžkou trvania až absenciou snehovej pokrývky na území Slovenska. V niektorých lokalitách prakticky celé sledované zimné obdobie nebola vytvorená súvislá snehová pokrývka. Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí 3 – 27 mg.l<sup>-1</sup> a priemerná hodnota zo všetkých odberových miest bola 8,0 mg.l<sup>-1</sup>. V porovnaní s predchádzajúcimi pozorovaniami sú to hodnoty veľmi nízke, čo možno odôvodniť hlavne krátkodobým trvaním snehovej pokrývky ale hlavne odbermi z lokalít, situovaných v horských oblastiach s menším vplyvom regionálnych a lokálnych zdrojov kontaminácie. Najnižšia hodnota celkovej mineralizácie boli zistené vo výškovom profile Tatranská Lomnica - Skalnaté pleso - Lomnický štít. V tomto výškovom profile boli potvrdené zákonitosti, získané z 30-ročného pozorovania, ktoré sa týkajú hlavne inverznej závislosti celkovej mineralizácie a nadmorskej výšky a podobne aj korelácie medzi iónmi sodíka a chloridov. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,5) boli zistené na lokalitách Oščadnica, Skalnaté pleso a Tatranská Lomnica, čo zodpovedá najnižším zisteným obsahom vápnika a horčika a je prejavom potenciálnej acidifikácie prostredia. Najvyšší obsah amónnych iónov bol zaznamenaný na lokalitách Oščadnica, Vrátna dolina a Lokca. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú lokálne v snehových roztokoch v tomto zimnom období hliník, nikel a arzén. Ostatné sledované stopové prvky vykazujú rádovo nižšie koncentrácie, resp. sa pohybujú na úrovni medze stanovenia. Základné štatistické parametre vybraných ukazovateľov snehových roztokov v zimnom období 2007/2008 sú dokumentované v tab. 2.7.14.

Tab. 2.7.14: Základné štatistické parametre snehových roztokov

	<b>pH</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>NH<sub>4</sub></b>	<b>Fe</b>
<b>Priemer</b>	5,51	0,67	0,16	0,36	0,98	0,263	0,029
<b>Medián</b>	5,52	0,6	0,12	0,28	0,72	0,24	0,024
<b>Minimum</b>	4,43	0,15	0,06	0,04	0,1	0,1	0,014
<b>Maximum</b>	6,52	2,27	0,4	1,33	4,01	0,5	0,075

	<b>F</b>	<b>Cl</b>	<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>SO<sub>4</sub></b>	<b>Min.</b>
<b>Priemer</b>	0,01	1,31	1,08	2,09	9,83
<b>Medián</b>	0,01	1,03	0,95	1,35	8
<b>Minimum</b>	0,005	0,15	0,25	0,53	3
<b>Maximum</b>	0,14	4,06	2,36	8,72	27

Z hľadiska obsahu organických látok sú tieto lokálne zastúpené v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK<sub>Mn</sub>, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne až 5,14 mg.l<sup>-1</sup> na lokalitách Oščadnica a 6,32 mg.l<sup>-1</sup> na lokalite Čertovica.

V zimnom období roku 2009/2010 bolo odobraných 44 vzoriek snehu, čo bolo dané špecifickými podmienkami tohto zimného obdobia, najmä dĺžkou trvania snehovej pokrývky na území Slovenska. Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí 9 – 47 mg.l<sup>-1</sup> a priemerná hodnota zo všetkých odberových miest bola 11,58 mg.l<sup>-1</sup>. V porovnaní s predchádzajúcimi pozorovaniami sú to hodnoty vyššie, čo možno odôvodniť hlavne dlhodobým trvaním snehovej pokrývky, spojeným iba s minimálnymi epizódami oteplenia, kedy v prvých podieloch dochádza k maximálnemu vymývaniu iónov zo snehovej pokrývky. Najnižšie hodnoty celkovej mineralizácie (okolo 4 mg.l<sup>-1</sup>) boli zistené vo výškovom profile Tatranská Lomnica - Skalnaté pleso - Lomnický štít. V tomto výškovom profile boli potvrdené zákonitosti, získané z 34-ročného pozorovania, ktoré sa týkajú hlavne inverznej závislosti celkovej mineralizácie a nadmorskej výšky a podobne aj korelácie medzi iónmi sodíka a chloridov. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,1) boli zistené na lokalitách Skalica, Banský Studenec, Opavská hora, čo zodpovedá najnižším zisteným obsahom bázičných kationov a je prejavom potenciálnej acidifikácii prostredia. Najvyšší obsah amónnych iónov bol zaznamenaný na lokalite Pezinská Baba (až 2,38 mg.l<sup>-1</sup>), ďalej Hajnačka, Opavská hora a Patince. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú lokálne v snehových roztokoch v tomto zimnom období hliník, nikel a arzén. Ostatné sledované stopové prvky vykazujú rádovo nižšie koncentrácie, resp. sa pohybujú na úrovni medze stanovenia. Základné štatistické parametre vybraných ukazovateľov snehových roztokov v zimnom období 2009/2010 sú dokumentované v tab. 2.7.15.

Tab. 2.7.15: Základné štatistické parametre snehových roztokov

	<b>Priemer</b>	<b>Medián</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Sm. odch.</b>
<b>pH</b>	5,28	5,07	4,10	7,16	0,86
<b>Na</b>	0,82	0,48	0,18	3,31	0,72
<b>K</b>	0,16	0,16	0,05	0,42	0,07
<b>Mg</b>	0,34	0,24	0,08	2,05	0,34
<b>Ca</b>	1,11	0,75	0,23	7,03	1,31
<b>NH<sub>4</sub></b>	0,339	0,250	0,080	2,380	0,373
<b>Fe</b>	0,050	0,037	0,003	0,132	0,031
<b>Mn</b>	0,006	0,003	0,001	0,067	0,011
<b>Cl</b>	0,89	0,30	0,10	4,92	1,15
<b>NO<sub>3</sub></b>	2,06	1,48	0,31	8,04	1,52
<b>SO<sub>4</sub></b>	2,11	1,75	0,50	17,30	2,70
<b>Min.</b>	11,58	8,54	3,88	47,15	8,66

Z hľadiska obsahu organických látok sú tieto lokálne zastúpené v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa  $\text{ChSK}_{\text{Mn}}$ , ktoré dosahujú koncentrácie maximálne až  $14,3 \text{ mg.l}^{-1}$  na lokalite Chopok-Srdiečko a  $3,38 \text{ mg.l}^{-1}$  na lokalite Slanec.

### **Zhrnutie výsledkov**

Snehová pokrývka je významným médiom, ktoré odráža stav a kvalitu životného prostredia, charakter a zmeny jej chemického zloženia v čase sú dôležitou vstupnou informáciou najmä pre environmentálne geochemické hodnotenie vplyvov atmosférickej depozície na prírodné prostredie a kvalitu podzemnej vody. Monitorovanie snehovej pokrývky bolo v regionálnom merítku na území Slovenskej republiky zahájené v zimnom období 1976/77 na Geologickom ústave Dionýza Štúra v základnej sieti 44 odberových miest a v súčasnosti je k dispozícii 30-ročný cyklus pozorovania, ktorý bol postupne hodnotený v prácach: Gazda-Lopašovský (1983), Vrana et al. (1989), Vrana et al. (1994), Rapant et al. (1996). Pôvodne bol tento výskum realizovaný v rámci hydrogeologického a hydrogeochemického výskumu a od roku 1996 bol zaradený do „Monitorovacieho systému geologických faktorov životného prostredia SR“ (Klukanová et al., 1998). Súhrn informácií z 25 – ročných výsledkov monitorovania s dôrazom na štatistické spracovanie celého obdobia bol zhodnotený v práci Bodiš et al. (2000).

Východiskový stav celého systému tvorby chemického zloženia podzemných vôd predstavuje chemické zloženie atmosferických vôd. Atmosféru možno z energetického hľadiska látkovej výmeny pokladať za otvorený systém, v ktorom je ustálená rovnováha geochemických cyklov prvkov a látok. Zdrojom týchto buď prírodných, alebo antropogénnych látok môže byť rozpúšťanie vzdušných plynov prírodného pôvodu, aerosóly morského pôvodu, terigénny prach a produkty antropogénnej činnosti.

Z celkového hodnotenia klimatických a hydrologických pomerov Slovenska vyplýva, že veľký význam pre tvorbu zásob podzemných vôd majú zimné zrážky uložené na zemskom povrchu v podobe snehovej pokrývky, pretože v čase jarného topenia sú hlavným zdrojom dopĺňania zásob podzemných vôd, najmä v horských oblastiach. Preto sa pri hodnotení chemického zloženia zrážkových vôd uplatňujú výsledky 30-ročného monitorovania kvality snehovej pokrývky. Reprodukovateľnosť týchto údajov sa v požadovanej miere zabezpečila porovnaním s hodnotami mokrej a suchej depozície za niekoľko zimných polrokov na pozadovej zrážkomernej stanici EMEP Chopok (Babiaková et al. 1987).

Chemické zloženie snehovej pokrývky na Slovensku stanovené na základe výsledkov monitorovania v nepravidelnej sieti 44 odberových miest je veľmi variabilné. Hodnota celkovej mineralizácie sa pohybuje od  $3,9 \text{ mg.l}^{-1}$  do  $162,8 \text{ mg.l}^{-1}$ , pričom najnižšie hodnoty sú dokumentované v oblasti Vysokých Tatier, Nízkyh Tatier a Veľkej Fatry. Najvyššie hodnoty mineralizácie sa viažu na nížinné oblasti a medzihorské depresie, kde sa sústreďuje osídlenie, priemysel a poľnohospodárske aktivity. Všeobecne však možno povedať, že maximálne hodnoty sú viazané priamo na veľké mestské a priemyselné aglomerácie ako Bratislava, Košice, resp. na veľké bodové zdroje znečistenia atmosféry a pod.

V našich geograficko - klimatických podmienkach variabilita chemického zloženia snehovej pokrývky odráža predovšetkým pôvod vzduchových hmôt, synoptickú situáciu, množstvo zrážok (v prípade snehovej pokrývky jej vodnú hodnotu), globálne, regionálne a lokálne znečistenie atmosféry, charakter suchého spádu (morská, terestrická, antropogénna emisia), dĺžku trvania snehovej pokrývky a chod teploty vzduchu.

Významné sú zistenia o značne nízkom pH roztoku z roztopeného snehu, ktorý následne reaguje najskôr s vegetačným a pôdnym pokryvom a potom s horninovým prostredím, pričom sa jeho chemické zloženie značne metamorfuje a nastávajú negatívne zmeny najmä v pôdnom profile (napr. znižovanie obsahu bázičných katiónov a nutrientov). Dôsledky týchto zmien postihujú najmä vegetáciu, ale aj iné prírodné receptory. Takéto procesy sú aktuálne najmä v oblastiach budovaných granitoidnými horninami (ako napr. v Tatrách), teda v prostredí, ktoré má najmenšiu hydrolytickú kapacitu. Z tohto hľadiska je významný fakt, že za doterajšie obdobie pozorovania takmer polovica vzoriek (46,9 %) má

hodnotu pH <4,4 a viac ako 10 % vzoriek hodnotu pH < 4,0. Na druhej strane sa vyskytujú prípady s pH v rozmedzí hodnôt 9–10, čo je zapríčinené alkalickými úletmi najmä v blízkosti cementárni a magnezitového priemyslu (typickým príkladom je odberové miesto Zádielska dolina, kde sa hodnoty pH pohybovali v rozmedzí 3,92 – 9,42).

Základné štatistické parametre chemického zloženia snehovej pokrývky v jednotlivých pozorovaných lokalitách za 25-ročnú dobu monitorovania sú uvedené v práci Bodiš a kol. (2000) a internetovej stránke ŠGÚDŠ. Z hľadiska vývoja celkovej mineralizácie, ktorá predstavuje sumárnu charakteristiku chemického zloženia snehov možno povedať, že najväčšie prekročenia priemerných hodnôt boli zistené na lokalitách v Pezinskej Babe, Patinciach, Zádielskej doline, Vojanoch, Bratislave – Slovnaft, Plešivci, Ružomberku a Hajnačke. V uvedených oblastiach má najväčší vplyv lokálna kontaminácia atmosféry pochádzajúca prevažne z priemyselných emisií alkalického a kyslého charakteru.

Ako „pozad'ová oblasť“ bol vyčlenený výškový profil vo Vysokých Tatrách (Lomnický štít – Skalnaté pleso – Tatranská Lomnica) s hodnotami pomeru celoslovenských priemerných koncentrácií ku reálnym hodnotám v intervale 0,57 – 0,62.

Maximálne obsahy síranov, foriem dusíka a chloridov sú spôsobené v prevažnej miere emisiami SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> poprípade Cl. Pomerne veľký podiel na chemickom zložení snehu má tzv. morský aerosól (Na a Cl) a terigénny materiál (najmä Ca, v našich podmienkach sú však najvyššie obsahy viazané na okolie cementárni a úpravni magnezitu, kde sa hodnoty pH pohybujú okolo 9,0). Maximálne obsahy Zn, Fe a Mn sú typické pre veľké mestské aglomerácie so sústredeným priemyslom.

Ak hodnotíme celkovú mineralizáciu snehu ako výsledok kumulatívneho vplyvu od jeho vzniku až po globálne a lokálne faktory, potom distribúcia najnižších priemerných hodnôt je viazaná na horské oblasti a pohybuje sa okolo 10 mg.l<sup>-1</sup>. Maximálne priemerné hodnoty sú silno ovplyvnené lokálnou antropogénnou činnosťou viazanou na mestské aglomerácie a ich okolie. Výsledný efekt antropogénnych aktivít vedie ku dvom základným efektom. Snehový roztok má kyslý charakter (pH 5,0–6,0), alebo výrazne alkalický s hodnotami pH okolo 8,0–9,0 pri vysokých priemerných hodnotách celkovej mineralizácie. Prvý typ sa vyskytuje hlavne v okolí Bratislavy s rozsahom priemerných hodnôt mineralizácie 21–31 mg.l<sup>-1</sup> s extrémnymi priemernými hodnotami až 79 mg.l<sup>-1</sup>, oblasti Patiniec, Ružomberku, Nitry, Vojan, Handlovej - Novák, a pod. Druhý typ je predovšetkým spojený s alkalickými úletmi, zdrojom ktorých sú najmä výroba cementu a spracovanie magnezitu. Sem patria lokality Pezinská Baba, Zádielska dolina a oblasť Jelšavy s priemernými hodnotami celkovej mineralizácie okolo 27 mg.l<sup>-1</sup> a maximálnymi obsahmi nad 100 mg.l<sup>-1</sup>, čo naznačuje na rozpúšťanie alkalických úletov z uvedených zdrojov v dôsledku čoho dochádza ku extrémnym nárastom hodnôt pH.

Jeden z dôležitých cieľov monitoringu kvality snehovej pokrývky je postihnúť priebeh a variabilitu jej chemického zloženia. Zo štatistického hľadiska je zatiaľ monitorovací rad 34 rokov nedostatočný pre prognózovanie, určenie trendov a podobných spôsobov spracovania. Doterajšie výsledky možno zhrnúť nasledovne:

- hodnoty celkovej mineralizácie majú náznak cyklických zmien s intervalom cca 12 rokov, t.j. v rozsahu od začiatku pozorovania – 1976 do roku 1989 (kedy boli hodnoty celkovej mineralizácie podobné ako na začiatku monitorovania). Nasledovný cyklus je však vo svojom priebehu nižší v maxime, okolo 15 mg.l<sup>-1</sup>. Príčinu vidíme vo zvýšených aktivitách v oblasti vypúšťania emisií a tiež poklese priemyselných aktivít, teda lokálneho vplyvu poklesu výroby po roku 1989.
- priebeh hodnôt pH má počas monitorovacieho obdobia výrazne cyklický charakter s charakteristickým zvýšením pH po roku 1989 až nad hodnoty pH 5. Svedčí to hlavne o znížení podielu aniónov silných kyselín, hlavne síranov a dusičnanov, čo súvisí so znižovaním emisií SO<sub>x</sub> a NO<sub>x</sub> v tejto perióde.
- v priebehu obsahov síranov možno pozorovať ich pokles a v rokoch 1996 a 1997 mierny nárast.
- podobný charakter koncentrácií počas monitoringu vykazuje aj obsah dusičnanov.
- hodnoty koncentrácie amónnych iónov, možno povedať majú klesajúci trend v celom monitorovacom období s rozdielom až 1 mg.l<sup>-1</sup> na začiatku a v roku 1997.

## Profil Tatranská Lomnica – Skalnaté pleso – Lomnický štít

Vzťah obsahu vybraných iónov chemického zloženia k nadmorskej výške pre všetky monitorované lokality je zrejmy Bodiš et al. (2000). V podstate závisí najmä na skutočnosti, že nižšie položené odberové miesta sú jednoznačne ovplyvnené regionálnymi a lokálnymi zdrojmi emisií, ktoré v horských oblastiach predstavujú oveľa menší vplyv na zloženie atmosférickej depozície. V horských oblastiach by v podstate mali prevládať globálne črty chemického zloženia miestami ovplyvnené malými lokálnymi zdrojmi (turistické, chatové a iné objekty). Z týchto dôvodov sme sa pokúsili analyzovať uvedené závislosti na vybranom profile Tatranská Lomnica – Skalnaté pleso – Lomnický štít, ktorý má výškový rozdiel až 1732 m a je situovaný v tzv. „pozadovej oblasti“ vo vzťahu k ostatným monitorovaným lokalitám. Spracované boli pozorovania za 30-ročné obdobie s tým, že v niektorom zimnom období z technických príčin vzorky nemohli byť odobrané.

Základným princípom poznania určitých vzťahov bola podrobná štatistická analýza výsledkov 30-ročného monitoringu výškového profilu a ich interpretácia.

Výsledky popisnej štatistiky z odberových miest Tatranská Lomnica, Skalnaté pleso a Lomnický štít sú dokumentované v tab. 2.7.16, 2.7.17 a 2.7.18. Je zrejme, že celková mineralizácia snehových roztokov v celom profile preukazuje veľmi nízke stredné hodnoty ako v priemeroch, tak aj v mediánoch. Najväčšiu variabilitu vykazuje celková mineralizácia na lokalite Lomnický štít, čoho dôkazom je najvyššia smerodajná odchýlka. Ostatné vybrané zložky sú veľmi podobné ako v stredných hodnotách, tak aj v hodnotách dolného a horného kvartilu, z čoho je zatiaľ zrejme, že odlišnosti v sledovanom profile budú hlavne v odľahlých a extrémnych obsahoch iónov.

Ďalším krokom bolo skúmanie vzájomného vzťahu vybraných iónov pomocou korelačnej analýzy. Výsledné korelačné matice pre súbory údajov rozdelené podľa nadmorskej výšky sú uvedené v tab. 2.7.19, 2.7.20 a 2.7.21. Pri vyhodnotení uvedených korelačných matíc zistujeme, že prakticky v celom profile vykazuje štatisticky významnú koreláciu pri hladine významnosti 0,95 % iba Na s Cl. Táto závislosť je už dávnejšie známa (Vrana et al., 1994) a môžeme ju pokladať za prejav globálneho charakteru pôvodom z morského spreja, kde v podmienkach Slovenska je externý prídavok chloridov, čím je posunutý molárny pomer Na/Cl (hodnota v priemernej oceanickej vode je 0,859). Pri ostatných výsledkoch korelačnej analýzy sú vzájomné vzťahy sledovaných iónov pomerne zložité a individuálne sa prejavujú v troch úrovniach nadmorskej výšky. Zaujímavé je, že hodnoty pH korelujú so síranmi (negatívne) a vápnikom (pozitívne) iba na lokalite Skalnaté pleso a vápnikom na lokalite Tatranská Lomnica a naopak snehový roztok na Lomnickom štíte nevykazuje koreláciu pH so žiadnym iónom. Vo všeobecnosti sa jedná o kyslé roztoky, kde je veľký predpoklad korelácie typu aký bol zistený na Skalnatom plese.

Tab. 2.7.16: Základné štatistické parametre snehového roztoku (Tatranská Lomnica)

	Priemer	Medián	Dolný kvartil	Horný kvartil	Sm. odch.
pH	4,59	4,59	4,20	4,72	0,52
Na	0,18	0,08	0,05	0,21	0,23
Ca	0,81	0,48	0,37	0,60	1,08
NH <sub>4</sub>	0,409	0,360	0,207	0,480	0,302
Cl	1,48	0,90	0,46	1,45	1,67
NO <sub>3</sub>	1,57	1,31	0,94	2,00	0,96
SO <sub>4</sub>	2,87	2,45	1,55	3,81	1,94
Mineralizacia	9,09	7,94	5,51	10,22	5,72

Tab. 2.7.17: Základné štatistické parametre snehového roztoku (Skalnaté pleso)

	Priemer	Medián	Dolný kvartil	Horný kvartil	Sm. odch.
pH	4,63	4,61	4,31	4,80	0,47
Na	0,19	0,10	0,06	0,24	0,27
Ca	0,64	0,43	0,25	0,72	0,66
NH <sub>4</sub>	0,298	0,270	0,090	0,370	0,275
Cl	1,23	0,65	0,39	1,20	1,47
NO <sub>3</sub>	1,42	1,05	0,70	1,65	1,38
SO <sub>4</sub>	2,24	1,95	1,40	3,00	1,11
Mineralizacia	7,32	7,01	5,08	8,09	3,65

Tab. 2.7.18: Základné štatistické parametre snehového roztoku (Lomnický štít)

	Priemer	Medián	Dolný kvartil	Horný kvartil	Sm. odch.
pH	4,91	4,90	4,56	5,14	0,65
Na	0,57	0,18	0,11	0,37	1,28
Ca	1,01	0,59	0,34	1,17	1,41
NH <sub>4</sub>	0,367	0,255	0,146	0,404	0,386
Cl	2,64	0,66	0,49	1,64	5,33
NO <sub>3</sub>	0,81	0,65	0,37	1,08	0,62
SO <sub>4</sub>	2,37	2,28	1,27	3,53	1,29
Mineralizacia	10,11	7,41	5,61	10,81	8,91

Tab. 2.7.19: Korelačná matica (Tatranská Lomnica)

	pH	Na	Ca	NH <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Min.
pH	1,00	0,26	0,39	-0,12	-0,08	-0,23	0,07	0,23
Na	0,26	1,00	0,40	0,60	0,72	0,15	0,19	0,63
Ca	<b>0,39</b>	<b>0,40</b>	1,00	0,41	0,67	0,24	0,55	0,86
NH <sub>4</sub>	-0,12	<b>0,60</b>	<b>0,41</b>	1,00	0,70	0,30	0,45	0,63
Cl	-0,08	<b>0,72</b>	<b>0,67</b>	<b>0,70</b>	1,00	0,11	0,41	0,83
NO <sub>3</sub>	-0,23	0,15	0,24	0,30	0,11	1,00	0,29	0,33
SO <sub>4</sub>	0,07	0,19	<b>0,55</b>	<b>0,45</b>	<b>0,41</b>	0,29	1,00	0,73
Min.	0,23	<b>0,63</b>	<b>0,86</b>	<b>0,63</b>	<b>0,83</b>	0,33	<b>0,73</b>	1,00

Tab. 2.7.20: Korelačná matica (Skalnaté pleso)

	pH	Na	Ca	NH <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Min.
pH	1,00	0,03	0,37	0,11	-0,12	0,15	-0,45	0,14
Na	0,03	1,00	-0,02	0,00	0,60	-0,11	0,13	0,33
Ca	<b>0,37</b>	-0,02	1,00	0,39	0,34	0,54	0,39	0,81
NH <sub>4</sub>	0,11	0,00	<b>0,39</b>	1,00	0,49	0,37	0,29	0,65
Cl	-0,12	<b>0,60</b>	<b>0,34</b>	<b>0,49</b>	1,00	-0,01	0,45	0,71
NO <sub>3</sub>	0,15	-0,11	<b>0,54</b>	<b>0,37</b>	-0,01	1,00	0,01	0,56
SO <sub>4</sub>	<b>-0,45</b>	0,13	0,39	0,29	<b>0,45</b>	0,01	1,00	0,55
Min.	0,14	0,33	<b>0,81</b>	<b>0,65</b>	<b>0,71</b>	<b>0,56</b>	<b>0,55</b>	1,00

Tab. 2.7.21: Korelačná matica (Lomnický štít)

	pH	Na	Ca	NH <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Min.
pH	1,00	0,05	0,09	-0,06	-0,19	-0,15	-0,05	0,00
Na	0,05	1,00	0,38	0,70	0,71	-0,01	0,29	0,83
Ca	0,09	0,38	1,00	-0,03	0,84	-0,05	0,17	0,80
NH <sub>4</sub>	-0,06	<b>0,70</b>	-0,03	1,00	0,37	-0,13	0,24	0,48
Cl	-0,19	<b>0,71</b>	<b>0,84</b>	0,37	1,00	-0,10	0,21	0,95
NO <sub>3</sub>	-0,15	-0,01	-0,05	-0,13	-0,10	1,00	-0,08	-0,04
SO <sub>4</sub>	-0,05	0,29	0,17	0,24	0,21	-0,08	1,00	0,39
Min.	0,00	<b>0,83</b>	<b>0,80</b>	<b>0,48</b>	<b>0,95</b>	-0,04	0,39	1,00

Tab. 2.7.22: Korelačná matica (celý profil spolu)

	pH	Na	Ca	NH <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Min.	N.V.
pH	1,00	0,12	0,26	-0,03	-0,09	-0,11	-0,10	0,12	0,23
Na	0,12	1,00	0,32	0,48	0,71	-0,08	0,15	0,70	0,21
Ca	<b>0,26</b>	<b>0,32</b>	1,00	0,21	0,71	0,18	0,37	0,82	0,07
NH <sub>4</sub>	-0,03	<b>0,48</b>	0,21	1,00	0,41	0,20	0,35	0,55	-0,06
Cl	-0,09	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	0,41	1,00	-0,06	0,23	0,87	0,14
NO <sub>3</sub>	-0,11	-0,08	0,18	0,20	-0,06	1,00	0,13	0,19	-0,27
SO <sub>4</sub>	-0,10	0,15	<b>0,37</b>	<b>0,35</b>	<b>0,23</b>	0,13	1,00	0,52	-0,14
Min.	0,12	<b>0,70</b>	<b>0,82</b>	<b>0,55</b>	<b>0,87</b>	0,19	<b>0,52</b>	1,00	0,06
N.V.	<b>0,23</b>	0,21	0,07	-0,06	0,14	<b>-0,27</b>	-0,14	0,06	1,00

Pri hodnotení a interpretácii výsledkov monitorovania snehových roztokov je dôležité si uvedomiť niekoľko skutočností. Snehová pokrývka je veľmi zložitý systém s rôznorodou štruktúrou, v ktorom aj počas zimného obdobia prebieha množstvo fyzikálnych a chemických procesov, ktoré ovplyvňujú prvotné zloženie snehovej zrážky. Inými slovami snehová pokrývka je v prvom rade inhomogénny objekt vo vertikálnom aj horizontálnom smere. Uvedenú skutočnosť dokumentujú aj výsledky sledovania izotopov  $\delta D$  a  $\delta^{18}O$  na tzv. „snehomernom vankúši“, situovanom v oblasti Chopok – sever (Kantor et al., 1987). Profil snehu mal mocnosť 94 cm v ktorej boli identifikované vrstvy snehu (od spodnej časti smerom hore) so štruktúrou kryštalického, sypkého a firnového snehu. Izotopové zloženie  $\delta^{18}O$  bolo v rozpätí -15,22 až -13,51 ‰ a  $\delta D$  v intervale -109,8 až -100,3 ‰. Kantor et al. (1987) sledoval aj zmeny izotopového zloženia vody z postupne sa topiacej snehovej vrstvy a zistil, že v prvých fázach topenia obsahuje roztok ľahšie izotopy ( $\delta^{18}O$  -15,20 ‰,  $\delta D$  -109,8 ‰) a posledné podiely sú evidentne izotopovo ťažšie ( $\delta^{18}O$  -8,69 ‰,  $\delta D$  -62,3 ‰).

Chemické zloženie snehov na rozdiel od izotopového má ďalšie svoje odlišné zákonitosti na ktoré má vplyv mnoho prírodných aj antropogénnych faktorov. Tieto sme v závislosti aj od nadmorskej výšky v celom súbore údajov profilu spracovali korelačnou analýzou, ktorej výsledná matica je v tab. 2.7.22. Je zaujímavé, že oproti poznatkom z celého územia Slovenska s nadmorskou výškou koreluje iba hodnota pH a koncentrácia dusičnanov sa so stúpaním nadmorskej výšky zvyšuje.

Vnútrotný vzťah medzi sledovanými iónmi a nadmorskou výškou sme sa pokúsili vyjadriť aj pomocou robustnejšieho nástroja – faktorovou analýzou s ortogonálnou rotáciou typu Varimax. Výsledná faktorová štruktúra s tromi faktormi je uvedená v tab. 2.7.23. Prvý faktor vykazuje vysoké saturácie Na, Ca, NH<sub>4</sub> a Cl, čo je prakticky charakteristické pre celé územie Slovenska a vystihuje ako tvorbu chemického zloženia zrážky od počiatku, cez kontinentálne vplyvy až po lokálne vplyvy a procesy prebiehajúce v snehovej vrstve. Druhý faktor je veľmi zaujímavý, lebo naznačuje negatívnu závislosť medzi nadmorskou výškou a obsahom dusičnanov v snehových roztokoch. Tretí faktor je



význačný vysokou saturáciou hodnôt pH, čo možno vysvetliť dominanciou kyslého charakteru snehových roztokov počas celého sledovaného obdobia.

Pre zistenie štatisticky významných rozdielov priemerných hodnôt v súborech rozdelených do troch skupín podľa nadmorskej výšky sme použili analýzu rozptylu (ANOVA analýzu). V podstate sa zisťovali rozdiely medzi skupinami (dva stupne voľnosti) a vo vnútri skupín (80 stupňov voľnosti). Výsledky analýzy rozptylu dokumentuje tab. 2.7.24. Kritériom hodnotenia je hladina významnosti, v prípade, že je menšia ako 0,05, prijímame danú hypotézu. Z výsledkov vyplýva, že jediný rozdiel medzi priemermi troch skupín, rozdelených v sledovanom profile podľa nadmorských výšok je v obsahu dusičnanov (tab. 2.7.24). Ostatné hodnotené ióny nevykazujú štatisticky významné rozdiely medzi priemernými hodnotami. V prípade dusičnanov tieto vykazujú aj lineárnu závislosť v zmysle klesajúceho obsahu so stúpajúcou nadmorskou výškou. Dokumentuje to aj obr. 2.7.5 a je pravdepodobné, že regionálne zdroje obsahu dusičnanov v profile sú ovplyvnené lokálnymi zdrojmi týchto iónov v oblasti Tatranskej Lomnice a možno aj Popradskej kotliny pri určitých scenároch synoptickej situácie. Pri tejto príležitosti je potrebné pripomenúť aj uvedenú distribúciu mólového pomeru Na/Cl, kde možno potvrdiť najmenej ovplyvnenie pomeru tzv. morského spreju snehových roztokov na Lomnickom štíte (obr. 2.7.6). Opäť to naznačuje na uchovanie určitého globálneho charakteru pôvodnej tvorby zrážok nad morami a oceánom a vplyvmi v nižších úrovniach nadmorskej výšky (Skalnaté pleso a Tatranská Lomnica).

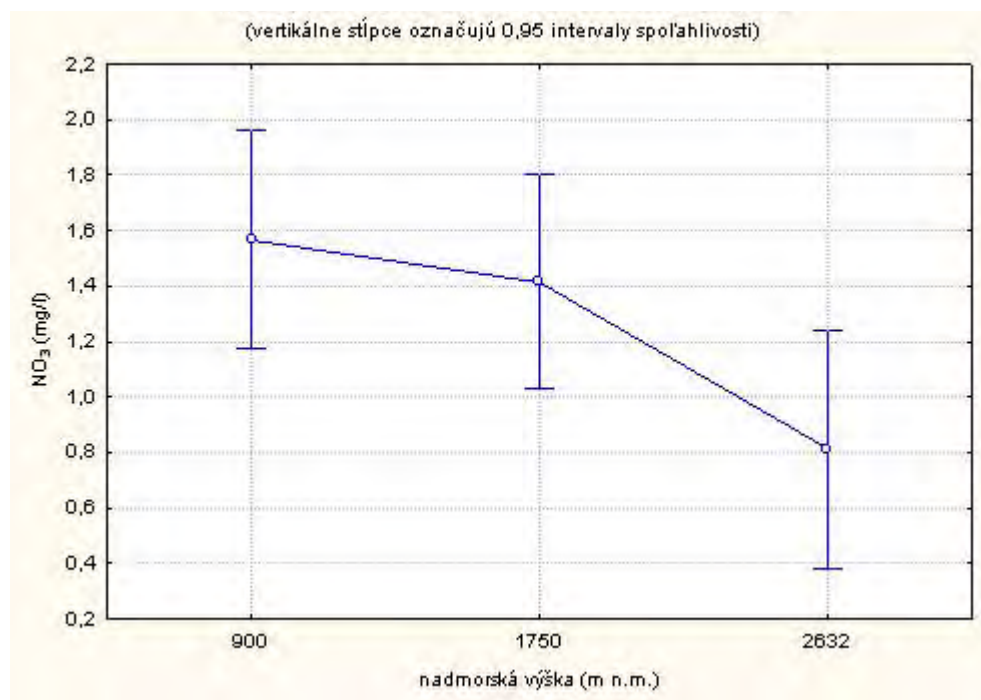
Časové závislosti sme skúmali vyhodnotením vybraných parametrov chemického zloženia snehových roztokov v transformovaných časových radoch pomocou funkcie lineárneho trendu bez zohľadnenia sezónnych zmien.

Tab. 2.7.23: Výsledná faktorová štruktúra (celý profil spolu)

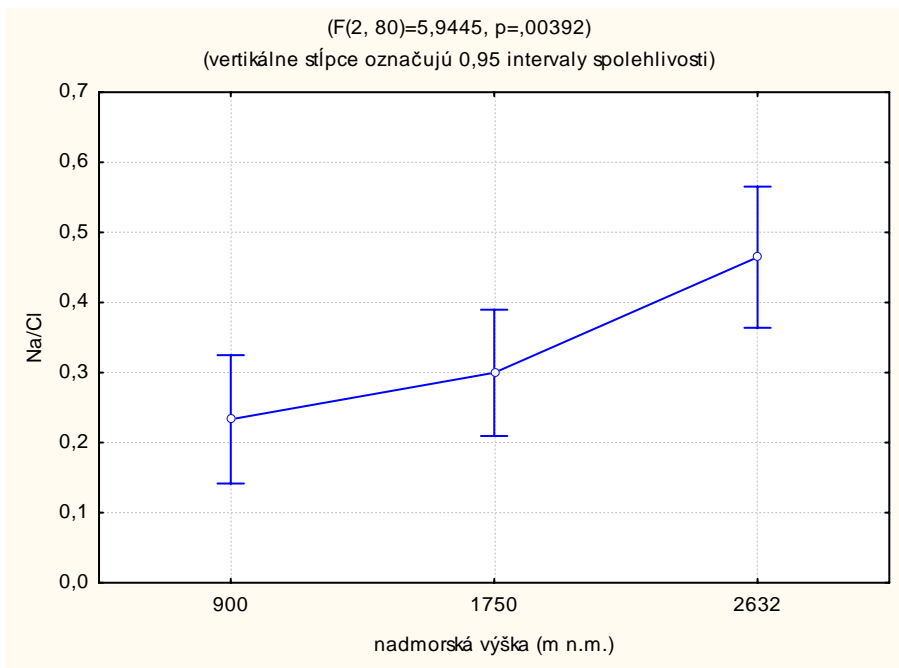
	<b>Faktor 1</b>	<b>Faktor 2</b>	<b>Faktor 3</b>
<b>pH</b>	-0,041	-0,113	<b>0,885</b>
<b>Na</b>	<b>0,839</b>	-0,203	0,022
<b>Ca</b>	<b>0,612</b>	0,337	0,549
<b>NH4</b>	<b>0,654</b>	0,280	-0,189
<b>Cl</b>	<b>0,913</b>	-0,026	0,051
<b>NO3</b>	-0,050	<b>0,774</b>	0,052
<b>SO4</b>	0,408	0,526	-0,042
<b>N.V.</b>	0,201	<b>-0,639</b>	0,345

Tab. 2.7.24: Analýza rozptylu vybraných zložiek (skupiny podľa nadmorskej výšky)

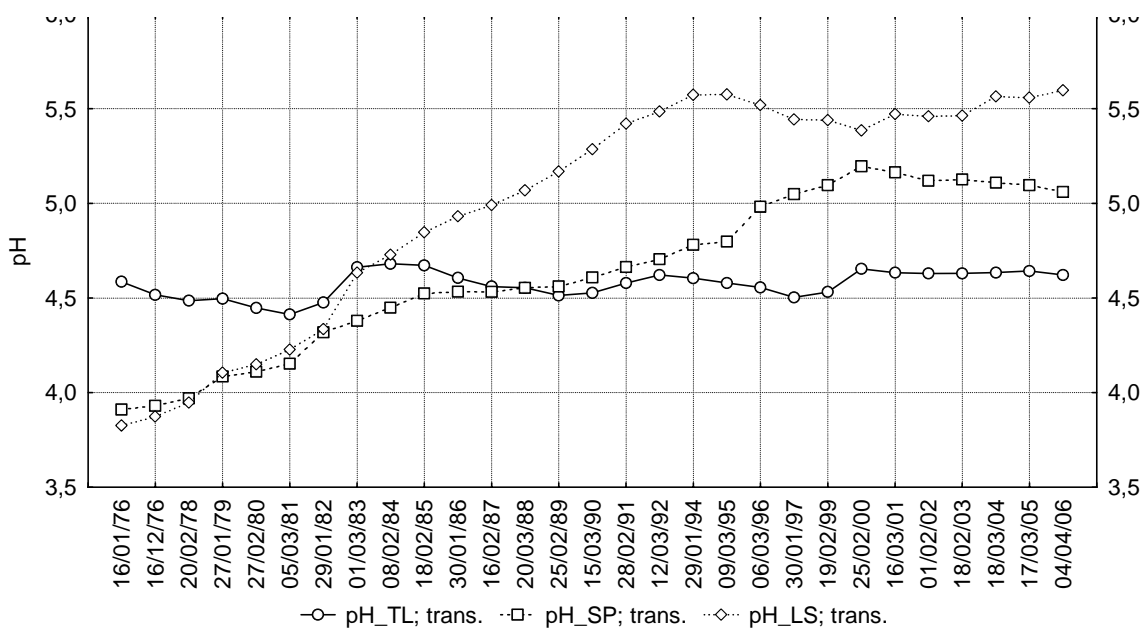
		Suma štvorcov	df	F	Hl. význ.
<b>pH</b>	medzi skupinami	1,590	2	2,690	0,074
	vo vnútri skupín	23,637	80		
	spolu	25,226	82		
<b>Ca</b>	medzi skupinami	1,835	2	0,806	0,450
	vo vnútri skupín	91,103	80		
	spolu	92,938	82		
<b>NH<sub>4</sub></b>	medzi skupinami	0,186	2	0,914	0,405
	vo vnútri skupín	8,154	80		
	spolu	8,340	82		
<b>Cl</b>	medzi skupinami	29,280	2	1,473	0,235
	vo vnútri skupín	795,238	80		
	spolu	824,518	82		
<b>NO<sub>3</sub></b>	medzi skupinami	8,186	2	3,637	0,031
	vo vnútri skupín	90,022	80		
	spolu	98,208	82		
<b>SO<sub>4</sub></b>	medzi skupinami	6,448	2	1,436	0,244
	vo vnútri skupín	179,572	80		
	spolu	186,020	82		



Obr. 2.7.5: Rozdiely priemerov obsahu dusičnanov s nadmorskou výškou



Obr. 2.7.6: Rozdiely priemerov hodnôt Na/Cl s nadmorskou výškou



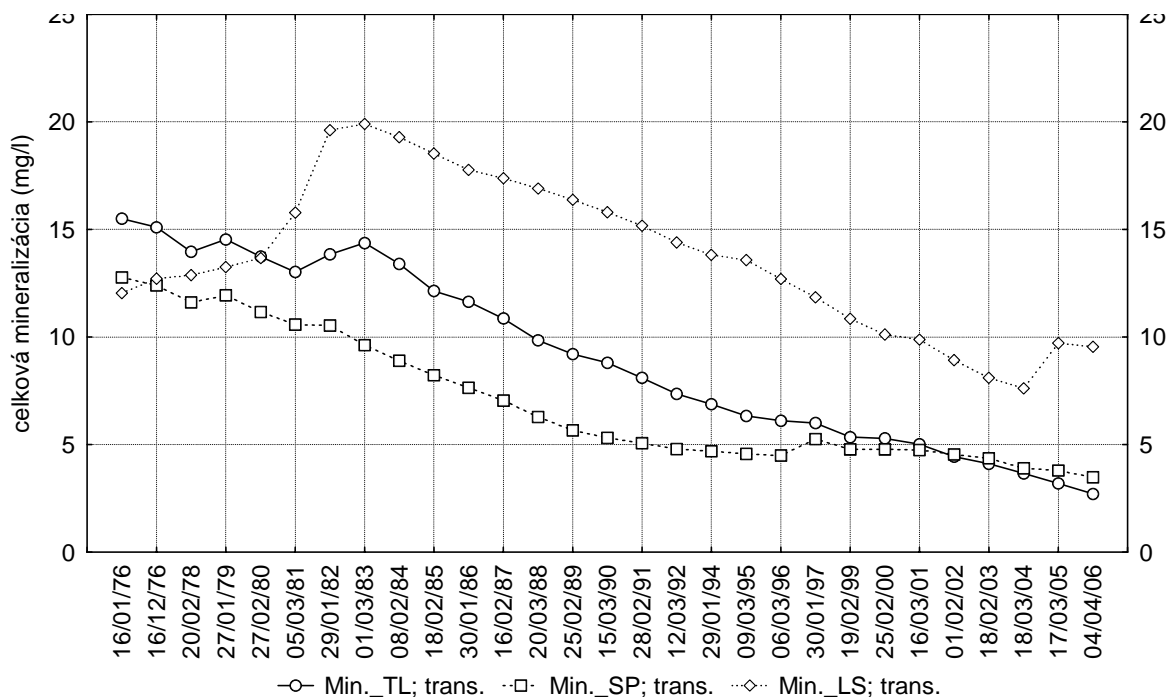
Obr. 2.7.7: Lineárny trend hodnôt pH (transformované časové rady)

Priebeh hodnôt pH dokumentuje obr. 2.7.7, z ktorého je zjavné, že do zimného obdobia roku 1989 bol vývoj viac menej rôznorodý a nevykazoval medzi jednotlivými nadmorskými výškami výrazné zákonitosti. Vývoj po roku 1989 je možné charakterizovať vo všetkých prípadoch stúpajúcim trendom až do roku 2000, kedy došlo k určitej stabilizácii s distribúciou vyšších hodnôt pH v lokalite Lomnický štít a nižších v lokalite Tatranská Lomnica. Na základe priebehu hodnôt pH po roku 2000 môžeme hovoriť nielen o určitom ustálení, ale i o výškovej diferenciacii.

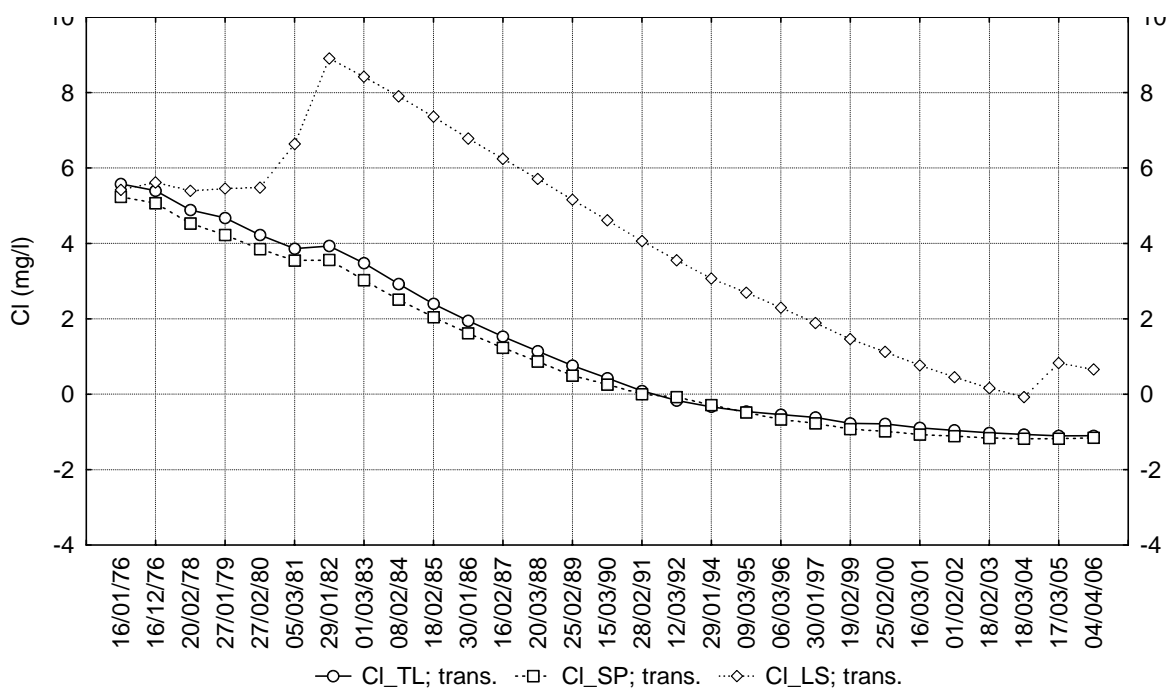
Časový vývoj hodnôt celkovej mineralizácie snehových roztokov (obr. 2.7.8) je charakterizovaný po roku 1983 výrazným klesajúcim trendom. Je tu tiež diferenciacia v rámci rozdielnych nadmorských

výšok, ktorá je však poznačená anomáliou v tom zmysle, že postupnosť od najnižších hodnôt k najvyšším v závislosti od nadmorskej výšky nie je plynulá, ale v rade Lomnický štít – Tatranská Lomnica – Skalnaté pleso.

Obsah chloridov má od roku 1982 výrazný klesajúci charakter (obr. 2.7.9). Takmer zhodný priebeh na lokalitách Tatranská Lomnica a Skalnaté pleso dokumentuje už uvedenú skutočnosť vplyv lokálnych zdrojov na ich obsah v snehovej pokrývke oproti koncentráciám na lokalite Lomnický štít, ktorá najviac odráža pôvodné miesta tvorby zrážok.



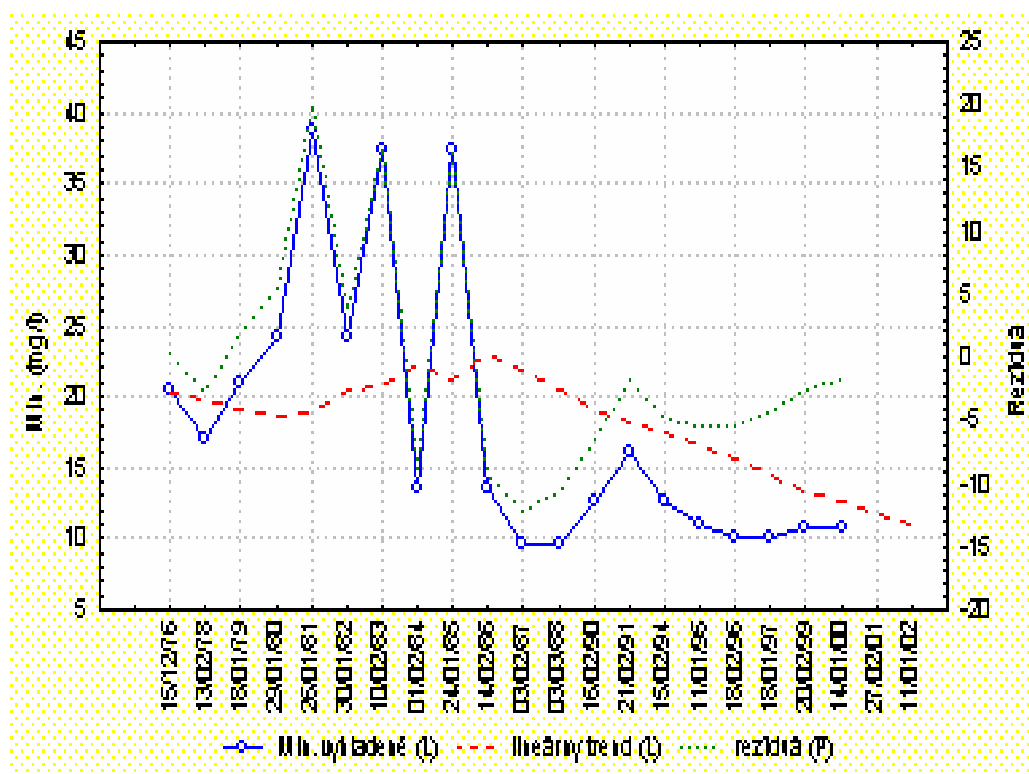
Obr. 2.7.8: Lineárny trend celkovej mineralizácie (transformované časové rady)



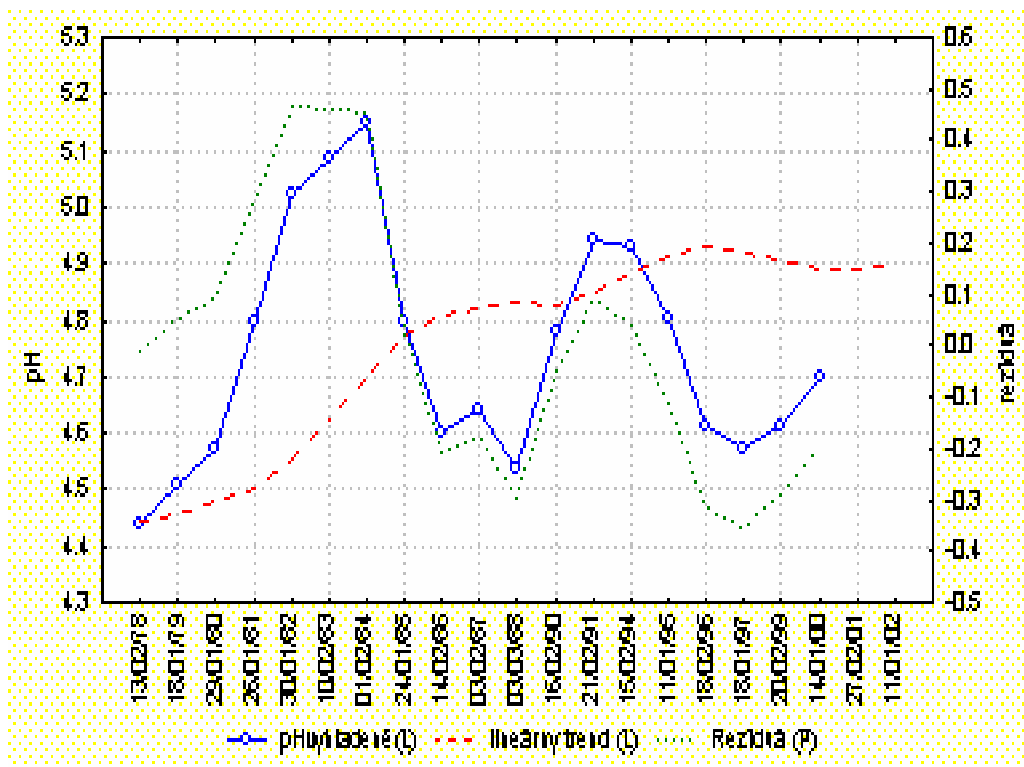
Obr. 2.7.9: Lineárny trend obsahu chloridov (transformovaná časová rada)

V rámci predošlých hodnotení možno výsledky zhrnúť nasledovne:

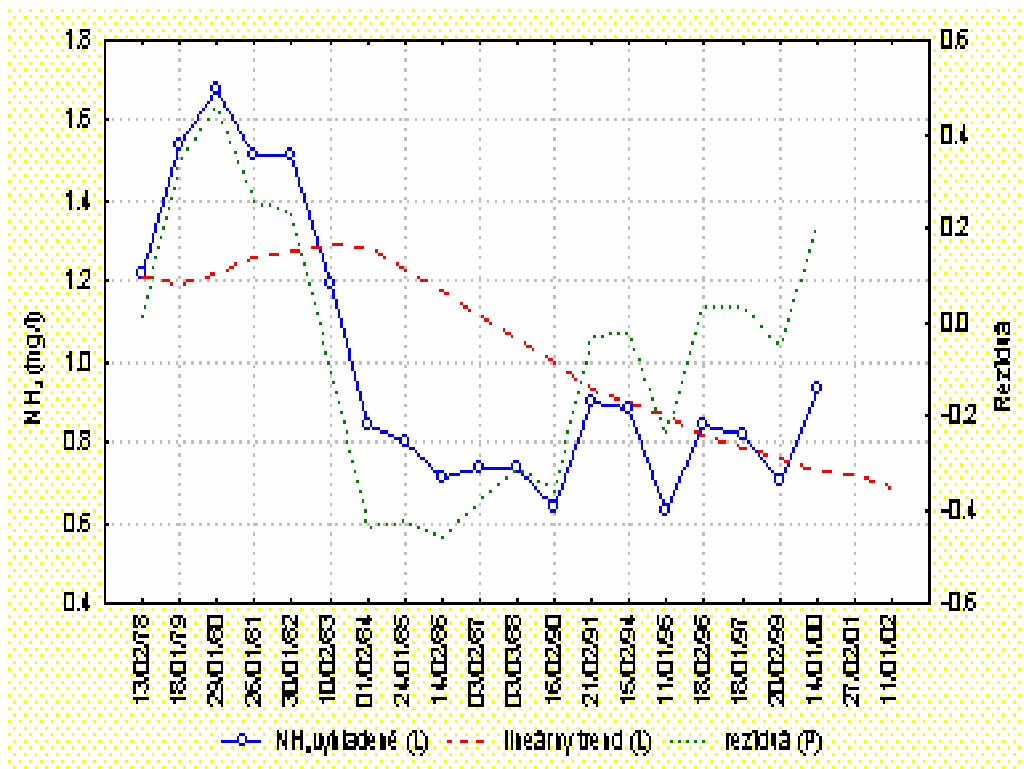
- všeobecne majú hodnoty celkovej mineralizácie náznak určitej periódy s intervalom cca 12 rokov, t.j. v rozsahu od začiatku pozorovania – 1976 do roku 1989 (kedy boli hodnoty celkovej mineralizácie podobné ako na začiatku monitorovania). Nasledovný cyklus je však vo svojom priebehu nižší v maxime, okolo  $15 \text{ mg.l}^{-1}$ . Príčinu vidíme v poklese priemyselných aktivít, teda lokálneho vplyvu po roku 1989/1990.
- priebeh hodnôt pH má počas monitorovacieho obdobia do určitej miery nepravidelný cyklický charakter s charakteristickým zvýšením pH po roku 1989 až nad hodnoty pH 5. Nasvedčuje to všeobecne na zníženie podielu aniónov silných kyselín, hlavne síranov a dusičnanov, čo súvisí so znižovaním emisií  $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$  v tejto perióde.
- v priebehu obsahov síranov možno pozorovať ich pokles a v rokoch 1996 a 1997 mierny nárast.
- podobný charakter koncentrácií počas monitoringu vykazuje aj obsah dusičnanov.
- hodnoty koncentrácie amónnych iónov, možno povedať majú klesajúci trend v celom monitorovacom období s rozdielom až  $1 \text{ mg.l}^{-1}$  na začiatku a v roku 1997.



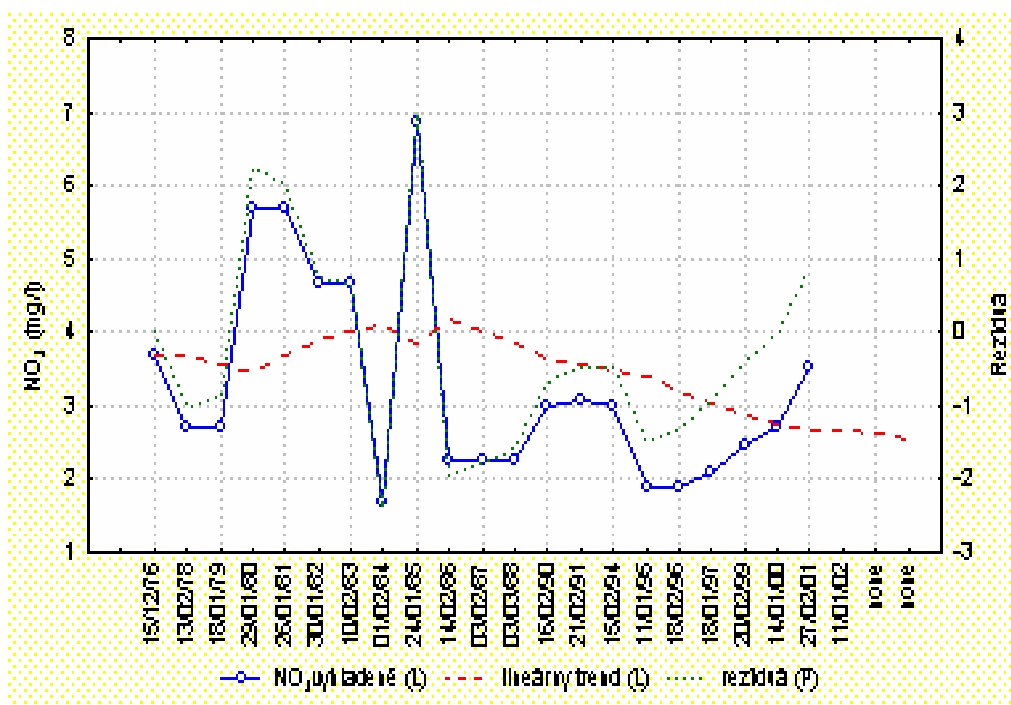
Obr. 2.7.10: Lineárny trend celkovej mineralizácie



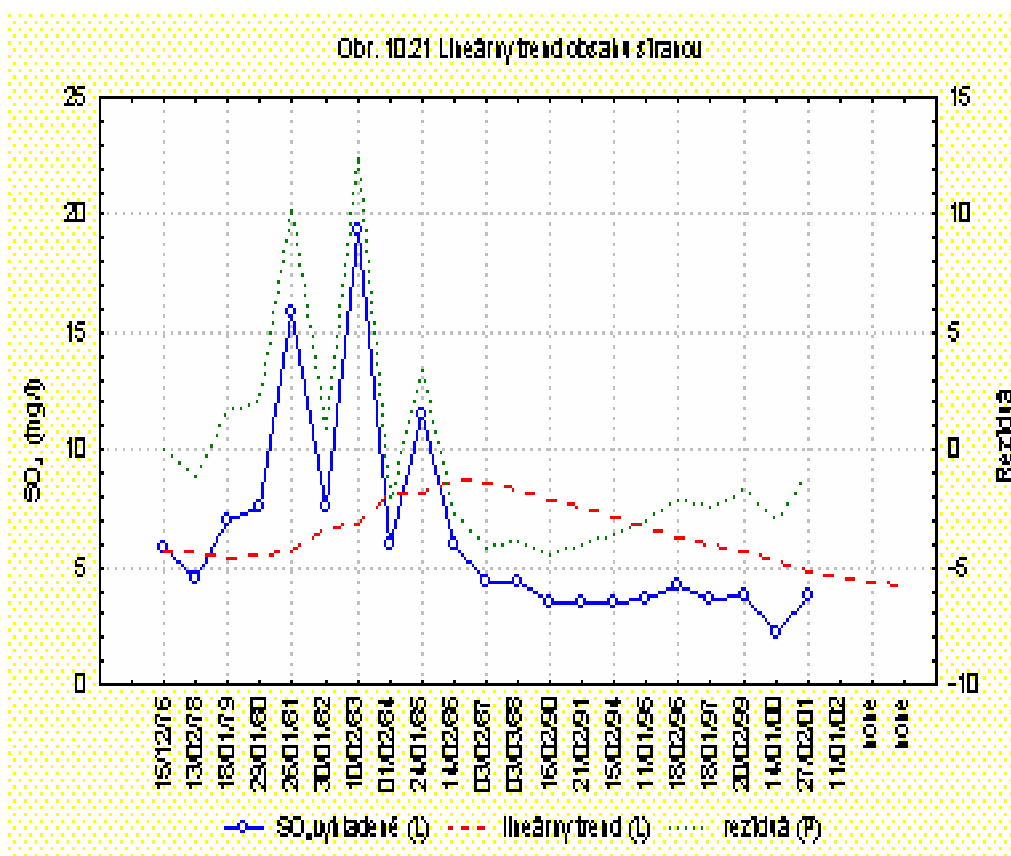
Obr. 2.7.11: Lineárny trend hodnôt pH



Obr. 2.7.12: Lineárny trend amónnych iónov



Obr. 2.7.13: Lineárny trend dusičnanov



Obr. 2.7.14: Lineárny trend síranov

K zaujímavým výsledkom prichádzame, ak odberové body rozdelíme do výškových pásiem a hodnotíme časový vývoj mineralizácie z hľadiska priebehu minima, maxima, mediánu a aritmetického priemeru (obr. 2.7.10 až 2.7.14). Vo výškovom pásme do 300 m n.m. sa v maximálnych hodnotách opakujú lokality Patince a Bratislava – Slovnaft, pomerne veľký rozdiel medzi mediánom a priemernou hodnotou naznačuje na veľký rozptyl hodnôt v priebehu monitorovania a tým aj síce pomerne stále, ale v absolútnych hodnotách vysoké zaťaženie atmosféry a následne aj snehových roztokov v tomto výškovom pásme. Vo výškovom pásme 300 – 500 m n.m. sa maximálne hodnoty vyskytujú v lokalite Nitra – Zobor, pričom v porovnaní s prvým výškovým pásmom sú podobné, na rozdiel od stredných hodnôt, ktoré sú v hodnotenom pásme nižšie. Vo výškovom pásme 500 – 700 m n.m. v maximálnych hodnotách mineralizácie dominujú lokality Zádielska dolina, Ružomberok a Pezinská Baba s najvyššími hodnotami zo všetkých sledovaných lokalít. Výškové pásmo 700 – 1000 m n.m. je v porovnaní z predchádzajúcimi vo všetkých sledovaných parametroch jasne nižšie. Maximá sa opakujú iba v prípade lokality Branisko, inak sú rozptýlené. Výškové pásmo nad 1000 m n.m. je charakteristické striedaním maximálnych hodnôt celkovej mineralizácie a v roku 1981 sa maximum vyskytlo dokonca na najvyššie položenom odberovom mieste na Lomnickom štíte.



### 2.7.5. Zhrnutie výsledkov monitoringu

V rámci monitoringu riečnych sedimentov bolo v roku 2009 odobratých a analyzovaných 48 vzoriek. Vzorkovanie prebiehalo v stabilných prírodných klimatických podmienkach pri ustálených stavoch vodných tokov. Laboratórne boli stanovené totálne obsahy hlavných prvkov Na, K, Mg, Ca, Fe, Al a stopových prvkov As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn.

Veľká mobilita niektorých prvkov ako aj dynamika prírodných procesov vplyvajú na chemické zloženie a vlastnosti riečnych sedimentov. Z časového hľadiska sa v rámci 14-ročného monitorovacieho obdobia ako najstabilnejšie prejavujú obsahy hlavných prvkov Al, K, Na, Fe a Mg a zo stopových prvkov Ni a Cr. Distribúcia týchto prvkov je v prevažnej miere ovplyvňovaná geogénnymi faktormi, ktorých pôsobenie v čase je pomerne stále. Nestabilným zložením a veľkou variabilitou sa vyznačujú z hlavných prvkov Ca a zo stopových prvkov najmä Pb, Hg, Cd, Cu a As. Veľká časová variácia je spôsobená predovšetkým zvýšenou citlivosťou prvkov na hydrodynamické a geochemické podmienky ich migrácie (napr. pH, oxidačno-redukčné podmienky) ako aj to, že na ich distribúciu vo výraznejšej miere môžu pôsobiť v čase premenlivé antropogénne faktory.

V roku 2009 bolo podľa „Rozhodnutia o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde“ (Anonym, 1994) zaznamenané prekročenie referenčnej hodnoty A na 32 lokalitách aspoň v prípade jedného uvažovaného prvku. Stupeň (index) kontaminácie  $C_d$  vzťahujúci sa k prekročeniu referenčných koncentrácií A bol pre väčšinu lokalít pod hodnotou 2 (19 z 32 lokalít). Prekročenie limitných koncentrácií *kategórie B* (indikujúcich silné znečistenie) bolo v roku 2009 zaznamenané na stanovištiach Nitra – Chalmová (Hg), Nitra – Lužianky (Hg), Hron – Sliač (Cu), Ipeľ – Rapovce (Zn), Štiavnica – ústie (Cu, Zn, Cd, Pb), Slaná – Čoltovo (As), Hornád – Kolinovce (Cu, Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, As, Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Hg), Hron – Kalná nad Hronom (Zn). Prekročenie *kategórie C* (kontaminácia, kde sa predpokladajú sanačné opatrenia) bolo v roku 2009 pozorované na lokalitách Nitra – Chalmová (Hg) a Štiavnica – ústie (Pb).

Na základe monitorovania chemického zloženia a kvality riečnych sedimentov je možné konštatovať, že rieky Váh (horný a stredný úsek), Hron (horný úsek), Muráň (28), Dunaj (46) a väčšina tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí sú prakticky neznečistené a koncentrácie látok zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy. Výsledky monitoringu poukazujú na výrazne a trvalo znečistené toky Nitra (lokality č. 14-15), Štiavnica (25), Hornád (32) a Hnilec (33).

Výsledkami monitoringu kvality snehovej pokrývky boli identifikované globálne a lokálne vplyvy na chemické zloženie snehu a zákonitosti medzi jednotlivými iónmi. V hlavnej miere globálnymi a regionálnymi vplyvmi sú charakterizované tzv. horské lokality ako Čertovica, Chopok-J a S, Donovaly, Lomnický štít, Tatranská Lomnica, Skalnaté a Štrbské pleso. Lokálnymi vplyvmi sú najviac postihnuté tzv. nížinné oblasti ako oblasť Bratislavy, Patince, Prievidza-Handlová, Žiar, Vojany a pod. Vývoj chemického zloženia snehu na základe vyhodnotenia pomocou polynómu 4. stupňa naznačuje určitý periodický charakter a naznačuje možný trend vývoja. Predpokladáme však, že uvedené smery vývoja sú ovplyvnené v podstate iba 33-ročným pozorovaním, pretože množstvo faktorov uplatňujúcich sa od začiatku tvorby zrážok až po konečné chemické zloženie si vyžaduje tzv. historické rady pozorovaní. Podobne zohráva dôležitú úlohu aj to, že do spracovania boli zahrnuté všetky lokality. Dôležitým zlomom sa javí obdobie po roku 1989/1990 súvisiace pravdepodobne so znižovaním priemyselných aktivít.

Pri hodnotení samostatných lokalít a priebehu vývoja chemického zloženia snehu sme ako príklad analyzovali pozad'ovú lokalitu (Lomnický štít) a lokálne zaťaženú (Nitra – Zobor). Pomocou analýzy časových radov sme sa pokúsili vyjadriť lineárny trend a vplyv sezónnych zmien na pozad'ovej lokalite Lomnický štít, ktorá by podľa výsledkov monitoringu a vzhľadom na svoju polohu mohla reprezentovať iba globálne, prípadne regionálne ovplyvnené odberové miesto. Z výsledkov modelov vyplýva, že hodnoty pH majú mierne rastúci lineárny trend, obsah síranov rešpektuje už uvedené rozdelenie do dvoch pravdepodobných časových období, podobne obsah amónnych iónov má mierne

klesajúcu krivku lineárneho trendu. Jednoznačná sezónnosť priebehu obsahov sledovaných zložiek nebola preukázaná. Analýza modelov lineárneho trendu na lokalite Nitra – Zobor identifikuje pokles koncentrácií kyslých iónov v snehovom roztoku a tým aj zvyšovanie hodnôt pH. Aj napriek klesajúcim lineárnym trendom je však miera zaťaženia oproti požadovým hodnotám pomerne vysoká. Veľký vplyv na lokálny charakter emisií tu môžu mať ako zdroj domáce kúreniská, pretože v okolí odberového miesta je intenzívna výstavba rodinných domov.

Monitorovanie kvality snehovej pokrývky predstavuje profesionálne fungujúci podsystem, v ktorom odporúčame naďalej pokračovať. Výsledky sú uložené v informačnom systéme a v ďalšom slúžia ako vstup do iných podsystemov.

## Literatúra

### Riečny sediment

- Anonym, 1994: *Rozhodnutie Ministerstva pôdohospodárstva SR číslo 531/1994-540, ročník XXVI, čiastka 1 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok*
- Babiaková, G., Bodiš, D., Cerovský, M., Závodský, D., 1987: Príspevok k možnostiam modelovania koncentrácie síranov v procese topenia a odtoku vody zo snehovej pokrývky a reprodukovateľnosti vstupných údajov. *Vodohosp. Čas.* 35 č.2, Bratislava, 115-138
- Backman, B., Bodiš, D., Lahermo, P., Rapant, S., Tarvainen, T., 1998: Application of a groundwater contamination index in Finland and Slovakia. *Environmental Geology* 36 (1–2) Springer-Verlag, pp. 55–64
- Bodiš, D., Lopašovská, M., Lopašovský, K., Rapant, S., 2000: Chemické zloženie snehovej pokrývky na Slovensku – výsledky 25-ročného pozorovania. *Podzemná voda*, VI./2000 č.2, SAH Bratislava, 162 - 173
- Bodiš, D., Rapant, S., 2000: Environmental geochemistry and environmental – geochemical mapping of the Slovak Republic. *Slovak Geological Magazine* 6, ŠGÚDŠ Bratislava, pp. 5-16
- Bodiš, D., Rapant, S., 1999: Geochemický atlas Slovenskej republiky, časť VI: Riečne sedimenty. Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava. 145 s.
- Bogen, J., Bölviken, B., Ottesen, R.T., 1992: Environmental studies in Western Europe using overbank sediment. In: Bogen, J. – Walling, D.E. – Day, T.J. (Eds.): *Erosion and sediment transport monitoring programmes in river basins*. International Association of Hydrological Sciences Publication, No. 210: p.317-325
- British Geological Survey, 1991: *Regional geochemistry of the East Grampians area*, Keyworth Nottingham. British Geological Survey, 95 p.
- Förstner, U., 2002: Sediments and the European Water Framework Directive. *Editorial. J. Soil & Sediments.* 2 (2):5.
- Gazda, S., Lopašovský, K., 1983: Chemické zloženie zrážok na území Slovenska. In: *Hydrochemické problémy znečisťovania prírodných vôd. Konferencie-Sympóziá-Semináre*, GÚDŠ, Bratislava. 63 – 71
- Kantor, J., Ďurkovičová, J., Rúčka, I., Harčová, E., 1987: *Izotopový výskum hydrogenetických procesov – I. časť*. Manuskript Geofond, Bratislava. 168 s.
- Kadúnas, V., Budavičius, R., Gregorauskiene, V., Katinas, V., Kliaugiene, E., Radzevičius, A., Taraškevičius, R., 1999: *Geochemical Atlas of Lithuania*. Geol. Survey of Lithuania. Geol. Institute (Vilnius). 162 p.
- Klukanová, A., Wagner, P., Iglárová, L., Ondrášik, M., Jánová, V., Liščák, P., Matys, M., Vlčko, J., Kováčiková, M., Hrašna, M., Bodiš, D., Moczó, P., Frankovská, J., Rapant, S., Jelínek, R., Pauditš, P., Petro, L., Polaščinová, E., Kováčik, M., Scherer, S., Kristeková, M., Labák, P., Dananaj, I., Spišák, Z., Jadroň, D., Vybíral, V., Holzer, R., Malgot, M., Baliak, F., Jánoš, J., Gajdoš, V., Letko, V., Míka, R., 1998: Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia Slovenskej republiky, stav k 31.12.1997, Manuskript - GS SR Bratislava. 420
- Koljonen, T., Elo, S., Gustavsson, N., Huhma, H., Kauranne, L.K., Koljonen, T., Noras, P., Pesonen, L.J., Ruotoistenmäki, T., Saltikoff, B., Sillanpää, M., Tanskanen, H., Vaasjoki, M., Vuorela, P., 1992: *The geochemical atlas of Finland, Part 2: Till*. Geological Survey of Finland, Espoo. 218 p.
- Kordík, J., Bodiš, D., Slaninka, I., 2001-2008: Monitorovanie chemického zloženia riečnych sedimentov. *Ročná správa*. In: Klukanová et al.: *Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia SR*. ŠGÚDŠ Bratislava. MŽP SR Bratislava
- Lis, J., Pasieczna, A., 1995: *Geochemical atlas of Poland 1:2 500 000*. Polish Geological Institute, Warsaw. 36 p.
- Rapant, S., Vrana, K., Bodiš, D., 1996: *Geochemical atlas of Slovakia - groundwater*. Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava. 127 s.
- Rice, K.C., 1999: Trace-element concentrations in streambed sediments across the conterminous United States. *Environmental Science and Technology*, v. 33, p. 2499-2504
- Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J.,

- Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., Tarvainen, T., 2005: Geochemical Atlas of Europe – Part 1 – Background Information, Methodology and Maps. Geological Survey of Finland, Espoo. 525 p.
- Slaninka, I., Kordík, J., 2001: Chemické a kvalitatívne vlastnosti prírodných vôd Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí. In: Hydrogeochémia 2001: Zborník z konferencie. VI. ročník. Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava. s. 84-90.
- Slaninka, I., 1994: Geochemicko-ekologické mapovanie aktívnych riečnych sedimentov v oblasti Jasenie - Dubová. Manuskript, Diplomová práca. Katedra geochémie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave Bratislava. 72 s.
- Smernica MŽP SR zo 7. septembra 1999 číslo 4/1999-3 na zostavovanie a vydávanie Geochemickej mapy riečnych sedimentov v mierke 1:50 000. Vnútorne predpisy MŽP SR Bratislava. s. 16-21.
- Thalman, F., Schermann, O., Schroll, E., Hausberger, J., 1989: Geochemical atlas of the republic of Austria 1 : 1 000 000. Vienna. 141 p.
- Vegter, J.J., Lowe, J., Kasamas, H. (Eds.), 2002: Sustainable Management of Contaminated land: An Overview. A Report from the Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies. Austrian Federal Environment Agency, 2002 on behalf of CLARINET, Version: August 2002 ([http://www.clarinet.at/library/rblm\\_report.pdf](http://www.clarinet.at/library/rblm_report.pdf))
- Veselý, J., 1995: Drainage sediments in environmental and exploration geochemistry. Vestník Českého geologického ústavu 70, 3, s.1-8
- Vrana, K., Bodiš, D., Lopašovský, K., Rapant, S., 1989: Regionálne – hydrogeochemické zhodnotenie kvality snehovej pokrývky na území Slovenska. Západné Karpaty, hydrogeológia a inž. geol. 7, GÚDŠ, Bratislava. 87 - 128
- Vrana, K., Bodiš, D., Lopašovský, K., Rapant, S., Girman, J., 1994: Regional evaluation of snow pack quality in Slovakia. Hydrogeochemical aspect. IAHS Publ. No 222, Wallingford. 105 – 113
- Weaver, T.A., Broxton, D.F., Bolivar, S.L., Freeman, S.H., 1983: The Geochemical Atlas of Alaska 1:6 000 000. Los Alamos. 57 p.

## **Prílohová časť**

### **7 Monitorovanie aktívnych riečnych sedimentov**

	str.
7.1 Výsledky a protokoly chemických analýz riečnych sedimentov v roku 2009	1
7.2 Analýza zrnitosti riečnych sedimentov v roku 2009	17
7.3 Charakteristika chemického zloženia tuhých zrážok	22

**Príl. 7.1: Výsledky a protokoly chemických analýz riečnych sedimentov v roku 2009**

Poradové číslo lokality	1	2	3	5	6	8	11	12	13	14
Názov stanovišťa	Malý Dunaj - Kolárovo	Morava - Dev. Nová Ves	Morava - Gajary	Čierny Váh - Nad nádržou	Váh - Važec	Orava - Kral'ovany	Váh - Hlohovec	Váh - Selice	Váh - Komárno	Nitra - Chalmová
X (JTSK)	-510867	-582992	-587367	-357664	-354804	-414756	-520199	-513921	-500954	-467035
Y (JTSK)	-1310681	-1275003	-1243306	-1201495	-1196976	-1181829	-1254355	-1292867	-1328825	-1232824
Dátum odberu	4.8.2009	11.8.2009	11.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	7.8.2009	11.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	7.8.2009
Strata sušením do 110 °C (%)	2,96	2,48	1,25	1,87	2,33	0,98	1,35	0,54	0,84	3,54
Strata žíhaním 110-450 °C (%)	9,16	5,23	2,19	5,88	9,16	1,57	4,08	1,39	2,48	11,61
Strata žíhaním 450-900 °C (%)	10,90	4,44	1,38	7,37	2,06	4,48	10,37	10,96	9,39	4,20
Na (%)	0,60	0,75	0,89	1,48	1,43	0,81	0,83	0,90	0,84	0,69
K (%)	1,85	1,82	1,52	1,71	1,51	1,08	1,34	0,93	1,04	1,71
Mg (%)	7,34	2,92	1,13	3,53	1,10	2,85	6,64	7,11	6,08	3,19
Ca (%)	2,43	1,23	0,58	2,51	0,66	0,93	2,04	2,18	1,88	0,99
Fe (%)	3,25	2,84	2,21	2,08	2,17	1,55	1,73	1,13	1,31	3,03
Mn (%)	0,147	0,130	0,094	0,048	0,074	0,063	0,055	0,055	0,071	0,046
Al (%)	6,07	5,66	4,40	5,67	5,92	3,66	4,06	2,94	3,41	6,37
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	11,2	9,1	4,3	8,1	5,9	6,1	5,9	2,3	4,9	44,4
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,9	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	-0,1	0,2	0,3
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	12	10	8	8	7	7	7	4	5	10
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	90	93	95	53	54	137	76	93	56	70
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	61	37	20	13	17	18	27	8	10	93

Pokračovanie tab.

Poradové číslo lokality	1	2	3	5	6	8	11	12	13	14
Názov stanovišťa	Malý Dunaj - Kolárovo	Morava - Dev. Nová Ves	Morava - Gajary	Čierny Váh - Nad nádržou	Váh - Važec	Orava - Kral'ovany	Váh - Hlohovec	Váh - Selice	Váh - Komárno	Nitra - Chalmová
X (JTSK)	-510867	-582992	-587367	-357664	-354804	-414756	-520199	-513921	-500954	-467035
Y (JTSK)	-1310681	-1275003	-1243306	-1201495	-1196976	-1181829	-1254355	-1292867	-1328825	-1232824
Dátum odberu	4.8.2009	11.8.2009	11.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	7.8.2009	11.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	7.8.2009
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,45	0,14	0,19	0,07	0,08	0,06	0,12	0,03	0,26	25,60
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	44	41	26	24	23	22	27	11	16	28
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	48	31	24	22	26	18	23	11	15	34
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,9	0,5	0,4	0,7	1,3	0,4	1,0	0,4	0,4	0,9
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,7	0,3	0,1	-0,1	0,1	0,2	0,1	-0,1	0,1	0,5
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	355	156	95	87	90	59	99	30	64	247

Poradové číslo lokality	15	19	20	23	24	25	26	27	28	29
Názov stanovišťa	Nitra - Lužianky	Hron - Šáľková	Hron - Sliach	Ipeľ - Rapovce	Ipeľ - Slovenské Ďarmoty	Štiavnica - Ústie	Ipeľ - Ipeľský Sokolec	Rimava - Rimavské Jánovce	Muráň - Bretka	Slaná - Čoltovo
X (JTSK)	-503166	-412400	-419189	-382052	-411912	-443393	-448033	-353500	-331624	-329226
Y (JTSK)	-1264991	-1228458	-1241769	-1281806	-1301348	-1298932	-1303948	-1277231	-1261624	-1260980
Dátum odberu	7.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	5.8.2009	5.8.2009
Strata sušením do 110 °C (%)	3,34	3,14	3,37	2,93	1,95	2,28	1,84	2,37	1,32	3,76
Strata žíhaním 110-450 °C (%)	10,11	13,00	13,47	11,90	3,91	4,12	3,49	8,91	7,02	17,22
Strata žíhaním 450-900 °C (%)	4,13	4,19	6,46	2,18	8,42	1,26	1,31	2,26	2,72	3,04
Na (%)	0,81	1,05	0,74	1,23	0,54	0,88	0,98	1,50	1,70	0,63
K (%)	1,84	1,80	1,76	1,76	1,55	1,60	1,23	2,07	1,31	2,26
Mg (%)	2,92	2,24	3,43	1,41	5,30	1,59	1,83	1,29	2,20	1,46
Ca (%)	1,02	1,48	1,85	0,88	1,79	0,80	0,84	1,10	2,56	0,79
Fe (%)	2,77	2,90	2,84	3,50	2,47	3,89	3,64	3,40	2,89	3,83
Mn (%)	0,057	0,056	0,049	0,097	0,121	0,289	0,115	0,078	0,089	0,194
Al (%)	6,07	6,10	5,84	6,86	5,18	6,40	5,68	8,01	6,22	6,92
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	25,6	30,6	38,5	14,6	6,8	15,0	5,6	13,9	7,1	52,5
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,4	0,5	0,4	-0,1	10,2	2,3	0,4	0,1	0,5
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	10	9	12	11	7	18	12	12	12	17
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	89	66	68	97	76	44	57	70	75	116
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	36	63	106	26	14	209	31	29	17	70

Pokračovanie tab.

Poradové číslo lokality	15	19	20	23	24	25	26	27	28	29
Názov stanovišťa	Nitra - Lužianky	Hron - Šáľková	Hron - Sliach	Ipeľ - Rapovce	Ipeľ - Slovenské Ďarmoty	Štiavnica - Ústie	Ipeľ - Ipeľský Sokolec	Rimava - Rimavské Jánovce	Muráň - Bretka	Slaná - Čoltovo
X (JTSK)	-503166	-412400	-419189	-382052	-411912	-443393	-448033	-353500	-331624	-329226
Y (JTSK)	-1264991	-1228458	-1241769	-1281806	-1301348	-1298932	-1303948	-1277231	-1261624	-1260980
Dátum odberu	7.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	4.8.2009	5.8.2009	5.8.2009
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	3,32	0,16	0,78	0,35	0,07	0,21	0,08	0,43	0,08	1,66
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	30	26	29	24	25	17	13	27	20	54
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	31	56	66	69	19	1019	121	34	27	44
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,8	21,7	19,1	6,0	0,6	5,0	0,5	0,8	0,8	22,0
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	-0,1	0,2	0,1	0,3
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	190	259	326	216	68	1490	463	161	89	286



Poradové číslo lokality	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40
Názov stanovišťa	Poprad - Veľká Lomnica	Poprad - Čirč	Hornád - Kolinovce	Hnilec - prítok do nádrže Ružín	Torysa - Kendice	Hornád - Krásna nad Hornádom	Hornád - Ždana	Ondava - prítok Domaše	Ondava - Nižný Hrušov	Ondava - Brehov
X (JTSK)	-325510	-284842	-291083	-282821	-261976	-258809	-257022	-232197	-225546	-222337
Y (JTSK)	-1192618	-1174512	-1215154	-1222247	-1216769	-1245811	-1252744	-1196325	-1230856	-1267368
Dátum odberu	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009
Strata sušením do 110 °C (%)	2,09	0,57	1,08	3,69	1,39	1,42	2,19	1,24	3,24	2,46
Strata žíhaním 110-450 °C (%)	7,63	1,12	3,31	13,61	3,11	4,40	4,06	1,98	7,05	5,15
Strata žíhaním 450-900 °C (%)	3,73	1,20	5,22	3,29	3,57	3,77	3,59	2,61	3,51	2,85
Na (%)	1,33	1,27	0,95	0,70	0,90	0,89	0,92	0,74	0,65	0,79
K (%)	1,65	1,16	1,36	2,37	1,61	1,61	1,72	1,22	1,74	1,83
Mg (%)	2,19	0,66	3,15	0,67	2,41	2,13	2,06	1,55	2,21	1,63
Ca (%)	1,26	0,57	1,19	0,91	0,75	1,10	0,98	0,67	0,68	0,83
Fe (%)	2,39	1,35	2,39	5,43	2,09	2,38	2,59	2,26	2,86	3,02
Mn (%)	0,055	0,031	0,090	0,144	0,070	0,082	0,067	0,059	0,120	0,128
Al (%)	6,18	3,99	4,45	7,57	4,89	4,97	5,78	4,07	5,46	6,19
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	7,8	3,4	15,1	63,9	6,6	14,2	8,7	5,9	8,1	13,7
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	-0,1	0,3	1,1	0,2	0,6	0,4	-0,1	0,2	0,2
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	12	5	7	50	8	11	12	10	12	10
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	67	73	108	79	105	114	90	117	102	129
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	36	8	108	457	20	47	28	21	24	26

Pokračovanie tab.

Poradové číslo lokality	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40
Názov stanovišťa	Poprad - Veľká Lomnica	Poprad - Čirč	Hornád - Kolinovce	Hnilec - prítok do nádrže Ružín	Torysa - Kendice	Hornád - Krásna nad Hornádom	Hornád - Ždana	Ondava - prítok Domaše	Ondava - Nižný Hrušov	Ondava - Brehov
X (JTSK)	-325510	-284842	-291083	-282821	-261976	-258809	-257022	-232197	-225546	-222337
Y (JTSK)	-1192618	-1174512	-1215154	-1222247	-1216769	-1245811	-1252744	-1196325	-1230856	-1267368
Dátum odberu	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	6.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,18	0,02	8,30	1,48	0,15	0,87	0,36	0,07	0,10	0,13
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	39	17	27	43	32	40	36	47	45	48
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	30	10	46	79	20	33	25	16	25	32
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,1	0,3	15,0	48,0	0,6	5,0	1,1	0,3	0,4	0,7
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	-0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,3
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	167	37	159	791	81	189	124	61	103	142

Poradové číslo lokality	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Název stanovišťa	Laborec - Lastomír	Uh - Lekárovce - Pinkovce	Latorica - Leleš	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Dunaj - Bratislava - Petržalka	Dunaj - Štúrovo	Váh Dubná skala	Váh - Trenčín	Nitra - pod Šuranmi	Hron - Valkovňa
X (JTSK)	-213594	-195591	-205317	-227362	-571400	-456400	-432453	-502814	-492569	-349755
Y (JTSK)	-1243332	-1255086	-1266388	-1277277	-1283500	-1329000	-1182807	-1208462	-1297049	-1222057
Dátum odberu	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	11.8.2009	4.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009	7.8.2009
Strata sušením do 110 °C (%)	1,74	2,40	2,57	2,40	0,41	0,37	2,44	1,14	2,36	1,42
Strata žihaním 110-450 °C (%)	3,54	6,64	5,81	5,52	1,07	1,20	7,39	3,70	6,82	4,73
Strata žihaním 450-900 °C (%)	1,96	2,42	2,80	2,53	10,73	10,87	5,98	10,93	6,04	5,69
Na (%)	0,77	0,77	0,73	0,75	0,88	0,86	0,74	0,66	0,85	1,46
K (%)	1,31	1,92	2,27	1,96	0,75	0,95	1,65	1,07	1,32	1,79
Mg (%)	1,11	1,00	0,83	1,02	7,33	7,05	3,57	7,08	4,76	3,04
Ca (%)	0,68	0,85	1,09	0,86	2,81	2,43	1,39	1,85	1,17	1,74
Fe (%)	2,63	3,38	4,30	3,46	3,12	2,09	2,45	1,41	2,28	1,91
Mn (%)	0,107	0,098	0,186	0,135	0,133	0,084	0,080	0,042	0,098	0,042
Al (%)	4,73	6,85	8,04	6,88	3,73	3,50	5,52	3,38	4,84	5,82
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	6,2	8,6	13,2	11,1	2,6	2,7	9,7	4,2	17,6	8,1
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,1	0,1	0,4	0,3	-0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	10	12	17	13	5	7	9	6	9	6
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	83	91	115	103	71	66	104	69	88	39
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	21	30	37	37	7	8	36	21	26	12

Pokračovanie tab.

Poradové číslo lokality	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Názov stanovišťa	Laborec - Lastomír	Uh - Lekárovce - Pinkovce	Latorica - Leleš	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Dunaj - Bratislava - Petržalka	Dunaj - Štúrovo	Váh Dubná skala	Váh - Trenčín	Nitra - pod Šuranmi	Hron - Valkovňa
X (JTSK)	-213594	-195591	-205317	-227362	-571400	-456400	-432453	-502814	-492569	-349755
Y (JTSK)	-1243332	-1255086	-1266388	-1277277	-1283500	-1329000	-1182807	-1208462	-1297049	-1222057
Dátum odberu	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	11.8.2009	4.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009	7.8.2009
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	0,05	0,28	0,07	2,79	0,04
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	35	44	60	49	16	14	43	25	20	13
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	24	27	33	29	18	15	32	18	25	26
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	3,4	0,9	0,5	0,8
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,2	0,3	0,5	0,2	-0,1	-0,1	0,5	0,3	0,5	0,1
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	97	110	133	114	59	61	131	73	143	91

Poradové číslo lokality	52	53	54	55	56	57	58	59
Názov stanovišťa	Hron - Kalná nad Hronom	Hron - Kamenica	Topľa - pod Vranovom	Laborec - nad Humenným	Myjava - Kúty	Turiec - Vrútky	Kysuca - Považský Chlmec	Stará Žitava - Dvory nad Žitavou
X (JTSK)	-467789	-459201	-230713	-211659	-576539	-430838	-443448	-489630
Y (JTSK)	-1284137	-1325929	-1226009	-1217084	-1225716	-1187530	-1170237	-1304465
Dátum odberu	4.8.2009	4.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	11.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009
Strata sušením do 110 °C (%)	2,50	2,69	2,28	1,36	1,51	1,93	3,25	3,51
Strata žíhaním 110-450 °C (%)	7,02	5,89	5,04	2,45	3,52	7,06	8,37	11,89
Strata žíhaním 450-900 °C (%)	2,96	2,71	3,37	3,68	4,49	12,22	4,81	5,10
Na (%)	1,07	0,92	0,98	0,83	0,60	0,99	0,53	0,79
K (%)	1,71	1,59	1,93	1,33	1,35	1,13	1,91	1,50
Mg (%)	2,37	2,09	1,92	2,46	3,61	7,24	2,75	4,37
Ca (%)	1,36	1,03	0,91	0,72	0,81	2,96	1,05	1,13
Fe (%)	3,24	3,15	2,84	2,37	1,75	2,45	3,30	2,64
Mn (%)	0,082	0,091	0,090	0,074	0,069	0,052	0,074	0,238
Al (%)	6,71	6,34	6,19	4,58	3,71	4,90	6,78	5,33
As (mg.kg <sup>-1</sup> )	30,8	22,9	7,3	6,4	4,4	4,3	7,2	12,2
Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	1,6	1,0	0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,6
Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	14	13	12	9	6	9	15	11
Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	45	51	113	81	102	66	108	68
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	77	45	22	21	24	30	48	27

Pokračovanie tab.

Poradové číslo lokality	52	53	54	55	56	57	58	59
Názov stanovišťa	Hron - Kalná nad Hronom	Hron - Kamenica	Topľa - pod Vranovom	Laborec - nad Humenným	Myjava - Kúty	Turiec - Vrútky	Kysuca - Považský Chlmec	Stará Žitava - Dvory nad Žitavou
X (JTSK)	-467789	-459201	-230713	-211659	-576539	-430838	-443448	-489630
Y (JTSK)	-1284137	-1325929	-1226009	-1217084	-1225716	-1187530	-1170237	-1304465
Dátum odberu	4.8.2009	4.8.2009	5.8.2009	5.8.2009	11.8.2009	7.8.2009	7.8.2009	4.8.2009
Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,69	0,26	0,10	0,04	0,11	0,14	0,13	0,07
Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	18	19	50	40	28	26	62	29
Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	69	44	27	20	22	31	36	27
Sb (mg.kg <sup>-1</sup> )	15,0	9,0	0,4	0,3	0,6	0,7	0,7	0,6
Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	1,1
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	546	360	90	66	226	137	159	137



## Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves

Geoanalytické laboratóriá

Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025

Referenčné laboratórium MŽP SR

### Protokol o skúške č.: 09/00475

Strana č. 1 z počtu 1

Výtlačok č. 1 z počtu 3

#### Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA  
(meno a adresa) Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava

Dátum prevzatia vzorky: 07.08.09

Odosielať:

Dátum vykonania skúšok od: 07.08.09

Zmluva / objednávka: ČMS-GFŽP-subs7

do: 03.11.09

Zákazka: 09-00730 ČMS GFŽP-subs. 07

Dátum vystavenia protokolu: 03.11.09

Počet vzoriek: 34

#### Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	Na [%]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Fe [%]	Mn [%]	Al [%]
1	09-004441	12	0.90	0.93	7.11	2.16	1.13	0.055	2.94
2	09-004442	50	0.85	1.32	4.76	1.17	2.28	0.098	4.84
3	09-004443	59	0.79	1.50	4.37	1.13	2.64	0.238	5.33
4	09-004444	1	0.80	1.85	7.34	2.43	3.25	0.147	6.07
5	09-004445	13	0.84	1.04	6.08	1.88	1.31	0.071	3.41
6	09-004446	47	0.86	0.95	7.05	2.43	2.09	0.084	3.50
7	09-004447	53	0.92	1.59	2.09	1.03	3.15	0.091	6.34
8	09-004448	26	0.98	1.23	1.83	0.84	3.64	0.115	5.68
9	09-004449	25	0.88	1.60	1.59	0.80	3.89	0.289	6.40
10	09-004450	52	1.07	1.71	2.37	1.36	3.24	0.082	6.71
11	09-004451	24	0.54	1.55	5.30	1.79	2.47	0.121	5.18
12	09-004452	23	1.23	1.76	1.41	0.88	3.50	0.097	6.86
13	09-004453	27	1.50	2.07	1.29	1.10	3.40	0.078	8.01
14	09-004454	28	1.70	1.31	2.20	2.56	2.89	0.089	6.22
15	09-004455	29	0.63	2.26	1.46	0.79	3.83	0.194	6.92
16	09-004456	36	0.92	1.72	2.06	0.98	2.59	0.067	5.78
17	09-004457	35	0.89	1.61	2.13	1.10	2.38	0.082	4.97
18	09-004458	40	0.79	1.83	1.63	0.83	3.02	0.128	6.19
19	09-004459	45	0.75	1.96	1.02	0.86	3.46	0.135	6.88
20	09-004460	44	0.73	2.27	0.83	1.09	4.30	0.186	8.04
21	09-004461	43	0.77	1.92	1.00	0.85	3.38	0.098	6.85
22	09-004462	42	0.77	1.31	1.11	0.68	2.63	0.107	4.73
23	09-004463	55	0.83	1.33	2.46	0.72	2.37	0.074	4.58
24	09-004464	38	0.65	1.74	2.21	0.68	2.86	0.120	5.46
25	09-004465	60	0.69	1.36	0.58	0.33	1.72	0.047	4.10
26	09-004466	54	0.98	1.93	1.92	0.91	2.84	0.090	6.19
27	09-004467	37	0.74	1.22	1.55	0.67	2.26	0.059	4.07
28	09-004468	32	0.95	1.36	3.15	1.19	2.39	0.090	4.45
29	09-004469	33	0.70	2.37	0.67	0.91	5.43	0.144	7.57
30	09-004470	34	0.90	1.61	2.41	0.75	2.09	0.070	4.89
31	09-004471	31	1.27	1.16	0.66	0.57	1.35	0.031	3.99
32	09-004472	30	1.33	1.65	2.19	1.26	2.39	0.055	6.18
33	09-004473	6	1.43	1.51	1.10	0.66	2.17	0.074	5.92
34	09-004474	5	1.48	1.71	3.53	2.51	2.08	0.048	5.67

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV  
DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálne centrum  
Geoanalytické laboratóriá  
052 40 SPIŠSKÁ NOVÁ VES



## Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves  
Geoanalytické laboratóriá  
Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025  
Referenčné laboratórium MŽP SR

### Protokol o skúške č.: 09/00476

Strana č. 1 z počtu 1  
Výtlačok č. 1 z počtu 3

#### Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA  
(meno a adresa) Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava  
Odosielateľ:  
Zmluva / objednávka: ČMS-GFŽP-subs7  
Zákazka: 09-00730 ČMS GFŽP-subs. 07  
Počet vzoriek: 34

Dátum prevzatia vzorky: 07.08.09  
Dátum vykonania skúšok od: 07.08.09  
do: 03.11.09  
Dátum vystavenia protokolu: 03.11.09

#### Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ni [mg/kg]
1	09-004441	12	2.3	<0.1	4	93	8	0.03	11
2	09-004442	50	17.6	0.3	9	88	26	2.79	20
3	09-004443	59	12.2	0.6	11	68	27	0.07	29
4	09-004444	1	11.2	0.9	12	90	61	0.45	44
5	09-004445	13	4.9	0.2	5	56	10	0.26	16
6	09-004446	47	2.7	0.1	7	66	8	0.05	14
7	09-004447	53	22.9	1.0	13	51	45	0.26	19
8	09-004448	26	5.6	2.3	12	57	31	0.08	13
9	09-004449	25	15.0	10.2	18	44	209	0.21	17
10	09-004450	52	30.8	1.6	14	45	77	0.69	18
11	09-004451	24	6.8	<0.1	7	76	14	0.07	25
12	09-004452	23	14.6	0.4	11	97	26	0.35	24
13	09-004453	27	13.9	0.4	12	70	29	0.43	27
14	09-004454	28	7.1	0.1	12	75	17	0.08	20
15	09-004455	29	52.5	0.5	17	116	70	1.66	54
16	09-004456	36	8.7	0.4	12	90	28	0.36	36
17	09-004457	35	14.2	0.6	11	114	47	0.87	40
18	09-004458	40	13.7	0.2	10	129	26	0.13	48
19	09-004459	45	11.1	0.3	13	103	37	0.11	49
20	09-004460	44	13.2	0.4	17	115	37	0.11	60
21	09-004461	43	8.6	0.1	12	91	30	0.12	44
22	09-004462	42	6.2	0.1	10	83	21	0.12	35
23	09-004463	55	6.4	0.1	9	81	21	0.04	40
24	09-004464	38	8.1	0.2	12	102	24	0.10	45
25	09-004465	60	83.5	<0.1	10	87	15	0.04	21
26	09-004466	54	7.3	0.2	12	113	22	0.10	50
27	09-004467	37	5.9	<0.1	10	117	21	0.07	47
28	09-004468	32	15.1	0.3	7	108	108	8.30	27
29	09-004469	33	63.9	1.1	50	79	457	1.48	43
30	09-004470	34	6.6	0.2	8	105	20	0.15	32
31	09-004471	31	3.4	<0.1	5	73	8	0.02	17
32	09-004472	30	7.8	0.2	12	67	36	0.18	39
33	09-004473	6	5.9	0.2	7	54	17	0.08	23
34	09-004474	5	8.1	0.1	8	53	13	0.07	24

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV  
DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálne centrum  
geoanalytické laboratóriá  
052 40 SPIŠSKÁ NOVÁ VES





**Štátny geologický ústav Dionýza Štúra**  
Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves  
Geoanalytické laboratóriá  
Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025  
Referenčné laboratórium MŽP SR

### Protokol o skúške č.: 09/00477

Strana č. 1 z počtu 1  
Výťahok č. 1 z počtu 3

#### Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA  
(meno a adresa) Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava  
Odosielateľ:  
Zmluva / objednávka: ČMS-GFŽP-sub57  
Zákazka: 09-00730 ČMS GFŽP-sub5.07  
Počet vzoriek: 34

Dátum prevzatia vzorky: 07.08.09  
Dátum vykonania skúšok od: 07.08.09  
do: 03.11.09  
Dátum vystavenia protokolu: 03.11.09

#### Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	Pb [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Se [mg/kg]	Zn [mg/kg]	H2O 110°C [%]	str.žih. 450°C [%]	str.žih. > 450°C [%]
1	09-004441	12	11	0.4	<0.1	30	0.54	1.39	10.98
2	09-004442	50	25	0.5	0.5	143	2.36	6.82	6.04
3	09-004443	59	27	0.6	1.1	137	3.51	11.89	5.10
4	09-004444	1	48	0.9	0.7	355	2.96	9.16	10.90
5	09-004445	13	15	0.4	0.1	64	0.84	2.48	9.39
6	09-004446	47	15	0.3	<0.1	61	0.37	1.20	10.87
7	09-004447	53	44	9.0	0.2	360	2.69	5.89	2.71
8	09-004448	26	121	0.5	<0.1	463	1.84	3.49	1.31
9	09-004449	25	1019	5.0	0.1	1490	2.28	4.12	1.26
10	09-004450	52	69	15.0	0.3	546	2.50	7.02	2.96
11	09-004451	24	19	0.6	0.2	68	1.95	3.91	8.42
12	09-004452	23	69	6.0	0.2	216	2.93	11.90	2.18
13	09-004453	27	34	0.8	0.2	161	2.37	8.91	2.26
14	09-004454	28	27	0.8	0.1	89	1.32	7.02	2.72
15	09-004455	29	44	22.0	0.3	286	3.76	17.22	3.04
16	09-004456	36	25	1.1	0.2	124	2.19	4.06	3.59
17	09-004457	35	33	5.0	0.1	189	1.42	4.40	3.77
18	09-004458	40	32	0.7	0.3	142	2.46	5.15	2.85
19	09-004459	45	29	0.4	0.2	114	2.40	5.52	2.53
20	09-004460	44	33	0.5	0.5	133	2.57	5.81	2.80
21	09-004461	43	27	0.4	0.3	110	2.40	6.64	2.42
22	09-004462	42	24	0.3	0.2	97	1.74	3.54	1.96
23	09-004463	55	20	0.3	0.3	66	1.36	2.45	3.68
24	09-004464	38	25	0.4	0.4	103	3.24	7.05	3.51
25	09-004465	60	20	0.2	0.1	85	1.61	2.50	1.32
26	09-004466	54	27	0.4	0.3	90	2.28	5.04	3.37
27	09-004467	37	16	0.3	0.2	61	1.24	1.98	2.61
28	09-004468	32	46	15.0	0.3	159	1.08	3.31	5.22
29	09-004469	33	79	48.0	0.2	791	3.69	13.61	3.29
30	09-004470	34	20	0.6	0.1	81	1.39	3.11	3.57
31	09-004471	31	10	0.3	<0.1	37	0.57	1.12	1.20
32	09-004472	30	30	1.1	0.3	167	2.09	7.63	3.73
33	09-004473	6	26	1.3	0.1	90	2.33	9.16	2.06
34	09-004474	5	22	0.7	<0.1	87	1.87	5.88	7.37

Tel.: +421 53 4426096

Fax: +421 53 4426096

e-mail: secretary.gai@geology.sk

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV  
DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálny ústredný  
Geoanalytický laboratórium  
052 40 SPIŠSKÁ NOVÁ VEĽ



## Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves

Geoanalytické laboratóriá

Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025

Referenčné laboratórium MŽP SR

### Protokol o skúške č.: 09/00478

Strana č. 1 z počtu 1

Výtlačok č. 1 z počtu 3

#### Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ:  
(meno a adresa) ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA  
Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava

Odosielať:  
Zmluva / objednávka: ČMS-GFŽP-subs7

Zákazka: 09-00755 ČMS - GFŽP-subs.07

Počet vzoriek: 15

Dátum prevzatia vzorky: 24.08.09

Dátum vykonania skúšok od: 24.08.09

do: 03.11.09

Dátum vystavenia protokolu: 03.11.09

#### Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	Na [%]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Fe [%]	Mn [%]	Al [%]
1	09-004654	51	1.46	1.79	3.04	1.74	1.91	0.042	5.82
2	09-004655	19	1.05	1.80	2.24	1.48	2.90	0.056	6.10
3	09-004656	20	0.74	1.76	3.43	1.85	2.84	0.049	5.64
4	09-004657	8	0.81	1.08	2.85	0.93	1.55	0.063	3.66
5	09-004658	57	0.99	1.13	7.24	2.96	2.45	0.052	4.90
6	09-004659	48	0.74	1.65	3.57	1.39	2.45	0.080	5.52
7	09-004660	58	0.53	1.91	2.75	1.05	3.30	0.074	6.78
8	09-004661	49	0.66	1.07	7.08	1.85	1.41	0.042	3.38
9	09-004662	14	0.69	1.71	3.19	0.99	3.03	0.046	6.37
10	09-004663	15	0.81	1.84	2.92	1.02	2.77	0.057	6.07
11	09-004664	11	0.83	1.34	6.64	2.04	1.73	0.055	4.06
12	09-004665	56	0.60	1.35	3.61	0.81	1.75	0.069	3.71
13	09-004666	3	0.89	1.52	1.13	0.58	2.21	0.094	4.40
14	09-004667	2	0.75	1.82	2.92	1.23	2.84	0.130	5.66
15	09-004668	46	0.88	0.75	7.33	2.81	3.12	0.133	3.73

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV  
DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálne centrum  
Geoanalytické laboratóriá  
052 40 SPIŠSKÁ NOVÁ VES



## Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves

Geoanalytické laboratóriá

Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025

Referenčné laboratórium MŽP SR

### Protokol o skúške č.: 09/00479

Strana č. 1 z počtu 1

Výtlačok č. 1 z počtu 3

#### Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA  
(meno a adresa) Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava

Odosielateľ:

Zmluva / objednávka: ČMS-GFŽP-subs7

Zákazka: 09-00755 ČMS - GFŽP-subs.07

Počet vzoriek: 15

Dátum prevzatia vzorky: 24.08.09

Dátum vykonania skúšok od: 24.08.09

do: 03.11.09

Dátum vystavenia protokolu: 03.11.09

#### Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ni [mg/kg]
1	09-004654	51	6.1	0.2	6	39	12	0.04	13
2	09-004655	19	30.6	0.4	9	66	63	0.16	26
3	09-004656	20	38.5	0.5	12	68	106	0.78	29
4	09-004657	8	6.1	0.1	7	137	18	0.06	22
5	09-004658	57	4.3	0.4	9	66	30	0.14	26
6	09-004659	48	9.7	0.4	9	104	36	0.28	43
7	09-004660	58	7.2	0.4	15	108	48	0.13	52
8	09-004661	49	4.2	0.3	6	69	21	0.07	25
9	09-004662	14	44.4	0.3	10	70	93	25.6	28
10	09-004663	15	25.6	0.3	10	89	36	3.32	30
11	09-004664	11	5.9	0.4	7	76	27	0.12	27
12	09-004665	56	4.4	0.2	6	102	24	0.11	28
13	09-004666	3	4.3	0.2	8	95	20	0.19	26
14	09-004667	2	9.1	0.4	10	93	37	0.14	41
15	09-004668	46	2.6	<0.1	5	71	7	0.09	16

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV  
DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálne centrum  
Geoanalytické laboratóriá  
052 40 Spišská Nová Ves



## Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves  
Geoanalytické laboratóriá  
Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025  
Referenčné laboratórium MŽP SR

### Protokol o skúške č.: 09/00480

Strana č. 1 z počtu 1  
Výtlačok č. 1 z počtu 3

#### Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: (meno a adresa)	ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava	Dátum prevzatia vzorky:	24.08.09
Odosielateľ:		Dátum vykonania skúšok od:	24.08.09
Zmluva / objednávka:	ČMS-GFŽP-sub57	do:	03.11.09
Zákazka:	09-00755 ČMS - GFŽP-sub57	Dátum vystavenia protokolu:	03.11.09
Počet vzoriek:	15		

#### Výsledky skúšok

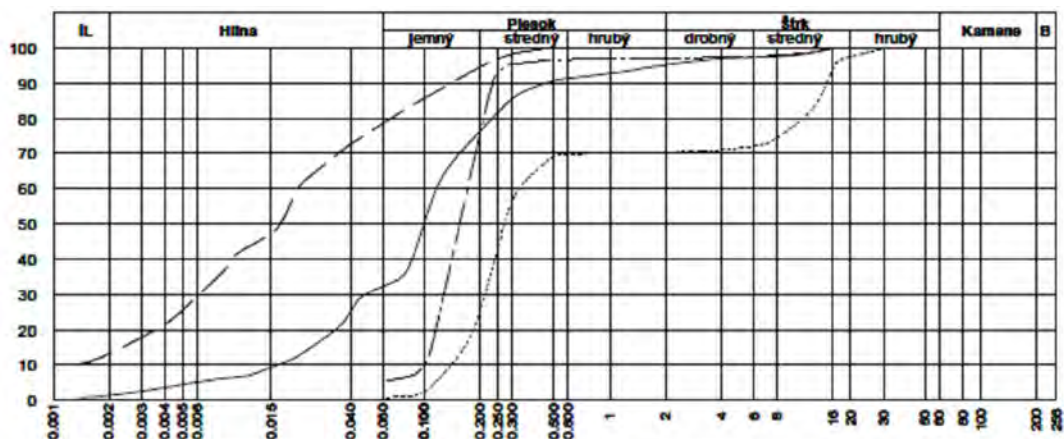
P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	Pb [mg/kg]	Sb [mg/kg]	Se [mg/kg]	Zn [mg/kg]	H <sub>2</sub> O 110°C [%]	str.žih. 450°C [%]	str.žih. > 450°C [%]
1	09-004654	51	26	0.8	0.1	91	1.42	4.73	5.69
2	09-004655	19	56	21.7	0.1	259	3.14	13.00	4.19
3	09-004656	20	66	19.1	0.1	326	3.37	13.47	6.46
4	09-004657	8	18	0.4	0.2	59	0.98	1.57	4.48
5	09-004658	57	31	0.7	0.4	137	1.93	7.06	12.22
6	09-004659	48	32	3.4	0.5	131	2.44	7.39	5.98
7	09-004660	58	36	0.7	0.3	159	3.25	8.37	4.81
8	09-004661	49	18	0.9	0.3	73	1.14	3.70	10.93
9	09-004662	14	34	0.9	0.5	247	3.54	11.61	4.20
10	09-004663	15	31	0.8	0.2	190	3.34	10.11	4.13
11	09-004664	11	23	1.0	0.1	99	1.35	4.08	10.37
12	09-004665	56	22	0.6	0.2	226	1.51	3.52	4.49
13	09-004666	3	24	0.4	0.1	95	1.25	2.19	1.38
14	09-004667	2	31	0.5	0.3	156	2.48	5.23	4.44
15	09-004668	46	18	0.3	<0.1	59	0.41	1.07	10.73

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV  
DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálne centrum  
Geoanalytické laboratóriá  
052 40 Spišská Nová Ves

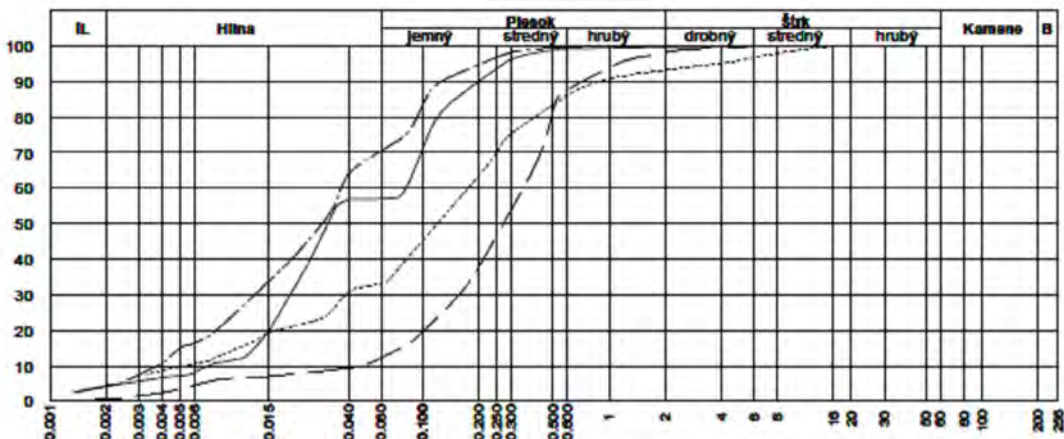
## Príl. 7.2: Analýza zrnitosti riečnych sedimentov v roku 2009

V roku 2009 bol okrem lokality Ipeľ – Rapovce (nedostatok materiálu) realizovaný zrnitostný rozbor riečnych sedimentov všetkých monitorovaných lokalít (laboratórium Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ) pod vedením RNDr. I. Dananaja, PhD. Graficky sú v prílohe prezentované krivky zrnitosti z jednotlivých lokalít. V tabuľke je uvedené percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií (íl – hlina, piesok, štrk).

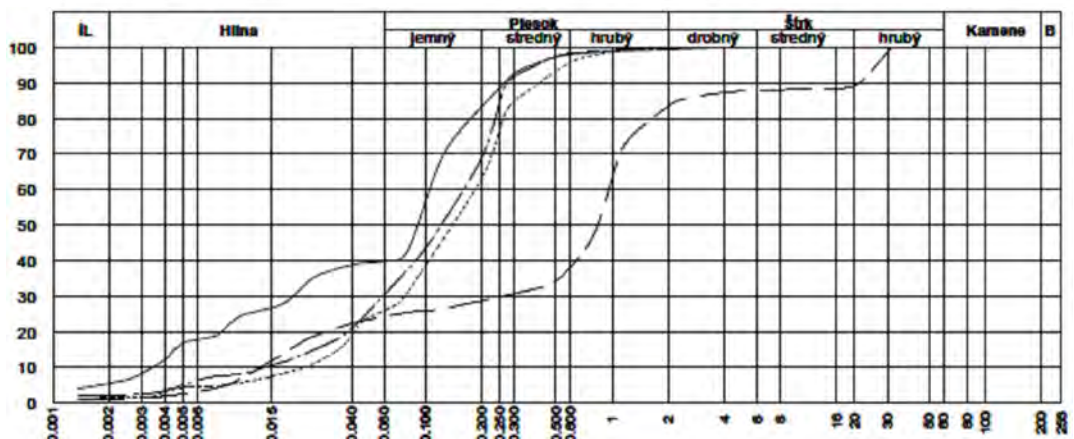
ID	Názov stanovišťa	íl a hlina [%]	Piesok [%]	Štrk [%]	ID	Názov stanovišťa	íl a hlina [%]	Piesok [%]	Štrk [%]
1	Malý Dunaj - Kolárovo	42	6	52	34	Torysa - Kendice	47	53	0
2	Morava - Devínska Nová Ves	55	41	4	35	Hornád - Krásna nad Hornádom	33	60	7
3	Morava - Gajary	34	64	2	36	Hornád - Ždaňa	70	30	0
5	Čierny Váh - nad nádržou Čierny Váh	23	64	13	37	Ondava - prítok do nádrže Domaša	20	80	0
6	Biely Váh - Važec	33	62	5	38	Ondava - Nižný Hrušov	82	18	0
8	Orava - Kraľovany	23	77	0	40	Ondava - Brehov	66	34	0
11	Váh - Hlohovec	67	34	0	42	Laborec - Lastomír	43	54	3
12	Váh - Selice	0	94	6	43	Uh - Pinkovce	74	26	0
13	Váh - Komárno	16	84	0	44	Latorica - Leleš	83	14	3
14	Nitra - Chalmová	78	22	0	45	Bodrog - Streda nad Bodrogom	78	22	0
15	Nitra - Lužianky	74	26	0	46	Dunaj - Bratislava (Petržalka)	0	70	30
19	Hron - Šáľková	40	60	0	47	Dunaj - Štúrovo	0	97	3
20	Hron - Sliač	25	59	16	48	Váh - Dubná skala	76	24	0
23	Ipeľ - Rapovce				49	Váh - Opatovce (Trenčín)	38	54	8
24	Ipeľ - Slovenské Ďarmoty	50	26	24	50	Nitra - pod Šuranmi (Nitr. Hrádok)	48	52	0
25	Štiavnica - ústie	30	70	0	51	Hron - Valkovňa	26	74	0
26	Ipeľ - Ipeľský Sokolec	23	76	1	52	Hron - Kalná nad Hronom	30	70	0
27	Rimava - Rimavské Jánovce	42	58	0	53	Hron - Kamenica	17	23	60
28	Muráň - Bretka	19	80	1	54	Topľa - pod Vranovom	87	13	0
29	Slaná - Čoltovo	64	36	0	55	Laborec - Humenné nad sútokom s Cirochou	22	28	50
30	Poprad - Veľká Lomnica	50	50	0	56	Myjava - Kúty	7	70	23
31	Poprad - Čirč	4	96	0	57	Turiec - Vrútky	43	57	0
32	Hornád - Krompachy (Kolinovce)	13	85	2	58	Kysuca - Považský Chlmec	93	7	0
33	Hnilec - prítok do nádrže Ružín	57	43	0	59	Stará Žitava - Dvory nad Žitavou	33	44	23



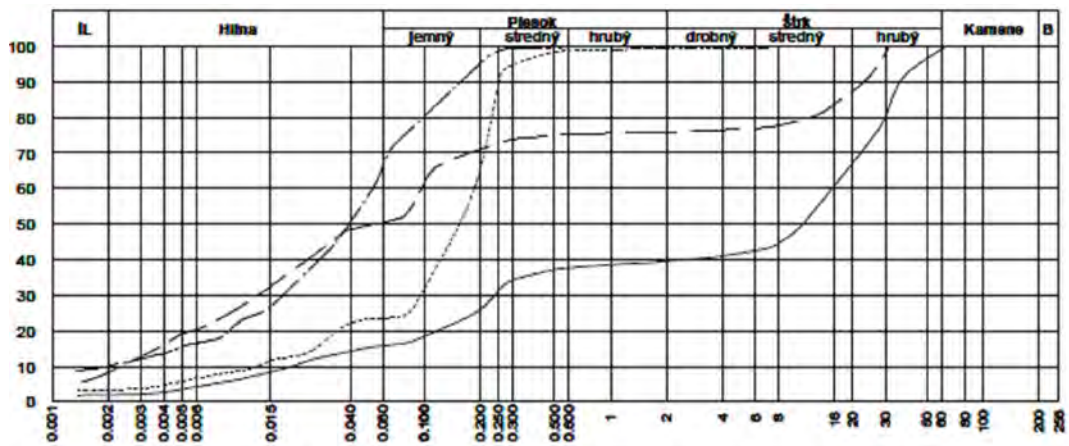
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Biely Váh	Vážec	—					S5	SC	Piesok ílovitý
Bodrog	Streda n. Bodrogom	—					F8	CI	Íl so strednou plasticitou
Dunaj	Petražalka	-----	2.33	1.00			S2	SP	Piesok zle zmený
Dunaj	Štúrovo	----					S3	S-F	Piesok s príj. jemn. zeminy



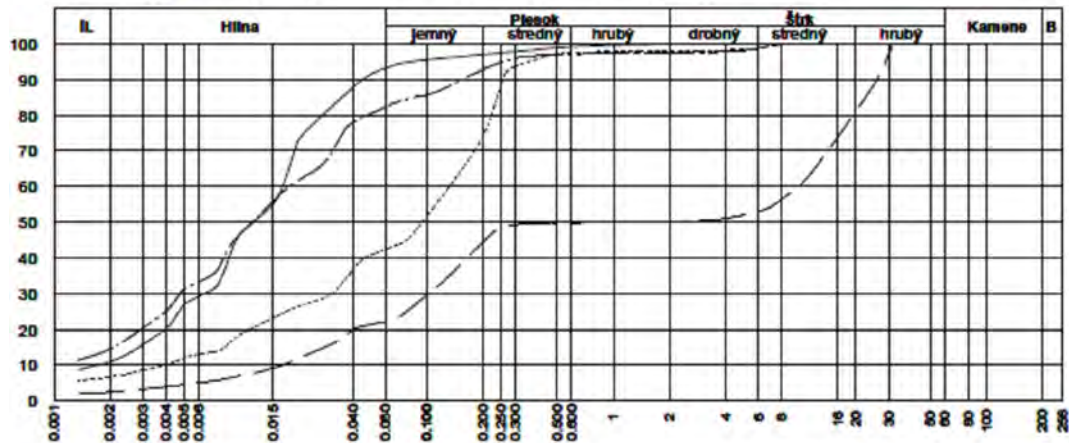
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Hnilec	Prítok do Ružina	—					F4	CS	Íl piesčitý
Hornád	Kolínovce	—					S3	S-F	Piesok s príj. jemn. zeminy
Hornád	Krásna nad H.	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Hornád	Ždaňa	----					F8	CI	Íl so strednou plasticitou



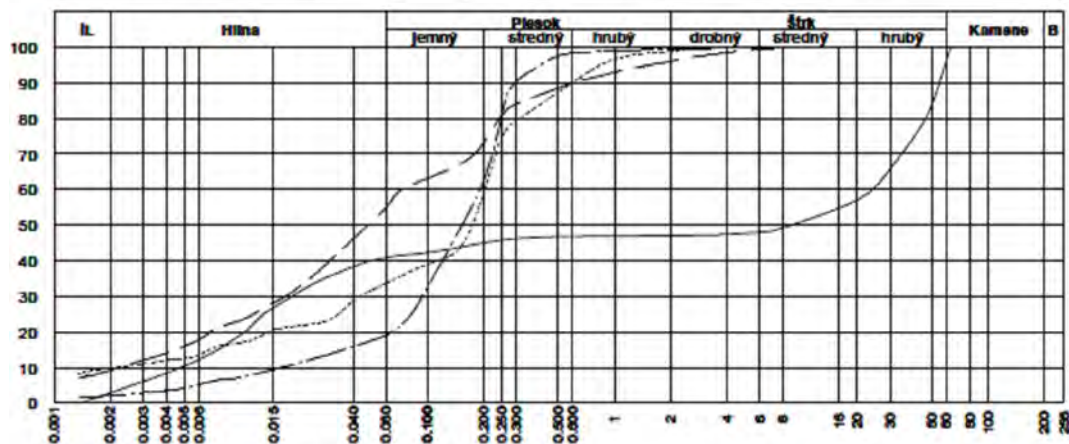
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Hron	Šľaková	—					F4	CS	Íl piesčitý
Hron	Šľach	—					S5	SC	Piesok ílovitý
Hron	Valkovňa	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Hron	Kálná n. Hronom	----					S5	SC	Piesok ílovitý



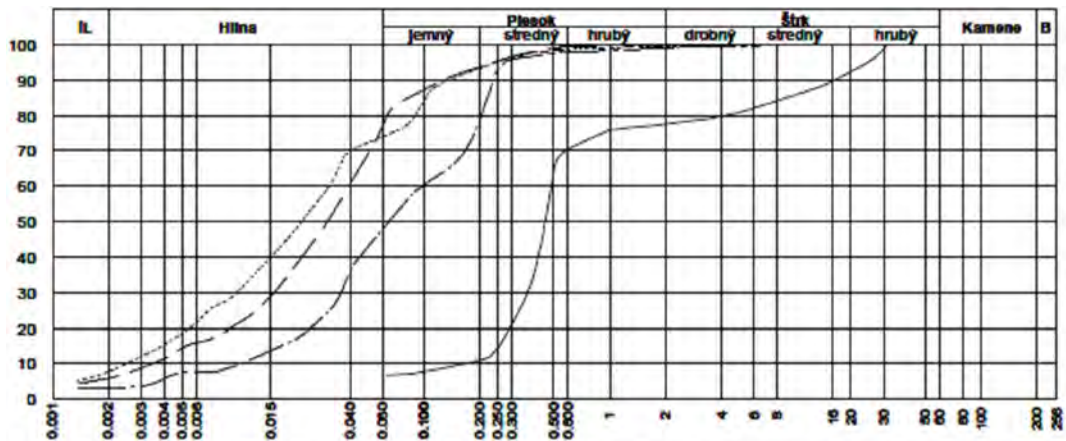
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Hron	Kamenica	—					G5	GC	Štrk ílovitý Cb(1%)
Ipeľ	Slovenské Čarmoty	—					F4	CS	Íl piesčitý
Ipeľ	Sokolec	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Kyjovský p.	N. Hrušov	----					F0	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Kysuca	Chlmec	—					F0	CI	Íl so strednou plasticitou
Laborec	nad Humenným	—					G5	GC	Štrk ílovitý
Laborec	Lastomír	-----					F4	CS	Íl piesčitý
Latorica	Leleš	----					F0	CI	Íl so strednou plasticitou



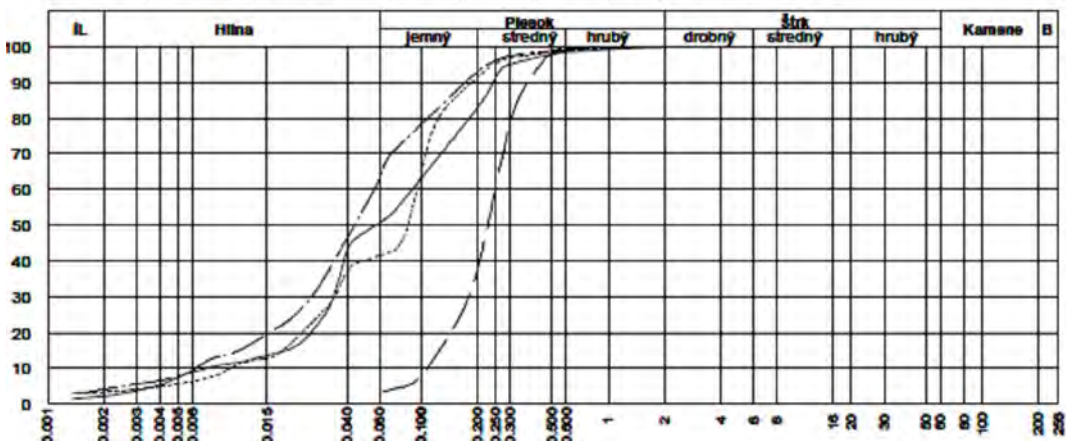
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Malý Dunaj	Kolárovo	—					F2	CG	Íl štrkovitý Cb(4%)
Morava	Devínska Nová Ves	—					F4	CS	Íl piesčitý
Morava	Gajary	-----					S5	SC	Piesok ílovitý
Muráň	Bretka	----					S5	SC	Piesok ílovitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Myjava	Kúty	—					S3	S-F	Piesok s prim. jemn. zeminy
Nitra	Chalmová	—					F6	Cl	Íl so strednou plasticitou
Nitra	Lužianky	-----					F6	Cl	Íl so strednou plasticitou
Nitra	pod Šuranmi	----					F4	CS	Íl piesčitý

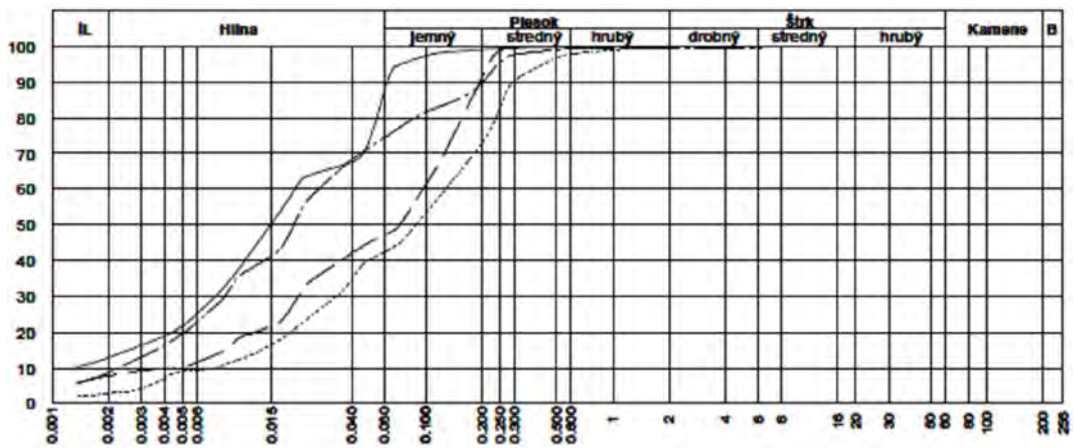


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Ondava	Prítok do Domaše	—					S5	SC	Piesok ílovitý
Ondava	N. Hrušov	—					F6	Cl	Íl so strednou plasticitou
Ondava	Brehov	-----					F6	Cl	Íl so strednou plasticitou
Orava	Kraľovany	----					S5	SC	Piesok ílovitý

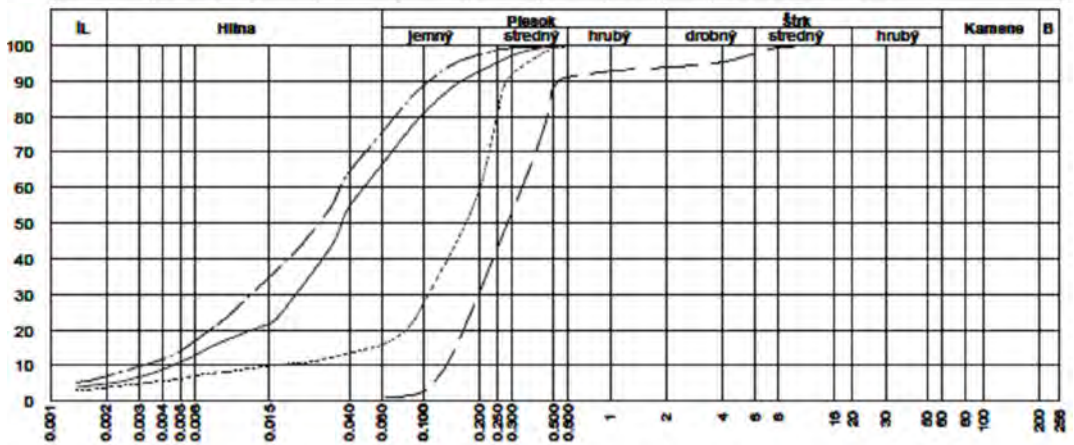


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Poprad	Veľká Lomnica	—					F4	CS	Íl piesčitý
Poprad	Čič	—	2.31	1.21			S2	SP	Piesok zle zmený
Rimava	Rim. Janovce	-----					F4	CS	Íl piesčitý
Slaná	Čotovo	----					F4	CS	Íl piesčitý

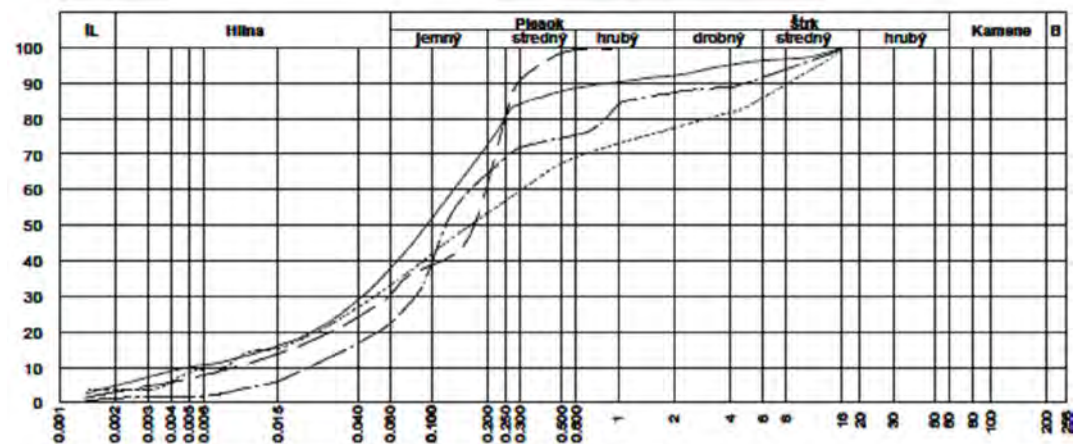




Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Topľa	pod Vranovom	—					F8	CI	íl so strednou plasticitou
Torysa	Kendice	—					F4	CS	íl piesčitý
Turiec	Vrútky	----					F4	CS	íl piesčitý
Uh	Pinkovce	----					F8	CI	íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Váh	Hlohovec	—					F8	CI	íl so strednou plasticitou
Váh	Selice	—	2.54	0.87			S2	SP	Piesok zle zmený
Váh	Komárno	----					S5	SC	Piesok ílovitý
Váh	Dubná skala	----					F8	CI	íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Váh	Opatovce	—					F4	CS	íl piesčitý
Štiavnica	Ústie	—					S5	SC	Piesok ílovitý
Žitava	Dvory n. Ž.	----					S5	SC	Piesok ílovitý
Čierny Váh	Nad nádržou	----					S5	SC	Piesok ílovitý

## Pril. 7.3: Charakteristika chemického zloženia tuhých zrážok

Lokalita

*Banský Studenec*

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
12.2.1976	3,9			17,98	0,1012	0,2859	25	3	-3,5	-6,5
14.1.1977	4			7,38	0,0378	0,0989	40	25	-2,5	-3
15.2.1978	4,9			24,12	0,1977	0,325	50	1	-5	-4,5
23.1.1979	4,6			13,9	0,0332	0,2191	25	10	-3,5	-3,5
1.2.1980	4,5			8,42	0,0249	0,1568	15	10	0	2
26.1.1981	4,5			16,72	0,0722	0,2697	22	15	-6	-6
26.1.1982	4,3			25,01	0,1013	0,3286	10	15	-9	-8
10.2.1983	4,4			7,2	0,0423	0,1189	15	32	-1,5	-1
2.2.1984	4,2			7,96	0,0265	0,126	60	2	-0,5	-0,7
24.1.1985	4,1			10,88	0,0328	0,1686	30	0	0	3
18.2.1986	4,5			6,31	0,0398	0,0952	26	31	-0,3	0
3.2.1987	4,2			7,41	0,028	0,1108	27	2	-2	-3
3.3.1988	4,35			9,72	0,0244	0,1394	0	18	-2	-4
22.2.1989	4,95			17,28	0,0367	0,2102	5	0	0	8
16.2.1990	4,45			7,08	0,0197	0,1087	10	15	-0,3	-1
22.2.1991	4,11			7,38	0,0061	0,1156	50	0	-6,5	-8
5.2.1992	4,75			12,11	0,057	0,1519	15	3	-2,5	-0,5
2.5.1993	4,4			11,1	0,0881	0,1622	6	0	0	4
26.1.1994	5,3			7,87	0,062	0,0788	10	0	-0,2	1
19.1.1995	4,47			4,59	0,0139	0,075	25	0,5	-6	-7,5
18.2.1996	4			8,85	0,031	0,1636			-2,5	-1,5
18.1.1997	4,38			5,93	0,0164	0,0899			-4	-5,5
27.1.1998	4,47		0,06	5,75	0,0295	0,0802	0	8	-4	-5
20.2.1999	4,37		0,04	9,63	0,0212	0,1351	50	0	0	3,5
4.2.2000	4,65	0,015	0,07	6,13	0,0531	0,0709	0	20	-7	-7

27.2.2001	4,2		0,065	11,52	0,0363	0,1119		13	-3	-3
18.1.2002	4,28		0,11	6,66	0,008	0,1043		25	-8	-4
15.1.2003	4,43		0,045	2,76	0,0139	0,0464		8	0	4
23.1.2004	4,38		0,07	3	0,0036	0,048		30	-11	-8
2.2.2005	4,36		0,07	2,8	0,0056	0,0458	0	25	-1	-11
3.2.2006	4,39		0,065	3	0,0053	0,0502		60	-7	-5
21.2.2007	5,04	0,04	0,01	5	0,0251	0,0216		5	0	5
12.2.2009	5,16	0,01	0,06	2,86	0,0195	0,019	10	15	-0,5	-4
27.1.2010	4,1	-0,01	0,12	7,88	0,0452	0,0905	3	2	-9	-16

Summary pre lokalitu - Banský Studenec (34 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,44**      **0,01**      **0,07**      **9,18**      **0,04**      **0,13**                      **20,35**                      **12,3**      **-3,19**                      **-2,84**

**Lokalita**

**Branisko**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
15.1.1976	4,1			19,66	0,0597	0,296	20	30	-4	-7
17.12.1976	4,25			13,22	0,132	0,1972	3	8	-4	-5
18.2.1978	4,25			17,09	0,0838	0,2744	30	10	-6	-6
27.1.1979	4,1			9,65	0,0208	0,1717	25	5	-1,5	-2
25.2.1980	6,1			24,29	0,4326	0,2236	15	0	-3	-4
28.1.1981	4,91			22,58	0,146	0,3298	5	15	-8	-10
28.1.1982	4,92			21,48	0,1683	0,2572	5	10	-9	-9
28.2.1983	5,5			15,94	0,1569	0,1825	25	0	0	-0,5
5.2.1984	4,9			12,54	0,1004	0,1484	10	1	-0,8	-2
16.2.1985	4,45			7,63	0,0393	0,1175	15	25	-11	-13
19.2.1986	4,75			7,36	0,0373	0,0929	18	7	-1	-1
16.2.1987	4,9			7,22	0,0401	0,0853	13	0	0	4
19.3.1988	6			9,73	0,0744	0,0852	14	0	-0,5	2,5
24.2.1989	5,95			16,45	0,1008	0,1852	20	0	0	5
7.3.1990	7,65			66,85	0,6419	0,2581	5	0	0	6,8
27.2.1991	6,17			10,6	0,0774	0,0997	20	2	-1	-2
6.3.1993	7,3			35,44	0,2521	0,3114	0	3	-2	-2
28.1.1994	4,8			8,85	0,0754	0,1173	1	8	-3,2	-3,5

9.3.1995	5,85			22,19	0,2164	0,1682	0	2	0	2
21.2.1996	6,85			19,58	0,1801	0,1772			-4	-3
31.1.1997	4,07			12,2	0,0345	0,1938			0	1,2
29.1.1999	4,46		0,06	7,23	0,0339	0,1049	5	15	-6	-5
3.2.2000	5,26	0,025	0,035	9,08	0,0858	0,1047	0	60	-0,5	-1,5
15.3.2001	5,25	0,03	0,08	5,65	0,0352	0,034		5	0	7
16.1.2002	4,86	0,02	0,07	8,02	0,0404	0,0904		20	-4	-2
13.1.2003	6,25	0,05	0,03	6,55	0,0694	0,0413	20	5	-5	-9
29.1.2004	4,3		0,075	5,84	0,0216	0,0956	15	5	-2	-4
9.2.2005	4,43		0,055	3,7	0,0176	0,0574	0	25	-10	-6
17.2.2006	4,37		0,06	7,4	0,0459	0,1118	30	10	-2	-4
22.2.2007	4,39	0,03	0,04	7	0,0261	0,0752		3	0	4
4.3.2009	6,02	0,01	0,06	4,56	0,0365	0,0491	0	10	0	2
23.2.2010	4,66	0,02	0,03	4,25	0,0229	0,023	5	9	-1	2

Summary pre lokalitu - Branisko (32 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,19**      **0,03**      **0,05**                      **14,06**      **0,11**                      **0,15**                      **11,81**                      **9,77**                      **-2,8**                      **-2,03**

**Lokalita**

**Bratislava-Slovnaft**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
18.1.1979	6,5			60,55	0,5138	0,8176	20	5	-9	-12
29.1.1980	6,7			40,65	0,3843	0,4785	5	3	-2	-5
23.1.1981	6,51			52,3	0,5047	0,6686	10	0	-2,5	-3
7.2.1983	5,45			14,4	0,0796	0,1444	0	15	-1,5	-1
31.1.1984	5,2			27,29	0,2579	0,3541	3	10	-0,5	-0,5
18.1.1985	4,4			35,51	0,2049	0,5212	20	0	-8	-8
13.2.1986	5,05			31,14	0,2585	0,4026	10	0	-4,3	-3,5
29.1.1987	7,4			47,25	0,4999	0,2855	35	0,5	-5	-2,5
26.2.1988	8,05			27,63	0,292	0,2565	0	8	0	2
14.2.1990	8,78			13,82	0,1543	0,0642	0	2	0	6,5
3.12.1990	5,78			24,59	0,2458	0,1984	0	7	-0,5	0,5
9.2.1991	4,55			8,67	0,0431	0,1205	0	15	-1	-1,5
21.1.1992	7,3			32,71	0,336	0,2042	0	1	-3	-3

21.2.1992	4,52			16,34	0,0531	0,2521	0	7	-0,3	1
15.2.1994	6,5			24,27	0,2531	0,2205	0	2	-4	-6,5
11.1.1995	5,75			11,44	0,0946	0,1248	5	10	-0,5	1,5
26.1.1996	4,85			8,41	0,0388	0,1124			-4	-6
20.1.1997	5,46			70,27	0,6079	0,978			-1	0
3.2.1999	7,5	0,05	0,015	40,28	0,4088	0,5431	2	0	0	4
3.1.2000	6,42	0,06	0,03	14,28	0,1384	0,1291	5	5	-1,5	-1,5
1.3.2001	5,5	0,02	0,04	10,26	0,0605	0,1146		3	0	4
9.1.2002	8,92	0,17	0	32,83	0,3141	0,2817		5	-0,5	-0,5
14.1.2003	5,19	0,035	0,05	9,1	0,0949	0,0887		12	-2	-5
21.1.2004	4,5		0,045	4,76	0,0139	0,0704	10	3	-1	-1
1.2.2005	6	0,04	0,03	11,7	0,1091	0,1161	0	5	-0,5	-1
2.3.2006	7,35	0,096	0,04	17,1	0,1017	0,0772			-1	4
26.2.2007	5,91	0,07	0,02	9	0,0524	0,0498		2	0	5
11.2.2009	7,01	0,26	0,05	27,56	0,2787	0,0752	4	0	0	3
4.2.2010	4,78	0,02	0,1	10	0,0554	0,1131	6	10	-3	-1

Summary pre lokalitu - Bratislava-Slovnaft (29 jed notlivých záznamov)

**priemer**                      **6,13**      **0,08**      **0,04**      **25,31**      **0,22**      **0,27**                      **6,14**                      **5,02**                      **-1,95**                      **-1,07**

**Lokalita**                      **Bratislava-Železna stu**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
21.1.1976	3,9			14,27	0,0747	0,2495	15	0	0	4
11.1.1977	4,6			44,65	0,2846	0,5307	15	2	-1,5	-1,5
13.2.1978	4,65			30,08	0,2957	0,4371	20	5	-0,5	-1
19.1.1979	4,8			25,12	0,2409	0,3443	15	30	-7	-9
28.1.1980	4,8			26,65	0,1461	0,3494	8	4	-5	-4
24.1.1981	5,15			23,59	0,1328	0,3482	1	11	-0,5	-1
23.2.1982	3,91			30,53	0,1935	0,452	1	5	-1	-1
8.2.1983	4,7			11,83	0,0356	0,1112	0	26	-1,5	-1
31.1.1984	4,2			19,63	0,0835	0,2853	10	16	-0,5	-0,5
18.1.1985	4,1			19,82	0,0827	0,2885	25	0	-7	-6,5
13.2.1986	4,1			13,03	0,0625	0,1956	15	0	-3	-3,5

30.1.1987	4			13,47	0,0313	0,2163	40	5	-14	-15
26.11.1988	4,1			9,91	0,035	0,1653	0	26	-0,5	1
13.2.1990	4,6			11,4	0,0157	0,1543	0	8	-0,5	-1,5
20.12.1990	4,32			22,58	0,0588	0,343	0	20	0	0
20.2.1991	4,3			8,7	0,0349	0,1339	20	0	-3	-1
22.1.1992	6			78,73	0,4734	0,922	0	2	-1	-0,5
24.1.1992	6,85			17,19	0,0864	0,1523	0	3	-0,2	-0,1
15.2.1994	4,9			13,82	0,092	0,1575	0	8	-2	-5
12.1.1995	4,4			9,2	0,0153	0,1387	5	20	-0,5	-0,5
26.1.1996	4,35			7,84	0,0353	0,1225			-3,5	-5
4.2.1997	3,91			15,96	0,0358	0,2559			-1,5	1
3.2.1998	4,48		0,14	22,03	0,1103	0,3028	0	15	-0,5	1,5
3.2.1999	4,38		0,1	9,87	0,0227	0,1422	15	0	0	2,5
3.2.2000	4,2		0,05	6,18	0,0292	0,0984	20	5	-1,5	-2,5
26.2.2001	4,5		0,05	10,56	0,0381	0,1205		8	0	3
23.1.2002	4,68	0,01	0,06	5,51	0,0036	0,0668		8	0	3
14.1.2003	4,46		0,07	3,97	0,0233	0,0609		28	-1	-3
21.1.2004	4,46		0,045	3,3	0,0051	0,0511	5		-1	-2
3.2.2005	4,25		0,065	5,6	0,0227	0,0873	2	21	-2	-2
2.3.2006	4,62	0,014	0,05	9,2	0,0161	0,0443		40	-0,5	3
26.2.2007	6,69	0,18	0,03	18	0,1526	0,0329		8	0	4
26.2.2009	4,79	-0,01	0,08	6,94	0,0338	0,0863	15	40	0	0
4.2.2010	4,32	-0,01	0,13	9,82	0,0517	0,1484	8	15	-4	-2

Summary pre lokalitu - Bratislava-Železna studni ka (34 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,6**      **0,04**      **0,07**      **17,03**      **0,09**      **0,22**                      **9,44**                      **12,23**                      **-1,9**                      **-1,36**

**Lokalita**

**Cejkov**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
15.1.1976	4,3			19,63	0,1013	0,2869	4	0	0	-1
17.2.1978	4,6			21,81	0,1645	0,3165	5	15	-2	-3
25.1.1979	4,6			11,05	0,0482	0,1766	10	3	-1	-1
27.2.1981	4,61			22,98	0,1112	0,3552	8	12	-4	-3

27.1.1982	6,34			33,46	0,2815	0,3108	5	15	-6	-5
28.2.1983	5,45			13,61	0,0954	0,136	3	0,5	0	1,5
5.2.1984	4,25			12,75	0,0307	0,2028	10	0	0	1,5
15.2.1985	4,6			15,8	0,0765	0,2321	25	25	-10	-10
20.2.1986	4,65			14,26	0,1008	0,1913	13	6	-2	-2
13.2.1987	4,1			14,95	0,0608	0,2497	40	0	0	6
18.3.1988	4,75			10,71	0,0443	0,1293	3,5	0	-1	3
23.2.1989	5,45			17,34	0,0896	0,173	8	0	0	2
24.1.1990	4,9			31,97	0,1054	0,3693	1	0	0	1
26.2.1991	4,58			7,12	0,0179	0,0968	12	0	0	6
23.2.1994	4,1			11,75	0,0708	0,1958	15	0	-0,5	1
26.1.1995	4,85			7,3	0,0343	0,0953	4	0	0	4
21.2.1996	5,75			15,39	0,1233	0,1435			-1,5	-2
17.1.1997	4,36			7,17	0,0191	0,1122			-0,7	-1,5
7.2.1998	3,98		0,19	29,64	0,0976	0,4175	0	7	-0,3	0
13.1.1999	4,83	0,02	0,12	9,84	0,0517	0,109	1	10	-0,2	1,4
2.2.2000	4,43		0,12	16,9	0,1158	0,243	0	25	0	1,5
16.1.2002	3,78		0,18	25,03	0,0991	0,3923		10	-3	-3,5
13.1.2003	4,45		0,06	4,22	0,0169	0,0693	18		-5	-13
29.1.2004	4,6	0,005	0,05	4,61	0,0166	0,0627	6	3	-1	-1
8.2.2005	4,28		0,075	7,7	0,0403	0,1141	0	10	-3	-10
16.2.2006	4,22		0,14	8,7	0,0234	0,1379	15	5	-3,5	-5,5
5.3.2009	5,91	0,02	0,09	3,46	0,0258	0,0211	0	7	0	3
22.2.2010	4,71	0,02	0,04	4,89	0,0244	0,0438	5	16	-1	6

Summary pre lokalitu - Cejtkov (28 jednotlivých záz namov)

**priemer**                      **4,69**      **0,02**      **0,11**      **14,43**      **0,07**      **0,19**                      **8,46**                      **6,78**                      **-1,63**                      **-0,84**

**Lokalita**                      **ertovica**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
17.1.1976	4			8,86	0,032	0,1511	30	20	-9	-6
15.12.1976	4,15			8,36	0,0511	0,1302	30	20	-6	-6,5
19.2.1978	4,6			20,08	0,1828	0,2825	60	25	-12	-11

13.2.1979	7,4			23,92	0,1087	0,2636	60	10	-1	-2
27.2.1980	4,3			16,4	0,0912	0,275	65	0	-2,5	-3
4.3.1981	4,4			17,42	0,0862	0,2972	60	20	-4,5	-5
29.1.1982	4,23			10,81	0,0207	0,1775	60	30	-9	-8,5
13.2.1983	4,9			5,94	0,0547	0,0677	67	25	-6,5	-6
8.2.1984	4,8			3,9	0,0153	0,0454	35	35	-6	-6
19.2.1985	4,2			8,39	0,0298	0,1371	12	40	-7	-17
22.2.1986	5,2			44,28	0,1673	0,728	80	5	-5	-6,5
12.2.1987	3,95			10,69	0,0239	0,1901	85	0	-0,5	0
16.3.1988	4,65			9,43	0,0372	0,1267	80	29	-3	-3
25.2.1989	4,5			5,4	0,0116	0,0821	60	0	0	0
14.3.1990	5,18			6,88	0,0309	0,0664	60	0	0	2
28.2.1991	4,12			5,84	0,0053	0,1016	80	0	-3	-3
5.2.1992	4,36			8,69	0,0383	0,1261	25	20	-9,5	-7
22.1.1993	4,4			7,36	0,0511	0,116	60	0	0	0
30.1.1994	4,85			9,03	0,0988	0,0995	70	25	-3	-3,5
27.1.1995	6,45			13,05	0,1249	0,0939	45	2	-3	-1
7.3.1996	5,33			18,96	0,1158	0,181			-2	-2
1.2.1997	6,22			10,02	0,0996	0,0674			-8,5	-11,5
20.2.1998	4,79	0,02	0,05	3,68	0,0065	0,0301	0	17	0	0,5
18.1.1999	4,36		0,1	8,93	0,0146	0,1319	40	30	-4,7	-4,5
3.2.2000	4,78	0,02	0,055	8,64	0,0776	0,1042	5	90	-3	-3
12.3.2001	4,76	0,005	0,04	2,75	0,0139	0,0345		15	0	2
1.2.2002	4,98	0,02	0,08	4,61	0,0223	0,0438		40	-3	-1
19.2.2003	4,21		0,12	6,58	0,0148	0,1066		40	-8	-6
18.3.2004	4,5		0,05	2,27	0,0061	0,0383		60	0	11
11.2.2005	4,54	0,005	0,05	4,1	0,0242	0,0499	0	80	-5	-5
5.4.2006	4,85	0,013	0,03	7	0,0163	0,0357		110	0	3
16.3.2007	4,46	0,04	0,04	6	0,0319	0,0535	10	100	-2	6
25.2.2008	5,94	0,12	0,06	27	0,3095	0,2591	0	25	-4	0
13.2.2009	5,49	0,01	0,08	4,03	0,0274	0,0399	30	20	-6,5	-8,5
26.1.2010	6,84	0,21	0,03	47,15	0,5194	0,434	10	15	-9	-10

Summary pre lokalitu - ertovica (35 jednotlivých záznamov)

<b>priemer</b>	<b>4,88</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>11,61</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>	<b>43,54</b>	<b>28,73</b>	<b>-4,18</b>	<b>-3,49</b>
----------------	-------------	-------------	-------------	--------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------



## Lokalita

ervený Klaštor

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
16.1.1976	4			16,66	0,0431	0,2629	20	10	-3	-11
16.12.1976	4,2			10,39	0,0513	0,1549	0	12	-8	-8,5
20.2.1978	4			23,51	0,1787	0,3507	10	10	-11	-11
28.1.1979	4,6			14,25	0,0739	0,2267	15	0	0	2,5
26.2.1980	4,9			14,84	0,1021	0,2225	20	0	-3	-6
4.3.1981	5,52			28,78	0,3645	0,2066	10	0	-2	-1,5
29.1.1982	5,54			32,38	0,209	0,3837	15	10	-6	-5
1.3.1983	4,45			11,1	0,0613	0,1573	15	1	0	0
7.2.1984	4,3			9,23	0,0289	0,1453	10	0	-0,7	-0,5
17.2.1985	4,1			13,89	0,0647	0,2137	10	5	-8	-8
30.1.1986	4,2			7,27	0,0189	0,1226	60	15	-1,5	-1
16.2.1987	4,75			7,54	0,0586	0,1005	35	0	0	5
19.3.1988	5,7			17,08	0,0798	0,165	4	0	-3	-3,5
24.2.1989	5,35			10,02	0,0454	0,0927	25	0	0	6
8.3.1990	5,75			11,42	0,0677	0,1167	3	0	0	6,4
27.2.1991	4,69			9,02	0,0315	0,1274	5	1	-3	-2
29.1.1994	4,2			6,2	0,0351	0,1076	0	15	-0,5	-0,5
9.3.1995	6,13			9,63	0,1062	0,0475	5	0	0	3
8.3.1996	6,85			28,45	0,3393	0,2267			-0,5	-2
30.1.1997	5,27			11,64	0,1224	0,1294			0	0,2
19.2.1999	7,58	0,215	0,02	22,54	0,2301	0,0727	20	40	-8	-2
3.2.2000	4,82	0,04	0,055	9,5	0,0906	0,0934	0	25	-0,2	1
15.3.2001	5,82	0,04	0,05	6,98	0,037	0,0449		15	0	7
31.1.2002	4,88	0,02	0,06	3,81	0,0211	0,0344		15	0	3
18.2.2003	4,3		0,11	5,29	0,0139	0,0857		35	-2	-9
17.3.2004	4,66	0,005	0,06	3,34	0,0163	0,045		15	0	9
10.2.2005	4,25		0,08	3,7	0,0113	0,0624	5	45	-6	-8
4.4.2006	4,81	0,008	0,03	6,3	0,0085	0,0271			0	8
22.2.2007	5,09	0,03	0,03	5	0,0307	0,0362		3	0	4





18.1.1995	4,75			8,79	0,0699	0,1159	15	5	-8	-9
7.3.1996	4,1			9,56	0,038	0,1549			-3	-2
29.1.1997	6,11			12,84	0,0998	0,1291			-5,5	-3,2
18.2.1998	6,01	0,02	0,03	3,56	0,0267	0,0241	2	4	0	0,5
18.3.1999	6,24	0,1	0,04	10,46	0,1054	0,0363	0	60	0	6
23.3.2000	4,62	0,01	0,06	4,46	0,0222	0,0602	20	80	0	3,5
13.3.2001	5,63	0,02	0,04	4,85	0,0452	0,0417		20	0	5,5
31.1.2002	4,63	0,02	0,09	6,74	0,0347	0,076		55	-0,5	3
19.2.2003	4,5		0,05	2,59	0,01	0,0448		30	-5	-1,5
30.1.2004	4,32		0,06	3,05	0,0055	0,0534	25	30	-3	-6
17.3.2005	4,41		0,06	3,1	0,0036	0,0487		75	0	8
16.2.2006	4,7	0,01	0,05	11,3	0,0323	0,0673	24	96	-3,5	-3,5
23.2.2007	4,4	0,04	0,06	6	0,0276	0,0481		20	0	0
2.2.2009	6,17	0,02	0,07	5,86	0,0538	0,0557	7	20	-1	-3
25.2.2010	5,83	0,04	0,04	6,82	0,0549	0,0351	0	32	0	6

Summary pre lokalitu - Donovaly (34 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,85**      **0,03**      **0,05**      **9,47**      **0,08**      **0,11**      **35,11**      **21,38**      **-1,97**      **-0,85**

**Lokalita**                      **Dukla**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
15.1.1976	3,9			20,58	0,1136	0,3251	40	30	-1	-2
17.12.1976	4,2			24,36	0,1232	0,3458	10	25	-2	-2
18.2.1978	4,2			17,04	0,1072	0,2699	50	40	-1,5	-2
26.1.1979	4,15			10,42	0,0249	0,1826	25	5	-1	0
26.2.1980	4,4			17,28	0,0514	0,2992	25	0	-2,5	-2
28.1.1981	4,84			41,87	0,2124	0,5189	30	25	-5	-10,5
28.1.1982	4,3			41,19	0,203	0,555	5	10	-8	-7,5
28.2.1983	4,05			22,94	0,0812	0,3339	45	4	-0,5	-1
5.2.1984	4,3			13,43	0,038	0,201	12	2	-0,5	-1
16.2.1985	4,25			11,17	0,0378	0,1652	50	8	-8	-9
20.2.1986	4,5			13,03	0,0971	0,1771	16	3	-3	-4,2
15.2.1987	3,85			15,85	0,0286	0,2475	32	0	0	2,5

19.3.1988	5,75			14,52	0,0798	0,1349	23	1	-1,5	-2,5
24.2.1989	5			25	0,0769	0,3319	40	4	-0,3	1
7.3.1990	7,3			23,28	0,2211	0,1877	5	0	0	4,5
27.2.1991	4,7			7,63	0,0254	0,1089	25	0	-2,5	-2
28.1.1994	4,5			11,56	0,0681	0,1764	35	8	-1,1	-0,8
9.3.1995	5,45			6,46	0,0554	0,0495	5	0	0	8
4.3.1996	6,36			34,27	0,2968	0,3386			-0,5	-1,5
31.1.1997	3,84			14,76	0,0353	0,2423			-2	-5,2
29.1.1999	3,95		0,145	13,64	0,0227	0,2103	10	15	-6	-5
2.2.2000	4,45		0,09	8,97	0,069	0,1365	0	100	0	0,8
16.1.2002	4,04		0,12	11,01	0,0317	0,1791		30	-1	-1
13.1.2003	4,44		0,07	4,86	0,0216	0,077	20		-8	-13
29.1.2004	4,25		0,09	6,34	0,0093	0,0999	10	15	-1	-3
10.2.2005	4,21		0,07	4,9	0,0118	0,0794	5	50	-2	-9
16.2.2006	3,97		0,14	15	0,0214	0,2487	25	25	-4	-5
22.2.2007	5,43	0,03	0,02	5	0,0297	0,0318		3	0	5
5.3.2009	6,73	0,03	0,06	5,17	0,024	0,0421	0	17	0	1
23.2.2010	5,44	0,04	0,03	7,45	0,0407	0,0605	5	18	-1	3

Summary pre lokalitu - Dukla (30 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,69**      **0,03**      **0,08**      **15,63**      **0,08**      **0,21**                      **21,08**                      **16,22**                      **-2,13**                      **-2,11**

**Lokalita**

**Hajna ka**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
20.1.1977	4,3			12,57	0,1088	0,1876	15	2	-3,5	-3,5
15.2.1978	4,9			26,86	0,2249	0,3365	5	0	-1	-2
24.1.1979	4,4			32,21	0,1476	0,4767	0	12	-3,5	-4
31.1.1980	4,4			11,6	0,068	0,1943	15	12	-0,5	0
27.1.1981	5,12			47,86	0,15	0,5722	0	10	-14	-15
26.1.1982	5,92			39,39	0,1954	0,4188	0	15	-10	-10
27.2.1983	6,15			16,8	0,1698	0,1702	5	0	0	2
4.2.1984	4,25			14,28	0,0584	0,2163	15	0	0	5
16.1.1985	4,2			21,75	0,1166	0,3062	18	0	-6	-7,5

21.2.1986	4,5			12,27	0,0623	0,1794	14	0	-2	-3,5
12.2.1987	4,2			8,43	0,0201	0,1327	21	0	0	3
25.2.1991	5,08			10,06	0,068	0,1042	20	0	-2	-2
22.2.1994	6,55			20,58	0,1813	0,2214	2	0	0	6,5
23.1.1995	4,62			22,44	0,0808	0,3144	5	0	-1	-1
18.2.1996	4,36			13,7	0,0735	0,2273			-0,2	1,5
14.1.1997	5,35			10,36	0,101	0,0937			-1,5	-1,5
3.2.1998	6,68	0,23	0,04	70,71	0,6964	0,7153	0	1	-3	-3
26.1.1999	5,21	0,03	0,05	11,09	0,0714	0,1198	0	3	-0,3	-0,5
1.2.2000	5,61	0,025	0,035	7,67	0,067	0,0834	0	10	0	5
15.1.2002	4,8	0,03	0,06	17,6	0,1179	0,2063		5	-2	-1
9.1.2003	4,8	0,005	0,04	3,9	0,0427	0,0503		10	-2	-5
28.1.2004	4,98	0,015	0,055	7,55	0,0618	0,0891	10	4	0	-4
8.2.2005	5,8	0,025	0,035	11,8	0,0881	0,1404	0	5	-1	-3,5
15.2.2006	4,65	0,024	0,04	7,8	0,0597	0,0854		5	-0,5	-0,5
4.3.2009	5,89	0,06	0,06	8,96	0,0655	0,0462	0	3	0	3
25.1.2010	6,41	0,04	0,12	20,56	0,1315	0,2447	1	0	-3,5	-3

Summary pre lokalitu - Hajna ka (26 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,12**      **0,05**      **0,05**      **18,8**      **0,12**      **0,23**                      **6,95**                      **4,04**                      **-2,21**                      **-1,71**

**Lokalita**

**Handlová-Nova Lehota**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
15.2.1978	5,3			27,52	0,2225	0,3803	35	1	-5	-6
23.1.1979	4,7			18,04	0,0398	0,282	25	15	-4,5	-5
31.1.1980	4,3			11,08	0,0523	0,1823	10	15	-1	-2
26.1.1981	4,54			35,32	0,3782	0,4748	30	15	-1,5	-2
17.2.1982	4,46			19,84	0,1029	0,2973	16	0	-2,5	-2
26.2.1983	4,8			15,99	0,1435	0,2008	15	0	-1	-1
1.2.1984	4,95			20,32	0,1036	0,2664	30	0	-0,5	-1
23.1.1985	4,1			54,13	0,2016	0,7928	40	0	0	1
18.2.1986	4,9			23,62	0,1516	0,3248	3	7	-1	-1,5
3.2.1987	4,4			25,42	0,1649	0,3572	34	10	-3	-2



3.3.1983	4,75			11,93	0,0522	0,1522	42	0	0	0
1.2.1984	4,2			12,17	0,0465	0,1897	40	0	-1	-1,5
23.1.1985	4,2			12,36	0,0338	0,185	35	0	0	1
18.2.1986	4,4			8,61	0,0322	0,1333	20	8	-3	-2
3.2.1987	3,9			11,73	0,0312	0,1913	30	12	-7	-6
4.3.1988	4,3			11,16	0,0444	0,1625	31	13	-3	-2,5
17.2.1990	4,4			9,06	0,03	0,1398	40	0	-1	-0,5
22.2.1991	4,11			11,47	0,0387	0,1753	39	0	0	4,2
30.1.1992	5,65			11,4	0,094	0,1141	30	0	-1	-5
31.1.1994	4,7			11,8	0,0919	0,1737	5	20	-1,7	-2,3
19.1.1995	4,4			8,25	0,047	0,1295	35	5	-4	-4,5
21.2.1996	4,08			7,94	0,0215	0,1413			-5	-3
28.2.1997	5,65			6,54	0,0462	0,0497			-1	2
17.1.1999	4,58	0,01	0,05	14,79	0,0847	0,2124	15	20	-0,6	-0,3
4.2.2000	4,55	0,005	0,06	9,53	0,0797	0,1321	0	50	-1	-1,5
27.2.2001	4,62	0,005	0,05	10,44	0,0536	0,1147		25	-2	0
30.1.2002	5,08	0,03	0,07	7,5	0,0643	0,0755		15	0	6
20.2.2003	4,43		0,06	6,7	0,0343	0,1029		30	-3	-4
17.3.2004	4,87	0,015	0,04	4,21	0,0226	0,0442		20	0	3,5
11.2.2005	5,99	0,03	0,03	6,8	0,0719	0,0584	0	60	-1	-1
15.2.2006	5,5	0,03	0,08	6,7	0,0674	0,0508	3	88	-3	-2
23.2.2007	5,11	0,04	0,02	4	0,0209	0,017		5	0	4
12.2.2009	5,45	0,03	0,05	5,93	0,036	0,0464	8	25	-3	-3,5
27.1.2010	5,65	0,04	0,05	8,91	0,0694	0,0643	5	10	-5,5	-10,5

Summary pre lokalitu - Homôlka (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,72**    **0,02**    **0,05**    **10,91**    **0,06**    **0,15**                      **22,67**                      **15,34**                      **-2,51**                      **-1,5**

**Lokalita**                      **Horný Tisovník**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
12.2.1976	4,1			14,55	0,092	0,2234	20	7	-2,8	-5
20.1.1977	4,15			6,7	0,0207	0,1014	20	10	-5	-6
15.2.1978	4,6			20,76	0,1486	0,3072	15	0	-0,5	-2,5



24.1.1979	4,4			14,78	0,0331	0,2436	5	5	-4	-5
31.1.1980	4,5			9,55	0,048	0,1535	8	21	-0,5	1
26.1.1981	4,18			20,64	0,0747	0,3238	8	10	-7	-7,5
26.1.1982	4,31			19,66	0,1086	0,2803	3	10	-9	-8
26.2.1983	6,2			12,99	0,1003	0,0785	7	0	-2	0
3.2.1984	4			14,55	0,0513	0,2318	22	0	0	2
14.2.1985	4,6			10,6	0,0438	0,1499	15	10	-7	-7
18.2.1986	4,4			9,4	0,049	0,1439	23	21	-0,3	-0,5
12.2.1987	3,85			9,93	0,0168	0,1791	28	0	0	4
16.3.1988	4,5			6,01	0,016	0,0875	17	19	0	2
22.2.1989	5,15			16,89	0,0572	0,1917	5	0	0	3
5.3.1990	4,81			10,5	0,0697	0,1248	3	0	0	0,5
24.2.1991	4,54			7,29	0,0222	0,1012	30	0	-1	-0,5
31.1.1994	6,05			10,61	0,0999	0,1084	3	2	-0,5	2,7
27.1.1995	4,95			8,64	0,0478	0,0944	1	0	-1	-1,5
22.2.1996	4,48			9,31	0,028	0,1474			-4	-4
14.1.1997	4,15			5,86	0,0136	0,094			-3	-2
8.2.1998	5,88	0,05	0,06	19,28	0,1785	0,2072	1	5	-0,5	2
26.1.1999	4,38		0,095	11,35	0,0535	0,1669	0	10	-0,2	0,5
1.2.2000	4,66	0,005	0,06	6,52	0,0536	0,0939	0	25	0	7
16.3.2001	5,03	0,01	0,03	3,14	0,0191	0,0306		5	0	10
17.1.2002	5,72	0,04	0,11	13,1	0,0648	0,1365		20	-5	-6
15.1.2003	4,48		0,04	2,89	0,0177	0,0466		8	0	1,5
23.1.2004	4,82	0,01	0,04	4,62	0,0278	0,0598		20	-9	-7
1.2.2005	4,28		0,07	3,8	0,009	0,0607	0	20	-2	-5
15.2.2006	4,43		0,08	5,4	0,0144	0,0795	15	25	-1	-1,5
21.2.2007	4,58	0,04	0,04	5	0,0149	0,0374		8	0	5
12.2.2009	5,36	0,01	0,07	3,66	0,0286	0,0343	5	10	-0,5	-3
25.2.2010	4,91	0,02	0,04	4,04	0,0238	0,0196	0	16	-1	13

Summary pre lokalitu - Horný Tisovník (32 jednotlivých záznamov)

<b>priemer</b>	<b>4,7</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>10,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,14</b>	<b>10,16</b>	<b>9,57</b>	<b>-2,09</b>	<b>-0,56</b>
----------------	------------	-------------	-------------	--------------	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	--------------

## Lokalita

Chopok-Jasná

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
26.1.1976	4			12,69	0,0486	0,2199	70	30	-8	-9
18.12.1976	4,1			5,82	0,0247	0,0912	5	15	0	4
21.2.1978	4,6			21,67	0,1994	0,3203	50	40	-11,5	-12
29.1.1979	4,65			9,97	0,039	0,1482	40	0	-1	0
28.2.1980	5			19,99	0,2115	0,2307	60	8	-3	-5
5.3.1981	6,07			18,15	0,1344	0,21	45	15	-3	-2,5
18.2.1982	4,5			9,1	0,0224	0,1079	96	0	-2,5	-5
17.2.1983	4,65			6,09	0,0414	0,0758	50	5	-19	-18
2.3.1984	4,1			8,06	0,0179	0,1345	40	40	-1	-2
19.2.1985	4,3			7,86	0,0415	0,1241	20	65	-5	-16
18.2.1986	4,5			5,24	0,0274	0,0803	95	25	-3	-3
7.2.1987	4,3			4,88	0,0155	0,0816	84	0	-0,5	-0,5
21.3.1988	4,5			9,42	0,0582	0,1263	12	12	-1	-1
26.2.1989	5,1			5,1	0,0398	0,0473		10	-0,3	-0,5
26.2.1989	6,3			10,97	0,0874	0,0967	65	10	-0,3	-0,5
14.3.1990	5,25			8,65	0,0468	0,0864	30	0	0	2
28.2.1991	5,88			17,98	0,1673	0,1636	60	0	-3	-1
11.3.1992	5,81			13,68	0,1482	0,1021	45	0	-2	1
23.1.1993	6,45			10,16	0,1117	0,0935	5	0	-1	-2
12.3.1993	7,2			19,08	0,2336	0,2018	0	4	0	0
18.1.1994	6,35			10,34	0,1241	0,0932	25	0	-1,5	-1
27.1.1995	5,75			7,74	0,0767	0,0456	40	2	-3	-1
6.3.1996	4,29			11,44	0,0636	0,1749			-9,5	-8,5
17.1.1999	4,78	0,015	0,06	6,1	0,0308	0,0673	30	20	-1,4	-1,7
23.3.2000	4,84	0,02	0,07	5,35	0,0327	0,0584	20	80	0	3
12.3.2001	5,52	0,02	0,04	3,71	0,0305	0,0259		15	0	4
31.1.2002	4,94	0,04	0,06	5,65	0,0444	0,035		40	0	4
19.2.2003	4,34		0,08	4,34	0,0091	0,0694		30	-6	-5
18.3.2004	4,72	0,01	0,035	2,05	0,011	0,0206		60	0	11

17.3.2005	4,34		0,06	3,1	0,0026	0,0539		70	0	3
4.4.2006	4,57	0,006	0,04	2,8	0,0013	0,035		90	0	2
15.3.2007	4,98	0,03	0,03	4	0,0156	0,0184		40	-1	5
25.2.2008	5,54	0,03	0,04	7	0,0562	0,0695	0	24	-1	0
24.2.2010	5,83	0,05	0,04	5,39	0,0344	-0,0064	0	15	-1	3

Summary pre lokalitu - Chopok-Jasná (34 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,06**      **0,02**      **0,05**      **8,93**      **0,07**      **0,1**                      **39,48**                      **23,18**                      **-2,63**                      **-1,56**

**Lokalita**

***Chopok-Srdie ko***

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
15.12.1976	4,1			12,01	0,058	0,1865	50	30	-8	-9
28.2.1978	5,4			18,35	0,1427	0,2421	50	10	-0,5	1
13.2.1979	6,45			15,46	0,1096	0,1877	70	5	-4	-2,5
27.2.1980	5,65			13,03	0,058	0,1707	140	10	-4	-7,5
4.3.1981	4,2			12,54	0,0481	0,214	56	20	-2,5	-2
18.2.1982	3,95			17,95	0,029	0,2636	100	0	-2,5	-5
18.1.1983	4,3			9,41	0,0289	0,1446	50	0	-3,5	-2,5
23.1.1984	4,3			8,6	0,029	0,1349	35	30	-6,8	-6
21.2.1985	4,5			8,74	0,0386	0,1315	20	40	-0,5	-3
19.2.1986	4,45			4,16	0,0116	0,0665	50	1	-1	-2,5
12.2.1987	4,05			7,28	0,0207	0,1286	98	0	0	1
16.3.1988	4,6			11,87	0,0454	0,165	44	39	-1,5	-1
25.2.1989	4,6			7,13	0,0244	0,0994	30	0	0	3
5.3.1990	4,68			9,83	0,0524	0,1321	30	0	0	0,6
24.2.1991	5,44			9,35	0,0709	0,0815	90	0	0	1
12.3.1992	5,52			9,47	0,0956	0,0853	25	0	0	4
21.1.1993	4,65			6,3	0,0473	0,0749	10	0	0	2
31.1.1994	6,8			13,42	0,1141	0,1025	80	20	-3,3	-3
27.1.1995	5,7			9,47	0,1032	0,0804	35	2	-2	-0,5
7.3.1996	5,84			21,32	0,2128	0,15			-3	-1
1.2.1997	6,12			8,15	0,0604	0,061			-4,7	-9,5
20.2.1998	5,48	0,03	0,03	6,93	0,0786	0,0794	0	18	0	1



26.1.1994	6,05			9,7	0,0812	0,0722	5	0	0	5
19.1.1995	4,6			9,38	0,0253	0,1297	15	1	-4	-4,5
18.2.1996	4			19,54	0,0773	0,3586			-0,3	1,5
22.2.1996	4,2			14	0,0669	0,2322			-1	-2
18.1.1997	5,35			11,58	0,0506	0,1149			-1,5	-3,5
8.2.1998	6,33	0,13	0,07	20,03	0,141	0,1306	1	1	0	4
18.1.1999	5,07	0,03	0,05	7,87	0,0303	0,0747	5	0	-0,5	-0,7
4.2.2000	4,85	0,02	0,06	8,75	0,0826	0,103	0	10	-1,5	-1,5
27.2.2001	5,54	0,035	0,08	11,85	0,078	0,1158		5	-4	-2,5
18.1.2002	4,46		0,14	6,78	0,0154	0,0971		20	-4	-2
15.1.2003	4,52		0,05	3,24	0,0163	0,052		8	0	4
23.1.2004	4,5		0,06	2,78	0,0023	0,0433		15	-8	-9
2.2.2005	4,55	0,005	0,04	5,1	0,025	0,0722		15	-1	-1
3.2.2006	4,79	0,005	0,07	7,8	0,0391	0,1001		30	-5	-3
12.2.2009	5,68	0,01	0,06	3,44	0,0283	0,0298	2	6	-0,5	0
27.1.2010	4,79	-0,01	0,1	10,53	0,0691	0,1391	3	2	-7	-14

Summary pre lokalitu - Lehôtka p.Brehy (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,82**      **0,03**      **0,07**      **13,74**      **0,06**      **0,18**                      **9,86**                      **8,8**      **-2,41**                      **-1,62**

**Lokalita**                      **Lokca**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
12.1.1977	4,45			11,76	0,1052	0,1442	15	0	0	1,5
22.2.1978	4,3			36,67	0,3132	0,5058	10	15	-11	-9
30.1.1979	4,7			13,11	0,0506	0,2042	15	25	-4	-5
23.2.1980	6,2			35,87	0,1065	0,5053	5	8	-0,7	2,1
29.1.1981	5,04			30,43	0,1542	0,344	5	20	-10	-12
19.2.1982	4,25			28,23	0,2377	0,5018	20	0	-16	-19
3.3.1983	4,85			11,51	0,0597	0,1223	25	0	-0,5	-0,5
2.2.1984	7,1			27,42	0,3077	0,2153	15	0	0	2
19.2.1985	4,2			16,37	0,0766	0,2451	25	5	-9	-9
23.2.1986	4,25			19,53	0,1334	0,2939	10	10	-2	-2
17.2.1987	4,7			8,6	0,043	0,1015	33	0	0	0,1

15.3.1988	5,5			38,11	0,1384	0,5024	0	50	-1	-1,5
26.2.1989	5,75			19,59	0,086	0,1881	10	0	0	5
6.3.1990	4,98			8,31	0,0694	0,0896	10	0	0	5
28.2.1991	5,75			15,99	0,0721	0,1685	10	0	-1	-2
13.3.1992	5,68			8,28	0,0562	0,053	20	0	0	5
30.1.1994	4,75			10,2	0,1094	0,1228	2	30	-1,8	-2,5
18.1.1995	4,65			11,44	0,1003	0,155	20	5	-7,5	-8
9.3.1996	5,75			21,49	0,2237	0,251			-2	-1
29.1.1997	5,78			16,24	0,1476	0,1842			-2	-2,5
20.2.1999	5,51	0,03	0,04	34	0,1011	0,5214	20	40	-4	-2
24.2.2000	6,39	0,08	0,025	18,31	0,2022	0,1714	10	5	0	4
31.1.2002	5,9	0,07	0,05	11,61	0,0685	0,0857		20	0	0
19.2.2003	4,26		0,12	7,93	0,0399	0,1254		25	-3	-4
30.1.2004	4,33		0,075	7,13	0,0346	0,1114	12	12	-1	-5
16.3.2005	5,14	0,02	0,045	10,3	0,0698	0,1318		65	0	6
16.2.2006	4,33		0,1	11,9	0,0216	0,0965	6	27	-3	-2
15.3.2007	5,74	0,04	0,02	5	0,0184	0,0209		11	0	8
25.2.2008	5,49	0,05	0,04	15	0,0898	0,1724	0	5	0	4,5
3.2.2009	5,62	0,01	0,05	8,51	0,0536	0,1132	7	7	-1	-6
10.2.2010	4,63	-0,01	0,12	10,77	0,0595	0,1576	10	35	-1	-2

Summary pre lokalitu - Lokca (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,16**      **0,04**      **0,06**      **17,08**      **0,11**      **0,21**      **12,6**      **14,48**      **-2,63**      **-1,67**

**Lokalita**

**Lomnický štít**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
16.1.1976	3,8			11,68	0,0366	0,2217	40	30	-14	-17
16.12.1976	4,1			7,6	0,0377	0,1148	50	30	-17	-17
20.2.1978	4,9			10,31	0,0989	0,137	20	20	-22	-22
27.1.1979	3,95			11,13	0,0621	0,2134	50	7	-13	-11
5.3.1981	4,65			43,73	0,5444	0,779	106	3	-15	-13,8
29.1.1982	6,45			12,84	0,0955	0,1216	50	20	-13,5	-13
1.3.1983	4,7			5,46	0,0182	0,0716	80	3	-7,5	-6,5

8.2.1984	5			4,96	0,0427	0,0463	30	5	-18	-18
7.3.1985	4,8			5,4	0,0279	0,0718	70	8	-1	-2
30.1.1986	4,65			9,23	0,0648	0,1198	40	0	-10	-9
15.3.1990	5,7			8,12	0,0656	0,0708	50	0	-1	0
27.2.1991	5,15			6,85	0,0148	0,0673	80	0	-17	-15
12.3.1992	5,46			8,56	0,0767	0,0765	80	0	-8	-6
26.2.1994	4,75			11,76	0,0844	0,1491	30	10	-13	-13
9.3.1995	4,3			5,75	0,0303	0,0974	80	0	0	-2
7.3.1996	4,2			5,91	0,0177	0,1053			-6,5	-6,5
30.1.1997	4,89			4,3	0,0218	0,0494			-11	-8,2
19.2.1998	4,91	0,03	0,05	6,46	0,0196	0,0574	0	25	0	0
19.2.1999	4,47		0,07	6,17	0,0153	0,0942	50	150	-14	-15
25.2.2000	5,79	0,04	0,035	10,49	0,108	0,1018	15	180	-3	-6
16.3.2001	4,95	0,015	0,03	3,81	0,0262	0,0364		90	-5	-2
1.2.2002	5,12	0,025	0,6	4,56	0,0302	0,0362		100	-6	-4
6.5.2003	6,05	0,045	0,025	7,21	0,0505	0,0486		20	-2	7
18.3.2004	5,11	0,03	0,075	30,38	0,029	0,3951		40	0	3
15.3.2007	5,74	0,02	0,07	5	0,033	0,0485	15	250	-4	-2
1.4.2008	5,15	0,01	0,05	8	0,0523	0,1008				
24.2.2010	5,25	0,03	0,06	3,91	0,019	0,0098	30	0	-4	0

Summary pre lokalitu - Lomnický štít (27 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,96**      **0,03**      **0,11**              **9,61**      **0,06**      **0,13**              **48,3**              **41,29**              **-8,67**              **-7,65**

**Lokalita**                      **Lupianska dolina**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
13.1.1976	3,9			12,15	0,0622	0,2038	0	30	-2	-3
18.12.1976	4,1			8,66	0,0371	0,1374	10	3	-0,5	1
21.2.1978	4,5			22,14	0,1803	0,3283	40	10	-6	-6
29.1.1979	4,7			8,66	0,0424	0,1294	30	0	-1,5	-0,5
28.2.1980	4,2			9,7	0,0282	0,1673	30	0	-2	-3
3.3.1981	5,05			15,37	0,0954	0,2311	30	15	-4	-3
19.2.1982	4,32			14,4	0,0682	0,2132	20	0	-21	-19

13.2.1983	4,8			6,84	0,0523	0,0856	32	20	0	3
3.2.1984	4,3			8,02	0,0255	0,1245	35	0	-0,5	-1
19.2.1985	4,4			8	0,0408	0,1213	25	30	-11	-11,5
31.1.1986	4,1			7,35	0,0239	0,1296	60	0	-1	1
17.2.1987	4,4			5,53	0,0186	0,0872	63	0	0	0
21.3.1988	4,45			7,96	0,0286	0,1196	37	11	-1	0
26.2.1989	6,05			11,27	0,11	0,1104	20	0	0	3
14.3.1990	5,59			7,6	0,0374	0,0695	30	0	0	3
28.2.1991	4,7			6,8	0,0398	0,0927	35	0	-1	-1,5
13.3.1992	5,71			11,54	0,1231	0,0972	20	0	-1	4
22.1.1993	6,2			7,05	0,0924	0,0485	12	0	0	3,5
18.1.1994	5,1			7,56	0,0865	0,0844	20	0	-1	-1
10.3.1995	5,2			10,6	0,1023	0,1034	20	0	0	5
21.2.1996	4,45			8,25	0,0536	0,1343			-2	-1
31.1.1997	5,34			5,44	0,0467	0,0482			-3,2	-5,4
18.2.1998	6,21	0,07	0,02	8,17	0,0874	0,0324	2	4	0	1,5
17.1.1999	4,44		0,07	7,04	0,0141	0,1025	15	15	-1,6	-1,6
23.3.2000	4,61	0,005	0,07	5,67	0,0401	0,0795	20	80	0	4,5
12.3.2001	4,55	0,003	0,04	2,81	0,0041	0,0432		20	0	5
31.1.2002	4,83	0,04	0,11	9,29	0,0856	0,0861		60	-0,5	4
19.2.2003	4,4		0,065	3,92	0,0159	0,0636		50	-4	-2
17.3.2004	5,77	0,04	0,03	5,83	0,0679	0,0351		50	0	3,5
16.3.2005	4,48		0,055	4,2	0,0222	0,0658		95	0	4
4.4.2006	4,45		0,03	2,8	0,0023	0,044		90	0	3
15.3.2007	4,41	0,02	0,04	5	0,021	0,0507		30	-1	5
25.2.2008	6,53	0,04	0,03	7	0,0991	0,0534	0	14	-2	0
3.2.2009	5,95	0,04	0,06	8,57	0,0824	0,0691	3	1	-0,5	2
25.2.2010	4,92	0,02	0,05	3,88	0,0181	0,0215	0	20	-1	3

Summary pre lokalitu - Lupianska dolina (35 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,89**      **0,03**      **0,05**      **8,14**      **0,06**      **0,1**      **23,42**      **19,64**      **-1,98**      **-0,01**



## Lokalita

Martinské hole

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
11.2.1976	3,8			18,51	0,0921	0,3074	60	3	-4	-5
13.1.1977	4,05			7,62	0,0324	0,116	10	2	0	0
30.1.1979	5,65			11,72	0,0647	0,1489	15	10	-2	-1
25.2.1980	5,2			14,34	0,0597	0,2019	30	0	-2	0
5.3.1981	4,45			17,65	0,0531	0,3269	50	10	-5	-4
19.2.1982	4,55			18,57	0,1012	0,2506	40	0	-2	-4
3.3.1983	5,05			8,96	0,048	0,1036	15	0	0	1,5
2.2.1984	4,3			12,23	0,057	0,1788	25	0	0	1,2
20.2.1985	4,1			22,74	0,1468	0,3397	20	20	-5	-7
22.2.1986	5,8			21,25	0,2204	0,2378	10	0	0	0
18.2.1987	4,4			5,65	0,0151	0,0939	29	0	0	2
21.3.1988	4,5			10,8	0,0408	0,1476	21	4	-0,5	1
27.2.1989	4,8			10,88	0,0434	0,124	10	0	-0,3	0
7.3.1990	4,92			7,35	0,0386	0,0754	10	0	0	6
22.2.1991	4,67			6,09	0,0171	0,0645	10	0	0	4
14.2.1992	5,42			7,15	0,0289	0,0473	30	0	0	3,5
11.3.1993	4,3			10,3	0,0903	0,1482	40	0	0	0
30.1.1994	4,7			8,06	0,0629	0,1031	20	5	-1,7	-1
18.1.1995	4,15			9,21	0,0471	0,148	10	5	-10,5	-11,5
21.2.1996	4,03			8,43	0,0314	0,1495			-3	-2
28.2.1997	5,99			5,8	0,0288	0,0325			0	2
18.2.1998	4,87	0,02	0,06	3,81	0,0197	0,028	1	3	0	1
17.1.1999	4,5		0,08	8,33	0,0209	0,1198	7	7	-2,3	-1,8
23.3.2000	4,5		0,08	7,83	0,0421	0,1206	0	20	0	4,5
12.3.2001	4,81	0,01	0,04	3,03	0,0161	0,0273		10	-1	5
30.1.2002	4,53		0,07	6,13	0,0349	0,0903		35	0	3
20.2.2003	5,43	0,02	0,06	7,17	0,0556	0,0833		30	-3	-4
17.3.2004	4,32		0,06	4,5	0,0106	0,0727		40	0	4,5
16.3.2005	4,34		0,075	5,1	0,0132	0,0724		100	0	4

16.2.2006	4,27		0,075	12,1	0,0108	0,0795	26	57	-3	-2,5
15.3.2007	5,28	0,03	0,02	4	0,0192	0,0227		30	-1	6
10.2.2010	4,7	0,02	0,11	14,07	0,0773	0,1864	1	17	0	-1

Summary pre lokalitu - Martinské hole (32 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,7**      **0,02**      **0,07**      **9,98**      **0,05**      **0,13**                      **20,42**                      **13,6**                      **-1,45**                      **0,14**

**Lokalita**                      **Muránska Planina**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
12.2.1976	4,1			16,93	0,1686	0,2758	50	10	-7	-8,5
19.12.1976	4,25			7,98	0,0555	0,116	70	5	0	1
19.2.1978	4,6			27,32	0,2486	0,3963	60	30	-6	-6
24.1.1979	4,6			12,59	0,0771	0,1737	50	10	-2	-2,5
1.2.1980	6,6			14,42	0,0612	0,2178	30	20	0	2
4.3.1981	4,45			13,64	0,0992	0,2297	45	20	-2	-1,5
29.1.1982	4,46			9,54	0,0646	0,1402	50	30	-10	-9
17.2.1983	6,1			10,92	0,0912	0,0638	20	35	-18,3	-18
26.1.1984	4,3			10,53	0,0677	0,1648	0	40	-2,2	-2,5
16.1.1985	6			19,22	0,2283	0,2227	20	0	-15	-12
21.2.1986	4,5			10,92	0,0903	0,1648	64	0,5	-7	-8
12.2.1987	3,9			9,91	0,0265	0,1719	44	0	-1	-2
16.3.1988	4,4			11,47	0,0635	0,1672	45	13	-1	0
25.2.1989	4,35			10,75	0,047	0,1573	25	0	0	3
6.3.1990	4,61			5,8	0,0196	0,0738	5	45	0	5,5
25.2.1991	4,58			7,75	0,058	0,1114	100	0	-0,5	0
12.3.1992	5,55			9,21	0,0913	0,0768	20	0	0	7
27.1.1994	4,6			6,91	0,0681	0,1018	60	5	-3	-2
10.3.1995	5			5,35	0,0366	0,0512	25	3	0	6
7.3.1996	3,9			11	0,0187	0,1921			-1	-1
1.3.1997	6,77			10,95	0,1239	0,0623			0	3
20.2.1999	4,42		0,07	7,37	0,0151	0,1103	40	60	-2	-0,5
3.2.2000	5,38	0,04	0,05	8,55	0,0968	0,0806	0,5	90	-1	-1
13.3.2001	5,83	0,04	0,03	6,71	0,0545	0,0432		10	0	3

17.1.2002	5,33	0,05	0,1	9,1	0,0727	0,0647		40	-8	-6
15.1.2003	4,89	0,01	0,05	4,14	0,0373	0,0474		25	0	2
30.1.2004	4,38		0,06	4,39	0,0134	0,0675	20	20	-4,5	-6
11.2.2005	6,48	0,085	0,02	10,1	0,1171	0,0412	0	40	-5	-5
17.2.2006	5,7	0,032	0,04	6,1	0,0581	0,0488	25	70	-2,5	-0,5
23.2.2007	5,9	0,05	0,05	6	0,0398	0,0371		15	0	0
25.2.2008	6,38	0,07	0,02	8	0,0725	0,0411	0	7	0	1
13.2.2009	5,34	0,01	0,06	2,9	0,0228	0,0188	10	0	-1,5	-6
22.2.2010	5,03	0,02	0,04	5,42	0,0383	0,0373	5	22	-2	2

Summary pre lokalitu - Muránska Planina (33 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,05**      **0,04**      **0,05**      **9,75**      **0,07**      **0,12**                      **32,72**                      **21,47**                      **-3,11**                      **-1,89**

**Lokalita**

**Nitra-Zobor**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
13.2.1976	3,9			20,48	0,1218	0,2869	0	10	-3	-4,8
15.12.1976	4,15			13,64	0,1172	0,1912	0	4	-1	-2
13.2.1978	4,7			20,8	0,1337	0,2911	5	0	-0,3	-0,5
18.1.1979	4,7			17,12	0,1819	0,2525	10	20	-7	-10
29.1.1980	4,2			38,89	0,2275	0,5917	12	1	-2,5	-6
26.1.1981	4,44			24,31	0,1246	0,3682	12	4	0	-1
30.1.1982	8,24			103,63	1,1258	0,559	20	0	0	2
10.2.1983	5,6			9,02	0,078	0,0863	15	0	-0,5	1,5
1.2.1984	3,95			37,51	0,1634	0,5684	20	0	0	1
24.1.1985	4,7			13,53	0,0409	0,1862	5	0	0	3
14.2.1986	7,9			63,9	0,745	0,4237	7	0	-3,5	-3
3.2.1987	4,2			9,81	0,0453	0,1522	40	2	-6	-6
3.3.1988	4,8			7,49	0,0242	0,0847	0	6	-5	-4,5
16.2.1990	4,27			18,8	0,0783	0,2801	0	4	0	4
21.2.1991	5,24			12,66	0,08	0,1286	7	0	0	0,5
15.2.1994	6,4			16,21	0,1417	0,1336	0	1	-2	-1
11.1.1995	4,48			11,06	0,0329	0,1731	0	25	-0,5	-0,5
18.2.1996	4,75			10,14	0,0905	0,1276			-0,3	1



23.1.1995	4,58			40,81	0,1138	0,6195	20	0	-1	0,5
18.2.1996	5,53			20,69	0,2016	0,225			-0,3	1
14.1.1997	4,54			5,78	0,0284	0,0791			-2	-1,5
3.2.1998	5,15	0,04	0,05	22,27	0,1146	0,2822	0,5	1	-4	-4,5
26.1.1999	4,48		0,1	12,91	0,0438	0,1679	0	10	-1,5	0,5
1.2.2000	4,76	0,025	0,08	10,2	0,0592	0,1207	0	20	0	6
27.2.2001	4,8	0,01	0,045	10,52	0,0496	0,0952		5	-3	-3
15.1.2002	4		0,11	12	0,0365	0,1938	20	2	-2	-2
9.1.2003	4,48		0,06	3,77	0,0216	0,0598	15	3	-3	-7
22.1.2004	4,37		0,05	3,66	0,0051	0,0588		12	-3	-10
1.2.2005	4,4		0,06	4,6	0,0131	0,0778	0	13	0	0
15.2.2006	4,44		0,09	6,1	0,0131	0,0909	20	25	-1	-1,5
12.2.2009	5,36	0,01	0,07	6,25	0,0252	0,0682	10	2	-0,5	-4
25.1.2010	4,2	-0,01	0,02	13,58	0,0677	0,1681	4	0	-3	-7

Summary pre lokalitu - Opavska hora (29 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,6**      **0,02**      **0,07**      **15,82**      **0,09**      **0,19**                      **11,22**                      **7,52**      **-1,93**                      **-1,72**

**Lokalita**

***Os adnica***

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
12.1.1976	4			11,34	0,0365	0,18	60	0	0	3
12.1.1977	4,3			11,65	0,0884	0,1673	15	0	0	3
22.2.1978	4,45			28,39	0,2351	0,4005	40	10	-5	-4,5
30.1.1979	4,2			10,19	0,0174	0,1796	30	25	-4	-4
23.2.1980	4,4			13,84	0,0556	0,2347	5	8	-1,3	2,9
29.1.1981	4,49			19,52	0,1145	0,3081	30	40	-7	-8
19.2.1982	3,95			23,33	0,092	0,4193	28	0	-7	-8
3.3.1983	4,5			9,24	0,0398	0,136	40	0	0	1
2.2.1984	4			11,94	0,0295	0,1932	45	0	0	3
19.2.1985	4,35			19,57	0,1231	0,287	60	70	-8	-8
23.2.1986	4,1			16,18	0,0841	0,2521	40	10	-3	-3
18.2.1987	4,1			8,77	0,0278	0,1455	88	0	0	3
15.3.1988	4,35			12,83	0,0541	0,1769	30	20	-1	-0,5

27.2.1989	4,4			7,78	0,0277	0,1146	50	0	0	0
7.3.1990	4,07			9,14	0,0142	0,1454	30	0	0	2
12.3.1992	4,76			6,96	0,0479	0,0696	10	0	0	5
30.1.1994	5,3			11,1	0,116	0,134	10	60	-0,8	-0,5
18.1.1995	4,8			10,8	0,0865	0,1394	30	30	-10,5	-9
9.3.1996	5,45			16,56	0,1873	0,2009			-1	0
6.2.1997	5,65			39,02	0,2778	0,5284			-0,5	-1
20.2.1999	4,5		0,06	7,23	0,0355	0,1062	25	60	-1	0
24.2.2000	4,54	0,005	0,07	9,8	0,0857	0,1399	10	30	-2	1
12.3.2001	4,66	0,005	0,03	3,18	0,0166	0,041		15	0	6
30.1.2002	4,63	0,02	0,08	9,27	0,0724	0,114		50	0	1
20.2.2003	4,32		0,1	7,26	0,0224	0,1149		30	-3	-4
17.3.2004	4,33		0,01	4,2	0,0119	0,0675		25	0	9
16.3.2005	4,23		0,1	5,4	0,0041	0,0847		80	0	5
15.2.2006	4,25		0,065	13,3	0,0168	0,1111	28	65	-3	-2,5
15.3.2007	4,9	0,04	0,02	4	0,0174	0,0096		5	0	6
25.2.2008	4,43	0	0,07	12	0,0467	0,204	0	22	0	2
4.2.2009	4,96	0,01	0,05	3,94	0,0297	0,0399	0	15	0	2
10.2.2010	4,33	-0,01	0,12	7,67	0,0422	0,1067	13	8	-2	-1

Summary pre lokalitu - Os adnica (32 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,49**      **0,01**      **0,06**      **12,04**      **0,07**      **0,17**                      **29,88**                      **22,6**                      **-1,88**                      **0,03**

**Lokalita**

**Patince**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>	
13.2.1976	4			23,54	0,1327	0,357	0		5	-0,3	-1,5
11.1.1977	4,3			14,51	0,1754	0,1991	5		0	0	3
14.2.1978	7,2			64,88	0,6416	0,5449	2		0	0	1
18.1.1979	5,2			35,6	0,1554	0,5625	10		15	-6	-9
29.1.1980	6,2			24,26	0,2036	0,3154	8		2	-2	-3
23.1.1981	6,54			43,83	0,2482	0,5482	10		0	-1	-1
7.2.1983	6,2			11,2	0,0788	0,1097	19		0	-1	-1
1.2.1984	5,2			24,73	0,2143	0,3031	12		0	0	3,5

16.1.1985	6,15			62,84	0,5232	0,7902	0	10	-10	-10
14.2.1986	3,9			16,96	0,0937	0,2598	5	0	-2,5	-2
11.2.1987	4,9			9,83	0,0432	0,1282	15	0	0	4
3.3.1988	6			15,8	0,0892	0,1457	0	2	-0,5	0
21.2.1991	4,54			18,61	0,0991	0,2628	5	0	0	3
15.2.1994	7,85			32,25	0,3099	0,1939	0	3	-3	-5
11.1.1995	4,68			10,32	0,0653	0,1364	0	6	-0,3	2
29.1.1996	4,5			5,24	0,023	0,0836			-0,7	-0,5
14.1.1997	4,38			9,04	0,0315	0,1358			-2	-3,5
4.2.1999	9,18	0,62	0	60,69	0,7168	0,2752	1	0	0	3
14.1.2000	4,52		0,07	22,2	0,0979	0,321	0	15	-2	-10
1.3.2001	6,19	0,065	0,045	14,4	0,0513	0,1175		1	0	2
9.1.2002	6,36	0,09	0,03	21,28	0,1221	0,2093		14	-1	-1
9.1.2003	4,89	0,005	0,07	4,04	0,0387	0,0552		15	-3	-9
22.1.2004	8,53	0,45	0	45,56	0,5433	0,1257		1	-1	-3
1.2.2005	4,35		0,06	5,6	0,011	0,0888	0	12	0	-1
15.2.2006	5,04	0,018	0,05	12	0,0397	0,1626		5	-3,5	-5,5
19.2.2009	5,94	-0,01	0,07	23,39	0,0536	0,371	18	0	0	-1
19.2.2009	6,03	-0,01	0,08	26,39	0,0638	0,4245	18	0	0	-1
25.1.2010	6,75	0,08	0,08	18,85	0,112	0,1737	5	0	-2	-6

Summary pre lokalitu - Patince (28 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,7**      **0,15**      **0,05**      **24,21**      **0,18**      **0,26**                      **6,33**                      **4,08**                      **-1,49**                      **-1,88**

### *Lokalita*                      **Pezinská Baba**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
21.1.1976	3,9			13,43	0,0405	0,2135	15	0	0	2,5
11.1.1977	4,6			73,73	0,4036	0,933	25	5	-2	-1,5
14.2.1978	5,1			40,64	0,1844	0,5806	6	20	-6	-7
19.1.1979	5			21,71	0,1012	0,3055	15	30	-12	-14
28.1.1980	4,4			162,78	0,7674	2,3648	14	8	-5	-4
24.1.1981	5,15			27,96	0,2319	0,3988	0	16	-2	-4,5
16.2.1982	4,75			33,66	0,171	0,4744	55	0	-2,5	-3,5

8.2.1983	4,9			17,57	0,0273	0,2387	0	23	-3,5	-3
31.1.1984	4,2			25,54	0,127	0,3731	5	10	-2,7	-3,5
23.1.1985	4,1			31,39	0,1131	0,4481	55	0	-0,5	2,5
13.2.1986	4,15			17,49	0,0674	0,2679	42	0	-5	-6,2
29.1.1987	4,3			11,8	0,0425	0,1731	62	6	-5	-6
1.3.1988	4,2			15,48	0,039	0,2285	0	52	-0,5	1
10.2.1989	4,47			45,06	0,068	0,6506	6	0	0	0
13.2.1990	4,6			16,47	0,1104	0,2336	0	9	0	1
20.2.1991	4,06			19,78	0,0699	0,2918	25	0	-6	-4
14.2.1992	6,08			24,93	0,2137	0,2578	3	0	-1,5	-2
31.1.1994	7,95			18,62	0,1364	0,1343	5	0	-0,5	3
11.1.1995	4,48			7,19	0,04	0,1105	10	20	-4,5	-4,5
30.1.1996	4			17,9	0,0484	0,2786			-8	-6
29.1.1997	3,76			24,99	0,0265	0,393			-2	-1,5
2.2.1998	4,28		0,12	17,72	0,0444	0,256	15	10	-3	-2
4.2.1999	4,36		0,08	10,15	0,0285	0,1454	30	5	0	1,5
13.1.2000	3,95		0,1	18,06	0,0714	0,2658	0	40	-3,5	-4
26.2.2001	4,5		0,04	7,43	0,028	0,0983		15	-4	-5
23.1.2002	4,79	0,01	0,04	3,88	0,0076	0,0466		10	0	1
16.1.2003	4,28		0,07	4,47	0,0188	0,0756		10	0	-0,5
14.1.2004	4,5		0,06	5,43	0,0076	0,0786		12	0	2
26.1.2005	4,48		0,06	4,9	0,024	0,075	5	1	-0,5	-6
14.2.2006	4,48		0,09	9,3	0,025	0,1275	50	40	0	2
26.2.2007	4,79	0,04	0,03	6	0,0235	0,0511		8	0	2
26.2.2009	5,02	0,01	0,08	6,56	0,0297	0,0763	15	80	0	-1
5.2.2010	4,2	-0,01	0,21	18,08	0,0834	0,2307	24	18	-3	-3

Summary pre lokalitu - Pezinská Baba (33 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,6**      **0,01**      **0,08**      **23,64**      **0,1**      **0,33**      **18,54**      **14,45**      **-2,52**      **-2,25**

**Lokalita**                      **Plešivec**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
28.1.1976	4,2			31,78	0,3644	0,4457	25	5	-3	-4



21.1.1977	4,9			26,64	0,2684	0,1918	5	7	-4,5	-6
16.2.1978	4			39,19	0,2282	0,5624	1	4	-3	-4,5
24.1.1979	6,6			55,6	0,6674	0,4831	5	7	-2	-3
31.1.1980	6,1			30,22	0,3448	0,3204	12	10	-0,5	0
27.1.1981	8,66			87,99	0,896	0,5899	0	10	-1	-1
27.1.1982	4,67			42,82	0,3215	0,5864	5	10	-7	-6
27.2.1983	5,2			10,31	0,107	0,1075	5	0	0	1
4.2.1984	4,3			9,8	0,0531	0,1509	8	0	0	1,5
16.1.1985	4,6			20,38	0,2067	0,2833	20	0	-7	-2
21.2.1986	5,55			13,03	0,0746	0,1506	14	0,5	-4	-4,7
13.2.1987	4,8			14,77	0,1211	0,1962	20	0	0	3
17.3.1988	6,3			15,13	0,0979	0,1116	0	1,5	0	4
5.3.1990	8,5			23,38	0,1748	0,1189	5	0	-0,5	-0,6
25.2.1991	4,78			8,25	0,0555	0,0967	15	0	-0,5	0
27.1.1994	6,9			28,94	0,2896	0,119	1	0	-2,5	-2,5
24.1.1995	4,3			17,06	0,099	0,2519	6	1	0	0,5
18.2.1996	6,53			28,83	0,3416	0,2642			-1,5	-1
14.1.1997	4,1			10,11	0,0367	0,1574			-2	-4
3.2.1998	5,78	0,1	0,05	22,27	0,1974	0,183	1	2,5	-5	-5,5
26.1.1999	4,39		0,1	10,97	0,0481	0,1584	2	5	-2	1
1.2.2000	4,74	0,015	0,055	7,38	0,0686	0,0968	0	40	0	3,5
15.1.2002	4,47		0,11	14,59	0,0685	0,2087		12	-1	-1
9.1.2003	6,24	0,04	0,02	8,61	0,0801	0,0754		10	-2	-3
28.1.2004	4,56	0,005	0,06	6,88	0,0434	0,0931	10	5	-0,5	-3
8.2.2005	4,8	0,015	0,04	10	0,0804	0,1265	0	12	-0,5	-2
15.2.2006	4,36		0,11	10,3	0,0596	0,1463		5	-0,5	-1
4.3.2009	6,88	0,15	0,05	14,85	0,1437	0,0359	0	5	0	3
22.2.2010	6,2	0,07	0,04	7,62	0,0522	0,0195	0	5	-1	2

Summary pre lokalitu - Plešivec (29 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,43**      **0,06**      **0,06**      **21,64**      **0,19**      **0,22**      **6,67**      **5,83**      **-1,78**      **-1,22**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
12.1.1976	4			12,15	0,0613	0,2004	10		0	5
22.1.1977	4,1			10,73	0,0473	0,1735	10		15	-6,5
15.2.1978	5,8			22,84	0,2327	0,3062	3		1	-5
22.1.1979	4,2			12,13	0,0781	0,2004	15		25	-5,5
30.1.1980	4,3			21,73	0,1535	0,342	7		8	-2
26.1.1981	4,21			17,41	0,0655	0,2912	20		15	-3,5
17.2.1982	4,32			23,25	0,1957	0,3347	17		0	-3
26.2.1983	4,6			8,5	0,0548	0,1112	8		0	0
1.2.1984	4,15			9,87	0,05	0,1524	12		0	-0,5
23.1.1985	4,2			11,52	0,0395	0,1749	10		0	0
18.2.1986	4			15,67	0,0635	0,257	7		3	-1,3
3.2.1987	4,25			9,88	0,0533	0,1524	40		14	-3
4.3.1988	4,4			9,44	0,0397	0,1381	23		4	-3
17.1.1990	4,35			8,85	0,0437	0,131	0		25	-0,5
22.2.1991	4,05			12,22	0,0264	0,1866	25		0	0
30.1.1992	6,44			17,74	0,1878	0,1488	15		0	0
28.1.1993	5,6			15,5	0,1427	0,1738	18		0	-3
31.1.1994	4,6			10,64	0,0643	0,1472	0		15	-0,7
19.1.1995	5,1			14,22	0,1576	0,1723	15		5	-5
7.3.1996	4			12,48	0,0421	0,2085				-0,5
18.1.1997	4,04			9,55	0,019	0,1529				-2,5
20.2.1999	4,65	0,005	0	10,77	0,0421	0,1507	25		10	0
4.2.2000	4,75	0,015	0,06	8,87	0,0782	0,1094	0,5		20	-0,5
27.2.2001	4,66	0,005	0,045	7,18	0,0451	0,0926			10	-0,5
18.1.2002	4,34		0,14	10,08	0,0329	0,1473			30	-3
15.1.2003	4,9	0,005	0,06	2,3	0,0179	0,0304			15	0
28.1.2004	4,45		0,07	4,08	0,0121	0,0587	10		15	-2
8.2.2005	4,3		0,06	4,2	0,0181	0,0658	0		20	-3
16.2.2006	4,4		0,07	3,8	0,0055	0,0559	15		45	-1,5

21.2.2007	4,81	0,07	0,03	7	0,0317	0,0196		5	0	0
12.2.2009	5,35	0,01	0,07	4,39	0,0358	0,0429	8	8	-1,5	-2
27.1.2010	5,34	0,07	0,06	12,64	0,1255	0,0907	3	2	-7	-8

Summary pre lokalitu - Podhradie pri Novákoch (32 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,58**    **0,03**    **0,06**    **11,3**    **0,07**    **0,16**                      **12,17**                      **10,33**                      **-1,97**                      **-1,62**

*Lokalita*                      *Pusté pole*

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>	
19.12.1976	4,15			9,12	0,0693	0,1293	50		2	0	2
19.2.1978	4,65			24,78	0,2381	0,362	60		30	-9	-9
25.1.1979	4,6			9,01	0,0232	0,1405	70		20	-2,5	-4
1.2.1980	5,4			18,53	0,097	0,2849	20		10	0	2
4.3.1981	6,09			35,51	0,3001	0,2335	35		20	-1	0
29.1.1982	4,9			13,24	0,125	0,1508	50		25	-8,5	-8
17.2.1983	5,55			5,19	0,0398	0,032	20		20	-18,5	-18,5
26.1.1984	4,1			8,32	0,0227	0,1428	0		35	-1	-1
16.1.1985	4,15			10,42	0,0444	0,1642	20		0	-19	-17
21.2.1986	4,7			8,72	0,068	0,1112	50		1	-8	-8
12.2.1987	4,3			8,29	0,0584	0,1318	45		0	-1	-2
16.3.1988	4,4			8,41	0,0453	0,1205	5		47	-0,5	0
25.2.1989	5,8			12,03	0,0997	0,1275	15		0	0	4
6.3.1990	4,77			8	0,0456	0,1018	15		20	0	1
25.2.1991	5,2			7,06	0,0566	0,0628	25		0	0	5
12.3.1992	6,34			20,17	0,2153	0,1121	20		0	0	5
22.1.1993	7,7			19,57	0,1825	0,0481	6		0	0	7
27.1.1994	6,1			12,94	0,1613	0,1238	50		5	-2,7	-1,3
8.3.1995	4,34			8,11	0,0429	0,132	10		5	0	7
7.3.1996	5,25			16,71	0,1963	0,231				-2	-2
1.3.1997	6,48			8,6	0,0984	0,0283				0	4
20.2.1999	5,46	0,025	0,04	7,68	0,0426	0,0784	40		10	-3	-1
3.2.2000	4,63	0,02	0,06	8,04	0,0706	0,1012	0		60	-0,5	-0,5
13.3.2001	8,65	0,16	0	14,47	0,1688	0,0234			10	0	5

17.1.2002	6	0,07	0,08	9,01	0,0794	0,0417		30	-10	-6
15.1.2003	5,18	0,004	0,04	4,34	0,04	0,0622		25	-1	1
30.1.2004	4,45		0,045	4,59	0,0225	0,0712	15	25	-4,5	-8
11.2.2005	6,42	0,07	0,015	8,3	0,1083	0,035	0	42	-4	-5
17.2.2006	4,6	0,006	0,06	6,3	0,039	0,0933	25	70	-3	0
23.2.2007	4,91	0,03	0,04	4	0,0235	0,0272		15	0	-1
25.2.2008	5,73	0,05	0,04	8	0,0424	0,0628	0	30	0	1
13.2.2009	5,89	0,02	0,07	4,61	0,0422	0,0363	10	10	-1,5	-6
26.1.2010	5,17	0,02	0,12	10,23	0,0551	0,1134	4	2	-4	-6

Summary pre lokalitu - Pusté pole (33 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,34**      **0,04**      **0,05**      **10,98**      **0,09**      **0,11**      **24,44**      **18,35**      **-3,19**      **-1,83**

**Lokalita**

***Remetské Hámre***

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>	
14.1.1976	4,1			19,27	0,0638	0,2859	60		5	-2	-3
19.2.1977	6,1			10,48	0,0995	0,1084	25		0	0	2
17.2.1978	3,9			17,46	0,0407	0,2931	20		25	-1	-2
26.1.1979	4,4			13,07	0,049	0,216	20		5	-0,5	1
25.2.1980	4,3			14,84	0,0829	0,2492	20		2	-1	0
27.1.1981	4,18			20,66	0,0639	0,3351	25		28	-4	-5
27.1.1982	4,12			16,22	0,049	0,2372	15		20	-8	-7
28.2.1983	5,1			9,8	0,0605	0,1058	15		10	0	-0,5
5.2.1984	4,3			10,61	0,0274	0,1547	25		1	0	1
16.2.1985	4,2			18,01	0,0403	0,266	40		20	-16	-16
20.2.1986	4,5			9,34	0,0366	0,1358	34		10	0	0
14.2.1987	3,9			14,8	0,0273	0,249	68		0	0	3
18.3.1988	4,5			11,59	0,0496	0,1619	23		0	0	5
23.2.1989	4,6			14,01	0,021	0,1827	45		10	0	0
24.1.1990	4,25			14,67	0,0145	0,224	6		4	0	0,5
26.2.1991	4,65			4,63	0,007	0,0496	40		0	0	3
28.1.1994	3,9			13,54	0,0426	0,223	25		0	-0,7	-0,5
26.1.1995	5,05			7,41	0,0283	0,1106	40		3	0	1

21.2.1996	3,87			11,54	0,0245	0,2042			-4,5	-5
17.1.1997	4,11			8,78	0,0194	0,1377			-0,5	-0,5
7.2.1998	3,97		0,18	19,14	0,0445	0,2729	0	15	0	0
27.1.1999	4,09		0,125	12,18	0,0172	0,1818	2	15	-2	-2,5
2.2.2000	4,47		0,08	10,21	0,075	0,1468	5	70	0	1,5
16.1.2002	4,21		0,09	11,53	0,0307	0,1742		50	-8	-5
13.1.2003	4,67	0,004	0,075	5,1	0,0071	0,0759	20	20	-7	-11
29.1.2004	4,24		0,08	6,13	0,0075	0,0995	20	40	-2	-1
9.2.2005	4,14		0,08	7,7	0,033	0,1188	0	30	-10	-17
16.2.2006	4		0,14	10,9	0,01	0,1778	4	35	-3	-5,5
22.2.2007	4,63	0,04	0,03	5	0,0206	0,0294		5	0	5
5.3.2009	4,96	0,01	0,07	5,72	0,0255	0,0664	0	20	0	3
23.2.2010	4,71	0,05	0,08	7,84	0,0402	0,0437	10	26	-1	7

Summary pre lokalitu - Remetské Hámre (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,39**      **0,03**      **0,09**      **11,68**      **0,04**      **0,17**                      **22,48**                      **16,17**                      **-2,3**                      **-1,56**

**Lokalita**

**Rochovce**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
21.1.1977	4,2			9,52	0,0649	0,1491	20	30	-10	-11
16.2.1978	5,5			33,62	0,3513	0,4492	40	20	-5,5	-6
24.1.1979	3,8			23,97	0,1887	0,3968	40	10	-2	-2
1.2.1980	6,8			18,75	0,1773	0,2157	10	10	0	2
4.3.1981	4,48			11,73	0,0829	0,2104	0	10	-1	0
27.2.1983	6,5			18,87	0,2479	0,1696	10	0	0	1
4.2.1984	4,45			14,67	0,1379	0,223	20	3	0	4
15.1.1985	4,5			32,3	0,3042	0,4958	15	2	-6	-7,5
21.2.1986	4,3			13,97	0,0917	0,2093	14	0,5	-4	-4
13.2.1987	5,55			13,29	0,1381	0,1794	14	0	0	4
17.3.1988	5,1			6,09	0,0281	0,0563	12	0	0	7
6.3.1990	6,33			11,42	0,0631	0,0977	3	0	0	9,1
25.2.1991	4,5			7,66	0,0413	0,1171	30	0	-3	-1
27.1.1994	5,05			12,95	0,0873	0,1712	3	0	-2,8	-3

27.1.1995	5,2			10,95	0,0489	0,1106	4	0	0	3
22.2.1996	3,95			12,07	0,0438	0,204			-5,5	-4
14.1.1997	4,24			7,45	0,0234	0,1146			-3,5	-8
8.2.1998	8,28	0,11	0	31,52	0,3262	0,3536	0	2	-2	-2
19.2.1999	5,71	0,03	0,03	8,53	0,0516	0,0867	20	10	-2	-1
8.2.2000	4,49		0,055	6,62	0,054	0,0994	0	15	0	1
13.3.2001	5,55	0,02	0,04	4,33	0,0334	0,0291		2	0	7
15.1.2002	4,36		0,06	6,14	0,0186	0,0933	2	13	-2	-1
10.1.2003	4,45		0,07	4,71	0,0246	0,0731	8	7	-2	-3
28.1.2004	4,3		0,06	6,18	0,021	0,0932	5	20	-1	-4
8.2.2005	4,45		0,045	3,5	0,023	0,0538	0	17	-1	-7
15.2.2006	4,5		0,07	5,9	0,0398	0,0868	12	25	-1,5	-3
13.2.2009	5,05	0,01	0,08	4,38	0,03	0,0443	0	4	-1	-2
22.2.2010	5,14	0,05	0,04	6,38	0,0354	0,0288	0	5	-1	3

Summary pre lokalitu - Rochovce (28 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **5,03**    **0,04**    **0,05**            **12,41**    **0,1**            **0,16**                      **11,28**                      **7,9**            **-2,03**                      **-1,01**

**Lokalita**

***Ružomberok***

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
13.1.1976	3,9			11,09	0,0509	0,179	50	1	0	2,5
13.1.1977	4,15			10,01	0,0544	0,1493	15	2	0	0
21.2.1978	4,55			29,66	0,2693	0,4246	3	7	-4	-4
29.1.1979	4,7			11,94	0,0473	0,189	15	0	-1,2	-0,5
25.2.1980	5,05			18,65	0,1285	0,2659	20	0	-4,5	-1
29.1.1981	4,37			19,08	0,0804	0,331	25	30	-15,5	-21
19.2.1982	4,41			11,82	0,0612	0,1723	60	0	-20	-17,5
11.2.1983	4,6			7,55	0,0597	0,1174	20	0	0	3
2.2.1984	4,3			13,07	0,0597	0,1929	25	0	0	1
19.2.1985	4,2			19,23	0,1014	0,2815	3	25	-5	-7
31.1.1986	4,05			8,11	0,0264	0,1365	30	7	-0,5	2
17.2.1987	4,35			7,4	0,0354	0,1111	35	0	0	1
15.3.1988	4,45			11,71	0,0624	0,1663	17	22	-1	-1

26.2.1989	6,3			18,31	0,134	0,1805	7	0	0	4
7.3.1990	4,78			6,33	0,0403	0,0776	10	0	0	4,5
22.2.1991	4,75			9,36	0,07	0,104	15	0	0	2
13.3.1992	5,6			12,08	0,1154	0,0783	10	0	0	5
4.2.1993	6			104,41	0,429	1,6456	7	0	-1	0
30.1.1994	4,5			8,1	0,0581	0,1288	5	20	-1,7	-1,5
18.1.1995	4,25			6,85	0,0307	0,1119	15	10	-12	-12
10.3.1995	5,15			5,43	0,0516	0,0466	5	0	0	7
3.3.1996	7,73			81,47	0,5848	0,3081			-2,4	-4
29.1.1997	8,27			49,14	0,5529	0,4645			-3	-1
27.3.1998	5,28	0,05	0,05	12,71	0,1276	0,113	0,5	2	0	3
17.1.1999	4,96	0,03	0,06	8,99	0,0351	0,0909	2	5	-0,6	-0,7
24.2.2000	4,71	0,01	0,05	8,11	0,0741	0,1068	10	30	-2	0
12.3.2001	4,84	0,01	0,05	4,37	0,0051	0,0488		3	0	9
31.1.2002	4,9	0,02	0,07	7,14	0,0672	0,0815		25	0	2
19.2.2003	4,19		0,12	8,66	0,0267	0,1372		15	-1	-1
30.1.2004	4,31		0,075	5,13	0,0166	0,0802	15	15	-2	-4
17.3.2005	4,54	0,003	0,06	3,9	0,0217	0,0576		50	0	6
16.2.2006	4,28		0,06	10,7	0,007	0,0665	7	36	-1	0
23.2.2007	5,85	0,04	0,03	4	0,0235	0,0199		8	0	2
10.2.2010	5,15	0,01	0,09	8,4	0,0581	0,1045	3	16	0	1

Summary pre lokalitu - Ružomberok (34 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,92**      **0,02**      **0,06**      **16,56**      **0,1**      **0,2**      **15,91**      **10,28**      **-2,31**      **-0,62**

**Lokalita**

**Skalica**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
9.2.1976	4,4			17,1	0,1627	0,2553	10	0	-4	-6
22.1.1977	3,95			18,16	0,1109	0,2736	5	7	-2	-3
14.2.1978	5,3			18,38	0,1687	0,2596	30	5	-4	-7
19.1.1979	4,7			34,87	0,1976	0,5531	15	5	-10	-11
29.1.1980	6,4			30,05	0,2367	0,403	6	2	-5	-8
29.1.1981	4,6			16,89	0,0855	0,2593	5	10	-14	-12

16.2.1982	7,77			99,23	1,2439	0,235	8	0	-0,5	1,5
26.2.1983	4,6			15,85	0,0713	0,2008	12	0	-3,5	-2
31.1.1984	4,2			17,03	0,0971	0,2495	5	10	-1	-1
23.1.1985	4,3			14,48	0,0674	0,2127	25	0	-0,5	0
17.2.1986	4,35			18,41	0,1303	0,2753	10	1	-1,2	-2
29.1.1987	4,3			12,26	0,0799	0,1878	30	7	-3	-3
1.3.1988	4,9			19,32	0,0664	0,2617	0	25	-0,5	1
13.2.1990	4,35			11,82	0,0141	0,1764	0	7	-0,3	-0,5
20.2.1991	3,95			16,16	0,0726	0,223	2	5	-1	-0,5
14.2.1992	5,68			35,14	0,3953	0,2257	1	0,5	-1,3	-1,7
31.1.1994	6			8,39	0,0886	0,0873	5	0	-0,3	3
11.1.1995	4,56			10,08	0,0712	0,1405	0	15	-2,5	-2
30.1.1996	4,22			4,88	0,0193	0,0878			-3,5	-4
6.2.1997	4,55			8,46	0,0285	0,1231			-1	-1
4.2.1999	5,62	0,05	0,045	9,8	0,0459	0,0768	3	0	0	3,5
13.1.2000	4,45		0,07	9,21	0,07	0,1222	0	20	-2	-2
26.2.2001	4,5		0,04	5,31	0,033	0,0771		8	-0,5	0
21.1.2002	4,36		0,1	5,89	0,0055	0,0923		20	0	3
16.1.2003	4,32		0,09	5,08	0,0256	0,0948		5	0	3
13.1.2004	4,5		0,055	3,78	0,0139	0,0566		10	0	3
25.1.2005	4,33		0,06	17,5	0,0421	0,2803	4	0	-1	-4
15.2.2006	4,39		0,085	15,9	0,0463	0,1337	7	23	-3	-0,5
26.2.2007	5,53	0,04	0,03	6	0,0282	0,0372		4	0	3
11.2.2009	5,58	0,01	0,07	3,41	0,0302	0,0295	17	0	0	1
4.2.2010	4,11	-0,01	0,16	8,69	0,0615	0,1291	17	11	-2	-2

Summary pre lokalitu - Skalica (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,8**        **0,02**        **0,07**                      **16,69**        **0,12**                      **0,19**                      **9,04**                      **6,91**                      **-2,18**                      **-1,65**

**Lokalita**                      **Skalnaté Pleso**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
16.1.1976	3,9			12,96	0,0447	0,2445	60	20	-13	-17
16.12.1976	4,1			8,67	0,0339	0,1312	50	25	-9,5	-12



20.2.1978	4,8			18,34	0,1927	0,253	20	20	-13	-13
27.1.1979	4,05			8,14	0,0149	0,1586	70	15	-11	-9
27.2.1980	4,2			9,46	0,0217	0,1684	60	0	-4	-7
5.3.1981	5,38			13,84	0,0821	0,2247	45	5	-9	-7,5
29.1.1982	4,48			5,6	0,029	0,0854	30	20	-12	-11
1.3.1983	4,6			6,93	0,0381	0,0949	70	5	-2,5	-2
8.2.1984	4,7			6,84	0,0332	0,0933	40	20	-10	-8,5
18.2.1985	4,15			7,28	0,0293	0,1232	80	2	-23	-23,5
30.1.1986	4,1			6,55	0,0141	0,1153	60	1	-6,8	-6
16.2.1987	4,35			4,64	0,0152	0,0744	94	1	-1	-1,5
20.3.1988	4,25			5,23	0,0181	0,0855	50	23	-18	-12
31.3.1989	4,65			7,4	0,0182	0,1013	180	0	0	8
15.3.1990	4,78			7,58	0,0376	0,0938	55	0	-1	0
28.2.1991	4,67			7,02	0,0481	0,1076	40	0	-15	-13
12.3.1992	5,03			8,09	0,083	0,0771	70	0	-6	-4
26.2.1994	4,55			7,61	0,0727	0,1135	70	5	-4	-2,5
9.3.1995	6,1			7,45	0,0617	0,0432	60	0	0	2
7.3.1996	5,1			14,89	0,1078	0,1786			-5,5	-6,5
30.1.1997	4,97			3,36	0,0234	0,0311			-4,5	-4,5
19.2.1998	4,65	0,02	0,04	4,26	0,0194	0,0451	0	25	0	0
19.2.1999	5,52	0,025	0,04	7,46	0,0509	0,0735	30	100	-10	-5
25.2.2000	4,37		0,06	6,99	0,0548	0,1028	15	130	-2	-1
16.3.2001	4,31		0,07	4,97	0,0116	0,0727		15	0	4
1.2.2002	4,8	0,03	0,07	5,08	0,0284	0,041		20	-4	3,5
18.2.2003	4,62	0,005	0,045	2,22	0,0088	0,0334		20	-10	-10
6.5.2003	4,69	0,01	0,05	5,41	0,0161	0,0668		30	0	12
18.3.2004	4,51		0,04	3,11	0,0164	0,0505		120	0	7
5.4.2006	4,49		0,04	2,2	0,0038	0,0404	5	70	-1	-2
16.3.2007	5,14	0,04	0,03	4	0,0187	0,0107	10	250	-2	4
1.4.2008	4,7	0,01	0,05	7	0,0232	0,0705				
24.2.2010	4,76	0,02	0,06	4,12	0,0248	0,0237	10	40	-2	10

Summary pre lokalitu - Skalnaté Pleso (33 jednotlivých záznamov)

<b>priemer</b>	<b>4,65</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>7,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,1</b>	<b>50,96</b>	<b>32,73</b>	<b>-6,24</b>	<b>-4</b>
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	--------------	--------------	--------------	-----------

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
17.2.1978	4			29,7	0,2034	0,4326	15	2	-4	-5,5
25.1.1979	5			13,4	0,088	0,1796	15	7	-4	-4
25.2.1980	4,25			12,81	0,0415	0,2304	20	2	-1	-0,5
27.1.1981	4,36			24,64	0,112	0,4054	12	10	-3	-4
27.1.1982	4,28			14,19	0,0679	0,1986	5	15	-5	-4
27.2.1983	5,05			13,45	0,107	0,1492	10	1	0	-1
4.2.1984	6			12,05	0,0904	0,1077	8	0	0	1,2
15.2.1985	4,55			13,18	0,0763	0,1867	25	20	-9,5	-9,5
20.2.1986	4,6			10,12	0,0597	0,1377	21	11	-2,5	-3
14.2.1987	4,05			11,77	0,0484	0,1868	25	0	0	6
18.3.1988	5,25			16,52	0,1107	0,1803	20	0	-1	1
23.2.1989	5,05			17,26	0,0914	0,1765	10	0	0	2
24.1.1990	4,15			25,06	0,0459	0,354	4	2	0	2
26.2.1991	4,13			7,72	0,0106	0,1255	25	0	0	3
27.1.1994	4,5			13,65	0,0547	0,1785	3	0	-1	-1
26.1.1995	5,15			10,47	0,0698	0,1237	8	2	0	3,5
21.2.1996	8,75			62,96	0,7499	0,6811			-4	-4
17.1.1997	4,57			6,76	0,0216	0,0929			-2,5	-3,7
7.2.1998	5,99	0,06	0,05	22,87	0,2099	0,2483	0	3	-3	-2,5
28.1.1999	3,98		0,14	15,71	0,0372	0,235	2	15	-1	0
2.2.2000	4,6	0,005	0,085	9,94	0,0856	0,1308	0	50	0	0,6
15.1.2002	4,18		0,09	13,7	0,0682	0,208		15	-2	-3
12.1.2003	5,13	0,025	0,04	5,63	0,0421	0,0567	20		-6	-10
29.1.2004	4,38		0,065	6,28	0,0196	0,0945	10	6	-2	-1
8.2.2005	4,15		0,075	6,8	0,0367	0,1082	0	10	-2	-9
15.2.2006	4,19		0,15	10,9	0,0458	0,1582	25	5	-2,5	-3,5
5.3.2009	6,2	0,07	0,14	8,45	0,052	0,0373	0	7	0	2
22.2.2010	4,4	0,01	0,06	8,02	0,0655	0,0983	10	19	-2	3

priemer                      **4,82**      **0,03**      **0,09**      **15,14**      **0,1**      **0,2**                      **11,72**                      **8,08**      **-2,07**                      **-1,6**

**Lokalita**                      **Starý Hrozenkov**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
11.2.1976	4,4			29,81	0,2754	0,4332	5	7	-2,5	-4
12.1.1977	4,45			18,3	0,0923	0,2514	10	1	0	3
22.2.1978	4,35			29,74	0,2384	0,4351	35	5	-4	-4,5
22.1.1979	4,3			17,87	0,0763	0,2859	20	25	-4	-5
30.1.1980	4,25			22,33	0,1004	0,333	10	10	-4	-6
29.1.1981	4,41			18,6	0,0763	0,3073	15	20	-8	-6
16.2.1982	6,16			43,22	0,3814	0,4759	13	4	-1,5	2
26.2.1983	4,5			16,13	0,0788	0,2197	25	0	-4	-0,5
1.2.1984	4,3			15,44	0,0531	0,2249	20	0	0	1
23.1.1985	4,15			17,09	0,0612	0,2488	30	0	-0,5	2
17.2.1986	4,65			14,69	0,1119	0,2067	8	4	-1,5	-2
2.2.1987	4,25			9,62	0,032	0,1482	25	10	-10	-10
4.3.1988	4,4			10,38	0,0368	0,1548	30	5	-0,5	0
17.2.1990	4,95			24,62	0,1097	0,3572	3	27	-3	-1,5
22.2.1991	4,36			18,66	0,077	0,2904	24	0	0	4,4
29.1.1992	5,68			16,39	0,1308	0,1692	0	38	-1,5	-2
31.1.1994	6,9			17,84	0,2051	0,106	1	0	0	-0,4
17.1.1995	4,48			11,4	0,0219	0,1741	15	15	-9	-12
15.2.1996	4,55			10,6	0,0668	0,13			-1	0,5
6.2.1997	4,34			8,75	0,0182	0,1296			-1	1
20.2.1999	4,99	0,015	0,05	10,02	0,0486	0,1286	30	5	0	4
4.2.2000	4,5		0,055	8,75	0,0823	0,1279	0	25	-0,2	0,5
27.2.2001	5,53	0,03	0,05	9,68	0,0455	0,0852		5	-1	0
21.1.2002	4,37		0,12	6,48	0,0031	0,1017		22	-0,5	4
16.1.2003	6,2	0,015	0,04	7,87	0,0592	0,105		8	0	4
13.1.2004	4,44		0,06	3,6	0,0061	0,0548		18	0	4
25.1.2005	5,17	0,02	0,04	9,8	0,0492	0,127	12	1	-0,5	-2

15.2.2006	4,35		0,06	13,7	0,0217	0,1229	30	40	-1	0
26.2.2007	4,38	0,04	0,06	8	0,0373	0,0871		3	0	3
12.2.2009	4,98	0,03	0,07	8,16	0,0437	0,0835	6	11	-0,5	0
27.1.2010	5,21	0,04	0,07	14,86	0,0686	0,1797	8	10	-4	-8

Summary pre lokalitu - Starý Hrozenkov (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,77**      **0,03**      **0,06**      **15,24**      **0,09**      **0,2**      **15,62**      **11**      **-2,05**      **-0,98**

**Lokalita**                      **Štrbské Pleso**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
27.1.1976	3,7			11,33	0,0172	0,2078	150	60	-13	-6
18.12.1976	4,25			11,24	0,045	0,1148	0	80	-2,5	0
29.1.1979	4,1			8,29	0,0166	0,1585	60	20	-1	1
27.2.1980	4,7			17,42	0,2434	0,2371	80	15	-1,5	-2
28.1.1981	4,5			15,97	0,0756	0,2948	50	30	-14,5	-15
29.1.1982	9,18			37,41	0,5311	0,151	40	35	-7,5	-7
1.3.1983	4,7			7,91	0,0531	0,09	113	5	0	0
7.2.1984	4,3			7,17	0,0265	0,1201	50	40	-3,2	-2,8
18.2.1985	4			9,51	0,0211	0,1636	80	20	-17	-18
31.1.1986	4,1			7,57	0,023	0,1361	60	0	-7	-2,5
16.2.1987	4,6			5,73	0,0183	0,0773	100	2	0	-0,5
20.3.1988	4,5			6,03	0,0208	0,0892	54	0	-7	-3
25.2.1989	4,5			8	0,0333	0,12	55	0	-0,3	0
15.3.1990	4,8			5,21	0,0233	0,0561	60	0	-1	0
28.2.1991	4,53			4,59	0,0086	0,0674	60	0	-10	-7
12.3.1992	4,34			7,23	0,0295	0,1153	55	0	-5	-3
29.1.1994	4,4			5,85	0,0383	0,0942	25	50	-3,3	-5,7
10.3.1995	5,15			5,63	0,0459	0,0502	40	5	-0,5	-1
8.3.1996	3,95			8,04	0,0131	0,1432			-1	-0,5
30.1.1997	4,9			4,14	0,0236	0,0476			-9,3	-8,8
19.2.1998	4,69	0,01	0,06	4,69	0,0166	0,0573	0	20	0	0,8
19.2.1999	4,54	0,005	0,065	5,7	0,0221	0,0758	20	100	-4	-2
25.2.2000	4,5		0,06	7,37	0,0618	0,1041	15	100	-2	0

16.3.2001	4,48		0,05	3,08	0,0085	0,0478		20	-2	5
1.2.2002	5,12	0,035	0,07	4,92	0,0332	0,0304		70	-0,5	3
19.2.2003	4,48		0,075	2,61	0,0063	0,045		35	-10	-8
18.3.2004	4,74	0,01	0,04	2,61	0,0134	0,0307		80	0	10
17.3.2005	4,54	0,003	0,07	4,3	0,0118	0,0634		85	0	5
4.4.2006	4,5		0,05	5,3	0,0053	0,045		92	0	2
16.3.2007	4,34	0,02	0,05	4	0,006	0,0445	15	120	-4	-2
24.2.2010	4,76	0,02	0,05	4,16	0,0236	0,0225	2	50	-1	7

Summary pre lokalitu - Štrbské Pleso (31 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,64**    **0,01**    **0,06**            **7,84**    **0,05**            **0,1**                      **51,48**                      **39,1**                      **-4,13**                      **-1,97**

**Lokalita**

**Tatranská Lomnica**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
16.1.1976	3,9			15,71	0,0355	0,2602	20	25	-13	-18
16.12.1976	4,2			8,52	0,048	0,1366	25	15	-7	-7
20.2.1978	4,6			23,66	0,2667	0,3374	30	20	-10	-10
27.1.1979	4			10,79	0,0199	0,1894	40	15	-6	-4
27.2.1980	4,1			11,1	0,0274	0,199	20	0	-1,5	-2
5.3.1981	5,05			24,57	0,2784	0,2621	40	10	-4,5	-4
29.1.1982	6,34			21,8	0,1573	0,2568	20	25	-9,5	-9
1.3.1983	4,85			7,83	0,0423	0,0848	50	7	0	0
8.2.1984	4,6			4,87	0,0324	0,0706	50	10	-3	-1,5
18.2.1985	4			11,3	0,0308	0,1871	25	12	-9	-14
30.1.1986	4,15			8,33	0,0282	0,1383	50	5	-3	-1,3
16.2.1987	4,5			5,71	0,0188	0,086	54	0	0	-0,5
20.3.1988	4,15			8,61	0,0307	0,1393	45	0	-9	-7
25.2.1989	4,65			10,22	0,0542	0,1367	40	0	0	2
15.3.1990	5,04			6,96	0,045	0,0692	10	0	0	3,5
28.2.1991	5,01			6,07	0,0338	0,0687	35	0	-7	-5
12.3.1992	4,45			7,94	0,039	0,1058	50	0	-2	0
29.1.1994	4,35			6,78	0,0551	0,1115	5	20	-2,2	-2,5
9.3.1995	4,35			9,18	0,0465	0,1492	0	3	0	2

6.3.1996	4,03			9,76	0,0333	0,1634				-1,5	-0,5
30.1.1997	4,78			4,42	0,0202	0,0492				-3	-2,8
19.2.1999	5,76	0,035	0,04	9,15	0,0617	0,0892	40	100		-6	-2
25.2.2000	4,45		0,085	6,96	0,048	0,1029	10	70		-1	2
16.3.2001	4,59	0,005	0,05	3,67	0,0223	0,0466		10		0	7
1.2.2002	4,64	0,02	0,06	5,51	0,0329	0,058		10		0	4
18.2.2003	4,67	0,01	0,07	4,02	0,0174	0,0522		15		-10	-6
18.3.2004	4,72	0,01	0,04	3,4	0,0178	0,039		30		0	10
17.3.2005	4,43		0,06	2,8	0,0046	0,0493		60		0	8
4.4.2006	4,63	0,007	0,04	3,9	0,0063	0,0376				0	2
16.3.2007	4,87	0,03	0,04	4	0,0225	0,0223		25		0	10
1.4.2008	4,89	0,01	0,05	3	0,0083	0,0389					
24.2.2010	4,82	0,02	0,06	4,61	0,0282	0,0264	0	30		-1	8

Summary pre lokalitu - Tatranská Lomnica (32 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,61**      **0,02**      **0,05**      **8,6**      **0,05**      **0,12**                      **29,95**                      **18,46**                      **-3,52**                      **-1,25**

**Lokalita**                      **Tren ianske Jastrabie**

<u>datum odberu</u>	<u>pH</u>	<u>alkalita</u>	<u>acidita</u>	<u>mineral.</u>	<u>bazické kationy</u>	<u>Kyslé aniony</u>	<u>vyska noveho snehu</u>	<u>vyska stareho snehu</u>	<u>teplota snehu</u>	<u>teplota vzduch</u>
11.2.1976	6			72,71	0,8297	0,5778	2	5	-2,5	-4,3
12.1.1977	4,3			13,61	0,1061	0,1961	7	0	0	3
22.2.1978	5,2			31	0,2565	0,4227	30	50	-1,5	-1,5
22.1.1979	4,1			17,08	0,1005	0,2781	20	20	-4	-5
30.1.1980	5,3			71,13	0,2784	1,0444	8	3	-1,5	-3
29.1.1981	4,5			14,05	0,0747	0,2221	0	20	-4	-1
16.2.1982	7,07			24,17	0,232	0,1199	9	0	-2,5	-1
26.2.1983	4,7			10,98	0,0713	0,1327	14	0	-2	1
1.2.1984	4,3			16,25	0,0748	0,2404	30	0	0	3,5
23.1.1985	4			15,85	0,0624	0,239	20	0	0	6
17.2.1986	5,7			19,13	0,19	0,2335	16	4	-1,5	-2
2.2.1987	4,15			11,57	0,0575	0,1813	15	27	-11	-11
4.3.1988	5,1			9,51	0,0784	0,1167	11	4	-1	0
17.2.1990	6,1			12,13	0,0402	0,1275	8	6	0	3



23.2.1989	5,5			19,79	0,0966	0,1757	3	0	0	2
26.2.1991	5,17			12,58	0,0179	0,0766	5	0	0	6
26.1.1995	5,7			9,44	0,0453	0,0889	2	0	0	4,5
21.2.1996	5,44			10,56	0,0454	0,1158			-1,5	-1,3
17.1.1997	4,78			13,42	0,0937	0,1712			-0,5	-0,5
7.2.1998	5,32	0,02	0,06	24,28	0,1947	0,3154	0	5	0	2
13.1.1999	6,17	0,08	0,11	18,38	0,1108	0,1613	2	2	0	3,2
2.2.2000	5	0,05	0,08	12,09	0,0795	0,1151	0	20	0	2,5
16.1.2002	4,5		0,11	23,57	0,1255	0,3456		7	-3	-3
13.1.2003	5,86	0,025	0,035	7,59	0,0747	0,0782	10		-3	-9
29.1.2004	8,05	0,2	0,02	33,64	0,3707	0,2483	6	1	-0,5	-0,5
8.2.2005	6,15	0,045	0,03	24,3	0,2131	0,2855	0	5	-3	-10
16.2.2006	4,3		0,16	7,8	0,0244	0,1207	18		-2	-3,5
5.3.2009	5,57	0,06	0,06	7,83	0,0359	0,0277	0	5	0	3
22.2.2010	5,01	0,03	0,04	4,88	0,0271	0,0204	0	9	-1	4

Summary pre lokalitu - Vojany (25 jednotlivých záz namov)

**priemer**                      **5,34**      **0,06**      **0,07**      **22,74**      **0,15**      **0,27**                      **5,91**                      **3,79**      **-1,46**                      **-0,63**

**Lokalita**

**Vrátna dolina**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
13.1.1976	3,9			12,77	0,0307	0,2134	50	1	0	0
13.1.1977	4,1			6,71	0,0318	0,0816	15	5	-0,5	-0,5
21.2.1978	4,2			21,4	0,1927	0,3153	20	5	-10	-10
30.1.1979	4,6			13,54	0,058	0,2175	30	35	-4	-3
18.2.1980	4,1			11,33	0,0523	0,2009	15	12	-1	-0,5
5.3.1981	4,2			17,79	0,0639	0,2964	25	3	-4	-3
19.2.1982	4,21			13,65	0,0564	0,2024	72	0	-5	-4
3.3.1983	4,5			12,63	0,0523	0,1761	65	0	-0,3	0
8.2.1984	4,7			5,98	0,0232	0,0764	20	35	-5	-5
19.2.1985	4,15			13,63	0,0547	0,2122	30	40	-9	-9
31.1.1986	4			11,31	0,0265	0,1882	75	0	-0,3	3
17.2.1987	4,6			4,27	0,0149	0,0638	52	0	0	3



15.3.1988	4,1			13,63	0,0453	0,2022	24	28	-1	0,5
26.2.1989	4,8			5,94	0,0191	0,0764	30	0	0	4
7.3.1990	4,85			9,03	0,0519	0,1157	30	0	0	1,5
14.2.1992	5,05			8,13	0,0561	0,0798	50	0	0	4
12.3.1993	7,05			27,58	0,3337	0,2647	40	0	0	1
30.1.1994	4,55			7,47	0,0582	0,1054	5	50	-1,5	-1,2
18.1.1995	4,78			7,46	0,0555	0,0935	35	15	-7	-8
9.3.1996	3,9			9,15	0,027	0,1632			-1	-1
28.2.1997	5,11			3,87	0,0317	0,0393			0	3
20.2.1999	5,24	0,025	0,045	12,22	0,0613	0,1414	40	60	-3	-1
24.2.2000	5,2	0,025	0,04	10,24	0,1039	0,1199	10	35	-1,5	1,5
12.3.2001	5,56	0,02	0,03	3,83	0,0334	0,0239		10	0	7
30.1.2002	5,38	0,04	0,07	9,31	0,0957	0,0814		30	0	2,5
19.2.2003	4,3		0,09	6,46	0,0334	0,1		25	-2	-5
30.1.2004	6,71	0,12	0,02	15,79	0,1448	0,0873	10	20	-2	-6
16.3.2005	4,26		0,08	4,8	0,0184	0,0772		90	0	3
16.2.2006	4,23		0,06	7,9	0,0224	0,1159	7	67	-3	-3
15.3.2007	6,3	0,04	0,02	4	0,0354	0,0112		8	0	7
25.2.2008	5,11	0,04	0,04	8	0,0618	0,0786	0	12	0	4,5
3.2.2009	5,65	0,02	0,08	4,58	0,0331	0,0393	0,5	5	-0,5	4
10.2.2010	5,1	0,02	0,1	13,35	0,0829	0,1741	10	10	-1	-2

Summary pre lokalitu - Vrátna dolina (33 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **4,8**      **0,04**      **0,06**      **10,23**      **0,06**      **0,13**      **29,25**      **19,39**      **-1,9**      **-0,38**

**Lokalita**                      **Zádielska dolina**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
21.1.1977	4,05			9,33	0,0603	0,1426	20	30	-6	-7
16.2.1978	7,1			60,34	0,4974	0,4944	5	0,5	-3	-3
25.1.1979	7,9			40,72	0,4289	0,3805	10	5	-1	0
25.2.1980	4,1			14,75	0,0373	0,2469	19	14	-1	0,5
27.1.1981	9,42			106,18	1,243	0,7717	15	1	-1,5	-1
27.1.1982	4,31			12,82	0,0481	0,1853	15	10	-5	-5

27.2.1983	6,8			32,85	0,2998	0,3153	8	0	0	1
4.2.1984	5,95			16,19	0,123	0,1324	10	0	0	2,2
15.2.1985	9			54,21	0,5584	0,3934	8	8	-8	-8
21.2.1986	5,4			14,81	0,1411	0,1745	5	0	-3	-4
13.2.1987	8,45			51	0,5626	0,4152	19	0	0	4
23.2.1989	8,8			68,53	0,4098	0,36	10	0	0	2
6.3.1990	6,2			11,22	0,0873	0,094	5	0	0	1,3
25.2.1991	3,92			10,37	0,0106	0,1737	15	0	0	5
27.1.1994	7,15			25,97	0,2062	0,1937	0	2	-1	-0,6
24.1.1995	4,38			16,91	0,0686	0,2559	5	0	0	0,8
19.2.1996	5,25			17,82	0,1071	0,1908			-0,6	-1
15.1.1997	5,5			17,43	0,1218	0,189			-4,5	-6,5
4.2.1998	5,9	0,19	0,07	34,12	0,3402	0,2391	1	2	-9	-8
26.1.1999	6,11	0,101	0,11	18,81	0,1828	0,1399	0	3	-1	-1
1.2.2000	5,06	0,025	0,05	9,84	0,0958	0,109	0	25	0	1,5
15.1.2002	4,86	0,02	0,07	13,81	0,0916	0,1675		12	-2	-2
12.1.2003	4,88	0,02	0,05	5,74	0,0582	0,056	10	5	-6	-8
29.1.2004	4,3		0,075	7,21	0,0276	0,1083	10	10	-1	-1
8.2.2005	6,2	0,05	0,035	14,3	0,1422	0,1461	0	5	-1	-8
15.2.2006	6,25	0,076	0,04	18,7	0,1772	0,1607		8	-1,5	-2,5
22.2.2010	5,63	0,07	0,04	7,83	0,0553	0,0182	0	5	-1	3

Summary pre lokalitu - Zádielska dolina (27 jednotlivých záznamov)

**priemer**                      **6,03**      **0,07**      **0,06**      **26,36**      **0,23**      **0,23**      **8,26**      **5,82**      **-2,11**      **-1,68**

**Lokalita**                      **Zlatá Baňa**

<i>datum odberu</i>	<i>pH</i>	<i>alkalita</i>	<i>acidita</i>	<i>mineral.</i>	<i>bazické kationy</i>	<i>Kyslé aniony</i>	<i>vyska noveho snehu</i>	<i>vyska stareho snehu</i>	<i>teplota snehu</i>	<i>teplota vzduch</i>
14.1.1976	4			18,95	0,1609	0,2915	30	15	-3	-5
17.12.1976	6,1			40,38	0,3761	0,4687	0	25	-3	-3
18.2.1978	4,05			19,6	0,0813	0,2991	15	35	-2	-4,5
27.1.1979	4,3			15,84	0,0913	0,2499	40	10	-4	-4,5
28.1.1981	4,34			15,76	0,0729	0,2542	20	15	-5	-7
28.1.1982	4,27			40,66	0,2911	0,5645	10	15	-9	-8,5

28.2.1983	4,6			21,22	0,1582	0,2864	30	4	0	0
5.2.1984	4,2			14,84	0,0534	0,2244	25	4	-1,2	-2,5
16.2.1985	4,5			16,78	0,1029	0,236	45	8	-5,5	-9,5
19.2.1986	4,4			7,47	0,0345	0,1138	11	9	0	1
16.2.1987	4,75			9,8	0,0304	0,115	19	0	0	4
19.3.1988	5,15			9,84	0,0328	0,0808	13	0,5	0	-2
24.2.1989	4,5			20,38	0,0568	0,2827	15	2	0	1
7.3.1990	5,48			14,07	0,0848	0,1597	10	0	0	4,2
27.2.1991	4,75			5,92	0,0158	0,0754	25	0	-2	-1
28.1.1994	5,5			13,41	0,0989	0,1312	5	1	-1,7	-1,7
8.3.1996	7,85			29,25	0,3635	0,1991			-1	0,5
31.1.1997	3,92			14,8	0,0427	0,2409			-1,6	-4,5
29.1.1999	4,57	0,005	0,07	12,59	0,0603	0,1704	10	15	-5	-6
2.2.2000	4,5		0,075	8,13	0,0669	0,1222	0	25	0	0
15.3.2001	5,93	0,05	0,05	6,83	0,055	0,0334		10	0	9
16.1.2002	4,11		0,11	12,53	0,0574	0,1906		25	-8	0
13.1.2003	4,42		0,06	3,77	0,0178	0,0607	20		-11	-15
29.1.2004	4,31		0,06	8,55	0,0418	0,1261	10	15	-2	-3
9.2.2005	4,42		0,045	3,3	0,0212	0,0519	0	12	-3	-2
17.2.2006	4,22		0,115	6,2	0,0146	0,0973	45		-3	-2,5
22.2.2007	5,53	0,04	0,03	6	0,0415	0,0367		3	0	4
5.3.2009	5,06	0,01	0,09	5,43	0,0381	0,0606	0	30	0	2
23.2.2010	6,47	0,11	0,04	16,17	0,1147	0,0908	11	20	-1	5

Summary pre lokalitu - Zlatá Ba a (29 jednotlivých záznamov)

**priemer**      **4,83**      **0,04**      **0,07**      **14,43**      **0,09**      **0,18**      **17,04**      **11,94**      **-2,48**      **-1,78**

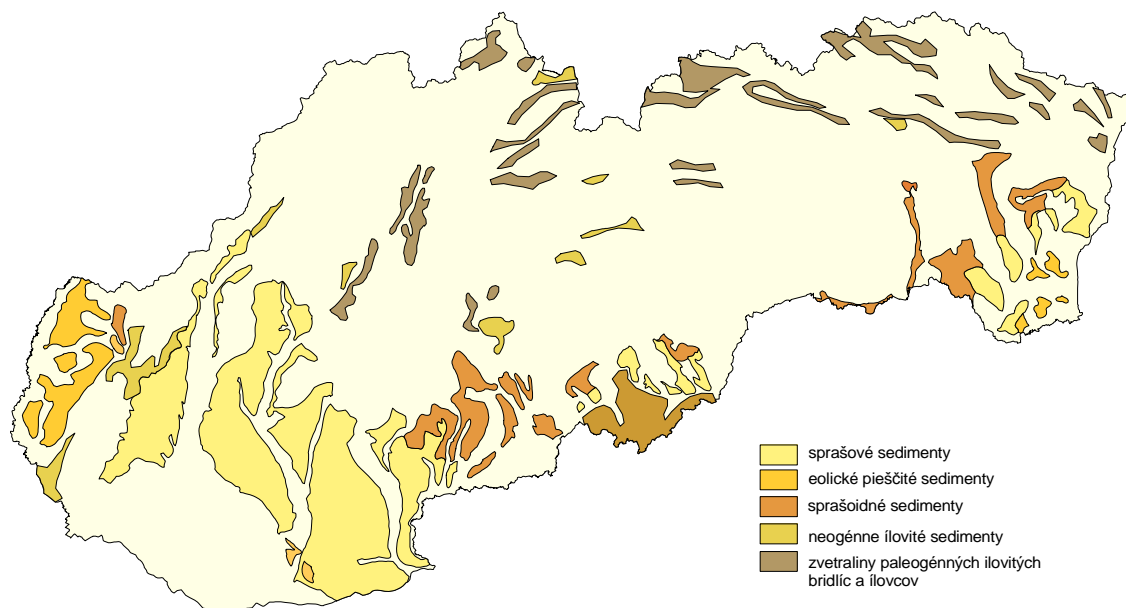
## 2.8. OBJEMOVO NESTÁLE ZEMINY

### 2.8.1. Základná charakteristika

Zeminy, ktorých vlastnosti sa pred porušením vnútornej štruktúry a po jej porušení výrazne líšia alebo počas zmeny štruktúry dochádza k výrazným objemovým zmenám označujeme ako metastabilné. Časť z nich, u ktorých je rozhodujúca objemová stabilita, označujeme ako zeminy objemovo nestále. Objemová nestabilita sa prejavuje buď znížením objemu, označovaným ako presadanie, alebo zväčšením objemu, označovaným ako napúčanie.

Termín metastabilná štruktúra použil ako prvý Terzaghi v roku 1955 (Terzaghi, Peck, 1967) ako názov štruktúry, náchylnej ku kolapsu. Fedá rozlišuje lokálnu a totálnu metastabilitu štruktúry, pri ktorej malá zmena zaťaženia alebo zmena stavu vyvolá značné posuny pevných častíc (Fedá, 1977). Reprezentantmi metastabilných zemín sú spraše a senzitivné íly, v ktorých sa kolaps štruktúry vyvolá zmenou zaťaženia. Ďalšími reprezentantmi sú disperzné zeminy, kypré zvodnené piesky a silne prekonsolidované íly (s nízkou vlhkosťou, ktoré sú navyše náchylné na napúčanie).

Objemovo nestále zeminy na Slovensku tvoria presadavé zeminy (kvartérne eolické sedimenty), napúčavé íly (neogénne alebo kvartérne íly) a silne prekonsolidované ílovité zeminy. Na obr. 2.8.1 sú schematicky znázornené územia s pravdepodobným výskytom objemovo nestálych zemín na Slovensku. Podkladom na zostavenie tejto schémy boli mapa genetických typov kvartérnych sedimentov (Klukanová in Bodiš et al., 1999) a schéma Jemnozrné sedimenty na Slovensku (Letko, Hrašna in STN 83 8106).



Obr. 2.8.1: Schematické znázornenie výskytu objemovo nestálych sedimentov

#### ***Presadavé zeminy***

Presadavé zeminy rozdeľujeme do dvoch skupín (Klukanová, Frankovská, 1995): veľmi presadavé zeminy a presadavé zeminy.

Medzi veľmi presadavé zeminy zaraďujeme typické a piesčité spraše.

*Typické spraše* sú charakteristické tým, že sú nevrstevnaté, primárne vápnité, majú kapilárnu pórovitosť, vcelku sú suché, žltej až tmavožltej farby s viditeľne prevládajúcim

zrnitostným zložením pohybujúcim sa v medziach 20 – 63  $\mu\text{m}$ . Typ mikroštruktúry je skeletálny (obr. 2.8.2a).

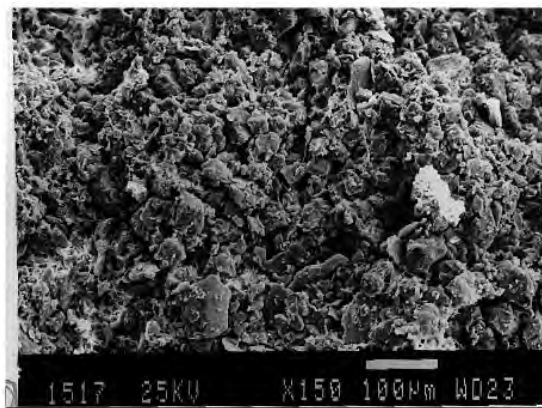
*Piesčité spraše* sú najčastejšie nevrstevnaté alebo sa v nich vyskytuje jemné zvrstvenie. Zvyčajne sú slabo vápnité, menej pórovité ako typické spraše, pričom farbu majú podobnú. Tento typ spraší je charakteristický zmesou zŕn veľkosti 20 – 60  $\mu\text{m}$  a 200 – 500  $\mu\text{m}$ . Zemina taktiež vznikla eolickým transportom, ale znosovou oblasťou boli územia s iným horninovým zložením ako typické spraše. Typ mikroštruktúry je skeletálny (obr. 2.8.2b).

Medzi presadavé zeminy zaraďujeme eolické piesky, ílovité spraše a sprašoidné sedimenty, ktoré majú prevládajúcu zrnitostnú frakciu prachovitú.

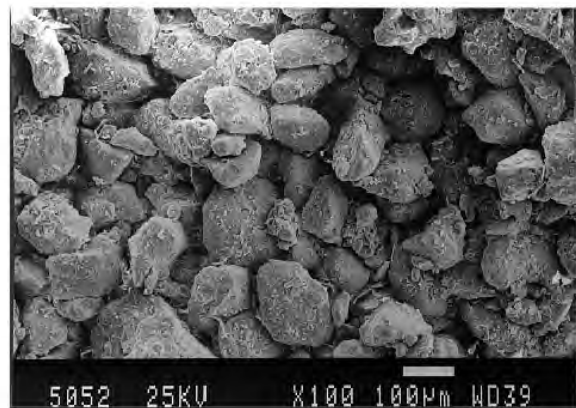
*Eolické piesky* sú strednozrné, typické veľmi dobrým vytriedením a opracovaním kremenných zŕn, niekedy i karbonátov. Typ mikroštruktúry je tiež skeletálny (obr. 2.8.2c). *Ílovité spraše* sú nevrstevnaté, málo pórovité, obsah uhličitanov a farba je podobná typickým sprašiam. Najväčšie percentuálne zastúpenie majú častice zrnitostného zloženia 20 – 60  $\mu\text{m}$  z čoho 25 – 30 % má zrnitosť menšiu ako 2  $\mu\text{m}$ . Ílovité spraše majú matricovú, skeletálno-matricovú až matricovo-laminárnu mikroštruktúru. Presadavé sú však iba tie, ktoré majú skeletálno-matricový typ mikroštruktúry (obr. 2.8.2d). Koeficient presadavosti dosiahol hodnotu 1,94 %. *Sprašoidné sedimenty* sú reprezentované veľkou skupinou zemín s rozličným minerálnym a zrnitostným zložením. Ide o eolický materiál, ktorý bol resedimentovaný počas rôznych sekundárnych procesov (alochtonne sprašoidné sedimenty) alebo bol pozmenený in situ (autochtonne sprašoidné sedimenty), resp. neolický materiál, v ktorom prebehol proces zosprašovania. Často namiesto zosprašovania prebiehal na nich proces zahlinenia alebo oglejenia. Najdôležitejšie sekundárne procesy, ktoré pôsobili pri resedimentácii sú deluviálne, fluviaálne, proluviálne a eluviálne, ďalej rôzne pedogenetické procesy, ako i zmeny spôsobené kryoturbáciou. Sprašoidné sedimenty sa mohli vytvoriť buď z typických piesčitých alebo ílovitých spraší. Ich pórovitosť je menšia ako v pôvodnom materiáli. Je badateľná veľká zmena, čo sa týka obsahu uhličitanov. Niektoré vôbec neobsahujú uhličitan. Líšia sa i farebne. Náchylné na presadanie sú však iba tie, ktoré majú skeletálny a skeletálno-matricový typ mikroštruktúry - obr. 2.8.2e,f.

### ***Objemovo nestále íly a ílovité zeminy***

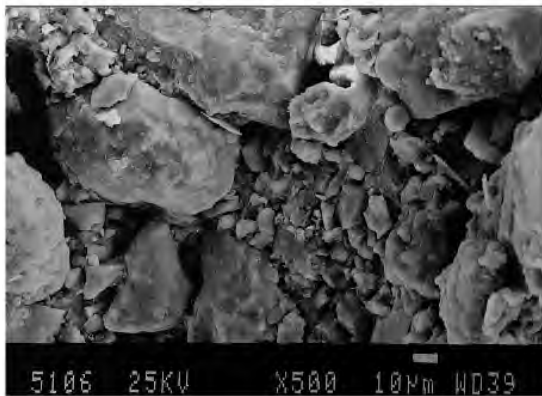
Podľa STN 72 1001 sa ako íl označujú jemnozrné zeminy, v ktorých podstatnú časť tvorí tzv. ílovitá frakcia s veľkosťou zŕn menšou ako 2  $\mu\text{m}$ . Íly a ich spevnením vzniknuté ílovce sú tvorené hlavne ílovými minerálmi (kaolinit, halloysit, dompassit, antigorit, illit, mastenec, saponit, stevensit, vermikulit, montmorillonit, beidellit, palygorskit, alofán) a prímiesmi (kremeň, živce, sludy, rutil, turmalín, amfibol, kalcit, opál, pyrit, oxidy Fe a Mn, organické zvyšky, atď.). Napučíavanie a plasticita sú vlastnosti ílových minerálov, ktoré závisia od typu väzby a typu medzivrstevného katiónu. Najvýraznejšie napúčajú montmorillonitické íly s voštinovou mikroštruktúrou (obr. 2.8.3), kde vymeniteľné katióny držia spolu základné vrstvy len elektrostatickými silami. Ióny sa v medzivrství hydratujú, v dôsledku čoho íl napučíava. Najväčšiu plasticitu majú montmorillonitové íly aktivované iónmi Na, ďalej kaolínové, beidellitové a hydrosľudové íly. Plasticitu zvyšujú aj humínové látky. Z hľadiska objemovej nestálosti najproblematickejšie sú bentonity a smektity.



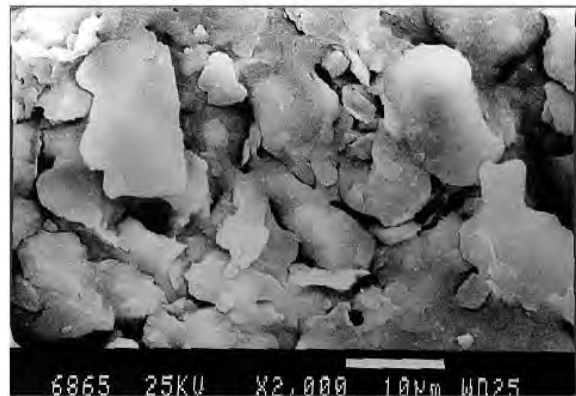
a



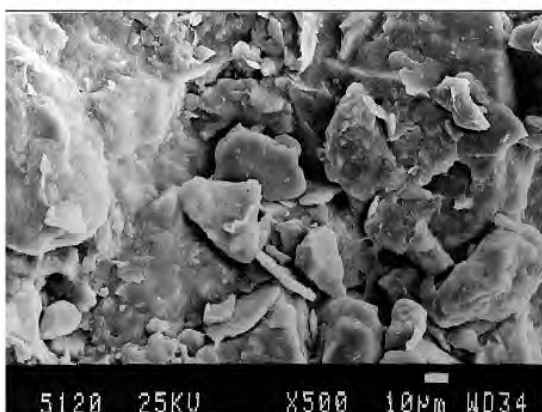
b



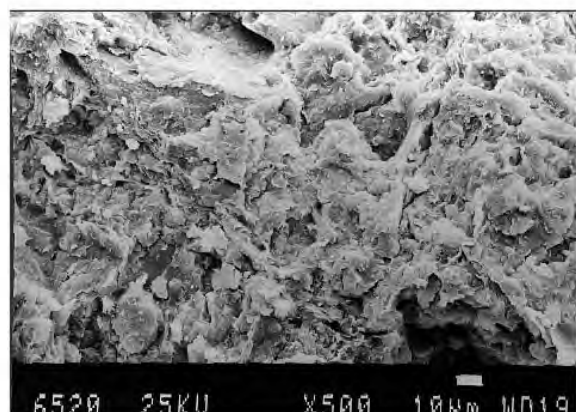
c



d

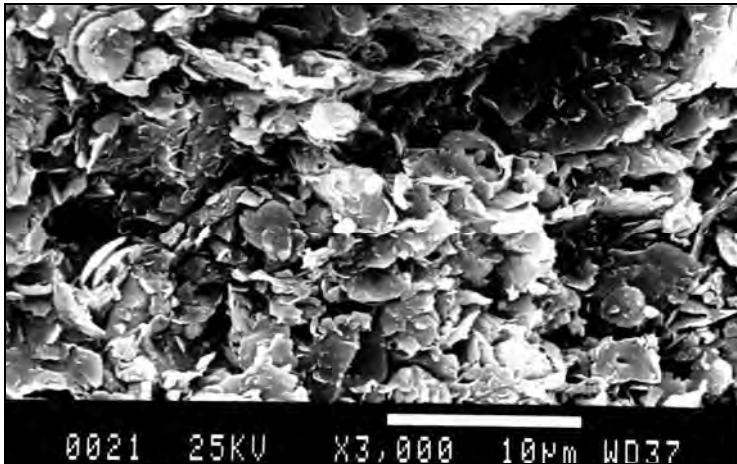


e



f

Obr. 2.8.2: Charakteristická vnitřní stavba velmi přesadavých a přesadavých sedimentů



Obr.2.8.3: Mikrograf montmorillonitického ílu s voštinovou mikroštruktúrou

## 2.8.2. Pozorované ukazovatele a metódy hodnotenia

Monitorovanie pozostávalo z:

- identifikácie územia s výskytom objemovo nestabilných sedimentov;
- registrácie porušených objektov v týchto územiach;
- sledovania porúch na objektoch, teda kvalitatívnych i kvantitatívnych zmien puklín a trhlín;
- odberov porušených a neporušených vzoriek zemín;
- laboratórneho stanovenie fyzikálnych a mechanických vlastností zemín;
- stanovenia minerálneho zloženia zemín;
- sledovania zmien vnútornej stavby zemín.

Údaje o porušených objektoch boli zaznamenávané do registračného listu (obr. 2.8.4).

Registračný list obsahuje:

- údaje o lokalizácii objektu (geomorfologické začlenenie, okres, názov obce, ulice, číslo domu, pozemku, resp. iná lokalizácia);
- údaje o druhu objektu;
- fotografiu alebo náčrt porušených častí;
- geologickú a geomorfologickú charakteristiku územia;
- opis poruchy (smer, sklon, šírku puklín, zmeny a vplyvy na susedné objekty);
- časový vývoj zmien poruchy od vzniku až po súčasný stav;
- pravdepodobnú príčinu poruchy;
- geotechnické vlastnosti základovej pôdy, ak sú známe.

Pri dokumentácii konkrétnych porúch bola pozornosť najviac zameraná na porušené konštrukčné časti, vek objektu, hĺbku základov, druh použitého stavebného materiálu, činitele, ktoré ovplyvňujú rozšírenie porúch, prípadne boli sledované i vykonané sanačné práce a zhodnotená ich efektívnosť.

Fyzikálny stav zemín bol sledovaný na neporušených i porušených vzorkách zemín, odoberaných z vrto, z kopaných šachtíc a prirodzených odkryvov v blízkosti objektu.

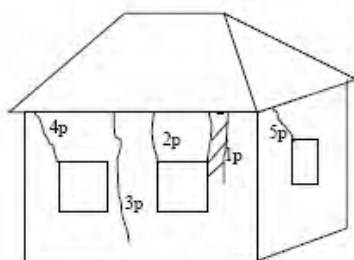
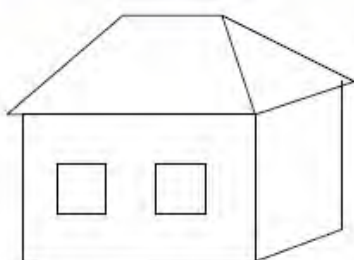
Proces presadania, napúčania a zmrašťovania zemín bol sledovaný v laboratórnych podmienkach (oedometrické a iné skúšky). V laboratóriu inžinierskej geológie bola stanovená vlhkosť, plasticita, zrnitostné zloženie, objemová a merná hmotnosť, stupeň nasýtenia, obsah

## Poruchy na objektoch - záznamový list

Geomorfologická jednotka:

Okres  Obec  Ulica  Číslo  Druh objektu

Nákres-foto



### Popis poruchy

Porušenie celého domu – neobývaťelný, odlomenie pravej bočnej steny  
Dom situovaný v blízkosti svahu, predpokladaná príčina.  
Podmývanie, konštrukčná vada.

### Hladina podzemnej vody

navítaná-narazená:  
ustálená: 5,3 m

### Profil základovej pôdy

0.0 - 0.3m humusová pôda - ornica  
0.3 - 4,2 íl stredne plastický, subjekt konzistencie s obsahom CaCO<sub>3</sub>  
4.2 - 6 m íl stredne plastický bez obsahu CaCO<sub>3</sub>

### Spôsob založenia

Hĺbka

### Priebeh porúch

Dátum	Typ zmeny	Strana	Sklon	Šírka	Dĺžka	Príčina	Vplyv na okolie
7.9..03	1p	predna	90	15cm	3m	podmývanie	žiadny
	2p	predná	90	0,2cm	0,6m		
	3p	predná	90	0,2cm	2,3m		
	4p	predná	70	0,2cm	0,7m		
	5p	bočná	90	4cm	0,7m		

Obr. 2.8.4: Záznamový list



uhličitanov a organických látok, stupeň presadania a pod. Na vybratých vzorkách ílovitých zemín bolo stanovené napúčanie a napúčací tlak vzoriek.

Bolo sledované minerálne a chemické zloženie a vnútorná stavba, najmä jej zmeny spôsobené presadavosťou, napúčaním a zmrašťovaním pomocou SCAN-u.

### 2.8.3. Frekvencia zberu údajov

Frekvencia monitorovania sa pohybovala od priebežnej registrácie objektov až po sledovanie aktivity porúch na objektoch 1x za 3 roky do roku 2007 (tab. 2.8.1). Odvtedy sú sledované len významné porušenia zemskeho povrchu, iné sledovania sú pozastavené.

Tab. 2.8.1: Frekvencia zberu údajov

Názov meranej veličiny	Identifikátor meranej veličiny	Meracia metóda	Priestorová identifikácia v teréne	Frekvencia merania
<i>Poruchy objektov</i>				
registrácia porušených objektov	bezrozmerné	vizuálne	porušený objekt	priebežné dopĺňanie informácií
počet porúch	bezrozmerné	vizuálne	objekty vybrané na základe registrácie	1x ročne až 1x za 3 roky
rozmer poruchy	<i>mm</i>	terče na identifikáciu aktivity trhlín, porovnávacie meranie	aktívne poruchy vybrané na základe registrácie poškodených objektov v typických lokalitách	1x ročne až 1x za 3 roky
<i>Charakteristika zemín</i>				
vlastnosti: • vlhkosť • zrnitosť • medza tekutosti • medza plasticity • objemová hmotnosť • pórovitosť • obsah Ca • obsah organ. látok • aktivita ílových minerálov	kód. údaj	laboratórne skúšky	odbery v okolí registrovaných objektov	priebežné dopĺňanie informácií
stupeň presadavosti	kód. údaj	laboratórne skúšky	odbery v okolí registrovaných objektov	priebežné dopĺňanie informácií
napúčavosť	kód. údaj	laboratórne skúšky	odbery v okolí registrovaných objektov	priebežné dopĺňanie informácií

### 2.8.4. Výsledky monitorovania

#### *Príčiny porúch na objektoch*

Hlavné príčiny deformácií, deštrukcia podzákladia a deformácie objektov môžu nastať hlavne:

- presadavosťou, ktorá vznikla prevlhčením podzákladia, v dôsledku čoho zemina stráca pevnosť a vznikajú nadmerné a nerovnomerné sadania; rozhodujúci podiel v tomto prípade má prevlhčenie vodou;

- dodatočným sadaním, kedy vznikajú zmeny zaťaženia základovej pôdy; deje sa to obyčajne pri prístavbe, či postavením nového objektu v blízkosti staršieho a pod;
- namrzavosťou sedimentov a tým aj zmenou ich mechanických vlastností;
- zmrašťovaním a napúčaním objemovo nestálych zemín, hlavne vysokoplastických ílov;
- rôznou veľkosťou a hmotnosťou plošných základových konštrukcií; napätie pod väčšími konštrukciami sa prenáša do väčších hĺbok a zasahuje aj staršie súvrstvia.

Bolo zistené, že popri týchto prioritných príčinách sú dôležité aj niektoré ďalšie, ktoré sú buď spolupôsobiacim alebo rozhodujúcim činiteľom. Veľkú časť deštrukcií na objemovo nestálych zeminách spôsobujú neodborné či nevedomé ľudské zásahy, napr. hĺbenie základov, neodborné odvedenie vody z odkvapových rúr, netesná podzemná kanalizácia či vodovodné potrubie. Hladký povrch kanálových rúr navyše slúži ako "*privilegovaná*" cesta prúdiacej vody, ktorá na ich obvode môže vytvoriť aj podzemné priestory a kaverny, v dôsledku čoho môže dôjsť k prepadnutiu územia. V menšej miere spôsobujú deštrukcie aj neodborne vykonané vrty, sondy a pod.

Hlavné príčiny presadavosti sú vyvolané:

- zvýšením vlhkosti;
- zvýšením zaťaženia - statického, či dynamického;
- zvýšením vlhkosti aj zaťaženia.

*Zvýšenie vlhkosti.*

Voda môže vnikat' do základovej pôdy rôznymi spôsobmi:

- pri budovaní novej cesty
- prasknutím či neinštalovaním odkvapovej rúry
- zrážkovou vodou z vyššie položených svahov
- haváriou vodovodného alebo kanalizačného potrubia
- vybudovaním zavlažovacieho kanála v blízkosti stavebných diel
- vyhlbením základovej jamy v susedstve budov.

*Zvýšenie zaťaženia.*

Statické zaťaženie:

- prístavba objektu
- koncentrácia zaťaženia preneseného z príľahlého objektu.

Dynamické zaťaženie:

- otrasy zo zvýšenej intenzity premávky.

### **Registrácia porušených objektov**

V rokoch 2002 až 2007 sa priebežne pokračovalo v registrácii na území Podunajskej a Východoslovenskej nížiny. V oblasti Východoslovenskej nížiny bola skončená 3. etapa, v Podunajskej nížine v časti Trnavskej pahorkatiny 2. etapa registrácie.

Registračný list obsahuje údaje, uvedené v časti 2.8.2. Pri registrovaní porušených objektov na území Východoslovenskej nížiny sa zistilo, že poruchy na objektoch nie sú zapríčinené len presadavosťou základových pôd, ale aj ich napúčaním a zmrašťovaním.

Celkovo na území Podunajskej nížiny boli registrované porušené objekty v 94 obciach, na území Východoslovenskej nížiny v 58 obciach. Zoznamy registrovaných porušených objektov ležiacich na eolických sedimentoch Východoslovenskej a Podunajskej nížiny sú v prílohe 8 v tab. 8.1 a 8.2.

### **Monitorovanie puklín a ich zmeny na vybratých objektoch**

V rokoch 2002 až 2007 boli monitorované pukliny a ich zmeny na vybratých objektoch. Väčšinou boli identifikované opakujúce sa trhliny šírky rádovo desatiny milimetra až milimetre.

Trhliny na budovách majú rôznu šírku, ktorá závisí od deformačných podmienok. Šírka sa pohybovala od 5 do 200 mm. Vyčlenili sme 6 stupňov deštrukcií:

- pukliny do 5 mm, neaktívne;
- trhliny 5 – 10 mm, neaktívne;
- trhliny 10 – 30 mm, aktívne, oprava je žiaduca;
- trhliny 30 – 70 mm, aktívne, oprava je nutná;
- trhliny 70 – 150 mm, aktívne, hrozí deštrukcia;
- trhliny väčšie ako 150 mm, aktívne, objekt je neobývateľný, sanácia je nevyhnutná.

### **Odbery vzoriek**

V rokoch 2002 – 2006 boli priebežne odoberané porušené a neporušené vzorky zemín z vrtoch, z kopaných šachtíc a prirodzených odkryvov, predovšetkým z Východoslovenskej nížiny a Podunajskej nížiny z nasledujúcich lokalít:

- Borša, Cejkov, Hrčel', Kašov, Kravany, Kysta, Sečovská Polianka, Stankovce, Sírnik, Veľady, Veľká Horeš, Vojnatina, Záhor, Košické Olšany, Lovce, Košice, Stropkov,
- Senec, Trnava, Rakovice, Dolná Krupá, Brestovany, Vyšný Čaj, Dobrá Voda,
- Revišné, Turecký vrch, Abrahám Chochoľná, Kovarovce, Lukačovce, Preseľany, Krivosad, Komárno, Tekov, Krásno, Sverepec, Partizánske, Púchov, Zvončín, Nižná, Galanta, Dubnica, Vráble, Záborské,
- Veľké Leváre, Holič, Myjava.

### **Stanovenie fyzikálnych vlastností**

Hodnoty fyzikálnych vlastností stanovené v laboratóriu inžinierskej geológie sú uvedené v prílohe 8 tejto správy.

Koeficient presadavosti sa určuje laboratórnou skúškou presadavosti metódou jednej alebo dvoch kriviek.

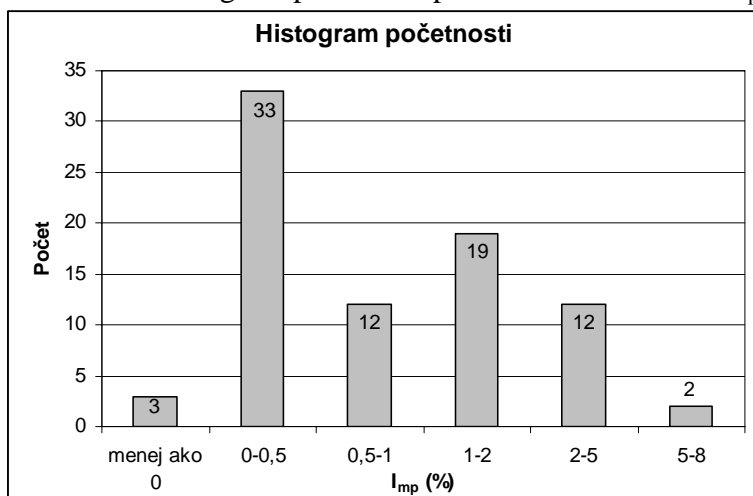
Laboratórnym stanovením napúčania získavame indexovú hodnotu, ktorá umožňuje porovnávať jednotlivé zeminy z hľadiska ich schopnosti napúčať; modelujeme tak proces prevlhčenia odkrytej horniny. Zvlášť pri odkrytí silne prekonsolidovaných ílovitých zemín dochádza k intenzívnemu nasávaniu vzdušnej vlhkosti, čo iniciuje vznik napúčacích tlakov, ktoré dosahujú hodnoty 150 kPa aj viac. Skúška nepriamo podáva informáciu o obsahu ílovitých minerálov v skúšanej hornine a veľmi orientačne i o povahe týchto minerálov. Napúčanie sa stupňuje v závislosti od obsahu minerálov v rade kaolinity – illity – montmorillonity.

Zmrašťovanie zemín ako jav, ktorý často spôsobuje poruchy stavieb, modelujeme laboratórnou skúškou zmrašťovania na neporušených vzorkách. Hodnotia sa pritom ich zmeny v čase čo do množstva a veľkosti. Zmrašťovanie je dané nielen spôsobom konsolidácie, ale i počiatočným stupňom nasýtenia.

**Presadavosť.** Histogram početnosti (tab. 2.8.2) ukazuje, že najvyšší počet hodnôt koeficientu presadavosti  $I_{mp}$  spadá do oblasti od 0 do 0,5 percenta. Oblasť 0,5 – 1 % zahŕňa 12 hodnôt. V troch vzorkách (dve z lokality Trebišov a 1 z lokality Senec) hodnota  $I_{mp}$  dosiahla zápornú hodnotu, čo znamená, že vzorka vôbec nepresadla, naopak napúčala. Tieto vzorky sú však zatriedené ako íl, resp. silt s vysokou plasticitou. Hodnoty od 1 do 2 % dosiahlo 19

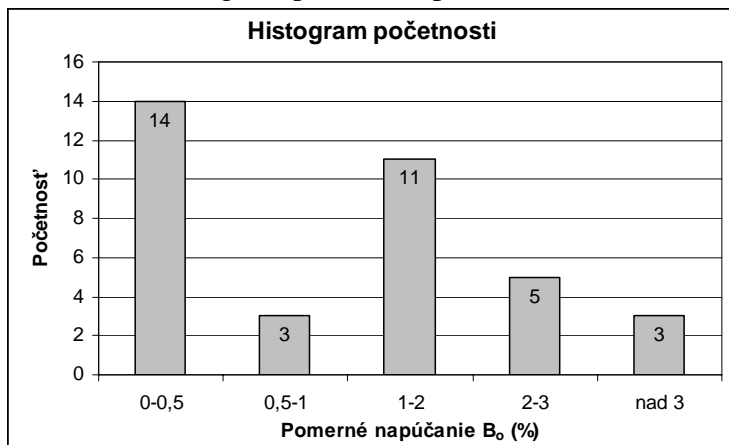
vzoriek a hodnoty 2 – 5% 12 vzoriek. Hodnota koeficienta presadavosti nad 5 percent bola zistená v dvoch vzorkách (5,17 Trnava a 6,8 Zeleneč).

Tab. 2.8.2: Histogram početnosti podľa rozsahu hodnôt  $I_{mp}$



Trieda	Početnosť	Rozsah
0	3	menej ako 0
0,5	33	0-0,5
1	12	0,5-1
2	19	1-2
5	12	2-5
8	2	5-8
Ďalšie	0	Viac ako 8

Tab. 2.8.3: Histogram početnosti podľa rozsahu hodnôt  $B_o$



Trieda	Početnosť	Rozsah
0,5	14	0-0,5
1,0	3	0,5-1
2,0	11	1-2
3,0	5	2-3
Ďalšie	3	nad 3

**Napúčanie** bolo stanovené celkovo na 35 vzorkách. Maximálna hodnota pomerného napúčania dosiahla 3,74 a minimálna 0 %. Z histogramu početnosti (tab. 2.8.3) je zrejmé, že hodnotu pomerného napúčania  $B_0$  v rozsahu 0 – 0,5 % malo 14 vzoriek, hodnoty od 0,5 do 1 % dosiahli tri vzorky. Pomerné napúčanie v rozsahu 1 – 2 % malo 11 vzoriek a 2 – 3 % 5 vzoriek. Najvyššiu hodnotu napúčania nad 3 % dosiahli 3 vzorky (z lokalít Veľké Leváre, Drábsko, Morovno).

**Zmrašťovanie** objemovo nestálych zemín je najčastejšou príčinou vzniku trhlín na nízkopodlažných stavbách. Povrch terénu sa intenzívne vysušuje pôsobením slnka a v prípade nepodpivničených budov dochádza ku zmrašťovaniu a deformáciám základov a následne k nerovnomerným sadaniam a poruchám stavieb. K vysušovaniu zemín môže dochádzať aj v dôsledku odsávania vlhkosti zeminy koreňmi stromov. V bentonitoch pri strate vody dochádza k postupnému zblížovaniu štruktúrnych vrstiev – k zmrašťovaniu, pričom vznikajú povrchové napätia. Tieto majú za následok „potrhanie povrchu“, ak ťahové napätia sú väčšie ako sily súdržnosti zeminy. Na povrchu územia vznikajú zmrašťovacie trhliny hexagonálneho (voštinovitého) tvaru, ktorý najviac zodpovedá minimálnej práci pri pretváraní povrchu. Rozmery a čiastočne aj tvar zmrašťovacích puklín v zemine závisí od mnohých faktorov, najmä však od minerálneho zloženia bentonitu a od klimatických podmienok (teplota, zrážky, atď.).

### ***Výskyt významného porušenia zemského povrchu***

V roku 2007 bolo monitorovanie tohto pod systému pozastavené okrem sledovania výskytov významného porušenia zemského povrchu.

V novembri roku 2007 sme boli obecným úradom vo Veselom pri Piešťanoch upozornení na jav presadnutia pôdy v poli v katastri obce. Po vykonaní obhliadky lokality bol v typických sprašiach identifikovaný kráter priemeru 1,5 m, hlboký približne 3,5 m (obr. 2.8.5) a smerom do hĺbky sa rozširujúci na priemer 4,5 m (obr. 2.8.6).



Obr. 2.8.5: Kráter v poli pri obci Veselé

Keďže nebolo jasné, či ide o prirodzenú príčinu (pseudokras, presadnutie spraší) alebo o antropogénnu príčinu (studňa?, vrt?, sýpka?), situáciu sme preskúmali podrobnejšie.



Obr. 2.8.6: Vnútro krátera

Dňa 15.2.2008 boli na uvedenej lokalite vykonané dve vrtné sondy. Sonda V1 bola umiestnená do skolabovaného materiálu približne v strede „kaverny“, sonda V2 bola situovaná do vzdialenosti približne 6 m od stredu kaverny, do súvrstvia spraší. Sondy boli realizované pomocou vrtného kladiva, poháňaného elektrickým generátorom (obr. 2.8.7).

Uvedená technológia, spočíva v zarážaní vzorkovača priemeru 100 mm, resp. 50 mm do jemnozrnej zeminy; umožňuje získať predstavu o zmene v litologickom zložení zemín a odoberať porušené vzorky do hĺbky 6,5 m, čo je dané dĺžkou vrtného sútyčia. Metóda neumožňuje odoberať neporušené vzorky (obr. 2.8.8). V profiloch vrtovej sondy bolo odobratých 8 reprezentatívnych vzoriek na klasifikačné laboratórne analýzy zemín.

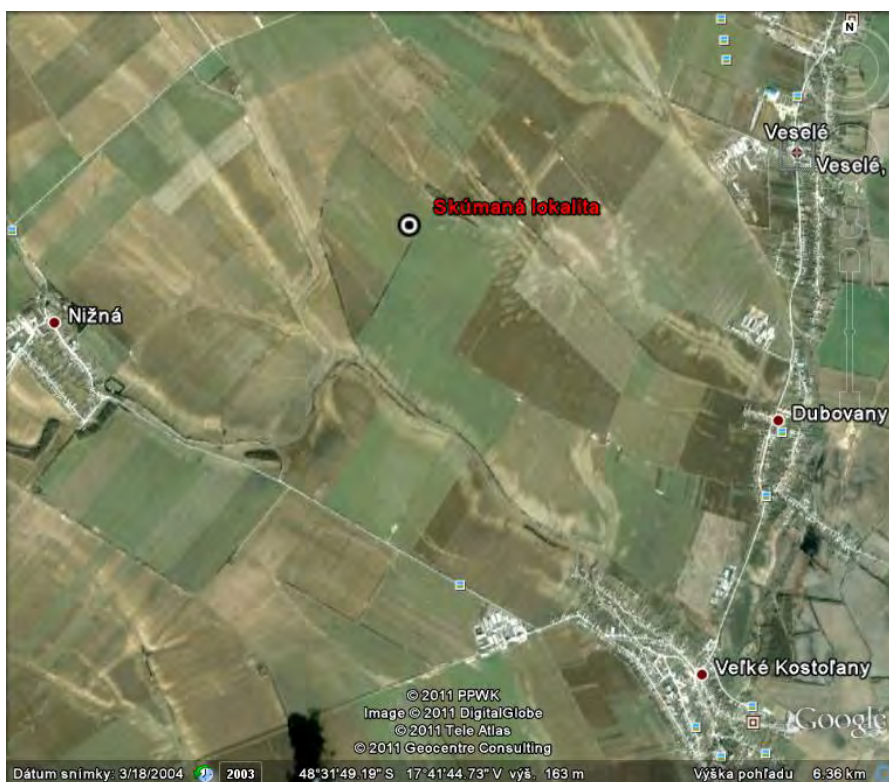


Obr.2.8.7: Vrtanie sondy pomocou vrtného kladiva



Obr. 2.8.8: Pohľad na odobratú zeminu v sonde

Územie leží medzi obcami Veselé a Dubovany (obr. 2.8.9). Podľa geomorfologického členenia patrí do oblasti Podunajskej nížiny, celku Podunajskej pahorkatiny, oddielu Dolnovážskej nivy, časti Dudvážskej mokrade (Atlas krajiny SR, 2002).



Obr. 2.8.9: Lokalizácia miesta prieskumu (google.com)

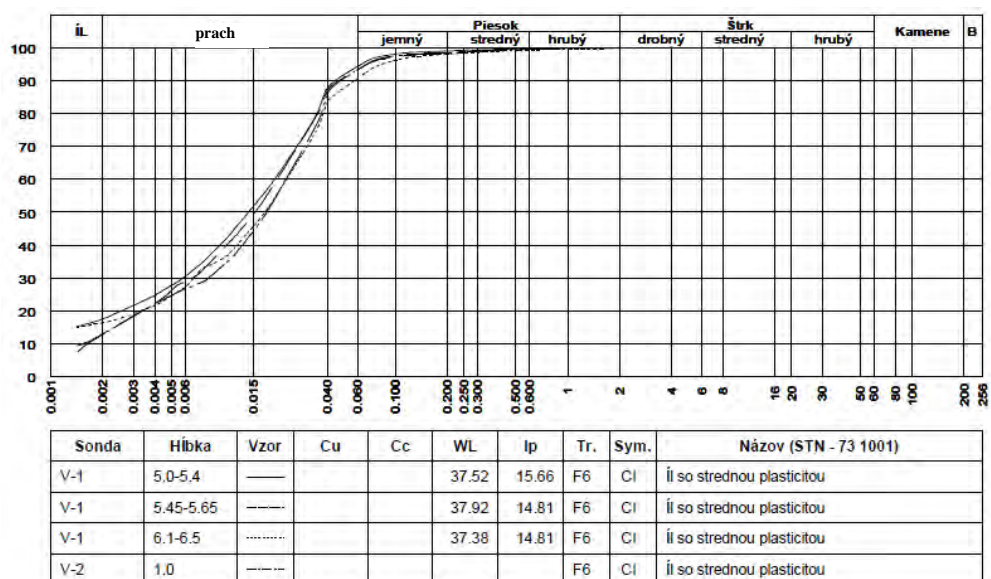
Na stavbe územia sa zúčastňujú sedimenty neogénu a kvartéru. Predkvartérne podložie tvoria sedimenty panónu (zelené vápnité íly s plohami pieskov), pontu (sladkovodné jemnozrnné piesky, ktoré sa striedajú s pestrofarebnými ílmi a miestami aj so štrkami) a levantu (prevažne štrkový vývoj) (Salai, 1981).

Kvartér je budovaný eolickými, fluvialnymi a deluviálnymi sedimentmi. Eolické sedimenty predstavujú spraše, ktorých hrúbka je variabilná (5 – 20 m) v závislosti od morfológického podkladu. Spraše boli naviate v pleistocéne už na vymodelovaný povrch pahorkatiny. Časť sprašového pokryvu je risského, väčšinou však würmského veku. Piesčité spraše a sprašové hliny sú žltohnedej farby. Obsahujú pomerne drobné (1 – 2 cm) vápenaté

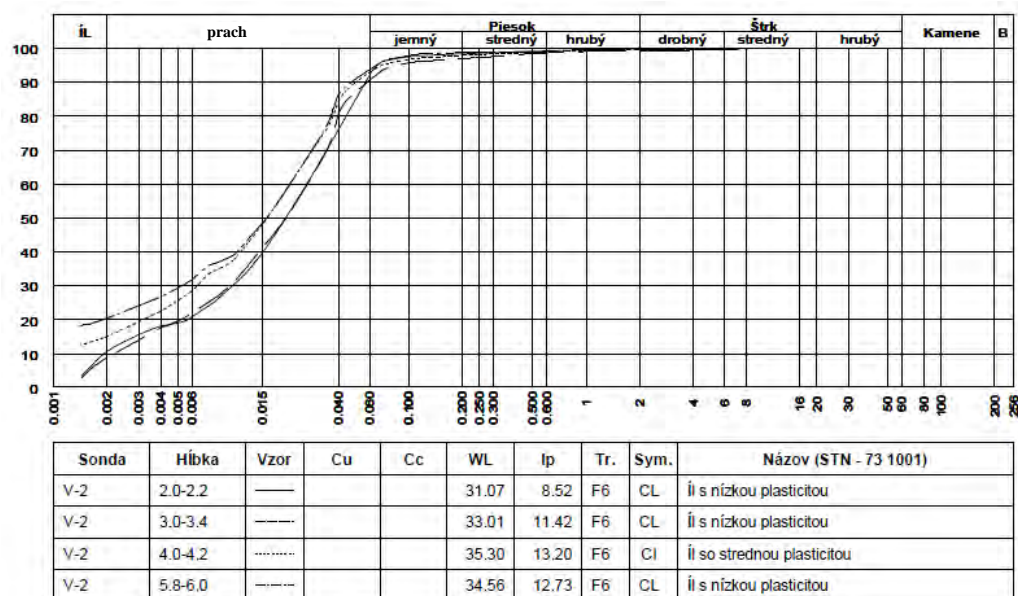
konkrécie. Vo väčších hĺbkach pribúda podiel ílovitej zložky. V tomto prípade ide o hnedé, červenohnedé až svetlohnedé hlinité, ílovité a ílovito-piesčité zeminy (Kollárová a kol., 1987).

Fluviálne sedimenty tvoria výplň úzkych údolných nív potokov. Sú zastúpené preplavenými sedimentmi sprašového komplexu a to ílovitými hlinami až ílmi, často s vysokým obsahom organických prímiesí. Deluviálne sedimenty sa nachádzajú na svahoch údolí. Ide o preplavené spraše a sprašové hliny, často ílového charakteru tmavšej farby s menším obsahom CaCO<sub>3</sub> (Salai, 1981).

V laboratóriu inžinierskej geológie ŠGÚDŠ bolo vykonaných 8 stanovení vlhkosti, 8 rozborov zrnitosti, 8 stanovení konzistenčných medzí a 7 stanovení obsahu uhličitanov (obr. 2.8.10, obr. 2.8.11 a tab. 2.8.4).



Obr.2.8.10: Krivky zrnitosti zemín



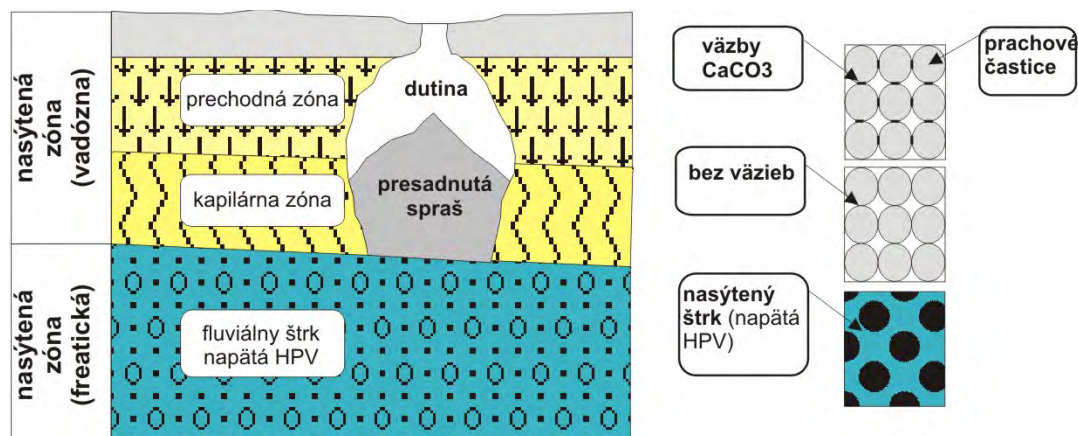
Obr.2.8.11: Krivky zrnitosti zemín



Tab.2.8.4: Hodnoty fyzikálnych vlastností a IG klasifikácia zemín

Sonda	Hĺbka	Vlhkosť	Konzistenčné medze		Index plasticity	Index konzistencie	Konzistencia	Trieda	Symbol	Obsah uhličitanov
			$w_L$	$w_P$						
	m	%	%	%	%	%				%
V-1	5,0-5,4	22,2	37,52	21,86	15,66	0,98	Tuhá	F6	CI	0,5
V-1	5,45-5,65	24,65	37,92	23,11	14,81	0,9	Tuhá	F6	CI	4,25
V-1	6,1-6,5	24,7	37,38	22,57	14,81	0,86	Tuhá	F6	CI	0,1
V-2	1	11,8								
V-2	2,0-2,2	12,1	31,07	22,55	8,52	2,23	Tvrdá	F6	CL	17,06
V-2	3,0-3,4	17,86	33,01	21,59	11,42	1,33	Tvrdá	F6	CL	11,54
V-2	4,0-4,2	19,63	35,3	22,1	13,2	1,19	Pevná	F6	CI	0
V-2	5,8-6,0	21,97	34,56	21,83	12,73	0,99	Tuhá	F6	CL	0

Laboratórne analýzy potvrdili prítomnosť typických spraší v oboch sondách. Ide o íly s označením CL až CI v zmysle STN 72 1001, teda o nízko až stredne plastické hliny. V sonde V1 boli identifikované len zeminy tuhej konzistencie, v sonde V2 bol zaznamenaný prechod od tvrdej konzistencie v horných horizontoch cez pevnú konzistenciu v prechodnej zóne až po tuhú konzistenciu zhruba od hĺbky 4,0 m. Charakteristický bol tiež úbytok uhličitanov smerom nadol, kde horizont okolo 1,0 m obsahoval až 17 % karbonátov a v horizonte od 4,0 m karbonáty úplne absentujú. Predpokladáme, že tento jav je spojený s prítomnosťou kapilárnej zóny v sprašiach, ktorá sa nachádza nad súvrstvom zvodnených aluviálnych terasových štrkov (obr. 2.8.12).



Obr. 2.8.12: Schéma vzniku skúmaného javu

Nasvedčuje tomu aj prudký nárast vlhkosti od cca 11 % v horných horizontoch až po 22 % v hĺbke 6,0 m. V dôsledku vylúhovania karbonátov, ktoré predstavujú tmeliacu zložku obalujúcu jednotlivé aleuritické častice, dochádza k rapídному oslabeniu štruktúrnych väzieb, ako aj k nárastu pórovitosti. Na rozhraní terasových štrkov a spraše sa vytvorila kaverna, ktorá sa rozširuje smerom nahor. Navyše, jemné aleuritické častice, ktoré opadávajú zo stropu, môžu byť odnášané v dôsledku prúdenia podzemnej vody cez zvodnené štrky.

Pozdĺž prístupovej cesty k skúmanému územiu bolo pozorovaných niekoľko menších prepادلín (obr. 2.8.13). Tieto sa nachádzali v línii závlahového systému, čo indikuje jeho nesprávnu inštaláciu, prípadne úniky vôd.

Po skončení prieskumu pred začiatkom jarných prác na poli kráter zasypali.



Obr.2.8.13: Pohľad na podobné javy pozdĺž prístupovej cesty

### ***Zhrnutie poznatkov z monitorovania***

Fenomén náhleho kolapsu spraší je na Slovensku dobre známy a v minulom roku zaznamenali podobné udalosti aj v Novom Meste nad Váhom na Karpatskej ulici, Trnave, či v Cíferi.

Objemovo nestále zeminy tvoriace základovú pôdu sú z inžinierskogeologického hľadiska nebezpečné, v mnohých prípadoch vyvolávajú porušenie podzákladia a havárie základových konštrukcií alebo objektov na nich postavených. Preto objemovo nestále zeminy zaraďujeme k nespoľahlivým základovým pôdam. Presadanie, zmrašťovanie a napúčanie sú vlastnosti zemín, spôsobujúce objemovú nestabilitu, vedúcu k nežiaducim zmenám základovej pôdy.

Návrh nevhodných metód zakladania v objemovo nestálych zeminách je často ovplyvnený nedostatočnou znalosťou fyzikálnych a mechanických vlastností zemín tvoriacich podzákladie alebo nedostatočnou znalosťou procesov a zmien v prírodnom prostredí.

Na registrovaných objektoch boli najviac postihnuté okenné otvory, rohy obvodových stien, vstupné brány a portále. Z hore uvedeného vyplýva, že hlavnými príčinami porúch na objektoch je infiltrácia vody do podzákladia objektov a s ňou súvisiace zhoršovanie vlastností zemín, ako i zníženie únosnosti základovej pôdy, nárast nerovnomerného sadania základov po preťažení podložia, možnosť presadnutia zeminy od zvislého napätia v prípade, keď zemina je nasýtená vodou na kritickú vlhkosť presadnutia  $w_{pr}$ . Preťaženie podložia vyvoláva vznik trhlín na budovách od lokálneho výskytu nadmerných šmykových napätí spôsobených v základoch i v nosných horných častiach budov, môže byť zapríčinené malou šírkou plošných základov vlastnej budovy, prípadne koncentráciou zaťaženia preneseného z príľahlého objektu (napríklad statickými účinkami výškovej budovy) alebo dynamickými účinkami z cesty alebo železnice s častou alebo občasnou dopravou ťažkotónážnymi vozidlami.

Prvé trhliny základových a nosných konštrukcií vrchnej stavby budovy vznikajú v mieste, kde pôsobí maximálna priečna sila, teda i maximálne šmykové napätie, pričom trhliny sú

orientované v smere plochy pôsobenia tohto napätia a rozovierajú sa v smere kolmom na smer ich pôsobenia.

Popri uvedených faktoroch pôsobiacich na veľkosť deformácií a šírenie porúch rozhoduje tiež časový faktor, v ktorom sa zaťažovací proces uskutočňuje. Príčinami porúch na objektoch je teda nerovnomerné sadanie v závislosti od zvislého napätia, ktoré pôsobí na základovú pôdu a zmeny fyzikálno-mechanických vlastností prebiehajúce vplyvom zvyšovania plasticity a štruktúrnych zmien podložia tvoreného presadavými sedimentmi v časovom slede podľa množstva zatečenej vody do podzákladia budovy alebo zvýšeného zaťaženia (preťaženie vlastnou stavbou, priťaženie susednou stavbou, otrasy spôsobené vozidlami, atď).

### 2.8.5. Záverečné zhodnotenie

Monitorovanie objemovo nestálych zemín okrem nesporného teoretického prínosu v poznaní ich štruktúry a laboratórne zisťovaných vlastností prinieslo i rad cenných praktických výsledkov. Preukázalo sa, že poruchy na stavbách sú zapríčinené viacerými faktormi, pričom objemové zmeny zemín podzákladia môžu (ale nemusia) predstavovať jeden z najdôležitejších. Jednoznačne sa preukázalo, že najčastejšou príčinou porúch je prítomnosť zvýšeného množstva vody v základovej pôde a s tým súvisiace objemové zmeny zemín. Na tieto skutočnosti boli upozornení viacerí majitelia poškodených objektov a po odstránení prvotnej príčiny poruchy bola monitorovaním preukázaná vo viacerých prípadoch stabilizácia prostredia stavby a jej základov. Vďaka monitorovaniu sa takto vykonala i rozsiahla edukačno-popularizačná činnosť vo veľkom množstve obcí, postavených na objemovo nestálych zeminách.

Po podrobnej registrácii javov v rokoch 1994 - 2000 boli systematické monitorovacie práce v rámci tohto podsystému značne obmedzené a od roku 2007 vzhľadom na nedostatok finančných prostriedkov zastavené a zamerali sa iba na riešenie náhlych havárií v predmetnom prostredí. Príkladom takéhoto riešenia je opísaná problematika na lokalite Veselé pri Piešťanoch. Domnievame sa, že vďaka bohatým poznatkom, získaným počas monitorovania, môžeme analogické prípady kvalifikovane riešiť i v budúcnosti a súčasne tak obohacovať vlastný súbor teoretických i praktických poznatkov o objemovo nestálych zeminách a ich vplyve na stavebnú činnosť v rôznych častiach Slovenska.

### Literatúra

- Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002: 1. vyd. Bratislava: Ministerstvo Životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenska agentúra životného prostredia, 344 s.
- Bodiš, D., Rapant, S., Khun, M., Klukanová, A., Lexa, J., Mackových, D., Marsina, K., Pramuka, S., Vozár, J., 1999, Geochemický atlas Slovenskej republiky – Riečne sedimenty, GS SR, Bratislava, 145 s. Mapa genetických typov kvartérnych sedimentov
- Feda, J., 1977, Základy mechaniky partikulárných látok. Academia, Praha
- Frankovská, J., Klukanová, A., 1995, Presadavosť a jej vplyv na životné prostredie, geotechnické problémy životného prostredia, Bratislava, s. 151 - 156
- Kollárová, S., 1987, Veselé – poľné hnojisko, podrobný inžinierskogeologický prieskum, Agrostav Trnava, 10 s. STN 72 1001, 2010, Klasifikácia zemín a skalných hornín
- STN 83 8106, 2004, Skládkovanie odpadov. Tesnenie skládok odpadov. Navrhovanie, zhotovovanie, kontrola a technické požiadavky, schéma Jemnozrnné sedimenty na Slovensku
- Salai, M., 1981, Závlahy pozemkov zo zdrže Sĺňava, 5.stavba Veselé (okres Trnava), inžinierskogeologický prieskum, Hydroconsult Bratislava, 30 s.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., 1967, Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edn.. John Wiley, New York, London, Sydney

## **Prílohová časť**

### **8 Objemovo nestále zeminy**

- 8.1 Zoznam registrovaných porušených objektov ležiacich na eolických sedimentoch Východoslovenskej nížiny
- 8.2 Zoznam registrovaných porušených objektov ležiacich na eolických sedimentoch Podunajskej nížiny
- 8.3 Výsledky laboratórnych skúšok

**Tab.8.1. Zoznam registrovaných porušených objektov ležiacich na eolických sedimentoch Východoslovenskej nížiny**

Názov obce	Číslo porušeného obytného objektu	Názov ulice	Okres
Bajany	1,11,30,172,178,	---	MI
Bánovce nad Ondavou	154	---	MI
Beša	15,33,83,84,93,101,102,105,107,111,115,134,137	---	MI
Brehov	106,159,163,166,190,191,196	---	TV
Blatné Remety	8,11,19,20,24,36,58,61,62,64,68,70,74,77	---	SO
Blatné Revištia	7,5,12,29,33,66,76,80,84,90,96,103	---	SO
Borša	2,6,7,15,17,18,28,61,83,84,86,87,167,168,170,180,184,212,213,237,238,240,322	---	TV
Boňany	130,133,149,150,171,202,228	---	TV
Bracovce	3,34,71,75,82,94,108,138,143,147,155,166,167,170,172,173,177,179,214,239	---	MI
Bunkovce	55,65,71,86,89,96,	---	SO
Cejkov	24,27,28,30,31,36,40,42,43,44,55,57,63,74,113,201,211,218,219,220,222,224,226,227,229,237,245,264,268,278,309,328,329,354,355,370,372,376,378	---	TV
Čičarovce	16,19,20,24(2x),37,67,68,71,72,74,79,95,96,100,104,105,114,117,118,124,146,173,185,192,207,214,215,216,219,221,225,226,236,238,247,248,262,267,269,270,273,283	---	MI
Čierne Pole	39,40,51,53	---	MI
Drahňov	5,7,11,15,72,80,83,84,86,90,93,94,95,97,104,108,109,120,121,123,125,137,144,155,156,158,164,171,190,199,200,201,209,210	---	MI
Dúbravka	9,23,41,44,54,74,78,94,119,134,137,138,160,173,206	---	MI
Hatalov	136,138,153,158,161,164	---	MI
Hažín		---	MI
Hradištská Moľva	1	---	MI

Hraň	150,154,159,259,266,267,269,287,291,299,307,331 17,19,22,24,27,32 44,45,46,54,60,62,63,71,72,73 75,128,129,140,141,142,144 79,78,86,88,91,109,115,117,118 180,181 215,217,219,227,228,229,346,348,349,355,357,359,417,422 365,373,374,378,379,386,405,413 12,32,146,147,233,234,239,240,246,272,296,308,332,336,432,438,439	ul.SNP Partizánska ul.Mieru J.Kmeťa 1.mája Sov. armády Trnavská Lipová	TV
Hrčeľ		---	TV
Hriadky	?	---	TV
Iňačovce	15,18,27,43,55,64,181	---	MI
Ižkovce	2,3,6,7,12,18,20,22,23,24,26,27,28,41,57,58,60	---	MI
Jastrabie pri Michalovciach	18,46,51,52,63,120	---	MI
Kačanov	9,10,14,16,20,21,22,26,37,38,60,64	---	MI
Kapušiánské Kľačany	152,154,159,233	---	MI
Kašov	11,18,39,54,59,60,67,68,75,78,80,88,90,101,109,120,122	---	TV
Komanica	-	---	MI
Kožuchov	8,17,24,41,46,54,70,74,82	---	TV
Krišovská Liesková	2,11,16,18,21,23(2x),25,39,47,56,61,62,64,66,68,69,71,75,77,97,119,123	---	MI
Kysta	5,46,52,83	---	TV
Ložín	5,6,11,13,15,16,17,51,58,59,63,79,111,117,124,154,155,157,160,161,162,181,222, 229,237,253,267,285(2x),270,289	---	MI
Malé Raškovce	1,11,15,16,23,43,47,52,54,56,79	---	MI
Malčice	12,18,19,20,24,43,50,55,60,88,90,94,114,117,118,122,132,133,134,141,144,147, 151,157,172,182,186,195,203,206,208,211,220,229,231,236,238,244,248,250,259, 275,280,298,308,311,312,316,317,326,327,335,355	---	MI
Malý Ruskov	-	---	TV
Markovce	48(2x),51,126,154,158,169,170,obec.úrad	---	MI
Nižný Žipov	260,304,307,obecný úrad	---	TV

Novosad	44,45,46,47,48,66,71,89,92,105,109,116,131,177,178,179,186,191,195,251,258,288,290,304,308,309	---	TV
Oborín	30,35,37,39,64,72,77,79,81,82,100,108,109,116,119,132	---	MI
Oborín - Kucany	20,29,31,32	---	MI
Palín	16,20,57,67,68,73,77,80,98,102,114,118,127,130,134,136,144,145,149,155,164,165,167,174,177,186,189,191,192,201,207,221,229,236,257	---	MI
Pavlovce nad Uhom	19,28,29,31,37,39,54,63,65,69,77,108,265,266,300,307,355,366,376,442,443,444,464,494,546,559,572,575,584,588,601,608,642,656,749	---	MI
Petrikovce	3,8,24,27,62,78,81,84,85,100,101,106	---	MI
Plechotice	27,172,183,192,218,225	---	TV
Plešany - Svätuše	5,22,24,26,32,33,36(2x),114,125,134,150	---	TV
Ruská	73	---	MI
Senné	15,24,27(2x),45,51,53,62,85,93,101,114,121,122,123,133,137,141,142,152,165,166,173,176,181,183,185,186,187,217	---	MI
Sirník	21,30,41,67,76,86,94,98,102,111,115,134	---	TV
Slavkovce	1,5,11,12,17,21,66,79,81,82,95,109,113,114,117,119,128	---	MI
Stretava	5,17,32(2x),33,52,55,71,81,84,91(2x),96,103,105,108,109,113,116,120,121,159,162,163,164,166,169,176,178,186	---	MI
Stretavka	3,13,17,23,47,49,51,55,57,63,76	---	MI
Ťahyňa	855,856,888	---	MI
Trebišov	125,133,147(2x),163(2x),165,185,189 7,10(2x),11,25,28 29,30,50 13 51,53,70 119 11 8,15,29,35 2,6	M.R.Štefánika M. Gorkého 17. novembra Slovenská Čsl. armády Komenského Družstevná Repná Mlynská	TV
Úpor	122,147	---	TV

Veľké Kapušany	3,5,26,44,66 14,23 14,15 34,35 12,29	Čepeľ Vojanská Zelená Z. Fábryho Staničná	MI
Veľké Raškovce	8,22,23,27,45,61,87,89,108	---	MI
Veľký Ruskov	126,129,130	---	TV
Veškovce	12,16,37,58,69,73,78	---	MI
Vojany	24,31,42,45,47,76,150,156,162	---	MI
Vysoká nad Uhom	32,38,41,123,132,147,155,163,167,178,194,195,197,324,325	---	MI
Vyšné Revištia	22,27,39,40,59,62,65	---	SO
Zemplínska N.Ves - Stanča	10,32,100,113,123,125,138	---	TV
Zatín	104,105,107,109,110,117,125,132,133,134,150,162,164,179	---	TV
Zemplín	9,11,78,125,136,138,141,143,150	---	TV
Zemplínska Široká	16,173,191,239,270	---	MI
Zemplínske Hradište	9,64,68,73,74,131,142,149,153,167,202,288,289,301,302,319,323,330,345,kostol	---	TV
Zemplínske Jastrabie	7,11,14,56,58,97,142,148,150,154,157,158,165,167,171,172,180,183,187,190	---	TV
Zemplínske Kopčany	4,17,25,28,29,75,76,81,85	---	MI
Zemplínsky Branč	4,5,8,12,17(2x),25,28,29,37,39,50,51,79,114,120,124,131,138,147	---	TV
Zemplínsky Klečenov	2,16,26,39,56,61	---	TV
Žbince	28,70,80,115,121,150,154,155,157,158,186,198	---	MI



**Tab.8.2. Zoznam registrovaných porušených objektov ležiacich na eolických sedimentoch Podunajskej nížiny**

Názov obce	Číslo porušeného obytného objektu	Názov ulice	Okres
Abrahám	8,16,23,164,168,170,171,172,181	---	
Báhoň	12	Partizánska	
Bajtava	50,109,110,115,117,119,120	---	
Belá	38,42	---	
Bernolákovo	8,10,12,73 10,14,20,34 10,21,27,41,49 5,39	Hlavná Bernolákova Kollárova Gróbska	
Bíňa	32,34,37,392	---	
Blatné	117,120,312 382,473	Hlavná ---	
Bohdanovce	241	---	
Boleráz	493,512	---	
Borová	25,31,119,127	---	
Borovce	28,33,34,201	---	
Brestovany	39,47,52,58,62,70,71,77,91,100,115,119,122,126 51 8 7,16,27 55,65	Nižňanského Hlavná Staničná Vínohrady ---	
Bruty	22,101,157,302,342	---	
Bučany	9,40,42,124,139,141,157,170,189,197,207,225,234,248	---	
Cífer	29,37 2 6 9,14,21 1,15 3,24,31,33	Bernolákova Hviezdoslavova Štefánika Nová Trnavská Ľudovíta Pavetitša	
Čata	196,249,254	---	

Čataj	227	Záhradná	
Dechtice	57 166,213?	Hlavná ---	
Dolná Krupá	15,71,109,144,169,289,382,563	---	
Dolné Dubové	9,46,52,87,100,110,112,154,160	---	
Dolné Lovčice	63 7,19,37	Hlavná Trnavská	
Dolný Ďur	1,5,15,23,24,27,29,33,42,49,57,94,96,102,108,118,120,?(/392)	---	
Dolný Lopašov	187,189	---	
Dubovany	21,23	---	
Horný Ďur	6,8,9,13,23,34 11,21 5,14,15,16,21,25,47 4,25,40 6,10 7,9,9(/158),10,13,18,24,40,53,64,70,73,76,80,82,81,88,91,93,95,94,96	časť Rohožnica časť Rohožnica, Tekovská časť Rohožnica, Levická časť Rohožnica, Okružná časť Rohožnica, Tabáňska ---	
Chľaba	57,189,224,237,312	---	
Chorvátsky Grob	38,39,59,60,97,98,149,211,350	---	
Chotín	159	---	
Chtelnica	79 60	Partizánska ---	
Imeľ	227,347		
Iňa	64,70,?(/7),?(/10),?(/16),?(/22),?(/23),?(/25),?(/47),?(/48),?(/84),?(/85), ?(/9,?(/107),?(/113),?(bývalá pošta),?(MŠ),?(kostolík)	---	
Jablonec	30,135,185,192,193,194,228	---	
Jaslovské Bohunice	(kostol),187,190 15,126,157,191,210,273	Hlavná ---	
Kamenica nad Hronom	9,30,38,57,62	---	
Kamenín	15,30–31,47,53,416,426,492	---	
Kamenný Most	47,48,166,174,275	---	
Kátlovce	31,170	Hlavná	
Leľa	68,69,128	---	

Lok	4 4,6,9,30 12 3 28 18,22,33 26 9 34 5,6(/26),6(/27),8,9 14,22 ?,3,4,10,13,17,17,19,18(/36),18(/359),20,23,24,25,26,27,28,31,33,34	Hlavná Poštová Nádražná Športová Tekovská Nová Pialská Májová Kálnická Iňská V.Bojkovského ---	
Majcichov	11,28,95,96,124,126,202,239,248,282,335,340,347	---	
Malá nad Hronom	28,59,164,175	---	
Malženice	26,73,122,220,261	---	
Nesvady	46,49	---	
Nížné	56	---	
Nové Zámky	27 18 5,12,19	Sitnianska Holubyho Mederská	
Obid	38	---	
Pastovce	210,247	---	
Pečeňady	48,54,113	---	
Pohronský Ruskov	8(pri kostole), 8,6 11,14	Kostolná ---	

Pusté Úľany	128,129,208,211 32 14 7 1,3 13	Hlavná Spodná Pavlická Športová Pažitná Javorová (pokrač. Pažitnej)	
Radošovce	17,36,77,89	---	
Rakovice	18	---	
Ratkovce	92,93,114,115	---	
Ružindol	98,143	---	
Salka	?	---	
Senec	10,(vedľa rodinného domu 21),46,56,63,68,77,81 1 3,23,33,35,63,71,83,97	Pivničná štvrť Robotnícka–Šafárikova (roh) Robotnícka	
Sihelnička	62,65,93,94	---	
Svodín	78,489,500+499,504,509,513,515,524,526,543,566,600,606,611,615, 617,619,622,623,651,668,676,680,722,723,724,726,750,756, oproti č.772,781,1 063,1 068,1 073 (2x)	---	
Šalov	75	---	
Šenkvice	27,31, 42,47,73,104,144 129 10 5 46	Cerovská Chorvátska Vinohradská Horná Lúčna Poľná	
Špačince	269 61,155 94	Kaštielska Hlavná ---	
Ťapkové	162	---	
Trakovce	20,24,180,192,223,(bez čísla) požiarna zbrojnica	---	

Veľké Kostolany	370,374,375 8,22 18,310 4 16,17,152,177	Trnavská Kanižská Zákostolská Cypriána Majerníka	
Veľký Biel	4 23 31 5,7,31 17,27,30,40,50	Senecká Poľovnícka Obchodná Malobielska Kostolná	
Veľký Grob	27,28,29,371 74,75,391	Hlavná ---	
Veselé	68,133,228,229	---	
Viničné	106,153,155,157 (roh vedľajšej ulice), 190,211,227/228,231/232/233,238/239,268 550,555	Hlavná  Odbočka na Slovenský Grob	
Vrbové	436,473 673	Beňovského Štervská	
Zavar	21,28,30,32,46,52,73,731,(bez čísla, susedný objekt 60,121–sklad) 5,13 5,34,53,59 20,30,42 12,29,53,57 4	Hlavná Viktoriánska Mlynská Viktorínova Hlinická Pažitná	
Zeleneč	45,233,347,381	---	
Žlkovce	73,165,210,259	---	

## **8.3 Výsledky pôdomechanických skúšok**

Laboratórium inžinierskej geológie ŠGÚDŠ

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Dolná Krupá

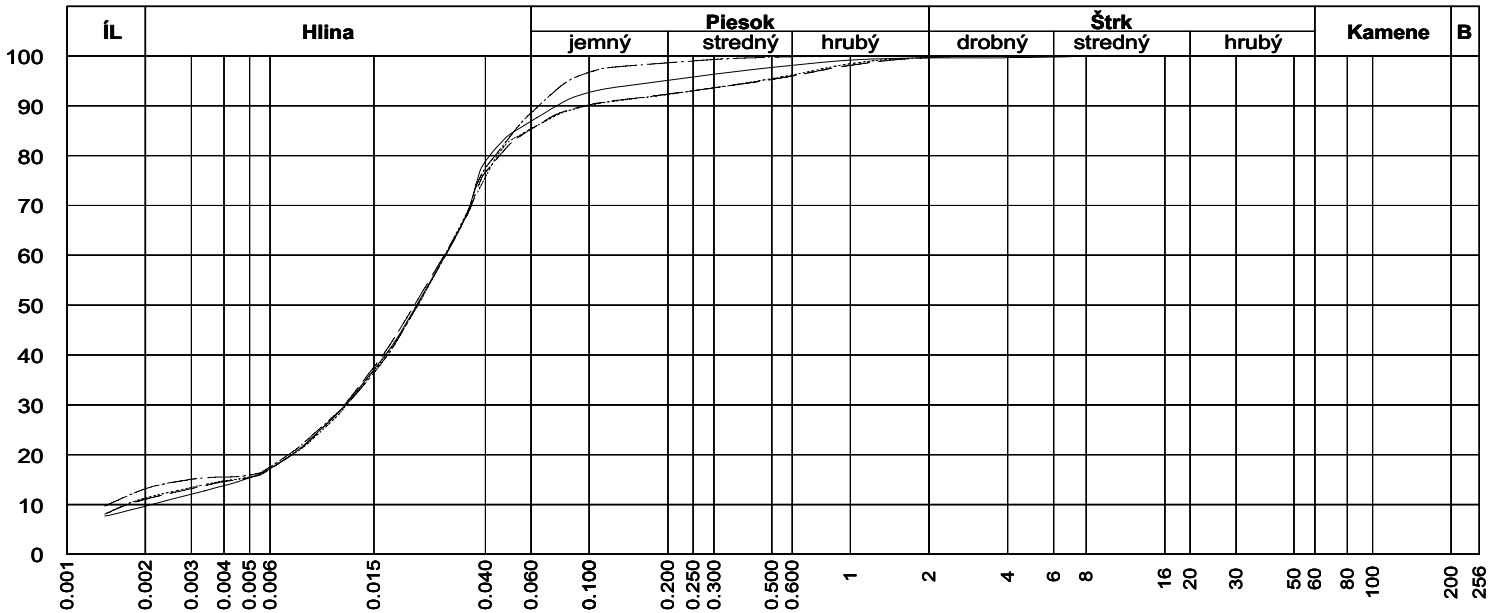
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	pevných častíc
	%		%							kg/m <sup>3</sup>	
Dolná Krupá	1		6.31	35.00	22.39	12.61	2.28	Tvrdá	F6	CI	2672.00
Dolná Krupá	2	neporušen	7.05	33.89	21.68	12.21	2.20	Tvrdá	F6	CL	2669.00
Dolná Krupá	3	neporušen	5.72	34.79	22.74	12.05	2.41	Tvrdá	F6	CL	2656.00
Rakovice	1	porušená	13.47	31.70	21.99	9.72	1.88	Tvrdá	F6	CL	

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Dolná Krupá  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Dolná Krupá	1	—			35.00	12.61	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Dolná Krupá	2	-----			33.89	12.21	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
Dolná Krupá	3	.....			34.79	12.05	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
Rakovice	1	-----			31.70	9.72	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Lovce

PRÍLOHA Č. : 1/a

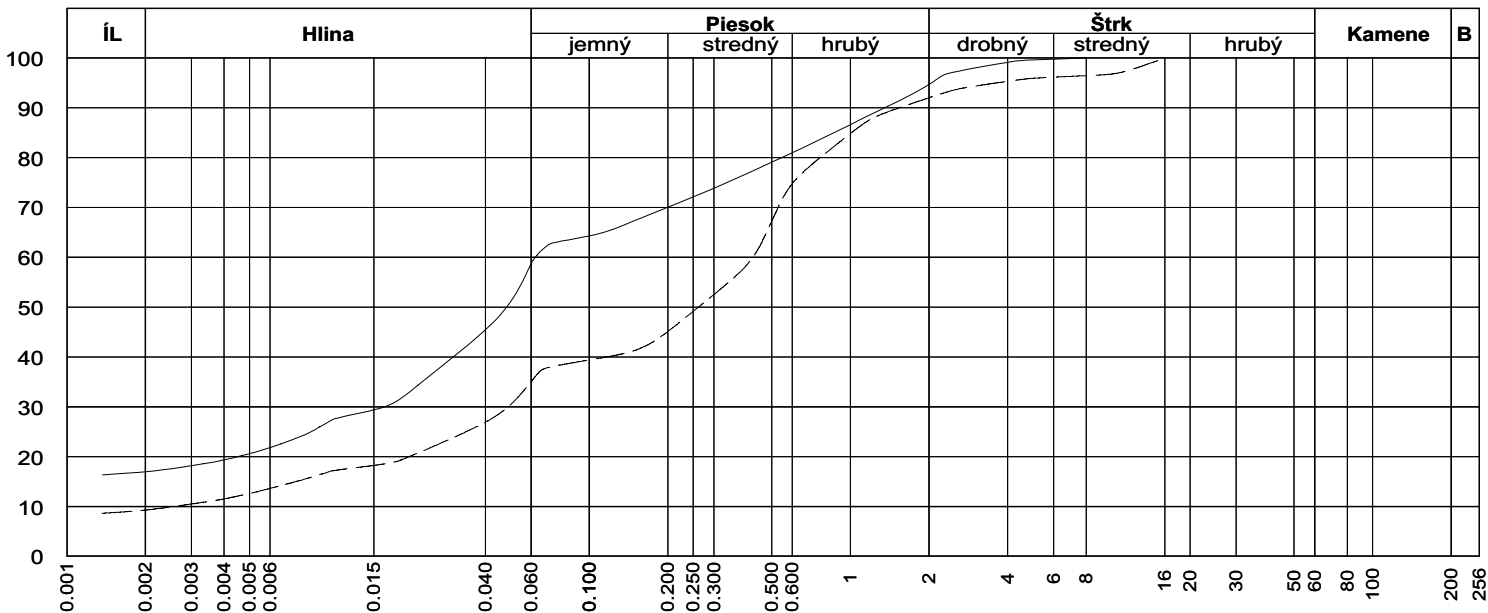
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
<b>L-1</b>	<b>2,0 - 2,5</b>		9.50	19.23	2260.71	2064.63	38.55	16.24	22.31	1.30	Tvrdá	F4	CS	2710.70	25/0.34	75.98
<b>L-2</b>	<b>2,0 - 2,5</b>		7.80	15.32	2157.84	2001.64	43.17	18.48	24.69	1.43	Tvrdá	F4	CS	2699.10	27/0.38	56.16

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Lovce

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
L-1	2,0 - 2,5 m	————			38.55	22.31	F4	CS	Íl piesčitý
L-2	2,0 - 2,5 m	-----			43.17	24.69	F4	CS	Íl piesčitý

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

PRÍLOHA Č. : 1/a

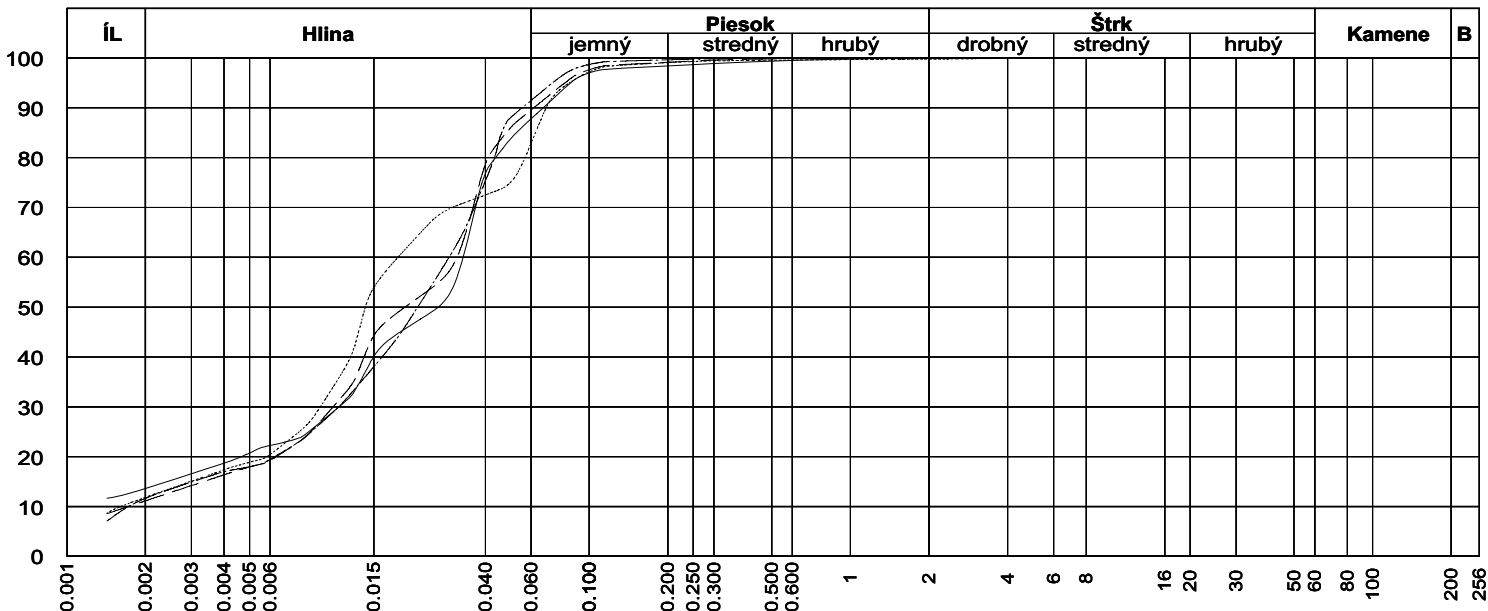
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	pevných častíc
	%		%							kg/m <sup>3</sup>	
M1	1.0 m		17.14	36.40	20.66	15.74	1.22	Pevná	F6	CI	2664.50
M1	2.0 m		16.23	33.62	20.56	13.06	1.33	Tvrdá	F6	CL	2666.00
M1	3.0 m		16.34	32.36	19.66	12.70	1.26	Tvrdá	F6	CL	2689.90
M1	4.0 m		20.32	33.30	20.99	12.31	1.05	Pevná	F6	CL	2680.00
M1	5.0 m		23.53	35.26	20.85	14.41	0.81	Tuhá	F6	CI	2672.00
M1	6.0 m		21.18	37.10	20.51	16.59	0.96	Tuhá	F6	CI	2674.00
M1	7.0 m		23.96	47.82	22.27	25.55	0.93	Tuhá	F6	CI	2663.60
M1	8.0 m		21.96	41.24	21.06	20.18	0.96	Tuhá	F6	CI	2655.00
M1	9.0 m		20.22	39.95	19.29	20.66	0.96	Tuhá	F6	CI	2636.00
M2	2.0 m		20.55	35.20	18.49	16.71	0.88	Tuhá	F6	CI	2672.00
M2	3.0 m		21.51						F6	CI	
M2	4.0 m		20.22						F6	CI	2631.00
M2	5.0 m		20.33						F2	CG	
M2	6.0 m		11.56						G3	G-F	
M2	8.0 m		2.11						G1	GW	

# Krivky zrnitosti zemín

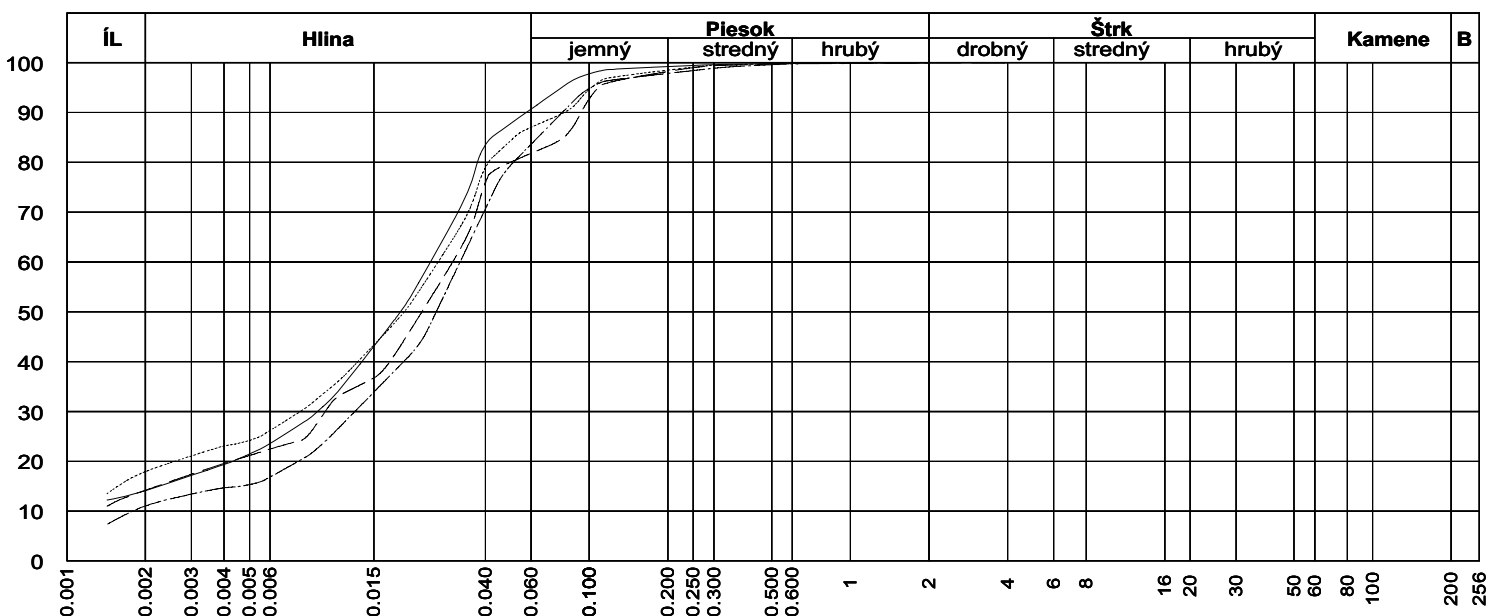
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

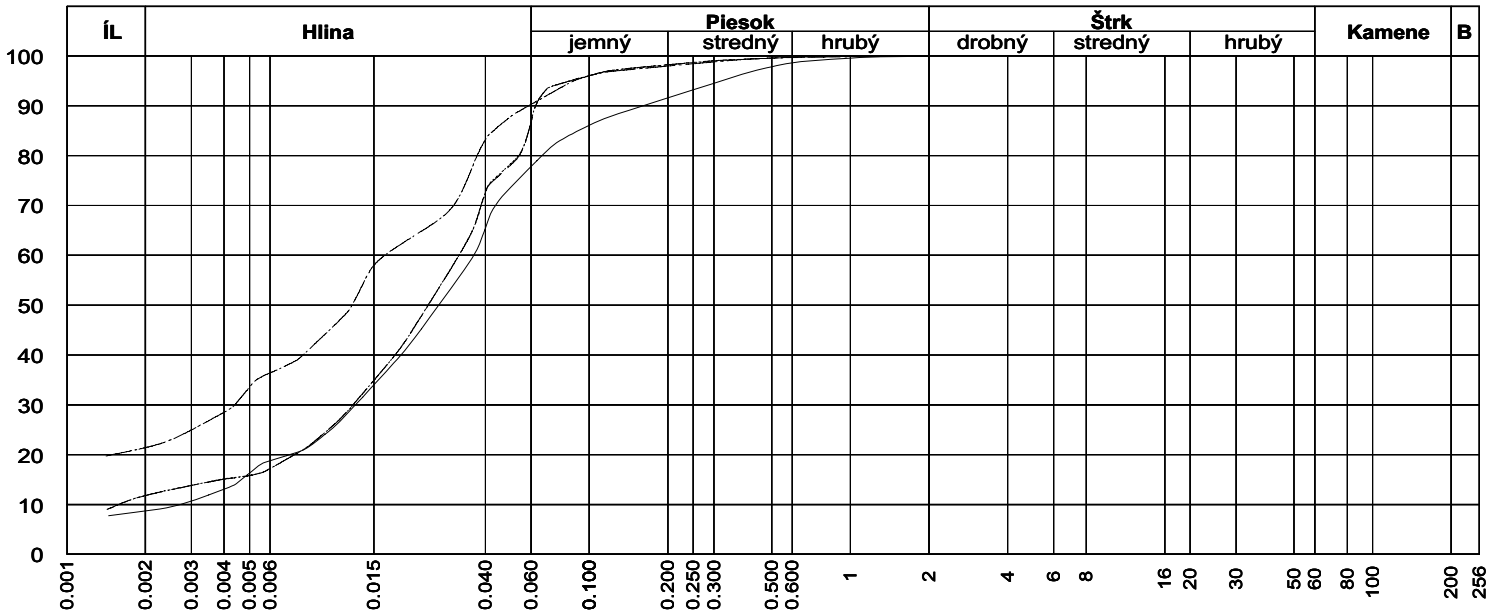
PRÍLOHA Č. : 1



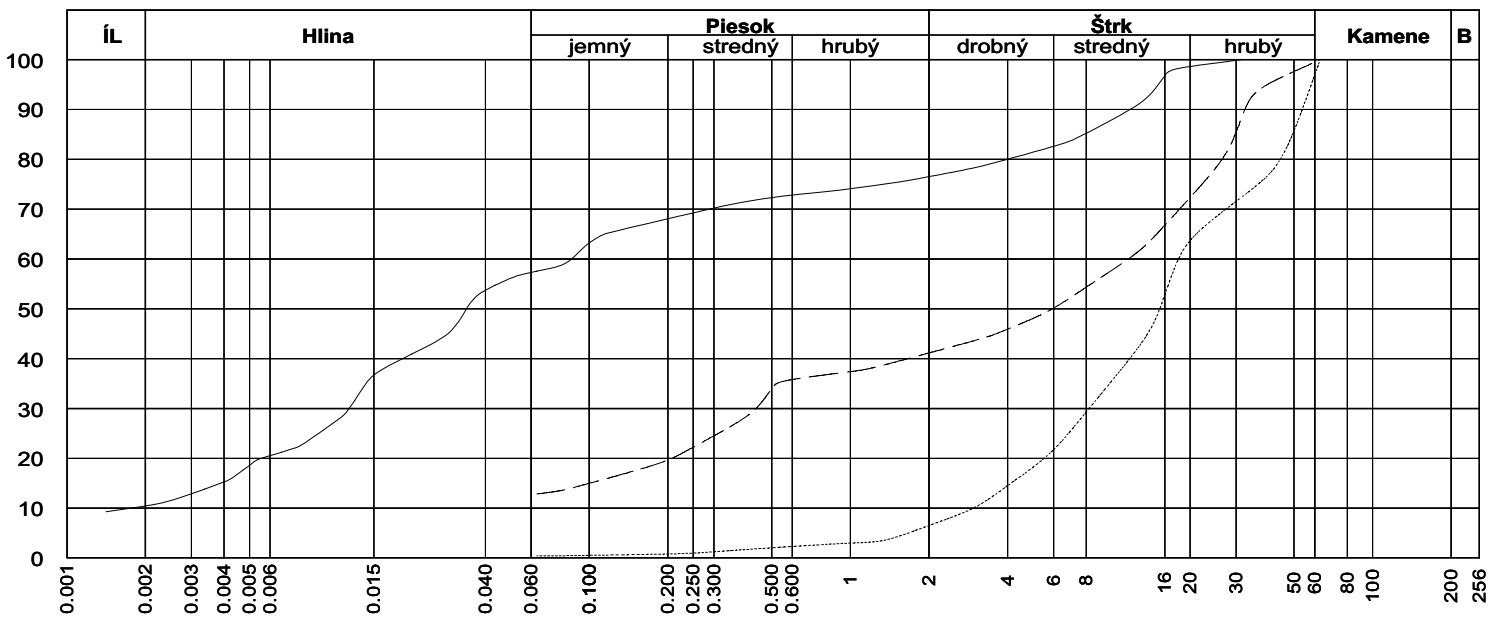
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
M1	1.0 m	—			36.40	15.74	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M1	2.0 m	- - - - -			33.62	13.06	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
M1	3.0 m	.....			32.36	12.70	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
M1	4.0 m	- - - - -			33.30	12.31	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
M1	5.0 m	—			35.26	14.41	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M1	6.0 m	- - - - -			37.10	16.59	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M1	7.0 m	.....			47.82	25.55	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M1	8.0 m	- - - - -			41.24	20.18	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
M1	9.0 m	—			39.95	20.66	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M2	2.0 m	----			35.20	16.71	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M2	3.0 m	.....					F6	CI	Íl so strednou plasticitou
M2	4.0 m	-----					F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
M2	5.0 m	—					F2	CG	Íl štrkovitý
M2	6.0 m	----					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(0%)
M2	8.0 m	.....	6.10	1.26			G1	GW	Štrk dobre zrný Cb(3%)

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
<b>R1V-1</b>	<b>5.0 m</b>		13.40	23.16	1998.64	1762.47	29.01	20.79	8.22	1.90	Tvrdá	F6	CL	2693.03	36/0.56	64.66
<b>R1V-1</b>	<b>8.0 m</b>		23.89	38.57	2039.43	1646.16	30.88	22.43	8.45	0.83	Tuhá	F6	CL	2711.89	40/0.68	95.29
<b>R1V-2</b>	<b>5.0 m</b>		13.48	22.45	1927.26	1698.33	27.71	21.86	5.84	2.44	Tvrdá	F5	ML	2710.10	39/0.63	58.25
<b>R1V-2</b>	<b>8.1 m</b>		24.12	39.29	2061.87	1661.19	31.62	21.46	10.16	0.74	Tuhá	F6	CL	2706.46	40/0.66	98.71
<b>R1V-3</b>	<b>3.0 m</b>		15.36	25.56	1957.86	1697.17	27.93	22.02	5.92	2.13	Tvrdá	F5	ML	2661.93	37/0.60	68.22
<b>R1V-4</b>	<b>3.0 m</b>		15.62	25.94	1957.86	1693.35	28.83	21.58	7.25	1.82	Tvrdá	F6	CL	2700.21	39/0.63	67.37
<b>R1V-5</b>	<b>3.0 m</b>		15.25	25.33	1951.74	1693.48	28.25	22.48	5.77	2.25	Tvrdá	F5	ML	2695.05	38/0.62	65.99

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

PRÍLOHA Č. : 1/b

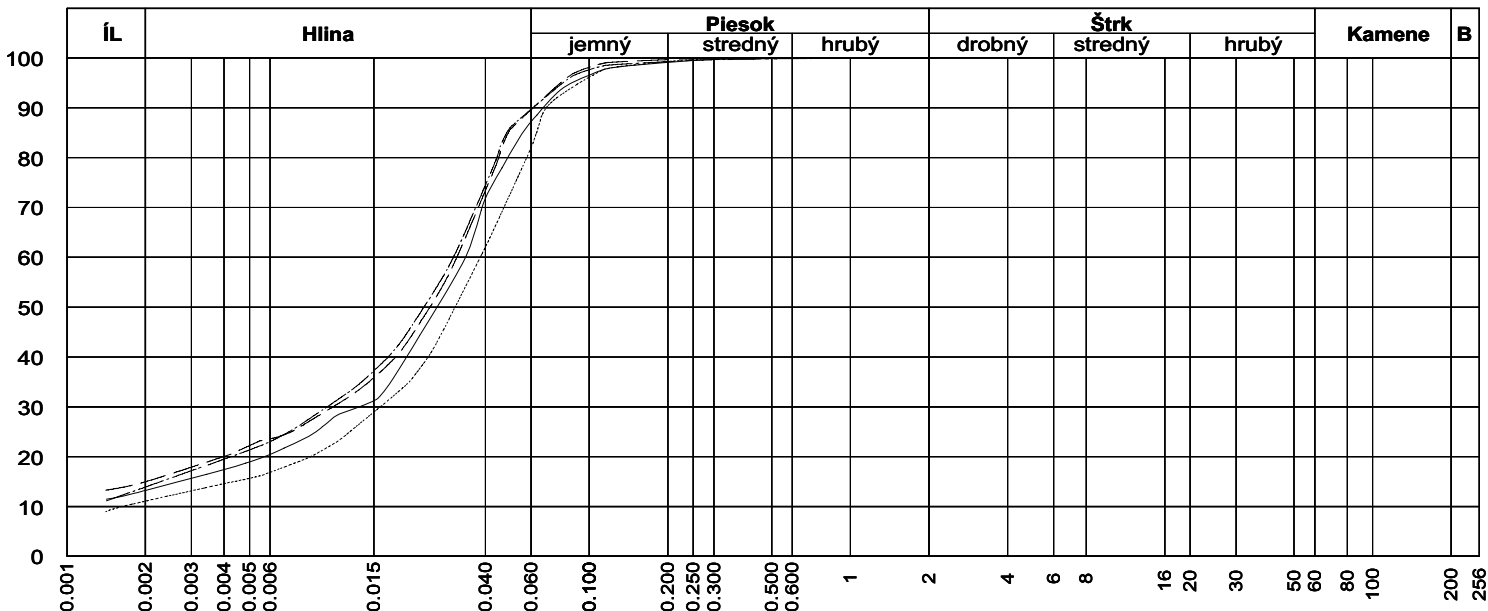
Sonda	Hĺbka	Obsah uhlíčitánov
	m	%
R1V-1	5.0 m	15.71
R1V-1	8.0 m	16.71
R1V-2	5.0 m	14.73
R1V-2	8.1 m	14.23
R1V-3	3,0 m	20.09
R1V-4	3,0 m	22.55
R1V-5	3,0 m	19.11

# Krivky zrnitosti zemín

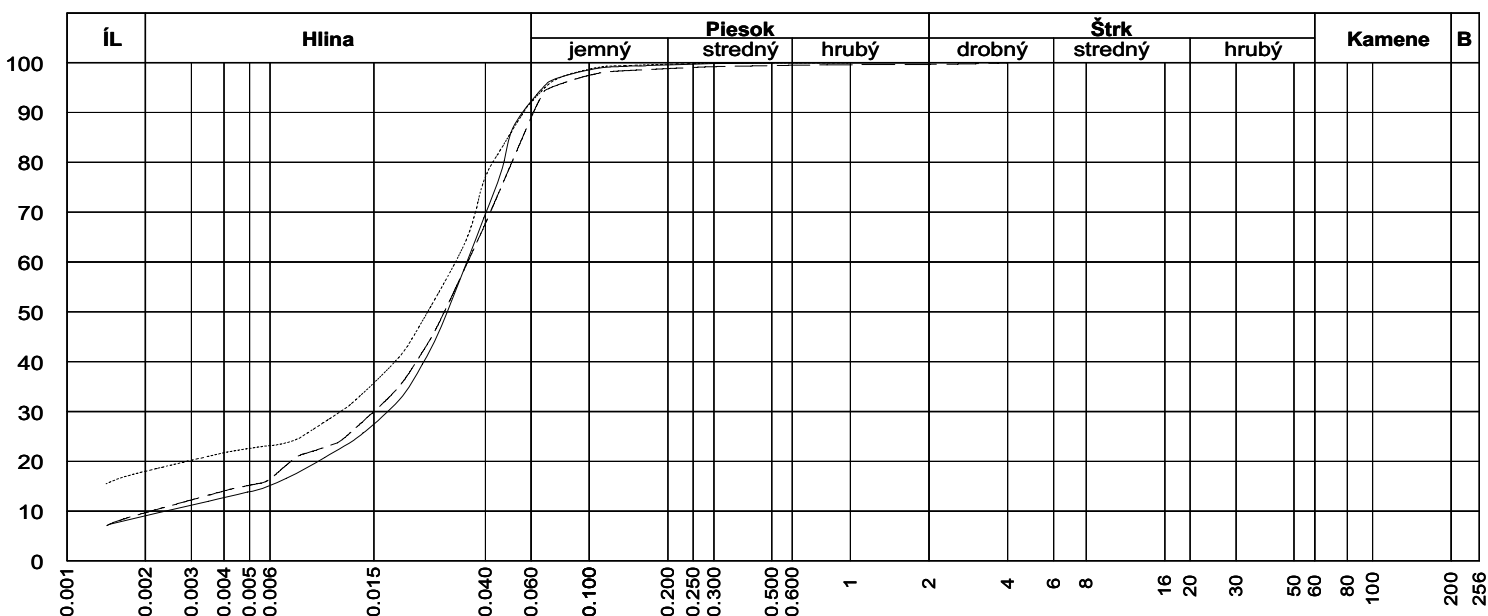
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
R1V-1	5.0 m	—			29.01	8.22	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
R1V-1	8.0 m	- - - - -			30.88	8.45	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
R1V-2	5.0 m	.....			27.71	5.84	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
R1V-2	8.1 m	- - - - -			31.62	10.16	F6	CL	íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
R1V-3	3.0 m	—			27.93	5.92	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
R1V-4	3.0 m	- - - - -			28.83	7.25	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
R1V-5	3.0 m	.....			28.25	5.77	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
<b>R2V-1</b>	<b>4.0 - 4.5</b>	T	20.95	33.82	1991.20	1646.37	31.27	21.59	9.68	1.07	Pevná	F6	CL	2670.34	40/0.65	85.53
<b>R2V-1</b>	<b>7.0 m</b>	N	19.48	34.27	2142.83	1793.42	46.04	20.92	25.12	1.06	Pevná	F6	CI	2701.86	35/0.54	98.17
<b>R2V-2</b>	<b>7.2 - 7.3</b>	N	20.78	36.12	2141.40	1773.04	44.66	26.55	18.10	1.32	Tvrdá	F6	CI	2690.54	35/0.55	102.12
<b>R2V-3</b>	<b>3.0 - 3.1</b>	N	23.35	39.36	2120.40	1719.00	33.01	22.45	10.56	0.91	Tuhá	F6	CL	2697.82	38/0.60	104.93
<b>R2V-3</b>	<b>5.0 m</b>	N	22.43	38.04	2116.62	1728.77	33.27	22.86	10.41	1.04	Pevná	F6	CL	2694.85	37/0.59	102.55
<b>R2V-4</b>	<b>2.0 - 2.5</b>	T	25.64	40.65	2031.58	1617.02	33.31	22.01	11.30	0.68	Tuhá	F6	CL	2673.61	41/0.69	99.92
<b>R2V-4</b>	<b>3.0 m</b>	N	21.30	37.86	2198.81	1812.77	33.28	19.96	13.32	0.90	Tuhá	F6	CL	2711.00	34/0.52	109.97

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

PRÍLOHA Č. : 1/b

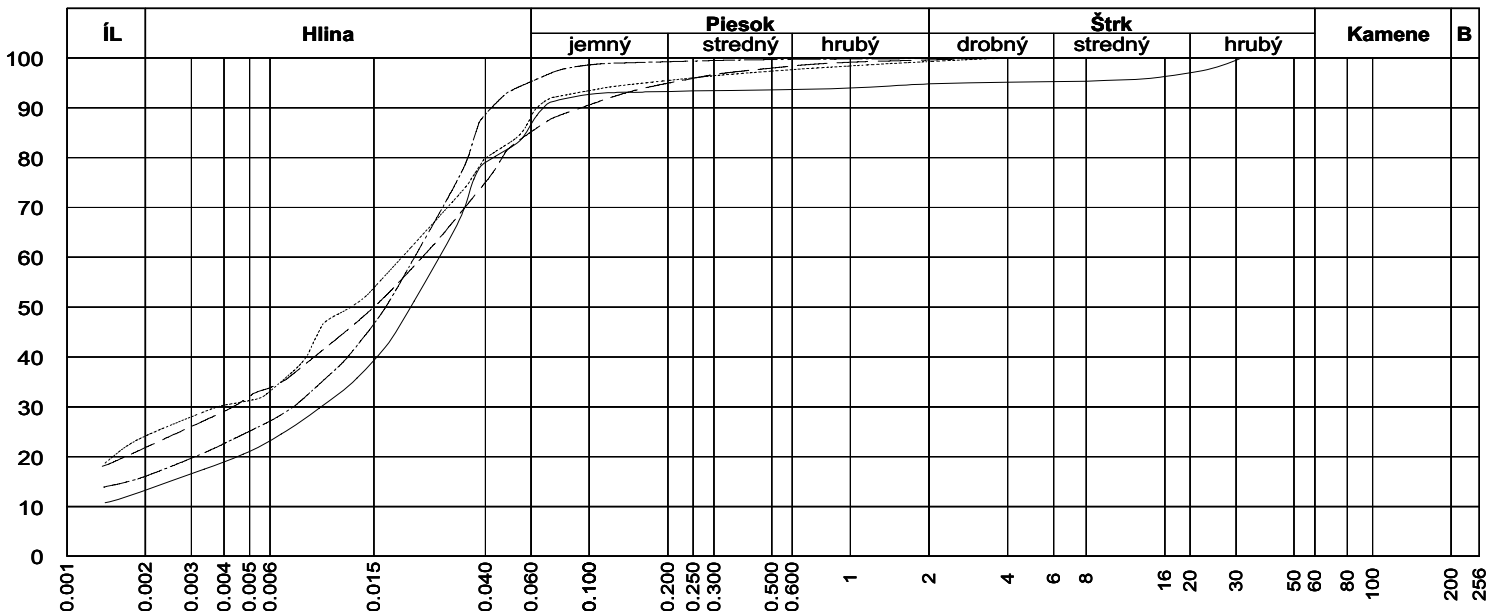
Sonda	Hĺbka	Obsah uhličitanov	Zhutiteľnosť		Koefficient zhutiteľ.
			$W_{opt}$	$\rho_{dmax}$	
	m	%	%	kg/m <sup>3</sup>	
R2V-1	4.0 - 4.5 m	10.77	13.47	1816.38	D = 0.91
R2V-1	7.0 m	2.15			
R2V-2	7.2 - 7.3 m	4.41			
R2V-3	3.0 - 3.1 m	21.54			
R2V-3	5.0 m	6.82			
R2V-4	2.0 - 2.5 m	13.71	17.25	1760.37	D = 0.92
R2V-4	3.0 m	16.56			

# Krivky zrnitosti zemín

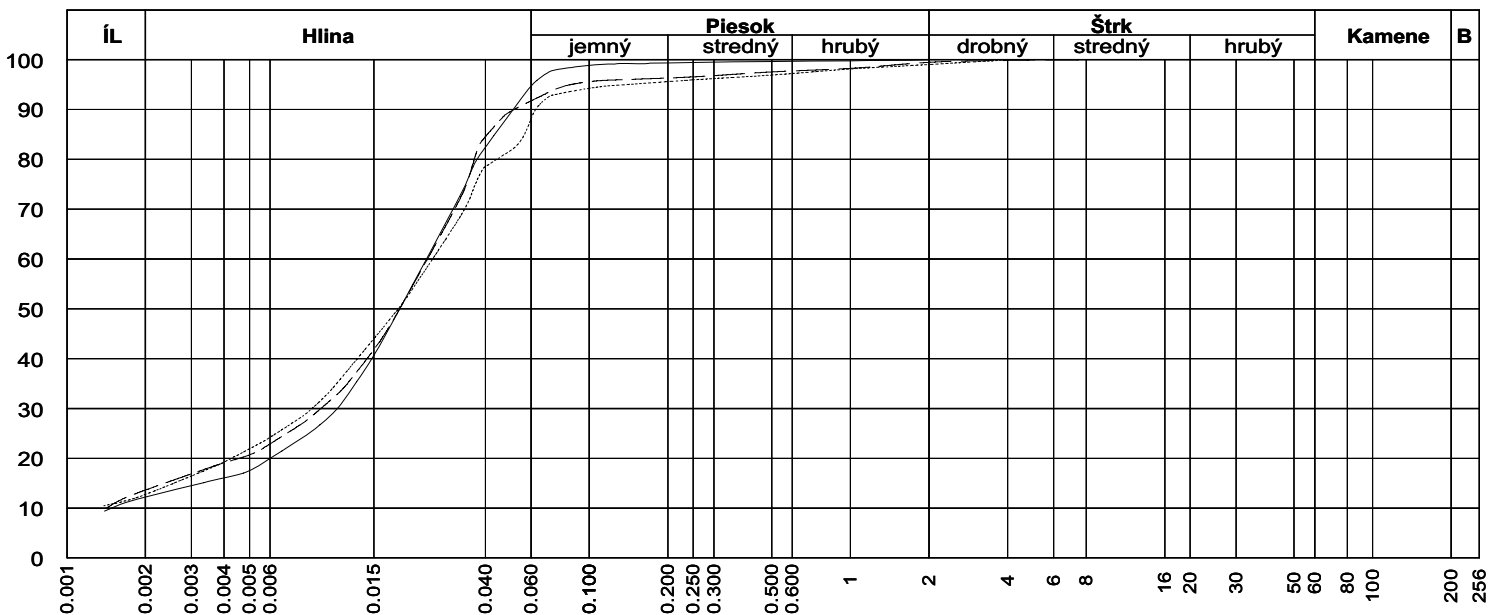
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Rakovice

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
R2V-1	4.0 - 4.5 m	—			31.27	9.68	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
R2V-1	7.0 m	----			46.04	25.12	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
R2V-2	7.2 - 7.3 m	.....			44.66	18.10	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
R2V-3	3.0 - 3.1 m	-----			33.01	10.56	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
R2V-3	5.0 m	—			33.27	10.41	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
R2V-4	2.0 - 2.5 m	----			33.31	11.30	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
R2V-4	3.0 m	.....			33.28	13.32	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Revišné

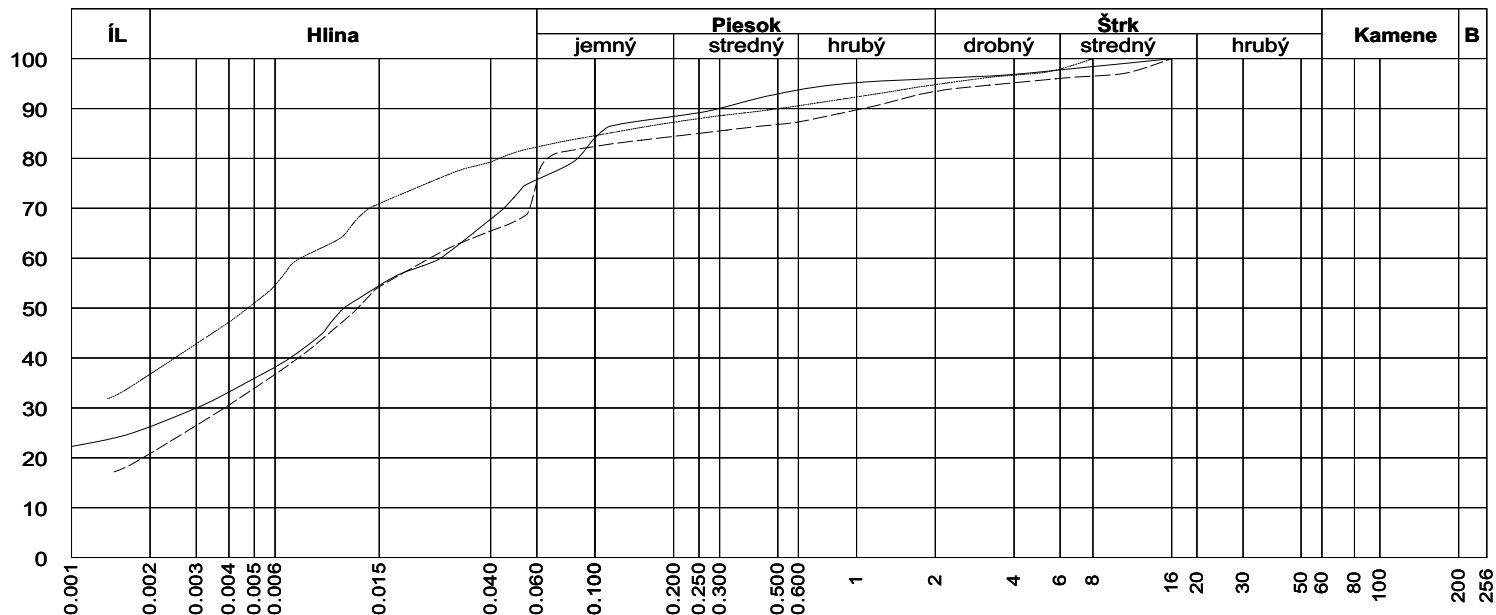
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. tiaž		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc	Objem pórov /č. porovit.	Stupeň nasýtení a
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
	%		kN/m <sup>3</sup>		%							kg/m <sup>3</sup>	% / [ ]	%		
S 1/1	7,5 m- 7,		17.18	30.38	20.73	17.69	46.69	20.20	26.49	1.11	Pevná	F6	CI 2673,23	34/0.51	89.78	
S 10/2	10,2 - 10		21.60	35.55	20.01	16.46	45.06	21.81	23.25	1.01	Pevná	F6	CI 2588,31	36/0.57	97.63	
S 14/2	6,7 - 6,8		22.76	37.33	20.13	16.40	43.12	19.90	23.22	0.88	Tuhá	F6	CI 2655,06	38/0.62	97.64	

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY :  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
S1/1	7,5 m- 7,7m	—			46.69	26.49	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S10/2	10,2 - 10,8	—			45.06	23.25	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S14/2	6,7 - 6,8	—			43.12	23.22	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Sprase TT, NR pahorkatina, TN kotlina

PRÍLOHA Č. : 1/a

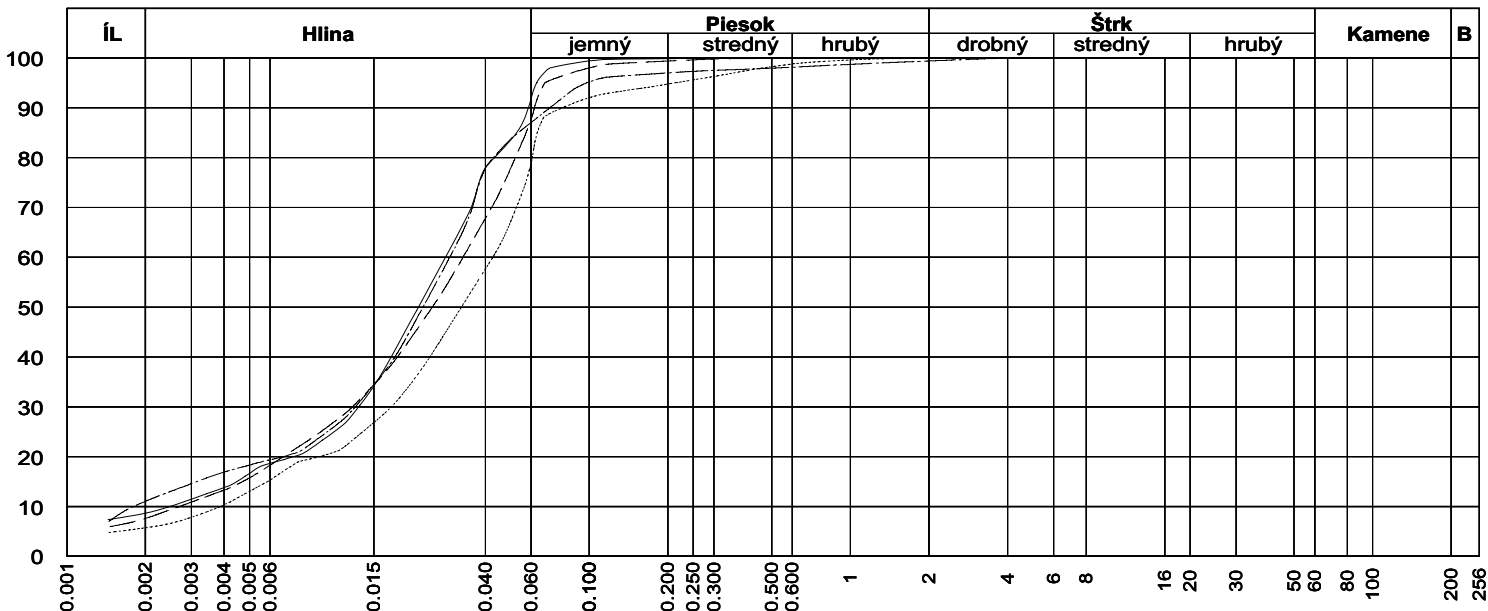
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m <sup>3</sup>
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	
	%		%								
<b>Abrahám</b>	<b>3,8 m</b>	Trnavská p	2.08	35.01	22.79	12.22	2.69	Tvrdá	F6	CI	2702.00
<b>Brestovany</b>	<b>5,0 m</b>	Trnavská p	2.60	36.12	24.03	12.09	2.77	Tvrdá	F6	CI	2658.00
<b>Chocholná</b>	<b>2.0 m</b>	Trenčiansk	2.96	31.49	22.85	8.64	3.30	Tvrdá	F6	CL	2682.00
<b>Chocholná</b>	<b>2.8 m</b>	Trenčiansk	3.76	33.42	22.12	11.29	2.63	Tvrdá	F6	CL	2702.00
<b>Chocholná</b>	<b>4.5 m</b>	Trenčiansk	4.40	31.76	22.73	9.02	3.03	Tvrdá	F6	CL	2758.50
<b>Kovarovce</b>	<b>3,0 m</b>	Nitrianska	9.84	41.65	23.68	17.97	1.77	Tvrdá	F6	CI	2658.00
<b>Lukačovce</b>	<b>4,0 m</b>	Nitrianska	4.00	32.84	23.28	9.56	3.02	Tvrdá	F6	CL	2693.00
<b>Partizánske</b>	<b>4,8 m</b>	Nitrianska	7.61	45.79	25.93	19.86	1.92	Tvrdá	F6	CI	2687.00
<b>Preseľany</b>	<b>3.5 m</b>	Nitrianska	7.43	33.70	21.41	12.29	2.14	Tvrdá	F6	CL	2684.00
<b>Preseľany</b>	<b>4.5 m</b>	Nitrianska	8.26	40.56	23.92	16.64	1.94	Tvrdá	F6	CI	2710.00

# Krivky zrnitosti zemín

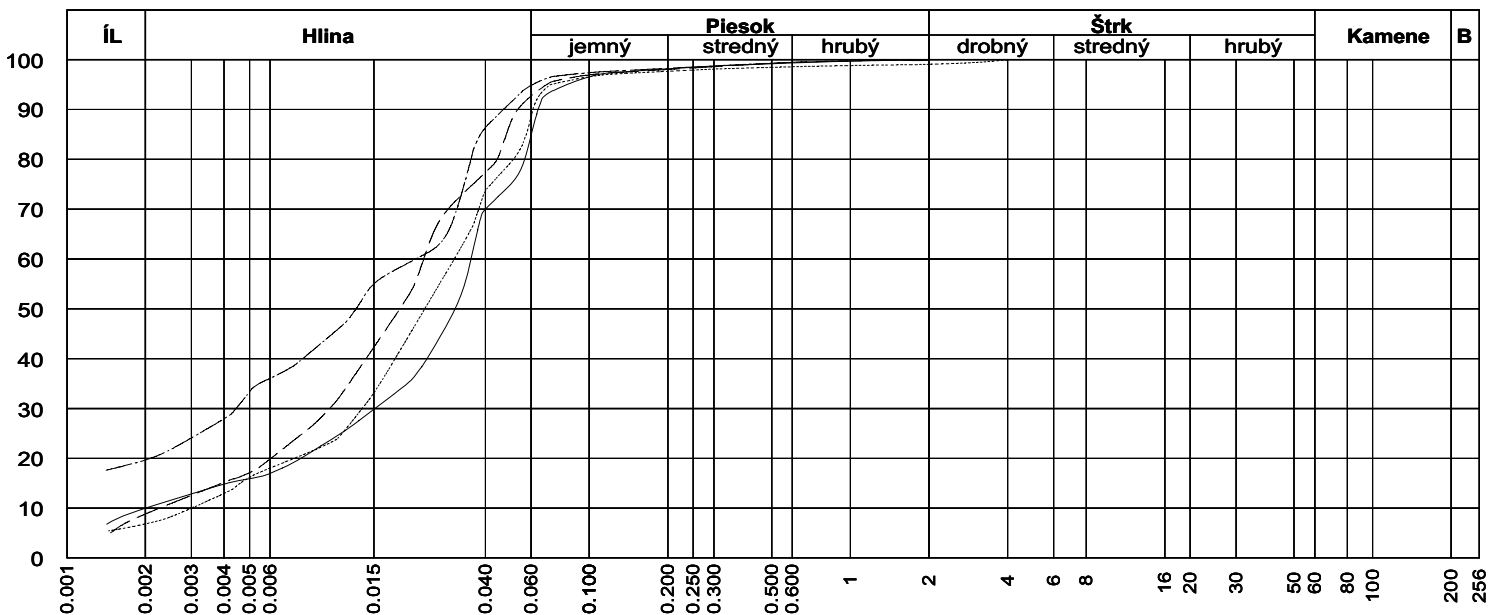
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Sprase TT, NR pahorkatina, TN kotlina

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Abrahám	3,8 m	—			35.01	12.22	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Brestovany	5,0 m	----			36.12	12.09	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Chocholná	2,0 m	.....			31.49	8.64	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
Chocholná	2,8 m	-----			33.42	11.29	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Chocholná	4,5 m	—			31.76	9.02	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
Kovarovce	3,0 m	----			41.65	17.97	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Lukačovce	4,0 m	.....			32.84	9.56	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
Partizánske	4,8 m	-----			45.79	19.86	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Sprase Vychod

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc	Obsah uhličitanov	Straty žiháním
		hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
	m	%	%						kg/m <sup>3</sup>	%	%	
<b>Krivosad</b>	<b>3,4 m</b>	2.53	28.56	24.99	3.57	7.29	Tvrdá	F5	ML	2642.00	15.91	1.61
<b>Stropkov</b>	<b>1.3 - 1.6 m</b>	8.21	36.10	22.51	13.59	2.05	Tvrdá	F6	CI	2628.00	0.19	1.34
<b>Stropkov</b>	<b>3.3 - 3.6 m</b>	14.44	35.33	20.79	14.54	1.44	Tvrdá	F6	CI	2624.00	0.00	1.43
<b>Stropkov</b>	<b>4.0 - 4.3 m</b>	19.57	31.50	22.31	9.19	1.30	Tvrdá	F4	CS	2623.00	0.19	1.99
<b>Stropkov</b>	<b>7.0 - 7.5 m</b>	5.31	31.75	16.79	14.96	1.77	Tvrdá	F6	CL	2632.00	0.00	1.30

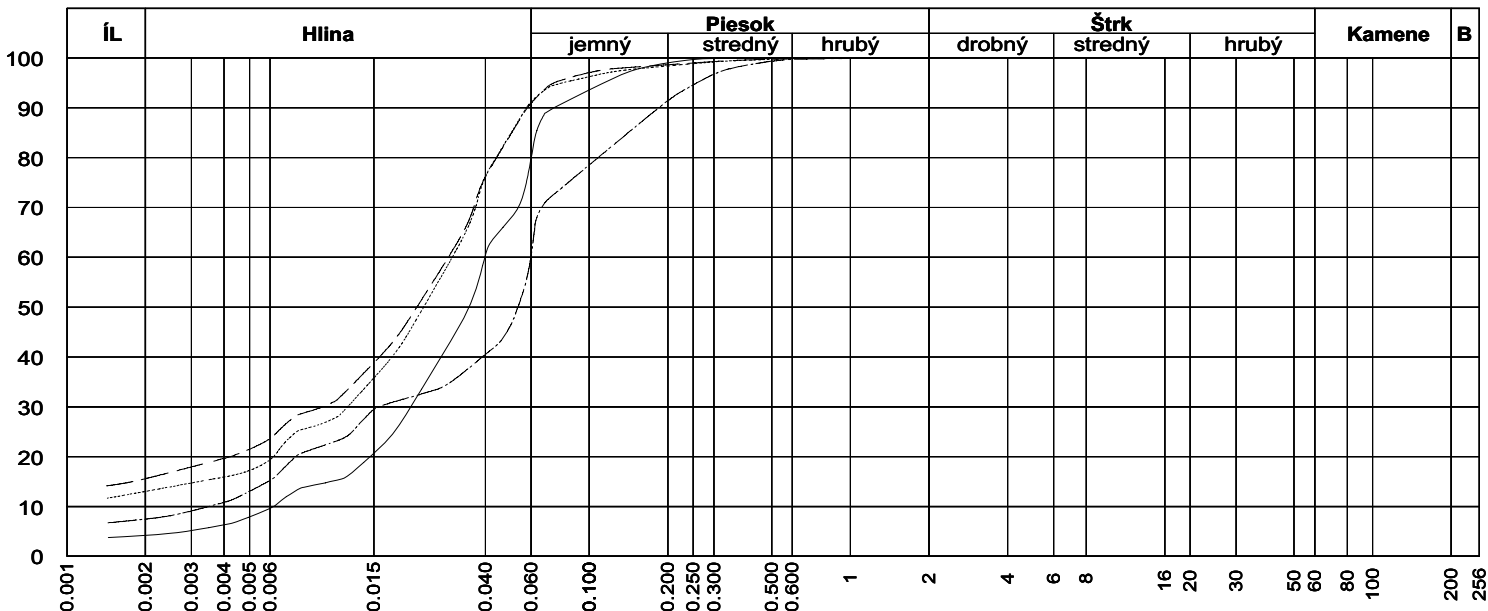


# Krivky zrnitosti zemín

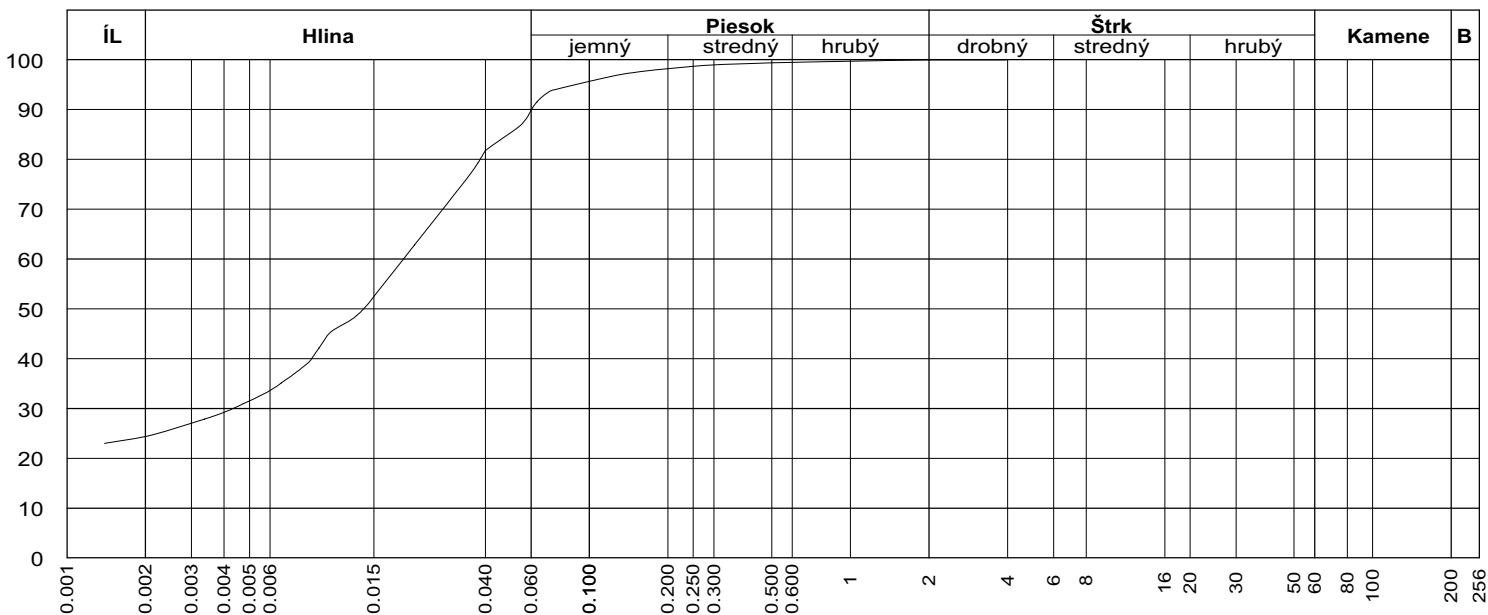
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Sprase Vychod

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Krivosad	3,4 m	—			28.56	3.57	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
Stropkov	1.3 - 1.6 m	-----			36.10	13.59	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Stropkov	3.3 - 3.6 m	.....			35.33	14.54	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
Stropkov	4.0 - 4.3 m	-----			31.50	9.19	F4	CS	Íl piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
Stropkov	7.0 - 7.5 m	—			31.75	14.96	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Tekov

PRÍLOHA Č. : 1/a

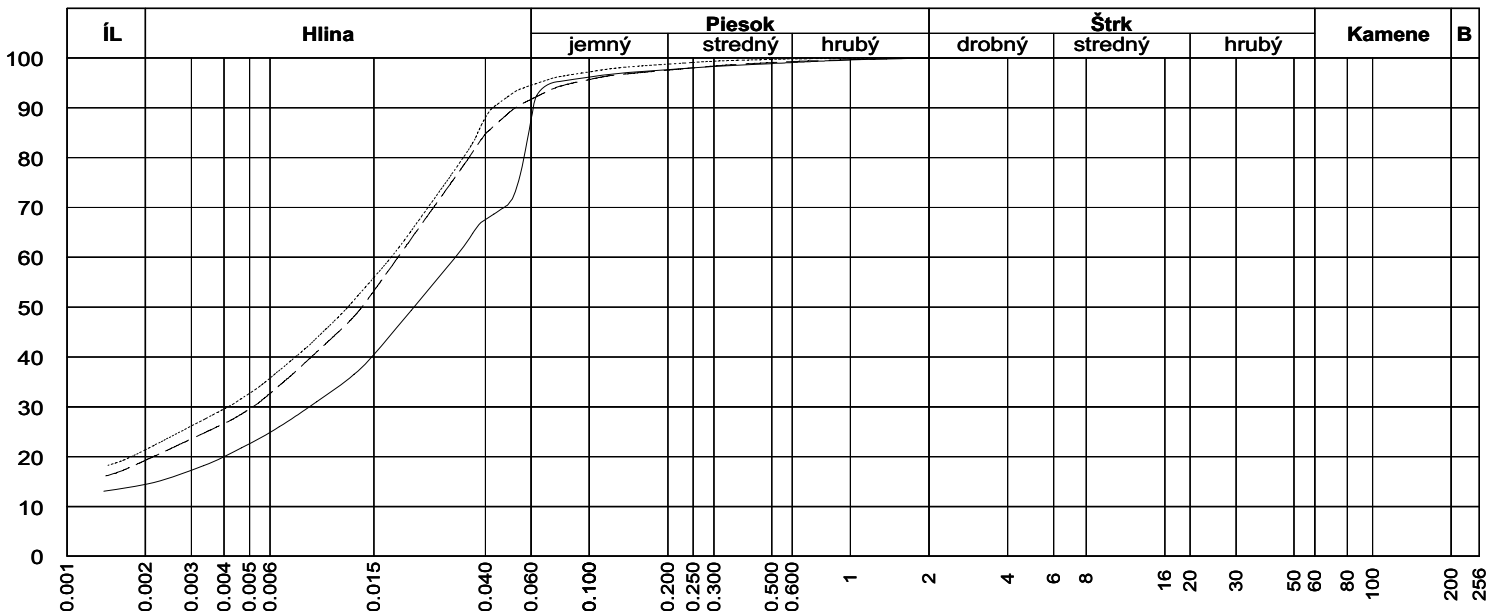
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
<b>T-1</b>	<b>3.0 m</b>		23.08	37.01	2012.95	1635.52	37.89	21.49	16.40	0.90	Tuhá	F6	CI	2707.60	41/0.69	90.80
<b>T-2</b>	<b>0.9 - 3.0</b>		18.14	31.91	2119.02	1793.63	41.16	20.32	20.85	1.10	Pevná	F6	CI	2670.70	34/0.52	93.47
<b>T-3</b>	<b>0.8 - 3.0</b>		18.02	31.30	2090.20	1771.02	51.30	22.16	29.14	1.14	Pevná	F8	CH	2603.80	33/0.50	94.00

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Tekov

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
T-1	3.0 m	—			37.89	16.40	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
T-2	0.9 - 3.0 m	- - - - -			41.16	20.85	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
T-3	0.8 - 3.0 m	.....			51.30	29.14	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Trnava

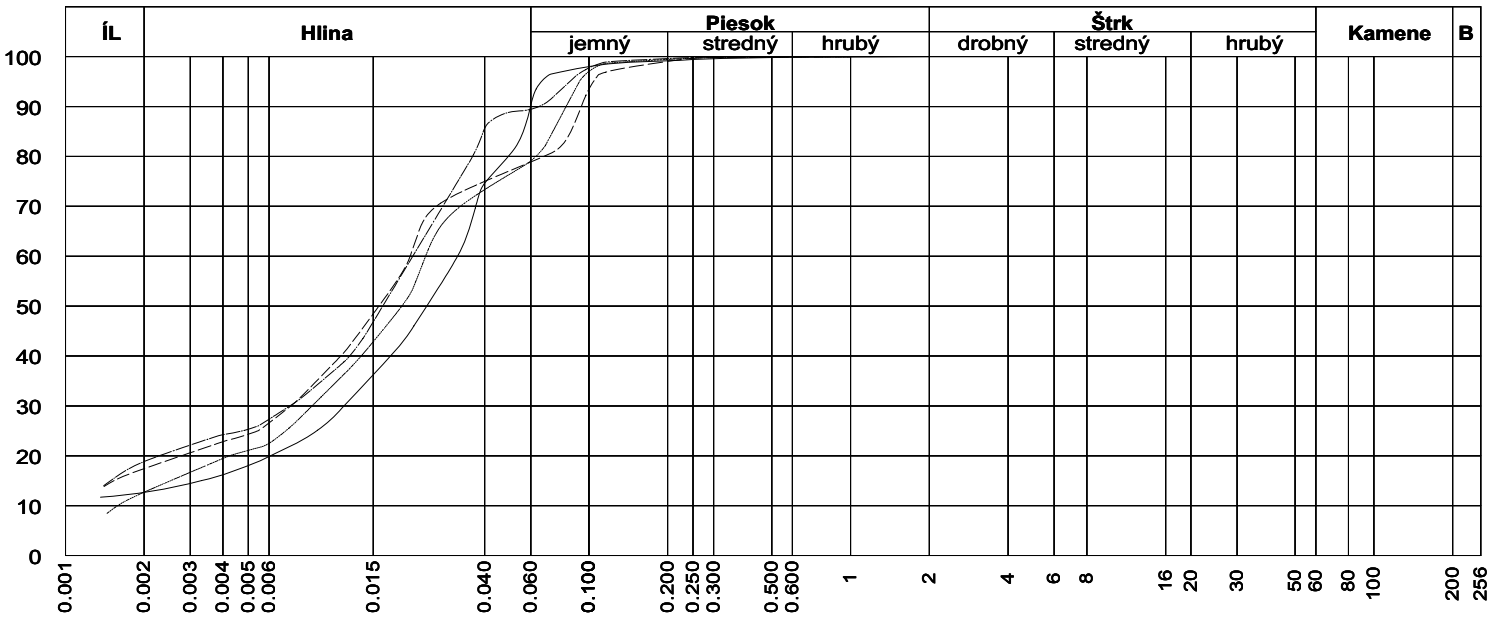
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. tiaž		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častic	Objem pórov /č. porovit.	Stupeň nasýtenia
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
	%		kN/m <sup>3</sup>		%							kg/m <sup>3</sup>	% / [ ]	%		
T-1	4,5 m		21.35	29.09	16.53	13.62	38.41	22.44	15.97	1.07	Pevná	F6	CI	2703.00	50/0.98	58.65
T-2	3,0 m		13.54	21.89	18.36	16.17	32.16	20.53	11.63	1.60	Tvrdá	F6	CL	2670.70	39/0.65	55.50
T-3	4,5 m		19.98	32.38	19.44	16.20	40.50	22.82	17.68	1.16	Pevná	F6	CI	2599.70	38/0.60	85.96
T-4	6,0 m		13.54	23.05	19.33	17.03	32.41	19.29	13.12	1.44	Tvrdá	F6	CL	2666.20	36/0.57	63.80
T-5	3,0 m		9.82	15.46	17.29	15.74	31.72	21.22	10.50	2.09	Tvrdá	F6	CL	2682.40	41/0.70	37.43
T-6	3,0 m		8.26	11.95	15.67	14.47	32.41	21.68	10.73	2.25	Tvrdá	F6	CL	2675.20	46/0.85	26.04

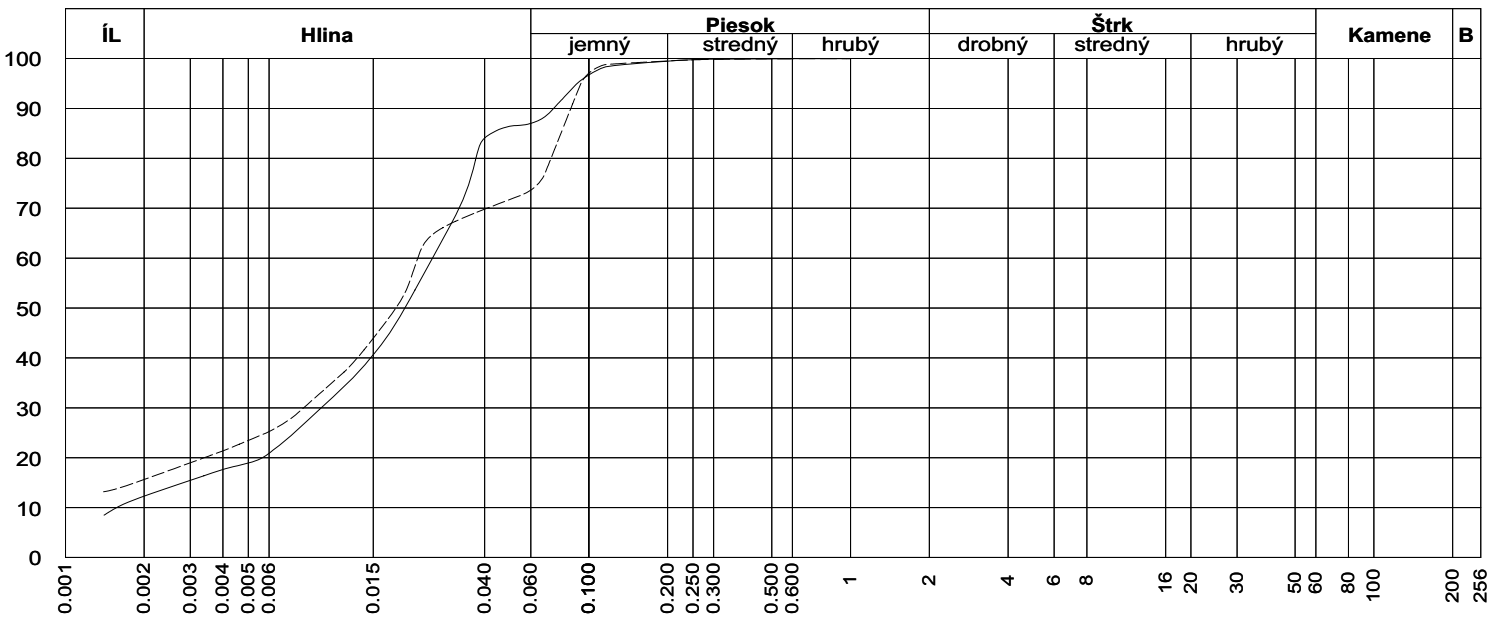
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Tmava  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
T-1	4,5 m	—			38.41	15.97	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
T-2	3,0 m	—			32.16	11.63	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
T-3	4,5 m	—			40.50	17.68	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
T-4	6,0 m	—			32.41	13.12	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
T-5	3,0 m	—			31.72	10.50	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
T-6	3,0 m	—			32.41	10.73	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Turecký vrch

PRÍLOHA Č. : 1/a

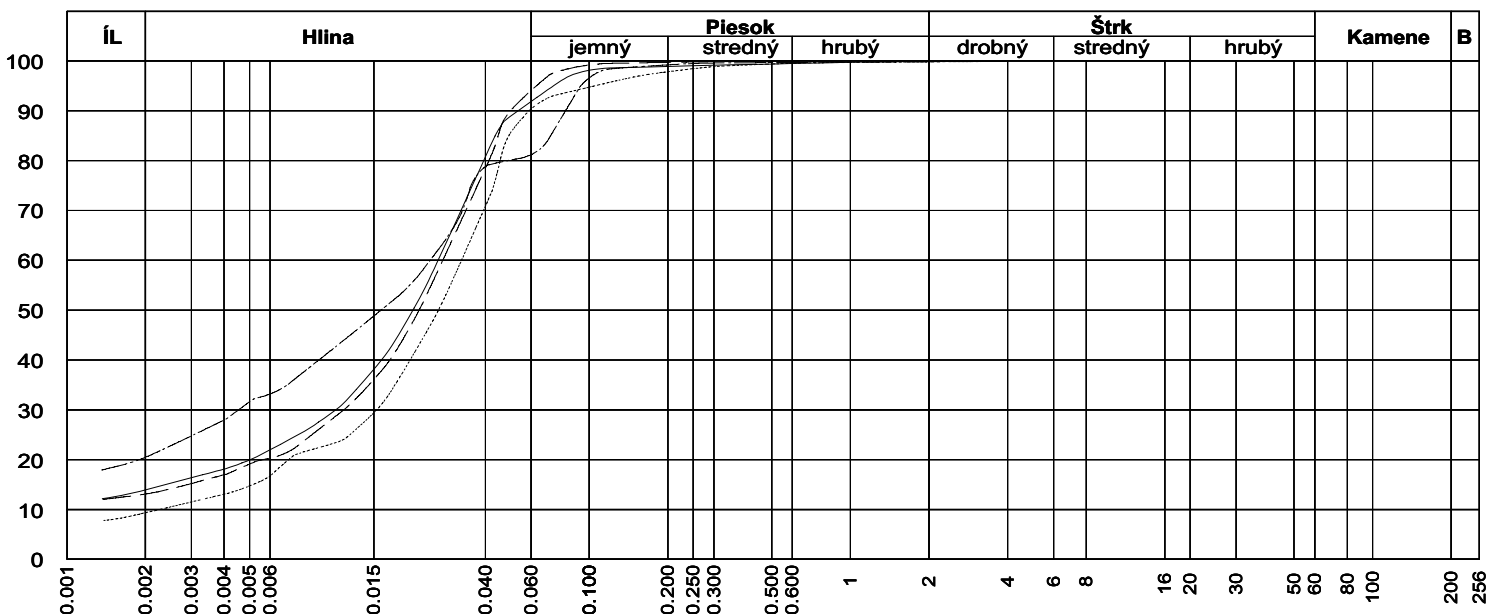
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
VT-1	2.9 - 3.0		8.80				30.85	22.54	8.31	2.65	Tvrdá	F6	CL	2688.70	0/0.00	0.00
VT-1	4.9 - 5.0						27.62	22.06	5.56		Kašovitá	F5	ML			
VT-4	2.9 m		4.48	8.68	2065.95	1977.42	28.36	21.18	7.18	3.33	Tvrdá	F6	CL	2687.00	28/0.39	31.19
VT-4	14.2 m		9.89	18.23	2065.95	1880.08	37.02	22.39	14.64	1.85	Tvrdá	F6	CI	2681.00	31/0.45	58.37
VT-4	16.7 m		14.64	25.45	2031.99	1772.47	40.88	20.20	20.68	1.27	Tvrdá	F6	CI	2674.00	35/0.54	72.72
VT-4	20.4 m		17.43	30.01	2061.19	1755.22	37.29	20.02	17.27	1.15	Pevná	F6	CI	2681.00	36/0.56	83.82
VT-4	24.4 m		13.71	24.89	2105.31	1851.47	38.94	21.43	17.51	1.44	Tvrdá	F6	CI	2706.00	33/0.49	75.66
VT-4	25.5 m		20.33	35.70	2155.17	1791.11	38.29	19.67	18.62	0.96	Tuhá	F6	CI	2667.50	34/0.52	104.54
VT-4	26.2 m		15.43				34.46	21.49	12.98	1.47	Tvrdá	F2	CG	2704.00	0/0.00	0.00
VT-5	3.0 m		4.95				25.50	22.29	3.21	6.40	Tvrdá	F5	ML	2686.00	0/0.00	0.00
VT-5	8.8 - 9.0						34.29	22.22	12.08	✓	Kašovitá	F6	CL			
VT-5	10.8 m						31.60	20.10	11.50	✓	Kašovitá	F6	CL			
VT-5a	2.8 - 3.0						27.42	21.82	5.60	✓	Kašovitá	F5	ML			
VT-5a	4.8 - 5.0						21.76	18.60	3.16	✓	Kašovitá	F3	MS			
VT-5a	6.8 - 7.0						30.86	21.32	9.54	✓	Kašovitá	F6	CL			
VT-5a	13.7 - 1		13.41				39.56	20.95	18.61	1.40	Tvrdá	F6	CI	2678.00	0/0.00	0.00

# Krivky zrnitosti zemín

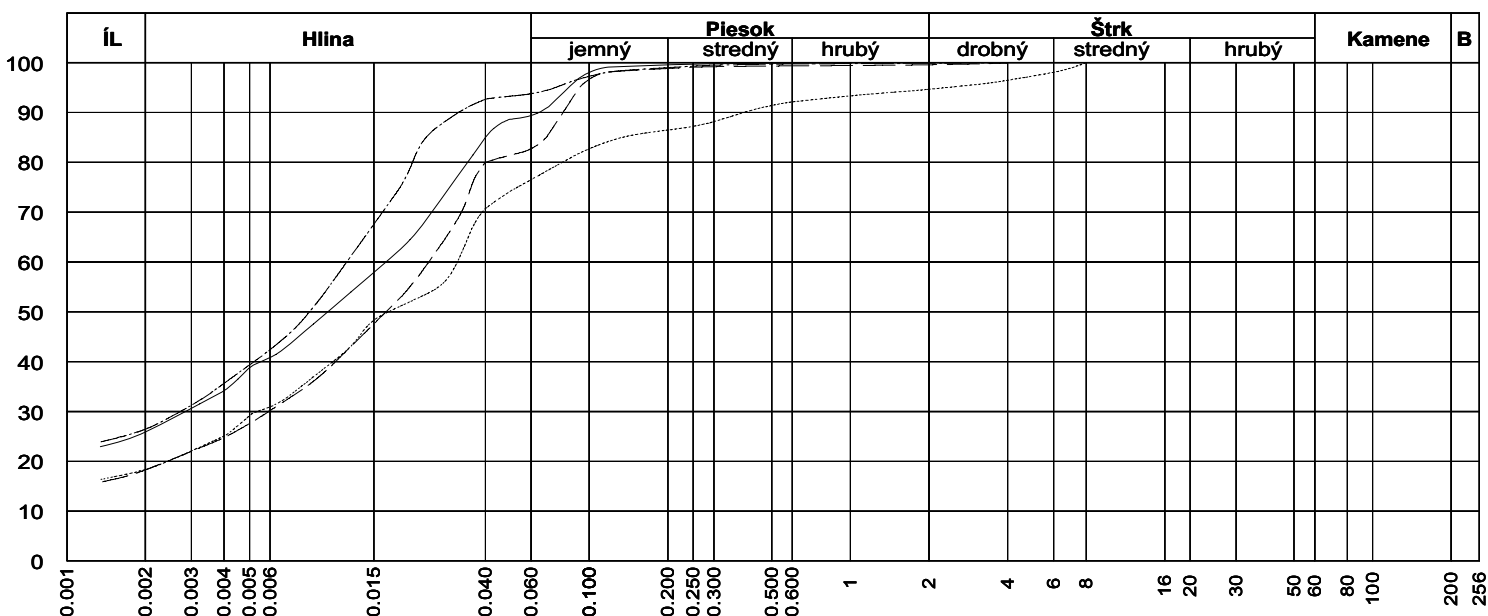
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Turecký vrch

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

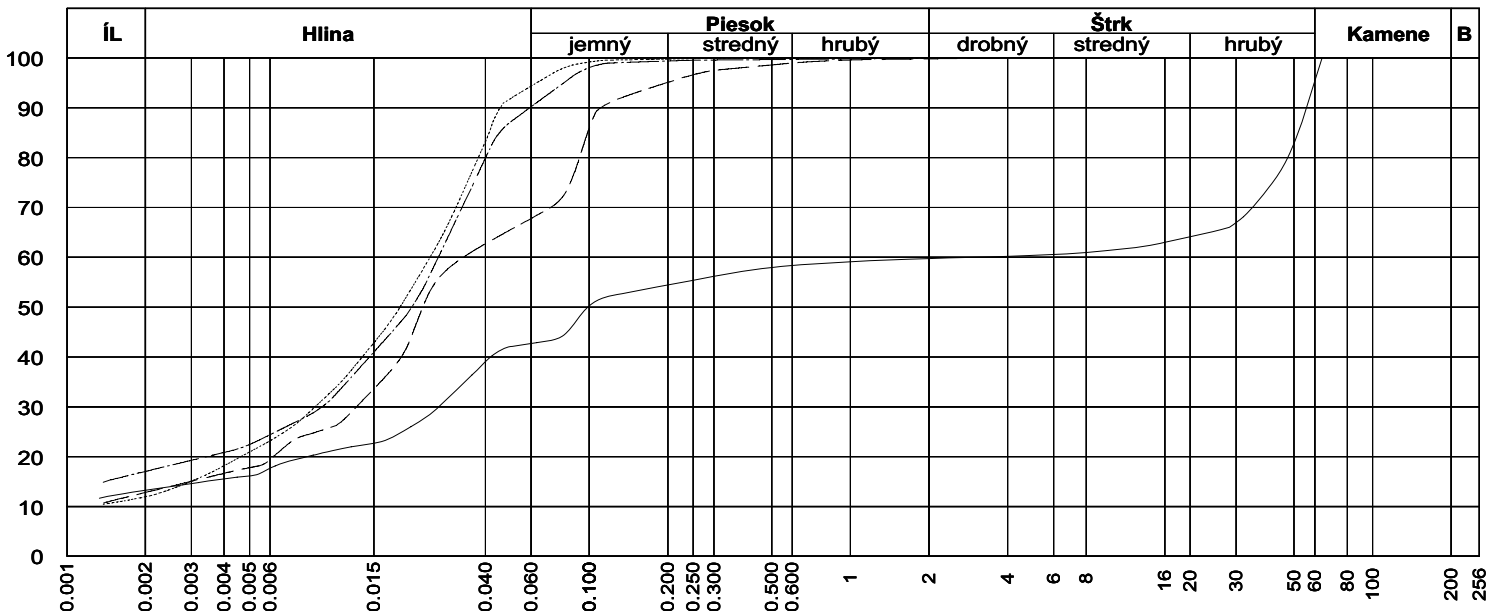
PRÍLOHA Č. : 1



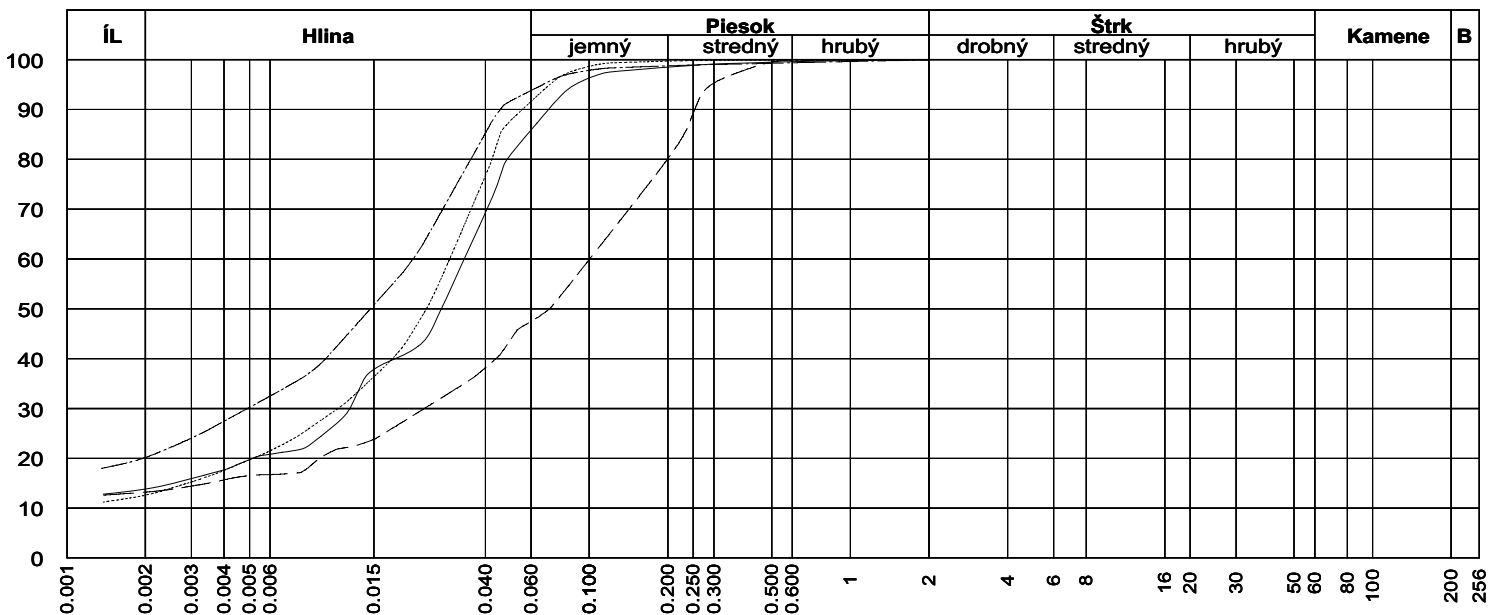
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VT-1	2.9 - 3.0 m	—			30.85	8.31	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VT-1	4.9 - 5.0 m	----			27.62	5.56	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
VT-4	2.9 m	.....			28.36	7.18	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VT-4	14.2 m	-----			37.02	14.64	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VT-4	16.7 m	—			40.88	20.68	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VT-4	20.4 m	----			37.29	17.27	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VT-4	24.4 m	.....			38.94	17.51	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VT-4	25.5 m	-----			38.29	18.62	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VT-4	26.2 m	—			34.46	12.98	F2	CG	Íl štrkovitý Cb(5%)
VT-5	3.0 m	----			25.50	3.21	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
VT-5	8.8 - 9.0 m	.....			34.29	12.08	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VT-5	10.8 m	-----			31.60	11.50	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VT-5a	2.8 - 3.0 m	—			27.42	5.60	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
VT-5a	4.8 - 5.0 m	----			21.76	3.16	F3	MS	Hlina piesčitá
VT-5a	6.8 - 7.0 m	.....			30.86	9.54	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VT-5a	13.7 - 13.9 m	-----			39.56	18.61	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Vyšný Čaj

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
V-1	1.8 - 2.0		24.82	38.32	1964.99	1574.24	58.12	24.38	33.74	0.99	Tuhá	F8	CH	2529.50	39/0.64	98.34
V-1	2.6 - 3.0		28.79				65.57	21.44	44.13	0.83	Tuhá	F8	CH			
V-1	3.6 - 3.8		32.97				58.46	25.71	32.75	0.78	Tuhá	F8	CH			
V-1	3.9 - 4.4		24.26	39.35	2054.73	1653.51	30.16	20.97	9.19	0.64	Tuhá	S5	SC	2568.00	37/0.58	106.76
V-1	6.0 - 6.1		21.69	35.63	2038.41	1675.07	47.27	22.82	24.45	1.05	Pevná	F6	CI	2636.40	38/0.60	94.53
V-1	7.0 - 8.0		22.60				47.27	24.77	22.50	1.10	Pevná	F6	CI			
V-2	1.8 - 2.1		10.79				60.45	27.68	32.78	1.47	Tvrdá	G5	GC			
V-2	3.8 - 4.3		33.88				38.11	24.79	13.32	0.32	Mäkká	F4	CS			
V-2	6.6 - 7.0		29.09				73.52	27.73	45.79	0.97	Tuhá	F8	CH			
V-3	3.0 - 4.0		14.12				73.13	27.73	45.40	1.22	Pevná	G5	GC			
V-3	6.0 - 6.1		7.93									G3	G-F			
V-3	7.5		19.62	33.36	2074.10	1733.90	54.67	22.93	31.75	1.10	Pevná	F8	CH	2606.70	35/0.53	95.95
V-4	2.2 - 2.6		23.94				57.03	23.92	33.11	1.00	Tuhá	F4	CS			
V-4	5.6 - 6.0		24.11				51.50	21.02	30.48	0.90	Tuhá	F8	CH			

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Vyšný Čaj

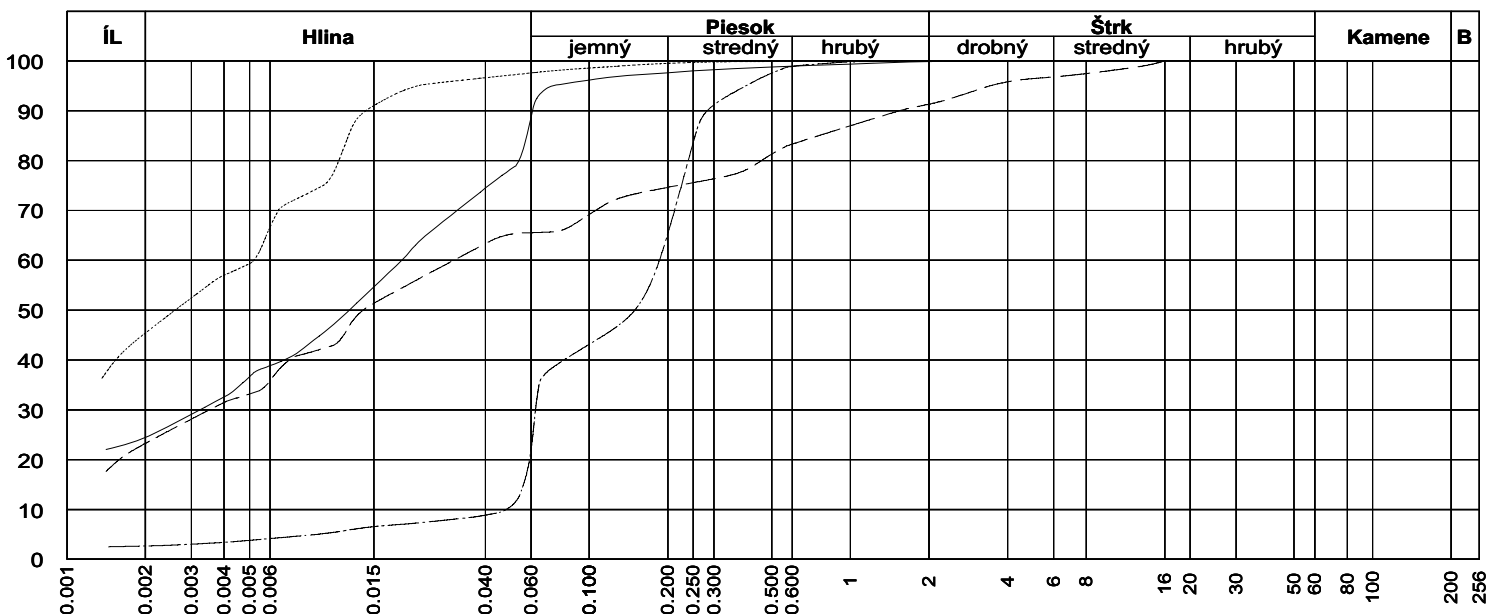
PRÍLOHA Č. : 1/b

Sonda	Hĺbka	Obsah uhličitanov	Straty žiháním
	m	%	%
V-1	1.8 - 2.0 m		
V-1	2.6 - 3.0 m		
V-1	3.6 - 3.8 m		
V-1	3.9 - 4.4 m		
V-1	6.0 - 6.1 m	19.10	2.36
V-1	7.0 - 8.0 m		
V-2	1.8 - 2.1 m		
V-2	3.8 - 4.3 m		
V-2	6.6 - 7.0 m		
V-3	3.0 - 4.0 m		
V-3	6.0 - 6.1 m		
V-3	7.5	15.28	3.08
V-4	2.2 - 2.6 m		
V-4	5.6 - 6.0 m		

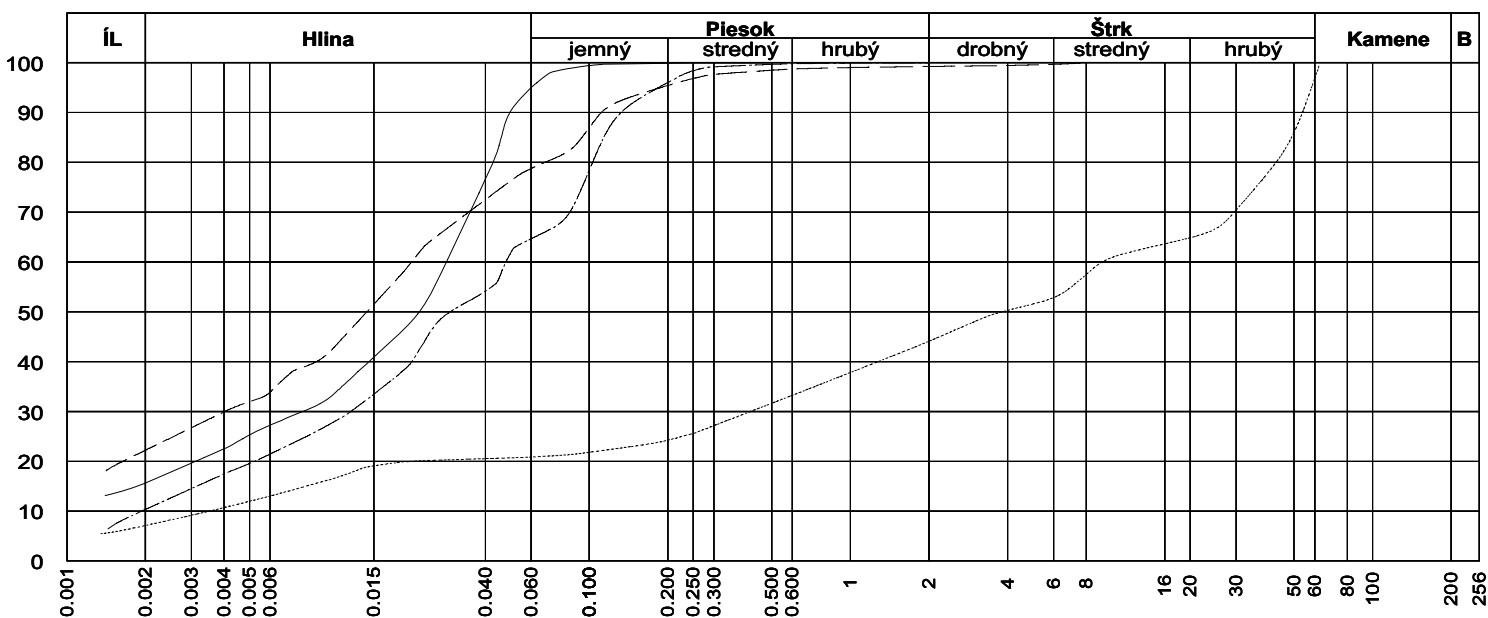
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Vyšný Čaj  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

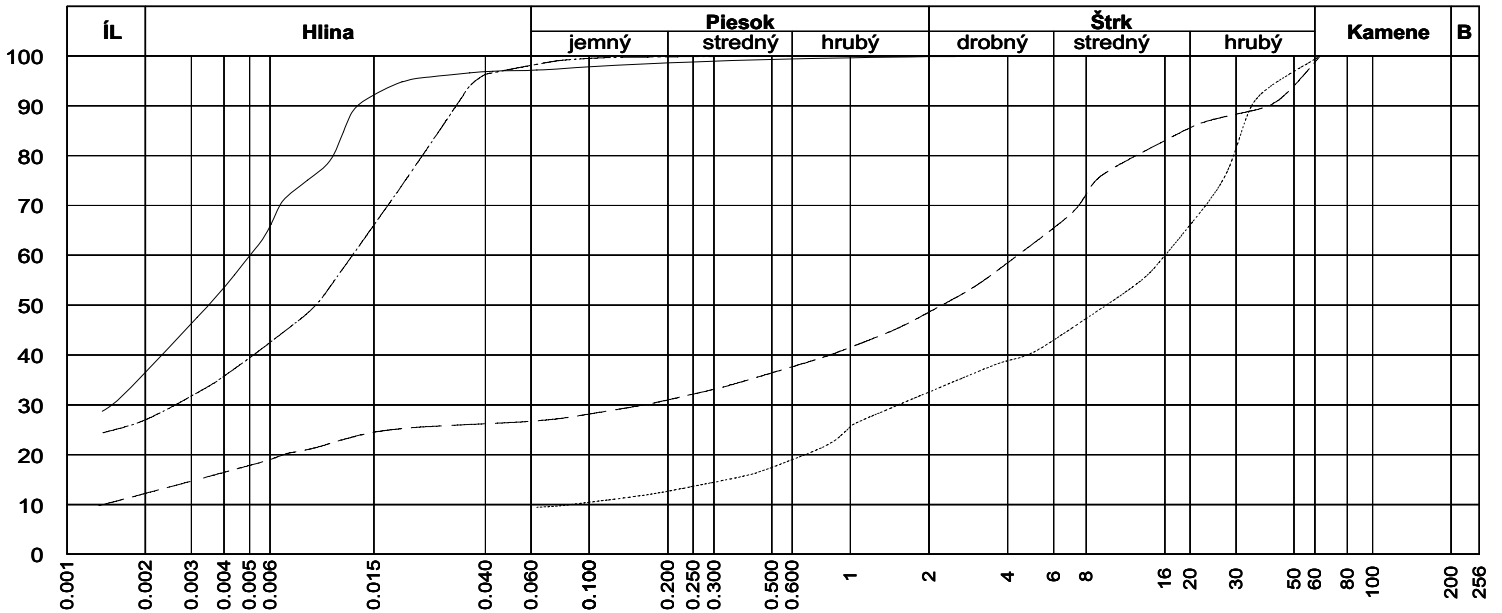
PRÍLOHA Č. : 1



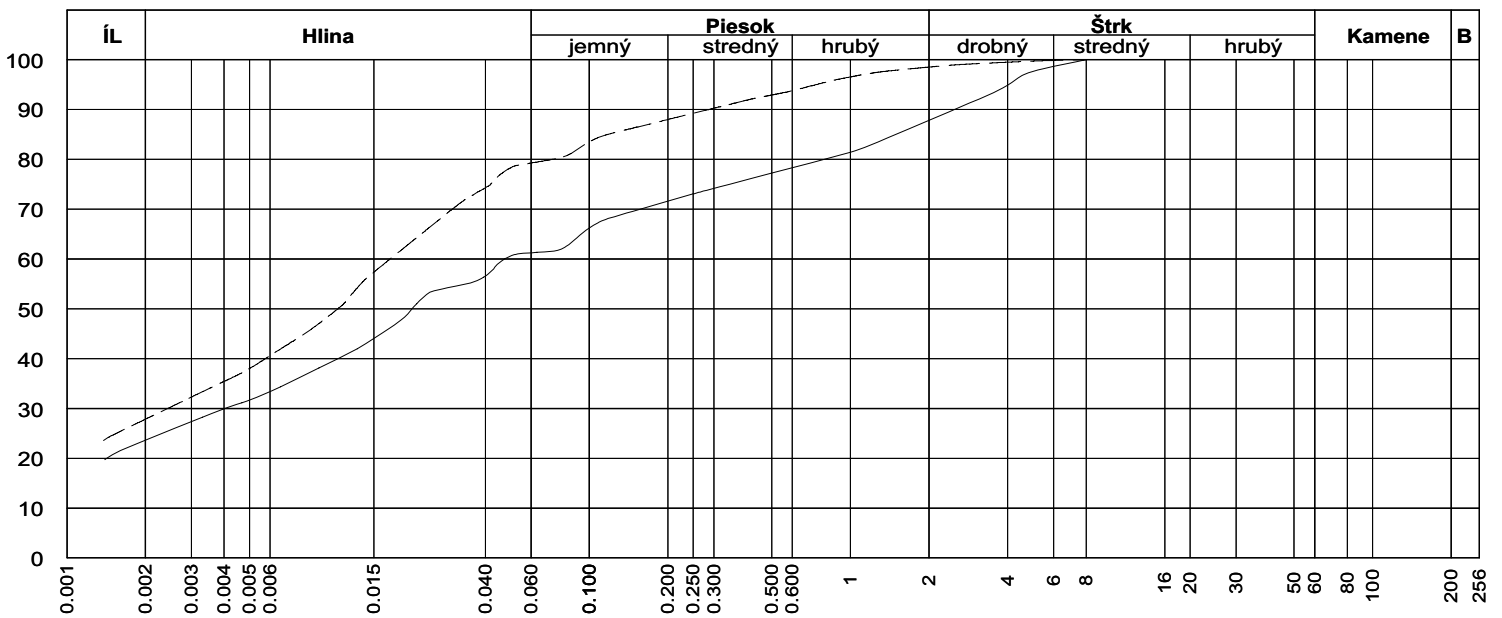
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-1	1.8 - 2.0 m	—			58.12	33.74	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
V-1	2.6 - 3.0 m	- - - - -			65.57	44.13	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
V-1	3.6 - 3.8 m	.....			58.46	32.75	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
V-1	3.9 - 4.4 m	- - - - -			30.16	9.19	S5	SC	Piesok ílovitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-1	6.0 - 6.1 m	—			47.27	24.45	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
V-1	7.0 - 8.0 m	- - - - -			47.27	22.50	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
V-2	1.8 - 2.1 m	.....			60.45	32.78	G5	GC	Štrk ílovitý Cb(3%)
V-2	3.8 - 4.3 m	- - - - -			38.11	13.32	F4	CS	Íl piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-2	6.6 - 7.0 m	————			73.52	45.79	F8	CH	íl s vysokou plasticitou
V-3	3.0 - 4.0 m	-----			73.13	45.40	G5	GC	Štrk ílovitý Cb(1%)
V-3	6.0 - 6.1 m	.....					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(1%)
V-3	7.5	-----			54.67	31.75	F8	CH	íl s vysokou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-4	2.2 - 2.6 m	————			57.03	33.11	F4	CS	íl piesčitý
V-4	5.6 - 6.0 m	-----			51.50	30.48	F8	CH	íl s vysokou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Kvasov

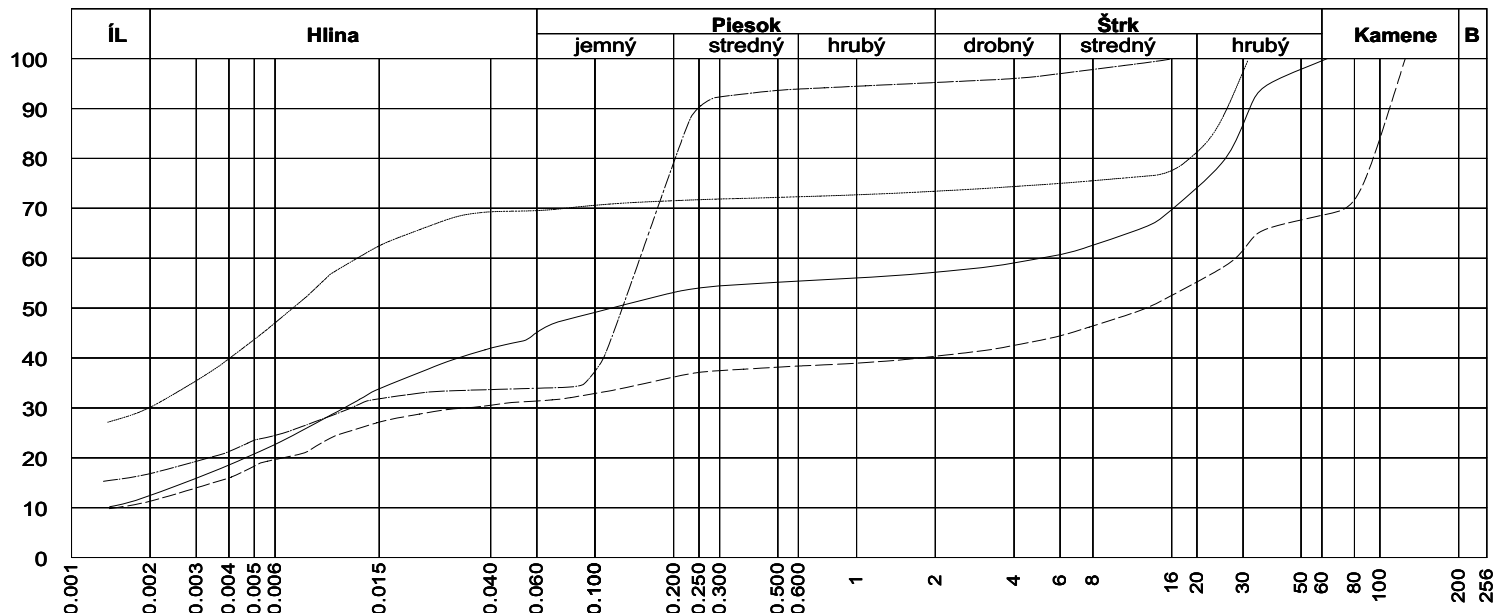
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	pevných častíc
	%		%							kg/m <sup>3</sup>	
KHI-1	1.5 - 1.6 m		18.64	56.68	27.80	28.87	1.32	Tvrdá	F2	CG	2622.00
KHI-1	2.1 - 2.2 m		14.60	58.66	20.00	38.66	1.14	Pevná	G5	GC	2583.00
KHI-1	2.2 - 2.4 m		20.00	61.00	24.72	36.27	1.13	Pevná	F8	CH	2562.00
KHI-1	3.0 - 3.3 m		22.11	54.04	20.66	33.38	0.96	Tuhá	S5	SC	2608.00
KHI-1	5.3 - 5.5 m		13.85	27.04	17.23	9.81	1.34	Tvrdá	F4	CS	2699.00
KHI-1	6.5 - 6.6 m		20.59	43.46	20.13	23.33	0.98	Tuhá	F6	CI	2598.00
KHI-1	8.3 - 8.4 m		13.76	48.78	22.72	26.06	1.34	Tvrdá	F6	CI	2667.00
KHI-1	9.9 - 10 m		13.39	28.92	17.40	11.51	1.35	Tvrdá	F2	CG	2679.00
KHI-2	6.0 - 6.2 m		21.87	53.91	21.67	32.24	0.99	Tuhá	F8	CH	2660.00
KHI-2	6.5 - 6.6 m		19.21	55.91	21.43	34.47	1.06	Pevná	F2	CG	2638.00
KHI-2	8.4 - 8.5 m		25.26	51.12	21.94	29.18	0.89	Tuhá	F2	CG	2704.00
KHI-2	8.5 m		11.68	40.48	21.65	18.83	1.53	Tvrdá	F6	CI	2714.00

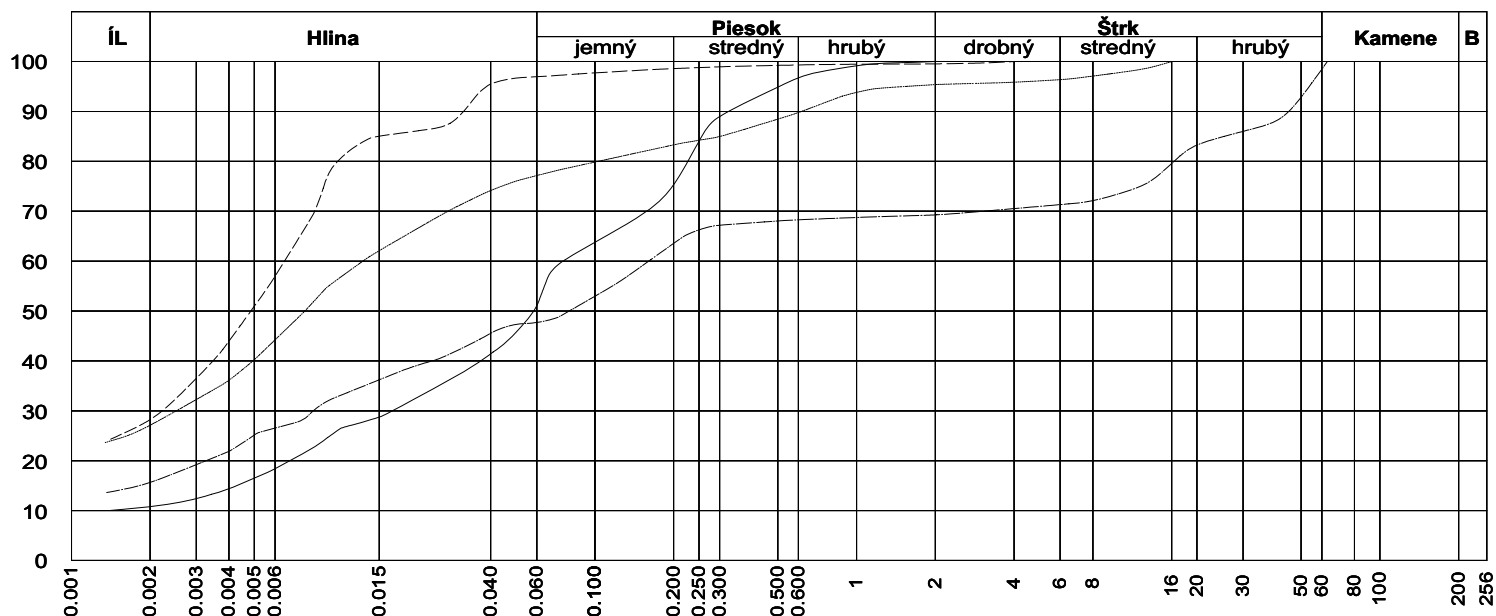
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Kvasov  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

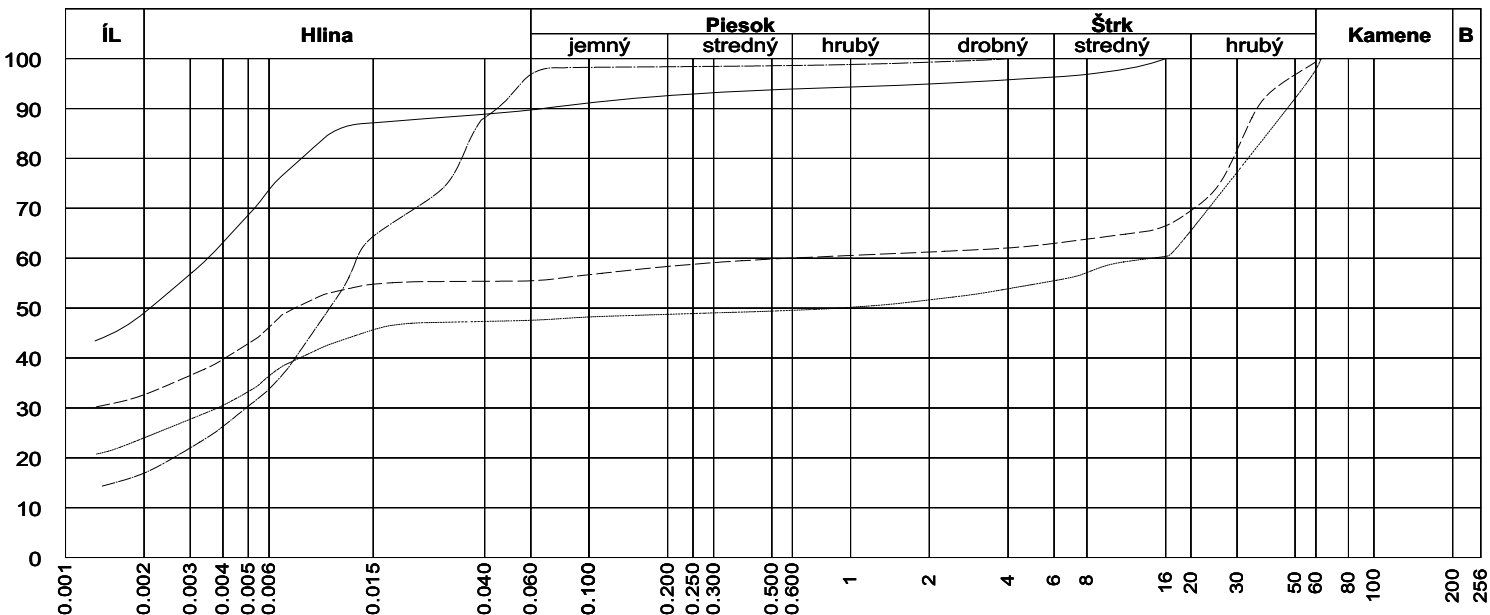
PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
KHI-1	1.5 - 1.6 m	—			56.68	28.87	F2	CG	Íl štrkovitý Cb(0%)
KHI-1	2.1 - 2.2 m	—			58.66	38.66	F2	CG	Íl štrkovitý Cb(31%)
KHI-1	2.2 - 2.4 m	—			61.00	36.27	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
KHI-1	3.0 - 3.3 m	—			54.04	33.38	S5	SC	Piesok ílovitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
KHI-1	5.3 - 5.5 m	—			27.04	9.81	F4	CS	Íl piesčitý
KHI-1	6.5 - 6.6 m	—			43.46	23.33	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
KHI-1	8.3 - 8.4 m	—			48.78	26.06	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
KHI-1	9.9 - 10 m	—			28.92	11.51	F2	CG	Íl štrkovitý Cb(2%)



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
KHI-2	6.0 - 6.2 m	—			53.91	32.24	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
KHI-2	6.5 - 6.6 m	—			55.91	34.47	F2	CG	Íl štrkovitý Cb(1%)
KHI-2	8.4 - 8.5 m	—			51.12	29.18	F2	CG	Íl štrkovitý Cb(2%)
KHI-2	8.5 m	—			40.48	18.83	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Malacky

PRÍLOHA Č. : 1/a

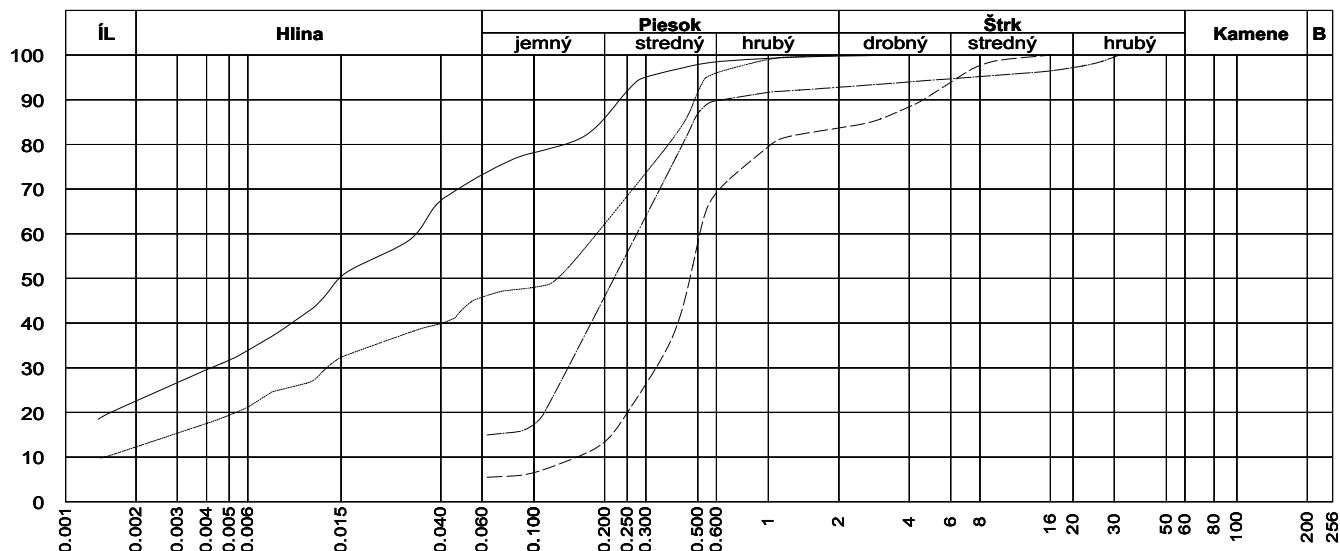
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	m		%	%						
MA-1	2.4 - 2.7 m		20.80	45.51	21.53	23.98	1.03	Pevná	F6	CI
MA-1	3.4 - 3.8 m		16.18						S3	S-F
MA-2	0.7 - 1.4 m		15.46	36.48	18.52	17.96	1.17	Pevná	F4	CS
MA-2	1.4 - 2.3 m		18.37						S3	S-F
MA-2	4.7 - 5.6 m		18.72						S3	S-F
MA-3	0.9 - 1.4 m		5.06						S3	S-F
MA-3	2.8 - 3.0 m		17.93						S3	S-F
MA-4	1.8 - 2.9 m		32.87						S3	S-F
MA-4	4.5 - 4.8 m		33.67	52.48	33.89	18.59	1.01	Pevná	F7	MH
MA-5	1,8 - 2,7 m		21.32	21.29	16.10	5.19	-0.01	Kašovitá	S4	SM



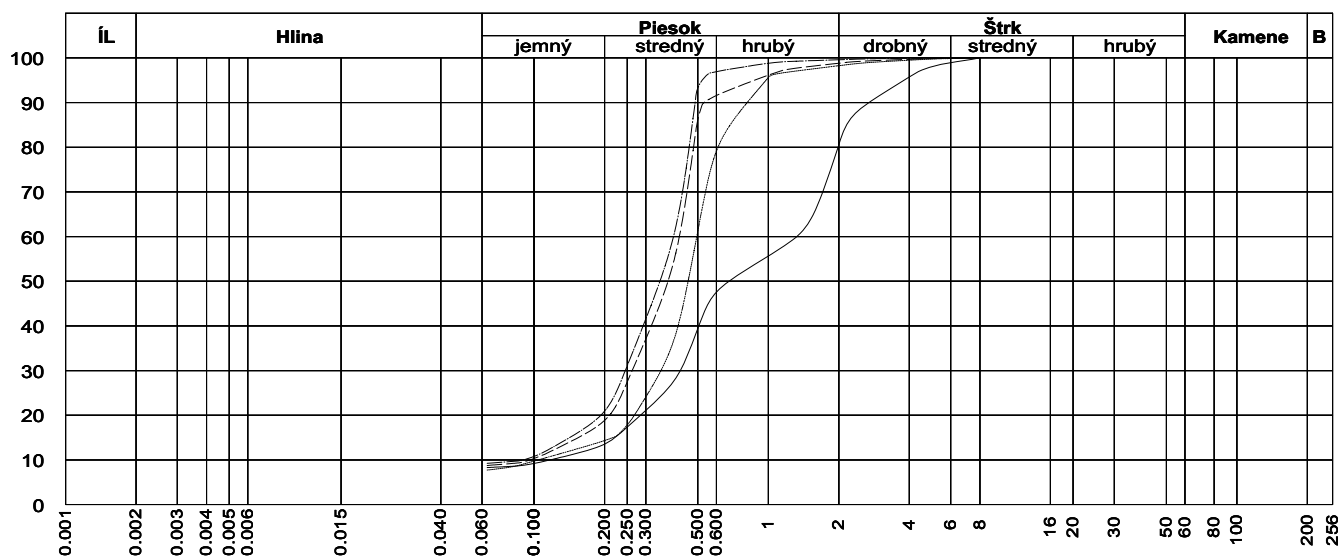
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Malacky  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

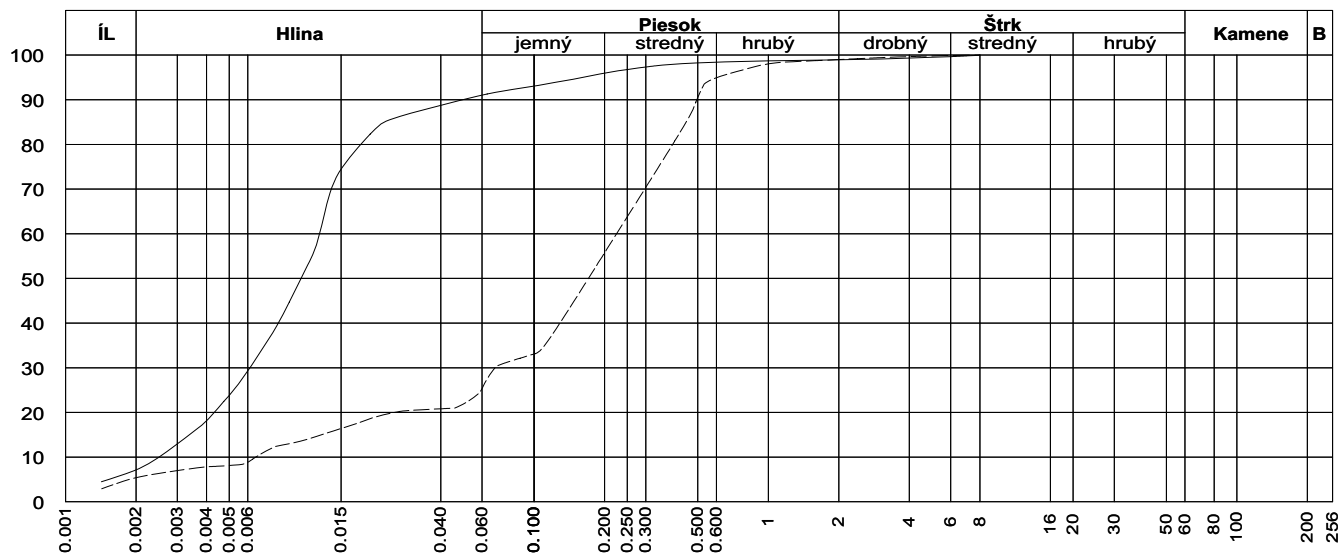
PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
MA-1	2.4 - 2.7 m	—			45.51	23.98	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
MA-1	3.4 - 3.8 m	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy
MA-2	0.7 - 1.4 m	—			36.48	17.96	F4	CS	Íl piesčitý
MA-2	1.4 - 2.3 m	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
MA-2	4.7 - 5.6 m	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy
MA-3	0.9 - 1.4 m	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy
MA-3	2.8 - 3.0 m	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy
MA-4	1.8 - 2.9 m	—					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
MA-4	4.5 - 4.8 m	—			52.48	18.59	F7	MH	Hlina s vysokou plasticitou
MA-5	1,8 - 2,7 m	—			21.29	5.19	S4	SM	Piesok hlinitý

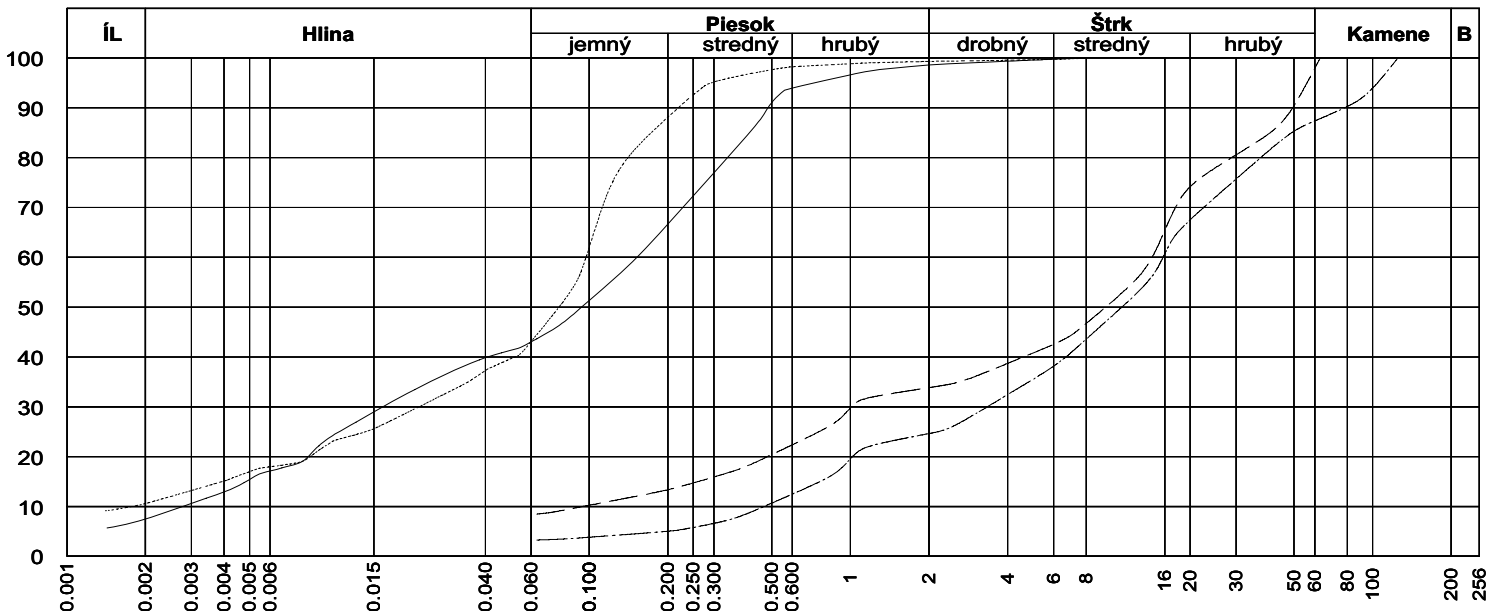


# Krivky zrnitosti zemín

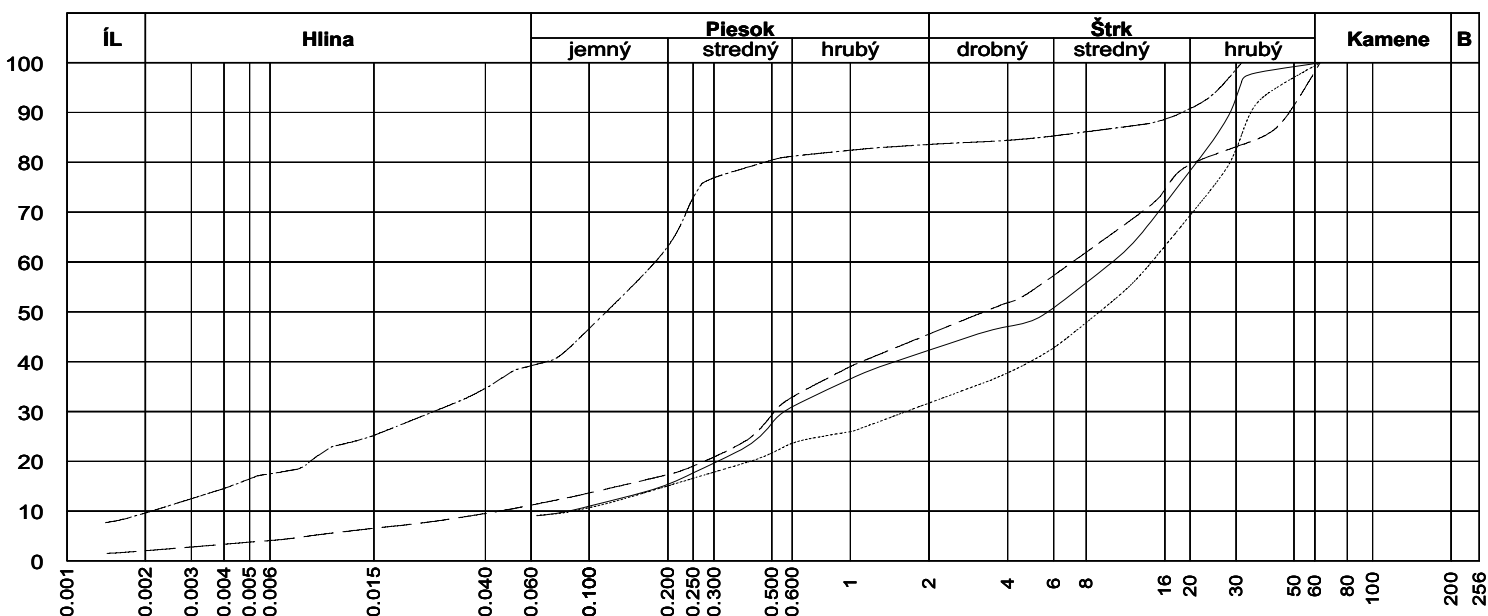
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Púchov

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

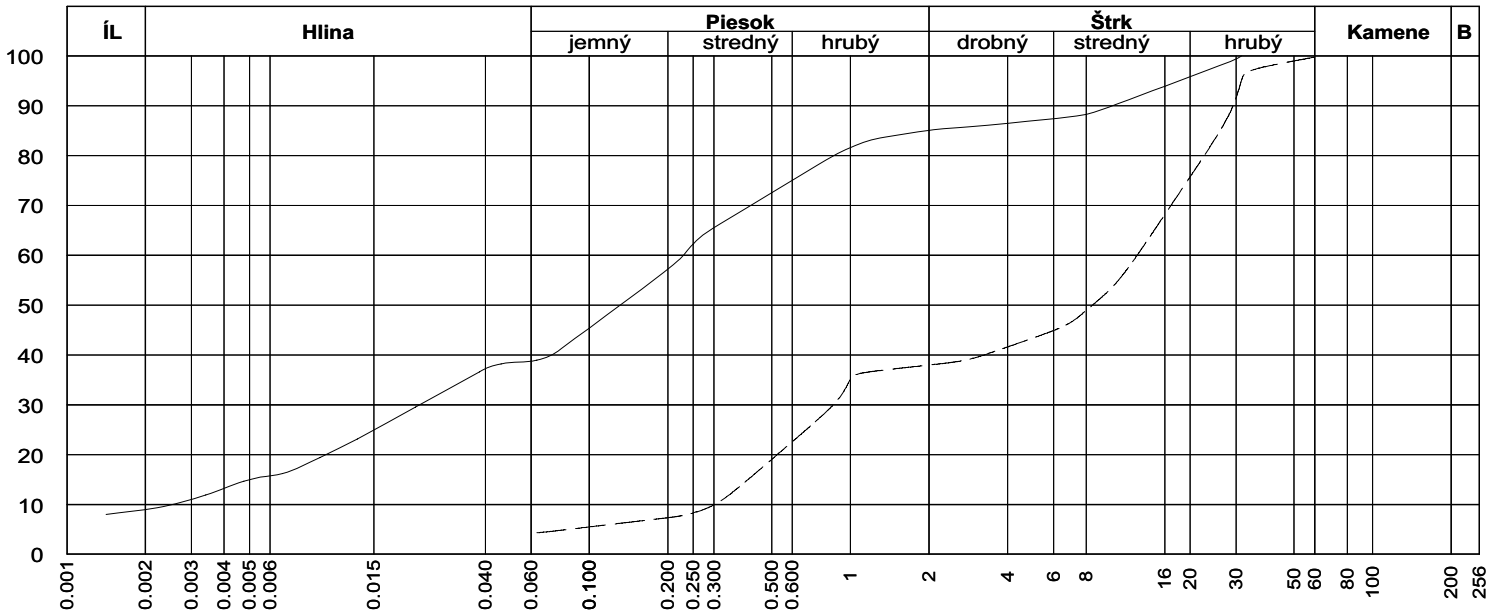
PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PV-1	1.0 - 1.3 m	—			29.44	9.44	F4	CS	Íl piesčitý
PV-1	2.2 - 2.4	----					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(2%)
PV-2	1.1 - 1.3 m	.....			27.26	7.03	F4	CS	Íl piesčitý
PV-2	5.0 - 5.5 m	-----	33.69	1.52			G1	GW	Štrk dobre zmený Cb(13%)



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PV-3	1.1 - 1.5 m	—					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(0%)
PV-3	3.3 - 3.7 m	----					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(2%)
PV-4	1.3 - 2.1 m	.....					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(1%)
PV-4	2.1 - 2.3 m	-----			26.74	9.39	F4	CS	Íl piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PV-5	1.4 - 1.6 m	—			32.55	12.94	F4	CS	Íl piesčitý
PV-5	2.5 - 2.7 m	-----	41.47	0.20			G2	GP	Štrk zle zrnený Cb(0%)

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

PRÍLOHA Č. : 1/a

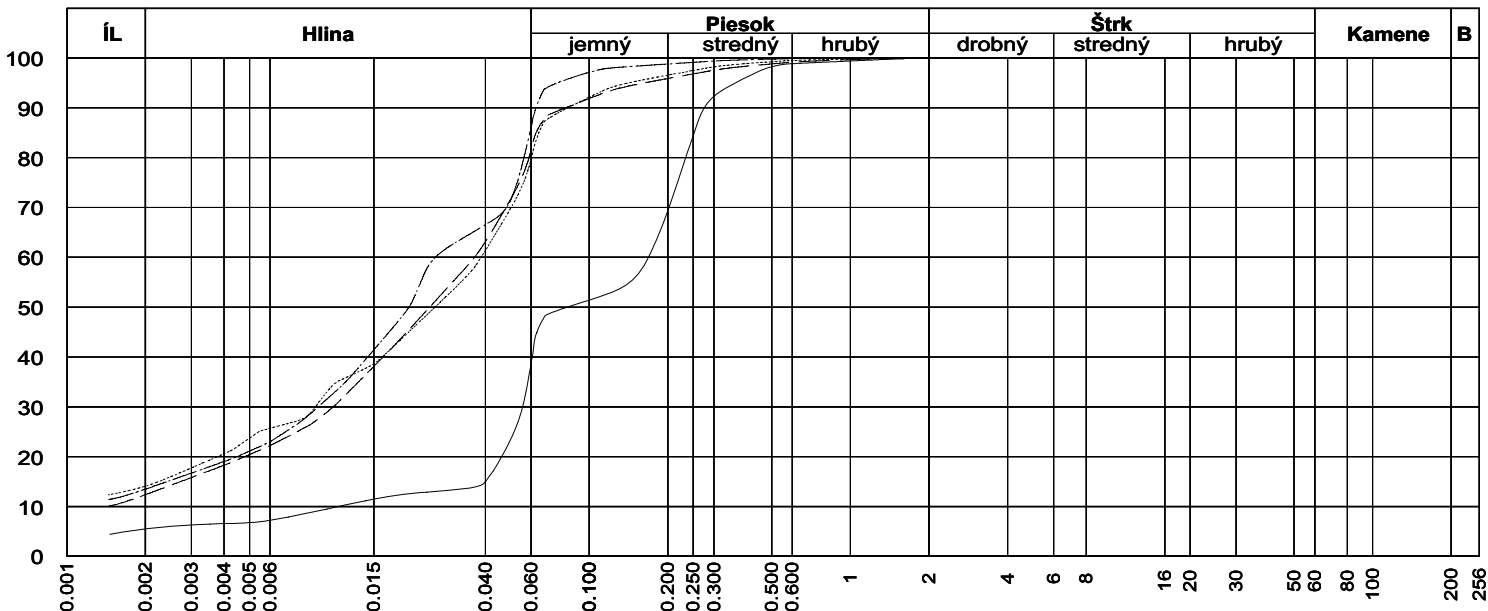
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
<b>ŠH-1</b>	<b>4,0-4,2r</b>		13.46	23.32	2004.76	1766.93	32.06	20.18	11.88	1.57	Tvrdá	F4	CS	2625.90	34/0.52	68.57
<b>ŠH-2</b>	<b>1,5-1,6r</b>		18.82	28.67	1845.69	1553.35	40.37	26.97	13.40	1.61	Tvrdá	F5	MI	2642.50	42/0.73	67.69
<b>ŠH-3</b>	<b>2,8-3,0r</b>		20.48	30.46	1827.33	1516.71	39.62	27.23	12.39	1.54	Tvrdá	F5	MI	2624.00	43/0.76	70.32
<b>ŠH-5</b>	<b>1,7-1,9r</b>		13.89	20.89	1746.77	1533.74	40.37	21.50	18.87	1.40	Tvrdá	F6	CI	2649.80	43/0.76	48.32
<b>ŠH-8</b>	<b>2,8-3,0r</b>		15.09	18.07	1405.17	1220.93	34.63	21.15	13.48	1.45	Tvrdá	F6	CL	2629.00	54/1.20	33.18
<b>ŠH-9</b>	<b>2,8-3,0r</b>		17.84	29.70	2000.68	1697.80	44.05	27.98	16.07	1.63	Tvrdá	F5	MI	2612.00	36/0.57	81.92
<b>ŠH-10</b>	<b>1,5m</b>		16.68	26.69	1903.81	1631.65	41.73	26.32	15.42	1.62	Tvrdá	F5	MI	2644.00	39/0.65	67.60

# Krivky zrnitosti zemín

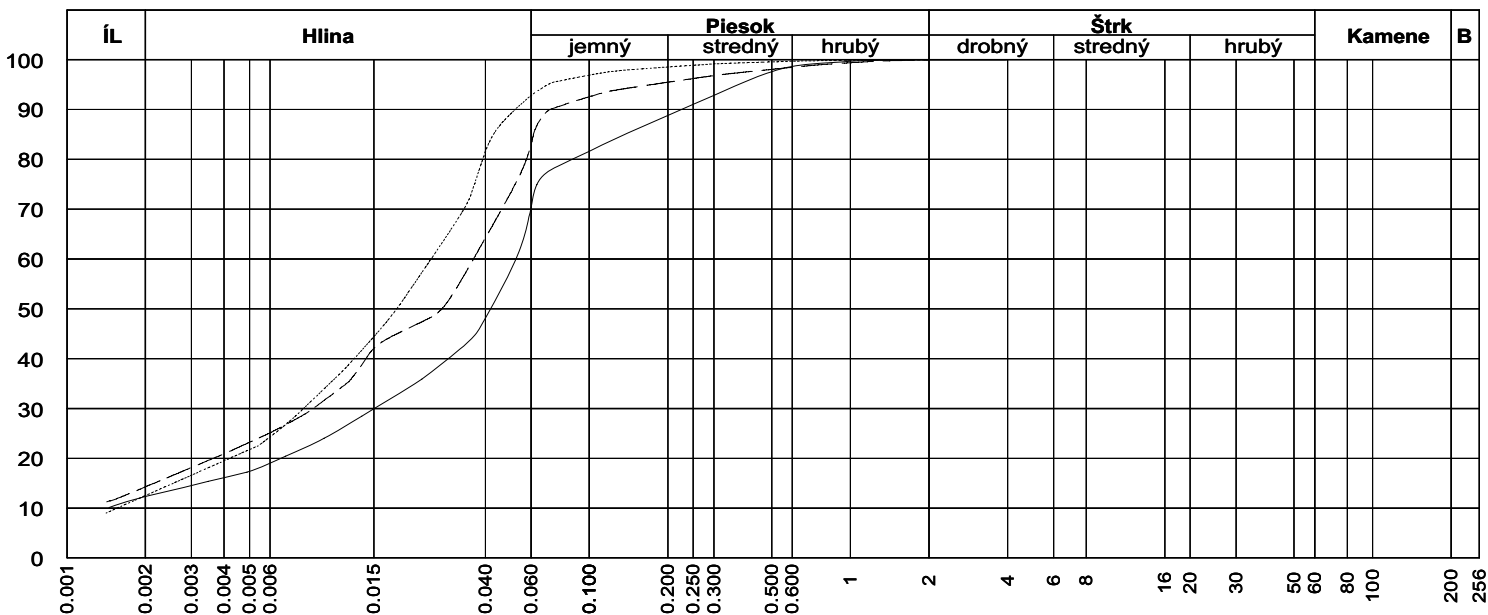
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ŠH-1	4,0-4,2m	—			32.06	11.88	F4	CS	Íl piesčitý
ŠH-2	1,5-1,6m	----			40.37	13.40	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou
ŠH-3	2,8-3,0m	.....			39.62	12.39	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou
ŠH-5	1,7-1,9m	-----			40.37	18.87	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ŠH-8	2,8-3,0m	—			34.63	13.48	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
ŠH-9	2,8-3,0m	----			44.05	16.07	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou
ŠH-10	1,5m	.....			41.73	15.42	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Sverepec

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>VM 38C</b>	<b>14,5m</b>		8.96	32.54	16.41	16.13	✓ 1.39	Tvrdá	G5	GC
<b>VM-40D</b>	<b>11,8-12,2m</b>		13.00	37.80	21.26	16.53	1.50	Tvrdá	F6	CI

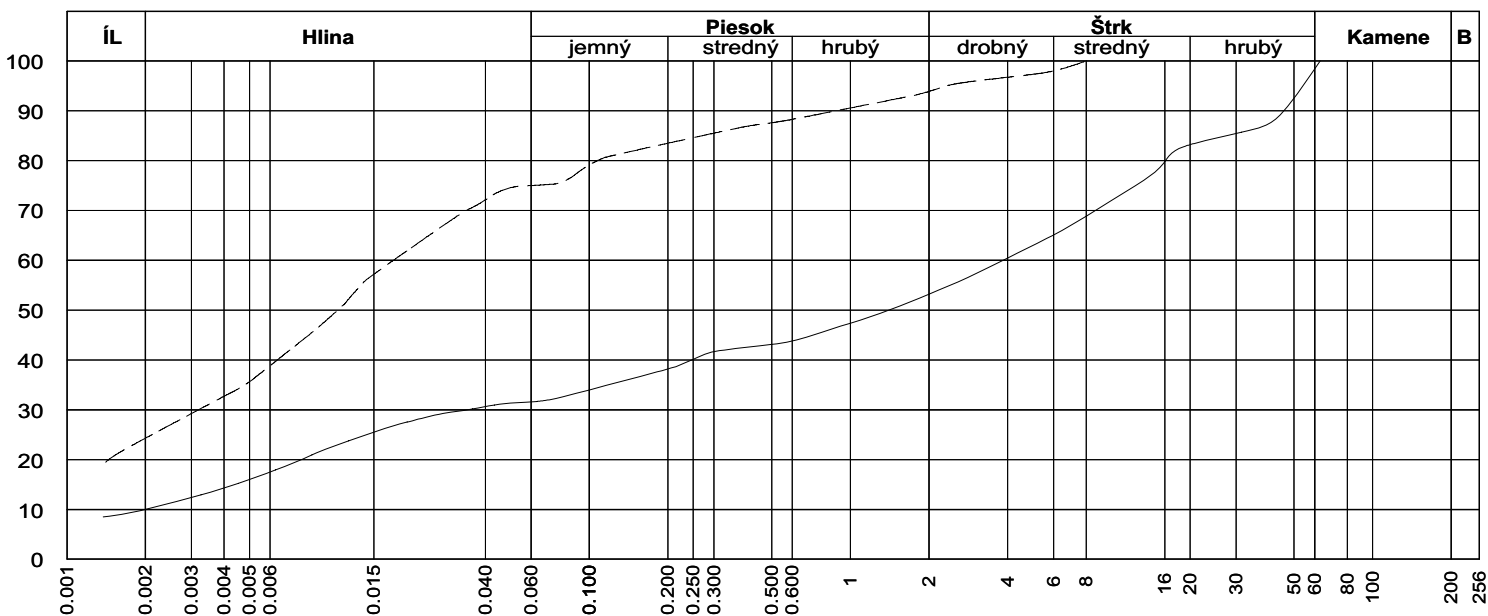


# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Sverepec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VM 38C	14,5m	—			32.54	16.13	G5	GC	Štrk ílovitý Cb(2%)
VM-40D	11,8-12,2m	-----			37.80	16.53	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Veľké Leváre

PRÍLOHA Č. : 1/a

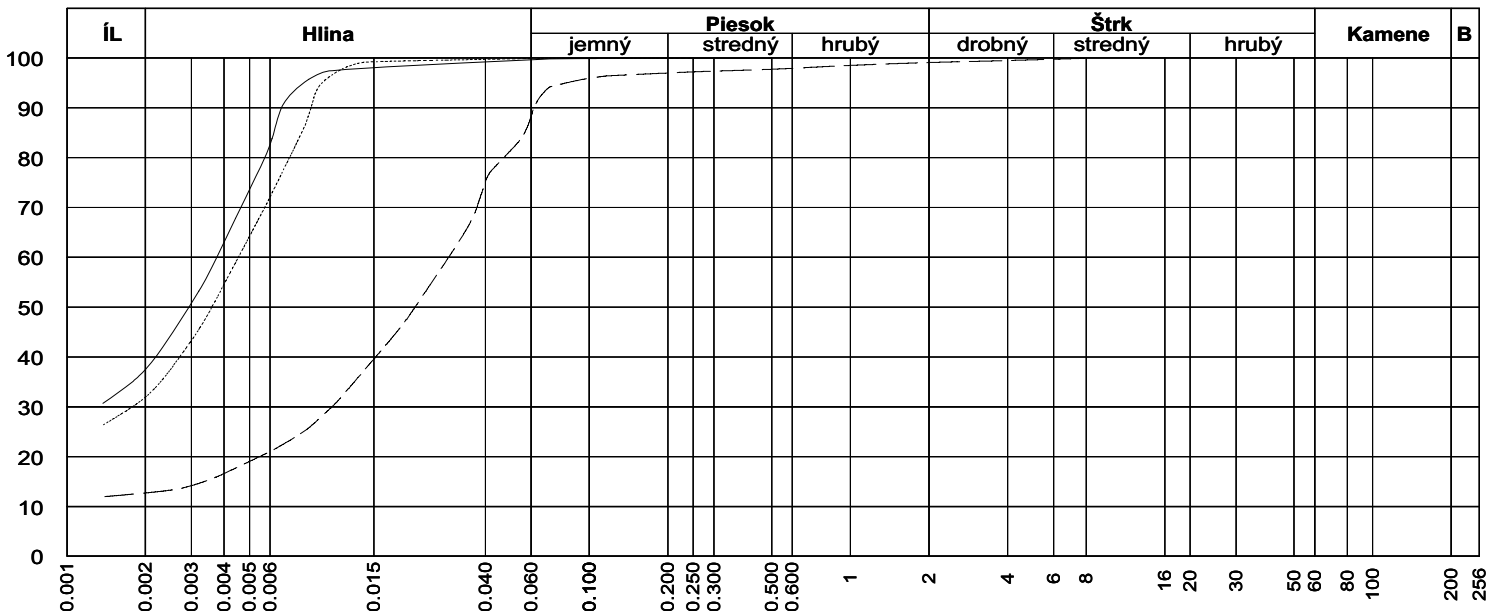
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	
	%		%							kg/m <sup>3</sup>	
<b>V-1</b>	<b>8,0 m</b>		30.42	65.69	30.46	35.23	1.00	Pevná	F8	CH	2704.00
<b>VL-2</b>	<b>10,0 m</b>		24.88	42.32	27.72	14.60	1.19	Pevná	F5	MI	2739.00
<b>VL-3</b>	<b>5,7 - 5,8 m</b>		28.84	62.87	29.59	33.28	1.02	Pevná	F8	CH	2701.00

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Veľké Leváre

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-1	8,0 m	————			65.69	35.23	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
VL-2	10,0 m	-----			42.32	14.60	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou
VL-3	5,7 - 5,8 m	.....			62.87	33.28	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Žilina

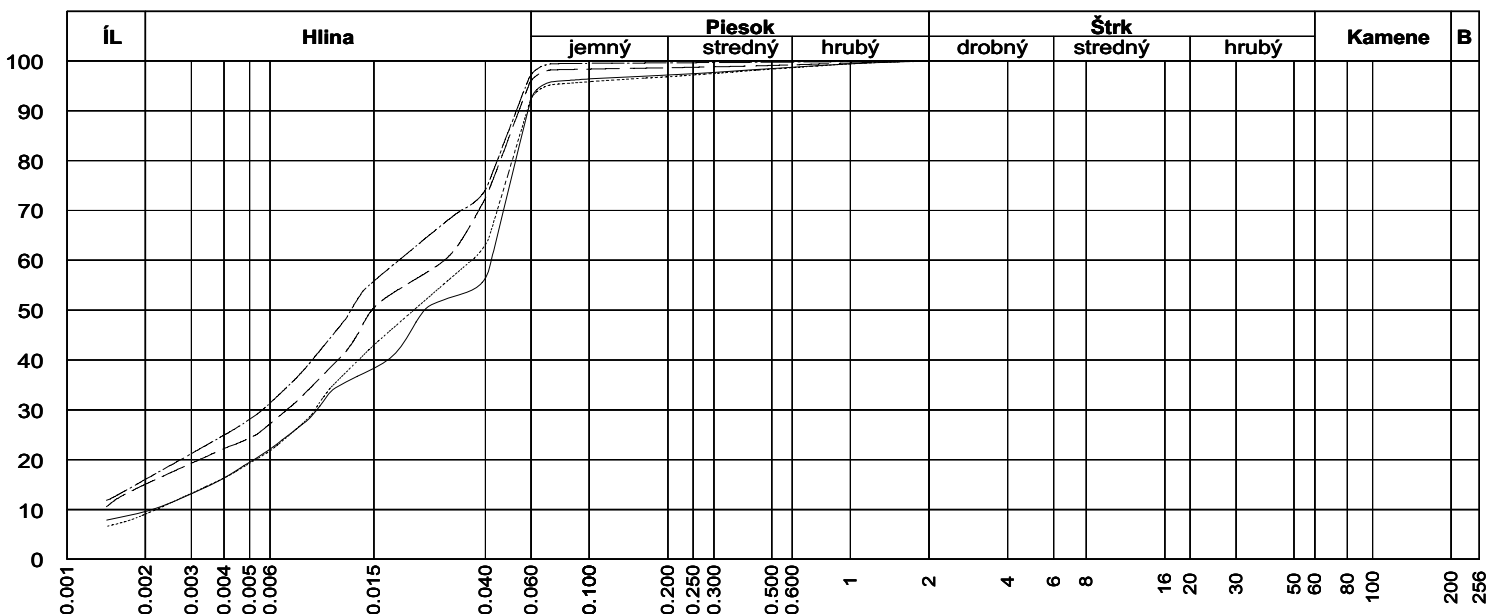
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. hmotnosť		Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3	Objem pórov /č. porovit. % / [ ]	Stupeň nasýtenia %
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol			
			%		kg/m3		%									
<b>A-3</b>	<b>12,1-12</b>		14.14	26.20	2156.70	1889.52	45.29	24.28	21.01	1.48	Tvrdá	F6	CI	2702.00	31/0.46	83.39
<b>A-5</b>	<b>12,5-12</b>		10.54	20.49	2191.37	1982.42	44.85	24.06	20.79	1.65	Tvrdá	F6	CI	2696.00	28/0.39	73.47
<b>A-6</b>	<b>11,6-11</b>		15.12	26.59	2064.93	1793.74	44.30	24.75	19.55	1.49	Tvrdá	F6	CI	2682.00	34/0.52	77.28
<b>A-10</b>	<b>12,0-12</b>		12.82	22.05	1979.27	1754.42	45.55	24.27	21.28	1.54	Tvrdá	F6	CI	2688.00	36/0.56	61.26

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Žilina  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
A-3	12,1-12,2	—			45.29	21.01	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
A-5	12,5-12,6	-----			44.85	20.79	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
A-6	11,6-11,8	.....			44.30	19.55	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
A-10	12,0-12,1	-----			45.55	21.28	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota pevných častíc kg/m3
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	
	%		%								
SC-7	5.2-5.4	p	12.65	45.24	19.17	26.07	1.25	Pevná	F4	CS	
SC-7	6.9-7.2	p	16.37	56.92	25.74	31.18	1.30	Tvrdá	F8	CH	
SC-7	8.6-8.8	p	29.34	45.30	25.86	19.43	0.82	Tuhá	F6	CI	
SC-8	2.0-2.1	n	14.18	39.96	21.01	18.94	1.36	Tvrdá	F6	CI	2543.20
SC-8	3.0-3.1	n	16.45								2543.00
SC-8	5.3-5.5	p	26.83	56.29	28.17	28.12	1.05	Pevná	F8	CH	
SC-8	8.8-9.0	p	30.68	66.56	30.47	36.09	0.99	Tuhá	F8	CH	
SC-10	1.3-1.5	p	12.29	40.05	20.20	19.85	1.40	Tvrdá	F6	CI	
SC-10	4.0-4.1	n	16.29	40.75	19.68	21.07	1.16	Pevná	F4	CS	2566.50
SC-10	4.1-4.2	n	16.58								2566.50
SC-10	6.5-6.7	p	9.88	30.70	21.30	9.40	2.22	Tvrdá	F4	CS	
SC-10	8.5-8.7	p	26.87	70.25	26.66	43.59	1.00	Tuhá	F8	CH	
SC-10	11.2-11.4	p	23.38	33.17	27.14	6.03	1.62	Tvrdá	F5	ML	
SC-10	13.0-13.2	p	28.74	61.41	26.14	35.27	0.93	Tuhá	F8	CH	
SC-11	1.2-1.4	p	12.73	29.79	19.28	10.51	1.62	Tvrdá	F6	CL	
SC-11	4.3-4.8	p	12.23	33.47	14.74	18.73	1.13	Pevná	F4	CS	
SC-12	1.5-1.6	n	12.55	31.91	20.00	11.91	1.63	Tvrdá	F6	CL	2665.10
SC-12	1.6-1.7	n	12.92								2665.00
SC-12	4.2-4.4	p	14.68	34.37	18.33	16.04	1.23	Pevná	F4	CS	
SC-12	6.7-6.9	p	15.67	59.94	23.84	36.11	1.23	Pevná	F8	CH	
SC-12	8.7-8.9	p	12.77						S3	S-F	

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Hustota
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	pevných častíc
	%		%							kg/m <sup>3</sup>	
SC-13	2.6-2.7	p	12.56	28.70	19.49	9.21	1.75	Tvrdá	F6	CL	
SC-13	4.5-4.6	n	13.95	31.46	21.00	10.46	1.67	Tvrdá	F6	CL	2636.00
SC-13	4.6-4.7	n	13.16								2636.00
SC-13	7.0-7.1	n	14.99	36.00	19.69	16.31	1.29	Tvrdá	F6	CI	2643.50
SC-13	8.6-8.7	p	35.55	54.30	30.28	24.02	0.78	Tuhá	F7	MH	
SC-13	9.6-9.8	p	28.71	32.07	26.72	5.35	0.63	Tuhá	S4	SM	
SC-15	3.5-3.6	n	14.70	31.06	22.08	8.98	1.82	Tvrdá	F6	CL	2668.80
SC-15	3.6-3.7	n	12.45								2668.60
SC-15	5.7-5.9	p	20.59	40.14	16.67	23.48	0.83	Tuhá	F6	CI	
SC-15	7.1-7.3	p	16.21	43.05	16.71	26.34	1.02	Pevná	F6	CI	
SC-15	8.4-8.5	p	21.63	46.85	25.62	21.23	1.19	Pevná	F6	CI	
SC-15	9.5-9.6	p	26.11	39.77	28.13	11.64	1.17	Pevná	F3	MS	

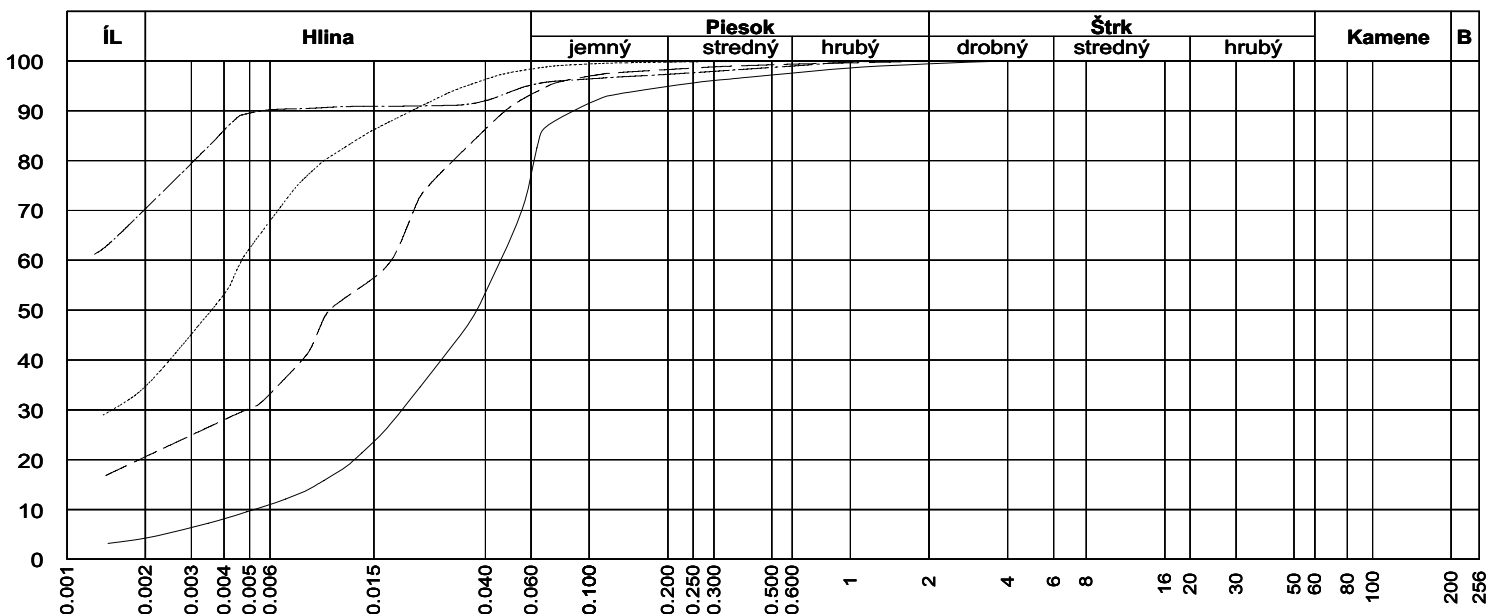


# Krivky zrnitosti zemín

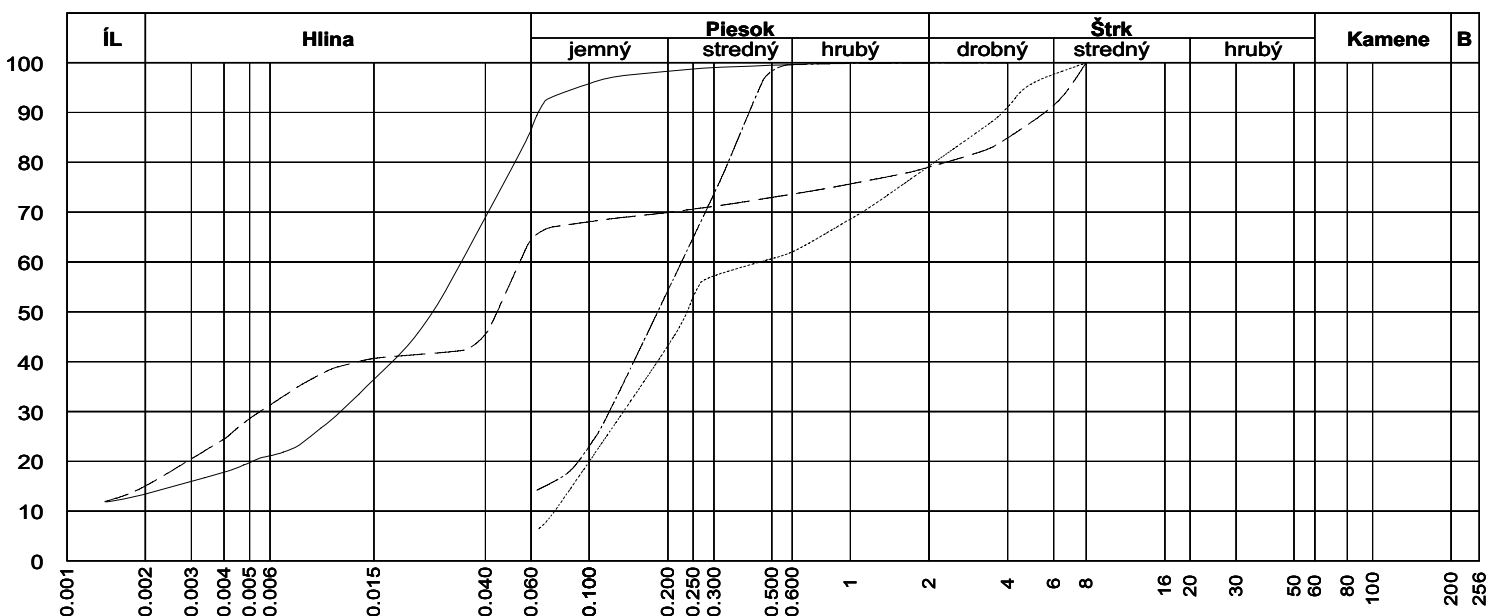
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

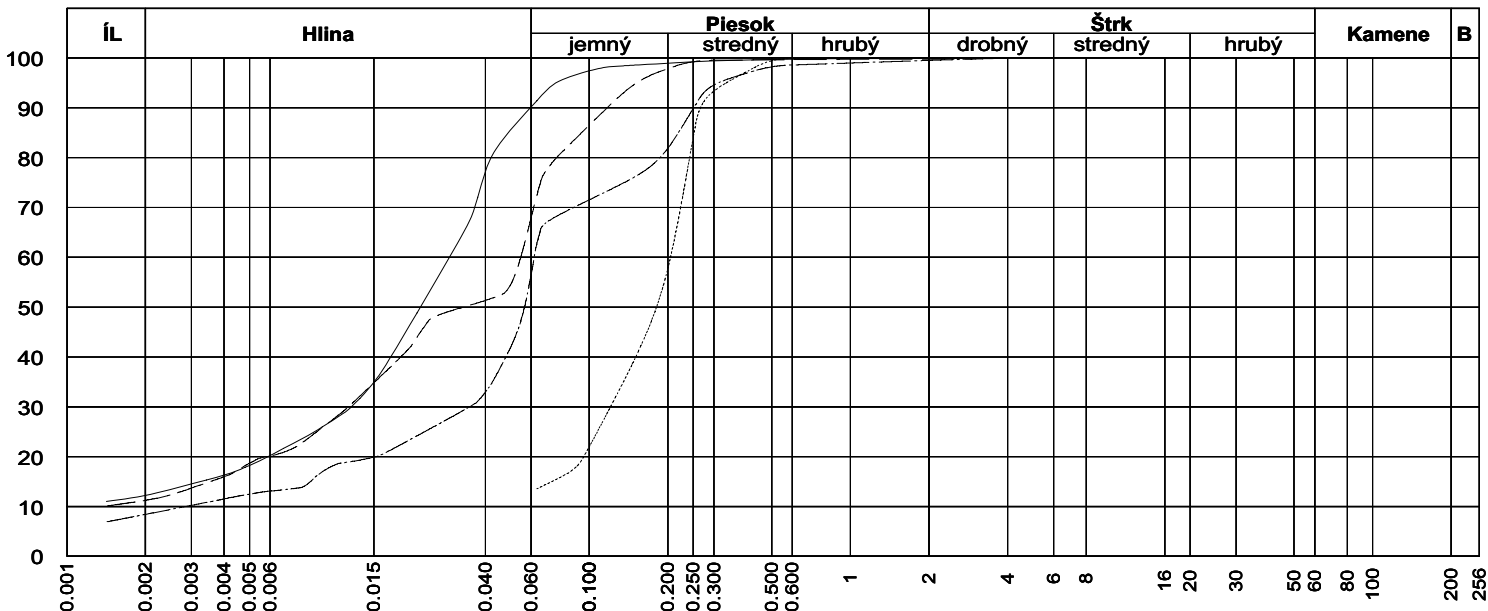
PRÍLOHA Č. : 1



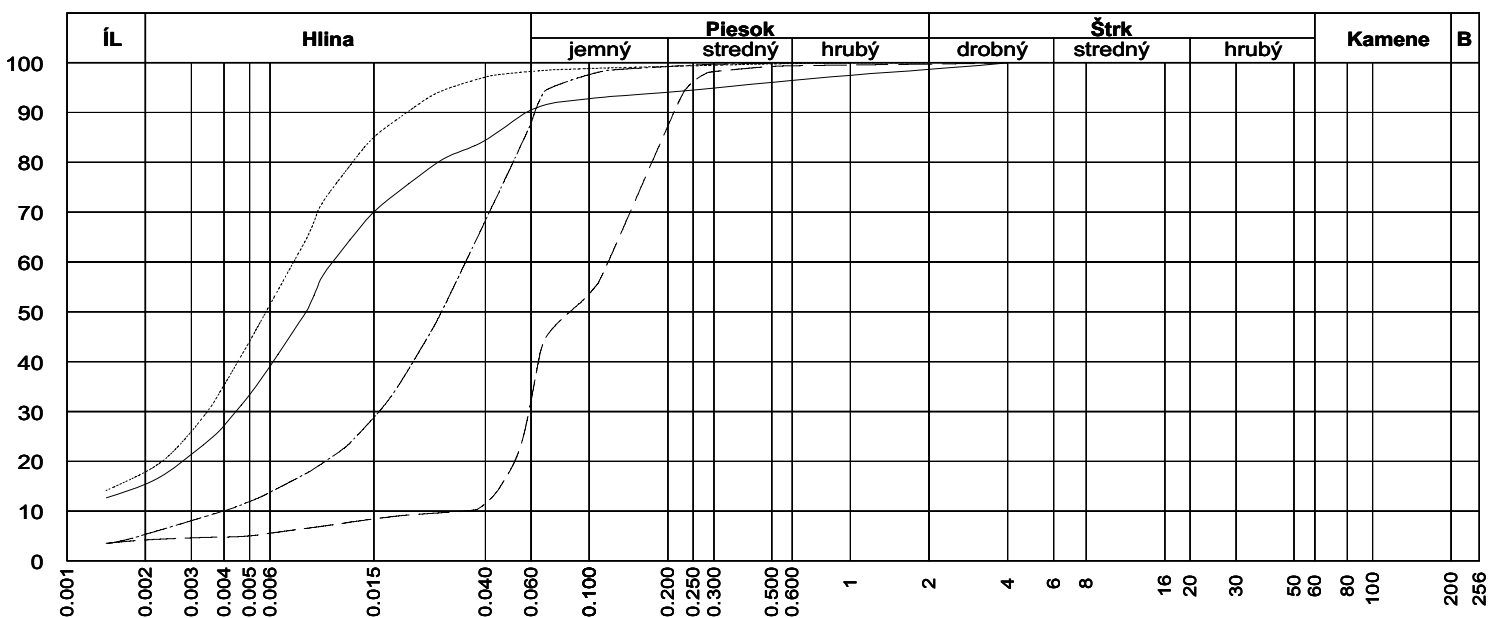
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-1	2.8-2.9	—			29.02	7.71	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SC-1	3.7-4.0	- - - - -			38.06	14.78	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-1	6.1-6.2	.....			68.32	36.92	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
SC-1	9.5-9.7	- - - - -			79.44	48.96	F8	CV	Íl s veľmi vysokou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-2	3.8-4.0	—			30.04	10.00	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SC-2	5.5-5.7	- - - - -			47.60	25.28	F2	CG	Íl štrkovitý
SC-2	8.4-8.6	.....					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy
SC-2	9.5-9.7	- - - - -					S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy



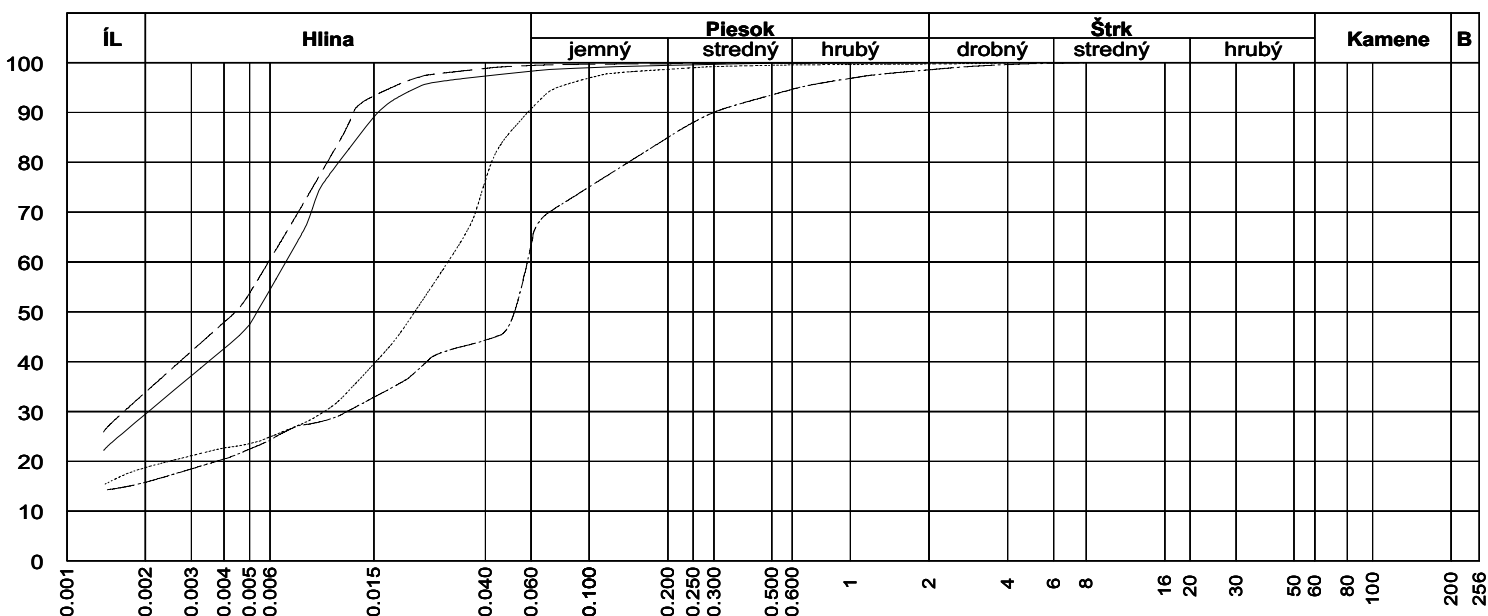
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-3	2.0-2.1	—			29.82	9.13	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SC-3	5.7-5.9	- - - - -			43.78	14.99	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou
SC-3	9.3-9.5	.....					S3	S-F	Piesok s príj. jemn. zeminy
SC-3	13.8-14.0	- . - . -			37.69	13.38	F4	CS	Íl piesčitý



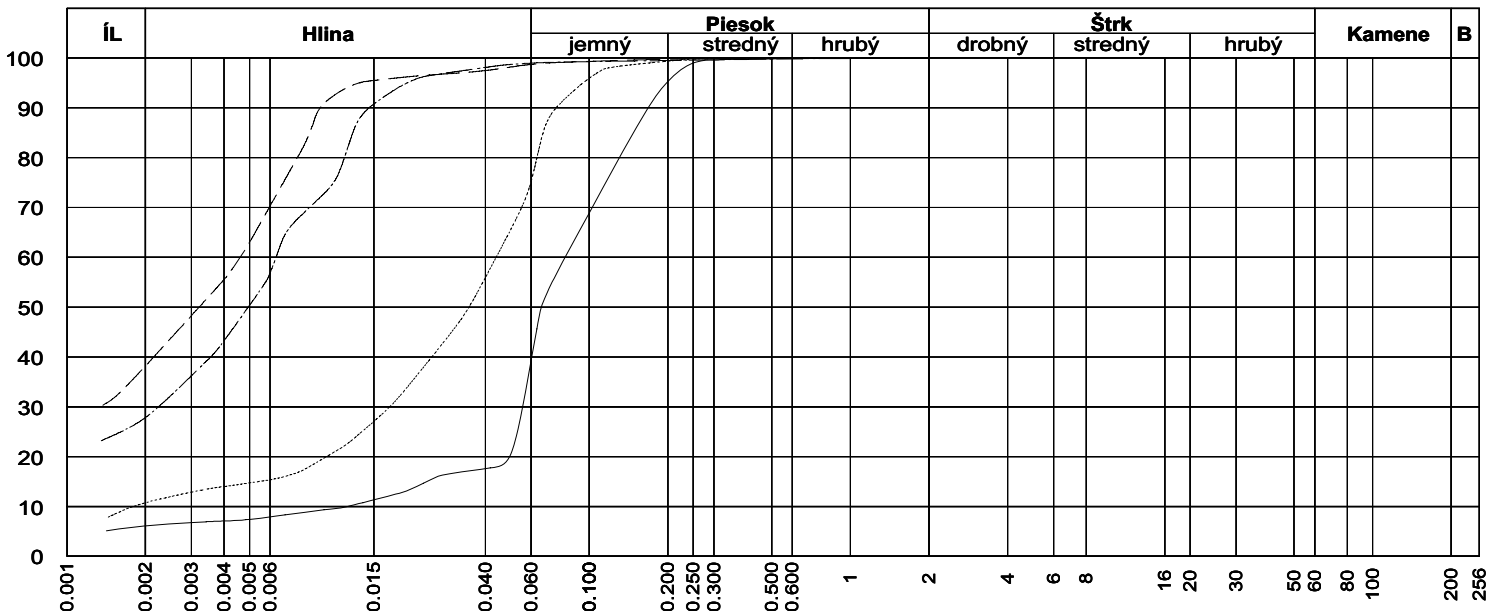
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-4	3.5-3.8	—			33.36	8.82	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
SC-4	5.0-5.3	- - - - -			28.98	9.18	S5	SC	Piesok ílovitý
SC-4	7.6-7.7	.....			62.53	30.84	F7	MH	Hlina s vysokou plasticitou
SC-7	3.5-3.6	- . - . -			28.72	7.42	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-7	5.2-5.4	—			45.24	26.07	F4	CS	Íl piesčitý
SC-7	6.9-7.2	----			56.92	31.18	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
SC-7	8.6-8.8	.....			45.30	19.43	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-8	2.0-2.1	-----			39.96	18.94	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



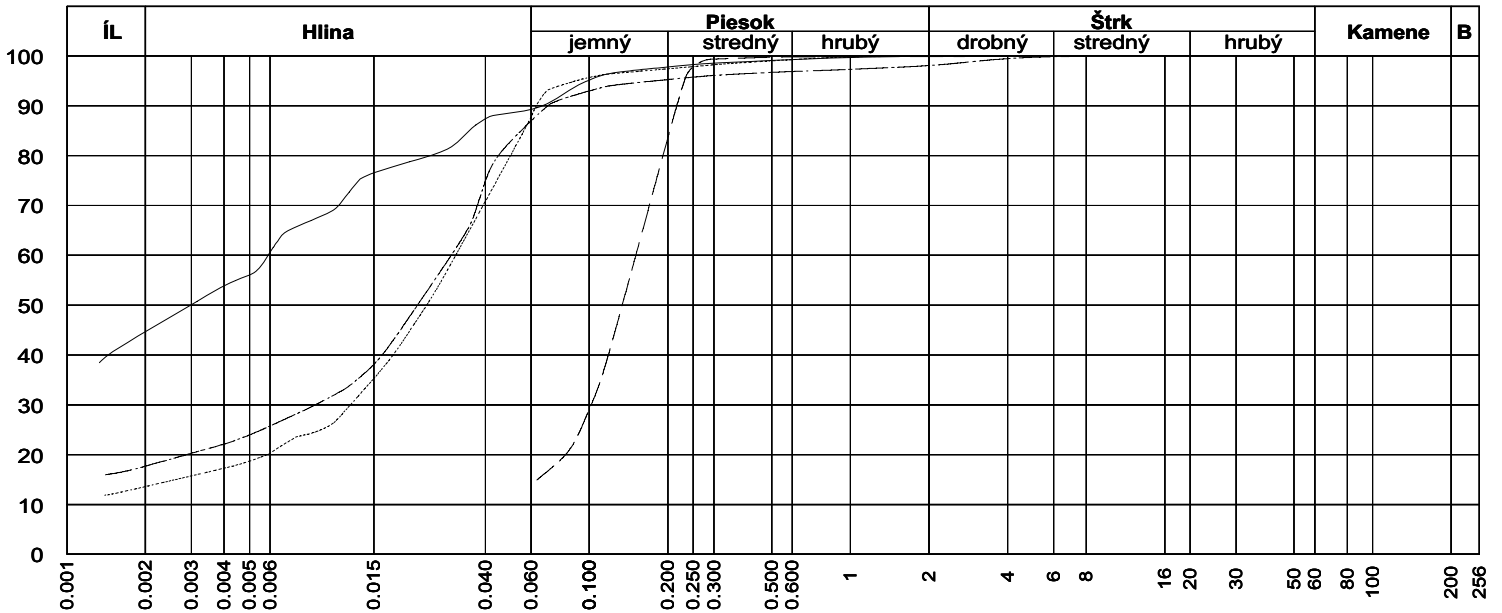
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-8	5.3-5.5	—			56.29	28.12	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
SC-8	8.8-9.0	----			66.56	36.09	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
SC-10	1.3-1.5	.....			40.05	19.85	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-10	4.0-4.1	-----			40.75	21.07	F4	CS	Íl piesčitý



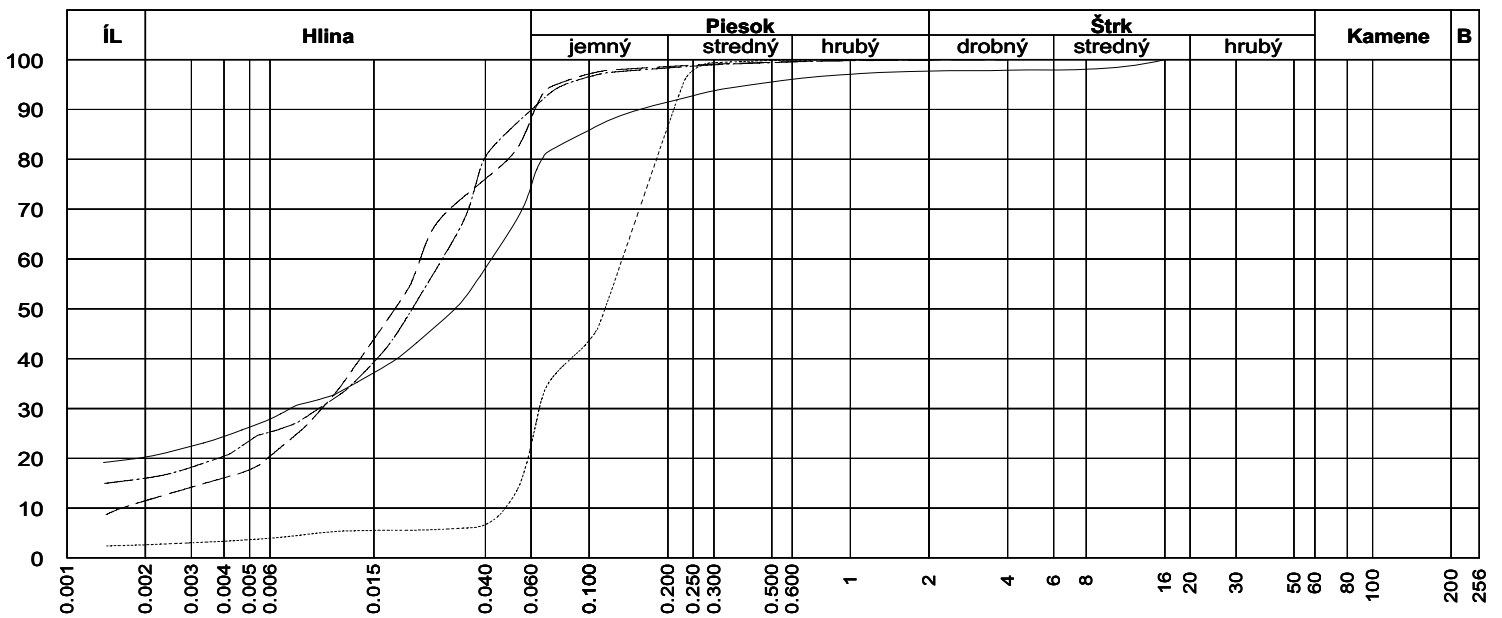
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-10	6.5-6.7	—			30.70	9.40	F4	CS	Íl piesčitý
SC-10	8.5-8.7	- - - - -			70.25	43.59	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
SC-10	11.2-11.4	.....			33.17	6.03	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
SC-10	13.0-13.2	- - - - -			61.41	35.27	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou



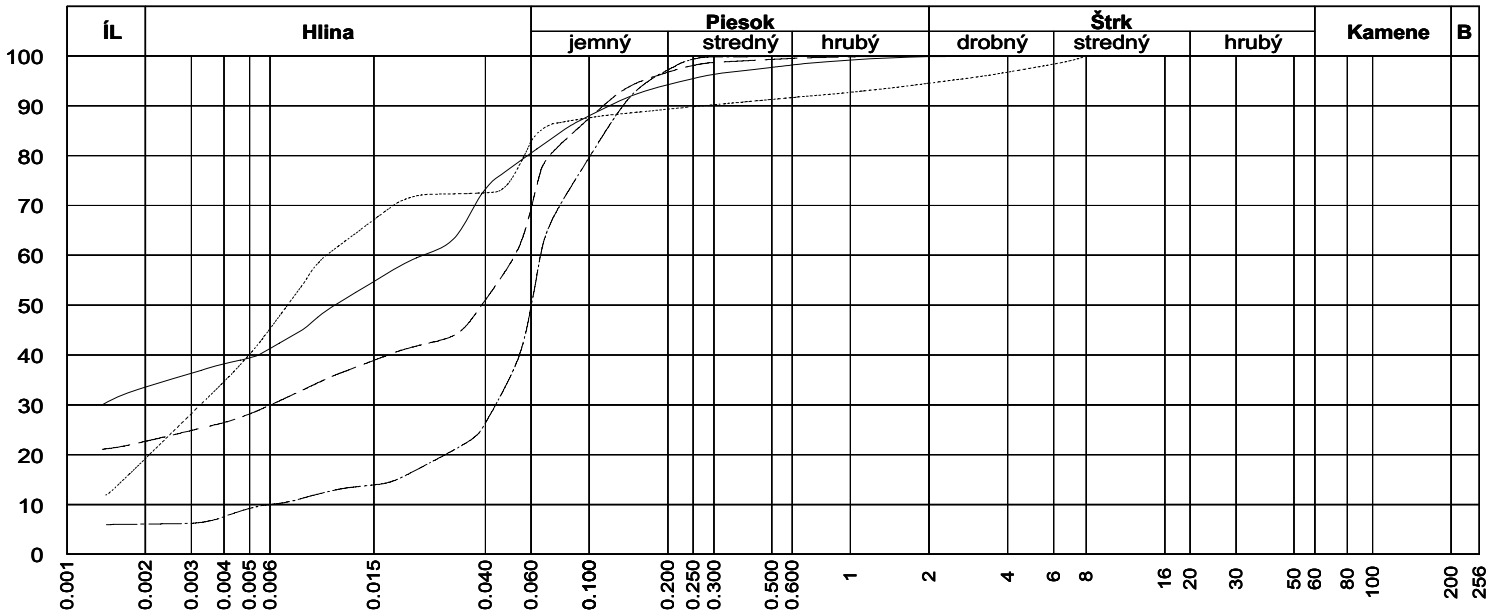
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-11	1.2-1.4	—			29.79	10.51	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SC-11	4.3-4.8	- - - - -			33.47	18.73	F4	CS	Íl piesčitý
SC-12	1.5-1.6	.....			31.91	11.91	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SC-12	4.2-4.4	- - - - -			34.37	16.04	F4	CS	Íl piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-12	6.7-6.9	—			59.94	36.11	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
SC-12	8.7-8.9	- - - - -					S3	S-F	Piesok s príj. jemn. zeminy
SC-13	2.6-2.7	.....			28.70	9.21	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SC-13	4.5-4.6	- - - - -			31.46	10.46	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-13	7.0-7.1	—			36.00	16.31	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-13	8.6-8.7	- - - - -			54.30	24.02	F7	MH	Hlina s vysokou plasticitou
SC-13	9.6-9.8	.....			32.07	5.35	S4	SM	Piesok hlinitý
SC-15	3.5-3.6	- - - - -			31.06	8.98	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SC-15	5.7-5.9	—			40.14	23.48	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-15	7.1-7.3	-----			43.05	26.34	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-15	8.4-8.5	.....			46.85	21.23	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SC-15	9.5-9.6	-----			39.77	11.64	F3	MS	Hlina piesčitá

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Nižná

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>H</b>	<b>0,6</b>		14.08							
<b>S0</b>	<b>0,0-0,4</b>		10.91	35.55	21.82	13.74	1.79	Tvrdá	F6	CI
<b>S1a</b>	<b>0.0-0.4</b>		11.75	42.23	21.86	20.36	1.50	Tvrdá	F6	CI
<b>S1a</b>	<b>0.4-0.8</b>		11.95	41.01	22.74	18.28	1.59	Tvrdá	F6	CI
<b>S2a</b>	<b>bez</b>		12.46	34.78	21.60	13.18	1.69	Tvrdá	F6	CL
<b>S2a</b>	<b>0.4-0.8</b>		13.42							
<b>S2b</b>	<b>bez</b>		13.28	34.30	20.69	13.61	1.54	Tvrdá	F6	CL
<b>S3</b>	<b>bez</b>		8.54	36.58	23.32	13.26	2.11	Tvrdá	F2	CG

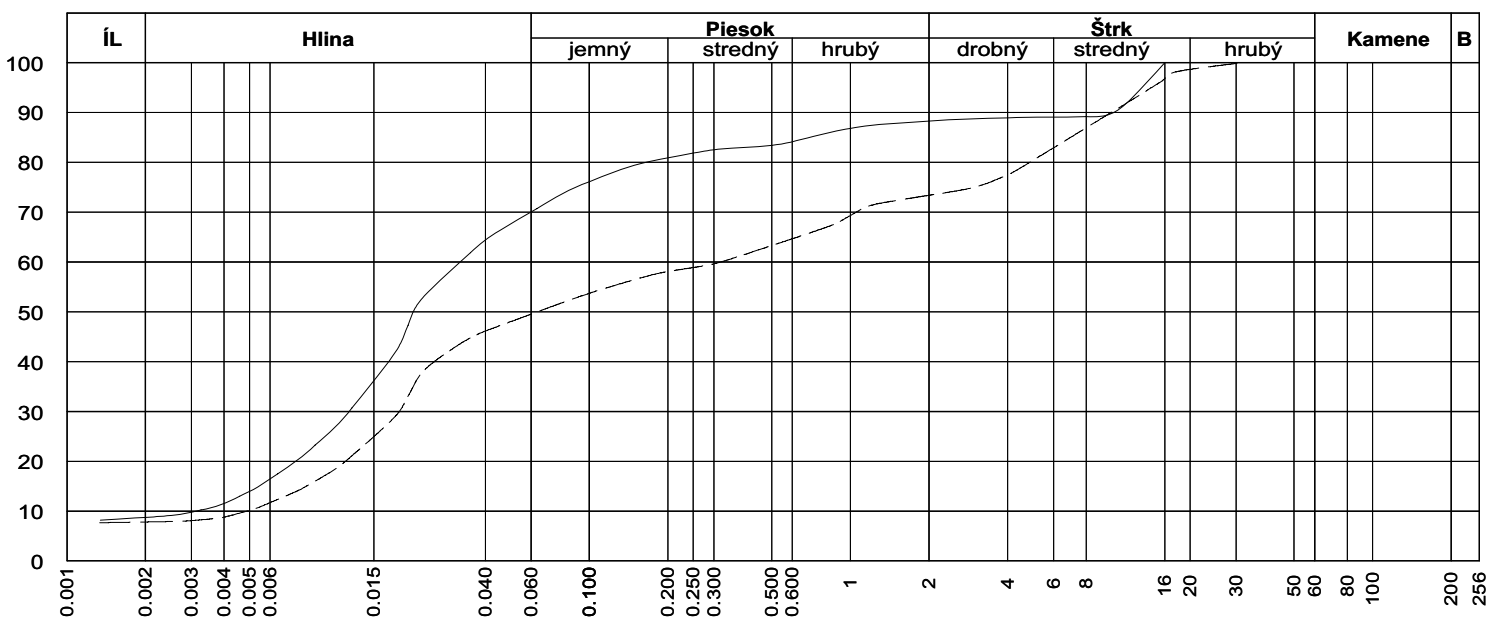
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Nižná  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
S0	0,0-0,4	—			35.55	13.74	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S1a	0.0-0.4	----			42.23	20.36	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S1a	0.4-0.8	.....			41.01	18.28	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S2a	bez	-----			34.78	13.18	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
S2b	bez	—			34.30	13.61	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
S3	bez	----			36.58	13.26	F2	CG	Íl štrkovitý



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Zvončín

PRÍLOHA Č. : 1/a

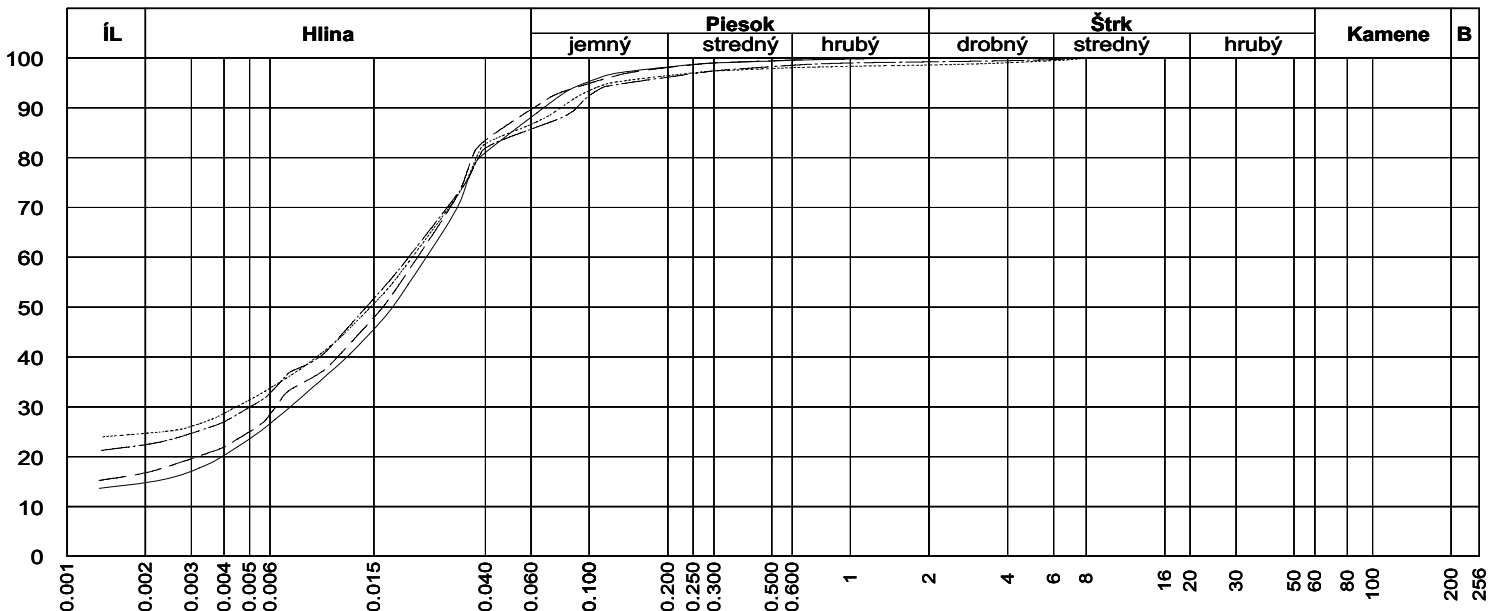
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>S1</b>	<b>0.0-0.3</b>		8.84	30.40	19.81	10.59	2.04	Tvrdá	F6	CL
<b>S1</b>	<b>0.4-1.0</b>		8.13	32.01	20.23	11.78	2.03	Tvrdá	F6	CL
<b>S2</b>	<b>0.0-0.4</b>		9.21	32.12	20.39	11.72	1.95	Tvrdá	F6	CL
<b>S3</b>	<b>bez</b>		13.43	36.35	20.10	16.24	1.41	Tvrdá	F6	CI
<b>S4</b>	<b>0.0-0.4</b>		9.80	28.73	20.87	7.86	2.41	Tvrdá	F6	CL
<b>S5</b>	<b>0.0-0.4</b>		11.90	34.75	20.33	14.42	1.58	Tvrdá	F6	CL

# Krivky zrnitosti zemín

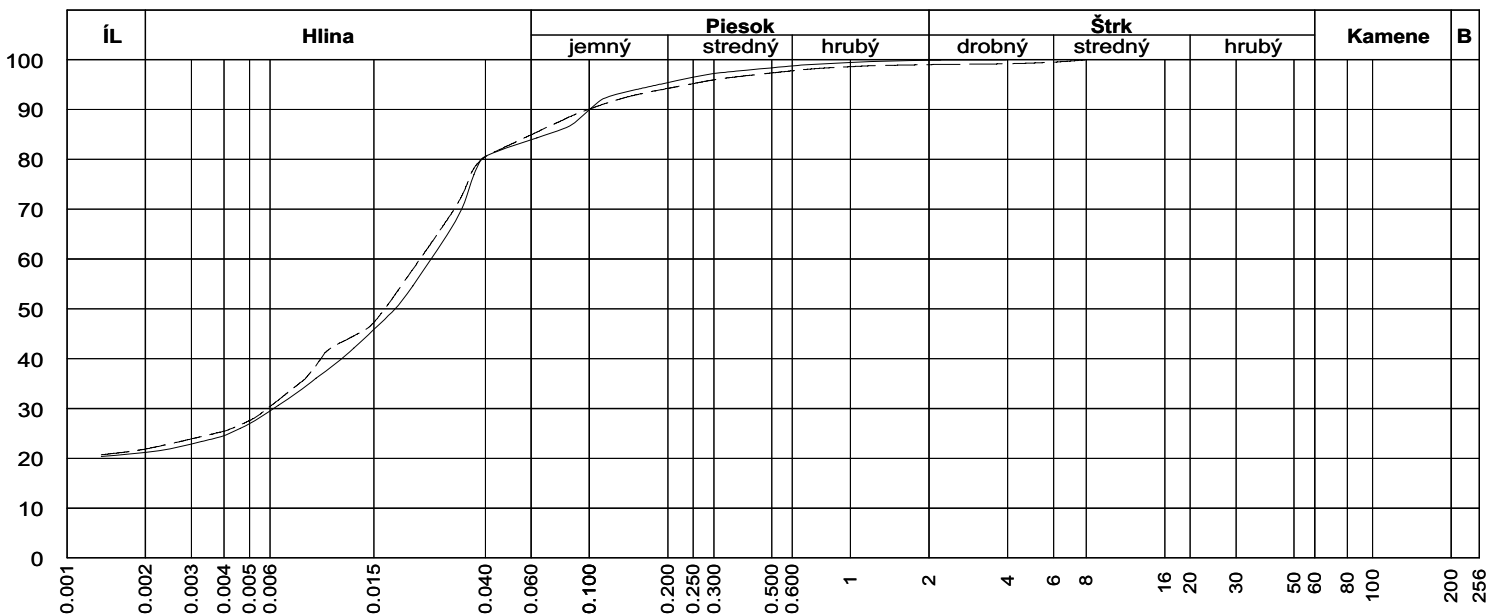
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Zvončín

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
S1	0.0-0.3	—			30.40	10.59	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
S1	0.4-1.0	----			32.01	11.78	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
S2	0.0-0.4	.....			32.12	11.72	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
S3	bez	-----			36.35	16.24	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
S4	0.0-0.4	—			28.73	7.86	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
S5	0.0-0.4	----			34.75	14.42	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Dubnica

PRÍLOHA Č. : 1/a

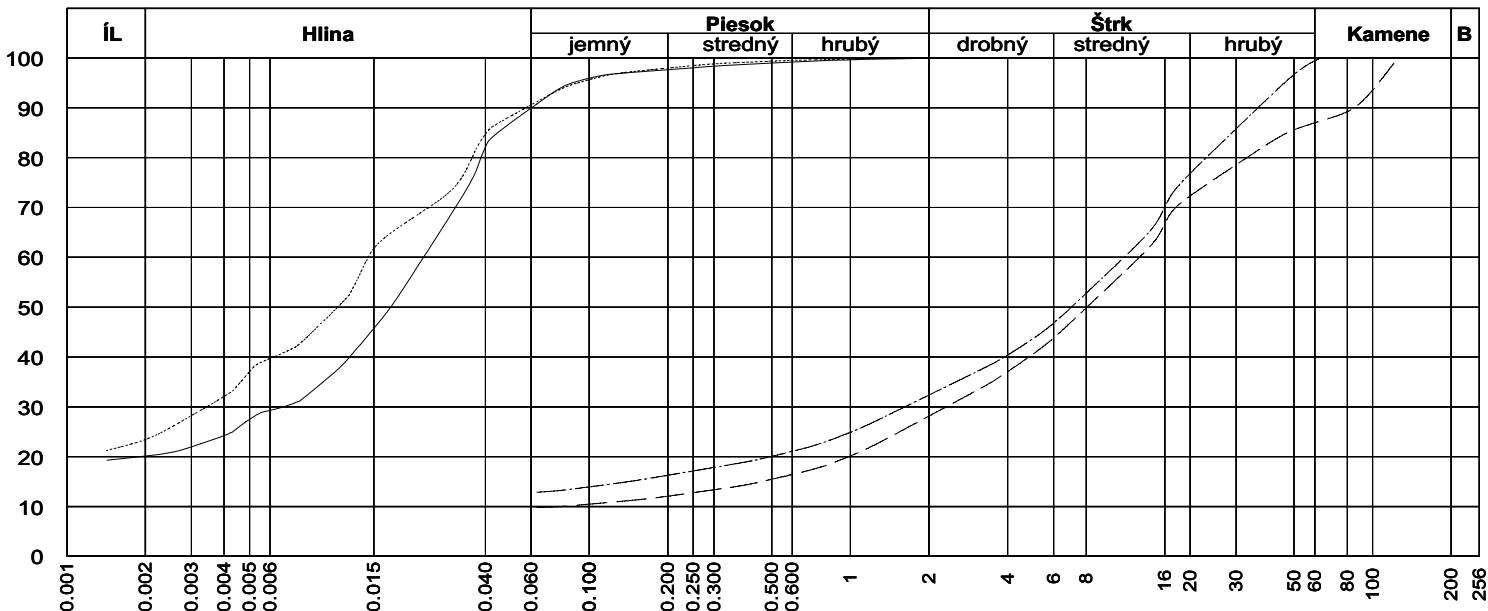
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
J-1	2.0-2.3		21.64	31.32	20.71	10.61	0.91	Tuhá	F6	CL
J-1	4.0-4.3		3.48						G3	G-F
J-1	6.0-6.3		20.56	37.95	22.05	15.90	1.09	Pevná	F6	CI
J-2	4.5-4.8		3.05						G3	G-F
J-2	7.5-7.8		26.26	28.69	19.88	8.81	0.28	Mäkká	F6	CL
J-3	4.7-5.0		6.38	29.61	13.84	15.77	1.47	Tvrdá	G5	GC
J-3	8.0-8.3		22.19	26.02	18.39	7.63	0.50	Tuhá	F6	CL
J-4	5.0-5.3		6.46	26.62	13.19	13.43	1.50	Tvrdá	G5	GC
J-4	7.6-7.9		23.50	28.02	18.85	9.17	0.49	Mäkká	F6	CL

# Krivky zrnitosti zemín

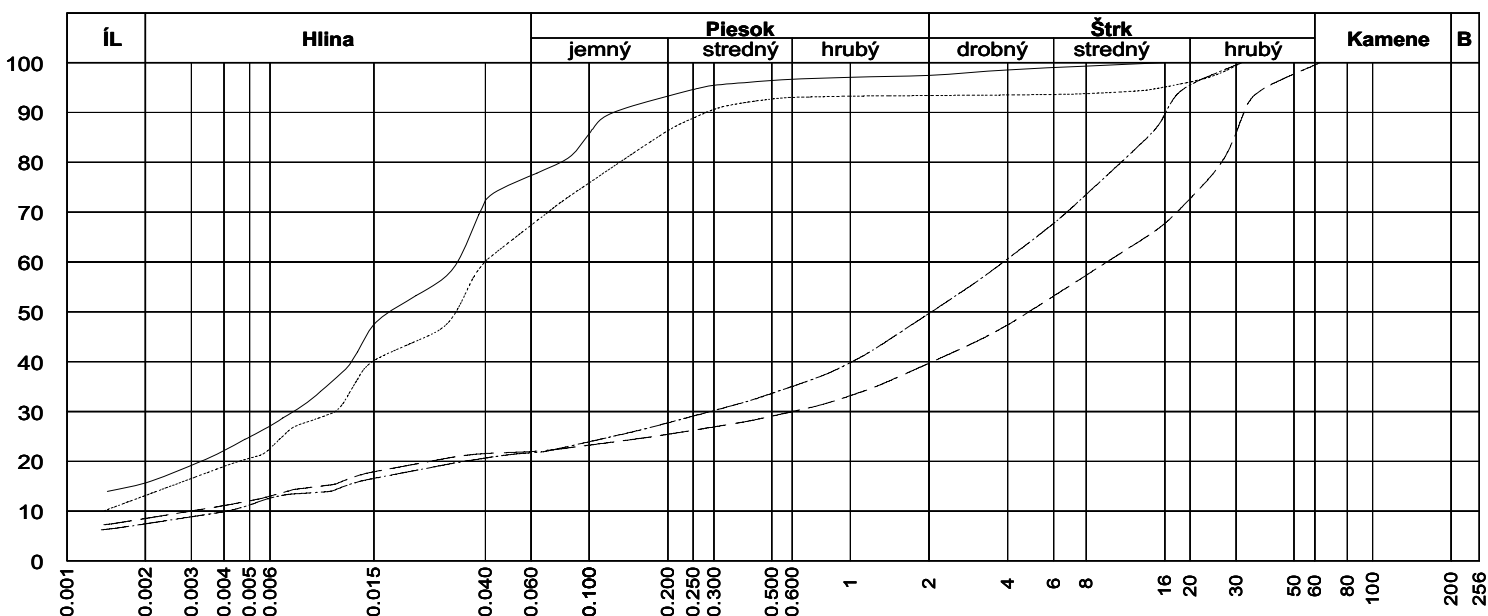
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Dubnica

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

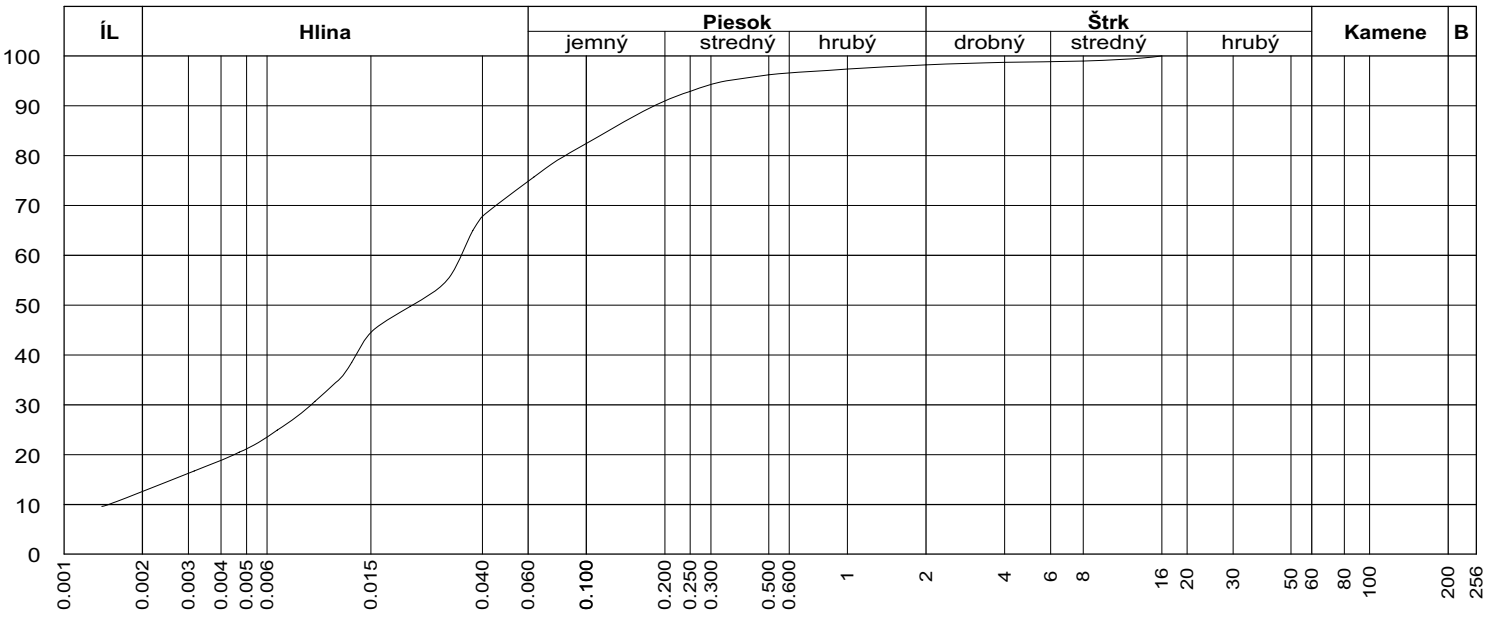
PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
J-1	2.0-2.3	—			31.32	10.61	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
J-1	4.0-4.3	----					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(13%)
J-1	6.0-6.3	.....			37.95	15.90	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
J-2	4.5-4.8	-----					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(1%)



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
J-2	7.5-7.8	—			28.69	8.81	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
J-3	4.7-5.0	----			29.61	15.77	G5	GC	Štrk ílovitý Cb(0%)
J-3	8.0-8.3	.....			26.02	7.63	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
J-4	5.0-5.3	-----			26.62	13.43	G5	GC	Štrk ílovitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
J-4	7.6-7.9	—			28.02	9.17	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Galanta

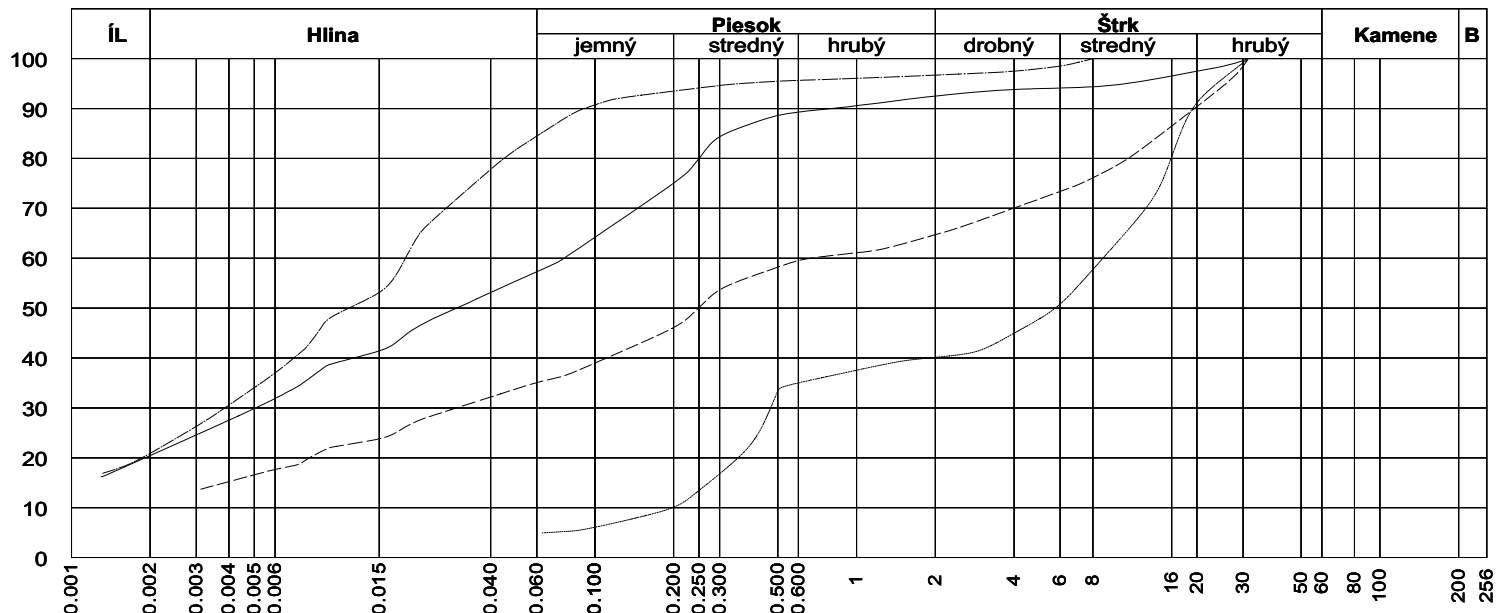
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	m		%	%						
GP-1	1.8-2	p	24.03	45.12	18.01	27.11	0.78	Tuhá	F4	CS
GP-1	2.3-2.5	p	19.24	44.19	16.26	27.93	0.89	Tuhá	F2	CG
GP-1	4.5-4.7	p	8.22						G2	GP
GP-2	1.2-1.4	p	19.66	50.48	19.46	31.03	0.99	Tuhá	F8	CH
GP-2	2.2-2.3	p	27.89	63.24	22.27	40.98	0.86	Tuhá	F8	CH
GP-2	2.8-3.0	p	21.07	34.68	17.11	17.57	0.77	Tuhá	F4	CS
GP-2	3.8-4.1	p	9.19						G3	G-F
GP-3	1.2-1.3	p	21.50	49.70	17.85	31.84	0.89	Tuhá	F6	CI
GP-3	1.7-1.8	n	25.01	61.43	20.98	40.45	0.90	Tuhá	F8	CH
GP-3	2.4-2.5	p	12.54	39.47	16.81	22.66	1.19	Pevná	G5	GC

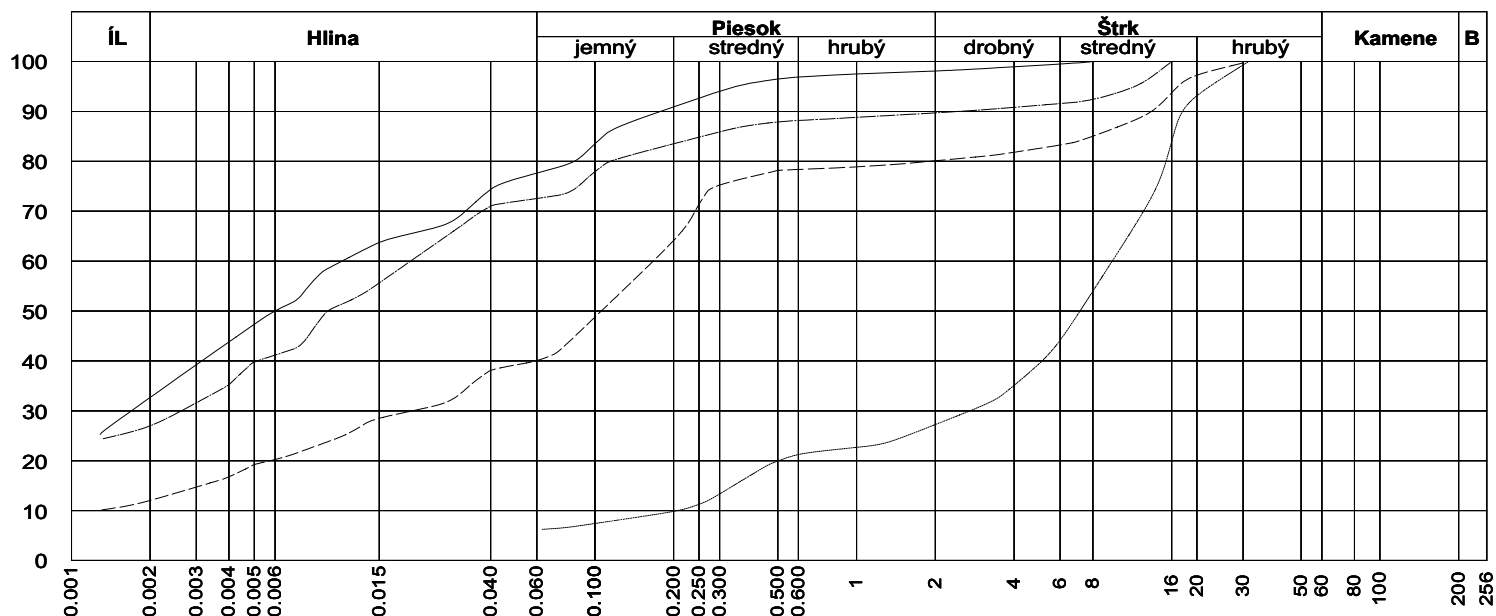
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Galanta  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

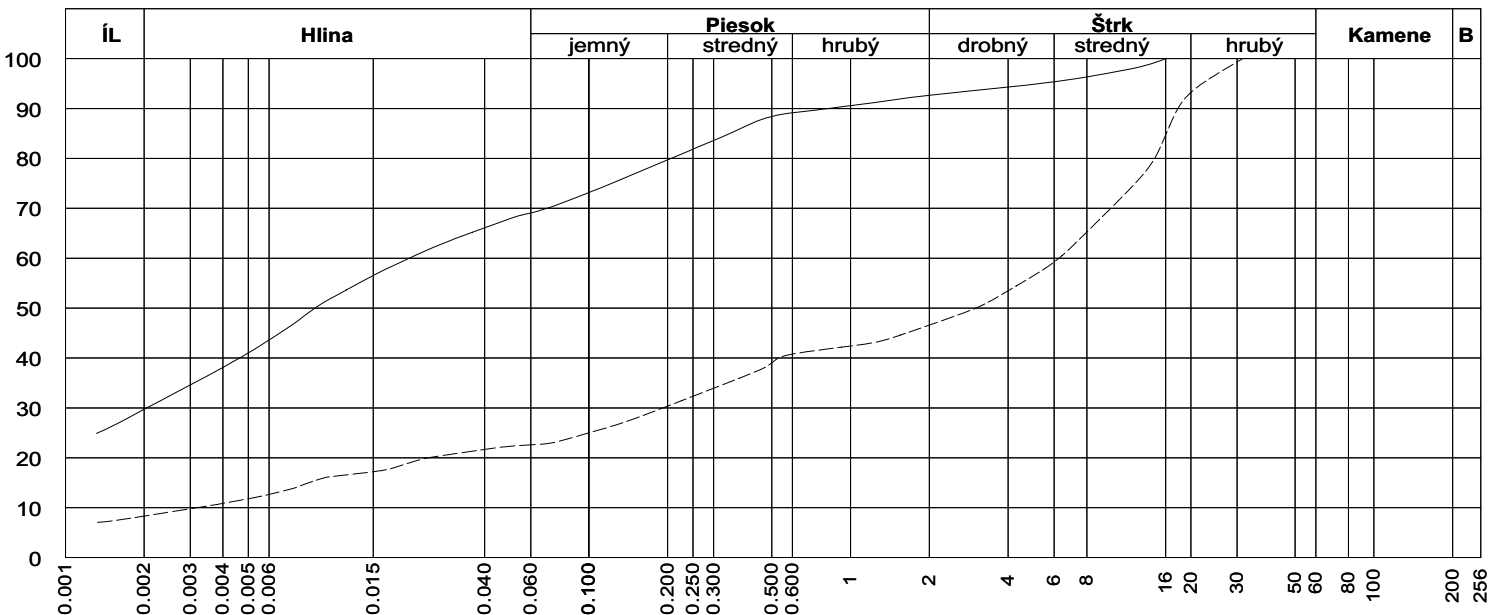
PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
GP-1	1.8-2	—			45.12	27.11	F4	CS	Íl piesčítý
GP-1	2.3-2.5	—			44.19	27.93	F2	CG	Íl štrkovitý
GP-1	4.5-4.7	—	44.24	0.13			G2	GP	Štrk zle zrný
GP-2	1.2-1.4	—			50.48	31.03	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
GP-2	2.2-2.3	—			63.24	40.98	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
GP-2	2.8-3.0	—			34.68	17.57	F4	CS	Íl piesčítý
GP-2	3.8-4.1	—					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy
GP-3	1.2-1.3	—			49.70	31.84	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
GP-3	1.7-1.8	—			61.43	40.45	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
GP-3	2.4-2.5	—			39.47	22.66	G5	GC	Štrk ílovitý



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Holič

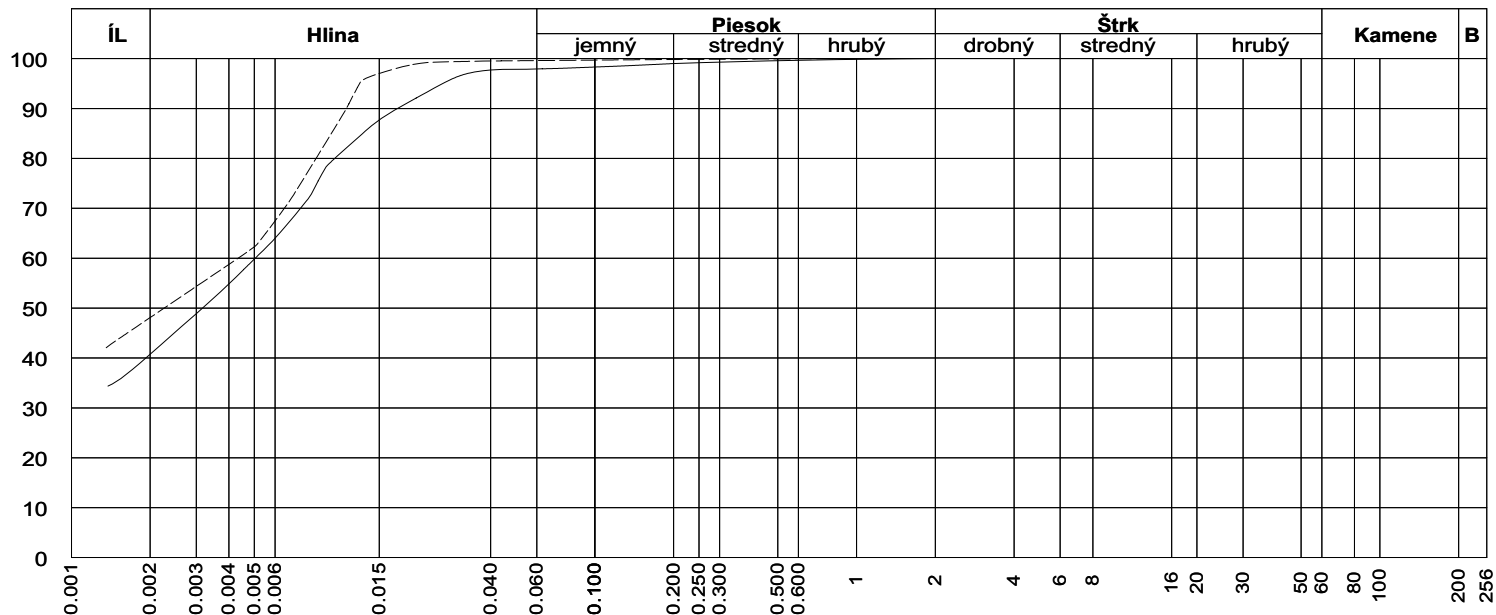
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	m		%	%						
V-18	12	n	32.50	87.46	38.09	49.37	1.11	Pevná	F8	CV
V-25	7.5	n	30.85	70.69	31.50	39.18	1.02	Pevná	F8	CH

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Holič  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-18	12	—			87.46	49.37	F8	CV	Íl s veľmi vysokou plasticitou
V-25	7.5	—			70.69	39.18	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Komárno

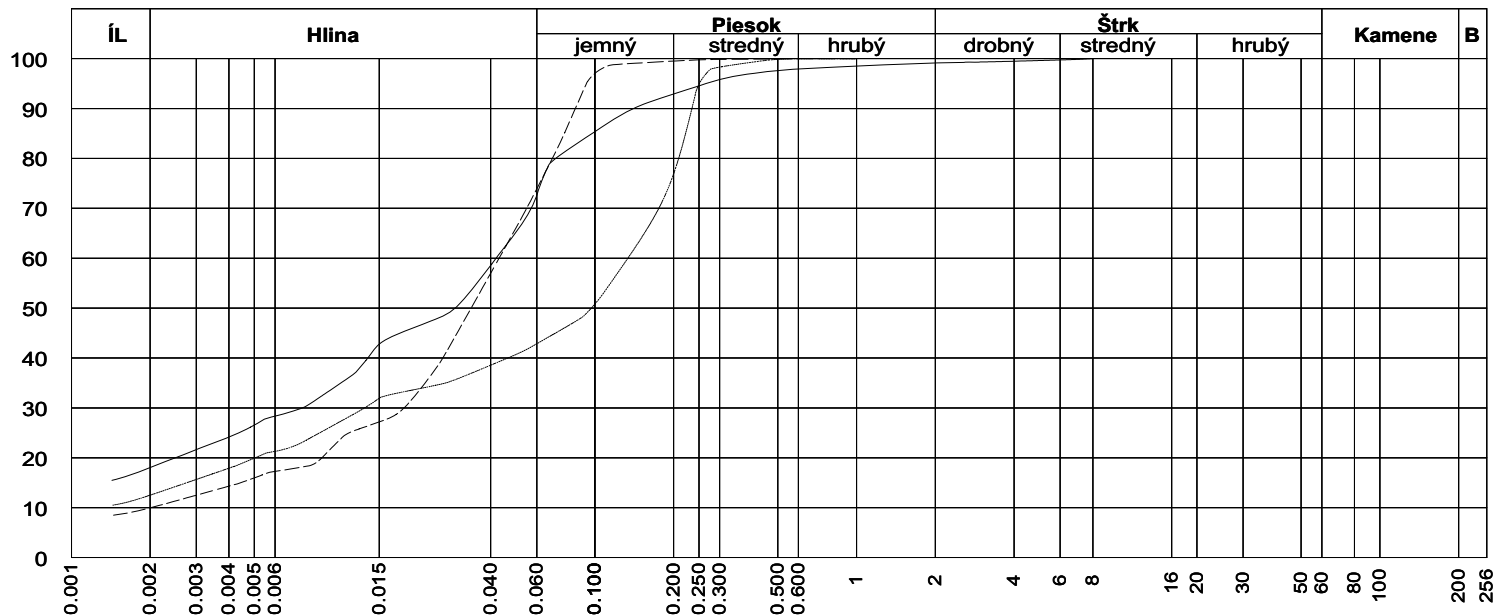
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
IG-1-25	17.5		22.98	26.18	18.61	7.57	0.42	Mäkká	F6	CL
IG-25-3	11.0-11.1		22.33	27.82	24.09	3.72	1.47	Tvrdá	F5	ML
IG-25-3	24		15.02	16.69	14.32	2.37	0.70	Tuhá	F3	MS

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY :  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
IG-1-25	17.5	—			26.18	7.57	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
IG-25-3	11.0-11.1	—			27.82	3.72	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
IG-25-3	24	—			16.69	2.37	F3	MS	Hlina piesčitá

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Košice

PRÍLOHA Č. : 1/a

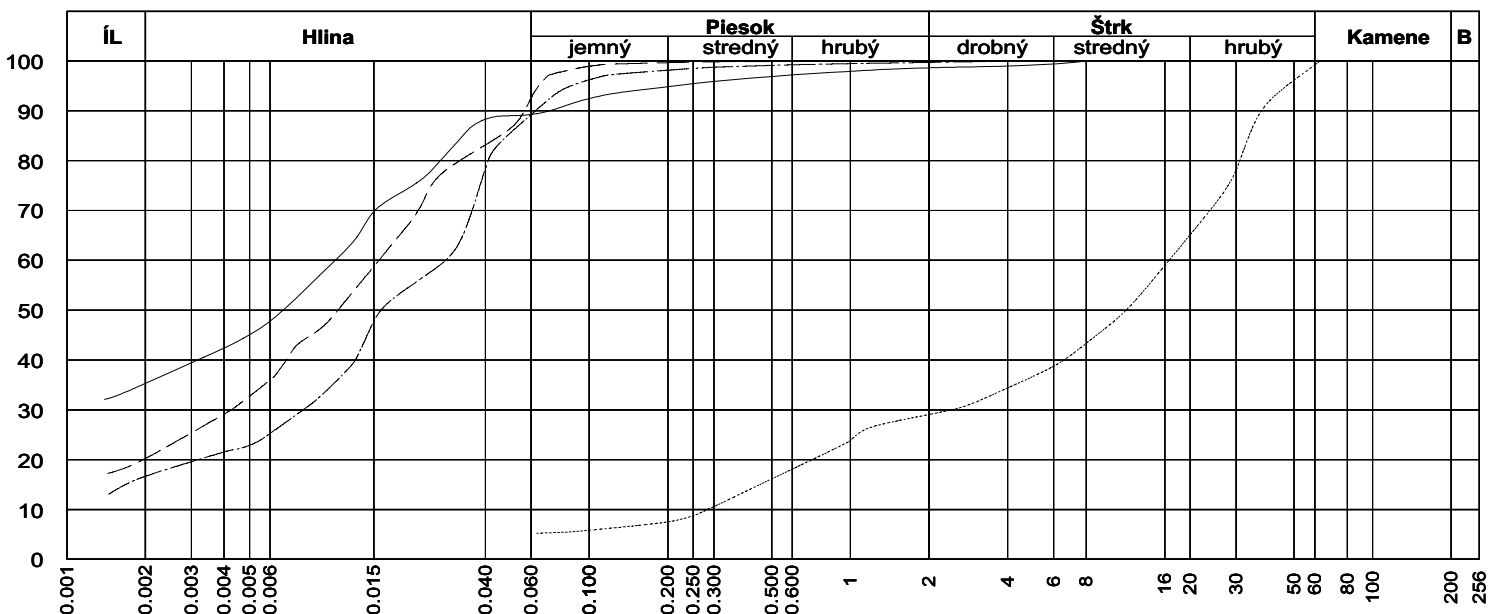
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina		Zhutniteľnosť		Koeficient
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	W <sub>opt</sub>	ρ <sub>dmax</sub>	zhutiteľ.
	%		%							%	kg/m <sup>3</sup>		
VO-1	1.0-2.0	p	22.28	44.83	19.40	25.43	0.89	Tuhá	F6	CI	19.09	1666.48	D = 0.00
VO-1	3.8-4.8	n	26.26	31.26	22.37	8.89	0.56	Tuhá	F6	CL			
VO-1	6.8-7.0	p	3.47						G3	G-F			
VO-2	3.7-3.8	p	22.32	30.59	22.31	8.28	1.00	Tuhá	F6	CL			
VO-3	3.0-3.2	p	7.67	41.40	19.35	22.04	1.53	Tvrdá	G5	GC			
VO-4	1.9-2.0	p	19.08	32.23	18.12	14.11	0.93	Tuhá	F6	CL			
VO-4	4.5-4.6	p	22.33	27.50	19.07	8.43	0.61	Tuhá	F6	CL			
VO-4	6.6-6.7	p	27.48	32.61	21.72	10.89	0.47	Mäkká	F6	CL			
VO-5	1.0-2.0	p	18.81	33.22	17.02	16.20	0.89	Tuhá	F6	CL	17.21	1706.32	D = 0.00
VO-5	3.0-3.2	p	4.10	34.87	20.03	14.84	2.07	Tvrdá	G5	GC			
VO-6	3.3-3.5	p	11.94	33.82	18.89	14.93	1.47	Tvrdá	F2	CG			
VO-6	4.7-4.8	p	23.27	28.02	19.51	8.51	0.56	Tuhá	F6	CL			
VO-7	3.1-3.2	p	17.26	29.83	18.48	11.35	1.11	Pevná	F6	CL			
VO-7	4.0-4.1	p	28.39	34.98	18.80	16.19	0.41	Mäkká	F6	CL			
VO-8	0.9-1.0	p	17.37	38.39	19.37	19.02	1.10	Pevná	F6	CI			
VO-9	1.3-1.4	n	21.29	41.31	19.80	21.51	0.93	Tuhá	F6	CI			
VO-10	1.3-1.4	n	17.59	30.54	17.25	13.30	0.97	Tuhá	F6	CL			

# Krivky zrnitosti zemín

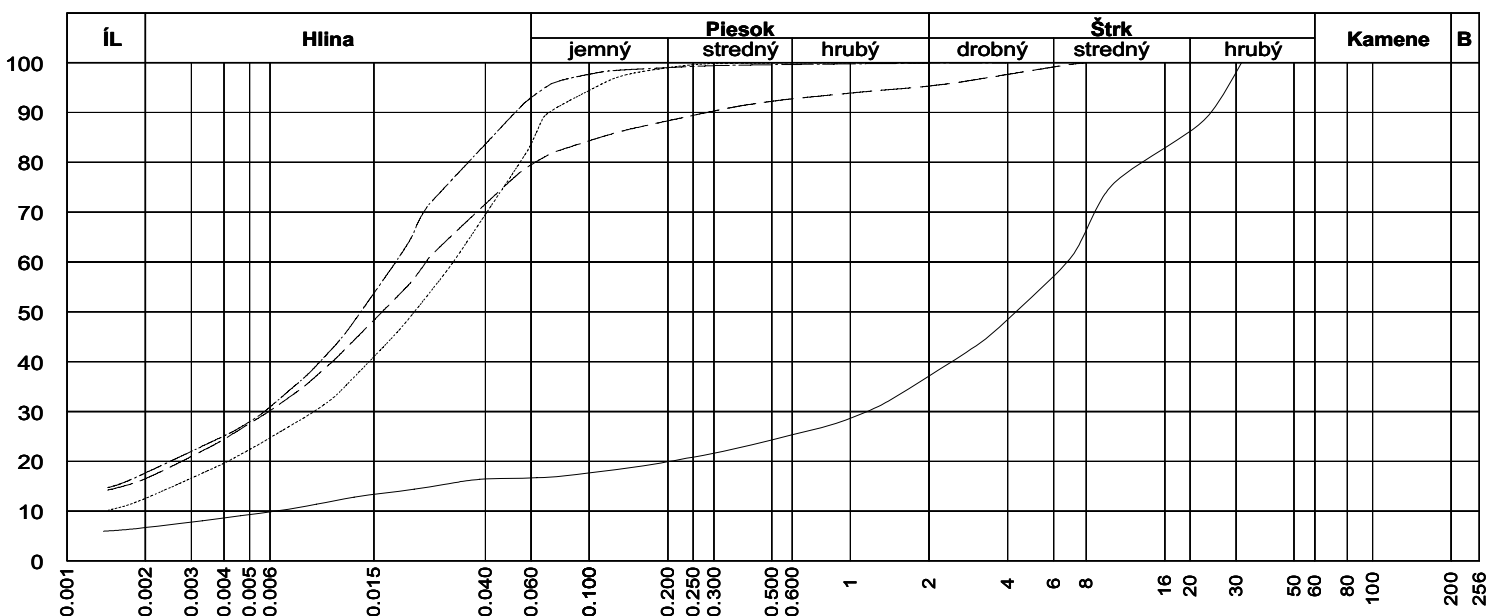
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Košice

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

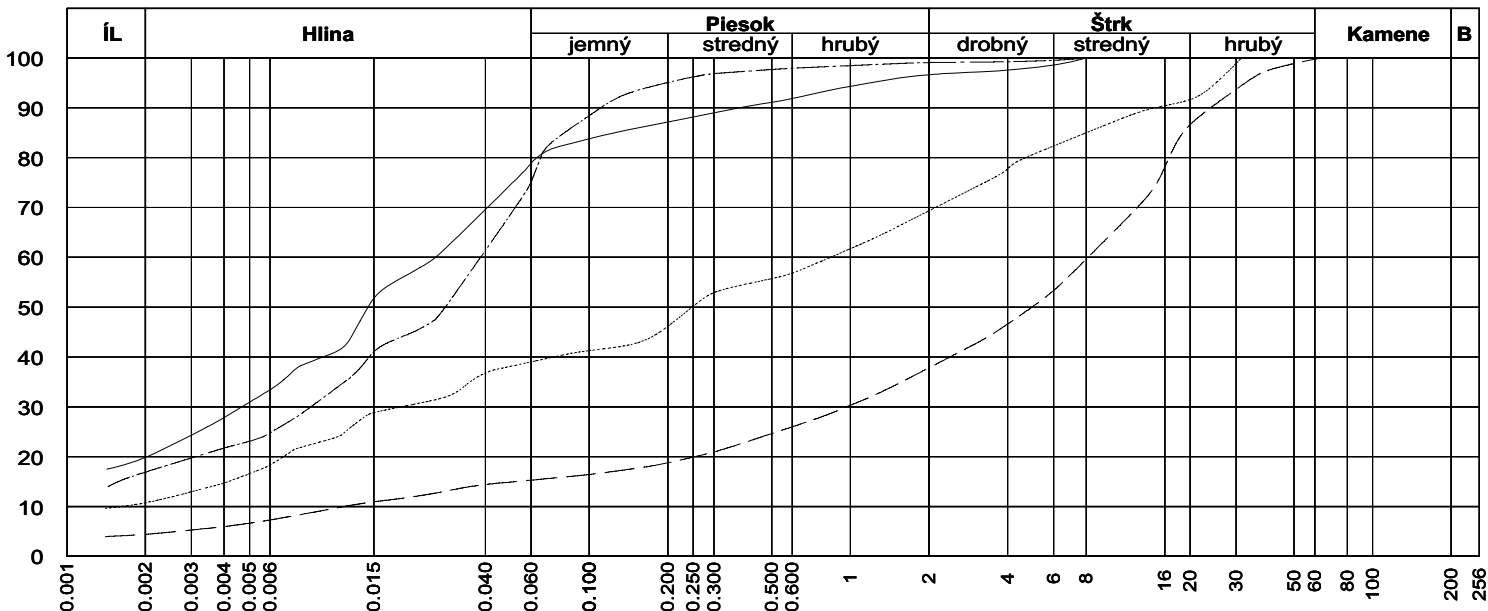
PRÍLOHA Č. : 1



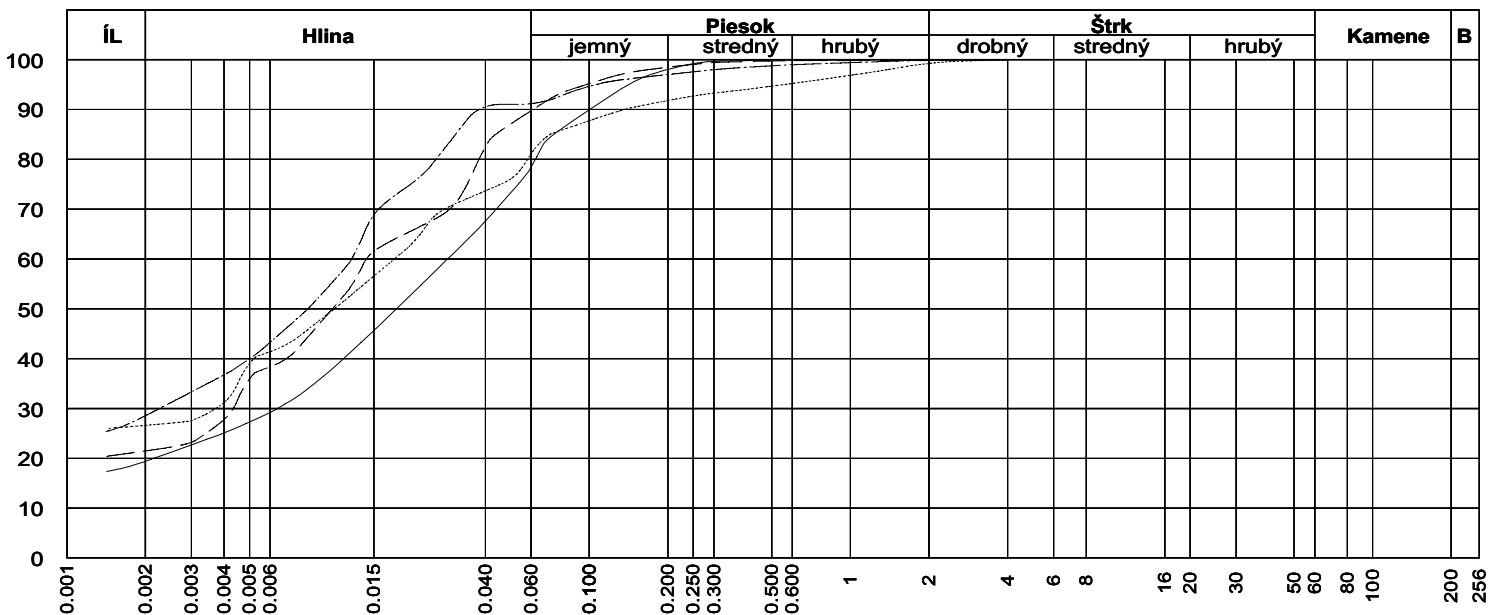
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VO-1	1.0-2.0	—			44.83	25.43	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VO-1	3.8-4.8	- - - - -			31.26	8.89	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VO-1	6.8-7.0	.....					G3	G-F	Štrk s prím. jemnozrnnej zeminy Cb(1%)
VO-2	3.7-3.8	- - - - -			30.59	8.28	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



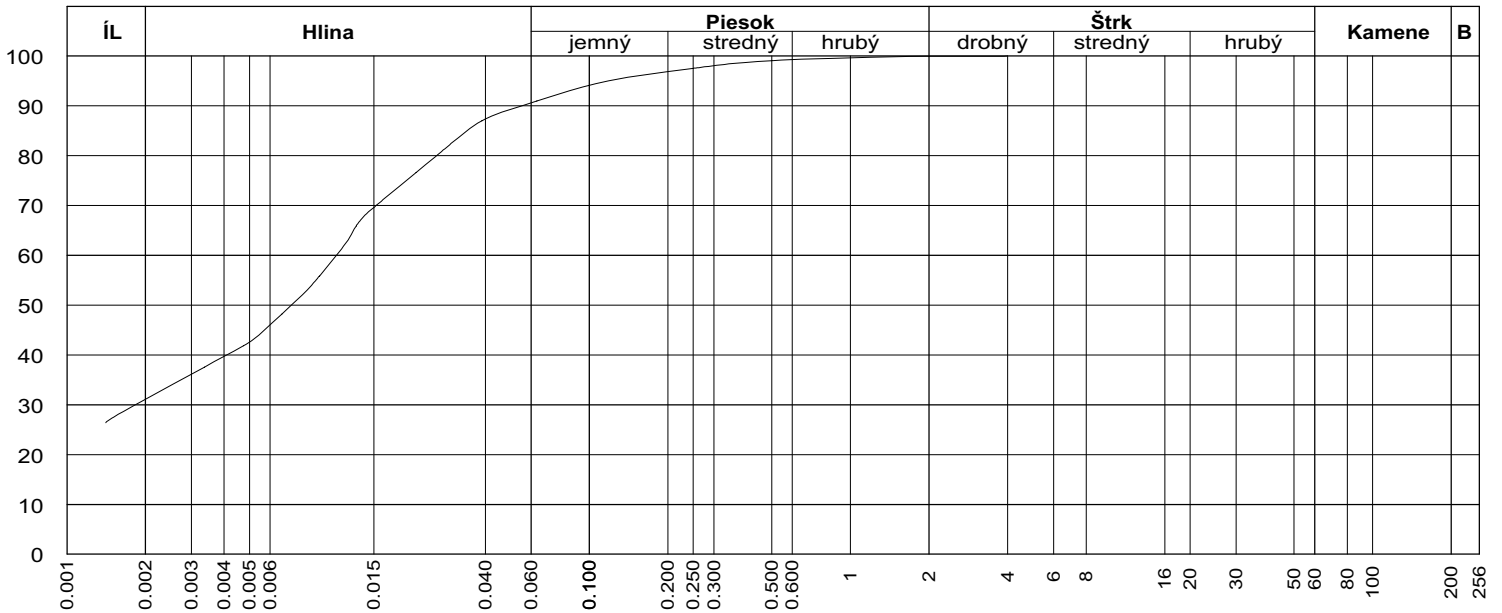
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VO-3	3.0-3.2	—			41.40	22.04	G5	GC	Štrk ílovitý
VO-4	1.9-2.0	- - - - -			32.23	14.11	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VO-4	4.5-4.6	.....			27.50	8.43	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VO-4	6.6-6.7	- - - - -			32.61	10.89	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VO-5	1.0-2.0	—			33.22	16.20	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VO-5	3.0-3.2	----			34.87	14.84	G5	GC	Štrk ílovitý Cb(0%)
VO-6	3.3-3.5	.....			33.82	14.93	F2	CG	Íl štrkovitý
VO-6	4.7-4.8	-----			28.02	8.51	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VO-7	3.1-3.2	—			29.83	11.35	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VO-7	4.0-4.1	----			34.98	16.19	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
VO-8	0.9-1.0	.....			38.39	19.02	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VO-9	1.3-1.4	-----			41.31	21.51	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VO-10	1.3-1.4	—			30.54	13.30	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Myjava

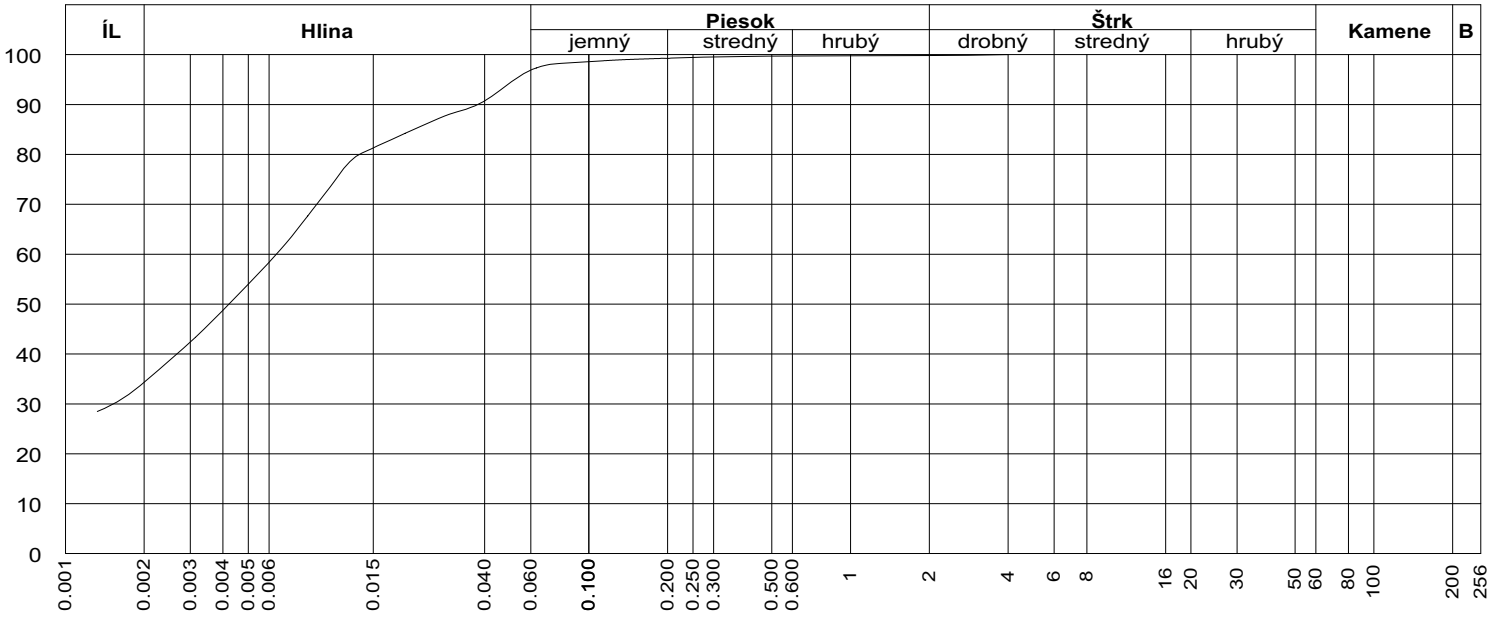
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistené medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	m		%	%						
V-3	6,5		21.48	60.41	25.33	35.09	1.11	Pevná	F8	CH

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY :  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-3	6,5	—			60.41	35.09	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
PG-1	1.1-1.2	p	13.15	39.33	18.45	20.87	1.25	Tvrdá	F6	CI
PG-1	2.7-2.9	p	20.61	29.13	20.30	8.82	0.97	Tuhá	F6	CL
PG-1	5.8-6.0	p	29.37	34.79	30.09	4.70	1.15	Pevná	F3	MS
PG-2	1.0-1.1	n	12.96	27.27	21.04	6.24	2.29	Tvrdá	F6	CL
PG-2	3.5-3.7	p	14.59	28.57	20.36	8.21	1.70	Tvrdá	F6	CL
PG-2	5.6-5.8	p	24.08	28.50	24.94	3.56	1.24	Pevná	F3	MS
PG-3	1.6-1.7	n	13.20	25.61	21.50	4.11	3.02	Tvrdá	F5	ML
PG-3	4.1-4.3	p	17.37	34.80	16.35	18.45	0.95	Tuhá	F4	CS
PG-3	5.7-5.9	p	27.10	56.37	24.59	31.78	0.92	Tuhá	F8	CH
PG-3	8.7-8.9	p	29.14	70.60	31.11	39.49	1.05	Pevná	F8	CH
PG-4	2.8-3.0	p	21.34	31.30	20.83	10.47	0.95	Tuhá	F6	CL
PG-4	4.1-4.3	p	20.09	31.95	19.67	12.28	0.97	Tuhá	F6	CL
PG-4	6.5-6.7	p	36.18	93.78	33.86	59.92	0.96	Tuhá	F8	CE
PG-5	1.3-1.5	p	11.29	28.55	20.48	8.07	2.14	Tvrdá	F6	CL
PG-5	5.5-5.7	p	22.78	30.78	19.77	11.01	0.73	Tuhá	F6	CL
PG-5	7.4-7.5	p	25.36	77.47	28.50	48.97	1.06	Pevná	F8	CV
PG-6	2.5-2.6	n	16.45	27.43	21.21	6.22	1.77	Tvrdá	F6	CL
PG-6	4.9-5.2	p	17.83	33.41	18.06	15.35	1.01	Pevná	F6	CL
PG-6	7.0-7.2	p	35.57	79.24	31.82	47.42	0.92	Tuhá	F8	CV
PG-6	9.5-9.7	p	23.48	32.20	19.19	13.02	0.67	Tuhá	F6	CL
PG-7	1.2-1.4	n	11.19	27.32	20.46	6.86	2.35	Tvrdá	F6	CL

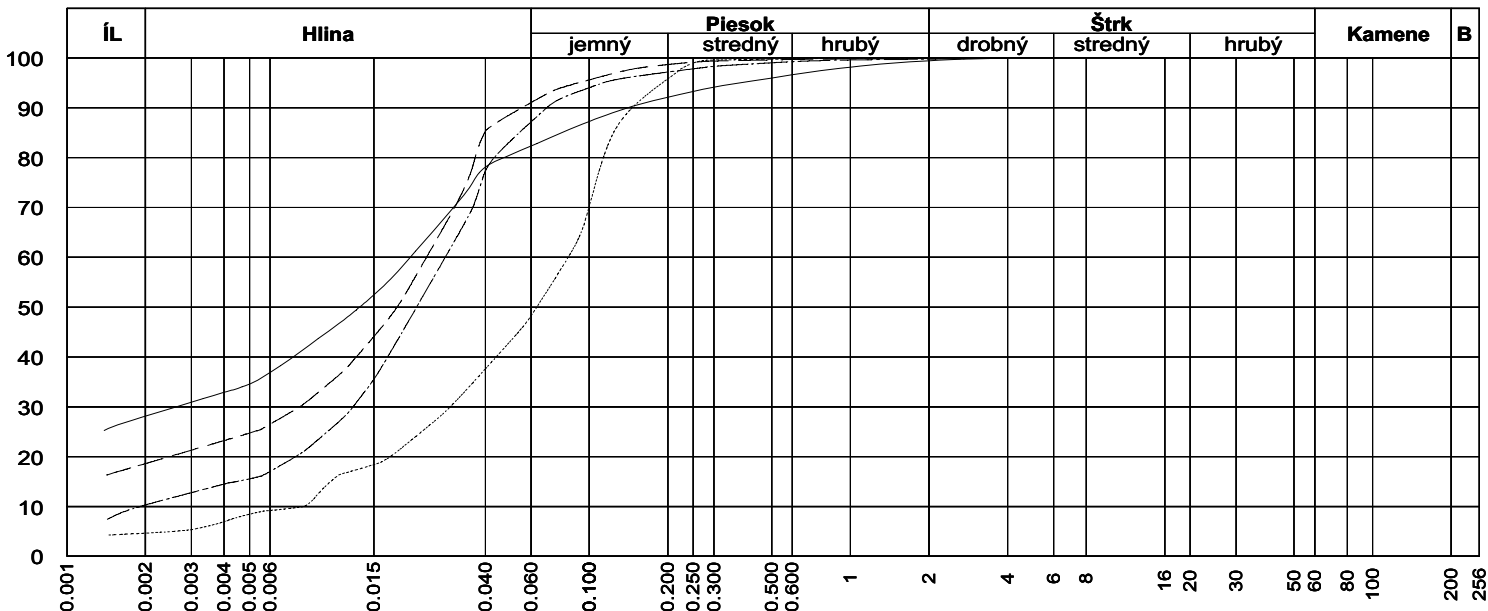
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>PG-7</b>	<b>3.4-3.6</b>	p	16.97	30.12	26.95	3.16	4.16	Tvrdá	F5	ML
<b>PG-8</b>	<b>0.7-0.8</b>	p	14.95	37.32	19.99	17.34	1.29	Tvrdá	F6	CI
<b>PG-8</b>	<b>3.5-3.6</b>	n	14.52	25.77	21.05	4.73	2.38	Tvrdá	F5	ML
<b>PG-8</b>	<b>7.4-7.5</b>	p	19.60	37.19	17.41	19.78	0.89	Tuhá	F6	CI
<b>PG-8</b>	<b>9.2-9.4</b>	p	28.77	46.61	27.09	19.52	0.91	Tuhá	F6	CI
<b>PG-9</b>	<b>2.5-2.7</b>	p	13.82	27.90	20.66	7.24	1.95	Tvrdá	F6	CL
<b>PG-9</b>	<b>5.3-5.5</b>	p	17.52	35.32	18.53	16.79	1.06	Pevná	F6	CI
<b>PG-9</b>	<b>6.9-7.1</b>	p	19.99	32.47	17.22	15.25	0.82	Tuhá	F6	CL
<b>PG-10</b>	<b>3,8-4,0</b>	p	16.20	30.18	19.93	10.25	1.36	Tvrdá	F6	CL
<b>PG-11</b>	<b>4.1-4.3</b>	p	13.78	31.02	20.56	10.46	1.65	Tvrdá	F6	CL
<b>PG-11</b>	<b>7.5-7.7</b>	p	16.62	34.33	18.65	15.68	1.13	Pevná	F6	CL
<b>PG-12</b>	<b>4.6-4.7</b>	n	13.85	28.25	20.10	8.16	1.77	Tvrdá	F6	CL
<b>PG-12</b>	<b>6.2-6.4</b>	p	12.36	36.48	18.58	17.90	1.35	Tvrdá	F4	CS
<b>PG-12</b>	<b>7.2-7.4</b>	p	15.69	36.83	17.72	19.11	1.11	Pevná	F6	CI
<b>PG-12</b>	<b>9.4-9.6</b>	p	21.30	48.30	20.24	28.06	0.96	Tuhá	F6	CI

# Krivky zrnitosti zemín

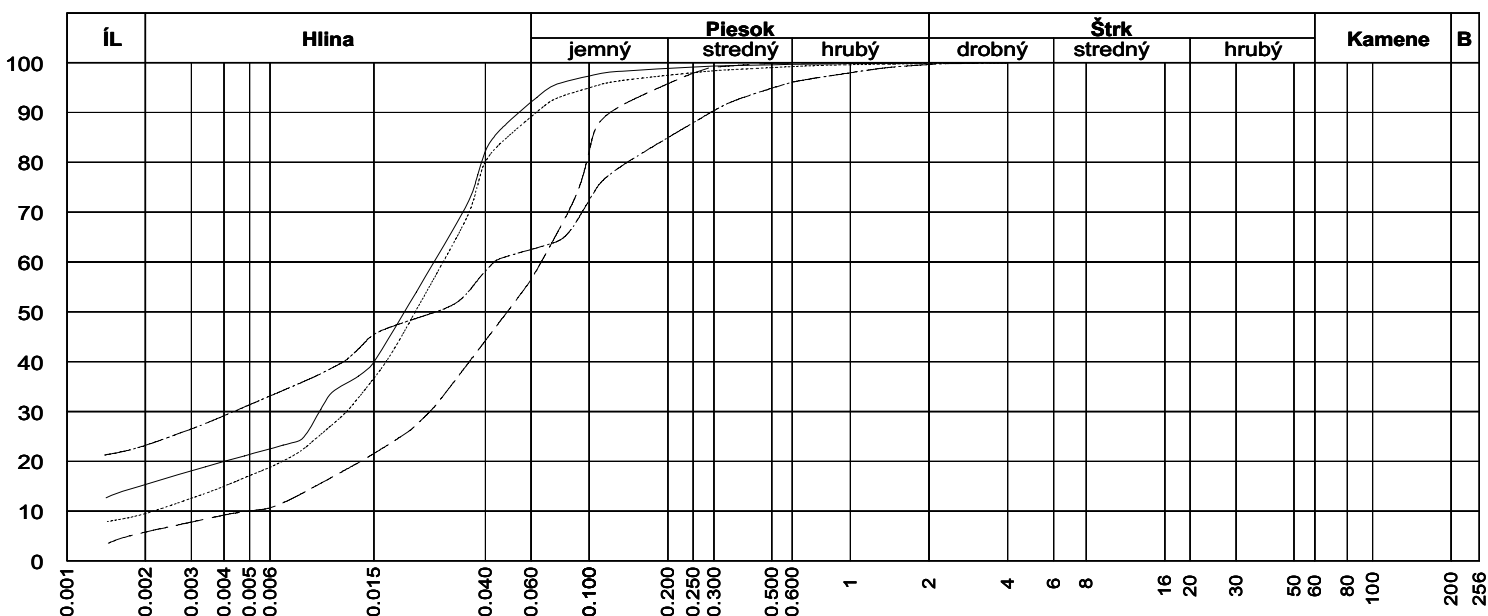
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

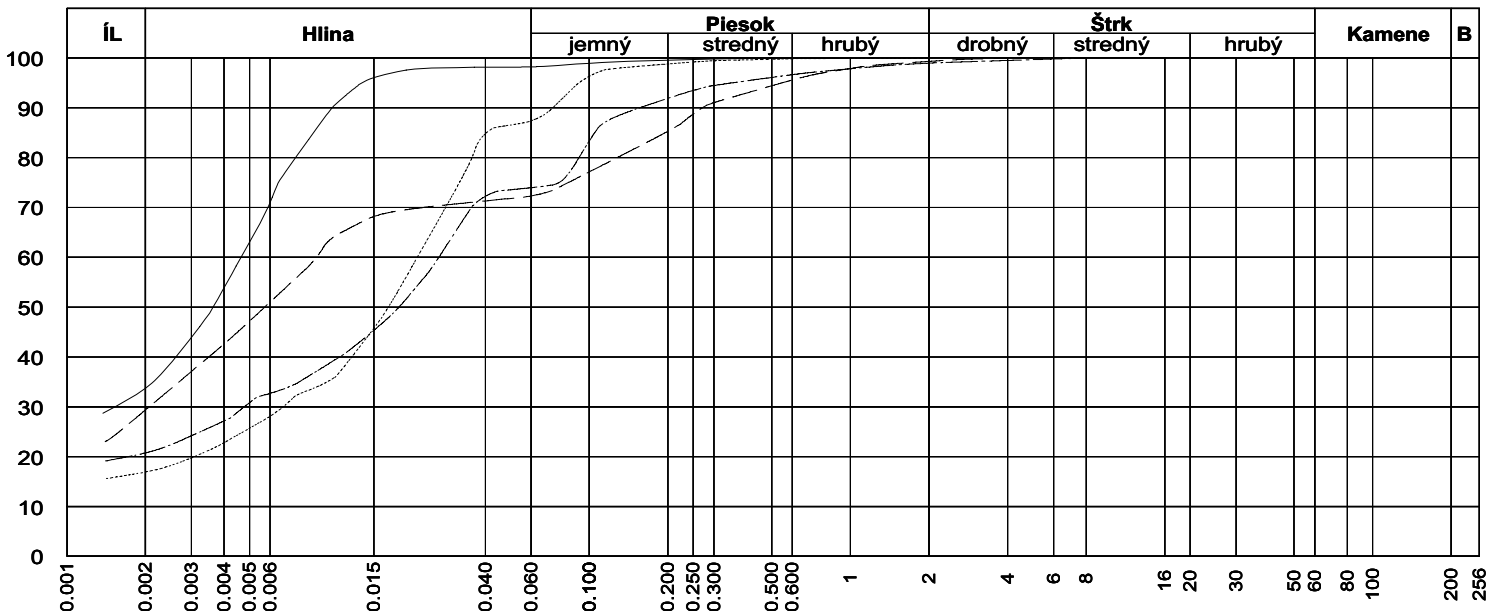
PRÍLOHA Č. : 1



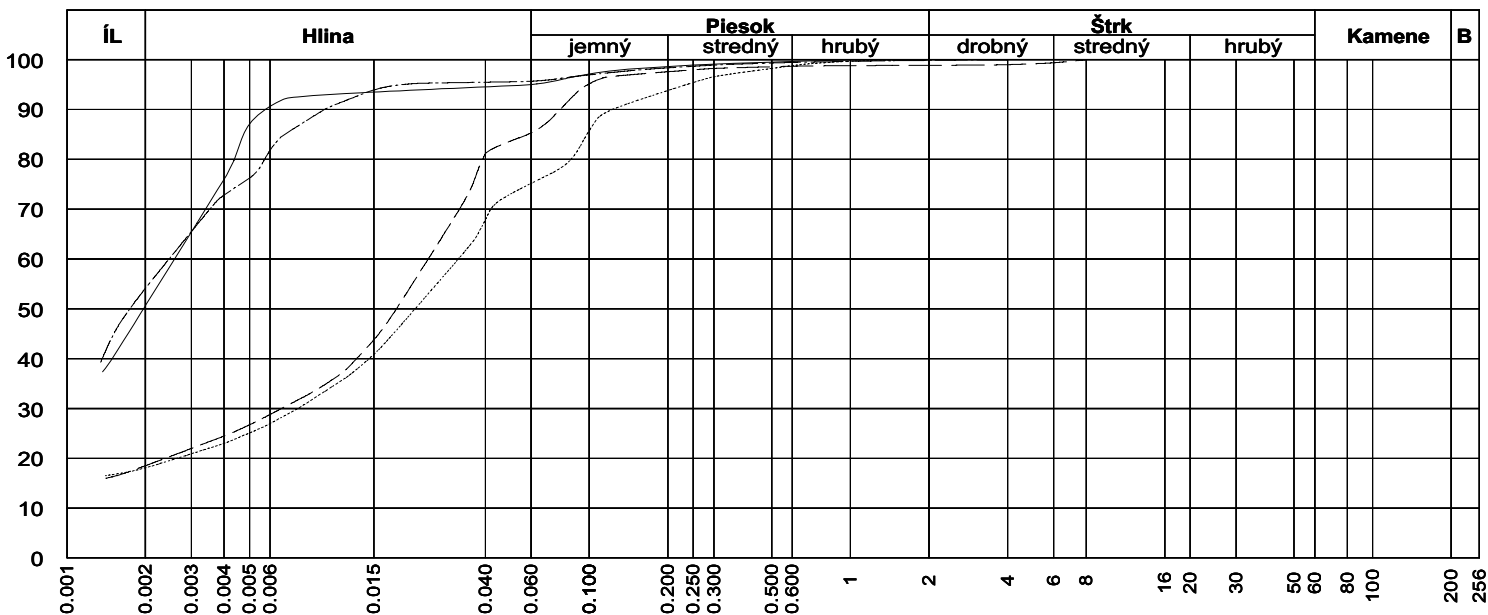
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-1	1.1-1.2	—			39.33	20.87	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PG-1	2.7-2.9	- - - - -			29.13	8.82	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-1	5.8-6.0	.....			34.79	4.70	F3	MS	Hlina piesčitá
PG-2	1.0-1.1	- - - - -			27.27	6.24	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



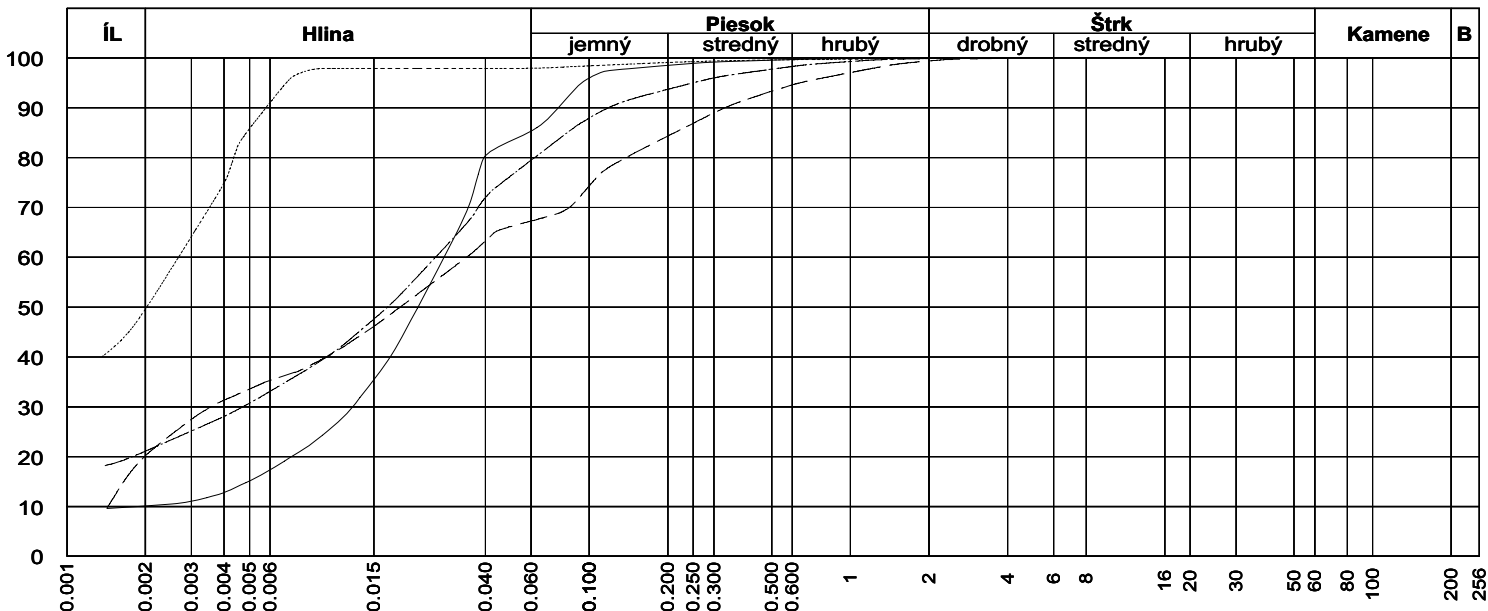
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-2	3.5-3.7	—			28.57	8.21	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-2	5.6-5.8	- - - - -			28.50	3.56	F3	MS	Hlina piesčitá
PG-3	1.6-1.7	.....			25.61	4.11	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
PG-3	4.1-4.3	- - - - -			34.80	18.45	F4	CS	Íl piesčitý



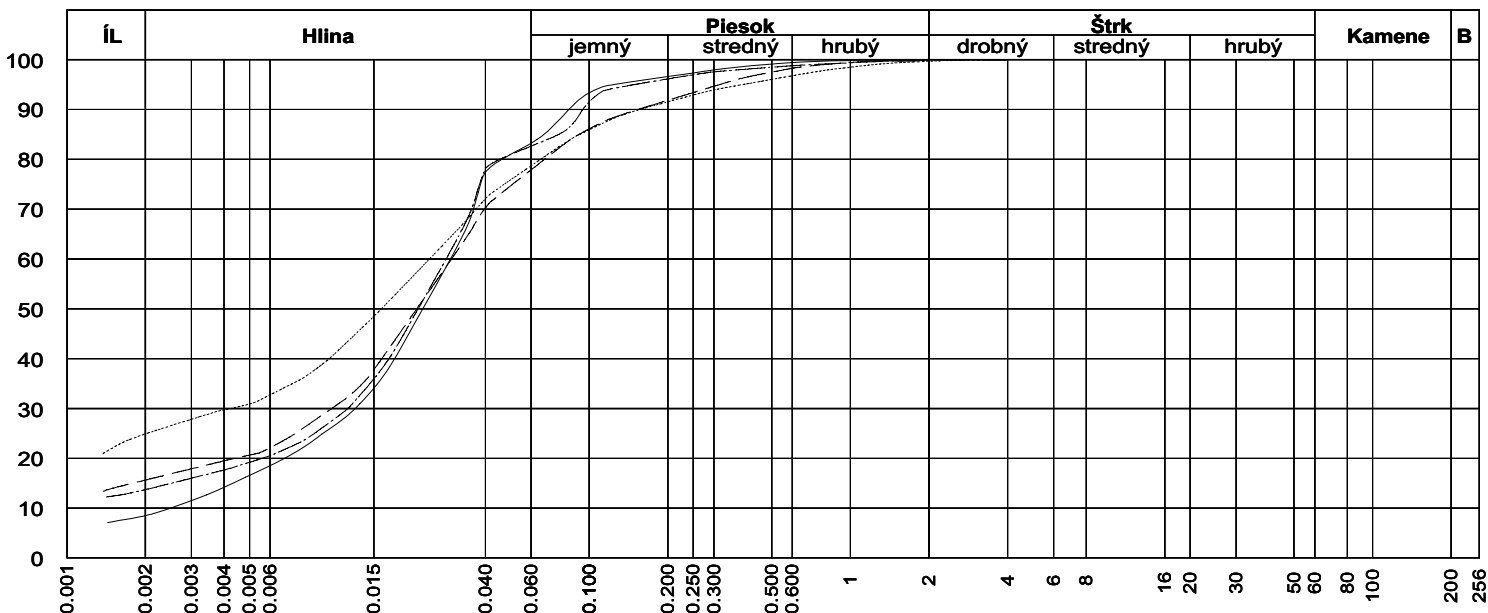
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-3	5.7-5.9	—			56.37	31.78	F8	CH	íl s vysokou plasticitou
PG-3	8.7-8.9	----			70.60	39.49	F8	CH	íl s vysokou plasticitou
PG-4	2.8-3.0	.....			31.30	10.47	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
PG-4	4.1-4.3	-----			31.95	12.28	F6	CL	íl s nízkou plasticitou



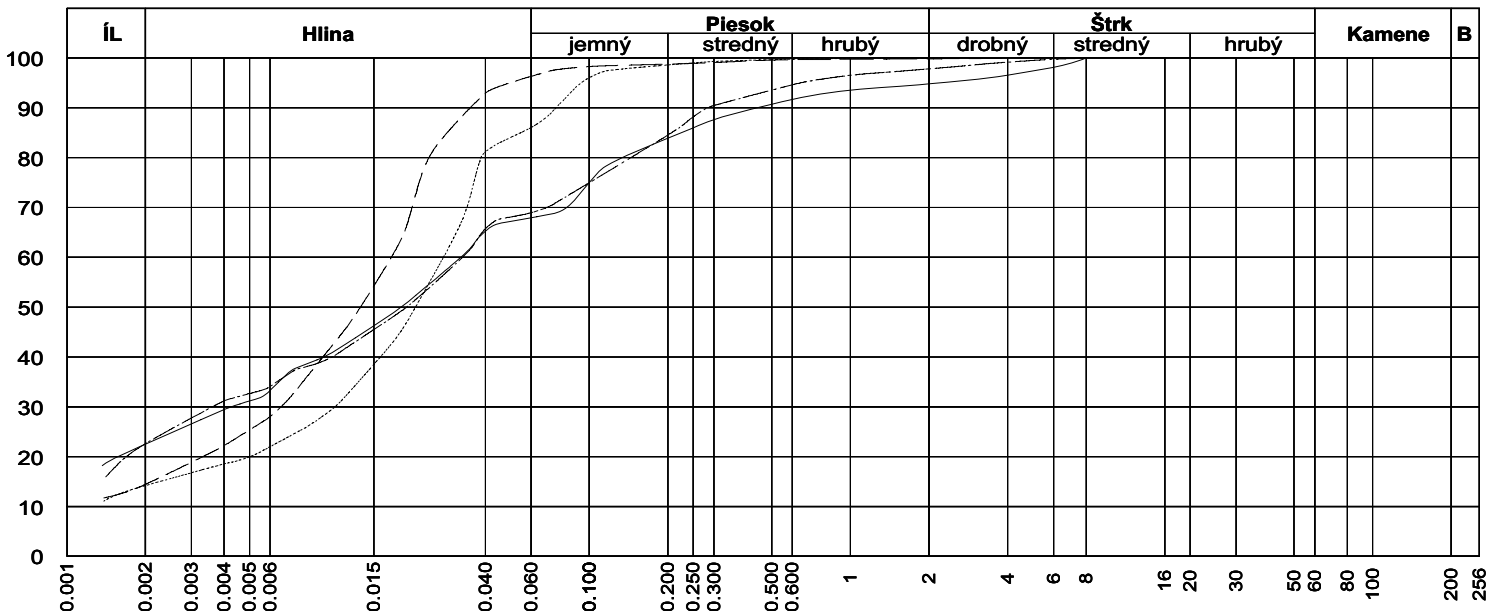
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-4	6.5-6.7	—			93.78	59.92	F8	CE	íl s extr. vysokou plasticitou
PG-5	1.3-1.5	----			28.55	8.07	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
PG-5	5.5-5.7	.....			30.78	11.01	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
PG-5	7.4-7.5	-----			77.47	48.97	F8	CV	íl s veľmi vysokou plasticitou



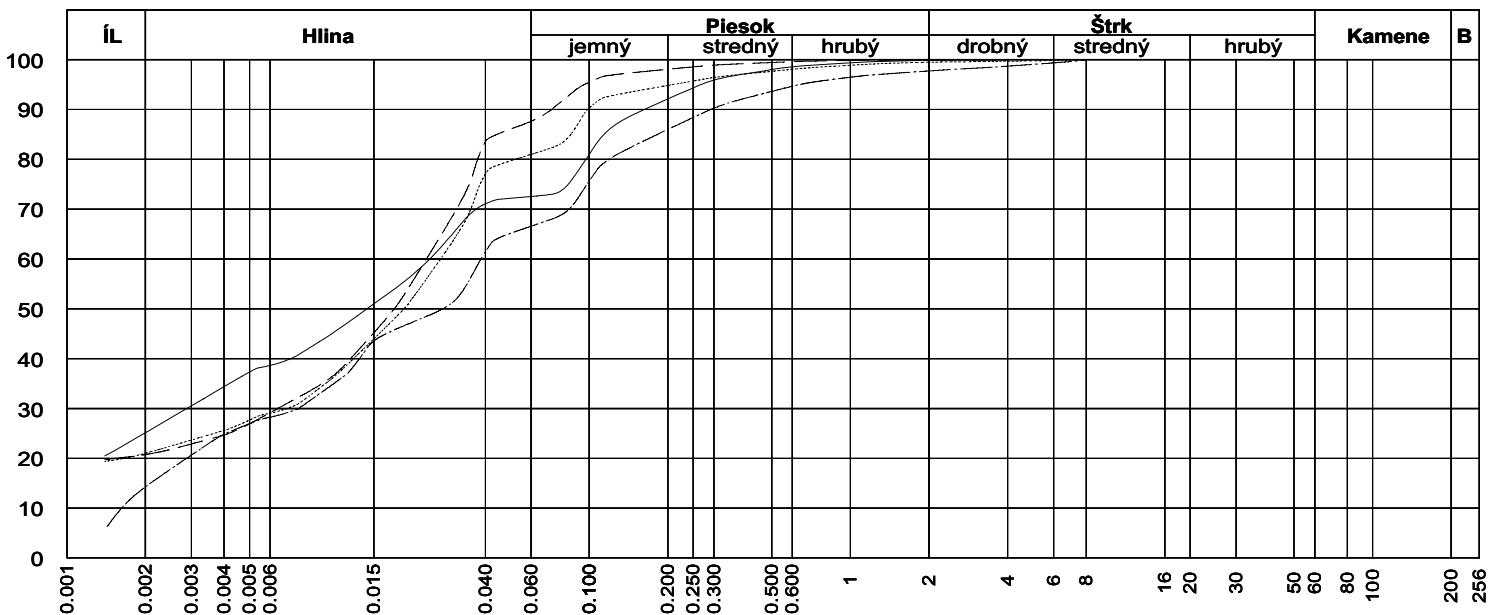
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-6	2.5-2.6	—			27.43	6.22	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-6	4.9-5.2	- - - - -			33.41	15.35	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-6	7.0-7.2	.....			79.24	47.42	F8	CV	Íl s veľmi vysokou plasticitou
PG-6	9.5-9.7	- - - - -			32.20	13.02	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-7	1.2-1.4	—			27.32	6.86	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-7	3.4-3.6	- - - - -			30.12	3.16	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
PG-8	0.7-0.8	.....			37.32	17.34	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PG-8	3.5-3.6	- - - - -			25.77	4.73	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou

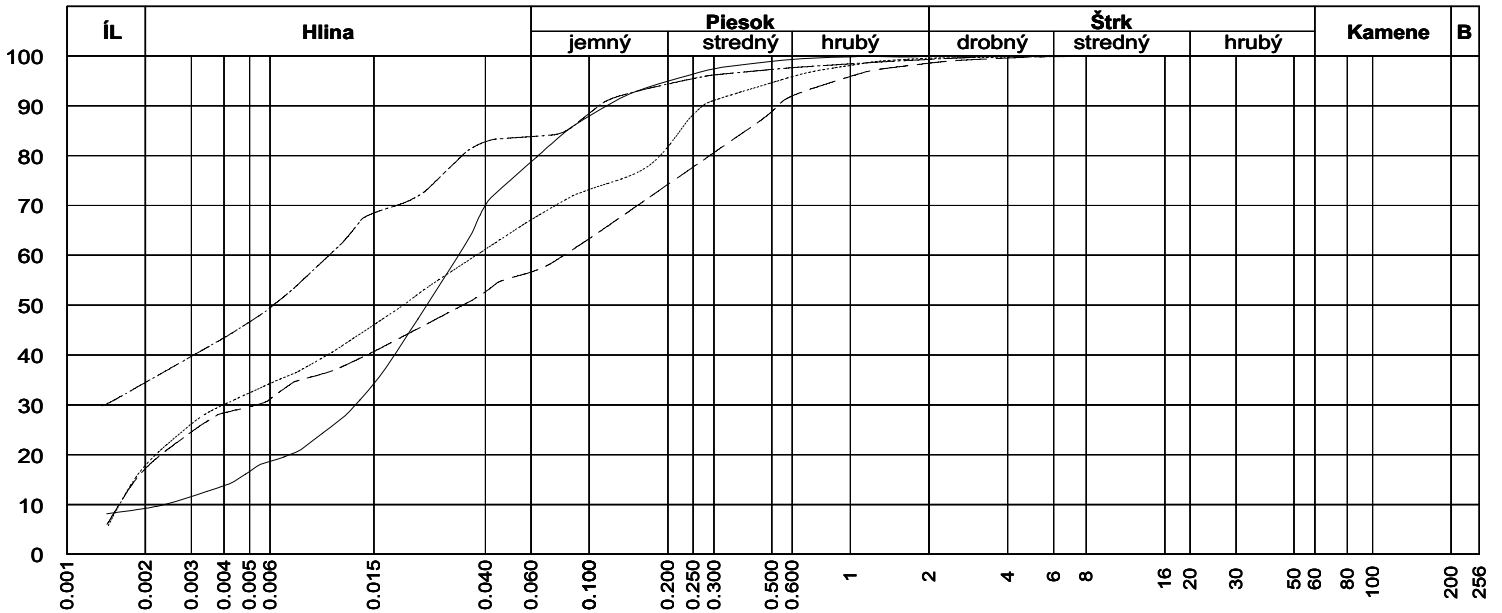


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-8	7.4-7.5	—			37.19	19.78	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PG-8	9.2-9.4	- - - - -			46.61	19.52	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PG-9	2.5-2.7	.....			27.90	7.24	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-9	5.3-5.5	- - - - -			35.32	16.79	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-9	6.9-7.1	—			32.47	15.25	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-10	3,8-4,0	- - - - -			30.18	10.25	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-11	4.1-4.3	.....			31.02	10.46	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-11	7.5-7.7	- - - - -			34.33	15.68	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou





Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
PG-12	4.6-4.7	————			28.25	8.16	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PG-12	6.2-6.4	-----			36.48	17.90	F4	CS	Íl piesčitý
PG-12	7.2-7.4	.....			36.83	19.11	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PG-12	9.4-9.6	-----			48.30	28.06	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

PRÍLOHA Č. : 1/a

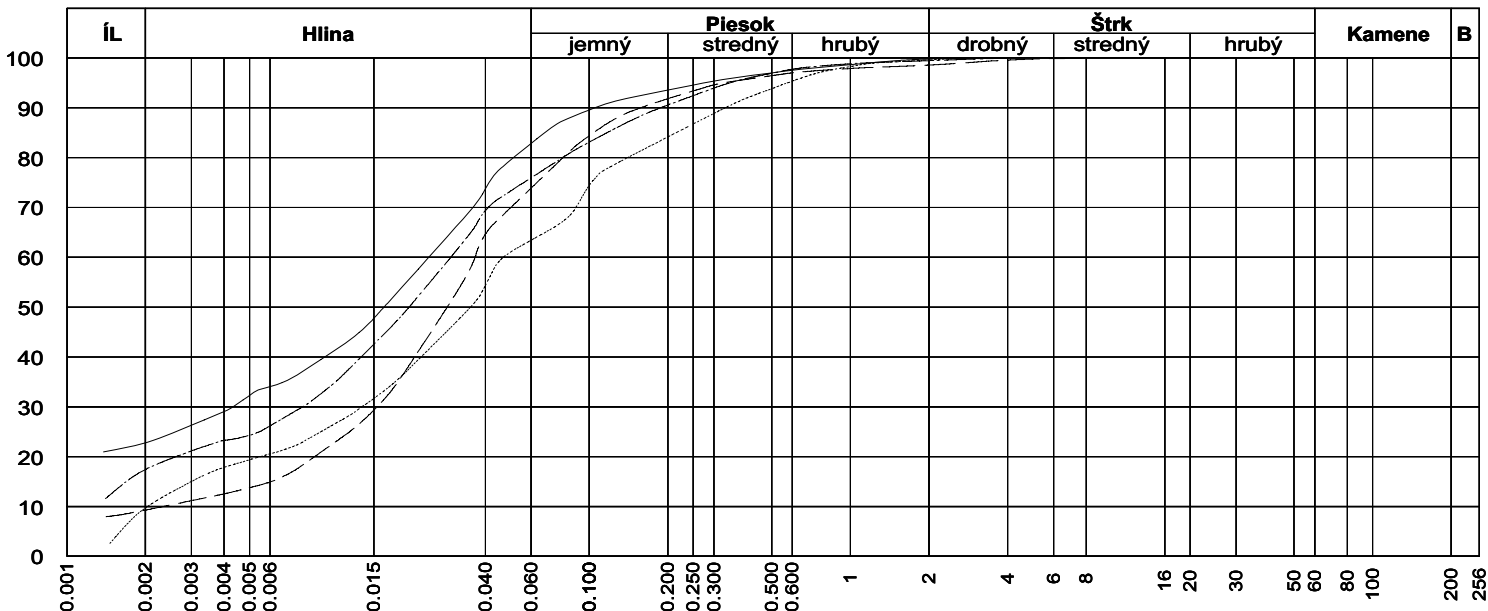
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
SD-1	0.6-0.8	p	18.97	43.44	20.77	22.67	1.08	Pevná	F6	CI
SD-1	3.0-3.1	n	12.38	28.97	21.14	7.83	2.12	Tvrdá	F6	CL
SD-1	4.5-4.7	p	11.86	30.32	20.25	10.07	1.83	Tvrdá	F4	CS
SD-1	9.4-9.6	p	15.43	33.29	20.24	13.04	1.37	Tvrdá	F6	CL
SD-2	1.2-1.4	p	17.40	32.22	19.50	12.72	1.16	Pevná	F6	CL
SD-2	1.5-1.6	n	16.06	30.31	19.68	10.63	1.34	Tvrdá	F6	CL
SD-2	3.4-3.6	n	13.88	28.64	22.21	6.43	2.30	Tvrdá	F6	CL
SD-2	4.2-4.5	p	13.18	32.05	20.07	11.98	1.58	Tvrdá	F6	CL
SD-2	7.4-7.5	p	17.07	35.92	20.64	15.28	1.23	Pevná	F6	CI
SD-3	0.7-0.9	p	20.65	47.10	19.62	27.48	0.96	Tuhá	F6	CI
SD-3	3.3-3.4	n	15.38	30.24	21.17	9.07	1.64	Tvrdá	F6	CL
SD-3	7.3-7.5	p	15.73	35.96	20.42	15.54	1.30	Tvrdá	F6	CI
SD-3	9.6-9.8	p	14.50	34.66	17.61	17.05	1.18	Pevná	F6	CL
SD-4	1.5-1.6	p	16.43	29.34	20.08	9.26	1.39	Tvrdá	F6	CL
SD-4	2.8-3.0	p	15.32	29.56	21.48	8.08	1.76	Tvrdá	F6	CL
SD-4	7.0-7.2	p	16.93	35.72	20.74	14.97	1.25	Tvrdá	F6	CI
SD-5	2.7-2.8	p	16.23	30.31	20.68	9.63	1.46	Tvrdá	F6	CL
SD-5	5.7-5.8	p	12.30	31.86	20.21	11.65	1.68	Tvrdá	F6	CL
SD-5	7.3-7.5	p	16.77	37.71	20.92	16.79	1.25	Pevná	F6	CI

# Krivky zrnitosti zemín

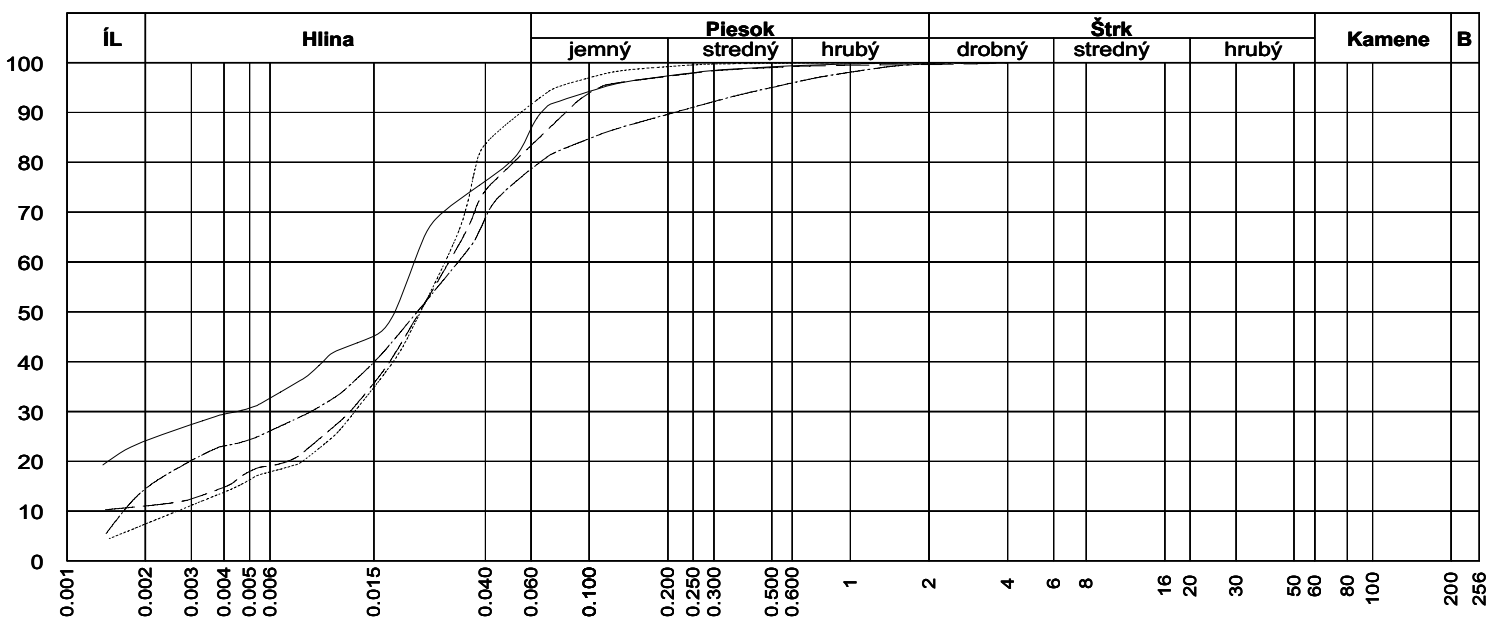
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

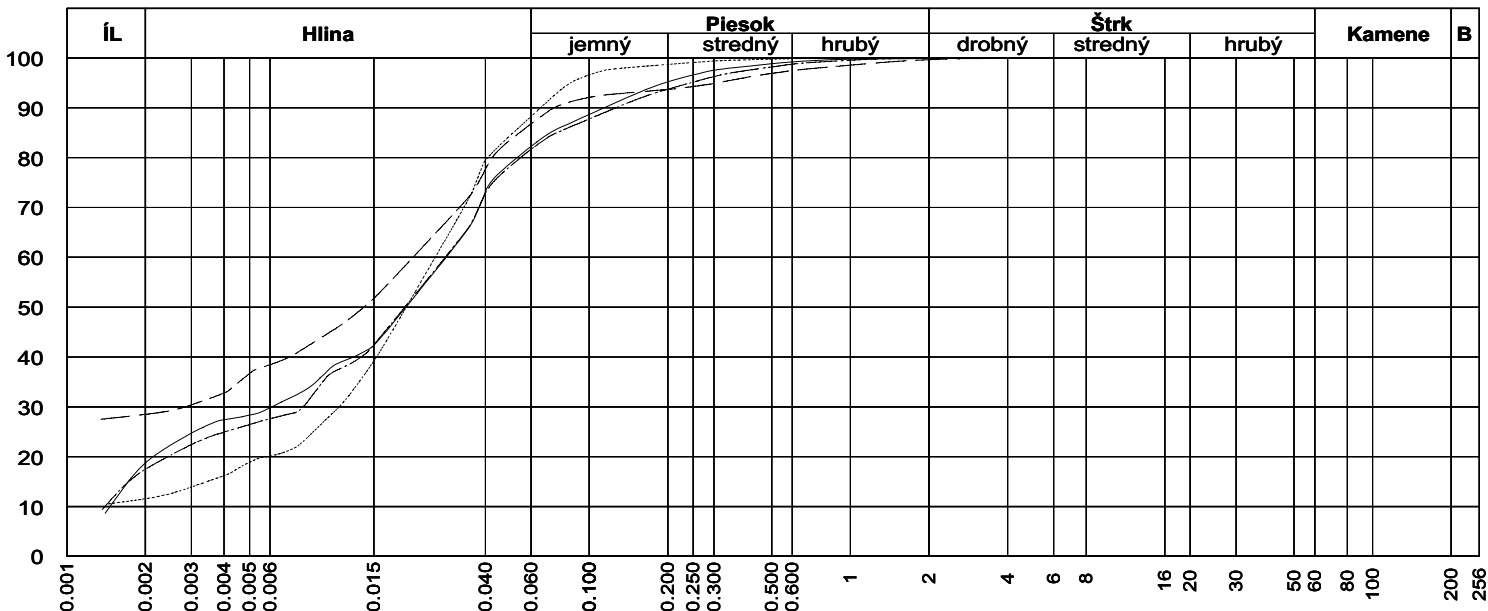
PRÍLOHA Č. : 1



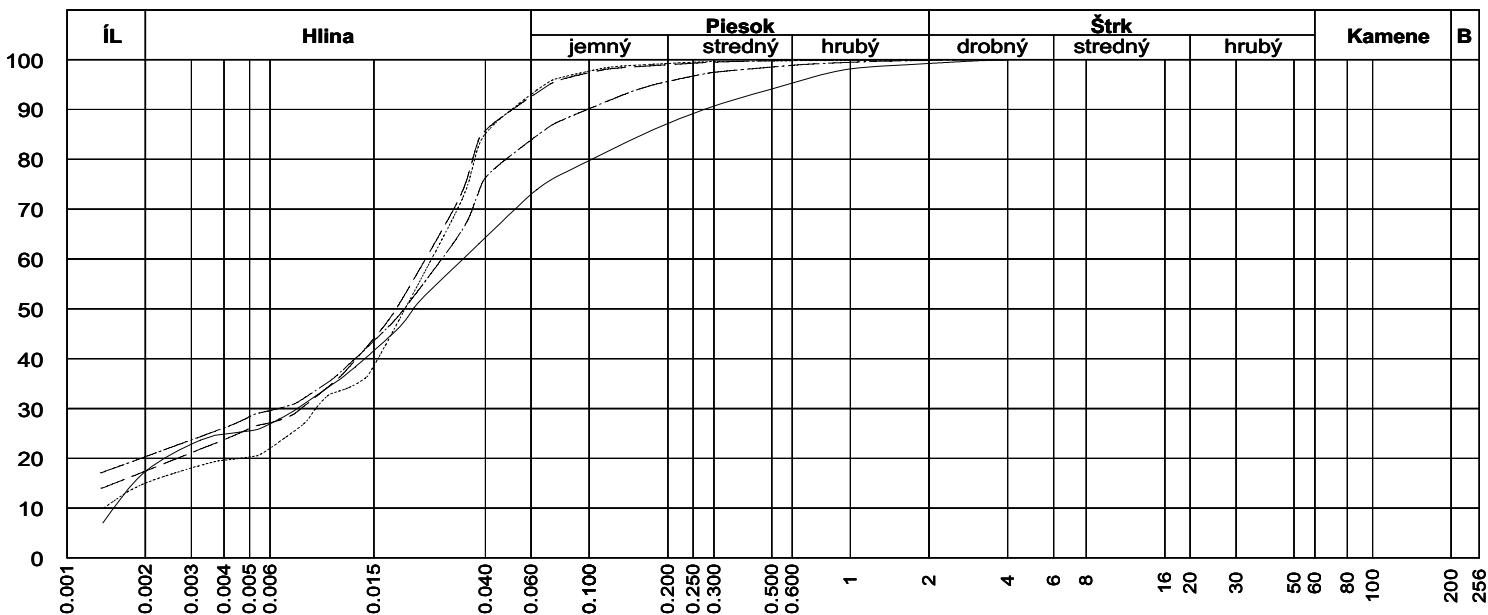
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SD-1	0.6-0.8	—			43.44	22.67	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SD-1	3.0-3.1	- - - - -			28.97	7.83	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-1	4.5-4.7	.....			30.32	10.07	F4	CS	Íl piesčitý
SD-1	9.4-9.6	- - - - -			33.29	13.04	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



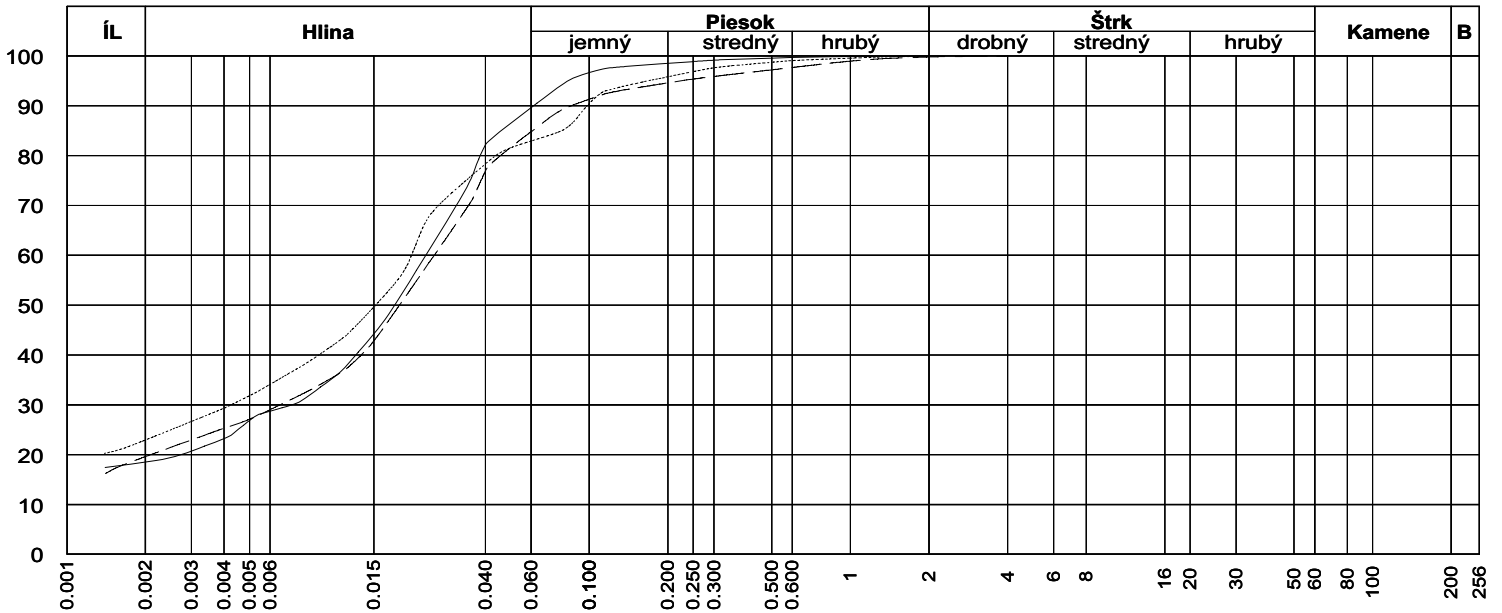
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SD-2	1.2-1.4	—			32.22	12.72	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-2	1.5-1.6	- - - - -			30.31	10.63	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-2	3.4-3.6	.....			28.64	6.43	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-2	4.2-4.5	- - - - -			32.05	11.98	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SD-2	7.4-7.5	—			35.92	15.28	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SD-3	0.7-0.9	- - - - -			47.10	27.48	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SD-3	3.3-3.4	.....			30.24	9.07	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-3	7.3-7.5	- - - - -			35.96	15.54	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SD-3	9.6-9.8	—			34.66	17.05	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-4	1.5-1.6	- - - - -			29.34	9.26	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-4	2.8-3.0	.....			29.56	8.08	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-4	7.0-7.2	- - - - -			35.72	14.97	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SD-5	2.7-2.8	—			30.31	9.63	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-5	5.7-5.8	- - - - -			31.86	11.65	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SD-5	7.3-7.5	.....			37.71	16.79	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

PRÍLOHA Č. : 1/a

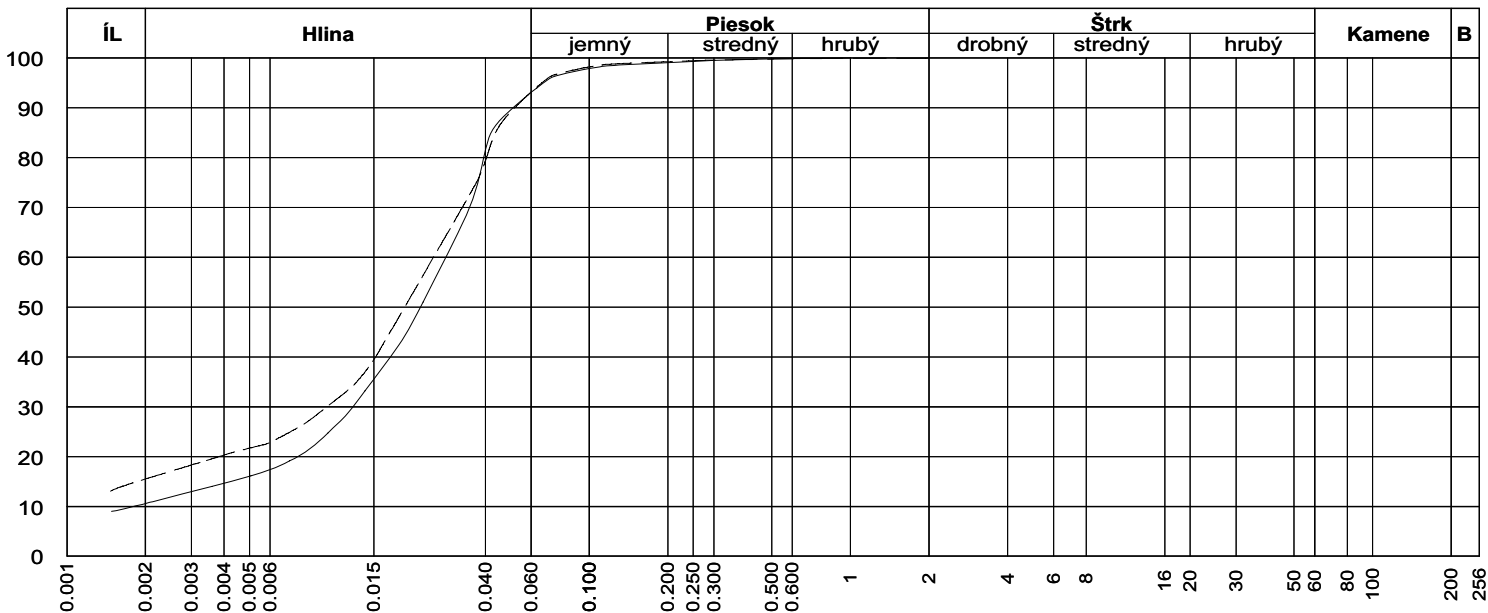
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>SE4</b>	<b>1,6-1,7</b>		16.64	29.82	22.12	7.70	1.71	Tvrdá	F6	CL
<b>SE5</b>	<b>1,5-1,6</b>		17.49	29.41	22.10	7.31	1.63	Tvrdá	F6	CL

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SE4	1,6-1,7	————			29.82	7.70	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SE5	1,5-1,6	-----			29.41	7.31	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
SG-1	2.5-2.6	n	15.59	28.27	21.78	6.49	1.95	Tvrdá	F6	CL
SG-1	4.3-4.5	p	12.25	31.46	21.44	10.02	1.92	Tvrdá	F4	CS
SG-1	5.8-6.0	p	20.12	36.68	22.19	14.49	1.14	Pevná	F6	CI
SG-1	7.1-7.3	p	16.48	34.97	21.85	13.12	1.41	Tvrdá	F6	CL
SG-2	1.0-1.1	p	17.73	38.15	20.15	18.00	1.13	Pevná	F6	CI
SG-2	2.6-2.7	n	15.42	29.28	21.37	7.91	1.75	Tvrdá	F6	CL
SG-2	5.7-6.0	p	15.40	33.66	23.84	9.82	1.86	Tvrdá	F5	ML
SG-2	7.5-7.8	p	19.75	39.32	24.03	15.29	1.28	Tvrdá	F6	CI
SG-3	2.4-2.5	n	17.86	29.43	21.37	8.07	1.44	Tvrdá	F6	CL
SG-3	5.7-5.9	p	18.04	32.04	22.33	9.72	1.44	Tvrdá	F6	CL
SG-3	8.6-8.8	p	18.38	37.64	21.12	16.52	1.17	Pevná	F6	CI
SG-3	9.3-10.0	p	19.68	31.09	20.39	10.70	1.07	Pevná	F6	CL
SG-4	0.9-1.1	p	17.22	30.73	20.21	10.52	1.28	Tvrdá	F6	CL
SG-4	3.4-3.5	n	14.87	29.27	22.29	6.98	2.06	Tvrdá	F6	CL
SG-4	5.6-5.7	p	13.11	31.96	21.51	10.44	1.81	Tvrdá	F6	CL
SG-4	7.5-7.7	p	23.60	39.67	25.31	14.35	1.12	Pevná	F5	MI
SG-5	1.4-1.5	p	16.10	31.66	20.55	11.11	1.40	Tvrdá	F6	CL
SG-5	4.5-4.6	n	13.99	28.33	20.90	7.43	1.93	Tvrdá	F6	CL
SG-5	5.7-5.9	p	13.13	33.54	21.39	12.15	1.68	Tvrdá	F6	CL
SG-5	7.5-7.7	p	17.79	36.26	22.40	13.86	1.33	Tvrdá	F6	CI

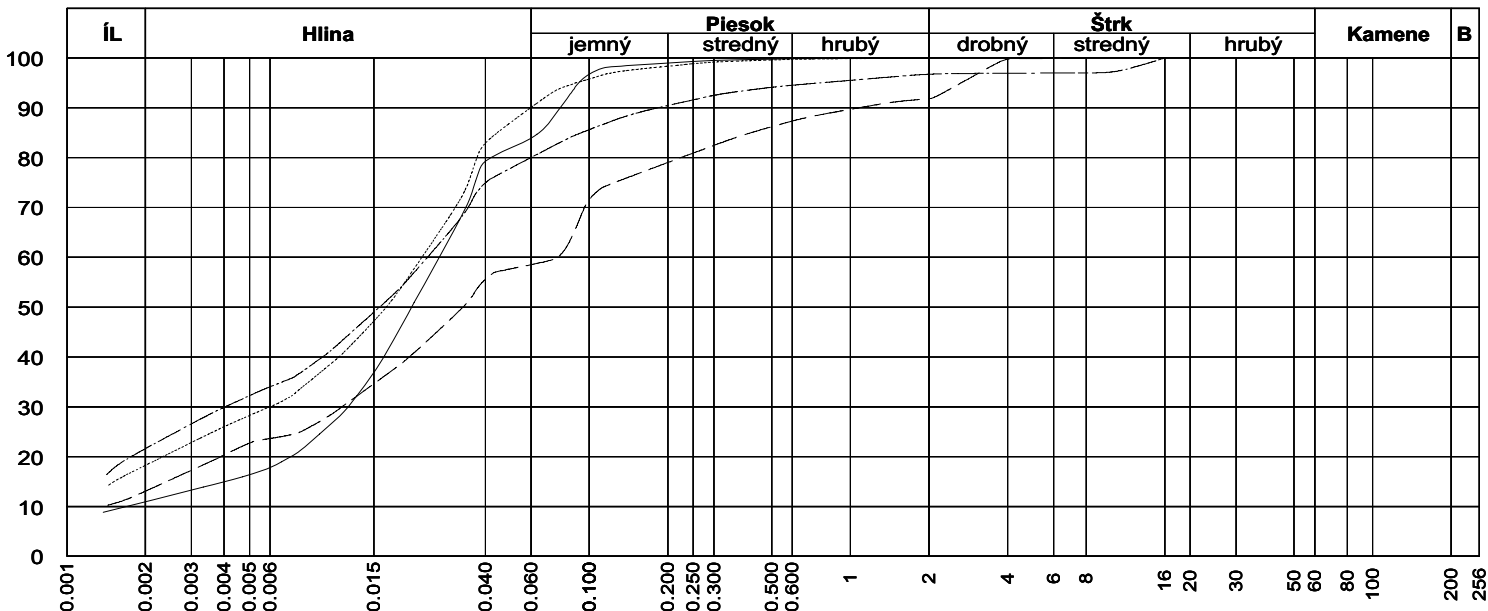


# Krivky zrnitosti zemín

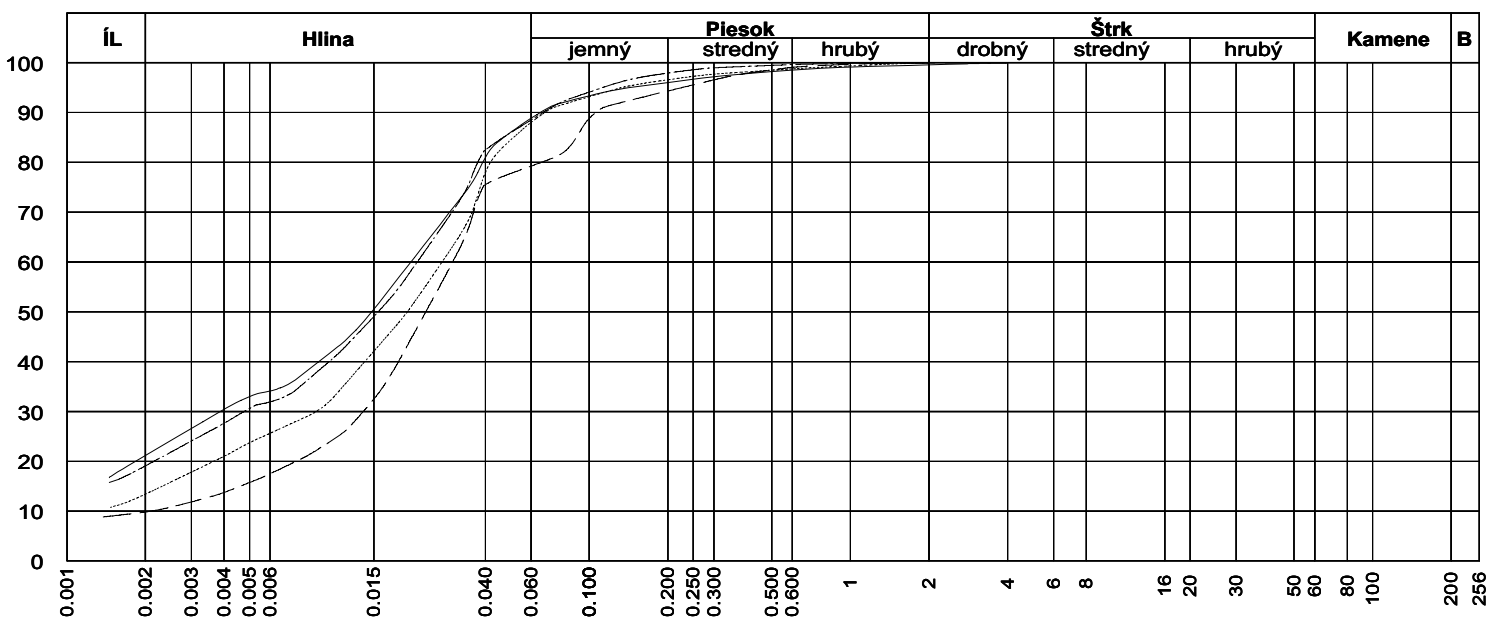
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

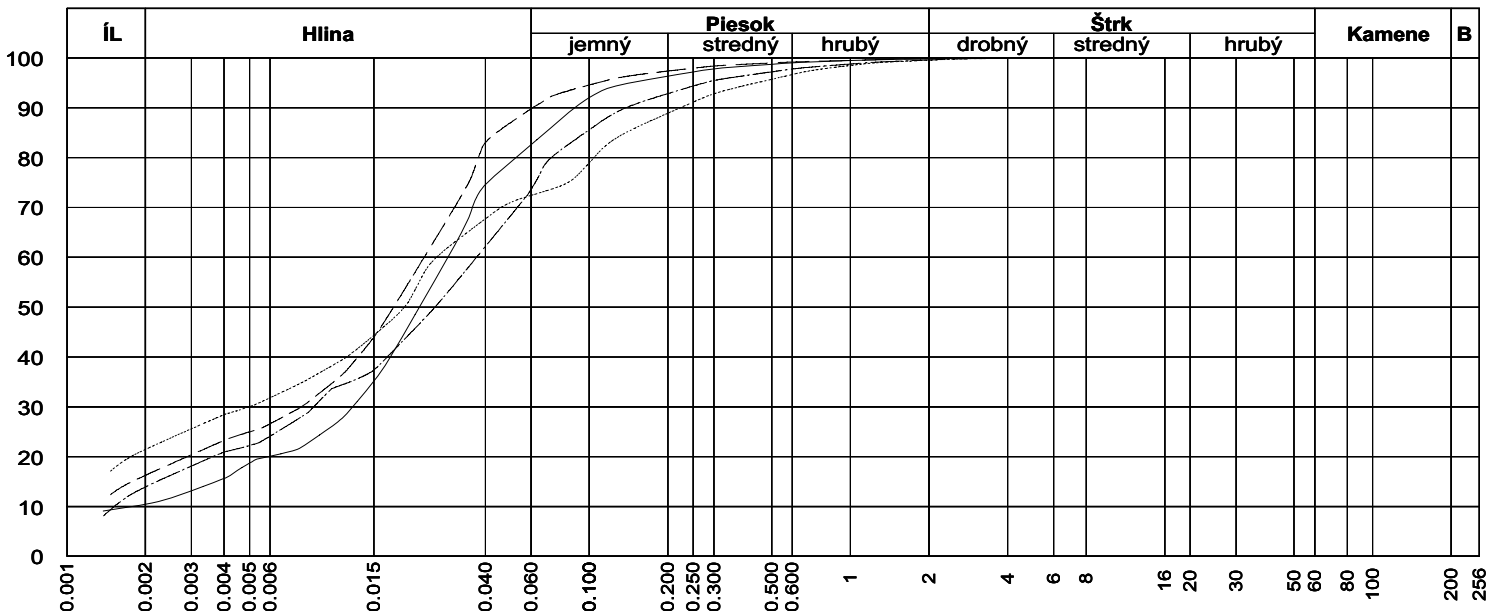
PRÍLOHA Č. : 1



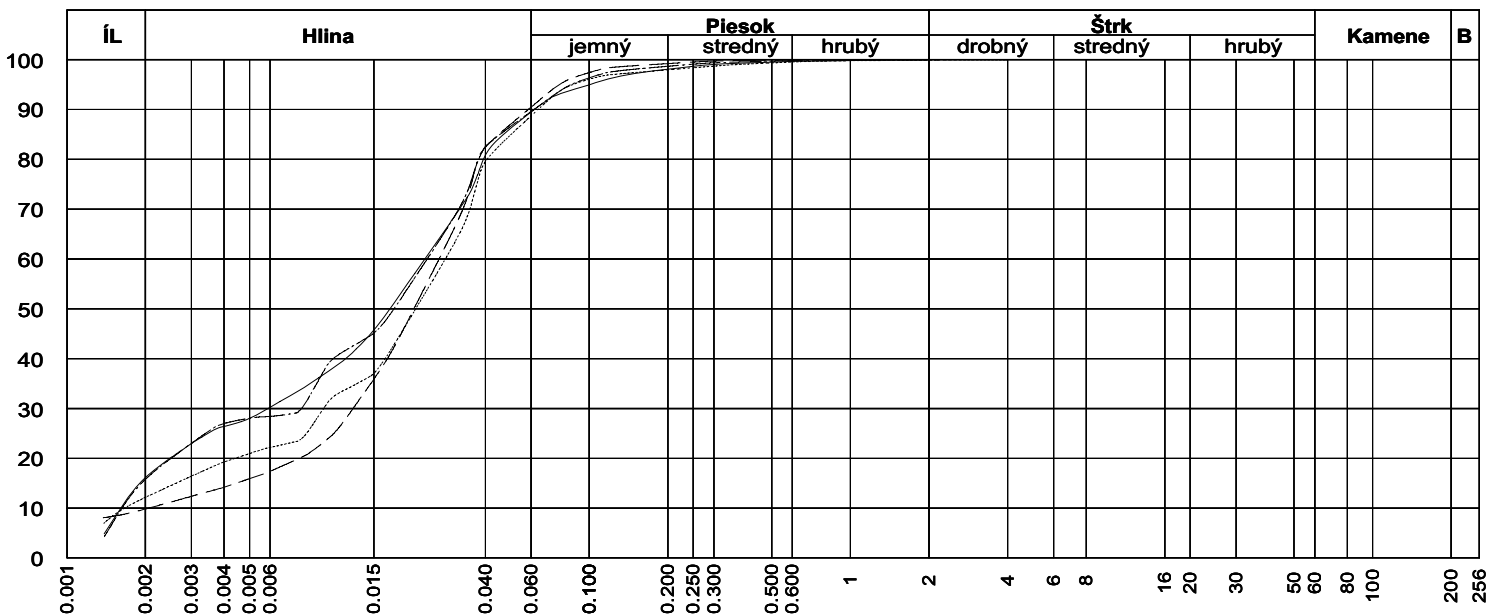
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SG-1	2.5-2.6	—			28.27	6.49	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
SG-1	4.3-4.5	- - - - -			31.46	10.02	F4	CS	íl piesčitý
SG-1	5.8-6.0	.....			36.68	14.49	F6	CI	íl so strednou plasticitou
SG-1	7.1-7.3	- - - - -			34.97	13.12	F6	CL	íl s nízkou plasticitou



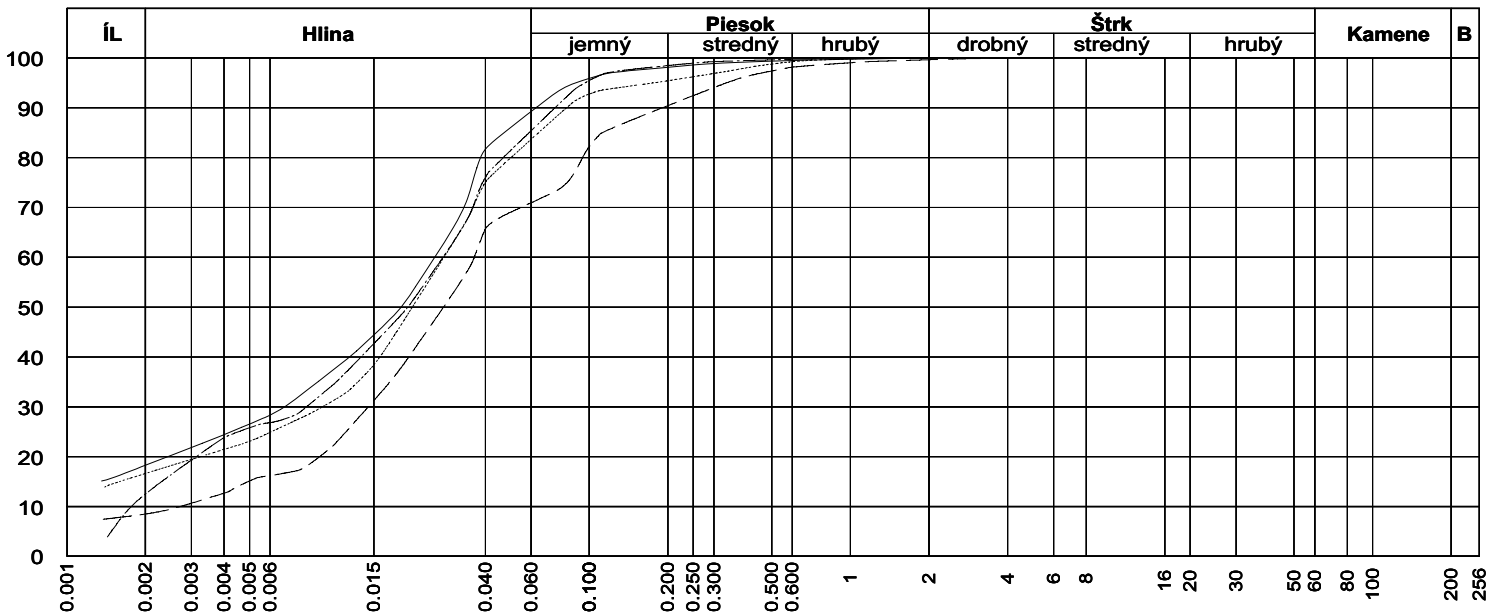
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SG-2	1.0-1.1	—			38.15	18.00	F6	CI	íl so strednou plasticitou
SG-2	2.6-2.7	- - - - -			29.28	7.91	F6	CL	íl s nízkou plasticitou
SG-2	5.7-6.0	.....			33.66	9.82	F5	ML	Hlina s nízkou plasticitou
SG-2	7.5-7.8	- - - - -			39.32	15.29	F6	CI	íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SG-3	2.4-2.5	—			29.43	8.07	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-3	5.7-5.9	- - - - -			32.04	9.72	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-3	8.6-8.8	.....			37.64	16.52	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SG-3	9.3-10.0	- - - - -			31.09	10.70	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SG-4	0.9-1.1	—			30.73	10.52	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-4	3.4-3.5	- - - - -			29.27	6.98	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-4	5.6-5.7	.....			31.96	10.44	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-4	7.5-7.7	- - - - -			39.67	14.35	F5	MI	Hlina so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SG-5	1.4-1.5	—			31.66	11.11	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-5	4.5-4.6	-----			28.33	7.43	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-5	5.7-5.9	.....			33.54	12.15	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SG-5	7.5-7.7	-----			36.26	13.86	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
SP-1	1.0-1.2	p	22.95	47.52	19.94	27.58	0.89	Tuhá	F6	CI
SP-1	2.7-2.9	p	14.28	30.63	20.36	10.27	1.59	Tvrdá	F6	CL
SP-1	7.5-7.7	p	17.89	41.27	21.63	19.64	1.19	Pevná	F6	CI
SP-2	1.3-1.4	n	15.75	28.58	21.17	7.41	1.73	Tvrdá	F6	CL
SP-2	4.3-4.4	p	14.40	30.49	19.80	10.69	1.50	Tvrdá	F6	CL
SP-2	6.8-7.0	p	18.17	34.73	20.30	14.43	1.15	Pevná	F6	CL
SP-2	9.5-9.7	p	17.59	37.83	17.46	20.37	0.99	Tuhá	F6	CI
SP-3	1.5-1.6	n	17.73	29.86	21.40	8.46	1.43	Tvrdá	F6	CL
SP-3	4.5-4.6	n	14.46	26.08	20.07	6.01	1.93	Tvrdá	F6	CL
SP-3	5.5-5.7	p	14.98	31.28	19.56	11.72	1.39	Tvrdá	F6	CL
SP-3	7.2-7.4	p	17.65	35.80	20.11	15.69	1.16	Pevná	F6	CI
SP-4	4.5-4.6	p	6.35	31.95	19.95	12.00	2.13	Tvrdá	F6	CL
SP-4	6.6-6.7	p	6.53	32.73	20.04	12.69	2.06	Tvrdá	F6	CL
SP-4	7.2-7.4	p	7.16	29.87	20.15	9.72	2.34	Tvrdá	F6	CL
SP-5	1.3-1.4	p	17.21	31.06	20.41	10.65	1.30	Tvrdá	F6	CL
SP-5	5.9-6.0	p	15.09	32.39	20.24	12.16	1.42	Tvrdá	F6	CL
SP-5	8.5-8.6	p	20.84	38.76	21.86	16.90	1.06	Pevná	F6	CI
SP-6	0.7-0.9	p	19.67	44.25	18.96	25.28	0.97	Tuhá	F6	CI
SP-6	1.1-1.2	p	18.32	43.19	18.54	24.65	1.01	Pevná	F6	CI
SP-6	3.3-3.4	n	13.91	30.63	20.89	9.74	1.72	Tvrdá	F6	CL
SP-6	5.8-5.9	p	13.58	32.90	20.66	12.24	1.58	Tvrdá	F6	CL

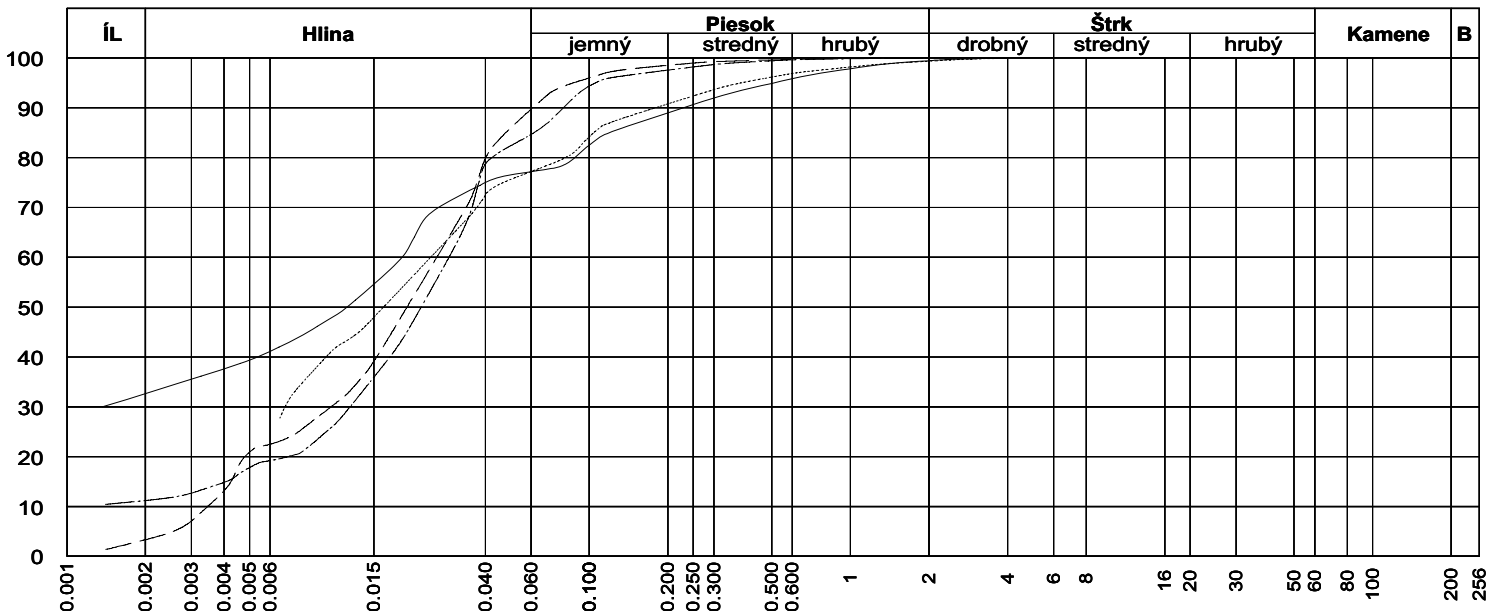
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
SP-7	1.3-1.4	n	16.68	28.06	21.17	6.88	1.65	Tvrdá	F6	CL
SP-7	3.5-3.7	p	16.26	31.54	20.29	11.25	1.36	Tvrdá	F6	CL
SP-7	7.5-7.8	p	19.25	36.47	21.37	15.10	1.14	Pevná	F6	CI
SP-8	1.8-2.0	p	16.97	30.02	20.44	9.58	1.36	Tvrdá	F6	CL
SP-8	4.3-4.5	p	15.25	30.95	20.30	10.65	1.47	Tvrdá	F6	CL
SP-8	7.3-7.5	p	18.16	37.19	19.62	17.56	1.08	Pevná	F6	CI

# Krivky zrnitosti zemín

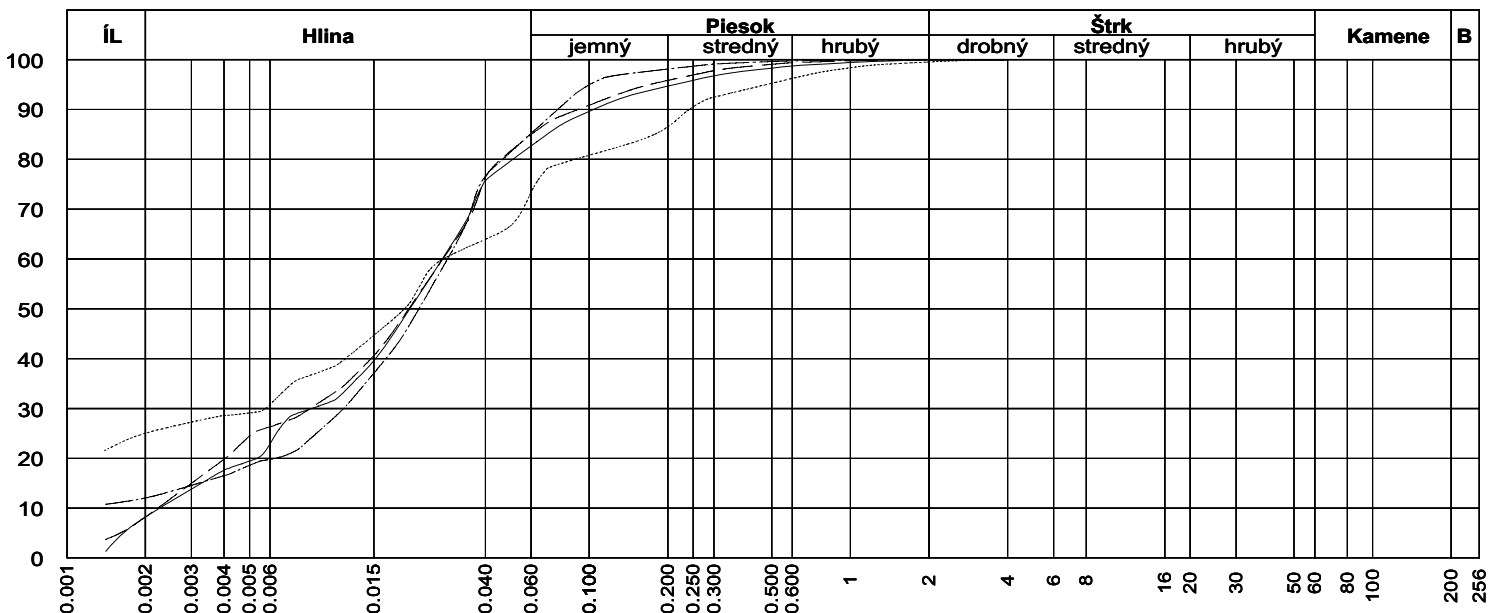
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Senec

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

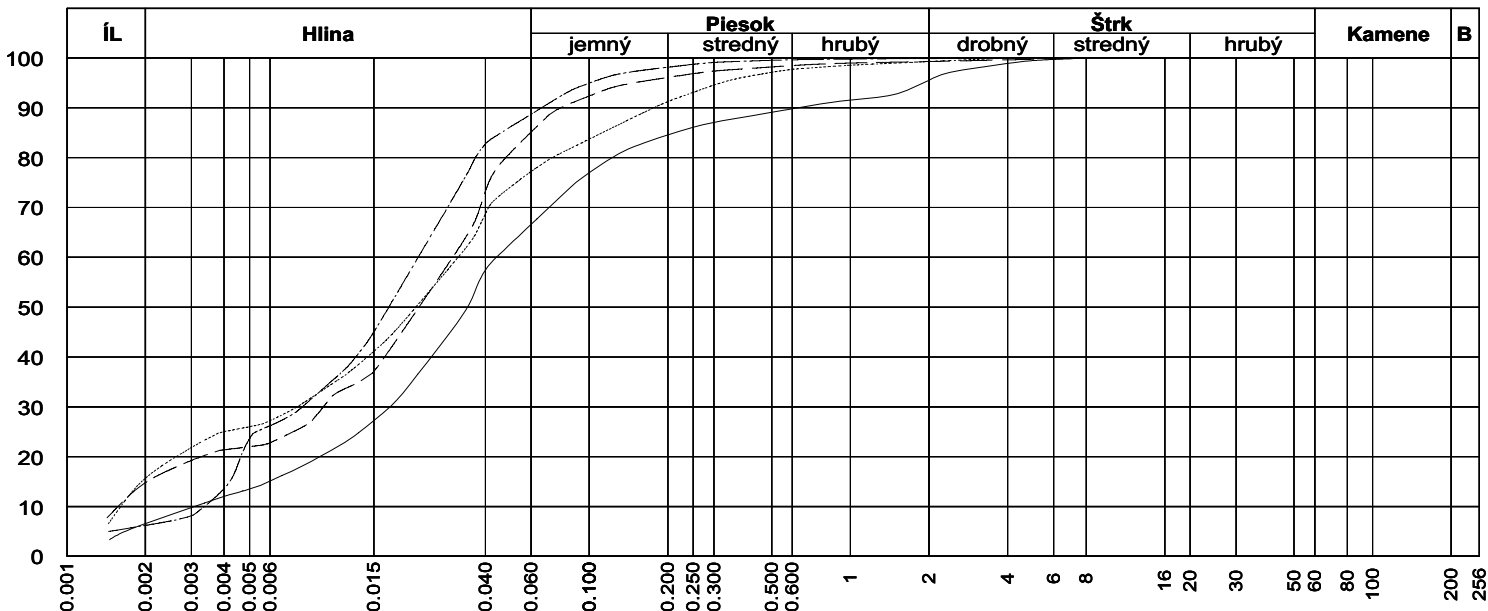
PRÍLOHA Č. : 1



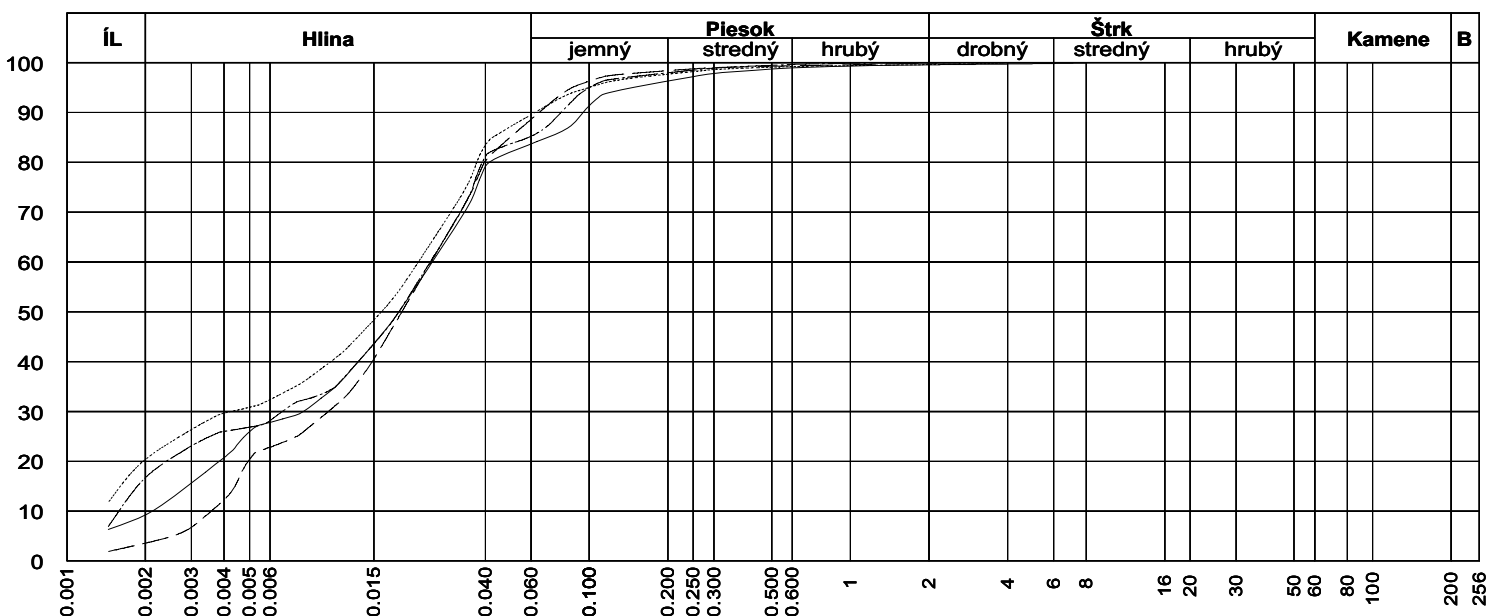
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-1	1.0-1.2	—			47.52	27.58	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-1	2.7-2.9	- - - - -			30.63	10.27	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-1	7.5-7.7	.....			41.27	19.64	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-2	1.3-1.4	- - - - -			28.58	7.41	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



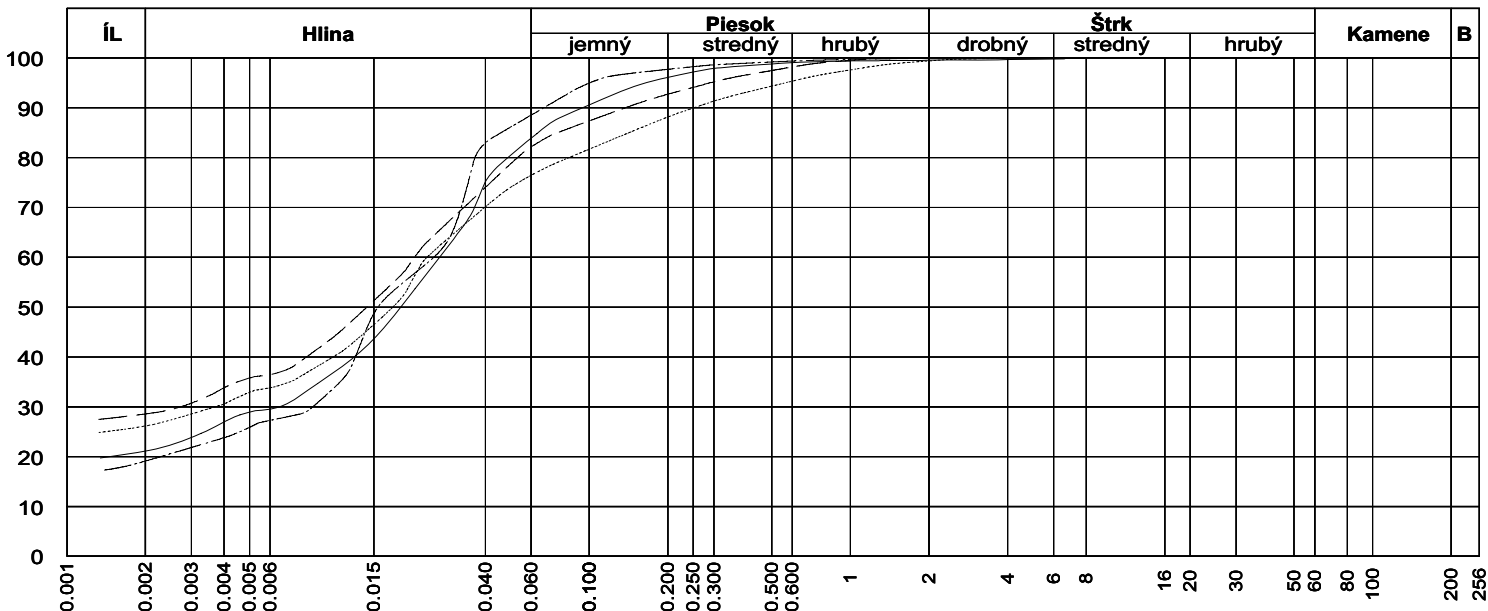
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-2	4.3-4.4	—			30.49	10.69	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-2	6.8-7.0	- - - - -			34.73	14.43	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-2	9.5-9.7	.....			37.83	20.37	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-3	1.5-1.6	- - - - -			29.86	8.46	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



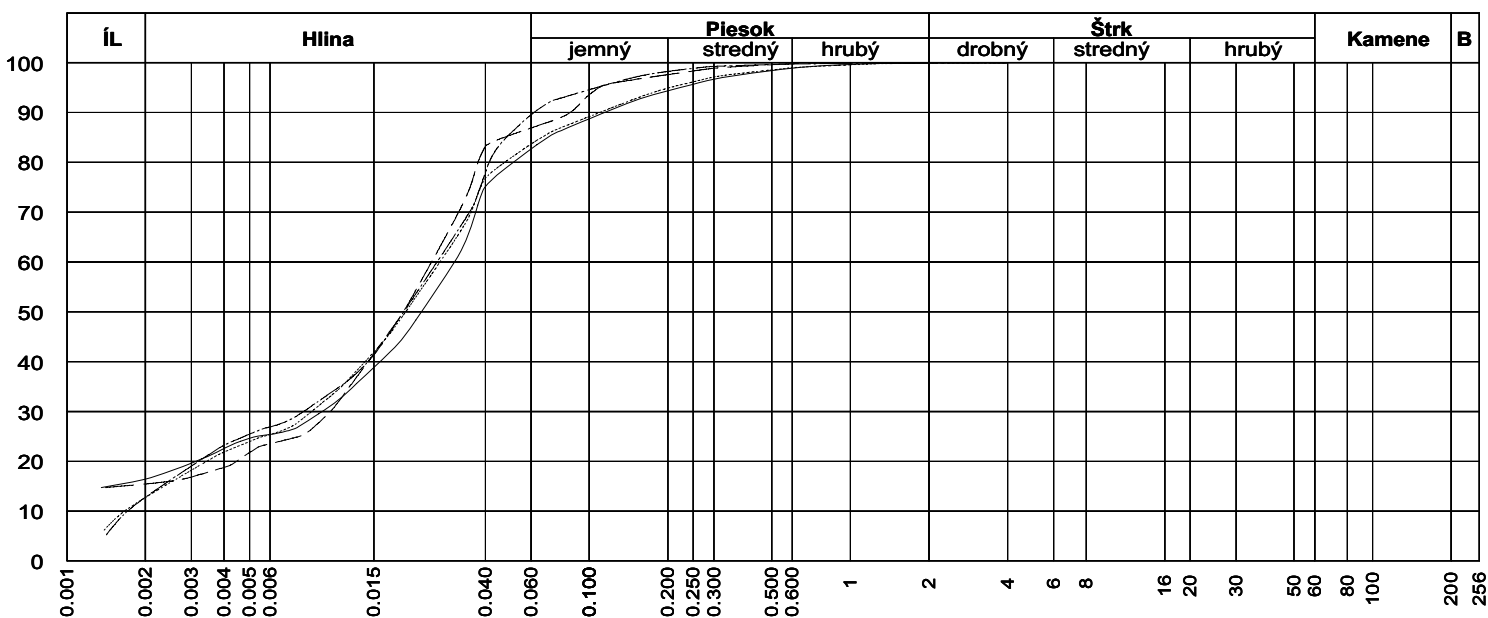
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-3	4.5-4.6	—			26.08	6.01	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-3	5.5-5.7	- - - - -			31.28	11.72	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-3	7.2-7.4	.....			35.80	15.69	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-4	4.5-4.6	- - - - -			31.95	12.00	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-4	6.6-6.7	—			32.73	12.69	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-4	7.2-7.4	- - - - -			29.87	9.72	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-5	1.3-1.4	.....			31.06	10.65	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-5	5.9-6.0	- - - - -			32.39	12.16	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou

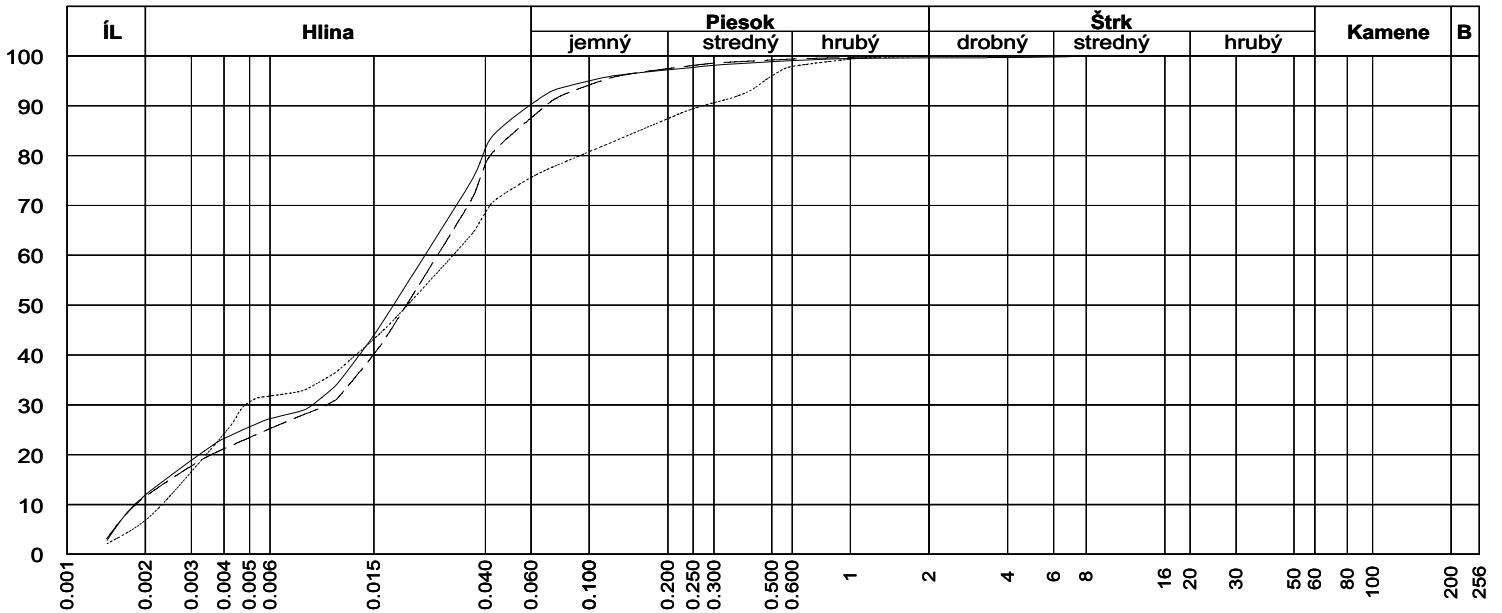


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-5	8.5-8.6	—			38.76	16.90	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-6	0.7-0.9	----			44.25	25.28	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-6	1.1-1.2	.....			43.19	24.65	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
SP-6	3.3-3.4	-----			30.63	9.74	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-6	5.8-5.9	—			32.90	12.24	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-7	1.3-1.4	----			28.06	6.88	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-7	3.5-3.7	.....			31.54	11.25	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-7	7.5-7.8	-----			36.47	15.10	F6	CI	Íl so strednou plasticitou





Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
SP-8	1.8-2.0	—			30.02	9.58	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-8	4.3-4.5	- - - - -			30.95	10.65	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
SP-8	7.3-7.5	.....			37.19	17.56	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Trnava

PRÍLOHA Č. : 1/a

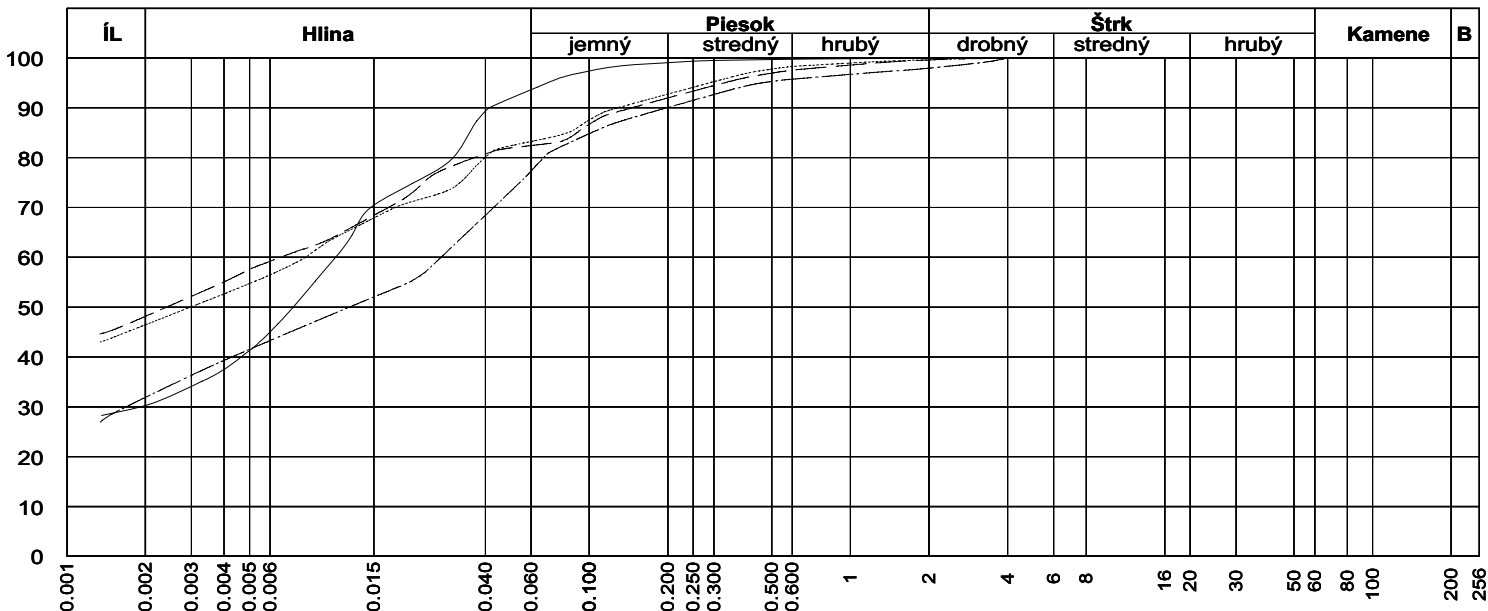
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>S-7</b>	<b>5,0 -5,1</b>		25.73	45.67	22.14	23.53	0.85	Tuhá	F6	CI
<b>S-13</b>	<b>8,0-8,1</b>	n	20.83	49.48	19.79	29.69	0.97	Tuhá	F6	CI
<b>S-18</b>	<b>8,0-8,1</b>	n	21.65	57.19	21.08	36.11	0.98	Tuhá	F8	CH
<b>S-19</b>	<b>7,5-7,6</b>		23.81	55.75	24.36	31.39	1.02	Pevná	F8	CH

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Trnava

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
S-7	5,0 -5,1	—			45.67	23.53	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S-13	8,0-8,1	-----			49.48	29.69	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
S-18	8,0-8,1	.....			57.19	36.11	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
S-19	7,5-7,6	-----			55.75	31.39	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Trnava

PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
TR-1	0.8-1.0	p	17.20	32.44	19.66	12.79	1.19	Pevná	F6	CL
TR-1	2.1-2.4	p	8.05	32.68	19.46	13.22	1.86	Tvrdá	F6	CL
TR-1	4.0-4.2	p	13.09	43.27	23.70	19.57	1.54	Tvrdá	F6	CI
TR-1	6.5-6.6	n	10.81	30.61	20.70	9.91	2.00	Tvrdá	F6	CL
TR-2	1.1-1.2	p	15.19	32.45	19.46	13.00	1.33	Tvrdá	F6	CL
TR-2	1.5-1.6	n	12.42	30.45	20.73	9.73	1.85	Tvrdá	F6	CL
TR-2	3.6-3.7	n	14.46	47.88	20.27	27.62	1.21	Pevná	F6	CI
TR-2	5.5-5.6	n	10.61	30.32	20.35	9.96	1.98	Tvrdá	F6	CL
TR-2	7.5-7.7	p	15.83	32.46	20.80	11.66	1.43	Tvrdá	F6	CL
TR-3	1.5-1.6	n	13.64	30.39	20.96	9.44	1.78	Tvrdá	F6	CL
TR-3	1.5-1.7	p	15.73	27.91	20.09	7.82	1.56	Tvrdá	F6	CL
TR-3	2.1-2.2	n	7.87	29.73	20.36	9.37	2.33	Tvrdá	F6	CL
TR-3	3.8-4.0	n	15.99	36.30	18.21	18.09	1.12	Pevná	F6	CI
TR-3	6.8-7.0	p	13.89	34.79	19.38	15.41	1.36	Tvrdá	F6	CL
TR-4	1.5-2.0	p	15.60	33.65	19.27	14.37	1.26	Tvrdá	F6	CL
TR-4	3.1-3.3	n	10.56	32.49	21.22	11.27	1.95	Tvrdá	F6	CL
TR-4	5.3-5.5	p	13.20	37.67	17.30	20.37	1.20	Pevná	F6	CI
TR-4	7.8-8.0	p	13.68	33.78	20.46	13.32	1.51	Tvrdá	F6	CL
TR-5	0.9-1.0	p	17.85	31.92	20.05	11.86	1.19	Pevná	F6	CL
TR-5	2.7-2.8	n	18.46	32.10	21.18	10.91	1.25	Pevná	F6	CL
TR-5	3.2-3.3	p	16.20	35.56	22.23	13.33	1.45	Tvrdá	F6	CI

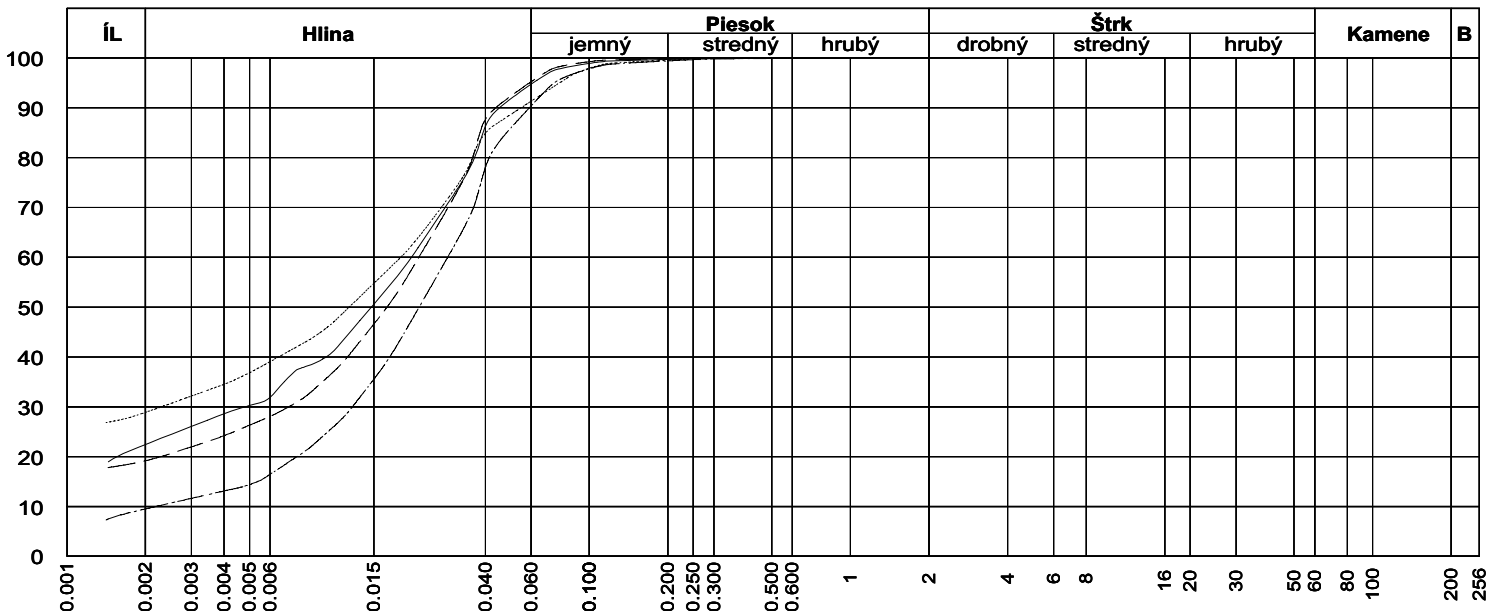
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
TR-5	5.1-5.2	n	15.44	34.36	18.39	15.97	1.18	Pevná	F6	CL
TR-5	5.6-5.8	p	16.09	33.35	19.66	13.69	1.26	Tvrdá	F6	CL
TR-5	7.5-7.7	p	15.74	34.48	18.68	15.80	1.19	Pevná	F6	CL

# Krivky zrnitosti zemín

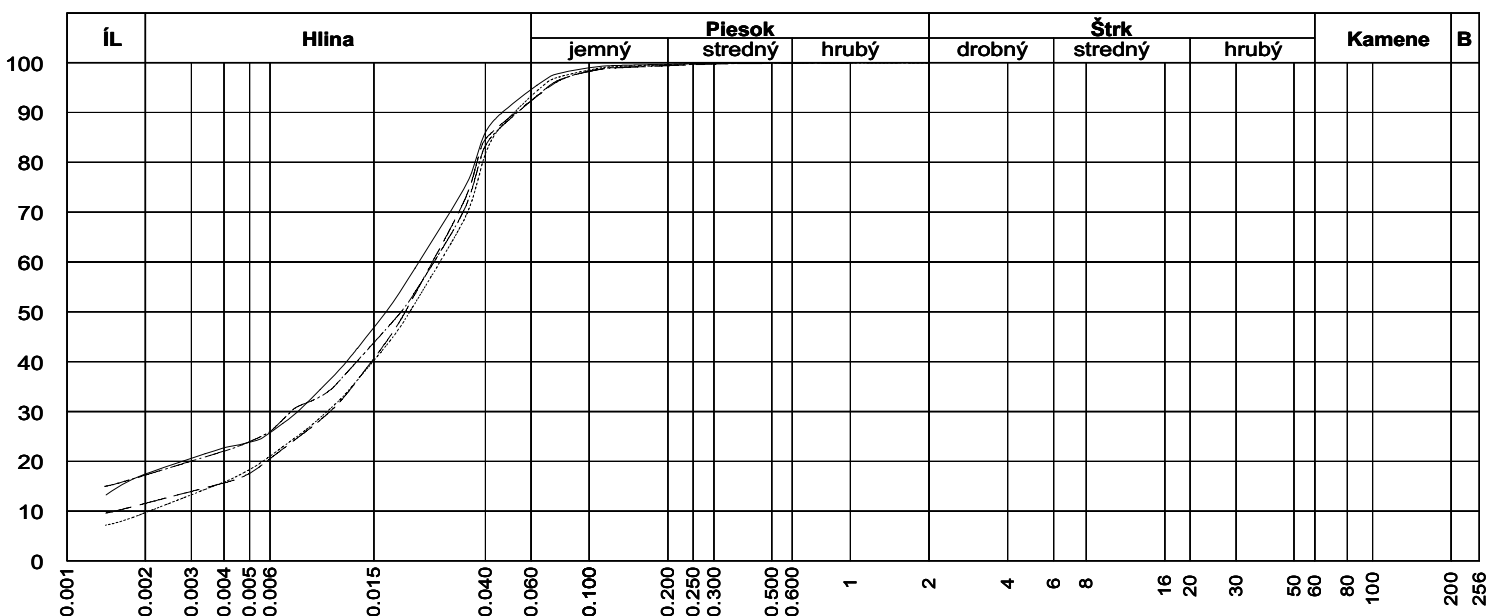
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Trnava

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

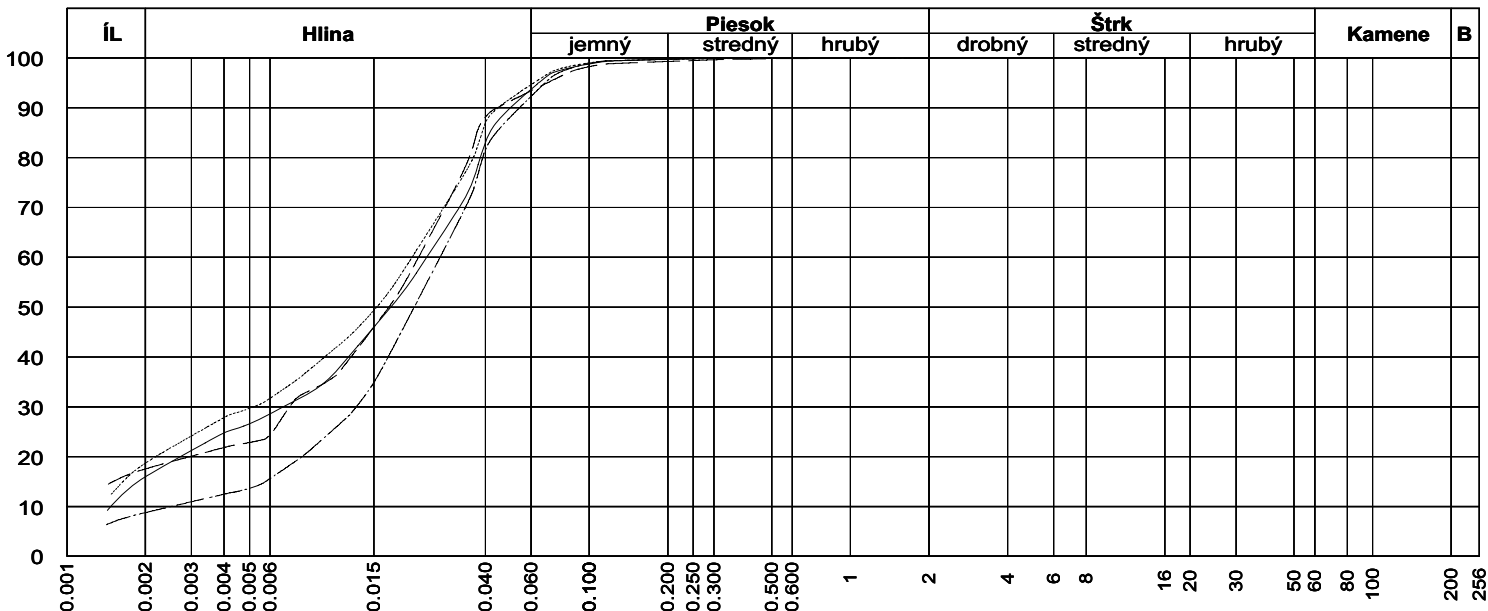
PRÍLOHA Č. : 1



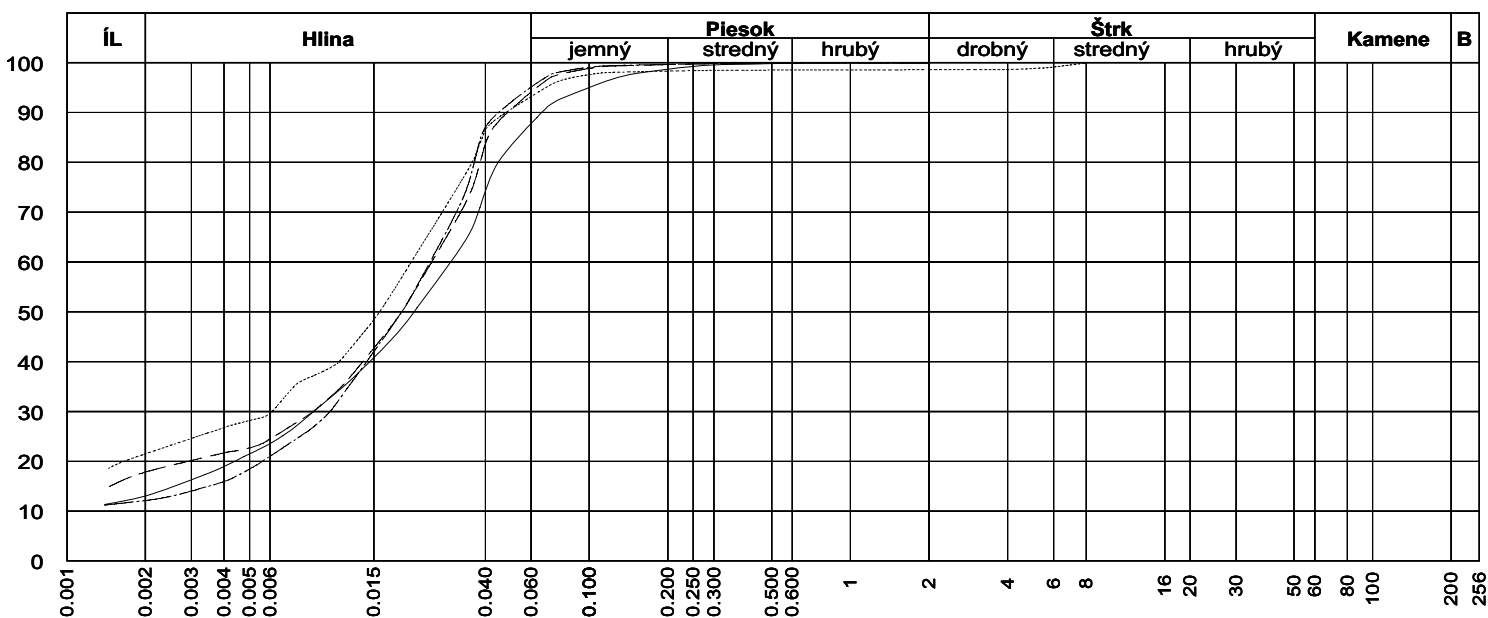
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
TR-1	0.8-1.0	—			32.44	12.79	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-1	2.1-2.4	- - - - -			32.68	13.22	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-1	4.0-4.2	.....			43.27	19.57	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
TR-1	6.5-6.6	- - - - -			30.61	9.91	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



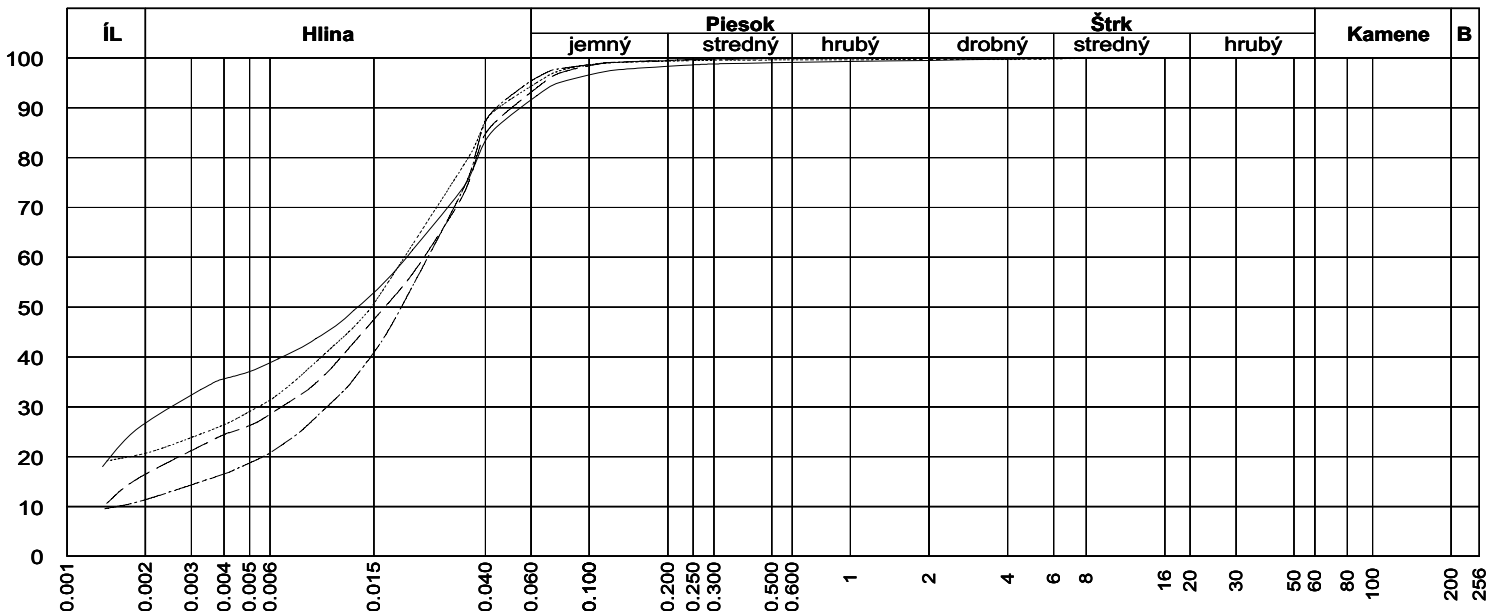
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
TR-2	1.1-1.2	—			32.45	13.00	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-2	1.5-1.6	- - - - -			30.45	9.73	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-2	3.6-3.7	.....			47.88	27.62	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
TR-2	5.5-5.6	- - - - -			30.32	9.96	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



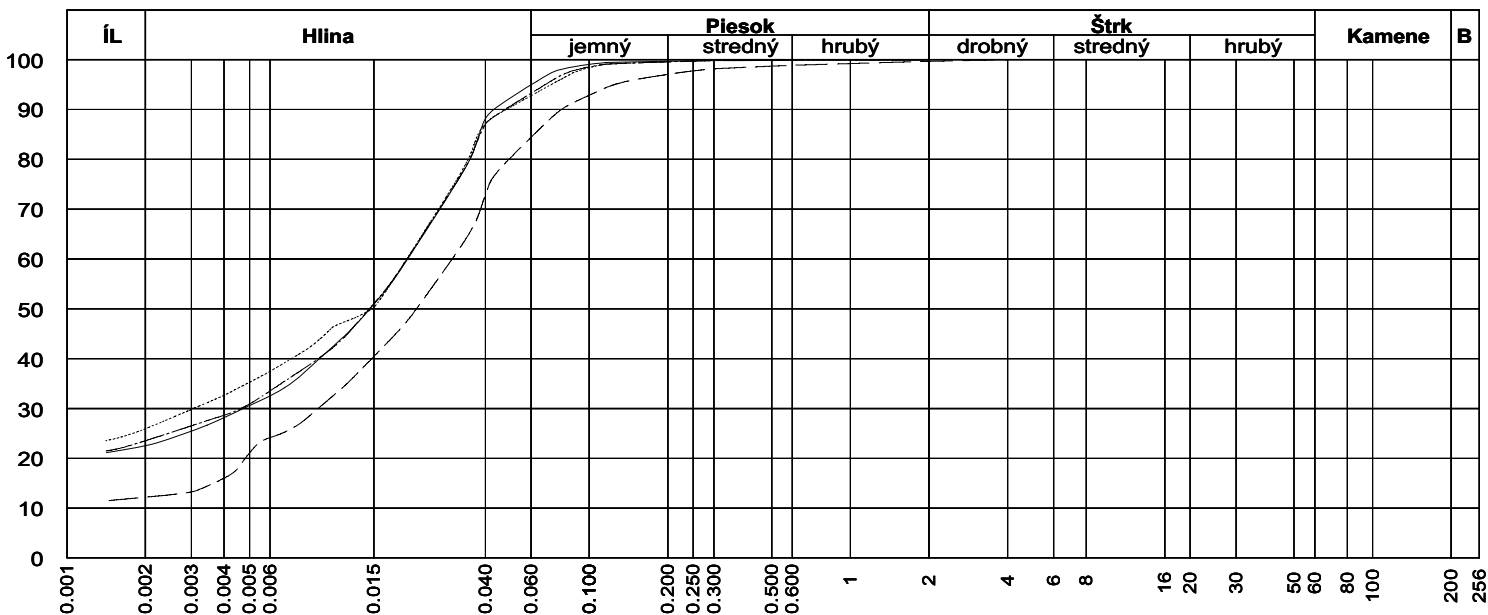
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
TR-2	7.5-7.7	—			32.46	11.66	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-3	1.5-1.6	----			30.39	9.44	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-3	1.5-1.7	.....			27.91	7.82	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-3	2.1-2.2	-----			29.73	9.37	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
TR-3	3.8-4.0	—			36.30	18.09	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
TR-3	6.8-7.0	----			34.79	15.41	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-4	1.5-2.0	.....			33.65	14.37	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-4	3.1-3.3	-----			32.49	11.27	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
TR-4	5.3-5.5	—			37.67	20.37	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
TR-4	7.8-8.0	- - - - -			33.78	13.32	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-5	0.9-1.0	.....			31.92	11.86	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-5	2.7-2.8	- - - - -			32.10	10.91	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
TR-5	3.2-3.3	—			35.56	13.33	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
TR-5	5.1-5.2	- - - - -			34.36	15.97	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-5	5.6-5.8	.....			33.35	13.69	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
TR-5	7.5-7.7	- - - - -			34.48	15.80	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou



# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Vajnory

PRÍLOHA Č. : 1/a

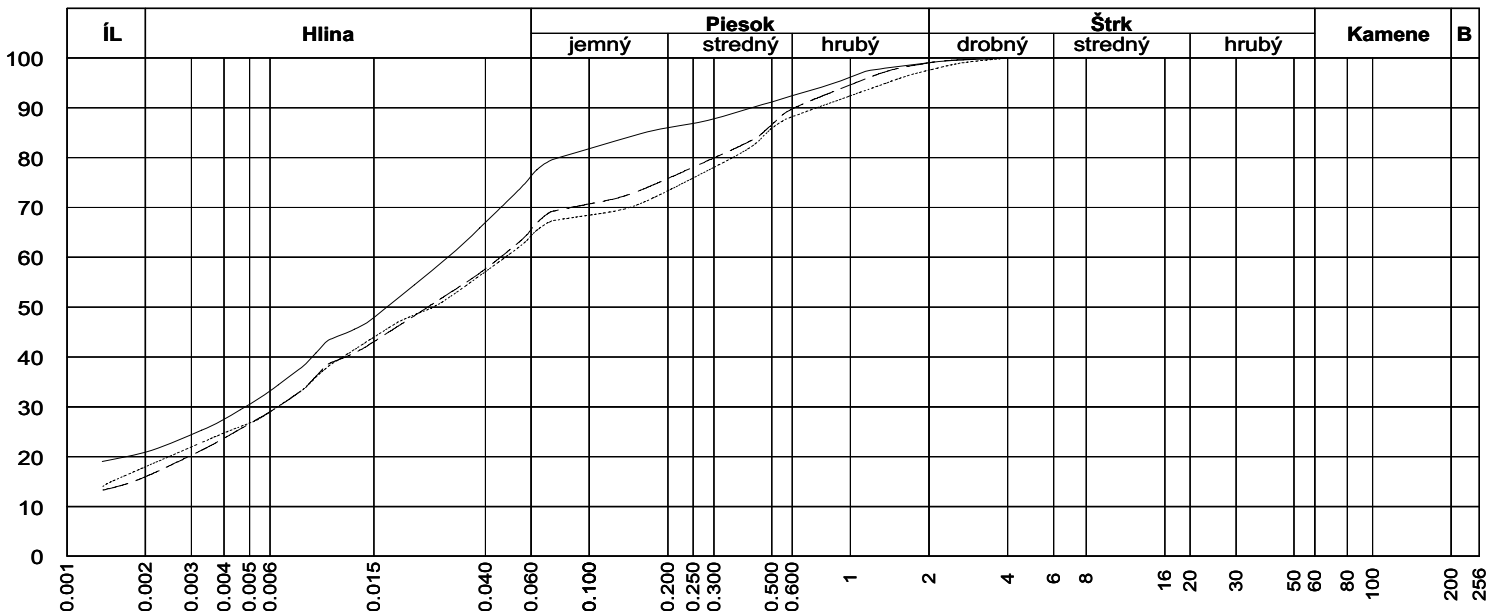
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
<b>VS-1</b>	<b>0.4-0.5</b>		19.91	44.24	18.58	25.66	0.95	Tuhá	F6	CI
<b>VS-2</b>	<b>0.3-0.5</b>		12.63	41.38	21.38	20.00	1.44	Tvrdá	F6	CI
<b>VS-3</b>	<b>0.4-0.6</b>		11.11	46.31	19.87	26.44	1.33	Tvrdá	F4	CS

# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Vajnory

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VS-1	0.4-0.5	————			44.24	25.66	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VS-2	0.3-0.5	-----			41.38	20.00	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
VS-3	0.4-0.6	.....			46.31	26.44	F4	CS	Íl piesčitý

# Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Vráble

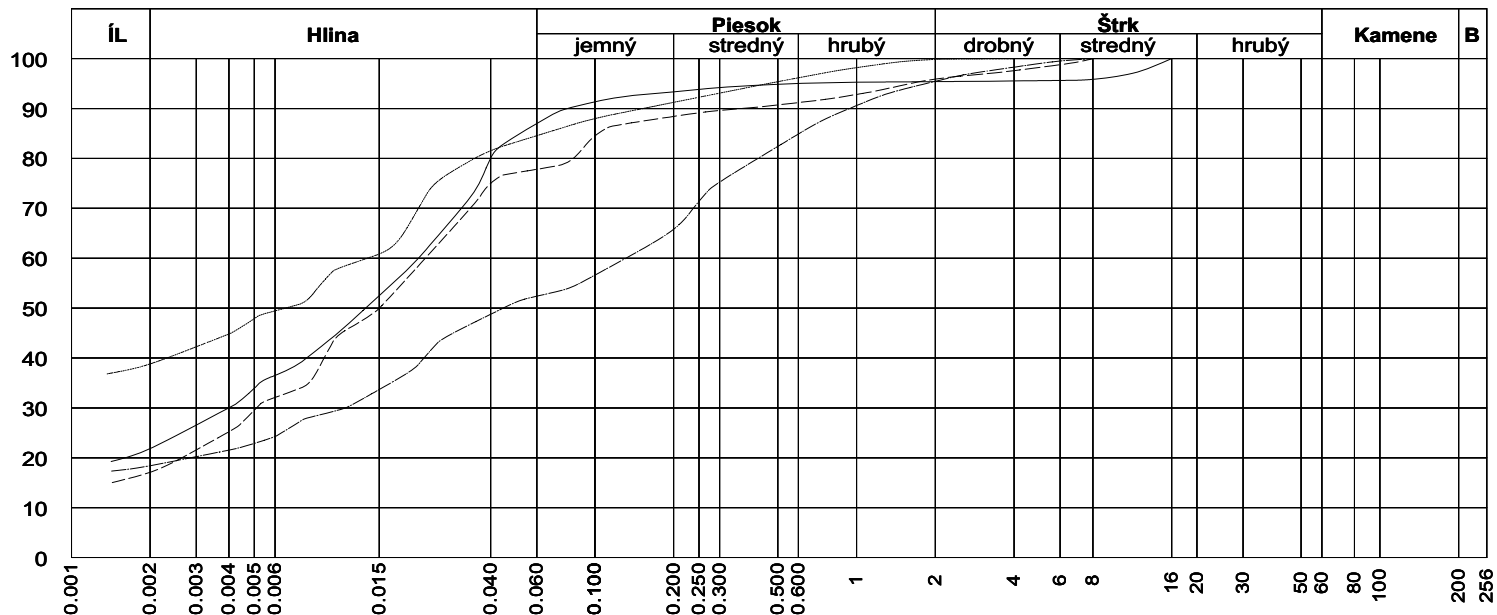
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť		Obj. tiaž		Konzistenčné medze					Zemina		Straty
			hmoty sušiny	objemu sušiny	vlhkej zeminy	suchej zeminy	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol	žíhaním
	m		%	kN/m3		%							%	
V-1	1.0		15.69	24.71	18.22	15.75	38.11	18.90	19.21	1.17	Pevná	F6	CI	1.01
V-3	8		24.41				51.23	24.73	26.50	1.01	Pevná	F8	CH	
V-7	1.0		18.43				52.46	18.25	34.21	0.99	Tuhá	F8	CH	
V-8	1		12.34				32.69	16.13	16.57	1.23	Pevná	F4	CS	
V-11	8.3		29.09				63.78	26.37	37.41	0.93	Tuhá	F8	CH	

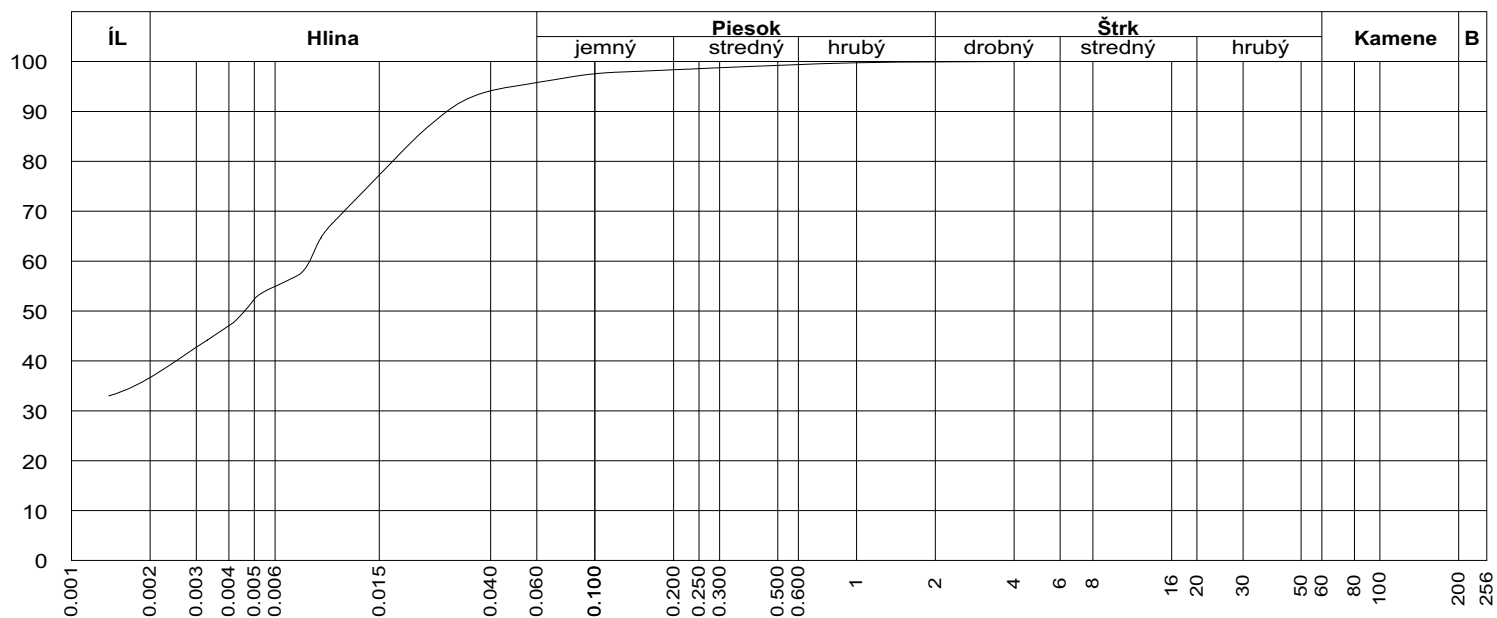
# Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY :  
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-1	1.0	—			38.11	19.21	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
V-3	8	—			51.23	26.50	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
V-7	1.0	—			52.46	34.21	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
V-8	1	—			32.69	16.57	F4	CS	Íl piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-11	8.3	—			63.78	37.41	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

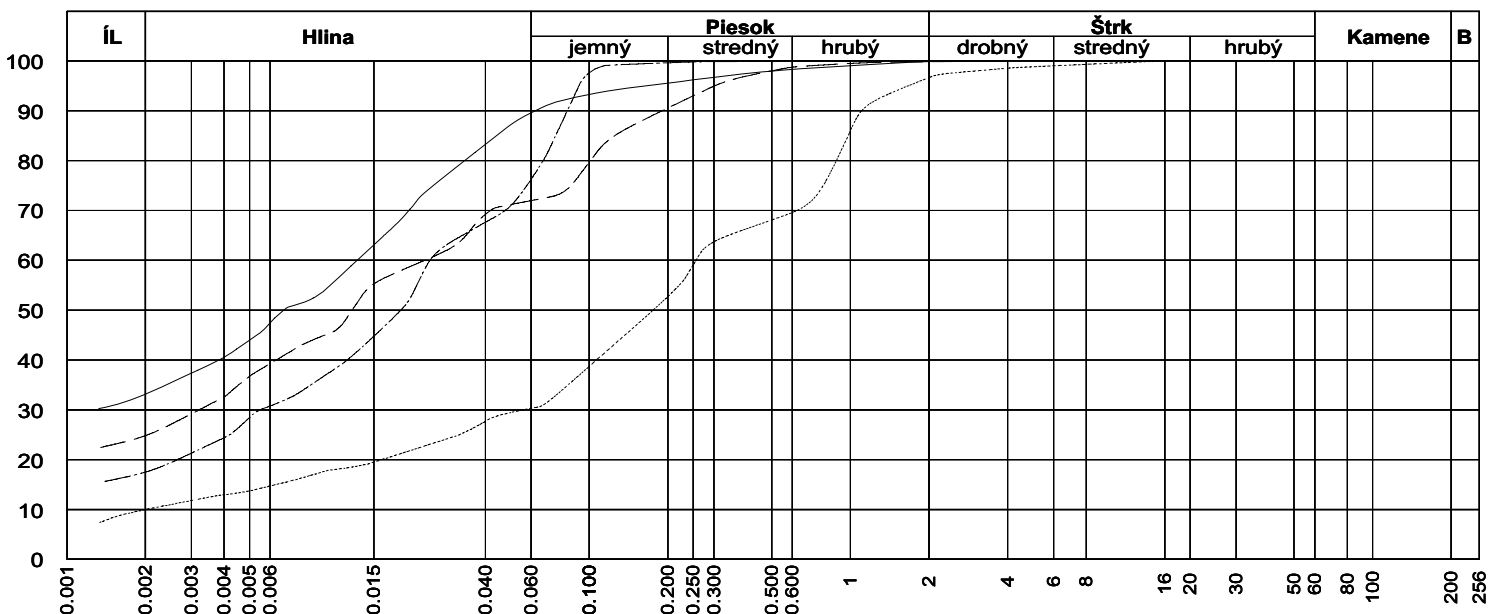
Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť	Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	Konzist.	Trieda	Symbol
	%		%							
ZB-6	3.7-3.8	n	30.29	67.24	28.90	38.34	0.96	Tuhá	F8	CH
ZB-6	5.9-6.0	p	26.28	68.89	27.91	40.98	1.04	Pevná	F8	CH
ZB-7	2.5-2.6	p	32.43	48.22	21.51	26.72	0.59	Tuhá	F6	CI
ZB-7	3.0-3.1	n	27.80	43.96	19.73	24.23	0.67	Tuhá	F6	CI
ZB-7	6.4-6.5	p	23.84	43.58	18.45	25.13	0.79	Tuhá	F6	CI
ZB-7	7.0-7.1	p	24.15	71.29	31.28	40.01	1.18	Pevná	F8	CH
ZKS1	3.5	1n	27.21	60.93	25.36	35.57	0.95	Tuhá	F8	CH
ZKS1	10	1n	28.87	53.97	23.43	30.55	0.82	Tuhá	F8	CH
ZKS1	11	2n	28.98	50.67	23.63	27.04	0.80	Tuhá	F8	CH
ZKS2	2.5	3n	32.30	51.45	24.49	26.96	0.71	Tuhá	F8	CH
ZKS2	3.5	2n	30.61	49.66	22.16	27.51	0.69	Tuhá	F6	CI
ZKS2	4.2	1n	31.97	54.32	22.08	32.23	0.69	Tuhá	F8	CH

# Krivky zrnitosti zemín

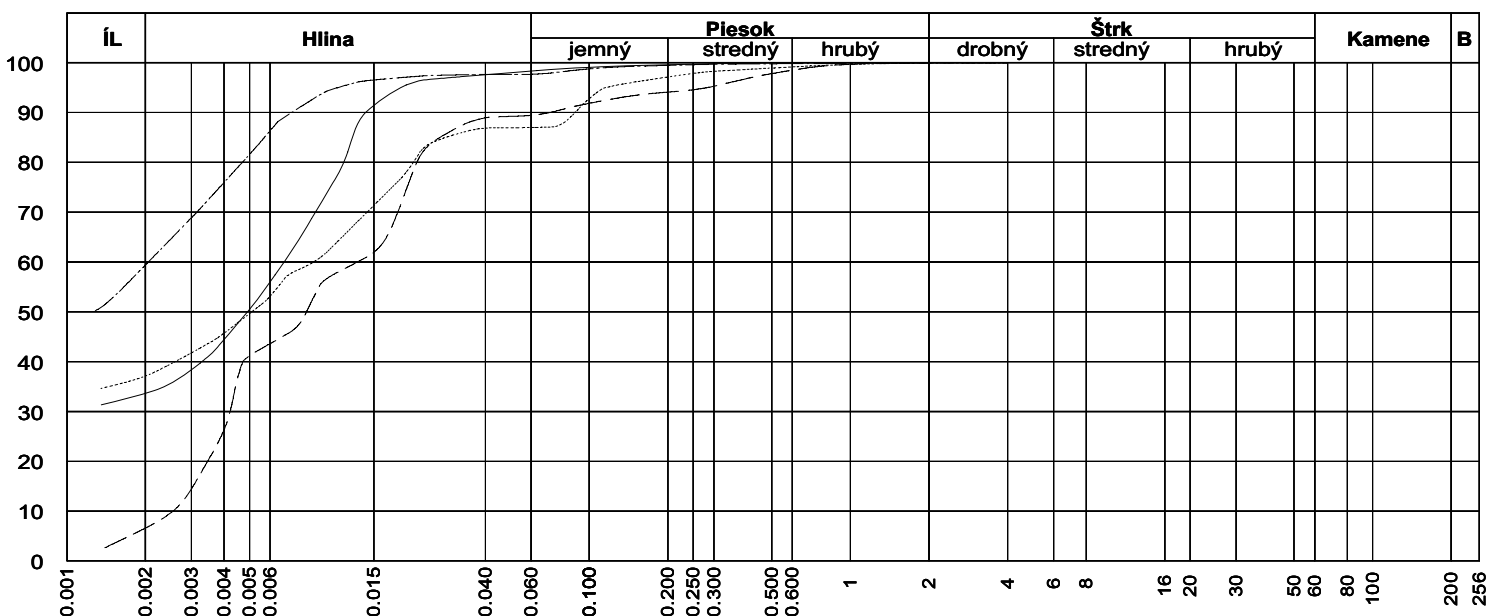
NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Záborské

ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

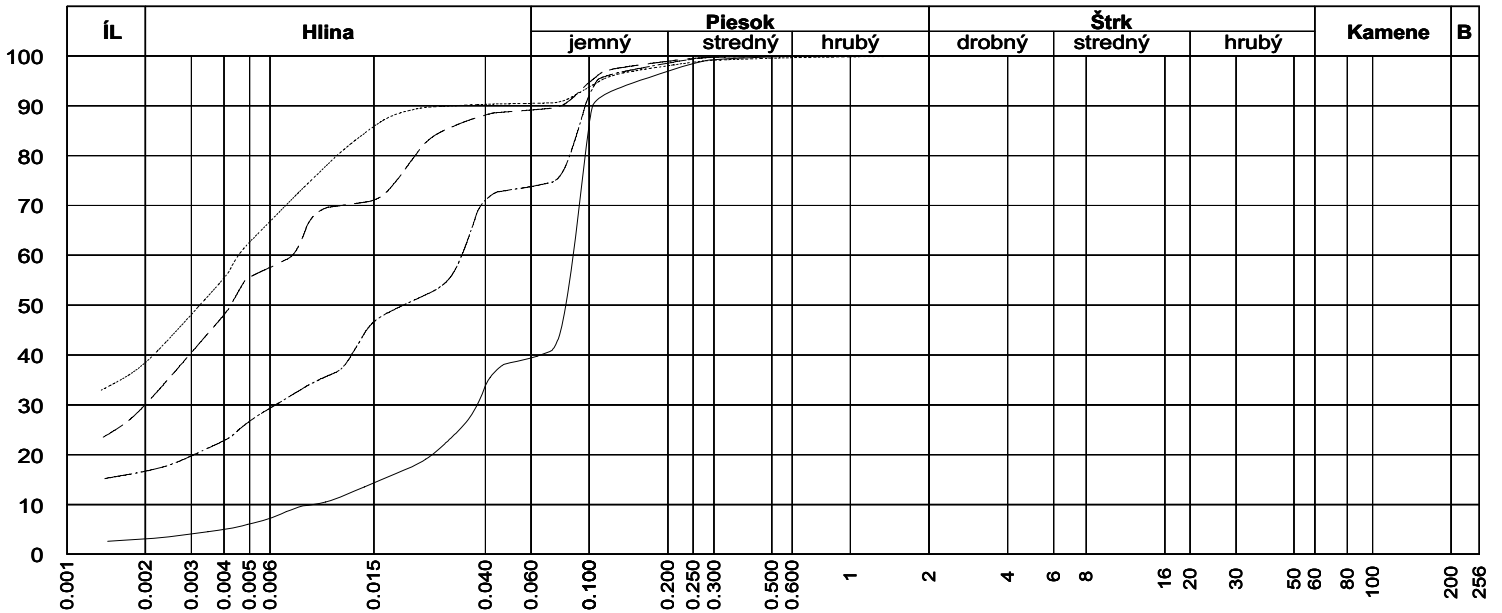
PRÍLOHA Č. : 1



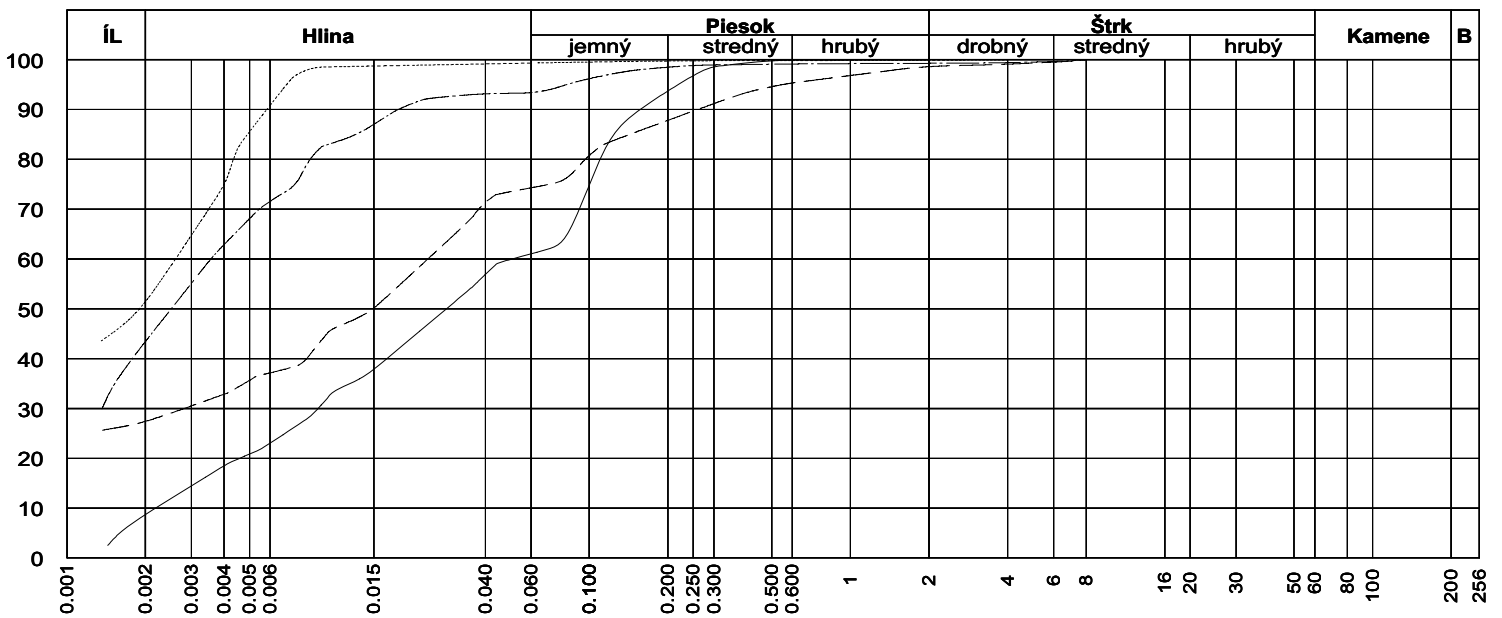
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-1	0.8-0.9	—			47.12	28.00	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
ZB-1	3.9-4.0	- - - - -			56.79	28.73	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-1	5.9-6.0	.....			35.52	19.68	S5	SC	Piesok ílovitý
ZB-1	6.7-6.8si	- - - - -			63.63	32.65	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou



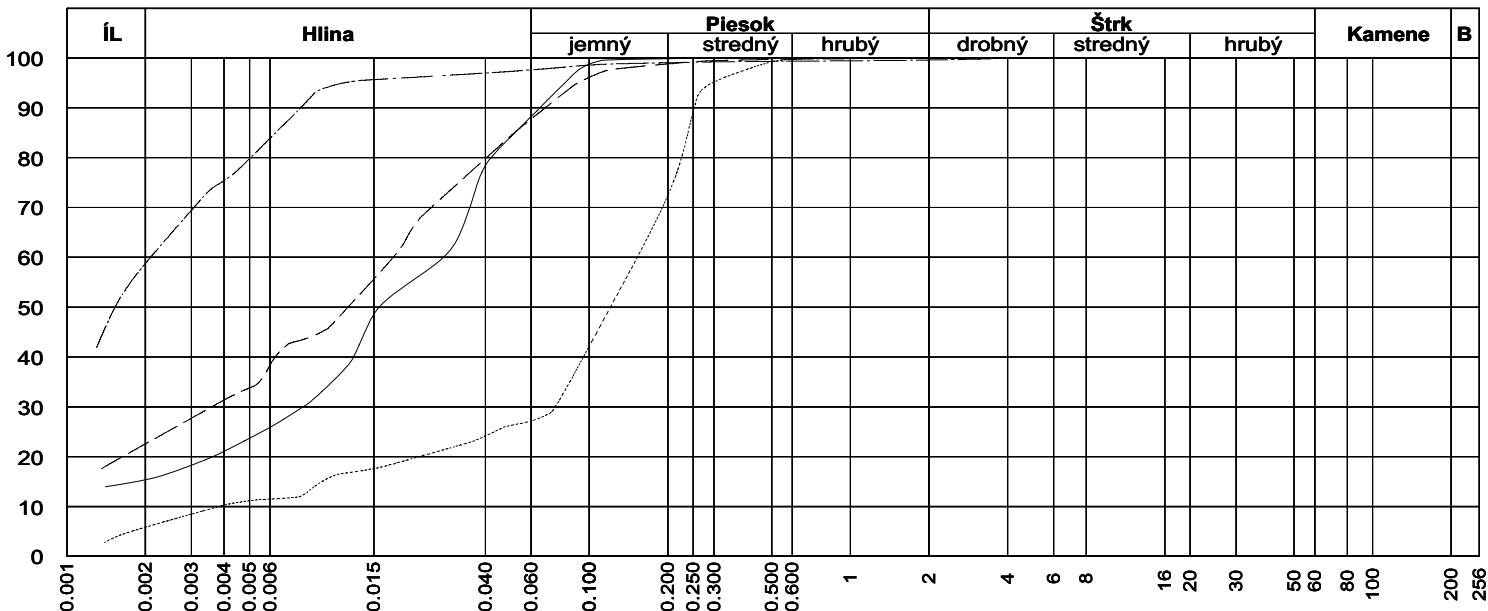
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-1	6.7-6.8cl	—			63.63	32.65	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-1	10.0-10.1	- - - - -			58.88	34.09	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-2	2.2-2.3	.....			52.57	29.82	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-2	2.7-2.8	- - - - -			92.57	59.85	F8	CE	Íl s extr. vysokou plasticitou



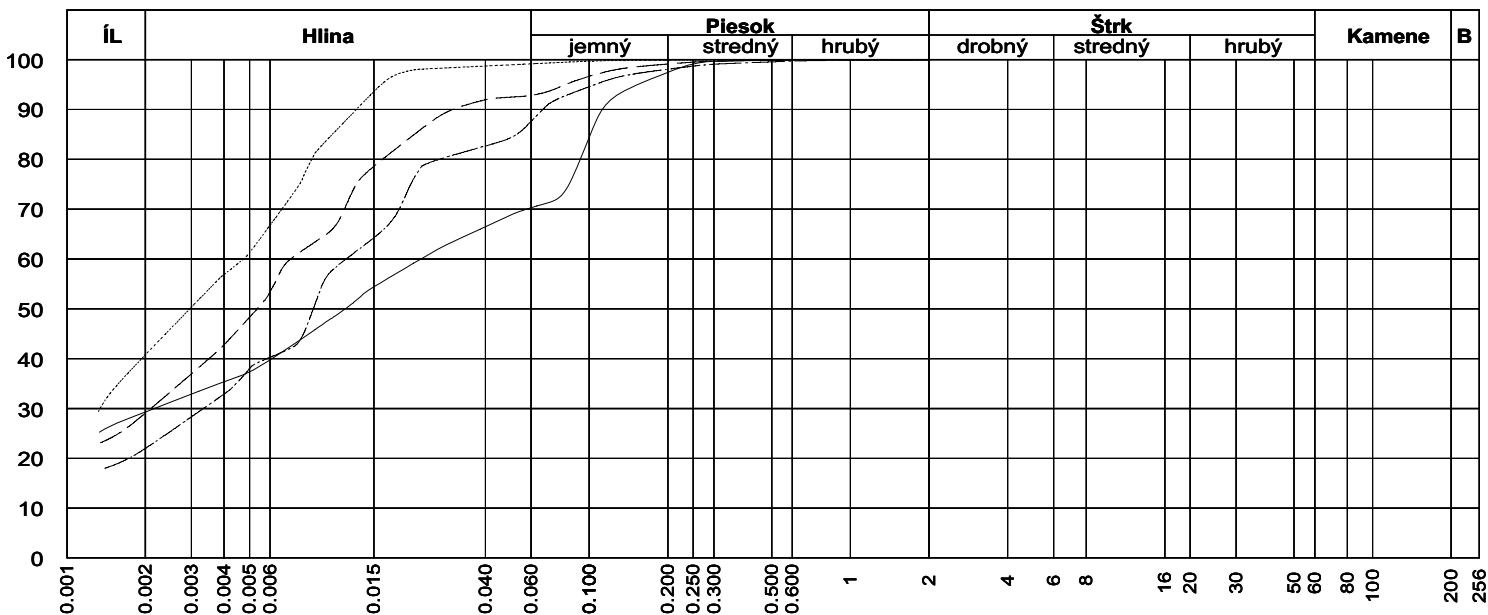
Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-2	4.3-4.4	—			33.91	9.00	F3	MS	Hlina piesčitá
ZB-2	7.3-7.4	----			62.93	35.96	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-3	2.7-2.8	.....			57.30	30.17	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-3	3.7-3.8	-----			38.13	16.47	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-3	7.3-7.4	—			40.33	20.51	F4	CS	Íl piesčitý
ZB-4	1.3-1.4	----			54.36	32.93	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-4	3.6-3.7	.....			75.85	43.28	F8	CV	Íl s veľmi vysokou plasticitou
ZB-4	4.2-4.3	-----			57.93	33.69	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

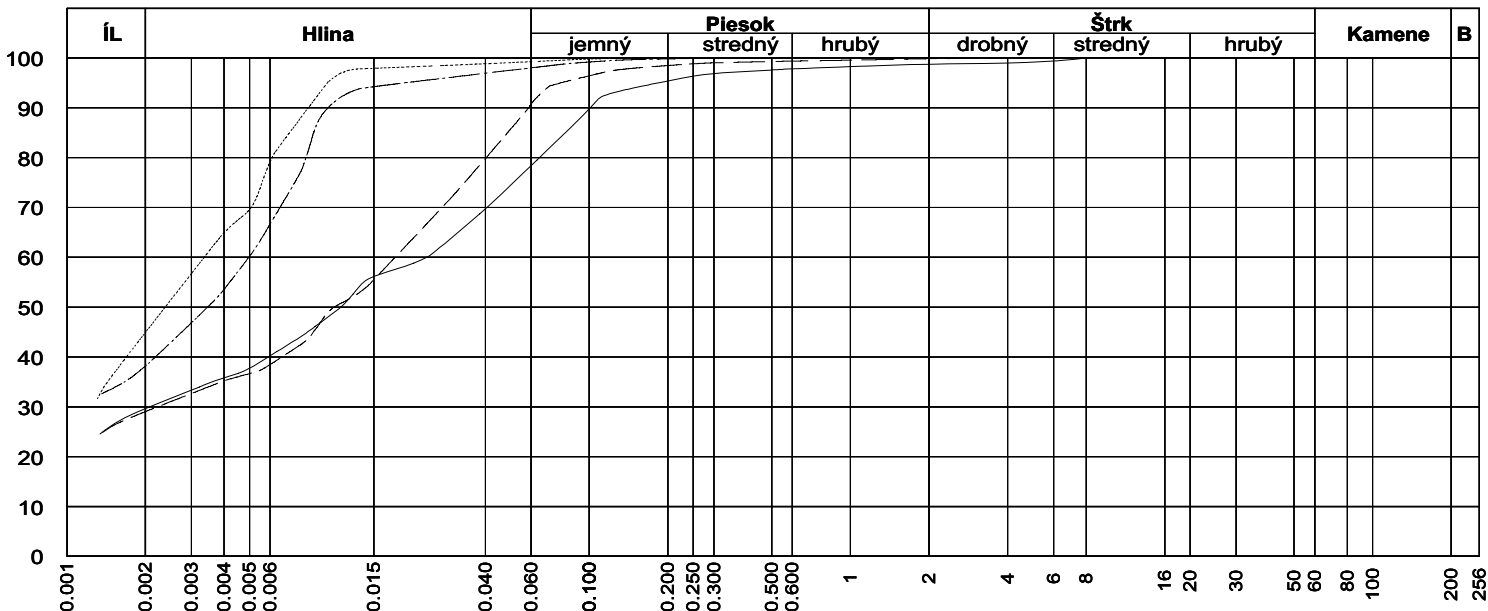


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-5	2.9-3.0	—			48.06	23.00	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
ZB-5	4.9-5.0	- - - - -			53.02	30.55	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-5	6.5-6.8	.....			27.13	7.41	S5	SC	Piesok ílovitý
ZB-6	1.7-1.8	- - - - -			76.82	46.31	F8	CV	Íl s veľmi vysokou plasticitou

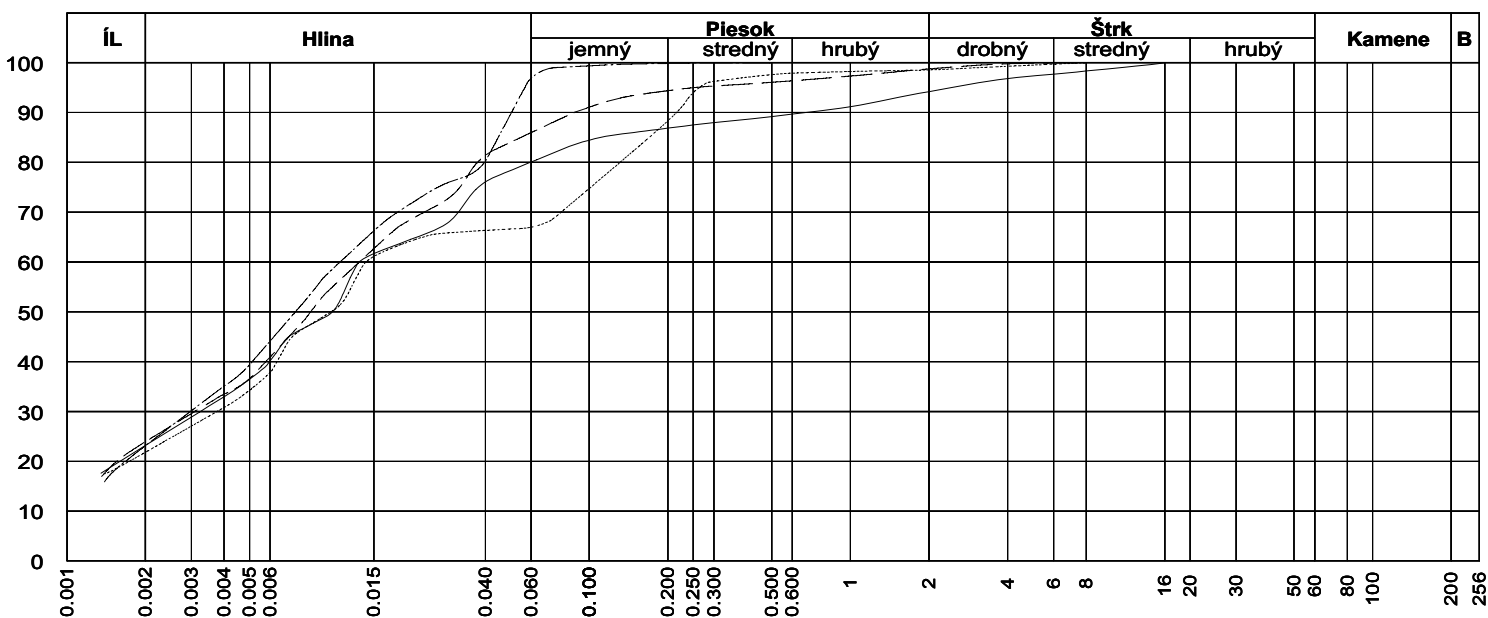


Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-6	2.9-3.0	—			40.12	20.84	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
ZB-6	3.7-3.8	- - - - -			67.24	38.34	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-6	5.9-6.0	.....			68.89	40.98	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZB-7	2.5-2.6	- - - - -			48.22	26.72	F6	CI	Íl so strednou plasticitou

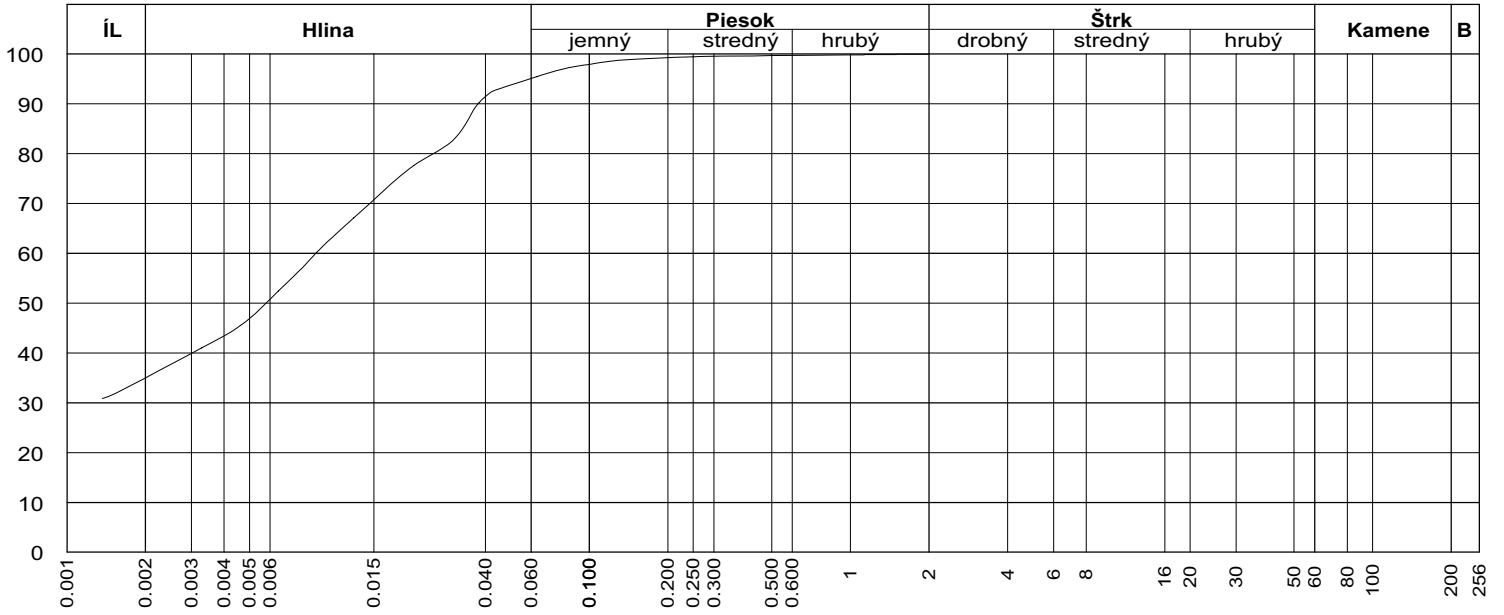




Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZB-7	3.0-3.1	—			43.96	24.23	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
ZB-7	6.4-6.5	----			43.58	25.13	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
ZB-7	7.0-7.1	.....			71.29	40.01	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZKS1	3.5	-----			60.93	35.57	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZKS1	10	—			53.97	30.55	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZKS1	11	----			50.67	27.04	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZKS2	2.5	.....			51.45	26.96	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
ZKS2	3.5	-----			49.66	27.51	F6	CI	Íl so strednou plasticitou



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
ZKS2	4.2	—			54.32	32.23	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

## 2.9. ERÓZNE PROCESY

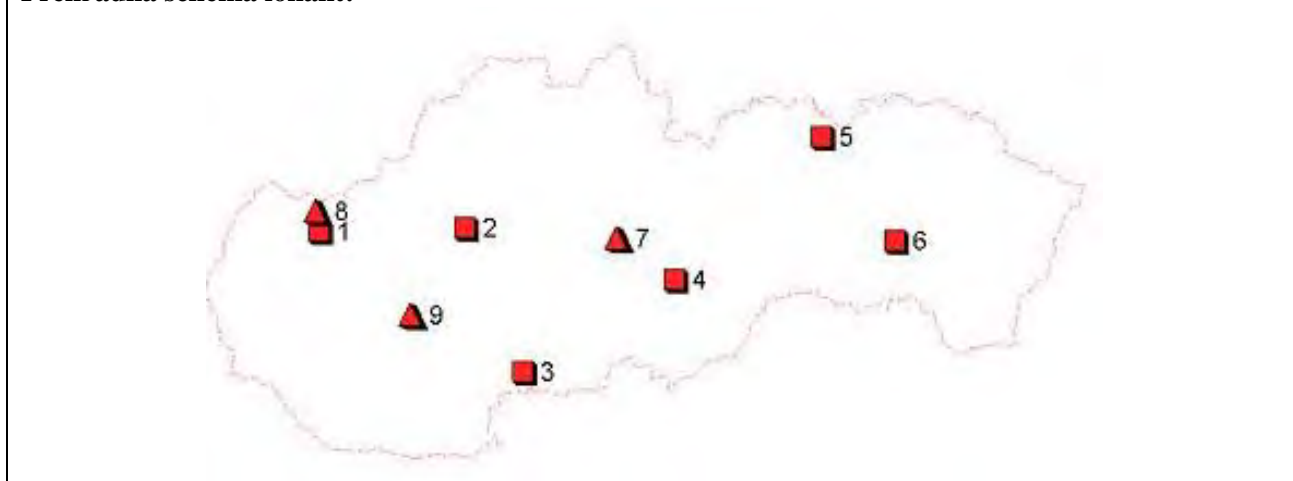
### 2.9.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Do roku 2005 bol súčasťou ČMS GF aj monitoring erózných procesov. Monitorované lokality podsystému boli vybrané z rôznych regiónov Slovenska s rôznymi prírodnými podmienkami, čím bolo zohľadnené kritérium regionálneho rozsahu monitorovania pozorovaného javu. Okrem pôvodných lokalít zaradených do projektu (Projekt ČMS GF, ZoD 152/2000/7.2) boli v priebehu riešenia úlohy pridané dve lokality na monitoring erózie poľnohospodárskej pôdy (Turá Lúka a školský pozemok pri Kolíňanoch patriaci Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre). Finančne náročný monitoring poľnohospodárskej pôdy na lokalite Turá Lúka bol v roku 2002 pre nedostatok financií zastavený.

Tab. 2.9.1: Prehľadná tabuľka monitorovaných lokalít

Lokalita	Geomorfologický celok	Štruktúrno-tektonická oblasť	Plocha [km <sup>2</sup> ]	Monitor. obdobie [rok]	Dĺžka erózných rýh [km/km <sup>2</sup> ]
1. Brezová pod Bradlom	Myjavská pahorkatina	Bradlové pásmo	11,75	43	2,08
2. Nováky	Hornonitrianská kotlina	Vnútrokarpatské panvy a kotliny	26,6	43	2,74
3. Dudince	Krupinská planina	Neovulkanity	48,81	42	2,88
4. Klenovec	Stolické vrchy	Veporské pásmo	31,51	42	1,36
5. Plaveč	Spišsko – Šarišské medzihorie	Centrálnokarpatský flyš a bradlové pásmo	14,42	43	1,49
6. Varhaňovce	Prešovská kotlina	Vnútrokarpatské panvy a kotliny	12,65	46	1,60
7. Osrblie	Veporské vrchy	Veporské pásmo	0,06	9	-
8. Turá Lúka	Myjavská pahorkatina	Bradlové pásmo		2	-
9. školský pozemok Nitra	Nitrianska pahorkatina	Vnútrokarpatské panvy a kotliny	0,25	2	-

#### Prehľadná schéma lokalít:



Lokalita *Brezová pod Bradlom* leží na južnom okraji Myjavskej pahorkatiny pri obci Brezová pod Bradlom. Lokalita je vo vegetačne odkrytej poľnohospodársky aktívnej oblasti v ktorej je aktívne obrábaných až 49 % územia. Severná časť územia je zarastená, pričom v priebehu monitorovaného obdobia rozloha lesa vzrástla z 21 na 36 %. Väčšina erózných rýh sa nachádza na nezalesnenom území. Hoci až 72 % územia tvoria kriedové flyšoidné sedimenty, výskyt skoro všetkých erózných rýh je viazaný na ílovcovo prachovcové

sedimenty tvoriace v úzkom páse len 5,8 % plochy územia. Deluviálne sedimenty sa nachádzajú na celom území lokality, do mapy sú zakreslené len súvislejšie celky na pätách svahov. Spolu prekrývajú len 8,4 % z plochy lokality. Svahy, v ktorých sa tvoria erózne ryhy majú sklon v rozmedzí od 6° do 20° a ich dĺžka je v rozmedzí od 800 do 1500 m. Priemerné ročné zrážky sú na tejto lokalite od 600 do 800 mm.

*Lokalita Nováky* leží v juhozápadnej časti Hornonitrianskej kotliny s pahorkatinným reliéfom. Sklony svahov sú v rozmedzí od 1° do 6° a ich priemerná dĺžka je 500 m. Priemerná ročná výdatnosť zrážok je 607 mm. Prevažná časť lokality je budovaná nespevnenými alebo slabo spevnenými neogénnymi molasovými sedimentmi (štrky, piesky a íly, ílovce, prachovce), v ktorých vznikla aj väčšina erózných rýh. Z monitorovaných lokalít má táto najväčšiu zalesnenú plochu, v súčasnosti až 55 %. Zvyšná časť krajiny je odkrytá, využívaná pre poľnohospodárstvo, obrábané polia tvoria 29 % plochy územia.

*Lokalita Dudince* sa nachádza na Krupinskej planine na území medzi obcami Dudince a Plášťovce. Predstavuje mimoriadne členitý reliéf s početnými eróznymi ryhami. Priemerná dĺžka svahov s eróznymi ryhami je až 1000 m a ich sklon je v rozmedzí od 6° do 10°. Územie je poľnohospodársky využívané (orná pôda, sady, pasienky), zalesnených je len 29 % z rozlohy územia. Lokalita je budovaná neogénnymi epiklastickými vulkanickými horninami bádenského veku. Litologicky ide o tufovité pieskovce a siltovce s vložkami ílovcov, pieskovce a zlepenice. Kvartérne deluviálne sedimenty sú zastúpené len v malom množstve, spolu prekrývajú len okolo 2 % z celého územia. Ročný úhrn zrážok je v rozmedzí od 600 do 800 mm.

*Lokalita Klenovec* leží v Kohútskej zóne Veporského pásma medzi obcami Klenovec a Hnúšťa. Výber lokality Klenovec, predstavujúcu štruktúrno-tektonickú jednotku budovanú kryštalickými horninami, ovplyvnil intenzívny výzdvih územia v kvartéri a s tým spojený vznik mohutných kvartérnych sedimentov. Výmoľová erózia územia lokality je viazaná na tieto kvartérne pokryvy (jemnozrnné, piesčité a štrkovité zeminy) a na nízkometamorfické horniny (sivozelené fylity). V minulosti bola väčšina územia využívaná poľnohospodársky, len 31 % plochy územia bolo zalesnené. V súčasnosti je zalesnenej až 52 % plochy územia. Priemerný sklon územia je v rozmedzí od 1° do 6°, priemerná dĺžka svahov je 1000 m. Ročný úhrn zrážok je v rozmedzí od 600 do 800 mm.

*Lokalita Plaveč* leží v Spišsko – Šarišskom medzihorí medzi Plavnicou a Orlovom. Územie je budované flyšovými súvrstviami paleogénu (prevažne ílovce a pieskovce vonkajšieho flyšového pásma), ktoré sú hojne prekryté kvartérnymi svahovými hlinito-kamenitými zeminami. Zo všetkých lokalít je táto lokalita najviac postihnutá zosuvmi. Najviac postihnuté výmoľovou eróziou sú práve tieto deluviálne zeminy a zosuvné delúvia, respektíve flyšoidné horniny, ktoré sú delúviom prekryté. Takmer celé územie je využívané pre poľnohospodárstvo, len 13 % plochy je zalesnená. Priemerný sklon svahov je v rozmedzí od 1° do 10°, ich dĺžka je od 700 do 1500 m. Priemerný ročný úhrn zrážok je 696 mm.

*Lokalita Varhaňovce* leží v Prešovskej kotline na území SV od Košíc medzi Varhaňovcami a Rozhanovcami. Väčšia časť lokality je tvorená nespevnenými a slabo spevnenými neogénnymi molasovými sedimentmi (štrky, piesky a íly, ílovce, prachovce) výplne vnútrokarpatskej kotliny. Na území lokality možno pozorovať celý rad aktívnych erózných rýh, ktoré sú viazané hlavne na nespevnené piesčité štrky tvoriace strmé svahy so sklonom 10° až 20°. Väčšina územia pritom nemá sklon väčší ako 6°. Celé územie lokality je v súčasnosti intenzívne využívané pre poľnohospodársku činnosť, len 17 % je zalesnených.

*Lokalita Osrblie* sa nachádza v severozápadnej časti Veporských vrchoch Slovenského rudohoria. Lokalita bola do projektu monitoringu erózných procesov zaradená na základe potreby monitorovať následky prírodnej kalamity z augusta roku 1996, kedy víchrica doprevádzaná ľadovcom svojou intenzitou a rozsahom spôsobila vývraty a polomy väčšej časti doliny hornej časti potoka Osrblianka. Vývratmi došlo k porušeniu a aj k odstráneniu

najúčinnejšej protieróznej ochrany, akou je vegetácia so svojim koreňovým systémom. Následkom tohto stavu bolo územie ohrozené vznikom akcelerovanej erózie.

Ďalšie lokality sú zamerané na monitoring vodnej erózie na poľnohospodárskej pôde. Takýto monitoring má niekoľko zvláštností, ktorými sa odlišuje od monitoringu vodnej erózie na nepoľnohospodárskej pôde. Napr. na obrábanej poľnohospodárskej pôde existuje, okrem vodnej a veternej erózie, aj erózia zapríčinená mechanickým pôsobením poľnohospodárskych mechanizmov a prakticky každý agrotechnický zásah zahladzuje voľným okom viditeľné prejavy plošnej vodnej erózie, t.j. likviduje povrchovým odtokom zrážkovej vody vzniknuté jarčeky a brázdy. Pre monitoring vodnej erózie na poľnohospodárskej pôde sú vybrané dve lokality:

Monitorované územie *Turá Lúka* sa nachádza vo flyšovom pásme Myjavskej pahorkatiny, v katastri obce Turá Lúka. Územie reprezentuje podhorské poľnohospodárstvo vo flyšovej oblasti. Flyšové pohoria sa vyznačujú miernejšie modelovaným reliéfom, väčšou odlesnenosťou, hustejším osídlením ako ostatné horské oblasti Slovenska, preto podhorské poľnohospodárstvo sa vo flyšových oblastiach rozvinulo intenzívnejšie, ako napríklad v kryštalických pohoriach. Výskyt nepriepustných ílovcových súvrství a väčšie odlesnenie spôsobuje omnoho výraznejšiu sezónnu variabilitu odtoku ako v iných pohoriach a tým aj intenzívnejšiu eróziu.

*Vysokoškolský poľnohospodársky podnik Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre so sídlom v Kolíňanoch* (ďalej len VPPSPU v Nitre). Lokalita sa nachádza na Nitrianskej pahorkatine budovanej kvartérnymi a neogénnymi sedimentami Trnavsko-dubnickej panvy. Kvartérne sedimenty sú zastúpené sprašami a sprašovými hlinami, neogénne sedimenty tvoria pestré íly, prachy a piesky. Po stránke genetického vývoja pôd spadá záujmové územie do hnedozemnej oblasti. Jedná sa o poľnohospodársky pozemok intenzívne využívaný pre poľnohospodársku činnosť, ktorý je niekoľkokrát za sezónu upravovaný poľnohospodárskymi mechanizmami a na ktorom sa pestujú poľnohospodárske plodiny.

### **2.9.2. Sledované ukazovatele (merané veličiny) a metódy hodnotenia jednotlivých veličín**

Hlavné sledované prvky na lokalitách hodnotených na základe leteckých snímok sú dĺžka a plocha erózných rýh v roku 1949 a okolo roku 1990, t.j. v roku prvého a ostatného leteckého snímkovania lokality. Porovnaním získaných hodnôt sa potom vyhodnotil prírastok alebo úbytok plochy a dĺžky erózných rýh na lokalite za obdobie okolo 40 rokov (na každej lokalite iné obdobie, v závislosti od časového rozpätia medzi nafotením oboch sád leteckých snímok). Identifikované erózne ryhy na starých snímkach boli podľa priebehu ich vývoja rozdelené do troch skupín. *Kontinuálne - ryhy*, ktoré boli identifikované aj na nových snímkach. *Pohltené - ryhy*, ktoré boli v období medzi starým a novým leteckým snímkovaním pohltené inými ryhami, spravidla tými z ktorej sa vetvili. *Zaniknuté - ryhy*, ktoré v priebehu monitorovaného obdobia zanikli, t.j. na nových snímkach už neboli identifikované. Erózne ryhy identifikované na nových leteckých snímkach boli rozdelené do dvoch skupín. *Kontinuálne* – tie ryhy ktoré boli identifikované aj na starých leteckých snímkach. *Nové - ryhy* ktoré na starých snímkach neboli identifikované a preto sa domnievame, že vznikli až po prvom leteckom snímkovaní. Na analyzovanie vzniku a vývoja erózných rýh na lokalitách sa získali aj ďalšie dáta o ryhách a svahoch, na ktorých sa ryhy nachádzali, ako sú dĺžka, sklon, orientácia, prevýšenie, geológia a pod.

Odlišné postavenie mal monitoring na lokalite Osrbliu. Monitoring na tejto lokalite sa opieral o vyhodnocovanie terénnych pochôdzok a fotografií. Vizuálne sa hodnotili vývoj erózie, jej postup alebo ústup vzhľadom k prvej dokumentácii stavu lokality. Na vzorkách zemín bol hodnotený úbytok jemnej frakcie zo svahových hĺn lokality.

Pri plošnej erózii poľnohospodárskej pôdy na lokalite Turá Lúka boli monitorované atmosferické zrážky, prietok vody vodomerným profilom a obsah nerozpustných a rozpustných látok unášaných vo vode. Na základe týchto nameraných veličín bol vyrátaný odnos poľnohospodárskej pôdy z monitorovanej lokality.

Na pozemku Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre sa meral denný zrážkový úhrn v milimetroch pomocou prenosnej zrážkomernej stanice, úbytok poľnohospodárskej pôdy a zmena granulometrického zloženia povrchovej časti pôdy. Úbytok pôdy sa meral na deviatich bodov rozložených do profilu vedenom po spádnicí. Hodnotil sa priamym meraním zníženia povrchu pôdy v milimetroch pomocou erodomernej tyči, erodomerných fliaš a Gerlachovho žľabu. Meranie sa realizovalo na konci a na začiatku monitorovacieho obdobia a po každom erózne účinnom daždi. Ďalej sa na vymedzenej ploche meral objem vzniknutých jarčiekov, brázd a výmoľov, t.j. vyšších foriem plošnej erózie.

### **2.9.3. Spôsob a frekvencia odberu vzoriek**

Vývoj erózie na lokalitách Brezová pod Bradlom, Nováky, Dudince, Klenovec, Plaveč, Varhaňovce bol monitorovaný jednorazovým vyhodnotením dvoch sád leteckých snímok urobených v časovom odstupe okolo 43 rokov. Proces erózie lokality bol posudzovaný podľa existencie, vývoja a prípadne i zániku či vzniku výmoľov identifikovateľných na leteckých fotografiách. Ako ďalšie zdroje vstupných dáta na analýzu vývoja erózie boli archívne materiály, topografické podklady a terénne mapovanie.

Letecké fotografie boli vyhodnocované pomocou stereo interpretoskopu a pomocou software GRASS a MapInfo. S použitím topografického podkladu mierky 1:10 000 boli pre každú lokalitu vypracované digitálne modely reliéfu. Tieto slúžia na orthorektifikáciu leteckých fotografií, ktorou sa zo snímok odstránila deformácia spôsobená prenosom trojrozmerného reliéfu na dvojrozmernú plochu leteckej fotografie. Z ortorektifikovaných leteckých snímok a špeciálnych máp sa pomocou programu MapInfo získali dáta o dĺžke a ploche jednotlivých výmoľov ako aj informácie o využití územia. Z digitálnych modelov sa získali morfometrické informácie súvisiace s eróznymi ryhami a svahmi na ktorých sa nachádzajú.

Na lokalite Osrbľie bol monitorovaný vývoj erózie strmého svahu, na ktorom víchrica odstránila prirodzený lesný porast. Monitorovanie postupu akcelerovanej erózie na lokalite Osrbľie bolo založené na interpretácii fotografií, laboratórneho vyhodnotenia vzoriek zemín a terénnych pochôdzok v rámci ktorých bol vizuálne posúdený výskyt líniových foriem vodnej erózie a rýchlosť zarastania obnaženého podložia vegetáciou. Žiaľ, po ťažbe vývrátov a polomov sa stav monitorovaných svahov natoľko zmenil, že použitie fotografovania ako monitorovacej metódy bolo nepoužiteľné. A to z toho dôvodu, že počas ťažby dreva boli miesta s poškodenou vegetáciou prekryté zvyškami haluzoviny, čo znemožnilo ich presné vyhodnotenie na fotografii a tým aj presné vyhodnotenie postupu alebo zániku erózie na lokalite. Z toho dôvodu predkladáme len vyhodnotenie stavu lokality na základe každoročných terénnych obchôdzok.

Meranie na lokalite Turá Lúka bolo zabezpečené ako meranie na vodomernej stanici vodného toku celého povodia pomocou Parshalovho žľabu, elektronického hladinomeru, zariadenia na kontinuálny odber vzoriek vody a zrážkomeru. Práce na tejto lokalite boli v roku 2002 pre finančnú náročnosť zastavené.

Na lokalite VPPSPU v Nitre je meranie intenzity vodnej erózie na poľnohospodárskej pôde realizované zrnitostným rozborom povrchovej vrstvy pôdy, erodomernými tyčami, erodomernými valcami otvoreného a uzatvoreného typu, pôvodnými a modifikovanými Gerlachovými žľabmi, vizuálne posúdením výskytu líniových foriem vodnej erózie, analýzou zrážkovo-odtokového procesu a meraním atmosferických zrážok.

#### 2.9.4. Výsledky monitorovania

Na lokalitách Brezová pod Bradlom, Nováky, Dudince, Klenovec, Plaveč, Varhaňovce boli v rámci analyzovania vývoja výmoľovej erózie vypracované digitálne modely reliéfu, ktoré boli použité na získanie morfotopických parametrov erózných rýh a pre zhotovenie dvoch sád ortorektifikovaných leteckých snímok. Na základe týchto snímok bol vyhodnotený prírastok dĺžky a plochy jednotlivých identifikovaných erózných rýh, ktorý je podmienený vývojom erózných rýh v daných lokalitách v závislosti na geomorfológii, geológii, klimatických podmienok a využití územia. Získaním kvantitatívnych hodnôt vývoja erózných rýh sme mohli analyzovať ich vývoj vo vzťahu k prostrediu v ktorom sa nachádzajú.

Pri zvolenej metodike hodnotenia vývoja erózných rýh z leteckých snímok bol neriešiteľným problém lesný porast, v rámci ktorého sa niektoré ryhy nachádzajú. V takom prípade sa ryha nedala identifikovať a akékoľvek informácia o ryhe sa v takom prípade opierala len o mapové podklady a terénne mapovanie. Takéto dáta ale hodnotia len súčasný stav a spätná rekonštrukcia erózných rýh v roku 1949 nie je možná. Z tohto dôvodu sa analyzované dáta a výsledky analýz vzťahujú len na erózne ryhy identifikované na leteckých snímkach a nie na všetky ryhy vyskytujúce sa na monitorovanom území. Úspešnosť pri identifikácii erózných rýh je uvedená v tabuľke 2.9.2. Zvlášť sme rozlíšili úspešnosť identifikácie podľa počtu rýh a podľa dĺžky identifikovaných rýh. Percentuálna hodnota úspešnosti identifikácie erózných rýh sa vzťahuje na počet a dĺžkou erózných rýh identifikovaných na nových leteckých snímkach v porovnaní s počtom a dĺžkou erózných rýh zakreslených v topografických mapách. Z tabuľky vidieť, že viac ako stopercentná úspešnosť identifikácie erózných rýh sa podarila jedine na lokalite Plaveč, čo znamená, že na leteckých fotografiách je viac erózných rýh ako bolo zakreslených do topografickej mapy.

Tab. 2.9.2: Úspešnosť identifikácie erózných rýh z leteckých snímok

Lokalita	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	Úspešnosť 1 [%]	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Úspešnosť 2 [%]
1 Brezová pod Bradlom	124	69	56	24,417	14,408	59
2 Nováky	431	101	23	61,647	11,331	18
3 Dudince	566	73	13	141,090	31,789	23
4 Klenovec	181	75	41	42,903	28,645	67
5 Plaveč	65	84	129	18,2	21,441	117
6 Varhaňovce	125	42	34	20,295	13,059	64

n<sub>1</sub> – počet rýh podľa mapy, n<sub>2</sub> – počet rýh podľa nových leteckých snímok, L<sub>1</sub> – dĺžka rýh podľa mapy, L<sub>2</sub> – dĺžka rýh podľa nových leteckých snímok (percentá sú vzhľadom k n<sub>1</sub>)

##### 2.9.4.1. Lokalita Brezová pod Bradlom na Myjavskej pahorkatine

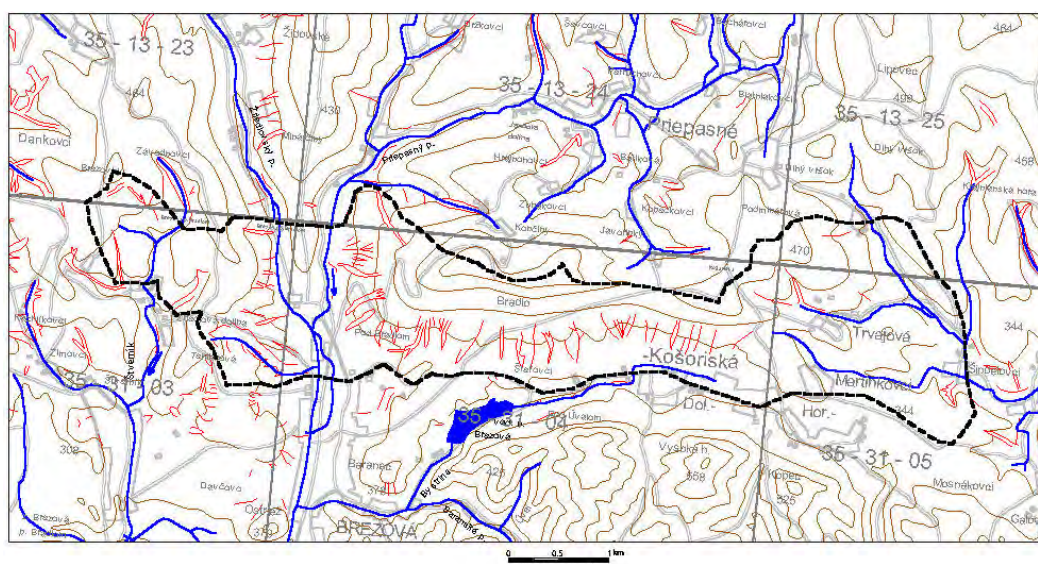
Lokalita Brezová pod Bradlom je tvorená vrchnokriedovými, prevažne flyšoidnými sedimentmi. Hustá sieť erózných rýh (2,08 km.km<sup>-2</sup>) je viazaná na úzky pás slieňov a slieňovcov košariského súvrstvia mladšieho koňaku (obr. 2.9.1). Sedimenty tohto súvrstvia patria do rajónu ílovcovo prachovcových hornín a na povrch vystupujú v strednej časti svahu lokality. Ani na jednej z ostatných lokalít nie je výskyt erózných rýh tak jednoznačne viazaný na jeden litostratigrafický typ hornín ako na tejto lokalite. Hustota rýh dosahujúca hodnotu až 6,5 km.km<sup>-2</sup> (tab. 2.9.3) a pravidelnosť ich výskytu (obr. 2.9.1) nás opodstatňuje vysloviť domnienku, že ryhy začali vznikáť v ľahko zvetrávajúcich vo vode nestálych sedimentoch košariského súvrstvia a postupne sa po oboch koncoch predlžovali do nadložných a podložných flyšoidných sedimentov (obr.2.9.1).

Tab. 2.9.3: Plocha a pomerné zastúpenie inžinierskogeologických rájónov a hustota výskytu erózných rýh v jednotlivých rájónoch na lokalite Brezová pod Bradlom

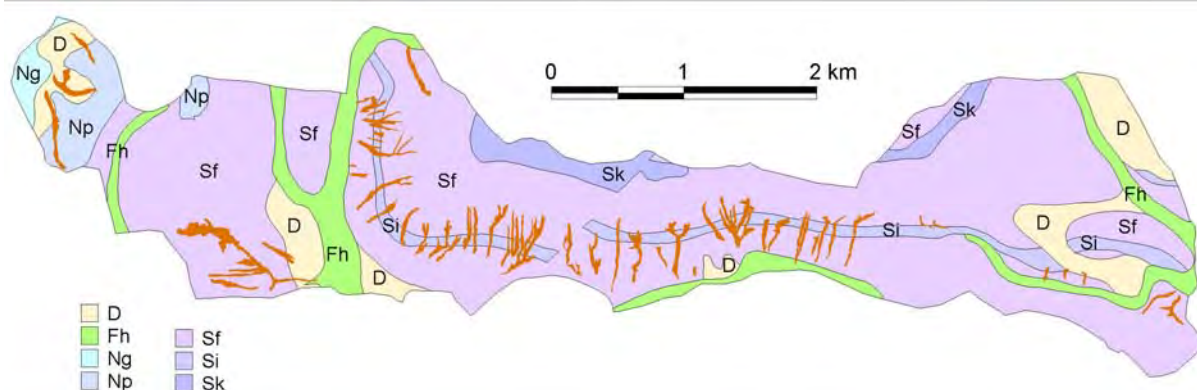
Rajón	Plocha rájónov		Dĺžka erózných rýh z mapy		
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]	[km.km <sup>-2</sup> ]
Si	0,600	5,1	3,918	16,0	6,525
Sf*	8,128	69,2	18,853	77,2	2,320
Fh	1,063	9,0	0,048	0,2	0,045
Np	0,384	3,3	0,612	2,5	1,596
D	1,063	9,1	0,985	4,0	0,927
Sk	0,401	3,4	0,000	0,0	0,000
Ng	0,107	0,9	0,000	0,0	0,000
Spolu	11,745	100,0	24,417	100,0	2,079

Dĺžka erózných rýh bola stanovená na základe topografickej mapy mierky 1:10 000. D – deluviálne zeminy, Fh – rajón náplavov horských tokov, Sf\* – rajón kriedových flyšoidných hornín, Si – rajón ílovcovo-prachovcových hornín, Sk – rajón karbonátových a klastických hornín, Np – rajón piesčitých sedimentov, Ng – Rajón štrkovitých sedimentov

A



B



Obr. 2.9.1: Lokalita Brezová pod Bradlom, A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) Inžinierskogeologická rajonizácia lokality s eróznymi rýhami identifikovanými na leteckých snímkach z roku 1992, (rajonizácia podľa zakl. geol. mapy Began a kol., 1984)



Podľa starých leteckých snímok z roku 1949 bola plocha identifikovaných erózných rýh 0,321 km<sup>2</sup> a ich celková dĺžka 15,435 km. Prehľad počtov, plôch a dĺžok identifikovaných rýh je v tabuľke 2.9.4. Podľa nových snímok z roku 1992 bola celková plocha identifikovaných erózných rýh na monitorovanom území Brezová pod Bradlom stanovená na 0,390 km<sup>2</sup> a ich dĺžka na 14,408 km. Prehľad počtov, plôch a dĺžok identifikovaných rýh je v tabuľke 2.9.4.

Tab.2.9.4: Plocha a dĺžka erózných rýh identifikovateľných na LMS z roku 1949 a 1992

	1949			1992		
	Počet [n]	Plocha [km <sup>2</sup> ]	Dĺžka [km]	Počet [n]	Plocha [km <sup>2</sup> ]	Dĺžka [km]
Kontinuálne ryhy	65	0,299	13,985	65	0,386	13,798
Pohltené ryhy	9	0,011	0,554	-	-	-
Zaniknuté ryhy	9	0,011	0,897	-	-	-
Nové erózne ryhy	-	-	-	4	0,004	0,610
Spolu	83	0,321	15,435	69	0,390	14,408

Z nameraných hodnôt vyplýva, že za obdobie 43 rokov sa na monitorovanom území Brezová pod Bradlom dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 3,1 % z pôvodnej dĺžky a ich plocha sa zväčšila o 21,4 % (tab. 2.9.5). Nakoľko za toto obdobie viacej erózných rýh zaniklo ako ich vzniklo, tak na prírastku plochy sa podieľali len kontinuálne a pohltené ryhy (pohltené ryhy boli pohltené kontinuálnymi ryhami, preto ich uvádzame spolu), ktorých plocha sa zväčšila o 23,6 %. Všetky zaniknuté a nové ryhy sa nachádzali respektíve nachádzajú na poľnohospodársky obrábanej pôde.

Tab. 2.9.5: Prírastok plochy a dĺžky erózných rýh na lokalite Brezová pod Bradlom za obdobie 43 rokov, medzi rokmi 1949 a 1992 stanovený na základe leteckých snímok. Percentá sa vzťahujú na celkovú plochu a dĺžku rýh v roku 1949

	Plocha		Dĺžka	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]
Prírastok na kontinuálnych r.	0,076	23,6	-0,189	-1,2
Nové - zaniknuté	-0,007	-2,2	-0,287	-1,9
Prírastok celkovo	0,069	21,4	-0,473	-3,1

Namerané hodnoty využitia územia lokality Brezová pod Bradlom sú uvedené v tabuľke 2.9.6. Z dát v tabuľke vyplýva, že najväčšie zmeny vo využití sú v prípade zalesnenej plochy, ktorej pribudlo 15 % a obrábaných polí, ktorých ubudlo skoro až 14 %. Porovnaním ostatných zmien vidno, že prírastok zalesnenej plochy je hlavne na úkor obrábaných polí.

Tab. 2.9.6: Využitie územia lokality Brezová pod Bradlom stanovené na základe leteckých fotografií z rokov 1948 a 1992

	1948		1992		Rozdiel [%]
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	
Lesný porast	2,4335	20,72	4,2144	35,88	15,16
Nízky porast, ojedinelé stromy	0,2572	2,19	0,2137	1,82	-0,37
Lúky a pasienky	1,4759	12,57	0,9211	7,84	-4,72
Osady a záhrady	0,1777	1,51	0,6262	5,33	3,82
Obrábané polia	7,4012	63,01	5,7701	49,13	-13,89
Spolu	11,7454	100,00	11,7454	100,00	0,00

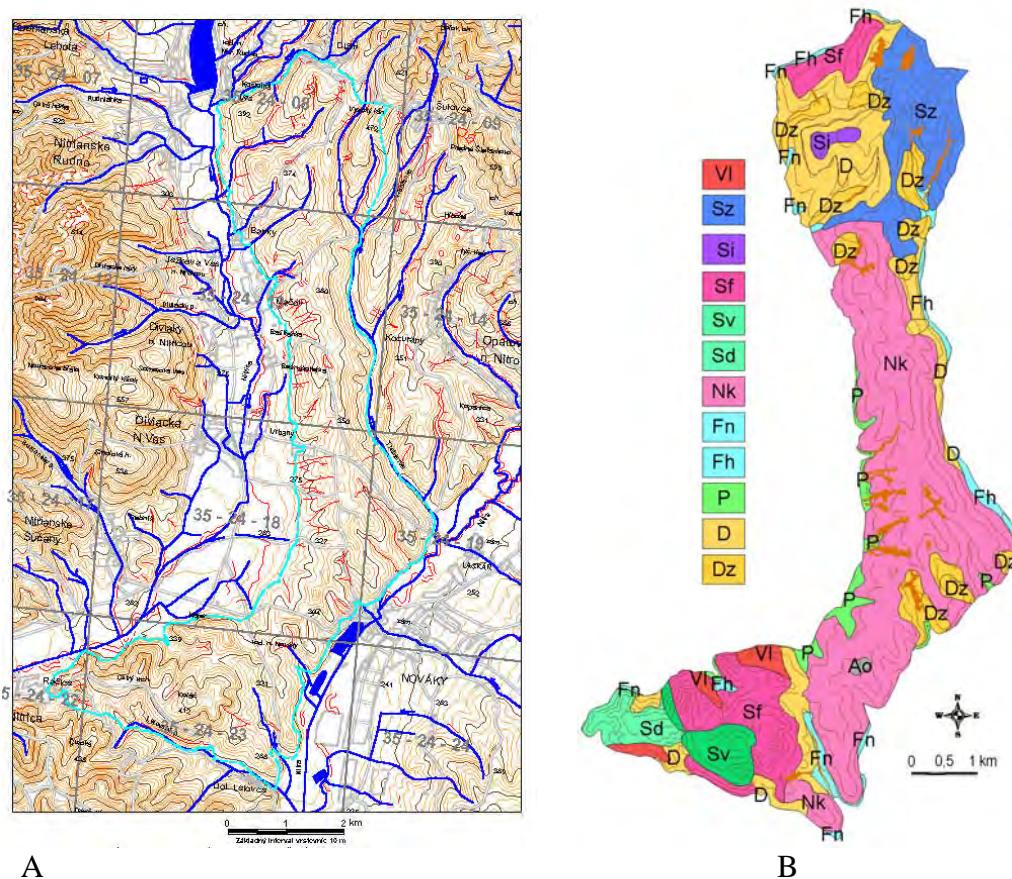
#### 2.9.4.2. Lokalita Nováky v Hornonitrianskej kotline

Prejavy výmoľovej erózie sú veľmi intenzívne na celom monitorovanom území, no vzhľadom na plochu inžinierskogeologického rajónu a hustotu erózných rýh (tab. 2.9.7) za najviac postihnuté výmoľovou eróziou považujeme neogénne lelovské súvrstvie (obr. 2.9.2). Hustota výmoľov tu dosahuje  $2,72 \text{ km.km}^{-2}$ . Lelovské súvrstvie je tvorené nespevnenými alebo slabo spevnenými molasovými sedimentami (striedajúce sa štrky, piesky, íly), ktoré patria do inžinierskogeologického rajónu striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov (Nk). Plochou podstatne menšie, ale eróziou tiež výrazne postihnuté (tab. 2.9.7) považujeme aj rajóny flyšoidných hornín (Sf) a zosuvných delúvií (Dz). Hustota erózných výmoľov na flyšoidných horninách je  $2,17 \text{ km.km}^{-2}$  a hustota výmoľov na zosuvných deluviálnych sedimentoch je  $2,48 \text{ km.km}^{-2}$ . Vysokú hustotu erózných výmoľov majú aj ďalšie rajóny nachádzajúce sa na lokalite (tab. 2.9.7 - P, VI, Sd), no pre veľmi malú plochu týchto rajónov nepovažujeme získané hodnoty za objektívne. Na malej ploche sa totiž môžu výraznejšie uplatňovať iné faktory vplývajúce na vývoj výmoľovej erózie, ako sú vlastnosti horninového prostredia a jeho citlivosť na výmoľovú eróziu, takže hustota výmoľov nemusí odrážať vlastnosti horninového prostredia, ale vplyv iného faktoru.

Tab. 2.9.7: Plocha a pomerné zastúpenie inžinierskogeologických rajónov a hustota výskytu erózných rýh v jednotlivých rajónov na lokalite Nováky

Rajón	Plocha rajónov		Dĺžka erózných rýh z mapy		
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km/km <sup>2</sup> ]
Fh	0,46	1,7	0,309	0,50	0,676
Fn	0,37	1,4	0,154	0,25	0,418
P	0,63	2,4	6,023	9,64	9,532
D	4,26	16,0	4,760	7,62	1,117
Dz	1,89	7,1	4,701	7,52	2,483
Nk	10,90	41,0	29,613	47,40	2,716
VI	0,49	1,8	3,925	6,28	8,018
Sf	2,88	10,8	6,233	9,98	2,166
Si	0,19	0,7	0,049	0,08	0,253
Sv	0,85	3,2	0,803	1,29	0,949
Sd	0,82	3,1	1,648	2,64	2,006
Sz	2,86	10,7	4,261	6,82	1,491
Spolu	26,60	100,0	62,479	100,00	2,349

Dĺžka erózných rýh bola stanovená na základe topografickej mapy mierky 1:10 000. D – deluviálne zeminy, Dz rajón zosuvných delúvií, Fn – rajón náplavov nížinných tokov, Fh – rajón náplavov horských tokov, P – proluviálne zeminy, Nk – rajón striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov, Sf – rajón paleogénnych flyšoidných hornín, Si – rajón ílovcovo-prachovcových hornín, Sv – rajón vápencovo-dolomitických hornín, Sz – rajón pieskocovo-zlepencových hornín, Sd – rajón dolomitických hornín, VI – rajón efuzívnych hornín.



Obr. 2.9.2: Lokalita Nováky, A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) inžinierskogeologická rajonizácia lokality Nováky s eróznymi ryhami identifikovanými na leteckých snímkach z roku 1992, (rajonizácia podľa Kováčik a kol., 1993)

Podľa starých leteckých snímkov identifikované erózne ryhy zaberali v roku 1949 plochu 0,521 km<sup>2</sup> a ich celková dĺžka bola 13,427 km, na nových leteckých snímkach táto plocha bola 0,616 km<sup>2</sup> a dĺžka 11,33 km. Plochy a dĺžky erózných rýh identifikovaných na nových a starých snímkach sú uvedené v tabuľke 2.9.8.

Tab. 2.9.8: Plocha a dĺžka erózných rýh identifikovateľných na leteckých snímkach z roku 1949 a 1992

Erózne ryhy	1949			1992		
	Počet	Plocha	Dĺžka	Počet	Plocha	Dĺžka
	[N]	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]
Kontinuálne ryhy	41	0,463	11,267	41	0,594	10,415
Pohltené ryhy	12	0,021	0,238	-	-	-
Zaniknuté ryhy	19	0,037	1,922	-	-	-
Nové erózne ryhy	-	-	-	9	0,021	0,915
Spolu	72	0,521	13,427	50	0,616	11,331

Porovnaním nameraných hodnôt predstavujúce obdobie 43 rokov sme zistili, že na území Nováky sa celková dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 1,852 km, a celková plocha erózných rýh sa zväčšila o 0,095 km<sup>2</sup>, čo predstavuje 13 % skrátenie pôvodnej dĺžky a 18 % prírastok vzhľadom k pôvodnej ploche rýh (tab. 2.9.9). Podobne ako v prípade väčšiny

lokalít, aj na tejto lokalite je prírastok plochy spôsobený zväčšením plochy kontinuálnych rýh, ktorých plocha sa zväčšila o 21 %. Cieľenou činnosťou viacej rýh zaniklo ako vzniklo. Zanikali len identifikované ryhy nachádzajúce sa na obrábanej pôde. Vznik nových rýh bol zaznamenaný hlavne na lúkach (alebo úhoroch), len dve z deviatich nových rýh vznikli na obrábanej pôde.

Tab. 2.9.9: Prírastok plochy a dĺžky erózných rýh za obdobie 43 rokov, medzi rokmi 1949 a 1992 stanovený na základe leteckých snímok. Percentá sa vzťahujú na celkovú plochu a dĺžku rýh v roku 1949

Prírastok erózných rýh	Plocha		Dĺžka	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]
Prírastok na kontinuálnych r.	0,111	21%	-0,852	-6%
Nové - zaniknuté	-0,016	-3%	-1,006	-7%
Prírastok celkovo	0,095	18%	-1,858	-13%

Proporcionálne hodnoty pre využitie územia lokality Nováky sú uvedené v tabuľke 2.9.10. Z dát v tabuľke vyplýva, že na území sa neudiali výraznejšie zmeny vo využití krajiny. Mierne zväčšenie plochy bolo zaznamenané v prípade zalesneného územia a poľnohospodársky obrábanej pôdy a to na úkor území s nízkymi podrastmi, lúk a pasienkov.

Tab. 2.9.10: Využitie územia lokality Nováky stanovené na základe leteckých fotografií z rokov 1949 a 1992

Spôsob využitia krajiny	1949		1992		Rozdiel
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	
Lesný porast	12,66	47,6	14,73	55,4	7,76
Nízky porast a ojedinelé stromy	2,85	10,7	0,27	1,0	-9,70
Lúky a pasienky	3,45	13,0	2,25	8,5	-4,48
Osady a záhrady	0,04	0,2	0,45	1,7	1,53
Obrábané polia	7,60	28,6	8,90	33,5	4,89
Spolu	26,60	100,0	26,60	100,0	

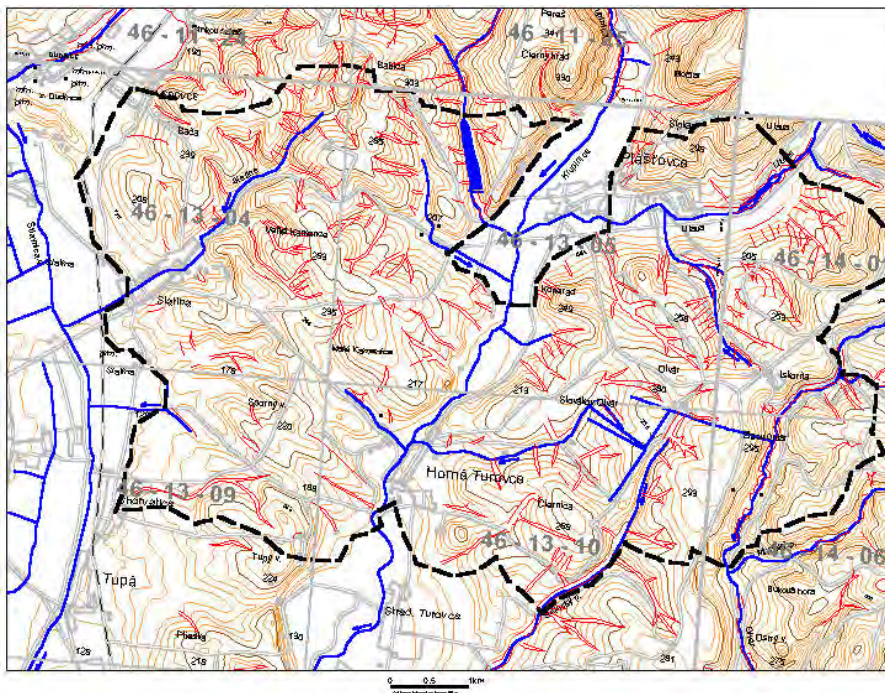
### 2.9.4.3. Lokalita Dudince na Krupinskej planine

Lokalita Dudince má najhustejšiu sieť erózných rýh na kilometer štvorcový zo všetkých monitorovaných lokalít. Podľa mapových podkladov v mierke 1:10 000 pripadá v priemere 2,88 km erózných rýh na kilometer štvorcový územia. Vzhľadom na hustotu erózných výmoľov za najviac eróziou postihnuté horniny môžeme označiť neogénne epiklastické vulkanické horniny bádenského veku pozostávajúce z tufových pieskovcov a siltovcov s vložkami ílovcov, pieskovcov a zlepcov. Tieto horniny sú zaradené do rajónu epiklastických hornín (Ve), tvoria až 66 % plochy územia a hustota erózných výmoľov dosahuje až 3,57 km.km<sup>-2</sup> (tab. 2.9.11). Žiaden iný rajón nedosahuje takúto vysokú hustotu výmoľov na svojom území. Ďalšie rajóny, ktoré majú relatívne vysokú hustotu výmoľov (Sz, Mn, DF<sub>n</sub>) majú malú plochu, takže tieto hodnoty hustoty výmoľov nemôžeme považovať za objektívne. Relatívne vysokú hustotu výskytu výmoľov a veľkú plochu majú aj deluviálne sedimenty (D). Erózne výmole nachádzajúce sa na ich území však dávame tiež do súvisu s epiklastickými horninami, nakoľko takmer všetky deluviálne sedimenty prekrývajú epiklastické horniny (obr. 2.9.3).

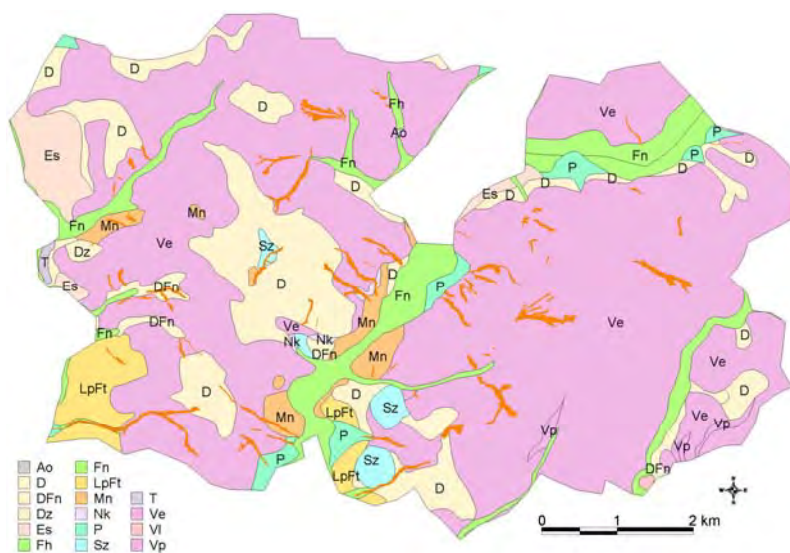
Tab. 2.9.11: Plocha a pomerné zastúpenie inžinierskogeologických rajónov a hustota výskytu erózných rýh v jednotlivých rajónov na lokalite Dudince

Rajón	Plocha rajónov		Dĺžka erózných rýh z mapy		
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]	[km/km <sup>2</sup> ]
D	7,4	14,8	12,09	9,9	1,709
Es	1,2	2,4	0,00	0,0	0,000
LpFt	1,4	2,9	0,33	0,2	0,234
Mn	1,1	2,1	2,87	2,1	2,708
Sz	0,6	1,1	1,15	0,8	2,057
Ve	32,9	66,1	117,38	84,5	3,567
Fn	2,9	5,8	0,48	0,3	0,166
Vp	0,2	0,5	0,14	0,1	0,573
Fh	1,1	2,2	1,35	1,0	1,219
P	0,9	1,7	1,17	0,8	1,374
Spolu	49,8	100,0	138,91	100,0	2,788

Dĺžka erózných rýh bola stanovená na základe topografickej mapy mierky 1:10 000. D – deluviálne zeminy, Fn – rajón náplavov nížinných tokov, Fh – rajón náplavov horských tokov, P – proluviálne zeminy, Es – rajón eolických spraší, LpFt – rajón polygenetických sedimentov na rajóne pleistocenných riečnych terasách, Mn – rajón nízkometamorfovaných hornín, Sz – rajón pieskovo-zlepenkových hornín, Ve – rajón epiklastických hornín, Vp – rajón pyroklastických hornín.



A



B

Obr. 2.9.3: Lokalita Dudince, A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) inžinierskogeologická rajonizácie lokality Dudince s eróznymi ryhami identifikovanými na leteckých snímkach z roku 1991

Identifikované erózne ryhy majú na starých leteckých snímkach z roku 1949 celkovú plochu 0,966 km<sup>2</sup> a dĺžku 41,543 km. Na nových snímkach z roku 1991 boli identifikované erózne ryhy s celkovou plochou 1,055 km<sup>2</sup> a dĺžkou 31,789 km. Prevažnú časť plochy a dĺžky rýh predstavujú kontinuálne ryhy, nových rýh bolo len 5 a ako vidno v tab. 2.9.12, zaniklo až 89 erózných rýh.

Tab.2.9.12: Plocha a dĺžka erózných rýh z lokality Dudince identifikovateľných na leteckých snímkach z roku 1949 a 1991.

	1949			1991		
	Počet	Plocha	Dĺžka	Počet	Plocha	Dĺžka
	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]
Kontinuálne ryhy	117	0,766	31,716	117	1,047	31,460
Pohltené ryhy	12	0,006	0,608	-	-	-
Zaniknuté ryhy	89	0,194	9,219	-	-	-
Nové erózne ryhy	-	-	-	5	0,007	0,329
Spolu	215	0,966	41,543	122	1,055	31,789

Na základe výsledkov štúdií dvoch sád leteckých snímkov vyplýva, že za obdobie 42 rokov sa na lokalite Dudince celková dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 22 %, a ich celková plocha zväčšila o 9,1 %. Veľké skrátenie erózných rýh, ktoré v absolútnych číslach predstavuje až vyše 9 km, bolo spôsobené zánikom veľkého počtu erózných rýh, spolu až 89. Všetky sa nachádzali uprostred poľnohospodársky obrábanej pôdy. Nové erózne ryhy, ktorých bolo na monitorovanom území len päť, vznikali na poľnohospodársky obrábanej pôde a na pasienkoch. Hodnoty prírastku plochy a dĺžky erózných rýh sú uvedené v tabuľke 2.9.13.

Tab. 2.9.13: Prírastok plochy a dĺžky erózných rýh za obdobie 42 rokov, medzi rokmi 1949 a 1991 stanovený na základe LMS. Percentá sa vzťahujú na celkovú plochu a dĺžku rýh v roku 1949

	Plocha		Dĺžka	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]
Prírastok na kontinuálnych r.	0,275	28,4	-0,256	-0,6
Nové - zaniknuté	-0,187	-19,3	-8,890	-21,4
Prírastok celkovo	0,088	9,1	-9,146	-22,0

Namerané hodnoty využitia územia lokality Dudince sú uvedené v tabuľke 2.9.14. Z dát v tabuľke vyplýva, že výraznejšie zmeny vo využití územia sú len v prípade zalesnenej plochy, ktorej pribudlo niečo vyše 11 % a to hlavne na úkor obrábaných polí, plochy porastenej nízkymi porastmi.

Tab. 2.9.14: Využitie územia lokality Dudince stanovené na základe leteckých fotografií z rokov 1949 a 1992

Spôsob využitia krajiny	1949		1992		Rozdiel
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[%]
Lesný porast	8,64	17,7	14,22	29,2	11,45
Nízky porast a ojedinelé stromy	3,83	7,9	1,31	2,7	-5,18
Lúky a pasienky	3,47	7,1	2,14	4,4	-2,72
Osady a záhrady	0,82	1,7	1,63	3,3	1,66
Obrábané polia	31,98	65,6	29,44	60,4	-5,21
Spolu	48,75	100,0	48,75	100,0	

#### 2.9.4.4. Klenovec (kryštalínium Veporského pásma)

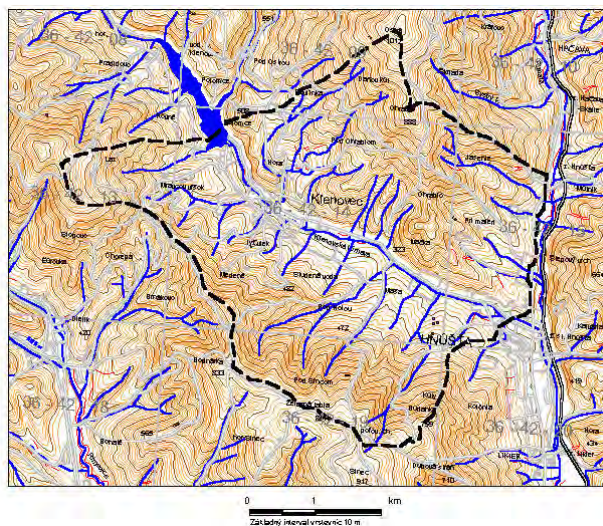
Územie lokality Nováky je z monitorovaných lokalít najmenej postihnuté výmoľovou eróziou. Na monitorovanom území pripadá len 1,36 km erózných rýh na kilometer štvorcový, čo odráža vlastnosti horninového prostredia, ktoré je tvorené relatívne pevnými, paleozoickými horninami veporského pásma. Výmoľovou eróziou sú najviac postihnuté deluviálne sedimenty (hlinito – kamenité zeminy), ktorých mohutnú akumuláciu v údolnej časti lokality (obr. 2.9.4) ovplyvnil intenzívny výzdvih územia v kvartéri. Erózia je tiež viazaná na intenzívne zvetrané sivozelené a sivohnedé fylity, ktoré sú zaradené do rajónu nízkometamorfovaných hornín (Mn). Relatívne veľkú plochu na území monitorovanej lokality Klenovec má aj rajón náplavov horských tokov (Fh), ktorého hustota výmoľov dosahuje až 5,9 km.km<sup>-2</sup> (tab. 2.9.15). Tento rajón sa však nachádza v údolných častiach lokality a preteká nim vodný tok, takže sa nejedná o erózne výmole v pravom zmysle slova, ale o hlboko zarezané vodné korytá, ktoré sa zarezávajú do svojich náplavov, alebo do podložia pre už spomínaný výzdvih územia. Preto tieto zarezané korytá nevyhodnocujeme ako erózne výmole, hoci na leteckých snímkach sme ich pôvodne identifikovali ako erózne výmole.

Tab. 2.9.15: Plocha a pomerné zastúpenie inžinierskogeologických rajónov a hustota výskytu erózných rýh v jednotlivých rajónoch na lokalite Klenovec

Rajón	Plocha rajónov		Dĺžka erózných rýh z mapy		
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]	[km.km <sup>-2</sup> ]
Ao	0,032	0,1	0,18	0,4	5,66
D	7,309	23,2	10,72	25,1	1,47
P	1,055	3,3	0,76	1,8	0,72
Fh	2,730	8,7	16,21	37,9	5,94
Ft	1,378	4,4	0,44	1,0	0,32
Or	0,004	0,0	0,02	0,0	4,95
LpFt	0,332	1,1	0,11	0,3	0,34
Ih	2,418	7,7	1,23	2,9	0,51
Mn	10,929	34,7	11,07	25,9	1,01
Mv	5,312	16,9	1,95	4,6	0,37
Mk	0,019	0,1	0,05	0,1	2,75
Spolu	31,517	100	42,74	100	1,36

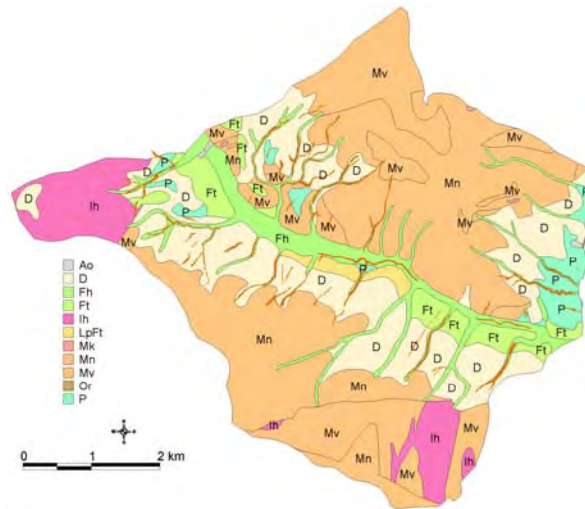
Dĺžka erózných rýh bola stanovená na základe topografickej mapy mierky 1:10 000. Ao – rajón navážok odpadu, D – deluviálne zeminy, Fh – rajón náplavov horských tokov, Ft – rajón pleistocenných riečnych terás, Or – rajón rašelinísk, P – proluviálne zeminy, LpFt – rajón polygenetických sedimentov na rajóne pleistocenných riečnych terasách, Ih – rajón intrúziivných hornín, Mn – rajón nízkometamorfovaných hornín, Mv – rajón vysokometamorfovaných hornín, Mk – rajón metamorfovaných karbonátov.

Plocha, ktorú identifikované erózne ryhy zaberali na lokalite Klenovec v roku 1949 bola na základe analýzy leteckých snímok stanovená na 0,376 km<sup>2</sup> a ich celková dĺžka na 30,36 km. Na nových snímkach z roku 1991 bola plocha na 75 identifikovaných erózných rýh 0,53 km<sup>2</sup> a ich dĺžka 28,6 km. Prehľad dĺžok, plôch a počtov identifikovaných erózných rýh je v tabuľke 2.9.16.



A





B

Obr. 2.9.4: Lokalita Klenovec, A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) inžinierskogeologická rajonizácia lokality Klenovec s eróznymi ryhami identifikovanými na leteckých snímkach z roku 1991 (rajonizácia podľa Sláma a kol. 1999)

Tab.2.9.16: Plocha a dĺžka erózných rýh identifikovaných na leteckých snímkach z roku 1949 a 1991

	1949			1991		
	Počet	Plocha	Dĺžka	Počet	Plocha	Dĺžka
	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]
Kontinuálne ryhy	68	0,349	27,555	68	0,506	26,925
Pohltené ryhy	4	0,015	1,287	-	-	-
Zaniknuté ryhy	10	0,011	1,518	-	-	-
Nové erózne ryhy	-	-	-	7	0,028	1,721
Spolu	82	0,376	30,360	75	0,534	28,646

Porovnanie dĺžky a plochy zaniknutých a nových erózných rýh ukazuje, že za 42 rokov vzniklo viacej erózných rýh ako ich zaniklo (tab. 2.9.17). Napriek tomu sa na monitorovanom území Klenovec celková dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 1,4 %. Celková plocha erózných rýh sa zväčšila o 42 % oproti východiskovému stavu z roku 1949. Väčšina erózných rýh zanikla na území poľnohospodársky obrábaných, len časť z nich zanikla na územiach využívaných ako lúky a pasienky.

Tab. 2.9.17: Prírastok plochy a dĺžky erózných rýh za obdobie 42 rokov, medzi rokmi 1949 a 1991 stanovený na základe leteckých snímkov. Percentá sa vzťahujú na celkovú plochu a dĺžku rýh v roku 1949

	Plocha		Dĺžka	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]
Prírastok na kontinuálnych r.	0,141	37,5	-0,630	-2,1
Nové - zaniknuté	0,017	4,5	0,203	0,7
Prírastok celkovo	0,158	42,0	-0,427	-1,4

Na lokalite Klenovec sa výrazným spôsobom zmenil charakter využívania krajiny. O vyše polovicu sa zmenšila obrábaná pôda, z pôvodných 37,6 % sa zmenšila jej rozloha na 15,3 %, čo je pokles o 22,3 %. Takmer o celý tento rozdiel sa zväčšila zalesnená plocha. Len

časť, 3 % pohltili rozrastajúce sa osady a záhrady. Podrobné využitie krajiny v rokoch 1949 a 1991 a rozdiel vo využití je uvedený v tabuľke 2.9.18.

Tab. 2.9.18: Využitie územia lokality Klenovec stanovené na základe leteckých fotografií z rokov 1949 a 1991

Spôsob využitia krajiny	1949		1991		Rozdiel
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[%]
Lesný porast	9,78	31,0	16,33	51,8	20,82
Nízky porast a ojedinelé stromy	1,67	5,3	1,18	3,8	-1,55
Lúky a pasienky	7,51	23,8	7,54	23,9	0,10
Osady a záhrady	0,69	2,2	1,64	5,2	3,01
Obrábané polia	11,86	37,6	4,81	15,3	-22,38
Spolu	31,51	100,0	31,51	100,0	

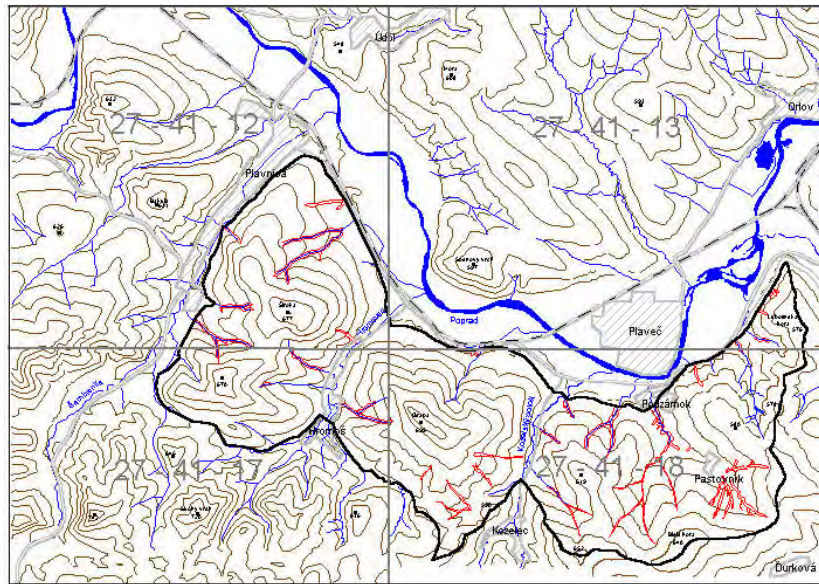
#### 2.9.4.5. Lokalita Plaveč v Spišsko – Šarišskom medzihorí

Lokalita Plaveč patrí k tým monitorovaným lokalitám na území ktorých sa nachádza menšia hustota erózných rýh. Na jeden kilometer štvorcový tu pripadá podľa topografických máp len 1,49 km erózných rýh. Všetky sa nachádzajú na území budovanom flyšoidnými horninami (rajón Sf), respektíve deluviálnymi zeminami (rajón D) prekrývajúcimi flyšoidné horniny a zosuvmi (rajón Dz) (obr. 2.9.5). Hustota erózných rýh v jednotlivých rajónoch je uvedená v tabuľke 2.9.19. Najvyššia hustota erózných rýh je práve na území kde sa nachádzajú deluviálne piesčito ílovité zeminy a zosuvné delúviá. Najvyššiu hustotu erózných výmoľov má podľa tabuľky 2.9.19 rajón proluviálnych zemín (P). Ide však o rajón, ktorý sa rozprestiera len na malej ploche (len 0,3 % rozlohy monitorovanej lokality), takže túto hustotu erózných rýh nemôžeme brať za reprezentatívnu pre prolúvia tejto lokality.

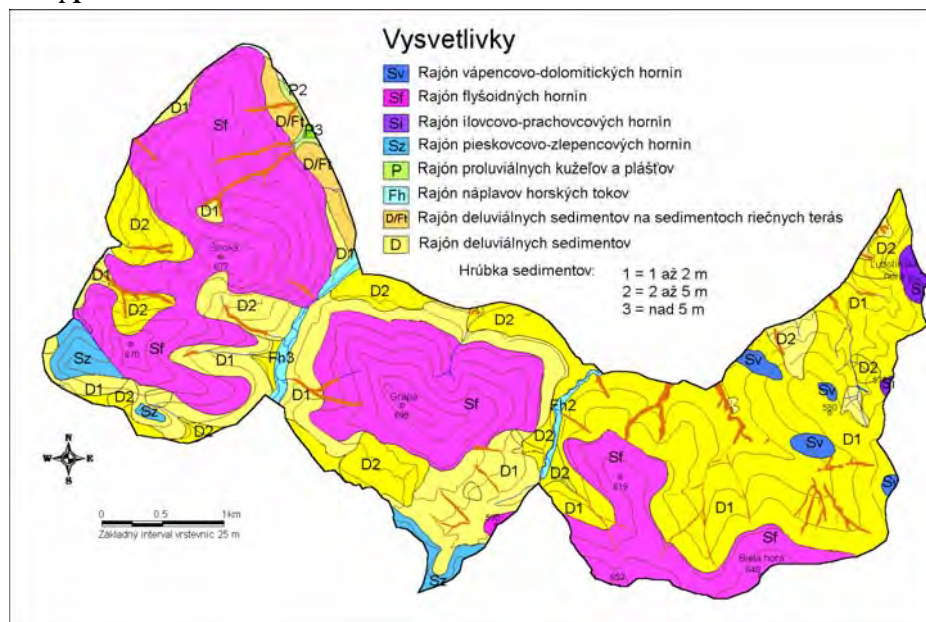
Tab. 2.9.19: Plocha a pomerné zastúpenie inžinierskogeologických rajónov a hustota výskytu erózných rýh v jednotlivých rajónoch na lokalite Plaveč

Rajón	Plocha rajónov		Dĺžka erózných rýh z mapy		
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]	[km.km <sup>-2</sup> ]
Fh	0,161	1,1	-	-	-
P	0,050	0,3	0,15	0,8	3,08
D	6,573	45,6	12,01	65,6	1,86
Dz	1,323	9,2	2,50	13,6	1,89
Sf	5,799	40,2	3,64	19,9	0,63
Si	0,080	0,6	-	-	-
Sv	0,136	0,9	-	-	-
Sz	0,300	2,1	-	-	-
Spolu	14,421	100,0	18,31	100,0	1,27

Dĺžka erózných rýh bola stanovená na základe topografickej mapy mierky 1:10 000. D – deluviálne zeminy, Dz – rajón zosuvných delúvií, Fh – rajón náplavov horských tokov, P – proluviálne zeminy, Sf – rajón paleogénnych flyšoidných hornín, Si – rajón ílovcovo-prachovcových hornín, Sv – rajón vápencovo-dolomitických hornín, Sz – rajón pieskovcovo-zlepcových hornín.



A



B

Obr. 2.9.5: Lokalita Plaveč A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) Inžinierskogeologická rajonizácia lokality Plaveč s eróznymi ryhami identifikovanými na leteckých snímkoch z roku 1987, (rajonizácia podľa Kováčik a kol. 1988)

Celková plocha identifikovaných erózných rýh v roku 1949, bola podľa leteckých snímkov 0,423 km<sup>2</sup> a ich celková dĺžka na 19,18 km. V roku 1987 bola plocha erózných rýh 0,67 km<sup>2</sup> a dĺžka 21,44 km (tab. 2.9.20).

Tab. 2.9.20: Celková dĺžka a plocha erózných rýh na lokalite Plaveč rekonštruovaná na základe LMS z rokov 1949 a 1987

Erózne ryhy	1949			1987		
	Počet	Plocha	Dĺžka	Počet	Plocha	Dĺžka
	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]
Kontinuálne ryhy	71	0,420	19,019	71	0,639	20,094
Pohltené ryhy	0	0,000	0,000	-	-	-
Zaniknuté ryhy	2	0,003	0,165	-	-	-
Nové erózne ryhy	-	-	-	13	0,030	1,347
Spolu	73	0,423	19,184	84	0,669	21,441

Z hodnôt v tabuľke vyplýva, že za obdobie 38 rokov na monitorovanom území Plaveč budovanom flyšovými súvrstviami pribudlo celkovo 2,3 km erózných rýh s celkovou plochou 0,25 km<sup>2</sup>, čo predstavuje predĺženie o 12 % a zväčšenie plochy o 58 % (tab. 2.9.21). Lokalita Plaveč má najväčší prírastok dĺžky a plochy erózných rýh a zároveň je jedinou lokalitou, kde sa všetky plochy aj dĺžky erózných rýh zväčšili. Tento súčasný dynamický vývoj výmoľovej erózie na tejto lokalite pripisujeme prítomnosti veľkého množstva deluviálnych sedimentov, ktorých jemnozrnné súdržné a nesúdržné zeminy sú náchylné na zosúvanie a eróziu.

Tab. 2.9.21: Prírastok plochy a dĺžky erózných rýh za obdobie 38 rokov, medzi rokmi 1949 a 1987 stanovený na základe LMS. Percentá sa vzťahujú na celkovú plochu a dĺžku rýh v roku 1949.

Prírastok erózných rýh	Plocha		Dĺžka	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]
Prírastok na kontinuálnych r.	0,219	51,8	1,075	5,6
Nové - zaniknuté	0,027	6,4	1,182	6,2
Prírastok celkovo	0,246	58,2	2,257	11,8

Podobne ako na ostatných lokalitách, aj na lokalite Plaveč sme zaznamenali úbytok poľnohospodársky obrábaných území. Na rozdiel od ostatných lokalít, tieto neboli zalesnené, ale podľa nových snímok z roku 1987 sa z nich stali lúky, pasienky a malá časť z nich bola po opustení zarastená nízkymi porastmi a ojedinelými stromami (tab. 2.9.22). Oproti ostatným lokalitám tento rozdielny charakter zmeny využitia územia pripisujeme väčšej naviazanosti miestnych ľudí k pôde ako tomu je na ostatných lokalitách. Ľudia využívajú pre poľnohospodárstvo každú dostupnú pôdu a nedovolia jej zarásť.

Tab. 2.9.22: Využitie územia lokality Plaveč stanovené na základe leteckých fotografií z rokov 1949 a 1987

Spôsob využitia krajiny	1949		1987		Rozdiel
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[%]
Lesný porast	1,81	12,5	1,70	11,8	-0,75
Nízky porast a ojedinelé stromy	0,39	2,7	1,09	7,5	4,82
Lúky a pasienky	2,53	17,6	3,96	27,4	9,86
Osady a záhrady	0,12	0,9	0,19	1,3	0,46
Obrábané polia	9,56	66,3	7,49	51,9	-14,40
Spolu	14,42	100,0	14,42	100,0	

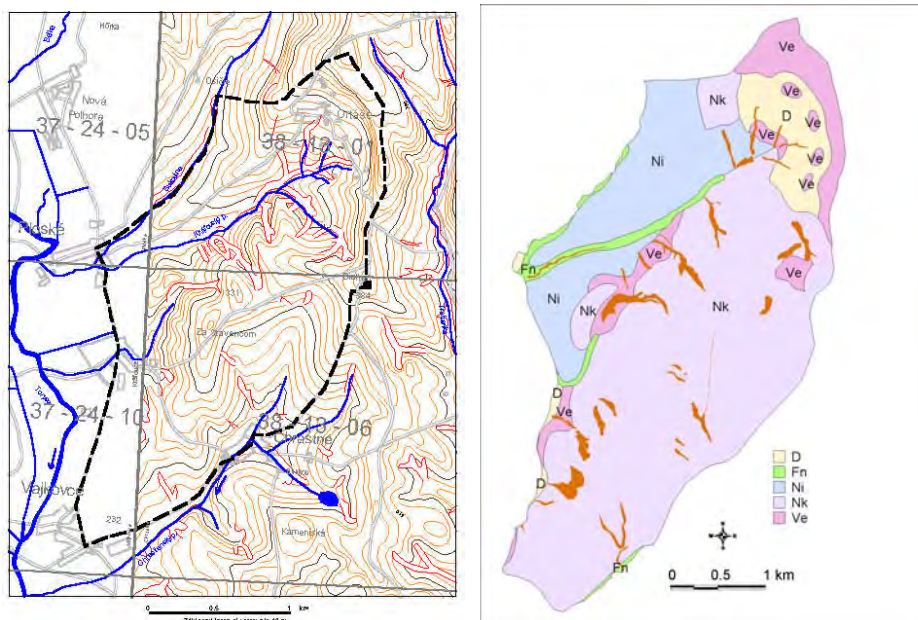
### 2.9.4.6. Varhaňovce (neogén a kvartér vnútrokarpatských panvy a kotlín)

V lokalite Varhaňovce s rozlohou 12,86 km<sup>2</sup> pripadá 1,42 km erózných rýh na kilometer štvorcový. Najväčšia hustota erózných rýh a zároveň aj najviac erózných rýh (tab. 2.9.23) sa nachádza na časti územia budovanom Klčovskou formáciou, čo sú molasové neogénne štrky, piesky a íly. Tieto sedimenty patria do inžinierskogeologického rajónu striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov (Nk). Hustotu erózných rýh vyššiu ako je priemerná hustota pre túto lokalitu majú aj ryhy nachádzajúce sa v rajóne deluviálnych zemín (D) prekrývajúce epiklastické horniny (Ve). Z porovnania rozloženia erózných rýh na tejto lokalite (na obr. 2.9.6 vidno zvýšenú koncentráciu erózných rýh v páse pretiahnutom v JJZ-SSV smere) so sklonitosťou územia (obr. 2.9.7) vyplýva, že vznik väčšiny erózných rýh nie je viazaný len na vlastnosti horninového prostredia Klčovskej formácie, ale aj na morfológické pomery s prejavmi erózie na najstrmších svahoch v monitorovanej lokalite. Takýto výrazný prejav morfológie nebol zaznamenaný na žiadnej inej lokalite.

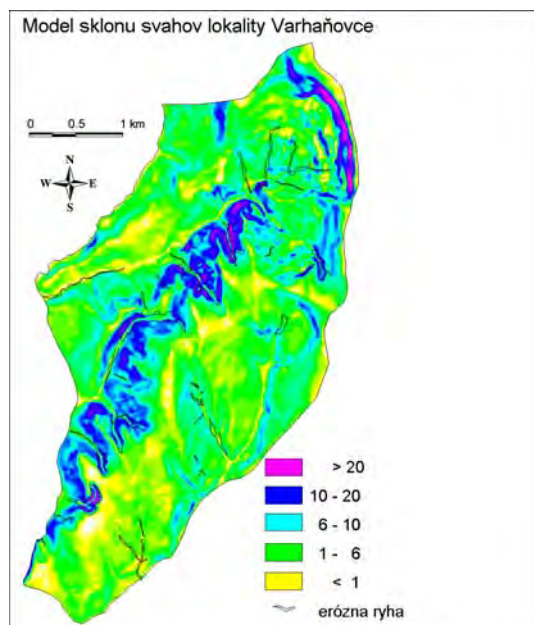
Tab. 2.9.23: Plocha a pomerné zastúpenie inžinierskogeologických rajónov a hustota výskytu erózných rýh v jednotlivých rajónoch na lokalite Varhaňovce

Rajón	Plocha rajónov		Dĺžka erózných rýh z mapy		
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]	[km/km <sup>2</sup> ]
D	0,987	7,7	1,765	9,6	1,788
Fn	0,337	2,6	0,324	1,8	0,962
Ni	2,950	22,9	1,390	7,6	0,471
Nk	5,967	46,4	11,751	64,2	1,969
Ve	2,618	20,4	3,068	16,8	1,172
Spolu	12,858	100,0	18,298	100,0	1,423

Dĺžka erózných rýh bola stanovená na základe topografickej mapy mierky 1:10 000. D – deluviálne zeminy, Fn – rajón náplavov nízinných tokov, Ni – rajón jemnozrnných (súdržných) sedimentov, Nk – rajón striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov, Ve – rajón epiklastických hornín.



Obr. 2.9.6: Lokalita Varhaňovce A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) inžinierskogeologická rajonizácia lokality Varhaňovce s eróznymi ryhami identifikovanými na leteckých snímkach z roku 1995 (rajonizácia podľa Kaličiak a kol., 1984)



Obr. 2.9.7: Model sklonitosti územia lokality Varhaňovce s eróznymi ryhami identifikovanými na leteckých snímkach z roku 1995

Erózne ryhy rozlíšené na ortorektifikovaných leteckých snímkach z roku 1949 majú celkovú dĺžku 12,837 km a ich plocha je 0,353 km<sup>2</sup>. Erózne ryhy rozlíšené na leteckých snímkach z roku 1995 majú celkovú dĺžku 13,059 km a plochu 0,438 km<sup>2</sup>. Sumárne dĺžky a plochy erózných rýh rozlíšených nastarých a na nových leteckých snímkach sú uvedené v tabuľke 2.9.24.

Tab. 2.9.24: Lokalita Varhaňovce, plocha a dĺžka erózných rýh identifikovaných na leteckých snímkach z roku 1949 a 1995

	1949			1995		
	Počet	Plocha	Dĺžka	Počet	Plocha	Dĺžka
	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[n]	[km <sup>2</sup> ]	[km]
Kontinuálne ryhy	39	0,334	11,158	39	0,431	11,934
Pohltené ryhy	4	0,004	0,400	-	-	-
Zaniknuté ryhy	10	0,016	1,279	-	-	-
Nové erózne ryhy	-	-	-	3	0,007	1,125
Spolu	53	0,353	12,837	42	0,438	13,059

Za obdobie 46 rokov, čo je časové rozpätie medzi výrobou dvoch použitých sád leteckých snímkov z lokality Varhaňovce, bola celková dĺžka erózných rýh predĺžená o 0,222 km. Spolu s lokalitou Plaveč je jedinou lokalitou, kde sa dĺžka rýh za vyhodnocované obdobie predĺžila. Príčiniť sa o to predĺženie kontinuálnych rýh, lebo rozdiel dĺžky zaniknutých rýh a dĺžky novovzniknutých rýh je záporný. Toto predĺženie však predstavuje 1,7 % oproti pôvodnej dĺžky rýh. O väčšie percento sa zväčšila celková plocha erózných rýh, celkovo o 24 %. Podobne ako v prípade dĺžky aj celková plocha bola predĺžená vďaka kontinuálnym ryhám, lebo suma plôch zaniknutých rýh bola väčšia ako plocha novovzniknutých rýh. Prehľad prírastkov a úbytkov plôch erózných rýh lokality Varhaňovce je uvedený v tab. 2.9.25.

Tab. 2.9.25: Prírastok plochy a dĺžky erózných rýh za obdobie 46 rokov stanovený na základe identifikovaných erózných rýh.

	Plocha		Dĺžka	
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km]	[%]
Prírastok na kontinuálnych ryhách	0,094	26,5	0,776	6,0
Nové - zaniknuté	-0,009	-2,6	-0,154	-1,2
Prírastok celkovo	0,085	24,0	0,622	4,8

Na lokalite Varhaňovce sme zaznamenali prírastok zalesneného územia. Zalesnené plochy vznikli hlavne na úkor poľnohospodársky obrábanej pôdy, lúk a pasienkov. Mierny nárast zaznamenala aj plocha na ktorej sa nachádzajú osady a záhrady (tab. 2.9.26).

Tab. 2.9.26: Využitie územia lokality Varhaňovce stanovené na základe leteckých fotografií z rokov 1949 a 1995.

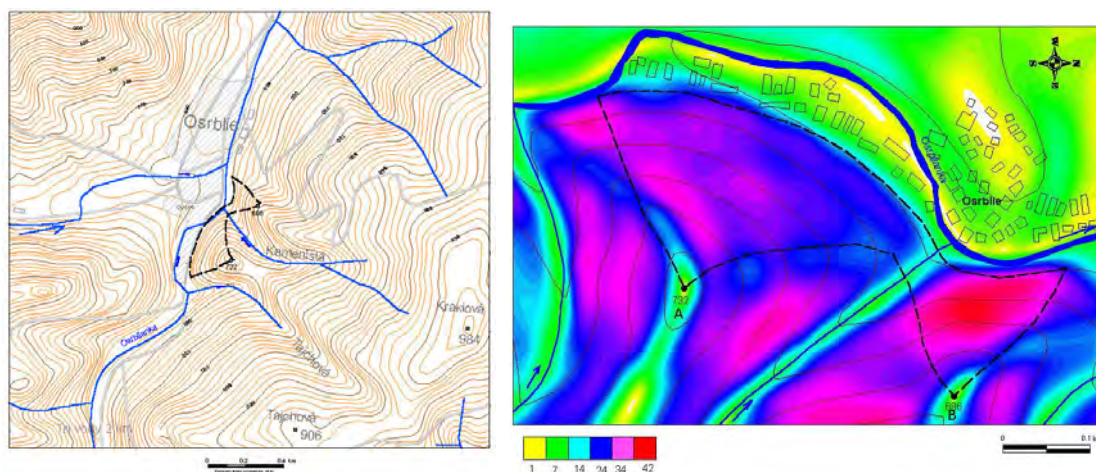
Spôsob využitia krajiny	1949		1995		Rozdiel
	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[%]
Lesný porast	0,87	6,8	2,23	17,5	10,62
Nízky porast a ojedinelé stromy	0,25	1,9	0,17	1,3	-0,59
Lúky a pasienky	2,23	17,4	1,65	12,9	-4,55
Osady a záhrady	0,12	0,9	0,49	3,9	2,95
Obrábané polia	9,33	72,9	8,25	64,5	-8,43
spolu	12,80	100,0	12,80	100,0	

#### 2.9.4.7. Lokalita Osrblie vo Veporských vrchoch

Na lokalite Osrblie sú predmetom monitoringu dva svahy ležiace východne nad obcou Osrblie. Ich celková plocha je 0,064 km<sup>2</sup>. Prevýšenie južnejšieho, označeného ako A je 130 m a severnejšieho, označeného ako B je 96 m. Ich situácia je na obr. 2.9.8.

Obavy z významnejších procesov erózie na monitorovaných svahov sa nepotvrdili, nakoľko k tomu nie sú priaznivé geologické a ani morfometrické pomery. Na monitorovaných svahoch sa na skalnom podklade nachádza tenká vrstva (maximálne 1 m) neopracovaných svahových štrkov a hrubopiesčitých zemín s veľmi nízkou prímiesou jemnozrnej frakcie. Z kriviek zrnitosti zemín je zrejme, že pokryvné zeminy obsahujú viac ako 40-50 % zrn väčších ako 2 mm a zároveň neobsahujú jemnej (najľahšie erodovateľnej frakcie) viac ako 7-20 %. Takýto materiál je veľmi odolný voči eróznym činiteľom. Významné faktory ovplyvňujúce eróziu sú morfometrické parametre reliéfu terénu svahu (dĺžka, sklon, tvar horizontálnej a vertikálnej krivky). Dĺžka prúdnic (svahu) nepresahuje ani v jednom prípade 225 m, čo je podľa Pattona (1975) kritická dĺžka pre vznik erózie svahov.

Hlavným, respektíve jediným faktorom priaznivým pre vznik akcelerovanej erózie na predmetných svahoch je ich veľký sklon: 34°, v centrálnej časti severného svahu až 42° (obr. 2.9.8). Práve na tomto mieste sú stopy po vývrate veľmi zreteľné, po ôsmich rokoch je pozorované len mierne zacelenie stôp po vývrate. Na južnom svahu s miernejším sklonom, možno pozorovať zarastanie vývratmi poškodenej vegetačnej pokrývky.



Obr. 2.9.8: Lokalita Osrblie A) topografická mapa s vyznačenou lokalitou, B) Sklon svahov na lokalite Osrblie. Čiarkovanou čiarou sú vyznačené hranice lokality, sklon svahov je v stupňoch

Porovnanie výsledkov laboratórnych skúšok vzoriek odoberaných na monitorovaných svahoch nenasvedčujú žiadnej strate jemnozrnnej frakcie (pod 0,06 mm), ktorá je najviac náchylná na odplavenie povrchovou vodou. Priemerný obsah jemnozrnnej frakcie vzoriek odoberaných v roku 1997 z povrchu svahu odhaleného vývratmi bol 10,5 %. Priemerná hodnota obsahu jemnozrnnej frakcie nameraná vo vzorkách odoberaných v roku 1999 bola 15,9 %. Rozdiel je 5,4 %, čo znamená, že vo vzorkách odoberaných v roku 1999 bolo menej hrubozrnných frakcií a viac jemnozrnných, čo by podľa nameraných hodnôt znamenalo, že strata jemnozrnnej frakcie nie je pozorovaná. Tento rozdiel v obsahu jemnozrnnej frakcie je ale skôr spôsobený veľkým rozptylom obsahu jemnozrnnej frakcie na svahu. V každom prípade sa ale môžeme domnievať, že na svahu nie je zaznamenaná výraznejšia strata jemnozrnnej frakcie. A to vďaka tomu, že hrubozrnný piesok a štrk ležiaci na vrchu pôdneho horizontu chránia jemnozrnné frakcie pred účinkami dažďových kvapiek a pred odplavením vodou tečúcou po povrchu.

Najvýraznejším prejavom aktívnej erózie, respektíve gravitačnému pohybu svahových sedimentov dochádza na záreze lesnej cesty podrezávajúcej monitorované svahy po vrstevnici v spodnej časti monitorovaných svahov. Tu sa stále zosúva a sutí materiál z okraja a nad okrajom zárezu. Za celú dobu monitorovania svahov bolo zaznamenaných viacero malých plošných zosunov humusových hĺn po svahových sedimentoch a zvetranom skalnom podloží, niektoré z nich postupom času zarastajú vegetáciou. Ďalšie významnejšie prejavy erózie sú len lokálne, prejavujú sa v podobe stále pretrvávajúceho sutenia materiálu po svahu s veľkým sklonom (viac ako 30°), kde vývraty obnažili štrkovitý materiál na väčšej ploche.

Celkove možno hodnotiť, že sa erózia na väčšine územia lokality nerozširuje, naopak, vďaka geológii nepriaznivej pre eróziu, zarastaním lokality vegetáciou a aktivitám obce, je na ústupe.

#### 2.9.4.8. Lokalita Turá Lúka

Od roku 2002 práce na tejto lokalite nie sú realizované pre nedostatok finančných prostriedkov. Riešiteľom tejto úlohy bol prof. J. Antal DrCs. V prácach realizovaných do roku 2002 bolo celkové množstvo odnesenej pôdy z modelového územia stanovené na základe terénnych meraní na hodnotu 77 047,286 kg pôdy, čiže 995,4 kg.ha<sup>-1</sup>, t. j. v prepočte na 1 ha poľnohospodárskej pôdy 1064,2 kg.ha<sup>-1</sup> a v prepočte na 1 ha ornej pôdy 1162,1 kg.ha<sup>-1</sup>.

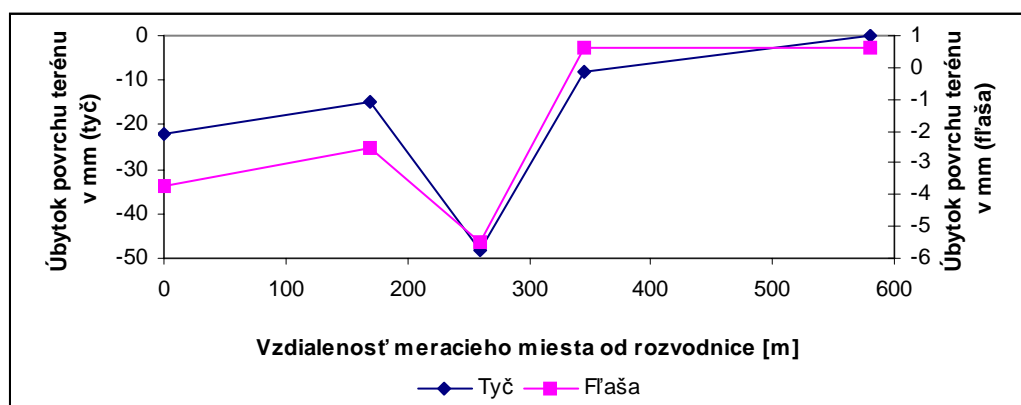


#### 2.9.4.9. Vysokoškolský poľnohospodársky podnik Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre so sídlom v Kolíňanoch

Monitoring na poľnohospodárskej pôde prebieha od roku 2002. Riešiteľom tejto úlohy je prof. J. Antal DrCs.

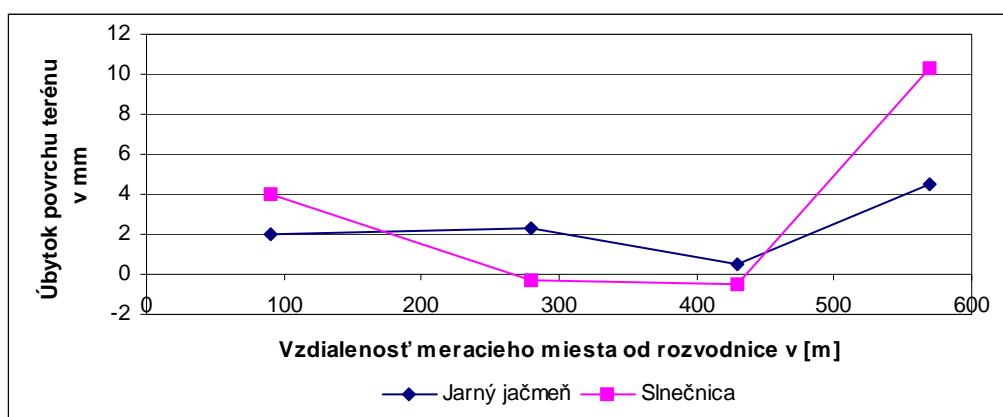
V priebehu trojročného monitorovacieho obdobia poľnohospodárskej pôdy v rokoch 2002 a 2003 bola poľnohospodárska pôda v záujmovom území minimálne ohrozená vodnou eróziou, čo bolo spôsobené zrážkovými pomermi a na ne nadväzujúcim zrážkovo-odtokovým procesom. V roku 2002 boli len dva a v roku 2003 boli zaznamenané len 5 dažďov ktoré mohli spôsobiť vodnú eróziu. V roku 2004 bolo až 18 dažďov, ktoré spôsobili vodnú eróziu, takže pôda v tomto roku bola v porovnaní s predchádzajúcimi analyzovanými rokmi erózne viac ohrozená. Samotné práce na monitoringu boli každý rok sťažené viacnásobným zničením osadených monitorovacích zariadení pojazdami poľnohospodárskej techniky.

V prvom roku monitoringu poľnohospodárskej pôdy na tejto lokalite boli použité erodomerné tyče a fľaše. Na monitorovacích bodoch boli zmerané výšky povrchu pôdy vo vnútri erodomernej fľaše (chránená pôda) a mimo erodomernej fľaše (nechránená pôda). Súčasne boli spravené aj čítania na erodomerných tyčiach. Výsledky merania erózie na erodomerných tyčiach a fľašiach sú zobrazené na obr. 2.9.9. Výsledky sú v tomto obrázku dané do vzťahu k vzdialenosti meracieho miesta od rozvodnice svahu (najvyššieho bodu na profile monitorovaného svahu). Z grafov je zrejmé, že najintenzívnejší odnos materiálu je vo vrchnej a hlavne strednej časti svahu, v dolnej časti svahu sa okrem odnosu materiálu uplatňuje aj akumulácia materiálu pochádzajúceho z vrchnej časti svahu.



Obr. 2.9.9: Výsledky monitoringu pomocou erodomerných fliaš a erodomerných tyčí vo vzťahu k vzdialenosti monitorovacieho miesta od rozvodnice

Výsledky meraní v otvorených erodomerných valcoch z roku 2003 (obr. 2.9.10) potvrdili teoretické poznatky o tom, že hustosiate (úzkoriadkové) plodiny (v tomto prípade jarný jačmeň) majú lepšiu protieróznú účinnosť ako širokosiate (širokoriadkové) plodiny (v tomto prípade slnečnica ročná), keď v prípade jarného jačmeňa bola zistená priemerná výška nánosov erodovanej pôdy 0,23 cm a v prípade slnečnice ročnej to bolo 0,34 cm, čo je približne 1,5-krát viac ako v prípade jarného jačmeňa.



Obr. 2.9.10: Priemerné výšky nánosov (+) a odnosov (-) v okolí otvorených erodomerných valcov v poraste jarného jačmeňa a slnečnice ročne v mm vo vzťahu k vzdialenosti od rozvodnice svahu

V roku 2004 sa práce na monitoringu poľnohospodárskej pôdy realizovali na pôde na ktorej bola pestovaná ozimná repka a tekvica. Vďaka zameraniu objemu erózných rýh sa na meračských miestach MM1, MM2, MM3 a MM4 lokalizovaných na svahu monitorovaného poľnohospodárskeho pozemku podarilo stanoviť objem odplavenej poľnohospodárskej pôdy. Výsledky namerané na jednotlivých meračských miestach sú prehľadne sumarizované v tab. 2.9.27.

Tab. 2.9.27: Namerané hodnoty na meračských miestach MM1 až MM4

Merné miesto	Vzdialenosť od Údolnice [m]	Plocha MM [m <sup>2</sup> ]	Počet rýh	Dĺžka rýh [m]	F [m <sup>2</sup> ]	VMM <sub>x</sub> [m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> ]	VMM <sub>x</sub> [m <sup>3</sup> ]
MM1	10	4	3	2	0,018808	0,009404	0,75232
MM2	150	4	2	2	0,02295	0,011475	1,663875
MM3	300	4	5	2	0,039407	0,0197035	2,95525
MM4	450	4	4	2	0,017294	0,008647	0,648525
Spolu		-	-	-	-	-	6,01997

F – sumárna prietoková plocha erózných rýh na jednotlivých meracích miestach, VMM<sub>x</sub> – objem erózných rýh na pozorovaných plochách

Z tab. 2.9.27 je ďalej zrejmé, že erózne ryhy sa tvoria najviac v strednej časti svahu, čím v tejto časti dochádza aj k väčšiemu objemu pohybu pôdy. Naopak pri päte svahu (konkávna časť svahu) a v blízkosti rozvodnice (konvexná časť svahu) je objem pôdy, ktorá sa vplyvom vodnej erózie dostáva do pohybu menší.

Na základe prepočtov z výsledkov nameraných na jednotlivých meračských miestach bolo vypočítané, že na pokusnom svahu o dĺžke 450 m sa do pohybu dalo 6,02 m<sup>3</sup> pôdy, čo ďalej v prepočte znamená, že celkové množstvo pôdy, ktoré sa dalo na vyšetrovanej ploche vplyvom povrchového odtoku zrážkovej vody do pohybu bolo 134 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Na základe odplaveného množstva poľnohospodárskej pôdy a nameraných zrážkových pomerov bolo možné vypočítať hodnoty minimálneho denného zrážkového úhrnu pri ktorom

začína povrchový odtok pre plodiny pestované na monitorovanom svahu. Hodnota tohto minimálneho úhrnu pre ozimnú repku je 11 mm a pre tekvicu 5 mm. Takýchto dažďov bolo v roku 2004 v prípade ozimnej repky 7 a v prípade tekvice 18. Napriek vzniku mnohých erózných rýh v poraste tekvice, ich rozmery nedosiahli hodnoty zodpovedajúce výmoľovej forme vodnej erózie. Na hone osiatom ozimnou repkou nebol zaznamenaný vznik erózných jarčiek a erózných brázd, t.j. na tomto hone mohla prebiehať (a pravdepodobne aj prebiehala) „typická“ plošná forma vodnej erózie.

### 2.9.5. Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Erózne ryhy vzniknuté na monitorovaných lokalitách majú rôzne charakteristiky vyplývajúce z geologicko-geomorfologických daností územia v ktorom sa nachádzajú. Vďaka veľkej dĺžky svahu na lokalitách Klenovec a Varchňovce sú na týchto aj najdlhšie erózne ryhy, naopak, najkratšie svahy majú lokality Brezová pod Bradlom a Nováky a tomu zodpovedajú aj najkratšie erózne ryhy. Plocha (alebo šírka) zodpovedá pevnosti hornín do ktorých sa ryhy zarezávajú. Mäkké horniny umožňujú vznik širokých rýh ktoré majú vďaka svojej šírke aj veľkú plochu. Pomer dĺžky a plochy ryhy preto môže odrážať odolnosť hornín proti výmoľovej erózii. Opodstatnenosť tohto predpokladu naznačujú aj namerané hodnoty (tab. 2.9.28). Ryhy s veľkou plochou, respektíve široké ryhy s malou hodnotou pomeru dĺžky a plochy vznikajú v mäkkých neogénnych a kvartérnych sedimentoch lokalít Nováky, Dudince, Plaveč a Varhaňovce. Ryhy s vyššou hodnotu pomeru dĺžky a plochy, teda úzke ryhy sa nachádzajú na lokalitách Brezová pod Bradlom a Klenovec, ktoré sú budované tvrdými mezozoickými a paleozoickými horninami. Priemerné prevýšenie erózných rýh je v rozmedzí od 28 do 50 m, priemerný sklon rýh je od 6° do 9°. Ryhy s najväčším prevýšením a najstrmším sklonom sa nachádzajú na lokalite Klenovec, ryhy s najmenším prevýšením a sklonom sa nachádzajú na lokalitách Nováky a Dudince.

Tab. 2.9.28: Vybrané priemerné charakteristiky erózných rýh monitorovaných lokalít

Lokalita	1 Brezová pod Bradlom	2 Nováky	3 Dudince	4 Klenovec	5 Plaveč	6 Varhaňovce
Ročný prírastok plochy rýh [%]	0,50	0,42	0,22	1,00	1,35	0,52
Ročný prírastok dĺžky rýh [%]	-0,07	-0,32	-0,52	-0,03	0,27	0,11
Dĺžka [m]	209	222	261	382	249	311
Plocha [m <sup>2</sup> ]	5 649	12 069	8 645	7 124	8 709	10 435
Prevýšenie [m]	30,81	20,71	23,64	49,65	40,77	27,74
Sklon [°]	8,7	7,0	6,0	8,8	7,6	6,7
Hustota výskytu rýh [km/km <sup>2</sup> ]	2,08	2,74	2,88	1,36	1,49	1,6
Pomer dĺžky a plochy	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03

Hlavným cieľom práce bolo identifikovať prírastok alebo úbytok plochy a šírky erózných rýh na monitorovaných lokalitách v priebehu monitorovacieho obdobia, t.j. časového obdobia medzi najstarším a najnovším leteckým snímkaním lokalít. Výsledky pre každú lokalitu sú uvedené v tabuľke 2.9.28 a zobrazené na obrázku 2.9.11. Na grafe je zobrazené porovnanie priemerného ročného zväčšenia alebo zmenšenia plochy (a) a dĺžky (b) identifikovaných erózných rýh. Z výsledkov je zrejmé, že vývoj plochy a dĺžky erózných rýh je rozdielny. Na väčšine lokalít sa plocha erózných rýh zväčšuje a dĺžka skraca. Jedinou výnimkou z tohto trendu sú erózne ryhy na lokalitách Plaveč a Varchňovce, kde sa zväčšuje aj dĺžka rýh.

Na lokalite Plaveč, ktorá je budovaná flyšovými sedimentmi, bolo namerané nie len najväčšie predĺženie erózných rýh, ale zároveň aj najväčší prírastok plochy rýh. Predĺženie

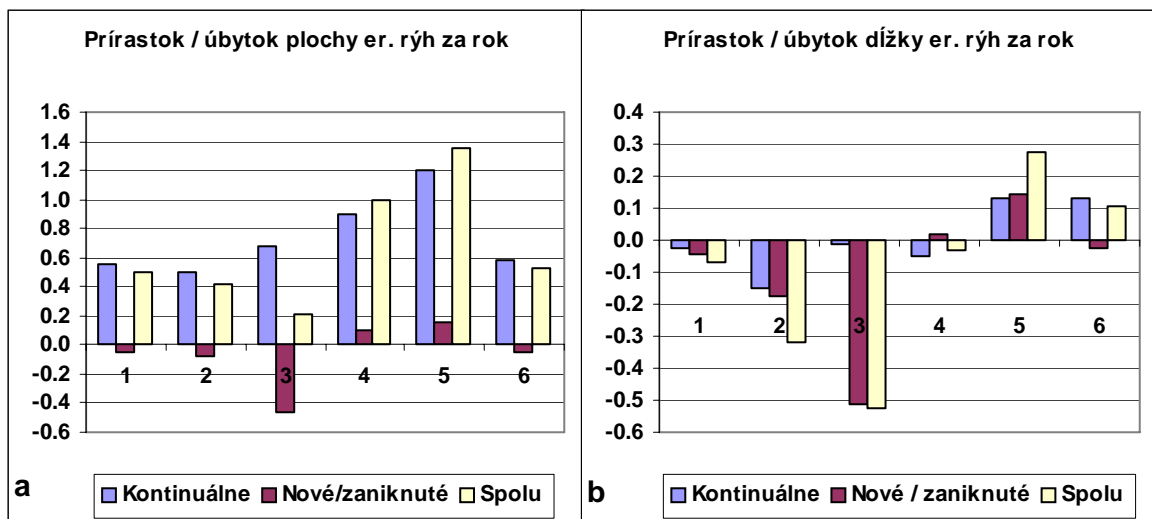
erózných rýh na lokalite Varhaňovce je len minimálne, prírastok plochy týchto rýh je v porovnaní s ostatnými lokalitami priemerný. Najväčšie skrátenie dĺžok erózných rýh bolo nameraná na lokalite Dudince, kde bol zaznamenaných najmenší celkový prírastok plôch erózných rýh a najväčší počet zaniknutých rýh. Lokality Brezová pod Bradlom a Klenovec majú porovnateľne nízky úbytok dĺžky erózných rýh, ale čo sa týka prírastku plochy, tak prírastok na lokalite Klenovec je dvojnásobne väčší v porovnaní s lokalitou Brezová pod Bradlom a druhý najväčší v porovnaní s ostatnými lokalitami. Druhé najväčšie skrátenie dĺžky identifikovaných erózných rýh bolo namerané na lokalite Nováky, prírastok plochy týchto rýh bol porovnateľný s prírastkami na lokalitách Brezová pod Bradlom a Varhaňovce.

K skráteniu celkovej dĺžky erózných rýh čiastočne prispelo aj zdanlivé skrátenie ich dĺžky, ktoré je spôsobené zvolenou metodikou vyhodnocovania dĺžky rýh. Do celkovej dĺžky rýh podľa starých leteckých snímok sú zarátané všetky erózne ryhy, teda aj dĺžky bočných rýh, ktoré sú v priebehu monitorovaného obdobia pohltené. Na nových snímkach sa pohltené ryhy nenachádzajú, preto nemôžu prispieť svojou dĺžkou k celkovej dĺžke. Plocha ktorú zaberali sa však nestratila, stala sa súčasťou zväčšenej hlavnej ryhy, ktorá bočnú ryhu pohltila. Ako vidno na grafe (obr. 2.9.11) vplyv tejto metodiky je rozhodujúci hlavne v prípade lokalít Brezová pod Bradlom a Nováky, kde pohltené erózne ryhy prispeli až 50 % k celkovému skráteniu erózných rýh. V prípade lokality Dudince pohltené erózne ryhy predstavujú skoro až 100 % skrátenia celkovej dĺžky erózných rýh. Skracovanie ostatných rýh bolo pravdepodobne spôsobené činnosťou človeka. Veľká časť územia je využívaná ako intenzívne obrábaná poľnohospodárska pôda (obr. 2.9.17) a práve na tejto poľnohospodárskej pôde sa nachádza väčšina identifikovaných erózných rýh. Dá sa preto predpokladať, že aktivita poľnohospodárov vedie k takým úpravám povrchu, ktoré bránia predlžovaniu erózných rýh, hlavne v ich horných, plytkých častiach, kde sa dajú relatívne ľahko vyplniť navozeným materiálom.

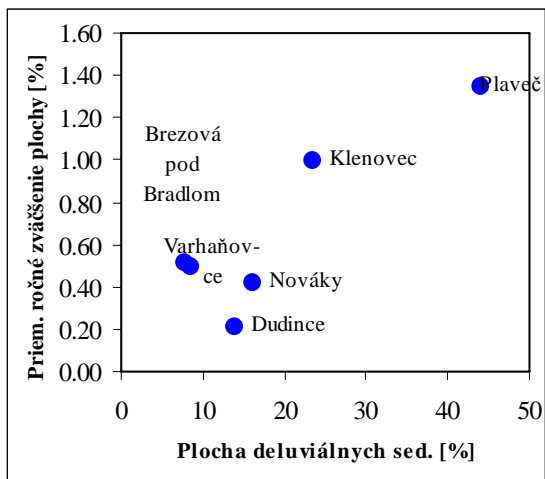
Zväčšenie plochy erózných rýh je spôsobené posunom okraja ryhy smerom od jej osi čím sa zväčšuje jej šírka. Posun okraja ryhy sa deje tromi spôsobmi. Prvým je postupný odnos materiálu z okraja ryhy plošnou eróziou. Tento proces je pomalý, ale vytrvalý s premenlivou intenzitou ovplyvňovaný obrábaním poľnohospodárskej pôdy a pastierstvom, ktoré na priľahlých územiach neustále menia charakter a intenzitu povrchového odtoku zrážkových vôd. Druhý spôsob, ktorým sa rozširujú okraje erózných rýh je zosúvanie okrajov erózných rýh. Tento proces je najintenzívnejší hlavne v jarnom období, kedy sú najlepšie podmienky na zosúvanie. Pri zosúvaní okrajov erózných rýh dochádza k pohybu materiálu, ktorý môže spôsobiť až niekoľkometrové zväčšenie šírky ryhy. Rozsah a frekvencia zosúvania je však limitovaná, v závislosti na geologických, hydrogeologických pomeroch a aktuálnych klimatických podmienkach. Pri treťom spôsobe sa vlastne nejedná o zväčšenie šírky rýh, ale o nepresné identifikovanie okraja erózných rýh, a to v prípade ak ryha bola zarastená stromami so širokou korunou. Na leteckých snímkach sa vtedy okraje rýh dajú len odhadnúť, čo spôsobuje chybu stanovenia plochy ryhy. Namerané zväčšenie plochy rýh teda zodpovedá aktivite troch procesov a ich zastúpenie na výslednom zväčšení plochy nie je možné stanoviť.

Geológia a vlastnosti hornín pre jednotlivé lokality bola hodnotená pomocou máp inžinierskogeologickej rajonizácie zostavených v zmysle Matula a Pašek (1986) a smerníc na zostavovanie inžinierskogeologických máp (Smernica MŽP SR 1996). Horniny v rámci jedného rajónu majú kvázi rovnírodé inžinierskogeologické vlastnosti, vrátane odolnosti voči erózii. Túto rovnírodosť sme využili na hodnotenie vplyvu geologického prostredia na vývoj výmoľovej erózie. Prehľad rajónov a ich rozsah akým sú zastúpené na jednotlivých lokalitách je uvedený v tabuľke 2.9.29. Pre lepšiu orientáciu sú v tejto tabuľke podčiarknuté percentuálne zastúpenie tých rajónov, ktoré sú v daných lokalitách najviac postihnuté výmoľovou eróziou.

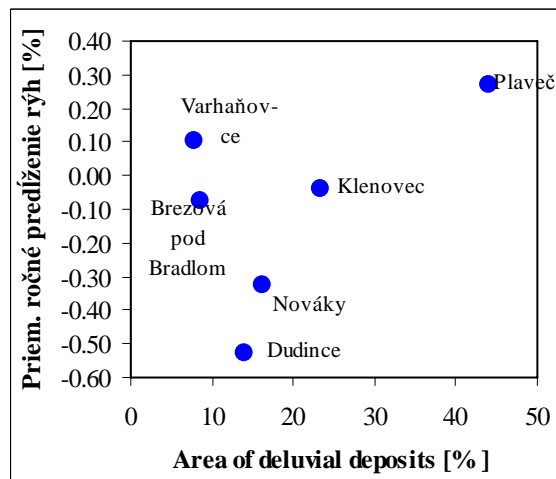
Hustota erózných výmoľov je podmienená hlavne vlastnostiam geologického prostredia vrátane vlastnosti hornín. Hustota erózných rýh pre jednotlivé lokality je prehľadne uvedená v tabuľke 2.9.28. Najväčšia hustota erózných rýh je na lokalite Dudince, kde väčšina rýh sa vytvorila v neogénnych sedimentoch epiklastických pieskovcov a prachovcov a tufitických prachovcov, ktoré sú v rámci inžinierskogeologickej rajonizácie zaradené do rajónu neogénnych epiklastických hornín (Ve). Druhá najvyššia hustota erózných rýh je na lokalite Nováky, kde sa najviac erózných rýh vytvorilo v mäkkých molasových sedimentov zložených zo striedajúcich sa štrkov, pieskov a ílov. Tieto sedimenty boli zaradené do rajónu striedajúcich sa neogénnych súdržných a nesúdržných hornín (Nk). V lokalite Brezová pod Bradlom sa nachádza tretia najväčšia hustota erózných rýh. Na tejto lokalite je vznik takmer všetkých erózných rýh viazaný na úzky pás vrchnokriedových prachovcov nachádzajúcich sa na strmom svahu uprostred vrchnokriedových flyšoidných sedimentov. Prachovce sú zaradené do rajónu ílovcových a prachovcových hornín (Si) a flyšoidné sedimenty sú zaradené do rajónu flyšoidných hornín (Sf). Ďalšou lokalitou v poradí hustoty výskytu erózných rýh je lokalita Varhaňovce. V rámci monitorovaných lokalít sa s hustotou  $1,6 \text{ km.km}^{-2}$  nachádza v poradí na štvrtom mieste. Väčšina erózných rýh sa nachádza v molasovej Klčovskej formácii pozostávajúcej zo štrkov, pieskov a ílov. Sedimenty tejto formácie sú zaradené do rajónu striedajúcich sa neogénnych jemnozrnných a hrubozrnných sedimentov (Nk). Druhú najmenšiu hustotu erózných výmoľov ( $1,49 \text{ km.km}^{-2}$ ) má lokalita Plaveč, na ktorej sa všetky erózne ryhy nachádzajú v kvartérnych deluviálnych (D) a paleogénnych flyšoidných sedimentoch (Sf). Zo všetkých monitorovaných lokalít má najmenšiu hustotu erózných rýh ( $1,36 \text{ km.km}^{-2}$ ) lokalita Klenovec. Na tejto lokalite sa najviac erózných rýh vytvorilo v sivozelených a sivohnedých fylitoch, ktoré boli zaradené do rajónu nízkometamorfovaných hornín (Mn).



Obr. 2.9.11: Porovnanie priemerného prírastku plochy (a), a dĺžky (b) identifikovaných erózných rýh za rok v percentách na lokalitách 1 Brezová pod Bradlom, 2 Nováky, 3 Dudince, 4 Klenovec, 5 Plaveč, 6. Varhaňovce



Obr. 2.9.12: Vzťah medzi zväčšením plochy erózných rýh a plochou deluviálnych sedimentov



Obr. 2.9.13: Vzťah medzi predĺžením erózných rýh a plochou deluviálnych sedimentov

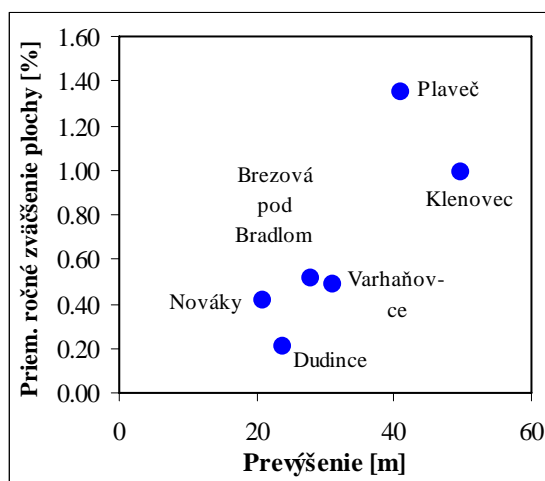
Priame vyjadrenie vplyvu horninového prostredia na vývoj erózie pre množstvo faktorov nie je možné. Získané výsledky ale naznačujú, že existuje nepriamy vzťah medzi horninovým prostredím jednotlivých lokalít a súčasou intenzitou výmoľovej erózie. Tento vzťah vyjadrujú grafy na obrázkoch 2.9.12 a 2.9.13, na ktorých sú grafy s priamoúmernou koreláciou medzi priemerným ročným prírastkom plochy (obr. 2.9.12) a dĺžky (obr. 2.9.13) erózných rýh a rozsahom zastúpenia deluviálnych sedimentov na jednotlivých lokalitách, ktoré je číselne vyjadrené v percentách z celkovej plochy lokality ktorú pokrývajú deluviálne sedimenty s hrúbkou väčšou ako 1 m. Z grafov vyplýva, že podľa výsledkov merania prírastku plochy a dĺžky erózných rýh je recentná intenzita výmoľovej erózie vyššia na tých lokalitách kde sa nachádza viac deluviálnych sedimentov, respektíve pokrývajú väčšiu plochu. Tento priamoúmerný vzťah je výraznejší v prípade plochy erózných rýh. V prípade prírastku, respektíve skrátenia dĺžky erózných rýh sú výnimkou z tohto trendu erózne ryhy na lokalitách Varhaňovce a Brezová pod Bradlom. Predpokladáme, že táto korelácia, hlavne v prípade deluviálnych zemín a prírastkom plochy erózných rýh sa dá vysvetliť príbuznosťou faktorov, ktoré vplyvajú na dynamiku výmoľovej erózie a tvorbu deluviálnych zemín, ktoré sú produktom zvetrávania a transportu. Aj na zvetrávanie aj na eróziu majú významný vplyv vlastnosti hornín, klimatické pomery, vegetačný porast a pod.

Zaujímavý výsledok prinieslo aj porovnávanie prírastku plochy erózných rýh a ich morfológickými parametrami. Na obr. 2.9.14 je graf so vzťahom medzi priemerným ročným zväčšením plochy erózných rýh a priemerným prevýšením rýh. Tento vzťah naznačuje, že s narastajúcim prevýšením erózne ryhy je výmoľová erózia intenzívnejšia. Tento vzťah je akceptovateľný, nakoľko pri väčšom prevýšení má aj tečúca voda väčšiu kinetickú energiu, ktorou eroduje horninový materiál. Podobný výsledok priniesol aj porovnanie priemerného sklonu svahu s ročným zväčšením plochy erózných rýh (obr. 2.9.15). Hoci má trend o poznanie väčší rozptyl, priama úmera medzi prírastkom plochy erózných rýh (intenzitou erózie) a sklonom svahu (energiou svahu) je zrejmy.

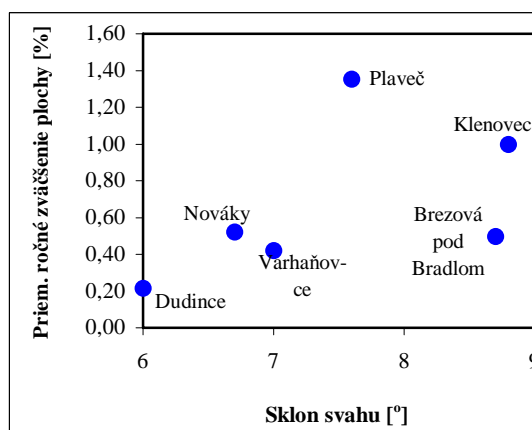
Tab. 2.9.29: Porovnanie zastúpenia inžinierskogeologických rajónov na jednotlivých lokalitách

Rajón	Brezová pod Bradlom	Nováky	Dudince	Kokava	Plaveč	Varhaňovce
D + Dz	8,4 <sup>0,9</sup>	16+7,1	2,1+0,2	23,2	43,8+9,2	7,7
Fn a Fh a Ft spolu	9,6	3,1	8,0	13,1	1,1	2,6
P	-	2,4	1,7	3,4	0,3	-
Lp +Es	-	-	14,3+2,4	1,1	-	-
Ih	-	-	-	7,7	-	-
Mn + Mv	-	-	2,1	35,7+15,9	-	-
Ni	-	-	-	-	-	22,9
Nk	-	41	0,2	0,1	-	46,4
Sf a Sf*	72,0 <sup>2,3*</sup>	10,8	-	-	40,2	-
Si	5,8 <sup>6,5</sup>	0,7	-	-	0,6	-
Sv	-	6,3	-	-	0,9	-
Sz + Sk	2,8+0,4	10,7	1,1	-	2,1	-
Ve	-	-	66,0	-	-	20,4
iný	0,4	1,8	1,8	-	1,8	-

D – deluviálne zeminy, Dz rajón zosuvných delúvií, Fn – rajón náplavov nížinných tokov, Fh – rajón náplavov horských tokov, Ft – rajón pleistocenných riečnych terás, P – proluviálne zeminy, Lp – rajón polygenetických sedimentov, Ih – rajón intrúziivných hornín, Mn – rajón nízkometamorfovaných hornín, Mv – rajón vysokometamorfovaných hornín, Ni – rajón jemnozrnných (súdržných) sedimentov, Nk – rajón striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov, Sf – rajón paleogénnych flyšoidných hornín, Sf\* – rajón kriedových flyšoidných hornín, Si – rajón flocovo-prachovcových hornín, Sv – rajón vápencovo-dolomitických hornín, Sz – rajón pieskocovo-zlepcových hornín, Sk – rajón karbonátových a klastických hornín, Ve – rajón epiklastických hornín.



Obr. 2.9.14: Vzťah medzi priemerným ročným zväčšením plochy erózných rýh a prevýšením



Obr. 2.9.15: Vzťah medzi priemerným ročným zväčšením plochy erózných rýh a sklonom

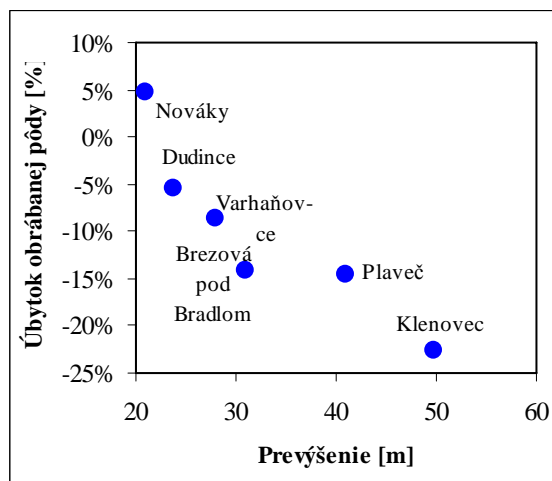
Ako už bolo viackrát spomínané, využitie územia a jeho zmeny sú významným faktorom vplývajúcim na vývoj erózie. Využitie územia v minulosti a v súčasnosti ako aj rozdiely vo využití sú graficky znázornené na stĺpcovom grafe zobrazenom na obr. 2.9.17. Rozdiely vo využití územia (tab. 2.9.30) poukazuje na trend znižovania výmery poľnohospodárskej (ornej) pôdy a prírastku výmery zalesneného územia. Územie s lesným porastom zväčšuje svoju plochu nie len na úkor poľnohospodárskej pôdy, ale aj na úkor nízkych porastov a pasienkov a lúk, ktorých plocha sa tiež znižuje. Trend zväčšovania rozlohy majú aj zastavané územia. Z tohto všeobecného trendu sa líši jedine lokalita Plaveč, jej zalesnená plocha ostala na tej istej rozlohe, respektíve sa nepatrne zmenšila, pribudli jej pasienky a plocha s nízkym porastom. Lokalita Nováky je jediná z predmetných lokalít, kde

sa výmer poľnohospodársky obrábaných plôch zväčšil. Najväčší úbytok poľnohospodársky obrábanej pôdy za obdobie 42 rokov je zaznamenaný na lokalite Klenovec. Väčšina z tejto pôdy bola zalesnená.

Tab. 2.9.30: Rozdiely vo využití územia stanovené na základe porovnania starých a nových leteckých snímok

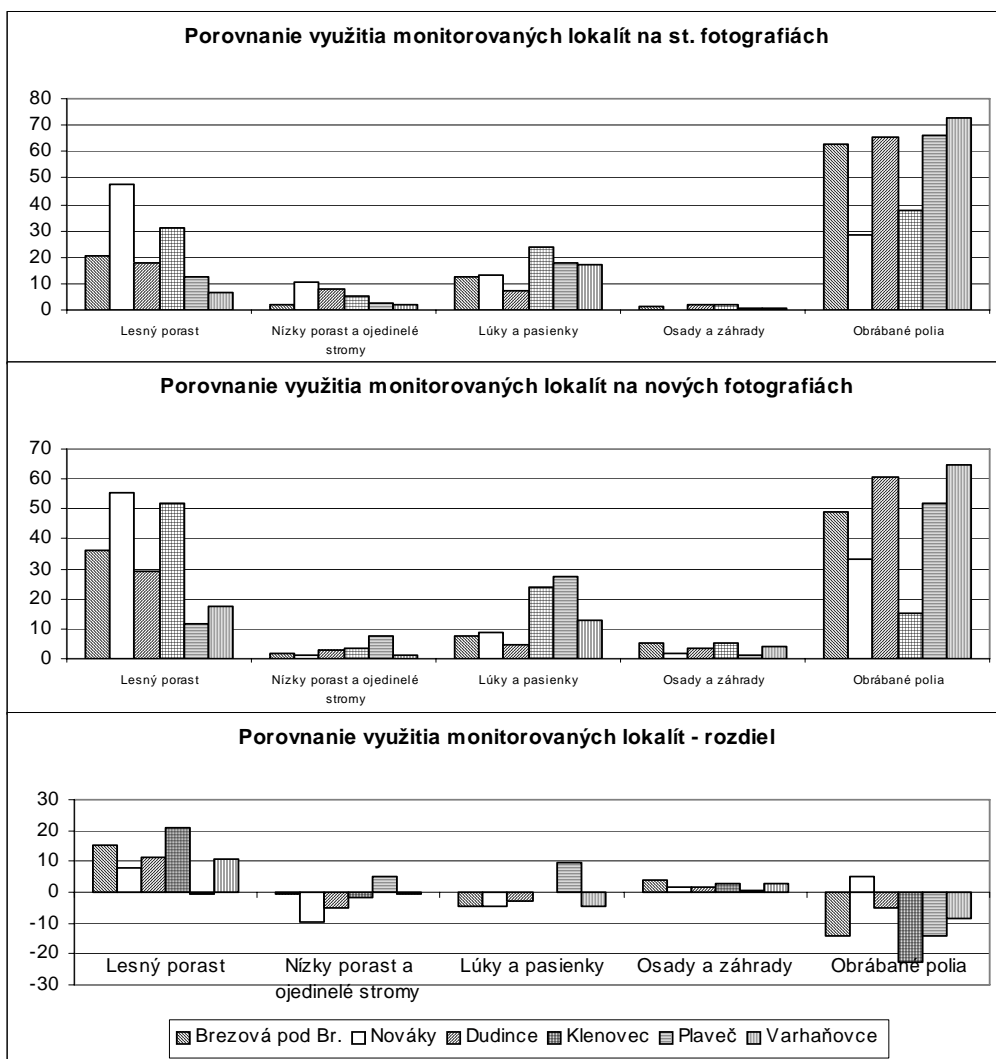
	<b>Brezová pod Bradlom</b>	<b>Nováky</b>	<b>Dudince</b>	<b>Klenovec</b>	<b>Plaveč</b>	<b>Varhaňovce</b>
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Zalesnená pôda	15,16	7,76	11,45	20,82	-0,75	10,62
Nízky porast	-0,37	-9,70	-5,18	-1,55	4,82	-0,59
Lúky a pasienky	-4,72	-4,48	-2,72	0,10	9,86	-4,55
Intravilán a záhrady	3,82	1,53	1,66	3,01	0,46	2,95
Orná pôda	-13,89	4,89	-5,21	-22,38	-14,40	-8,43

Pri priamom analyzovaní vzťahu medzi využitím územia a intenzitou výmolevej erózie vyjadrenou priemerným ročným prírastkom plochy a dĺžky erózných rýh sme nezaznamenali žiaden významný vzťah. Avšak zaznamenali sme zaujímavú nepriamoúmernú koreláciu medzi úbytkom poľnohospodárskej pôdy a prevýšením svahov na ktorých sa nachádzajú erózne výmole. Táto korelácia je graficky zobrazená na obr. 2.9.16. Z tohto grafu je zrejmé, že v čase socialistického hospodárstva na poľnohospodárskych pôdach sa najčastejšie neobrábala, respektíve opúšťala tá pôda, ktorá sa nachádzala na svahoch s najväčším prevýšením. Táto vysoká korelácia poukazuje na teraz už verejne priznávaný vzťah socialistického poľnohospodára k pôde, ktorý nedostupné, mechanizmami ťažko obrábatelne políčka opúšťal a nechával ich nevyužité zarastať divokou vegetáciou.



Obr. 2.9.16: Vzťah medzi stratou ornej pôdy a prevýšením svahov s eróznymi ryhami





Obr. 2.9.17: Porovnanie využitia územia monitorovaných lokalít Brezová pod Bradlom, Nováky Dudince, Klenovec, Plaveč a Varhaňovce

#### Literatúra

- Began, A., Hanáček, J., Mello, J., Salaj, J., 1984: Geologická mapa Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát. GÚDŠ Bratislava, M 1:50 000
- Kováčik, M. a kol., 1988: Špeciálna inžinierskogeologická mapa M 1:10 000 údolia rieky Poprad (úsek Stará Lubovňa, štátna hranica s PNR), GÚDŠ Bratislava
- Kováčik, M., Jánová, V., Kováčiková, M., Liščák, P., Modlitba, I., Ondrášik, M., 1993: Hodnotenie a rajonizácia geologických faktorov životného prostredia Hornonitrianskej kotliny v mierke M 1:50 000. GÚDŠ Bratislava
- Sláma, M., a kol., 1999: Súbor regionálnych máp geofaktorov životného prostredia regiónu Jelšava – Lubeník – Hnúšťa v mierke 1:50 000, Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie, Geokonzult, a.s. Košice



### **3. Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov**

#### **3.1. Informačný systém monitoringu**

Čiastkové monitorovacie systémy (ČMS) sú základnými prvkami Monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. Ich úlohou je poskytovať objektívne a porovnateľné ekologické informácie o stave životného prostredia a zároveň zabezpečiť ich vecnú a priestorovú reprezentatívnosť.

Informačné zdroje jednotlivých ČMS sú sústredené v parciálnych informačných systémoch (PIS). V roku 1997 sa začal pripravovať spoločný medzirezortný Informačný systém monitoringu (ISM), ktorý predpokladá prepojenie parciálnych informačných systémov jednotlivých ČMS do uceleného systému. Koordináciou ISM a zabezpečovaním jeho prevádzky je poverená Slovenská agentúra životného prostredia v Banskej Bystrici. Funkčnosť Informačného systému monitoringu zabezpečuje riešiteľský tím zložený zo zástupcov jednotlivých ČMS, zástupcov Slovenskej agentúry životného prostredia a Ministerstva životného prostredia SR.

Všetky parciálne informačné systémy jednotlivých ČMS sú integrované v Informačnom systéme monitoringu, ktorý je súčasťou rezortného Informačného systému životného prostredia. Cieľom Informačného systému monitoringu je vytvoriť homogénny, previazaný celok informačných zdrojov jednotlivých ČMS, schopný podať čo najobjektívnejšiu výpoveď o stave zložiek životného prostredia a naň pôsobiacich vplyvov.

Informačný systém monitoringu je distribuovaným informačným systémom (IS), ktorý umožňuje prepojenie dátových údajov a geografických zdrojov pomocou lokalizácie údajov v prostredí geografického informačného systému. Rieši problémy súvisiace s heterogenitou technického a programového vybavenia účastníkov informačného systému a zabezpečuje prístup k vzdialeným údajovým základniam prevádzkovateľov ČMS cez navzájom prepojené Web servery. Rozsah Informačného systému monitoringu je spracovaný na základe údajov zhromaždených v metadatabázach jednotlivých PIS. Definované sú typy informácií pre rôzne úrovne používateľov. Verejnosť je informovaná o stave životného prostredia prostredníctvom internetových stránok Čiastkových monitorovacích systémov, kde sú sprístupnené informácie vo forme správ, tabuliek, grafov a mapiek.

#### **3.2. Spôsob spracovania informácií v ČMS GF**

Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov (ČMS GF) podáva podrobné informácie o geologických procesoch, ktoré vplývajú na degradáciu životného prostredia a krajinej štruktúry. Informačnou nadstavbou ČMS GF je parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov (PIS GF), ktorý zhromažďuje komplexné informácie o monitorovaných lokalitách. Na základe jednotného prístupu a spracovania údajov zaznamenáva priebežne získavané a hodnotené výsledky monitorovania v rámci jednotlivých podsystémov, archivuje ich a umožňuje sprístupniť vybrané zostavy údajov podľa definovaných kritérií.

Od počiatku monitorovania geologických faktorov sa nahromadilo veľké množstvo údajov, ktorých objem stále narastá. V súvislosti s tým je nevyhnutné, aby údaje boli ukladané do premysleného systému objektovo – orientovaných databáz, ktoré tvoria celok informačného systému. Informačný systém monitorovania geologických faktorov sa skladá z dvoch úrovní (podrobnej a prehľadnej), ktoré pracujú s rôznou mierou podrobnosti spracovávaných informácií. Výstupy z parciálneho informačného systému sú priebežne zverejňované na internetovej stránke.

V podrobnej aj prehľadnej úrovni Parciálneho informačného systému monitorovania geologických faktorov (PIS GF) sú vytvorené aplikačné užívateľské softvéry, pomocou

ktorých je zabezpečené:

- bezpečné vkladanie nových údajov s eliminovaním chybných záznamov,
- automatizácia nástrojov na tvorbu a analýzu sekundárnych (výpočtových) parametrov, potrebných pre hodnotenie stavu monitorovaných ukazovateľov,
- rýchle prehľadávanie a editácia databázových súborov,
- export dát do iných programových prostredí v štandardnej forme (dbf, dxf, shp),
- výstup údajov v digitálnej alebo tlačovej forme podľa špecifikovaných požiadaviek.

ČMS GF v rokoch 2002 – 2005 obsahoval 13 podsystémov. Pre každý uvedený podsystém boli vytvorené databázy, ktorých štruktúry zohľadňovali charakter a rozsah údajov meraných rôznymi metódami monitorovania.

Na roky 2005 až 2010 bola prijatá nová Koncepcia monitorovania, jej cieľom bola racionalizácia všetkých ČMS. Definovala nový dizajn monitoringu. V ČMS GF prišlo k redukcii počtu monitorovaných podsystémov; v zmysle prijatej koncepcie sa od roku 2006 pokračuje s meraniami v 8 podsystémoch. Niektoré podsystémy sa prestali monitorovať samostatne a podľa potreby sa časť ich meraní začlenila do podsystémov definovaných prijatou koncepciou. V rámci ČMS GF bol aktualizovaný aj súbor používaných metód a objektov monitorovania.

V jednotlivých podsystémoch boli definované monitorované ukazovatele a ich parametre (tab. 3.1 – 3.8), frekvencia meraní, legislatívne požiadavky a odberateľské inštitúcie informácií. Na základe tejto novej skutočnosti vznikli nové úlohy aj pre parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov. Aktualizácia parciálneho informačného systému bola zameraná na zabezpečenie chodu a správy digitálnych informácií. Primárne aj agregované dáta získané procesom monitorovania geologických faktorov boli reštrukturalizované v zmysle novej koncepcie. Dôraz bol kladený na využívanie nových technológií správy dát a sprístupnenie informácií na internetovej stránke Čiastkového monitorovacieho systému geologické faktory. Databázy v jednotlivých podsystémoch boli upravené nasledovne:

V podsystéme 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie sa ukončilo monitorovanie povrchového reziduálneho napätia na lokalitách typu zosúvania. Vytvorený bol súbor dát geodetických meraní metódou GNSS, ktorá je aplikovaná na vybraných lokalitách od roku 2007. V zmysle novej koncepcie bola do podsystému 01 zaradená aj databáza hodnotenia mikromorfologických zmien povrchu masívu.

Podsystém 02 – Tektonická a seizmická aktivita územia spája informácie dvoch pôvodných podsystémov (09 - Tektonická a seizmická aktivita územia a 10 - Monitorovanie seizmických javov na území Slovenskej republiky). Monitorovanie prebieha z hľadiska troch aspektov - vertikálne pohyby povrchu územia, pohyby pozdĺž zlomov a seizmická aktivita územia. Hlavným cieľom je stanoviť vzájomné vzťahy uvedených javov a na ich základe vykonať rajonizáciu územia Slovenska, t.j. vymedziť územné celky s rovnakou aktivitou pohybov povrchu a rovnakou intenzitou seizmických otrasov. Hodnotenie polohových zmien povrchu územia vychádza do roku 2006 z výsledkov opakovaných meraní metódou presnej nivelácie, neskôr spracovaním meraní na špecializovaných bodoch geodynamickéj referenčnej siete, ktoré sú vykonávané metódami GNSS. Priame merania polohových zmien povrchu územia nie sú súčasťou PIS GF, výsledky sú spracované formou textových hodnotení a grafov. Zmena nastala aj v hodnotení pohybovej aktivity pozdĺž zlomov. Ukončené bolo spracovanie údajov o tektonickej aktivite v katalógu zlomov a vytvorená bola nová databáza, vrátane užívateľského modulu, pre merania pohybovej aktivity pozdĺž zlomov dilatometrickou metódou TM-71. Merania seizmickej aktivity územia zabezpečuje Geofyzikálny ústav SAV. Do informačného systému sú preberané zhodnotenú údaje javov pozorovaných seizmometricky a makroseizmicky. Súčasťou informačného systému je aj

seizmotektonická rajonizácia územia Slovenska, ktorá je vykonaná na základe korelácie vertikálnych pohybov povrchu, geologickej stavby a seizmickej aktivity územia (Hrašna, M., 2001). Údaje zobrazené v mapovej forme sú sprístupnené na internetovej stránke ČMS GF.

V podsysteme 03 nastali počas riešenia v rokoch 2002-2009 významné zmeny. Vzhľadom na požiadavky koncepcie ČMS GF prijatej v roku 2005 boli spojené dva pôvodné podsystemy (08 - Antropogénne sedimenty pochované a 06 - Zmeny antropogénnych sedimentov). Ukončené bolo vyhľadávanie a hodnotenie antropogénnych sedimentov pochovaných (ASP) z pôvodného podsystemu 08. Zaregistrované lokality ASP sú archivované v databáze, pre ktorú je vytvorené užívateľské prostredie, ktoré umožňuje vyhľadávanie zaregistrovaných lokalít ASP, a to na základe definovania kritérií pre jednotlivé hodnotené parametre databázy, alebo pre ich kombináciu. Lokalizácia a priestorové rozloženie lokalít ASP sú dostupné v GIS formáte v prostredí ArcView, v rámci ktorého je prehľadne vizualizované aj ich hodnotenie pomocou vybraných parametrov ASP. Od roku 2007 je ťažisko úlohy presunuté na monitorovanie rozsahu a transportu znečistenia životného prostredia vplyvom antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží. V tejto časti (Environmentálny monitoring skládok a odkalísk) sú vo vybraných typových lokalitách monitorované určené charakteristické zložky znečistenia. Výsledky chemických analýz odobratých vzoriek sú rôznym spôsobom hodnotené (napr. vzhľadom na platnú legislatívu, porovnávaním zistených koncentrácií v znečistenom a prirodzenom geologickom prostredí). Pre spracovanie údajov bo vytvorený špecializovaný aplikačný softvér. Od roku 2003 je súčasťou podsystemu Geotechnická pasportizácia a hodnotenie odkalísk. Údaje sú spracované ako jednorazová hodnotiacia informácia formou správ (identifikačných listov) o stave odkalísk, ktoré sú v plnom znení sprístupnené na internetovej stránke ČMS GF. Poslednou časťou podsystemu je monitoring zmien vlastností antropogénnych sedimentov. Táto časť bola pôvodne monitorovaná v podsysteme 06, ktorého komplexné informačné zdroje vo forme databáz, textových informácií a obrázkov boli presunuté do aktualizovaného podsystemu 03.

Podsystem 04 – Vplyv ťažby na životné prostredie je aktivovaný od roku 2007. Monitorovanie nadväzuje na výsledky ukončenej geologickej úlohy *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou* (Vrana et al., 2005). V rámci tejto úlohy bol vyvinutý aj informačný systém, ktorý poskytuje vo vyčlenených tematických okruhoch identifikáciu objektov vzniknutých v dôsledku degradácie životného prostredia banskou činnosťou. Charakter nových údajov získaných monitorovaním je porovnateľný s charakterom informácií obsiahnutých v spomínanej úlohe a logicky na ne nadväzuje, a preto bola štruktúra nových dát, získavaných monitorovaním v rámci ČMS GF, prispôbena forme tohto informačného systému. Ide o záznam priamych meraní monitorovacích bodov ako aj digitálne spracovaných archívnych podkladov (skenov) vo forme rôznych typov dokumentov (textových tabuľkových údajov, schém, mapových podkladov, fotografií). Ako nadstavba je postupne kreovaný grafický modul v GIS prostredí pre priestorové zobrazenie informácií o monitorovaných objektoch, hodnotení výsledkov monitorovania vrátane a georeferencovaných rastrových podkladov, ktoré sú postupne spracovávané do vektorovej formy.

V podsystemoch 05 a 06 (Monitorovanie objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí a Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi) neboli v období rokov 2002 až 2009 zmenené podmienky a spôsoby monitorovania. Upravovaný bol len počet monitorovacích bodov a typových lokalít, prípadne frekvencia monitorovania. Tieto zmeny si vyžiadali len doplnenie a aktualizáciu údajov v existujúcich databázach.

Podsystem 07 – Monitorovanie riečnych sedimentov spája po prijatí koncepcie v roku 2005 údaje dvoch podsystemov (12 – Monitorovanie aktívnych riečnych sedimentov a 10 – Monitorovanie kvality snehovej pokrývky). Zmena si vyžadovala v PIS GF presmerovanie

dátových súborov a ich obslužných softvérov do nového bloku informácií, ktorý sprístupňuje užívateľom komplexné údaje o monitorovanom podsysteme.

V podsysteme 08 – Objemovo nestále zeminy sú od roku 2007 sledované len významné porušenia zemského povrchu, iné sledovania (archivované v databázach porušených objektov a fyzikálneho stavu objemovo nestálych zemín) sú pozastavené. Údaje sú uchovávané v súbore textových a iných rastrových podkladov (obrázky, grafy, tabuľky).

Tab. 3.1: Ukazovatele stabilitného stavu svahov

<b>Ukazovatele stabilitného stavu svahov (podsystem 01)</b>	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis pozorovaných ukazovateľov</b>
<i>stav zosuvotvorných faktorov</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• výška hladiny podzemnej vody</li> <li>• výdatnosť odvodňovacích zariadení</li> <li>• teplota podzemnej vody</li> </ul>
<i>napätostný stav horninového masívu</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deformácia odľahčeného priestoru v sonde (povrchová reziduálna napätosť)</li> <li>• hodnota poľa pulzných elektromagnetických emisií PEE (podpovrchové napätia)</li> </ul>
<i>pohybová aktivita zosuvných materiálov</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poloha meraného bodu na povrchu územia – súradnice x,y,z (geodetické merania)</li> <li>• dĺžka a azimut vektora posunu v meraných hĺbkových intervalov (inklinometria)</li> </ul>
<i>pohybová aktivita horninových blokov</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• šírka diskontinuity medzi rozvolnenými blokmi</li> <li>• posun uvoľneného horninového bloku</li> <li>• poloha pozorovaného bodu v priestore pomocou lokálnych súradníc</li> <li>• mikromorfologické zmeny povrchu masívu</li> <li>• zmena reliéfu odkryvu</li> </ul>
<i>stav fyzikálnych a chemických parametrov hornín</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inžinierskogeologické vlastnosti</li> <li>• zloženie horninotvorných minerálov</li> </ul>

Tab. 3.2: Ukazovatele tektonickej a seizmickej aktivity územia

<b>Ukazovatele tektonickej a seizmickej aktivity územia (podsystem 02)</b>	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis pozorovaných ukazovateľov</b>
<i>tektonická aktivita</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• výzdvih a pokles úrovne povrchu územia</li> <li>• aktivita zlomu</li> <li>• poloha pozorovaného bodu v priestore - lokálne súradnice (pohyby pozdĺž zlomu)</li> </ul>
<i>seizmický pohyb povrchu zeme</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• výpadky seizmických staníc</li> <li>• vzdialené zemetrasenia</li> <li>• blízke zemetrasenia</li> <li>• ostatné zemetrasenia</li> <li>• dátum vzniku zemetrasenia</li> <li>• čas vzniku zemetrasenia</li> <li>• súradnica x epicentra zemetrasenia</li> <li>• súradnica y epicentra zemetrasenia</li> <li>• hĺbka ohniska pod povrchom</li> <li>• veľkosť zemetrasenia</li> <li>• epicentrálna intenzita zemetrasenia</li> <li>• počet obcí s evidovanými makroseizmickými pozorovaniami</li> <li>• lokalizácia makroseizmických pozorovaní</li> <li>• makroseizmická intenzita</li> </ul>

Tab.3.3: Ukazovatele prítomnosti a negatívnych vplyvov antropogénnych sedimentov

Ukazovatele prítomnosti a negatívnych vplyvov antropogénnych sedimentov (podsystem 03)	
Ukazovatele	Opis monitorovaných ukazovateľov
<i>základná charakteristika antropogénnych sedimentov**</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lokalizácia (súradnice x, y)</li> <li>• základný typ ASP</li> <li>• čas uloženia</li> <li>• uložený materiál</li> <li>• kategória odpadu</li> <li>• rozmery úložiska</li> <li>• záznam o archívnom prieskume úložiska</li> <li>• spôsob sanácie</li> <li>• návrh ďalšieho postupu</li> </ul>
<i>vlastnosti horninového prostredia úložiska**</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inžinierskogeologická charakteristika</li> <li>• priepustnosť</li> <li>• hĺbka hladiny podzemnej vody</li> <li>• kontakt s podzemnou vodou</li> <li>• vzťah k povrchovej vode</li> </ul>
<i>vplyv na životné prostredie**</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vhodnosť umiestnenia úložiska</li> <li>• šírenie kontaminácie do podzemnej vody</li> <li>• šírenie kontaminácie do povrchovej vody</li> <li>• šírenie kontaminácie do ovzdušia</li> </ul>
<i>kvalitatívno- kvantitatívne hodnoty vodných útvarov*</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fyzikálno chemická analýza vodnej zložky prostredia (pH, CHSK<sub>Mn</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, Pb, Cr, B, Ni, Zn, Cd, Hg, Cu, Zn, Fe, Cl<sup>-</sup>, Sb, Ba, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn, Al, SO<sub>4</sub><sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, As, AOX, TOC, PCB, fenoly, benzén, rozpustné látky)</li> <li>• režimové merania vodnej zložky</li> <li>• fyzikálne vlastnosti vody in situ (vodivosť, teplota)</li> </ul>
<i>charakteristika fyzikálnych a chemických vlastností uloženého materiálu<sup>+</sup></i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zrnitosť zloženie</li> <li>• vlhkosť</li> <li>• medza tekutosti</li> <li>• medza plasticity</li> <li>• medza presiometrického tlaku</li> <li>• presiometrický modul</li> <li>• uhol vnútorného trenia</li> <li>• merný elektrický odpor</li> <li>• minerálne zloženie</li> </ul>

Poznámka: \* monitorovanie realizované od roku 2007,  
 \*\* monitorovanie vykonávané do roku 2006 (v podsysteme 08 – Antropogénne sedimenty pochované),  
 + monitorované do roku 2005 v podsysteme 06-Zmeny antropogénnych sedimentov,  
 po roku 2006 v podsysteme 03-Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží

Tab.3.4: Ukazovatele vplyvu ťažby

<b>Ukazovatele vplyvu ťažby (podsystem 04)</b>	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis monitorovaných ukazovateľov</b>
<i>deformácie terénu (vertikálne a horizontálne)*</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lokalizácia (súradnice x, y)</li> <li>• geometria prejavu</li> <li>• charakteristika horninového prostredia</li> <li>• časový vývoj deformácie</li> <li>• identifikácia a charakteristika zdroja nestability</li> </ul>
<i>kvantitatívne hodnoty vodných útvarov*</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• výdatnosť výtoku (banskej vody resp. drenáže z odkaliska)</li> <li>• čerpané množstvo pri odvodňovaní bane</li> <li>• piezometrická úroveň zvodne drénovaných kolektorov</li> </ul>
<i>chemické zloženie vodných útvarov*</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KNK, ZNK, SO<sub>4</sub>, Ca, Mg, Ba, Fe, Mn, As, Sb, Cu, Hg, Al, Pb, Zn, Co, Ni, <sup>226</sup>Ra, U<sub>nat</sub>, <sup>222</sup>Ra, CN</li> <li>(v miestne špecifickom rozsahu sledovaných zložiek)</li> </ul>
<i>chemické zloženie sedimentov*</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fe, Al, Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, V, As, Se, Sb, Hg, Mo</li> </ul>

\*Poznámka: monitorovanie realizované od roku 2007

Tab.3.5: Ukazovatele objemovej aktivity radónu

<b>Ukazovatele objemovej aktivity radónu (podsystem 05)</b>	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis monitorovaných ukazovateľov</b>
<i>obsah radónu v mestách so zvýšeným radónovým rizikom</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu</li> <li>• počet meraných sond na referenčnej ploche</li> <li>• priepustnosť</li> <li>• radónové riziko</li> <li>• odvodená zásahová úroveň</li> </ul>
<i>obsah radónu v tektonicky porušených zónach</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objemová aktivita radónu v pôdnom vzduchu</li> <li>• počet profilov</li> <li>• celková dĺžka profilov</li> <li>• krok merania</li> <li>• počet sond</li> </ul>
<i>obsah radónu vo vodných zdrojoch</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objemová aktivita radónu vo vode</li> <li>• výdatnosť</li> <li>• odvodená zásahová úroveň</li> </ul>

Tab.3.6: Ukazovatele stability horninových masívov

<b>Ukazovatele objemovej aktivity radónu (podsystem 06)</b>	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis monitorovaných ukazovateľov</b>
<i>pohyb horninových blokov</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poloha pozorovaného bodu v priestore pomocou lokálnych súradníc</li> <li>• šírka diskontinuity medzi rozvolnenými blokmi masívu</li> </ul>
<i>rozvolnenosť poruchy</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• šírka poruchy v murive objektu</li> </ul>



Tab.3.7: Ukazovatele kvality aktívnych riečnych sedimentov a ich interakcií

<b>Ukazovatele kvality aktívnych riečnych sedimentov a ich interakcií</b> (podsystem 07)	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis monitorovaných ukazovateľov</b>
<i>chemické zloženie riečnych sedimentov</i>	Na, K, Mg, Ca, Sr, Mn, Fe, Al, Zn, Cu, Si, Ti, Pb, Cd, As, Sb, V, Se, S, Ni, Co, Hg, index kontaminácie
<i>chemické zloženie tuhých zrážok, podzemných a povrchových vôd</i>	KNK <sub>4,5</sub> , ZNK <sub>8,3</sub> , pH, vodivosť, CHSK <sub>Mn</sub> , Li, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Sr, NH <sub>4</sub> , F, Cl, SO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, SiO <sub>2</sub> , voľný CO <sub>2</sub> , Al, Cr, Cu, Zn, As, Cd, Se, Pb, Hg, Sb, Co, Ni, Ag, agresivita vody podľa Heyera, celková mineralizácia, bázické kationy, kyslé anióny
<i>chemické zloženie pôdnej vody</i>	KNK <sub>4,5</sub> , ZNK <sub>8,3</sub> , pH, vodivosť, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Cl, SO <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , Fe, Mn, Al, Cu, Zn, As, CHSK <sub>Mn</sub>
<i>terénne merania</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• výška starej pokrývky tuhej zrážky</li> <li>• výška novej pokrývky tuhej zrážky</li> <li>• teplota vzduchu pri odbere tuhej zrážky</li> <li>• teplota tuhej zrážky</li> </ul>

Tab.3.8: Ukazovatele objemovo nestálych zemín

<b>Ukazovatele objemovo nestálych zemín</b> (podsystem 08)	
<b>Ukazovatele</b>	<b>Opis monitorovaných ukazovateľov</b>
<i>vlastnosti horninového prostredia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zrnitosť</li> <li>• medza tekutosti</li> <li>• medza plasticity</li> <li>• zmrašťiteľnosť</li> <li>• napúčavosť</li> <li>• objemová hmotnosť</li> <li>• pórovitosť</li> <li>• index presadavosti</li> <li>• aktivita ílových minerálov</li> <li>• obsah Ca</li> </ul>
<i>porušené objekty</i>	počet zaregistrovaných objektov na lokalite šírka poruchy aktivita poruchy

### 3.2.1. Databázy primárnych údajov (podrobný informačný systém)

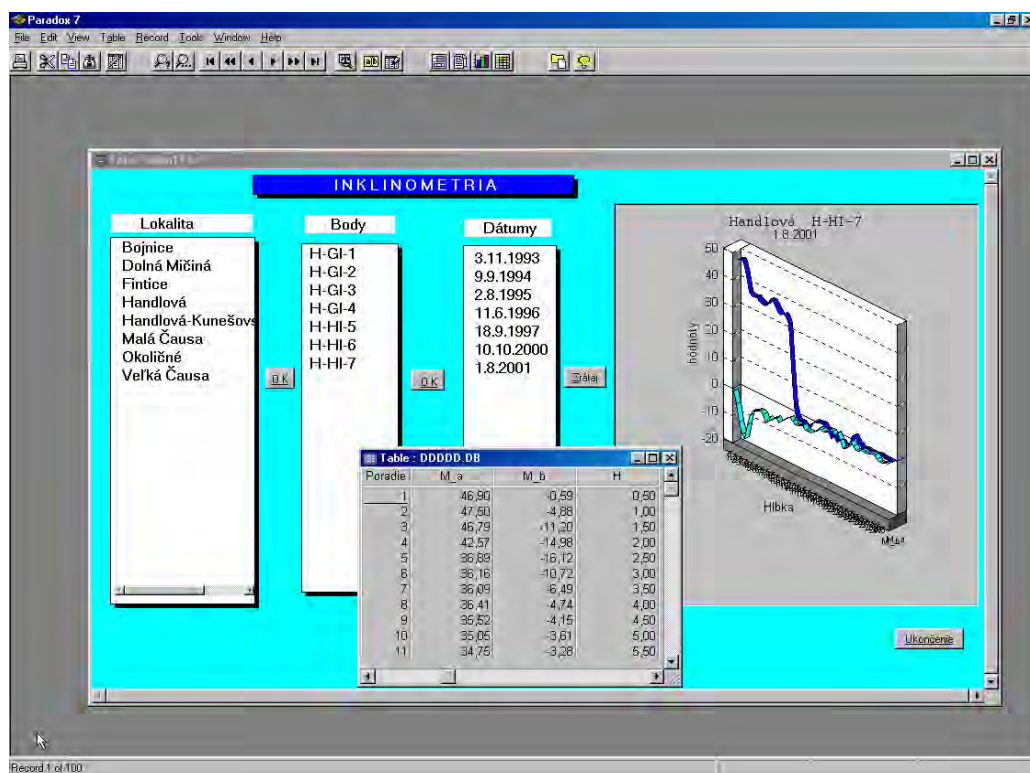
Podrobná úroveň PIS GF slúži na ukladanie, spravovanie a archiváciu primárnych dát, priamo získaných monitorovaním geologických faktorov. Obsahom podrobného informačného systému sú okrem údajov priamych meraní vykonávaných rôznymi metódami na sieti monitorovaných bodov aj údaje o geologických pomeroch monitorovanej lokality, poznatkoch z výskumov pred začatím monitorovania a iných doplňujúcich informáciách o geologickom a prírodnom prostredí monitorovaného územia.

Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov vo svojej podrobnej úrovni má vytvorené užívateľské prostredie, ktoré umožňuje interaktívnu manipuláciu s primárnymi údajmi a ich spracovanie podľa zásad účelového hodnotenia.

Súbory databáz a užívateľské softvérové nástroje sú vytvorené podľa potrieb

príslušného podsystemu. Členenie údajov v databázach jednotlivých podsystemov ČMS GF zohľadňuje rôznorodosť metód používaných na hodnotenie monitorovaných ukazovateľov stavu životného prostredia. Dáta získavané opakovaným meraním ukazovateľov a ich parametrov sú navzájom prepojené pomocou definovaných indexových identifikačných položiek. Jedinečnými identifikátormi záznamu v databázach sú číslo lokality, číslo monitorovacieho bodu a dátum merania. Každé identifikačné číslo monitorovacieho bodu vo svojej skladbe obsahuje okrem vlastného označenia lokalizácie aj kódy príslušnosti k podsystemu, lokalite a monitorovacej metóde. Výnimkou sú databázy typu registrov, alebo katalógov, ktoré obsahujú prevažne identifikačné údaje o pozorovanom objekte alebo jave. Do tohto typu patrí napr. Katalóg zlomov (v podsysteme 02), Register antropogénnych sedimentov pochovaných (v podsysteme 03), Register porušených objektov na objemovo nestálych zeminách a databáza fyzikálneho stavu zemín (v podsysteme 08). V nich ako identifikátor záznamu slúži kód zložený z označenia (čísla) mapového podkladu a poradového čísla zaznamenaného objektu alebo javu.

Podrobný informačný systém má vo svojich užívateľských aplikáciách vytvorené nástroje, ktoré zabezpečujú vkladanie primárnych dát v rôznej úrovni spracovania od preberania digitálnych dát priamo vysielaných z automatických staníc monitorovania (z automatických hladinomerov) a importov ucelených súborov dát rôznych formátov až po manuálne vkladanie záznamov z terénnych zápisov. Pomocou vizualizácie primárnych dát v grafickej forme dokáže informačný systém kontrolovať, odhaliť a eliminovať prípadné chybné dáta. Príkladom takéhoto výstupu je grafické zobrazenie primárnych dát z inklinometrických meraní (obr. 3.1), ktorý vykresľuje vo zvolených hĺbkových intervaloch namerané hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice vo vrte – merania sú vykonávané vo dvoch navzájom kolmých smeroch. Z grafu je zrejmé, že prípadný chybný údaj by bol ľahko zistený.



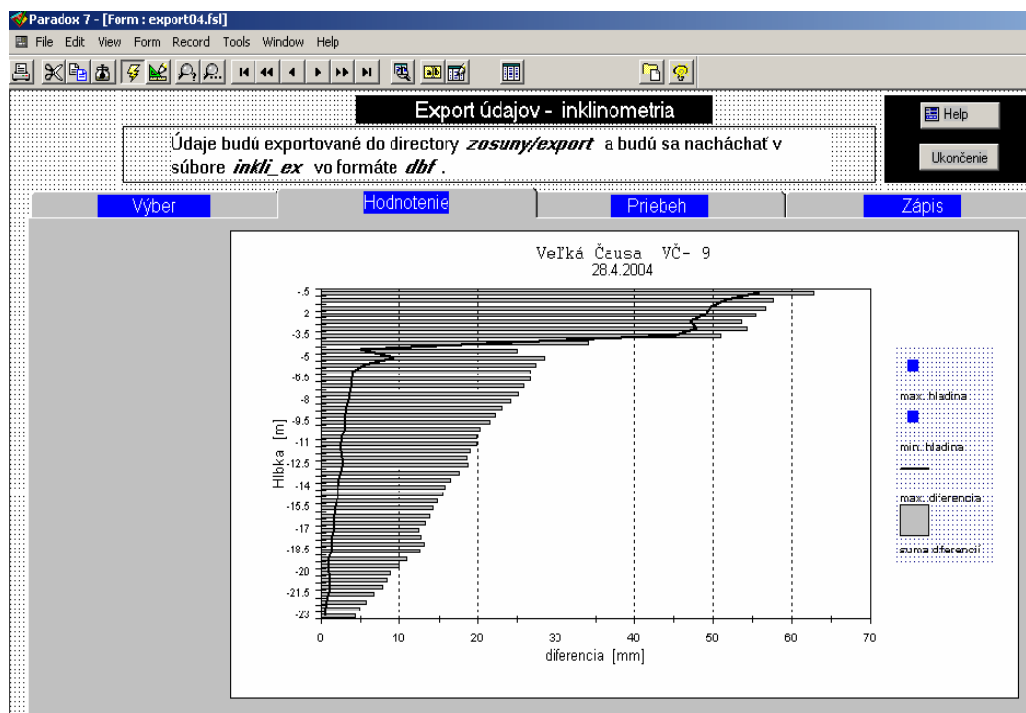
Obr.3.1: Grafické zobrazenie primárnych dát inklinometrických meraní – záznam zmeny polohy bodu v dvoch na seba kolmých smeroch

Táto požiadavka softvérového spracovania vyplýva predovšetkým z rôznorodých zdrojov dát vkladanych do primárnej databázy od viacerých dodávateľov meraní.

Údaje získané rôznymi metódami monitorovania vyžadujú odlišný spôsob spracovania pomocou špecializovaných softvérových nástrojov založených na výpočtoch, analýzach a expertnom posúdení informácií. Užívateľské softvéry niektorých podsystémov (napr. 01 - Zosuvy a iné svahové deformácie) vykonávajú hodnotenie primárnych dát a generovanie sekundárnych (výpočtových) parametrov vrátane ich vizualizácie formou dynamických grafov (obr. 3.2). Príkladom je spracovanie dát meraných inklinometrickou metódou, v ktorej súbor primárnych dát obsahuje merania z celého hĺbkového profilu vrtov s polmetrovým intervalom záznamu vo dvoch na seba kolmých osiach. Analýzou časového radu zmeny polohy meraného bodu v jednotlivých hĺbkových intervaloch je určovaná hĺbka priebehu šmykových plôch a pohybovo aktívnych zón v priestore zosuvu.

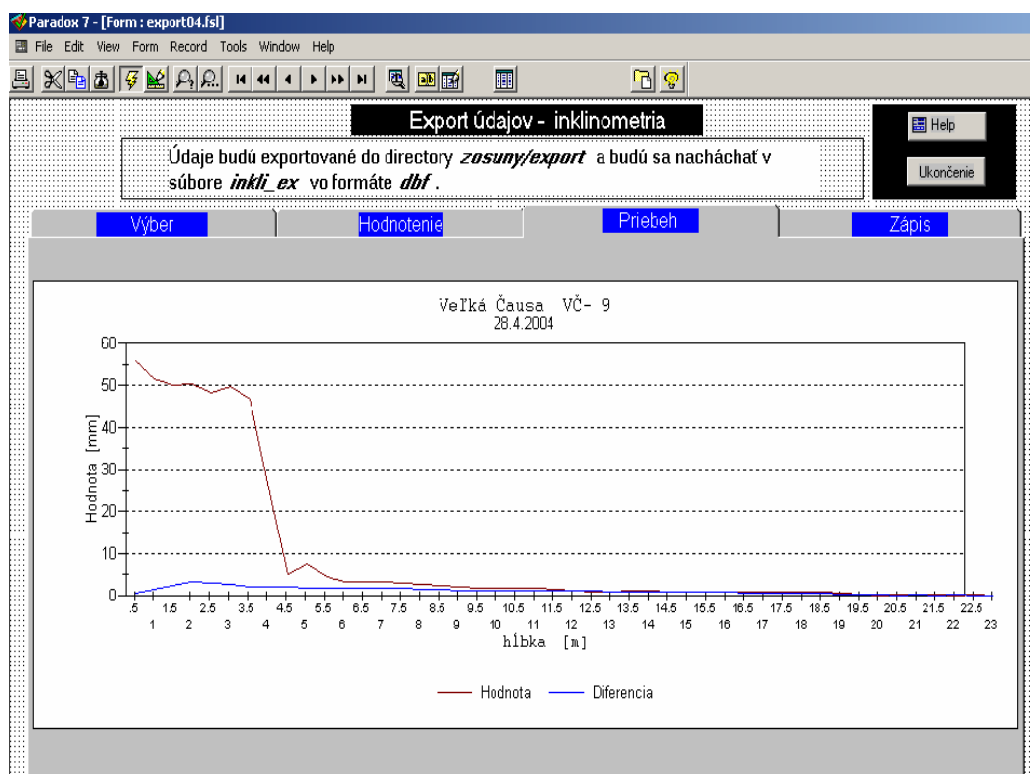
Za účelom výberu informácií z podrobného informačného systému, ktoré vykazujú znaky negatívnych prejavov aktivizácie monitorovaného javu sú vytvorené grafy z vygenerovaných výpočtových (sekundárnych) údajov. Po ich expertnom vyhodnotení sú vybrané údaje, ktoré sú následne exportované do databázy prehľadného IS, kde sa zatriedujú do škály semikvantitatívnych tried s cieľom sprístupnenia účelovo zjednodušených výsledkov meraní. V prípade inklinometrických meraní sú exportované súradnice meraných bodov vo vrte len v tých hĺbkach, ktoré vykazujú kontinuálnu pohybovú aktivitu (obr. 3.3).

Pre posúdenie stavu geologických faktorov, ich vývojových trendov a analýzu zákonitosti ich prejavov je často nevyhnutné zhodnotenie informácií v dlhých časových úsekoch, ktoré sú získavané excerpciou z archívnych zdrojov.



Obr. 3.2: Dynamický graf pre analýzu zhodnosti smeru vektora pohybu v jednotlivých etapách monitorovania s dlhodobým trendom

Poznámka: Na grafe je porovnanie maximálnej vzdialenosti meraného bodu od jeho pôvodnej polohy a súčtu dĺžok vektorov posuvov od počiatku meraní (v rôznych hĺbkach merania)



Obr. 3.3: Softvérový výstup hodnôt sekundárnych parametrov na určenie hĺbky najväčšej pohybovej aktivity zosuvných hmôt z dlhodobého hľadiska

Poznámka: Graf zobrazuje veľkosť vektora posuvu meraného bodu od jeho polohy v predchádzajúcej etape a veľkosť vektora posuvu meraného bodu od jeho pôvodnej polohy na počiatku meraní (v rôznych hĺbkach merania)

Užívateľský softvér vytvorený pre iné podsystémy, ako napr. Tektonická a seizmická aktivita územia (obr. 3.4), Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží (obr. 3.5), Objemovo nestále zeminy, Vplyv ťažby na životné prostredie, sú prispôbované na manipuláciu s obrazovými a textovými dokumentmi značného rozsahu. Záznamy v databázach uvádzaných podsystémov sú prepojené, alebo priamo obsahujú skenované podklady, ktoré sú buď doplňujúcimi údajmi k nim, alebo pre lepšiu orientáciu v databáze zobrazujú lokalizáciu aktuálneho záznamu v priestore. Softvérové prostredie pre databázy typu registrov, alebo katalógov, ktoré pracujú prevažne s jednorazovými údajmi o hodnotenom objekte, zabezpečuje:

- vkladanie údajov výberom z ponúkaných preddefinovaných kategórií pomocou kombo boxov
- zobrazovanie kódovaných záznamov v databázach v užívateľskom móde plnými textovými záznamami

Do podrobného PIS GF boli včlenené dáta a softvérový modul „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich banskou činnosťou“, ktorý je základom hodnotenia vplyvov ťažby na životné prostredie. Obsahuje bohaté informácie o objektoch vzniknutých v dôsledku degradácie životného prostredia ťažbou, zhromaždené excerpciou údajov z archívnych zdrojov, ako aj výsledky vlastných meraní (prevažne (podsystém 03) geochemických a hydrogeologických aspektov). Manipulácia s údajmi prebieha na základe výberu kritérií zvolených užívateľom. Od roku 2007 ČMS GF monitoruje vybrané lokality z tohto systému, ktoré najviac ohrozujú životné prostredie.

**Zmena záznamu zlomu 1:200 000**

Čís. mapy 1:200 000:  Číslo zlomu:

Názov zlomu:

Poradové číslo zlomu:  Sklon zlomu (od - do):  -

Max. výš. skoku:  m Hĺbkový dosah (od - do):  -  m

Dĺžka zlomu (od - do):  -  km

Autor:

Mierka mapy: 1:  Archívne číslo:

Doba vzniku:  Najstaršie prejavy:

Najmladšie prejavy:

Tektonická jednotka:

Významnosť:

Mapa zlomov na mapovom liste 36

Zmaž obrázok Načítaj obrázok... Zruš Potvrď

Obr. 3.4: Softvérové postredie databázy zlomov (podsystem 02 – Tektonická a seizmická aktivita územia)

**ASP.DBF**

Mapa 361402 Filter 506 Ulož

Číslo mapy	Číslo na mape	Okres	Katastrálne územie	Rozmer	Číselníky	Poznámka
361402	1	601	858447	P v m 35000 H v m 0 O v m 0	<input checked="" type="radio"/> Výpočet <input type="radio"/> Odhad	
Názov lokality	RICHTAROVA DOLINA		X-JTSK -418280 Y-JTSK -1217910 Z-JTSK 0			
Základný typ	banský AS, halda					
Zaplnenie	rok neznámy 0					
Materiál - podskupina	iný tuhý minerálny odpad		Materiál - druh			
Materiál - odhad	materiál z ťažby					
Pôvod odhadu						
Hodnovosť odhadu	asi hodnovosť					
Charakteristika materiálu	ostatný					
Horninové podložie	rajon pieskovo-zlepených hornin					
Litologická typ - priepustnosť	1. od 8	2. od 0	3. od 0			
	1. do	2. do	3. do			
Spôsob zistenia	hrubý odhad podľa litológie					
Hladina podz. vody						
Hladina PV v kont. s mat.	neviem					
Vzťah k povrch. vode	vodný tok					
Aplikovaný prieskum	vrtné alebo kopné práce				2	
Výsledky monitoringu	pozn.3				3	
Poloha vhodnosti	podmienecne vhodná					
Kontaminácia podz. vody	pravdepodobne áno		Kontaminácia povrch. vody	pravdepodobne áno		
Kontaminácia ovzdušia	pravdepodobne nie		Kontaminácia kontaktom	nie je určené		
Ďalší postup	nie je potrebný ďalší prieskum					
Výbudovanie mon. systému	nie je určený					
Spôsob sanácie	bez špeciálnych úprav					

Obr. 3.5: Softvérové postredie databázy Antropogénnych sedimentov pochovaných (podsystem 03 – Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'azí)

Proces spracovania údajov v podrobnom informačnom systéme končí výberom dát, ktoré sú kľúčové pre vyhodnotenie rizík a trendov vývoja monitorovaných parametrov. Exportované sú do prehľadného informačného systému, kde sú používané v rámci ďalšieho spracovávaní pri komplexnom hodnotení aktivity monitorovaného javu. Okrem toho je možné exportovať primárne a sekundárne údaje podrobného informačného systému aj pre iné účely do iných softvérových prostredí podľa požiadaviek zadaných užívateľom.

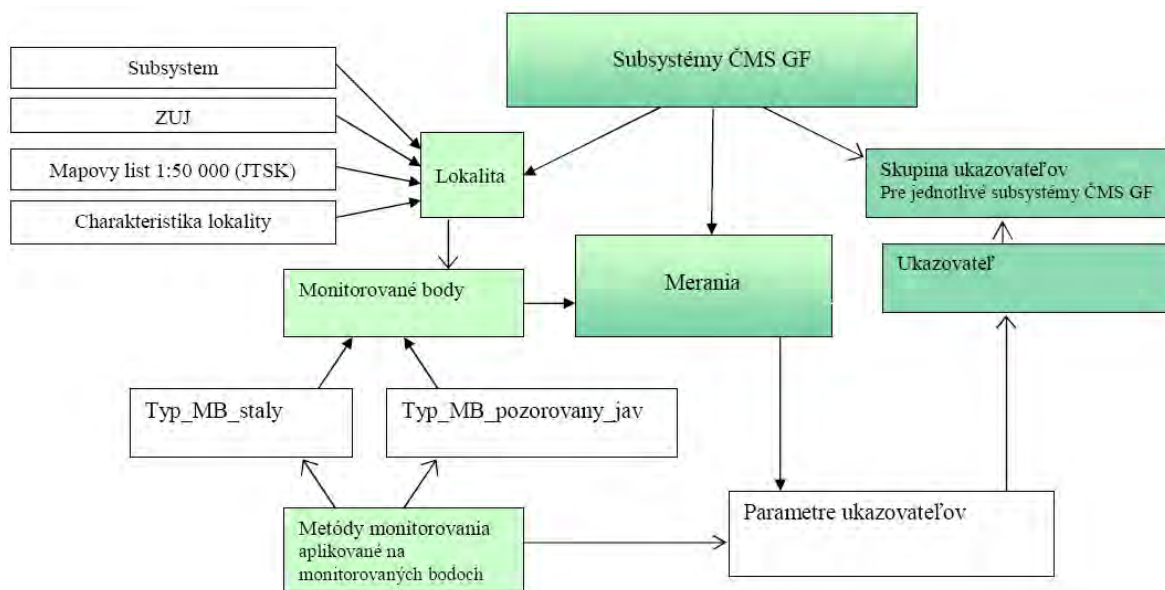
Kvalitné monitorovanie geologických faktorov vyžaduje interdisciplinárny prístup v procese ich hodnotenia z pohľadu rôznych geovedných odborov. V podsystémoch Čiastkového monitorovacieho systému geologické faktory sú údaje o stave geologických faktorov životného prostredia získavané aplikovaním širokého spektra monitorovacích metód. Merania, spracovanie údajov a ich vyhodnotenie vyžaduje kolektív špecializovaných odborníkov s erudovanými skúsenosťami a vo významnej miere aj s potrebným prístrojovým vybavením, výkonnými hardvérovými a softvérovými nástrojmi na hodnotenie výsledkov meraní a vybudovanou sieťou monitorovacích staníc. Z týchto dôvodov je meranie, spracovanie a archivácia rozsiahlych dátových súborov sústredené v informačných centrách spoluriešiteľských subjektov a organizácií. Takýmto spôsobom sú spracovávané merania seizmických javov (Geofyzikálny ústav SAV v Bratislave), fotogrametrické merania (Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave), geofyzikálne merania (Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave).

### **3.2.2. Vizualizácia hodnotených dát (prehľadný informačný systém)**

Prehľadný informačný systém archivuje a vizualizuje spracované a prehodnotené primárne údaje v prostredí geografického informačného systému (GIS). Poskytuje ľahko dostupnú, schematizovanú informáciu o stave monitorovaných lokalít, ktorá je používaná ako výstupy pre každoročné hodnotenie vývoja monitorovaných ukazovateľov, publikované v správach o výsledkoch monitorovania. Aplikčný softvér prehľadného informačného systému má prierezový charakter, ktorý umožňuje zobrazit' v jednom mapovom výstupe výsledky viacerých subsystémov v semikvantitatívnej forme vo zvolenom priestorovom, tematickom a časovom rozsahu.

Logický model (obr. 3.6) zobrazuje objekty v databáze a popisuje vzťahy medzi nimi s ohľadom na ich implementáciu v konkrétnom technicko-programovom prostredí danom štruktúrou (organizáciou) dátovej základne a typom systému riadenia bázy dát. Definuje realizáciu väzieb medzi dátami a ich integritné obmedzenie:

1. Stav geologických faktorov životného prostredia hodnotia jednotlivé monitorované podsystémy na vybraných typových lokalitách.
2. Stav geologických faktorov je možné zobrazovať na základe výberu príslušnosti lokality k podsystému, základnej územnej jednotke, mapového listu a geologickej charakteristiky lokality.
3. Hodnotenie ukazovateľov monitorovania je vykonávané na základe analýzy výsledkov meraní získaných metódami (merané parametre ukazovateľov), ktorými je možné charakterizovať konkrétny ukazovateľ (napr. geodetickými a inklinometrickými meraniami je hodnotená ukazovateľ pohybovej aktivity zosuvných materiálov, ako je uvedené v tab. 3.1).
4. Zhodnotenie príslušnej skupiny ukazovateľov podáva obraz o stave geologických faktorov, ktoré sú pozorované v rámci podsystémov ČMS GF.



Obr. 3.6: Logický model Parciálneho informačného systému monitorovania geologických faktorov

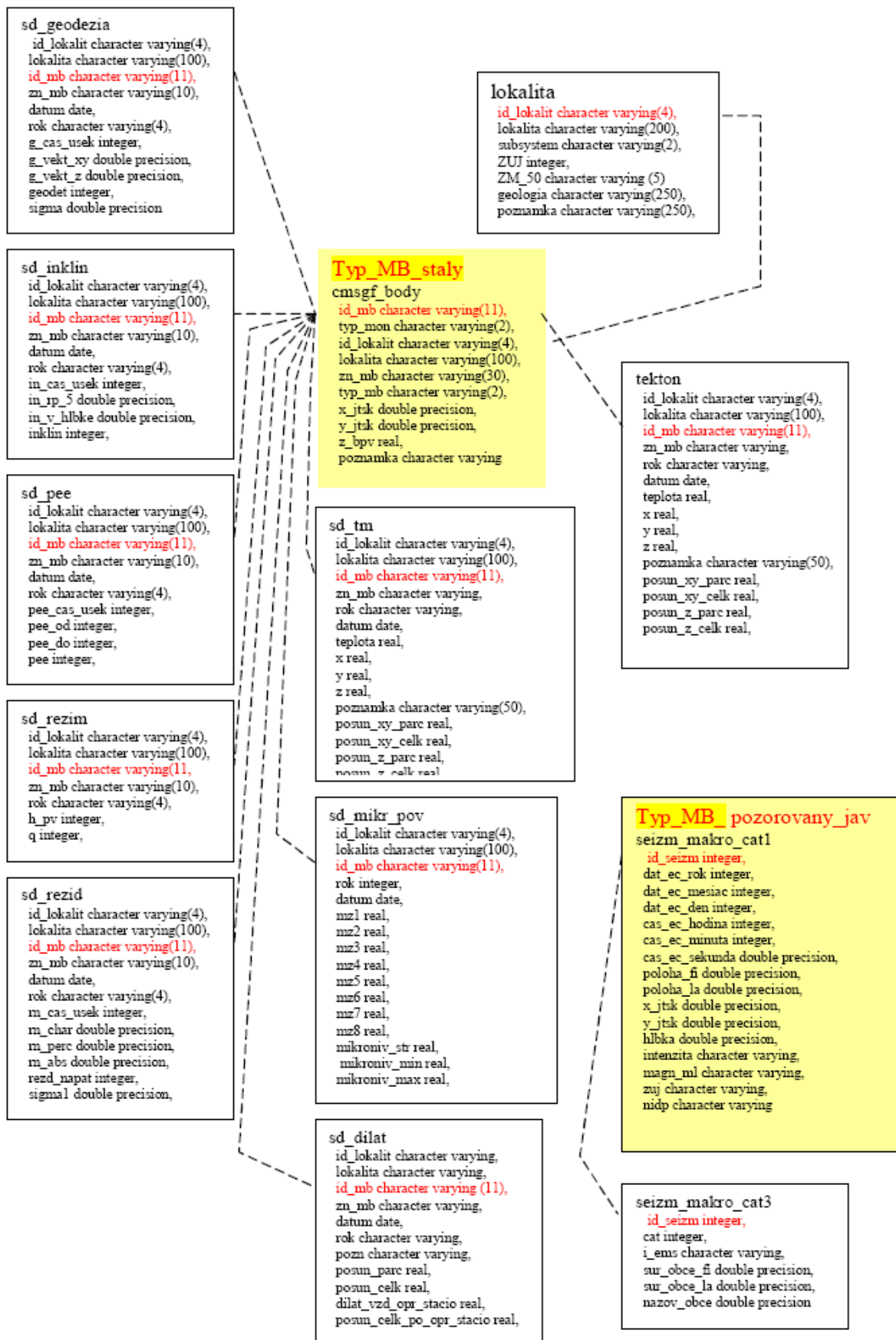
Dátový model Parciálneho informačného systému monitorovania geologických faktorov je zobrazený na obr. 3.7.

Základnou jednotkou informačného systému je objekt monitorovacieho bodu. Dátový model určuje a opisuje objekty monitorovacích bodov, ktoré sú predmetom záujmu rôznych typov spracovaní. Ich určenie a zatriedenie vyplýva najmä z použitých technológií zberu a spracovania. Monitorovacie body vo všetkých podsystémoch ČMS GF, na ktorých prebiehajú opakované etapové alebo kontinuálne merania (Typ\_MB\_stály), sú charakterizované v databáze „CMSGF\_BODY“. V nej je identifikovaná priestorová lokalizácia monitorovacích bodov (súradnice X, Y, Z v systéme S – JTSK), príslušnosť k monitorovanej lokalite a monitorovaciemu systému, identifikácia používanej monitorovacej metódy meraní na bode, jedinečný kód monitorovacieho bodu a jeho označenie, určenie stavu (aktivity) monitorovacieho procesu. Databáza „LOKALITA“ podáva doplnkové informácie o type monitorovacích lokalít, ich zatriedení podľa príslušnosti k územnému a správne členeniu Slovenska, listokladu mapových podkladov, geologickej stavby územia. Previazaná je s databázou monitorovacích bodov (CMSGF\_BODY).

Databázy monitorovacích meraní sú štrukturované na základe príslušnosti k podsystému a použitej metódy. Spoločným identifikátorom, ktorý spája databázy meraní s databázou bodu (CMSGF\_BODY), je jednoznačný kód monitorovacieho bodu. Okrem meraných hodnôt (parametrov monitorovaných ukazovateľov), každá z týchto databáz obsahuje dátum aj rok realizácie merania, identifikátor a názov lokality.

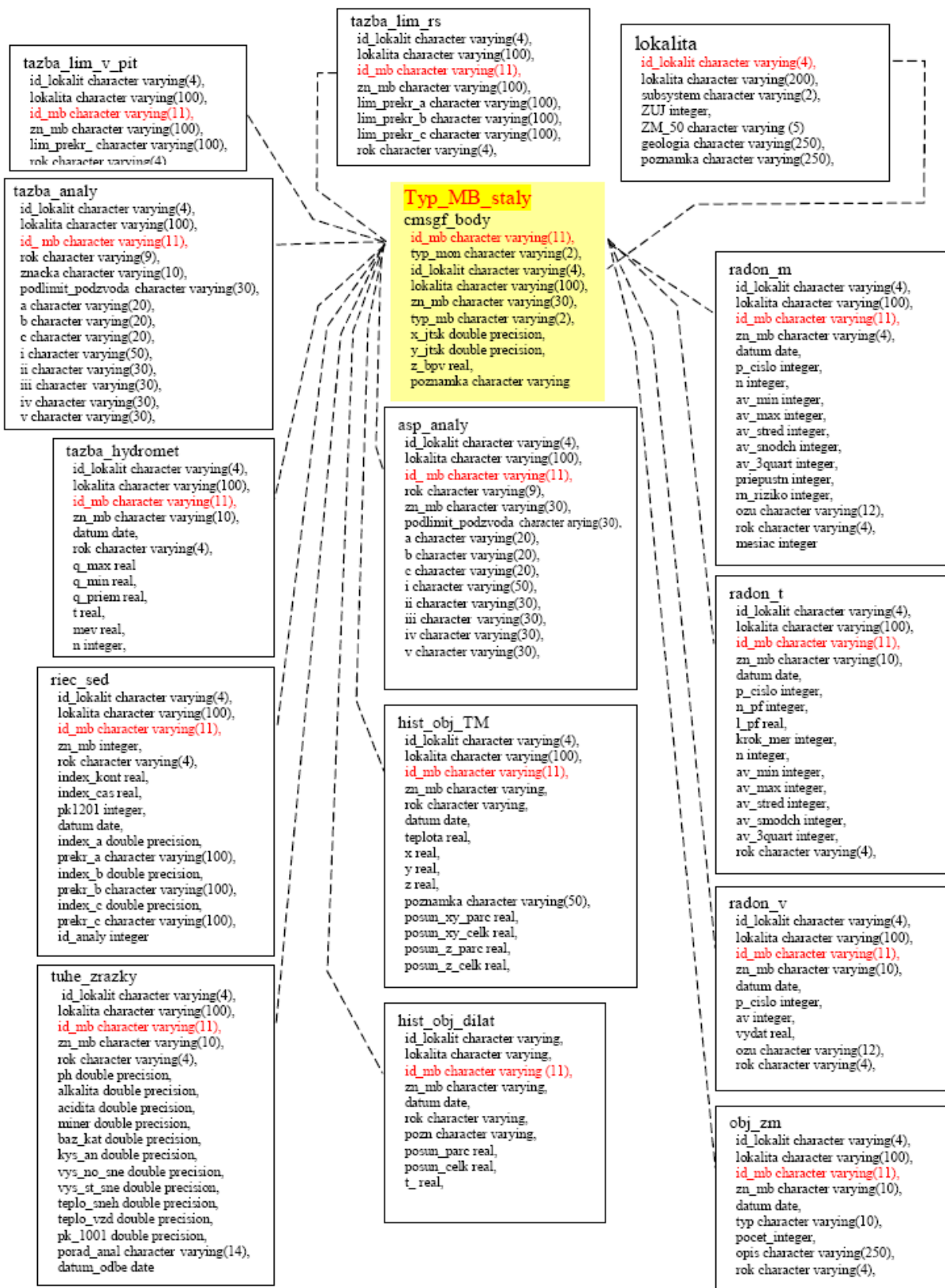
Databázy pozorovaných javov (Typ\_MB\_pozorovaný\_jav) nie sú súčasťou vyššie opisovaného systému relačných databáz. Lokalizácia pozorovaného javu (súradnice X, Y, Z v systéme S – JTSK) sú uvádzané priamo v databáze. Príkladom takejto databázy je monitorovanie seizmických javov. Údaje v nej nie sú relačne spojené s databázou monitorovacích bodov, ktorými sú stále pozorovacie body Národnej siete seizmických staníc (NSSS) v prevádzke Geofyzikálneho ústavu SAV a v databáze sú zaznamenané priamo súradnice epicentier seizmických javov, meraných NSSS.

Špecifické postavenie v Parciálnom informačnom systéme monitorovania geologických faktorov majú údaje typu katalógov a registrov, ktoré prevažne nevstupujú do hodnotiacej – prehľadnej časti PIS GF.



Obr. 3.7: Dátový model PIS GF



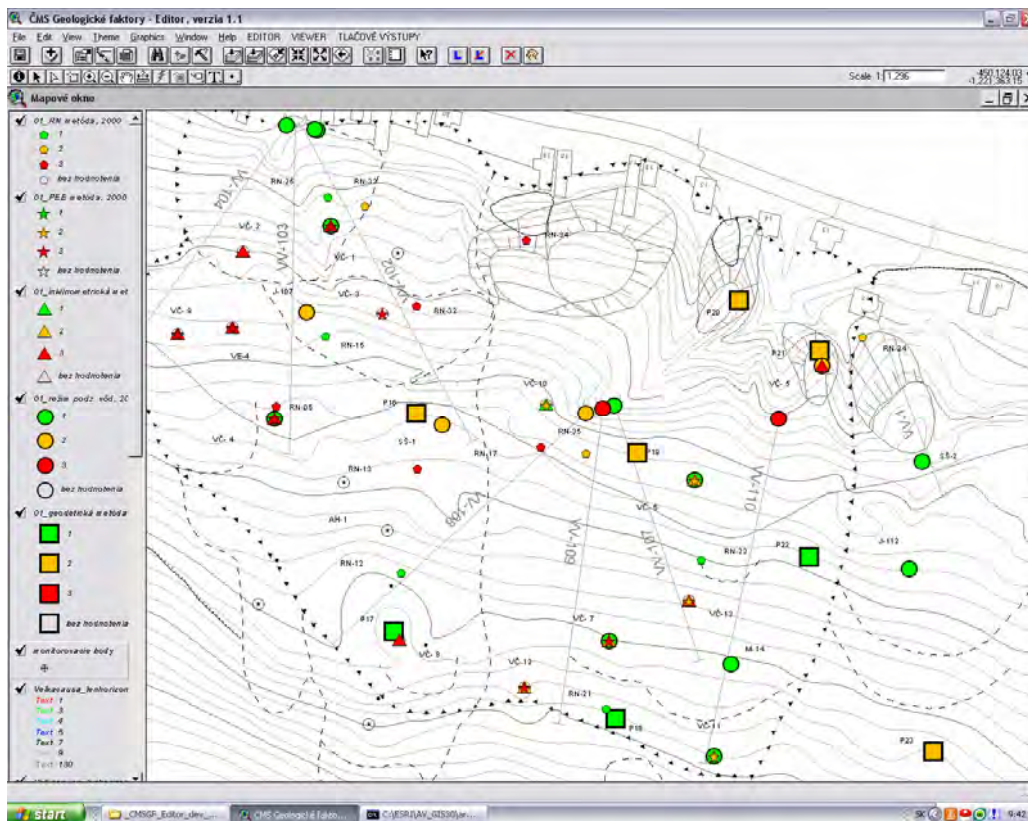


Obr. 3.7: pokračovanie

Na hodnotenie stavu a trendov vývoja monitorovaných ukazovateľov sa využívajú princípy klasifikácie a generalizácie meraní, podľa ktorých sú výsledky:

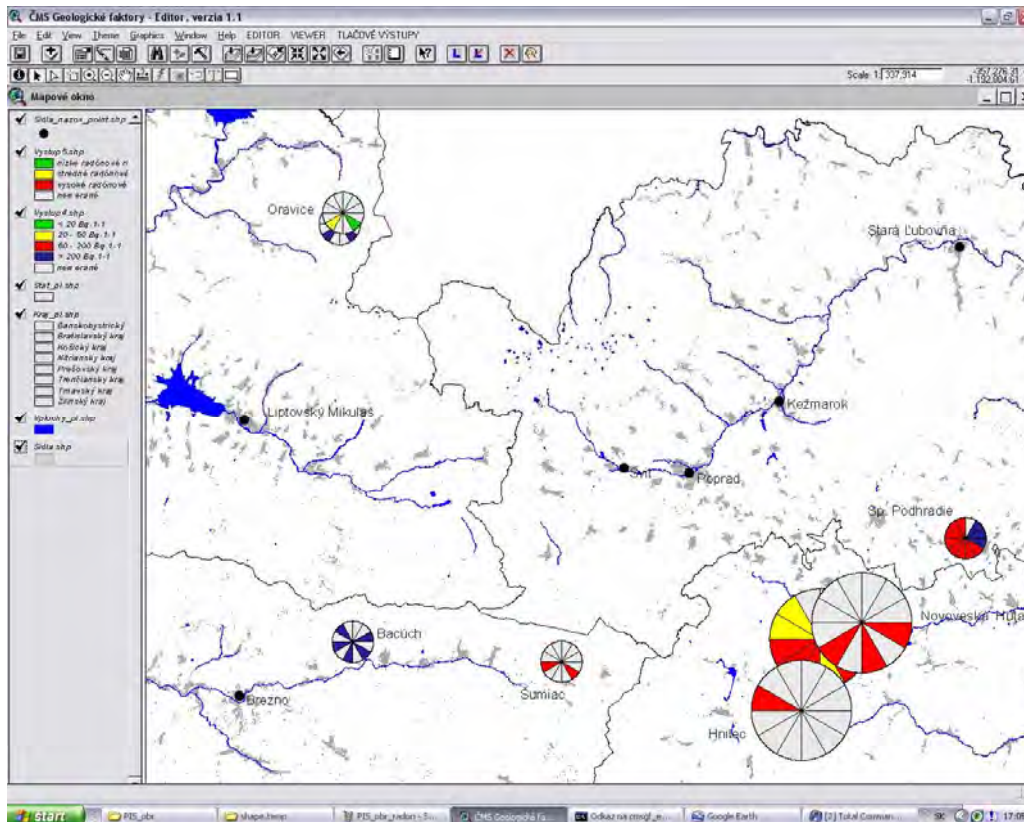
- konfrontované s limitnými hodnotami platných predpisov – nadlimitné hodnoty sú zobrazované odlišnou farbou,
- semikvantitatívne vyjadrené trojstupňovou semaforovou metódou, ktorá definuje stav pozorovaného ukazovateľa podľa určených hodnotiacich kritérií ako vyhovujúci stav (zelená farba) – podmieenečne vyhovujúci stav s náznakmi nepriaznivých skutočností (žltá farba) – nevyhovujúci stav (červená farba),
- znázornené odlišnou veľkosťou značky v súvislosti s dynamikou vývoja pozorovaného javu alebo intenzity javu.

Tvorba účelových máp, zostavených z údajov jednotlivých databáz, je interaktívna (Caltík, M, 2003). Klientská aplikácia prehľadného informačného systému umožňuje spracovávať a vizualizovať sledovanú problematiku vo zvolenom priestorovom, tematickom a časovom rozsahu. Tvorba zostáv vizualizovaných dát prebieha v dialógovom okne užívateľského softvéru, kde je ponúknutý aj rozsah dostupných informácií. Vizualizácia vybraných dát je riešená schematickým vyjadrením v tematických mapách. Z výberu obdobia a počtu požadovaných monitorovacích metód vyplýva typ vytváratej účelovej mapy. Na hodnotenie výsledkov monitorovania v jednom zvolenom roku sa vytvorí vrstva vizualizovaná ako tzv. kartogram (obr. 3.8), pričom pri výbere viacerých metód sa vytvoria naraz ich kartogramy, odlišené rôznym typom bodov. Na hodnotenie aktivity sa používa trojstupňová semaforová metóda zobrazenia.



Obr.3.8: Semikvantitatívne hodnotenie výsledkov rôznych metód monitorovania formou kartogramu (podsystem 01 Zosuvy a iné svahové deformácie)

Osobitným spôsobom sú zobrazované výsledky objemovej aktivity radónu, ktoré okrem rizika vyjadrujú aj mesiac, v ktorom boli vykonané merania v hodnotenom roku (obr. 3.9). Grafy sú zostavené tak, že každý výsek znázorňuje mesiac v roku. Vyhodnotenie meraní v danom mesiaci je vizualizované farbou výseku grafu, sivou farbou sú označované mesiace, v ktorých merania neboli realizované.

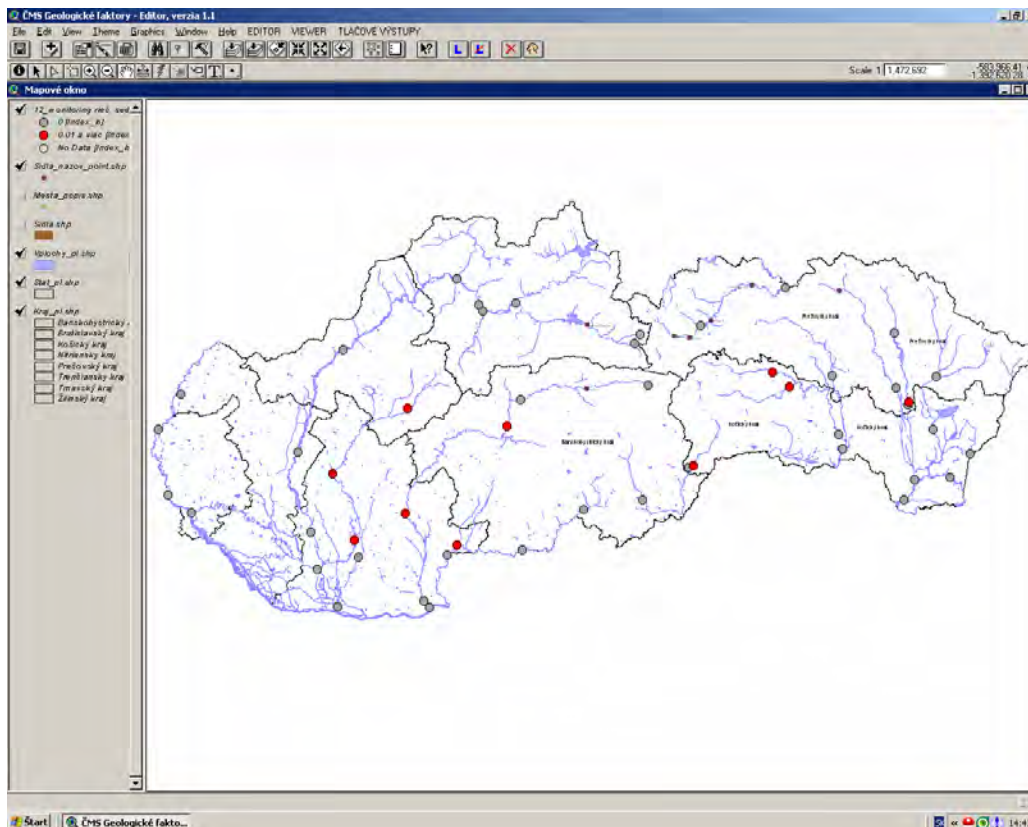


Obr. 3.9: Semikvantitatívne hodnotenie výsledkov monitorovania formou kartogramu (podsystem Monitorovanie objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí)

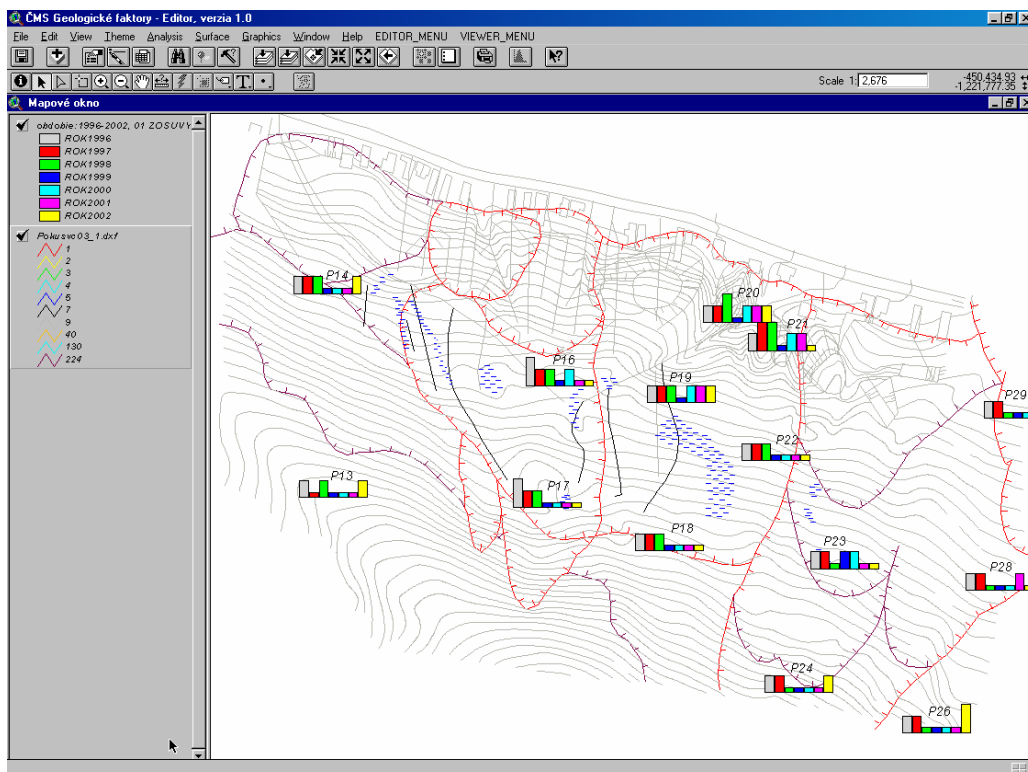
Chemické zloženie vodných útvarov, tuhých zrážok a riečnych sedimentov je porovnávané s limitnými hodnotami, uvádzanými v platných predpisoch. Prekročenie je vizualizované červenou značkou (obr. 3.10).

Pre hodnotenie výsledkov získaných jednou metódou počas dlhšieho obdobia, zadaného intervalom rokov, sa vytvára tematická vrstva vizualizovaná ako tzv. kartodiagram (obr. 3.11). Stav pozorovaného ukazovateľa na monitorovanom bode je hodnotený väčšinou tromi úrovňami aktivity, ktoré sú vyjadrené výškou stĺpca v diagrame, pričom najväčšia výška vyjadruje nepriaznivý stav.

Skúsenosti so spracovaním súborov údajov svahových pohybov ukazujú, že hodnotenie výsledkov meraní na lokalite pre veľkú zložitosť monitorovaného javu, ako i rôznu podstatu meraní, sa môže i v blízko ležiacich bodoch odlišovať. Na druhej strane, v prípade, ak výrazne nepriaznivé hodnotenia rôznych meraní sú identifikované v polohovo blízkych bodoch, predstavuje to vážne a aj pre širokú verejnosť zrozumiteľné varovanie o nevyhnutnosti prijať potrebné opatrenia, s cieľom eliminovať preukázaný nepriaznivý vývoj svahového pohybu.

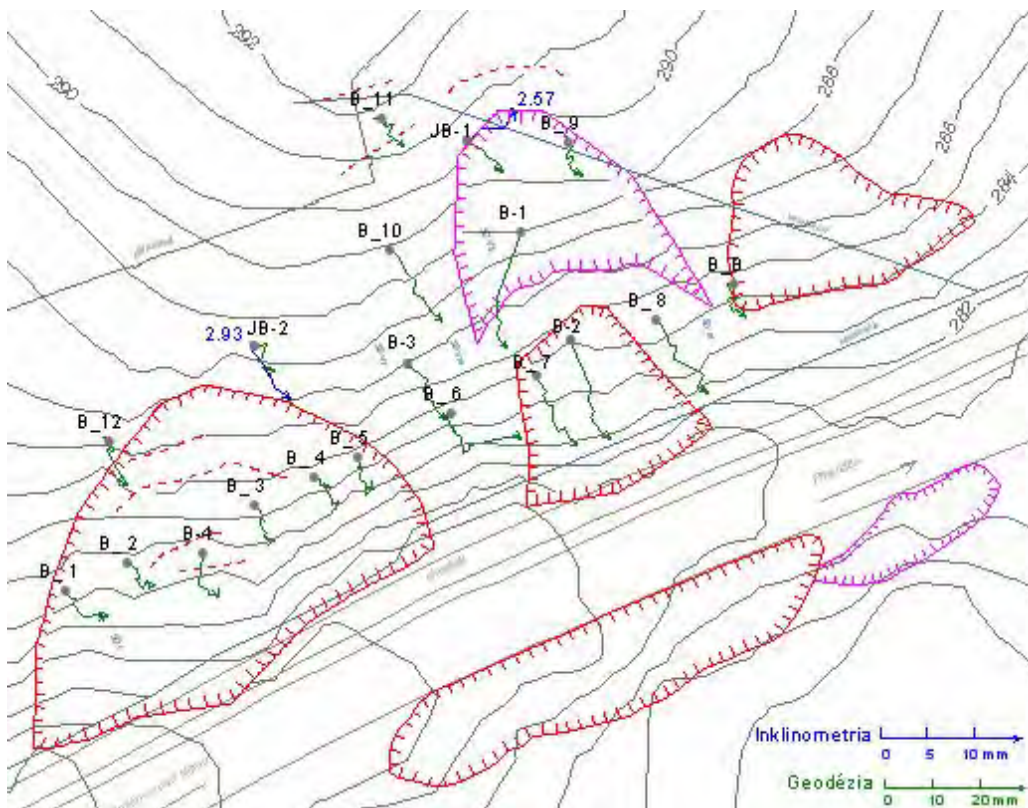


Obr. 3.10: Semikvantitatívne hodnotenie výsledkov monitorovania formou kartogramu (podsystem Monitorovanie riečnych sedimentov)



Obr. 3.11: Semikvantitatívne hodnotenie výsledkov monitorovania formou kartodiagramu

Okrem schematickeho vyjadrenia výsledkov semikvantitatívnou formou bol pre zobrazenie zmeny polohy monitorovaného bodu vytvorený modul na výstup tlačových zostáv trasy povrchových a podpovrchových posuvov, zistených metódami geodézie, inklinometrie a dilatometrickým pozorovaním. Pomocou neho sú vytvorené tematické mapy, ktoré vo zvolenej mierke veľkosti vektora pohybu prezentujú zmeny polohy monitorovaného bodu v horizontálnej rovine, definovanej reálnymi súradnicami, v priebehu zvoleného časového úseku (obr. 3.12). Aktivita podpovrchových pohybov je vždy prezentovaná historickým prierezom údajov z tej hĺbky, v ktorej bol v aktuálnom roku zaznamenaný maximálny posun. Tematické vrstvy týchto výstupov a semikvantitatívnych schematických znázornení monitorovacích výsledkov je možné vzájomne kombinovať.



Obr. 3.12: Zobrazenie trasy pozorovaného bodu v horizontálnej rovine

Pozn.: Vhodná mierka dĺžky vektorov a časový úsek zobrazenia je zvolená užívateľom

### 3.2.3 Prezentácia a prístupňovanie výsledkov monitorovania na internete

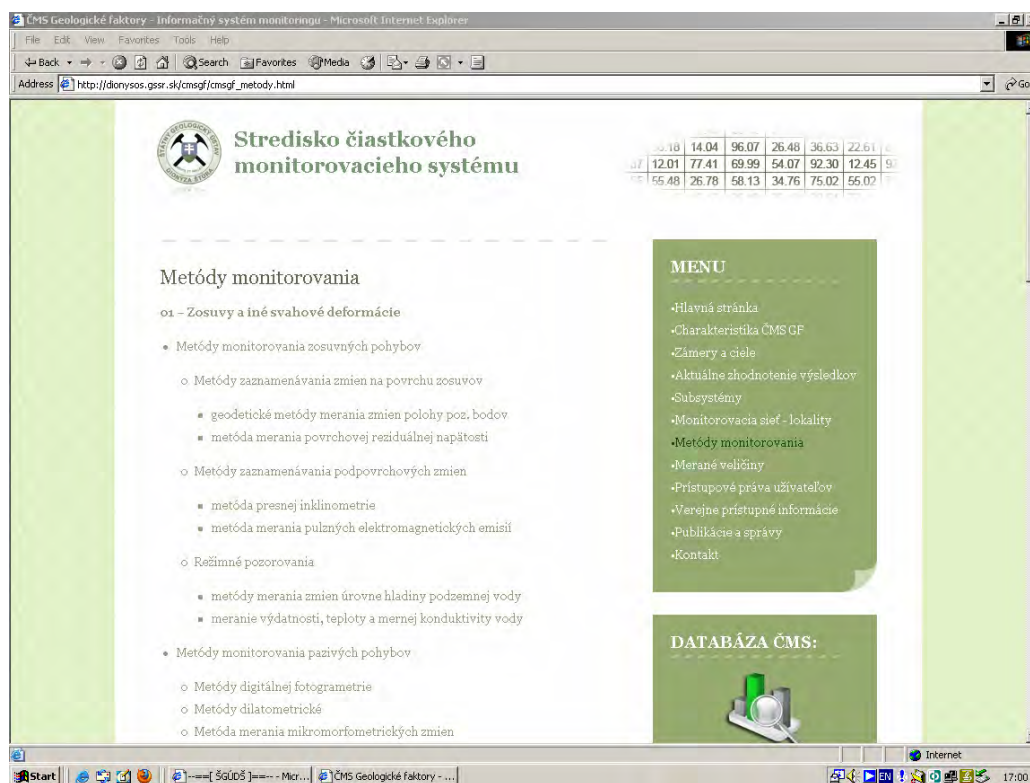
Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov je prevádzkovaný Strediskom ČMS GF, ktoré je vybudované v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave. V Stredisku sa nachádza komplex dátovej základne, softvérového a hardvérového vybavenia, vrátane špecializovaných užívateľských programov, ako aj archívu textových, mapových a grafických výstupov charakterizujúcich ročné cykly monitorovania.

Zhrnutie základných informácií o priebehu monitorovania geologických faktorov je pre širokú verejnosť prístupné na internetovej stránke (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>) umiestnenej na serveri Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Okrem toho sú na internetovú stránku vytvorené prepojenia aj zo stránok Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra

(<http://www.geology.sk>) a Slovenskej agentúry životného prostredia v Banskej Bystrici (SAŽP), na ktorej sú informácie o všetkých systémoch monitorovania životného prostredia (<http://enviroportal.sk>).

V rámci riešenia projektu ISM sú na stránke SAŽP prístupné informačné zdroje všetkých čiastkových monitorovacích systémov. Na zabezpečenie kompatibility poskytovaných údajov o realizácii a výsledkoch monitorovania životného prostredia SR bola pre všetky jeho systémy dohodnutá a schválená záväzná obsahová náplň internetových stránok (obr. 3.13). Účelom prezentácie ČMS na internete je v sumárnej a ľahko prístupnej forme definovať:

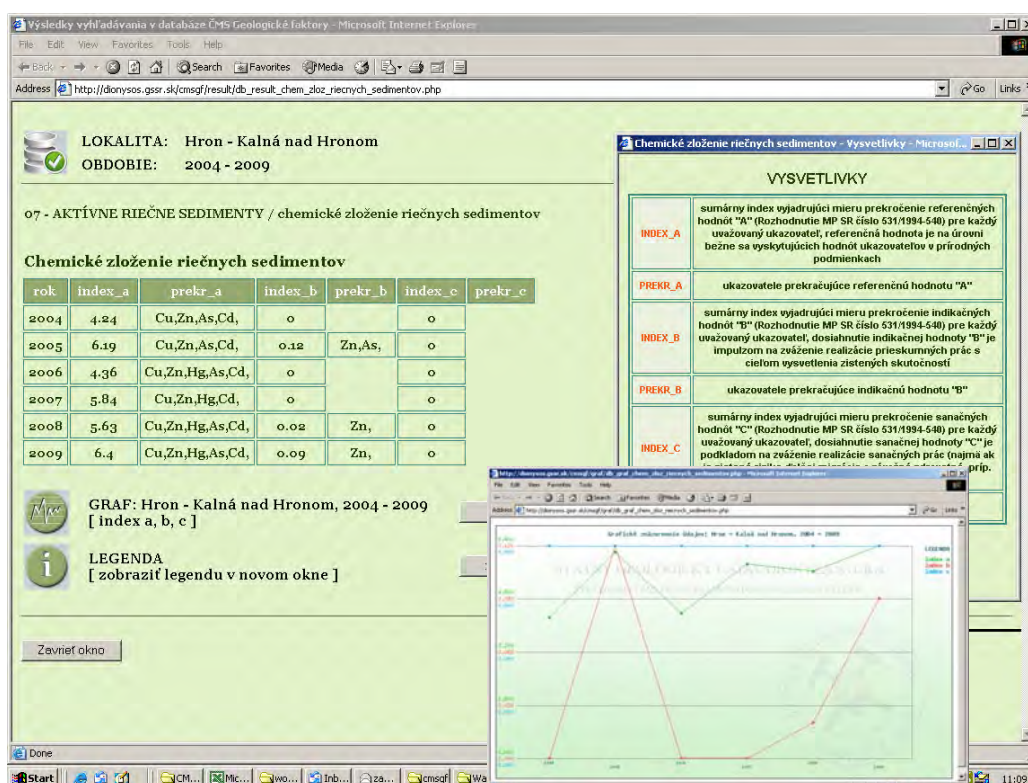
- Charakteristiku ČMS (legislatívny rámec a koncepciu riešenia projektu),
- zámery a ciele ČMS,
- štruktúru podsystémov,
- použité metódy monitorovania,
- sieť monitorovacích lokalít,
- merané veličiny (informovať o štruktúrach databáz informačného systému a frekvencii meraní),
- sprístupniť výsledky monitorovania,
- kontakt na strediská ČMS.



Obr. 3.13: Internetová stránka ČMS GF – selekcia informácií z obsahu stránky

V ČMS GF sú zverejňované pravidelne spracované výstupy monitorovania ako sú každoročná informácia o výsledkoch realizácie monitoringu a ročná hodnotiaci správa, dátové a grafické výstupy z Parciálneho informačného systému monitorovania geologických faktorov. Na skvalitnenie poskytovaných informácií sa pri tvorbe a aktualizácii stránky ČMS GF kladie dôraz na:

1. využívanie nových technológií pre počítačové spracovanie a inováciu informačnej web stránky vo forme grafov a tabuliek (obr. 3.14), realizovaných na platforme technológií PHP, prepojených s relačnými databázami (PostgreSQL);
2. sprístupnenie a vizualizáciu údajov získaných monitorovaním ukazovateľov geofaktorov životného prostredia prostredníctvom interaktívnych web máp, spracovaných technológiou ArcIMS od firmy ESRI; výstupy sú pripravované v spolupráci s SAŽP, ktorá je koordinačným pracoviskom medzirezortného projektu Informačný systém monitoringu;
3. pravidelnú inováciu informačnej web stránky pre účely sprístupnenia základných informácií o monitorovaní geologických faktorov a výsledkov monitorovania, zverejňovanie ročných hodnotiacich správ ČMS GF.



Obr. 3.14: Internetová stránka ČMS GF – zobrazenie výsledkov meraní na základe definovaných kritérií výberu

Parciálny informačný systém monitorovania geologických faktorov podáva komplexné informácie o meraniach na monitorovaných lokalitách v digitálnej forme. V podrobnej forme archivuje všetky dostupné údaje primárneho charakteru získané riešením projektu Čiastkový monitorovací systém geologické faktory. Prehľadná forma informačného systému je orientovaná na zobrazenie výsledného hodnotenia monitorovaných procesov. Tento spôsob je predpokladom pre lepšiu prehľadnosť a využiteľnosť údajov. Sprístupňovanie dát pomocou webových technológií zabezpečuje dostupnosť výsledkov a priamy kontakt na odovzdávanie konkrétnych údajov záujemcom a zainteresovaným organizáciám, ktoré môžu zabezpečiť sanáciu nepriaznivých zmien na životnom prostredí.

## Literatúra

- Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 a 2008). Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ Bratislava, <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>*
- Caltík, M, 2003: GIS aplikácia pre vizualizáciu a priestorovú analýzu čiastkového monitorovacieho systému – geologické faktory životného prostredia. Používateľská príručka. Manuskript. ŠGÚDŠ, Bratislava, 9 s.
- Hrašna, M., 2001: Vertikálne pohyby povrchu a seizmická aktivita na území Slovenska. Zborník Geológia a životné prostredie, ŠGÚDŠ, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava. ISBN 80 – 88974 – 25 - 9.
- Vrana, K., Vojtaško, I., Žák, D., Piovarči, M., Kúšiková, S., Puchnerová, M., Lanc, J., Naštický, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Geocomplex, a. s., Bratislava: 2005, pp 1-76. Manuskript.



#### 4. EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

Monitorovanie geologických faktorov významne prispieva k úrovni poznania aktuálneho stavu životného prostredia a predstavuje významný prvok pre včasnú identifikáciu zmien prostredia, ktoré môžu v niektorých prípadoch vyvolať vážne mimoriadne udalosti s rozsiahlymi ekonomickými dôsledkami. Predvídanie týchto udalostí a včasné preventívne opatrenia sú ekonomicky výhodnejšou formou riešenia, ako následné odstraňovanie ich škôd.

Finančné prostriedky súvisiace s riešením tejto úlohy sú investíciou, ktorá sa kladne prejaví v podobe ušetrovaných nákladov orgánov štátnej správy a samosprávnych orgánov pri realizácii prieskumných a sanačných opatrení ako i pri zostavovaní územných plánov rôznych úrovní a návrhov rôznych investične významných akcií.

Vybudovanie a pravidelná aktualizácia parciálneho informačného systému geologických faktorov predstavuje doteraz jedinečnú komplexnosť poskytovaných informácií a ich dostupnosti pre širokú verejnosť.

Finančné prostriedky vynaložené na riešenie tejto úlohy v rokoch 2002 až 2009 v rozsahu bežného transferu 2 540 948,18 € a kapitálového transferu 132 775,68 €.

TYP VÝDAVKU	SKUTOČNOSŤ							
	2 002	z toho SUB	2 003	z toho SUB	2 004	z toho SUB	2 005	z toho SUB
Príspevok na činnosť v Sk	9 340 463	2 624 682	9 000 000	2 727 835	9 000 000	2 554 131	9 208 000	1 976 398
Príspevok na činnosť v €	310 046,57	87 123,48	298 745,27	90 547,53	298 745,27	84 781,62	305 649,60	65 604,39
Kapitálový transfer v Sk	1 000 000		1 000 000		1 000 000		1 000 000	
Kapitálový transfer v €	33 193,92		33 193,92		33 193,92		33 193,92	
<b>CELKOM</b>	<b>10 650 510</b>		<b>10 298 745</b>		<b>10 298 745</b>		<b>10 513 650</b>	

SKUTOČNOSŤ								Spolu 2002 - 2009	z toho SUB 2002 - 2009
2 006	z toho SUB	2 007	z toho SUB	2 008	z toho SUB	2 009	z toho SUB		
10 000 000	1 988 560	9 000 000	2 137 466	10 500 014	1 744 229				
331 939,19	66 008,10	298 745,27	70 950,87	348 536,61	57 897,80	348 540,39	9 036,38	<b>2 540 948,18</b>	<b>581 950,18</b>
<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0,00</b>			
								<b>132 775,68</b>	0,00
<b>10 331 939</b>		<b>9 298 745</b>		<b>10 848 551</b>		<b>348 540,39</b>		<b>2 673 723,85</b>	<b>581 950,18</b>

Z kapitálového transferu boli zakúpené:

GPS značky Topcon TURBO G1	Rýchle určenie lokalizácie meraných bodov v teréne s presnosťou na 1m a s prídavným zariadením až 1 cm
Tyčový dilatometer ( 2 sady)	Meranie plazivých pohybov horninových blokov ( stabilita skalných zárezov)
Ručná vzorkovacia súprava na horniny a zeminy s príslušenstvom	Odber neporušených a porušených vzoriek na meraných lokalitách
Automatické hladinomery 10 ks	Kontinuálne meranie hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty
Mars 5 2 stanice	Automatický prenos kritických stavov z meracej stanice
Digitálny fotoaparát s príslušenstvom 3 ks	Dokumentácia odkryvov, vrtov, meraných lokalít pre digitálne spracovanie
Kuželový penetrometer	Určenie konzistencie zemín podľa EN
Elektronické váhy	Zariadenie na stanovenie navážky na prípravu roztokov pre analýzu riečnych sedimentov
GDS hydraulické mikročerpadlo The Standard 200cc/3MPa Controller	Zariadenie bude súčasťou triaxiálneho prístroja na meranie objemových zmien pri triaxiálnych skúškach mechanických a hydraulických vlastností zemín a hornín
Ultrazvuková čistička	Zariadenie na čistenie sít a keramických doštičiek a iných laboratórnych prístrojov a ich súčastí, ktoré sa mechanicky vyčistiť nedajú
Vŕtacie kladivo –AKU s rezervnou batériou	Monitorovanie skalných zárezov, inštalácia meracích prístrojov
Kombinovaný ultrazvukový prístroj a Schmidtovo odrazové kladivo	Nedeštruktívna metóda založená na meraní rýchlosti prechodu pozdĺžnych ultrazvukových vln v testovanom materiáli spolu s možnosťou merania odrazovej pevnosti. Pomocou prístroja je možné zistiť pevnostné charakteristiky horniny, vypočítať dynamický modul pružnosti, určiť anizotropiu horniny, identifikovať porušenosť horninového materiálu.
LUK (AG&E, s.r.o, ČR)	Prístroj na meranie objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu a vo vode
PC, notebook, tlačiareň, kopírovacie zariadenie	Prenos dát
ScanMaker	Prenos informácií
Geo-Tools	Zariadenie pre monitorovanie pohybov skalných blokov – automatický zber, prenos a vyhodnocovanie merania objektov
Software MapInfo 7.0 + Vertical Mapper	Geografický a databázový informačný systém pre prácu s priestorovými údajmi
R2V	Software na vektorizáciu rastrov
Arc View 3.3 + Spatial analyser 1ks	Geografický a databázový informačný systém pre prácu s priestorovými údajmi

V rokoch 2002 až 2006 boli finančné prostriedky rozpočtované v skladbe rozpočtu.

V rokoch 2007 až 2009 boli ceny vykonaných prác stanovené podľa cenníkových položiek cenníka EKOS Bílovice nad Svitavou. Podrobný prehľad skutočne čerpaných finančných prostriedkov za roky 2007 až 2009 je uvedený v nasledujúcich tabuľkách.

IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2007

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V					
		MJ	Sk	MJ	Sk	MJ	MJ	MJ	Sk	Sk	Sk
		skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel
E 00	Cenové zaokrúhlenie	0.00	-0.20	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	-1.20
E 01	Sled,riadenie a koordinác	40.00	16164.00	340.00	137394.00	340.00	0.00	-340.00	137394.00	0.00	-137394.00
E 02	Real.výstupy-Ročná správa	0.00	0.00	250.00	101025.00	250.00	0.00	-250.00	101025.00	0.00	-101025.00
E 03	RV-Podklady pre OPM min.u	0.00	0.00	130.00	52533.00	130.00	0.00	-130.00	52533.00	0.00	-52533.00
E 04	RV-Podklady pre OPM min.-	0.00	0.00	130.00	52533.00	130.00	0.00	-130.00	52533.00	0.00	-52533.00
E 05	Príp.podkl.IS-vyh.ob.geol	75.00	172395.00	425.00	976905.00	425.00	0.00	-425.00	976905.00	0.00	-976905.00
E 06	Mat.sprac.dát -nahr.datab	0.00	0.00	1650.00	666765.00	1650.00	0.00	-1650.00	666765.00	0.00	-666765.00
E 07	Mat.sprac.dát,nahr.databá	0.00	0.00	2320.00	699480.00	2320.00	0.00	-2320.00	699480.00	0.00	-699480.00
E 08	Monitorovanie-meranie	150.00	60615.00	6112.00	2469859.20	6112.00	0.00	-6112.00	2469859.20	0.00	-2469859.20
E 09	Monitorovanie-odber vzori	0.00	0.00	34.00	24480.00	34.00	0.00	-34.00	24480.00	0.00	-24480.00
E 10	Monitor.-chemické analýzy	0.00	0.00	79.00	177750.00	79.00	0.00	-79.00	177750.00	0.00	-177750.00
E 11	Monitor.,spracovanie web	0.00	0.00	260.00	105066.00	260.00	0.00	-260.00	105066.00	0.00	-105066.00
E 12	Meranie hladiny pod.vody	0.00	0.00	468.00	105300.00	468.00	0.00	-468.00	105300.00	0.00	-105300.00
E 13	Zistenie výdatnosti prame	0.00	0.00	282.00	170046.00	282.00	0.00	-282.00	170046.00	0.00	-170046.00
E 14	Osadenie 1.mer.miesta -2	0.00	0.00	12.00	19418.40	12.00	0.00	-12.00	19418.40	0.00	-19418.40
E 15	Polné geot.st.sk.sklerosk	0.00	0.00	170.00	25398.00	170.00	0.00	-170.00	25398.00	0.00	-25398.00
E 16	Vyhodnot.výsledkov geoche	51.00	18727.20	407.00	149450.40	407.00	0.00	-407.00	149450.40	0.00	-149450.40
E 17	Pôd.radón/mestá,obce,tekt	0.00	0.00	0.00	48222.00	0.00	0.00	0.00	48222.00	0.00	-48222.00
E 18	Hĺbenie sônd,odber pôdneh	0.00	0.00	485.00	121783.50	485.00	0.00	-485.00	121783.50	0.00	-121783.50
E 19	Špeciálne výkony-meranie	0.00	0.00	152.00	45828.00	152.00	0.00	-152.00	45828.00	0.00	-45828.00
E 20	Vyhodnotenie výsledkov	0.00	0.00	169.00	50953.50	169.00	0.00	-169.00	50953.50	0.00	-50953.50
E 21	Radón vo vodách-prəsun sk	0.00	0.00	235.00	19854.90	235.00	0.00	-235.00	19854.90	0.00	-19854.90
E 22	Vzorkov+odber.vody+základ	0.00	0.00	0.00	12594.60	0.00	0.00	0.00	12594.60	0.00	-12594.60
E 23	Stanovenie 222-Rn vo vodá	0.00	0.00	39.00	10705.50	39.00	0.00	-39.00	10705.50	0.00	-10705.50
E 24	Vyhodnotenie výsledkov	0.00	0.00	161.00	48541.50	161.00	0.00	-161.00	48541.50	0.00	-48541.50
E 25	Monitorovanie -chemické a	0.00	0.00	0.00	146250.00	0.00	0.00	0.00	146250.00	0.00	-146250.00
E 26	Prípravné práce	0.00	0.00	22.00	6633.00	22.00	0.00	-22.00	6633.00	0.00	-6633.00
E 27	Monitorovanie-odber vzori	0.00	0.00	0.00	46800.00	0.00	0.00	0.00	46800.00	0.00	-46800.00
E 28	Monit.- odbery vzoriek	0.00	0.00	0.00	33300.00	0.00	0.00	0.00	33300.00	0.00	-33300.00

IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2007

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V					
		MJ	Sk	MJ	Sk	MJ	MJ	MJ	Sk	Sk	Sk
		skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel
E 29	Monit.-Odber vz vŕd	0.00	0.00	0.00	25920.00	0.00	0.00	0.00	25920.00	0.00	-25920.00
E 30	Vzork.Hyrometr.mer.do 10l	0.00	0.00	4.00	2746.80	4.00	0.00	-4.00	2746.80	0.00	-2746.80
E 31	Vzor.-Hydrometr.mer.10-10	0.00	0.00	4.00	4820.40	4.00	0.00	-4.00	4820.40	0.00	-4820.40
E 32	Vzork.-Hydrometr.mer. nad	0.00	0.00	2.00	3772.80	2.00	0.00	-2.00	3772.80	0.00	-3772.80
E 33	Vzork.-Meranie výdat.pram	0.00	0.00	1.00	251.10	1.00	0.00	-1.00	251.10	0.00	-251.10
E 34	Vzork.-Vz. pre HG-odber v	0.00	0.00	12.00	3067.20	12.00	0.00	-12.00	3067.20	0.00	-3067.20
E 35	Vzork.-Stanovenie pH	0.00	0.00	12.00	496.80	12.00	0.00	-12.00	496.80	0.00	-496.80
E 36	Vzork.-Stanovenie vodivos	0.00	0.00	12.00	496.80	12.00	0.00	-12.00	496.80	0.00	-496.80
E 37	Vzork.-Stanov.zákl.param	0.00	0.00	12.00	378.00	12.00	0.00	-12.00	378.00	0.00	-378.00
E 38	Vzork.-Odkalenie vz.filtr	0.00	0.00	12.00	1058.40	12.00	0.00	-12.00	1058.40	0.00	-1058.40
E 39	Vzork.-Stanovenie kyslíka	0.00	0.00	12.00	1684.80	12.00	0.00	-12.00	1684.80	0.00	-1684.80
E 40	Vz.-Preprava vz. a zariad	0.00	0.00	150.00	1755.00	150.00	0.00	-150.00	1755.00	0.00	-1755.00
E 41	Vz.-Zber a spracov. údaj	0.00	0.00	168.00	67888.80	168.00	0.00	-168.00	67888.80	0.00	-67888.80
E 42	VZ.-Vyhodnotenie výsl.IG	150.00	60615.00	310.00	125271.00	310.00	0.00	-310.00	125271.00	0.00	-125271.00
E 43	Vz.-Vyhodn.výsl. HG prác	0.00	0.00	50.00	17055.00	50.00	0.00	-50.00	17055.00	0.00	-17055.00
E 44	Laboratórne práce- chemi	36.00	81000.00	36.00	81000.00	36.00	0.00	-36.00	81000.00	0.00	-81000.00
Spolu za : Externé výkony		502.00	409516.00	15129.00	6862533.60	15129.00	0.00	-15129.00	6862533.60	0.00	-6862533.60
S S01	SUB-Žilinská univerzita-P	0.00	0.00	0.00	55000.00	0.00	0.00	0.00	55000.00	0.00	-55000.00
S S02	SUB-Ing.Alojz Daříček - V	0.00	0.00	0.00	250000.00	0.00	0.00	0.00	250000.00	0.00	-250000.00
S S03	SUB-Dušan Drotár	0.00	0.00	0.00	120000.00	0.00	0.00	0.00	120000.00	0.00	-120000.00
S S04	SUB-Geofyzikálny ústav SA	0.00	0.00	0.00	180000.00	0.00	0.00	0.00	180000.00	0.00	-180000.00
S S05	SUB-Geoexperts,inkl.meran	0.00	0.00	0.00	7928.40	0.00	0.00	0.00	7928.40	0.00	-7928.40
S S06	SUB-Štefan Hudec -GEOVRTY	0.00	0.00	0.00	80028.00	0.00	0.00	0.00	80028.00	0.00	-80028.00
S S07	SUB-INGEO-ighp,s.r.o Žili	0.00	0.00	0.00	300000.00	0.00	0.00	0.00	300000.00	0.00	-300000.00
S S08	SUB-SENSOR spol.s r.o. Br	0.00	0.00	0.00	170000.00	0.00	0.00	0.00	170000.00	0.00	-170000.00
S S09	SUB-STU -BA geotech.RNDR.	0.00	0.00	0.00	30000.00	0.00	0.00	0.00	30000.00	0.00	-30000.00
S S10	SUB-STU-Bartoš-mer a hodn	0.00	0.00	0.00	60000.00	0.00	0.00	0.00	60000.00	0.00	-60000.00
S S11	SUB-Banské projekty,s.r.o	0.00	260000.00	0.00	260000.00	0.00	0.00	0.00	260000.00	0.00	-260000.00

IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2007

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Akcia Názov	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V					
	MJ	Sk.	MJ	Sk	MJ	MJ	MJ	Sk	Sk	Sk
	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel
* *****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
S S12 SUB-UK PriF -KIG,Ba	0.00	324920.00	0.00	324920.00	0.00	0.00	0.00	324920.00	0.00	-324920.00
S S13 SUB-STU, Ba RNDr.Masarovi	0.00	50000.00	0.00	50000.00	0.00	0.00	0.00	50000.00	0.00	-50000.00
S S14 SUB-Data Image s.r.o,Ba	0.00	247930.00	0.00	247930.00	0.00	0.00	0.00	247930.00	0.00	-247930.00
S S15 SUB-Slov.hydrometeorog.ús	0.00	1660.00	0.00	1660.00	0.00	0.00	0.00	1660.00	0.00	-1660.00
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Spolu za : Subdodávky	0.00	884510.00	0.00	2137466.40	0.00	0.00	0.00	2137466.40	0.00	-2137466.40
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Za : 207 / 01	502.00	1294026.00	15129.00	9000000.00	15129.00	0.00	-15129.00	9000000.00	0.00	-9000000.00
Za úlohu : 207	502.00	1294026.00	15129.00	9000000.00	15129.00	0.00	-15129.00	9000000.00	0.00	-9000000.00



IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2008

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Druh prác	Názov druhu prác	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V										
		MJ skutočnosť	Sk skutočnosť	MJ skutočnosť	Sk skutočnosť	MJ skutočnosť	MJ rozpočet	MJ Rozdiel	Sk skutočnosť	Sk rozpočet	Sk Rozdiel					
* **	*****	**	*****	**	*****	**	*****	**	*****	**	*****	**	*****	**	*****	**
E 100	geofyz. pr. terénne	550.00	6435.00	4438.00	286549.20	5332.00	0.00	-5332.00	528870.60	0.00	-528870.60					
E 101	geofyz. pr. vyhodnotenie	190.00	57285.00	448.00	135072.00	778.00	0.00	-778.00	234567.00	0.00	-234567.00					
E 812	vl. práce-sled. hod. s.	150.00	60615.00	976.00	394401.60	1316.00	0.00	-1316.00	531795.60	0.00	-531795.60					
E 815	záverečné spracovanie	1010.00	382491.00	1890.00	722709.00	2140.00	0.00	-2140.00	823734.00	0.00	-823734.00					
E 830	lab. práce	94.00	183843.00	291.00	513292.50	445.00	0.00	-445.00	928998.00	0.00	-928998.00					
E 841	vzorkovacie práce	861.00	41987.70	2781.00	353655.90	3980.00	0.00	-3980.00	837441.00	0.00	-837441.00					
E 861	vyhodnotenie geolog. prác	980.00	1032363.00	10617.00	6350103.00	22579.00	0.00	-22579.00	11732909.40	0.00	-11732909.40					
E 998	zľavy, opravy	0.00	0.30	0.00	1.85	0.00	0.00	0.00	3.05	0.00	-3.05					
Spolu za : Externé výkony		3835.00	1765020.00	21441.00	8755785.05	36570.00	0.00	-36570.00	15618318.65	0.00	-15618318.65					
S 101	geofyz. pr. vyhodnotenie	0.00	0.00	0.00	180000.00	0.00	0.00	0.00	360000.00	0.00	-360000.00					
S 231	vysporiadanie vrtných pr.	0.00	0.00	0.00	53669.00	0.00	0.00	0.00	133697.00	0.00	-133697.00					
S 815	záverečné spracovanie	0.00	0.00	0.00	50000.00	0.00	0.00	0.00	100000.00	0.00	-100000.00					
S 821	výkony meračské	0.00	7348.00	0.00	564001.95	0.00	0.00	0.00	1096930.35	0.00	-1096930.35					
S 861	vyhodnotenie geolog. prác	0.00	0.00	0.00	896558.00	0.00	0.00	0.00	2191068.00	0.00	-2191068.00					
Spolu za : Subdodávky		0.00	7348.00	0.00	1744228.95	0.00	0.00	0.00	3881695.35	0.00	-3881695.35					
Za : 207 / 01		3835.00	1772368.00	21441.00	10500014.00	36570.00	0.00	-36570.00	19500014.00	0.00	-19500014.00					
Za úlohu : 207		3835.00	1772368.00	21441.00	10500014.00	36570.00	0.00	-36570.00	19500014.00	0.00	-19500014.00					

IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2008

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V					
		MJ	Sk	MJ	Sk	MJ	MJ	MJ	Sk	Sk	Sk
		skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	-skutočnosť	rozpočet	Rozdiel	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel
E 00	Cenové zaokrúhlenie	0.00	0.30	0.00	1.85	0.00	0.00	0.00	3.05	0.00	-3.05
E 01	Sled,riadenie a koordinác	150.00	60615.00	976.00	394401.60	1316.00	0.00	-1316.00	531795.60	0.00	-531795.60
E 02	Ročná správa	0.00	0.00	690.00	278829.00	940.00	0.00	-940.00	379854.00	0.00	-379854.00
E 02.1	Ročná správa	250.00	75375.00	400.00	120600.00	400.00	0.00	-400.00	120600.00	0.00	-120600.00
E 03	RV-Podklady pre OPM min.u	0.00	0.00	130.00	52533.00	260.00	0.00	-260.00	105066.00	0.00	-105066.00
E 04	RV-Podklady pre OPM min.-	0.00	0.00	60.00	24246.00	190.00	0.00	-190.00	76779.00	0.00	-76779.00
E 05	Príp.podkl.IS-vyh.ob.geol	350.00	804510.00	1155.00	2654883.00	1580.00	0.00	-1580.00	3631788.00	0.00	-3631788.00
E 06	Mat.sprac.dát -nahr.datab	0.00	0.00	3126.00	1263216.60	4776.00	0.00	-4776.00	1929981.60	0.00	-1929981.60
E 07	Mat.sprac.dát,nahr.databá	190.00	57285.00	1180.00	355770.00	3500.00	0.00	-3500.00	1055250.00	0.00	-1055250.00
E 08	Monitorovanie-meranie	320.00	129312.00	4142.00	1673782.20	10254.00	0.00	-10254.00	4143641.40	0.00	-4143641.40
E 09	Monitorovanie-odber vzori	0.00	0.00	34.00	24480.00	68.00	0.00	-68.00	48960.00	0.00	-48960.00
E 10	Monitor.-chemické analýzy	80.00	180000.00	155.00	348750.00	234.00	0.00	-234.00	526500.00	0.00	-526500.00
E 11	Monitor.,spracovanie web	0.00	0.00	75.00	30307.50	335.00	0.00	-335.00	135373.50	0.00	-135373.50
E 12	Meranie hladiny pod.vody	0.00	0.00	300.00	67500.00	768.00	0.00	-768.00	172800.00	0.00	-172800.00
E 13	Zistenie výdatnosti prame	0.00	0.00	65.00	39195.00	347.00	0.00	-347.00	209241.00	0.00	-209241.00
E 14	Osadenie 1.mer.miesta -2	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	-12.00	19418.40	0.00	-19418.40
E 15	Polné geot.st.sk.sklerosk	0.00	0.00	0.00	0.00	170.00	0.00	-170.00	25398.00	0.00	-25398.00
E 16	Vyhodnot.výsledkov geoche	0.00	0.00	88.00	32313.60	495.00	0.00	-495.00	181764.00	0.00	-181764.00
E 17	Pôd.radón/mestá,obce,tekt	0.00	0.00	0.00	20475.00	0.00	0.00	0.00	68697.00	0.00	-68697.00
E 18	Hĺbenie sônd,odber pôdneh	0.00	0.00	604.00	151664.40	1089.00	0.00	-1089.00	273447.90	0.00	-273447.90
E 19	Špeciálne výkony-meranie	0.00	0.00	150.00	45225.00	302.00	0.00	-302.00	91053.00	0.00	-91053.00
E 20	Vyhodnotenie výsledkov	0.00	0.00	137.00	41305.50	306.00	0.00	-306.00	92259.00	0.00	-92259.00
E 21	Radón vo vodách-presun sk	550.00	6435.00	3594.00	42049.80	3829.00	0.00	-3829.00	61904.70	0.00	-61904.70
E 22	Vzorkov+odber.vody+základ	0.00	1321.20	0.00	18496.80	0.00	0.00	0.00	31091.40	0.00	-31091.40
E 23	Stanovenie 222-Rn vo vodá	14.00	3843.00	56.00	15372.00	95.00	0.00	-95.00	26077.50	0.00	-26077.50
E 24	Vyhodnotenie výsledkov	190.00	57285.00	311.00	93766.50	472.00	0.00	-472.00	142308.00	0.00	-142308.00
E 25	Monitorovanie -chemické a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	146250.00	0.00	-146250.00
E 26	Prípravné práce	0.00	0.00	90.00	27135.00	112.00	0.00	-112.00	33768.00	0.00	-33768.00
E 27	Monitorovanie-odber vzori	0.00	0.00	0.00	46800.00	0.00	0.00	0.00	93600.00	0.00	-93600.00



IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2008

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V					
		MJ	Sk	MJ	Sk	MJ	MJ	MJ	Sk	Sk	Sk
		skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel
* *****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
E 28	Monit.- odbery vzoriek	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33300.00	0.00	-33300.00
E 29	Monit.-Odber vz vŕd	0.00	0.00	0.00	12240.00	0.00	0.00	0.00	38160.00	0.00	-38160.00
E 30	Vzork.Hyrometr.mer.do 10l	10.00	6867.00	45.00	30901.50	49.00	0.00	-49.00	33648.30	0.00	-33648.30
E 31	Vzor.-Hydrometr.mer.10-10	10.00	12051.00	36.00	43383.60	40.00	0.00	-40.00	48204.00	0.00	-48204.00
E 32	Vzork.-Hydrometr.mer. nad	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	-2.00	3772.80	0.00	-3772.80
E 33	Vzork.-Meranie výdat.pram	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	-1.00	251.10	0.00	-251.10
E 34	Vzork.-Vz. pre HG-odber v	20.00	5112.00	75.00	19170.00	87.00	0.00	-87.00	22237.20	0.00	-22237.20
E 35	Vzork.-Stanovenie pH	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	-12.00	496.80	0.00	-496.80
E 36	Vzork.-Stanovenie vodivos	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	-12.00	496.80	0.00	-496.80
E 37	Vzork.-Stanov.zákl.param	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	-12.00	378.00	0.00	-378.00
E 38	Vzork.-Odkalenie vz.filtr	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	-12.00	1058.40	0.00	-1058.40
E 39	Vzork.-Stanovenie kyslíka	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	-12.00	1684.80	0.00	-1684.80
E 40	Vz.-Preprava vz. a zariad	800.00	9360.00	2150.00	25155.00	2300.00	0.00	-2300.00	26910.00	0.00	-26910.00
E 41	Vz.-Zber a spracov. údaj	0.00	0.00	76.00	30711.60	244.00	0.00	-244.00	98600.40	0.00	-98600.40
E 41.1	Monit.-Zber a sprac.údaj.	40.00	8928.00	80.00	17856.00	80.00	0.00	-80.00	17856.00	0.00	-17856.00
E 42	VZ.-Vyhodnotenie výsl.IG	40.00	16164.00	176.00	71121.60	486.00	0.00	-486.00	196392.60	0.00	-196392.60
E 43	Vz.-Vyhodn.výsl. HG prác	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	-50.00	17055.00	0.00	-17055.00
E 44	Laboratórne práce- chemic	0.00	0.00	63.00	141750.00	99.00	0.00	-99.00	222750.00	0.00	-222750.00
E 45	Lab.práce-Prev.mikrosondy	0.00	0.00	5.00	5710.50	5.00	0.00	-5.00	5710.50	0.00	-5710.50
E 46	Lab.práce-Vákuové naparen	0.00	0.00	4.00	435.60	4.00	0.00	-4.00	435.60	0.00	-435.60
E 47	Lab.práce-Rezanie doštiči	0.00	0.00	4.00	162.00	4.00	0.00	-4.00	162.00	0.00	-162.00
E 48	Lab.práce-Zhot.lešt.výbr	0.00	0.00	4.00	1112.40	4.00	0.00	-4.00	1112.40	0.00	-1112.40
E 49	Vyhodnotenie výsledkov HG	40.00	16164.00	176.00	71121.60	176.00	0.00	-176.00	71121.60	0.00	-71121.60
E 50	Spracovanie lokality	0.00	0.00	80.00	32328.00	80.00	0.00	-80.00	32328.00	0.00	-32328.00
E 51	Terénne hydrochem.merania	21.00	7276.50	76.00	26334.00	76.00	0.00	-76.00	26334.00	0.00	-26334.00
E 52	Terénna rekognoskácia obj	0.00	0.00	13.00	15666.30	13.00	0.00	-13.00	15666.30	0.00	-15666.30
E 52.1	Terénna rekognoskácia ob	0.00	0.00	60.00	24246.00	60.00	0.00	-60.00	24246.00	0.00	-24246.00
E 53	Záverečné spracovanie	760.00	30711.60	800.00	323280.00	800.00	0.00	-800.00	323280.00	0.00	-323280.00
.....											
Spolu za : Externé výkony		3835.00	1765020.00	21441.00	8755785.05	36570.00	0.00	-36570.00	15618318.65	0.00	-15618318.65

IČO : 31753604

Čerpanie rozpočtov GPP za obdobie december 2008

Za úlohu : 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania : Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	M E S I A C		R O K		K U M U L A T Í V					
		MJ	Sk	MJ	Sk	MJ	MJ	MJ	Sk	Sk	Sk
*	*****	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel	skutočnosť	rozpočet	Rozdiel
S S01	SUB-Žilinská univerzita-P	0.00	0.00	0.00	55000.00	0.00	0.00	0.00	110000.00	0.00	-110000.00
S S02	SUB-Ing.Alojz Daříček - V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250000.00	0.00	-250000.00
S S03	SUB-Dušan Drotár	0.00	0.00	0.00	160000.00	0.00	0.00	0.00	280000.00	0.00	-280000.00
S S04	SUB-Geofyzikálny ústav SA	0.00	0.00	0.00	180000.00	0.00	0.00	0.00	360000.00	0.00	-360000.00
S S05	SUB-Geoexperts,inkl.meran	0.00	0.00	0.00	9252.00	0.00	0.00	0.00	17180.40	0.00	-17180.40
S S06	Štefan Hudec -GEOVRTY	0.00	0.00	0.00	53669.00	0.00	0.00	0.00	133697.00	0.00	-133697.00
S S07	SUB-INGEO-ighp,s.r.o Žili	0.00	0.00	0.00	299999.95	0.00	0.00	0.00	599999.95	0.00	-599999.95
S S08	SUB-SENSOR spol.s r.o. Br	0.00	7348.00	0.00	170000.00	0.00	0.00	0.00	340000.00	0.00	-340000.00
S S09	SUB-STU -BA geotech.RNDR.	0.00	0.00	0.00	30000.00	0.00	0.00	0.00	60000.00	0.00	-60000.00
S S10	SUB-STU-Bartoš- Ing.Frašť	0.00	0.00	0.00	80000.00	0.00	0.00	0.00	140000.00	0.00	-140000.00
S S11	SUB-Banské projekty,s.r.o	0.00	0.00	0.00	272748.00	0.00	0.00	0.00	532748.00	0.00	-532748.00
S S12	SUB-UK PriF -KIG,Ba	0.00	0.00	0.00	324940.00	0.00	0.00	0.00	649860.00	0.00	-649860.00
S S13	SUB-STU, Ba RNDR.Masarovi	0.00	0.00	0.00	50000.00	0.00	0.00	0.00	100000.00	0.00	-100000.00
S S14	SUB-Data Image s.r.o,Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	247930.00	0.00	-247930.00
S S15	SUB-Slov.hydrometeorog.ús	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1660.00	0.00	-1660.00
S S16	SUB-GEOTOP Košice, s.r.o.	0.00	0.00	0.00	28870.00	0.00	0.00	0.00	28870.00	0.00	-28870.00
S S17	SUB-Geotronics Slov.-kont	0.00	0.00	0.00	29750.00	0.00	0.00	0.00	29750.00	0.00	-29750.00
.....											
Spolu za : Subdodávky		0.00	7348.00	0.00	1744228.95	0.00	0.00	0.00	3881695.35	0.00	-3881695.35
=====											
Za : 207 / 01		3835.00	1772368.00	21441.00	10500014.00	36570.00	0.00	-36570.00	19500014.00	0.00	-19500014.00
=====											
Za úlohu : 207		3835.00	1772368.00	21441.00	10500014.00	36570.00	0.00	-36570.00	19500014.00	0.00	-19500014.00

## Čerpanie rozpočtu úloh podľa druhu práce za obdobie: 2009/12

Dátum: 14.01.2010

Čas: 10:34

Strana: 1

Za úlohu: 207 - ČMS-Geologické faktory											
Spôsob financovania: Zo štátneho rozpočtu											
Akcia	Názov	MESIAC		ROK		KUMULATÍV					
		MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	MJ rozpočet	MJ rozdiel	Skutočnosť	Rozpočet	Rozdiel
E 100	geofyz. pr. terénne	0,00	0,00	0,00	0,00	5.332,00	0,00	-5.332,00	17.555,28	0,00	-17.555,28
E 101	geofyz. pr. vyhodnotenie	0,00	0,00	0,00	0,00	778,00	0,00	-778,00	7.786,17	0,00	-7.786,17
E 812	vl. práce-sled. hod. s.	0,00	0,00	0,00	0,00	1.316,00	0,00	-1.316,00	17.652,38	0,00	-17.652,38
E 815	záverečné spracovanie	0,00	0,00	0,00	0,00	2.140,00	0,00	-2.140,00	27.342,98	0,00	-27.342,98
E 830	lab. práce	0,00	0,00	0,00	0,00	445,00	0,00	-445,00	30.837,08	0,00	-30.837,08
E 841	vzorkovacie práce	0,00	0,00	0,00	0,00	3.986,00	0,00	-3.986,00	27.798,00	0,00	-27.798,00
E 861	vyhodnotenie geolog. prác	0,00	0,00	0,00	0,00	22.579,00	0,00	-22.579,00	389.461,42	0,00	-389.461,42
E 998	zlavy, opravy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	-0,07
Spolu za: Externé výkony		0,00	0,00	0,00	0,00	36.576,00	0,00	-36.576,00	518.433,38	0,00	-518.433,38
S 101	geofyz. pr. vyhodnotenie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.949,81	0,00	-11.949,81
S 231	vysporiadanie vrtných pr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.437,92	0,00	-4.437,92
S 815	záverečné spracovanie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.319,40	0,00	-3.319,40
S 821	výkony meračské	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36.411,41	0,00	-36.411,41
S 861	vyhodnotenie geolog. prác	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72.730,15	0,00	-72.730,15
Spolu za: Subdodávky		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	128.848,69	0,00	-128.848,69
<b>Spolu za: 207 / 01</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>36.576,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-36.576,00</b>	<b>647282,07</b>	<b>0,00</b>	<b>-647282,07</b>
E 100	geofyz. pr. terénne	0,00	0,00	5.374,00	9.729,04	5.374,00	5.374,00	0,00	9.729,04	9.729,04	0,00
E 101	geofyz. pr. vyhodnotenie	0,00	0,00	360,00	4.166,63	360,00	360,00	0,00	4.166,63	4.166,64	0,01
E 812	vl. práce-sled. hod. s.	0,00	0,00	960,00	14.860,80	960,00	960,00	0,00	14.860,80	14.860,80	0,00
E 815	záverečné spracovanie	234,00	3.622,32	1.743,00	25.731,72	1.743,00	1.743,00	0,00	25.731,72	25.731,72	0,00
E 830	lab. práce	42,00	2.006,10	311,00	17.854,72	311,00	311,00	0,00	17.854,72	17.854,72	0,00
E 841	vzorkovacie práce	577,00	5.357,64	4.307,00	20.079,23	4.307,00	4.307,00	0,00	20.079,23	20.079,20	-0,03
E 861	vyhodnotenie geolog. prác	874,00	33.261,77	9.522,00	197.081,87	9.522,00	9.522,00	0,00	197.081,87	197.081,89	0,02
E 991	ost. práce gsp, DPH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 998	zlavy, opravy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39	-0,39
Spolu za: Externé výkony		1.727,00	44.247,83	22.577,00	289.504,01	22.577,00	22.577,00	0,00	289.504,01	289.503,62	-0,39
S 101	geofyz. pr. vyhodnotenie	0,00	0,00	0,00	5.975,00	0,00	0,00	0,00	5.975,00	5.975,00	0,00
S 231	vysporiadanie vrtných pr.	0,00	4.687,77	0,00	4.687,77	0,00	0,00	0,00	4.687,77	4.687,77	0,00
S 815	záverečné spracovanie	0,00	0,00	0,00	1.660,00	0,00	0,00	0,00	1.660,00	1.660,00	0,00
S 821	výkony meračské	0,00	246,08	0,00	15.949,10	0,00	0,00	0,00	15.949,10	15.949,09	-0,01
S 861	vyhodnotenie geolog. prác	0,00	0,00	0,00	30.764,51	0,00	0,00	0,00	30.764,51	30.764,52	0,01

S 951 poddodávky sk.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spolu za: Subdodávky	0,00	4.933,85	0,00	59.036,38	0,00	0,00	0,00	59.036,38	59.036,38	0,00
Spolu za: 207 / 09	1.727,00	49.181,68	22.577,00	348.540,39	22.577,00	22.577,00	0,00	348540,39	348540,00	-0,39
<b>Spolu za úlohu: 207</b>	1.727,00	49.181,68	22.577,00	348.540,39	59.153,00	22.577,00	-36.576,00	995.822,46	348.540,00	-647.282,46

## Čerpanie rozpočtu úloh podľa akcií za obdobie: 2009/12

Dátum: 07.01.2010

Čas: 16:48

Strana: 1

Za úlohu: 207 - ČMS-Geologické faktory											
Spôsob financovania: Zo štátneho rozpočtu											
Akcia	Názov	MESIAC		ROK		KUMULATÍV					
		MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	MJ rozpočet	MJ rozdiel	Skutočnosť	Rozpočet	Rozdiel
E 00	Cenové zaokrúhlenie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	-0,07
E 01	Sled,riadenie a koordinácia prác	0,00	0,00	0,00	0,00	1.316,00	0,00	-1.316,00	17.652,38	0,00	-17.652,38
E 02	Real.výstupy-Ročná správa	0,00	0,00	0,00	0,00	940,00	0,00	-940,00	12.608,86	0,00	-12.608,86
E 02.1	Ročná správa	0,00	0,00	0,00	0,00	400,00	0,00	-400,00	4.003,18	0,00	-4.003,18
E 03	RV-Podklady pre OPM min.uzn.č.907/2002	0,00	0,00	0,00	0,00	260,00	0,00	-260,00	3.487,56	0,00	-3.487,56
E 04	RV-Podklady pre OPM min.-Informácia	0,00	0,00	0,00	0,00	190,00	0,00	-190,00	2.548,60	0,00	-2.548,60
E 05	Príp.podkl.IS-vyh.ob.geol.pr.nad 100 IFP	0,00	0,00	0,00	0,00	1.580,00	0,00	-1.580,00	120.553,30	0,00	-120.553,30
E 06	Mat.sprac.dát -nahr.databáz.,ZS kat.1	0,00	0,00	0,00	0,00	4.776,00	0,00	-4.776,00	64.063,68	0,00	-64.063,68
E 07	Mat.sprac.dát,nahr.databáz,ZS kat.II.	0,00	0,00	0,00	0,00	3.500,00	0,00	-3.500,00	35.027,89	0,00	-35.027,89
E 08	Monitorovanie-meranie	0,00	0,00	0,00	0,00	10.254,00	0,00	-10.254,00	137.543,74	0,00	-137.543,74
E 09	Monitorovanie-odber vzoriek snehov	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	0,00	-68,00	1.625,18	0,00	-1.625,18
E 10	Monitor.-chemické analýzy	0,00	0,00	0,00	0,00	234,00	0,00	-234,00	17.476,59	0,00	-17.476,59
E 11	Monitor.,spracovanie web stránky	0,00	0,00	0,00	0,00	335,00	0,00	-335,00	4.493,58	0,00	-4.493,58
E 12	Meranie hladiny pod.vody	0,00	0,00	0,00	0,00	768,00	0,00	-768,00	5.735,91	0,00	-5.735,91
E 13	Zistenie výdatnosti prameňa-stab.zariad.	0,00	0,00	0,00	0,00	347,00	0,00	-347,00	6.945,54	0,00	-6.945,54
E 14	Osadenie 1.mer.miesta -2 body	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	-12,00	644,58	0,00	-644,58
E 15	Polné geot.st.sk.sklerosk.tvrdości	0,00	0,00	0,00	0,00	170,00	0,00	-170,00	843,07	0,00	-843,07
E 16	Vyhodnot.výsledkov geochem.prác	0,00	0,00	0,00	0,00	495,00	0,00	-495,00	6.033,47	0,00	-6.033,47
E 17	Pôd.radón/mestá,obce,tektonika/presun sk	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.280,33	0,00	-2.280,33
E 18	Hĺbenie sônd,odber pôdneho vzduchu	0,00	0,00	0,00	0,00	1.089,00	0,00	-1.089,00	9.076,79	0,00	-9.076,79
E 19	Špeciálne výkony-meranie radónu	0,00	0,00	0,00	0,00	302,00	0,00	-302,00	3.022,41	0,00	-3.022,41
E 20	Vyhodnotenie výsledkov	0,00	0,00	0,00	0,00	306,00	0,00	-306,00	3.062,44	0,00	-3.062,44
E 21	Radón vo vodách-presun skupiny	0,00	0,00	0,00	0,00	3.829,00	0,00	-3.829,00	2.054,86	0,00	-2.054,86
E 22	Vzorkov+odber.vody+základ.parametre	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	-6,00	1.032,08	0,00	-1.032,08
E 23	Stanovenie 222-Rn vo vodách emanančne	0,00	0,00	0,00	0,00	95,00	0,00	-95,00	865,62	0,00	-865,62
E 24	Vyhodnotenie výsledkov	0,00	0,00	0,00	0,00	472,00	0,00	-472,00	4.723,73	0,00	-4.723,73
E 25	Monitorovanie -chemické analýzy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.854,61	0,00	-4.854,61
E 26	Prípravné práce	0,00	0,00	0,00	0,00	112,00	0,00	-112,00	1.120,89	0,00	-1.120,89
E 27	Monitorovanie-odber vzoriek rieč.sedim.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.106,95	0,00	-3.106,95
E 28	Monit.- odbery vzoriek	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.105,36	0,00	-1.105,36
E 29	Monit.-Odber vz vód	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.266,67	0,00	-1.266,67
E 30	Vzork.Hyrometr.mer.do 10l/s	0,00	0,00	0,00	0,00	49,00	0,00	-49,00	1.116,92	0,00	-1.116,92
E 31	Vzor.-Hydrometr.mer.10-100l/s	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	-40,00	1.600,07	0,00	-1.600,07
E 32	Vzork.-Hydrometr.mer. nad 100l/s	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	-2,00	125,24	0,00	-125,24

Za úlohu: 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania: Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	MESIAC		ROK		KUMULATÍV					
		MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	MJ rozpočet	MJ rozdiel	Skutočnosť	Rozpočet	Rozdiel
E 33	Vzork.-Meranie výdat.prameňa nádobou	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-1,00	8,33	0,00	-8,33
E 34	Vzork.-Vz. pre HG-odber vody-2-5l	0,00	0,00	0,00	0,00	87,00	0,00	-87,00	738,14	0,00	-738,14
E 35	Vzork.-Stanovenie pH	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	-12,00	16,49	0,00	-16,49
E 36	Vzork.-Stanovenie vodivosti	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	-12,00	16,49	0,00	-16,49
E 37	Vzork.-Stanov.zákl.param H2O	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	-12,00	12,55	0,00	-12,55
E 38	Vzork.-Odkalenie vz.filtráciou	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	-12,00	35,13	0,00	-35,13
E 39	Vzork.-Stanovenie kyslíka	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	-12,00	55,92	0,00	-55,92
E 40	Vz.-Preprava vz. a zariadení	0,00	0,00	0,00	0,00	2.300,00	0,00	-2.300,00	893,25	0,00	-893,25
E 41	Vz.-Zber a spracov. údajov z exter.	0,00	0,00	0,00	0,00	244,00	0,00	-244,00	3.272,94	0,00	-3.272,94
E 41.1	Monit.-Zber a sprac.údaj.z exter.zdrojov	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	0,00	-80,00	592,72	0,00	-592,72
E 42	VZ.-Vyhodnotenie výsl.IG prác	0,00	0,00	0,00	0,00	486,00	0,00	-486,00	6.519,05	0,00	-6.519,05
E 43	Vz.-Vyhodn.výsl. HG prác	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	-50,00	566,12	0,00	-566,12
E 44	Laboratórne práce- chemické analýzy	0,00	0,00	0,00	0,00	99,00	0,00	-99,00	7.393,95	0,00	-7.393,95
E 45	Lab.práce-Prev.mikrosondy	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	-5,00	189,55	0,00	-189,55
E 46	Lab.práce-Vákuové naparenie uhlíkom	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	-4,00	14,46	0,00	-14,46
E 47	Lab.práce-Rezanie doštičiek	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	-4,00	5,38	0,00	-5,38
E 48	Lab.práce-Zhot.lešt.výbrusu	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	-4,00	36,92	0,00	-36,92
E 49	Vyhodnotenie výsledkov HG a HGCH prác	0,00	0,00	0,00	0,00	176,00	0,00	-176,00	2.360,82	0,00	-2.360,82
E 50	Spracovanie lokality	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	0,00	-80,00	1.073,10	0,00	-1.073,10
E 51	Terénne hydrochem.merania	0,00	0,00	0,00	0,00	76,00	0,00	-76,00	874,13	0,00	-874,13
E 52	Terénna rekognoskácia objektov a javov	0,00	0,00	0,00	0,00	13,00	0,00	-13,00	520,03	0,00	-520,03
E 52.1	Terénna rekognoskácia objektov a javov	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	0,00	-60,00	804,82	0,00	-804,82
E 53	Záverečné spracovanie	0,00	0,00	0,00	0,00	800,00	0,00	-800,00	10.730,94	0,00	-10.730,94
Spolu za:	Externé výkony	0,00	0,00	0,00	0,00	36.576,00	0,00	-36.576,00	518.433,38	0,00	-518.433,38
S S01	SUB-Žilinská univerzita-Prof.L.Bitterer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.651,34	0,00	-3.651,34
S S02	SUB-Ing.Alojz Dařček - VEK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.298,48	0,00	-8.298,48
S S03	SUB-Dušan Drotár	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.294,31	0,00	-9.294,31
S S04	SUB-Geofyzikálny ústav SAV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.949,81	0,00	-11.949,81
S S05	SUB-Geoexperts,inkl.meranie s vyhodnot.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	570,28	0,00	-570,28
S S06	Štefan Hudec -GEOVRTY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.437,92	0,00	-4.437,92
S S07	SUB-INGEO-ighp,s.r.o Žilina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.916,35	0,00	-19.916,35
S S08	SUB-SENSOR spol.s r.o. Bratislava	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.285,92	0,00	-11.285,92
S S09	SUB-STU -BA geotech.RNDr.Kopecký	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.991,64	0,00	-1.991,64
S S10	SUB-STU-Bartoš- Ing.Fraštia merania..	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.647,15	0,00	-4.647,15
S S11	SUB-Banské projekty,s.r.o. ,Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.683,99	0,00	-17.683,99
S S12	SUB-UK PriF -KIG,Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21.571,40	0,00	-21.571,40
S S13	SUB-STU, Ba RNDr.Masarovičová	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.319,40	0,00	-3.319,40
S S14	SUB-Data Image s.r.o,Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.229,77	0,00	-8.229,77

Ža úlohu: 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania: Zo štátneho rozpočtu

Akcia Názov		MESIAC		ROK		KUMULATÍV					
		MJ skutočnosť'	Skutočnosť'	MJ skutočnosť'	Skutočnosť'	MJ skutočnosť'	MJ rozpočet	MJ rozdiel	Skutočnosť'	Rozpočet	Rozdiel
S S15	SUB-Slov.hydrometeorog.ústav,Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,10	0,00	-55,10
S S16	SUB-GEOTOP Košice, s.r.o.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	958,31	0,00	-958,31
S S17	SUB-Geotronics-kontrol. geodet.zamer.-V.č	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	987,52	0,00	-987,52
Spolu za: Subdodávky		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	128.848,69	0,00	-128.848,69
<b>Spolu za: 207 / 01</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>36.576,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-36.576,00</b>	<b>647.282,07</b>	<b>0,00</b>	<b>-647.282,07</b>
E 0	Rozdiel úpravy rozpočtu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 00	Cenové zaokrúhlenie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39	-0,39
E 01	Sled,riadenie a koordinácia prác	0,00	0,00	960,00	14.860,80	960,00	960,00	0,00	14.860,80	14.860,80	0,00
E 02	Real.výstupy-Ročná správa	138,00	2.136,24	1.263,00	19.551,24	1.263,00	1.263,00	0,00	19.551,24	19.551,24	0,00
E 02.1	Ročná správa	0,00	0,00	320,00	3.703,68	320,00	320,00	0,00	3.703,68	3.703,68	0,00
E 03	RV-Podklady pre OPM min.uzn.č.907/2002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 04	RV-Podklady pre OPM min.-Informácia	0,00	0,00	152,00	2.352,96	152,00	152,00	0,00	2.352,96	2.352,96	0,00
E 05	Príp.podkl.IS-vyh.ob.geol.pr.nad 100 IFP	299,00	26.358,34	841,00	74.138,33	841,00	841,00	0,00	74.138,33	74.138,36	0,03
E 06	Mat.sprac.dát -nahr.databáz.,ZS kat.1	80,00	1.238,40	1.400,00	21.672,00	1.400,00	1.400,00	0,00	21.672,00	21.672,00	0,00
E 06.1	Mat.sprac.dát - II. kat	0,00	0,00	1.600,00	18.518,40	1.600,00	1.600,00	0,00	18.518,40	18.518,40	0,00
E 07	Mat.sprac.dát,nahr.databáz,ZS kat.II.	0,00	0,00	30,00	464,40	30,00	30,00	0,00	464,40	464,40	0,00
E 08	Monitorovanie-meranie	68,00	1.052,64	4.128,00	63.901,44	4.128,00	4.128,00	0,00	63.901,44	63.901,44	0,00
E 09	Monitorovanie-odber vzoriek snehov	0,00	0,00	44,00	1.168,20	44,00	44,00	0,00	1.168,20	1.168,20	0,00
E 10	Monitor.-chemické analýzy	12,00	995,76	176,00	14.604,48	176,00	176,00	0,00	14.604,48	14.604,48	0,00
E 11	Monitor.,spracovanie web stránky	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 11.1	Prípr.podkl.pre web-zber a sprac.údajov	0,00	0,00	120,00	1.388,88	120,00	120,00	0,00	1.388,88	1.388,88	0,00
E 12	Meranie hladiny pod.vody	350,00	3.024,00	760,00	6.566,40	760,00	760,00	0,00	6.566,40	6.566,40	0,00
E 13	Zistenie výdatnosti prameňa-stab.zariad.	0,00	0,00	4,00	61,64	4,00	4,00	0,00	61,64	61,63	-0,01
E 13.1	Zistenie výdatnosti prameňa-doc.zar.	70,00	1.425,69	150,00	3.055,05	150,00	150,00	0,00	3.055,05	3.055,05	0,00
E 14	Osadenie 1.mer.miesta -2 body	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 15	Polné geot.st.sk.sklerosk.tvrlosti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 16	Vyhodnot.výsledkov geochem.prác	0,00	0,00	88,00	1.238,69	88,00	88,00	0,00	1.238,69	1.238,69	0,00
E 17	Pôd.radón/mestá,obce,tektonika/presun sk	0,00	0,00	1.504,00	752,00	1.504,00	1.504,00	0,00	752,00	752,00	0,00
E 18	Hĺbenie sônd,odber pôdneho vzduchu	0,00	0,00	536,00	5.161,68	536,00	536,00	0,00	5.161,68	5.161,68	0,00
E 19	Špeciálne výkony-meranie radónu	0,00	0,00	100,00	1.157,40	100,00	100,00	0,00	1.157,40	1.157,40	0,00
E 20	Vyhodnotenie výsledkov	0,00	0,00	180,00	2.083,32	180,00	180,00	0,00	2.083,32	2.083,32	0,00
E 21	Radón vo vodách-presun skupiny	0,00	0,00	3.140,00	1.570,00	3.140,00	3.140,00	0,00	1.570,00	1.570,00	0,00
E 22	Vzorkov+odber.vody+základ.parametre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 22.1	Radón vo vod.-Príprava vzorkovníc	0,00	0,00	84,00	58,23	84,00	84,00	0,00	58,23	58,21	-0,02
E 22.2	Radón vo vod.-Stanov.zákl.parametrov	0,00	0,00	28,00	33,51	28,00	28,00	0,00	33,51	33,52	0,01
E 22.3	Radón vo vodách-Odber vz.vody	0,00	0,00	84,00	618,40	84,00	84,00	0,00	618,40	618,41	0,01
E 23	Stanovenie 222-Rn vo vodách emanančne	0,00	0,00	56,00	589,68	56,00	56,00	0,00	589,68	589,68	0,00

Ža úlohu: 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania: Zo štátneho rozpočtu

Akcia	Názov	MESIAC		ROK		KUMULATÍV					
		MJ skutočnosť'	Skutočnosť'	MJ skutočnosť'	Skutočnosť'	MJ skutočnosť'	MJ rozpočet	MJ rozdiel	Skutočnosť'	Rozpočet	Rozdiel
E 24	Vyhodnotenie výsledkov	0,00	0,00	180,00	2.083,31	180,00	180,00	0,00	2.083,31	2.083,32	0,01
E 25	Monitorovanie -chemické analýzy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 26	Prípravné práce	0,00	0,00	94,00	1.087,96	94,00	94,00	0,00	1.087,96	1.087,96	0,00
E 27	Monitorovanie-odber vzoriek rieč.sedim.	0,00	0,00	66,00	1.752,30	66,00	66,00	0,00	1.752,30	1.752,30	0,00
E 28	Monit.- odbery vzoriek	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 29	Monit.-Odber vz vŕd	0,00	0,00	17,00	451,35	17,00	17,00	0,00	451,35	451,35	0,00
E 30	Hydrometr.mer.do 10l/s	15,00	263,16	53,00	929,84	53,00	53,00	0,00	929,84	929,83	-0,01
E 31	Hydrometr.mer.10-100l/s	5,00	154,05	61,00	1.879,41	61,00	61,00	0,00	1.879,41	1.879,41	0,00
E 32	Vzork.-Hydrometr.mer. nad 100l/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 33	Vzork.-Meranie výdat.prameňa nádobou	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 34	Vzork.-Vz. pre HG-odber vody-2-5l	10,00	65,34	108,00	705,68	108,00	108,00	0,00	705,68	705,67	-0,01
E 35	Vzork.-Stanovenie pH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 36	Vzork.-Stanovenie vodivosti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 37	Vzork.-Stanov.zákl.param H2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 38	Vzork.-Odkalenie vz.filtráciou	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 39	Vzork.-Stanovenie kyslíka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 40	Vz.-Preprava vz. a zariadení	92,00	46,00	2.715,00	1.357,50	2.715,00	2.715,00	0,00	1.357,50	1.357,50	0,00
E 41	Vz.-Zber a spracov. údajov z exter.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 41.1	Monit.-Zber a sprac.údaj.z exter.zdrojov	289,00	2.476,15	665,00	5.697,73	665,00	665,00	0,00	5.697,73	5.697,72	-0,01
E 42	VZ.-Vyhodnotenie výsl.IG prác	16,00	247,68	156,00	2.414,88	156,00	156,00	0,00	2.414,88	2.414,88	0,00
E 43	Vz.-Vyhodn.výsl. HG prác	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 44	Laboratórne práce- chemické analýzy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 45	Lab.práce-Prev.mikrosondy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 46	Lab.práce-Vákuové naparenie uhlíkom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 47	Lab.práce-Rezanie doštičiek	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 48	Lab.práce-Zhot.lešt.výbrusu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E 49	Vyhodnotenie výsledkov HG a HGCH prác	16,00	247,68	132,00	2.043,36	132,00	132,00	0,00	2.043,36	2.043,36	0,00
E 50	Spracovanie lokality	90,00	1.393,20	122,00	1.888,56	122,00	122,00	0,00	1.888,56	1.888,56	0,00
E 51	Terénne hydrochem.merania	35,00	379,40	133,00	1.441,72	133,00	133,00	0,00	1.441,72	1.441,72	0,00
E 52	Terénna rekognoskácia objektov a javov	16,00	247,68	88,00	1.362,24	88,00	88,00	0,00	1.362,24	1.362,24	0,00
E 53	Záverečné spracovanie	96,00	1.486,08	160,00	2.476,80	160,00	160,00	0,00	2.476,80	2.476,80	0,00
E 54	Laboratórne práce-mechnika zemín/klasif.r	30,00	1.010,34	79,00	2.660,56	79,00	79,00	0,00	2.660,56	2.660,56	0,00
Spolu za: Externé výkony		1.727,00	44.247,83	22.577,00	289.504,01	22.577,00	22.577,00	0,00	289.504,01	289.503,62	-0,39
S S00	Subdodávky -rozdiel (nenah.sub.) v r. 2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S S01	SUB-STU-SF-Žilinská univerzita	0,00	0,00	0,00	1.830,01	0,00	0,00	0,00	1.830,01	1.830,00	-0,01
S S02	SUB-Ing.Alojz Daříček - VEK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S S03	SUB-Dušan Drotár	0,00	0,00	0,00	5.320,00	0,00	0,00	0,00	5.320,00	5.320,00	0,00
S S04	SUB-Geofyzikálny ústav SAV	0,00	0,00	0,00	5.975,00	0,00	0,00	0,00	5.975,00	5.975,00	0,00



Ža úlohu: 207 - ČMS-Geologické faktory

Spôsob financovania: Zo štátneho rozpočtu

Akcia Názov		MESIAC		ROK		KUMULATÍV					
		MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	Skutočnosť	MJ skutočnosť	MJ rozpočet	MJ rozdiel	Skutočnosť	Rozpočet	Rozdiel
S S05	SUB-Geoexperts,inkl.meranie s vyhodnot.	0,00	0,00	0,00	335,00	0,00	0,00	0,00	335,00	335,00	0,00
S S06	Štefan Hudec -GEOVRTY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S S07	SUB-INGEO-ighp,s.r.o Žilina	0,00	0,00	0,00	8.138,64	0,00	0,00	0,00	8.138,64	8.138,64	0,00
S S08	SUB-SENSOR spol.s r.o. Bratislava	0,00	246,08	0,00	5.645,45	0,00	0,00	0,00	5.645,45	5.645,45	0,00
S S09	SUB-STU -BA geotech.RNDR.Kopecký	0,00	0,00	0,00	1.000,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.000,00	0,00
S S10	SUB-STU-Bartoš- Ing.Frašťa merania..	0,00	0,00	0,00	3.660,00	0,00	0,00	0,00	3.660,00	3.660,00	0,00
S S11	SUB-Banské projekty,s.r.o. ,Ba	0,00	0,00	0,00	9.000,00	0,00	0,00	0,00	9.000,00	9.000,00	0,00
S S12	SUB-UK PriF -KIG,Ba	0,00	0,00	0,00	10.819,52	0,00	0,00	0,00	10.819,52	10.819,52	0,00
S S13	SUB-STU, Ba RNDR.Masarovičová	0,00	0,00	0,00	1.660,00	0,00	0,00	0,00	1.660,00	1.660,00	0,00
S S14	SUB-Data Image s.r.o,Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S S15	SUB-Slov.hydrometeorog.ústav,Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S S16	SUB-GEOTOP Košice, s.r.o.	0,00	0,00	0,00	964,99	0,00	0,00	0,00	964,99	965,00	0,01
S S17	SUB-Geotronics-kontrol. geodet.zamer.-V.Č	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S S18	SUB-STAS Trnava-vrt Dvorníky	0,00	4.687,77	0,00	4.687,77	0,00	0,00	0,00	4.687,77	4.687,77	0,00
Spolu za: Subdodávky		0,00	4.933,85	0,00	59.036,38	0,00	0,00	0,00	59.036,38	59.036,38	0,00
<b>Spolu za: 207 / 09</b>		1.727,00	49.181,68	22.577,00	348.540,39	22.577,00	22.577,00	0,00	348.540,39	348.540,00	-0,39
<b>Spolu za úlohu: 207</b>		1.727,00	49.181,68	22.577,00	348.540,39	59.153,00	22.577,00	-36.576,00	995.822,46	348.540,00	-647.282,46



## 5. Záver

V rámci riešenia úlohy sa počas celého obdobia monitorovania nahromadili bohaté súbory údajov o zmenách jednotlivých pozorovaných parametrov. Získané časové rady zmien monitorovaných ukazovateľov stavu životného prostredia boli doteraz najčastejšou formou prezentácie výsledkov monitorovania a poskytovali názornú ilustráciu o vývoji a vzájomnom vzťahu zmien jednotlivých parametrov. Okrem priebežných informácií a upozornení pre orgány štátnej správy, miestnej samosprávy, resp. vlastníkov ohrozených objektov je o aktuálnom stave lokalít spracovávaný materiál „Informácia o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám“, ktorý sa každoročne predkladá na rokovanie vlády SR a prehľadné, verejne prístupné hodnotiace správy sú umiestňované na internete ([www.geology.sk](http://www.geology.sk) – Stredisko ČMS GF – Publikácie a správy).

V podsystéme **Zosuvy a iné svahové deformácie** vďaka dlhodobému monitorovaniu došlo k nahromadeniu bohatých súborov údajov o zmenách jednotlivých pozorovaných parametrov. Okrem ich prezentácie formou časových radov zmien sa na lokalitách s dostatočne hustou sieťou monitorovacích bodov realizovali i ďalšie, názornejšie spôsoby vyjadrovania výsledkov monitorovania, napríklad metódou komplexného hodnotenia aktivity svahového pohybu v príslušnom časovom období (na lokalitách *Veľká Čausa* a *Okoličné*).

I keď doterajšie obdobie monitorovania predstavovalo v prvom rade etapu zberu, systematického ukladania a rôznych spôsobov spracovania nameraných údajov, dosiahlo sa už v tomto štádiu viacero celospoločensky cenných praktických výsledkov na konkrétnych lokalitách. Spomenúť možno, napríklad, preloženie trasy vysokotlakového plynovodu mimo územia aktívneho zosuvu na lokalite *Fintice*, navrhnuté na základe výsledkov monitorovania. Kompletná oprava a utesnenie splaškovej kanalizácie na zosuve *pri Bojniciach* (v roku 2009) zamedzila prienik odpadových vôd, ktoré spôsobovali aktivizáciu zosuvných hmôt. Výsledky dlhodobého monitorovania prispeli k rozhodnutiu o preložení trasy železnice mimo územie, trvalo ohrozené periodickými aktivizáciami zosuvných hmôt na lokalite *Okoličné*. Na lokalite *Demjata* bol na základe preukázaných lokálnych prejavov nestability skalných blokov svah čiastočne upravený a stabilizovaný. Turistický chodník *v Slovenskom raji* (v doline Suchá Belá) bol na základe opakovaného fotogrametrického zhodnotenia v roku 2007 preložený mimo dosah potenciálne nestabilného skalného bloku.

Stav monitorovacej siete a metódy monitorovania na jednotlivých lokalitách sú však odlišné, čo podmieňuje aj rôzne možnosti spracovávania výsledkov a predstavy o ďalšom vývoji pozorovaní.

Nesporne najvyššia kvalita monitorovania sa dosiahla na zosuvných lokalitách *Veľká Čausa* a *Okoličné*, na ktorých sú inštalované i systémy včasného varovania pred aktivizáciou zosuvov. Vzhľadom na plošný rozsah týchto lokalít ide však o zabezpečenie iba ich citlivých častí; úplné pokrytie systémom včasného varovania by si vyžadovalo inštaláciu súboru vzájomne prepojených meracích prístrojov. Komplex monitorovacích metód sa používa aj na ďalších, celospoločensky významných lokalitách. Za vcelku dostatočný možno považovať rozsah monitorovania sanovaných zosuvov *Handlová-Kunešovská cesta*, *Dolná Mičiná*, *Handlová-zosuv z roku 1960*, *Bojnice* i *Kvašov*. Na dôležitej lokalite *Fintice* je monitorovacími objektmi málo pokrytá najaktívnejšia, spodná časť transportačnej oblasti zosuvu. V najbližšej budúcnosti možno očakávať významné skvalitnenie monitorovania lokality *Hlohovec-Posádka*, na ktorej sa rozširuje sortiment monitorovacích meraní, frekvencia monitorovania i hustota siete monitorovacích objektov. Z hľadiska sortimentu používaných monitorovacích metód však možno považovať za nedostatočné pozorovanie zosuvných svahov na lokalitách *Handlová-Morovnianske sídlisko*, *Slanec-TP* a čiastočne i *Lubietová*, na ktorých sa realizuje iba režimové pozorovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení.

Kvalita monitorovania *štyroch* lokalít svahových pohybov charakteru plazenia je úmerná mechanizmu pohybov i celospoločenskej dôležitosti lokalít.

Z lokalít monitorovania prejavov svahových pohybov charakteru rútenia je najkvalitnejšia úroveň monitorovacej siete i aplikovaných metód na lokalitách *Banská Štiavnica a Demjata*. I na týchto lokalitách je však nevyhnutné postupne prejsť k moderným metódam geodetického monitoringu, napr. k technológii terestrického laserového skenovania povrchu skalnej steny, ako aj k prognostickým, napr. mikro seizmickým metódam monitorovania zmien napätostného stavu horninového prostredia.

Monitorovanie *Stabilizačného násypu Handlová* zodpovedá minimálnym požiadavkám, aké sú na pozorovanie tak náročného hydrotechnického diela kladené. Je však nevyhnutné, aby z výsledkov monitorovania vyplývajúce požiadavky (napr. o sprevádzkovaní obvodových odvodňovacích rigolov) boli splnené.

Doterajšie praktické výsledky monitorovania svahových pohybov, ako aj perspektívy systematického dopĺňovania a využitia rozsiahlej databázy údajov ilustrujú odôvodnenosť dlhodobého monitorovania svahových pohybov. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že rozsiahla databáza údajov z doterajšieho priebehu monitorovania predstavuje podklad pre prechod na vyšší stupeň hodnotenia stabilného stavu pozorovaných lokalít, ktorým je zdôvodnená lokalizácia a objektívne nastavenie systémov včasného varovania, ako aj prognózovanie vývoja stabilného stavu pri rôznych hodnotách okrajových podmienok vplývajúcich faktorov.

Monitoring **tektonickej a seizmickej aktivity** na území Slovenska preukázal významné pohyby povrchu i pohyby pozdĺž zlomov, ako aj seizmickú aktivitu územia. Merania pohybov povrchu územia preukázali v priemere hodnotu rýchlosti pohybov 1,6 mm za rok v severovýchodnom smere. Od tejto priemernej hodnoty sa vyskytujú odchýlky podmienené pootáčaním blokov zemskej kôry, oddelených zlomami.

Meraním pohybov pozdĺž zlomov bol na lokalite Branisko zaznamenaný posun cca 1 mm a objavilo sa niekoľko otvorených trhlín, paralelných s priebehom zlomu, vo vnútri tunelovej rúry. V prípade pokračovania pohybov bude potrebné vykonať sanáciu trhlín aby nedošlo k prieniku vody z horninového masívu do tunela. O situácii bola informovaná Slovenská správa ciest.

Výrazným medzníkom v kvalite monitorovania zemetrasení na Slovensku bol projekt Modernizácie a doplnenia Národnej siete seizmických staníc. Zlepšenie pokrytia územia Slovenskej republiky seizmickými stanicami a zvýšenie citlivosti seizmického monitoringu sa výrazne prejavilo aj na výsledkoch monitorovania zemetrasení. Od roku 2005 bolo možné všetky makroseizmicky pozorované zemetrasenia na území Slovenska lokalizovať aj seizmometricky. Realizáciou projektu sa podstatne zvýšila úroveň kvality monitorovania seizmických javov na území Slovenskej republiky, vytvorili sa predpoklady na dobrú a včasnú súčinnosť s orgánmi štátnej správy (napr. s Civilnou ochranou) v prípade výskytu silného zemetrasenia na území Slovenska a bolo umožnené včasne a dostatočne (t. j. na štandardnej európskej úrovni) informovať verejnosť o zemetraseniach na Slovensku.

V podsysteme **Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaž** bolo do roku 2006 ukončené vyhľadanie lokalít budovaných antropogénnymi sedimentmi pochovanými. Vykonávala sa postupná inovácia identifikačných listov odkalísk na Slovensku s následnou prehľadnou kontrolou a návrhmi prevádzkovania, sanácie, prípadne likvidácie odkalísk. Z hľadiska dlhodobej stability je potrebné upozorniť na zvýšené riziko porušenia stability rudných odkalísk *Slovinky*, okres Spišská Nová Ves a *Nižná Slaná*, okres Rožňava z dôvodu nevykonávania dohľadu a nerealizovania stabilizačných opatrení. V súčasnom stave svojou existenciou odkalisko *Slovinky* najviac ohrozuje mesto Krompachy.

Na viacerých monitorovaných lokalitách (*Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy – Halňa, Šaľa, Zemianske Kostolany, Poša*) boli zistené veľmi vysoké

koncentrácie rozpustených organických a anorganických látok a vysoká mineralizácia podzemnej vody. Na lokalite *Myjava-Surovín* sú pretrvávajúcim problémom aj erózne ryhy, hlboké až po podložné geotextílie a na lokalite *Krompachy – Halňa* ohrozuje ovzdušie tvorba plynov. Pozitívnym zistením bol na lokalite *Poša* klesajúci trend vymývania hlavného kontaminantu – arzénu, potvrdený realizovanými odbermi povrchovej vody a riečneho sedimentu potoka Kyjov.

V rámci tohto pod systému boli v rokoch 2002 – 2009 zhodnotené aj výsledky opakovaných meraní parametrov zmien antropogénnych sedimentov na 2 odkaliskách elektrárne ENO Nováky (pôvodné a definitívne), 2 odkaliskách Dusla Šaľa (RSTO a Amerika 1) a 2 odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici (Lintich a Sedem žien). Na odkalisku RSTO (*Duslo Šaľa*) dochádza k zmenám v deformačnom správaní prostredia v dôsledku presunu ropných a iných neznámych chemických látok. Na odkalisku ENO definitívne (*Nováky*) pod okrajovým svahom úložiska sú sedimenty s vysokým podielom jemnozrnných frakcií (ílu), ktoré by mohli pri väčšom nasýtení popolčeka vodou spôsobiť nestabilitu prostredia. Z hľadiska stabilitných pomerov by bolo potrebné obe odkaliská monitorovať. Azda najzávažnejšie poznatky boli zistené na odkalisku *Lintich*, kde dochádza k nepovolenej ťažbe naplavených materiálov z hrádze a z pláne odkaliska, čo znižuje stabilitu jeho časti a hrozí zrútením ťažobných stien. Vzhľadom na to je potrebné zamedziť akýkoľvek vstup nepovolaným osobám do priestoru tohto odkaliska. I na odkalisku *Sedem žien* by bolo potrebné realizovať aspoň najnutnejšie sanácie na zabezpečenie dlhodobej stability.

Environmentálne záťaž sa v návrhu zákona o environmentálnych záťažach vymedzuje ako stav vzniknutý kontamináciou horninového prostredia (vrátane podzemnej vody) nad mieru ustanovených kritérií. V súvislosti s tým do súboru monitorovaných lokalít odporúčame zaradiť lokality z Informačného systému environmentálnych záťaží, ktorý je výsledkom riešenia úlohy „Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky“.

Monitorovaním **vplyvu ťažby na životné prostredie** v období rokov 2007 – 2009 bola dokumentovaná kontaminácia prostredia výtokmi banských vôd, ich priesakmi z hald a odkalísk. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít, zložky uvoľňované do podzemnej vody rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu. Zo súboru monitorovaných lokalít je najnepriaznivejšia situácia na lokalitách *Smolník, Špania Dolina, Dúbrava a Pezinok*, kde hlavné recipienty dosahujú v monitorovaných profiloch najhoršiu triedu **V**, a na lokalite *Rudňany* (trieda **IV**). Lokálne negatívne ovplyvnenie kvality miestnych povrchových tokov sa zistilo i na lokalitách *Novoveská Huta, Slovinky, Jelšava a Lubeník*.

Ďalším významným environmentálnym problémom je stabilita povrchu nad vyťaženými časťami ložiska a rozsah povrchových závalov. K najrizikovejšej skupine patria ložiská magnezitu. Vysoko riziková je i oblasť ložiska *Rudňany-Poráč* a *Novoveská Huta*.

V oblasti Hnedouhoľného hornonitrianskeho revíru boli monitorované systémy štyroch najvýznamnejších štôlní, v zmysle environmentálneho rizika sa územie hodnotí ako oblasť so stredným rizikom. Zdokumentované boli zvýšené hodnoty celkových mineralizácií vôd, tieto sú však porovnateľné s vodami v miestnych recipientoch. V sedimentoch z baní z Hornonitrianskej oblasti boli pozorované v štôlni bane Cígeľ vysoké obsahy As a v štôlni v Handlovej zvýšené obsahy Hg.

Špecifickým problémom ťažobných území je nebezpečenstvo náhlych prievalov banskej vody z opustených banských diel. Prípady prievalu z opustenej Novej štôlne na lokalite Teplička nad Hornádom i prieval banskej vody v Gelnici dokumentovali značné rezervy v prevencii vzniku takýchto udalostí.

Meraním **objemovej aktivity radónu** v geologickom prostredí boli preukázané variácie radónu v dôsledku odlišností klimatických pomerov počas realizácie terénnych prác a rozdielnej geologickej stavby podložia referenčnej plochy, avšak nedá sa dostatočne

kvalifikovane posúdiť ich priebeh počas roka. Medzi dôležité poznatky monitorovania radónu v pôde patrí jav prudkého poklesu variácií objemovej aktivity radónu, ktorý bol zaznamenaný na lokalite v *Novoveskej Hute*, a ktorý sa pravidelne opakuje takmer každý rok pri výskyte prvých mrazov. Z analýzy výsledkov monitoringu tiež vyplýva, že pri určení plynopriepustnosti pre radón treba posúdiť aj homogenitu hornín, ktorá ovplyvňuje distribúciu radónu v danom prostredí.

Priebeh ročných variácií objemovej aktivity radónu vo vodách má svoju pravidelnosť v náraste koncentrácií v zime, s maximom na jej konci, resp. až na jar, ktorá dosahuje často dvojnásobok minimálnych koncentrácií radónu v lete až jeseni.

V prameňoch z okolia *Bratislavy* však boli opakovane každý rok registrované významné zmeny výdatností, nebol však zistený vplyv týchto zmien na obsahy radónu vo vode, teda korelácia medzi obsahmi radónu a výdatnosťou tu nebola preukázaná.

Dlhodobé merania potvrdili opodstatnenosť monitorovania **stability skalných masívov pod historickými objektmi**. Z výsledkov vyplýva, že monitorované lokality nie sú v bezprostrednom ohrození vzniku výraznejšieho deštruktívneho javu, i keď ani táto možnosť nie je vylúčená, najmä na hradoch Strečno, Trenčín i niektorých ďalších. Pomerne konštantné pohyby vykazuje *Spišský hrad*, ktorý sa pripravuje na rekonštrukciu, takže merania majú svoje opodstatnenie i do nasledujúcich rokov. Dominantný pohyb je monitorovaný na tzv. Perúnovej skale, ktorá sa jednoznačne vykláňa smerom na SZ – JV, pričom z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca. Zároveň však nemožno vylúčiť ani pohyb okrajových blokov. Na *hrade Devín* výsledky meraní poslúžili ako základ na vykonanie technických stabilizačných opatrení, čím monitoring na tejto lokalite splnil svoje poslanie. Pohyby na *hrade Strečno* majú výrazne oscilačný charakter, čo je v zhode s dlhodobým trendom, pričom hodnota relatívneho pohybu bloku (otvorenie trhliny) dosiahla až 1,50 mm. Meracie stanoviská na *Uhrovskom hrade* sú situované v staticky narušenej a v súčasnosti rekonštruovanej kaplnke, ako aj v exteriérovej časti. Najvýraznejšie pohyby boli zaregistrované v hornej časti kaplnky. Na *hrade Trenčín* sú meracie stanoviská osadené od r. 2006 na dvoch miestach pred vstupom do hradného areálu, na skalnom výbežku pod Zápoľského palácom a v obvode murive nad Zápoľského palácom. Výsledky meraní preukazujú, že trhlina sa mierne otvára – je pravdepodobné, že je viazaná na zlomové pásmo, ktoré podmieňuje jej aktivitu. Trendové čiary zo stanovísk pred vstupom do hradného areálu poukazujú na otvorenie trhliny, ktoré v prípade stanoviska Pod vstupnou bránou-predný vykazuje rozšírenie asi 0,18 mm a v prípade stanoviska Pod vstupnou bránou-zadný 0,4 mm.

Ak porovnáme kvalitatívny stav **riečnych sedimentov** za obdobie rokov 2002 – 2009, v zásade sa plošná distribúcia kontaminujúcich látok výraznejšie nemení. Riečne sedimenty na riekach Váh, Hron (horný úsek), Muráň a Dunaj a väčšina tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí sú prakticky neznečistené a koncentrácie látok zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy. Vzhľadom na dynamické vlastnosti riečnych sedimentov však boli v niektorých odberových snímkach zaznamenané zvýšené koncentrácie niektorých stanovených ukazovateľov, ktoré však nie sú trvalejšieho charakteru.

Z pohľadu kontaminácie má veľký význam porovnanie koncentrácií látok najmä voči kategórii B, resp. C v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540. Monitoring jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistené toky riek *Nitra*, *Štiavnica*, *Hornád* a *Hnilec*. Znečistené toky *Štiavnica*, *Hron*, *Hornád* a *Hnilec* reprezentujú geogénno-antropogénne anomálie viazané na bansko-štiavnickú, resp. spišsko-gemerskú rudnú oblasť. Anomálne koncentrácie niektorých kovov svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. Závažné sú obsahy látok (najmä Hg a As) na rieke *Nitra* (*Chalmová*, *Lužianky*) pochádzajúce z intenzívnej priemyselnej činnosti na hornom Ponitří.

**Chemické zloženie tuhých zrážok** je ovplyvnené viacerými faktormi, najmä dĺžkou trvania tuhých zimných zrážok a miestami odberu vzoriek (teda regionálnymi i lokálnymi zdrojmi kontaminácie). Najnižšie hodnoty celkovej mineralizácie boli zistené vo výškovom profile *Tatranská Lomnica – Skalnaté pleso – Lomnický štít*. V tomto výškovom profile boli potvrdené zákonitosti, získané z 30-ročného pozorovania, ktoré sa týkajú hlavne inverznej závislosti celkovej mineralizácie a nadmorskej výšky a podobne aj korelácie medzi iónmi sodíka a chloridov. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,5) boli zistené na lokalitách *Oščadnica, Skalnaté pleso a Tatranská Lomnica*, čo zodpovedá najnižším zisteným obsahom vápnika a horčíka a je prejavom potenciálnej acidifikácii prostredia. Najvyšší obsah amónnych iónov bol zaznamenaný na lokalitách *Oščadnica, Vrátna dolina a Lokca*.

Presadanie, zmršťovanie a napúčanie sú vlastnosti zemín, spôsobujúce objemovú nestabilitu, vedúcu k nežiaducim zmenám základovej pôdy. Návrh nevhodných metód zakladania v **objemovo nestálych zemínach** je často ovplyvnený nedostatočnou znalosťou fyzikálnych a mechanických vlastností zemín tvoriacich podzákladie alebo nedostatočnou znalosťou procesov a zmien v prírodnom prostredí. Monitorovanie objemovo nestálych zemín prinieslo nové poznatky predovšetkým o mechanizme presadania a napúčania. Napomohli tak k šíreniu osvetly medzi obyvateľmi žijúcimi na územiach s výskytom týchto sedimentov a to spôsobom ako odstrániť, resp. znížiť nebezpečenstvo poškodenia svojich nehnuteľností.

Hlavným cieľom monitorovania **erózných procesov** bolo identifikovať prírastok alebo úbytok plochy a šírky erózných rýh na monitorovaných lokalitách v priebehu monitorovacieho obdobia, t. j. v čase medzi najstarším a najnovším leteckým snímkovaním lokalít. Z výsledkov je zrejmé, že vývoj plochy a dĺžky erózných rýh je rozdielny. Na väčšine monitorovaných lokalít sa plocha erózných rýh zväčšuje a dĺžka skracuje. Jedinou výnimkou z tohto trendu boli erózne ryhy na lokalitách *Plaveč a Varhaňovce*, kde sa zväčšuje aj dĺžka rýh. Na lokalite *Plaveč*, ktorá je budovaná flyšovými sedimentmi, bolo namerané nielen najväčšie predĺženie erózných rýh, ale zároveň aj najväčší prírastok plochy rýh. Najväčšie skrátenie dĺžok erózných rýh bolo namerané na lokalite *Dudince*, kde bol zaznamenaný najmenší celkový prírastok plôch erózných rýh a najväčší počet zaniknutých rýh. Lokality *Brezová pod Bradlom a Klenovec* majú porovnateľne nízky úbytok dĺžky erózných rýh, ale čo sa týka prírastku plochy, tak na lokalite *Klenovec* je dvojnásobne väčší. Druhé najväčšie skrátenie dĺžky identifikovaných erózných rýh bolo namerané na lokalite *Nováky*.

Zväčšenie plochy erózných rýh je spôsobené posunom okraja ryhy smerom od jej osi, čím sa zväčšuje jej šírka. Posun okraja ryhy sa deje postupným odnosom materiálu z okraja ryhy plošnou eróziou alebo zosúvaním okrajov.

Hustota erózných výmoľov je podmienená hlavne vlastnosťami geologického prostredia, vrátane vlastností hornín. Najväčšia hustota erózných rýh je na lokalite *Dudince*, kde väčšina rýh sa vytvorila v neogénnych sedimentoch – epiklastických pieskovochoch a prachovcov a tufitických prachovcov. Zo všetkých monitorovaných lokalít má najmenšiu hustotu erózných rýh ( $1,36 \text{ km.km}^{-2}$ ) lokalita *Klenovec*. Na tejto lokalite, budovanej kryštalickejšími horninami sa najviac erózných rýh vytvorilo vo fylitoch.

Údaje získané meraním monitorovacích bodov sú priebežne ukladané a spracovávané v **parciálnom informačnom systéme geologických faktorov (PISGF)**. Primárne dáta sú archivované a ďalej spracovávané. Odvodené sekundárne dáta slúžia na hodnotenie monitorovaných procesov a stavu životného prostredia. V rámci podrobnej úrovne PISGF sa pozornosť sústreďuje predovšetkým na vytvorenie hodnotiacich nástrojov na posúdenie jednotlivých pozorovaných parametrov vo vzťahu k odvodeným limitným úrovňam. Napríklad, v roku 2009 boli softvéry pre podsystém 03-Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží aktualizované z hľadiska hodnotenia prekročenia indexových kritérií.

Vybrané dáta z informačného systému sú prístupné pre všetkých záujemcov z radov odbornej aj laickej verejnosti na internetovej stránke Strediska ČMS – geologické faktory (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>). Pomocou technológie PHP sú dáta vizualizované na základe požiadavky, zadanej užívateľom internetu. Internetová stránka je prepojená a prístupná aj zo stránok ŠGÚDŠ ([www.geology.sk](http://www.geology.sk)) a Slovenskej agentúry životného prostredia (<http://enviroportal.sk/>).

Doterajším riešením úlohy ČMS – Geologické faktory sa získal rozsiahly súbor nových teoretických poznatkov i praktických podnetov a odporúčaní. Bohatá databáza originálnych výsledkov bohatého súboru meraní významne prispieva k poznaniu súčasného stavu a dynamiky geologického prostredia a umožňuje citlivo a včas reagovať na javy a podnety, ovplyvňujúce rovnováhu a kvalitu životného prostredia Slovenskej republiky.