

# ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

817 04 Bratislava, Mlynská dolina 1, tel.: 421-2-59375 111, fax: 421-2-54771 940



## ***HODNOTENIE MONITOROVANIA ZOSUVOV A INÝCH SVAHOVÝCH DEFORMÁCIÍ ZA ROK 2009 A ZA OBDOBIE 2002 AŽ 2009***

**Názov geologickej úlohy:** Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov

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

**Podsystem 01:** Zosuvy a iné svahové deformácie

**Zodpovedný riešiteľ podsystemu:** doc.RNDr. Peter Wagner, CSc.

**Riešitelia:** Mgr. Peter Ondrejka, RNDr. Ľubica Iglárová,  
Ing. Eubomír Petro, CSc., RNDr. Pavel Liščák, CSc.,  
Mgr. Róbert Jelínek, PhD., RNDr. Peter Pauditš, PhD.

**Spolupracovali:** Dušan Drotár, Dana Magalová, Katarína Okoličányiová

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b>	2
<b>2. SUBSYSTÉMY ČIASTKOVÉHO MONITOROVACIEHO SYSTÉMU GEOLOGICKÝCH FAKTOROV (ČMSGF)</b>	2
<b>2.1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE</b>	2
2.1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete	2
2.1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	4
2.1.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov	10
2.1.4. Výsledky monitorovania	11
2.1.4.1. Lokalita Veľká Čausa	12
2.1.4.2. Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko	19
2.1.4.3. Lokalita Handlová – Kunešovská cesta	21
2.1.4.4. Lokalita Fintice	24
2.1.4.5. Lokalita Dolná Mičiná	28
2.1.4.6. Lokalita Ľubietová	31
2.1.4.7. Lokalita Slanec – TP	34
2.1.4.8. Lokalita Handlová – zosuv z roku 1960	36
2.1.4.9. Lokalita Okoličné	39
2.1.4.10. Lokalita Liptovská Mara	43
2.1.4.11. Lokalita Bojnice	47
2.1.4.12. Lokalita Kvašov	50
2.1.4.13. Lokalita Hlohovec-Posádka	53
2.1.4.14. Lokalita Vištuk	55
2.1.4.15. Lokalita Malá Čausa	56
2.1.4.16. Lokalita Veľká Izra	58
2.1.4.17. Lokalita Sokol	59
2.1.4.18. Lokalita Košický Klečenov	60
2.1.4.19. Jaskyňa pod Spišskou	61
2.1.4.20. Lokalita Banská Štiavnica	62
2.1.4.21. Lokalita Handlová-Baňa	66
2.1.4.22. Lokalita Demjata	67
2.1.4.23. Lokalita Starina	70
2.1.4.24. Lokalita Slovenský raj- Pod večným dažďom	72
2.1.4.25. Lokalita Harmanec	73
2.1.4.26. Lokalita Jakub	75
2.1.4.27. Lokalita Bratislava – Železná studnička	76
2.1.4.28. Lokalita Pezinská Baba	78
2.1.4.29. Lokalita Lipovník	79
2.1.4.30. Lokalita Stabilizačný násyp Handlová	81
2.1.4.31. Lokalita Ipeľ	85
2.1.4.32. Lokalita Slovenský raj-Suchá Belá	88
<b>3. VYHODNOTENIE KVALITY SLEDOVANÝCH UKAZOVATEĽOV V RÁMCI EURÓPY – POROVNANIE</b>	89
<b>4. ZÁVER</b>	90
Literatúra	96

## 1. ÚVOD

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. SUBSYSTÉMY ČIASTKOVÉHO MONITOROVACIEHO SYSTÉMU GEOLOGICKÝCH FAKTOROV (ČMSGF)

### 2.1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE

#### 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-geologickom (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 inžinierskogeologického členenia), vytvorilo sa niekoľko, účelovo zjednodušených modelov prostredia, v ktorých sa nachádzajú vybrané monitorované lokality:

- Neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi;

- Neogénne sedimenty (piesky, íly, slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovcy);
- Sedimenty 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 úpäť 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.



### 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.

V posledných rokoch sa v rámci metód, aplikovaných pri monitorovaní zosuvov prejavil výrazný nástup *geodetickej technológie laserového skenovania*, ako aj technológií *diaľkového 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 diaľkovom 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 vrtnu 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 zaznamenávajúcej 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. 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 doplňujúce, zamerané na zaznamenanie postupu zvetrávacích procesov na povrchu skalného masívu. Merania *mikromorfologických 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 oceľového potrubia, prevádzajúceho tok Handlovky a Nepomenovaného potoka na lokalite Stabilizačného násypu v Handlovej sa okrem vyššie uvedených metód používajú i konvergenčné merania deformácií oceľového 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 stabilného 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 stabilného 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 poľa PEE. Kým základné namerané a zhodnotené 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 poľa 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 poľa PEE (stupne od 1 do 6) a v zátvorke je generalizované hodnotenie aktivity podľa trojstupňovej škály v súlade s tab. 2.1.5.

#### ***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.

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilitného 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  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , v rozmedzí  $1$  až  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  a nad  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  – tab. 2.1.6), ktorá sa však nevzťahuje na účelové hodnotenie aktuálnych stabilitných 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 hladinomermi (prehľad o ich lokalizácii a funkčnosti v čase je zhrnutý v tab. 2.1.7);

– 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 jarnom a jesennom cykle;

– Fotogrametrické merania sa realizujú raz ročne, zvyčajne v jeseni.

– Merania mikromorfologických zmien povrchu horniny sa uskutočňujú dvakrát ročne, v jarnom 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.

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

###### *a/ Geodetické merania*

###### *a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní terestrickou metódou*

V roku 2008 boli najvýraznejšie polohové zmeny zaznamenané terestrickou 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 mm.rok<sup>-1</sup>), ale i bodov P19 (22,79 mm.rok<sup>-1</sup>), P28 (22,09 mm.rok<sup>-1</sup>) a predovšetkým P29 (33,34 mm.rok<sup>-1</sup>). Najväčšia výšková zmena bola zaznamenaná v bode P22 (20,03 mm.rok<sup>-1</sup>). 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.

#### 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 mm.rok<sup>-1</sup>) a bode P18 (47,22 mm.rok<sup>-1</sup>). Oba body sa nachádzajú východne od centrálnej časti zosuvu. Počas jesenného merania v roku 2009 bola najväčšia rýchlosť zaznamenaná na bode PW1 (53,84 mm.rok<sup>-1</sup>) 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 vrty 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 (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. 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 ( $65,992 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). V ostatnom období boli namerané deformácie minimálne. V pozorovanom období roku 2009 dosiahla celková deformácia hodnotu 2,150 mm čo predstavuje priemerný rýchlosť deformácie  $2,803 \text{ mm.rok}^{-1}$ .

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 jarneho 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 jarneho 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).

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

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

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

##### d2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomeri

Na obr. 2.1.7 je znázornený priebeh zmien hladiny podzemnej vody, zaznamenaný automatickými hladinomeri 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).

#### 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 30120) a Ráztočno (indikatív 30100).

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 mm. Za rok 2008 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 654,7 mm, čo predstavuje 97,49 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2009 predstavoval 711,2 mm (teda 105,9 % dlhodobého priemeru), čo je hodnotené tiež ako normálny rok.

Na stanici Ráztočno bol dlhodobý zrážkový priemer 769,18 mm. Zrážkový úhrn za rok 2008 bol 738,8 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 mm.rok<sup>-1</sup>). 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 mm.rok<sup>-1</sup>. 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 mm.rok<sup>-1</sup> – 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 mm.rok<sup>-1</sup>), P23 a P18 (v roku 2008 s rýchlosťami 50,10 a 47,22 mm.rok<sup>-1</sup>).

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 mm.rok<sup>-1</sup> (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, zaznamenatej 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 vrtu 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  $7,2 \text{ mm.rok}^{-1}$ ).

#### 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).

#### 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 jarných mesiacoch a jej pokles počas leta pomerne pravidelný; najvýraznejšie kolísanie je zaznamenávané vo vrte VČ-4, kde stúpnutie v jarných a letných mesiacoch dosahuje v niektorých rokoch úroveň presahujúcu stav z roku 1998 (t. j. z obdobia pred vybudovaním horizontálnych odvodňovacích vrtov).

Ročný 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 (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.).

#### 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 hladín podzemnej vody, 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'), orientovaných v smere spádnic svahu (obr. 2.1.5b). Stupeň bezpečnosti (Fs) bol určovaný 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.

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 stabilítne najnepriaznivejši 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 maximálnych stavov hladiny podzemnej vody počas hodnoteného roku (obr. 2.1.12b). Vysvetlenie tohto rozdielu spočíva v tom, že namerané maximálne 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 multikritériálneho 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 odľučnej 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 odľučnej oblasti aktívneho zosuvu a v území za jeho východným okrajom. Inklinometrické merania preukázali určitú pohybovú aktivitu v západnej i v odľučnej 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 stúpla. 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 stabilitného stavu zosuvného územia.

#### **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). Preto už počas prípravy výstavby sa 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 šachiet (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).

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).

##### *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.

##### *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 vrtov 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 vrtoch 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).

V skupine novších vrtoch (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 stabilitný stav. V roku 2009 bolo viacero vrtoch 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 úroveň 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 úroveň 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 hladinomerach 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).

#### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčšiu priemernú výdatnosť v rokoch 2008 a 2009 mal objekt E (13,04, resp. 15,26 l.min<sup>-1</sup>), najväčšie kolísanie výdatností bolo v roku 2008 zistené v objektoch C a D (nad 37 l.min<sup>-1</sup>), avšak v roku 2009 v objekte E (43,94 l.min<sup>-1</sup>). Výdatnosť starších vrtoch 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. Pri celkovom hodnotení v roku 2009 bol nižší stupeň výdatnosti oproti predchádzajúcemu roku zaznamenaný iba vo vrte JH-5 (obr. 2.1.17b). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov na lokalite oproti r. 2008 poklesla (o 7,14 l.min<sup>-1</sup>) a v roku 2009 predstavovala 69,81 l.min<sup>-1</sup> (príl. 1.2).

#### c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Handlová (indikatív 30080).

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

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 m) oproti vrte P-19 (cca 3,5 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 vrtoch a realizáciou doplňujúcich odvodňovacích objektov, došlo k ustáleniu výdatnosti (roky 2004 až 2006) a k jej výraznejšiemu poklesu (od roku 2007). Sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení poklesla i v roku 2009. Zníženie výdatnosti odvodňovacích zariadení je okrem iných vplyvov spôsobené aj ich starnutím, z čoho vyplýva nevyhnutnosť opätovného prečistenia vrtoch v blízkej budúcnosti.

#### *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 hladinomerami 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 akútne považujeme zabezpečenie pravidelnej údržby existujúcich sanačných zariadení (predovšetkým prečistenie odvodňovacích vrtoch, ústiacich 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 poľa 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. 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.

#### *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 vrtov priemerná rýchlosť pohybu neprekročila hodnotu 2 mm.rok<sup>-1</sup>). 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 mm/rok – 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).

#### 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 ( $4,49 \text{ l.min}^{-1}$ ). Celková priemerná výdatnosť predstavovala  $6,61 \text{ l.min}^{-1}$ .

I v roku 2009 bola najväčšia výdatnosť nameraná vo výtoku kanalizácie ( $2,34 \text{ l.min}^{-1}$ ), v ktorom bolo zaznamenané i najväčšie kolísanie výdatností (až  $20 \text{ l.min}^{-1}$ ). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov oproti roku 2008 klesla o  $2,47 \text{ l.min}^{-1}$  a bola  $4,14 \text{ l.min}^{-1}$  (obr. 2.1.23b, príl. 1.3).

#### 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 jarné 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  $5 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). 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 podľa 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 jarnej sezóne 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 jarnej sezóne roku 2006 (čo môže súvisieť so zrážkovými anomáliami koncom roku 2005 a prudkým oteplením na jar 2006).

### *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).

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°. 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).

## *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.

### *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  $11,7 \text{ mm.rok}^{-1}$ ).

V roku 2009 bol najväčší posuv nameraný taktiež v bode P-5 (14,87 mm za 11,5 mesiaca, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu  $16,69 \text{ mm.rok}^{-1}$ ) a v bode P-1 (10,05 mm za rovnaké obdobie, teda rýchlosť  $11,46 \text{ mm.rok}^{-1}$  – obr. 2.1.28a, príl. 1.4). V oboch prípadoch je smer posuvu v súlade so spádnicou 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  $10,3 \text{ mm/rok}$  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).

d2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

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

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 hladinomerami 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 59220) a Prešov-planetárium (indikatív 59160).

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).

#### 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).

#### e/ Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

Stabilitný výpočet bol realizovaný v roku 2006 v profile 1-1', 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 ílovcami.

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.

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Určitým nedostatkom monitorovacej siete na lokalite Fintice je skutočnosť, že inklinometrické vrty v najaktívnejšej časti transportačnej a akumulačnej 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 hladinomerami 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 Mičiná**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuv na severnom okraji obce Dolná Mičiná (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 príslušnými pozemkami (obr. 2.1.35).

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 podložja 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).

##### *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 Mičiná, sú zhrnuté v tab. 2.1.12.

##### *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  $5,9 \text{ mm.rok}^{-1}$  – 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).

#### b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2008 bola trvalo vysoká úroveň poľa PEE zistená v okolí vrtov 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 vrtov 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 vrtov zistená pri májovom meraní, maximálne kolísanie bolo zaznamenané vo vrtoch JM-2 a JM-13 (1,3 m). Stabilnými 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 vrtov 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 stúpla 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.

##### c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Kolísanie hladiny vo vrte JM-19 bolo veľmi výrazné a presahovalo 10 m. Po analýze dlhodobšieho 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 stúpla 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 stúpla oproti r. 2008 o  $1,52 \text{ l.min}^{-1}$  a predstavovala

hodnotu  $9,89 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  (príl. 1.5). Najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte HV-2, s maximom  $6,90 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  a priemernou výdatnosťou zo všetkých meraní  $5,57 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . Vrty HV-1, HV-6 a HV-7 boli počas všetkých meraní suché. V súvislosti s tým treba upozorniť na pravdepodobnosť postupného zanášania odvodňovacích vrto.

V roku 2009 bolo vykonaných 5 kompletných meraní vlastností podzemnej vody z 3 odvodňovacích vrto 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 ( $42,9 - 79,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Vrt HV-4 vykazoval najvyššiu vodivosť (maximálne  $374,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). 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.

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

##### a/ Inklinometrické merania

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 vrto (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.

#### 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 hladinomera 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 odľučnej 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 odľučnej 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. Odľučná oblasť sa nachádza v neogénnom sedimentárno-vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky). Aglomerátové tufy a tufity vytvárajú mohutné bloky, ktoré lemujú zosuv zhora a z obidvoch 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).

#### *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.

#### *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 korešpondujú 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). Dlhodobu nepriechodnosť 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).

##### *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 obidvoch 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 stúpala 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 vrtov HV-3 a HV-4 (cca  $600 \mu\text{S/cm}$ ), 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  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), ktoré sa nachádzajú pod odľučnou 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.

##### 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.

#### *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 zamokrení. 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 viacero 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.

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 brekcie andezitového zloženia. Pochádzajú z drobných extrúzií a efúzií stratovulkánu Bradlo (napr. kóta Čatorňa) a zo sklznutých 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 fluviálnymi sedimentmi.

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.

#### *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 vrtov 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 vrtov 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 úroveň 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).

#### 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 stúpila 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 51160) 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).

#### *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 vrtoch (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 bola 1800 m (kubatúra zosunutých hmôt predstavovala okolo 14,5 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 zosunutím 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.

Na zosuve sa vykonal súbor sanačných prác, zameraných predovšetkým na odvodnenie svahu a prítlačenie 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.

##### *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 katastrálneho handlovského zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.15.

##### *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 vrtu. 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 vrtu 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  $8 \text{ mm.rok}^{-1}$  – 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  $8 \text{ mm.rok}^{-1}$ ). Prejavy miernej 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 ( $69,2 \text{ mm}$  za obdobie 2 rokov). Výraznejšie polohové zmeny boli zaznamenané aj pri bodoch P-182 a P-143 (nad  $30 \text{ mm}$  za

2 roky) a v predchádzajúcich rokoch i v bodoch P-91 a P-124 (obr. 2.1.53). Pri hodnotení dlhodobšieho vývoja geodetických meraní možno na vybraných bodoch konštatovať určitú stabilizáciu prostredia oproti zaznamenaným pohybom z predchádzajúcich rokov.

#### 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  $100 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ) a na jar 2008 predstavovala iba  $58,94 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  – príl 1.8).

#### 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 vrtoch).

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 fľovcov). 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) 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.

##### *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.

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

###### *a/ Geodetické merania*

Oproti predchádzajúcim dvom rokom (v roku 2006 došlo k výraznému zdvihu 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).

###### *b/ Inklinometrické merania*

V roku 2008 bol nevýrazný nárast deformácie nameraný vo vrte M-2 (rýchlosť pohybu stúpla z 4,11 mm.rok<sup>-1</sup> na 4,63 mm.rok<sup>-1</sup> 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 vrtu 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 vrtu (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 šmykovej ploche. Vo vrte M-2 nad trasou železnice neboli preukázané žiadne zmeny (Lenková, 2009).

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

##### c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hladina podzemnej vody sa na lokalite meria v 10 objektoch s týždennou frekvenciou. Dva z meraných vertikálnych vrtov sú trvalo prelivové, voda z nich vyteká do prostredia zosuvu a zhoršuje jeho stabilitný stav.

Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo v roku 2008 zaznamenané vo vrte JO-1 (2,35 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody bola 10,64 m pod úrovňou terénu.

V roku 2009 bolo maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody (nad 3 m) namerané vo vrtoch JO-1 a J-3A. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2008 mierne klesla (o 20 cm) a v roku 2009 predstavovala 10,84 m pod úrovňou terénu (obr. 2.1.57b, príl. 1.9).

##### 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 stúpla a predstavovala  $21,01 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . Najväčšie kolísanie výdatnosti v priebehu roku 2009 bolo zaznamenané vo vrtoch V-102 (až  $33 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a V-101 ( $12,4 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  – 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 21130). Žiaľ, stanica Liptovský Mikuláš (indikatív 21060) je od decembra 2009 mimo prevádzky.

Na stanici Liptovský Mikuláš-Ondrášová bol dlhodobý zrážkový priemer 667,82 mm. Za rok 2008 bol 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 dlhodobej 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 odľučnej 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.

#### 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 hlbokop zaklesnutú hladinu podzemnej vody.

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 zaznamenané 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 vplyva 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', ktorý vedie od päty svahu v juhozápadnej časti cez železničný násyp a priľahlý 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 odľučnou 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, stabilitne 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.

#### *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 multikriteriálneho 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 päť zosuvného svahu.

#### **2.1.4.10. Lokality 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. 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 (Nemček, 1982). Podrobný prieskum zosuvu sa uskutočnil v súvislosti s výstavbou priehrady 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.

##### *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).

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 -3,1mm. 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 ďalšími meraniami.

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 blízkyh 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 vzťahných 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 udržovať ich okolie v okruhu 10 m bez porastu. Pre ďalšie sledovanie a monitorovanie zosuvného územia bolo geodetmi z TBD odporúčané 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.

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.

#### 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 hladinometry 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 °C (20. 12.) na +9,3 °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 hladinometry 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 oboch 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.

#### 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 l. min<sup>-1</sup> (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 vrtoch), vo väčšine bolo možné zaviesť kameru iba do vzdialenosti niekoľko m. Z uvedeného vyplýva, že je nutné nefunkčné horizontálne odvodňovacie vrty buď prečistiť, alebo zrealizovať nové.

#### 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 odlučnej 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 týmto 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.

#### b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Dlhodobý trend znižovania kolísania hladiny podzemnej vody v niektorých vrtoch a tým aj postupnú 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.

#### c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Z dlhodobého hľadiska (od r. 1974) možno sledovať pokles množstva vody odvádzanej zo zosuvu prostredníctvom horizontálnych odvodňovacích vrtoch (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.

#### *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 hladinomera vo vrte J-5 sa plne osvedčilo a významným prínosom je aj inštalácia ďalších 12 automatických hladinomerov, ktorú zabezpečil TBD vodnej stavby. Predovšetkým náhle extrémny, 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 odľučnej 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).

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 a Mokrá, 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 protihľahý svah zárezu cesty; v roku 2005 sa rozšírila spodná časť východného z obidvoch pozorovaných zosuvov (obr. 2.1.81).

#### *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 vrtoch (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), B\_5 (134,09 mm/rok!) a B\_6 (66,68 mm/rok – 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).

##### *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 mm/rok), jeho smer však nie je po spádnici 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).

#### 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.

#### b/ Inklinometrické merania

Inklinometrickými meraniami sa dlhodobo neprejavujú významnejšie zmeny pohybovej aktivity zosuvných hmôt (obr. 2.1.83). Určité náznaky väčších pohybů 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 dlhodobějších meraní možno konštatovať, že relatívne ustálený režim kolísania hladiny podzemnej vody na lokalite pretrváva už niekoľko rokov bez výraznějších zmien a extrémov (obr. 2.1.84). Z obrázku vyplýva i vzťah zrážok ku zmenám hĺbky hladiny podzemnej vody.

#### d/ Zhodnotenie stabilitného stavu zosuvného svahu

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

V obidvoch 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 najvyššia (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).

### *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). 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.

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.

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 vrtov 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.

#### *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 stúpila 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 stúpila 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).

#### *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 stúpila, 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 abrázie 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). 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.

##### *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 – Sereď 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.

##### *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 vrtmi 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 dlhodobjších 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.

#### **2.1.4.14. Lokalita Vištuk**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Frontálny zosuv v intraviláne obce Vištuk (okres Pezinok – obr. 2.1.94) sa vyvinul v neogénnych íloch a prachovcoch, pokrytých polohami pieskov a štrkov. 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.

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

Na lokalite Vištuk sa 16 monitorovacích vrtov 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.

##### *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).

###### *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).

###### *c/ Merania zrážkových úhrnov*

Ročný zrážkový úhrn zaznamenaný na stanici SHMÚ Modra (indikatív 18060) 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 stabilného 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 90 x 70 m, ohrozujúci širšie územie možnosťou prehradenia vodného toku a väčší, rozmerov 190 x 210 m, ktorý pretrhol vodovodné potrubie (obr. 2.1.100). Na lokalite bolo realizovaných viacero sanačných opatrení (Fussgänger et al., 1996).

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.

##### *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.

##### *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  $1,63 \text{ l.min}^{-1}$  (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 pomeroch 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.

#### 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 vrtoch 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 ( $4,89 \text{ l.min}^{-1}$ ) a v roku 2008 najnižšia ( $1,63 \text{ l.min}^{-1}$ ). Žiaľ, ide iba o jediné merateľné odvodňovacie zariadenie na zosuve. Z hľadiska stability má však podstatný význam odvedenie vody z prelivových vrtoch, umiestnených v priestore zosuvu.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Vzhľadom na neúplnú sanáciu zosuvu zostáva spodná časť svahu trvalo zamokrená. Z viacerých vertikálnych vrtoch 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).

##### *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.

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

###### *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 51160) 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 Strechový 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.

##### *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.

##### *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. vzdiaľovanie 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 stúpil 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.

##### *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 spomaľenie 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 trhlinách 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).

##### *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.

##### *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).

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. 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).

Hlavným dôvodom pri výbere tejto lokality bola skutočnosť, že zosuvná štruktúra je obdobná, ako na lokalite Tichý potok (dolina Torysy, 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.

##### *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).

### *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.

#### *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).

## 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.

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).

#### 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).

### 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 obidvoch 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. 2.1.126, 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.

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

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260) 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. 11901). 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

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 snímkovania 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. 2.1.125).

#### 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 jarné meranie v niektorých rokoch, príl. 1.20 však obsahuje všetky realizované merania v tabuľkovej forme.

#### *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 oboch 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 vybudovalo 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). Orminy sú zložené z angulárnych, subangulárnych a sférických fragmentov andezitov, pemzy a vulkanického materiálu.

##### *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).

##### *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.

## *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 vypadať 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.

#### *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.

#### *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).



## 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.

### 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).

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 59220) 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 11962) 113,5 a na stanici Prešov-vojsko (indikatív 11955) 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.

###### b2/ Meradlo posuvov

Dlhodobé merania meradlom posuvov preukázali podobne, ako merania dilatometrom Somet, určitý trend zmien (znižovanie 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 pieskovcov. 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 obidvoch 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.

#### *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 stabilného 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 vápnité ílovce s vložkami hnedých ílovcov, vápnité laminované jemnozrnné pieskovce čergovských vrstiev (spodný oligocén), resp. čierne a hnedé vápnité i nevápnité 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 odlučnosť. 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), podliehajúcej intenzívnemu zvetrávaniu a potenciálne znižovanie stability skalnej steny sa pravidelne pomocou meradla mikromorfologických zmien monitoruje rýchlosť zvetrávacích procesov.

### *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 43320) a o počte mrazových dní zo stanice Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993) – tab. 2.1.30.

### *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 ílovce 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 43320) 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 11993) 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 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).

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).

#### *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 stabilitného stavu prostredia. Navyše, na danej lokalite ide o možnosť priameho porovnania vývoja týchto procesov v rozdielnom prostredí pieskovec 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.

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  $52^\circ$  a sklonom  $70^\circ$ . 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  $282^\circ$  a sklonom  $87^\circ$  (obr. 2.1.141).

##### *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 56100) a o počte mrazových dní zo stanice Spišské Vlchy (indikatív 11949) – 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 56100) bol v roku 2008 743,3 mm, v roku 2009 klesol na 735,7 mm.

Počet mrazových dní, zaznamenaných na stanici SHMÚ Spišské Vluchy (indikatív 11949) 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.

#### **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 prehlbovania výraznej eróznej ryhy sa zamerali monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie a pokračovalo sa v dilatometrických meraniach.

##### *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 nerealizované fotogrametrické meranie z roku 2008, ktoré sa neuskutočnilo pre nepriaznivé klimatické podmienky). Zo stanice SHMÚ Dolný Harmanec (indikatív 34160) sa preberali údaje o mesačných zrážkových úhrnoch a zo stanice SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11898) údaje o počte mrazových dní (tab. 2.1.32).

##### *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).

#### 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.

##### 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.

## *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 akumulčných kužeľov na jej úpäť.

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.

#### *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 34300) pokračoval zber údajov o denných zrážkových úhrnoch a zo stanice Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11898) o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.33.

#### *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 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).

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).

*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).

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú neskoroorogénne 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 17100) a Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17080) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Z klimatologických staníc Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 11810) a Bratislava-Koliba (indikatív 11813) sa získavali údaje o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.34.

#### *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 stanicách 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).

## *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.

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).

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

Na lokalite Pezinská Baba sa v rokoch 2008 a 2009 vykonávali merania mikromorfologických zmien na obidvoch monitorovacích profiloch (2-krát ročne, teda celkom boli realizované 4 merania). Zo stanice SHMÚ Pernek (indikatív 16180) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Z klimatologickej stanice Modra-Piesok (indikatív 11833) 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.

##### *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 stúpil 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 stúpil 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  $-0,52$  mm.rok<sup>-1</sup>.

Na stanovisku 3 v monitorovacom období v rozpätí X/2006 až XII/2009 je zaznamenaný pokračujúci trend výrazného „napučievania“ 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 jaré 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).

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 žltou až hrdzavou patinou a zátekmi pozdĺž puklín. Sú bridličnaté, zvrásnené, intenzívne rozpukané.

Procesy zvetrávania a rozvoľňovania 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 52180) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Zo stanice SHMÚ Rožňava (indikatív 11944) sa získavali údaje o počte mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2008 a 2009 je v tab. 2.1.36.

### *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 stúpol 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.

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, ich rozsah sa pohybuje od -0,24 do -0,61 mm.rok<sup>-1</sup>. 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 mm, priemerný ústup masívu za rok je -0,40 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 rozvolňovanie 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 ukládanie materiálu sa postupne zväčšuje (obr. 2.1.160). Žiaľ, v poslednom období dochádza k nekoordinovanému ukládaniu 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:

- 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.

#### *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 priečný 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.

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).

##### *b/ Meranie priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka*

Meranie priečných rozmerových zmien oceleového potrubia sa v roku 2008 vykonalo na 45-tich meracích staniaciach. V roku 2009 boli úplné merania realizované na 41 staniaciach (obr. 2.1.162, príl. 1.30). Okrem toho sa presne zmerala teplota panciera a ovzdušia. Vzhľadom na koróziu meraných dotykových terčov na meracích staniaciach 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 zakrivovaním). Únik vody cez porušené zvary skrakuje 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 vrtov 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.

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Priemerná výdatnosť hlavného drénu oproti roku 2008 stúpila o  $11,78 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  a v roku 2009 predstavovala  $498,18 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . Výdatnosť v priebehu roka výrazne kolísala (od hodnoty  $153 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  začiatkom októbra až po  $1764 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  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. Priečne pohyby indikačných bodov v šachtách OŠ1, OŠ2 a OŠ3 sú síce väčšie, avšak zo stabilného 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 ocelového 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).

#### 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 upchatie 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' (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 ocelového 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 pretrváva 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 podložia, čo vedie k postupnému zvyšovaniu hladiny podzemnej vody v násype. Túto skutočnosť je nevyhnutné zohľadniť pri návrhu navážania vyťažovaných 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 priečných 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 Málinca v katastri obce Ipeľský Potok (obr. 2.1.167). Z geologického hľadiska ide o prostredie veporského kryštallického masívu. Horný tok Ipeľa v záujmovom území pretína horninové sekvencie kráľovohoľského a kohútkeho pásma veporika a sleduje regionálnu, tzv. muránsko-divínsku poruchovú zónu. Kým v kráľovohoľskom pásme (SZ od poruchovej

línie) prevládajú rôzne typy granitoidov, v kohútskom pásme (JV od poruchového pásma) sú prítomné najmä migmatity (Bezák et al., 2009).

Podľa projektového riešenia sa uvažuje s realizáciou dolnej nádrže v údolí Ipeľ (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).

#### *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 38020) sa preberali údaje o denných zrážkových úhrnoch. Prehľad geodetických meraní, uskutočnených na lokalite, je v tab. 2.1.38.

#### *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.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Geodetické merania v roku 2009 potvrdili predpoklad o pokračujúcich miernych vertikálnych tektonických pohyboch (poklesávaní územia) na Muráňskej 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 ukážkou 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).

#### *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 snímokovaním so všeobecnou orientáciou osí záberu.

Prvé snímokovanie bolo realizované 10. októbra 2006. Vzhľadom na podmienky pri snímokovaní 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 odporučené 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.

### **3. VYHODNOTENIE KVALITY SLEDOVANÝCH UKAZOVATEĽOV V RÁMCI EURÓPY – POROVNANIE**

#### **Zosuvy a iné svahové deformácie**

Svahové pohyby patria v rámci Európy k najvýznamnejším geologickým hazardom, nepriaznivo ovplyvňujúcim rozvoj spoločnosti i kvalitu životného prostredia. Ich monitorovanie, prognózovanie vývoja a zabezpečenie opatrení na včasné varovanie pred ich nepriaznivými prejavmi je plne v súlade s prioritami domácej i zahraničnej environmentálnej politiky a je prostredím pre široký rozvoj medzinárodnej odbornej spolupráce.

V rámci unifikácie výskumu a hodnotenia svahových pohybov v rámci Európy vyvíja svoje aktivity viacero medzinárodných organizácií a rieši sa súbor medzinárodných vedeckých projektov. Tak napríklad Európska komisia pri Spojenom vedeckom ústredí (Joint Research Centre – JRC) v Ispre (Taliansko) v rámci svojich sekcií (Institute for the Protection and Security of the Citizen – Inštitút pre ochranu a bezpečnosť občanov a Technological and Economic Risk Management Unit – Oddelenie technického a ekonomického rizikového manažmentu) pripravila rozšírenie medzinárodného projektu „Manažment prírodných a technických hazardov“ pre nové a kandidátske krajiny EÚ. V roku 2005 riešiteľské pracovisko monitoringu v SR nadviazalo spoluprácu s touto inštitúciou a prezentovalo čiastkové výsledky monitorovania svahových pohybov na Slovensku na pracovnom seminári v Ispre v marci 2006. V prednesených príspevkoch sa venovala pozornosť metodike monitorovania svahových pohybov na Slovensku a praktického využitia výsledkov monitoringu.

V súvislosti s prechodom monitorovacích pozorovaní na vyššiu úroveň, čo znamená vytváranie systémov včasného varovania na celospoločensky najdôležitejších lokalitách, sa v roku 2006 začali realizovať aktivity súvisiace s prezentáciou výsledkov monitorovania a zapojením vlastného súboru poznatkov do medzinárodného programu systémov včasného varovania. Súčasťou týchto aktivít bola účasť riešiteľov programu monitorovania svahových deformácií na Tretej medzinárodnej konferencii o včasnom varovaní (EWC III), ktorá sa konala v Bonne v roku 2006. I keď zameranie projektov podávaných na tejto konferencii sa v prevažnej miere týkalo prírodných megaudalostí (zemetrasenia, cunami), z rokovania Vedecko – technického sympózia vyplynul celosvetový trend zriaďovania varovných systémov v rámci riešenia problematiky multihazardov. Pre konferenciu bola pripravená informácia o varovných systémoch, ktoré sa na Slovensku začínajú uplatňovať na zosuvných územiach práve v rámci riešenia úlohy ČMS geologických faktorov SR.

V decembri 2006 sa z iniciatívy zástupcov Európskych geologických služieb (Eurogeosurveys) vytvorila pracovná skupina pre hodnotenie prírodných hazardov (EGS Geohazards Working Group) a začalo sa s prípravou jej prvého stretnutia začiatkom roku 2007. Účelom vytvorenej pracovnej skupiny bola okrem iného implementácia skúseností Európskych geologických služieb do budúcich programov EÚ a optimalizácia odbornej náplne týchto programov.

Prvé stretnutie EGS Geohazards Working Group sa po rozsiahlej korešpondenčnej príprave a diskusii uskutočnilo vo februári 2007 v Bruseli. Na stretnutí bola vypracovaná

stratégia činnosti pracovnej skupiny pre hodnotenie prírodných hazardov (EGS Geohazards WG). Základným cieľom pracovnej skupiny je zvýšiť úroveň poznania spoločnosti o geologických hazardoch. Na dosiahnutie tohto cieľa je nevyhnutné aplikovať viacero prístupov vychádzajúcich z princípu, že včasné poznanie hazardov a opatrenia na ich zmiernenie sú menej náročné, ako sanácie aktívnych geologických hazardov a ich dôsledkov. V súvislosti s tým v rámci krátkodobej stratégie sa činnosť EGS Geohazards WG zameriava na:

- Prístup, preukazujúci cenové výhody včasného hodnotenia multihazardov a rizika s návrhmi opatrení zmiernujúcich ich negatívny vplyv;
- Súčinnosť pri zabezpečovaní vzájomného prepojenia databáz geohazardov v jednotlivých krajinách a medzinárodnú spoluprácu pri riešení problematiky geohazardov;
- Implementáciu a spresňovanie požiadaviek odberateľov informácií ako aj kontakt s rôznymi európskymi iniciatívami, zaoberajúcimi sa príbuznou problematikou;
- Koordináciu a vzájomné kontaktovanie prác a skúseností, vykonávaných jednotlivými národnými geologickými službami a ďalšími organizáciami.

Dlhodobá stratégia sa zameriava aj na vzdelávanie obyvateľstva s cieľom spoznať geologické hazardy a riziká v určitých oblastiach, na harmonizovanie databáz geohazardov v jednotlivých krajinách, na tvorbu máp náchylnosti územia na určitý typ geohazardov a konečne, na tvorbu máp multihazardov a multirizika, vyjadrujúcich súberne vplyvy rôznych geologických hazardov.

Činnosť skupiny pokračovala pracovnými stretnutiami v máji 2007 v Paríži a v novembri 2007 vo Frascati pri Ríme. Toto stretnutie sa konalo v rámci Medzinárodného týždňa geohazardov, organizovaného viacerými európskymi agentúrami, zaoberajúcimi sa širokým spektrom geologických hazardov z rôznych odborných aspektov. Na stretnutí bola prezentovaná informácia o národnom environmentálnom monitoringu geologických hazardov Slovenskej republiky. Táto informácia o výsledkoch dlhodobého monitorovania geologických hazardov na Slovensku, o rozsiahlej databáze nameraných údajov a o smerovaní od monitorovania k inštalácii varovných systémov na najviac ohrozených lokalitách vyvolala pozornosť európskej odbornej verejnosti.

Práve trend zdokonaľovania metód monitorovania a využívania získaných výsledkov na tvorbu systémov včasného varovania pred zosuvnými pohybmi prevláda vo všetkých aktivitách, prezentovaných v rámci riešenia medzinárodných projektov tohto zamerania v posledných rokoch. Príkladom môže byť riešenie medzinárodného projektu „SafeLand“, v rámci ktorého sa v roku 2009 spracovala informácia o stave monitorovania svahových pohybov v Európe. Vychádzalo sa z informácií, obsiahnutých v jednotnom, pomerne obsiahlom dotazníku, zameranom predovšetkým na metódy monitorovania a prípravu systémov včasného varovania pred svahovými pohybmi v Európe. Súbor informácií z monitorovaných lokalít na Slovensku sa stal súčasťou spracovávaného materiálu, ktorý sa v roku 2009 pripravoval pre pracovné stretnutie riešiteľov medzinárodného projektu vo Viedni v roku 2010 pod názvom „Technológie monitorovania zosuvov a systémy včasného varovania“ (Baroň, Supper, 2010).

## **4 ZÁVER**

### **Zosuvy a iné svahové deformácie**

#### ***Záverečné zhrnutie za rok 2009***

V rámci podsystému „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 rúťivých 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), B\_5 (134,09 mm/rok!!) a B\_6 (66,68 mm/rok) 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 doplňujúcej 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) 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) 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 vrtu 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 vrtov 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.

- o Po viacerých upozorneniach na možnosť reaktívacie 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 vrtoch bolo možné kameru zaviesť iba do vzdialenosti niekoľko metrov od ústia. V nasledujúcom období sa plánuje realizácia troch inklinometrických vrtoch, 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 spracovávajú 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 rúťivých 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.

### ***Poznanky 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 obidvoch 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 stabilitného 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 stabilitné 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)**

- Albaa, M., Bernardinib, G., Giussania A., Riccib, P., P., Roncoronia, F., Valgoic, M. a Zhangd, K.: 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, 2008
- Antonická, B., Fussgänger, E.: Olšavica – vrch Spišská a okolie, svahové poruchy. Manuscript - Geofond, Bratislava, s. 1 – 17, 1998
- Baroň, I., Supper, R.: 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, 2010
- Bartoš, P., Fraštia, M.: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Bartoš, P., Fraštia, M.: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy + 11 s. lokalita Suchá Belá. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2007
- 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., Olšavský, M., Plašienka, D., Polák, M., Potfaj, M., Pristaš, J., Siman, P., Šimon, L., Teťák, F., Vozárová A., Vozár, J., Žec, B.: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape

- Slovenskej republiky 1: 200 000. Editor: Vladimír Bezák. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 534 s., 2009
- Borovský, J.: Fintice – meranie posunov, 13. etapa. Geotop, Košice, 5 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Drusa, M., Chebeň, V., Mužík, J. a Kálmánová, A.: Nové trendy v geotechnickom monitoringu svahových deformácií. In: J. Boštík a L. Pazdera (ed.): 12th Int. Scientific Conference, TU Brno, 4, 2009
- Frašťia, M.: Kalibrácia a testovanie digitálnych kamier pre aplikácie blízkej fotogrametrie. Bratislava, Vydavateľstvo STU, 114 s., 2008
- Frašťia, M.: 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, 2009a
- Frašťia, M.: 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, 2009b
- Frašťia, M.: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Lokality Banská Štiavnica, Demjata, Harmanec. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 98 s. vrátane príloh. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009c
- Frašťia, M.: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Lokalita Harmanec, meranie z 19.4.2009. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 8 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009d
- Fussgänger, E., Jadroň, D., Banský, M.: Lubietová - prúdový zosun. Záverečná správa z predbežného inžinierskogeologického prieskumu zosunu. IGHP Žilina. Manuskript, 79 s., 1978
- Fussgänger, E., Smolka, J., Jadroň, D.: Stabilizácia havarijných zosuvov hornej Nitry. In zborník konf. "Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku", Vyd. Iris, s.162 – 173, Nitrianske Rudno, 1996
- Fussgänger, E. a Jadroň, D.: Engineering geological investigation of the Okoličné landslide using measurement of stresses existing in soil mass. Bull. IAEG (Krefeld), 16, 203 – 209, 1977
- Gajdoš, V. a Wagner, P.: Spôsob spracovania údajov z meraní presnej inklinometrie pri monitoringu svahových pohybov. Miner. Slov., 37, 563 – 568, 2005
- Gróf, V.: 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, 2008
- Gross, P. (ed.), Buček S., Ďurkovič, T., Filo, I., Maglay, J., Halouzka, R., Karoli, 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.: Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1:50 000. Vyd. ŠGÚDŠ Bratislava, 1999
- Hagara, R., Nagy, Z.: Meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a prítoku Nepomenovaného potoka. Banské projekty, spol. s r. o., I. časť, 96 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Hagara, R., Nagy, Z., Madaj, M.: Meranie pohybov podložia. Banské projekty, spol. s r. o., 17 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009

- Hagara, R., Madaj, M.: Správa o stave potrubí Handlovky a Nepomenovaného potoka. Správa o odvodnení stabilizačného násypu. Banské projekty, spol. s r. o., 11 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Holko, L., Kostka, Z. a Parajka, J.: Snehová pokrývka. Životné prostredie, 35, 138 – 142, 2001
- Hric, V., Panek, M.: Vištuk – sanácia zosuvného územia. Podrobný prieskum. IGHP Žilina. Manuskript, 30 s., 1986
- Hric, V., Sikora, J.: Kvašov – zosuv, Orientačný IG prieskum. Žilina: IGHP, 47 s., 34 príloh, 1985
- Imrich, P., Kováčik, M., Bóna, J., Majerníčková, F.: Geological control of the gravitational processes in the Spišská Hill pseudokarst region (Levočské Vrchy Mts., Slovakia). Nature Conservation, 63, 47 – 55, 2007
- Jadroň, D.: Svahové poruchy - Okoličné (okres Liptovský Mikuláš). Rigorózna práca. Prírod. fakulta UK, Katedra inž. geológie. Manuskript, 92 s., Bratislava, 1980
- Jadroň, D., Wagner, P., Jelínek, R.: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In zb. referátov z 1. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 83 – 86, Bratislava, 1998
- Jadroň, D., Mokrý, M.: Handlová – Kunešovská cesta, havarijný zosuv. Záverečná správa. INGENIO, a.s. Manuskript, 31 s., Žilina, 1999
- Jadroň, D., Mokrý, M.: 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, 2001
- Jadroň, D., Mokrý, M., Wagner, P., Fussgänger, E.: Sanácia aktívneho zosuvu vo Veľkej Čausi. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 29 – 33, Bratislava, 2001
- Jánová, V. a Liščák, P.: 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, 2001
- Kopecký, M.: Vplyv klimatických a hydrogeologických pomerov na vznik zosuvov. Dizertačná práca. Archív Katedry inžinierskej geológie PRIF UK. Manuskript, 168 s., Bratislava, 2002
- Kopecký, M.: Monitoring lokality Liptovská Mara. STU v Bratislave, Fakulta stavebná, Katedra geotechniky. 17 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Korčák, P.: Geodetický monitoring, lokalita PVE Ipel'. Technická správa. GEOSAT, spol. s r. o., 15 s., Bratislava, 2009
- Laurenčík, J.: Sanácia zosuvu nad obcou Kvašov. Geologická správa. GEO, spol. s r.o., Nitra, 21 s., 2004
- Lenková, M.: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory – 01 Zosuvy a iné svahové deformácie. Čiastková záverečná správa. INGENIO-ighp, spol. s r. o., Žilina, 16 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Lukniš, M., Mazúr, E.: Atlas SSR, súbor 866 máp (v mierke 1:500 000). Vydala SAV a SÚGK. Vyd. Veda, Bratislava, 1980
- Matejka, F. a Hurtalová, T.: Vplyv pôdnej vlhkosti na evapotranspiráciu. In: J. Rožnovský, D. Janouš, (ed.): Seminár SUCHO. Brno, 7, 2001. Dostupné na internete: <http://www.chmu.cz/meteo/CBKS/sucho01/Matejka.pdf>
- Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha, 1986
- Matejček, A.: PSP PVE Ipel' 2009 – monitoring horninového prostredia. Geofos, spol. s r. o., 58 s., Žilina, 2009

- Matejček, A.: PVE Ipeľ – prehľadná správa záverov ucelených celkov. Manuskript IGHP Žilina, 48 s., Žilina, 1985
- Mello, J. (ed.), Elečko, M., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko L., Vass, D., Vozárová, A., Gaál, L., Hanzel, V., Hók, J., Kováč, P., Slavkay, M., Steiner, A.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000. GS SR, Vyd. D. Štúra, 256 s., Bratislava, 1997
- 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., Szaláiová, V., Žáková, E.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny v mierke 1:50 000. ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, 303 s., Bratislava, 2000
- Míka, R., Bolha, L.: Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s., Bratislava, 2000
- Míka, R., Ondrejka, P.: Posúdenie vývoja stability svahov na lokalitách Bojnice, Fintice, Okoličné, Veľká Čausa. AWG, spol. s r. o., Bratislava, 47 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Mokrá, M., Jadroň, D., Beracko, I., Zuberec, M.: Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky. Záverečná správa. Archív INGEO – ighp, spol. s r. o. Manuskript, 92 s. a prílohy, Žilina, 2004
- Mrosko, J.: Ľubietová – geodetické určenie priestorových zmien zosuvného územia. ŠGÚDŠ, RC Spišská Nová Ves, 31 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Nemček, A.: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, vyd. Slov akadémie vied, 319 s., Bratislava, 1982
- Ondrášik, R.: 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., 2009
- Otepka, J., Menzelová, O., Mesko, M.: Hlohovec - Sereď – prieskum a sanácia zosuvov. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. 141 s. IGHP Bratislava, 1983
- Petro, L., Stercz, M.: Inžinierskogeologické posúdenie lokality Fintice. Manuskript, 7 s., GS SR, Regionálne centrum, Košice, 1998
- Petro, L., Wagner, P., Polaščinová, E.: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 131 – 135, Bratislava, 2001
- Petro, L., Košťák, B., Polaščinová, E. a Spišák, Z.: Monitoring blokových pohybov v Slanských vrchoch. Miner. Slov., 31, s. 549 – 554, 1999
- Petro, L., Vlčko, J., Ondrášik, R. a Polaščinová, E.: Recent tectonics and slope failures in the Western Carpathians. Engineering Geology, 74, s. 103 – 112, 2004
- Pisca, P., Bitterer, L.: 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 Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Ponziani, F., Boscherini, A., Felicioni, G., Mencaroni, B., Ognà, M., Severi, A., Sorrentino, A., Tesorini, M., Toccacelli, B., Cardinali, R. a Buccioli, A.: Early warning system for rockfalls and landslides risk prevention. Int. Geol. Congress, Oslo, Poster presentation, 2008
- 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., Szaláiová, V.: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1:50 000. GS SR, Vyd. D. Štúra, 281 s., Bratislava, 1997



- Turovský, F.: Výsledky kontrolného merania, Kvašov – zosuv. Geoexperts, spol. s r. o. Žilina, 10 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Vařilová Z. a Zvelebil J.: 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, 2005
- Vlčko, J., Greif, V. a Henčelová, L.: 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.), 2006
- Vybíral., V. a Wagner, P.: 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, 2002
- Vybíral, V.: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2009
- Vybíral, V. a Wagner, P.: 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, 2004
- Wagner, P., Iglárová, L., Petro, L. a Scherer, S.: Monitorovanie zosuvov a iných svahových deformácií. Geol. práce, Spr., 106, 21 – 42, 2002
- Willenberg, H., Spilmann, T., Eberhardt, E., Evans, K., Loew, S. a Maurer, H., R.: 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, 2002

Príl. 1.1: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Veľká Čausa (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

a<sub>1</sub>) Geodetické merania – terestrické

Bod	15.06.07 – 02.06.08					02.06.08 – 26.04.09				
	Premiestnenie		Rýchlosť pohybu		H	Premiestnenie		Rýchlosť pohybu		H
	[mm]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]		[mm]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	
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			
	Premiestnenie		Rýchlosť pohybu		Premiestnenie		Rýchlosť pohybu		Premiestnenie		Rýchlosť pohybu	
[mm]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	[mm.rok <sup>-1</sup> ]	
polohové	výškové	poloha	výška	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			
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)
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)
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)
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)
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)
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)
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)
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)
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)
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)
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<sub>1</sub>) 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<sub>2</sub>) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody [m] automatickými hladinomerami

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.]		
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	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
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

Príl. 1.2: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko (podľa kritérií tab. 2.1.6)

a) Merania hĺbky hladiny podzemnej vody (h<sub>pv</sub>)

a<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.]		
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 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.]		
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	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.]		
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		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			
A	52	40,00	18.02.08	4,58	02.11.08	11,00	35,42	3
B	52	40,00	03.03.08	4,41	10.11.08	9,88	35,59	3
C	52	42,86	04.02.08	5,22	10.11.08	9,34	37,64	3
D	52	42,86	14.07.08	5,08	15.12.08	11,51	37,78	3
E	52	40,00	28.01.08	5,77	27.10.08	13,04	34,23	3
F	52	30,00	03.03.08	5,17	01.12.08	9,65	24,83	3
HV-6	52	0,69	25.03.08	0,01	09.01.08	0,10	0,68	1
HV-7	52	13,33	01.04.08	3,61	08.12.08	6,86	9,72	3
HV-8a	47	0,01	03.03.08	0,01	03.03.08	0,01	0,00	1
HV-8b	47	0,01	03.03.08	0,01	03.03.08	0,01	0,00	1
JH-5	52	35,29	28.01.08	0,00	03.01.08	2,88	35,29	2
JH-6	52	7,89	03.03.08	1,10	27.10.08	2,33	6,79	2
HV-101	24	1,05	22.01.08	0,01	09.01.08	0,11	1,04	1
HV-102	24	1,70	25.03.08	0,01	09.01.08	0,23	1,69	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			
A	53	37,50	25.05.09	4,44	14.12.09	8,91	33,06	3
B	53	30,00	18.05.09	4,32	21.12.09	9,15	25,68	3
C	53	30,00	20.04.09	4,69	28.09.09	9,48	25,31	3
D	53	25,00	02.01.09	5,50	14.09.09	9,53	19,50	3
E	53	50,00	04.05.09	6,06	16.03.09	15,26	43,94	3
F	53	30,00	11.05.09	4,38	28.09.09	8,33	25,62	3
HV-6	50	1,59	28.12.09	0,00	27.01.09	0,14	1,59	1
HV-7	52	10,71	06.04.09	3,45	12.10.09	5,95	7,26	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	15,79	28.12.09	0,00	02.01.09	0,82	15,79	1
JH-6	53	5,45	28.12.09	1,24	05.10.09	2,06	4,21	2
HV-101	24	0,38	14.04.09	0,00	09.02.09	0,02	0,38	1
HV-102	24	0,87	23.03.09	0,00	11.05.09	0,14	0,87	1

Príl. 1.3: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Handlová – Kunešovská cesta (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 [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
HV-1	52	1,75	03.03.08	0,00	27.10.08	0,50	1,75	1
HV-3	52	2,14	25.03.08	0,66	10.11.08	1,12	1,48	2
HV-4	52	1,90	03.03.08	0,01	13.10.08	0,50	1,89	1
výtok	52	33,33	25.03.08	0,00	04.08.08	4,49	33,33	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
HV-1	53	1,59	30.03.09	0,00	20.07.09	0,42	1,59	1
HV-3	53	2,05	30.03.09	0,40	05.10.09	1,00	1,65	2
HV-4	53	2,53	30.03.09	0,00	21.09.09	0,38	2,53	1
výtok	53	20,00	09.03.09	0,00	25.05.09	2,34	20,00	2

Príl. 1.4: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Fintice (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	2008				2009						
	Výška pažnice [m]	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				
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				
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)

Príl. 1.5: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Dolná Mičiná (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
	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



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 hladinomermi

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> ]		Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]		Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
			dátum		dátum			
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> ]		Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]		Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
			dátum		dátum			
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 vrto

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: Klasifikačné hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Ľubietová (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 [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum	Min. výdatnosť [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum	Priemer. výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Max. kolísanie výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	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 [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum	Min. výdatnosť [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum	Priemer. výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Max. kolísanie výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	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 vrtov

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 [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]	T vzduchu [°C]	T vody [°C]	vodivosť [ $\text{mS/cm}$ ]
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	

Príl. 1.7: Klasifikačné hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Slanec-TP (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: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960 (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 [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]

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





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	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
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	pod ter. [m]	nad mor. [m n. m.]		
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 [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]

Rok: 2008

Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť		Min. výdatnosť		Priemer. výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Max. kolísanie výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	H
		[ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum	[ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum			
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		Min. výdatnosť		Priemer. výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Max. kolísanie výdat. [ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	H
		[ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum	[ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	dátum			
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

Príl. 1.10: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Liptovská Mara (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<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.]		
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	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.]		
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	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.]		
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 podľa HYCO (1980) (m n.m.)	Medzná hladina 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-13	586,00	
J-17	622,50	626,80
J-16	624,50	621,80

Príl. 1.11: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Bojnice (podľa kritérií tab. 2.1.5 a 2.1.6)

a) Geodetické merania

Bod	22.06.07 – 08.07.08				H	08.07.08 – 25.04.09				H
	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	
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				H	2009				H
	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		

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.]		
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)



Príl. 1.12: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Kvašov (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
		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)



		30.04.08				10.09.08				02.04.09			17.09.09		
HSV-40	0,54	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	PN	3(2)	(0-5)	NZ	2(1)	(0-5)	PN	3(2)		
HSV-40	0,54	(5-7)	ST	4(2)	(5-7)	ST	4(2)	(5-7)	PN	3(2)	(5-7)	PN	3(2)		
HSV-40	0,54	(7-10)	NZ	2(1)	(7-10)	NZ	2(1)	(7-10)	BP	1(1)	(7-10)	BP	1(1)		

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: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 a 2009 na lokalite Vištuk (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	Hĺbka hodnot. prejavu [m]	Stupeň aktivity poľa PEE	H			
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)						
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
J-17	0,95	(4-6)	NZ	2(1)	(4-6)	PN	3(2)	(4-6)	PN	3(2)	(4-6)	NZ	2(1)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
J-23	0,94	(3-6)	PV	5(3)	(3-6)	PV	5(3)	(3-6)	ST	4(2)	(3-6)	PN	3(2)
				28.04.08		05.09.08		24.03.09		10.09.09			
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)						

			28.04.08			05.09.08			24.03.09			10.09.09	
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: Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v roku 2008 na lokalite Malá Čausa (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: Záznamy dilatometrov na lokalite Veľká Izra 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  
 $x=n\sqrt{40}\cdot\cos\alpha$   
 $y=n\sqrt{40}\cdot\sin\alpha$

Zvislý kruh  
 $x=n\sqrt{40}\cdot\cos\alpha$   
 $z=n\sqrt{40}\cdot\sin\alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Vodorovný kruh				Zvislý kruh			
			Čítanie	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  
 $x=n\sqrt{40}\cdot\cos\alpha$   
 $y=n\sqrt{40}\cdot\sin\alpha$

Zvislý kruh  
 $x=n\sqrt{40}\cdot\cos\alpha$   
 $z=n\sqrt{40}\cdot\sin\alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Vodorovný kruh				Zvislý kruh			
			Čítanie	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: Záznamy dilatometra na lokalite Sokol 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: Záznamy dilatometrov na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2008 a 2009

Označenie dilatometra: TM – 71  
 Lokalita: Košický Klečenov – 1  
 0= 236° Gx/Fx= 236/1(von z masívu)  
 Smer trhliny: 245° Gs/Fs=245/89  
 Šírka trhliny: 139,0 cm  
 Orientácia: DLD

Vodorovný kruh  
 $x = \sin 40 \cdot \cos \alpha$   
 $y = \sin 40 \cdot \sin \alpha$

Zvislý kruh  
 $x = \sin 40 \cdot \cos \alpha$   
 $z = \sin 40 \cdot \sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Zvislý kruh			
				Smer [g]	R 200	R 300	Čítanie	Smer [g]	R 200	R 300
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° Gx/Fx=232/1 (von z masívu)  
 Smer trhliny: 350°Gs/Fs=260/89  
 Šírka trhliny: 103 cm  
 Na zvislom: 300 dole  
 Orientácia: DPN

Vodorovný kruh  
 $x = \sin 40 \cdot \cos \alpha$   
 $y = \sin 40 \cdot \sin \alpha$

Zvislý kruh  
 $x = \sin 40 \cdot \cos \alpha$   
 $z = \sin 40 \cdot \sin \alpha$

Dátum merania	Čas	Teplota [°C]	Čítanie	Vodorovný kruh			Zvislý kruh			
				Smer [g]	R 200	R 300	Čítanie	Smer [g]	R 200	R 300
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: Záznamy dilatometra na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v roku 2008 a 2009

Označenie dilatometra: TM – 71

Lokalita: Jaskyňa pod Spišskou

$\theta=348^\circ$ ;  $G_x/F_x=348/1$  (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			Čítanie	Zvislý kruh		
				Smer [g]	R 200	R 300		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: Výsledky monitorovacích meraní na lokalite Banská Štiavnica

a) Dilatometrické merania

Stanovisko	Bod	Dilatometer Somet	
		Vzdialenosť medzi bodmi (mm)	
		17.04.07	23.10.07
1	B1-B2	257,03	257,22
1	B1-B3	252,90	252,85
1	B2-B3	248,82	248,77
2	B4-B5	254,74	254,68

Stanovisko	Bod	Meradlo posuvov	
		Hodnota, odčítaná na prístroji (mm)	
		17.04.07	23.10.07
1	S1-S2	290,90	290,60
2	S3-S4	363,46	362,76

b) Merania mikromorfologických zmien reliéfu (stanovisko 3)

Meraci 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

Meraci 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: Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 2001 až 2008 na lokalite Handlová-Baňa

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: Výsledky monitorovacích meraní na lokalite Demiata

a) Dilatometrické merania

Stanovisko	Bod	Dilatometer Somet			
		Vzdialenosť medzi bodmi [mm]			
		23.05.07	05.11.07	05.05.08	24.10.08
3	E1 - E2	253,87	254,19	254,15	254,13
3	E1 - E3	255,69	255,66	255,59	255,66
3	E2 - E3	253,75	253,64	253,59	253,71
3	E1 - E2'	703,09	702,85	702,69	702,27
4	E4 - E5	254,51	254,27	254,35	Nemerané

Stanovisko	Bod	Meradlo posuvov			
		Hodnota, odčítaná na prístroji [mm]			
		23.05.07	05.11.07	05.05.08	24.10.08
1	D8 - D9a	288,64	Nemerané	288,90	288,37
2	D6 - D7	Zrútené			
3	D1 - D2	417,18	417,40	417,70	417,70
3	D3 - D4	443,54	443,38	444,02	443,48
3	D3 - D5	242,16	242,08	242,48	241,60

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: Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 1995 až 2009 na lokalite Starina

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: Výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2007 a 2008 na lokalite Slovenský raj (Pod večným dažďom)

Označenie bodov	Dilatometer Somet		
	Vzdialenosť medzi bodmi [mm]		
	11.06.07	06.05.08	24.10.08
R11 – R12	254,954	254,814	254,694
R11 – R13	248,269	248,193	248,154
R12 – R13	248,774	248,737	248,615

Príl. 1.25: Výsledky monitorovacích meraní na lokalite Harmanec

a) Dilatometrické merania

Stanovisko	Bod	Dilatometer Somet			
		Vzdialenosť medzi bodmi [mm]			
	17.04.07	23.10.07	16.04.08	13.10.08	
H1-H1´	252,933	253,272	253,221	253,396	
H2-H2´	251,813	252,132	252,080	252,020	



Príl. 1.26: Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 1997 až 2009 na lokalite Jakub

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: Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 1998 až 2009 na lokalite Železná studnička – Bratislava

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: Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 2005 až 2009 na lokalite Pezinská Baba

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: Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 1995 až 2009 na lokalite Lipovník

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: Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2007 až 2009 na lokalite Stabilizačný násyp – Handlová 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] h	Medzné hodnoty [mm]			Sadnutie od počiatku Dz [mm]
		y	x	z	dy	dx	dz	v	u		pozdĺžny posun Mu	priečny posun Mv	pokles Mh	
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
OS2/46	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

Potrubie pravé			Teplota ovzdušia: 17,4°C Dátum merania: 9/2009 Vertikálny smer [mm]				0 - 30 Horizontálny smer [mm]				Vertikálny smer [mm] Φ a0 - Φ a30		Teplota ocelového potrubia [°C]		Lokalizácia dutín D - dutina K - kontakt 2009			
Označenie meracej stanice	Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	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	Φ a0 - Φ a30	Φ b0 - Φ b30						
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

Potrubie ľavé			Teplota ovzdušia: 17,4°C Dátum merania: 9/2009 0 - 30								Teplota oceľového potrubia [°C]		Lokalizácia dutín D - dutina K - kontakt 2009					
Označenie meracej stanice	Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	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  
Základné meranie

Teplota ovzdušia: 13,6°C  
Dátum merania: 04/1992

0

Označenie meracej stanice	Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	Vertikálny smer [mm]			Horizontálny smer [mm]			Poznámky
			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  
Dvadsiate šieste kontrolné meranie

Teplota ovzdušia: 16,5°C  
Dátum merania: 9/2009

0 - 30

Teplota ocelového  
potrubia  
[°C]

Lokalizácia  
dutín  
D - dutina  
K - kontakt  
2009

Označenie meracej stanice	Staničenie [m]	Výška nadložia [m]	Vertikálny smer [mm]			Horizontálny smer [mm]			Vertikálny smer [mm] $\Phi a0 - \Phi a30$	Horizontálny smer [mm] $\Phi b0 - \Phi b30$	Teplota ocelového potrubia [°C]		Lokalizácia dutín			
			1. čítanie $\Delta a'$	2. čítanie $\Delta a''$	Priemer $\Phi a30$	1. čítanie $\Delta b'$	2. čítanie $\Delta b''$	Priemer $\Phi b30$					K	K	K	K
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)

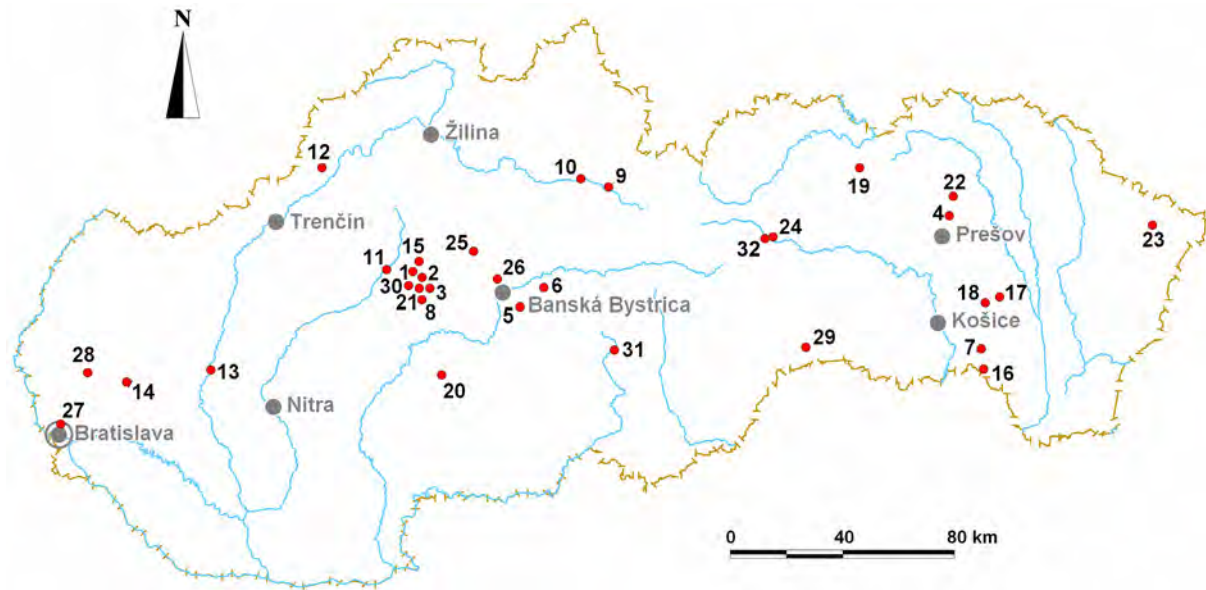
d) Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení [l/min]

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

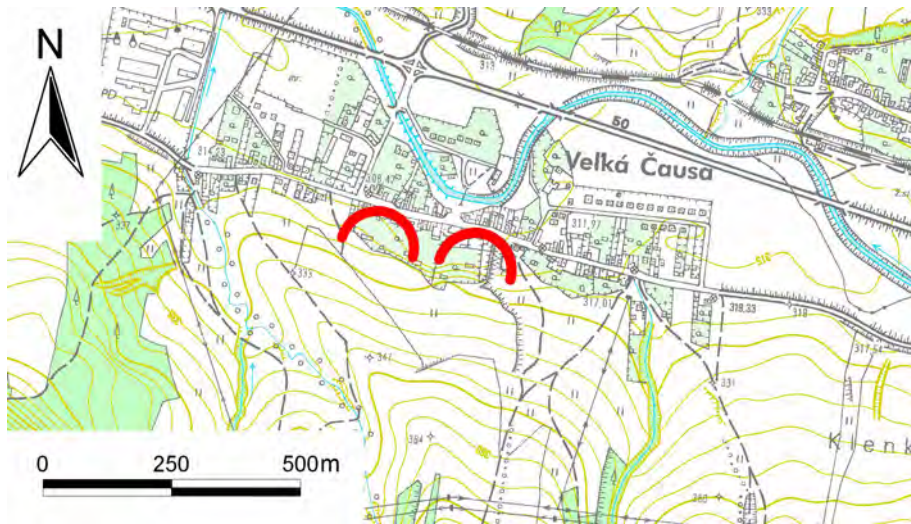
Bod	Počet meraní	Max. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Min. výdatnosť [l.min <sup>-1</sup> ]	dátum	Priemer. výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	Max. kolísanie výdat. [l.min <sup>-1</sup> ]	H
dren hl.	51	1 764,00	04.04.09	153,00	03.10.09	498,18	1 611,00	3



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



Obr. 2.1.2: Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie zmien úrovnne 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)

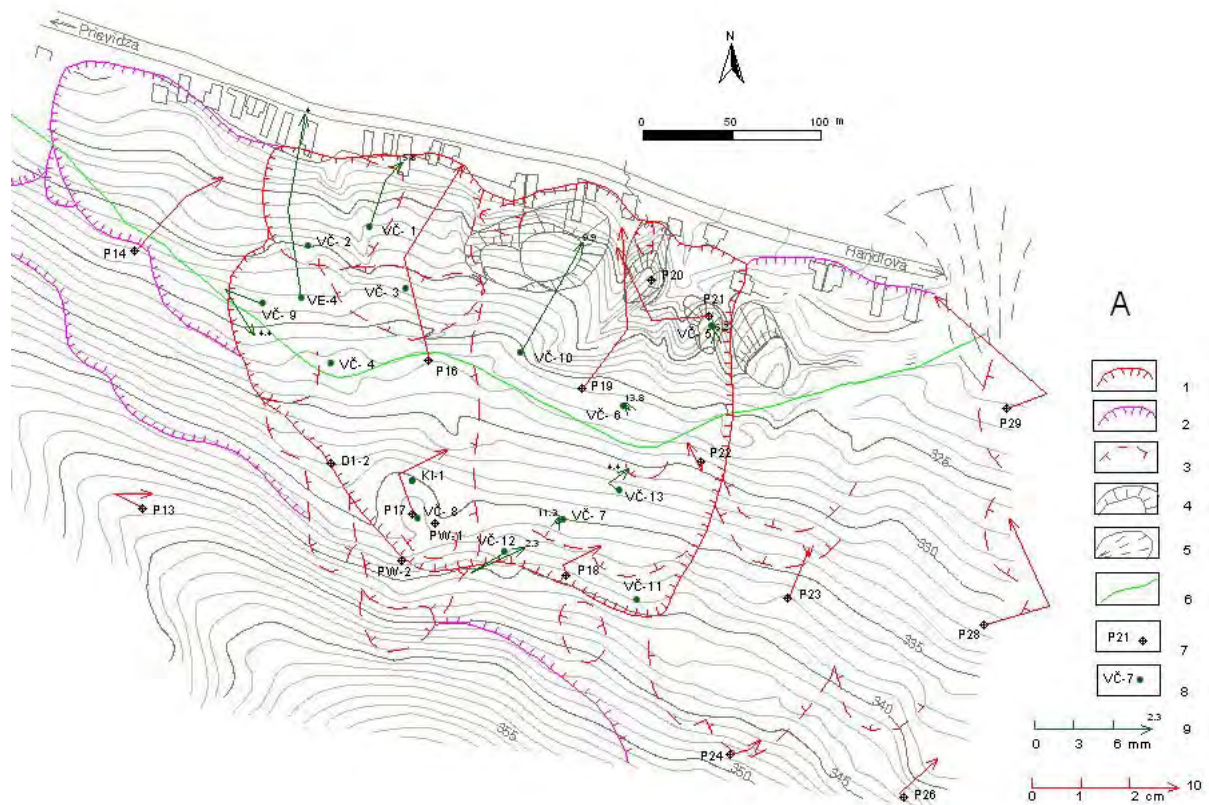


Obr. 2.1.3: Lokalizácia zosuvu nad južným okrajom obce Velká Čausa. Značky zosuvu sú umiestnené v čele jeho akumuláčnej časti



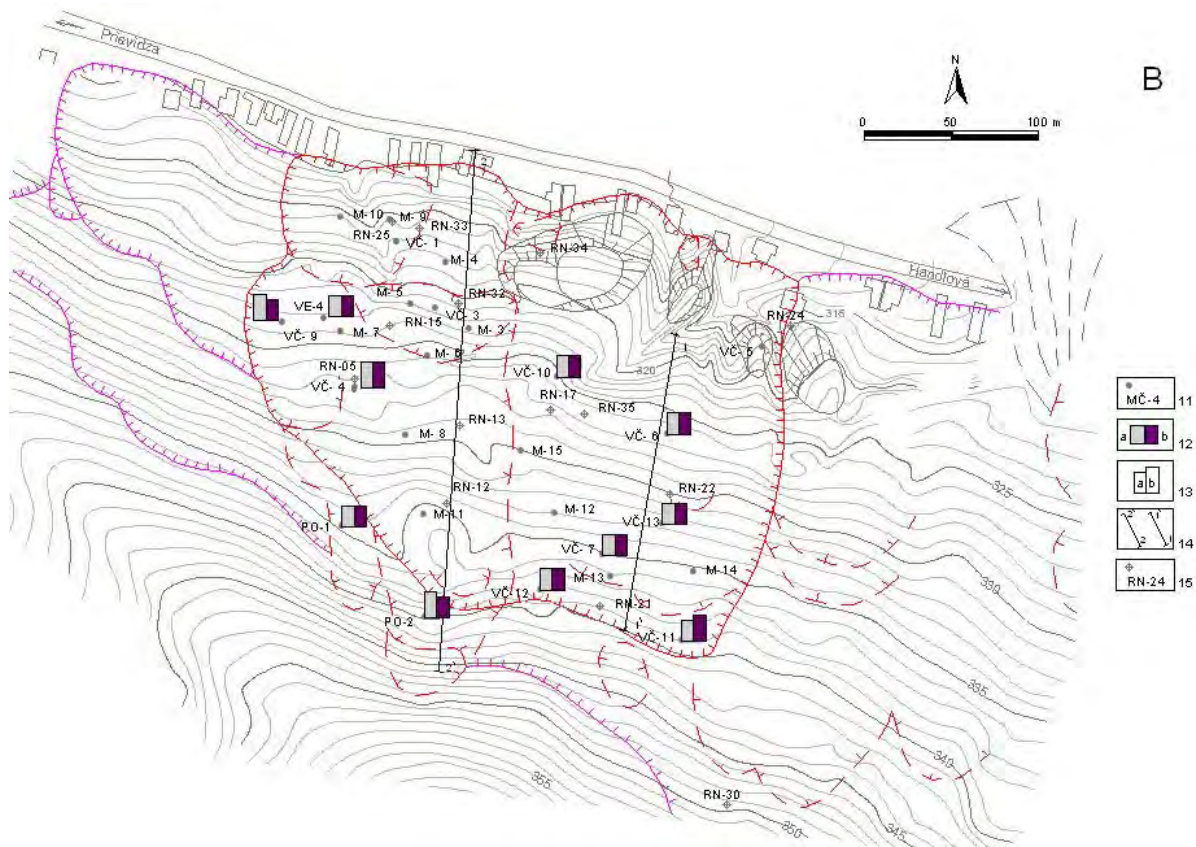


Obr. 2.1.4: Zosuv nad obcou Veľká Čausa – pohľad od odlučnej oblasti na teleso zosuvu s niektorými monitorovacími objektmi. A – kontinuálny inklinometer umiestnený vo vrte KI-1, B – automatický hladinomer so systémom včasného varovania umiestnený vo vrte AH-1, C – geodetický bod P17, D – automatický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



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 – proluviálny 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



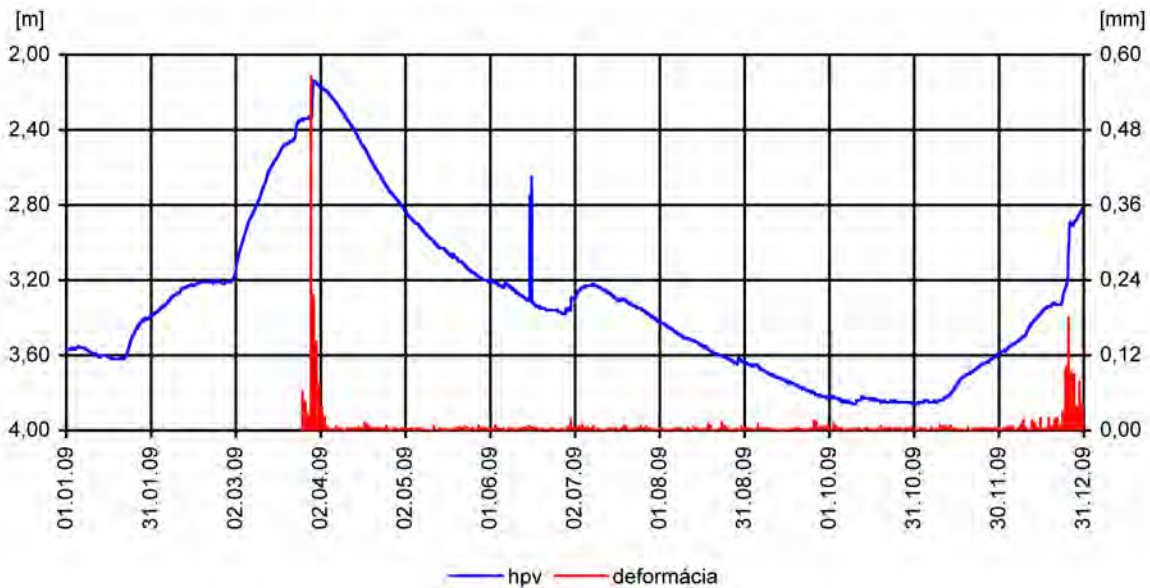


Obr. 2.1.5b: Lokalita Veľká Čausa – výsledky merania poľa PEE. 11 – označenie vrtovej, 12 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 13 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a – stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), b – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3), 14 – línie profilov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

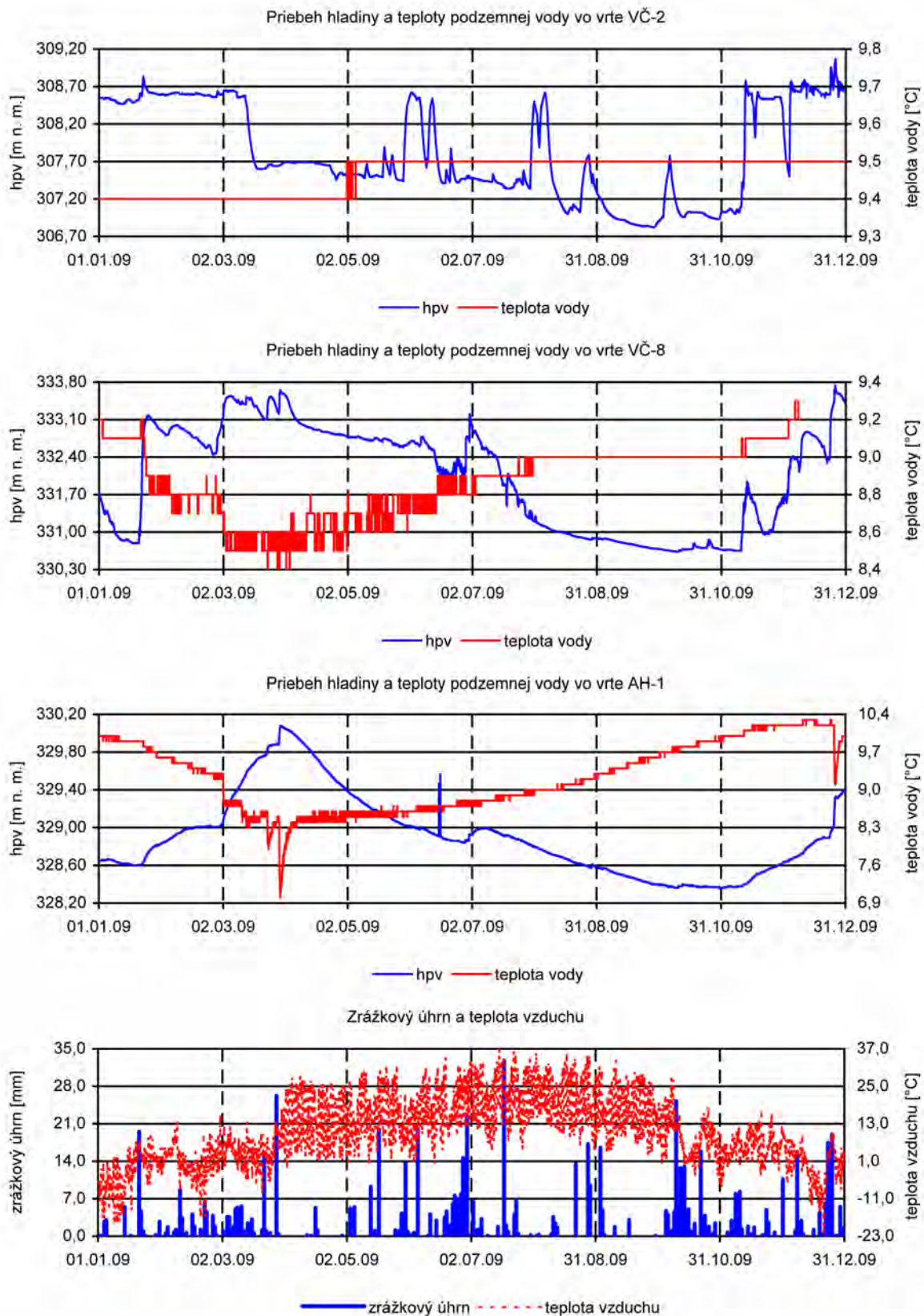




Obr. 2.1.5c: Lokalita Veľká Čausa – výsledky režimových pozorovaní. 16 – zamokrené územia, 17 – dláždené odvodňovacie rigoly, 18 – zemné odvodňovacie priekopy, 19 – sanačné drenážne a stabilizačné rebrá, 20 – pozorované vertikálne vrty, 21 – vrty s automatickými hladinomeri, 22 – odvodňovacie subhorizontálne 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 pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – namerané, b – stav priaznivý (stupeň 1) vo vertikálnych vrtoch, resp. priemerná výdatnosť do  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, c – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť  $1$  až  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , d – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

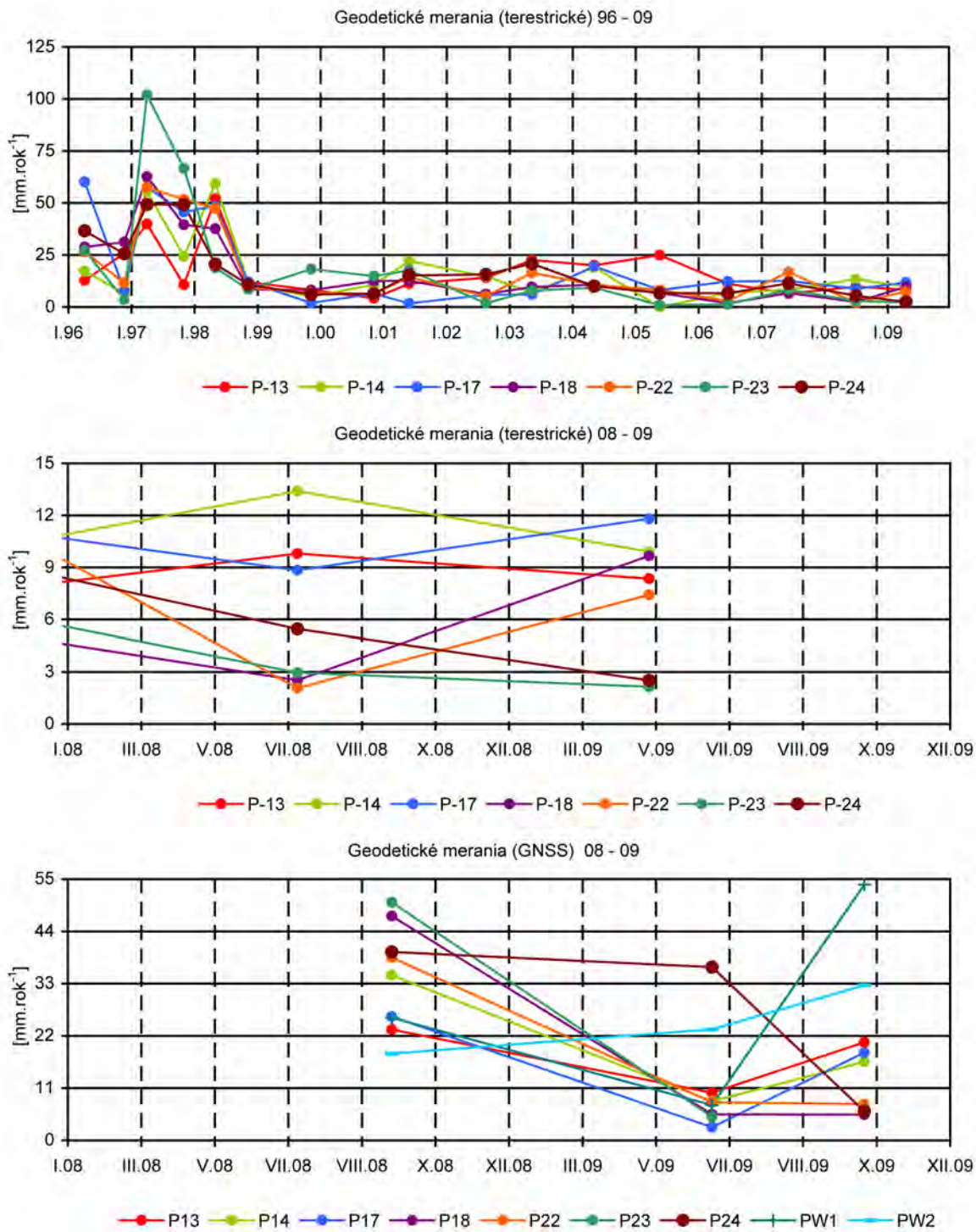


Obr. 2.1.6: Vzťah úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) vo vrte AH-1 a deformácie zaznamenatej kontinuálnym inklinometrom na šmykovej ploche vo vrte KI-1 v hĺbke 11,5 m

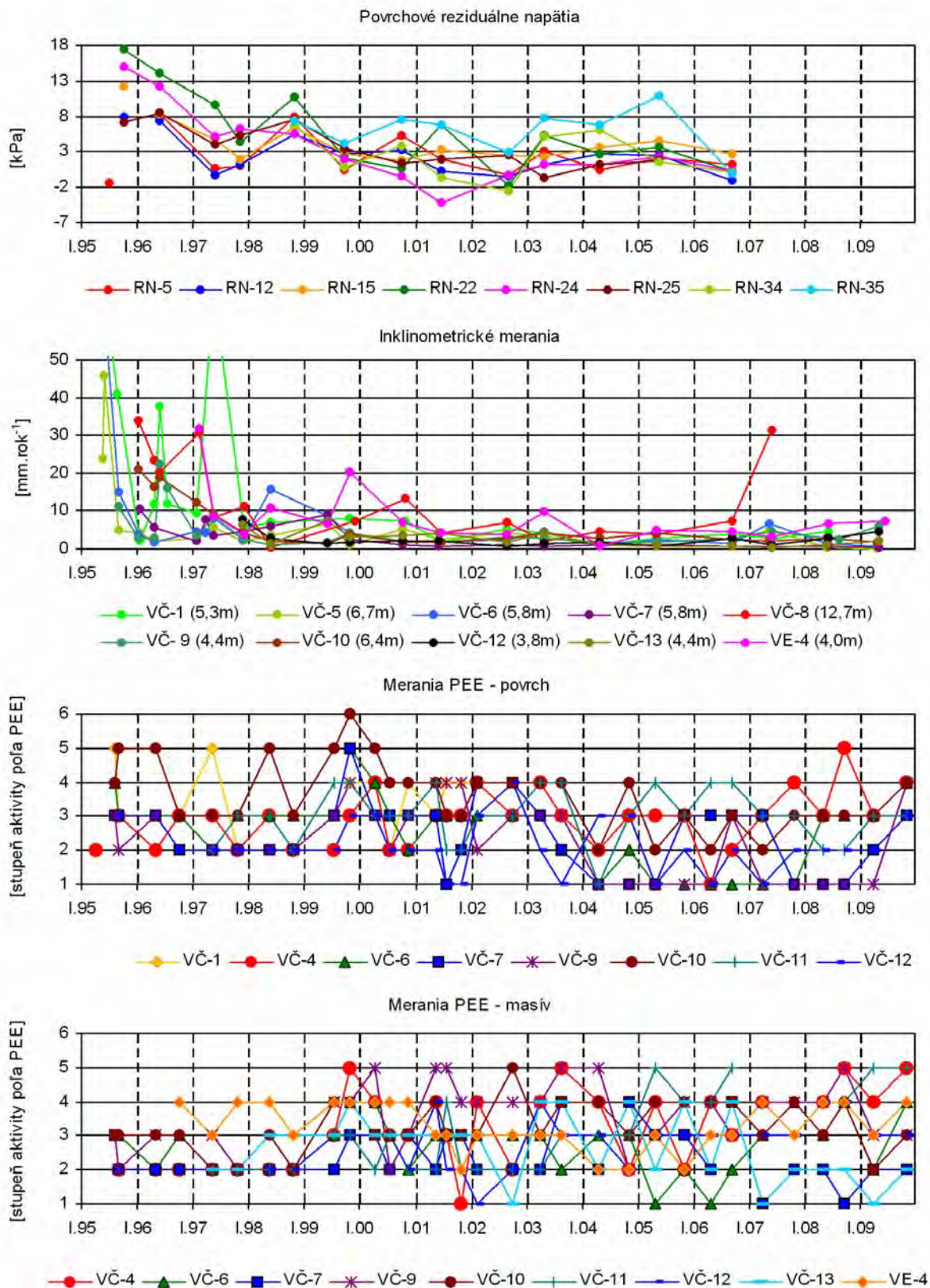


Obr. 2.1.7: Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2009 automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch VČ-2, VČ-8 a AH-1 na lokalite Veľká Čausa spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu, zaznamenaných zrážkomernou stanicou SHMÚ Prievidza (indikatív 30120)





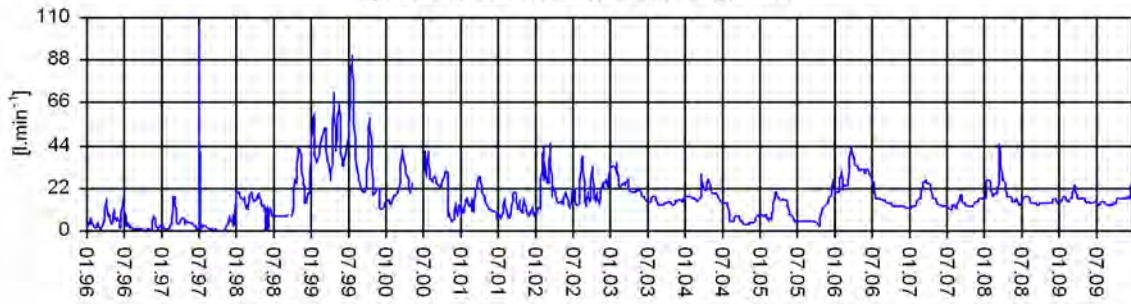
Obr. 2.1.8: Dlhodobé i krátkodobé zmeny polohy pozorovaných bodov, zistené rôznymi geodetickými metódami



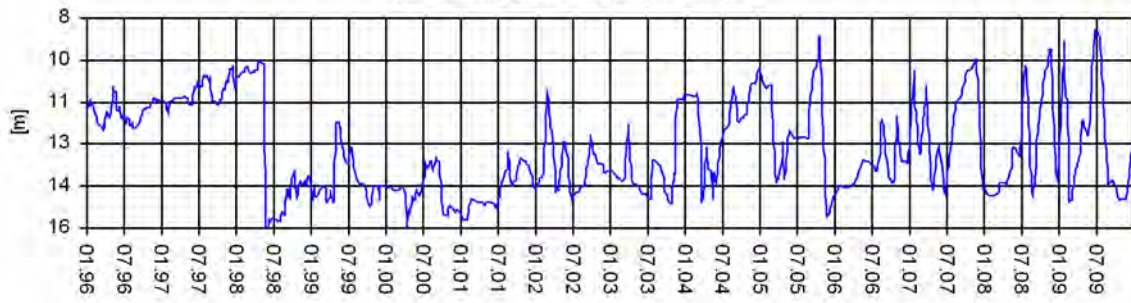
Obr. 2.1.9: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Veľká Čausa



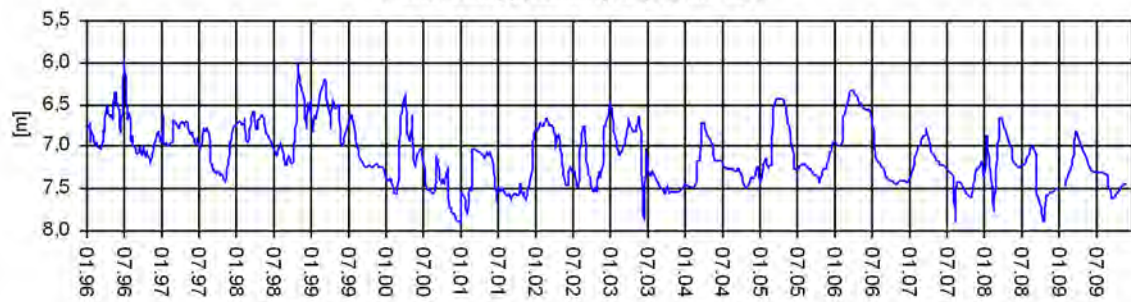
Spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrto



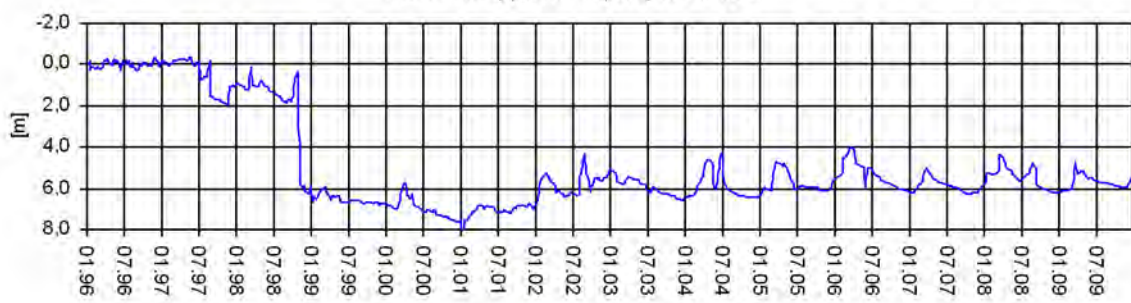
Hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte VČ-4



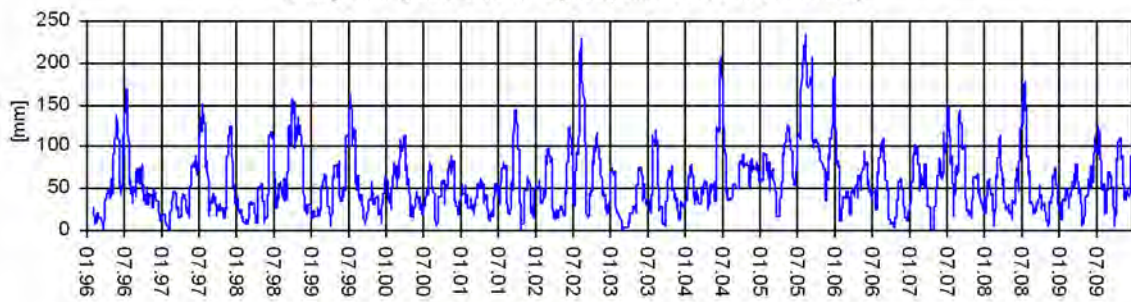
Hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte VČ-5



Hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte VČ-7

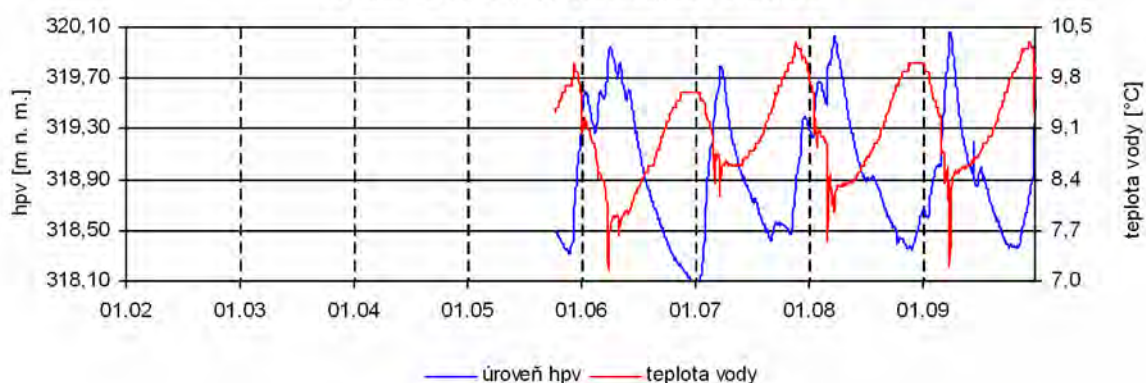


Zražky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Prievidza)

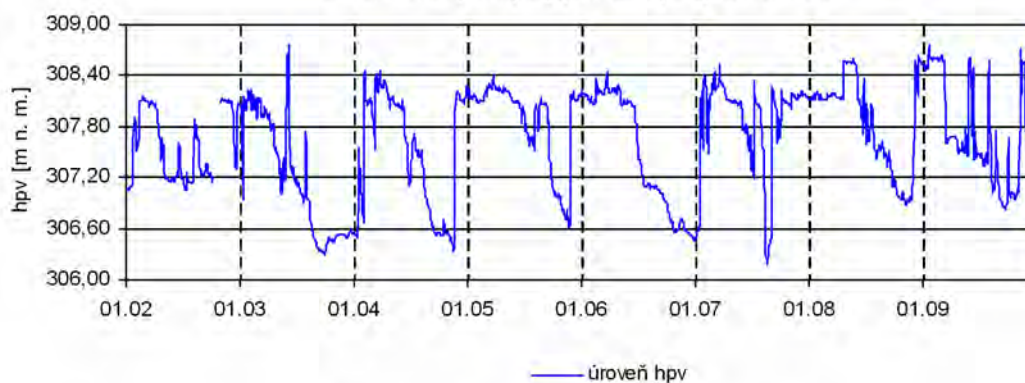


Obr. 2.1.10: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Veľká Čausa

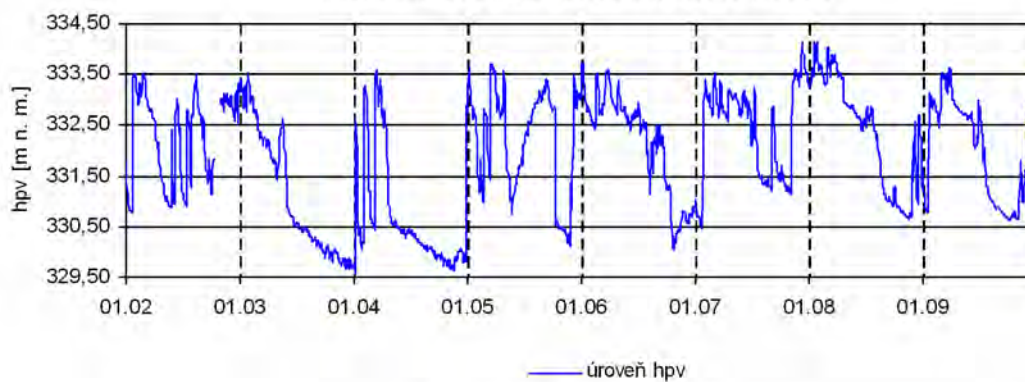
Priebeh hladiny a teploty podzemnej vody vo vrte AH-1



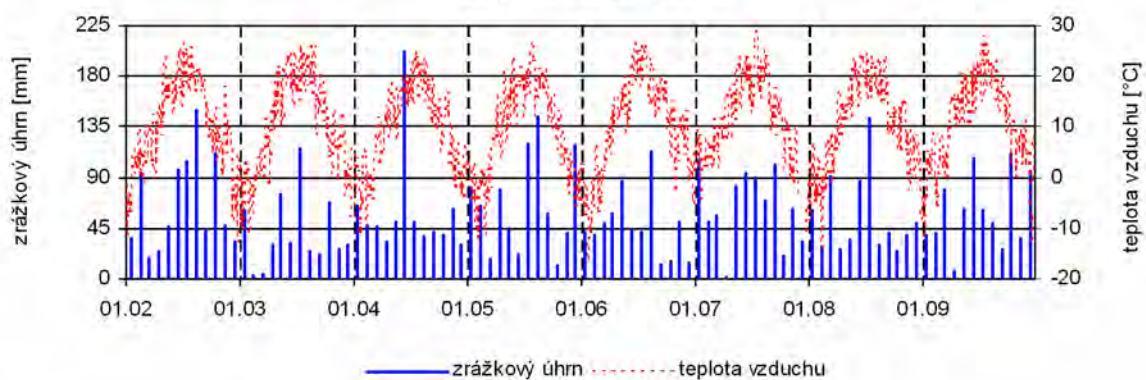
Priebeh hladiny a teploty podzemnej vody vo vrte VČ-2



Priebeh hladiny a teploty podzemnej vody vo vrte VČ-8

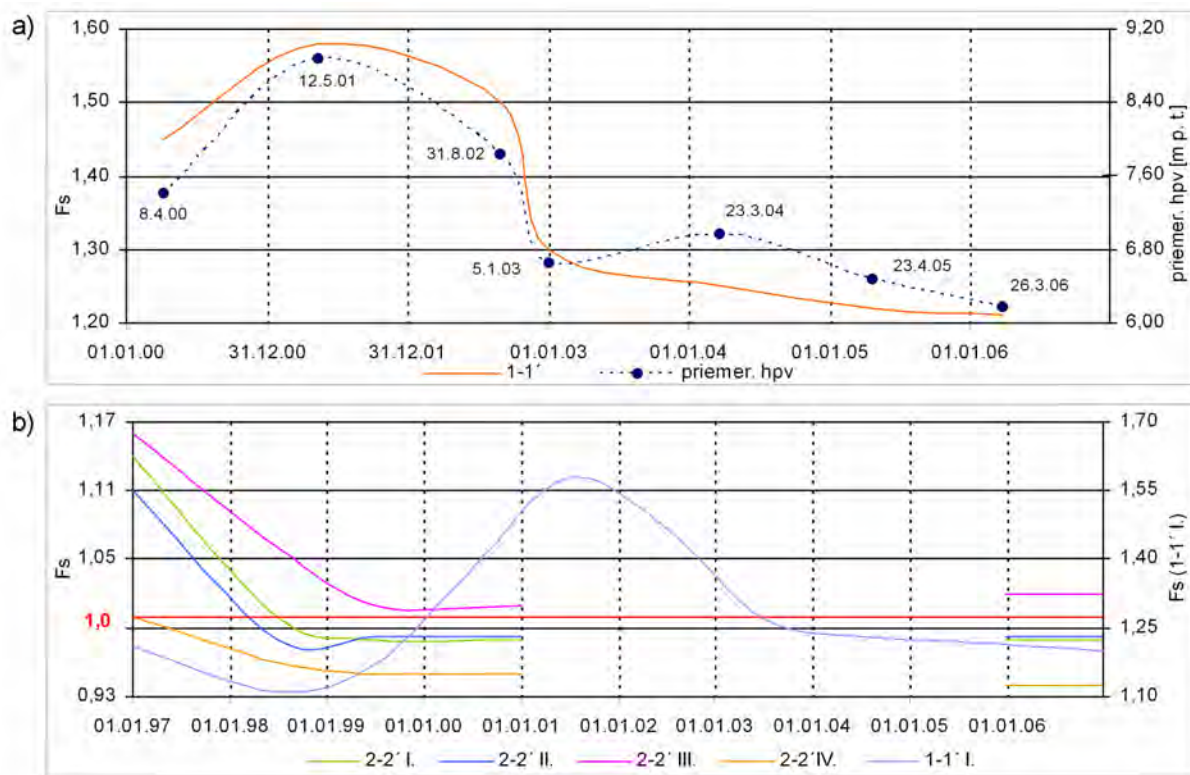


Zrážkový úhm a teplota vzduchu

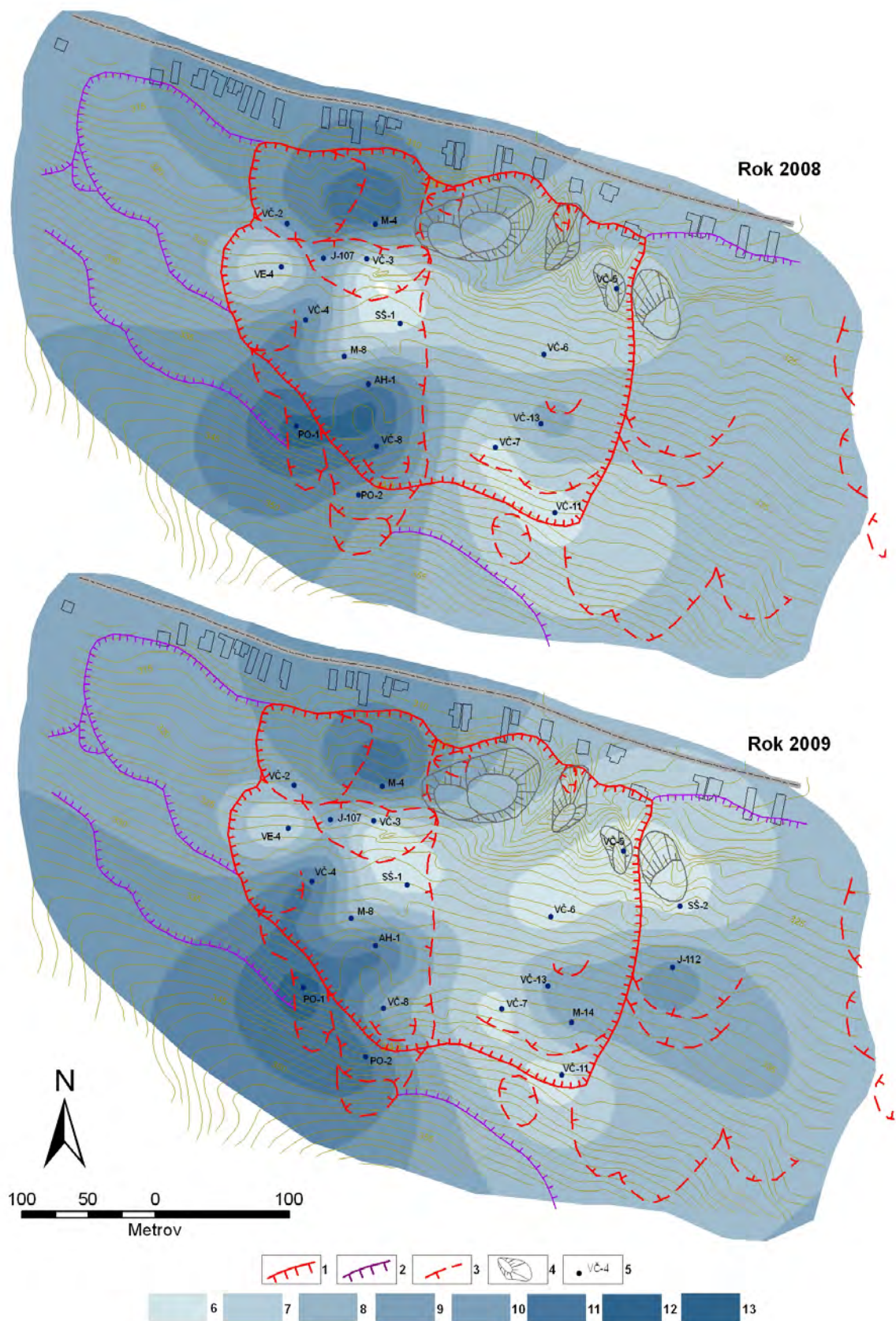




Obr. 2.1.11: Dlhodobý priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch VČ-2, VČ-8 a AH-1 na lokalite Veľká Čausa spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Prievidza

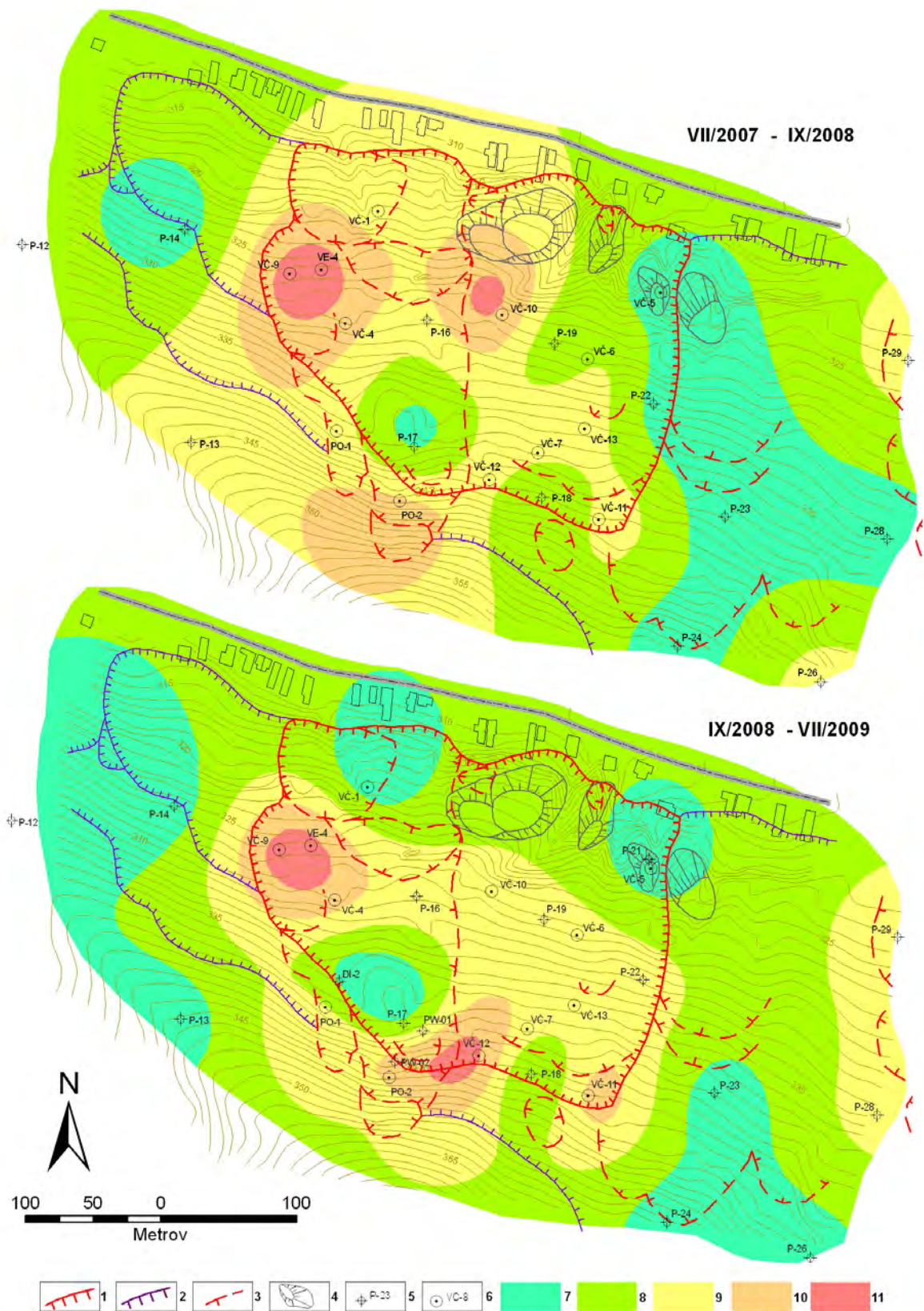


Obr. 2.1.12: Výsledky stabilitných výpočtov v profile 1-1' (a) a 2-2' (b) na lokalite Veľká Čausa. hpv – hladina podzemnej vody, I. až IV. – predpokladané šmykové plochy,  $F_s$  – stupeň stability

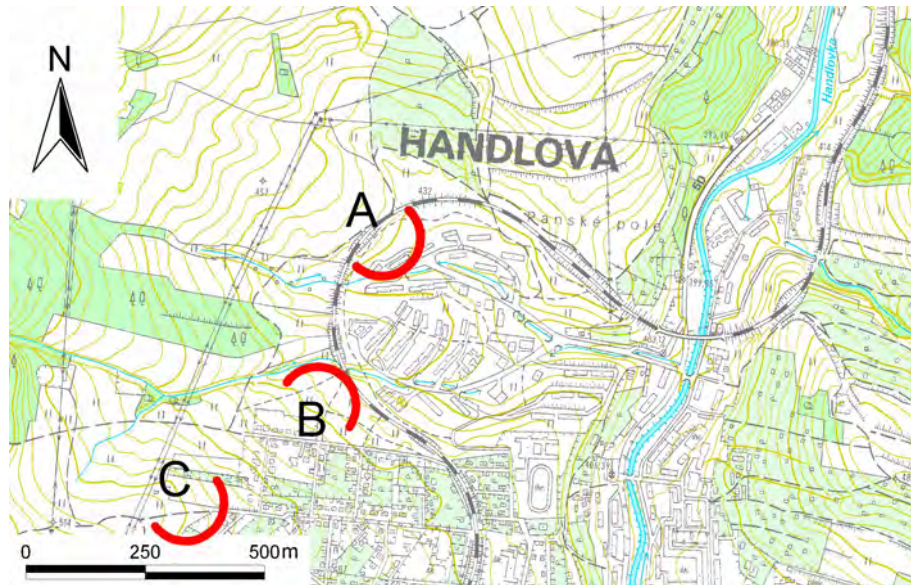


Obr. 2.1.13: Schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody v priebehu rokov 2008 a 2009 (podľa hodnotiacej škály uvedenej v tab. 2.1.6). 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – ohraničenie potenciálnych zosuvov, 3 – lokálne zosuvy a zátŕhy, 4 – premiestnené bloky vulkanických hornín, 5 – piezometrické 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 zátŕhy, 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

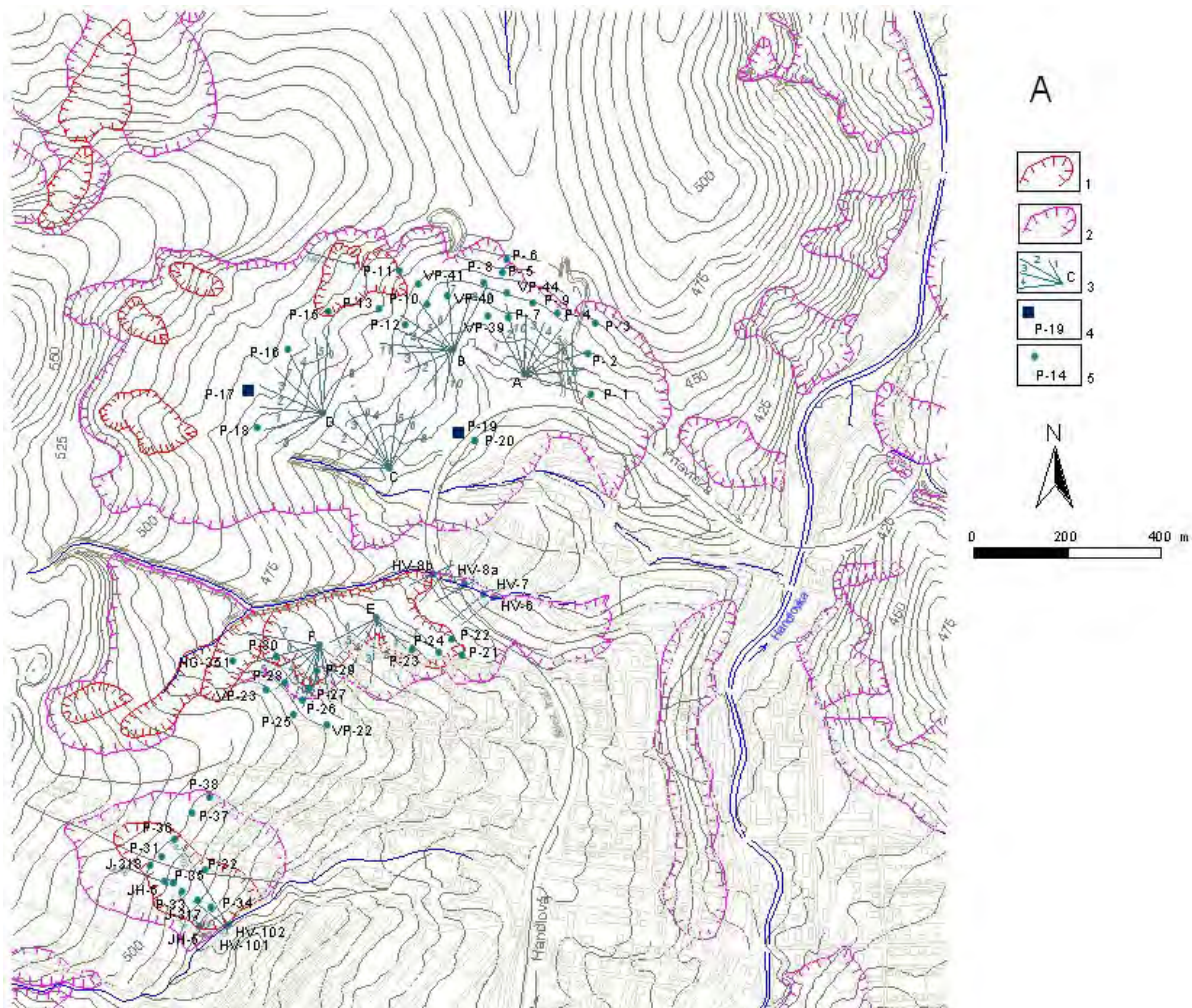


Obr. 2.1.15: Lokalizácia zosuvov nad Morovnianskym sídliskom v Handlovej. A – Morovnianske sídlisko, B – Malá Hôrka, C – Jánošíkova cesta. Značky zosuvov sú umiestnené v čele akumuláčnych oblastí



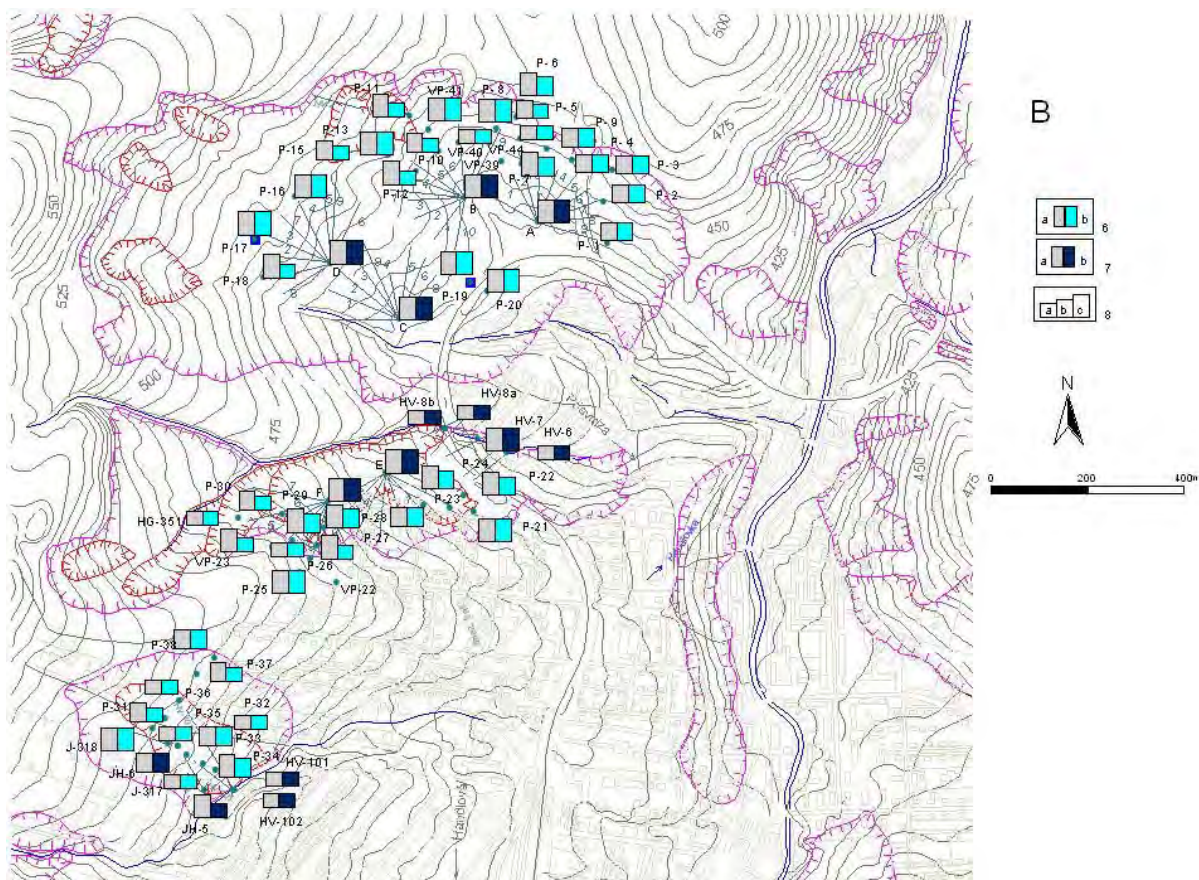


Obr. 2.1.16: Pohľad od odlučnej oblasti na zosuvný svah nad Morovnianským sídliskom (foto P. Wagner, 2009)



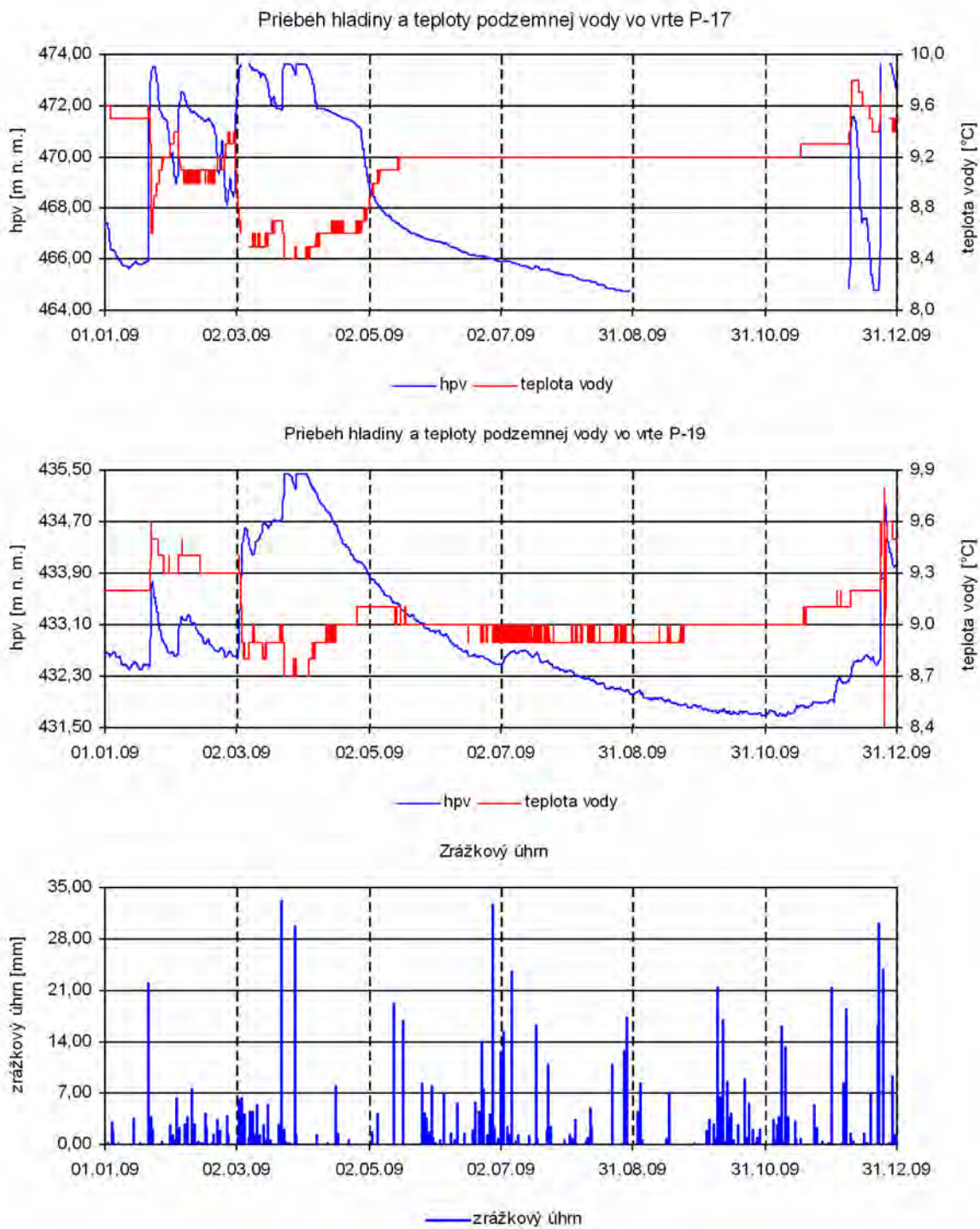
Obr. 2.1.17a: Situácia monitorovacích objektov na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – potenciálne zosuvy, 3 – odvodňovacie jamy s vejárami horizontálnych vrtov, 4 – vrty s automatickými hladinomerami, 5 – pozorované vrty. Oblasti monitorovania v smere od severu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



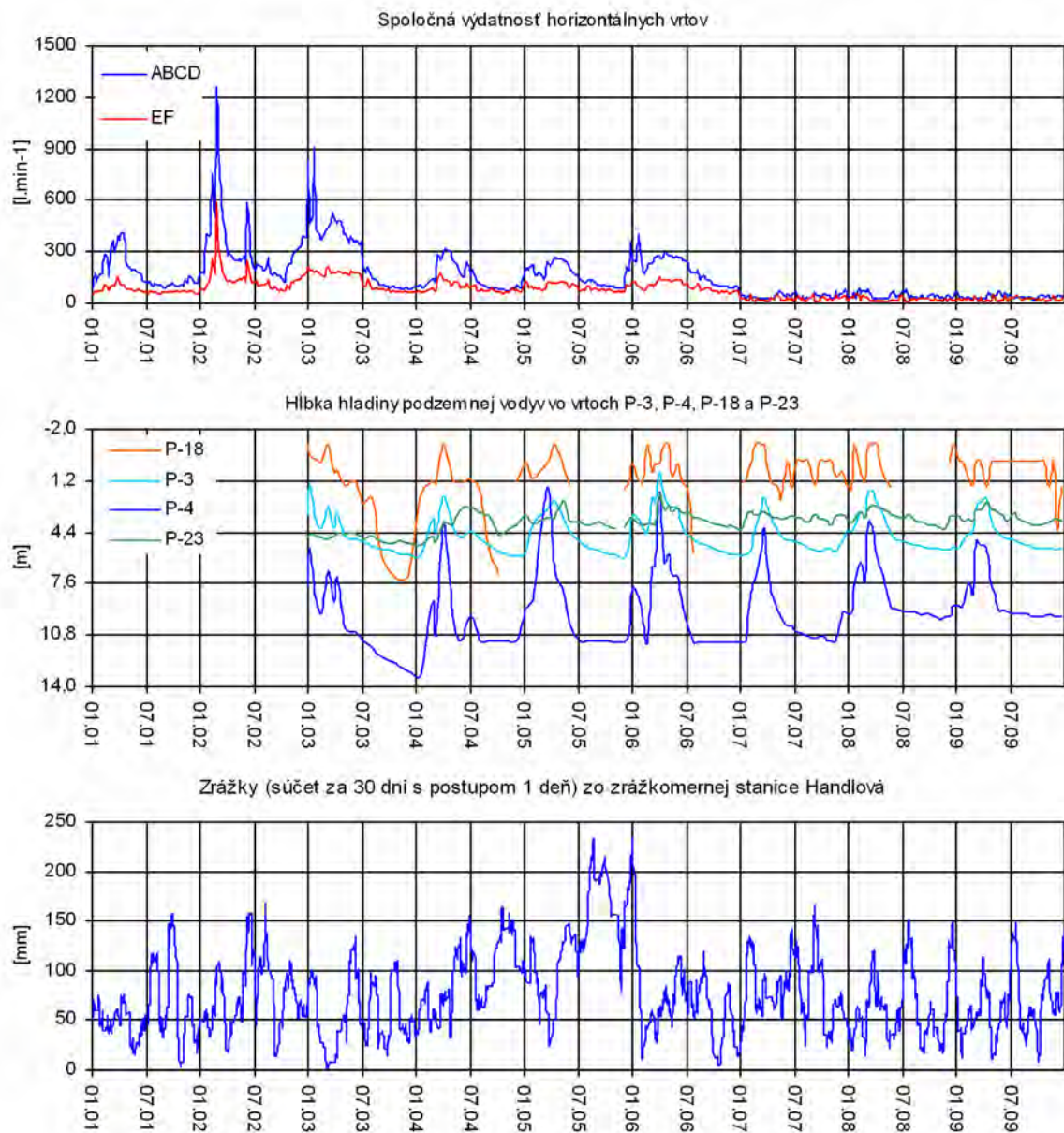


Obr. 2.1.17b: Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. 6 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 7 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 8 – 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>

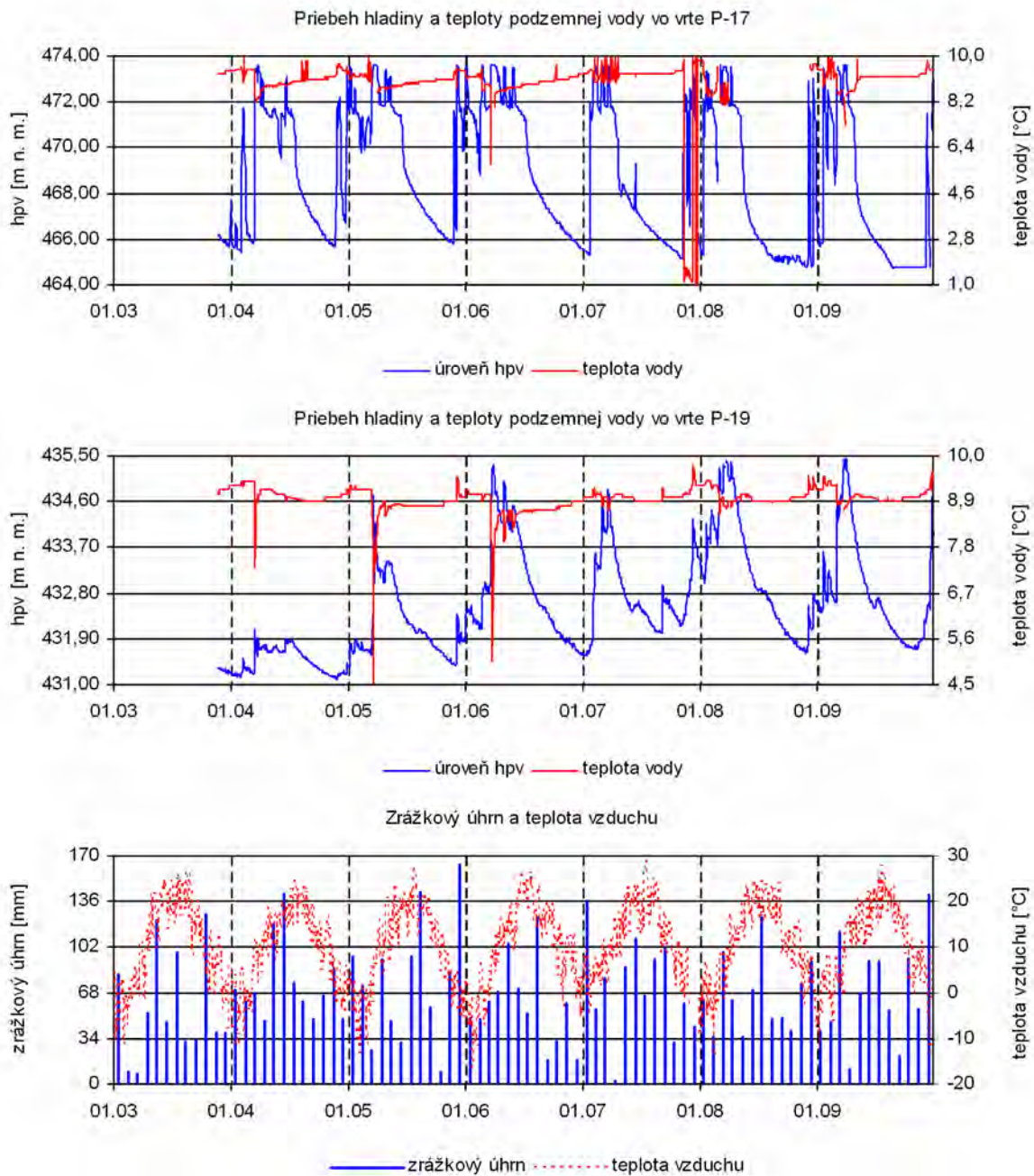




Obr. 2.1.18: Priebek zmien úrovne hladiny podzemnej vody (*h<sub>pv</sub>*) a teploty vody zaznamenaný v roku 2009 automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch P-17 a P-19 na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko, spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov zo stanice SHMÚ v Handlovej (indikatív 30080)

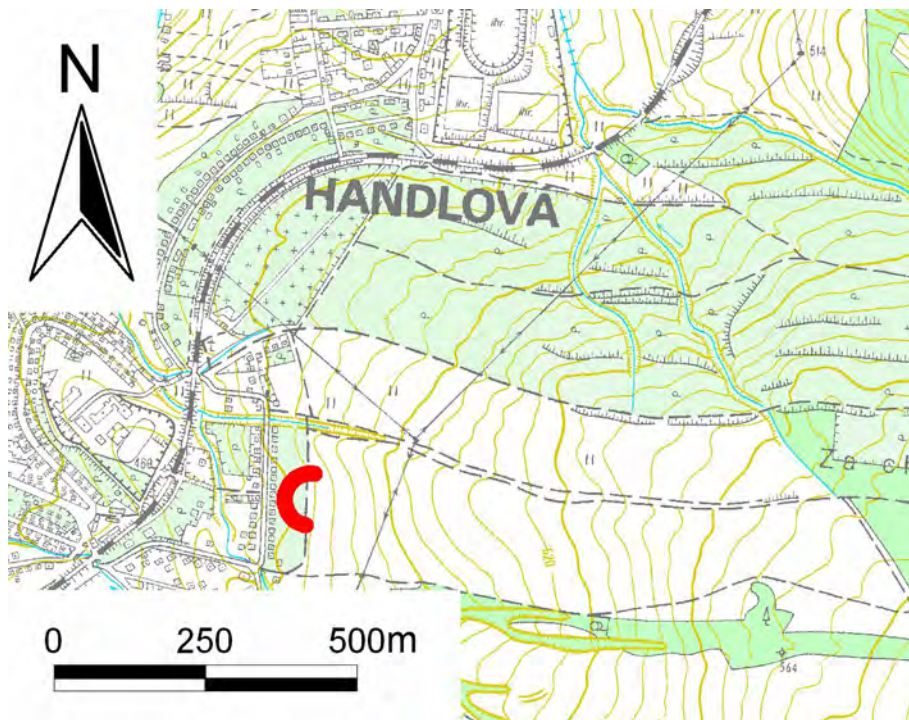


Obr. 2.1.19: Dlhodobé výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko



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

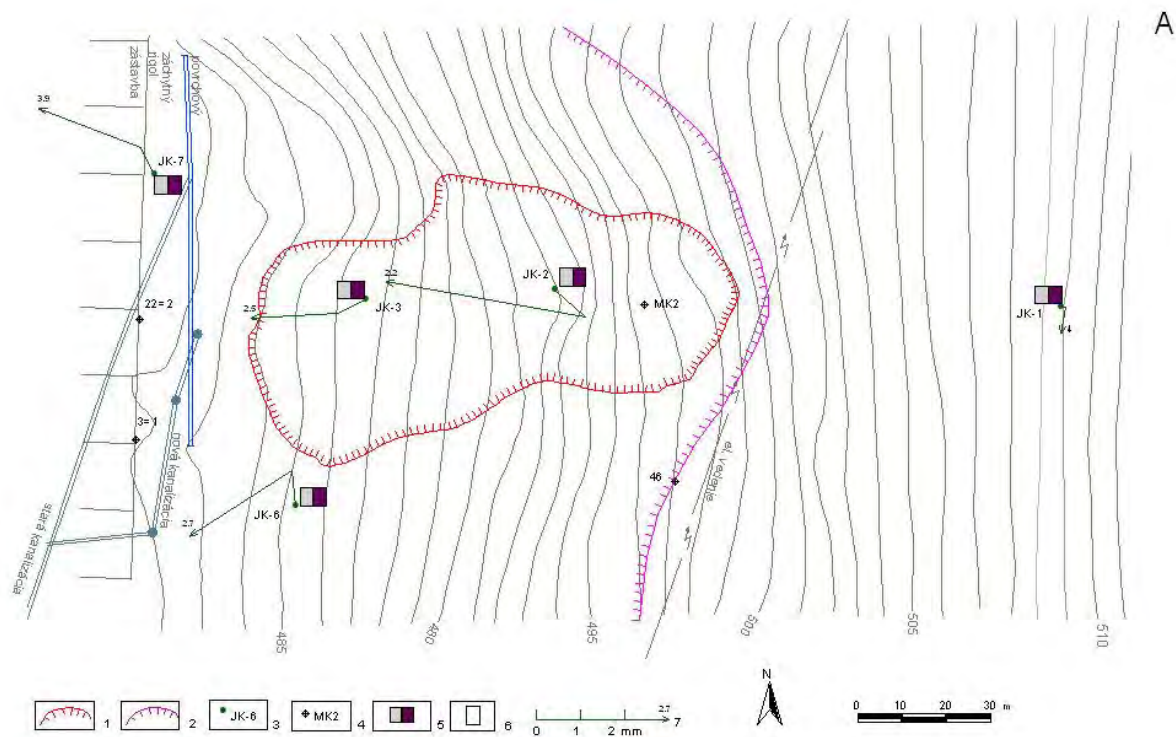




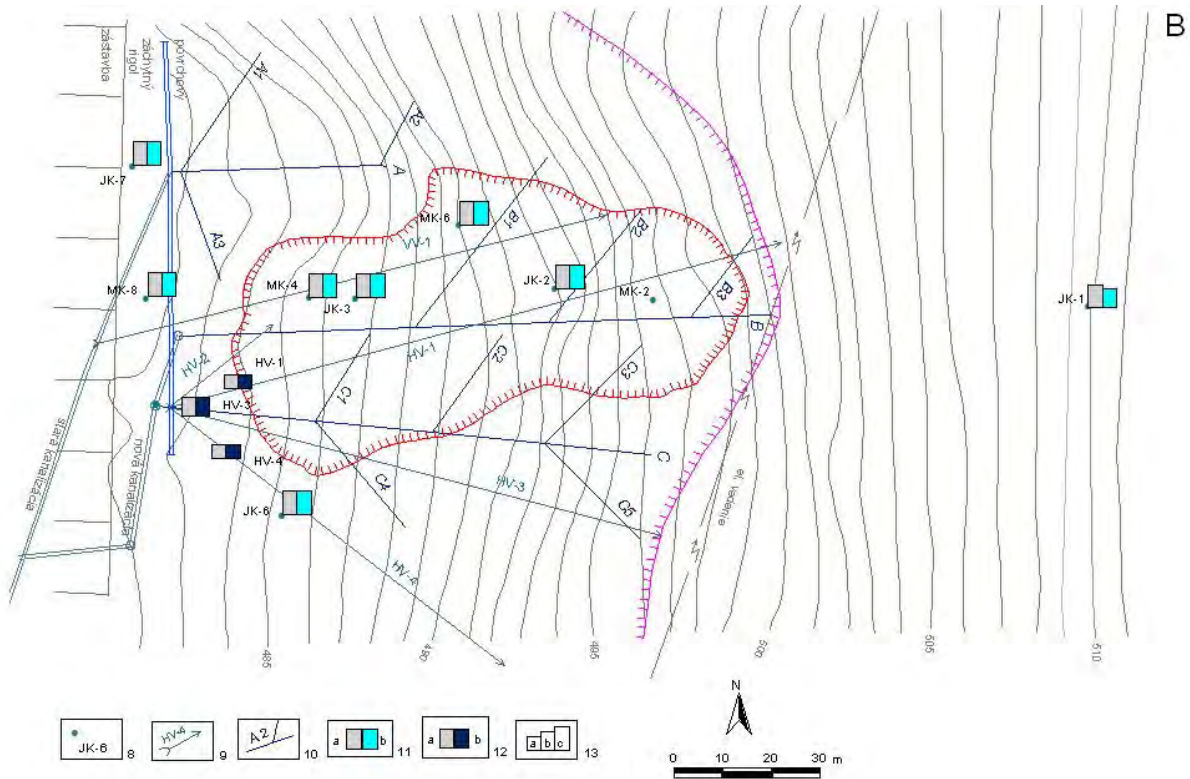
Obr. 2.1.21: Lokalizácia zosuvu nad Kunešovskou cestou v Handlovej. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej oblasti



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

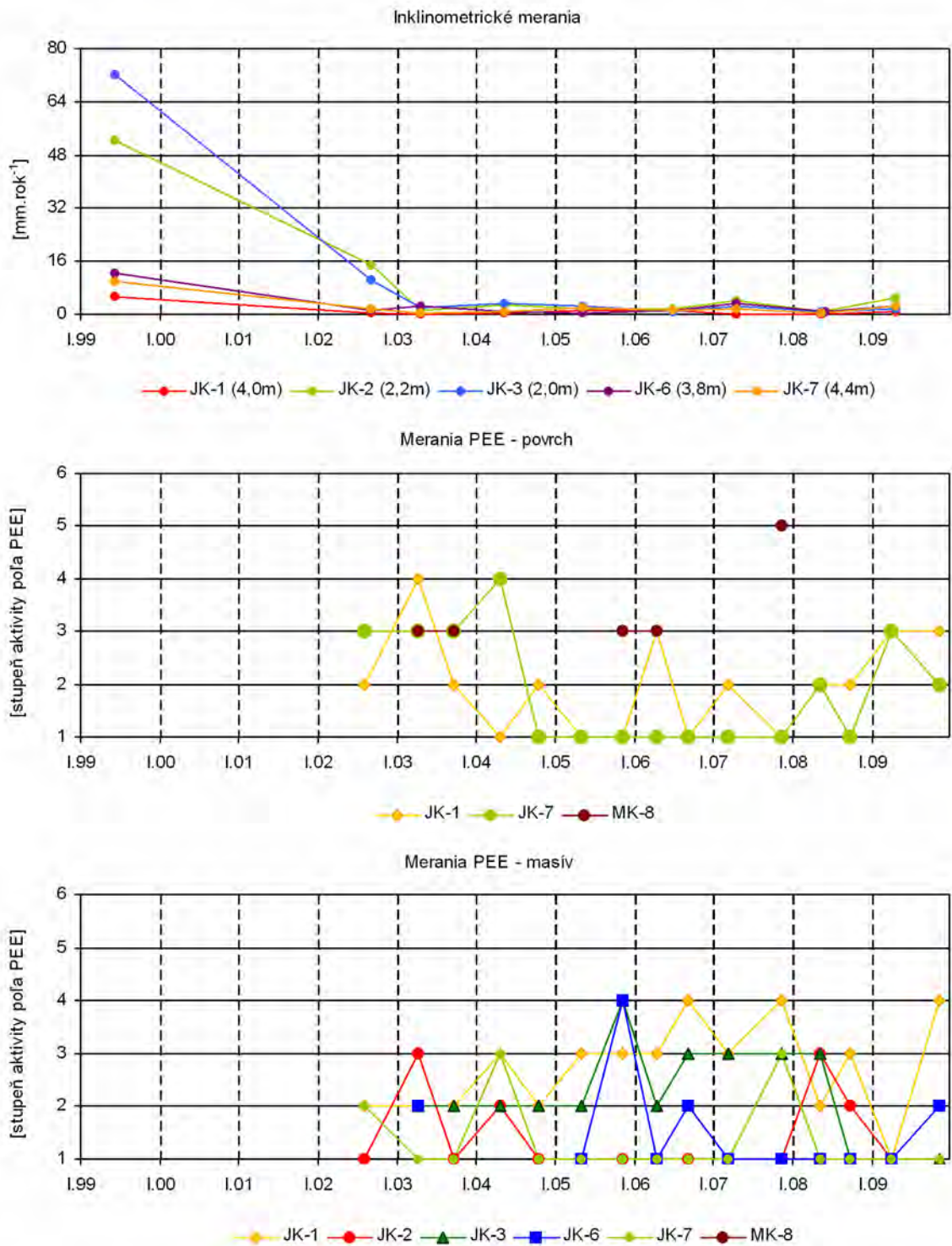


Obr.2.1.23a: Lokalita Handlová-Kunešovská cesta. Výsledky inklinometrických meraní a merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie aktívneho zosuvu z jesene 1998, 2 – hranica starších svahových deformácií, 3 – inklinometrické vrty, 4 – geodetické body, 5 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, 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 zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)



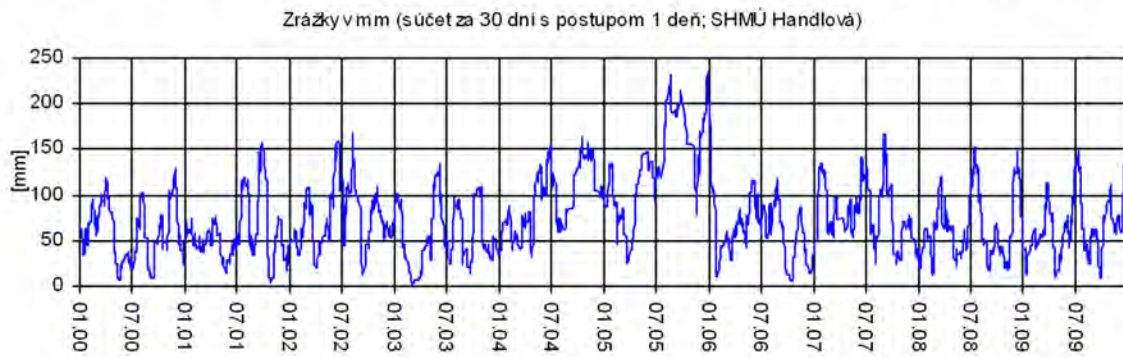
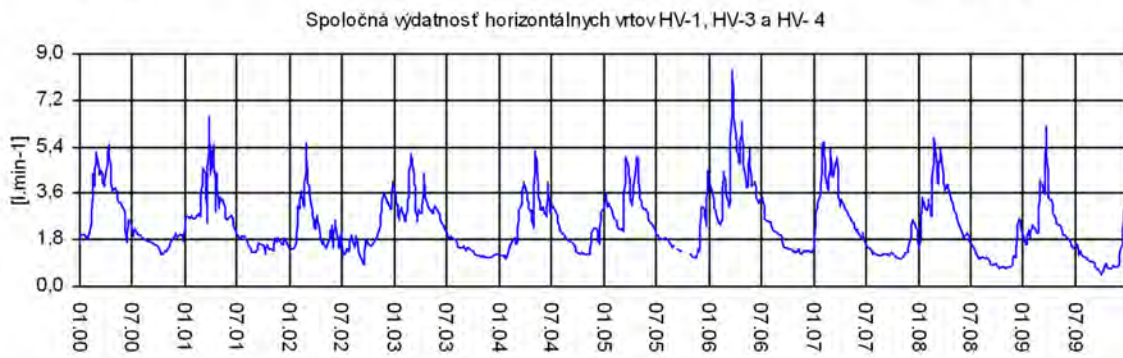
Obr. 2.1.23b: Lokalita Handlová-Kunešovská cesta. Výsledky režimových pozorovaní. 8 – pozorované vrty, 9 – horizontálne odvodňovacie vrty, 10 – stabilizačno-odvodňovacie rebrá (A, B, C) a bočné drenážne rebrá (A1, A2 atď.), 11 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008,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



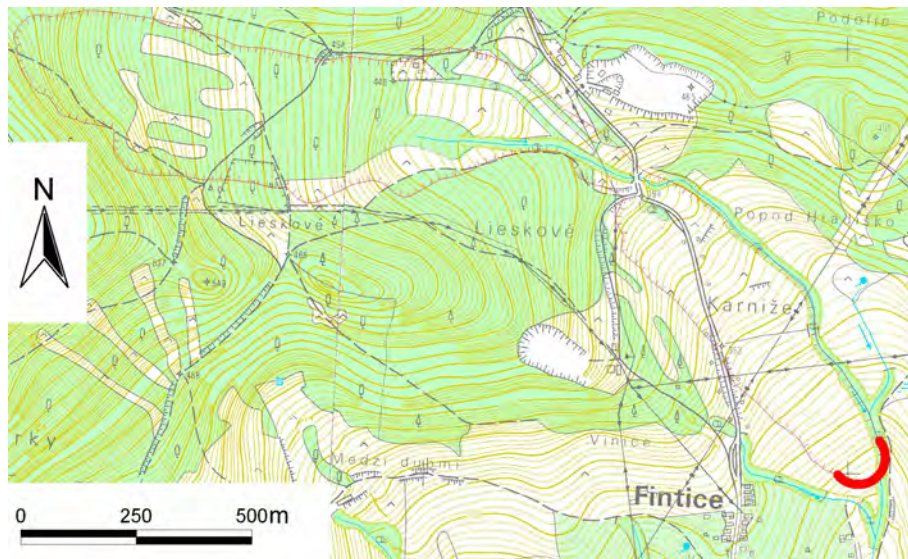


Obr. 2.1.24: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlová-Kunešovská cesta





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

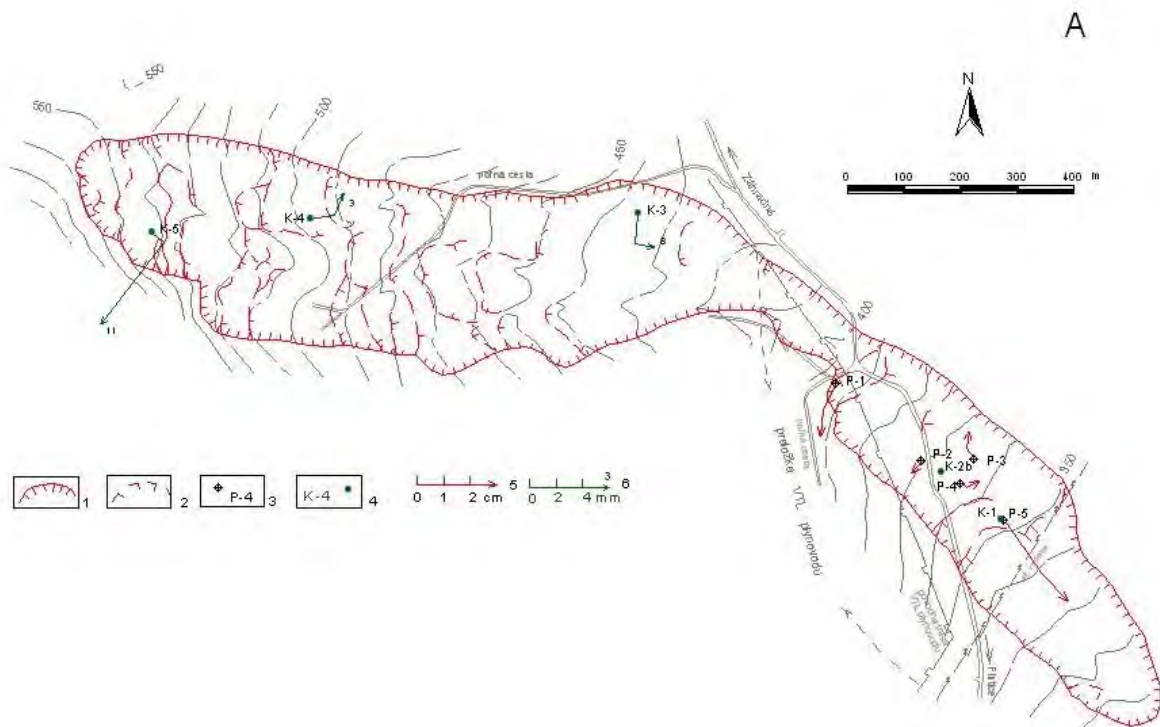


Obr. 2.1.26: Lokalizácia čela prúdového zosuvu pri obci Fintice

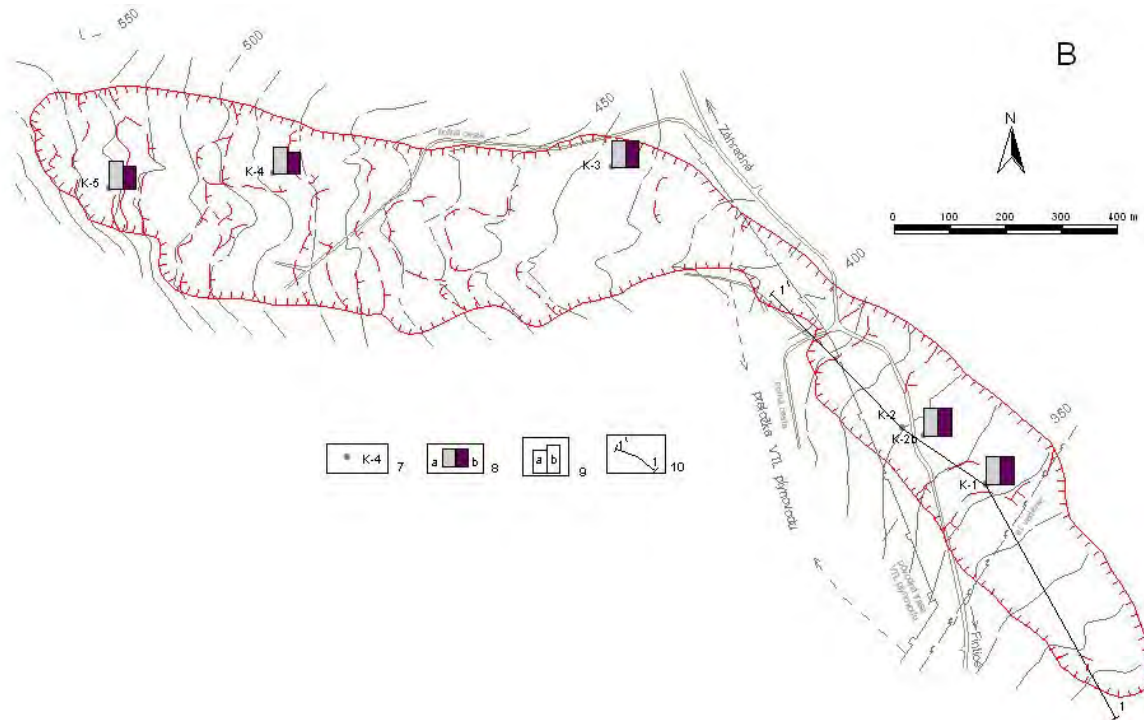




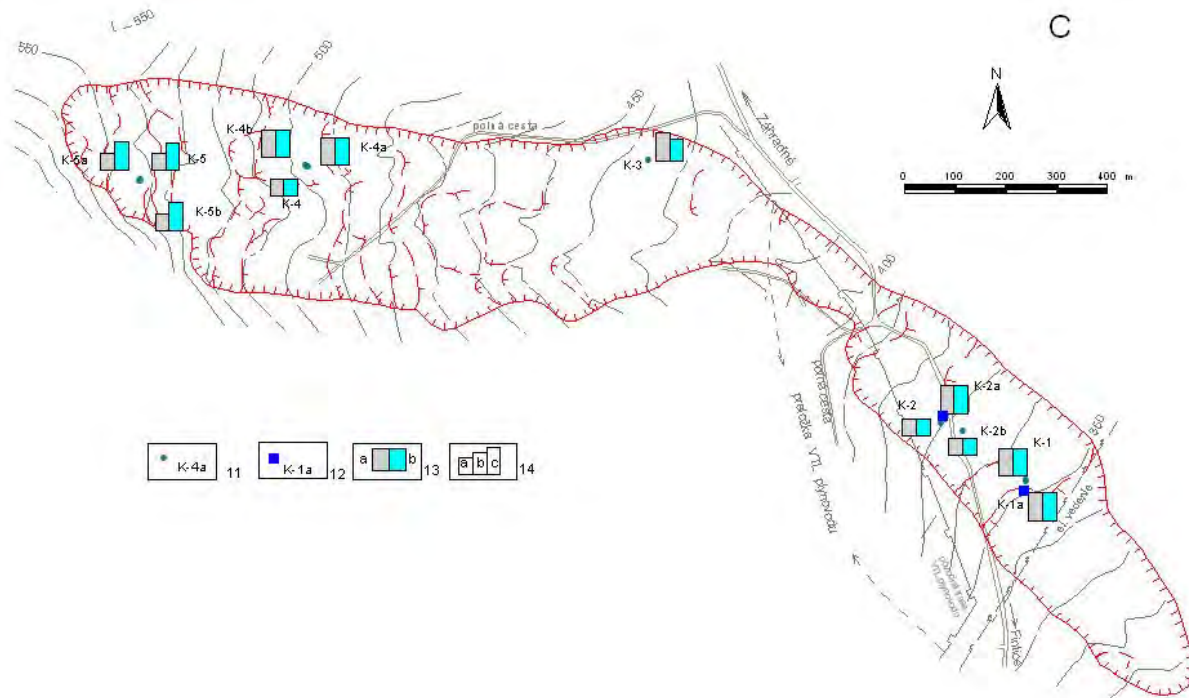
Obr. 2.1.27: Pohľad na prúdový zosuv pri obci Fintice. Obvod zosuvu je ohraničený červenou líniou (foto Ľ. Petro, 2002)



Obr. 2.1.28a: Lokalita Fintice – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie aktívneho zosuvu, 2 – dielčie zosuvy a zátzrhy, 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 zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m)

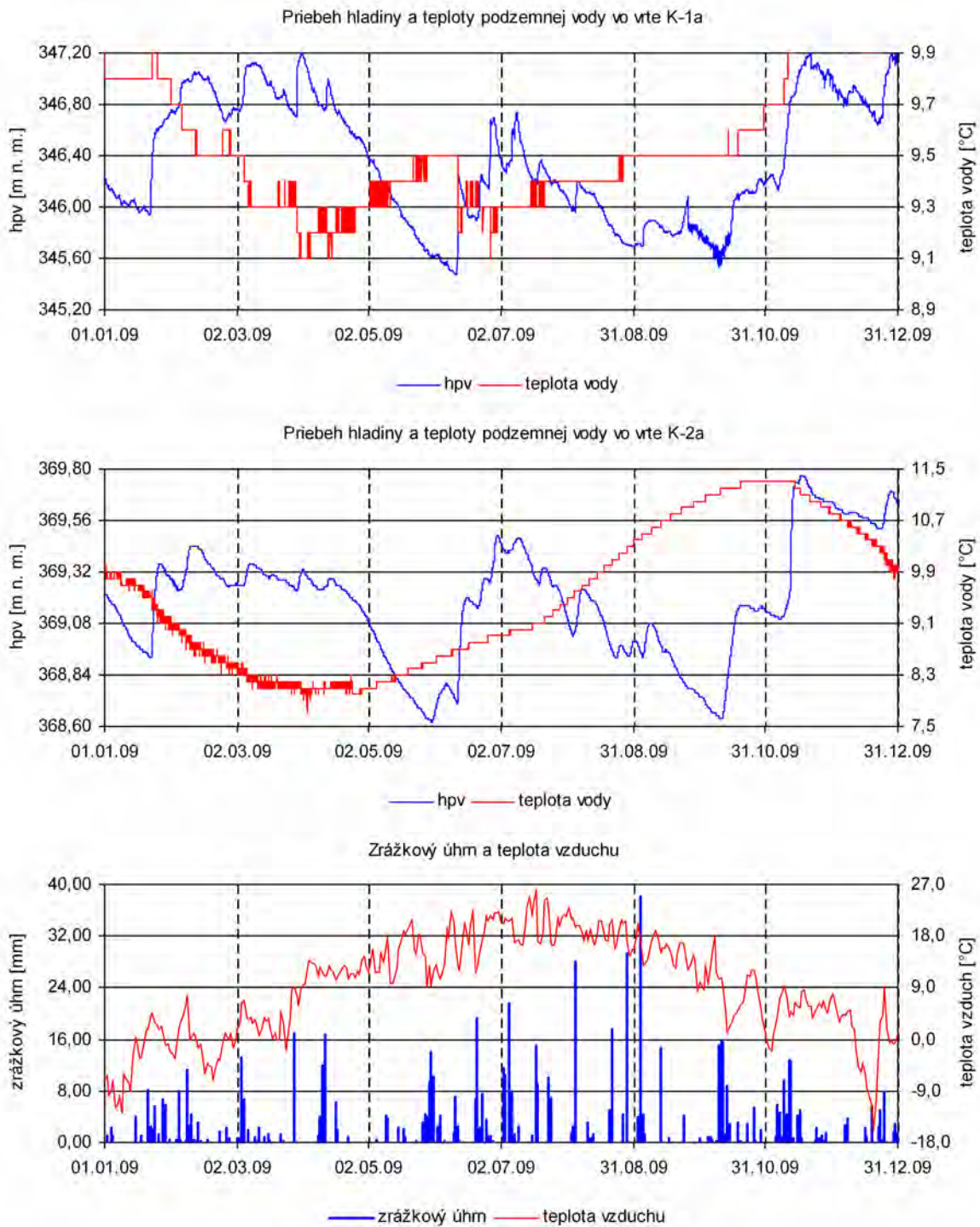


Obr. 2.1.28b: Lokalita Fintice – výsledky merania poľa PEE. 7 – označenie vrto, 8 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 9 – hodnotenie aktivity poľa PEE podľa kritérií tab. 2.1.5: a – stredná aktivita poľa (stupeň 2), b – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3), 10 – línie profilov pre stabilné výpočty

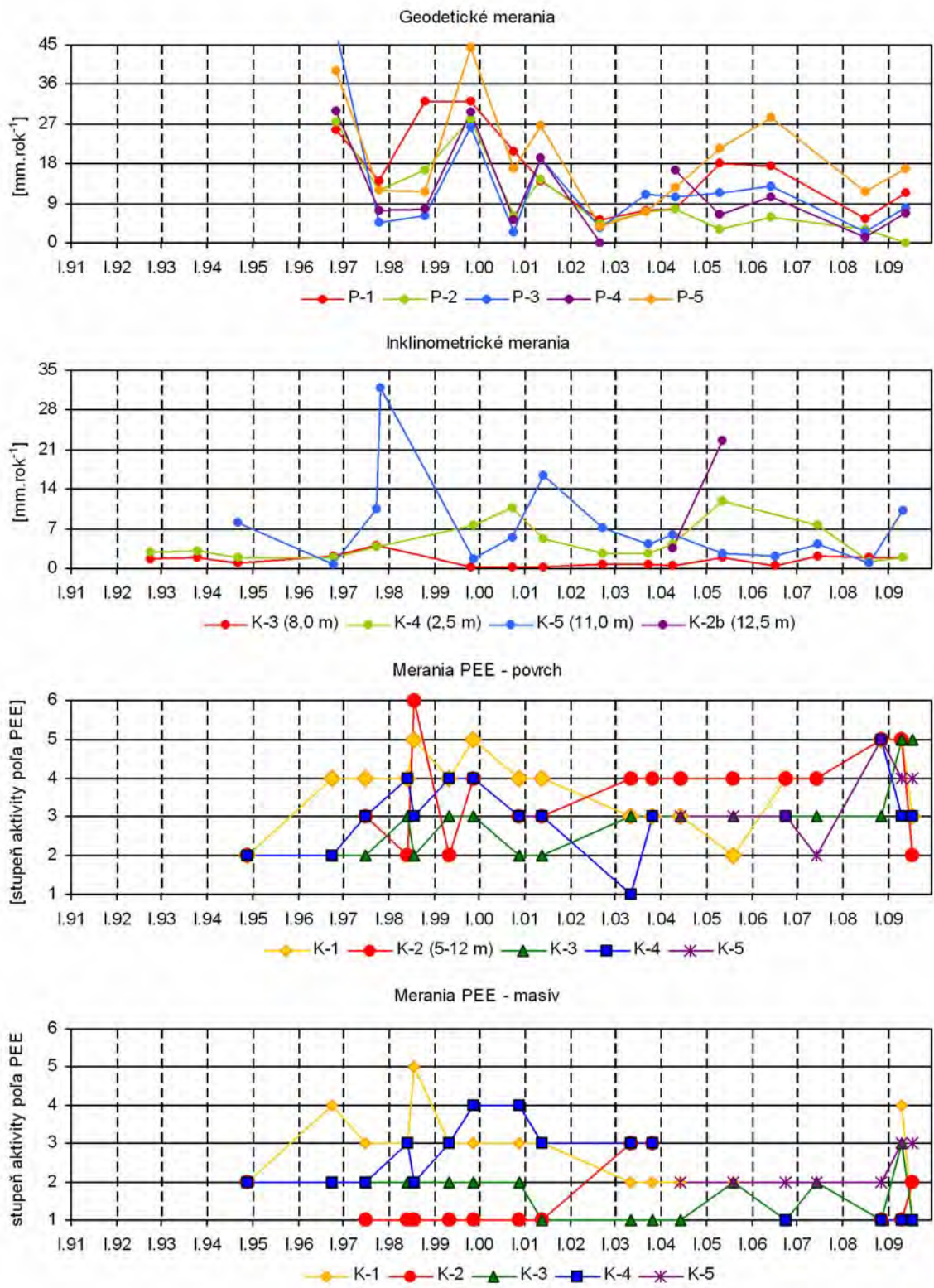


Obr. 2.1.28c: Lokalita Fintice – výsledky režimových pozorovaní. 11 – vrty, v ktorých sa meria hĺbka hladiny podzemnej vody, 12 – vrty s automatickými hladinomermi, 13 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 14 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), 3 – stav nepriaznivý (stupeň 3)



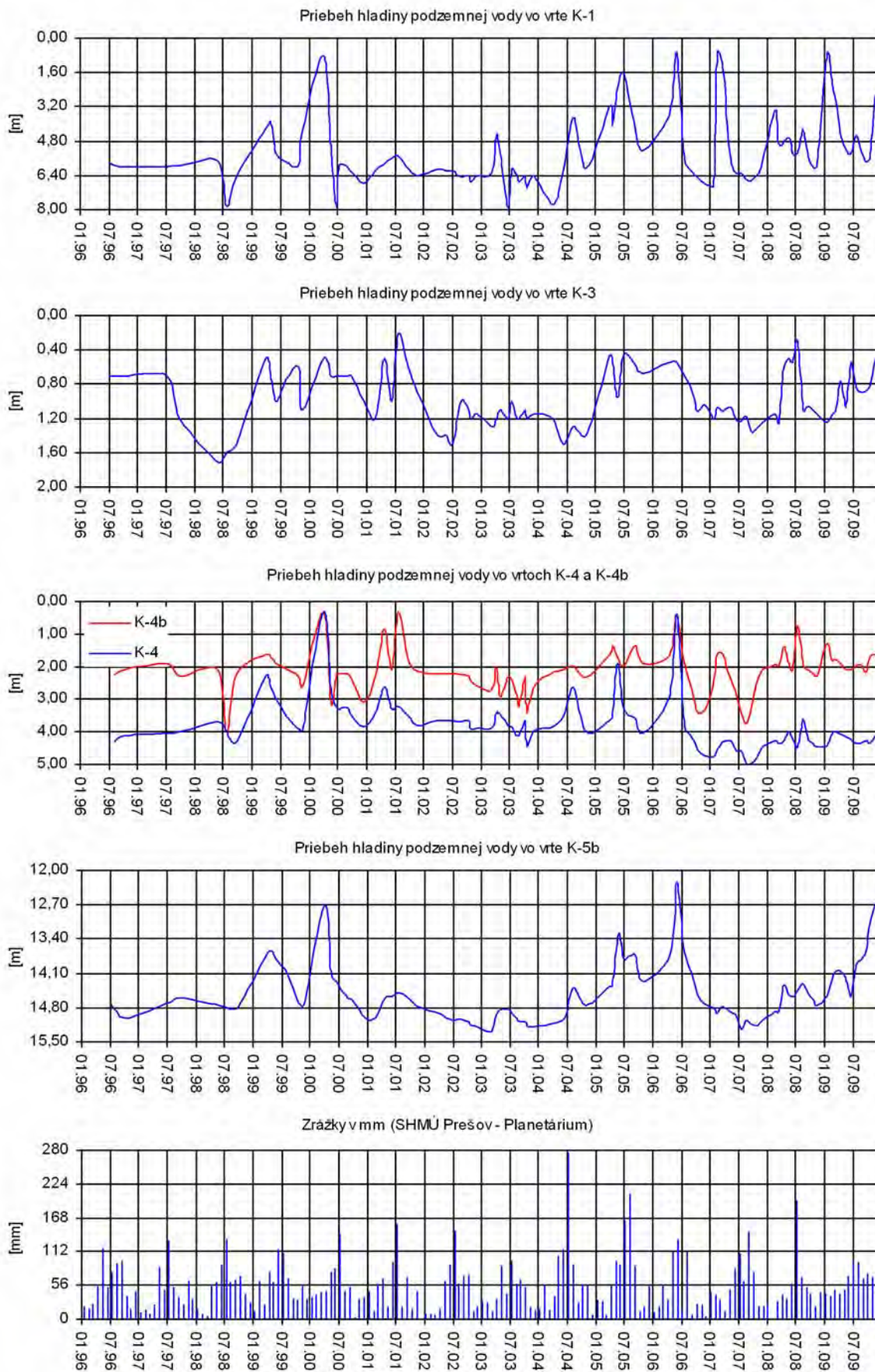


Obr. 2.1.29: Záznamy automatických hladinomerov na lokalite Fintice za rok 2009. Hladinomyery sú umiestnené vo vrtách K-1a a K-2a. Zmeny úrovne hladiny podzemnej vody (hvp) sú znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a hodnotami teploty vzduchu nameranými na stanici SHMÚ Prešov-Planetárium (indikatív 59160)

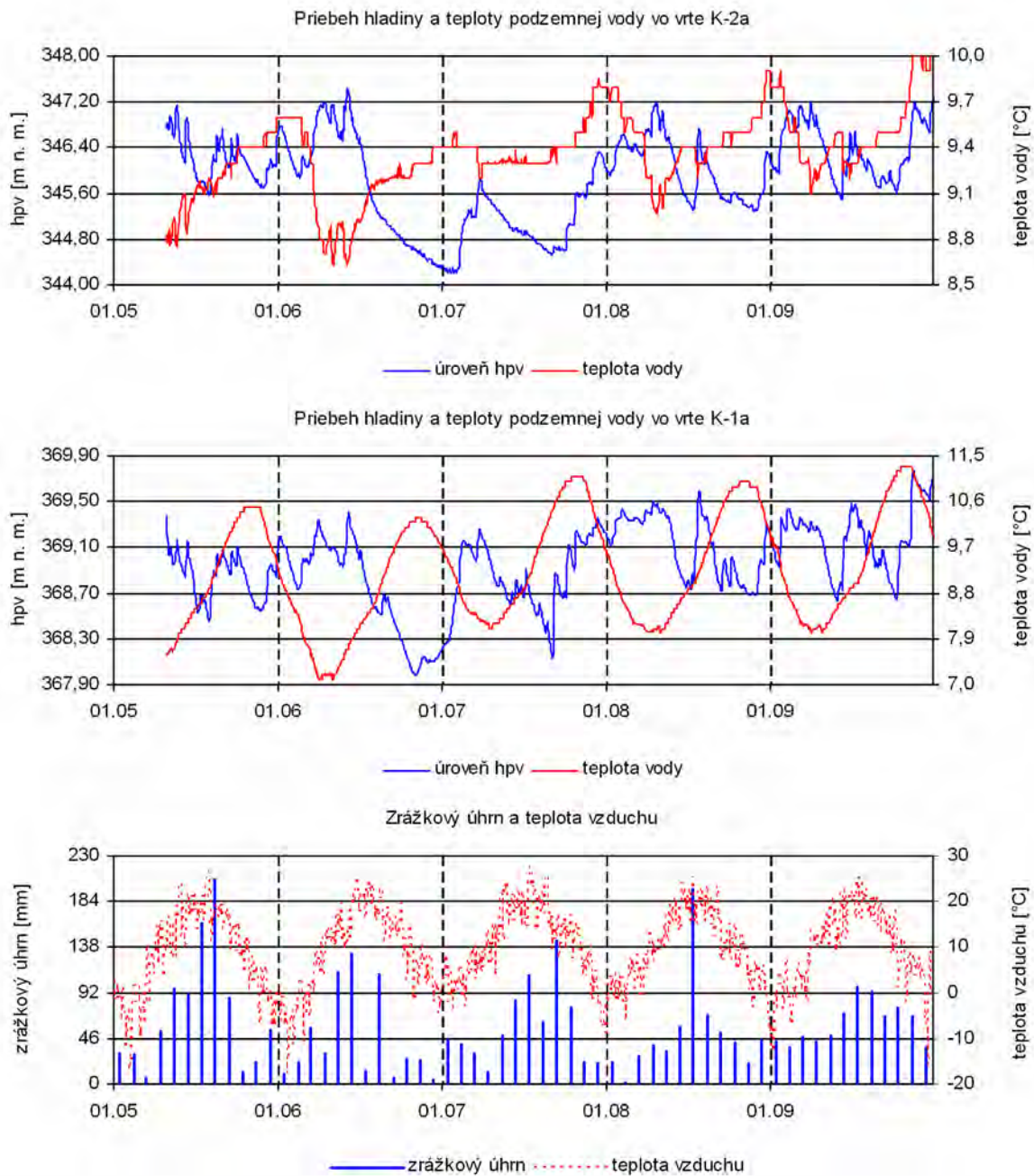


Obr. 2.1.30: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Fintice

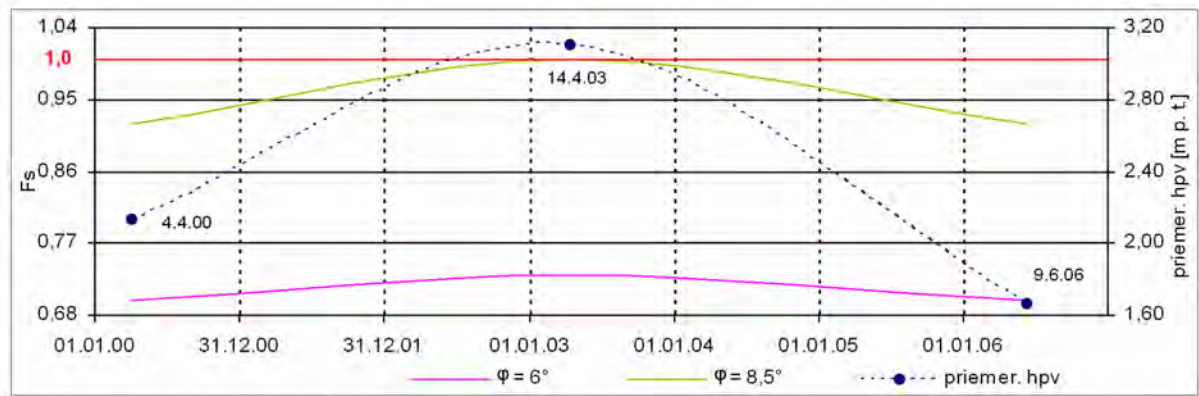




Obr. 2.1.31: Dlhodobé výsledky režimových pozorovaní na lokalite Fintice

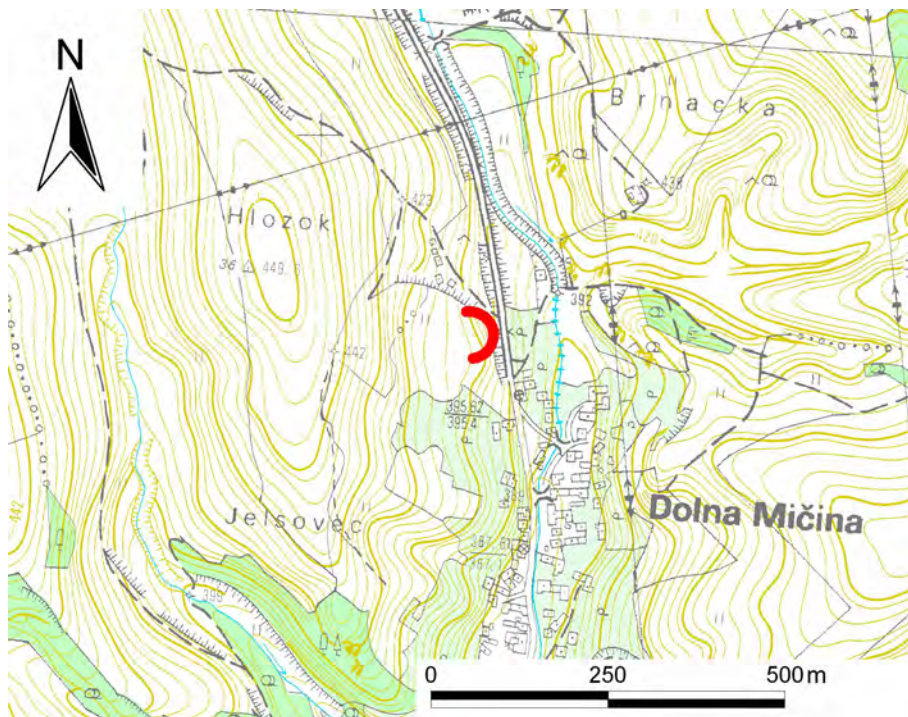


Obr. 2.1.32: Dlhodobý priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomeri, umiestnenými vo vrtoch K-1a a K-2a na lokalite Fintice spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Prešov-Planetárium



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

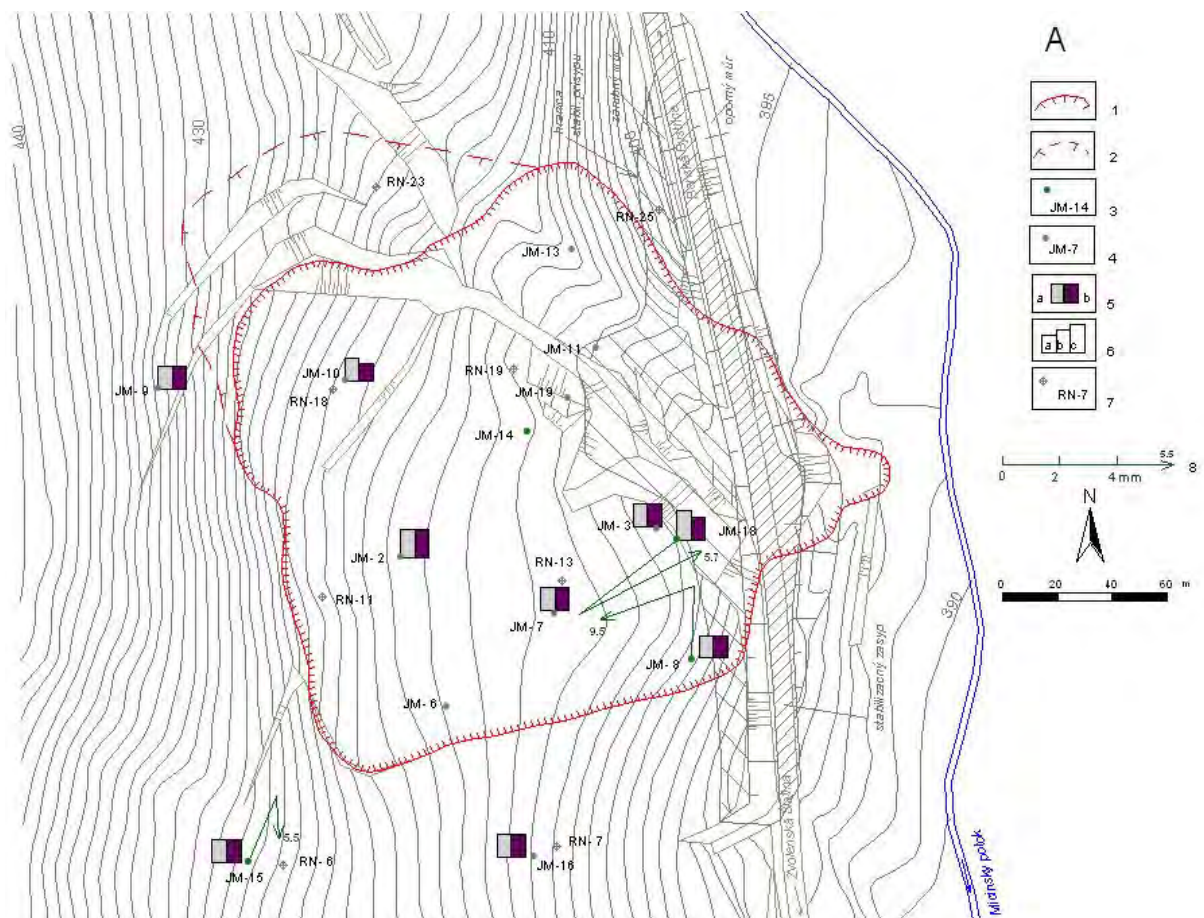




Obr. 2.1.34: Lokalizácia čela zosuvu pri obci Dolná Mičina

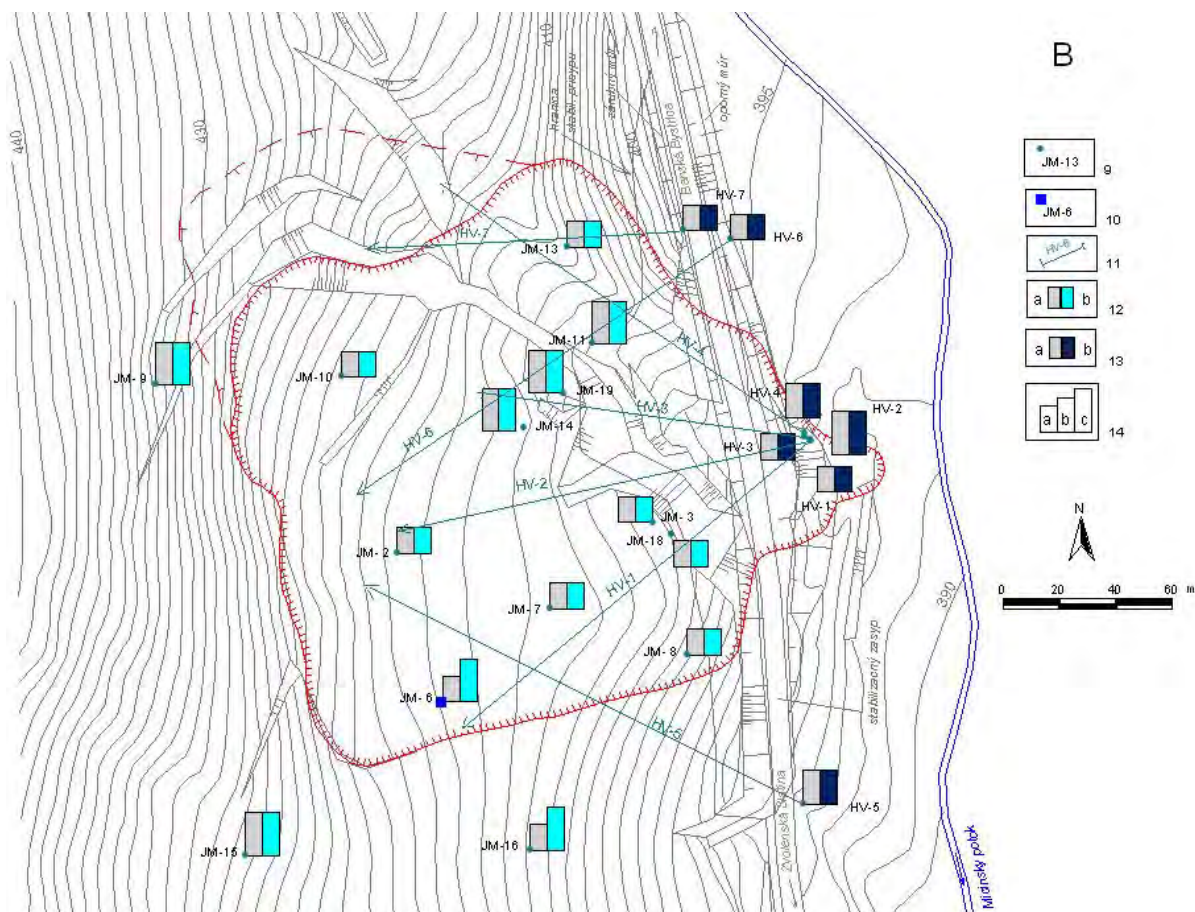


Obr. 2.1.35: Pohľad na sanovaný zosuv pri obci Dolná Mičiná (foto P. Wagner, 2007)

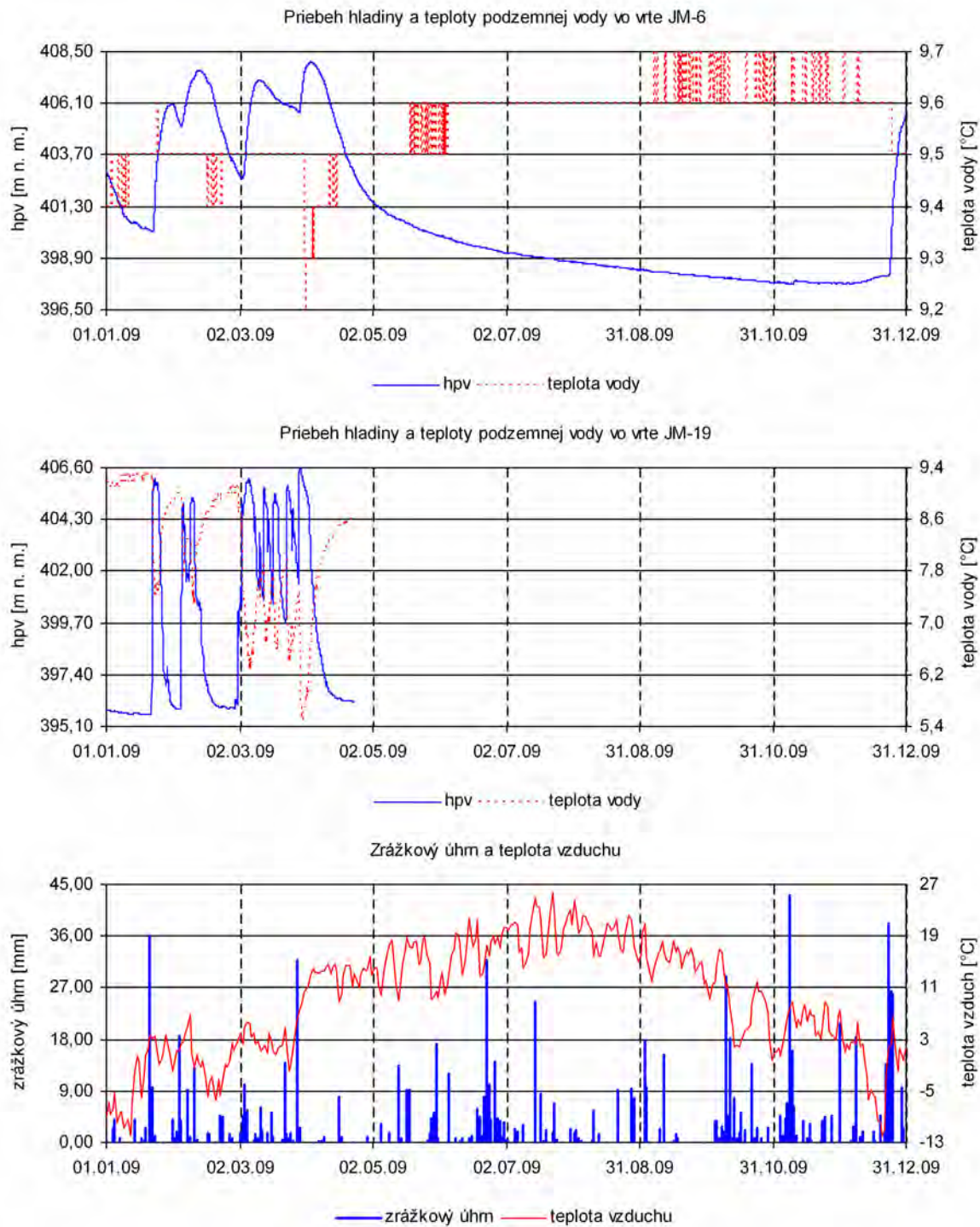


Obr. 2.1.36a: Lokalita Dolná Mičiná – výsledky inklinometrických meraní a merania poľa PEE. 1 – ohraničenie aktívneho zosuvu z roku 1994, 2 – čiastkový zosuv, 3 – vrty s meraniami presnej inklinometrie, 4 – ostatné vrty, 5 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 6 – hodnotenie poľa PEE podľa 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 zaznamenanaj deformácie od povrchu terénu v m)



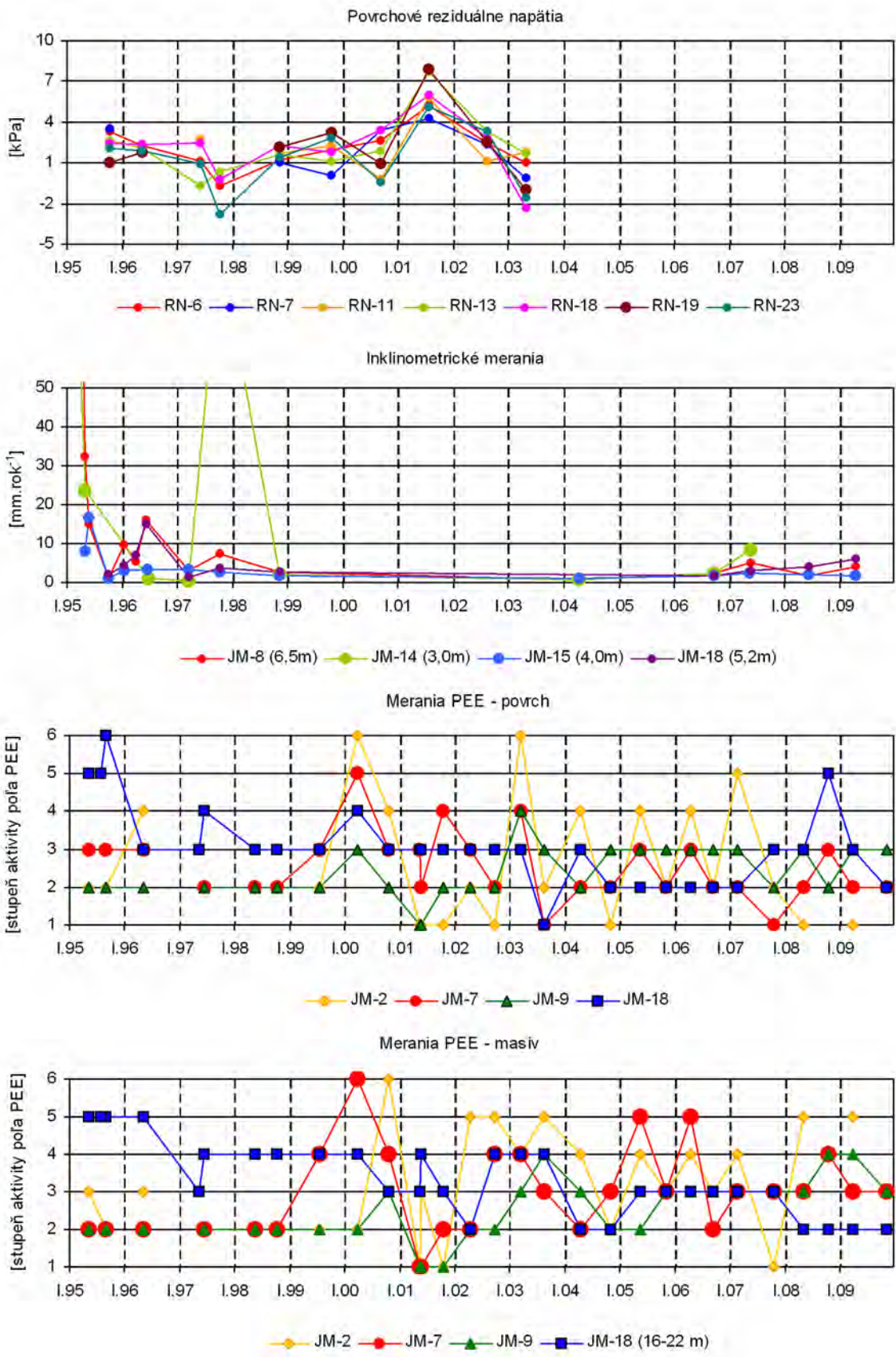


Obr. 2.1.36b: Lokalita Dolná Mičina – výsledky režimových pozorovaní. 9 – vertikálne piezometrické vrty, 10 – vrty s automatickými hladinomeri, 11 – horizontálne odvodňovacie vrty, 12 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 13 – režimové pozorovania zmien 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 až  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

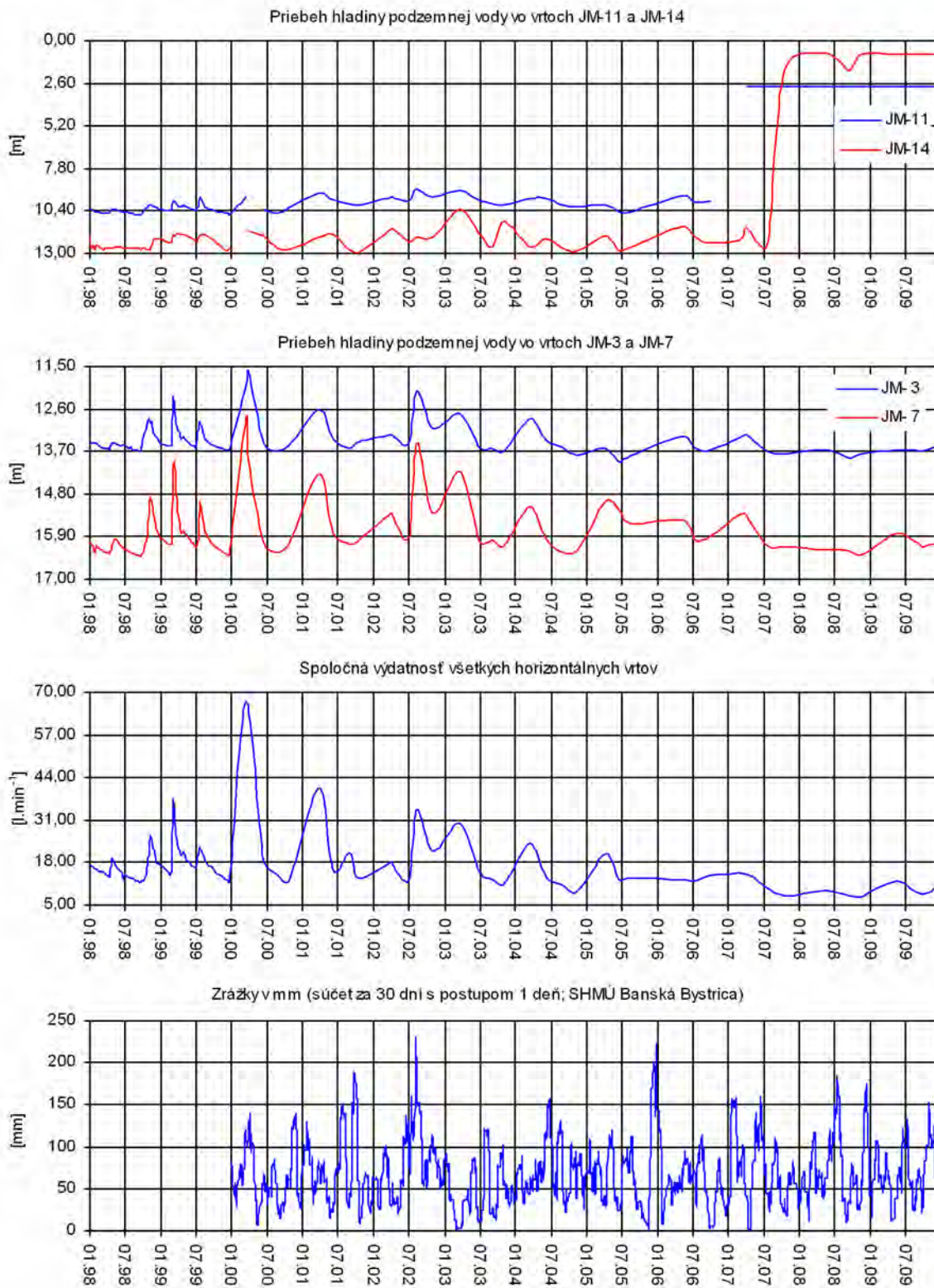


Obr. 2.1.37: Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (hpv) a teploty vody zaznamenaný v roku 2009 automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch JM-6 a JM-19 na lokalite Dolná Mičiná, spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300)



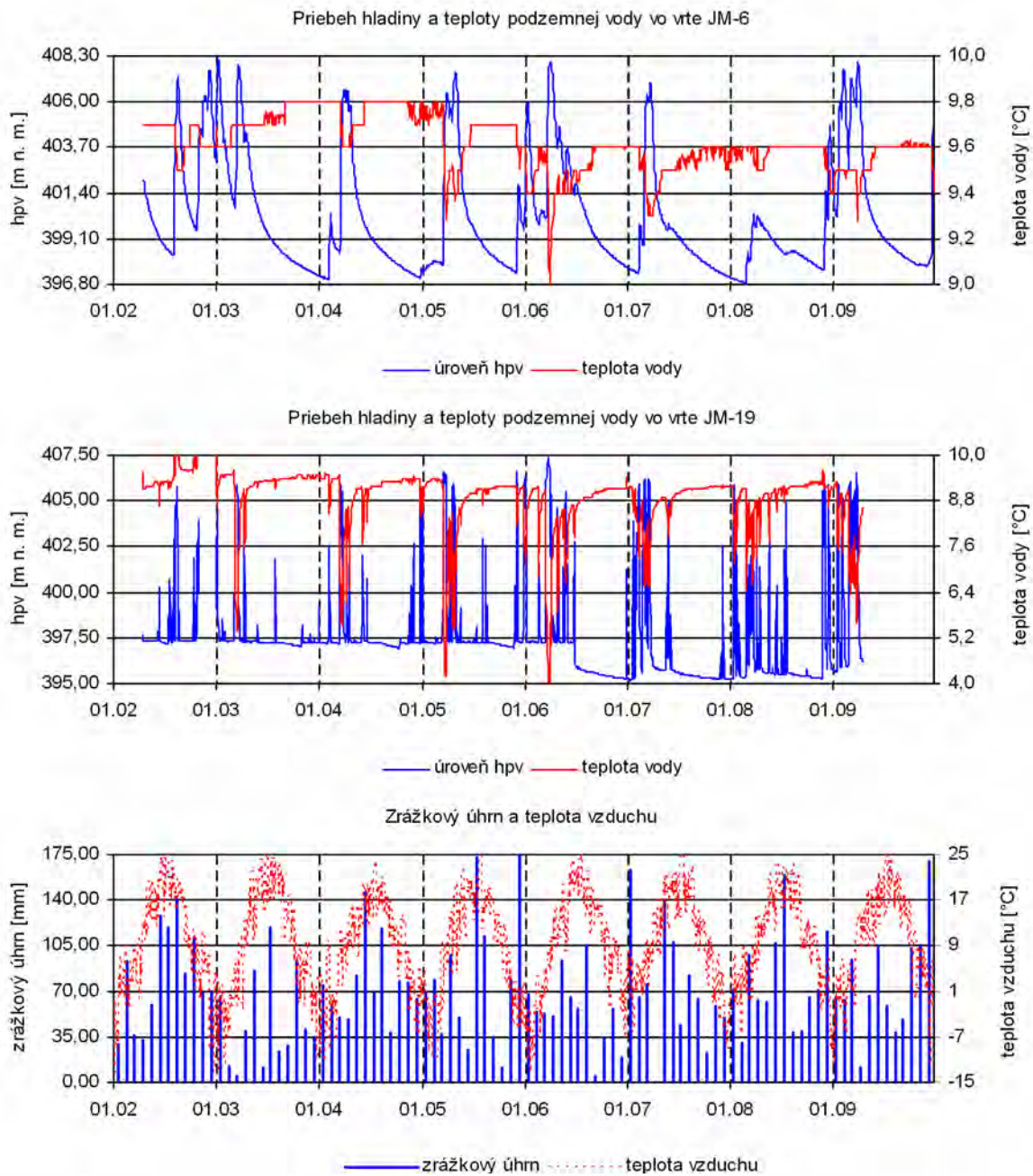


Obr. 2.1.38: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Dolná Mičiná

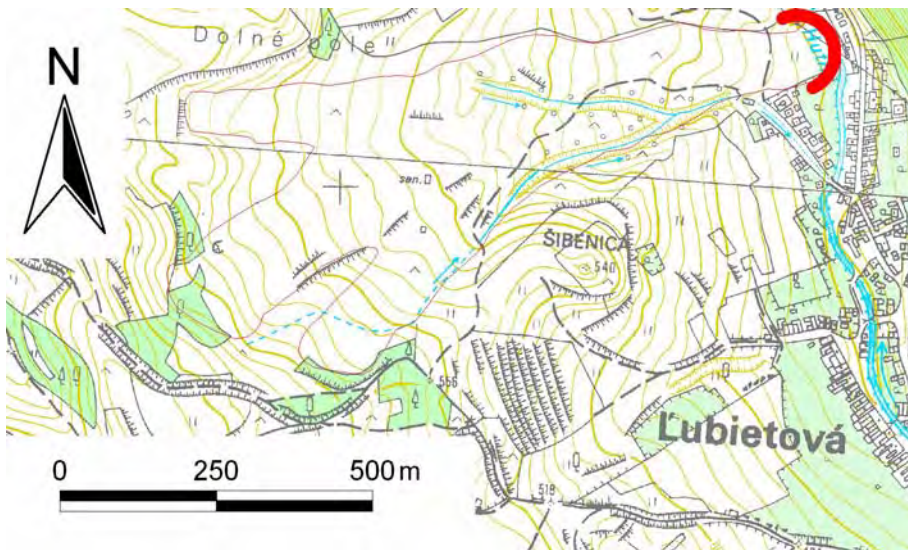


Obr. 2.1.39: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Dolná Mičina





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

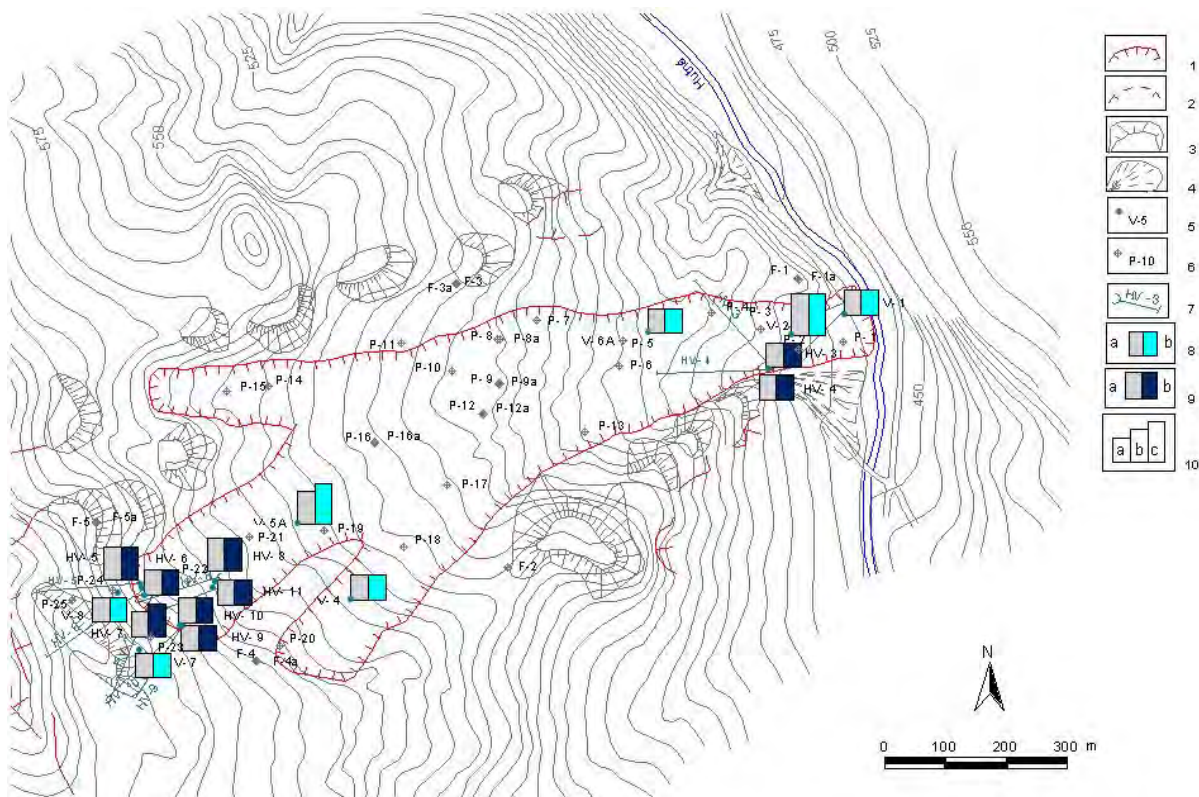


Obr. 2.1.41: Lokalizácia zosuvu na SZ okraji obce Lubietová. Značka prúdového zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti

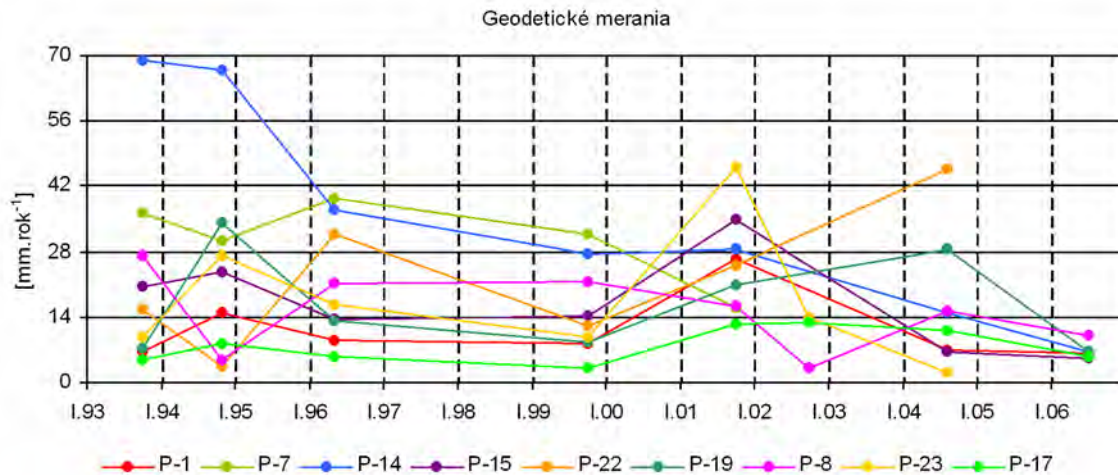


Obr. 2.1.42: Pohľad od pevného bodu F-4 na časť transportačnej oblasti zosuvu v Ľubietovej  
(foto P. Wagner, 2002)

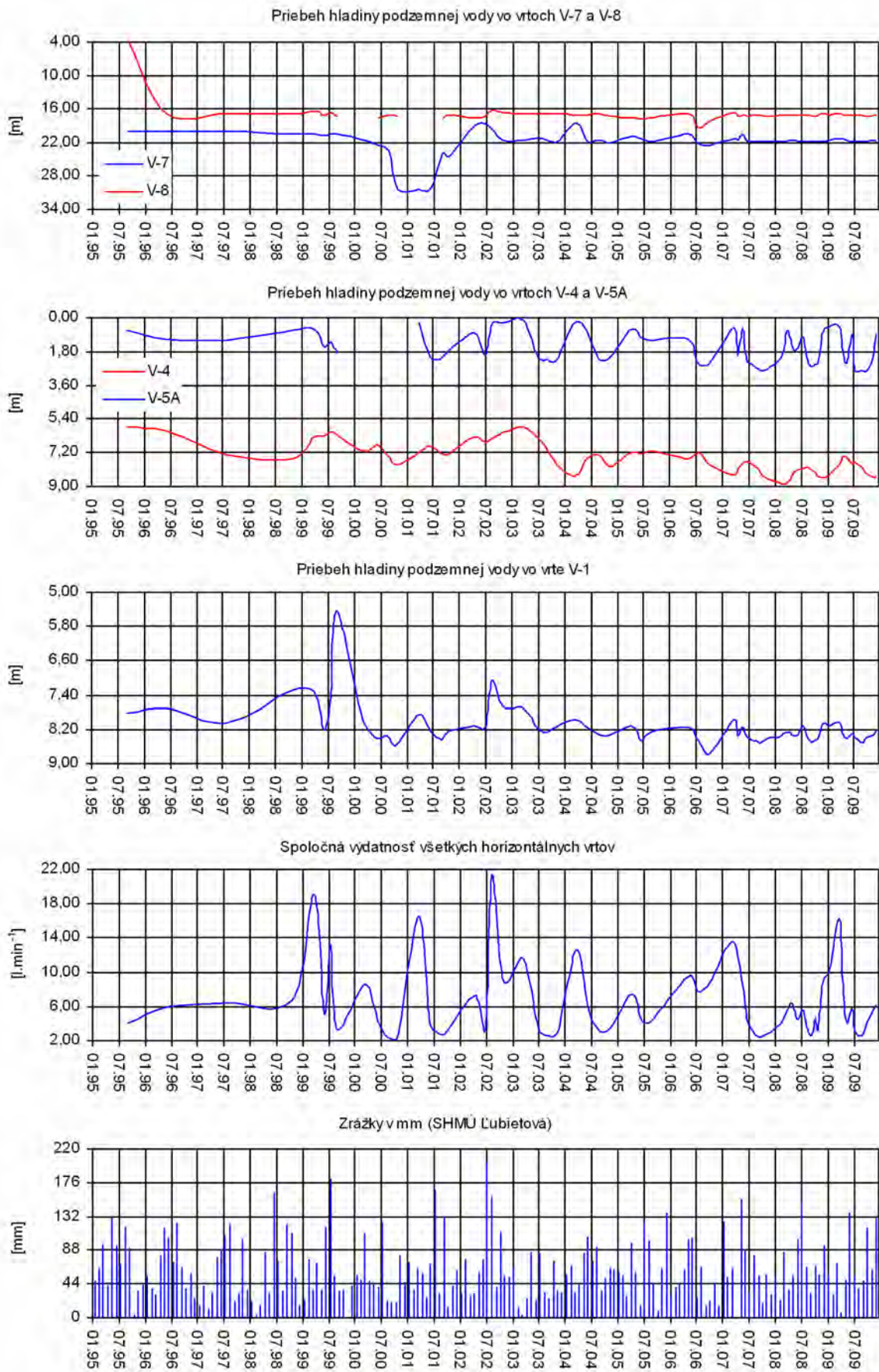




Obr. 2.1.43: Lokalita Ľubietová – výsledky režimových pozorovaní v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie aktívneho zosuvu, 2 – čiastkové zosuvy a zátrhy, 3 – bloky a blokové polia vulkanických hornín, 4 – náplavové kužele, 5 – vertikálne piezometrické vrty, 6 – geodetické body, 7 – odvodňovacie horizontálne 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  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť  $1 \text{ až } 3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3)

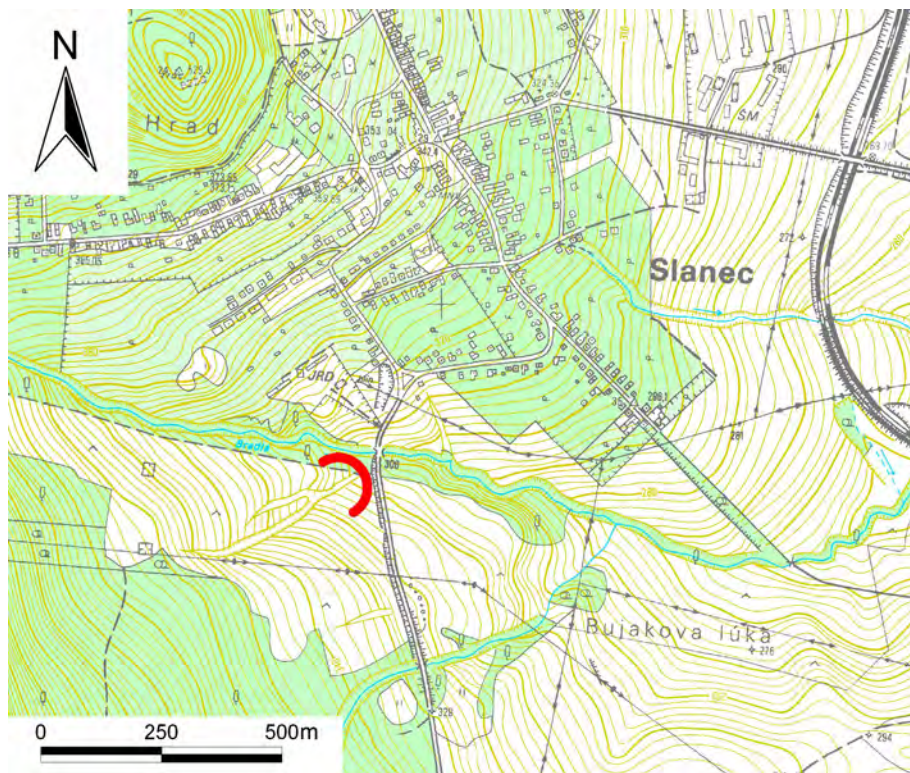


Obr. 2.1.44: Dlhodobé zmeny polohy pozorovaných bodov, zistené geodetickými metódami na lokalite Ľubietová



Obr. 2.1.45: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrto na lokalite Ľubietová, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ v Ľubietovej (indikatív 34100)



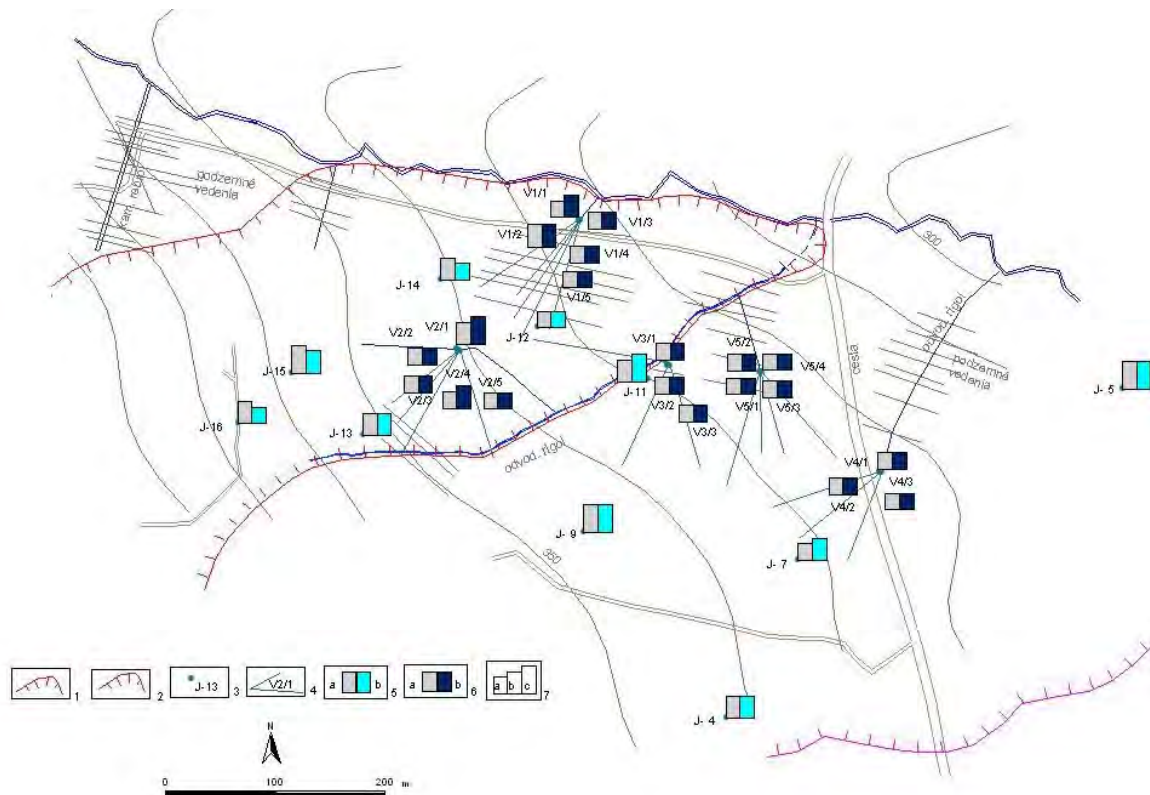


Obr. 2.1.46: Lokalizácia zosuvu južne od obce Slanec. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti

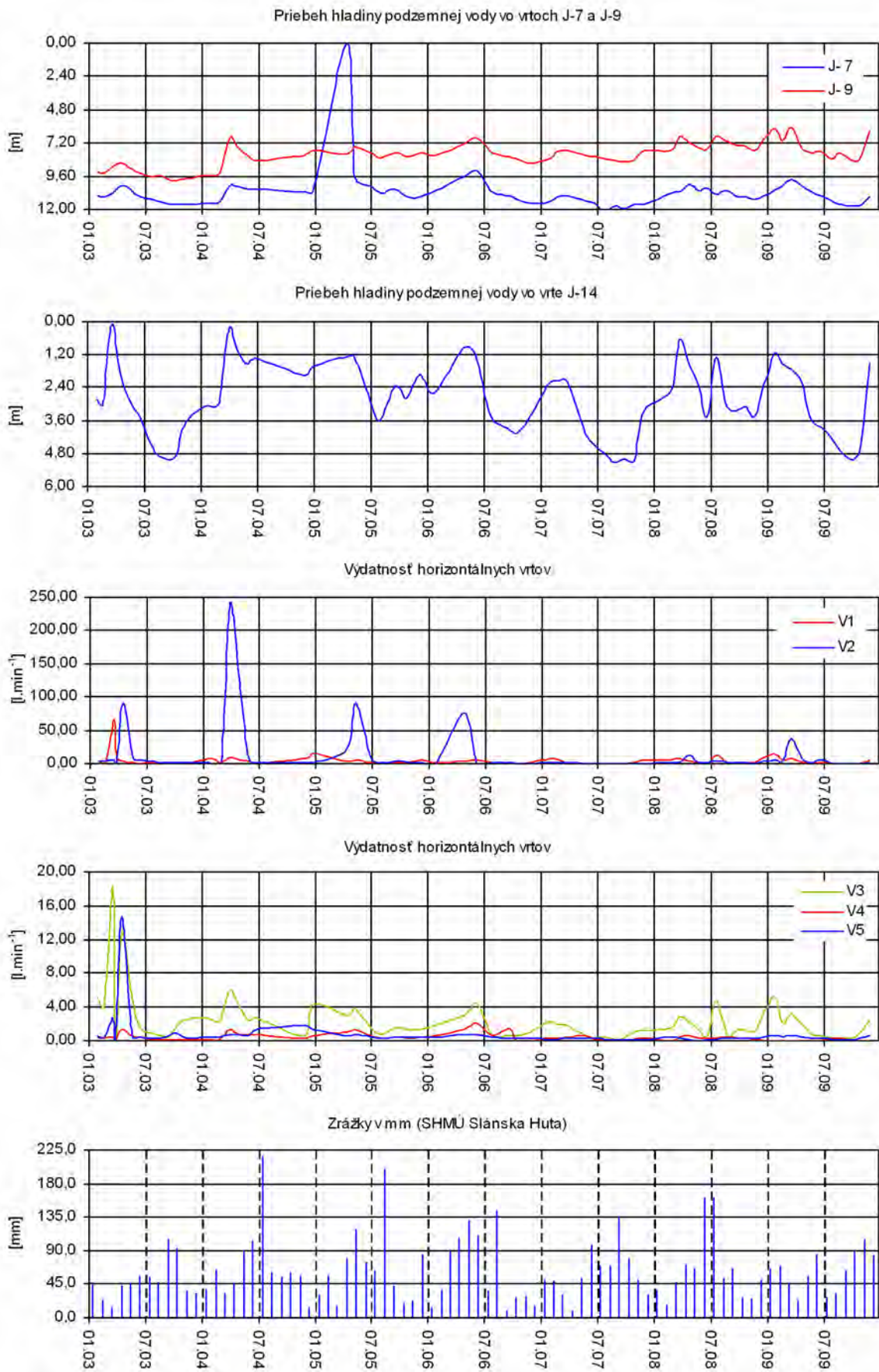


Obr. 2.1.47: Celkový pohľad na zosuvný svah pri Slanci. V popredí údržba jednej z vetiev tranzitného plynovodu (foto Ľ. Petro, 2007)



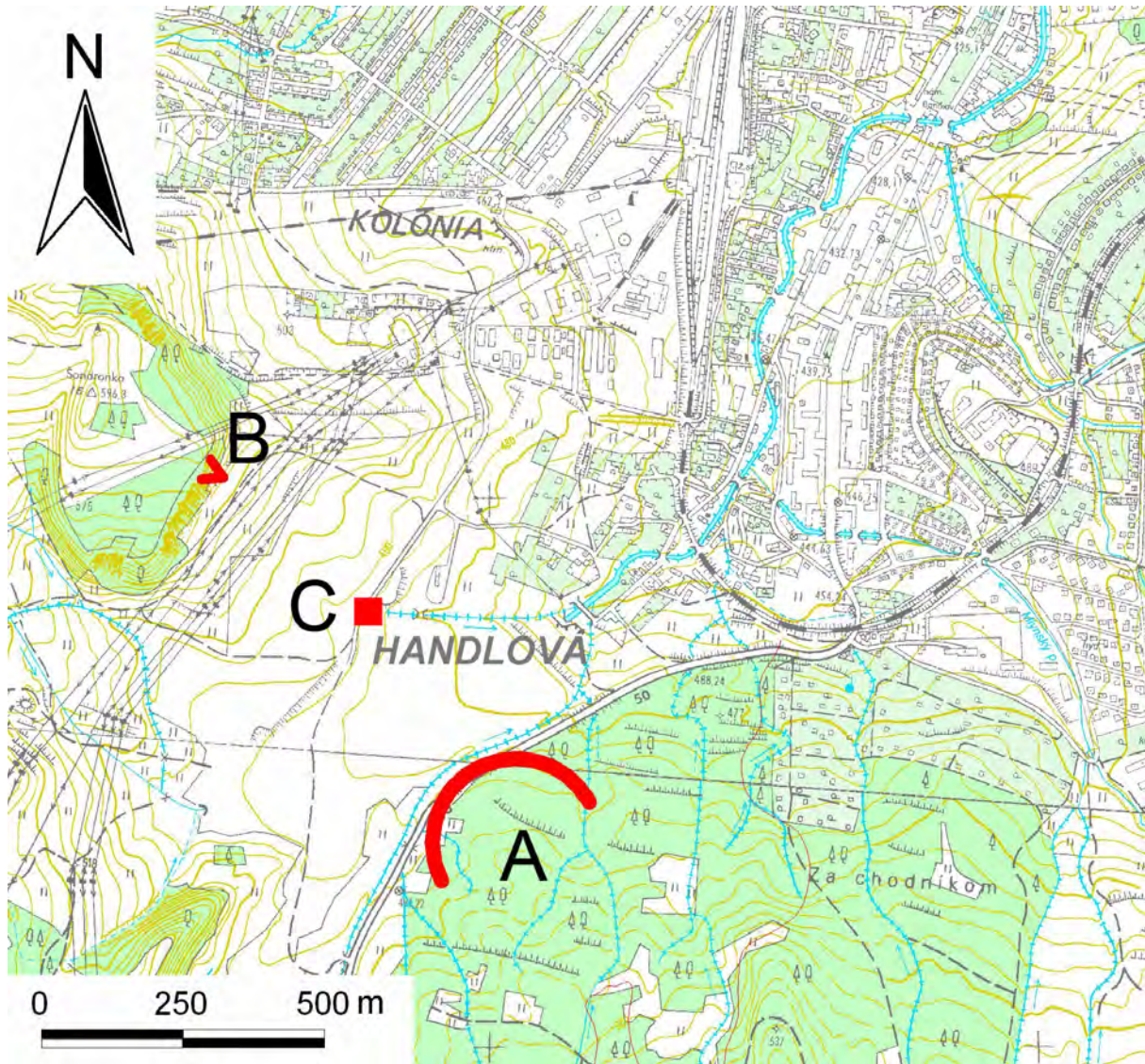


Obr. 2.1.48: Lokalita Slanec-TP. Situácia sanačných a monitorovacích objektov a výsledky režimových pozorovaní. 1 – ohraničenie časti aktívneho zosuvu, 2 – ohraničenie časti potenciálneho zosuvu, 3 – piezometrické vrty, 4 – vejáre horizontálnych odvodňovacích vrtov, 5 – režimové pozorovania zmien hĺbky 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  $1 \text{ l.min}^{-1}$  v horizontálnych vrtoch, b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), resp. priemerná výdatnosť 1 až  $3 \text{ l.min}^{-1}$ , c – stav nepriaznivý (stupeň 3), resp. priemerná výdatnosť nad  $3 \text{ l.min}^{-1}$

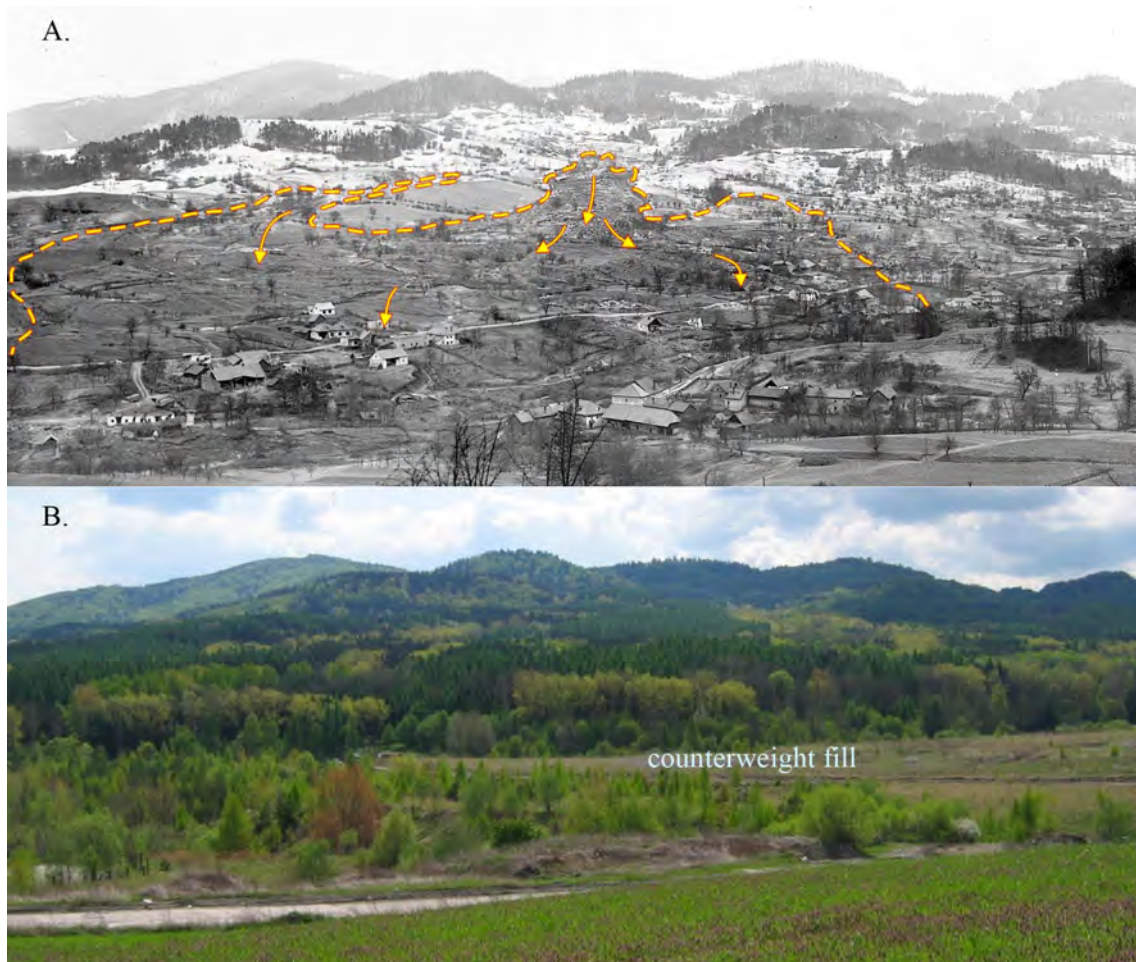


Obr. 2.1.49: Výsledky dlhodobého spracovania režimových pozorovaní z vybraných vrtoch na lokalite Slanec-TP, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51160)



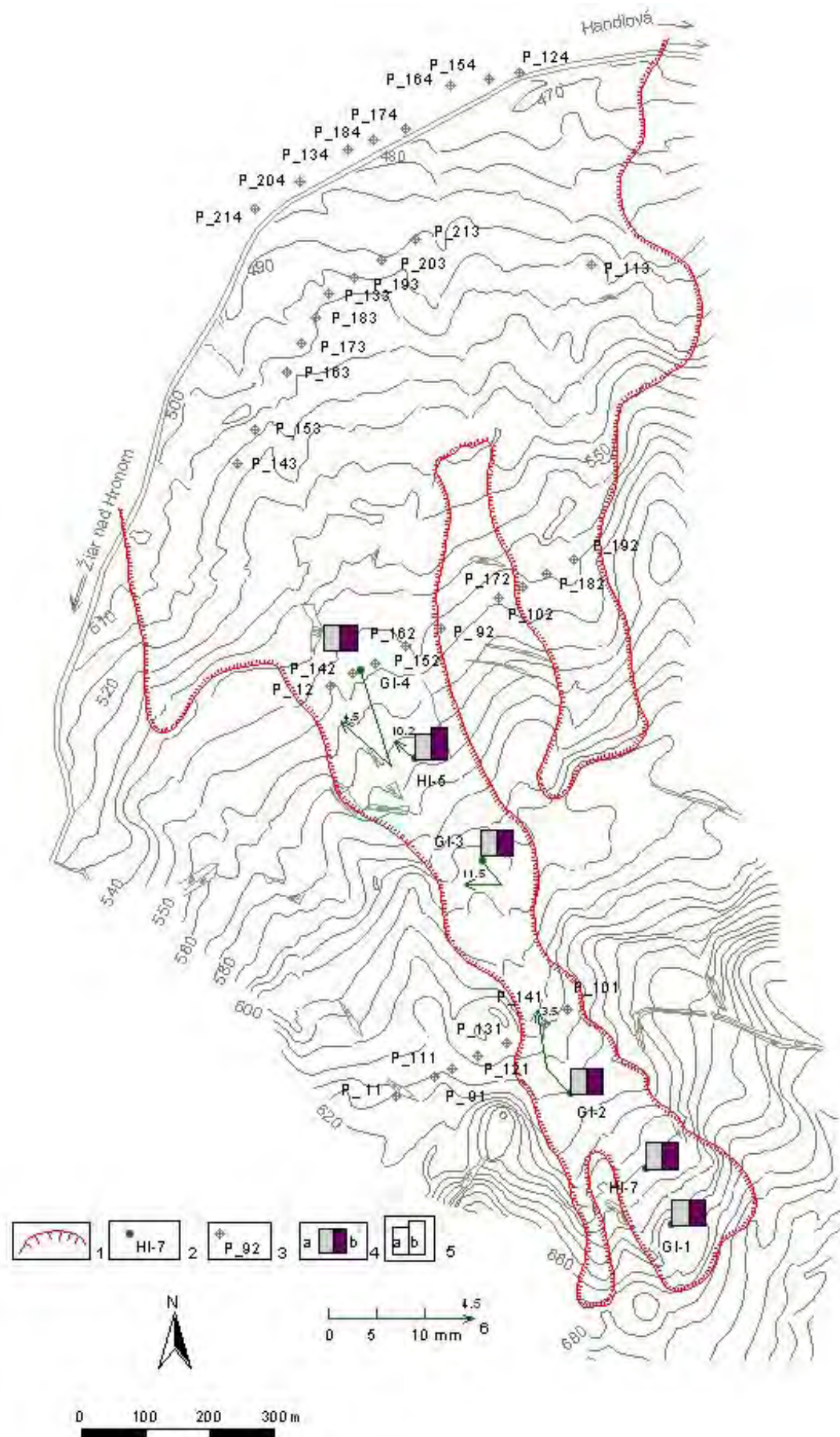


Obr. 2.1.50: Lokalizácia monitorovaných území na južnom okraji mesta Handlová. A – katastrofálny handlovský zosuv; zosuvná značka je v čele zosuvnej akumulácie, B – stanovisko pre monitorovanie rýchlosti zvetrávania a rozpadu horninového masívu (Handlová-Baňa), C – priestor Stabilizačného násypu



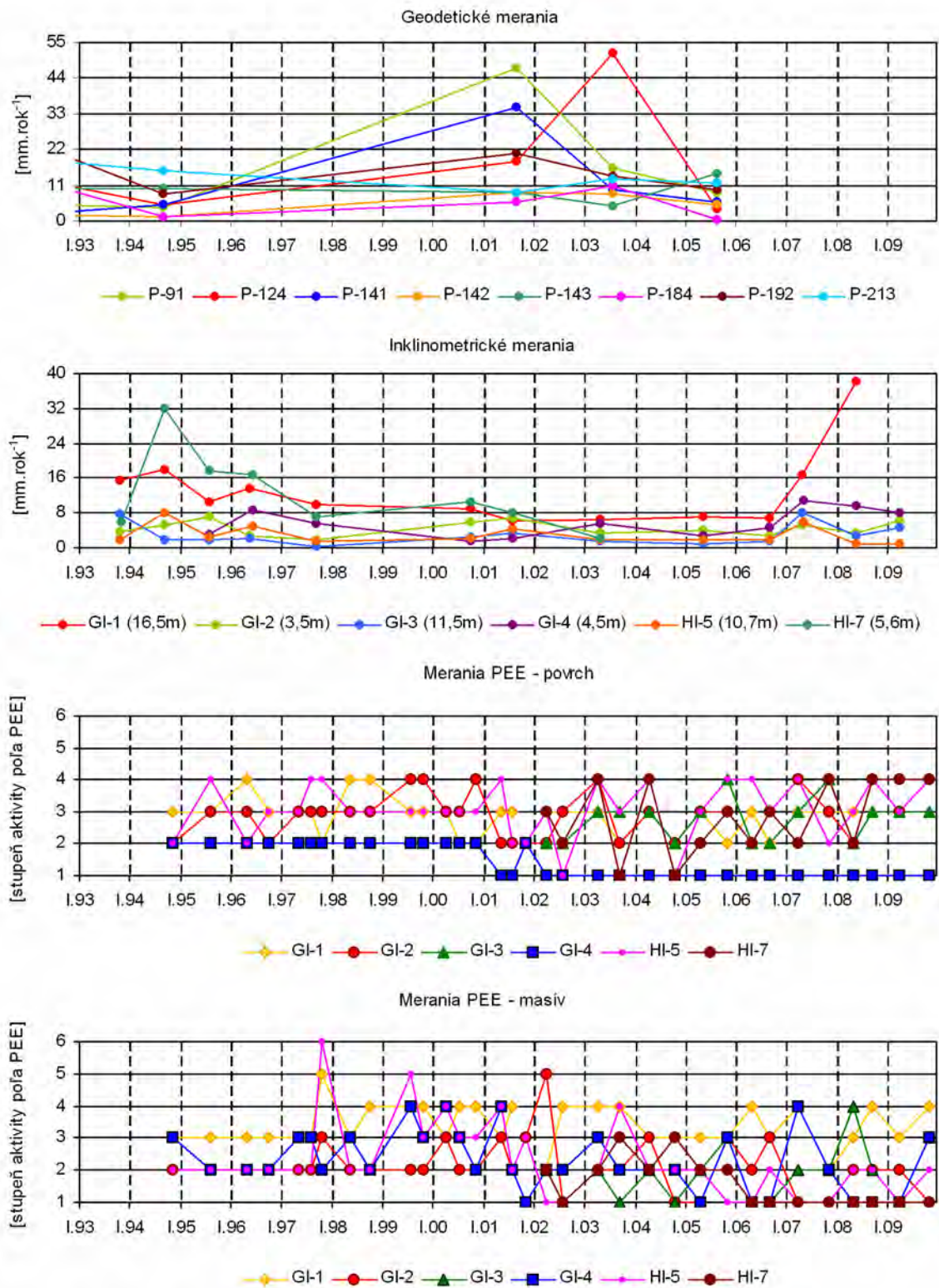
Obr. 2.1.51: Pohľad na katastrofálny handlovský zosuv. A. – po zosuvnom pohybe v rokoch 1960/1961 (foto A. Nemčok a J. Malgot, 1961), B. – súčasný stav so Stabilizačným násypom (counterweight fill) pri päte svahu (foto K. Ingár, 2008)



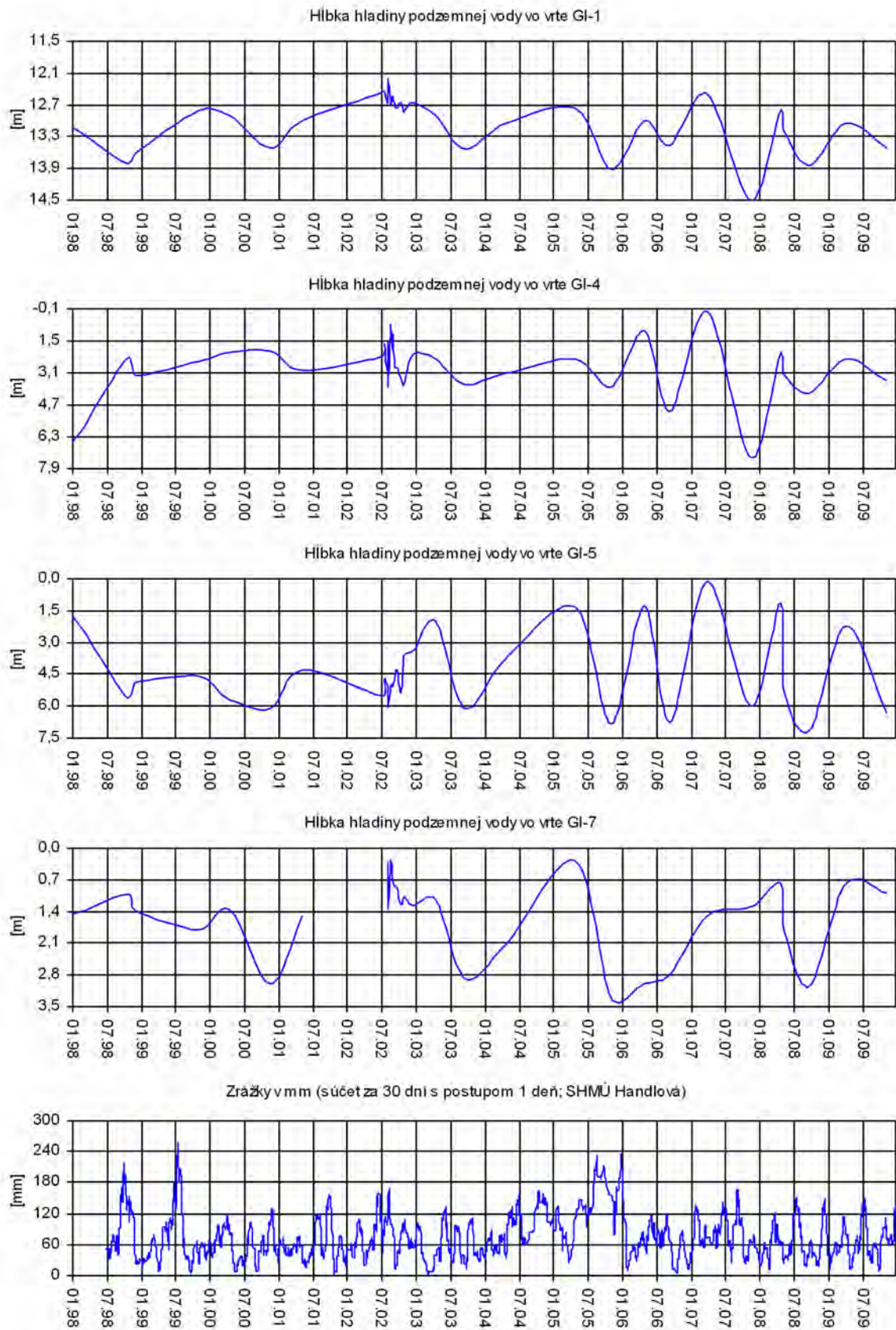




Obr. 2.1.52: Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960 – výsledky inklinometrických meraní a merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie zosuvu, 2 – inklinometrické vrty v reprezentatívnom profile, 3 – geodetické body, 4 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 4 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a –stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), b – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3), 5 – mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie V.07 – VI.08 – IV.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

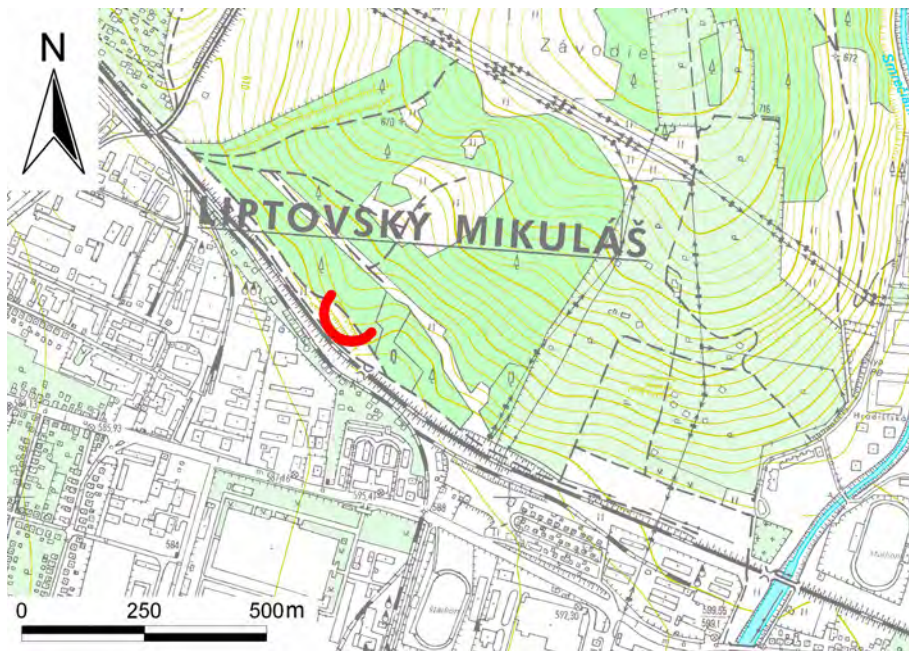


Obr. 2.1.53: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlovázosuv z roku 1960



Obr. 2.1.54: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960, znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Handlová (indikatív 30080)

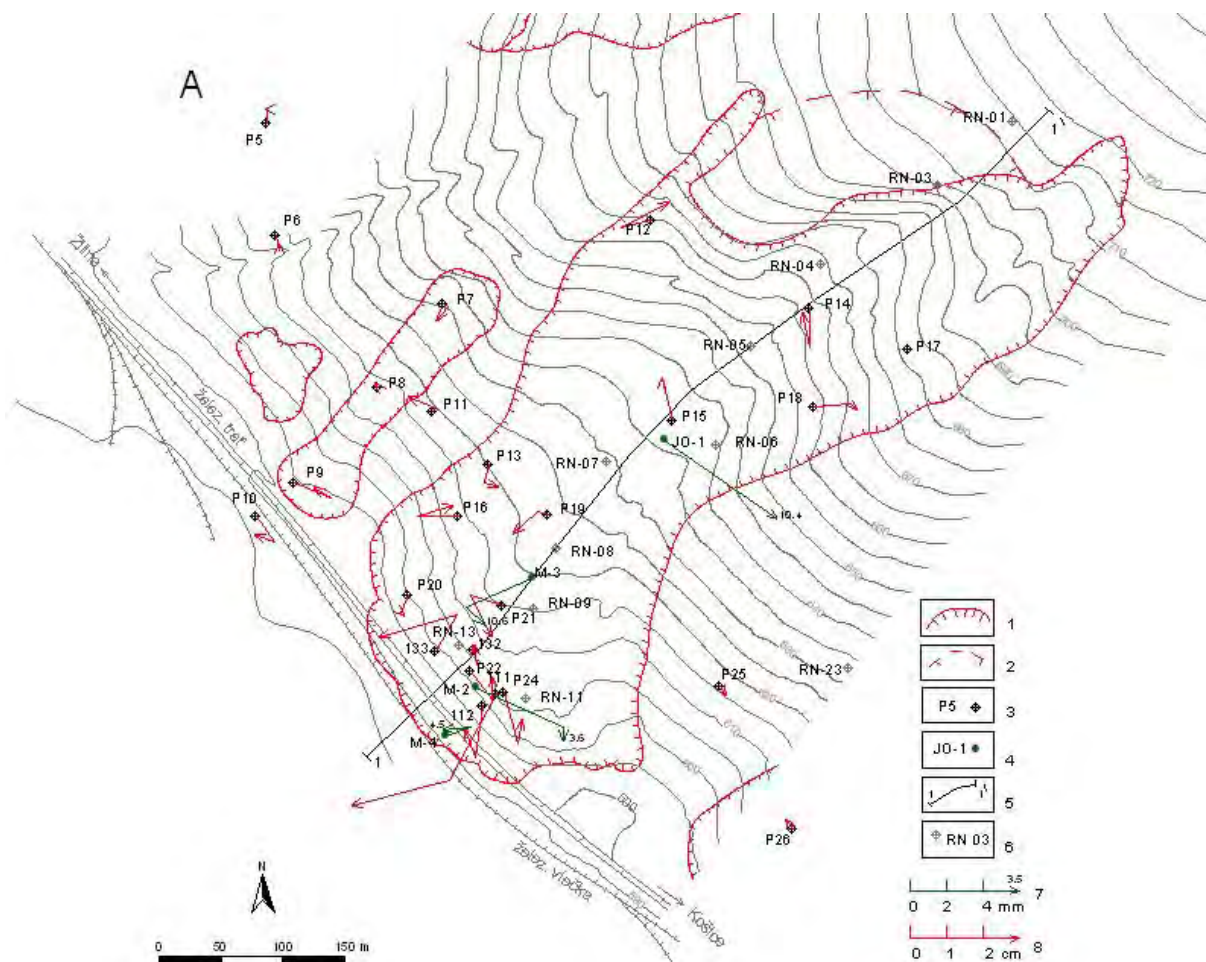




Obr. 2.1.55: Lokalizácia zosuvu Okoličné na SV okraji Liptovského Mikuláša. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti

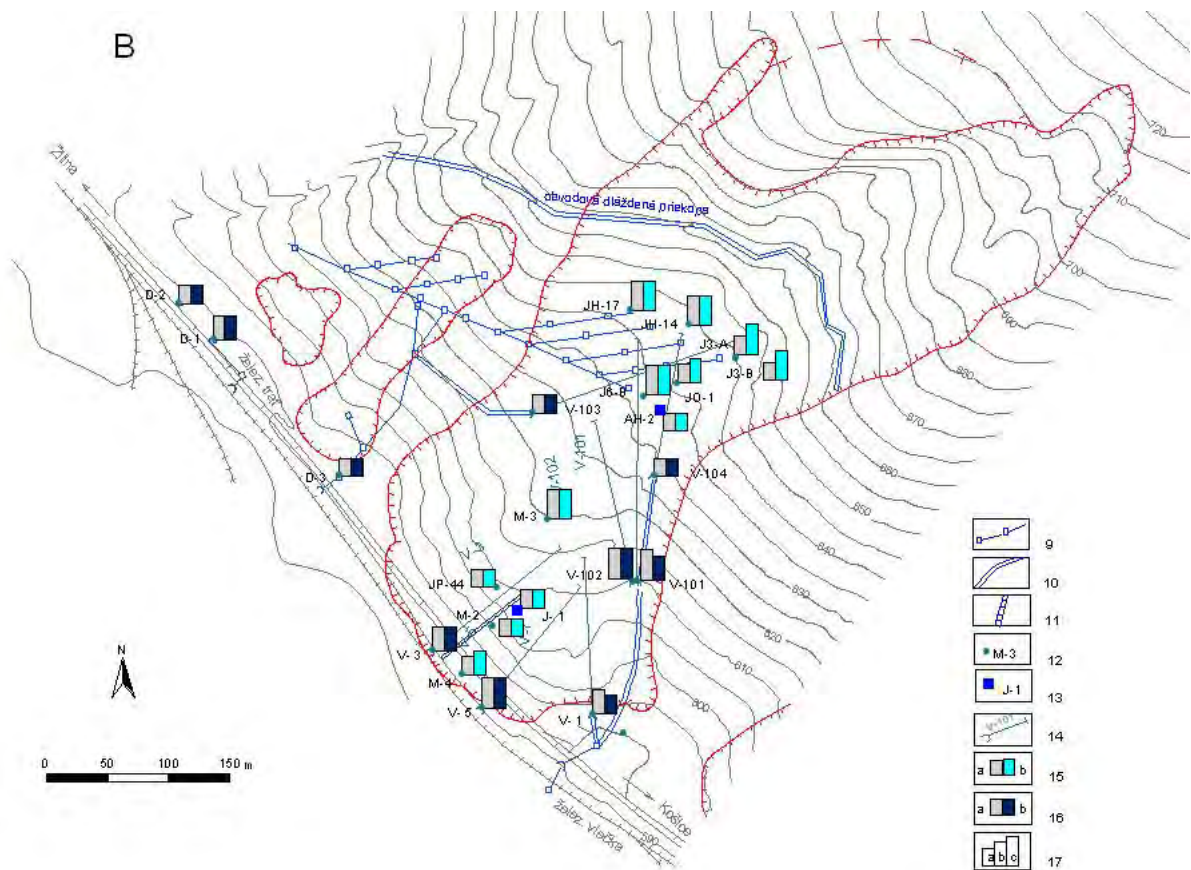


Obr. 2.1.56: Zosuv Okoličné – pohľad na čelo akumuláčnej časti zosuvu nachádzajúce sa na kontakte so železničnou traťou (foto P. Wagner, 2002)



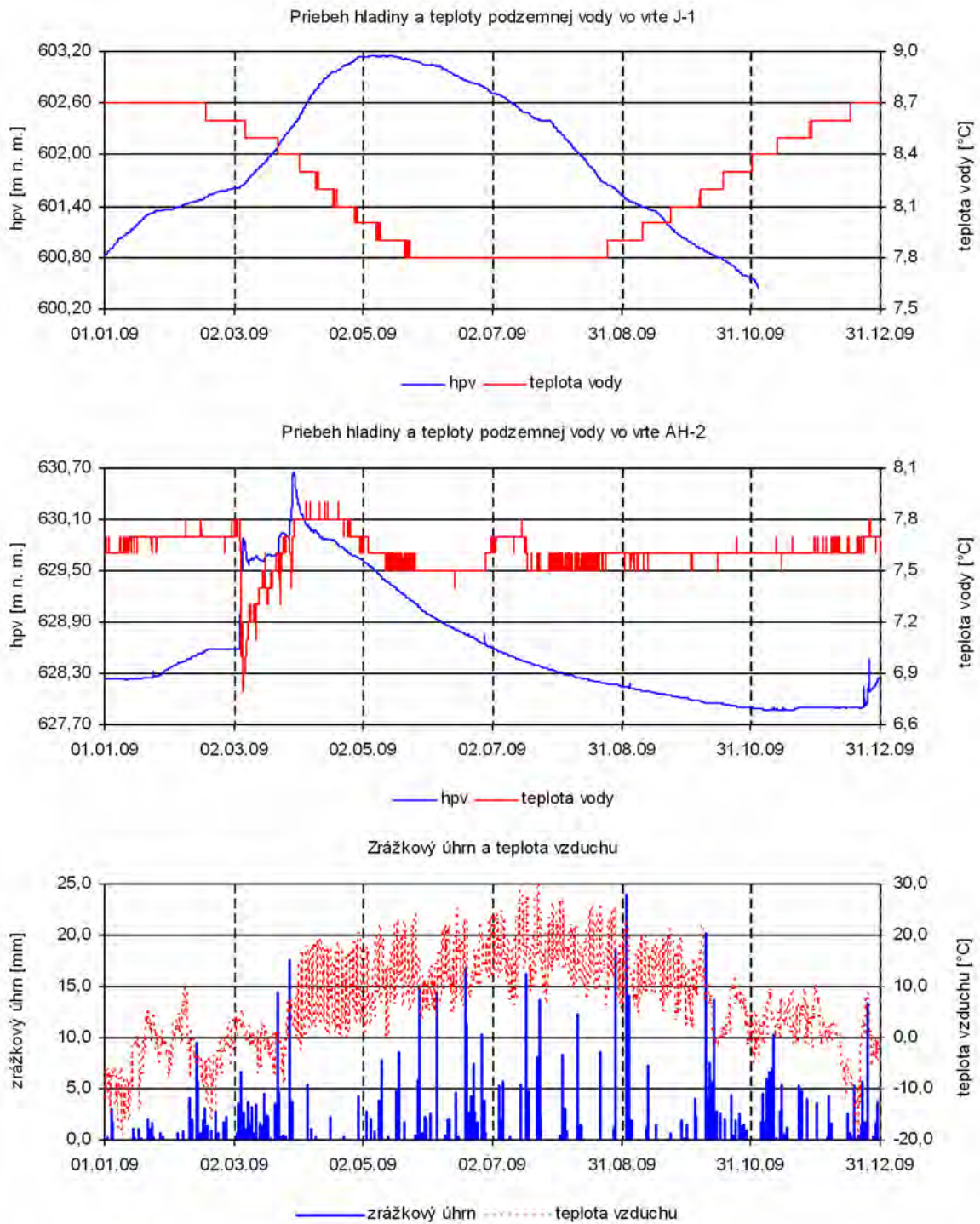
Obr. 2.1.57a: Lokalita Okoličné – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraňenie aktívnych zosuvov, 2 – lokálne zosuvy a zátrhy, 3 – geodetické body, 4 – inklinometrické vrty, 5 – línia profilu pre stabilné výpočty, 6 – miesta realizácie skúšok povrchovej reziduálnej napätosti, 7 – mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VI.07 – VII.08 – IV.09 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m), 8 – mierka vektora premiestnenia geodetických bodov za obdobie IV.07 – V.08 – VII.09



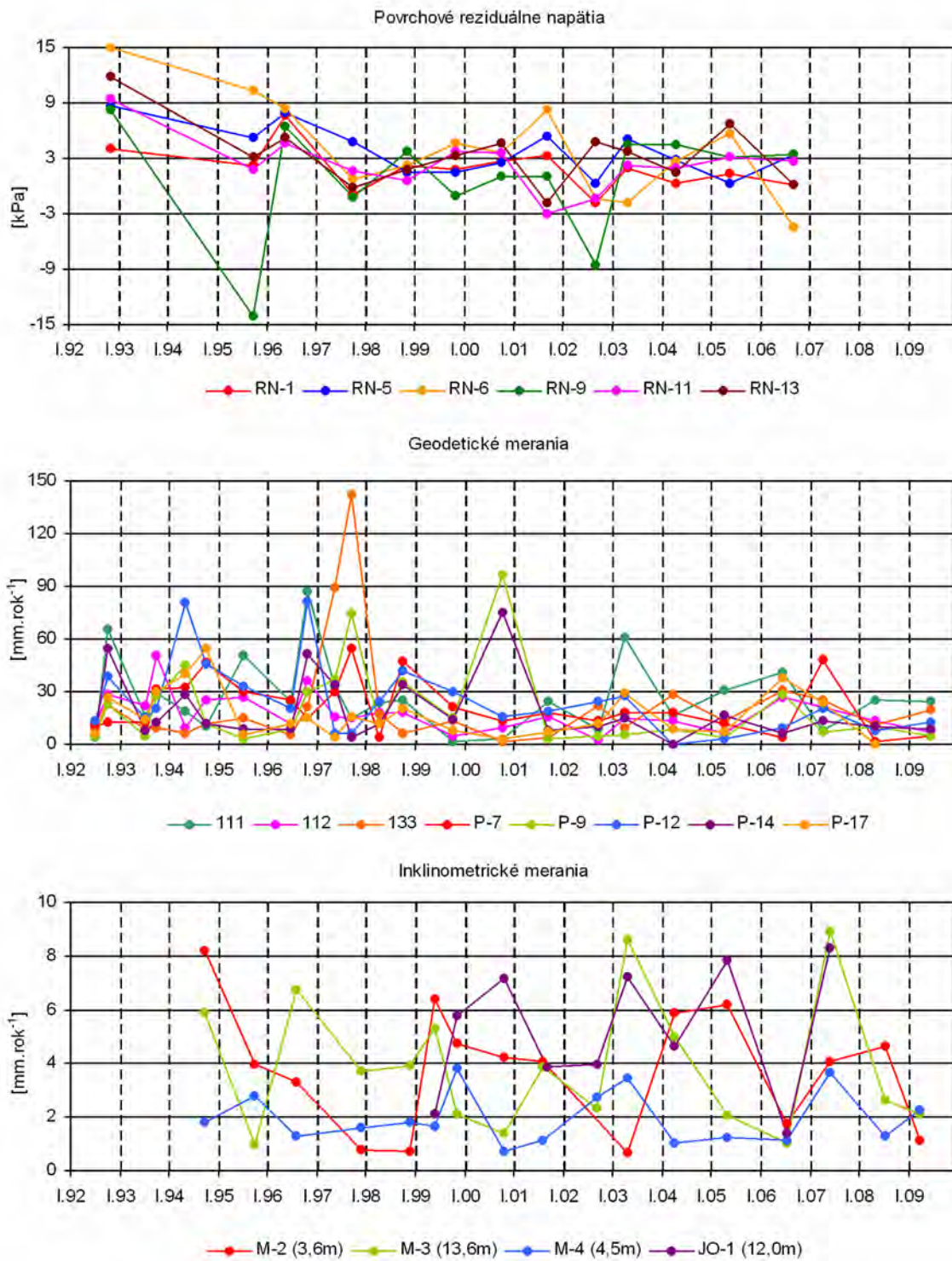


Obr. 2.1.57b: Lokalita Okoličné – výsledky režimových pozorovaní. 9 – hĺbková drenáž s revíznymi a vsakovacími šachtami, 10 – povrchové dláždené priekopy, 11 – kamenné oporné rebro, 12 – vertikálne vrty, 13 – vrty s automatickými hladinomermi, 14 – horizontálne odvodňovacie vrty, 15 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 16 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 17 – 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), resp. priemerná výdatnosť nad  $3 \text{ l.min}^{-1}$



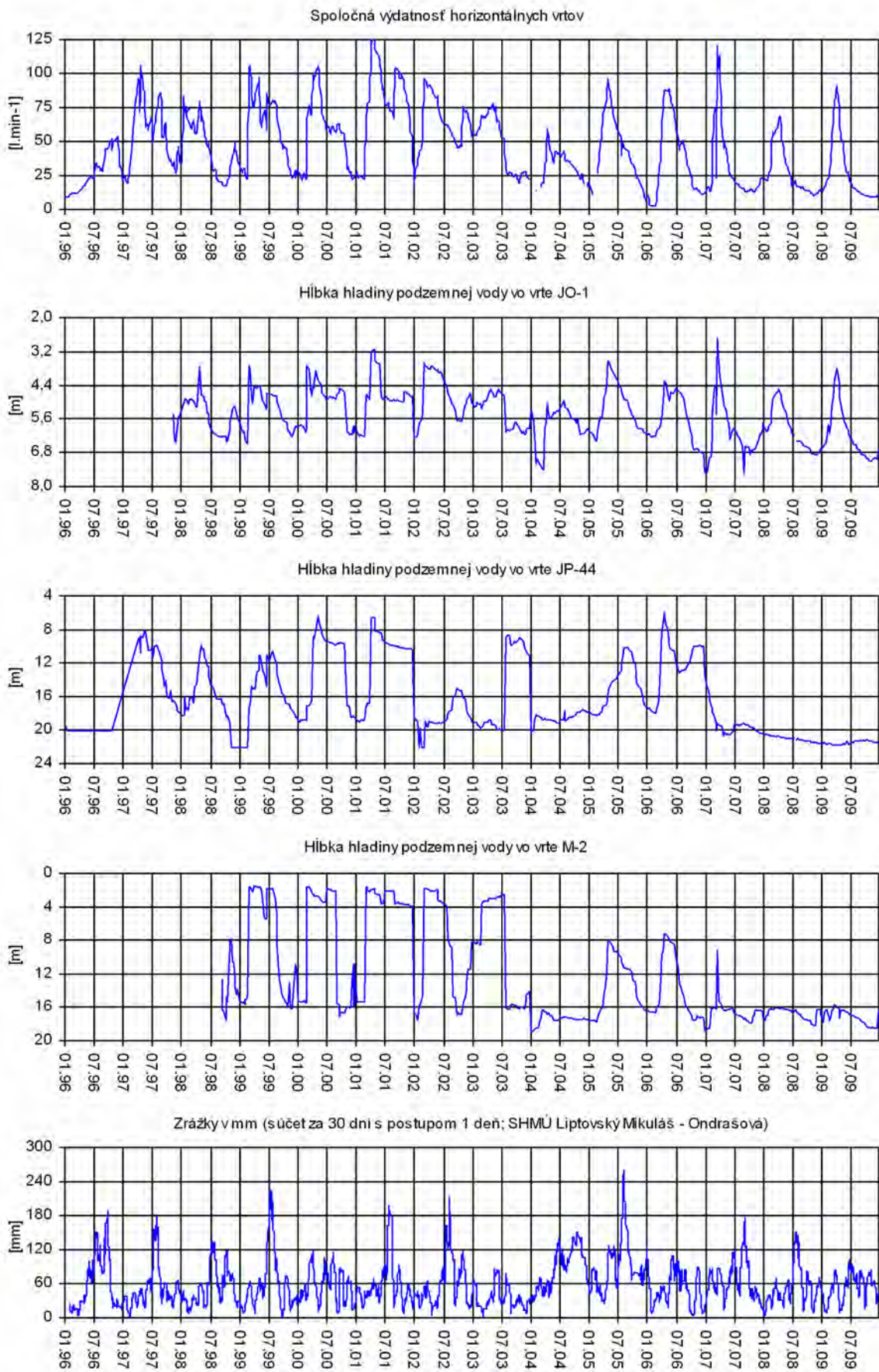


Obr. 2.1.58: Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (hpv) a jej teploty automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch J-1 a AH-2 na lokalite Okoličné v roku 2009, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21130)

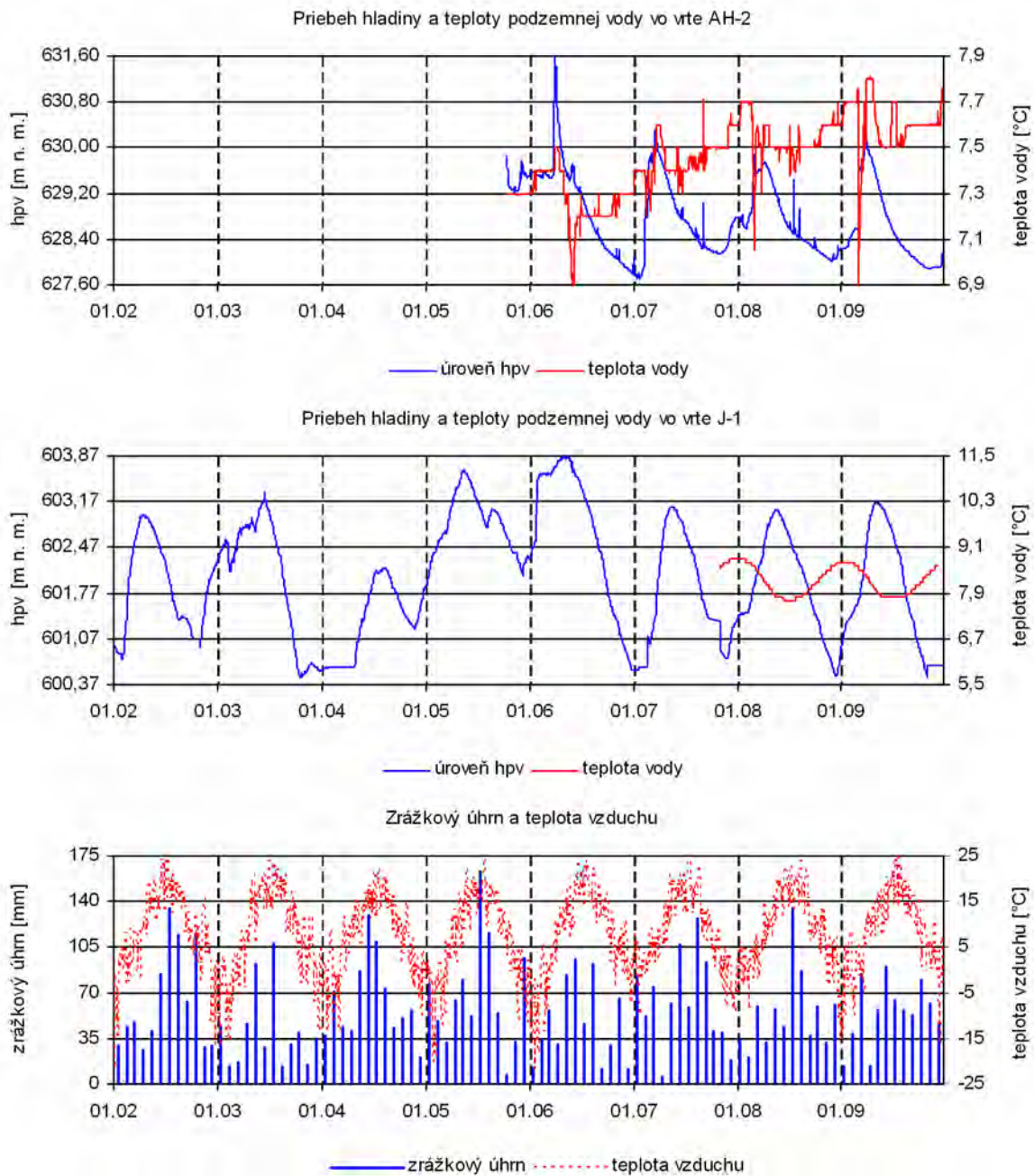


Obr. 2.1.59: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Okoličné

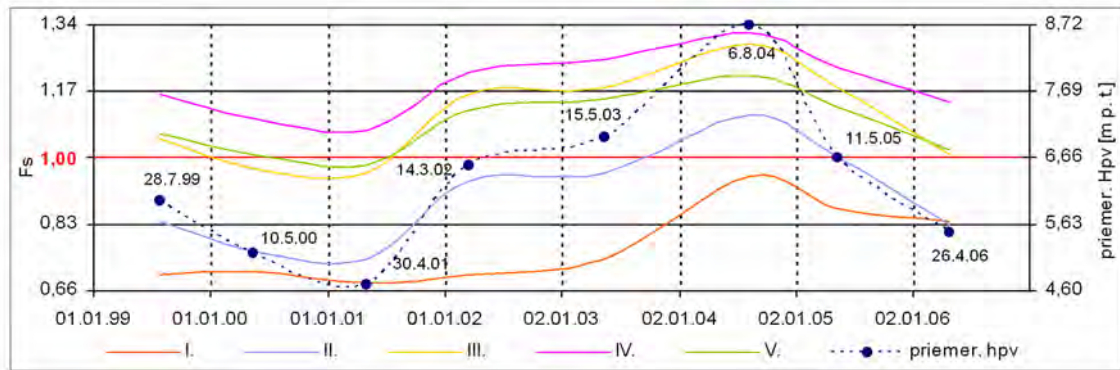




Obr. 2.1.60: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Okolice znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrašová

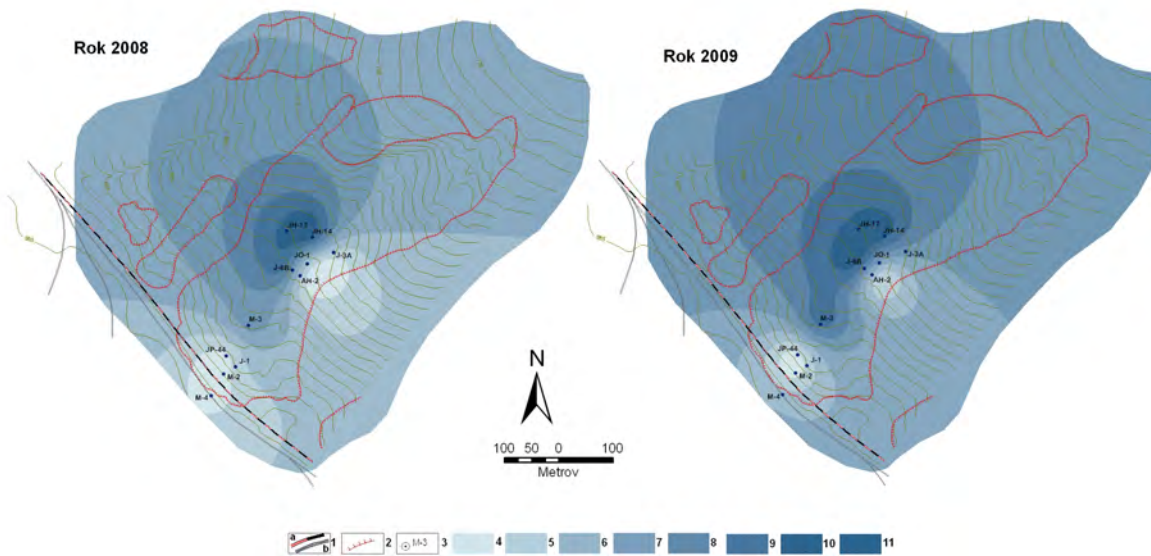


Obr. 2.1.61: Dlhodobý priebeh zmien úroveň hladiny podzemnej vody a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch AH-2 a J-1 na lokalite Okoličné spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová



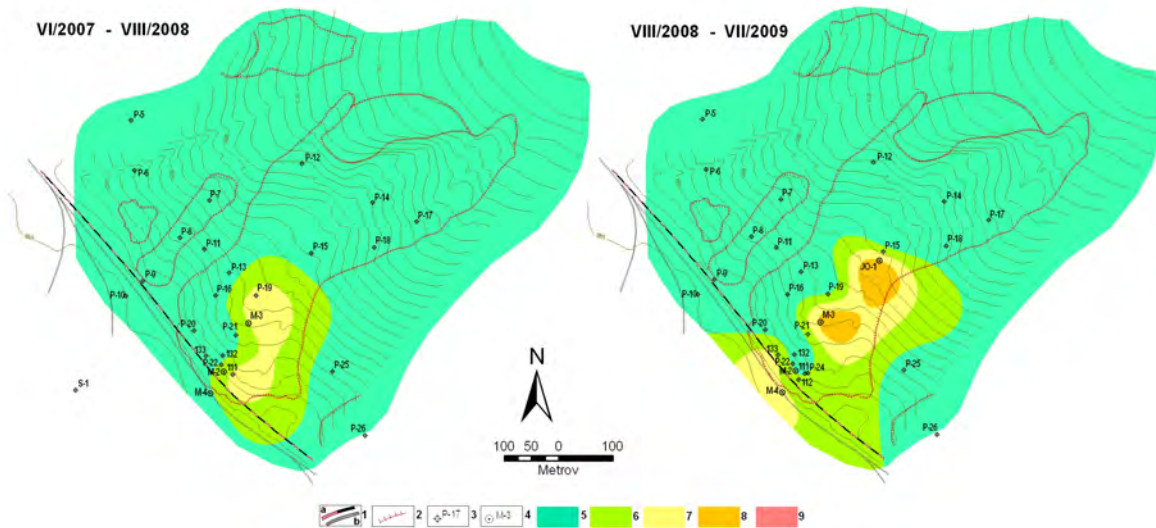
Obr. 2.1.62: Výsledky stabilitných výpočtov v profile 1-1' na lokalite Okoličné. hpv – hladina podzemnej vody, I. až V. – predpokladané šmykové plochy,  $F_s$  – stupeň stability





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)

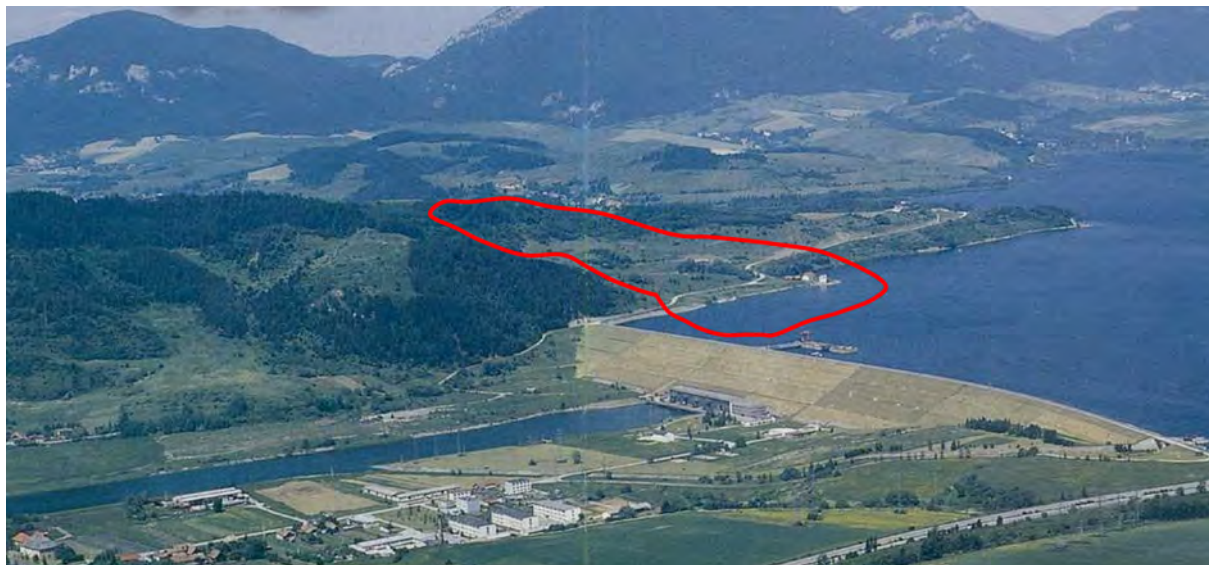




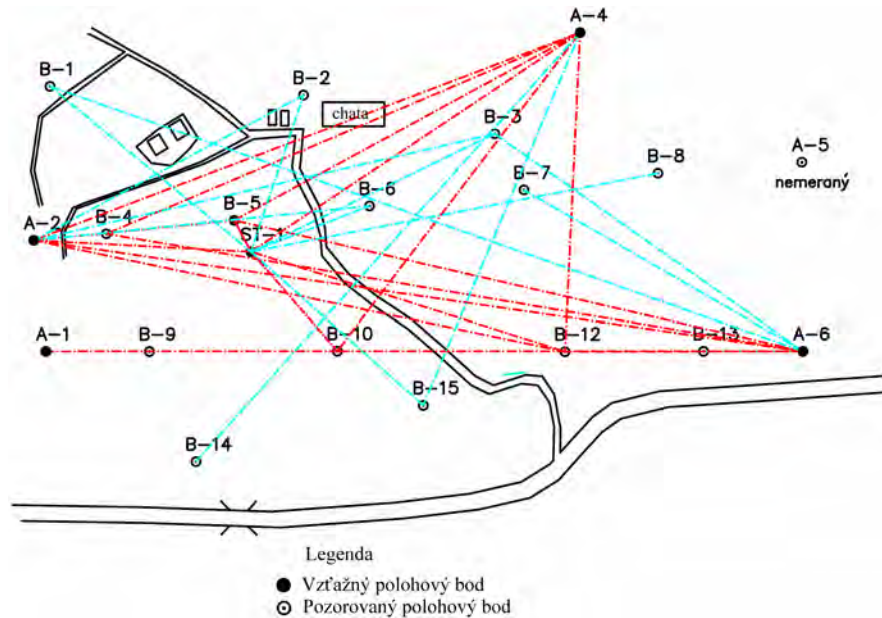
Obr. 2.1.64: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.5) na lokalite Okoličné za roky 2007 až 2009. 1 – železničná trať: a/ hlavná trať Košice – Žilina, b/ priemyselná vlečka, 2 – ohraničenie zosuvov, 3 – body geodetickej siete, 4 – inklinometrické vrty,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



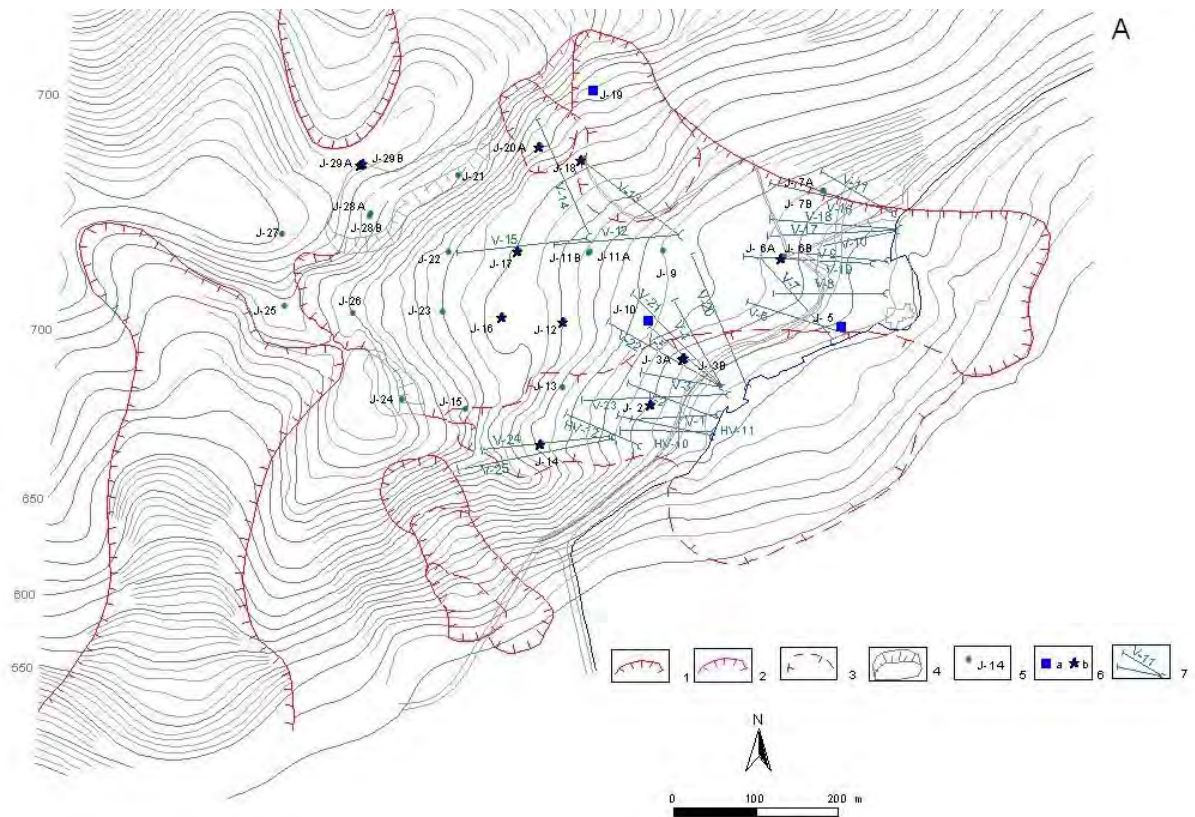
Obr. 2.1.65: Lokalizácia Veľkomarského zosuvu na pravom brehu vodnej nádrže Liptovská Mara. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti



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

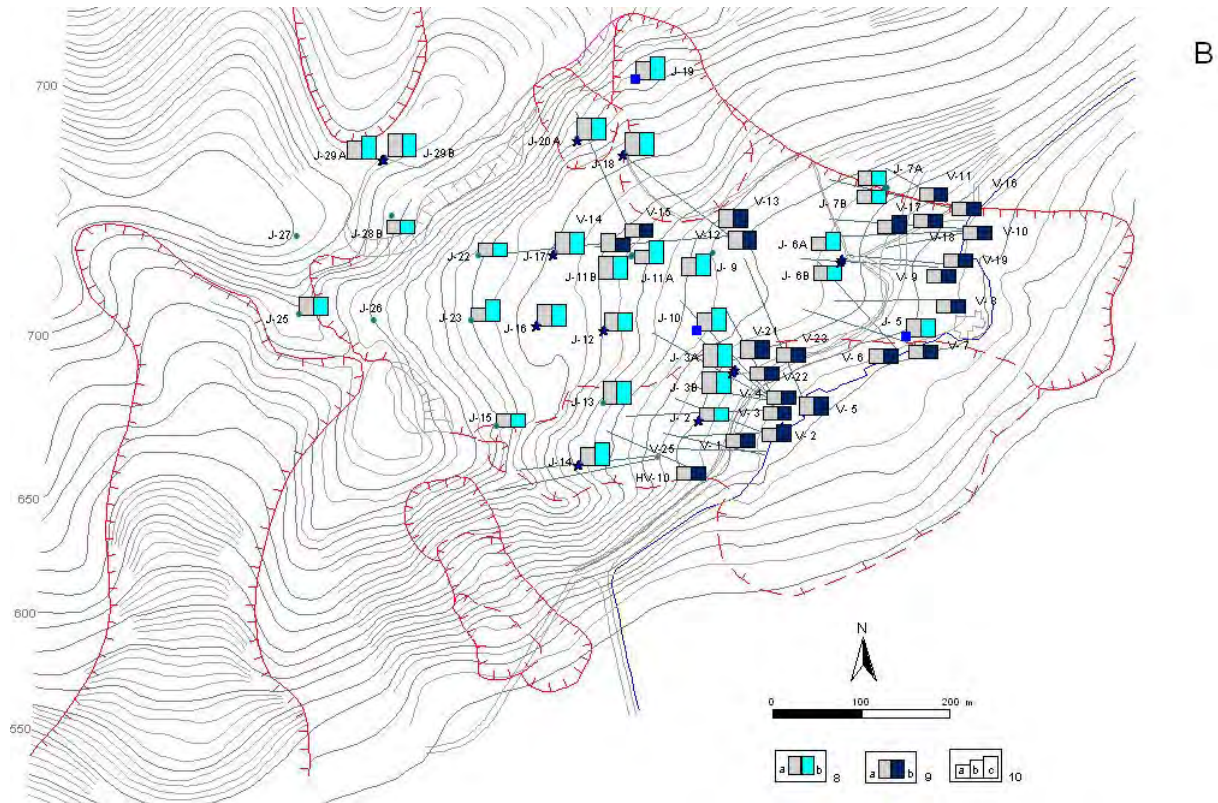


Obr. 2.1.67: Rozmiestnenie vzťažných a pozorovaných polohových bodov na Veľkomarskom zosuve (schéma podľa Technicko-bezpečnostného dozoru vodnej stavby Liptovská Mara)



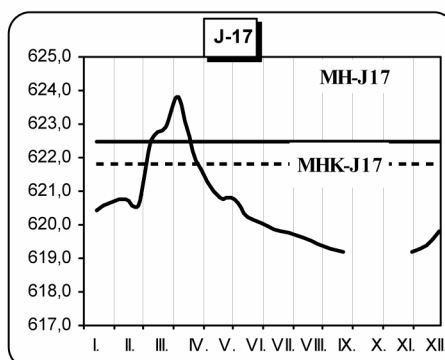
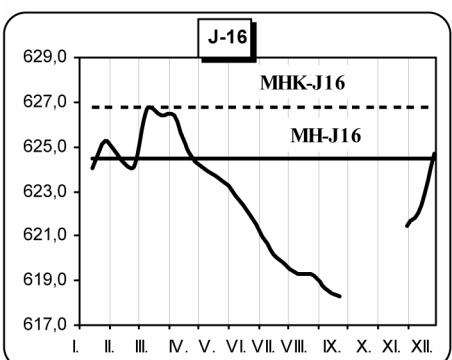
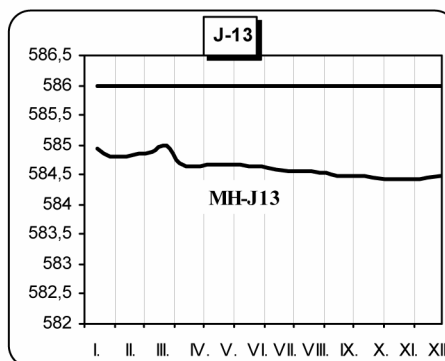
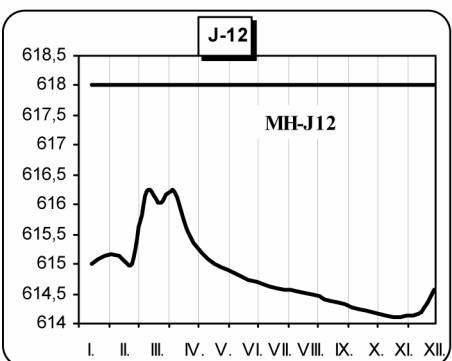
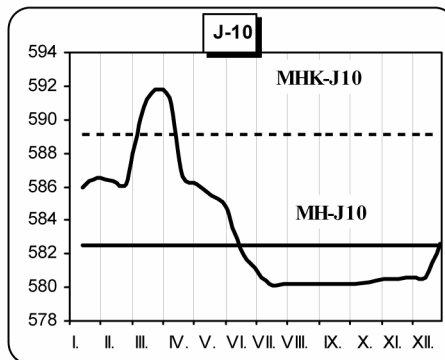
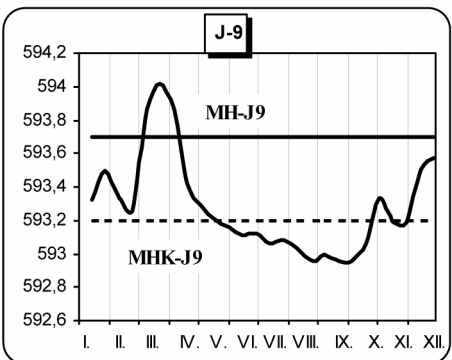
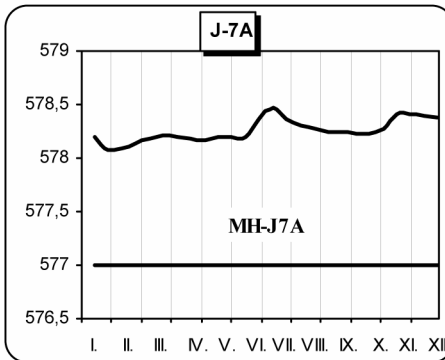
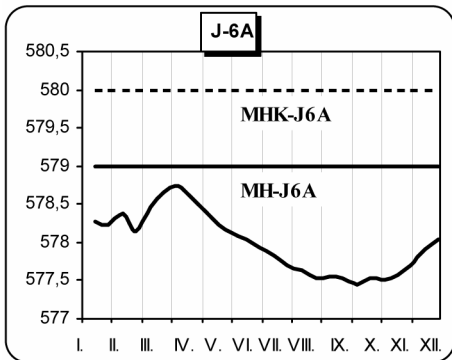
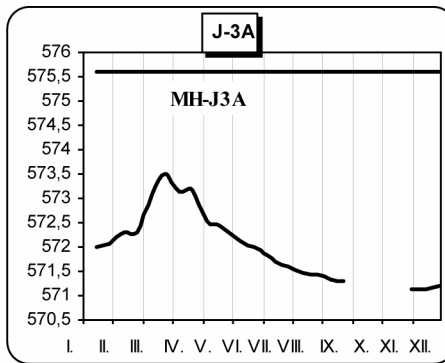
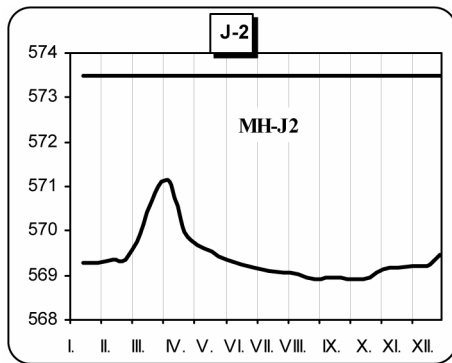
Obr. 2.1.68a: Lokalita Liptovská Mara – situácia monitorovacích objektov. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – staršie potenciálne zosuvy, 3 – ohraničenie mladších čiastkových zosuvov, 4 – blokové polia, 5 – vertikálne vrty, 6 – vrty s automatickými hladinomermi: a – prevádzkovanými ŠGÚDŠ, b – inštalovanými TBD na jeseň 2009, 7 – horizontálne odvodňovacie vrty





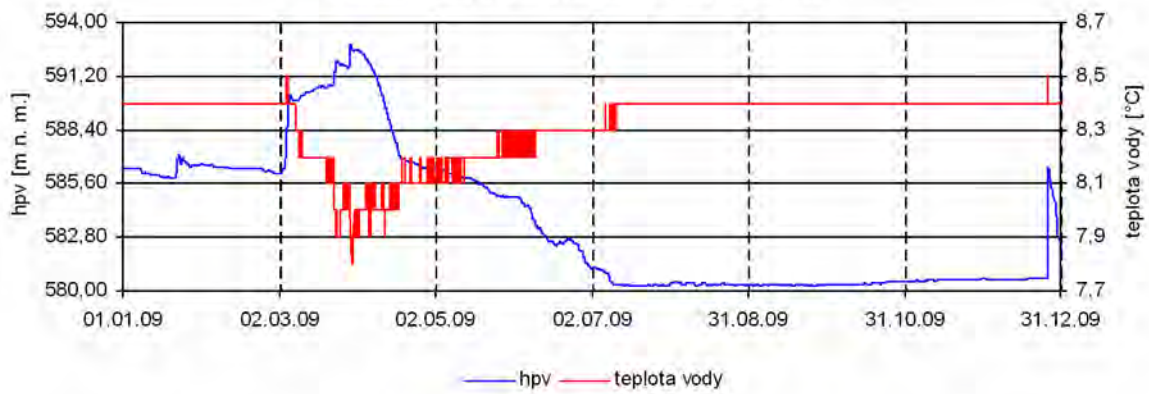
Obr. 2.1.68b: Lokalita Liptovská Mara – výsledky režimových pozorovaní. 8 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 9 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku: a – 2008, b – 2009, 10 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, 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)



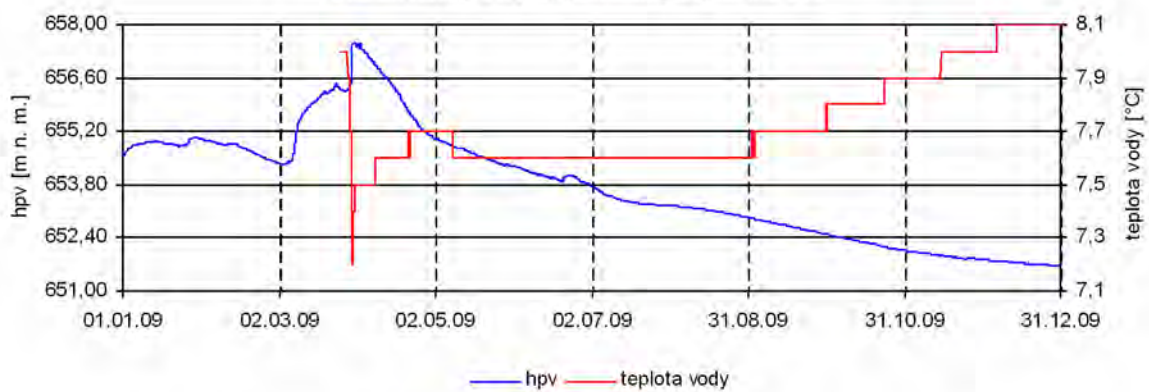


Obr. 2.1.69: Kolísanie hladín podzemných vôd (m n. m.) vo vybraných piezometroch v roku 2009 a ich vzťah k medznej hodnote MH podľa HYCO (1980) a MHK podľa Kopeckého (2002)

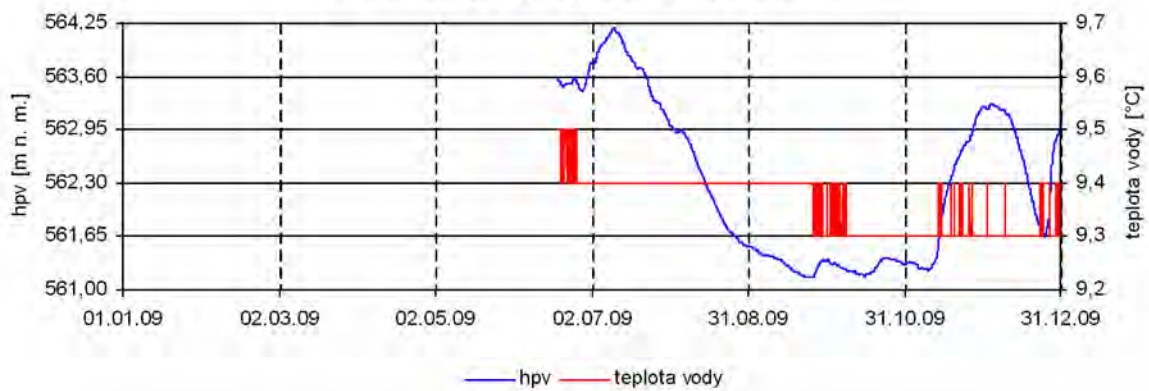
Priebeh hladiny a teploty podzemnej vody vo vrte J-10



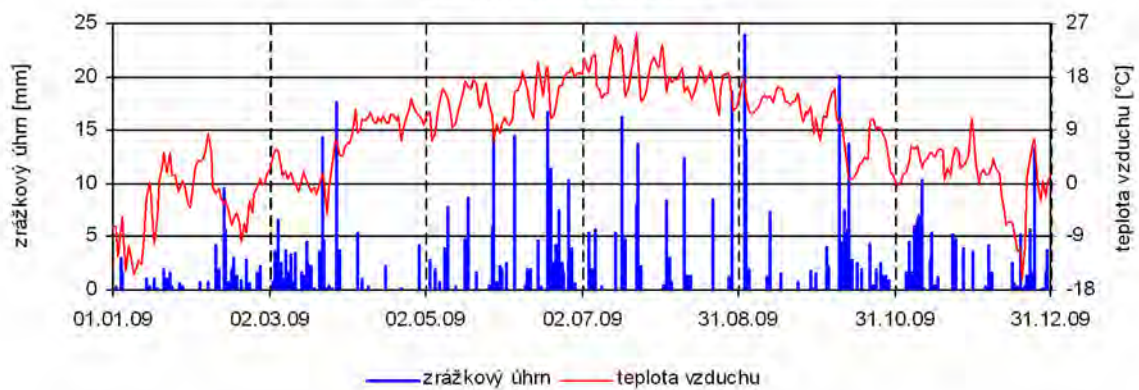
Priebeh hladiny a teploty podzemnej vody vo vrte J-19



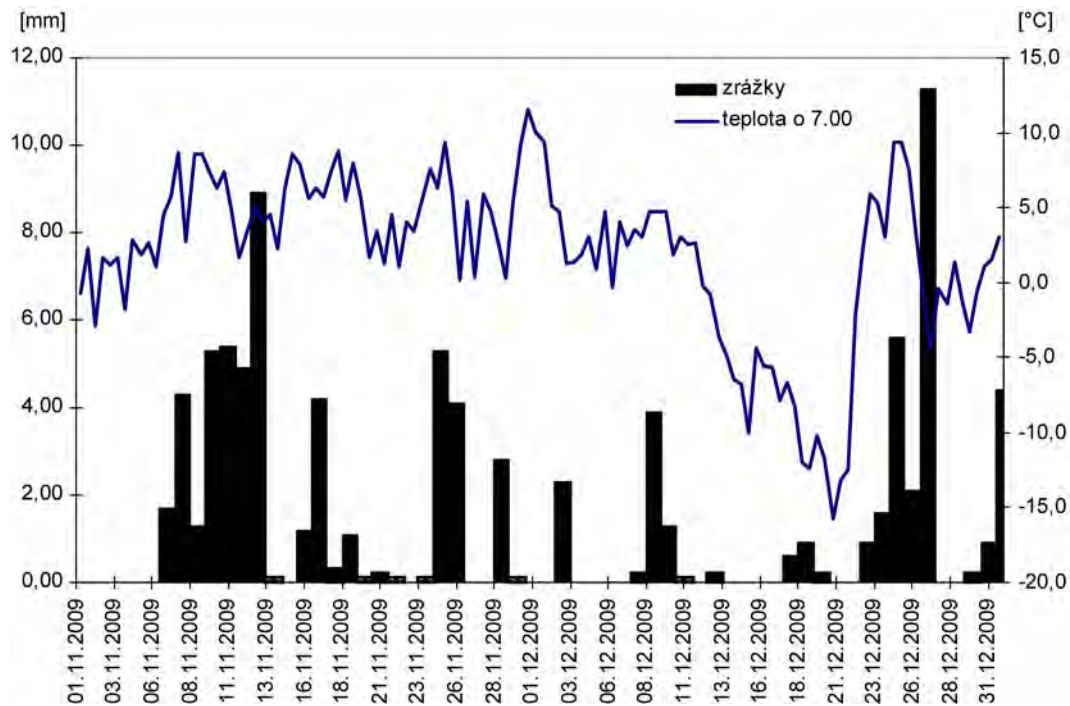
Priebeh hladiny a teploty podzemnej vody vo vrte J-5



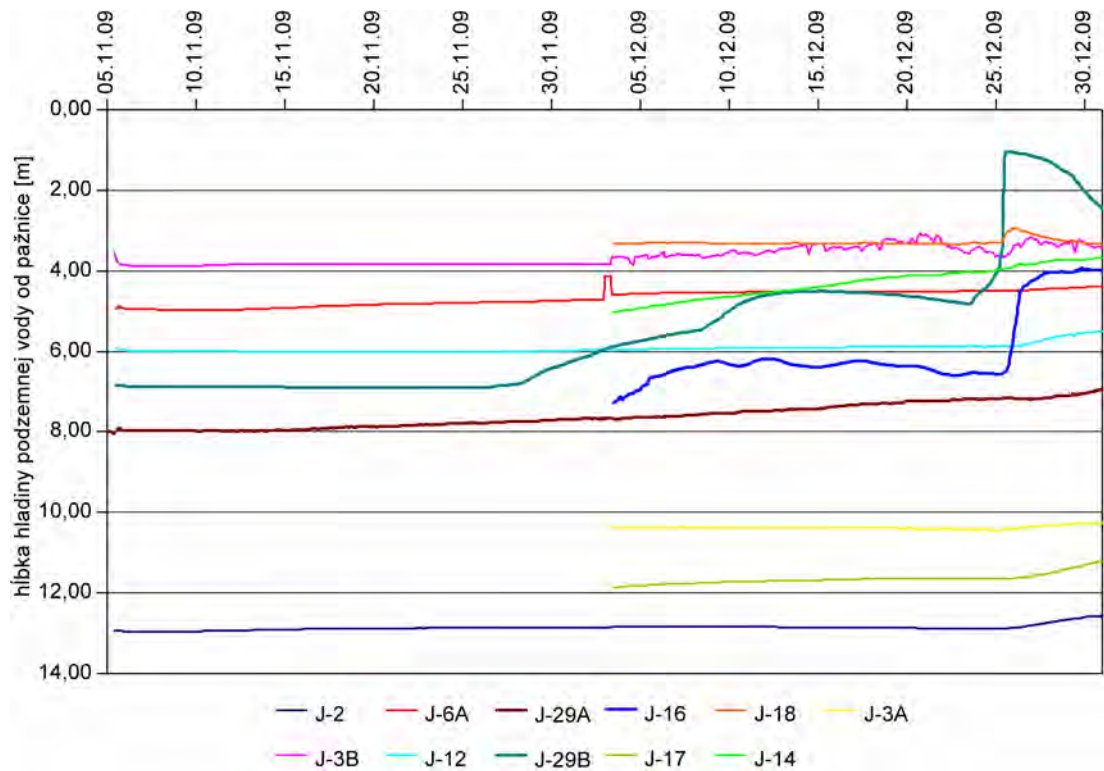
Zrážkový úhm a teplota vzduchu



Obr. 2.1.70: Priebehy zmien hladiny podzemnej vody a teploty zaznamenané automatickými hladinomerami 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 21130)

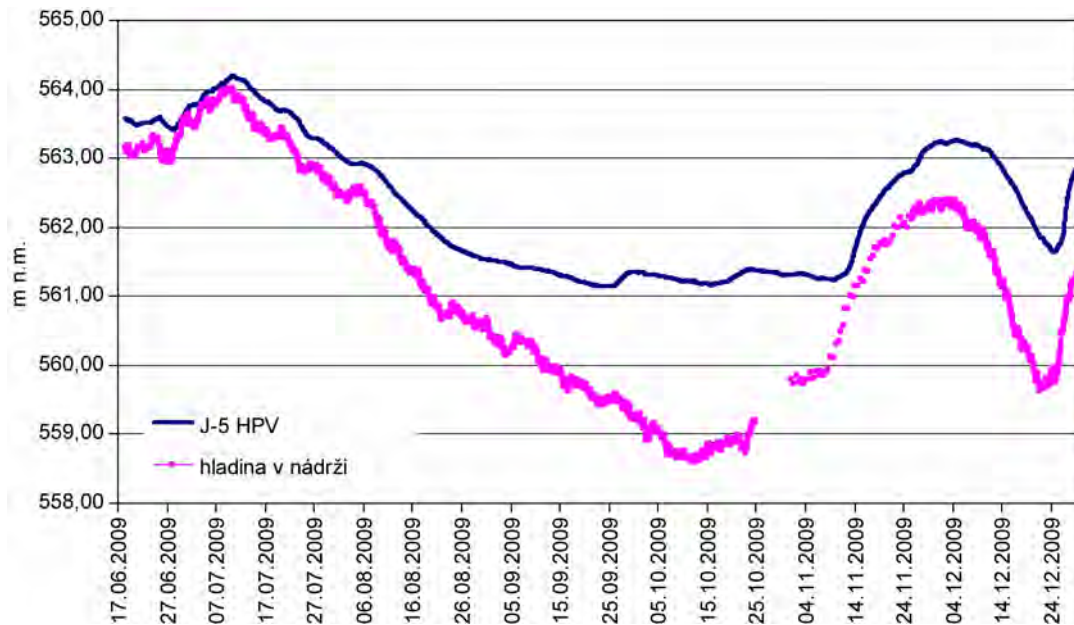


Obr. 2.1.71: Priebeh teplôt a zrážky v novembri a decembri 2009

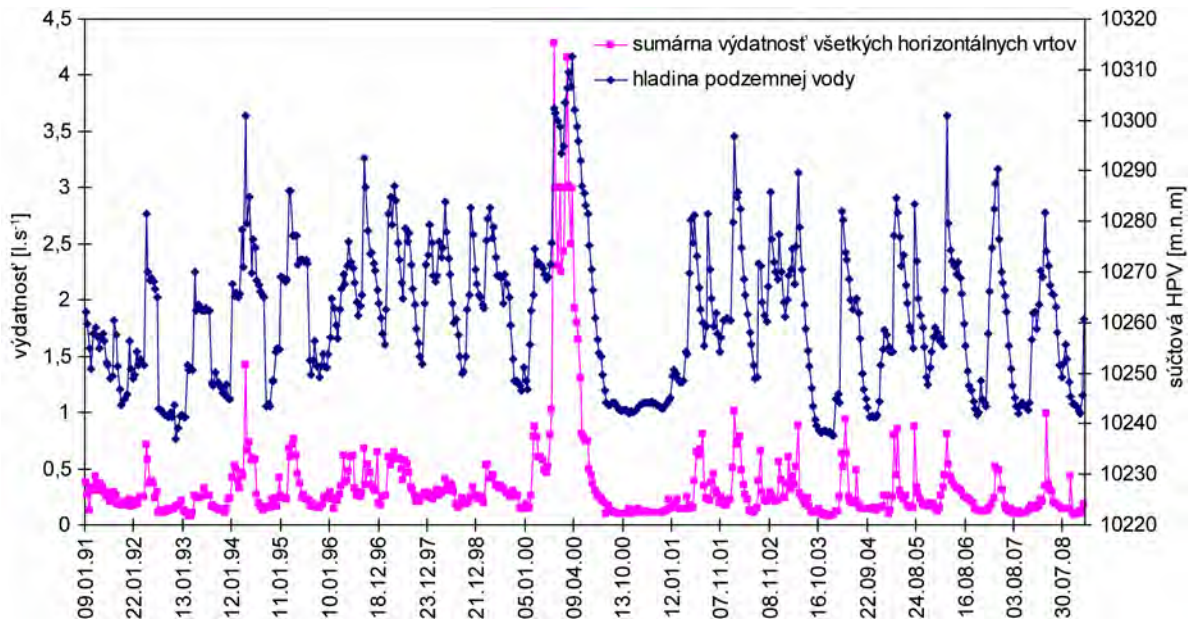


Obr. 2.1.72: Priebek úrovně hladiny podzemnej vody v piezometrech s novonainštalovanými automatickými hladinomermi

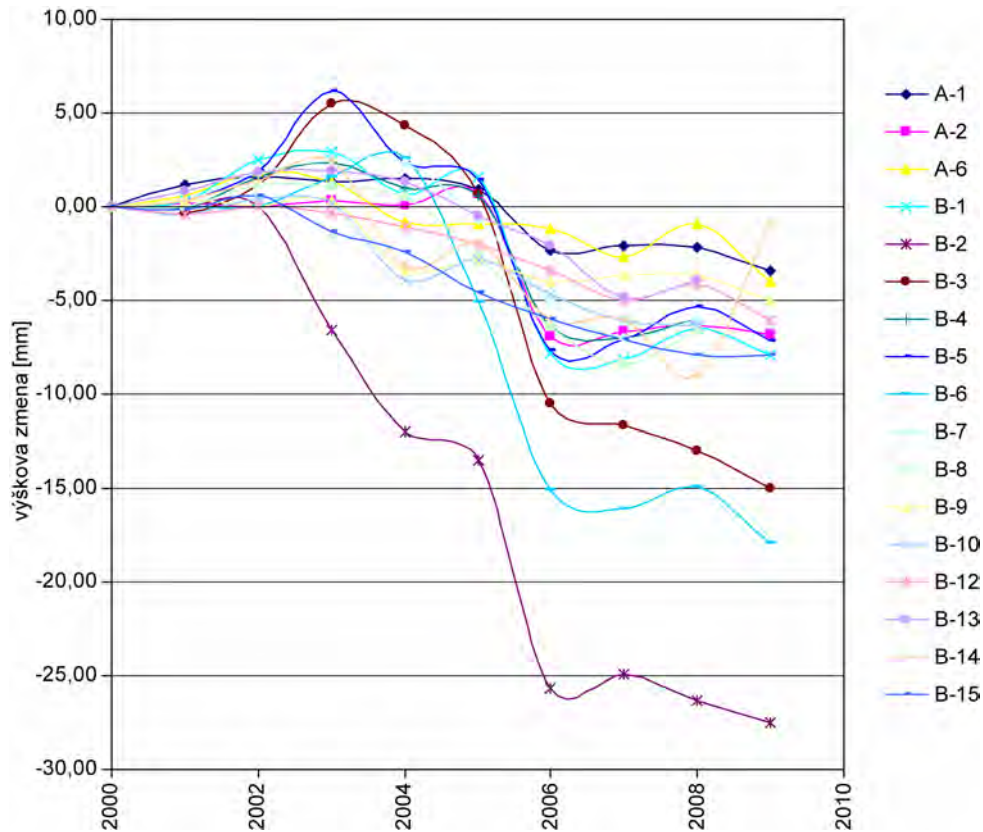




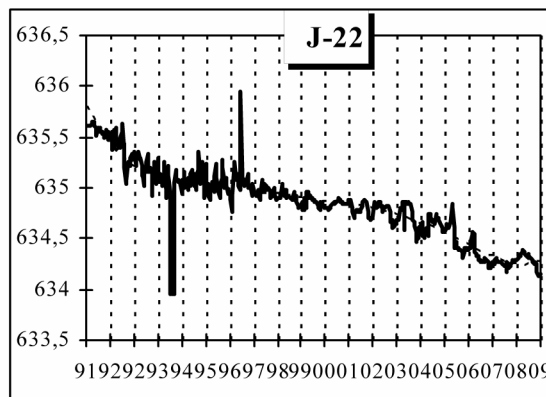
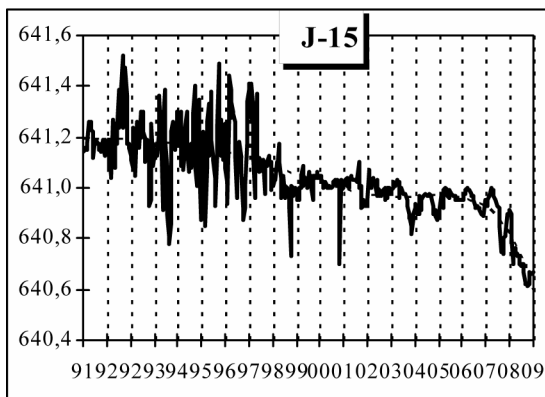
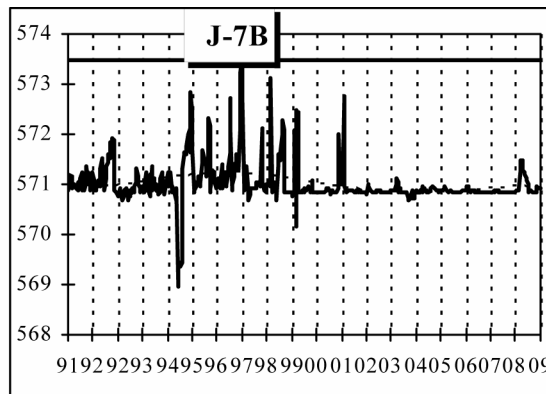
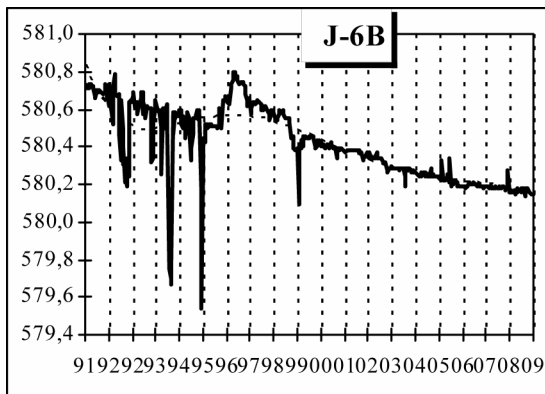
Obr. 2.1.73: Závislosť kolísania úrovne hladiny podzemnej vody v piezometri J-5 od kolísania vody v nádrži



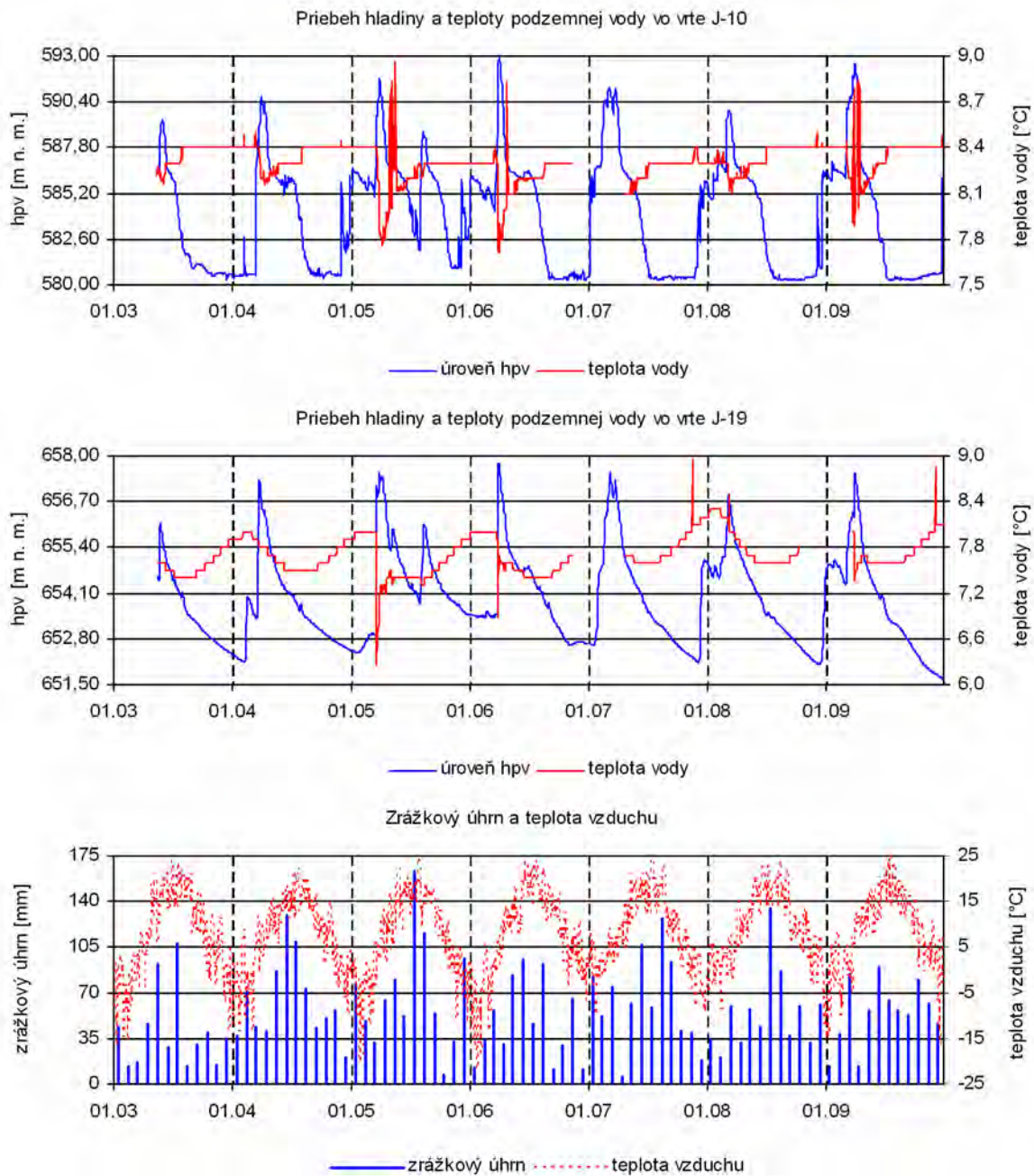
Obr. 2.1.74: Závislosť medzi stavom hladín podzemných vôd na zosuve (súčet hladín) a sumárnou výdatnosťou horizontálnych odvodňovacích vrtov



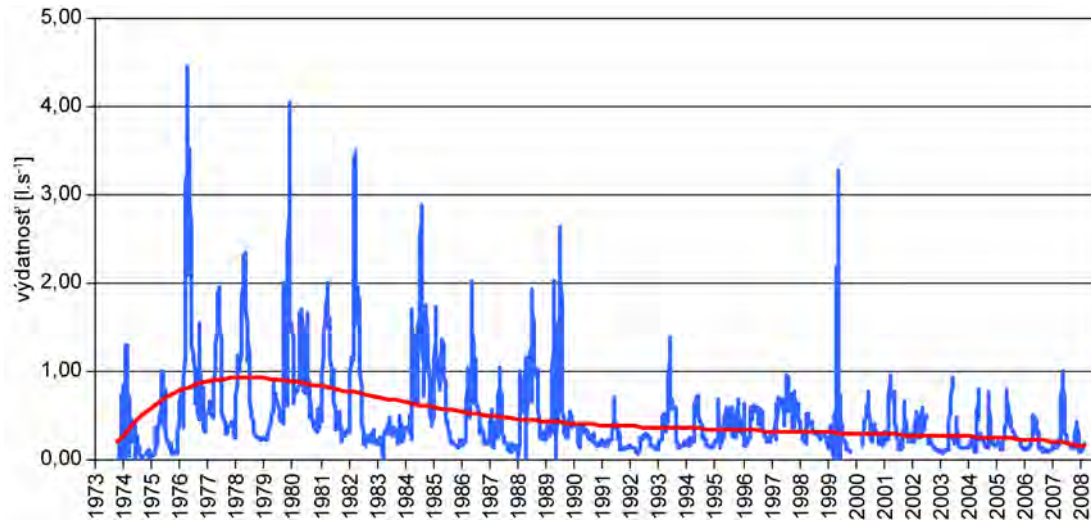
Obr. 2.1.75: Súčtové čiary výškových zmien pevných a pozorovaných bodov za roky 2000 – 2009



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

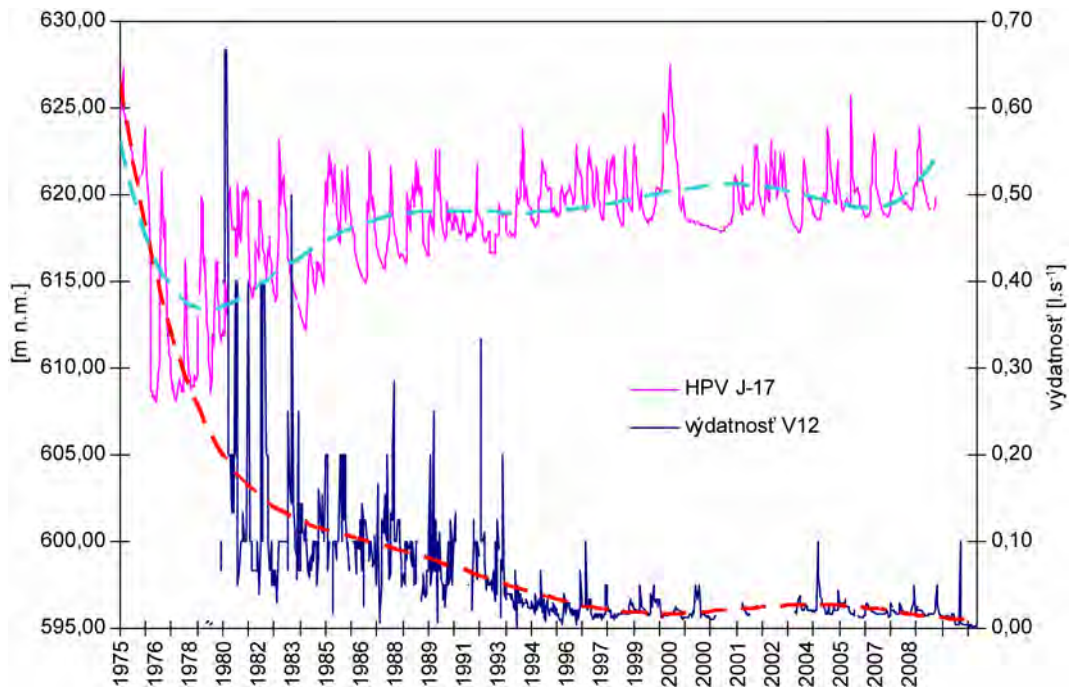


Obr. 2.1.77: Dlhodobý priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a jej teploty, zaznamenaný automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch J-10 a J-19 na lokalite Liptovská Mara spoločne so znázornením mesačných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová

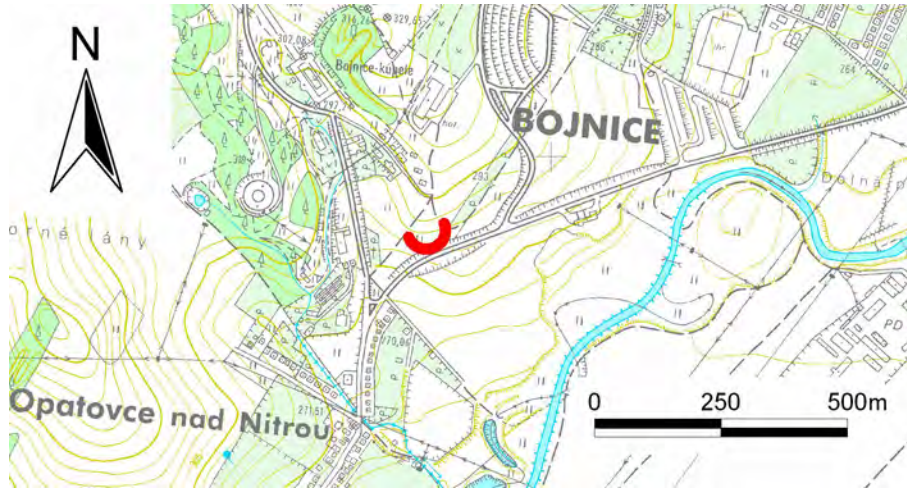


Obr. 2.1.78: Trend znižovania sumárnej výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov na Veľkomarskom zosuve





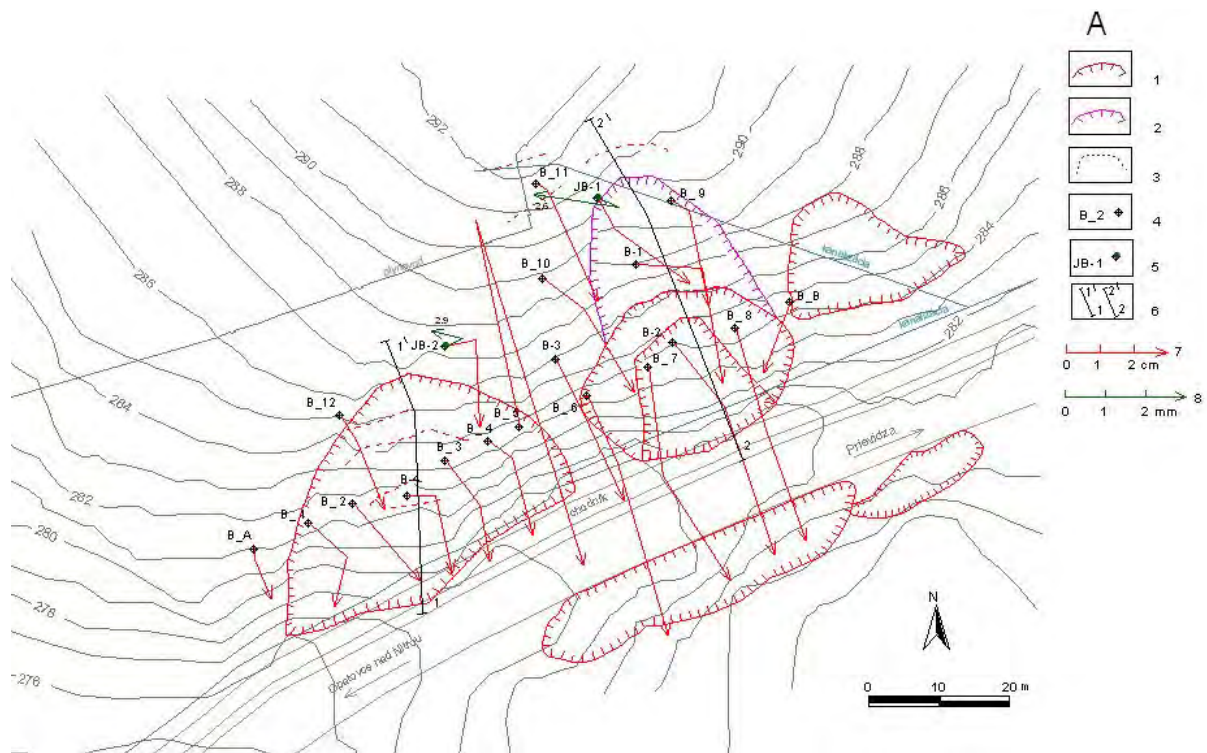
Obr. 2.1.79: Znižovanie funkčnosti horizontálneho odvodňovacieho vrtu V-12 a postupný vzostup hladiny podzemnej vody (HPV) v piezometri J-17



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

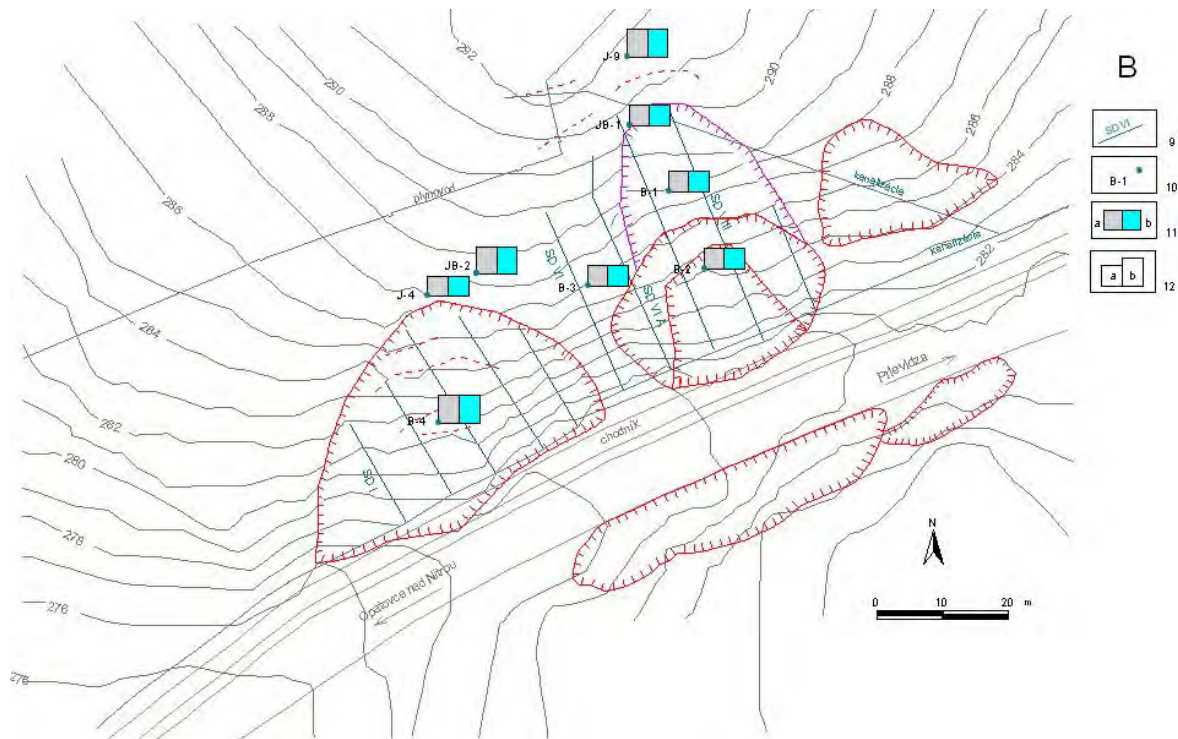


Obr. 2.1.81: Pohľad na časť zosuvného svahu na južnom okraji Bojníc a kontakt zosuvu so štátnou cestou vedúcou do Opatoviec nad Nitrou (foto P. Ondrejka, 2006)

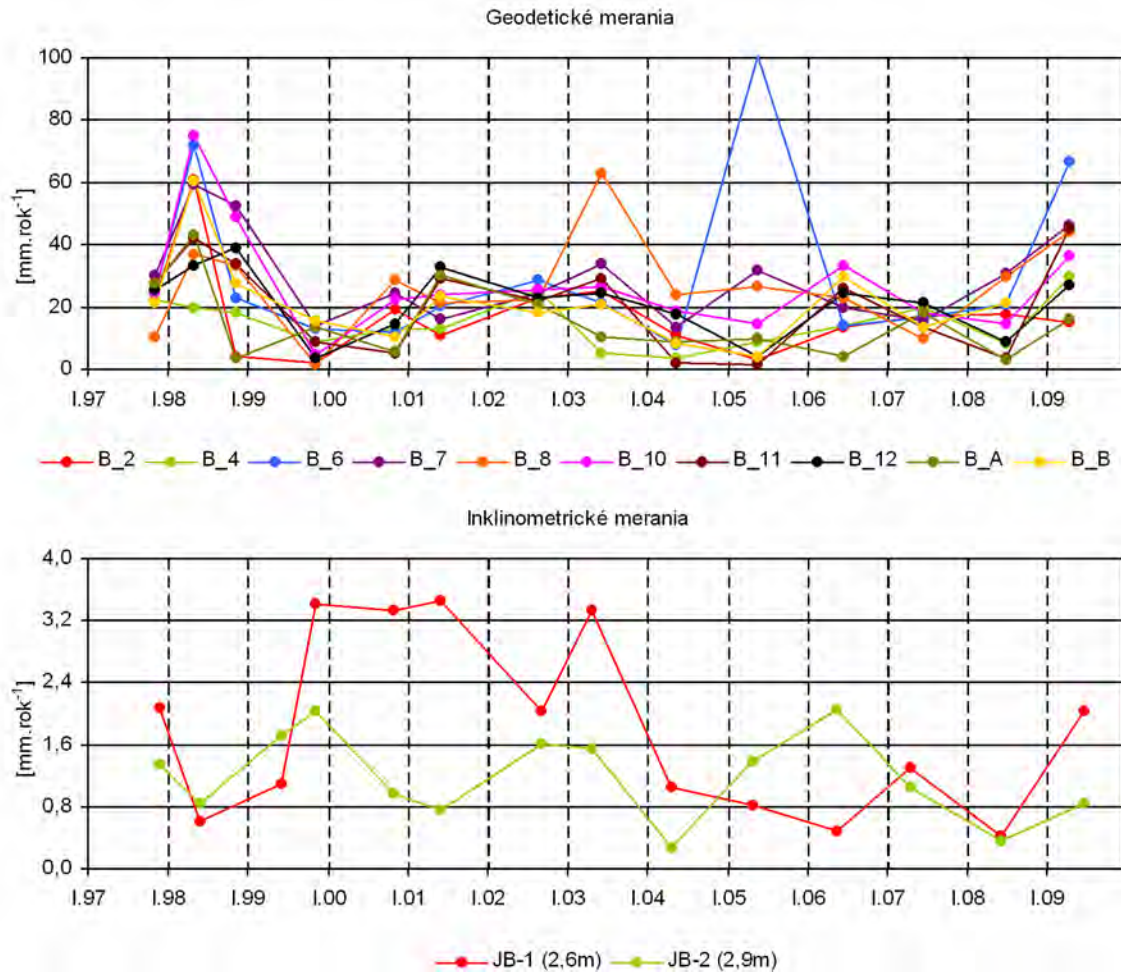


Obr. 2.1.82a: Lokalita Bojnice – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov z rokov 1995 až 2005, 2 – ohraničenie starších potenciálnych zosuvov, 3 – zosuvné trhliny, 4 – geodetické pozorovacie body, 5 – inklinometrické vrty používané i ako 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)



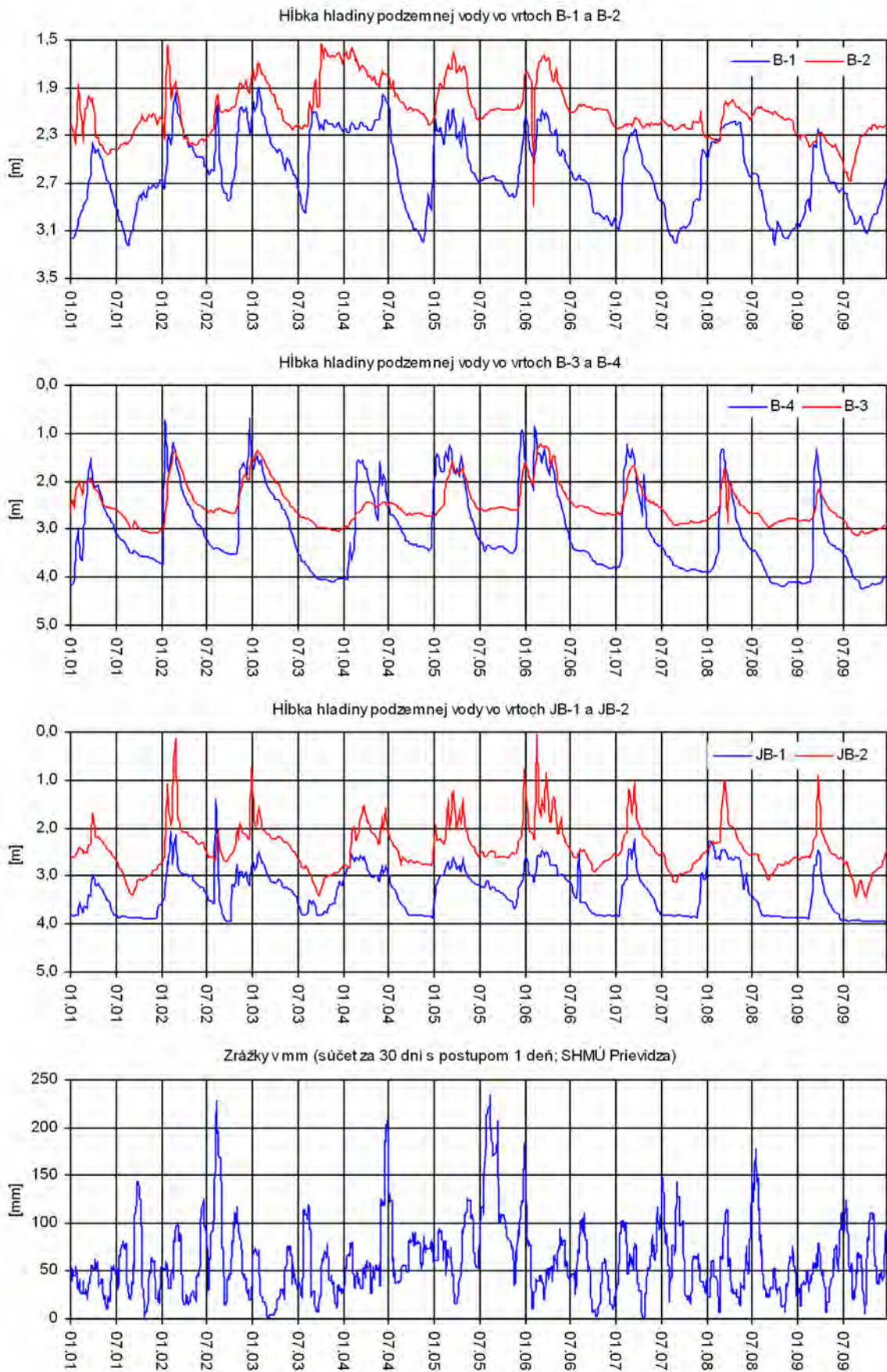


Obr. 2.1.82b: Lokalita Bojnice – výsledky režimových pozorovaní. 9 – odvodňovacie drény, 10 – piezometrické vrty, 11 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 12 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.6: a – stav priaznivý (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2)

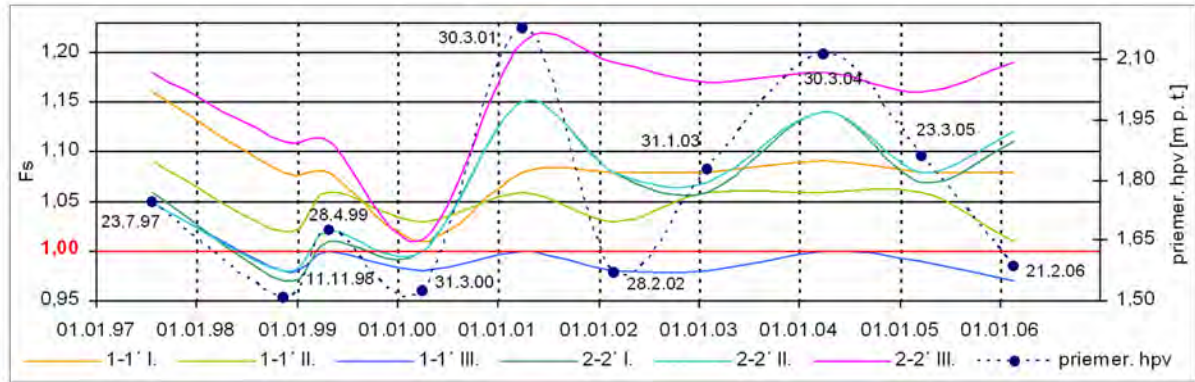


Obr. 2.1.83: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Bojnice

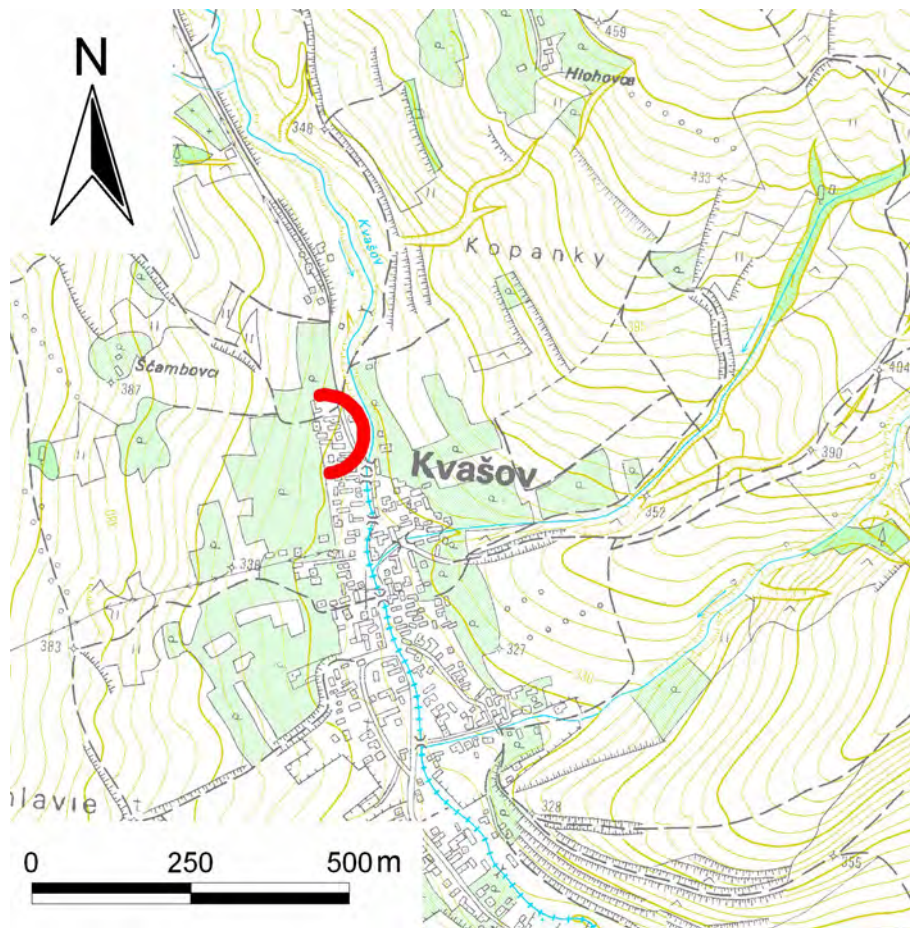




Obr. 2.1.84: Výsledky dlhodobého spracovania režimových pozorovaní z vybraných vrtoch na lokalite Bojnice znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prievidza (indikatív 30120)



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,  $F_s$  – stupeň stability

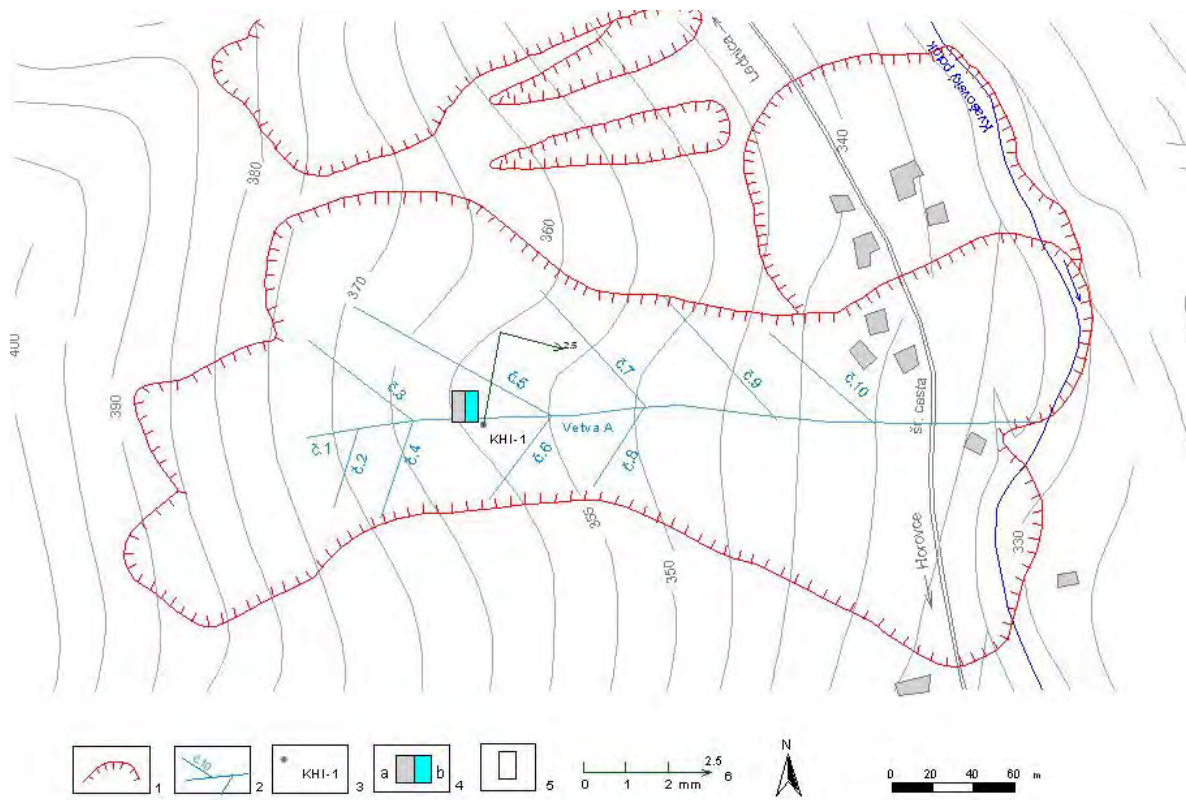


Obr. 2.1.86: Lokalizácia monitorovaného zosuvu na SZ okraji obce Kvašov. Značka zosuvu je umiestnená v čele jeho akumuláčnej časti

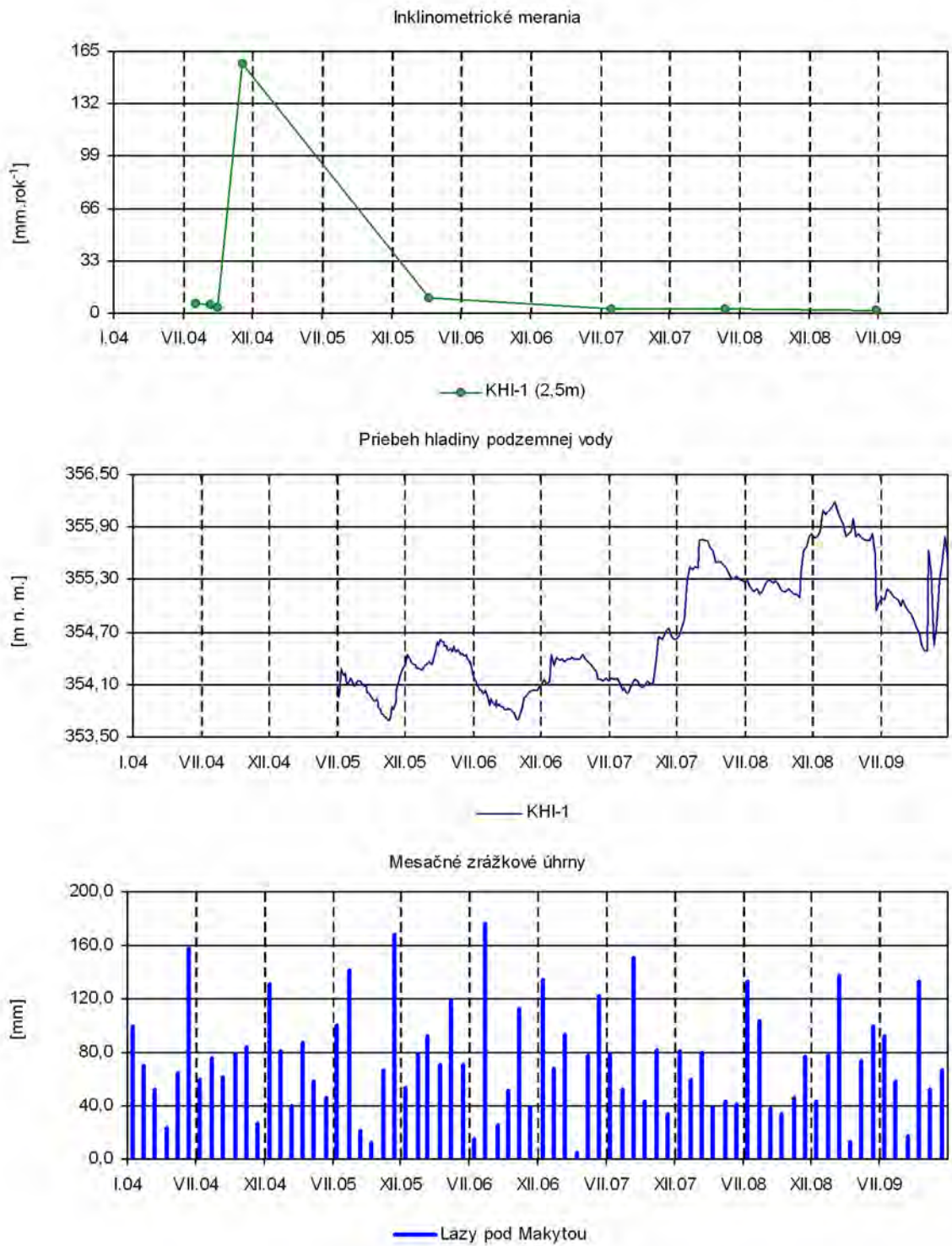




Obr. 2.1.87: Pohľad na sanovaný zosuvný svah na SZ okraji obce Kvašov. V centrálnej časti je línia hlavného odvodňovacieho drénu, zasypaného kamennou drvinou (foto P. Ondrejka, 2007)

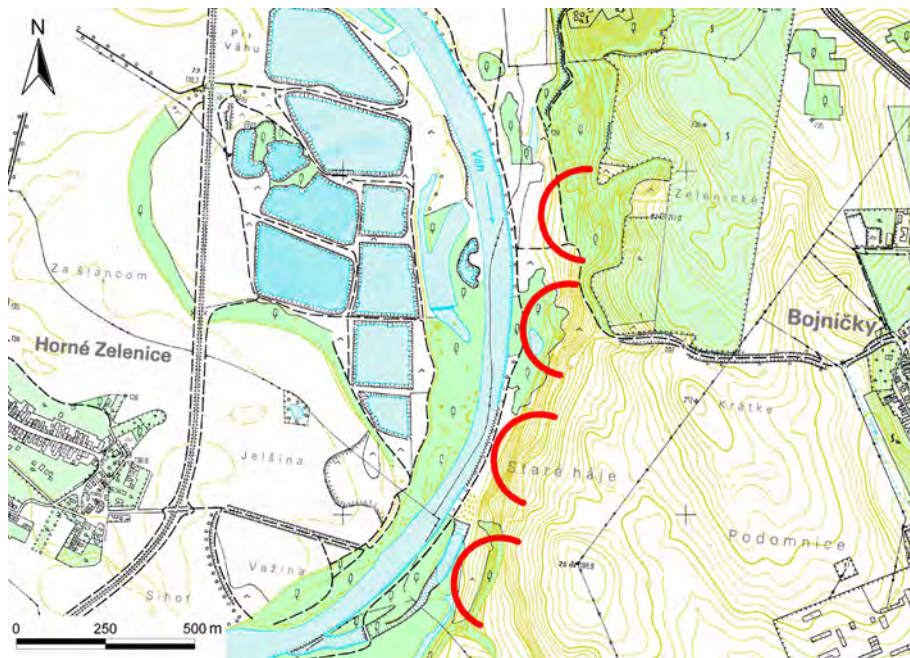


Obr. 2.1.88: Lokalita Kvašov – monitorovaný zosuv s vyznačením výsledkov inklinometrického merania a režimového pozorovania. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – odvodňovací systém (hlavný drén – vetva A a bočné drény označené číslami 1 až 10), 3 – inklinometrický vrt, 4 – režimové pozorovania zmien 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 zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m)



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 26260)



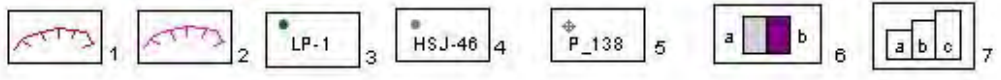
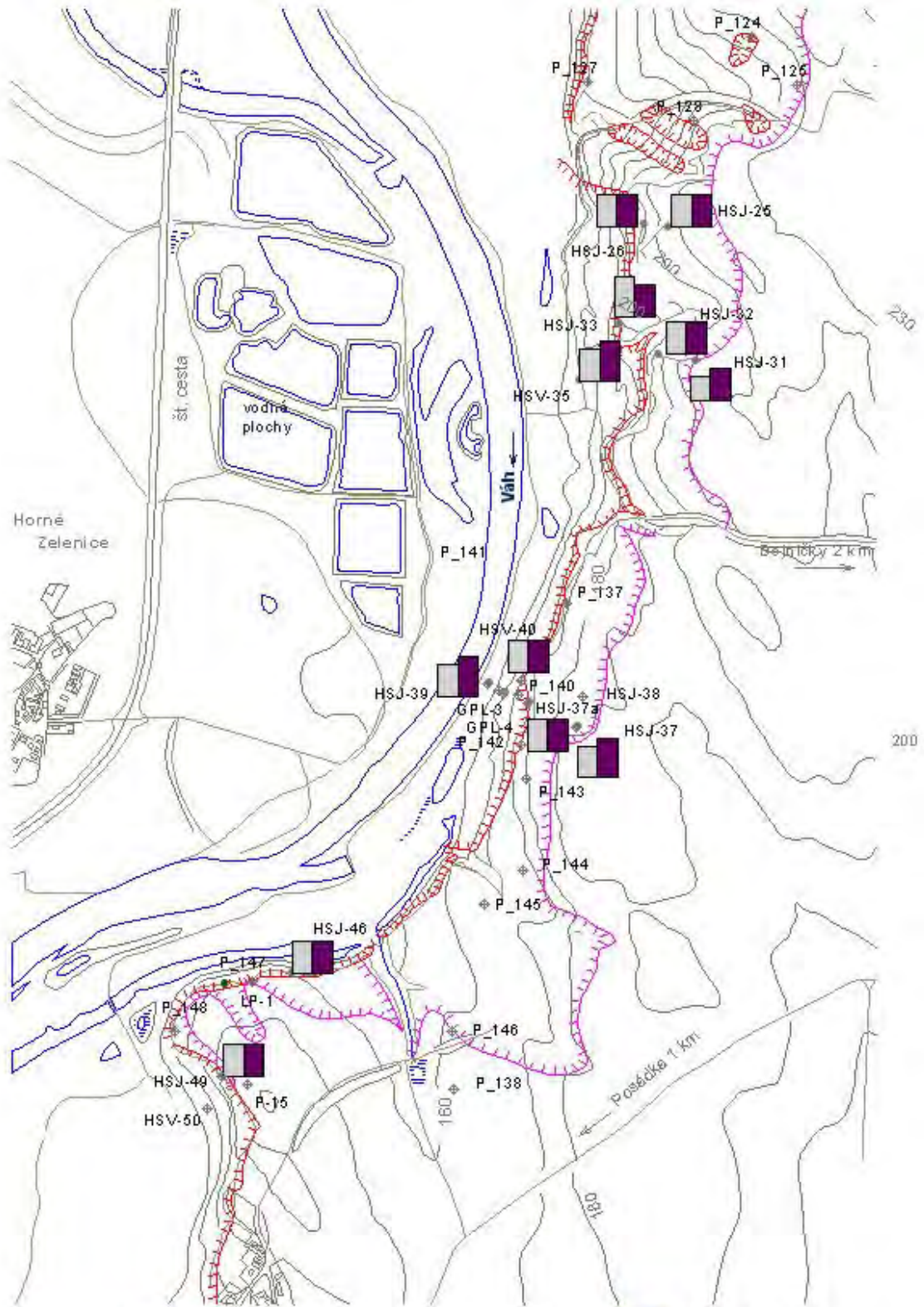


Obr. 2.1.90: Lokalizácia monitorovanej časti rozsiahleho frontálneho zosuvu severne od obce Posádka

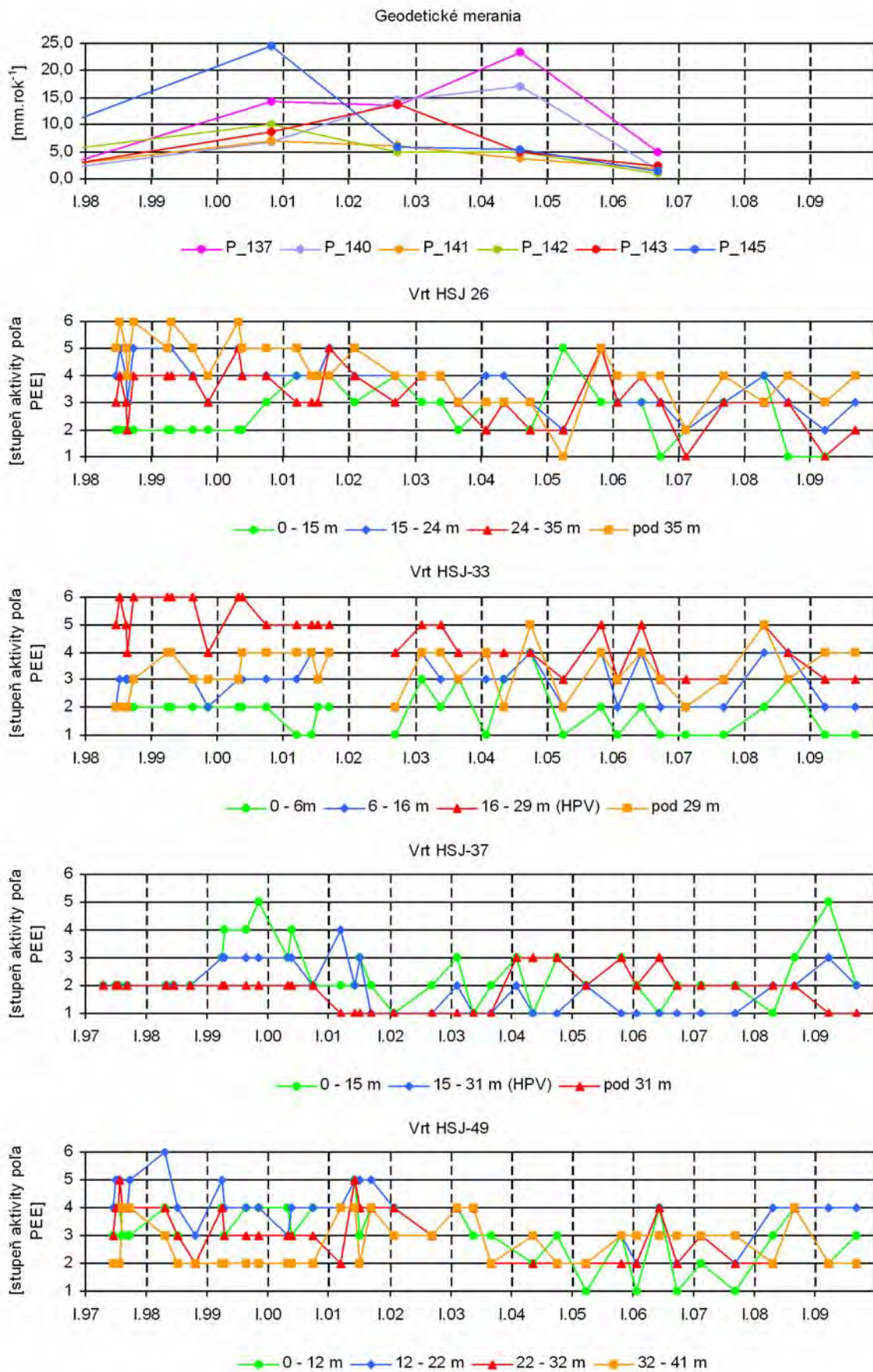


Obr. 2.1.91: Pohľad na zosuvný svah nad aluviálnou nivou Váhu v centrálnej časti monitorovaného zosuvného územia, západne od obce Bojničky (foto P. Wagner, 2006)



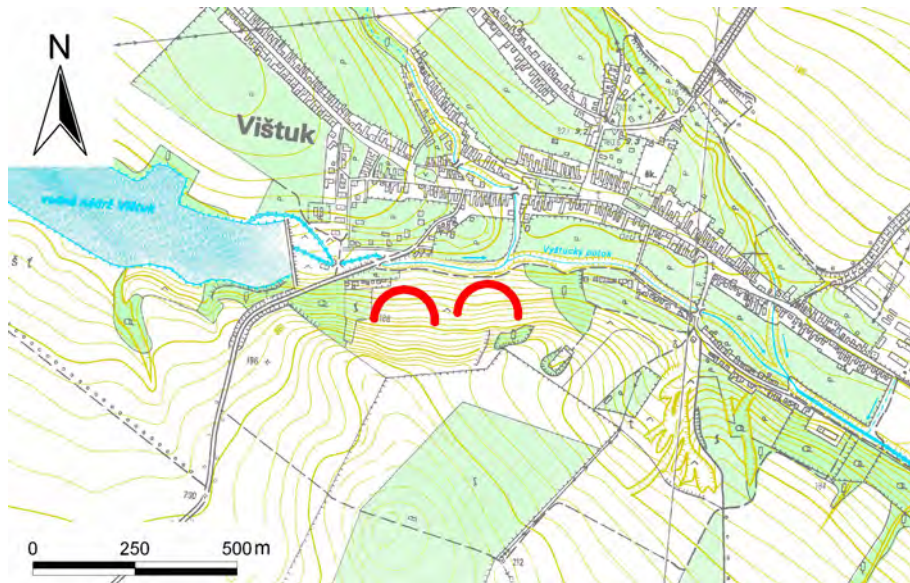


Obr. 2.1.92: Lokalita Hlohovec-Posádka – výsledky merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – hranice potenciálnych zosuvov, 3 – inklinometrický vrt, realizovaný v novembri 2009, 4 – pozorované vrty, 5 – geodetické body, 6 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 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)



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



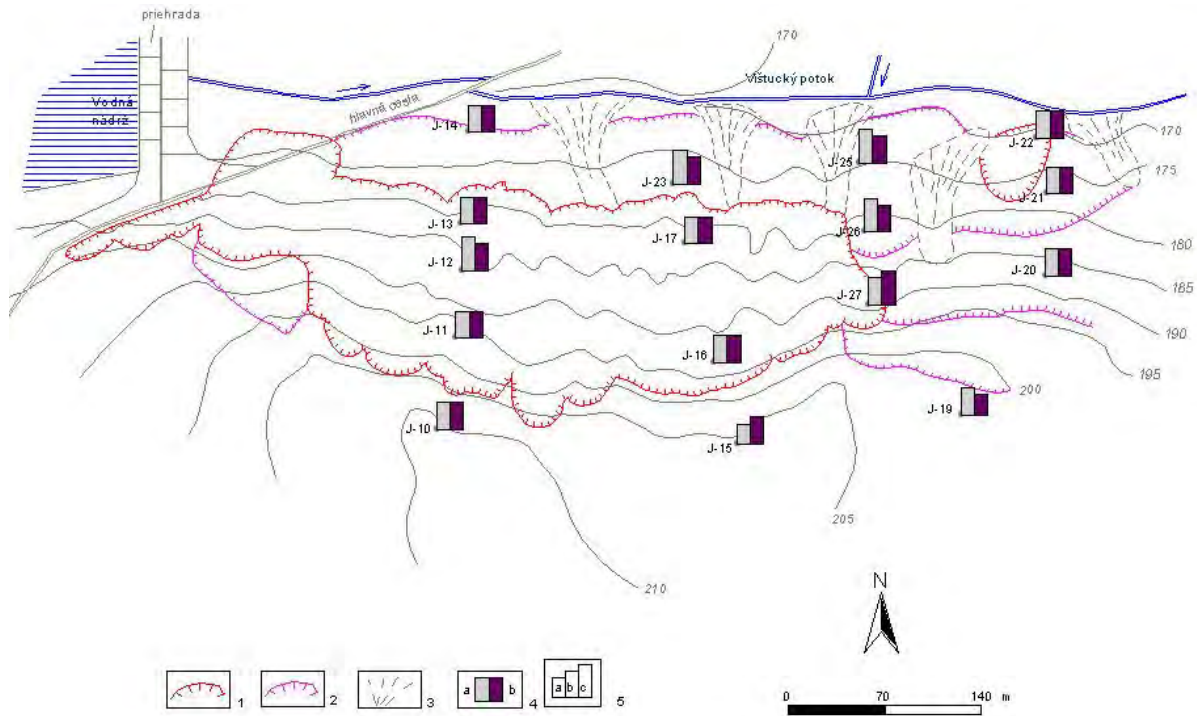


Obr. 2.1.94: Lokalizácia monitorovaného frontálneho zosuvu na južnom okraji obce Vištuk

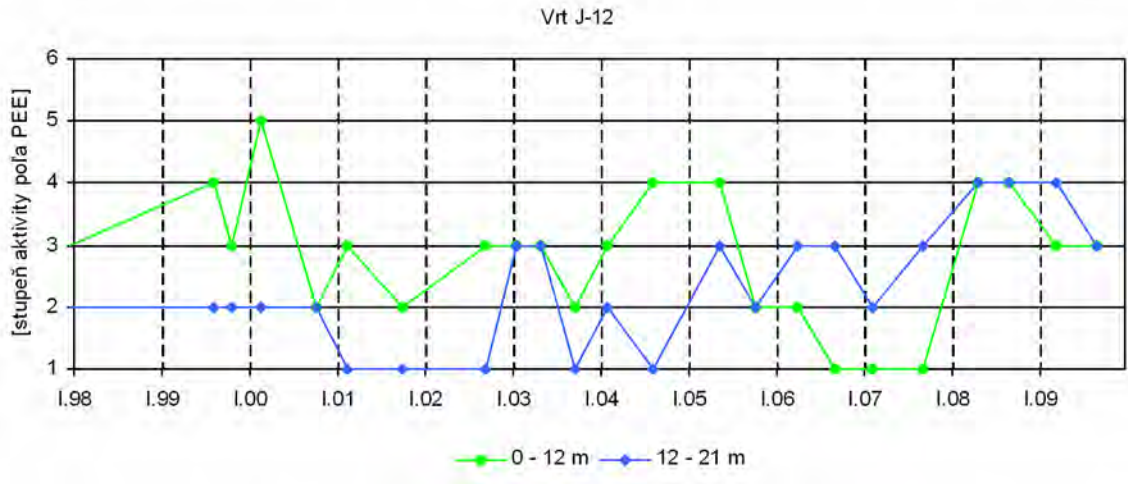
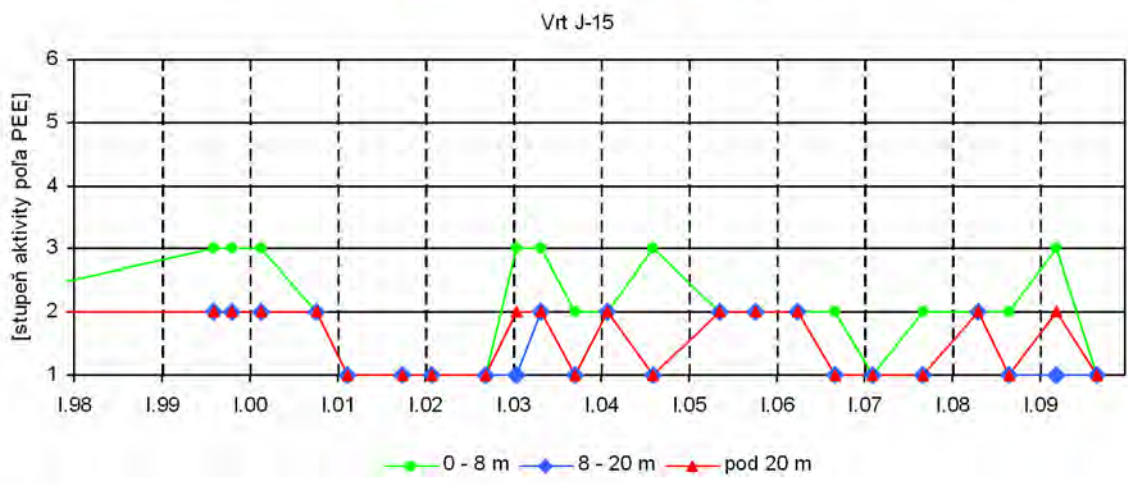
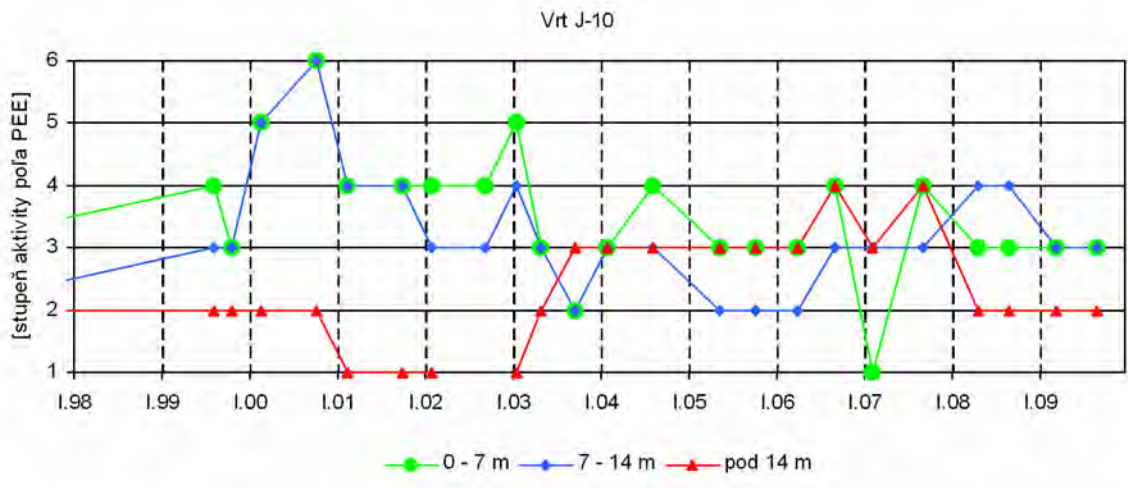




Obr. 2.1.95: Pohľad na časť zosuvného územia nad obcou Vištuk (foto P. Wagner, 2006)

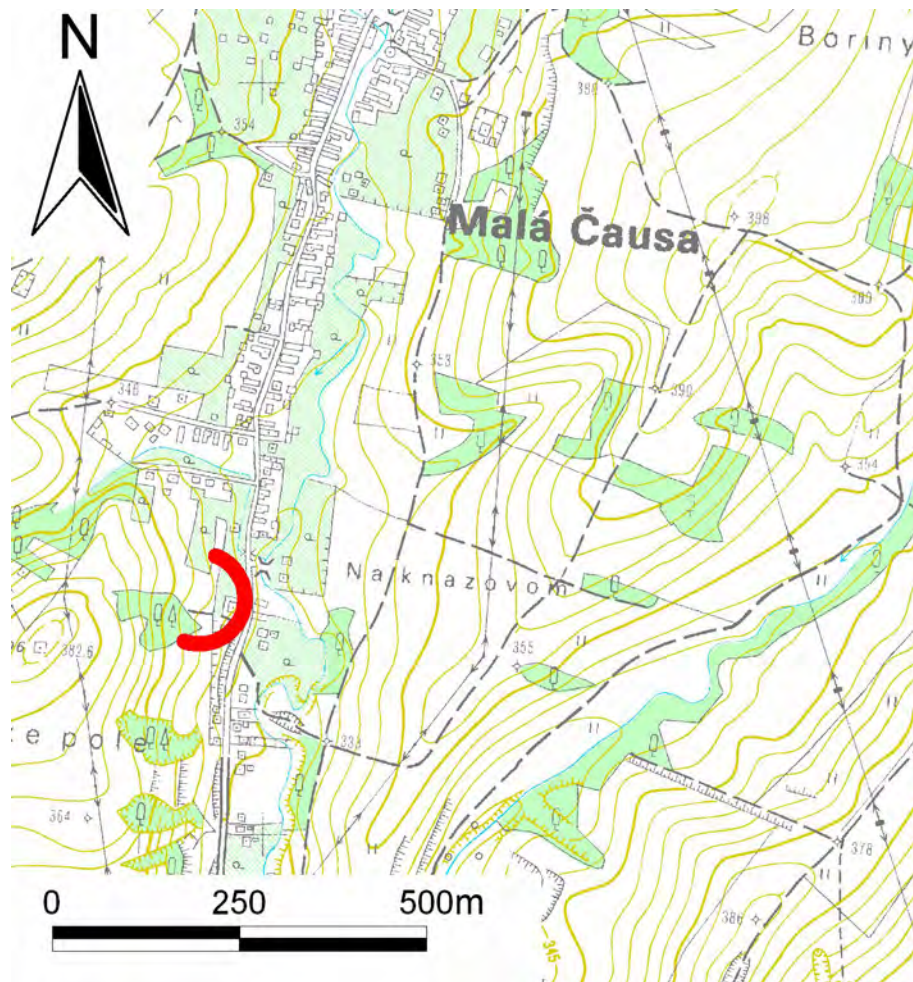


Obr. 2.1.96: Lokalita Vištuk – výsledky merania poľa PEE v rokoch 2008 a 2009. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – staršie potenciálne zosuvy, 3 – náplavové kužele, 4 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2008, b – 2009, 5 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.5: a – nízka aktivita poľa PEE (stupeň 1), b – stredná aktivita poľa PEE (stupeň 2), c – vysoká aktivita poľa PEE (stupeň 3)



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

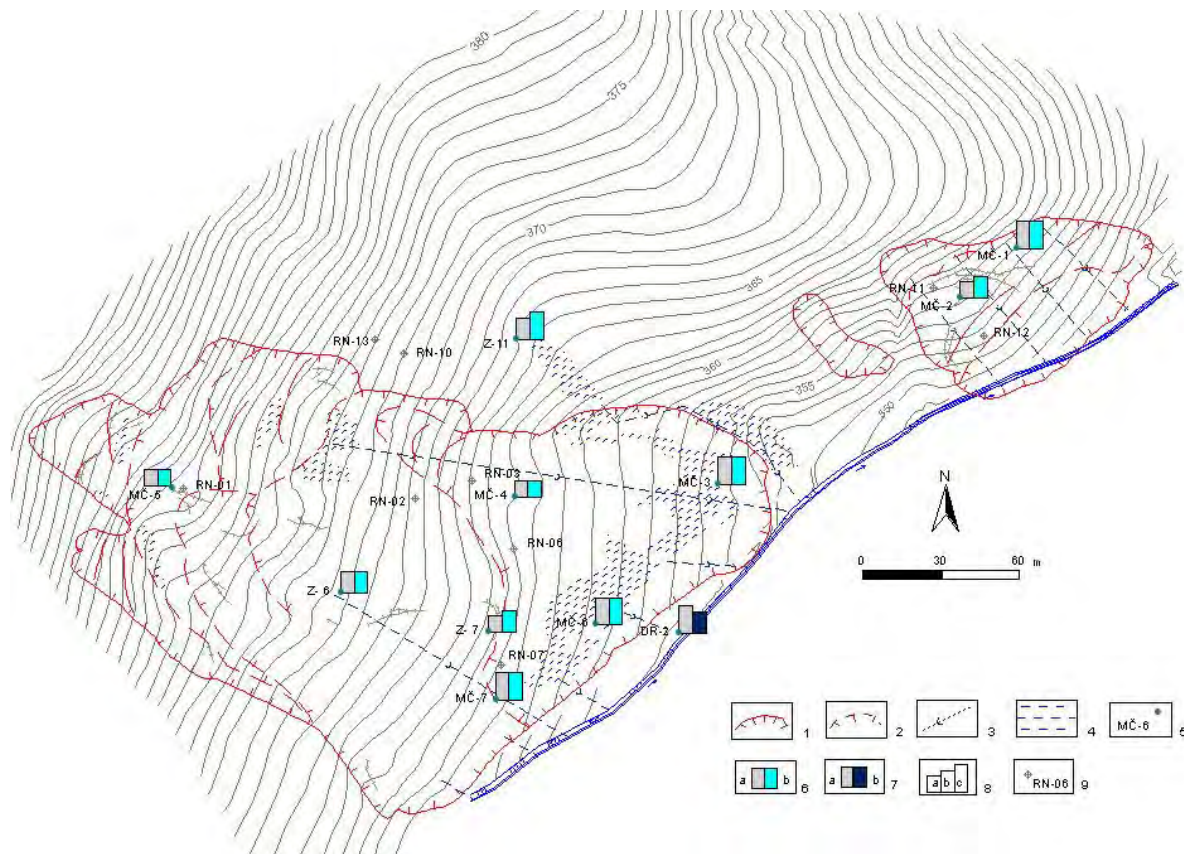




Obr. 2.1.98: Lokalizácia zosuvu na juhozápadnom okraji obce Malá Čausa

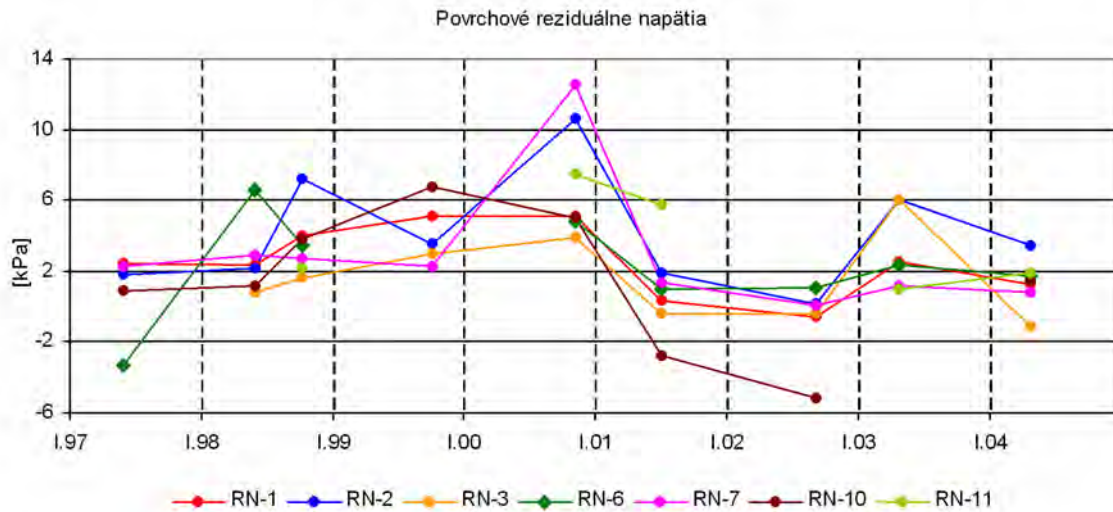


Obr. 2.1.99: Pohľad od prelivového vrtu MČ-6 na časť sanovaného zosuvu pri Malej Čausi  
(foto D. Jadroň, 1997)

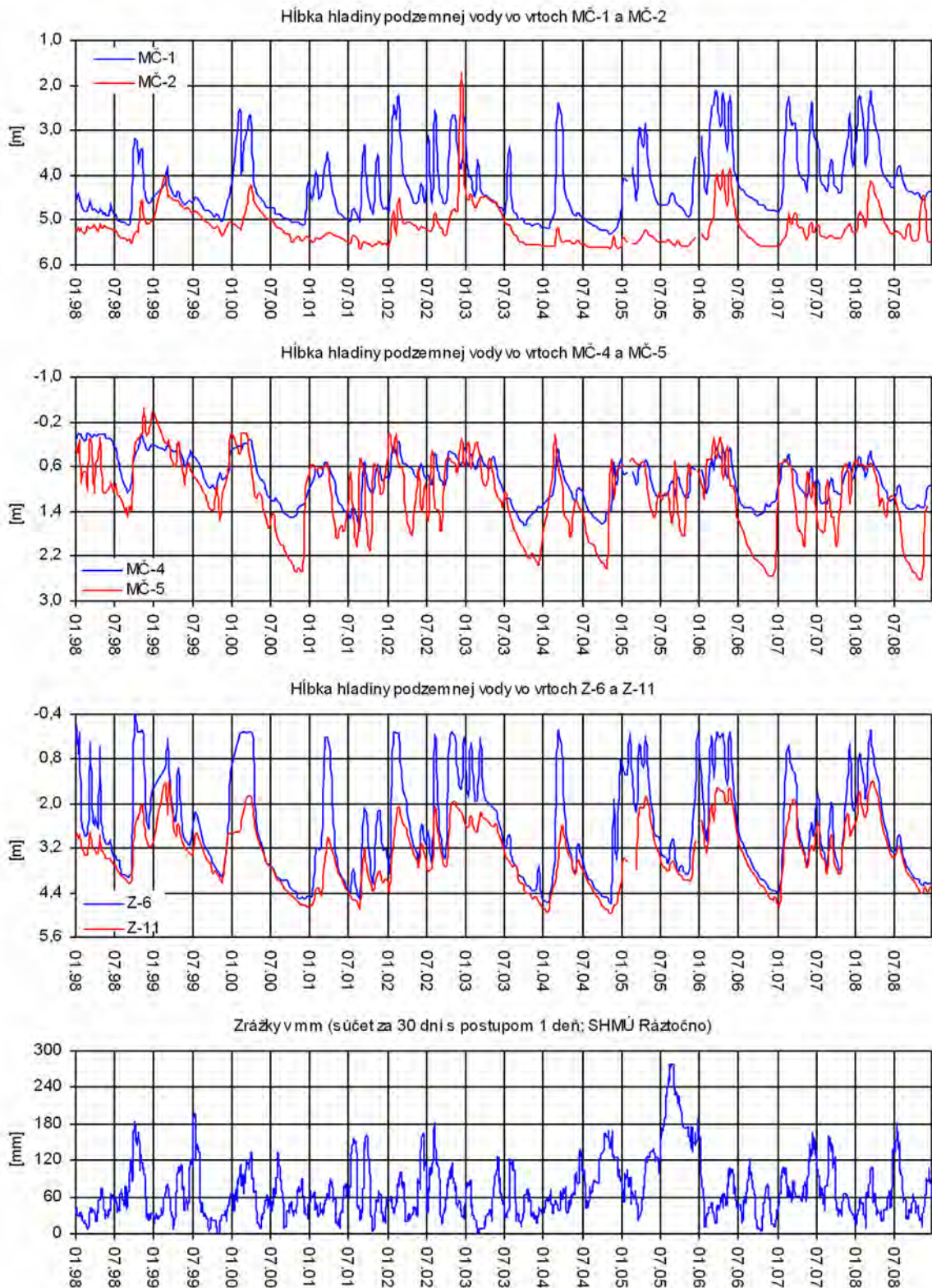


Obr. 2.1.100: Lokalita Malá Čausa – výsledky režimových pozorovaní v rokoch 2007 a 2008. 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – čiastkové zosuvy a zátzhy, 3 – stabilizačno - odvodňovacie rebrá, 4 – zamokrené územia, 5 – piezometrické vrty, 6 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v 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

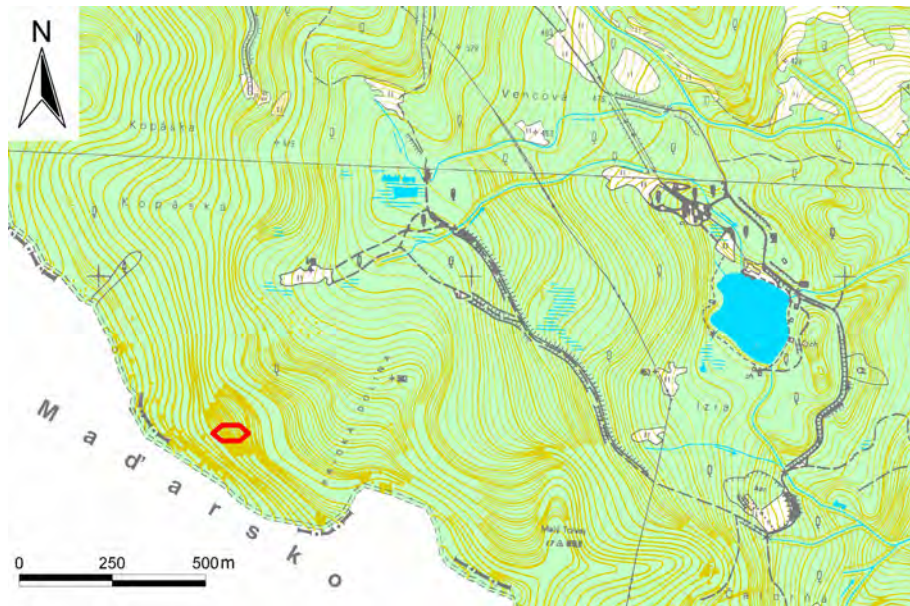




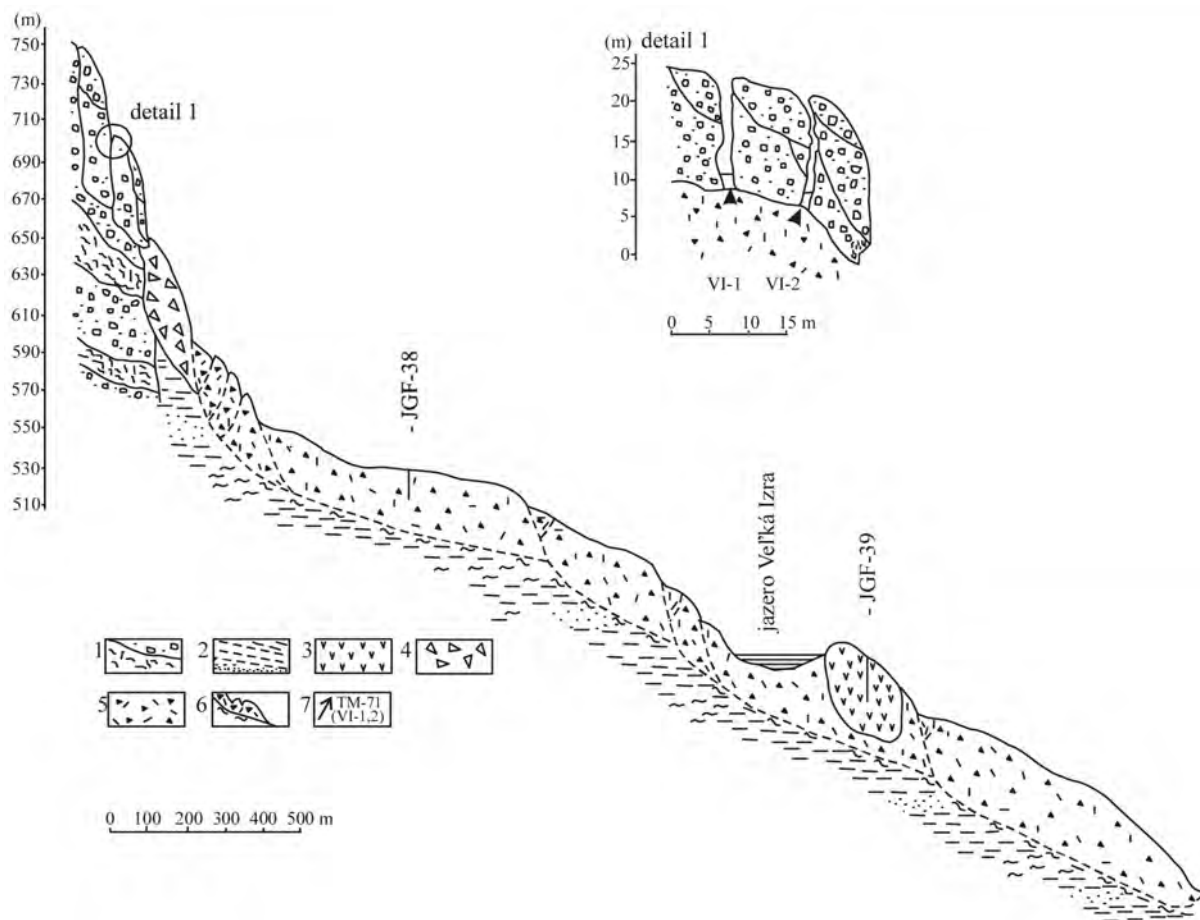
Obr. 2.1.101: Dlhodobé výsledky merania povrchových reziduálnych napätí na lokalite Malá Čausa



Obr. 2.1.102: Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní z vybraných vrtoŧ na lokalite Malá Čausa, znázornené spoločne so zrážkovými úhrňmi zo stanice SHMÚ Ráztčno (indikatív 30100)



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

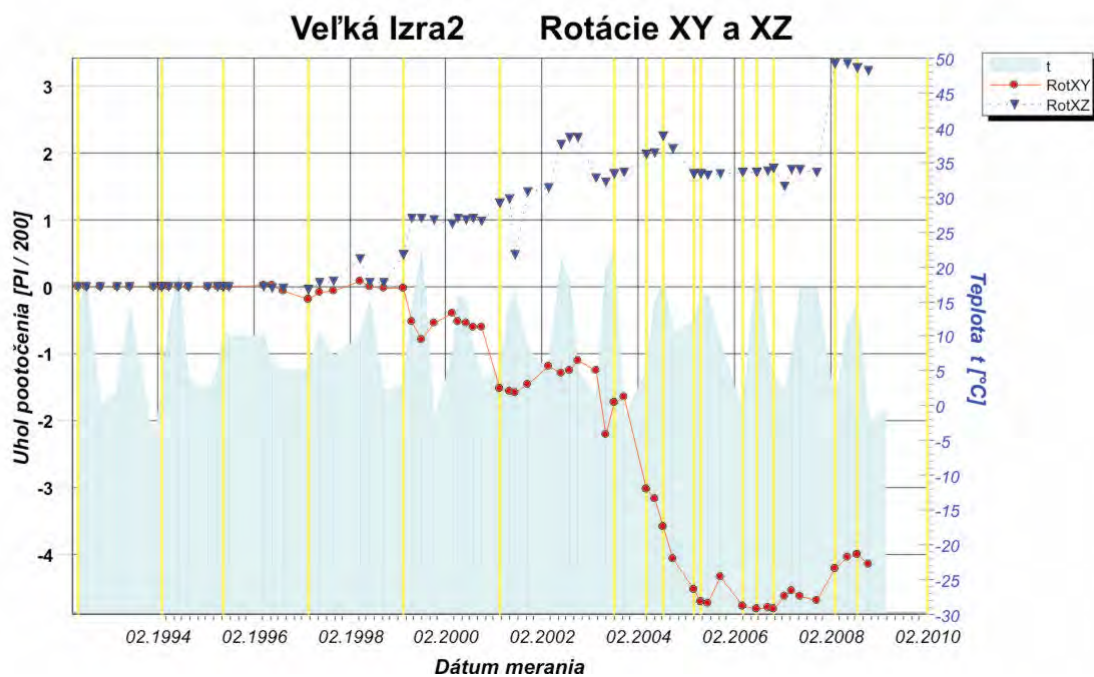
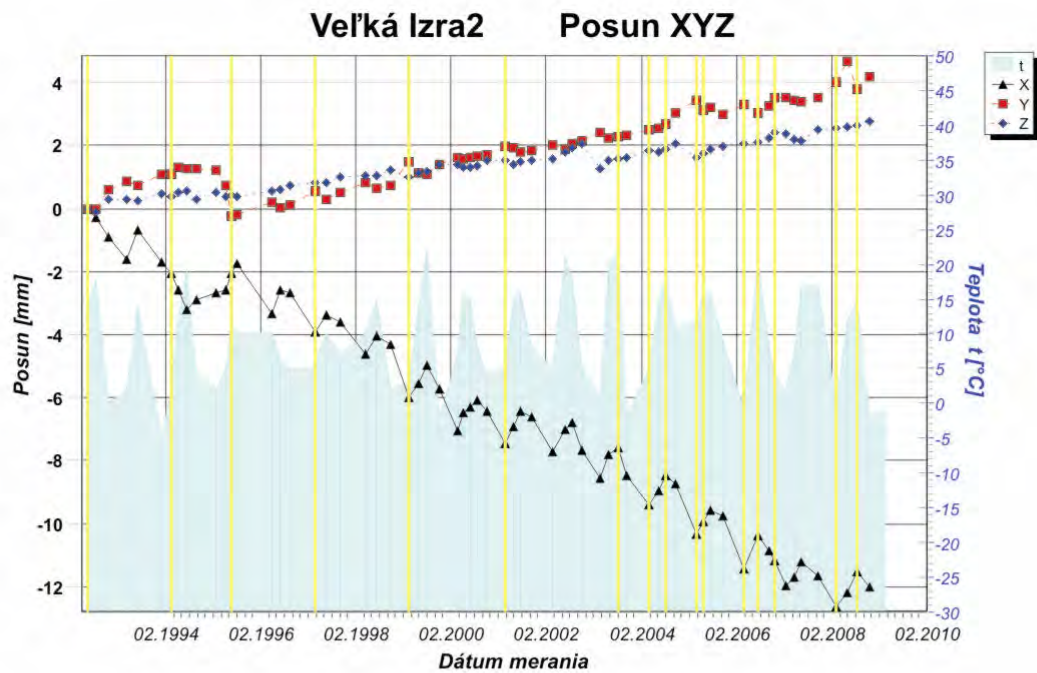


Obr. 2.1.104: Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Veľká Izra s vyznačením osadenia dilatometrov VI-1 a VI-2. 1 – striedanie andezitov a brekcií lávových prúdov s polohami autochtónnych pyroklastík, 2 – íl s polohami ílovitého piesku, 3 – ryolit (zosunutý blok), 4 – morfológicky 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)



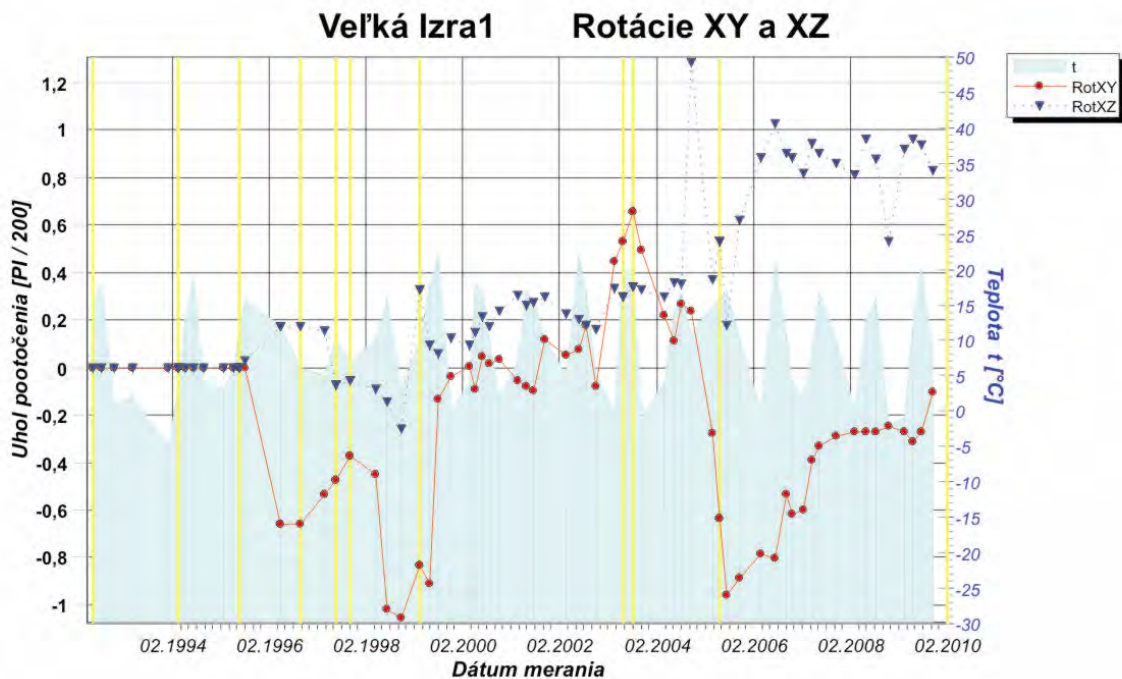
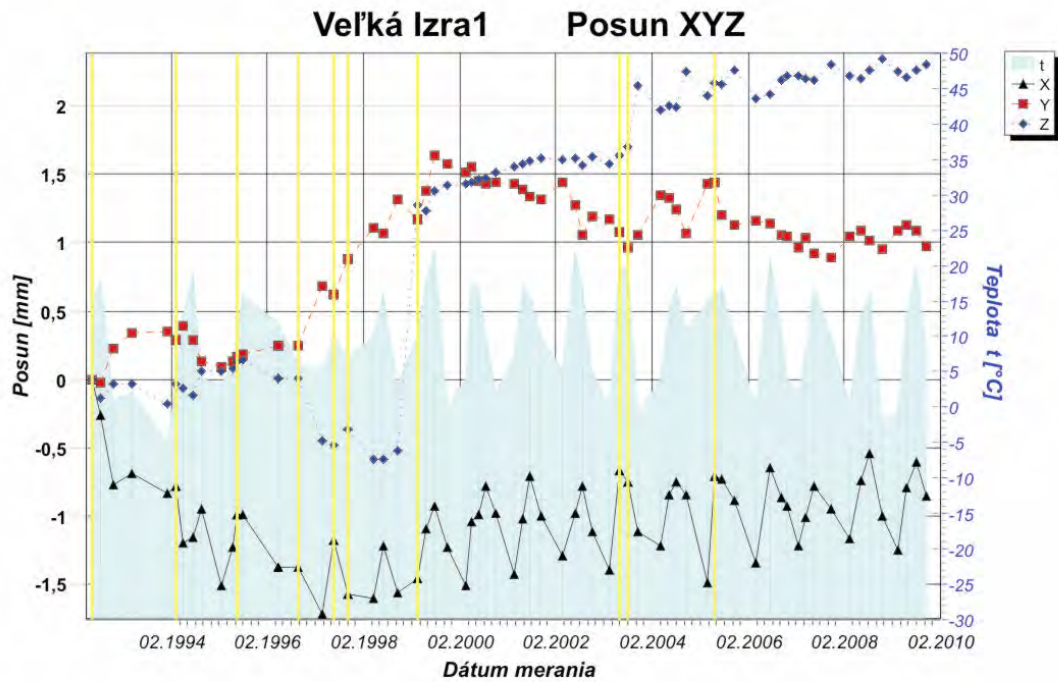


Obr. 2.1.105: Pohľad na okrajové bloky horninového masívu na lokalite Veľká Izra, medzi ktorými sú inštalované dilatometre VI-1 a VI-2 (foto Ľ. Petro, 2009)

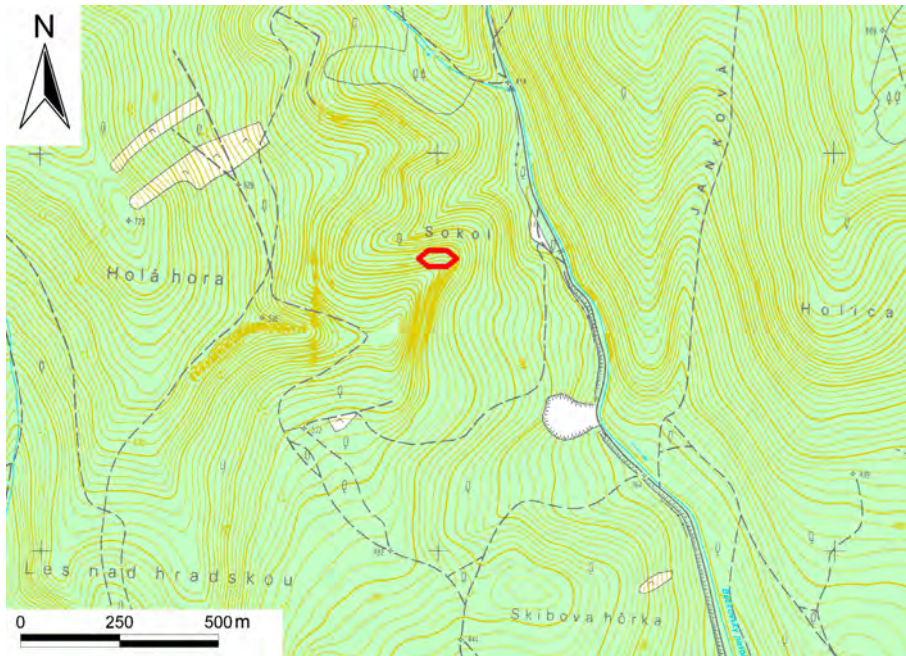


Obr. 2.1.106: Výsledky dlhodobého merania posunov horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Veľká Izra (prístroj VI-2). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí  $x$ ,  $y$  a  $z$  v  $mm$ ); Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine  $xy$  a  $xz$  v  $\pi/200$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

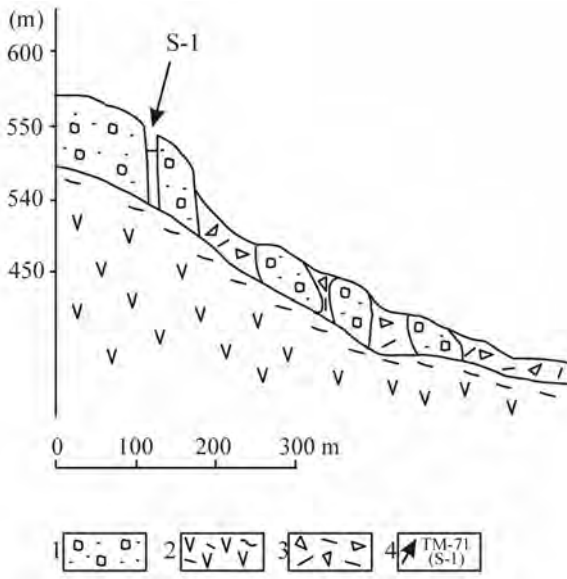


Obr. 2.1.108: Lokalizácia svahovej poruchy Sokol charakteru plazenia v údolí Bačkovského potoka



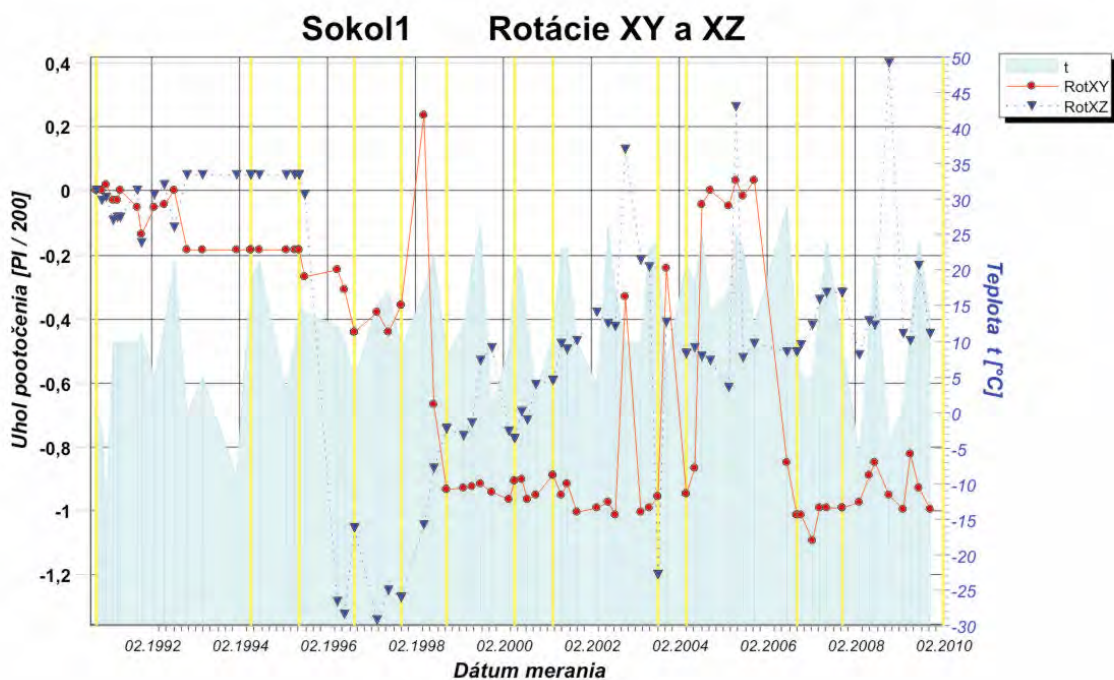
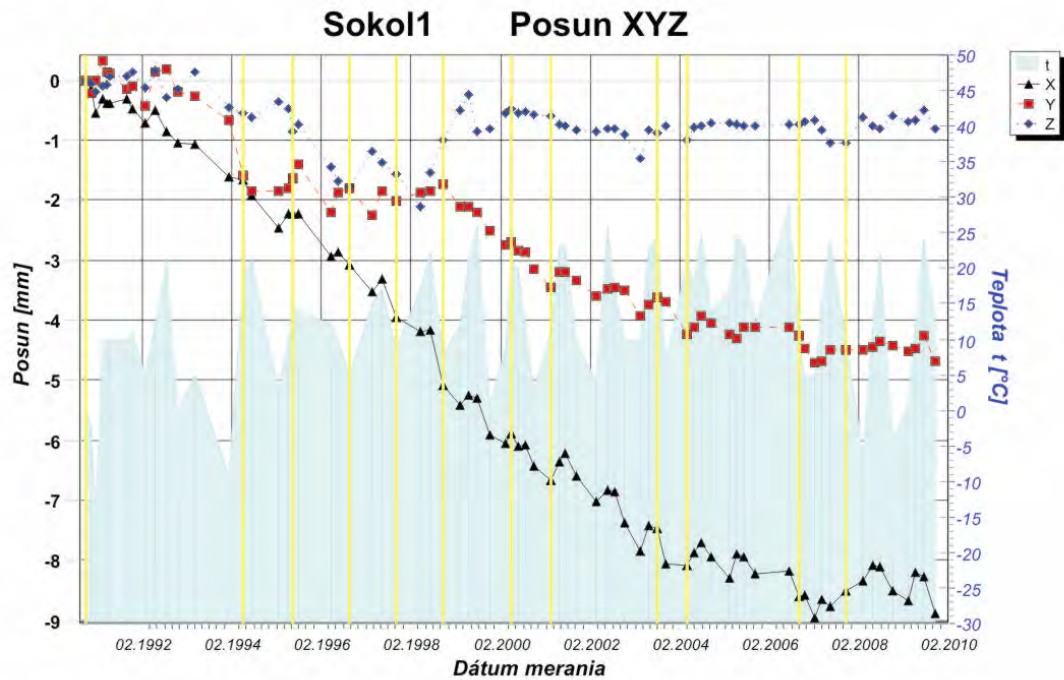


Obr. 2.1.109: Umiestnenie dilatometra S-1 na lokalite Sokol (foto Ľ. Petro, 2009)

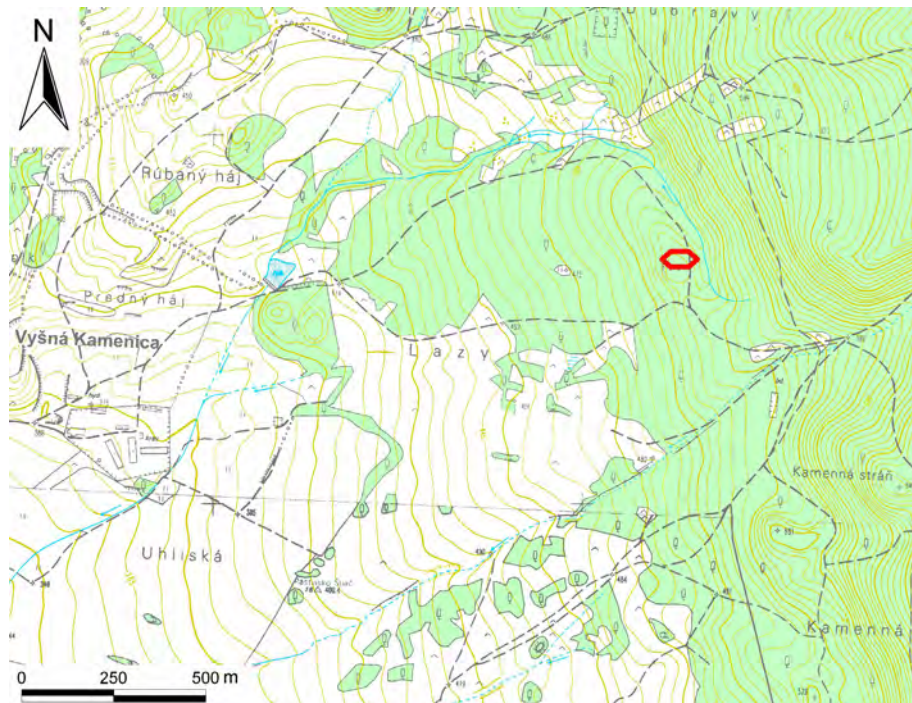


Obr. 2.1.110: Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Sokol s vyznačením osadenia dilatometra S-1. 1 – striedanie andezitov lávových prúdov a autochtónnych pyroklastík, 2 – andezit propylitizovaný a silno zbrekčovatený, 3 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 4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





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  $\pi/200$  gradov). Žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja



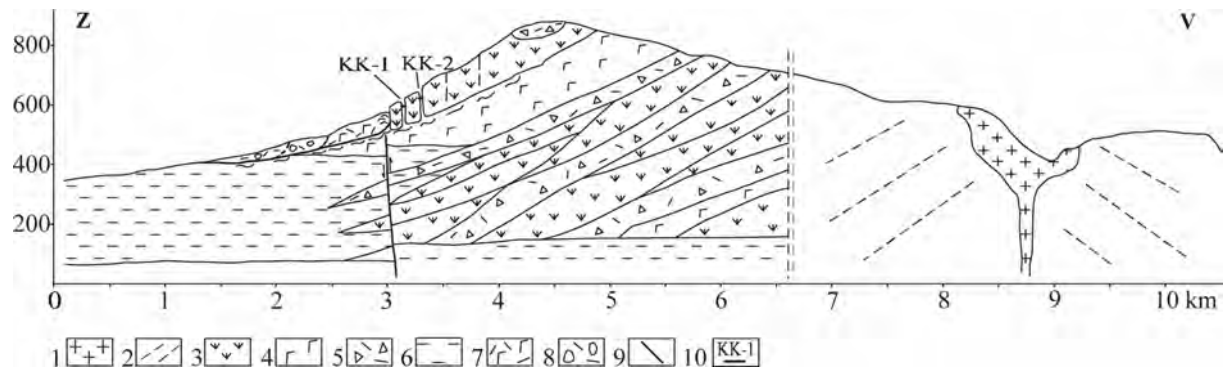
Obr. 2.1.112: Lokalizácia svahovej poruchy charakteru plazenia pri Košickom Klečenove



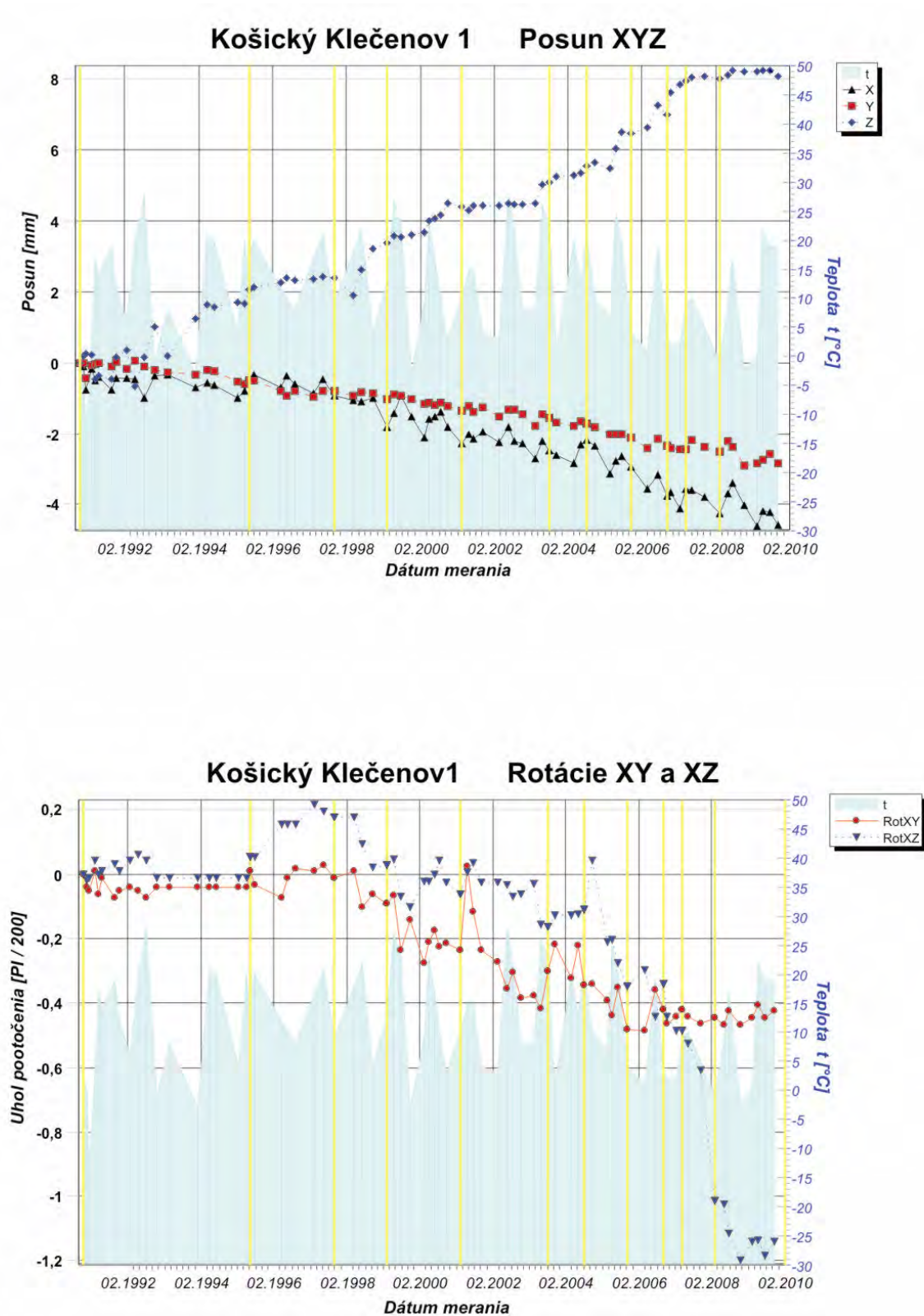


Obr. 2.1.113: Pohľad na umiestnenie dilatometra na lokalite Košický Klečenov (foto L. Petro, 2009)

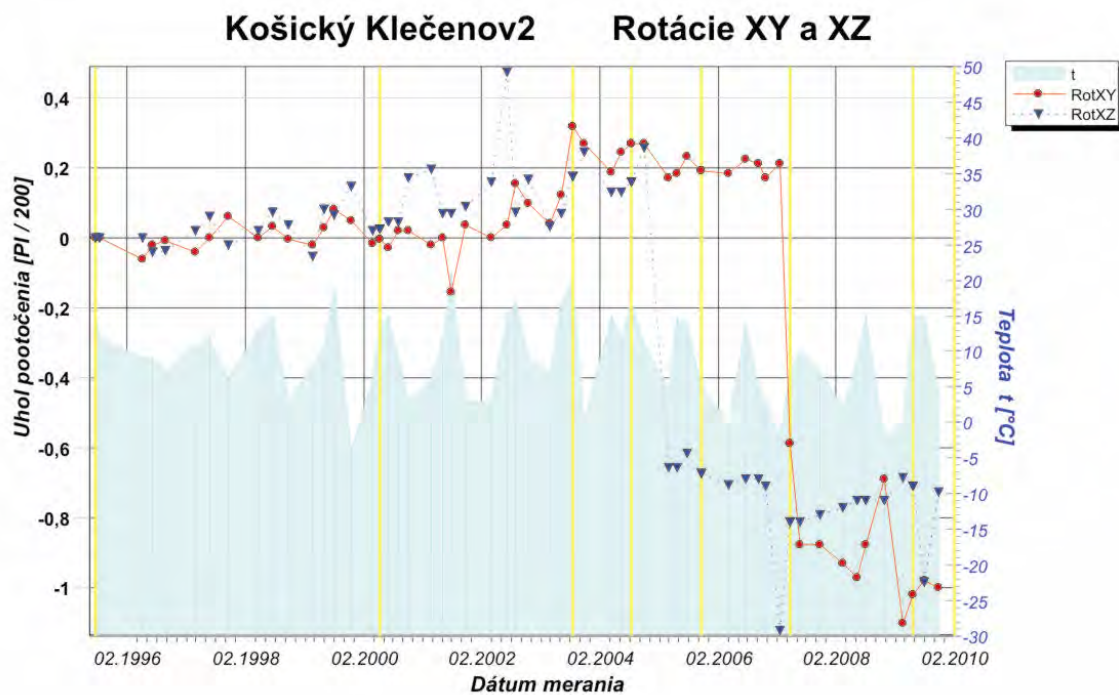
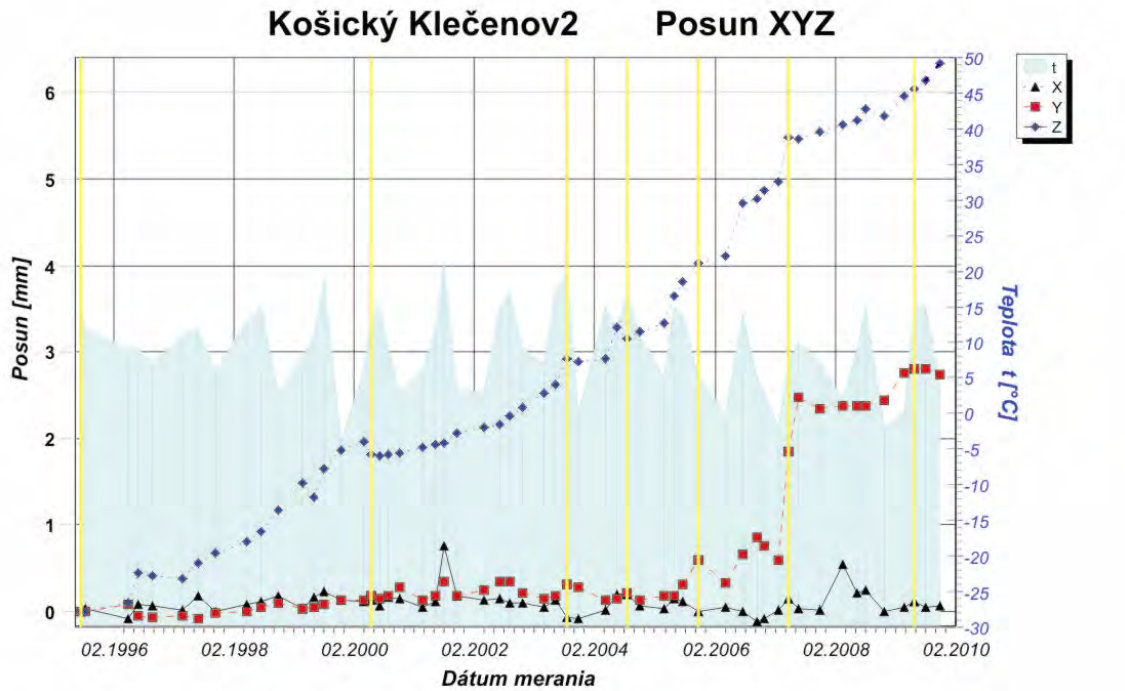




Obr. 2.1.114: Inžinierskogeologický rez stratovulkánom Strechový vrch so svahovou deformáciou a vyznačením osadenia dilatometrov TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroje KK-1 a KK-2). 1 – intrúzia dioritového porfyritu, 2 – striedanie lávových prúdov a pyroklastík, 3 – andezitový lávový prúd, 4 – 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

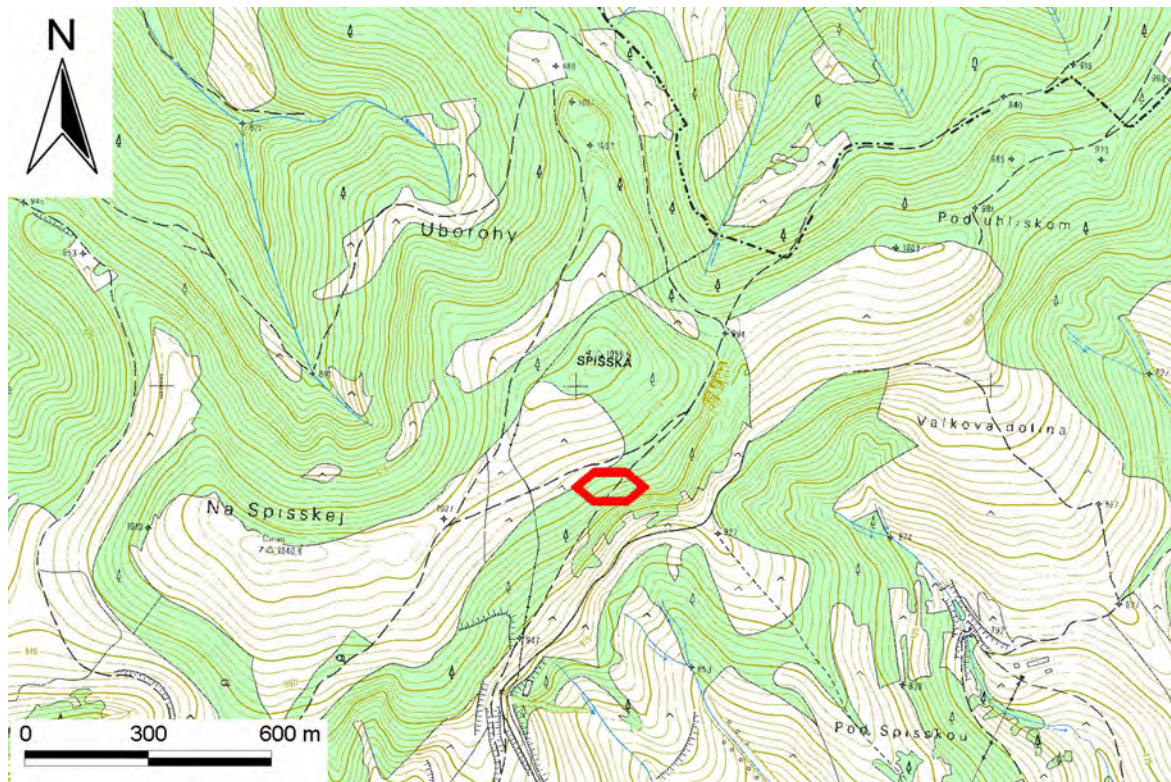


Obr. 2.1.115: Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-1). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm), Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi/200$  gradov). Žltými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



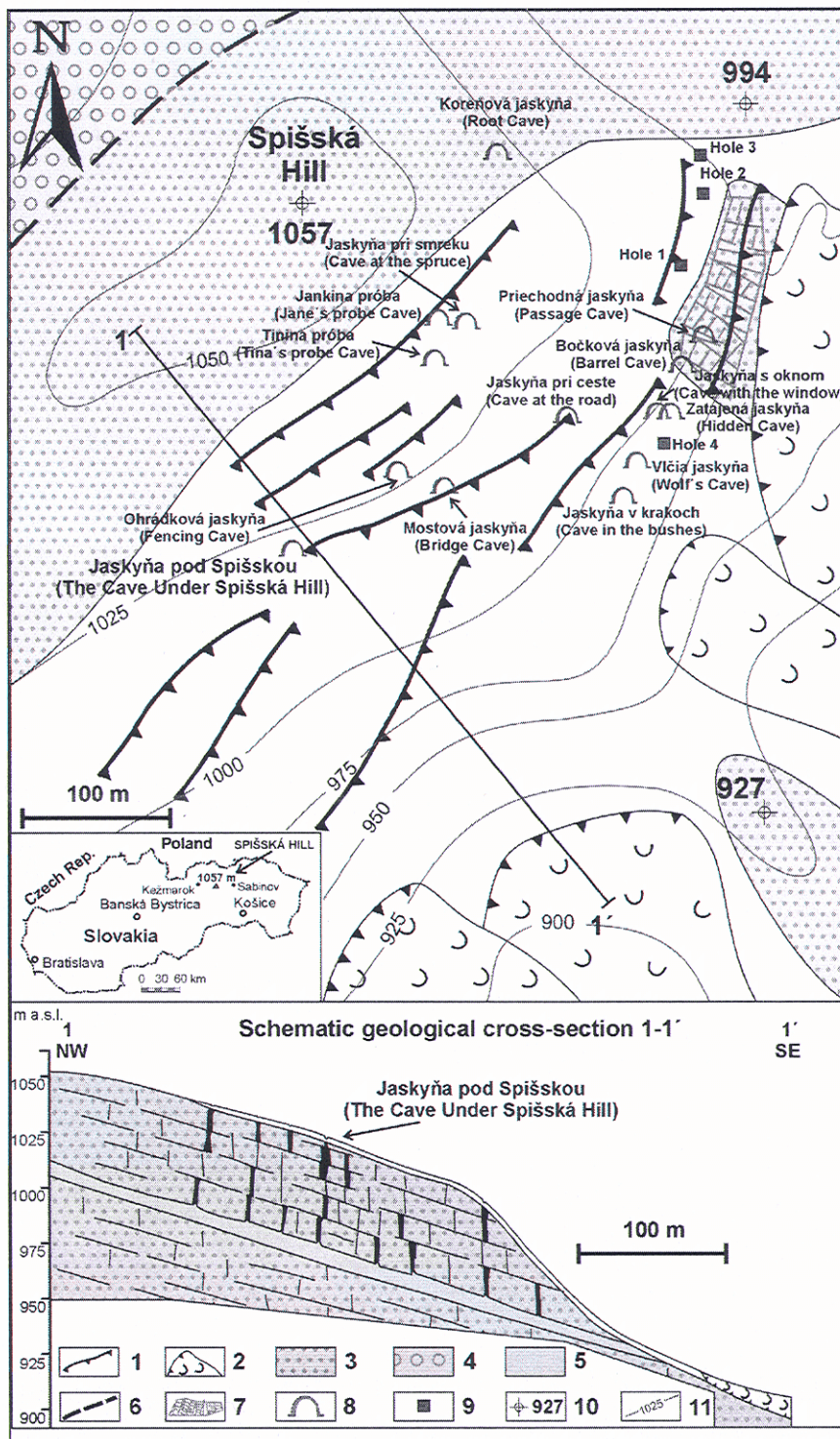
Obr. 2.1.116: Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košícký Klečenov (prístroj KK-2). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm), Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi/200$  gradov). Žltými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





Obr. 2.1.117: Lokalizácia Jaskyne pod Spiškou

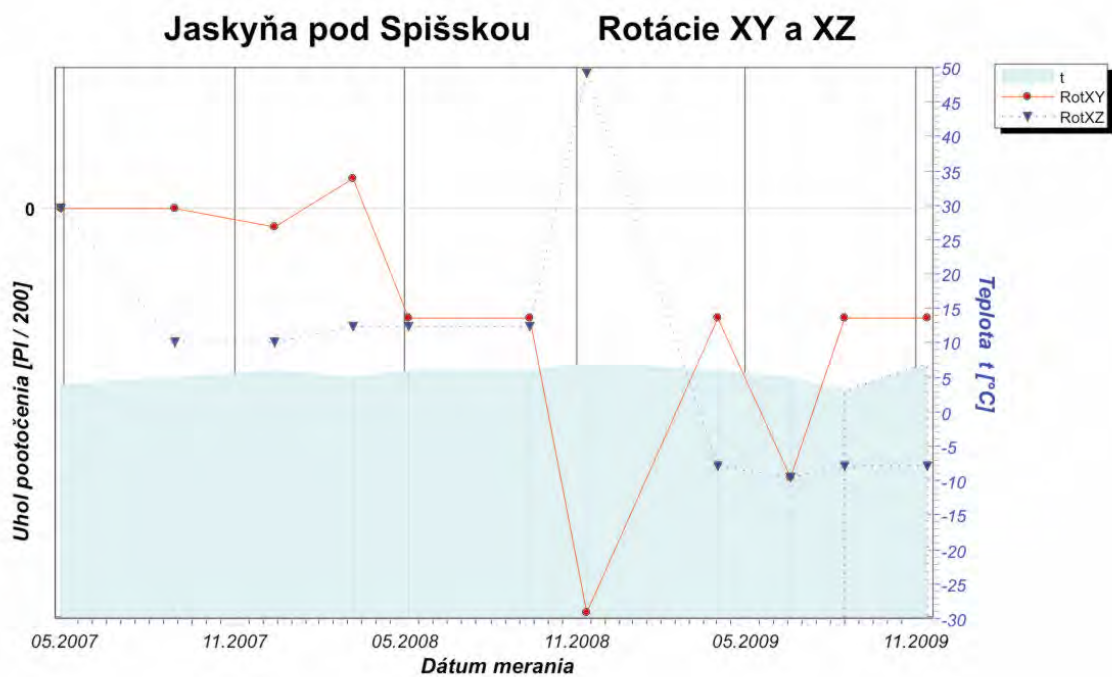
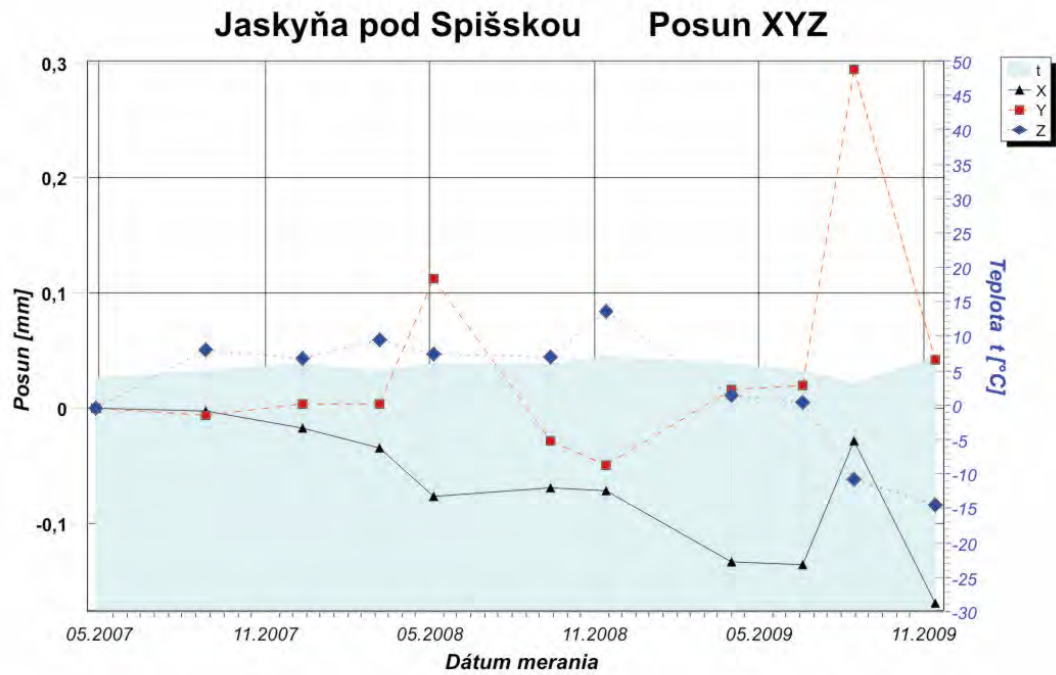




Obr. 2.1.118: Geologická mapa blízkeho okolia Jaskyne pod Spišskou s vyznačením ďalších jaskýň a pričný rez 1 – 1' jaskyňou (podľa Gross et al., 1999, resp. Antonická a Fussgänger, 1998, upravili Imrich et al., 2007). *Kvartér:* 1 – morfológicky výrazné prejavy rozpadávania blokov (terénne stupne, pozdĺžne 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

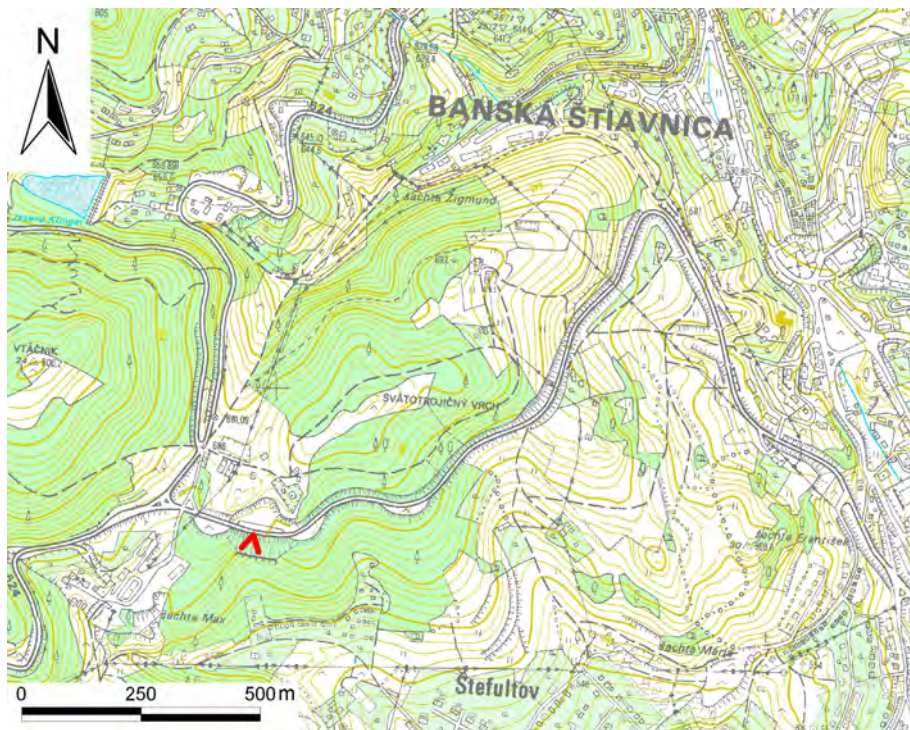


Obr. 2.1.119: Pohľad na územie v okolí Jaskyne pod Spišskou. V detaile je umiestnenie dilatometra TM-71 v jaskyni (foto Ľ. Petro, 2009)

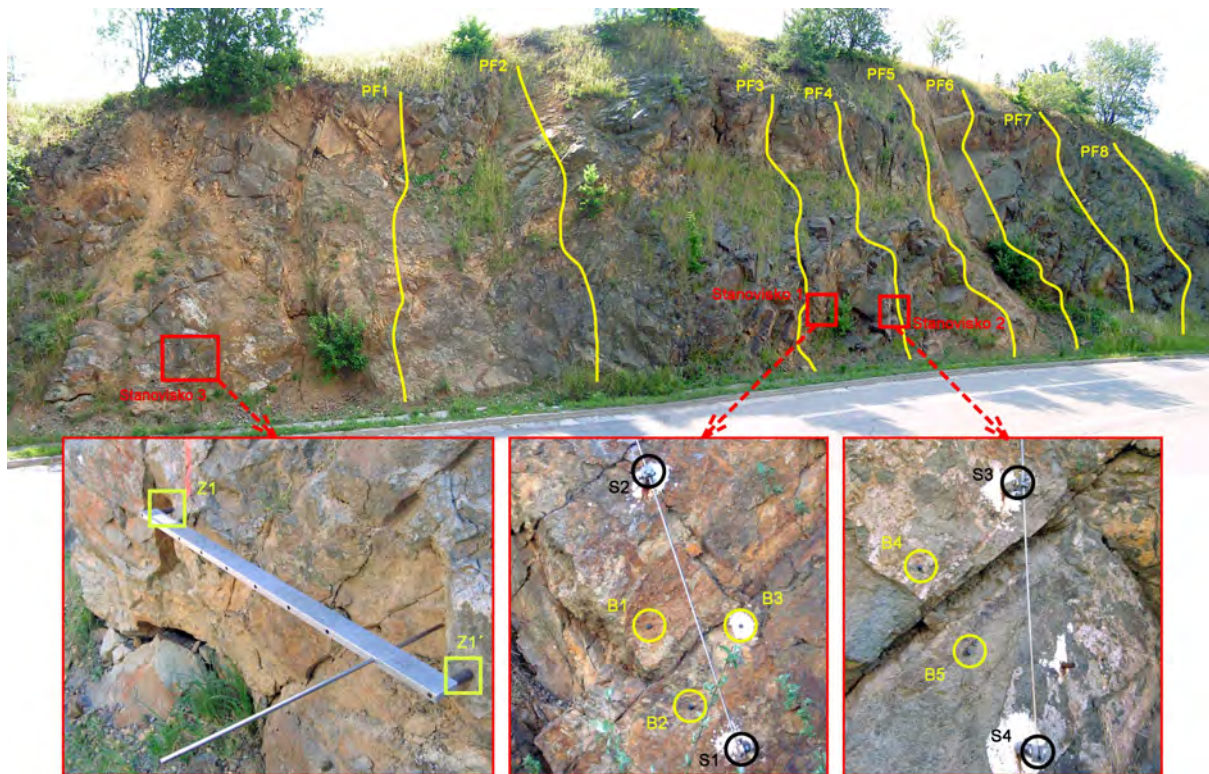


Obr. 2.1.120: Výsledky merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Jaskyňa pod Spišskou. Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v  $\pi/200$  gradov)



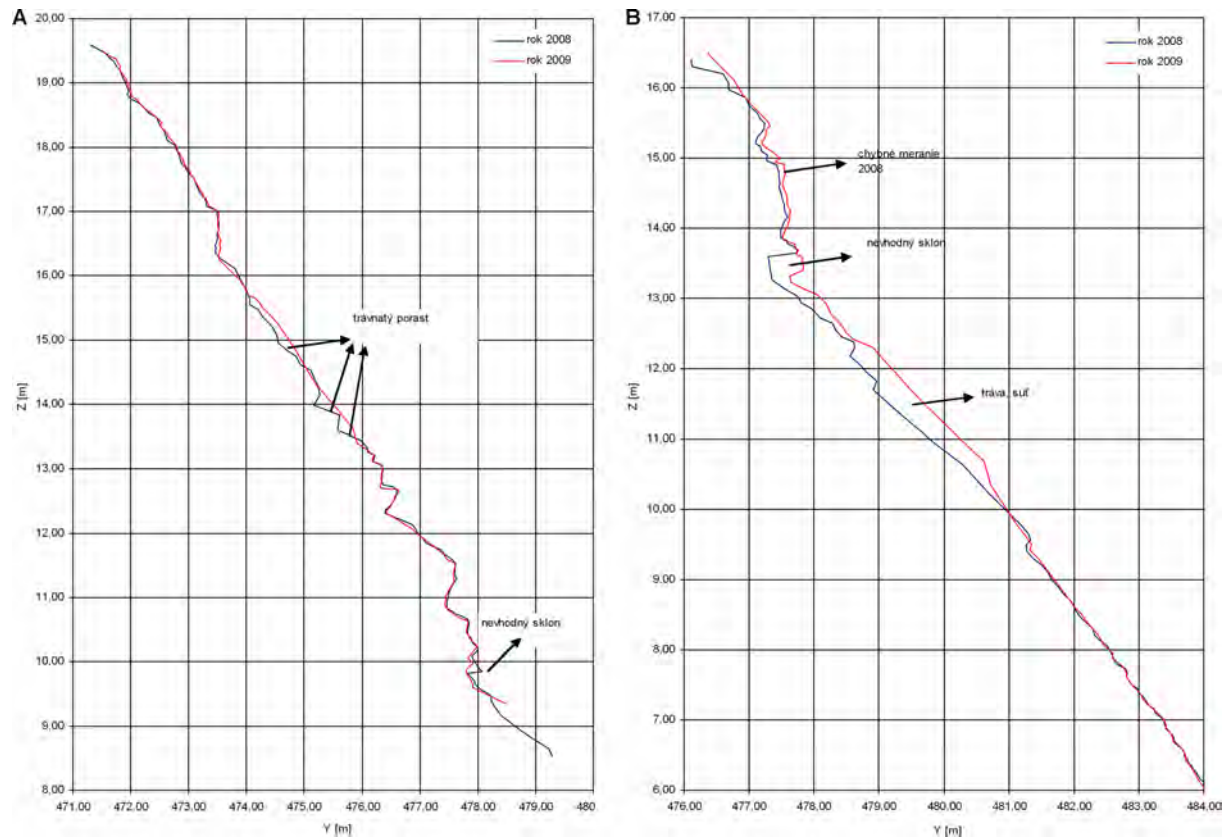


Obr. 2.1.121: Lokalizácia monitorovaného zárezu cesty medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami

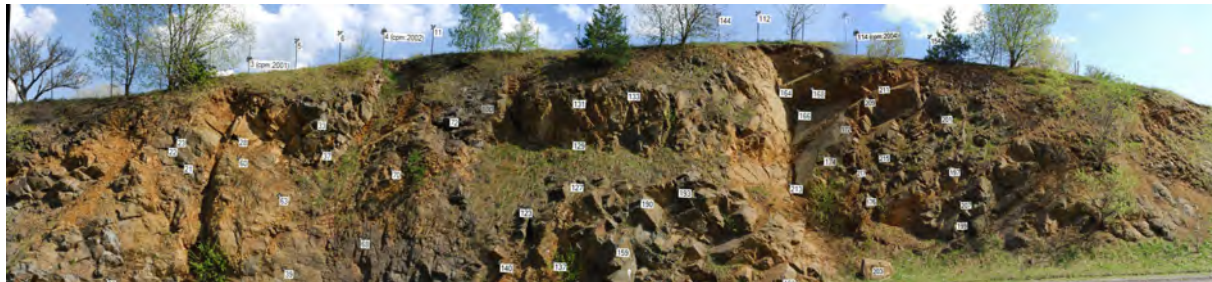


Obr. 2.1.122: Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. PF1 až PF8 – profily pre stereofotogrametrické merania, Stanovisko 1: pozorovacie body B1, B2 a B3 pre merania dilatometrom Somet; pozorovacie body S1 a S2 pre merania meradlom posuvov; Stanovisko 2: pozorovacie body B4 a B5 pre merania dilatometrom Somet; 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)

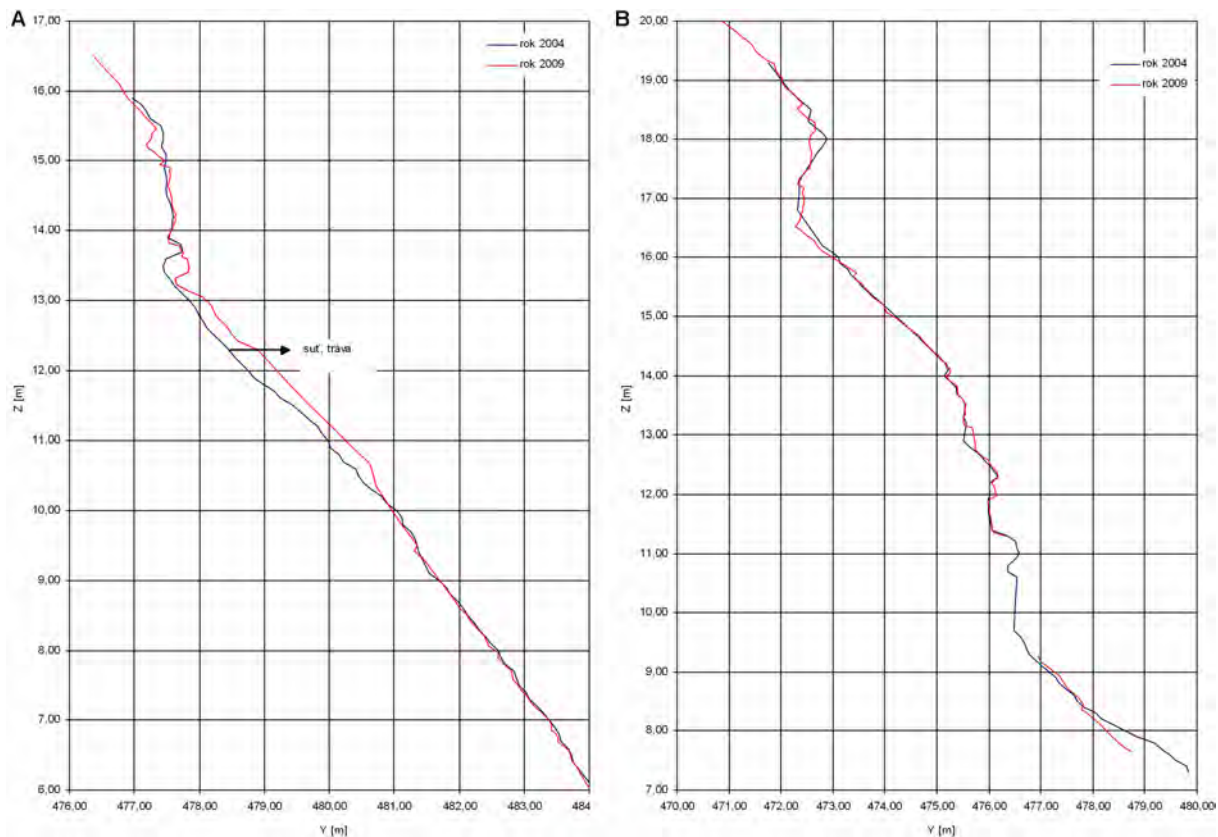




Obr. 2.1.123: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF8 (A) a v profile PF1 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2008 a 2009

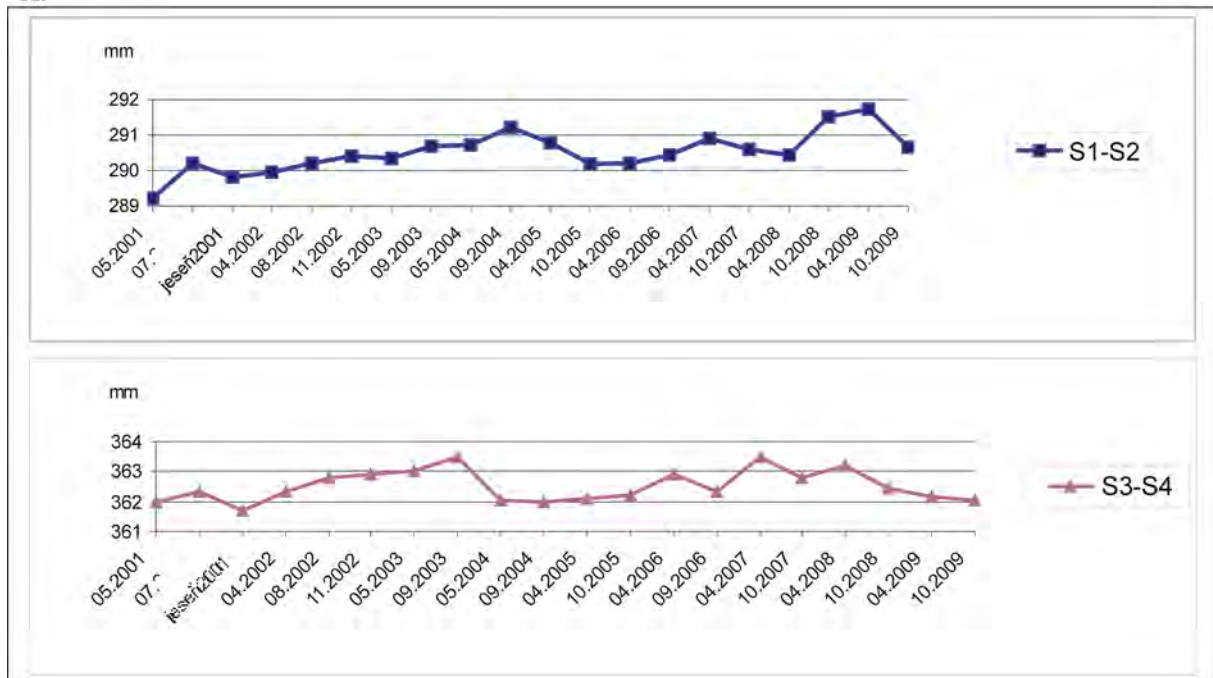


Obr. 2.1.124: Situovanie bodov na lokalite Banská Štiavnica, ktorých posuny boli zisťované metódou konvergentnej fotogrametrie

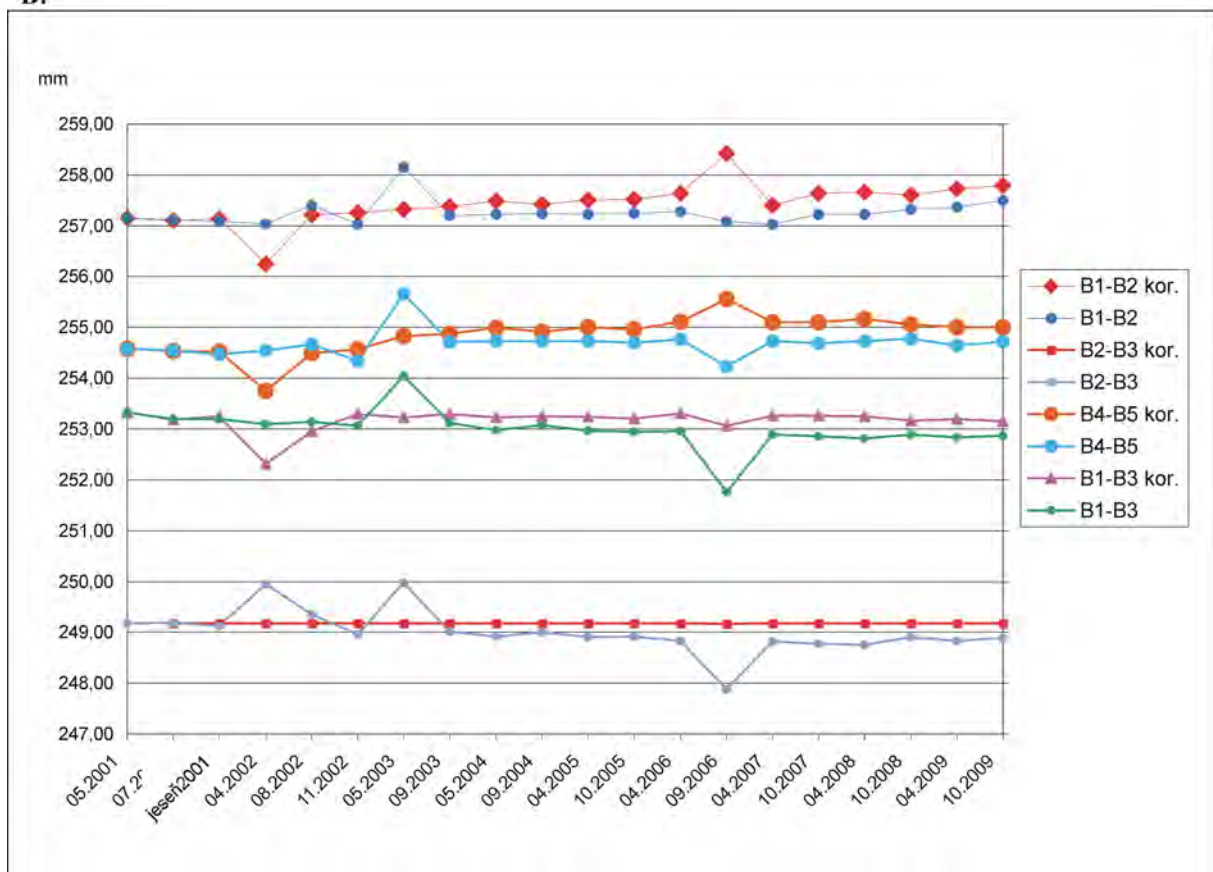


Obr. 2.1.125: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF1 (A) a v profile PF6 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2004 a 2009

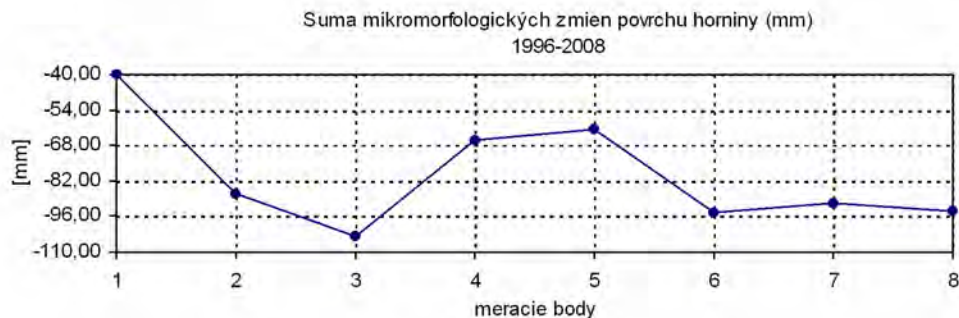
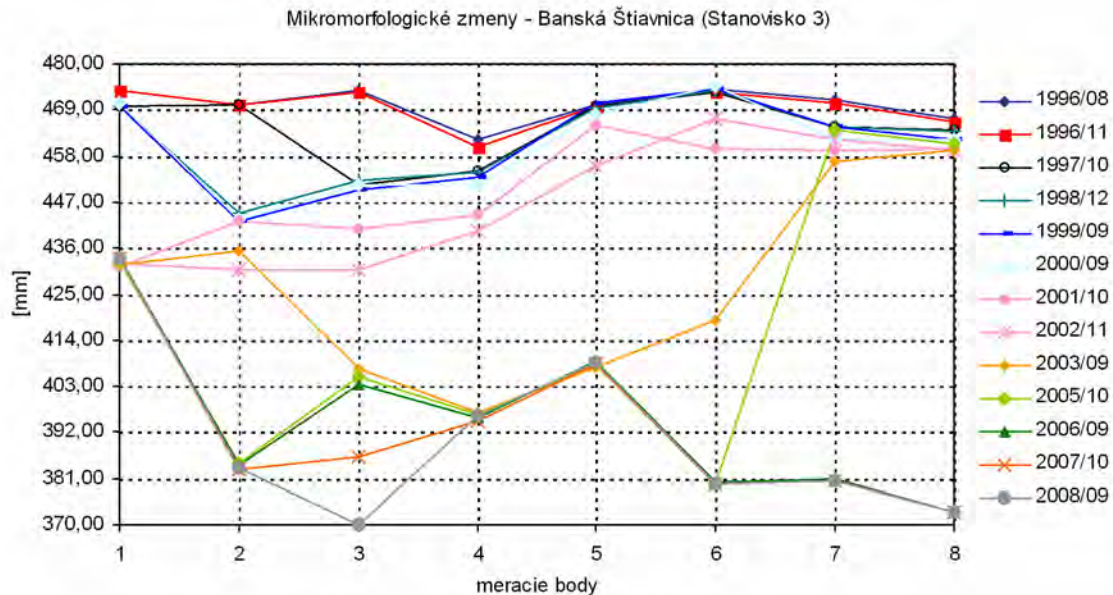
A.



B:



Obr. 2.1.126: 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)

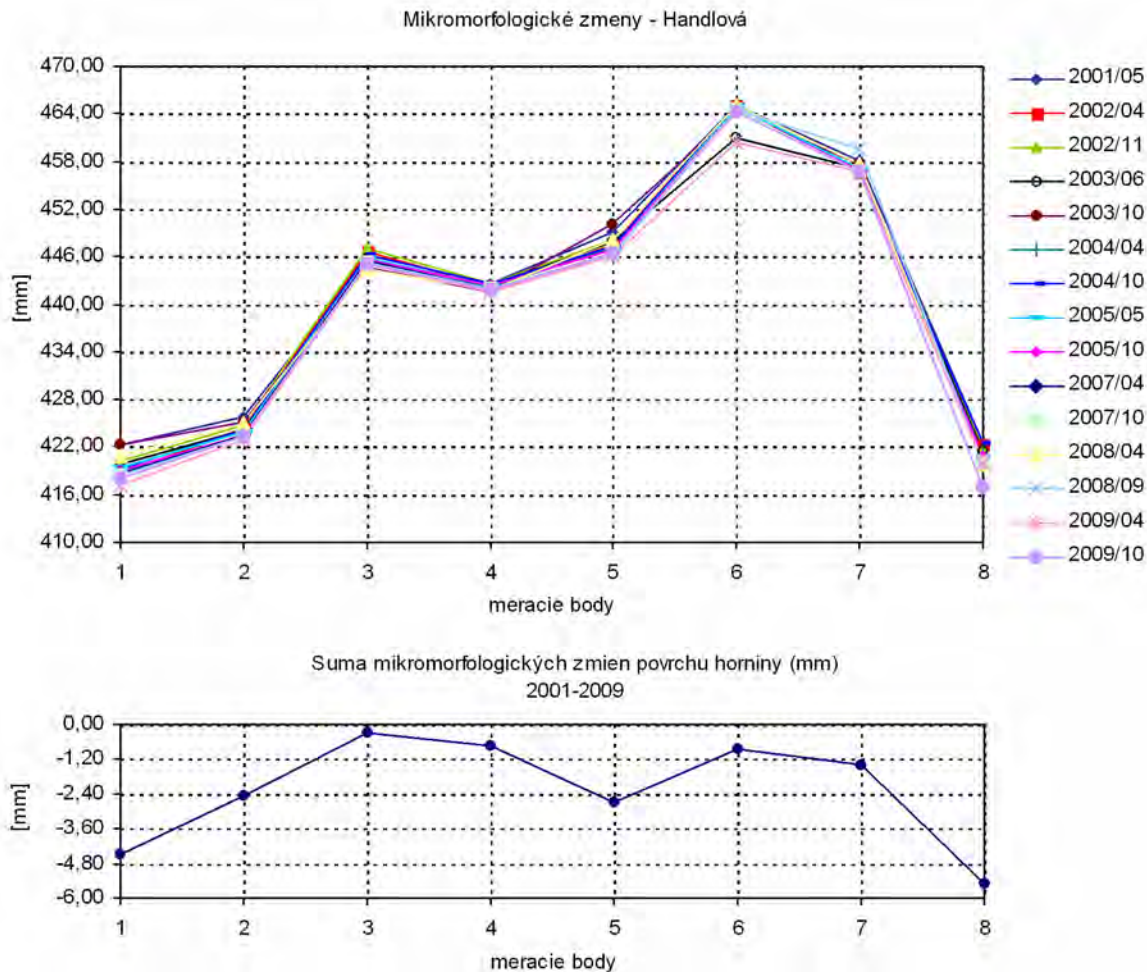


Obr. 2.1.127: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1996) mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Banská Štiavnica

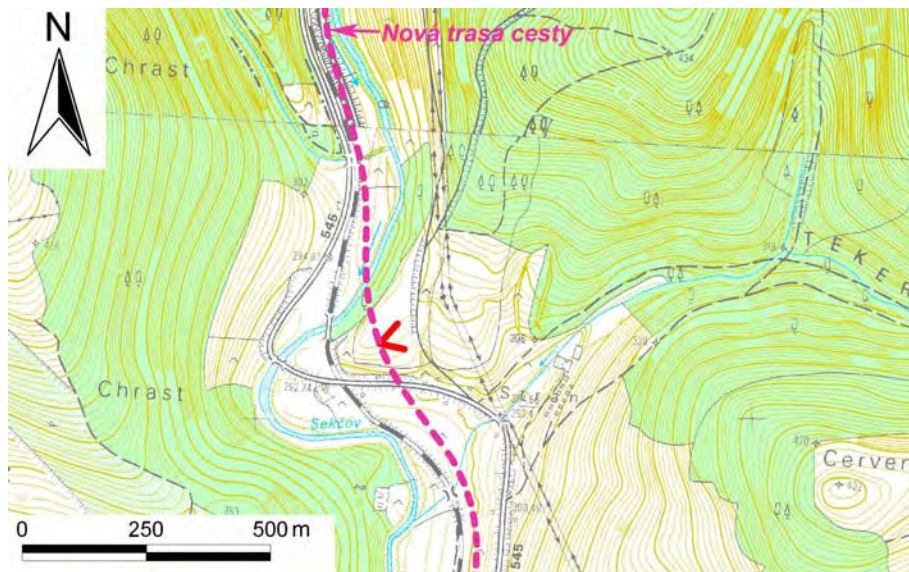




Obr. 2.1.128: Situovanie meradla mikromorfologických zmien povrchu horniny na skalnej stene oproti katastrofálnemu handlovskému zosuvu (lokalita Handlová-Baňa; foto P. Liščák, 2005)

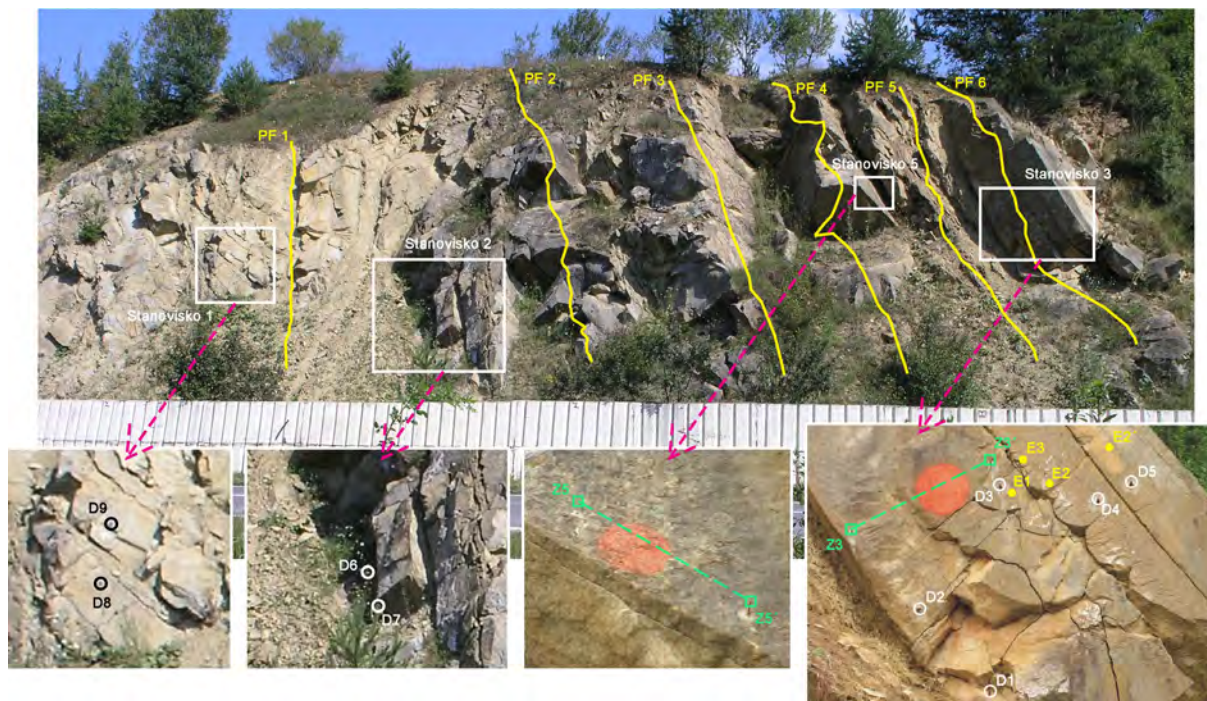


Obr. 2.1.129: Výsledky dlhodobého merania (od roku 2001) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Handlová-Baňa

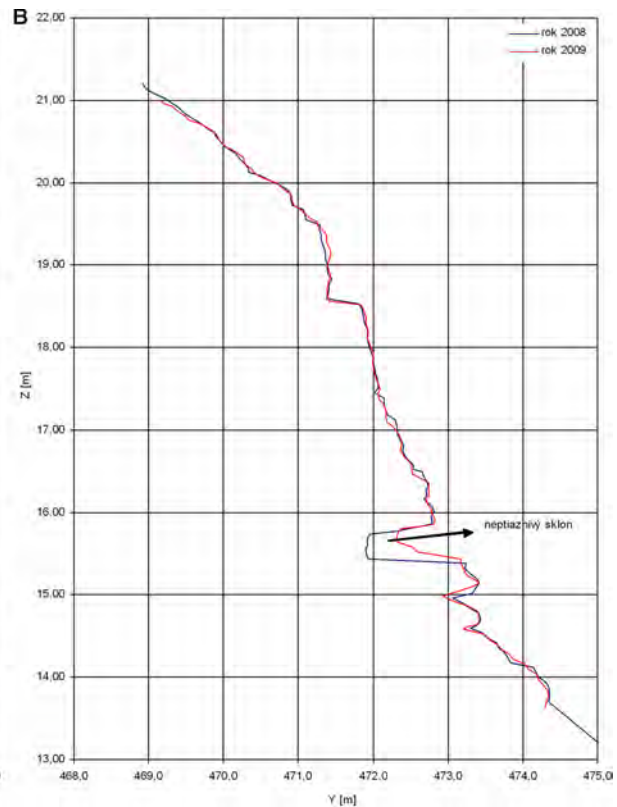
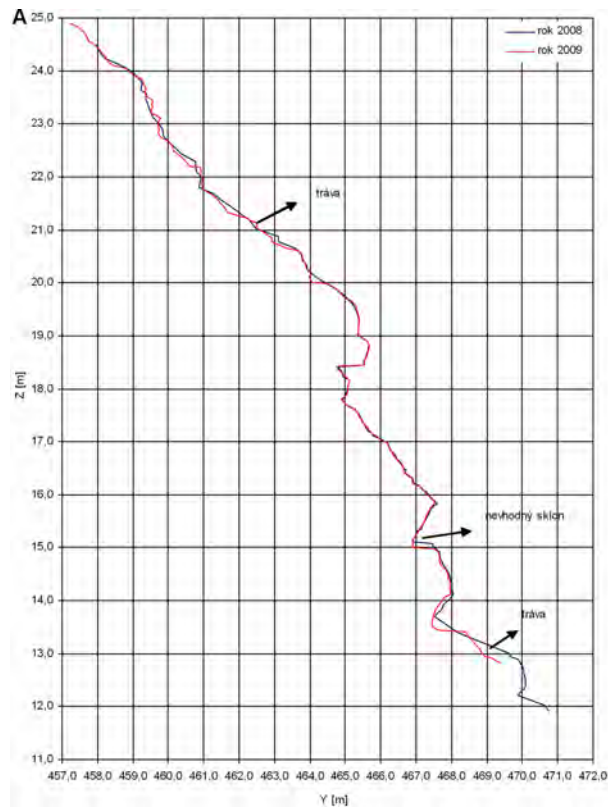


Obr. 2.1.130: Lokalizácia monitorovaného zárezu cesty severne od obce Demjata



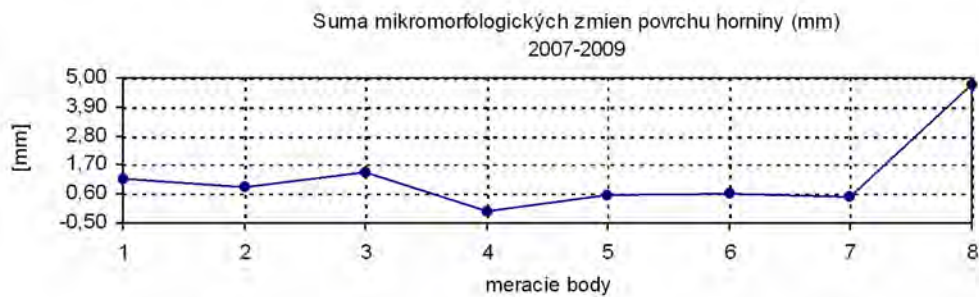
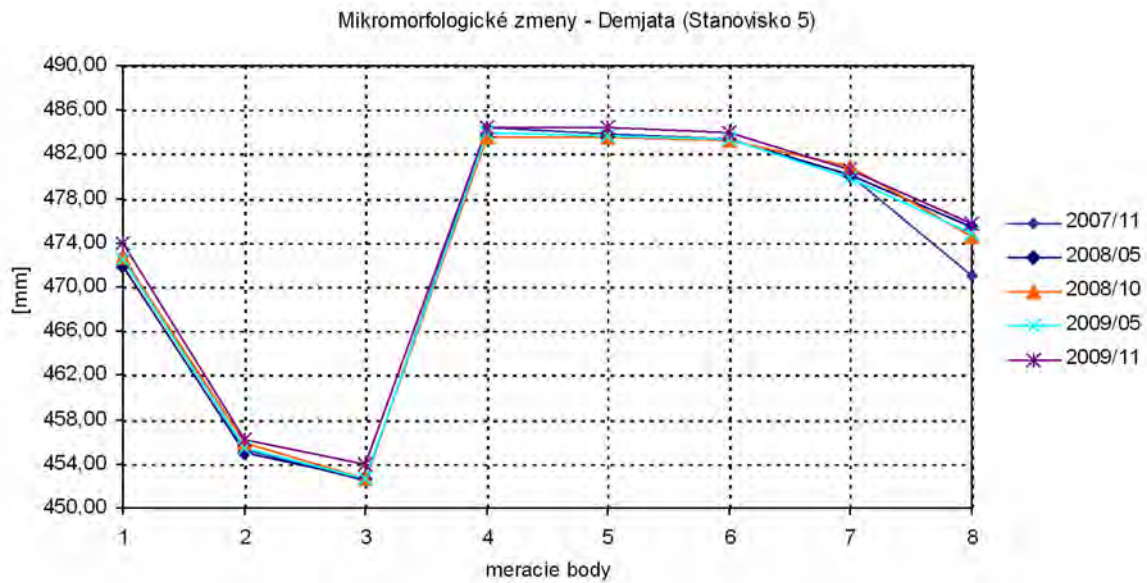
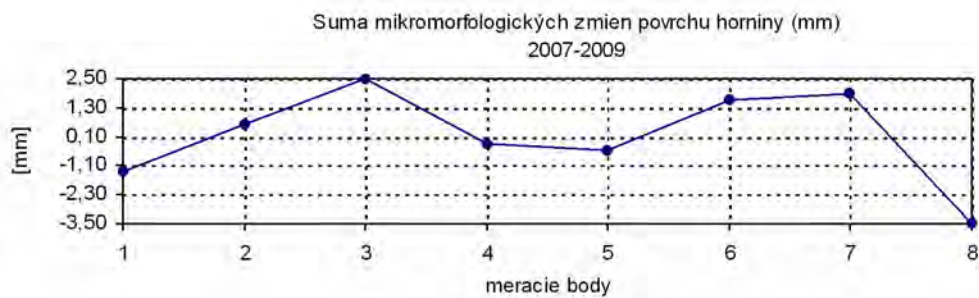
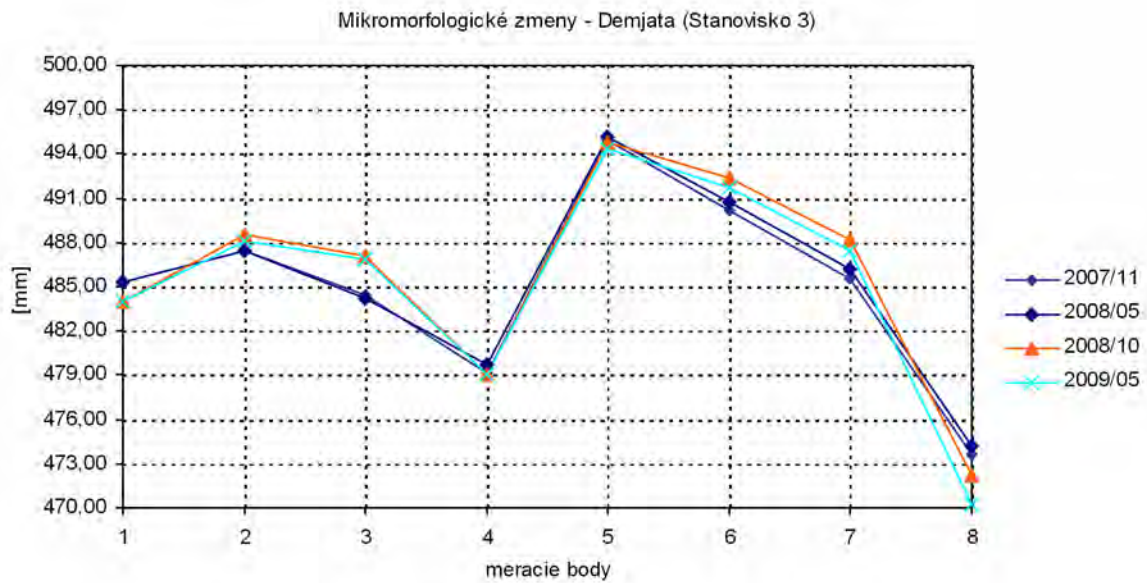


Obr. 2.1.131: Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri obci Demjata. PF1 až PF6 – profily pre stereofotogrametrické merania, Stanovisko 1: pozorovacie body D8 a D9 pre merania meradlom posuvov; Stanovisko 2 – zrútené; Stanovisko 3: pozorovacie body E1, E2, E3 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)

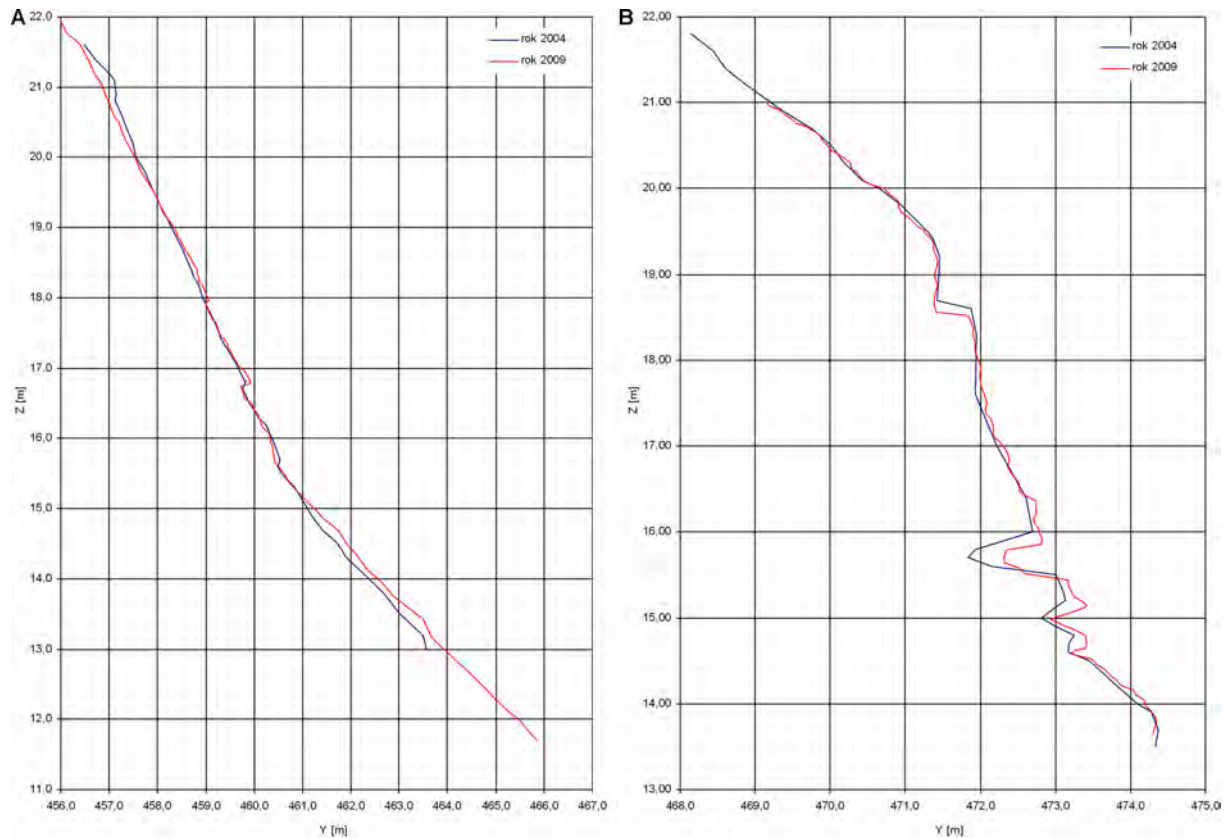


Obr. 2.1.132: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF2 (A) a v profile PF6 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Demjata v rokoch 2008 a 2009



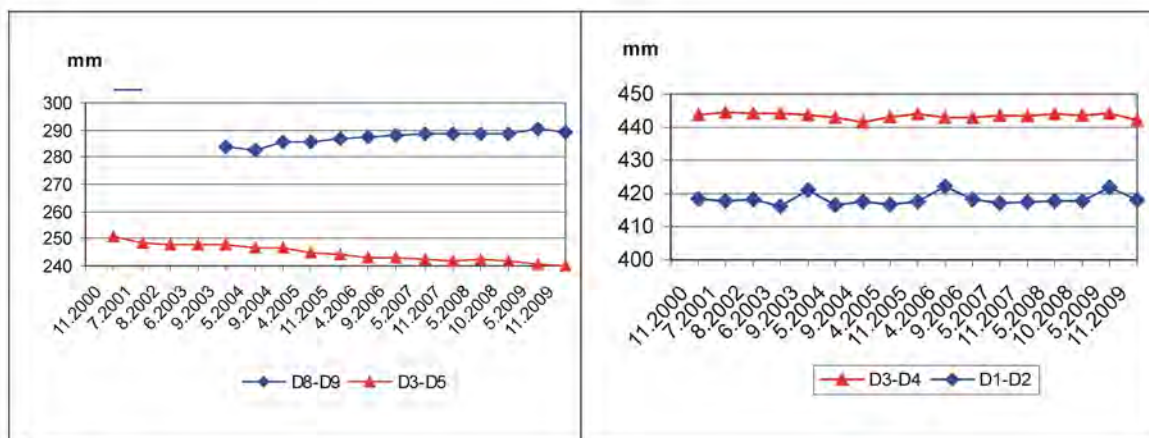


Obr. 2.1.133: Výsledky merania mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Demjata v rokoch 2007 až 2009

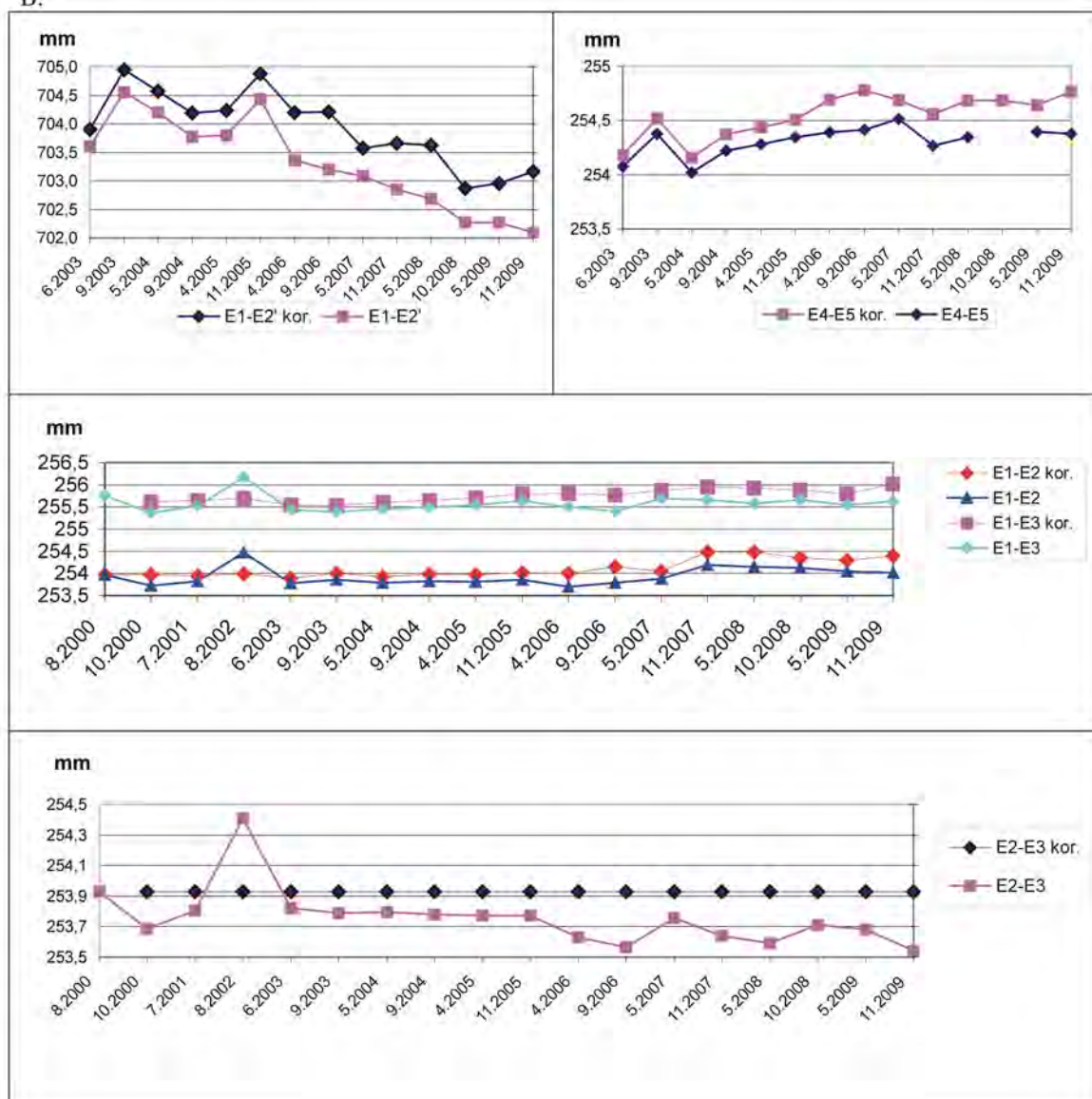


Obr. 2.1.134: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF1 (A) a v profile PF6 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Demjata v rokoch 2004 a 2009

A:

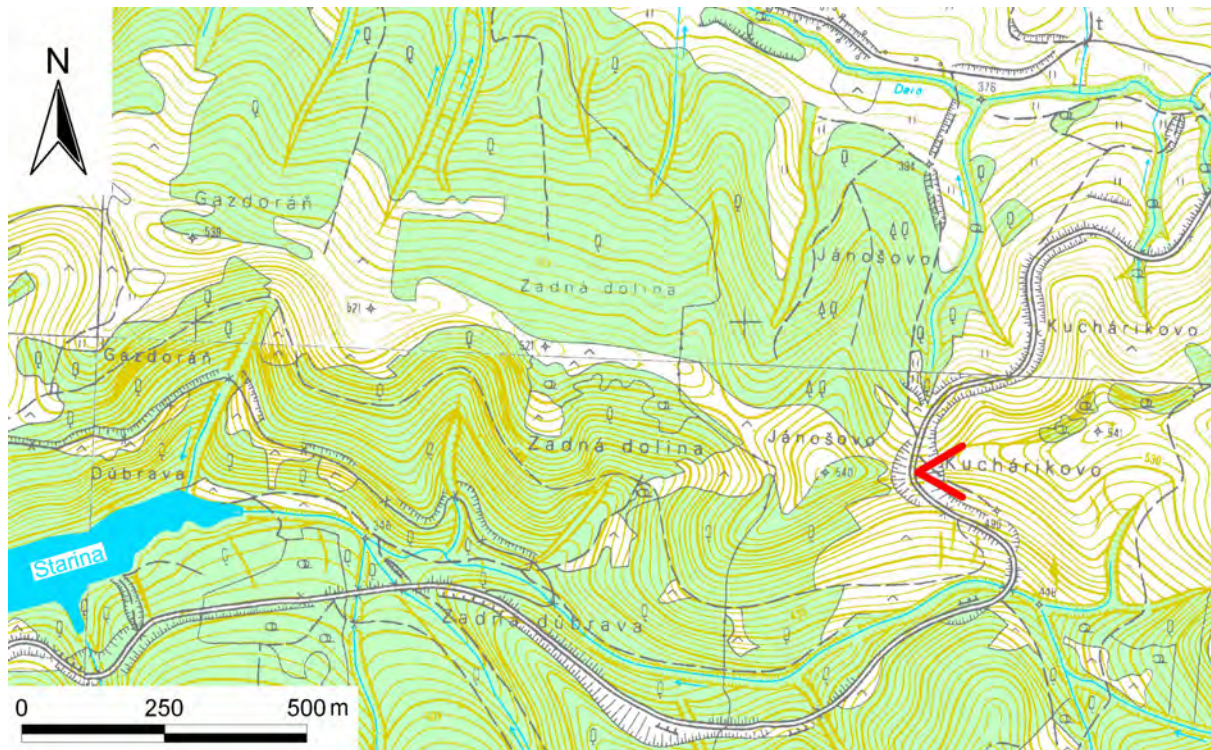


B:



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)





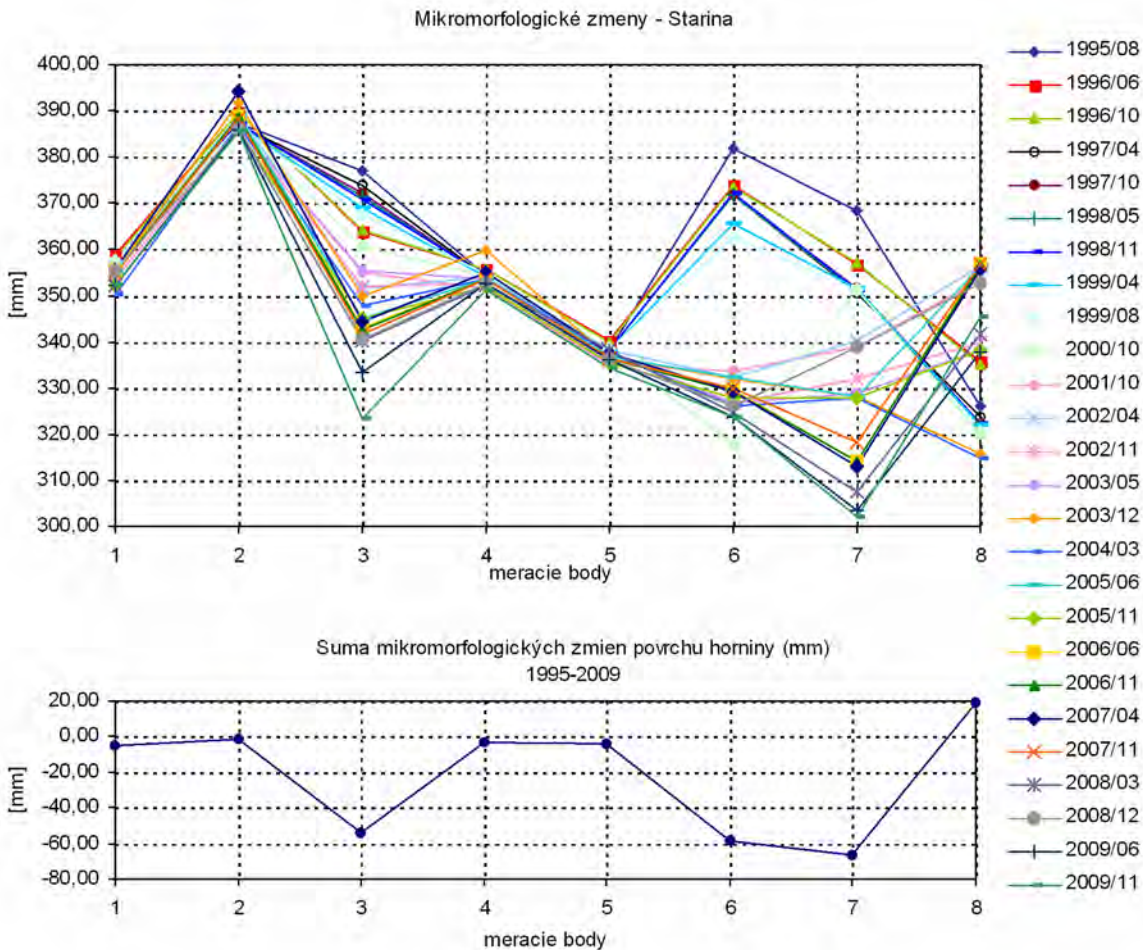
Obr. 2.1.136: Lokalizácia monitorovaného zárezu štátnej cesty Snina – Príslop



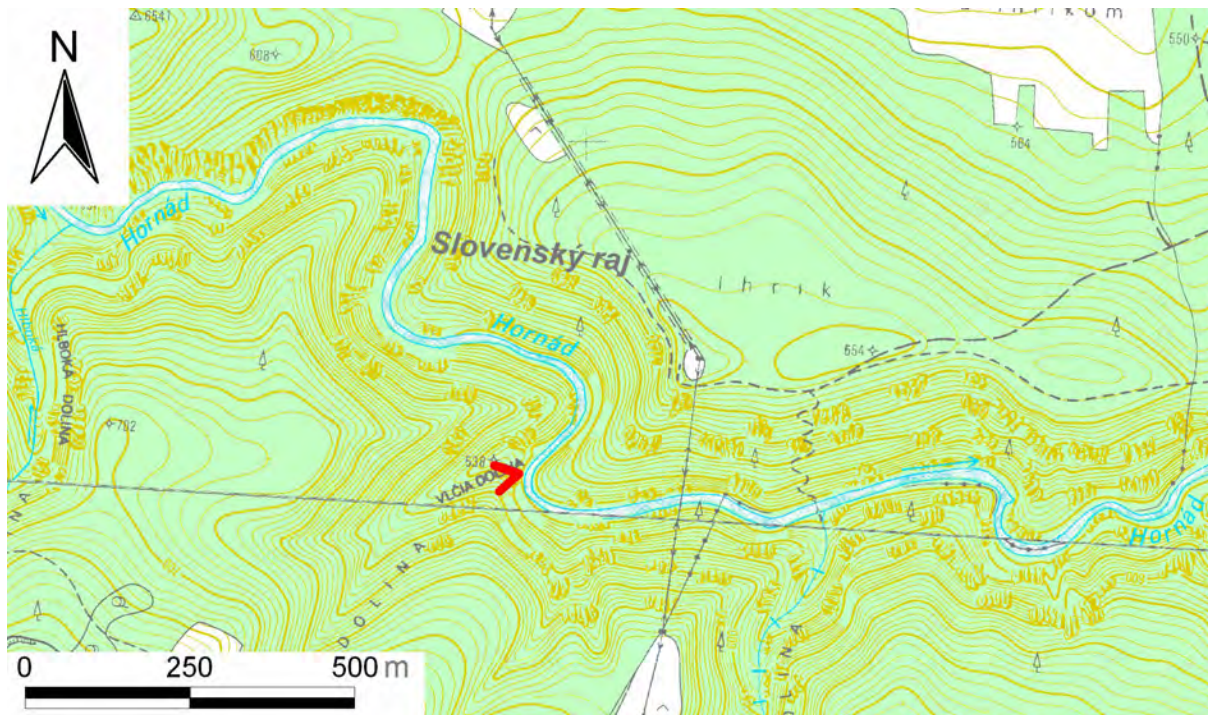


Obr. 2.1.137: Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu štátnej cesty – lokalita Starina (foto Ľ. Petro, 2009)



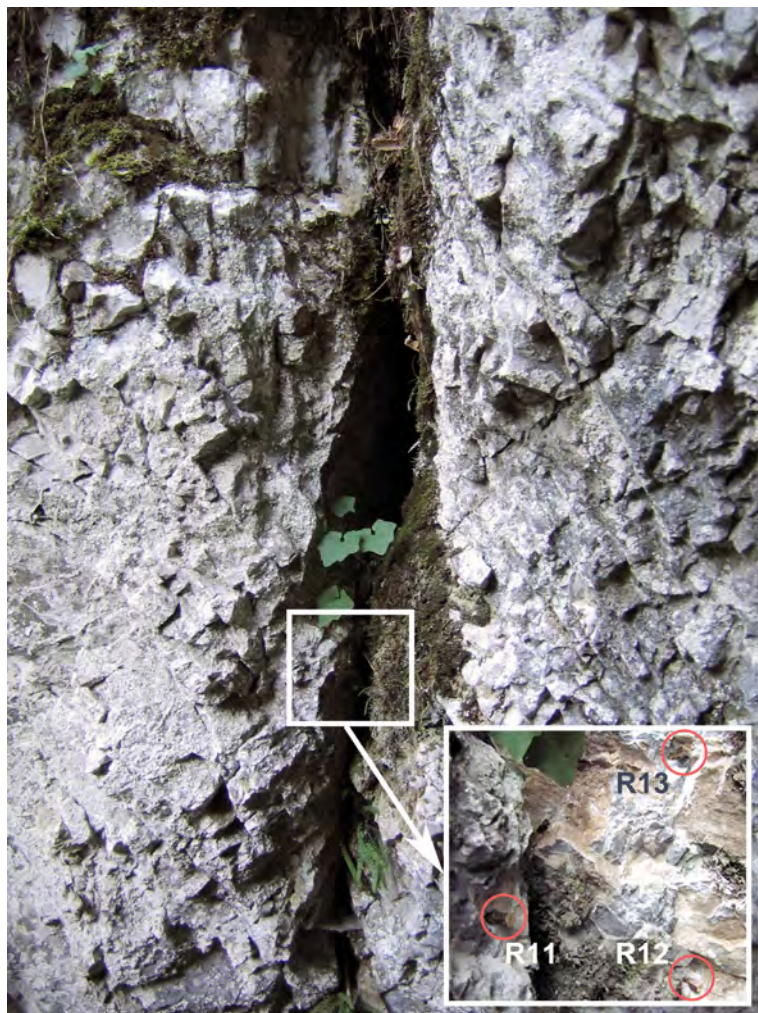


Obr. 2.1.138: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1995) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Starina



Obr. 2.1.139: Lokalizácia monitorovaného skálneho bloku nad turistickým chodníkom v Prielome Hornádu – lokalita Pod večným dažďom (Slovenský raj)



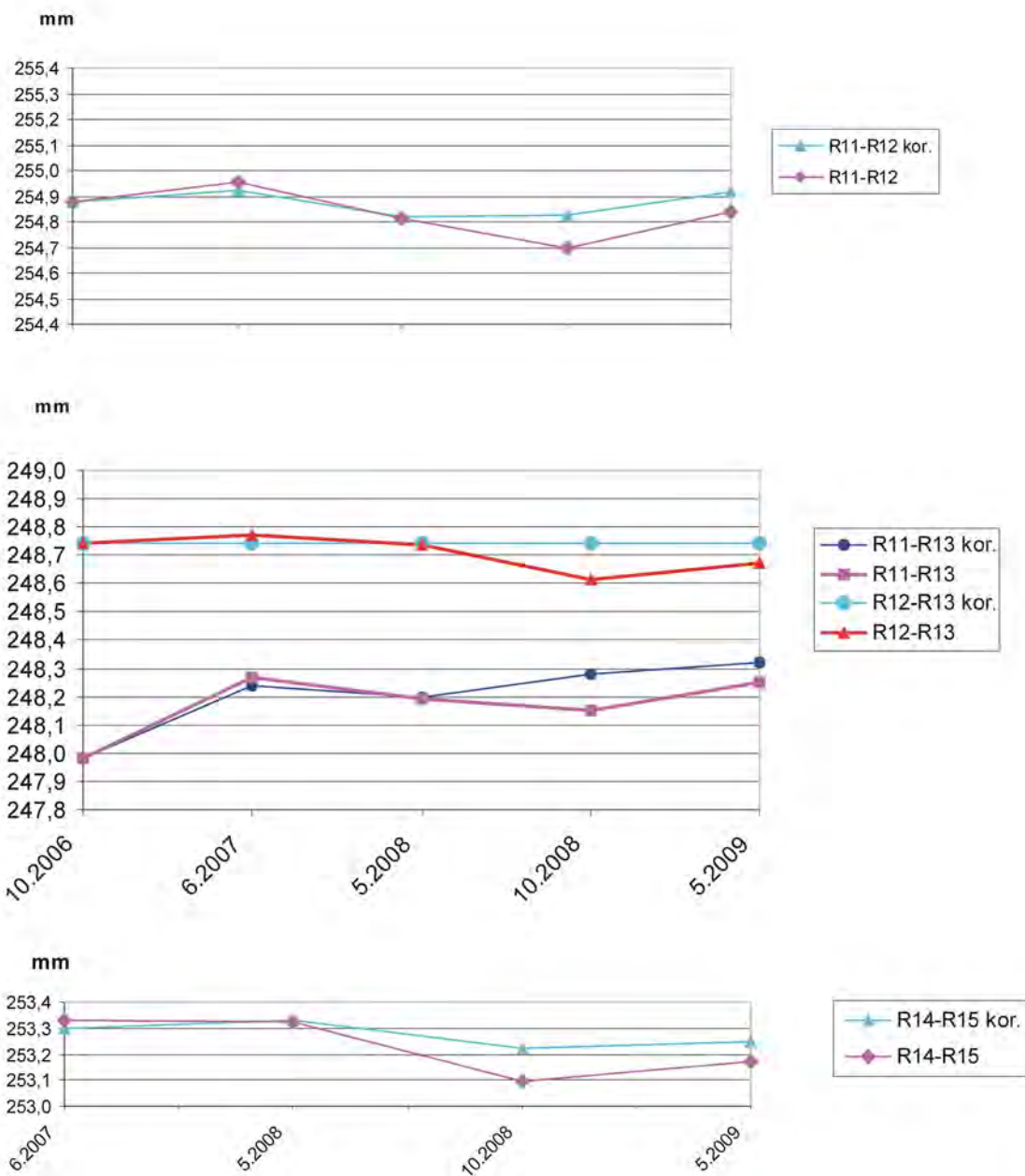


Obr. 2.1.140: Umiestnenie pozorovacích bodov R11, R12 a R13 (Stanovisko 1) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj) – foto P. Ondrejka, 2007



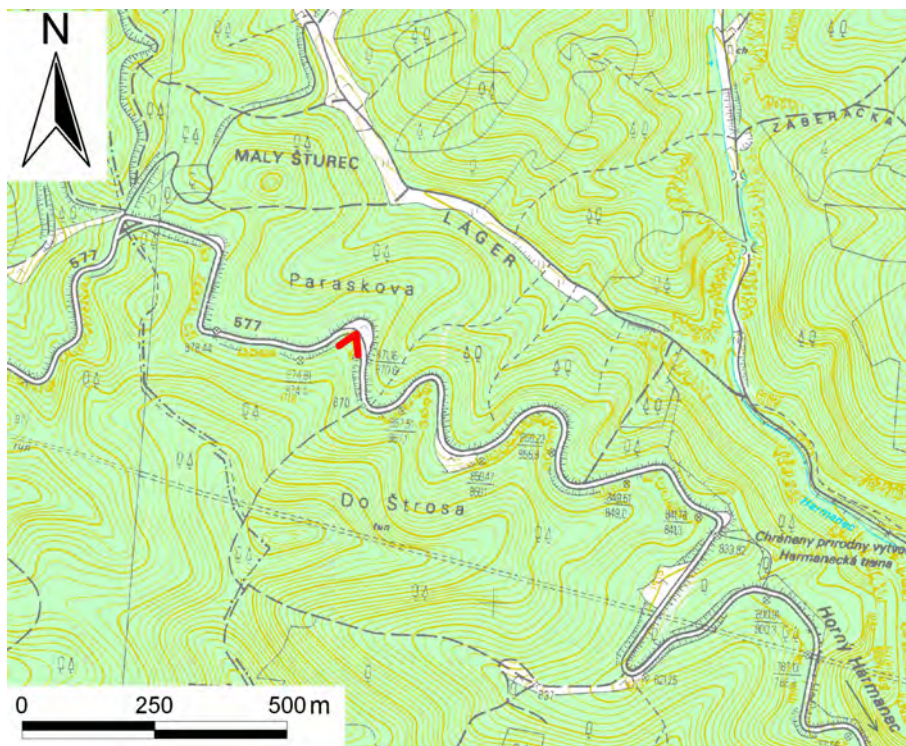
Obr. 2.1.141: Umiestnenie pozorovacích bodov R14 a R15 (Stanovisko 2) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj) – foto M. Brček, 2009





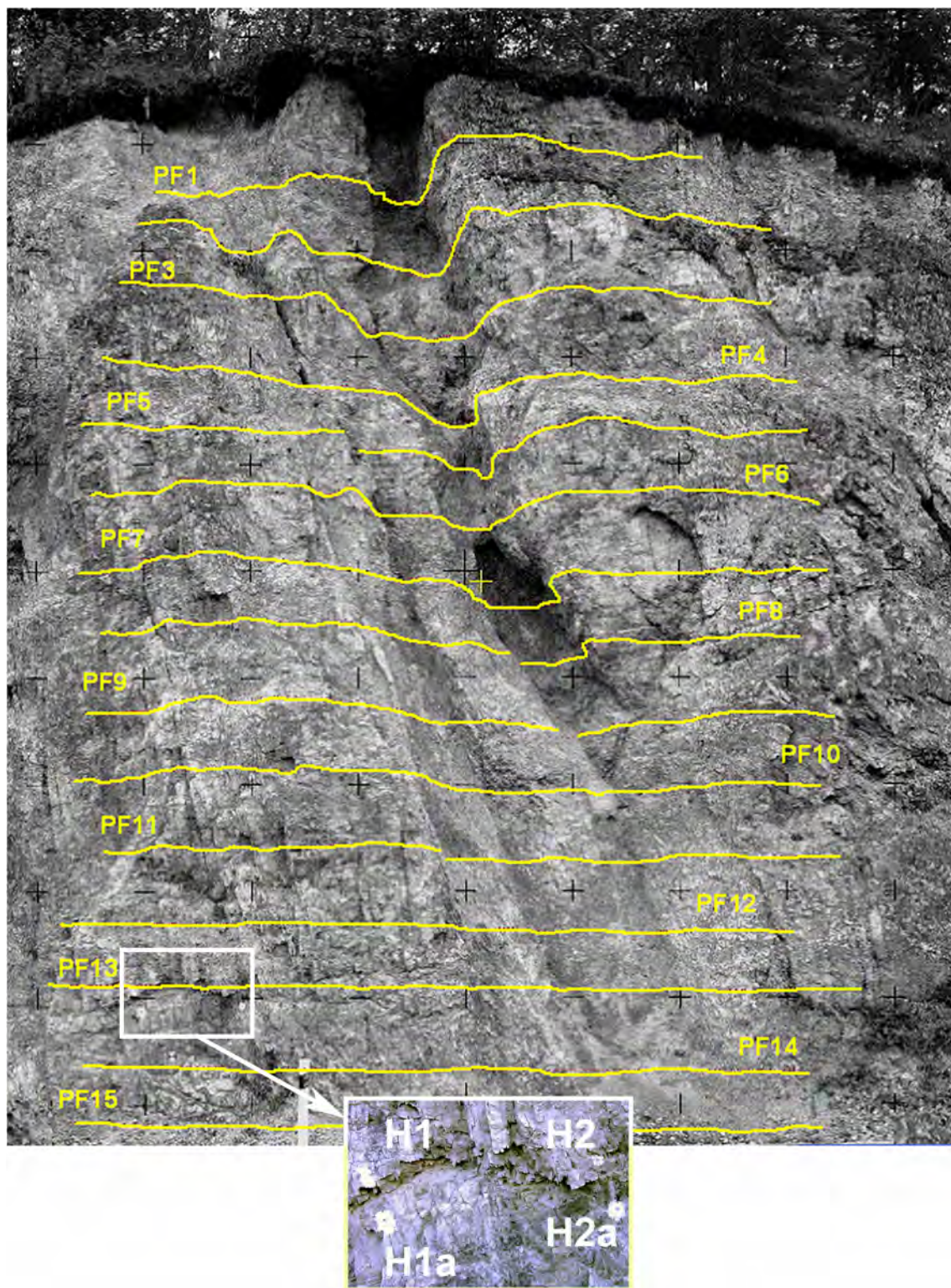
Obr. 2.1.142: Výsledky merania posunu blokov na lokalite Pod večným dažďom dilatometrom Somet. Grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi R12-R13, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)



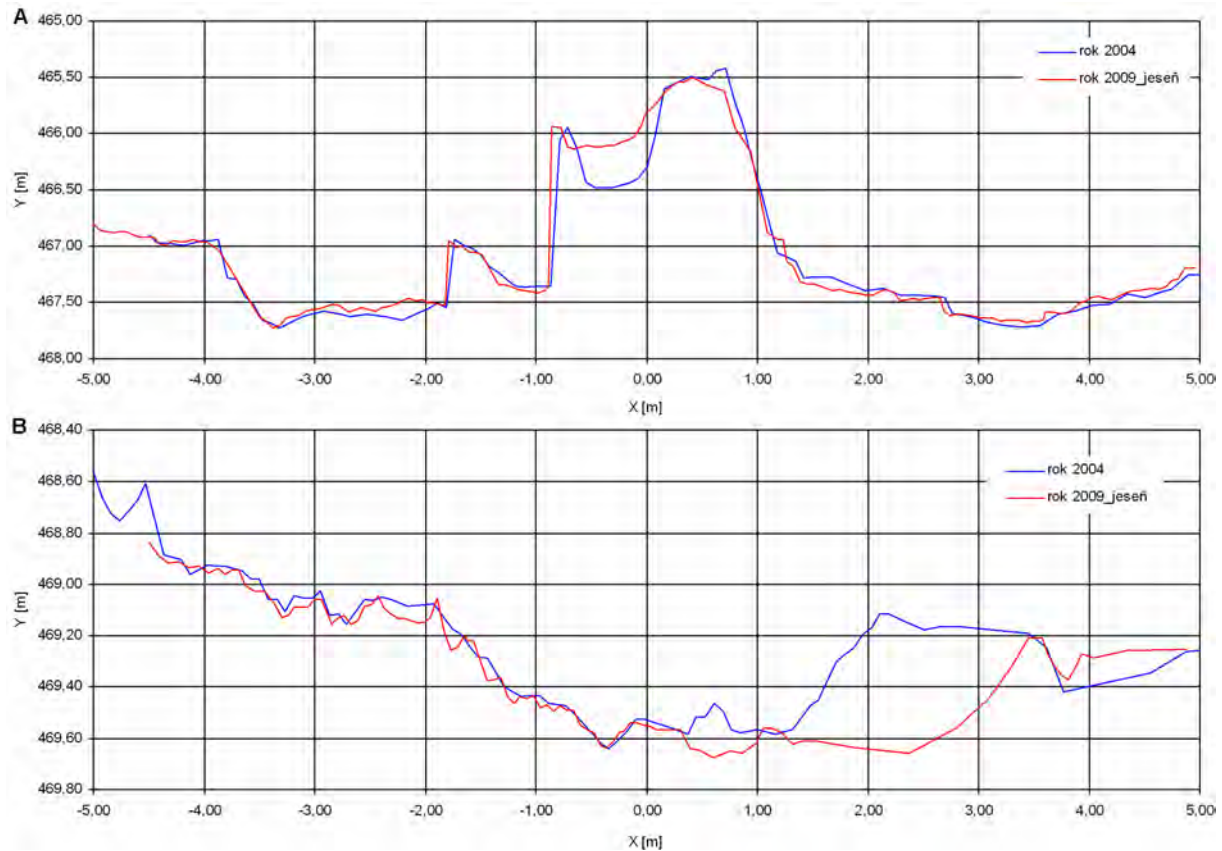


Obr. 2.1.143: Lokalizácia monitorovaného úseku rozsiahleho skalného zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným

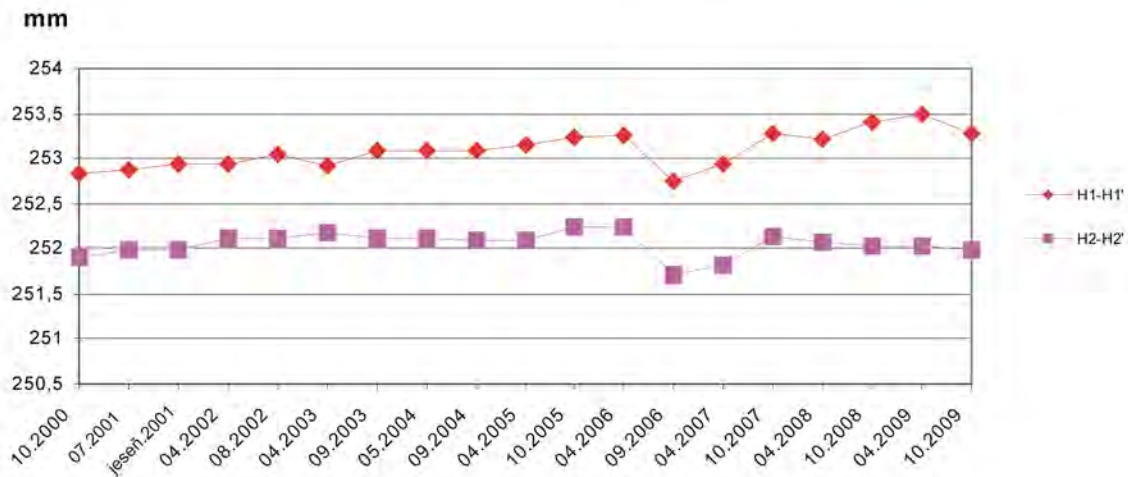




Obr. 2.1.144: Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným. PF1 až PF15 – profily pre stereofotogrametrické merania, H1, H1a, H2, H2a – pozorovacie body pre merania dilatometrom Somet (foto M. Fraštia, 2006)

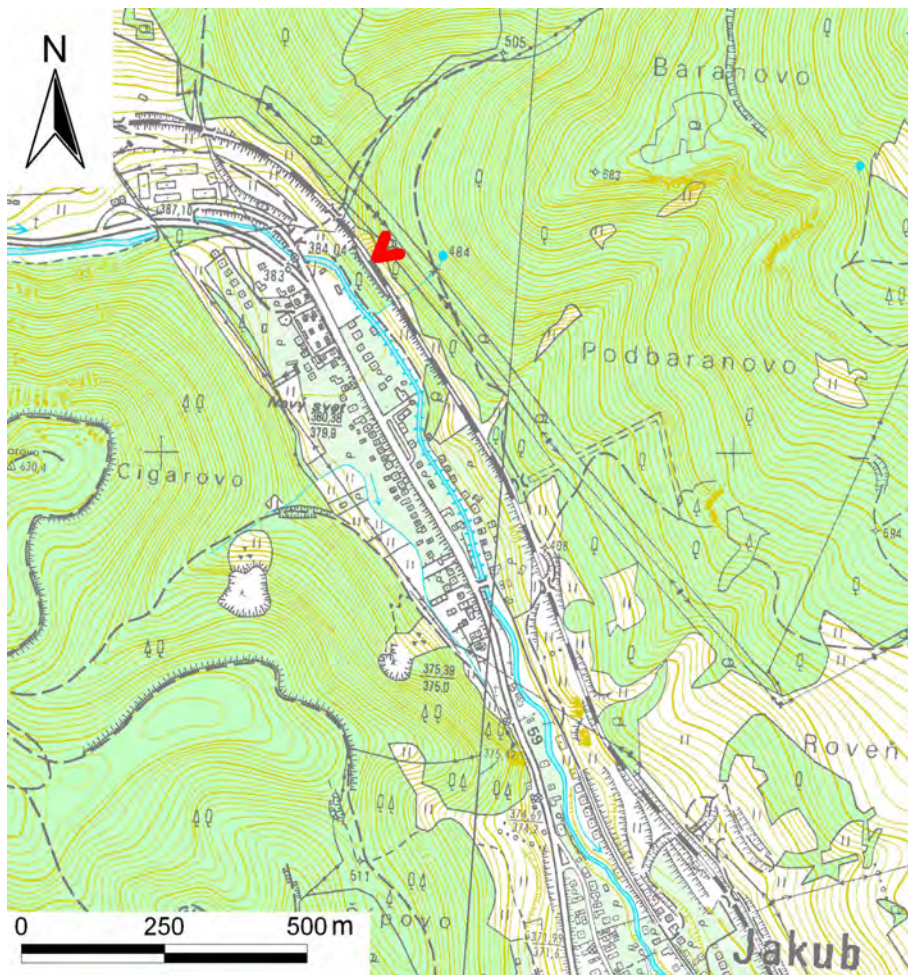


Obr. 2.1.145: Porovnanie konfigurácie steny v profile PF6 (A) a v profile PF14 (B), na základe zamerania metódou pozemnej stereofotogrametrie na lokalite Harmanec v rokoch 2004 a 2009



Obr. 2.1.146: Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Harmanec dilatometrom Somet



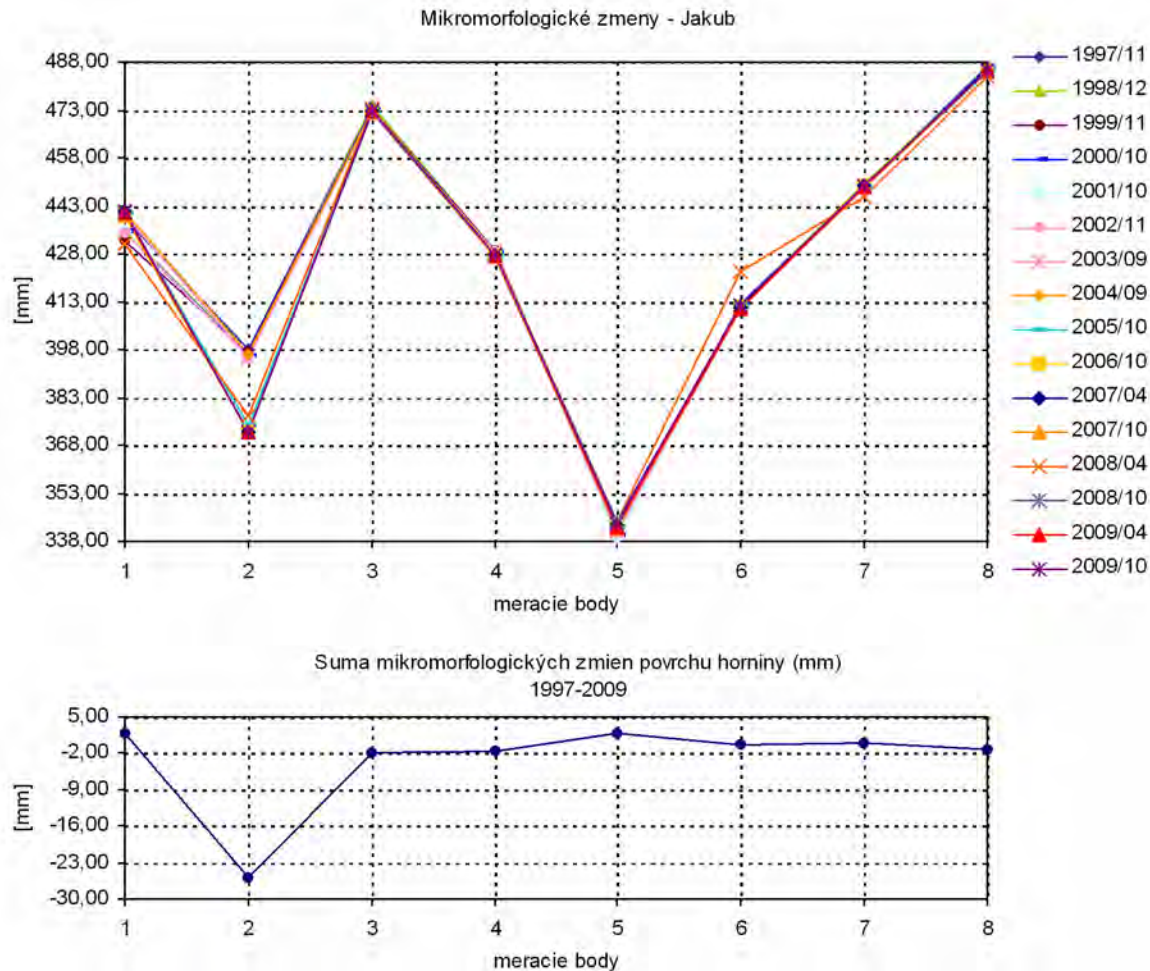


Obr. 2.1.147: Lokalizácia monitorovaného zárezu železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub



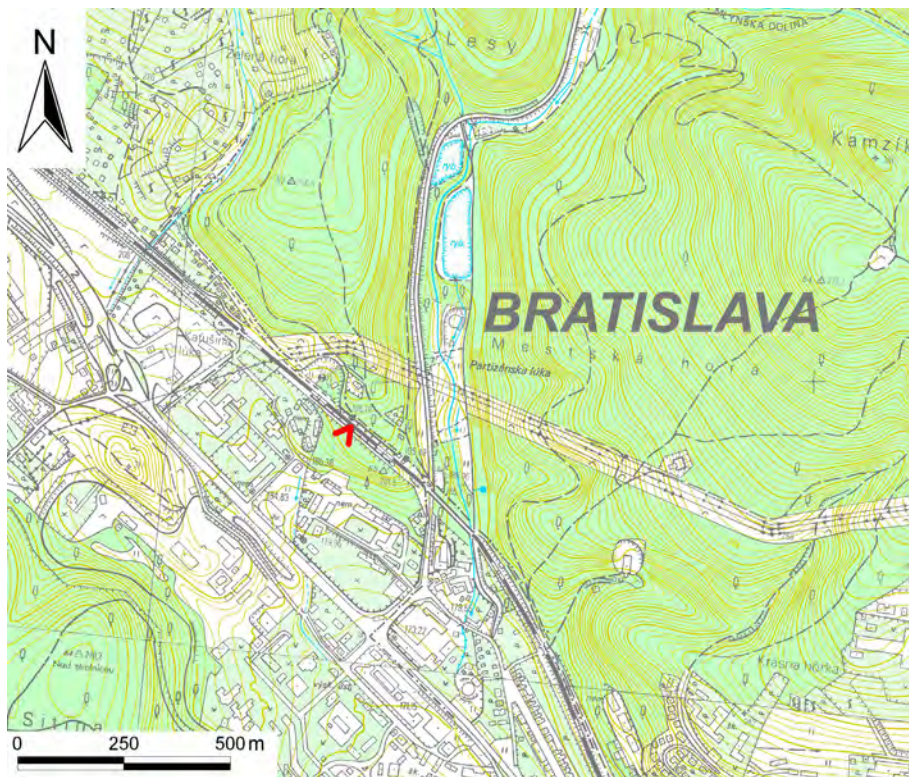


Obr. 2.1.148: Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu železnice pri obci Jakub. Červenou líniou je zvýraznené stanovisko umiestnenia meradla morfologických zmien (foto M. Brček, 2009)

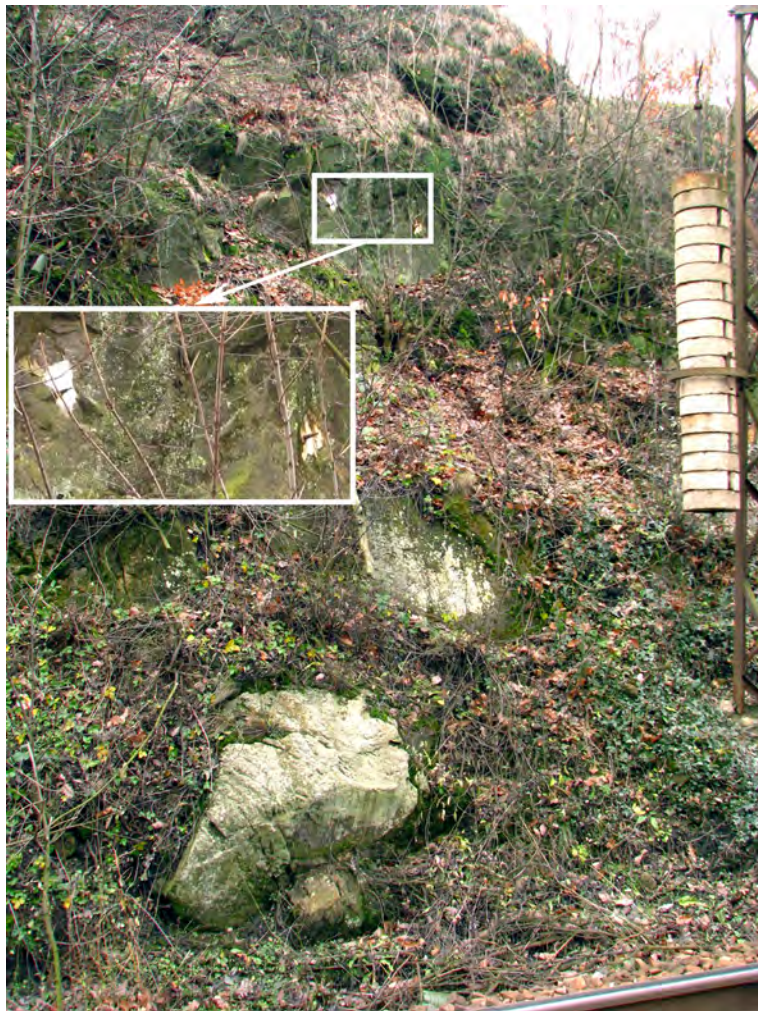


Obr. 2.1.149: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1997) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Jakub



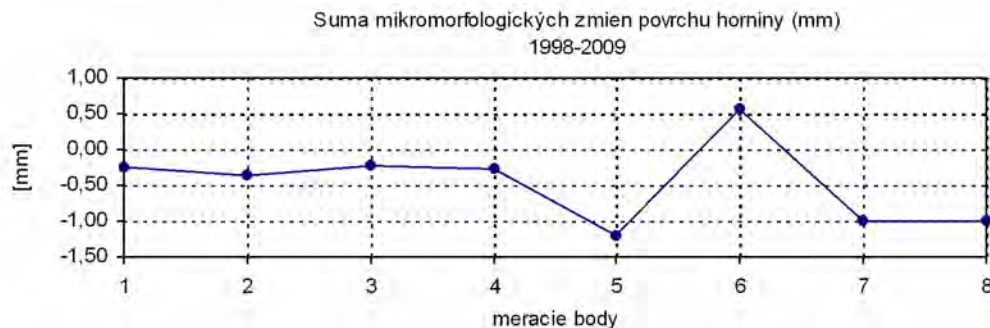
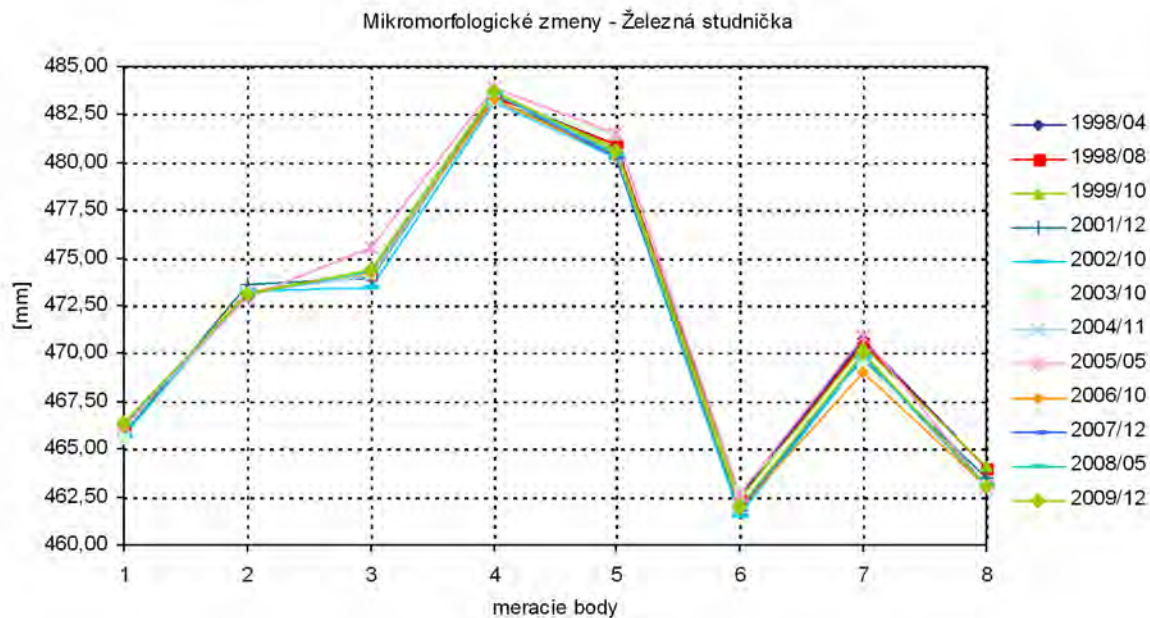


Obr. 2.1.150: Lokalizácia monitorovaného zárezu železničnej trate neďaleko od zastávky Bratislava-Železná studnička



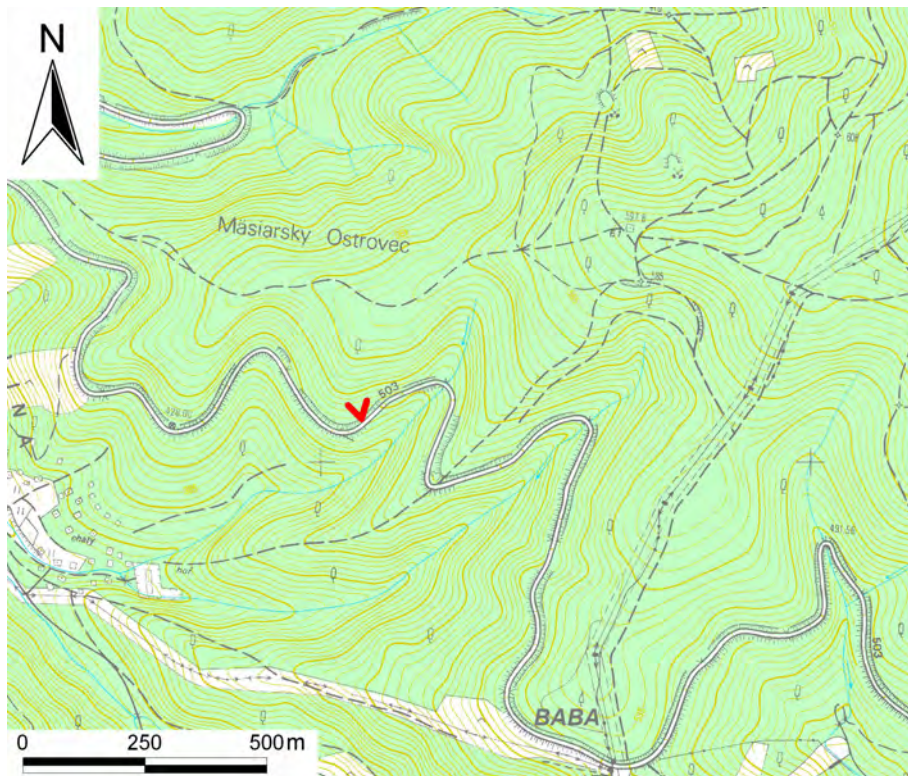
Obr. 2.1.151: Skalná stena železničného zárezu pri stanici Bratislava-Železná studnička, na ktorej sa vykonáva meranie mikromorfologických zmien povrchu (s detailom umiestnenia meradla morfologických zmien – foto P. Liščák, 2007)





Obr. 2.1.152: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1998) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Bratislava-Železná studnička



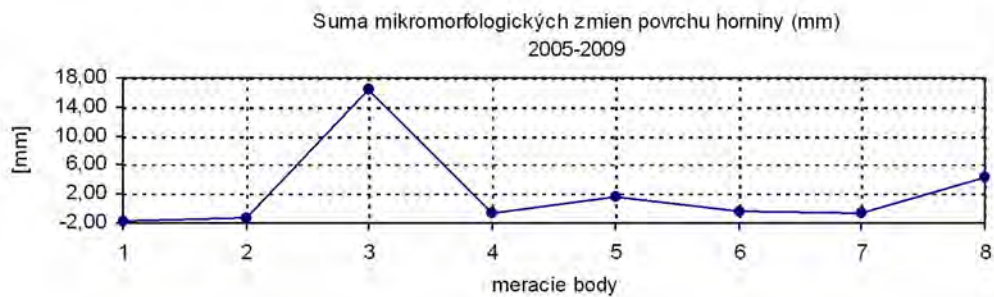
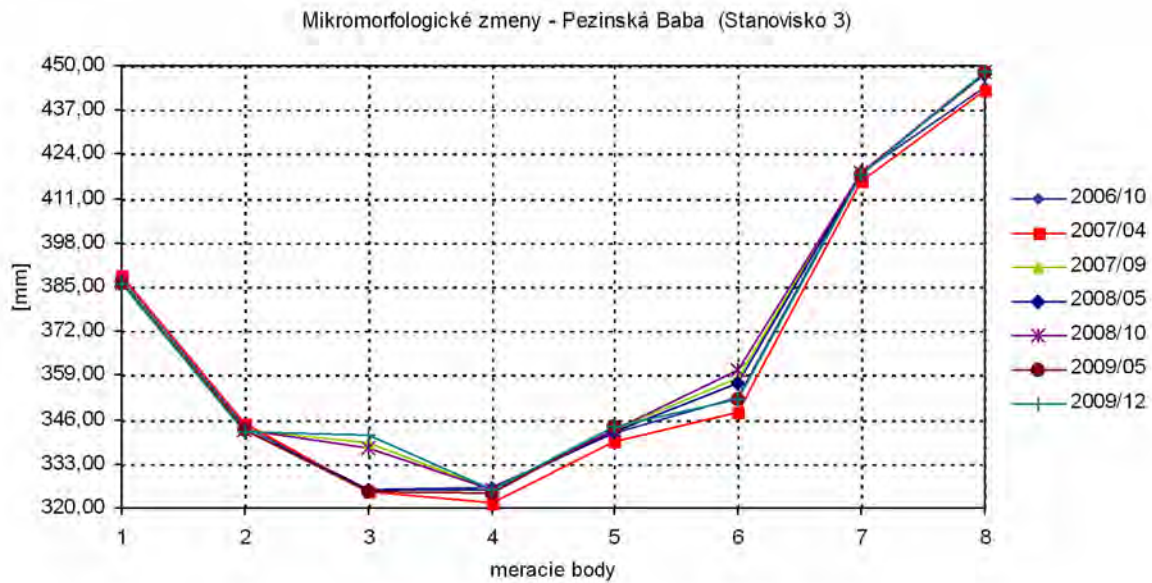
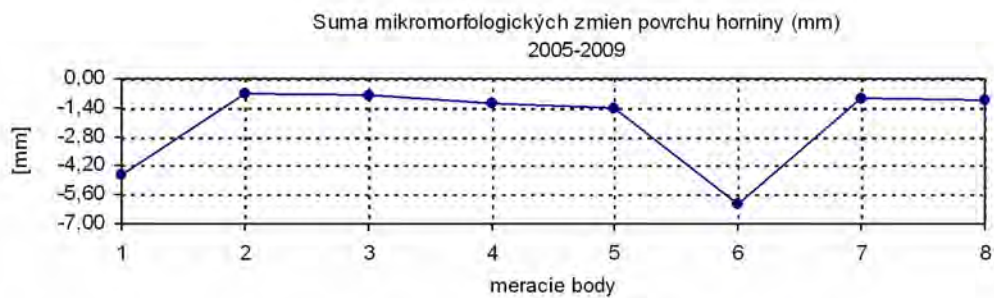
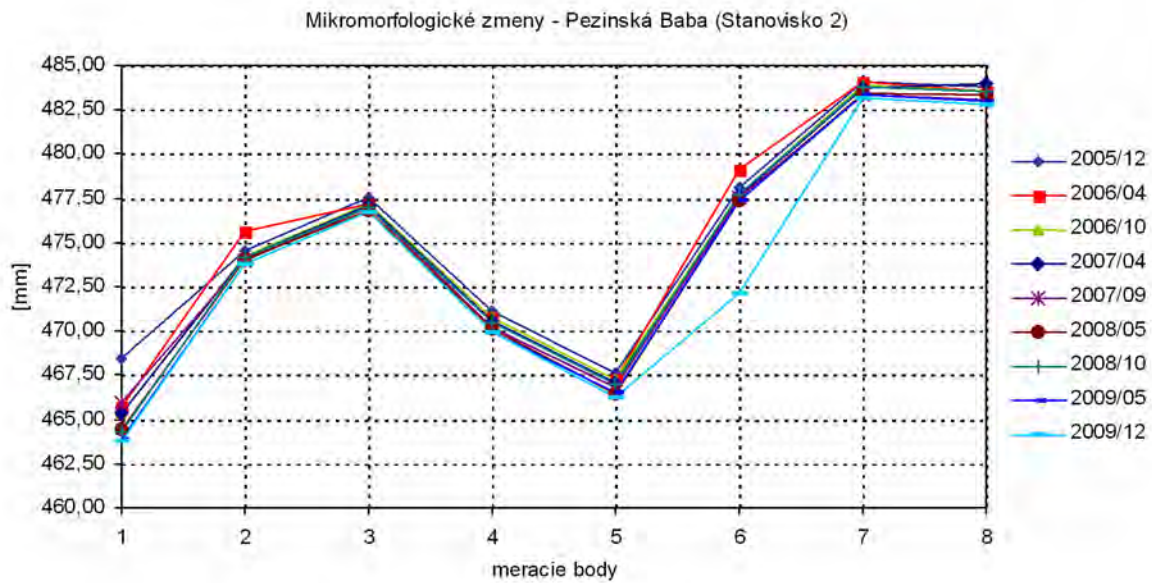


Obr. 2.1.153: Lokalizácia monitorovaného odrezu štátnej cesty medzi Pernekom a Pezinskou Babou

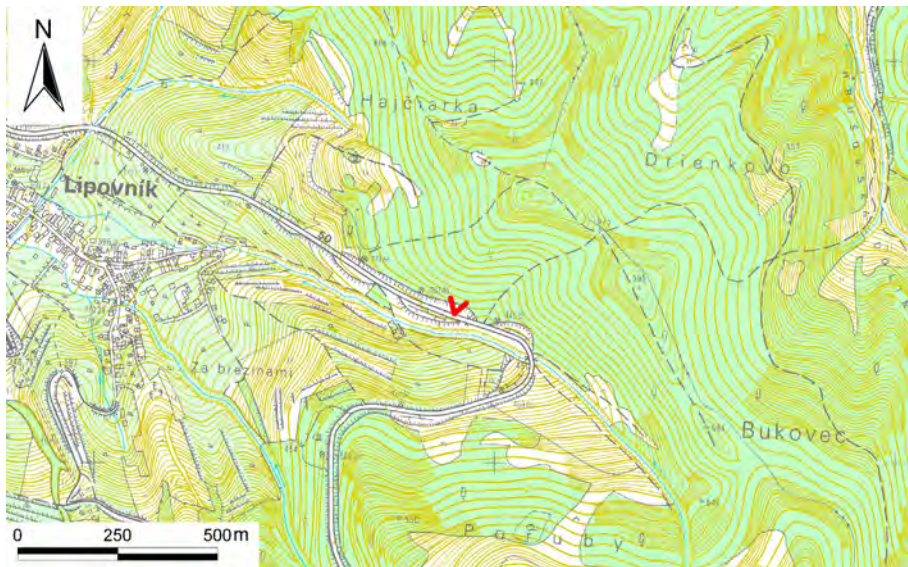


Obr. 2.1.154: Situovanie stanovísk 2 a 3 na lokalite Pezinská Baba na meranie mikromorfologických zmien povrchu horniny na svahu odrezu cesty (foto P. Ondrejka, 2007)





Obr. 2.1.155: Výsledky dlhodobého merania (od roku 2005) mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny na lokalite Pezinská Baba na stanoviskách 2 a 3

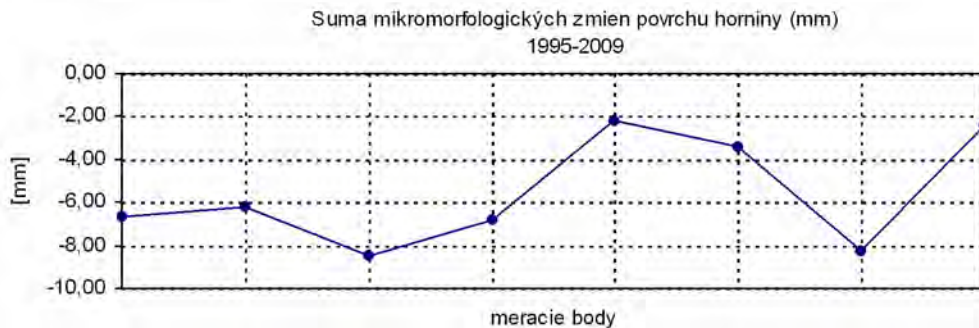
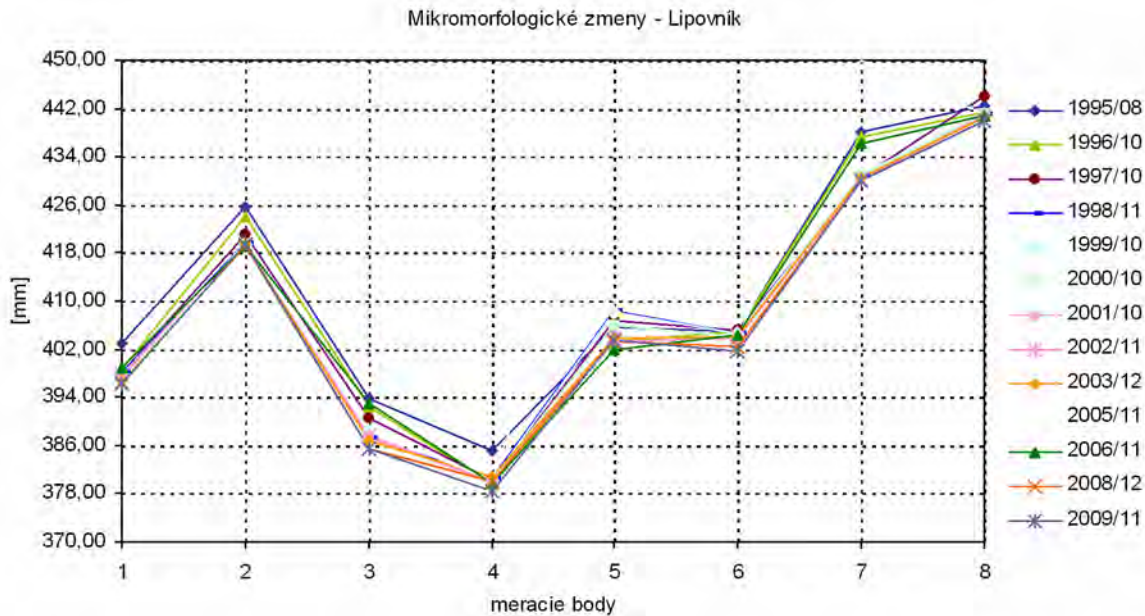


Obr. 2.1.156: Lokalizácia monitorovaného odrezu štátnej cesty medzi Lipovníkom a Jablňovom nad Turňou

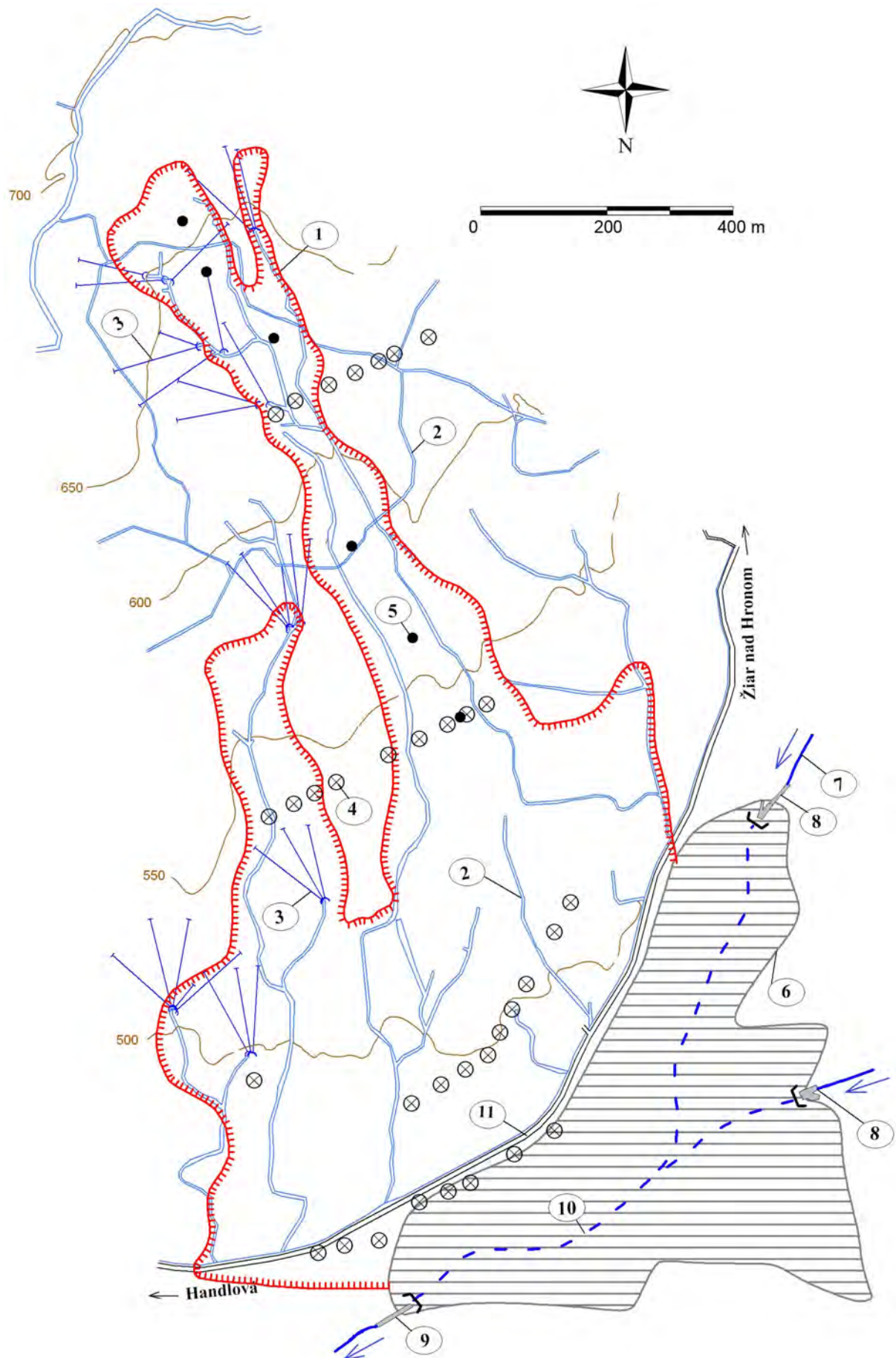


Obr. 2.1.157: Skalná stena odrezu cesty na lokalite Lipovník (s detailom umiestnenia meradla mikromorfologických zmien – foto Ľ. Petro, 2006)

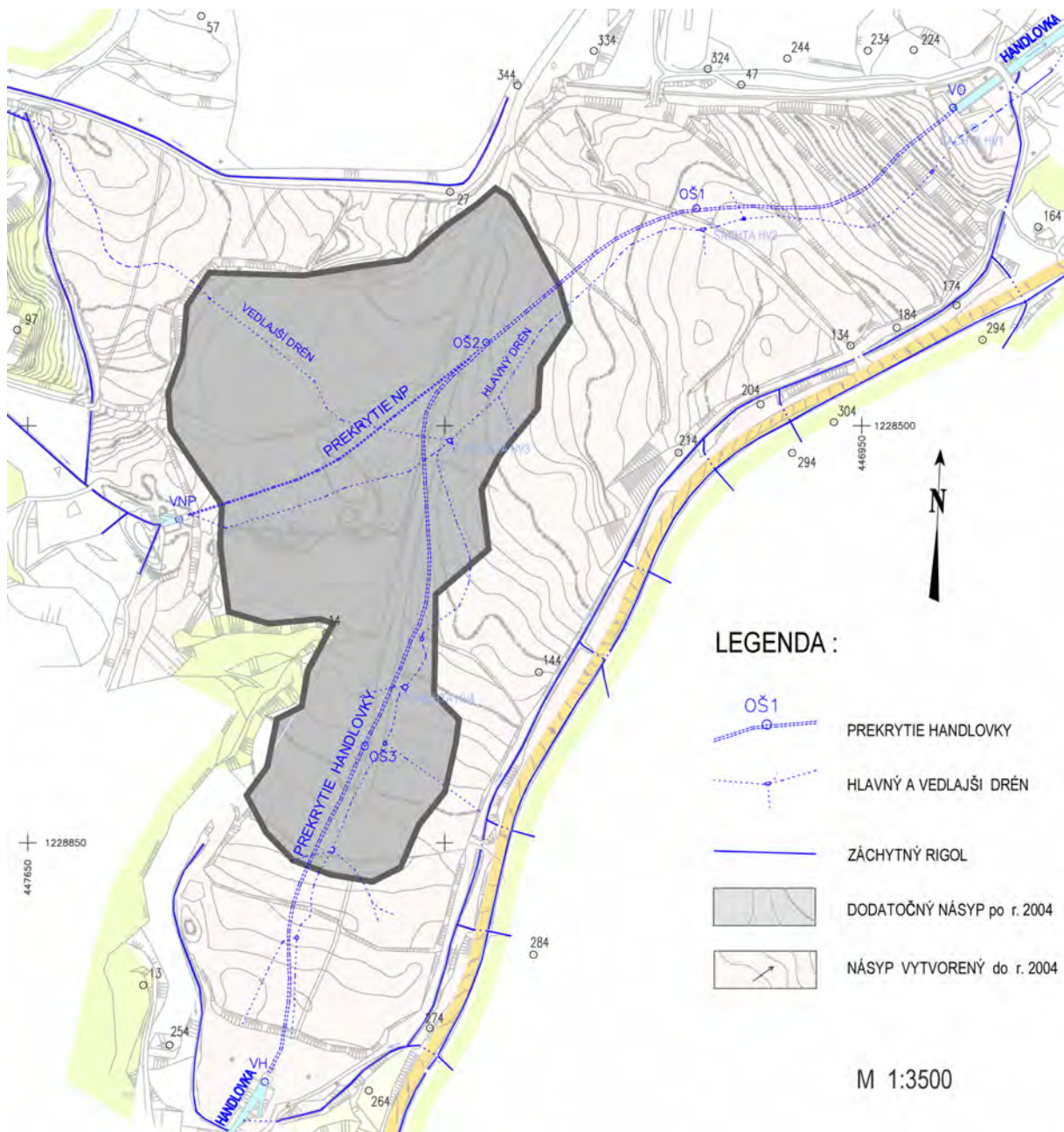




Obr. 2.1.158: Výsledky dlhodobého merania (od roku 1995) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Lipovník



Obr. 2.1.159: Lokalita Handlová – situovanie Stabilizačného násypu na úpäť 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 oceľového potrubia, prekrytého Stabilizačným násypom, 11 – štátna cesta z Handlovej do Žiaru nad Hronom



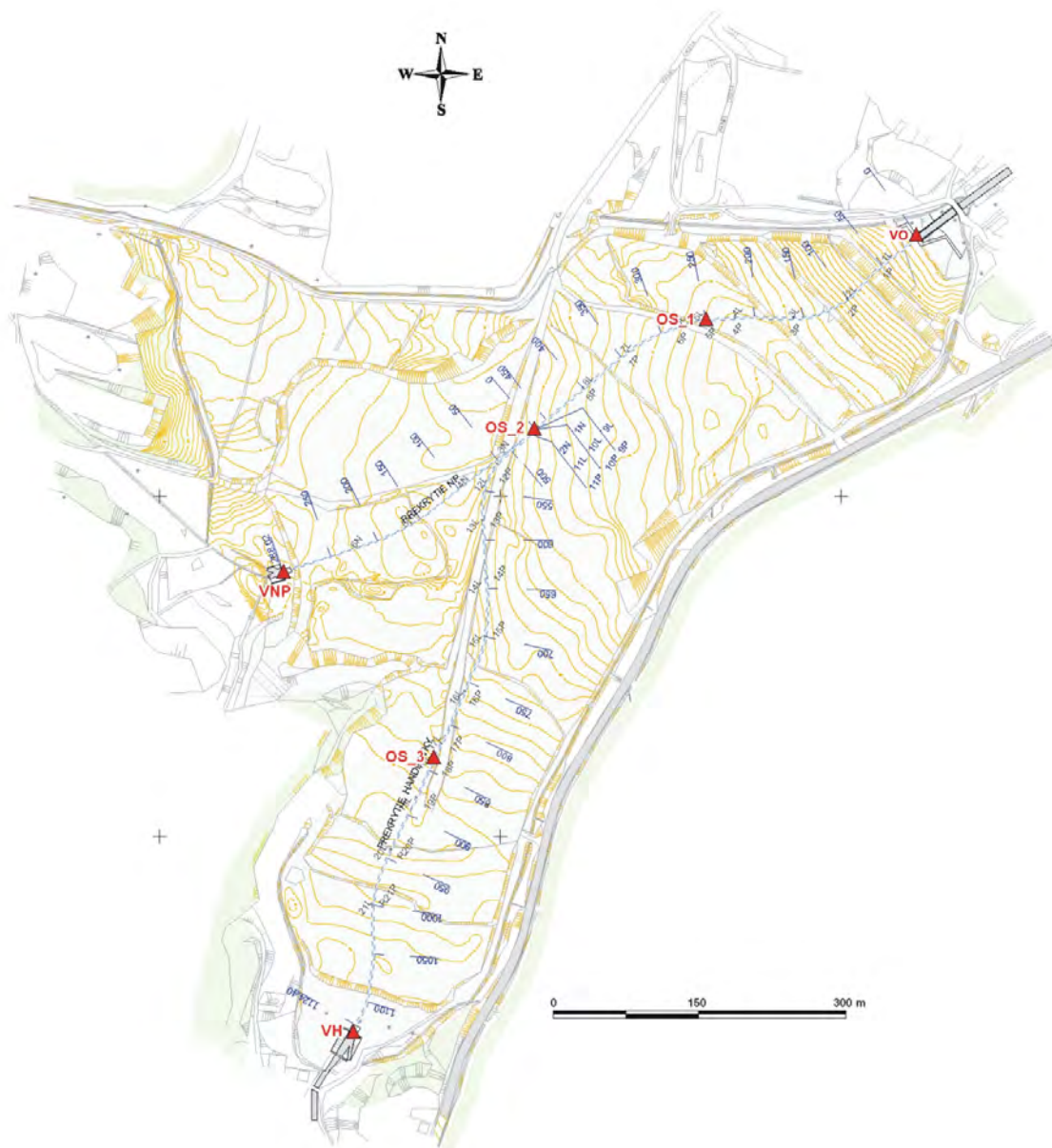
Obr. 2.1.160: Aktuálny stav dosypávania Stabilizačného násypu po roku 2004



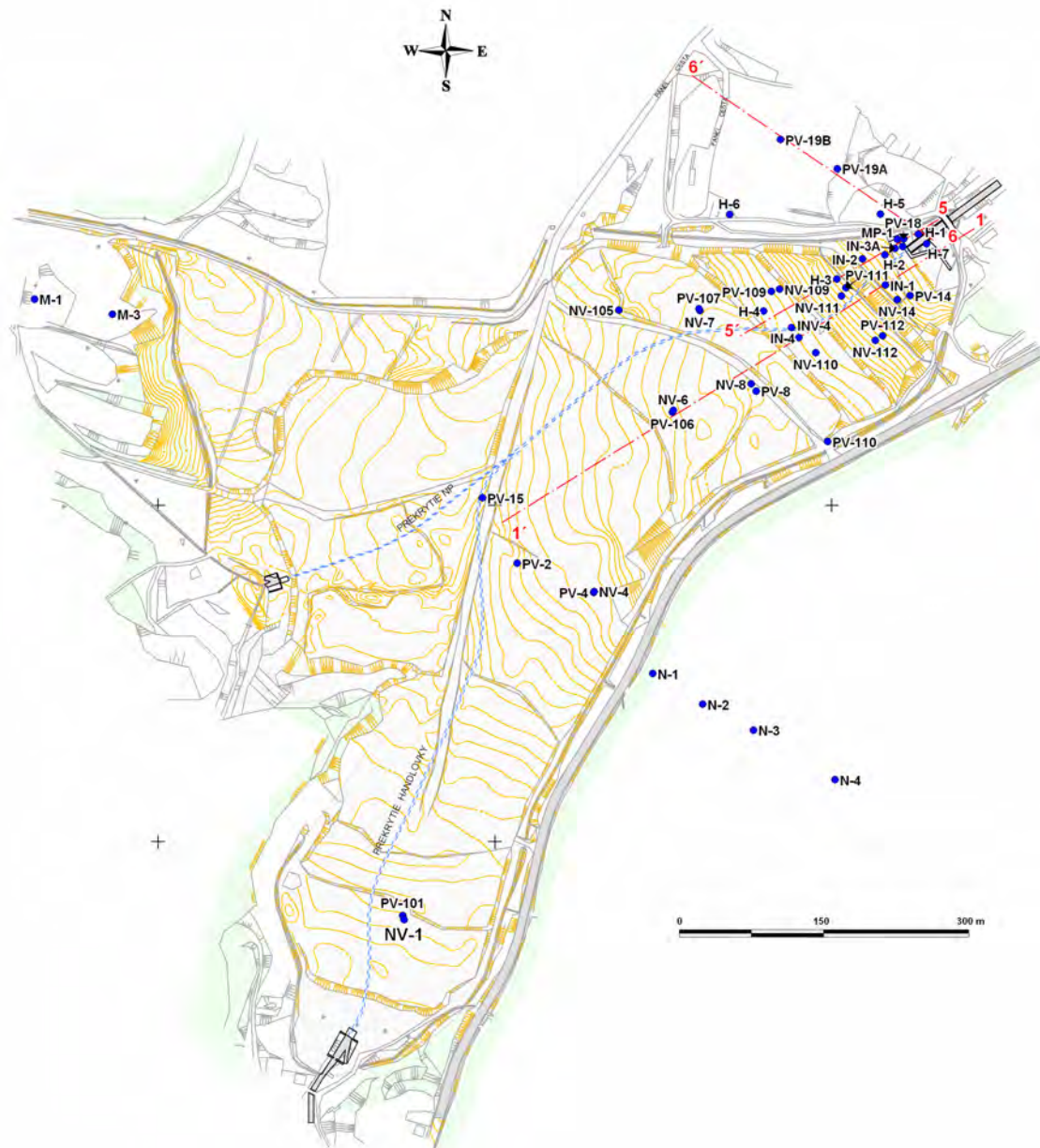


Obr. 2.1.161: Ukladanie nevhodných materiálov na západnom okraji násypu (neďaleko od vtokového objektu Nepomenovaného potoka) a vytváranie „jazier“ neznámych viskózných látok (foto Z. Nagy, 2008)

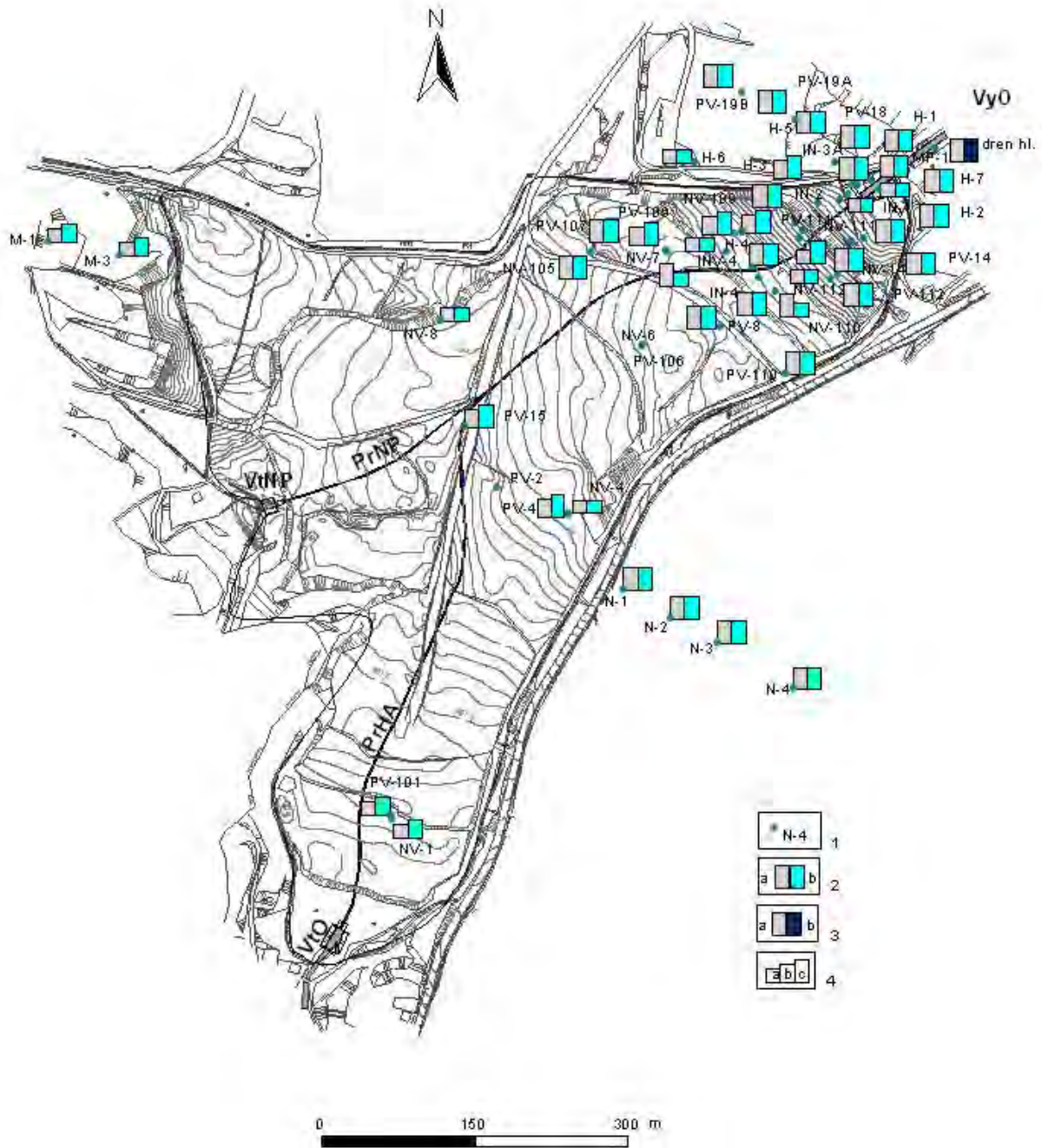




Obr. 2.1.162: Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia indikačných bodov meraných geodetickými metódami (vyznačené červenou farbou), meracích staníc v oceľovom potrubí (L – ľavé potrubie, P – pravé potrubie, N – potrubie Nepomenovaného potoka) a staničenia potrubia (modrou farbou)

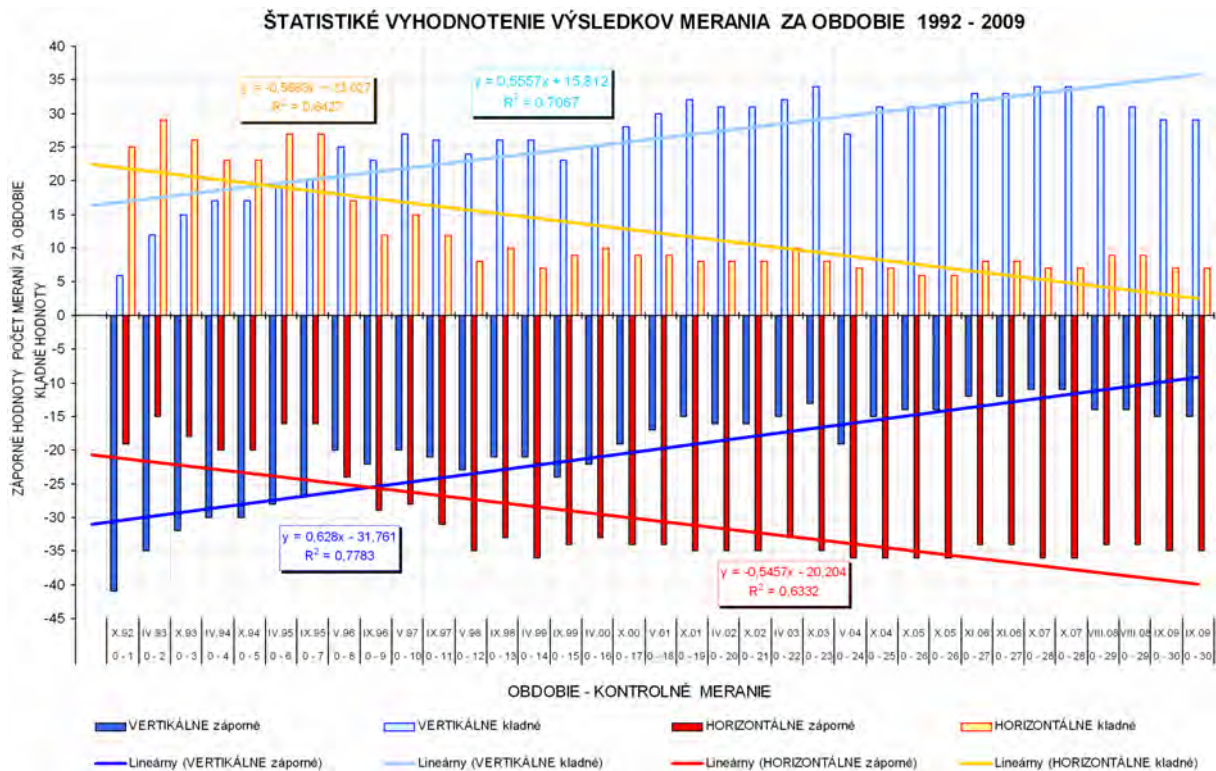


Obr. 2.1.163: Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia piezometrických vrtov na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody a profilov 1 – 1', 5 – 5', a 6 – 6' (vyznačené červenou farbou) na stabilné výpočty

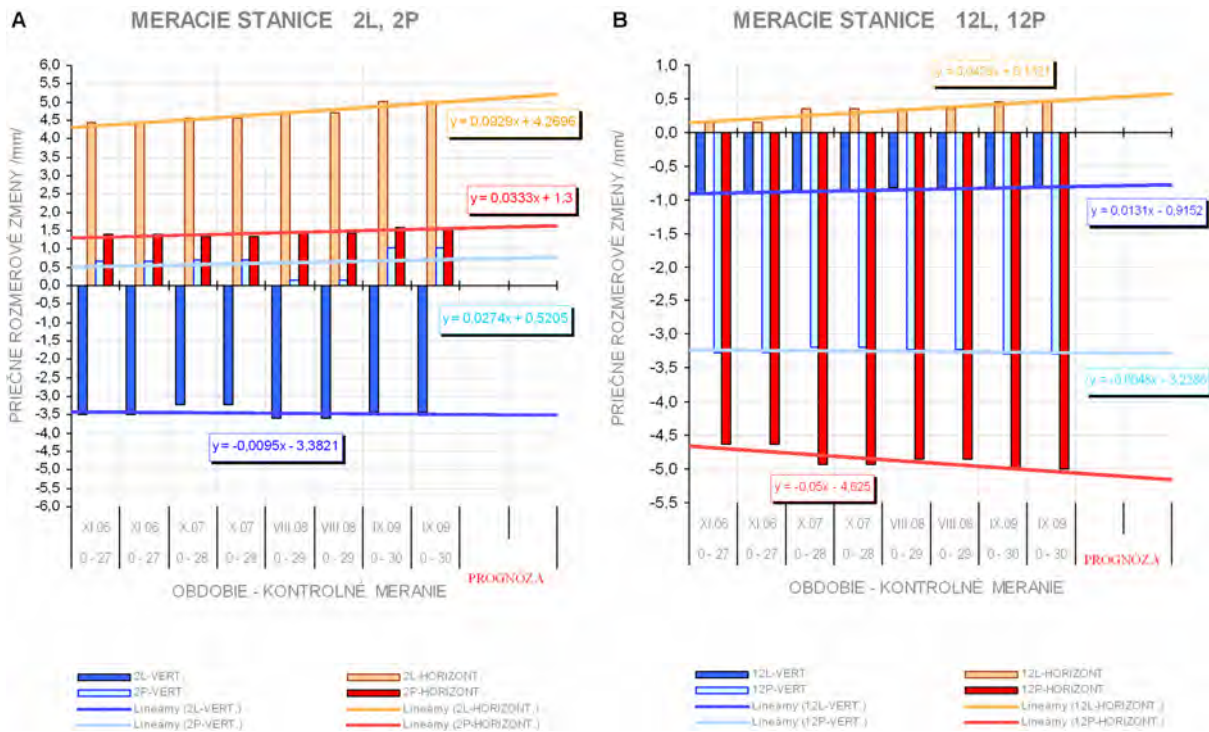


Obr. 2.1.164: Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. 1 – pozorované vertikálne vrty, 2 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2008, b – 2009, 3 – režimové pozorovania zmien výdatnosti odvodňovacieho zariadenia (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



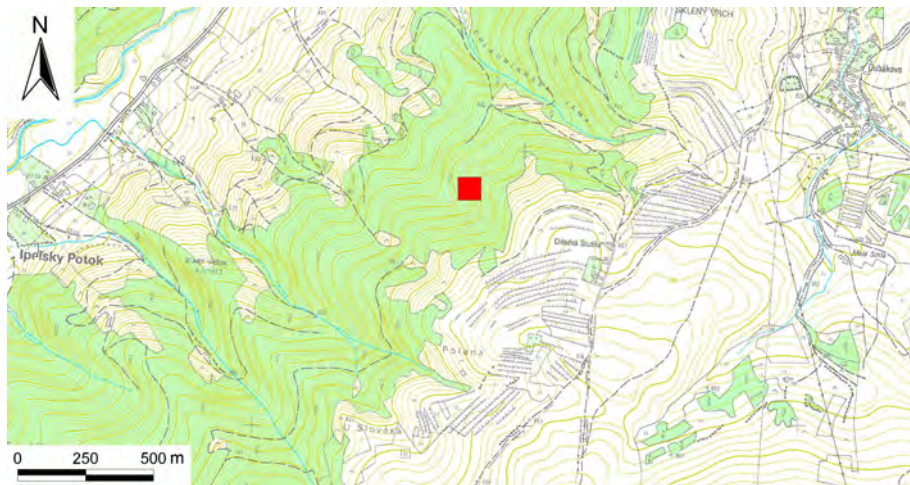


Obr. 2.1.165: Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 1992 až 2009

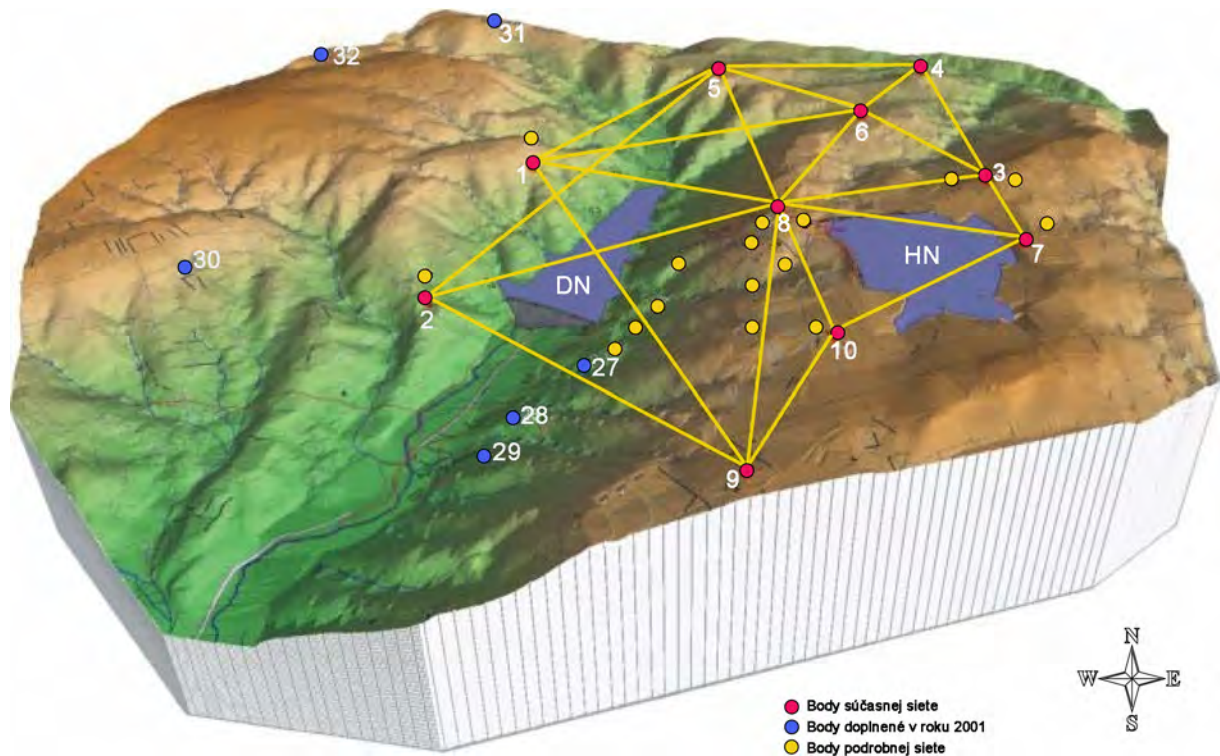


Obr. 2.1.166: Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 2006 až 2009 s prognózou vývoja deformácií na vybraných meračích staniciach (2L, 2P, 12L, 12P)

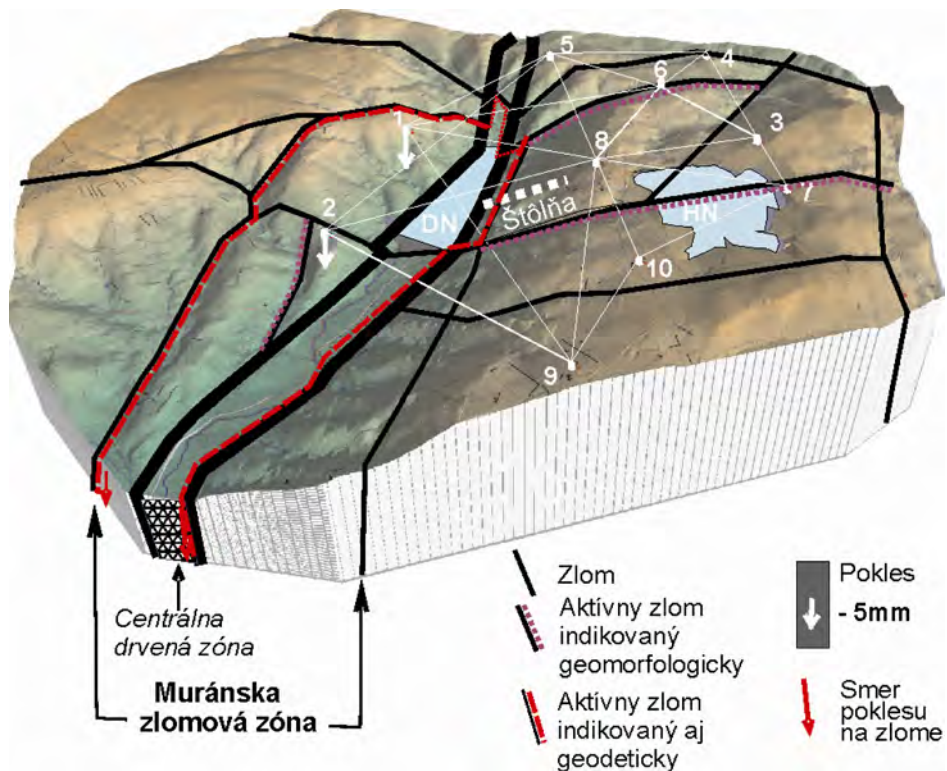




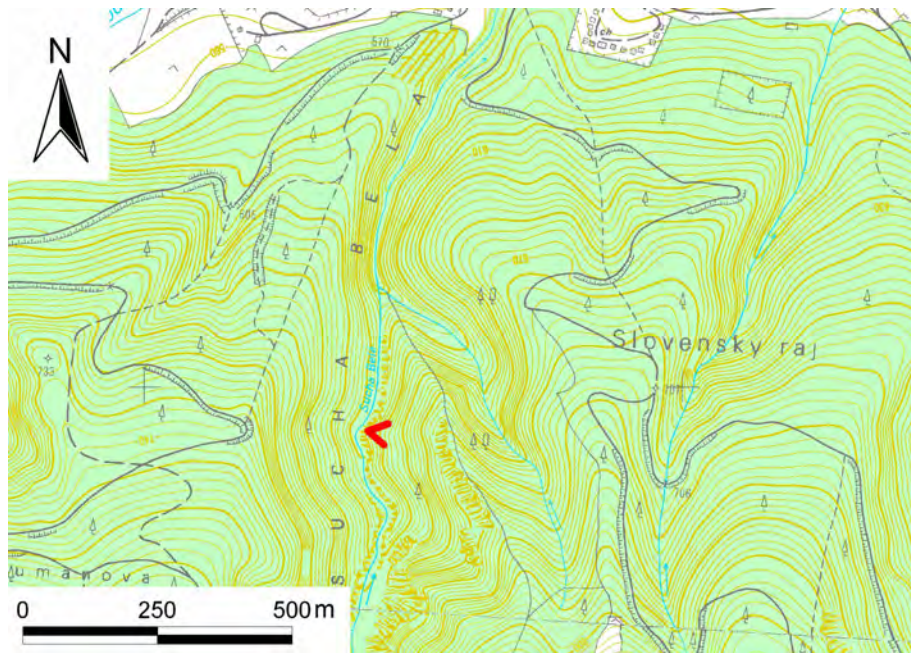
Obr. 2.1.167: Lokalizácia projektovanej prečerpávacej vodnej elektrárne Ipel'



Obr. 2.1.168: Sieť geodetických bodov na lokalite perspektívnej výstavby PVE Ipeľ. HN – horná nádrž, DN – dolná nádrž projektovanej prečerpávacej vodnej elektrárne (PVE)



Obr. 2.1.169: Model územia PVE Ipel' so shémou tektonických zlomov a interpretáciou výsledkov geodetických meraní (Ondrášik, 2009)



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)

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								
	Diviaky n.Nitricou	- OS							
	Handlová-zosuv z r. 1960								
	Dolná Mičiná								
	Ľubietová								
	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								
	Ľubochňa-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 subsysteme 01, bez výplne – lokalita sa v danom období monitorovala

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 – Morov-nianske sídlisko 3. Handlová – Kunešovská cesta 4. Fintice
		Významná	5. Dolná Mičiná 6. Ľubietová 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
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
Iné: Stabilita väčšieho územného celku	Skalné horniny predmezozoického veku	Významná	31. Ipel' – územie perspektívnej výstavby PVE
Lokalita typu rútenia v skalných horninách mezozoického veku, monitorovaná v rokoch 2006 – 2007			32. Slovenský raj - Suchá Belá

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>– Zrážkových úhrnov</li> <li>– Počtu mrazových dní</li> </ul>	<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>	



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)	Hodnotenie (váha)	$(\sigma_x/\sigma_{x-1}) \cdot 100 - 100$ (%)**	Hodnotenie (váha)	Rýchlosť pohybu (mm/rok)++	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 zaužívanej 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 poľa PEE.

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

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristika 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 neprekročili 4. limitnú úroveň jedenkrát</li> </ul>	nepriaznivý	3.
6.	maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. limitnú úroveň dvakrát		
7.	maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 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.

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		Systém 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		Systém 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		

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Geodetické (terestrické)	18 pozorovaných	P2, 3, 9, 11, 12, 13,14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29	1 (2. jún)	1 (26. apríl)
	4 vzťažné	F1, 2, 3, 5		
Geodetické (GNSS)	11 pozorovaných	P13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 24, DI-2, PW1, 2	2 (17. jún a 24.september)	2 (24. apríl a 21.október)
	4 vzťažné	F1, 2, 3, 5		
Inklinometrické	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)
Pulzných elektromagnet. emisíí (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	VČ-3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, M-4, 8, 14, J-107, J-112, SŠ-1, VE- 4, PO-1, PO-2	48 (1x za týždeň)	52 (1x za týždeň)
	3	VČ-2, 8; AH-1 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)	
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)	<i>denné úhrny zrážok (v roku 2009 bola stanica Ráztočno v mesiacoch marec a apríl nefunkčná)</i>	

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	Oblasť nad železničným oblúkom: 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 Jánošíkova cesta: JH-5, JH-6, HV-101, HV-102	52 (1x za týždeň)	53 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	denné úhrny zrážok	



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 ( <i>dátum merania</i> )	
	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 30080) Handlová totalizátor	<i>denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok</i>	

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 59220) Prešov – planetárium (indikatív 59160)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Inklinometrické	4 <i>(v roku 2009 iba 3, vrt JM-14 bol nepriechodný)</i>	JM-8, JM-14, JM-15, JM-18	1 <i>(24. jún)</i>	1 <i>(22. apríl)</i>
PEE	10	JM-2, 3, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 18	2 <i>(14. máj, 23. október)</i>	2 <i>(8. apríl, 17. november)</i>
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	12	JM-2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18	3 <i>(29. máj, 25. september, 21. november)</i>	5 <i>(26. máj, 25. august, 2. október, 20. november, 16. december)</i>
	2	JM-6, JM-19 – automatické hladinometry	kontinuálne <i>(každú hodinu)</i> <i>Hladinomer z vrtu JM-19 bol dňa 23. apríla 2009 demontovaný.</i>	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	HV-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	3 <i>(29. máj, 25. september, 21. november)</i>	5 <i>(26. máj, 25. august, 2. október, 20. november, 16. december)</i>
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Banská Bystrica (indikatív 34300)	<i>denné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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 34100)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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	



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 ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	2008	2009
Inklinometrické	5 ( <i>V roku 2009 iba 4 – vrt GI-1 bol porušený</i> )	GI-1, 2, 3, 4, HI-5	1 ( <i>5. jún</i> )	1 ( <i>15. apríl</i> )
PEE	6	GI-1, 2, 3, 4, HI-5, 7	2 ( <i>13. máj, 30. september</i> )	2 ( <i>7.apríl, 13. november</i> )
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	GI-1, 2, 3, 4, HI-5, 7, H-2, H-3	3 ( <i>25. apríl, 13. máj, 30. september</i> )	2 ( <i>7.apríl, 13. november</i> )
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 ( <i>25. apríl</i> )	<i>nemerané</i>
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	<i>denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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 21060) Lipt. Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21130)	<i>denné úhrny zrážok; stanica L. Mikuláš (21060) je od decembra 2009 mimo prevádzky</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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. 5.11. do vrtov: J-2, J-3B, J-6A, J-12, J-20A, J-29B; 3.12. do vrtov: J-3A, J-14, J-16, J-17, J-18 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	<i>kontinuálne</i>	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Zrážkomerná stanica na hrádzi	<i>denné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	2008	2009
Geodetické	20 pozorovacích 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 ( <i>bod B_B nebol meraný v roku 2009</i> ) 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 30120)	<i>denné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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 26220) Lazy pod Makytou (indikatív 26260)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	



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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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 18540)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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 18060)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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)	<i>Monitorovacie merania sa nevykonávali</i>
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	1	DR-2	24 (1x za 2 týždne)	
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	<i>denné úhrny zrážok</i>	

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>

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

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



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>

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 ( <i>dátum merania</i> )
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	JS-1	2008 – 4x
			<i>6. marec, 5. máj, 12. september, 12. november</i>
			2009 – 4x
			<i>1. apríl, 19. jún, 15. august, 19. november</i>

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Fotogrametrické merania: - Metóda pozemnej stereofotogrametrie;  - Metóda konvergentného snímkovania	8	PF1 až PF8	1 (28. november)	1 (15. október)
	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 40260)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 11901)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

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

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfolo- gické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 <i>(17. apríl, 17. september)</i>	2 <i>(7. apríl, 29. október)</i>
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	<i>denné úhrny zrážok</i>	

Tab. 2.1.29: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Fotogrametrické merania: - Metóda pozemnej stereofotogrametrie;  - Metóda konvergentného snímkovania	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 <i>technických dôvodov nevyhodnotené</i>
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)	2 (20. máj, 25. november)
Mikromorfologické 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)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanice SHMÚ Bardejov (11962), Prešov-vojsko (11955)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	



Tab. 2.1.30: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Starina  
v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 stanovisko MZ	2 ( <i>20. marec, 1. december</i> )	2 ( <i>5. jún, 16. november</i> )
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Starina (indikatív 43320)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

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 ( <i>dátum merania</i> )	
	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	<i>merania sa neuskutočnili</i>	1 (21. máj)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Hrabušice (56100)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanica SHMÚ Spišské Vlachy (11949)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

Tab. 2.1.32: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Harmanec v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	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 34160)	<i>mesačné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11898)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

Tab. 2.1.33: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jakub  
v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfologické 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 34300)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11898)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

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 ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfologické 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 17080)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanice SHMÚ: Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 11810) Bratislava-Koliba (indikatív 11813)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	



Tab. 2.1.35: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Pezinská Baba  
v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfologické 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 16180)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ: Modra-Piesok (indikatív 11833)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

Tab. 2.1.36: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lipovník v rokoch 2008 a 2009

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	Rok 2008	Rok 2009
Mikromorfologické 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 52180)	<i>denné úhrny zrážok</i>	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Rožňava (indikatív 11944)	<i>počet dní s minimálnou teplotou menšou, ako 0 °C</i>	

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 ( <i>dátum merania</i> )	
	Počet	Označenie	2008	2009
Geodetické	6	VH, VNP, OŠ 3, OŠ 2, OŠ 1, VO	1 ( <i>október</i> )	1 ( <i>október</i> )
Geodetické – meranie konvergenzie potrubia	41	Ľavé 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 ( <i>august</i> )	1 ( <i>september</i> )
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 ( <i>1x za mesiac</i> )	12 ( <i>1x za mesiac</i> )
	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 ( <i>každý týždeň</i> )	51 ( <i>každý týždeň</i> )
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	1	Hlavný drén	52 ( <i>každý týždeň</i> )	51 ( <i>každý týždeň</i> )
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Handlová (indikatív 30080)	<i>denné úhrny zrážok</i>	

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