

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Sekcia geológie a prírodných zdrojov

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA
Bratislava



Zosuvy a iné svahové deformácie

Správa za rok 2013

Názov geologickej úlohy: **ČMS Geologické faktory**

Podsystem 01: Zosuvy a iné svahové deformácie

Číslo geologickej úlohy: **207**

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: **RNDr. Pavel Liščák, CSc.**

Dátum vyhotovenia správy: **november 2014**

Autori správy: **Mgr. Peter Ondrejka, PhD.**

Ing. Ľubomír Petro, CSc.

RNDr. Ľubica Iglárová

Mgr. Róbert Jelínek, PhD.

Spolupracovali: **doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., RNDr. Pavel Liščák, CSc.,**

Mgr. Andrej Žilka, RNDr. Peter Pauditš, PhD.,

Mgr. Dominik Balík, RNDr. Júlia Šimeková, Daniela Magalová

Bratislava 2014

1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE	4
1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete	4
1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	9
1.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov	19
1.4. Výsledky monitorovania	20
1.4.1. Lokalita Veľká Čausa	22
1.4.2. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko	38
1.4.3. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta	46
1.4.4. Lokalita Fintice	51
1.4.5. Lokalita Nižná Myšľa	59
1.4.6. Lokalita Kapušany	68
1.4.7. Lokalita Handlová-Žiarska ulica	74
1.4.8. Lokalita Dolná Mičiná	77
1.4.9. Lokalita Ľubietová	84
1.4.10. Lokalita Slanec-TP	88
1.4.11. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960	93
1.4.12. Lokalita Okoličné	96
1.4.13. Lokalita Bojnice	107
1.4.14. Lokalita Bardejovská Zábava	113
1.4.15. Lokalita Ďačov	118
1.4.16. Lokalita Lenartov	124
1.4.17. Lokalita Lukov	128
1.4.18. Lokalita Pečovská Nová Ves	132
1.4.19. Lokalita Prešov-Horárska ul.	135
1.4.20. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou	141
1.4.21. Lokalita Čirč	146
1.4.22. Lokalita Krajná Poľana	149
1.4.23. Lokalita Čadca-Rieka	152
1.4.24. Lokalita Kvašov	155
1.4.25. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov	159
1.4.26. Lokalita Košice-Krásna	164
1.4.27. Lokalita Nižná Hutka	169

1.4.28. Lokalita Varhaňovce	175
1.4.29. Lokalita Vyšný Čaj.....	180
1.4.30. Lokalita Vyšná Hutka.....	185
1.4.31. Lokalita Šenkvice	190
1.4.32. Lokalita Ruská Nová Ves	196
1.4.33. Lokalita Petrovany	200
1.4.34. Lokalita Vinohrad nad Váhom.....	203
1.4.35. Lokalita Hlohovec-Posádka.....	208
1.4.36. Lokalita Veľká Izra	214
1.4.37. Lokalita Sokol.....	216
1.4.38. Lokalita Košický Klečenov	220
1.4.39. Jaskyňa pod Spišskou	224
1.4.40. Lokalita Banská Štiavnica	227
1.4.41. Lokalita Handlová-Baňa.....	234
1.4.41. Lokalita Demjata	236
1.4.43. Lokalita Starina	241
1.4.44. Lokalita Slovenský raj – Pod večným dažďom	244
1.4.45. Lokalita Jakub	248
1.4.46. Lokalita Bratislava-Železná studnička	251
1.4.47. Lokalita Pezinská Baba	254
1.4.48. Lokalita Lipovník	256
1.4.49. Lokalita Stabilizačný násyp Handlová	260
1.4.50. Nové, resp. reaktivizované zosuvy v rokoch 2012 a 2013	270
2. ZÁVER	272
LITERATÚRA.....	277

1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE

V rámci subsystému 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie sú prezentované výsledky monitorovania reprezentatívnych lokalít za rok 2013 a prehľadne sú spracované aj výsledky pozorovaní za dlhšie časové obdobie meraní. V úvodnej časti kapitoly sú spracované zásady riešenia úlohy a podrobne je opísaná metodika zberu, spracovania a hodnotenia monitorovacích meraní. Nosnú časť kapitoly tvorí vlastný opis výsledkov monitorovania v roku 2013 a analýza výsledkov meraní za dlhšie obdobie, v ktorej sa pozornosť sústreďuje predovšetkým na zaznamenané vývojové trendy zmien jednotlivých pozorovaných ukazovateľov.

1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Základné metodické princípy monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií sú opísané v príslušných častiach predchádzajúcich správ, spracovávaných každoročne od roku 1998.

V roku 2013 bolo do súboru monitorovaných lokalít zaradených 7 nových zosuvných území (Čadca, Čirč, Kapušany, Krajná Poľana, Petrovany, Ruská Nová Ves, Vinohrady nad Váhom). Ide o zosuvy, ktoré vznikli, resp. sa reaktivizovali prevažne v roku 2010 (aktivizácia zosuvu v obci Vinohrady nad Váhom bola na jar 2011). Na lokalitách Kapušany, Petrovany a Ruská Nová Ves sa začalo s úvodnými inklinometrickými meraniami už v roku 2012, avšak systematický monitoring na monitorovaných zosuvoch sa začal až v roku 2013. Podobne, i na lokalite Vinohrady nad Váhom sa monitorovacie aktivity realizovali aj v predchádzajúcich rokoch (miestna časť Paradič), od roku 2013 sa s monitorovaním začalo v zosuvnom území v miestnej časti Kamenica (merania sú zamerané na sledovanie režimových zmien hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení).

Úloha sa od začiatku riešenia od roku 1993 spracovávala formou bodového monitorovania reprezentatívnych lokalít svahových pohybov. Výber monitorovaných lokalít bol založený na nasledujúcich kritériách:

- typologickom – podmieňujúcim zastúpenie základných typov svahových pohybov (zosúvania, plazenia a prognózovania pohybov typu rútenia),
- regionálno-geologickom – z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát (Matula a Pašek, 1986),
- 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 sa v priebehu riešenia upravuje podľa aktuálnych celospoločenských požiadaviek i podľa monitorovaním zhodnoteného stabilitného stavu. Podľa tých istých kritérií sa upravuje i rozsah metód a frekvencia monitorovania, ako aj aktuálny stupeň celospoločenskej významnosti reprezentatívnych lokalít.

V súvislosti s aktivizáciou veľkého množstva zosuvov v roku 2010 dochádza každoročne k zmenám v súbore monitorovaných lokalít. V tejto súvislosti sa významne prejavuje prevaha lokalít zo skupiny zosúvania nad ostatnými typmi svahových porúch. Pri preferovaní kritéria založeného na spoločenskom hľadisku nám od roku 2011 výrazne pribúdajú lokality v Košickom a Prešovskom kraji. Podstatne menšie rozdiely sú pri kritériu, ktoré vyplýva z členenia lokalít do jednotlivých inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát. Mierne prevládajú zosuvy, ktoré vznikli v horninovom prostredí flyšového charakteru.

V nových zosuvných územiach je budovaná pozorovacia sieť, na ktorej je možné realizovať monitorovacie merania. Táto sieť bola vybudovaná v rámci prieskumnej etapy (Petrovany, Ruská Nová Ves) alebo počas realizácie sanačných prác (Kapušany-Pod hradom). Na lokalite pod Kapušianskym hradom boli v snahe získať informáciu o stabilitnom stave prostredia zahájené monitorovacie merania hneď po ukončení prieskumných prác.

Ako už bolo uvedené, snahou je, aby jedným z hlavných kritérií výberu reprezentatívnych lokalít bolo ich rozmiestnenie vo všetkých oblastiach v zmysle 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 ílovce);
- Sedimenty flyšového charakteru (striedanie pieskovcov a ílovcov prevažne paleogénneho veku);
- Skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku.

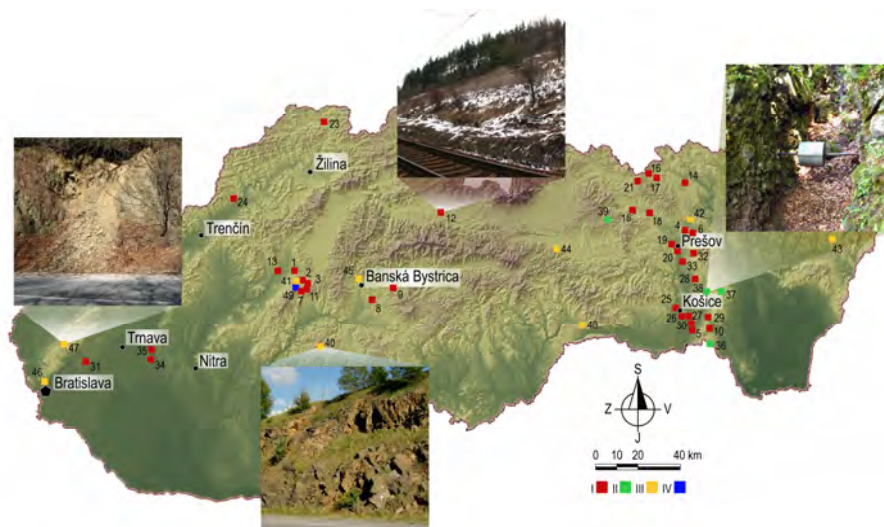
Okrem takéhoto účelového zjednodušenia geologickej stavby je nevyhnutné pri výbere reprezentatívnych lokalít zohľadniť ich aktuálnu celospoločenskú dôležitosť, ako aj stav monitorovacej siete. Uvedené skutočnosti podmieňujú rozsah aplikovaných monitorovacích metód, ako aj frekvenciu meraní. Na základe 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 2012) na základe regionálneho inžinierskogeologického členenia Západných Karpát a podľa typu svahových pohybov je v tab. 1.1. Zoradenie lokalít podľa zjednodušených typových modelov horninového prostredia a celospoločenskej významnosti pozorovaných svahových porúch je v tab. 1.2 a ich situovanie je na obr. 1.1.

Vzhľadom na rozdielnosť monitorovacích metód, aplikovaných pre rôzne typy svahových deformácií, 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. 1.2, zodpovedá postupnosti ich opisu v podkapitole 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 podobných typoch horninového prostredia, zostáva naďalej odôvodnenou predstava postupného prechodu od bodového k celoplošnému monitorovaniu aktivity svahových porúch na celom území Slovenska. Nevyhnutnou podmienkou riešenia tejto problematiky je aj získavanie ďalších, podrobnejších klimatologických údajov.



Obr. 1.1. Rozmiestnenie monitorovaných lokalít svahových deformácií na území Slovenska (čísla lokalít zodpovedajú číslovaniu v tab. 1.2). I – lokality zo skupiny zosúvania, II – lokality zo skupiny plazenia, III – lokality zo skupiny rútenia (stabilita skalných zárezov), IV – špeciálne lokality (Handlová-Stabilizačný násyp)

Tab. 1.1 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			- Jakub	
	Oblasť jadrových stredohorí			- Bratislava Železná studnička - Lipovník - Pezinská Baba - Slovenský raj (Pod večným dažďom)	

Pokračovanie tab. 1.1

Región karpatského flyša	Oblasť flyšových hornatín		- Jaskyňa pod Spišskou		
	Oblasť Flyšových vrchovín	- Bardejovská Zábava - Čadca- Rieka - Čirč - Ďačov - Fintice* - Krajná Poľana - Kvašov - Lenártov - Lukov - Pečovská Nová Ves - Prešov- Horárska ulica - Prešov- Pod Wilec Hôrkou*		- Demjata - Starina	
Región neovulkanitov	Oblasť vulkanických hornatín	- Handlová ('60/'61)* - Handlová- Žiarska ulica* - Kapušany - Ľubietová* - Slanec – TP	- Košický Klečenov - Sokol - Veľká Izra	- Banská Štiavnica - Handlová- Baňa	
	Oblasť vulkanických vrchovín	- Dolná Mičiná			

Pokračovanie tab. 1.1

Región neogénnych tektonických vkleslín	Oblasť vnútrohorských kotlín	- Bojnice - Handlová (Kunešovská cesta) - Handlová- Morovnian- ske sídlisko - Košice- s. Darg. hr. - Košice-Krásna - Nižná Hutka - Nižná Myšľa - Okoličné - Petrovany - Ruská N. Ves* - Varhaňovce* - Veľká Čausa* - Vyšná Hutka - Vyšný Čaj			- Handlová (Stabili- začný násyp)
	Oblasť vnútrokarpatských nížin	- Hlohovec- Posádka - Vinohrady nad Váhom - Šenkvice			

* Svahový pohyb sa nachádza na hraniciach inžinierskogeologických celkov

Tab. 1.2 Prehľad lokalít monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií

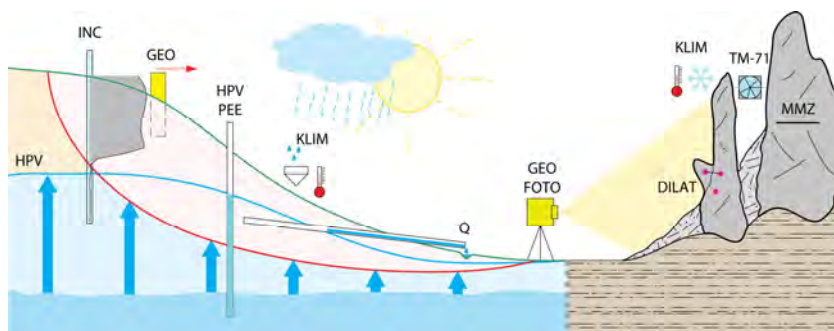
Typ svahového pohybu	Geologická stavba	Celospoločenská dôležitosť	Lokality
Zosúvanie	Neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi	Veľmi významná	1. Veľká Čausa 2. Handlová- Morovnianske sídlisko 3. Handlová- Kunešovská cesta 4. Fintice 5. Nižná Myšľa 6. Kapušany
		Významná	7. Handlová-Žiarska ul. 8. Dolná Mičiná 9. Ľubietová 10. Slanec-TP 11. Handlová – 1960

Pokračovanie tab. 1.2

	Sedimenty flyšového charakteru	Veľmi významná	12. Okoličné 13. Bojnice 14. Bardejovská Zábava 15. Ďačov 16. Lenartov 17. Lukov 18. Pečovská N. Ves 19. Prešov-Horárska ul. 20. Prešov-Pod Wilec Hôrkou 21. Čirč 22. Krajná Poľana 23. Čadca
		Významná	24. Kvašov
	Neogénne sedimenty	Veľmi významná	25. Košice-sídliisko Dargovských hrdinov 26. Košice-Krásna 27. Nižná Hutka 28. Varhaňovce 29. Vyšný Čaj 30. Vyšná Hutka 31. Šenkvice 32. Ruská Nová Ves 33. Petrovany 34. Vinohrady nad Váhom
		Významná	35. Hlohovec-Posádka
	Plazenie	Neogénne vulkanity	Významná
			36. Veľká Izra 37. Sokol 38. Košický Klečenov
Rútenie	Sedimenty flyš. char.	Významná	39. Jaskyňa p. Spišskou
	Neogénne vulkanity	Významná	40. Banská Štiavnica
		Menej významná	41. Handlová-Baňa
	Sedimenty flyšového charakteru	Významná	42. Demjata
		Menej významná	43. Starina
	Skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku	Významná	44. Slovenský raj-Pod večným dažďom
		Menej významná	45. Jakub 46. Bratislava-Železná st. 47. Pezinská Baba 48. Lipovník
Iné: Stabilita vodohospodárskeho diela	Antropogénne sedimenty na kvartérnych a paleogén. horninách	Veľmi významná	49. Handlová-Stabilizačný násyp

1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

Súborný prehľad používaných metód monitorovania svahových pohybov je uvedený v tab. 1.3 a na obr. 1.2. Vzhľadom na rozdielnú podstatu meraní sú v tabuľke 1.3 samostatne vyčlenené metódy monitorovania, používané pre rôzne typy svahových pohybov a pozorované ukazovatele, ktoré sa týmito meraniami získavajú.



Obr. 1.2. Schematické znázornenie monitorovacích metód používaných v rámci pod systému „01 – zosuvy a iné svahové deformácie“. INC – presná inklinometria (prenosný a stacionárny inklinometer), GEO – geodetické metódy (terestrické, GNSS), HPV –

merania hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty (vykonávané pozorovateľmi, resp. automatickými hladinomeri), Q – merania výdatnosti odvodňovacích zariadení, KLIM – merania zrážkových úhrnov a meranie teploty vzduchu (zabezpečené SHMÚ), FOTO – fotogrametrické metódy (laserové skenovanie terrestrické, letecká fotogrametria, optické skenovanie skalných masívov atď.), DILAT – dilatometrické merania tyčovým meradlom Somet a meradlom posunov, TM-71 – dilatometrické merania opticko-mechanickým dilatometrom TM-71, MMZ – merania mikromorfologických zmien povrchu horniny

A. Zosúvanie

a/ Merania posunov

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 GPS, ktorá je významne využívaná v geodézii na veľmi presné meranie priestorovej polohy diskretných bodov. 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 je aplikovateľnosť metódy GNSS značne obmedzená. Preto i v budúcnosti možno za perspektívnu považovať vzájomnú kombináciu terestrických a GNSS metód v závislosti od charakteru meranej lokality.

b/ Merania deformácií

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

Z viacerých metód azda najviac overená a používaná je *metóda presnej inklinometrie* (Gajdoš a 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 stacionárnej inklinometrie*. Metóda umožňuje merať vývoj deformácií v určitej hĺbke,

zvyčajne na úrovni šmykovej plochy. Merania stacionárnym inklinometrom majú podstatne vyššiu frekvenciu, ako merania prenosným inklinometrom, čo významne mení pohľad na vývoj deformácie v čase a umožňuje porovnávať výsledky s inými kontinuálnymi meraniami, a tak odvodiť prípadné závislosti medzi nimi (Ondrejka et al., 2011). Nevýhodou tohto spôsobu monitorovania deformácie je, že získať informácie z celého profilu vrtu 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. Úspešne bola táto metóda v rokoch 2009 – 2010 aplikovaná na lokalite Veľká Čausa (Ondrejka et al., 2011).

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 vylúčili merania metódou *povrchových reziduálnych napätí* (Fussgänger a Jadroň, 1977), ktoré boli technicky náročné a ich výsledky charakterizovali prevažne iba stav najvrchnejšieho, pripovrchového horizontu zosuvných hmôt.

Za perspektívnu však možno považovať metódu merania *poľa pulzných elektromagnetických emisií* (PEE – Vybíral a Wagner, 2002), ktorá umožňuje identifikovať miesta koncentrácie napätí v rôznych hĺbkach meraného vrtu. Dlhoročné skúsenosti s aplikáciou tejto metódy preukázali v niektorých prípadoch aj jej prognostický charakter. Ďalší vývoj metódy je podmienený objektivizáciou a kvantifikáciou nameraných výsledkov. Navyše, vzhľadom na aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov, je nevyhnutné zvyšovať frekvenciu meraní, resp. v lepších prípadoch postupne prechádzať na kontinuálny záznam pozorovaných parametrov, čo platí v plnej miere i pre metódu PEE (výpovedná hodnota zaužívaných dvoch meraní poľa PEE počas roka bola pomerne slabá). Z tohto dôvodu sa od roku 2011 zvýšila frekvencia meraní (na lokalite Hlohovec-Posádka) so snahou navrhnuť z technického hľadiska optimálny spôsob prechodu na kontinuálny spôsob merania.

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. 1.3).

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 pre širšie analýzy medzi rôznymi pozorovanými faktormi.

Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení vo väčšine prípadov vykonávajú pozorovatelia. Na vybraných lokalitách možno v budúcnosti uvažovať tiež s inštaláciou kontinuálnych meracích zariadení – ich použitie však v značnej miere závisí od možností technickej inštalácie prístrojov na konkrétnej lokalite.

Nevyhnutnou súčasťou informácií o stave zosuvotvorných faktorov sú *údaje o zrážkach*. Táto informácia sa zvyčajne preberá zo siete staníc SHMÚ; na celospoločensky dôležitých lokalitách je však snaha inštalovať lokálne zrážkomerné stanice, zaznamenávajúce i údaje o teplote vzduchu (ako napr. lokality Veľká Čausa a Okoličné).

Tab. 1.3 Prehľad metód monitorovania svahových pohybov

Typ svahového pohybu	Pozorované ukazovatele	Metódy monitorovania
Zosúvanie	a/ Posuny	– Geodetické – terestrické – Geodetické – GNSS – Fotogrametrické (laserové skenovanie terestrické, letecká fotogrametria)
	b/ Deformácie	– Presná inklinometria (prenosným a stacionárnym inklinometrom)
	c/ Napätostný stav	– Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií (PEE)
	d/ Zosuvotvorné faktory (režimové pozorovania)	– Merania hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty (vykonávané pozorovateľmi, resp. automatickými hladinomerami) – Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení – Merania zrážkových úhrnov – Meranie teploty vzduchu
Rútenie	a/ Posuny	– Dilatometrické (tyčovým meradlom Somet a meradlom posunov) – Fotogrametrické (metóda stereofotogrametrie, metóda časovej základnice, konvergentná fotogrametria, terestrické laserové a optické skenovanie)
	b/ Faktory vplývajúce na stabilitu svahu	– Merania zrážkových úhrnov – Záznam počtu mrazových dní
	c/ Zmeny morfológie skalnej steny	– Merania mikromorfologických zmien povrchu horniny
Plazenie	a/ Posuny	– Dilatometrické (opticko-mechanickým dilatometrom TM-71)
	b/ Faktory vplývajúce na stabilitu svahu	– Merania zrážkových úhrnov

B. Rútenie

Metódy monitorovania náznakov svahových pohybov typu rútenia majú špecifický charakter. V doterajšej praxi sa najčastejšie používali dva okruhy metód na meranie posunov bodov – metódy dilatometrické a metódy fotogrametrické (tab. 1.3). 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 horninovom masíve. Určítym zdokonalením tohto merania je použitie meradla posunov, ktorým možno zaznamenať posun bodov nielen v rovine merania, ale aj v priestore (Wagner et al., 2002). Napriek širokému rozsahu použitia dilatometrických metód pri hodnotení stability skalných svahov treba upozorniť na zásadný a všeobecne platný 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.

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 archivačnú hodnotu. V súčasnosti sa fotografické záznamy spracovávajú výlučne v digitálnej forme (digitálna fotogrametria), čím sa výrazne zvýšila efektivita a presnosť prác. Na pozorovaných lokalitách sa v súčasnosti alebo v nedávnej minulosti aplikujú a aplikovali nasledujúce 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* je tiež dvojsnímkovou metódou, ktorá však využíva princíp prirodzeného stereoskopického videnia. Hlavnou výhodou metódy je jej vysoká efektivita, keď na stereomodeli sa merajú priamo priestorové referenčné súradnice. Nevýhodou metódy je nižšia presnosť v smere kolmom na snímkovaciu základnicu.
- *Konvergentné snímkovanie* predstavuje 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, 2009).
- *Terestrické laserové skenovanie* je metóda, ktorá môže doplniť spomenuté fotogrametrické merania a niektoré i nahradiť. 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 sto metrov s nepatrným poklesom presnosti v závislosti od narastajúcej vzdialenosti. Presnosť určenia priestorovej polohy bodu sa pritom pohybuje od 5 do 30 mm pri rýchlosti merania viac ako $50\,000\text{ bodov}\cdot\text{s}^{-1}$. Presnosť modelovanej plochy sa pohybuje pri súčasných skeneroch od hodnoty 2 mm. Výsledkom laserového skenovania je tzv. mračno bodov, teda množina diskrétnych 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, 2009).
- *Optické skenovanie* sa podobne ako laserové skenovanie uplatňuje pri automatizovanej tvorbe 3D modelov s hustým (bodovým) pokrytím povrchu. Metóda je využívaná predovšetkým na objekty s náhodne premenlivou textúrou a nie príliš členitou štruktúrou, aj keď posledné výsledky poukazujú na možnosti jej využitia aj pri

objektoch doposiaľ rekonštruovaných výlučne metódou konvergentnej fotogrametrie (Fraštia, 2011). Princíp metódy je založený na korelácii (podobnosti) dvoch obrazov, ktoré sú vytvorené z rôznych pozícií, čím je potom možné rekonštruovať priestorové zväzky lúčov a z nich priestorovú polohu bodov, resp. prvkov zaznamenaných na digitálnych obrazoch (Fraštia, 2012).

b/ 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.

c/ Merania zmien morfológie skalnej steny

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

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. 1.3 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 hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť význam nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilitného stavu v čase merania a v mieste meraného objektu. Hodnotiaca 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.

V roku 2010 došlo k výraznej zmene v spôsobe hodnotenia nameraných údajov z geodetických a inklinometrických meraní. Empiricky odvodená stupnica, ktorá vychádzala z veľkosti chyby merania, bola nahradená novou klasifikáciou, vychádzajúcou z výsledkov

dlhodobého monitorovania zmien pozorovaných bodov. Na základe analýzy dlhodobých zmien bola pre každý pozorovaný bod definovaná stupnica, ktorá semikvantitatívnym spôsobom charakterizuje stupeň pohybovej aktivity (Wagner et al., 2012). Domnievame sa, že takýto spôsob hodnotenia lepšie vyjadruje špecifiká lokálneho situovania jednotlivých bodov a tiež históriu ich pohybovej aktivity. Navrhnutý spôsob hodnotenia je metodicky v súlade s doteraz používanou klasifikáciou pre kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody.

a/ Hodnotenie výsledkov meraní posunov a deformácií

Princíp nového spôsobu hodnotenia výsledkov geodetických a inklinometrických meraní je vyjadrený na obr. 1.3. Postup hodnotenia možno zhrnúť do niekoľkých bodov:

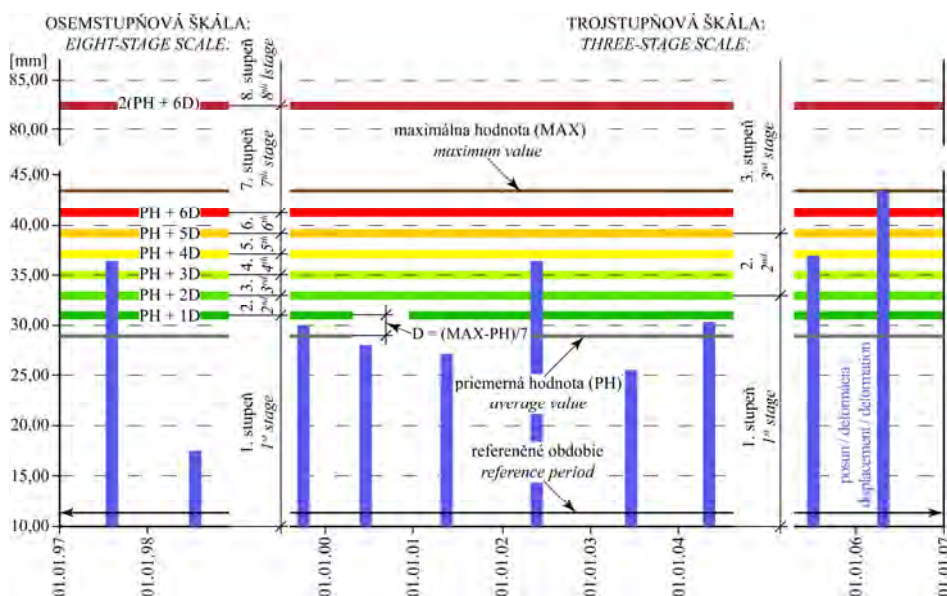
- Z priebehu priestorových (v prípade geodetických meraní) alebo polohových (v prípade inklinometrických meraní) zmien za referenčné obdobie od začiatku roku 2000 po koniec roku 2009 (teda za 10 rokov) sa určí pre každý pozorovaný bod hodnota maximálneho posuvu (MAX) a vypočíta sa priemerný posuv (priemerná hodnota – PH) zo všetkých meraní, vykonaných za toto obdobie.
- Z uvedených hodnôt sa určí tzv. diferencia (D) zo vzťahu $D = (MAX - PH)/7$. Rozdelenie intervalu, ohraničeného priemernou a maximálnou úrovňou pohybovej aktivity počas referenčného obdobia na sedem častí, umožňuje vytvorenie základnej sedemstupňovej škály. Ôsmy stupeň predstavuje dvojnásobné prekročenie siedmeho hodnotiaceho stupňa. Tento stupeň vyjadruje pohybovú aktivitu, ktorá na danom monitorovacom bode indikuje stav aktívneho svahového pohybu.
- Jednotlivé stupne pohybovej aktivity sa odvodlia pre každý hodnotený bod podľa tab. 1.4 a v súlade s obr. 1.2.

Tab. 1.4 Kritériá hodnotenia výsledkov geodetických a inklinometrických meraní

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristika z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
1.	Výsledný priestorový vektor ($\overrightarrow{xyz}$) v hodnotenom roku neprekročil súčet priemernej hodnoty (PH) stanovenej počas referenčného obdobia (2000 – 2009) a diferencie (D)	Stabilný stav	1.
2.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku je väčší ako $PH + D$ a zároveň neprekročil $PH + 2 \times D$		
3.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 2 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 3 \times D$	Mierne až stredné prejavy aktivity svahového pohybu	2.
4.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 3 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 4 \times D$		
5.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 4 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 5 \times D$		
6.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 5 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 6 \times D$	Výrazné prejavy aktivity svahového pohybu vedúce k nestabilite svahu	3.
7.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 6 \times D$ a zároveň neprekročil $2(PH + 6 \times D)$		
8.	$\overrightarrow{xyz}$ v hodnotenom roku prekročil $2(PH + 6 \times D)$		

- Výsledné hodnotenia pohybovej aktivity sa transformujú do zjednodušenej trojstupňovej škály podľa nasledujúcich kritérií:
 - Prvý výsledný hodnotiaci stupeň predstavuje meranie, počas ktorého priestorový vektor nepresiahne priemer referenčného obdobia (PH) s pripočítanou dvojnásobnou hodnotou stanovenej diferencie D. Pri základnom osemstupňovom hodnotení ide o 1. a 2. stupeň (tab. 1.4).
 - Druhý výsledný hodnotiaci stupeň predstavuje priestorový vektor presahujúci kritérium 1. stupňa, ak zároveň je menší alebo rovný priemernej hodnote s pripočítaným päťnásobkom diferencie D. V základnej osemstupňovej škále ide o 3., 4. a 5. stupeň;
 - Tretí výsledný hodnotiaci stupeň zahŕňa priestorový vektor, ktorý presahuje kritériá stanovené pre druhý stupeň. V osemstupňovej základnej škále predstavuje 6., 7. a 8. stupeň.

Výsledné hodnotiace stupne sú uvedené ku každej lokalite v prílohovej časti a v zátvorke sa nachádzajú hodnotiace stupne zjednodušenej, trojstupňovej škály.



Obr. 1.3. Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie nameraných posunov (geodetickými meraniami) a zaznamenananej deformácie na šmykových plochách (metódou presnej inklinometrie), ktoré sú obsiahnuté v tab. 1.4

Pri hodnotení geodetických a inklinometrických meraní sa vychádza z absolútnych hodnôt zmien premiestnenia. Týmto postupom sa nahradila hodnotiaca metóda, používaná do roku 2010, ktorá bola založená na rýchlosti polohovej zmeny bodu. Dôvody tejto zmeny vychádzali z nasledujúcich poznatkov:

- Prevádzka stacionárneho inklinometra na lokalite Veľká Čausa (v rokoch 2009 a 2010) objektívne preukázala, že pohyb na zosuvných lokalitách sa iniciuje iba v určitých časových intervaloch (často pomerne krátkych), pričom prevažnú časť pozorovaného obdobia k žiadnemu pohybu nedochádza (Ondrejka et al., 2011).
- Možno predpokladať, že podobný pohybový režim majú i geodetické pozorovacie body.
- V závislosti od momentu merania môže byť nameraná hodnota, prepočítaná na rýchlosť pohybu za určitú časovú jednotku, značne skresľujúca.
- I keď prepočet na rýchlosť pohybu mal svoje opodstatnenie (snaha o porovnanie pohybovej aktivity na rôznych lokalitách), domnievame sa, že vyjadrenie hodnôt absolútnych nameraných posunov bude v konečnom dôsledku výstižnejšie.

- Je prirodzené, že pri meraniach s frekvenciou cca 1 meranie za rok, sa pri ich zhodnocovaní v každom prípade dopúšťame vedomých zjednodušení a nepresností – ich odstránenie môžu zabezpečiť iba merania s vyššou frekvenciou alebo, v ideálnom prípade, kontinuálne merania.

b/ Hodnotenie výsledkov meraní poľa pulzných elektromagnetických emisií

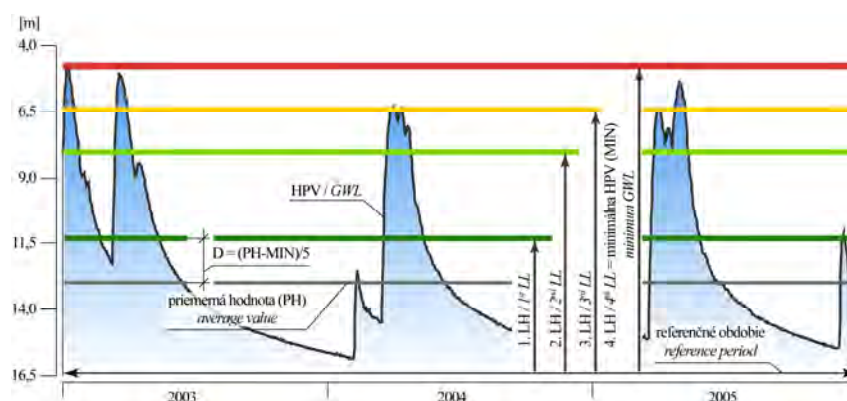
Pri interpretácii a spôsobe vyjadrenia hodnôt poľa PEE bol zachovaný doteraz používaný spôsob, ktorý je zhrnutý v tab. 1.5. Merania sú hodnotené šiestimi stupňami aktivity (1 až 6) a k nim je uvedené generalizované hodnotenie v rámci trojstupňovej hodnotiacej škály. Keďže merania aktivity poľa PEE sa od roku 2011 realizujú len na lokalite Hlohovec-Posádka, primárne namerané, ale aj zhodnotené údaje (prílohová časť) ako aj grafické vyjadrenie, sa uvádzajú len na tejto lokalite. Výsledné hodnotenie v situačnej mape predstavuje tie hodnoty, ktoré je možné z hľadiska stability považovať za najmenej priaznivé v danom vrte (bez ohľadu na hĺbku nameranej hodnoty a termín merania). Pri vyjadrení priebehu zmien za dlhšie časové obdobie sú v obrázkoch s vývojom poľa PEE interpretované merania z reprezentatívnych hĺbkových úrovní jednotlivých pozorovaných vrto.

Tab. 1.5 Škála klasifikačného hodnotenia výsledkov merania poľa PEE

Aktivita poľa PEE		Charakteristika z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
Základný stupeň	Charakteristika		
1.	BP – bez prejavov	Priaznivý	1.
2.	NZ – náznaky		
3.	PN – pomerne nízka	Náznaky nepriaznivého	2.
4.	ST – stredná		
5.	PV – pomerne vysoká	Nepriaznivý	3.
6.	VV – veľmi vysoká		

c/ Hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní

Pri spracovaní režimových pozorovaní sa používal spôsob semikvantitatívneho hodnotenia, ktorý v rámci riešenia úlohy vypracoval v roku 2004 RNDr. S. Scherer, PhD. 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. 1.4 a konečná stupnica pre posudzovanie aktuálneho stavu hladiny podzemnej vody z hľadiska stability svahu v hodnotenom období (napr. kalendárneho roka) je definovaná v tab. 1.6.



Obr. 1.4. Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie zmien úrovne hladiny podzemnej vody, obsiahnutý v tab. 1.6 (záznam z pozorovania hladiny podzemnej vody vo vrte JM-6 z lokality Dolná Mičiná). Postup vypracoval S. Scherer (2004)

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 piezometrický tlak podzemnej vody spôsobuje, že podzemná 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 nepriaznivost' samotného javu z hľadiska stabilitných pomerov treba zvýrazniť samostatným hodnotiacim stupňom (stupeň 8 v hodnotiacej škále – tab. 1.6) a v grafickom výstupe vyjadriť najmenej priaznivým stupňom.

Tab. 1.6 Hodnotiaca škála výsledkov monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristika z hľadiska stabilitného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
1.	Maximálne úrovne hladiny podzemnej vody (HPV) v hodnotenom období neprekročili 1. limitnú hladinu (LH; PH + D – podľa obr. 1.3)	Priaznivý	1.
2.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 2. LH (PH + 3D)		
3.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 3. LH (PH + 4D) a počet prekročení 2. LH je menší ako 3	Náznaky nepriaznivého	2.
4.	- Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 3. LH a počet prekročení 2. LH je väčší alebo rovný 3 alebo - Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. LH (PH + 5D) a počet prekročení 3. LH je menší ako 3		
5.	- Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. LH a počet prekročení 3. LH je väčší, alebo rovný 3, alebo - Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. LH jedenkrát	Nepriaznivý	3.
6.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. LH dvakrát		
7.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. LH viac ako dvakrát		
8.	Podzemná voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu	Nepriaznivý	3.
Priemerná výdatnosť odvodňovacieho zariadenia v hodnotenom období			
do 1 l.min ⁻¹ (vrátane suchého zariadenia)			1.
1 až 3 l.min ⁻¹			2.
nad 3 l.min ⁻¹			3.

Na základe hodnotiacich kritérií, zhrnutých v tab. 1.6, bolo spracované účelové hodnotenie stavu hydrogeologických pomerov zosuvného územia a stupňa ich vplyvu na stabilitu prostredia. Semikvantitatívne hodnotenia jednotlivých vrtoz za obdobie rokov 2012 a 2013 sa spracovali štatistickými interpolačnými metódami a na ploche posudzovanej svahovej deformácie sa vyčlenili oblasti s rôznym stupňom zaťaženia zosuvného územia hydrogeologickými pomermi v danom roku. Vzhľadom na to, že hydrogeologické pomery sú zvyčajne hlavnou príčinou aktivizácie svahových pohybov, nepovažovalo sa za odôvodnené zahrnúť ich vplyv do komplexného hodnotenia stabilného stavu zosuvného svahu v danom období, ktoré je založené na zhodnotení výsledkov nameraných posunov a deformácií. Účelové zhodnotenie stavu hydrogeologických pomerov v roku 2013, spoločne s rokom 2012, bolo vykonané na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné.

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilného stavu v podstate nie je možná. Zvýšenie výdatnosti objektov nemožno totiž jednoznačne hodnotiť ako priaznivý jav a naopak, zníženie výdatnosti môže znamenať priaznivú i nepriaznivú skutočnosť (suchý rok alebo postupné zanášanie odvodňovacích objektov). Napriek tomu sa pri hodnotení zaviedla trojstupňová klasifikácia, vyjadrujúca priemernú výdatnosť objektu v hodnotenom období (priemerná výdatnosť do 1 l.min^{-1} , v rozmedzí 1 až 3 l.min^{-1} a nad 3 l.min^{-1} – tab. 1.6), ktorá sa však nevzťahuje na účelové hodnotenie aktuálnych stabilných pomerov svahu na základe hodnoty tohto parametra.

1.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

Základný spôsob zberu údajov je uvedený v predchádzajúcej kapitole a čiastočne i v tab. 1.3. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že vývoj v oblasti spôsobov a frekvencie zberu údajov smeruje od jednorazových, 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.

Dosiaľ používaná 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 v predchádzajúcich rokoch, ale i v roku 2012, zaužívala nasledujúca frekvencia zberu údajov z lokalít svahových pohybov:

a/Merania na zosuvoch

- Geodetické merania terestrické sa vykonávali raz ročne, v období apríl až jún príslušného roku;
- Geodetické merania GNSS sa v posledných dvoch rokoch vykonávajú (na lokalitách Hlohovec-Posádka, Vinohrady nad Váhom, Veľká Čausa 2 až 3-krát ročne; na lokalitách Fintice a Handlová-Žiarska ul. 1-krát ročne);
- Merania metódou presnej inklinometrie sa zvyčajne vykonávali raz ročne, najčastejšie v období apríl až jún príslušného roku. V prípade aktivizácie pohybu sa v minulosti merania vykonávali častejšie (napr. pri aktivizácii zosuvu vo Veľkej Čause). V roku 2013 boli na nových zosuvných lokalitách (monitorovaných od roku 2011) realizované prevažne tri etapy meraní (apríl, júl – august a november);

- Merania PEE sa od roku 2011 vykonávajú už len na lokalite Hlohovec-Posádka, a to s frekvenciou 5 meraní ročne;
- Režimové pozorovania (merania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení) sa vykonávali v širokej škále frekvencií – od nepravidelných meraní (1 až 2-krát ročne), ktoré sú súčasťou obhliadok stavu monitorovacích zariadení, cez pravidelné merania s jedno alebo dvojtýždenným, resp. mesačným intervalom, vykonávané pozorovateľmi, až po kontinuálny zber údajov automatickými hladinomerami;
- Zrážkové úhrny – denné, resp. mesačné, sú preberané zo zrážkomerných staníc siete SHMÚ, ako aj z automatickej zrážkomernej stanice situovanej priamo na zosuvnej lokalite Veľká Čausa.

b/ Merania náznakov pohybov typu rútenia

- Dilatometrické merania meradlom Somet a meradlom posunov sa vykonávali dvakrát ročne, v jarňom a jesennom cykle;
- Fotogrametrické merania sa realizovali raz ročne, zvyčajne v jeseni;
- Merania mikromorfologických zmien povrchu horniny sa uskutočňovali dvakrát ročne, v jarňom a jesennom cykle (v roku 2013, v súlade s programom monitoringu na rok 2013, merania neboli realizované);
- Informácie o zrážkach a počte mrazových dní sa preberali z údajov SHMÚ.

c/ Merania svahových pohybov typu plazenia

- Odčítanie údajov z dilatometra TM-71 sa v súčasnosti uskutočňuje 3 až 4-krát ročne. V minulosti frekvencia meraní dosahovala v niektorých prípadoch aj 5 meraní za rok;
- 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, pričom je snaha postupne prejsť na kontinuálny spôsob merania.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013 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.

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 2013 a na porovnanie v prílohách a niektorých obrázkoch sa uvádzajú i výsledky meraní z roku 2012. Štruktúra opisu jednotlivých monitorovaných lokalít je nasledujúca:

- Stručná charakteristika lokality (uvádza sa iba pri lokalitách, na ktorých sa začali monitorovacie aktivity v roku 2013; na ostatných monitorovaných lokalitách sa uvádzajú iba základné údaje o monitorovanej svahovej poruche; podrobnejšia charakteristika je uvedená v správach z predošlého riešenia úlohy – napr. Liščák et al., 2011, 2012 a 2013);
- Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013 zhrnutý v tabuľke;

- Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013. Výsledky monitorovania sú opísané postupne podľa aplikovaných monitorovacích metód, znázornené sú v situáciách a grafoch a charakterizujú stav pozorovaných parametrov do konca kalendárneho roku 2013, alebo – pri niektorých typoch meraní – do momentu posledného merania, uskutočneného v roku 2013;
- Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za dlhšie obdobie, vyjadrené vo vývojových grafoch zmien pozorovaných ukazovateľov. Vývojové grafy podávajú informáciu vždy za posledných 10 rokov, v prípade že je sledovaný parameter hodnotený kratšie obdobie, uvádzajú sa len výsledky za monitorované obdobie;
- Zhrnutie výsledkov a upozornenia. Spracované sú najdôležitejšie poznatky z monitorovania, praktické upozornenia a návrh ďalšieho postupu pozorovania a hodnotenia lokality.

1.4.1. Lokalita Veľká Čausa

Zosuvný svah sa nachádza v južnej časti intravilánu obce Veľká Čausa (okres Prievidza). Zosuvný pohyb sa v území prejavil počas rokov 1969, 1974 až 1975, 1985 a naposledy na jar roku 1995.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, realizovaných v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.7.

Tab. 1.7 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Čausa v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Geodetické (terestrické)	20 pozorovaných	P2, 3, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, PW01, PW02, DI-1	1 (29. máj)	1 (16. jún)
	4 vzťažné	F1, 2, 3, 5		
Geodetické (GNSS)	5 pozorovaných	P13, 14, 17, 18, 19	3 (22. marec, 18. júl, 7. november)	3 (28. máj, 7. november, 9. január*)
	1 vzťažný	F3		
Inklinometrické	9	VČ-1, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, VE-4	1 (18. júl)	1 (28. máj)
Meranie hĺbky hladiny a teploty podzemnej vody	16	VČ-3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, M-4, 8, 14, J-107, SŠ-1, SŠ-2, VE-4, PO-1, PO-2	53 (1x za týždeň)	45 (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	53 (1x za týždeň)	45 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	Denné úhrny zrážok	

* – meranie bolo realizované v roku 2014

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní terrestickou metódou

V roku 2012, podľa výsledkov terrestických meraní, bolo najväčšie polohové premiestnenie pozorované na bode P2 (50,03 mm; Fraštia, 2012). Treba však podotknúť, že uvedený posun bol zaznamenaný v období máj 2010 až máj 2012, teda počas dvojročného

obdobia. Vzhľadom na pomerne priaznivé stabilitné pomery v rokoch 2011 a 2012, možno predpokladať, že zvýšená pohybová aktivita tohto bodu súvisí s mimoriadne vlhkým rokom 2010.

V roku 2013 bolo výrazné polohové premiestnenie pozorované na bodoch DI-1 (86,68 mm) a P2 (70,24 mm – príl. 1.1; Fraštia, 2013). Bod DI-1 sa nachádza v centrálnej časti zosuvu a bod P2 v západnej časti zosuvu. Z hľadiska klasifikačného hodnotenia, zaznamenaný posun v bode P2 predstavuje výrazné prejavy aktivity svahového pohybu, vedúce k nestabilite svahu (podľa hodnotenia uvedeného v tab. 1.4). Hranica 30 mm posunu bola prekročená v bode P20 (30,02 mm). Ostatné body sa nachádzali v relatívnom pokoji, bez prejavov zvýšenej pohybovej aktivity.



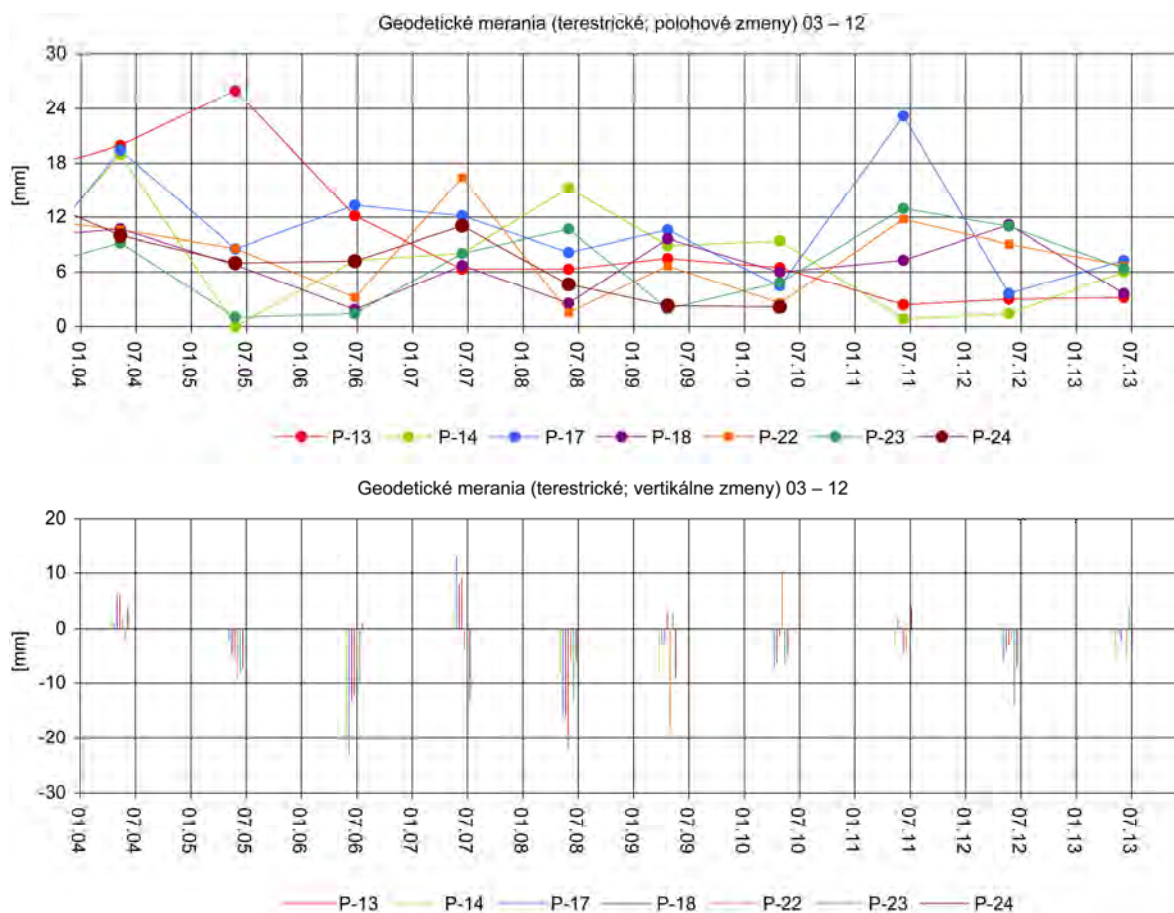
Obr. 1.5. Lokalita Veľká Čausa – výsledky geodetických (terestrických) meraní za obdobie VI. 11 – V. 12 – VI.13; mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 namerané vektory pohybu na väčšine sledovaných bodov mali prevažne severný, prípadne severovýchodný až severozápadný smer, teda vo väčšine prípadov ide

o pohyb, ktorý má orientáciu v smere spádnice svahu, pričom v predchádzajúcom roku 2012 bola orientácia azimutov opačná.

Podľa výsledkov terestrických geodetických meraní možno konštatovať, že v období medzi jednotlivými termínmi meraní (v rokoch 2012 a 2013) sa zosuvný svah nachádzal v relatívne stabilnom stave. Výnimku tvorí len najzápadnejšia časť zosuvného územia a odlučná oblasť centrálnej časti zosuvu. Hodnoty nameraných vektorov sú zhrnuté v príl. 1.1 a graficky vyjadrené na obr. 1.5.

Na základe analýzy údajov z dlhšieho časového obdobia možno konštatovať, že po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich desaťročiach v extrémnych prípadoch dosahovali sumárnu hodnotu viac ako 2 m (body P16 a P17), nastal v ostatných rokoch útlm pohybovej aktivity. Pohybová aktivita vybraných bodov geodetickej siete za dlhšie časové obdobie (2004 až 2013) je vyjadrená na obr. 1.6. Počas tohto obdobia boli najväčšie polohové zmeny pozorované na bodoch P13 (v roku 2005 – 26,0 mm) a P17 (v roku 2011 – 23,16 mm). Bod P13 sa paradoxne nachádza mimo zosuvného územia nad odlučnou hranou zosuvu. Bod P17 sa nachádza v centrálnej časti aktívneho zosuvu. V poslednom desaťročí je možné na monitorovaných bodoch pozorovať mierne klesajúci trend pohybovej aktivity. Zvýšená hodnota polohového premiestnenia geodetických bodov súvisí prakticky len s rokom 2010 (meranie vykonané v roku 2011).



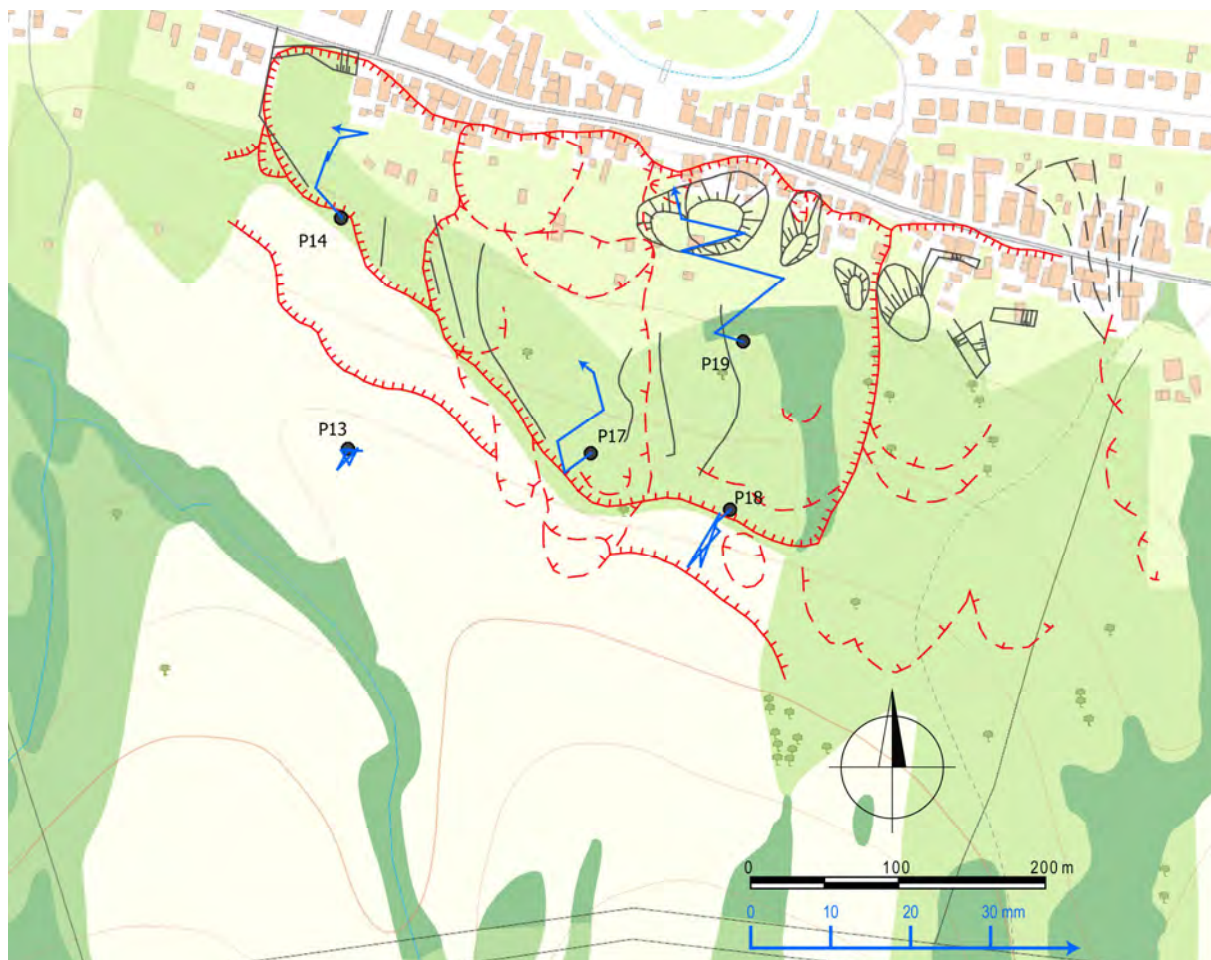
Obr. 1.6. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou terestrickej geodézie na lokalite Veľká Čausa

Pri hodnotení vertikálnej zložky pohybu možno konštatovať, že na väčšine bodov prevládajú zostupné zmeny. Maximálne etapové rozdiely výšok boli zaznamenané na bodoch P17 (v roku 2006 – 23,0 mm) a P13 (v roku 2008 – 22,0 mm). V oboch prípadoch išlo o nameraný pokles.

Celkovo možno konštatovať, že pohybová aktivita v ostatnom desaťročí má pomerne vyrovnaný charakter, pričom roky 2006 až 2010 (v horizontálnom smere) poukazovali na jej mierny útlm. Na monitorovaných bodoch v horizontálnom smere prevládali zmeny v rozsahu 5 až 10 mm a vo vertikálnom smere dominovali zmeny v rozsahu 0 – 10 mm.

a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní metódou GNSS

Na lokalite sa v roku 2013 pokračovalo v meraniach metódou GNSS, ktoré sa tu vykonávajú od roku 2008. Počas rokov 2012 a 2013 bolo celkovo vykonaných šesť etapových meraní (tri merania v roku 2012 a tri v roku 2013 [posledné meranie bolo vykonané na začiatku roku 2014 – 9. január] – príl. 1.1; obr. 1.7).



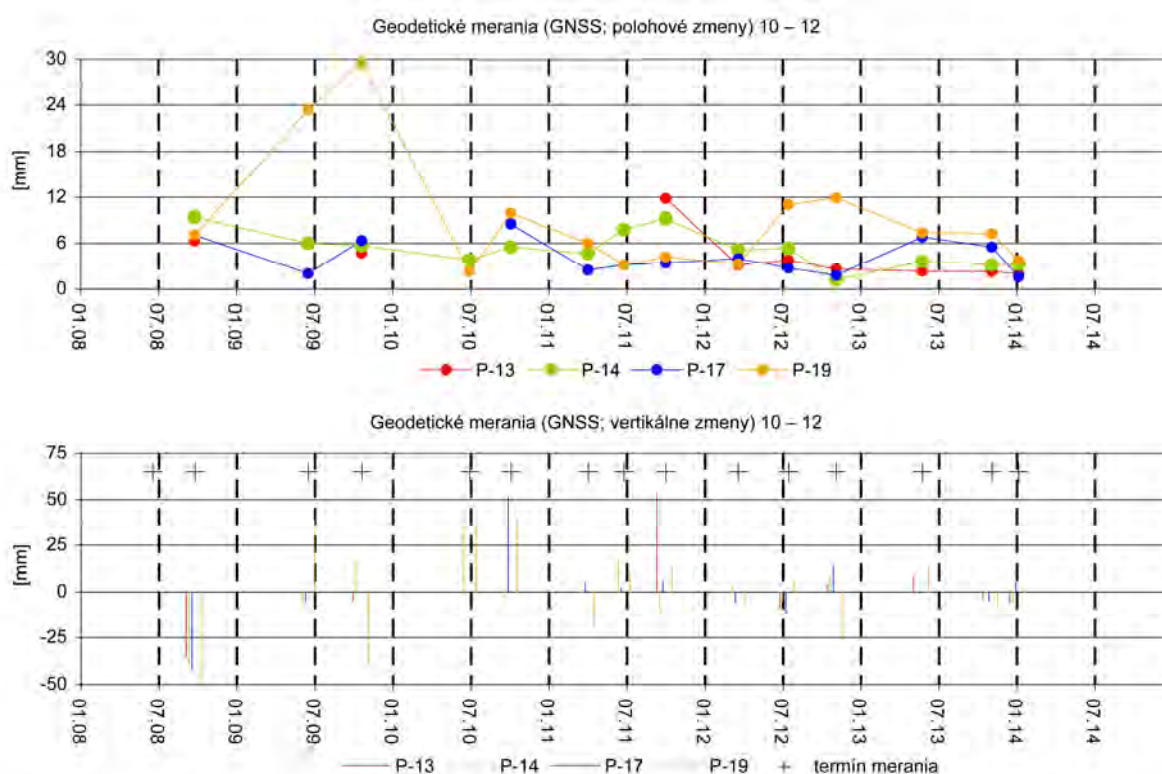
Obr. 1.7. Lokalita Veľká Čausa – výsledky geodetických meraní (GNSS). Obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.1; *mapový podklad: ZBGIS®*

V roku 2012 sa merania počas prvých dvoch etáp realizovali na pôvodnom súbore geodetických objektov, avšak pri poslednej tretej etape boli merania vykonané len na zredukovanom počte bodov. Počas posledných štyroch etáp boli monitorovacie merania sústredené na body, ktoré sa nachádzajú v centrálnej časti zosuvu. Zároveň sa predĺžila doba observácie monitorovania na jednotlivých bodoch z pôvodných cca 30 min. na päť až šesť hodín. Tieto zmeny súvisia so snahou zvýšiť presnosť nameraných výsledkov.

Počas realizovaných meraní v roku 2012 namerané zmeny v polohovom smere nepresiahli veľkosť 20 mm. Najväčší rozdiel medzi jednotlivými etapami bol zaznamenaný na bode DI-2 (jarné meranie – 18,05 mm). V tomto bode boli pozorované i výraznejšie

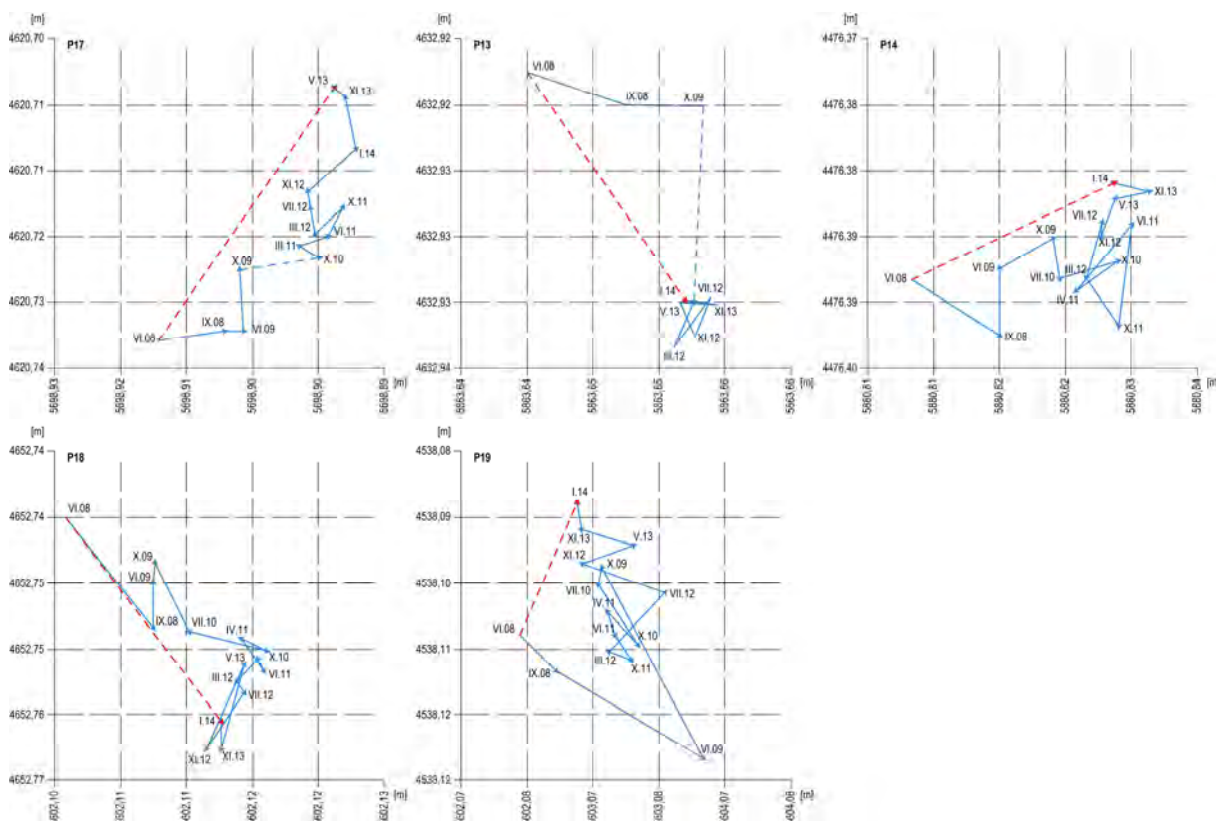
vertikálne zmeny (vzostup 44,73 mm). Na základe nameraných výsledkov možno konštatovať pomerne ustálený režim pohybovej aktivity v oboch hodnotených smeroch.

V roku 2013, podobne ako v predchádzajúcom roku, neboli pozorované výraznejšie polohové zmeny (obr. 1.7). Najväčšie posuny boli pozorované počas jarného merania v bodoch P18 (8,42 mm) a P19 (7,39 mm). Podobné, len o niečo nižšie hodnoty posunov na uvedených bodoch, boli zaznamenané i v letnom období. Výškové zmeny mal počas májovej etapy meraní prevažne vzostupný charakter. Počas nasledujúcich dvoch etáp bol na bodoch pozorovaný zväčša pokles. Najväčšie zmeny boli pozorované v bode P19, ktorý sa nachádza v prechodovej oblasti, vo východnej časti zosuvného územia. Maximálny nameraný vzostup v tomto bode dosiahol 12,69 mm (májové meranie – príl., 1.1, obr. 1.8) a naopak, najväčší pokles -16,33 mm (novembrové meranie).



Obr. 1.8. Dlhodobé (2008 – 2013) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou GNSS na lokalite Veľká Čausa

Pri hodnotení dlhšieho obdobia je možné pozorovať výraznejšie prejavy pohybovej aktivity v bode P19. Zmeny v tomto bode sa prejavujú ako v polohovom, tak i vo vertikálnom smere. Celkový útlm pohybovej aktivity nastal v roku 2012 (obr. 1.8). Táto zmena však môže súvisieť i so zmenou dĺžky observácie (z cca 0,5 hod na cca 5 až 6 hod), vďaka ktorej bola dosiahnutá vyššia presnosť určenia polohy bodu. Počas obdobia monitorovania (jún 2006 až január 2014) došlo k najväčšiemu polohovému premiestneniu v bode P17 s hodnotou 32,7 mm (obr. 1.9.), čo predstavuje posun s priemernou rýchlosťou 5,9 mm.rok⁻¹. Podobne i najväčšie vertikálne zmeny boli namerané v bode P17 (pokles 42 mm – 24. septembra 2008 a vzostup 51,87 mm – 6. októbra 2010). Najstabilnejším bodom, teda bodom s najmenšími nameranými zmenami počas monitorovaného obdobia, je P13 (obr. 1.9).



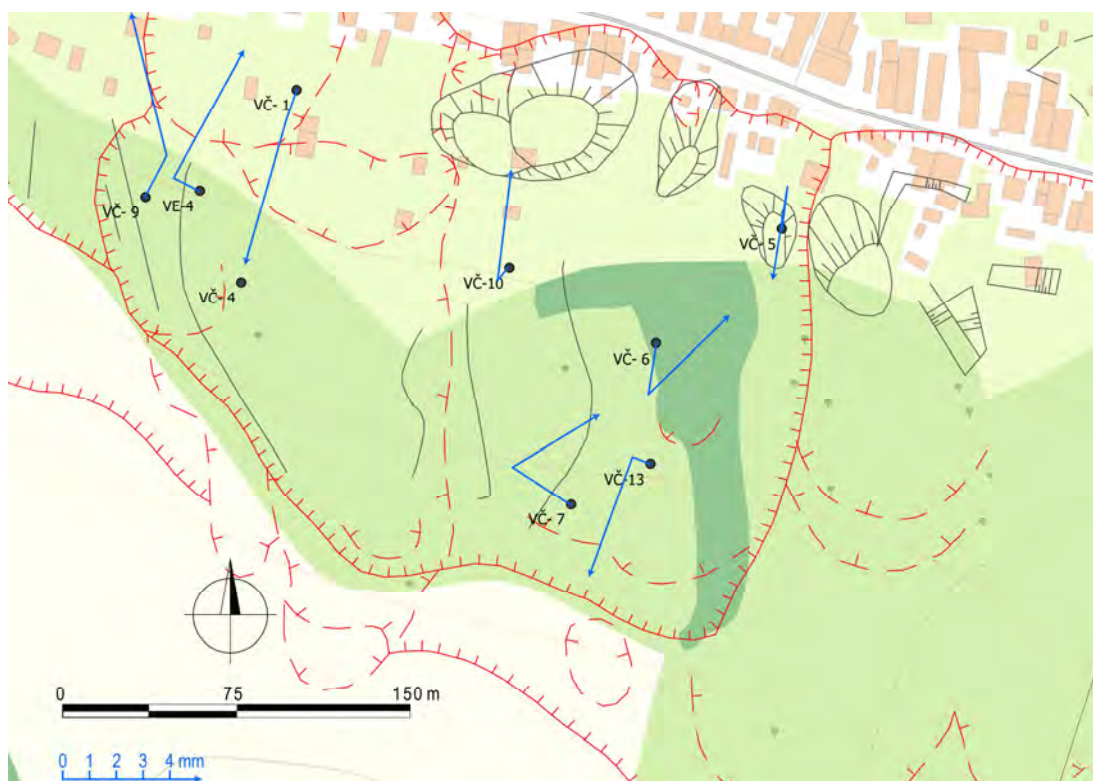
Obr. 1.9. Dlhodobý (2008 – 2013) vývoj pohybovej aktivity (v polohovom smere) pozorovaných bodov metódou GNSS na lokalite Veľká Čausa

b/ Inklinometrické merania

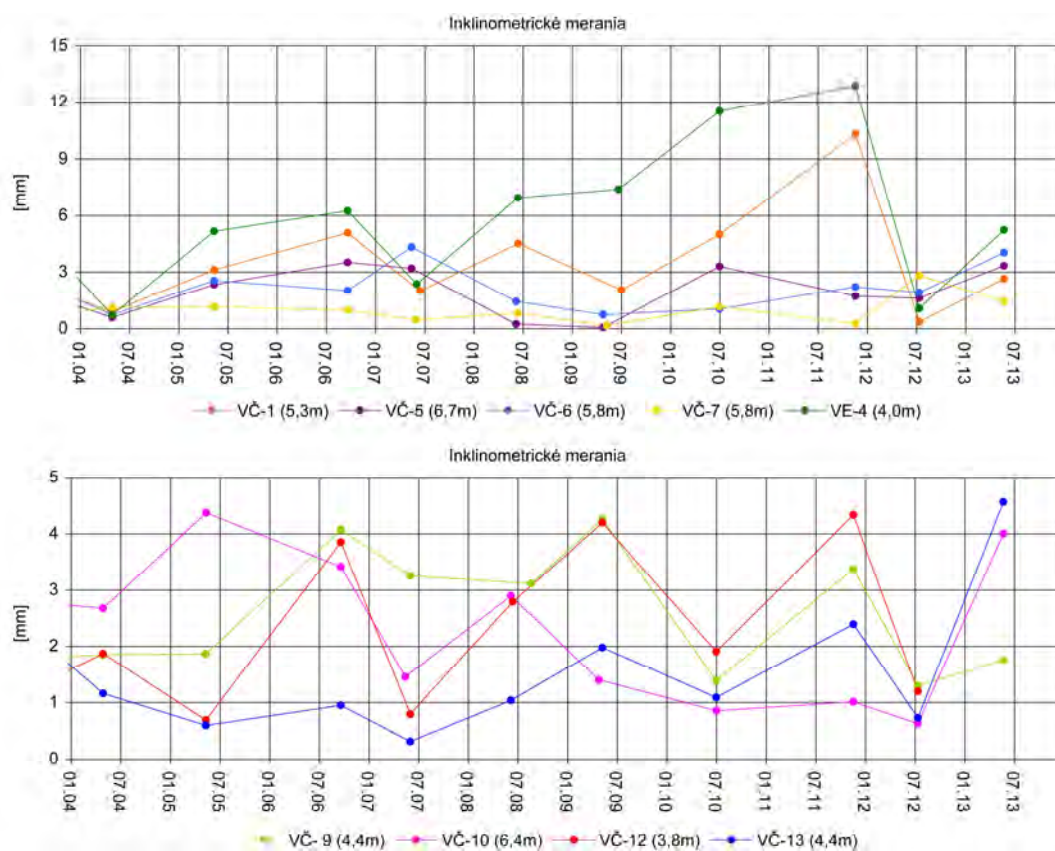
V roku 2012 došlo k významnému poklesu pohybovej aktivity na šmykových plochách. Namerané deformácie v sledovaných horizontoch len vzácné prekročovali hodnotu 2 mm. I napriek tomu namerané deformácie vo vrte VČ-7 (v hĺbke 2,4 m pod terénom – deformácia 2,60 mm a v hĺbke 5,9 m p. t. – deformácia 2,82 mm) bolo možné z dlhodobého hľadiska považovať za veľmi významné. Deformácie väčšie ako 2 mm boli zaznamenané aj vo vrte VČ-5 (v hĺbke 4,2 m p. t. bola nameraná deformácia 2,72 a v hĺbke 6,2 m p. t. – 2,02 mm).

V roku 2013 boli vo viacerých vrtoch namerané zvýšené hodnoty deformácie. Najvyššie deformácie boli vo vrtoch VČ-1 (v hĺbke 5,8 m s deformáciou 5,39 mm), VČ-9 (v hĺbke 2,4 m 5,28 mm) a VE-4 (v hĺbke 4,0 m s deformáciou 5,24 mm). Z hľadiska dlhodobého vývoja je možné za vysoké hodnoty považovať deformácie zaznamenané vo vrtoch VČ-13 (v hĺbke 4,4 m p. t. s deformáciou 4,56 mm), VČ-6 (v hĺbke 5,8 m s deformáciou 4,03 mm) a VČ-7 (v hĺbke 2,4 m s deformáciou 3,62 mm). Všetky uvedené hodnoty nameranej deformácie predstavujú 7. stupeň klasifikačného hodnotenia.

Z dlhodobého hľadiska možno do roku 2011 pozorovať trend nárastu pohybovej aktivity (najmä v západnej časti zosuvu – vo vrte VE-4; od roku 2010 i vo vrte VČ-1 – obr. 1.11). V roku 2012 sa táto situácia rapidne zmenila (v súvislosti so stabilitne priaznivými pomermi – nízke zrážkové úhrny v roku 2011 – došlo k poklesu pohybovej aktivity na šmykových plochách). Mierny nárast pohybovej aktivity (prakticky na všetkých sledovaných šmykových plochách) bol pozorovaný v aktuálne hodnotenom roku 2013 (príl. 1.1).



Obr. 1.10. Lokalita Veľká Čausa – výsledky inklinometrických meraní. Obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.1; *mapový podklad: ZBGIS®*

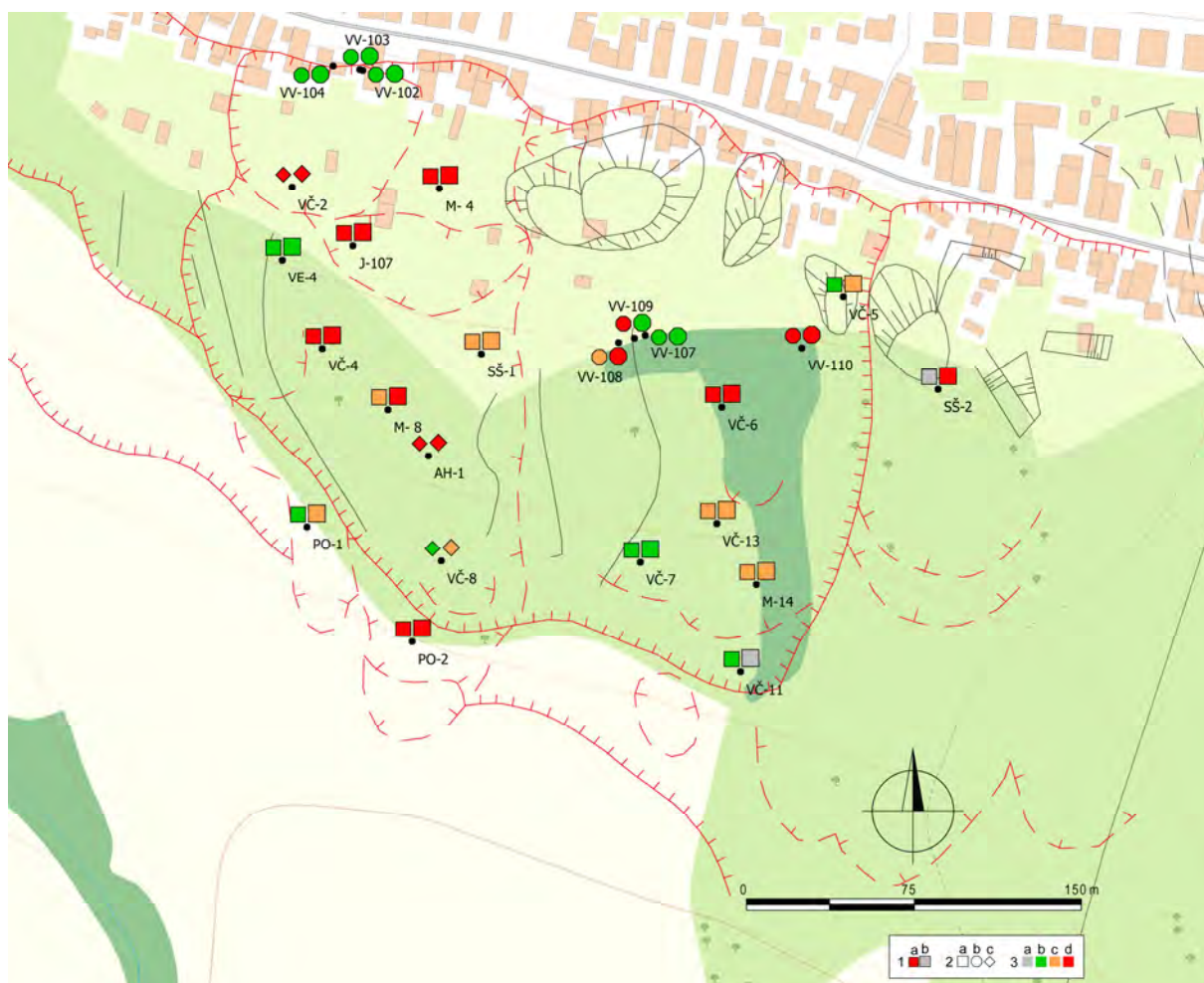


Obr. 1.11. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny deformácií nameraných na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Veľká Čausa

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 5,97 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrte VČ-13 (6,0 m) a naopak, najustálenejší režim hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný vo vrte VE-4 (0,68 m). Hodnotenie režimu hladiny podzemnej vody je na obr. 1.12 a v príl. 1.1. Nad úrovňou terénu sa hladina podzemnej vody nachádzala vo vrte PO-1. Počas hodnoteného roku bola pozitívna vztlaková hladina nameraná 26 krát. Z dlhodobého hľadiska mala význam nameraná maximálna hladina podzemnej vody vo vrte J-107 (0,70 m pod terénom.), ktorá predstavuje maximálnu zaznamenanú hĺbku počas monitorovaného obdobia v danom vrte.

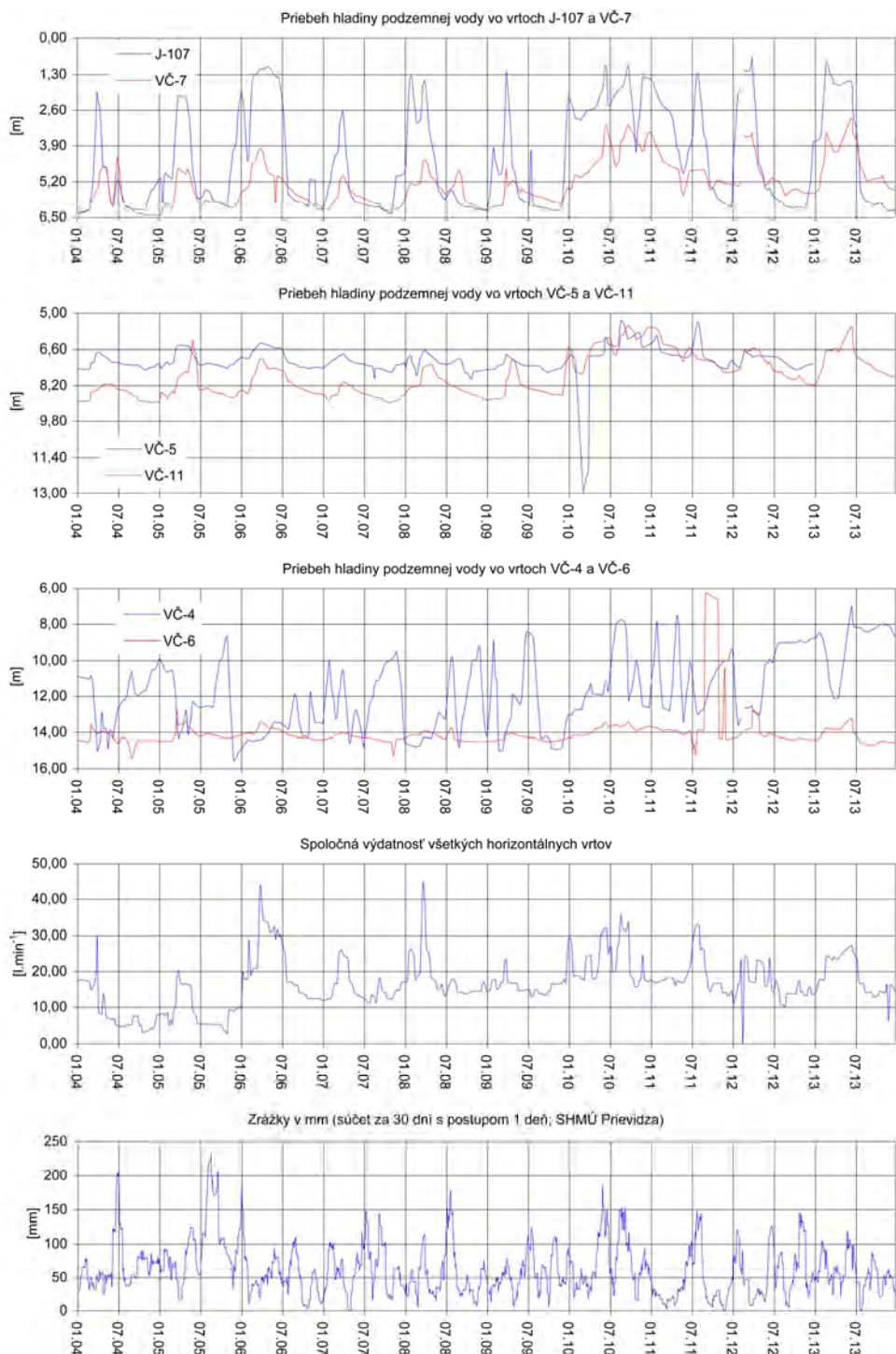


Obr. 1.12. Lokalita Veľká Čausa – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, c – vrty s inštalovanými automatickými hladinomeri, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená zo všetkých pozorovaných objektov sa oproti roku 2012 prakticky nezmenila (stúpila len o 0,14 m) a v roku 2013 dosiahla hodnotu 5,83 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrte VČ-13 (6,47 m). Naopak, jej najmenšie zmeny boli pozorované vo vrte VE-4 (0,52 m). Vo vrte PO-1 bola počas 34 meraní zaznamenaná pozitívna vztlaková hladina, pričom počas 19 meraní voda z vrtu vytekala. Relatívne vysoké

stavy hladiny podzemnej vody boli namerané aj vo vrtoch M-14 (počas 24. apríla – 0,12 m pod terénom), VČ-13 (0,16 m pod terénom – najvyššia hladina podzemnej vody od roku 1998) a PO-2 (0,26 m pod terénom – najvyššia hladina podzemnej vody za celé monitorované obdobie – od roku 2007).

Na základe klasifikačného hodnotenia režimu hladín podzemnej vody v roku 2013 boli nepriaznivejšie stavy dosiahnuté vo vrtoch J-107, M- 4, PO-2, VČ- 4 (siedmy stupeň sedemdielnej stupnice).



Obr. 1.13. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2004 – 2013) z vybraných vrtov na lokalite Veľká Čausa

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (roky 2004 až 2013 – obr. 1.13) boli najvyššie úrovne hladiny podzemnej vody zaznamenané najmä počas rokov 2006 (J-107 – 1,10 m p. t.; VČ-5 – 6,33 m p. t.), 2010 (VČ-4 – 0,88 m p. t.; VČ-5 5,33 m p. t.; VČ-7 – 3,13 m p. t.; VČ-11 – 5,53 m p. t.), 2011 (VČ-5 – 5,41 m p. t., VČ-6 – 6,27 m p. t.) a 2013 (M-14, VČ-13, PO-2 – príl. 1.1). Spomenutá maximálna hladina podzemnej vody vo vrte VČ-6 (6,27 m p. t.) predstavuje najvýraznejšiu zmenu v režime podzemnej vody za celé monitorované obdobie v rámci celej lokality. Ide o vrt, ktorý sa doteraz prejavoval minimálnymi zmenami úrovne hladiny podzemnej vody, a teda uvedené stúpnutie hladiny môže predstavovať výraznú zmenu v režime podzemnej vody v jeho okolí, čo môže indikovať i zhoršujúce sa stabilné pomery daného územia.

c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Podľa záznamov z automatického hladinomeru vo vrte VČ-2 bol v roku 2012 maximálny stav hladiny podzemnej vody dosiahnutý až 5. novembra (9,85 m p. t.) a naopak, minimálna hladina 3. januára (10,62 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla 10,62 m p. t. (príl. 1.1) a celkové kolísanie 1,88 m. Merania teploty podzemnej vody zaznamenali len minimálne zmeny (0,1 °C).

V roku 2013 bol v tomto vrte dosiahnutý maximálny stav hladiny podzemnej vody 30. mája (9,65 m p. t. – obr. 1.14). Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná 1. novembra (11,90 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 klesla o 0,25 m a v roku 2013 dosiahla hodnotu 10,87 m p. t. (príl. 1.1). Maximálne kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte dosiahlo hodnotu 2,25 m. Hladina podzemnej vody pozorovaná v tomto vrte vo viacerých prípadoch prekročila dlhodobé mesačné maximálne stavy (odvođené za obdobie 1997 až 2012 – obr. 1.14). Najvýraznejšie prekročenie bolo pozorované v mesiacoch máj a jún. Teplotné zmeny boli nulové, čo indikuje hlbší obeh podzemných vôd.

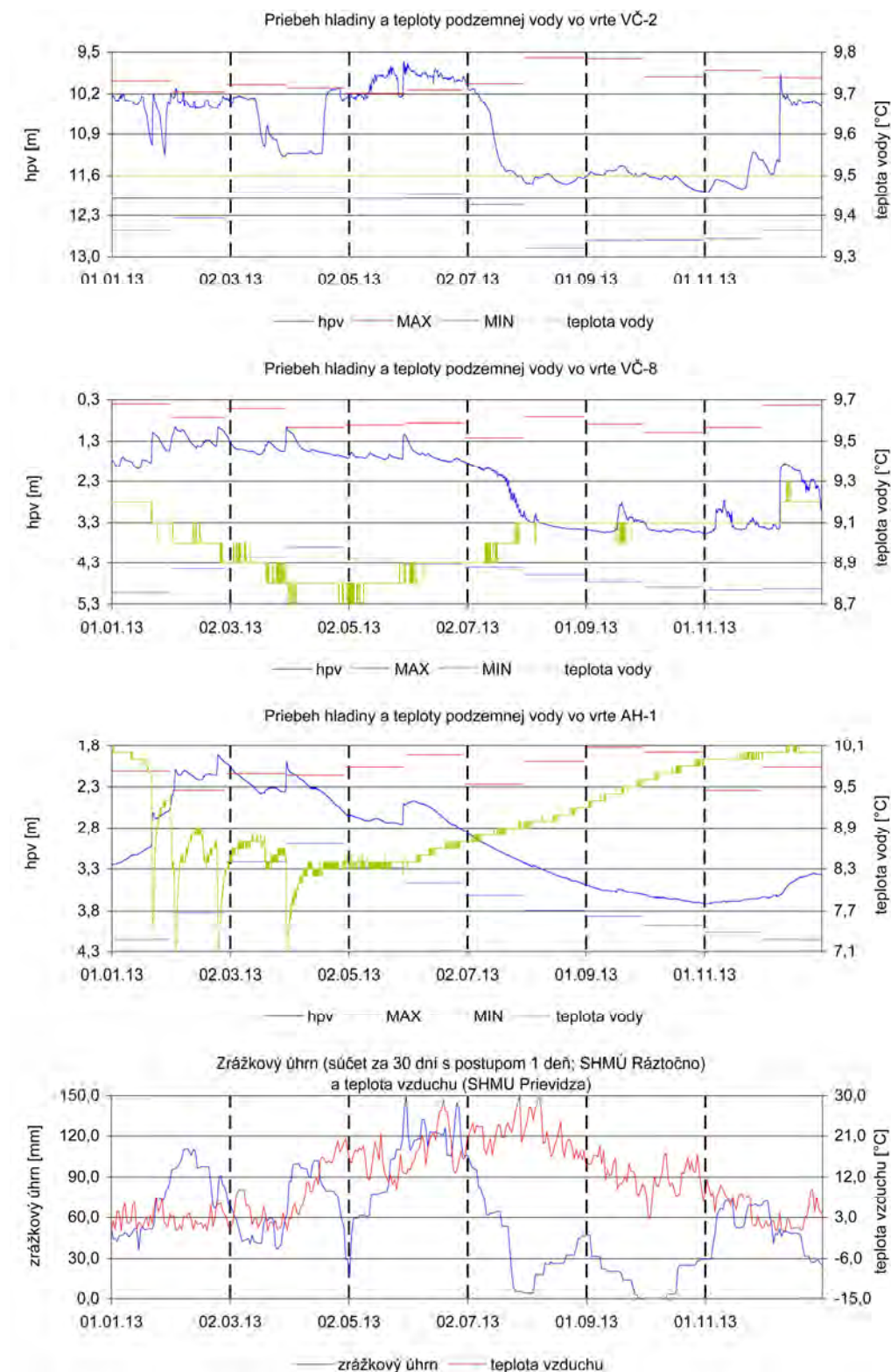
Vo vrte VČ-8 za rovnaké obdobie bola najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody zaznamenaná 25. februára (1,33 m p. t.) a naopak, minimálna úroveň 13. decembra (4,15 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku dosiahla hĺbku 2,98 m pod úrovňou terénu. Meraná teplota podzemnej vody v hodnotenom období kolísala v intervale 8,8 – 9,3 °C.

V roku 2013 hladina podzemnej vody vo vrte VČ-8 dosiahla maximálny stav 2. februára (0,94 m p. t.) a minimálny na konci októbra (3,58 m p. t. – príl. 1.1). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpila o 0,68 m na hĺbku 2,30 m pod úrovňou terénu. Hladina podzemnej vody nedosiahla ani neprekročila dlhodobé mesačné maximálne a minimálne stavy (odvođené za obdobie 1997 až 2012 – obr. 1.14). Teplota podzemnej vody v hodnotenom roku kolísala v intervale 8,7 – 9,3 °C. Jej kolísanie má súvis s ročným cyklom.

Vo vrte AH-1 bola v roku 2012 maximálna úroveň hladiny podzemnej vody dosiahnutá 2. marca (2,39 m p. t.) a minimálna 22. októbra (3,11 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 3,31 m p. t. a kolísanie hladiny podzemnej vody 1,40 m. Z dlhodobého hľadiska mala význam hladina podzemnej vody na konci septembra s hĺbkou 4,04 m p. t. V mesiaci september išlo o najnižšiu úroveň za celé monitorované obdobie. Teplota podzemnej vody sa pohybovala v intervale 7,3 – 10,1 °C (obr. 1.14).

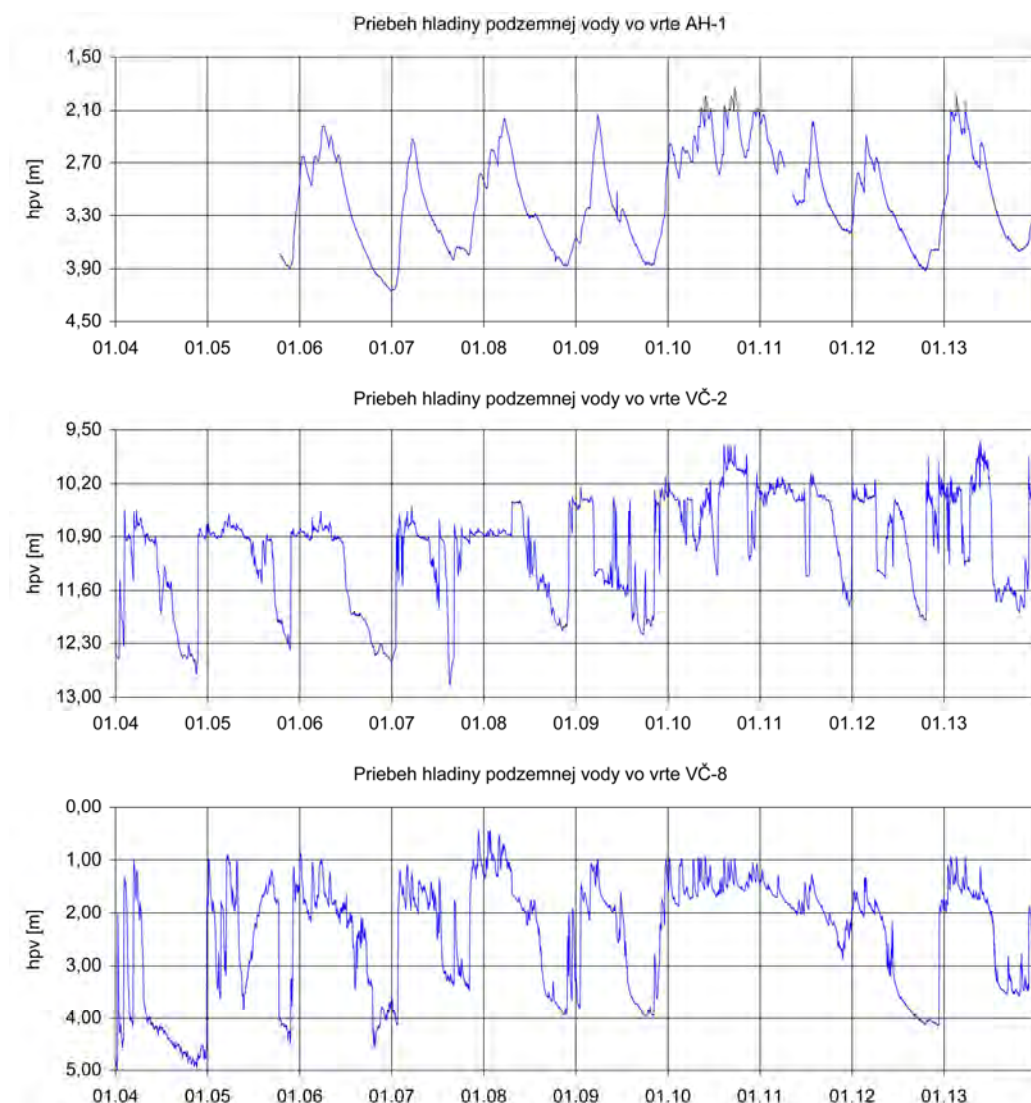
V roku 2013 bola v tomto vrte zaznamenaná maximálna úroveň hladiny podzemnej vody 24. februára (1,91 m p. t.) a naopak, minimálna 30. októbra (3,71 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpila o 0,32 m a v roku 2013 dosiahla 2,99 m p. t. Kolísanie hladiny podzemnej vody dosiahlo amplitúdu 1,80 m. K prekročeniu dlhodobých mesačných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody došlo v zimných a jarných mesiacoch. Teplotné zmeny podzemnej vody kopírujú zmeny jej hladiny. Z tohto dôvodu je možné predpokladať úzku závislosť medzi atmosférickými zrážkami (a topením snehovej

pokryvky) a dopĺňaním zásob podzemnej vody. Amplitúda kolísania teploty podzemnej vody dosiahla hodnotu 3,5°C (6,6 – 10,1 °C – obr. 1.14).



Obr. 1.14. Pribeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2013 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 Prievdza (indikatív 30120)

Automatický hladinomer umiestnený vo vrte AH-1 je súčasťou varovného systému. Prostredníctvom krátkych textových správ, zasielaných na mobilný telefón, informuje o dosiahnutí limitných úrovní hĺbky hladiny podzemnej vody (ktoré boli definované na základe analýzy kolísania hladiny podzemnej vody v uvedenom vrte a nameranou deformáciou na úrovni šmykovej plochy – Ondrejka et al., 2011) a tiež o prekročení veľkosti gradientu zmien hladiny podzemnej vody. Podobne sú hodnotené i zrážkové úhrny (veľkosť a intenzita zrážkového úhrnu). V roku 2013 boli z automatického hladinomeru vyslané 4 správy o nepriaznivých hydrogeologických pomeroch. Dve z nich súviseli s gradientom stúpnutia hladiny podzemnej vody (21. január a 30. máj) a dve s prekročením limitnej hĺbky hladiny podzemnej vody (2. február, 31. marec). Na základe rekognoskácie, terénnych meraní a vyhodnotenia pohybovej aktivity bolo zosuvné územie zhodnotené ako potenciálne stabilné, bez výrazných prejavov aktivizácie zosuvného telesa.



Obr. 1.15. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch VČ-2, VČ-8 a AH-1 na lokalite Veľká Čausa

Pri hodnotení dlhšieho obdobia (10 rokov – obr. 1.15) možno pozorovať pomerne pravidelný ročný cyklus zmien hĺbok hladiny podzemnej vody (najmä vo vrte AH-1). Maximálne stavy hladiny podzemnej vody sa vyskytujú prevažne na konci prvého a počas druhého štvrtroku. Výnimkou sú roky 2010 a 2011, kedy vplyvom nadpriemerných

zrážkových úhrnov z roku 2010 (zaznamenaných v mesiacoch máj a jún), hladiny podzemnej vody počas celého roku dosahovali relatívne vysokú úroveň. V hodnotenom desaťročí hladina podzemnej vody v jednotlivých vrtoch vystúpila najbližšie k povrchu terénu počas 30. mája 2013 (vo vrte VČ-2 – 9,56 m p. t.), 30. január 2008 (VČ-8 – 0,44 m p. t.) a 27. septembra 2010 (AH-1 – 1,83 m p. t. – obr. 15).

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť sa v rokoch 2012 a 2013 merala v 7 odvodňovacích zariadeniach. Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov v roku 2012 dosiahla hodnotu $16,26 \text{ l.min}^{-1}$ a najväčšie kolísanie bolo zaznamenané vo vrte VV-109 ($11,83 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov oproti predchádzajúcemu roku stúpila o $2,07 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla hodnotu $18,33 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti v priebehu roka bolo zaznamenané opäť vo vrte VV-110 ($4,76 \text{ l.min}^{-1}$). V roku 2013 bol zaznamenaný výrazný pokles priemernej ročnej výdatnosti vo vrte VV-109 (až o $3,73 \text{ l.min}^{-1}$) a naopak, pomerne prudký vzostup priemerného ročného prietoku vo vrte VV-108 (až o $4,92 \text{ l.min}^{-1}$).

Celkový nárast priemernej výdatnosti odvodňovacích zariadení súvisí s jarným obdobím, ktoré bolo bohaté na zrážkové úhrny a topenie snehovej pokrývky (obr. 1.13). Výsledky meraní výdatnosti odvodňovacích zariadení sú zhrnuté v príl. 1.1 a semikvantitatívne sú vyjadrené na obr. 1.12.

Z dlhodobejšieho hľadiska (posledné desaťročie), najvyššie hodnoty sumárnej priemernej výdatnosti odvodňovacích vrtoch boli zaznamenané v rokoch 2006 a 2008. Najnižšie hodnoty sumárnej priemernej výdatnosti boli zaznamenané v rokoch 2004 ($7,99 \text{ l.min}^{-1}$) a 2005 ($8,90 \text{ l.min}^{-1}$). Nižšie hodnoty výdatnosti zaznamenané v posledných rokoch môžu súvisieť so starnutím a zanášaním odvodňovacích vrtoch, v dôsledku čoho sa znižuje efektívnosť odvádzania podzemných vôd z pozorovaného územia. Túto skutočnosť potvrdzujú hodnoty výdatnosti namerané v roku 2010, kedy v dôsledku mimoriadne výdatných zrážok (najmä počas mesiacov máj a jún, ale i august) došlo k výraznému stúpnutiu hladiny podzemnej vody, avšak bez adekvátneho nárastu výdatnosti odvodňovacích zariadení.

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; priebehy klimatologických ukazovateľov sú znázornené na obrázkoch 1.13 a 1.14).

Namerané zrážkové úhrny za rok 2013 na všetkých lokalitách sa porovnávajú s dlhodobým priemerom za obdobie 1. 1. 1993 až 31. 12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

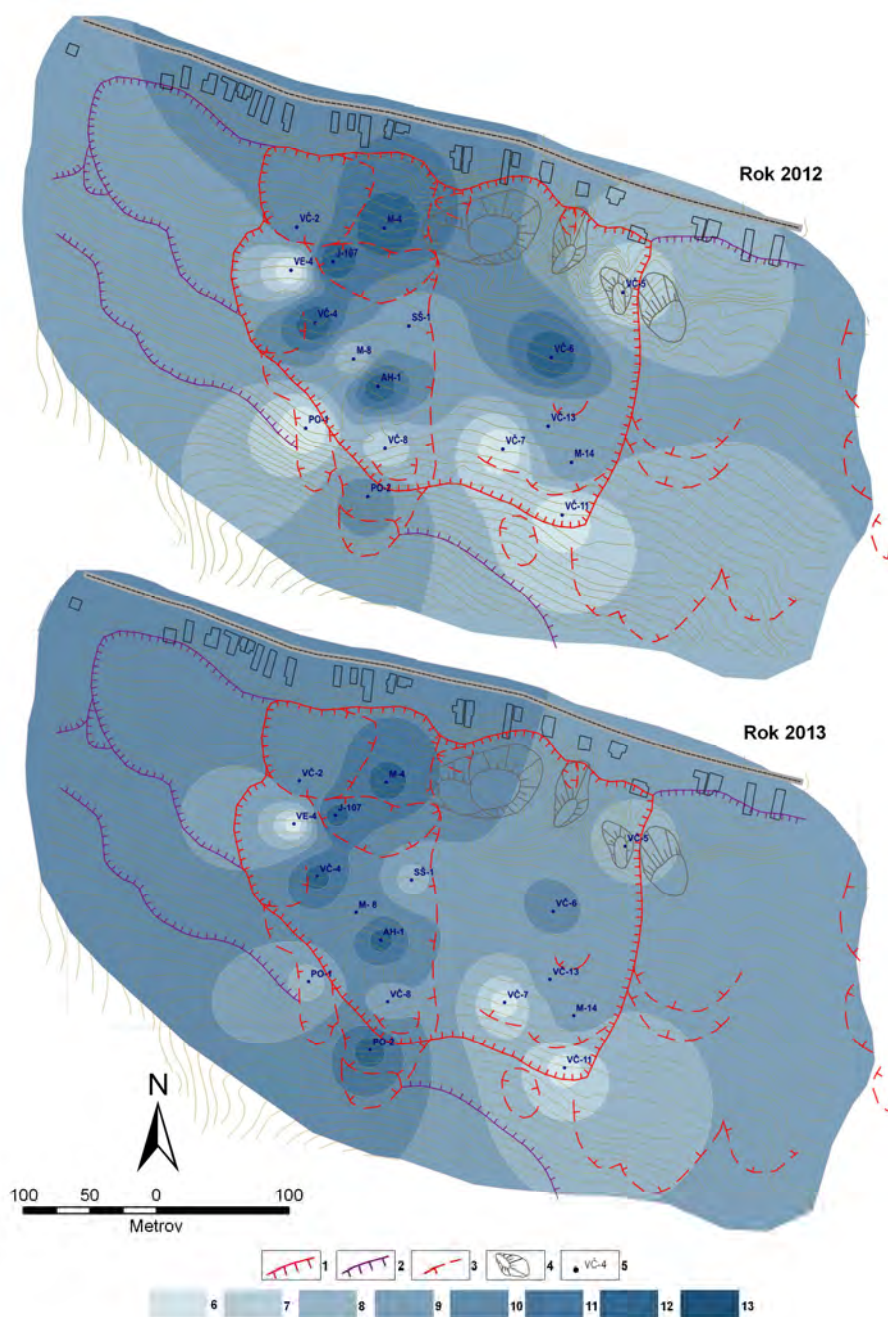
Na stanici Prievidza bol dlhodobý zrážkový priemer 671,55 mm a na stanici Ráztočno 769,18 mm.

Na základe zrážkových úhrnov zaznamenaných v roku 2012 na obidvoch zrážkomerných staniciach možno tento rok charakterizovať ako normálny (SHMÚ Ráztočno: 769,18 mm; čo predstavuje 97,3 % z dlhodobého priemeru; SHMÚ Prievidza: 712,90 mm; čo predstavuje 106,16 % z dlhodobého priemeru).

Podobne i v roku 2013 bolo možné na obidvoch zrážkomerných staniciach pozorovať úhrny zrážok blízke stanovenému normálu (SHMÚ Ráztočno: 719,2 mm; čo predstavuje 93,50 % z dlhodobého priemeru; SHMÚ Prievidza: 668,0 mm; čo predstavuje 99,47 % z dlhodobého priemeru).

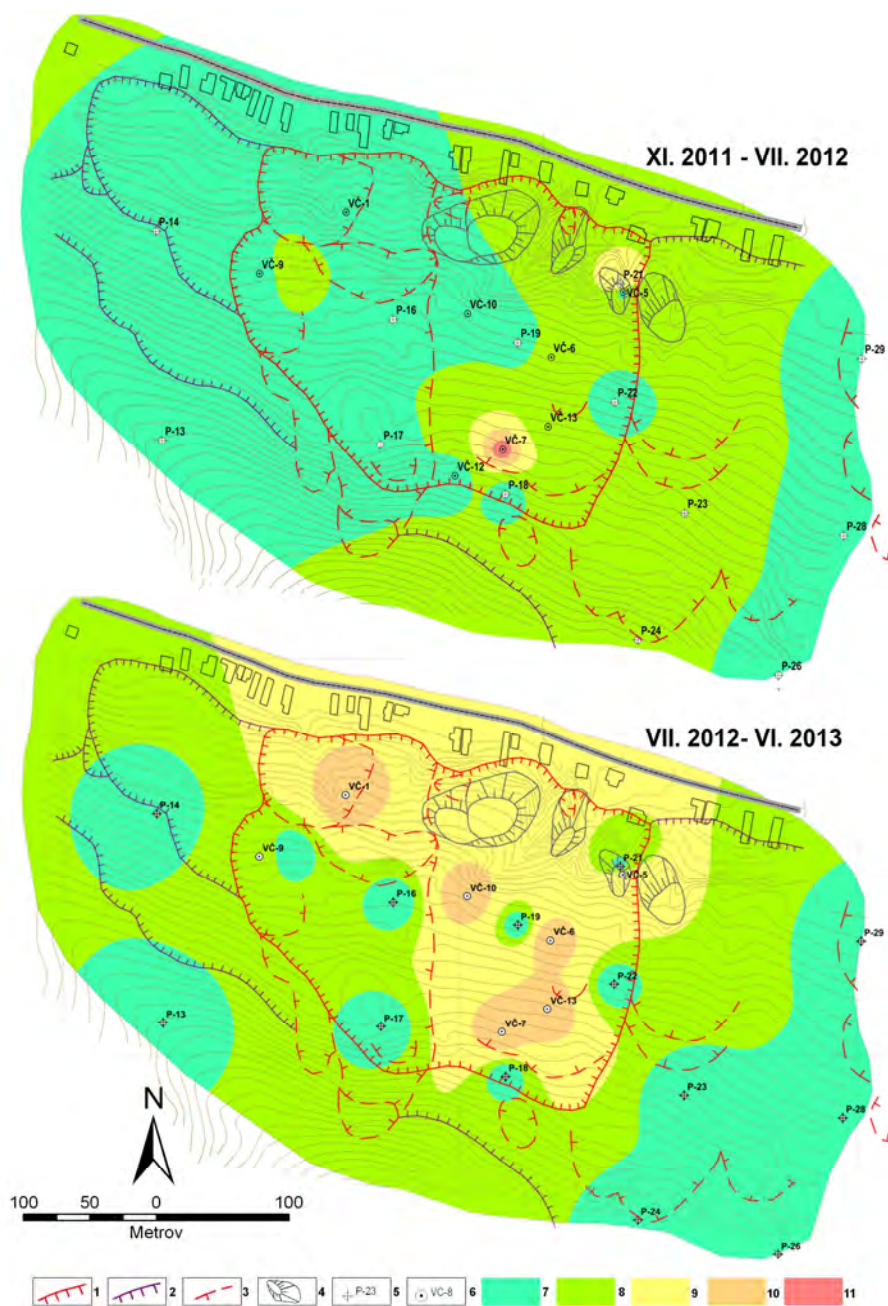
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podľa kritérií zhrnutých v tab. 1.4 a 1.6, ktoré sú graficky vyjadrené na obr. 1.2 a 1.3, bolo pre rok 2013 spracované schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody a pohybovej aktivity zosuvu na lokalite Veľká Čausa (obr. 1.16).



Obr. 1.16. Schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody v priebehu rokov 2012 a 2013 (podľa hodnotiacej škály uvedenej v tab. 1.6). 1 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 2 – ohraničenie potenciálnych zosuvov, 3 – lokálne zosuvy a zátřhy, 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. 1.6)

V roku 2013 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k stúpnutiu hladiny podzemnej vody prakticky na celom monitorovanom území. Nepriaznivý stav hladiny podzemnej vody naďalej pretrváva v oblasti vrtu PO-1. Počas dvadsiatich šiestich meraní bola v tomto vrte piezometrická úroveň hladiny podzemnej vody nad úrovňou terénu. Dobrou správou je, že nedosiahla úroveň ústia pažnice a nevytekala z vrtu, teda z hľadiska účelovej klasifikácie (tab. 1.6) je možné za nepriaznivé považovať hladiny podzemnej vody vo vrtoch J-107, M- 4, PO-2, VČ-4, AH-1 (obr. 1.16).



Obr. 1.17. Komplexné spracovanie výsledkov meraní pohybovej aktivity (podľa kritérií tab. 1.4) na lokalite Veľká Čausa (inklinometrické merania za obdobie: XI. 11 – VII. 12 – V. 13 a geodetické merania za obdobie: VI. 11 – V. 12 – VI. 13). 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

Na základe výsledkov hodnotenia pohybovej aktivity, ktoré je znázornené na obr. 1.17, je možné v porovnaní s predchádzajúcim rokom konštatovať, že došlo k zhoršeniu sledovaných faktorov. Zvýšené hodnoty boli pozorované najmä na úrovni šmykových plôch metódou presnej inklinometrie. Extrémne vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli pozorované aj geodetickými meraniami v západnej časti obce v bode P2.

Na záver možno zhrnúť, že v roku 2013 na zosuvnej lokalite došlo, v porovnaní s vlaňajším rokom k zvýšeniu pohybovej aktivity, k (miernemu) nárastu priemernej úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov. Z hľadiska množstva spadnutých zrážok možno rok 2013 hodnotiť ako normálny.

V minulom období bolo obecné zastupiteľstvo viackrát oslovené s požiadavkou na zabezpečenie údržby rigolu, ktorý sa nachádza v blízkosti vrtu PO-1 (vytekajúca voda z tohto vrtu sa v prípade prelivu cez ústie vrtu akumuluje v bezodtokovej depresii a spätne infiltruje do zosuvného prostredia, čím zhoršuje stabilné pomery), ale podobne ako v predchádzajúcich rokoch, ani počas hodnoteného roku nedošlo k realizácii jeho úpravy. V území zosuvu zároveň dochádza k zmene morfológie terénu a taktiež k poklesu a prehĺbovaniu bezodtokových depresii s trvalo akumulovanou vodou.

V roku 2014 je v zosuvnom území plánované pokračovať s pôvodným sortimentom monitorovacích metód. Geodetické merania budú realizované v štyroch etapách (3 etapy GNSS a 1 etapa terestricky); merania metódou presnej inklinometrie jeden krát a režimové pozorovania budú zabezpečené s týždenným intervalom (v troch vrtoch s inštalovanými automatickými hladinomerami – kontinuálne).

1.4.2. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko

Stručná charakteristika lokality

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

- oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby;
- oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou;
- oblasť Jánošíkova cesta (v južnej časti pozorovaného územia).

Monitorovacie aktivity sa vykonávajú na vejárovite usporiadaných horizontálnych odvodňovacích vrtoch (celkom 64 ks, prevažná väčšina ktorých sa nachádza v šiestich odvodňovacích vejároch) a 37 pozorovacích piezometrických vrtoch (obr. 1.18). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou ročných správ z prechádzajúceho obdobia monitorovania.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Monitorovacie merania sú na lokalite zamerané na režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtoch. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov a frekvencia meraní sú zhrnuté v tab. 1.8. Rozmiestnenie monitorovacej siete je znázornené na obr. 1.18.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hladina podzemnej vody sa na lokalite meria v troch skupinách objektov – v starších vrtoch realizovaných prevažne v osemdesiatych rokoch (6 objektov), vo vrtoch z roku 2002 (35 objektov, označených písmenom P – tab. 1.8 a príl. 1.2) a dvoma automatickými hladinomeri (nainštalovanými vo vrtoch P-17 a P-19, ktoré sú vyhodnotené samostatne).

Funkčnosť starších vrtoch sa postupne znižuje a z tohto dôvodu bol v minulých rokoch ich počet upravovaný. V rokoch 2012 a 2013 boli merania realizované na 6 starších vrtoch, pričom tri z nich boli značnú časť roka suché (vrty HG-351, J-317 a VP-44).

V roku 2012 sa v skupine starších vrtoch najväčšie zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody prejavili vo vrte VP-41 (2,8 m). Vrt HG-351 bol prakticky celý rok suchý. Hladina podzemnej vody v ňom bola zaznamenaná len počas dvoch marcových meraní (12. a 19. marca). Vrty J-317 a VP-44 boli taktiež značnú časť hodnoteného roka suché. V porovnaní s predošlým rokom možno konštatovať pokles hladiny podzemnej vody, avšak jeho kvantifikácia nie je možná vzhľadom na skutočnosť, že vo viacerých objektoch bola hladina podzemnej vody nemerateľná.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená na starších objektoch oproti roku 2012 stúpala o 0,47 m a dosiahla 8,037 m pod úroveň terénu. Najväčšie namerané kolísanie bolo pozorované vo vrte VP-41 (2,22 m). Avšak podobne aj v tomto roku boli vrty HG-351, J-317 a VP-44 istú časť roka suché, takže skutočnú veľkosť zmien hĺbky hladiny podzemnej vody nie je možné stanoviť.

V skupine novších vrtoch (vrty označené písmenom P) v roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosahovala hĺbku 5,14 m pod úroveň terénu. Najväčšie namerané kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte P-13 (4,01 m). O niečo menšie

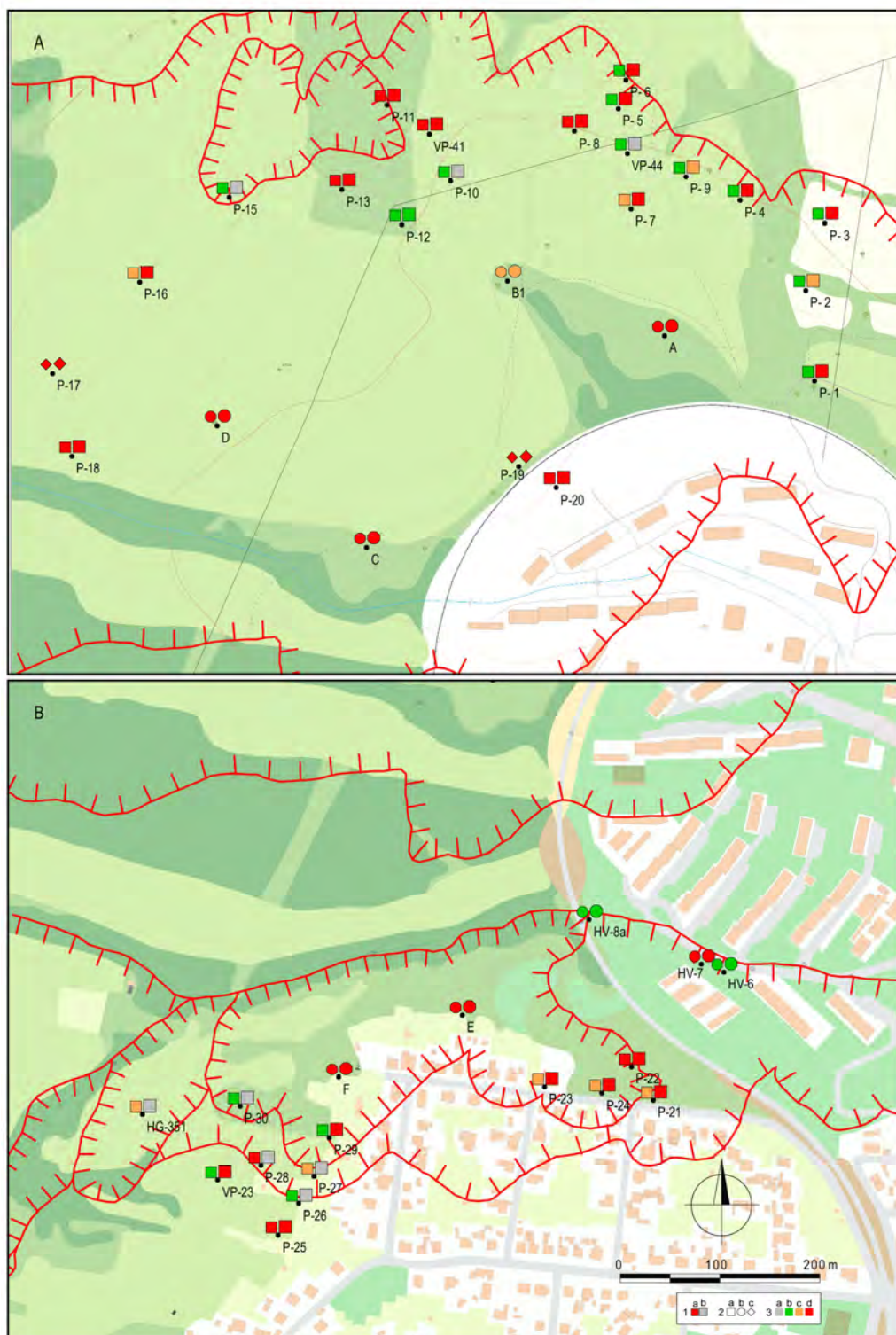
zmeny sa prejavili i vo vrtoch P-16 (3,72 m), P- 8 (3,11 m) a P-4 (3,04 m). Vo vrte P-11 sa hladina podzemnej vody prevažnú časť hodnoteného roka nachádzala nad úrovňou terénu, prípadne tesne pod terénom.

Tab. 1.8 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	6	VP-41, VP-44 (oblasť nad železničným oblúkom); VP-23, HG-351 (Malá Hôrka); J-317, J-318 (Jánošíkova cesta)	52 (1x za týždeň)	52 (1x za týždeň)
	35	P-1 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	15	Oblasť nad železničným oblúkom: A (10 odvodňovacích vrtov: HVA-1 až 9, HVA-10 - nový), B1 a B2 (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)	52* (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok	

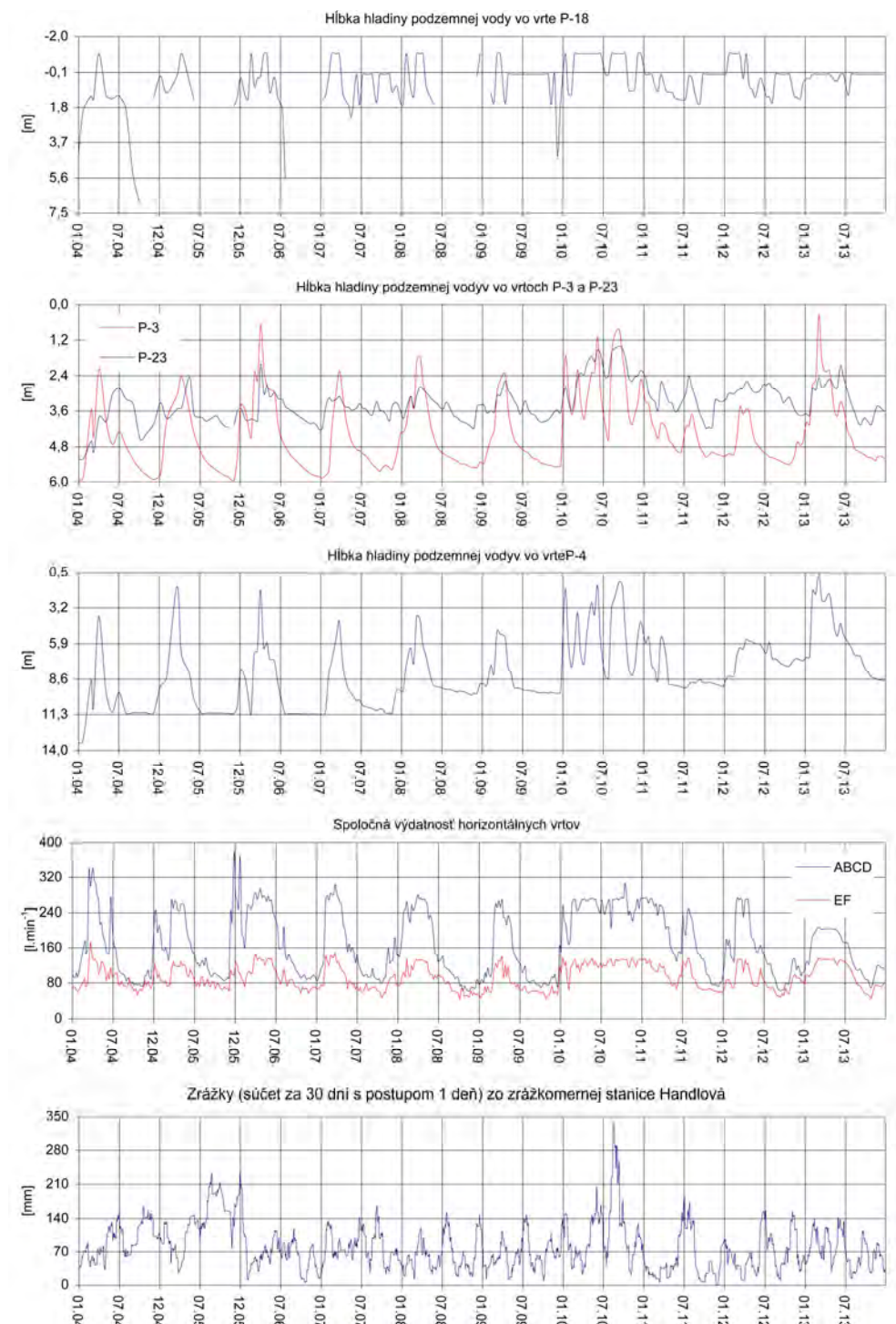
*HV-101 a HV-102 počet meraní 24 (2x za mesiac)

V roku 2013 bolo najväčšie kolísanie zaznamenané vo vrte P-4 (8,1 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku (určená na vrtoch označených P) nepatrne stúpla (o 0,18 m) a dosiahla úroveň 5,29 m p. t. Významné zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrtoch P-7 (5,73 m), P-6 (5,08 m), P-3 (4,92 m), P-1 (4,79 m), P-8 (4,57 m) a P-10 (4,48 m). Pozitívna vztlaková hladina podzemnej vody bola zaznamenaná vo vrtoch P-11, P-16 a P-18 a vrty P-15, P-26, P-27, P-28, P-30, P-36 boli istú časť roka suché.



Obr. 1.18. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. A – monitorovacia sieť, nachádzajúca sa nad železničným oblúkom, B – monitorovacia sieť v oblasti Jánošíkovej cesty a časti Malá hôrka, 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrt, b – odvodňovacie subhorizontálne vrt, c – vrt s automatickými hladinomeri, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); *mapový podklad: ZBGIS®*

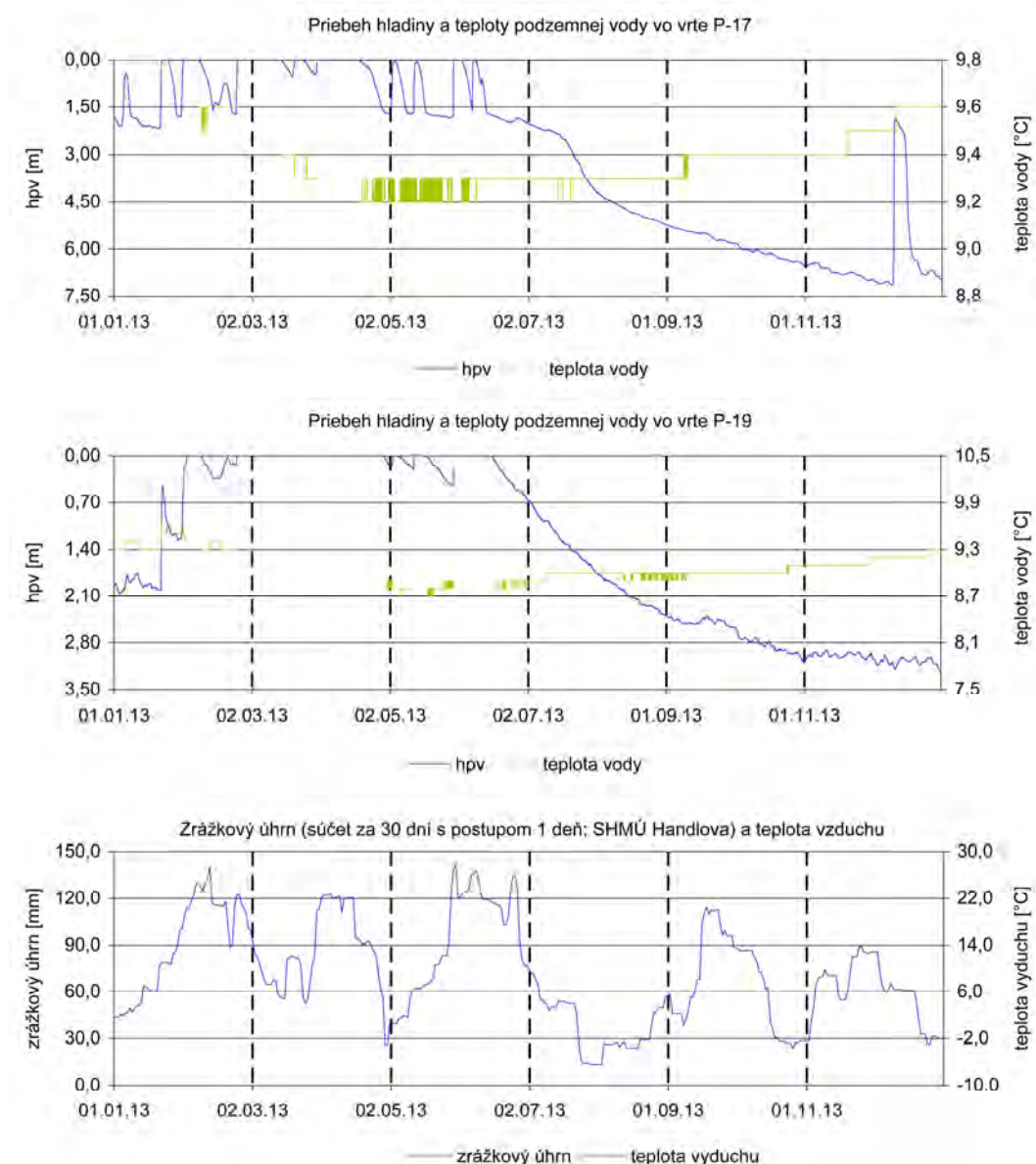
Z dlhodobjšieho vývoja, ktorého priebeh je znázornený na obr. 1.19, vyplýva určitá periodicita ročného cyklu zmien hladiny podzemnej vody (najmä vo vrtoch P-3 a P-4). Najvyššie úrovne hladiny podzemnej vody sú zvyčajne spojené s topením snehovej pokrývky a jarnými zrážkovými úhrnmi. Z tohto dôvodu je ich výskyt viazaný prevažne na mesiace marec a apríl. Výskyt minimálnych stavov hladiny podzemnej vody sa vyznačuje taktiež určitou periodicitou, ktorej termín však výraznejšie varíruje počas jesenného obdobia. Výnimkou je rok 2010, počas ktorého sa meraniami preukázali viaceré obdobia stúpnutia hladiny podzemnej vody.



Obr. 1.19. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2004 – 2013) z vybraných vrtoz na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko

a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V rokoch 2012 a 2013 hladiny podzemnej vody v oboch vrtoch, v ktorých sú inštalované automatické hladinomery, vystúpili nad úroveň terénu, čo sa prejavilo viacerými výpadkami záznamu. Z tohto dôvodu sú spracované len údaje, ktoré boli priamo namerané.



Obr. 1.20. Pribeh zmien úrovne hĺbky hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2013 automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch P-17 a P-19, spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov zo stanice SHMÚ v Handlovej (indikatív 30080)

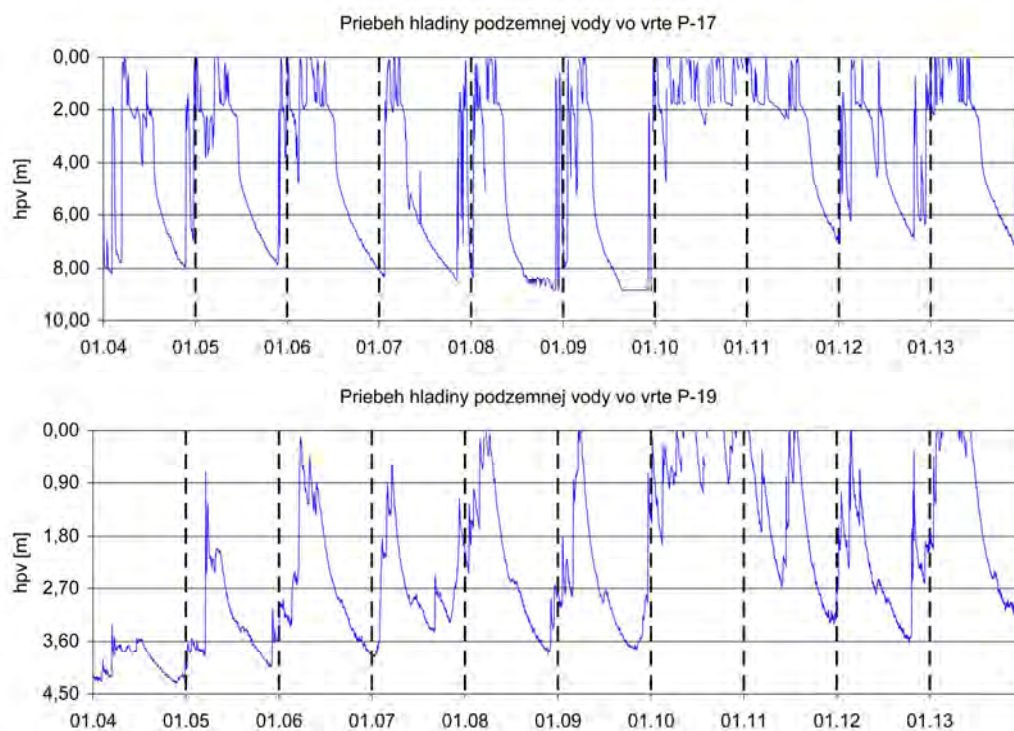
V roku 2012 bola vo vrte P-17 maximálna úroveň dosiahnutá dňa 7. marca (hladina na úrovni terénu) a minimálna 12. januára (7,09 m pod úrovňou terénu – obr. 1.15). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 4,03 m pod úrovňou terénu. Veľmi prudké stúpnutie hladiny podzemnej vody na konci februára pravdepodobne súvisí s topením snehovej pokrývky. Túto skutočnosť potvrdzuje i náhly zostup teploty podzemnej vody.

V roku 2013, v porovnaní s predchádzajúcim rokom, sa výrazne predĺžilo obdobie trvania extrémne vysokej hladiny podzemnej vody – nad úrovňou terénu. Trvalo približne 55

dní. Maximálny stav – na úrovni terénu – bol zaznamenaný 24. januára. Hladina podzemnej vody v tomto vrte začal klesať v polovici júna. Minimálny stav bol nameraný 8. decembra (7,13 m pod úrovňou terénu – obr. 1.20). Avšak následne po dosiahnutí minimálneho stavu hladina podzemnej vody prudko stúpala (až na 1,90 m pod terénom – obr. 1.20). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody (odvodená len na základe dostupných údajov) oproti roku 2012 stúpala o 0,45 m a v roku 2013 dosiahla hĺbku 3,58 m pod úrovňou terénu.

Vo vrte P-19 bola v roku 2012 maximálna úroveň hladiny podzemnej vody nameraná 1. marca (hladina na úrovni terénu) a minimálna úroveň 17. októbra (3,62 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2012 dosiahla 2,37 m pod úrovňou terénu.

V roku 2013 bola maximálna úroveň hladiny podzemnej vody nameraná 8. februára (hladina na úrovni terénu) a minimálna úroveň 30. decembra (3,21 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody (odvodená na len základe nameraných údajov) stúpala oproti roku 2012 o 0,48 m a v roku 2013 dosiahla hĺbku 1,89 m pod úrovňou terénu. Vysoké stavy hladiny podzemnej vody súviseli s topením snehovej pokrývky, ako aj s intenzívnejšími zrážkami. Počas roku 2013 sa hladina podzemnej vody nachádzala až 95 dní nad úrovňou terénu. Z tohto obdobia však nemáme žiadne záznamy, a teda nie je možné hodnotiť zmeny teploty podzemnej vody v tomto vrte.



Obr. 1.21. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny úrovne hĺbky hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomeri, umiestnenými vo vrtoch P-17 a P-19 na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (obr. 1.21) možno konštatovať, že zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody majú periodický charakter. Hladina podzemnej vody pravidelne dosahuje úroveň terénu, najmä v období jarného topenia snehovej pokrývky. Výnimku predstavuje rok 2010, kedy hladiny podzemnej vody dosahovali úroveň terénu prakticky počas celého roka. Minimálny stav hladiny podzemnej vody bol vo vrte P-17 zaznamenaný 29. augusta v roku 2009 s hodnotou 8,89 m pod terénom a vo vrte P-19 25. novembra roku 2004 s hodnotou 4,30 m pod terénom. Za negatívny aspekt z hľadiska hodnotenia trendu zmien hladiny podzemnej vody v oboch vrtoch možno považovať častý

výskyt hladiny podzemnej vody nad úrovňou terénu. Táto skutočnosť do istej miery môže súvisieť so znižovaním účinnosti odvodňovacích zariadení.

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov predstavovala 246,32 l.min⁻¹. V roku 2013 bola najväčšia priemerná výdatnosť nameraná v objekte D (60,13 l.min⁻¹). Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané na odvodňovacom vrte C (50,67 l.min⁻¹; obr. 1.18). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov na lokalite oproti roku 2012 mierne stúpla (o 12,17 l.min⁻¹) a v roku 2013 predstavovala hodnotu 258,5 l.min⁻¹.

Pri hodnotení dlhšieho obdobia (obr. 1.19) možno najvyššie hodnoty spoločnej výdatnosti z drénov ABCD pozorovať na rozhraní rokov 2005 a 2006 (sumárna výdatnosť počas 27. decembra dosiahla hodnotu 379,88 l.min⁻¹; a neskôr 23. januára 369,71 l.min⁻¹). Sumárna výdatnosť nad 300 l.min⁻¹ bola zaznamenaná i počas 26. marca 2007 (304,09 l.min⁻¹) a 18. októbra 2010 (307,23 l.min⁻¹).

Sezónne zmeny výdatnosti súvisia prevažne s režimom podzemnej vody. Najvyššie hodnoty výdatnosti sú zaznamenané najmä v prvej polovici roka a naopak, najnižšie hodnoty počas mesiacov október a november.

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) predstavuje 94,784 mm. Zrážkový úhrn za rok 2012 bol 783,6 mm, čo predstavuje 94,78 % dlhodobého priemeru a je ho možné charakterizovať ako normálny rok. V roku 2013 dosiahol zrážkový úhrn hodnotu 783,6 mm (109,99 %), a teda je ho možno považovať tiež za normálny rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Rekonštrukciou devastovaných odvodňovacích jám s prečistením horizontálnych odvodňovacích vrtov v rokoch 1999 a 2002 (ale aj 2010 – jama B) sa vytvorili podmienky na obnovenie odvodňovania zosuvných území, nachádzajúcich sa nad železničným oblúkom v oblasti Morovnianskeho sídliska i v oblasti Malá Hôrka.

V roku 2013, v porovnaní s predchádzajúcim rokom, došlo k nárastu priemerných hodnôt režimových ukazovateľov. Vzostup hladín podzemnej vody súvisí najmä s dlhým obdobím so snehovou pokrývkou, počas ktorého dochádzalo k cyklickému striedaniu kumulácie a topenia snehovej pokrývky. Takto sa vytvorili vhodné podmienky pre infiltráciu atmosférických zrážok do horninového prostredia. Dokumentuje to i nárast hladiny podzemnej vody v monitorovacích vrtoch.

Určitým varovným signálom zhoršujúceho sa stavu odvodňovacieho systému (ktorý súvisí s postupným starnutím a zanášaním perforovaných častí odvodňovacích vrtov) je trend vzostupu úrovne maximálnych ročných hladín pozemnej vody vo vrtoch s inštalovanými hladinomeri. Okrem toho, v posledných rokoch čoraz častejšie dochádza k prípadom, kedy hladina podzemnej vody v týchto vrtoch dosahuje, resp. presahuje úroveň terénu. Zároveň sa predlžujú aj obdobia trvania tohto nepriaznivého stavu. Vo vrte P-19 bola napr. v roku 2013 úroveň hladiny podzemnej vody nad terénom takmer 95 dní. Z hľadiska hodnotenia stabilných pomerov zosuvného územia je možné daný stav označiť ako neuspokojivý (obr. 1.19). Z tohto dôvodu je v zosuvnom území plánovaná revízia odvodňovacích zariadení a ich následné prečistenie. Práce sú plánované na mesiace september až december 2014. V zosuvnom území je plánovaná realizácia dvoch inklinometrických vrtov, z ktorých jeden

bude vybavený stacionárnym inklinometrom. Na základe inklinometrických meraní bude možné lepšie hodnotiť efektívnosť stabilizačných opatrení, ale najmä bude možné kvantifikovať veľkosť pohybovej aktivity zosuvného územia.

Vzhľadom na skutočnosť, že zosuvné územie Handlová-Morovnianske sídlisko sa nachádza v bezprostrednom kontakte s veľkou aglomeráciou obyvateľstva, monitorovanie hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody – plánujeme ponechať v podobnom rozsahu a frekvencii ako po minulé roky.

1.4.3. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta

Stručná charakteristika lokality

Zosuv na Kunešovskej ceste sa nachádza v intraviláne mesta Handlová, na jeho JV okraji. V súvislosti s aktivizáciou zosuvu v roku 1998 bol na lokalite vykonaný inžinierskogeologický prieskum (Jadroň, Mokrý, 1999). V rámci prieskumu bola vybudovaná sieť objektov, umožňujúcich vykonávať inklinometrické merania, ako aj režimové pozorovania.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.9.

Tab. 1.9 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Kunešovská cesta v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	5	JK-1, 2, 3, 6, 7	1 (18. júl)	0 (nemerané)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 MK-4, 6, 8	52 (1x za týždeň)	26 (2x za mesiac)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, 3, 4, spoločný výtok drenážneho systému pri potoku	52 (1x za týždeň)	26 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa od roku 2012 vykonávajú s dvojročnou frekvenciou. V roku 2012 bola najvyššia pohybová aktivita na šmykovej ploche pozorovaná vo vrte JK-2 (v hĺbkach 2,2 m p. t. – 4,37 mm a v 3,2 m p. t. – 2,51 mm). Zvýšené hodnoty deformácie boli namerané aj vo vrte JK-1 (v hĺbke 4 m p. t. – 1,22 mm). Namerané deformácie v uvedených vrtoch predstavujú podľa tab. 1.4 náznaky rozvoja svahového pohybu (príl. 1.3). Deformácie v ostatných vrtoch (v sledovaných horizontoch) poukazujú na pomerne priaznivé stabilné pomery (obr. 1.22).

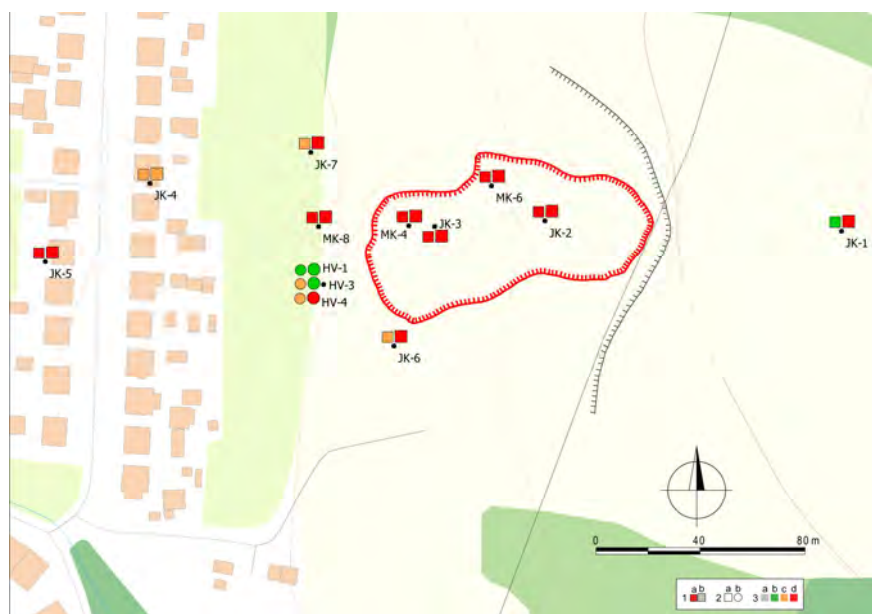
Na základe výsledkov dlhodobého monitorovania možno konštatovať, že od roku 2004 do roku 2012 boli výraznejšie deformácie zaznamenané vo vrtoch JK-2 (apríl 2009 – 4,52 mm, júl 2012 – 4,37 mm) a JK-3 (máj 2004 – 3,55 mm). Naopak, pomerne ustálený vývoj pohybovej aktivity je možné pozorovať vo vrte JK-1.



Obr. 1.22. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta. Výsledky inklinometrických meraní za obdobie XI. 11 – VII. 12 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2012 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádzala na úrovni 3,54 m pod úrovňou terénu (obr. 1.23, príl. 1.3). Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte MK-7 (1,78 m), naopak, najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli počas hodnoteného roku zaznamenané vo vrte JK-4 (0,49 m). Vo vrte MK-6 sa počas 25 termínov meraní nachádzala hladina podzemnej vody hlbšie ako je dno vrtu, teda bol suchý.



Obr. 1.23. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpala o viac ako 0,35 m a dosiahla hodnotu 3,19 m pod úrovňou terénu (obr. 1.23, príl. 1.3). Najväčšia amplitúda zmien bola dosiahnutá vo vrte MK-8 (viac ako 4,32 m), ktorý sa nachádza v spodnej časti svahu pod povrchovým rigolom. V tomto vrte bola počas februárového merania zaznamenaná najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody v hodnotenom

roku. Dosiahnuté maximum zároveň predstavuje najvyššiu úroveň hladiny podzemnej vody v sledovanom území od začiatku monitorovania. Piezometrická výška hladiny podzemnej vody vystúpila nad úroveň terénu, čo sa prejavilo vytekaním vody z vrtu. Od marca mal vývoj zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v tomto vrte prevažne klesajúci trend a k opätovnému nárastu hladiny podzemnej vody došlo až v druhej polovici novembra. Vrt MK-6 bol počas 8 termínov (od septembra do konca roka) suchý, teda hladina podzemnej vody sa nachádzala hlbšie ako je dno vrtu.

Kolísanie hladiny podzemnej vody v období rokov 2004 až 2013 je odrazom ročných cyklov (obr. 1.24). Relatívne pravidelnému cyklu sezónnych zmien sa vymyká rok 2010. Súvisí to s mimoriadne intenzívnymi zrážkami, ktoré boli zaznamenané v jarných a letných mesiacoch. V tomto roku boli zaznamenané i jedny z najvyšších úrovní hladiny podzemnej vody v rámci celého monitorovaného obdobia (JK-1 – 4. októbra – 5,22 m p. t., JK-3 – 27. septembra – 0,90 m p. t., MK-4 – 16. augusta – 2,15 m p. t., MK-8 – 16. augusta – 0,15 m p. t.). Najvyššia hladina podzemnej vody bola však dosiahnutá v aktuálne hodnotenom roku 2013 vo vrte MK-8 (príl. 1.3). Minimálne hodnoty v pozorovaných vrtoch boli dosiahnuté v januári 2004 (JK-1 s hĺbkou 9,15 m pod terénom).

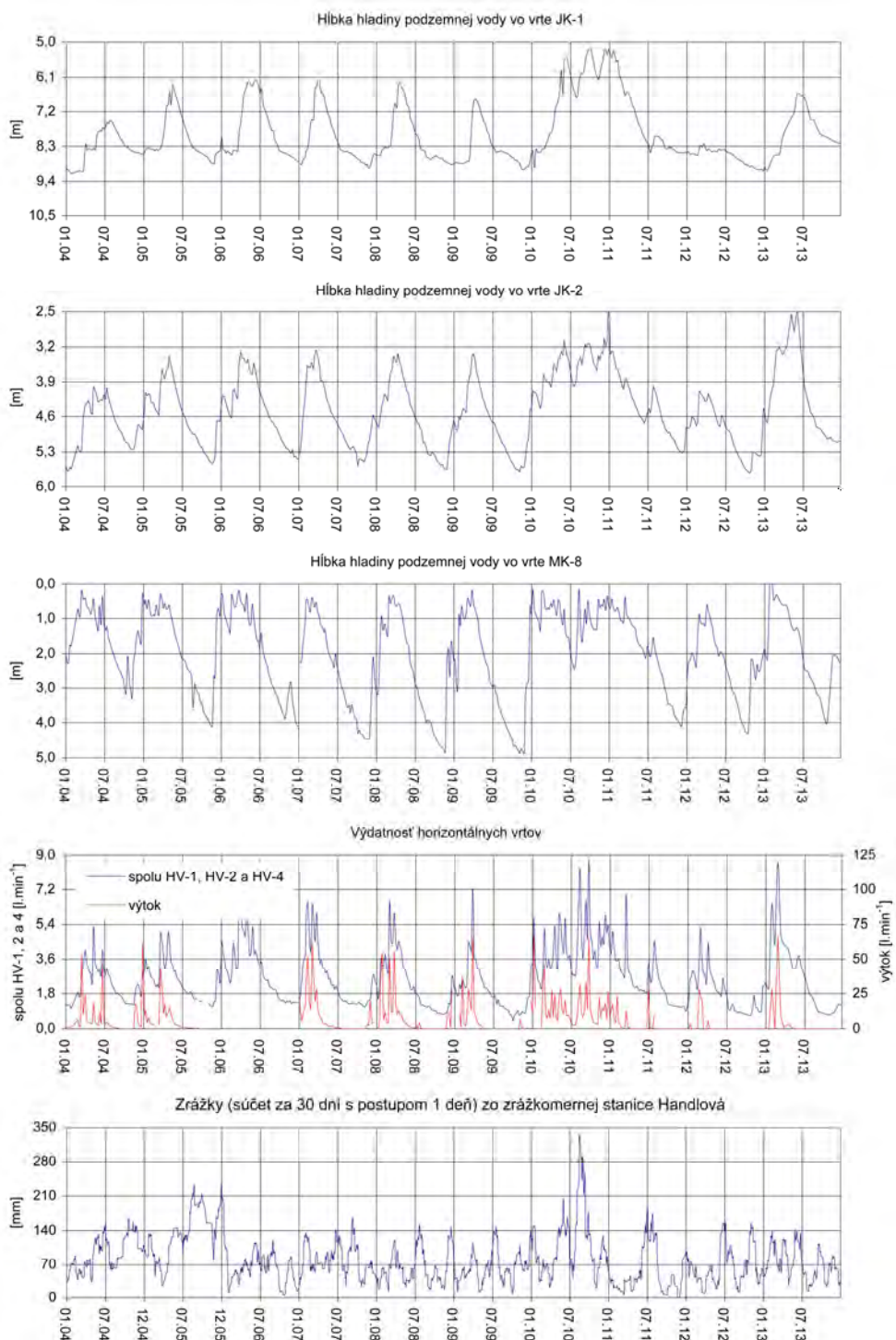
c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

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 zvoде, ktorý ju odvádza do kanalizácie.

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu $3,35 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšia výdatnosť ($28,57 \text{ l.min}^{-1}$) a zároveň aj najväčšie kolísanie ($28,57 \text{ l.min}^{-1}$) bolo namerané v spoločnom výtoku odvodňovacích vrtov (obr. 1.23, príl. 1.3).

V roku 2013 sa sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku zdvojnásobila (nárast o $3,47 \text{ l.min}^{-1}$) a dosiahla hodnotu $6,82 \text{ l.min}^{-1}$. Na všetkých monitorovaných odvodňovacích zariadeniach boli maximálne prietoky namerané zhodne v jednom termíne – 4. marec. Najväčšia výdatnosť bola opätovne nameraná v spoločnom výtoku odvodňovacích vrtov ($66,67 \text{ l.min}^{-1}$). Na tomto objekte sa zároveň prejavilo i najväčšie kolísanie výdatnosti ($66,67 \text{ l.min}^{-1}$; obr. 1.23, príl. 1.3). Naopak, najustálenejším režimom sa vyznačuje odvodňovací vrt HV-3. Počas marcového maxima odvádzal $2,76 \text{ l.min}^{-1}$ podzemnej vody a v čase minimálnych prietokov (25. november) z vrtu vytekalo $0,52 \text{ l.min}^{-1}$ podzemnej vody.

Zaznamenané zmeny spoločnej výdatnosti z horizontálnych vrtov HV-1, HV-2 a HV-4 v období 2004 až 2013 majú prevažne pravidelný cyklus, ktorý súvisí s režimovými zmenami hladiny podzemnej vody (obr. 1.24). Najvyššie hodnoty spoločnej výdatnosti boli dosiahnuté 27. septembra 2010 ($8,74 \text{ l.min}^{-1}$) a 18. marca 2013 ($8,64 \text{ l.min}^{-1}$). Naopak, najnižšia hodnota bola nameraná 5. októbra 2009 ($0,42 \text{ l.min}^{-1}$). Počas hodnoteného desaťročného obdobia (2004 až 2013) priemerná hodnota spoločnej výdatnosti z drenážnych vrtov dosiahla hodnotu $2,58 \text{ l.min}^{-1}$. Vo výdatnosti výtoku z kanalizácie v hodnotenom období je možné pozorovať výrazné zmeny. Maximálna výdatnosť bola nameraná 11. januára 2010 s hodnotou $67,42 \text{ l.min}^{-1}$. Minimálna výdatnosť v danom objekte v mnohých prípadoch dosahuje len hodnotu $0,01 \text{ l.min}^{-1}$, resp. vrt je suchý.



Obr. 1.24. Dlhodobé (2004 – 2013) výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová-Kunešovská cesta

d/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny v širšom okolí lokality sú merané dvomi stanicami SHMÚ – Handlová a Handlová-totalizátor.

Výsledky merania zrážkových úhrnov na stanici Handlová sú opísané v rámci predchádzajúcej lokality (Handlová-Morovnianske sídlisko).

Priemerný dlhodobý úhrn na stanici Handlová-totalizátor za 13 rokov je 1007,15 mm. Zrážkový úhrn v roku 2012 dosiahol hodnotu 791 mm, teda 78,54 % dlhodobého priemeru

(veľmi suchý rok). V roku 2013 zrážkový úhrn dosiahol hodnotu 1148 mm, čo predstavuje 113,99 % dlhodobého priemeru (vlhký rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Naposledy realizované inklinometrické merania v druhej polovici júla 2012 poukázali na mierne zvýšenú pohybovú aktivitu v oblasti vrtu JK-2, ktorý sa nachádza vo východnej časti svahovej poruchy. Meraniami v ostatných vrtoch, metódou presnej inklinometrie, sa preukázal pomerne uspokojivý stabilný stav zosuvného územia. Najbližšie overenie stabilného stavu je plánované na jún – september 2014.

Pri meraniach hĺbky hladiny podzemnej vody bol v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi zaznamenaný vzostup jej priemernej hodnoty. Navyše, počas krátkeho obdobia, voda vo vrte MK-8 vystúpila nad úroveň terénu. Podobný nárast bol pozorovaný i v prípade objemov drénovaných vôd horizontálnymi vrtmi.

Vzostupný charakter sledovaných režimových ukazovateľov súvisí s dlhým obdobím so snehovou pokrývkou, ale predovšetkým s cyklicky sa opakujúcimi obdobiami kumulácie a uvoľňovania vôd zo snehovej pokrývky.

Treba však zdôrazniť, že na odvodňovacích vrtoch dochádza k postupnému poklesu, čo môže súvisieť s ich starnutím. V tejto súvislosti je pozitívnou informáciou, že v zosuvnom území je v roku 2014 plánované prečistenie subhorizontálnych vrtoch, revízia a rekonštrukcia výtokového potrubia, odvádzajúceho vody z drenážnych zariadení.

V roku 2014 je plánované vykonať kompletný súbor monitorovacích aktivít (režimové merania – 26x a inklinometrické merania 1x).

1.4.4. Lokalita Fintice

Stručná charakteristika lokality

Prúdový zosuv sa nachádza približne 1 km S až SV od obce Fintice. Vzhľadom na vysokú celospoločenskú významnosť bola na lokalite vybudovaná sieť monitorovacích bodov za účelom sledovania režimových zmien hladiny podzemnej vody a pohybovej aktivity (inklinometrické vrty a geodetické body). Bližšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou ročných správ z predchádzajúceho obdobia (Liščák et al., 2013, 2012 atď.), ako aj správ z realizovaných prieskumov (Petro a Stercz, 1998, Petro et al., 2001).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.10.

Tab. 1.10 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Finticev rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Geodetické (GNSS)	6	P1, P2, P3, P4, P5, pevný bod P	1 (13. jún)	1 (27. júl)
Inklinometrické	3	K-3, K-5	1 (9. august)	1 (24. júl)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	K-1, 2, 2b, 3, 4, 4a, 4b, 5, 5a, 5b	11 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 1. jún, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október, 27. november)	10 (2. február, 25. február, 25. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 21. august, 1. október, 30. október)
	2	K-1a, K-2a – automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59220) Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2012 bolo možné na základe realizovaných geodetických meraní pozorovať mierne prejavy pohybovej aktivity. Najväčší posuv bol nameraný v bode P-1 (14,81 mm v polohovom smere a 20,19 mm vo vertikálnom smere – vzostup; obr. 1.25, príl. 1.4).



Obr. 1.25. Lokalita Fintice – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2012 a 2013. 1 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie XI. 11 – VI. 12 – VII. 13, 2 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie XI. 11 – VIII. 12 – VII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); mapový podklad: ZBGIS®

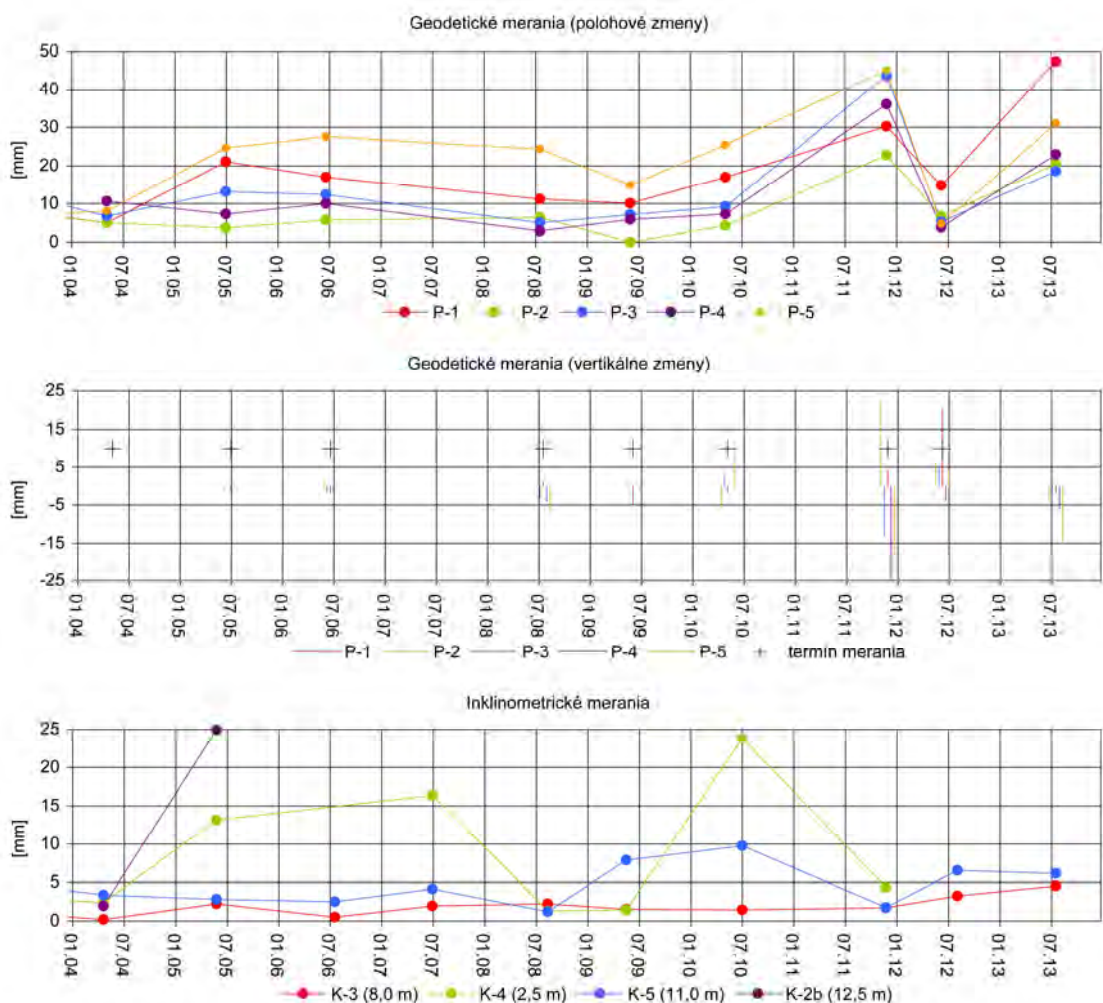
V roku 2013 bola geodetickým meraním zaznamenaná pomerne významná akcelerácia pohybu, pričom dominovali posuny v polohovom smere. Najväčšie zmeny boli namerané v bode P-1 (v polohovom smere 47,32 mm, vo vertikálnom smere -1,70 mm a celková priestorová zmena 47,35 mm). Všetky vertikálne zmeny mali zostupný charakter a boli blízke chybe merania, len v bode P-5 dosiahol vertikálny posun 15 mm (príl. 1.4). Z hľadiska hodnotenia nameraných posunov, všetky namerané zmeny predstavujú najmenej priaznivé stupne 7 a 8 (podľa klasifikačnej stupnice na obr. 1.2 a tab. 1.4). Uvedené vysoké hodnoty pohybovej aktivity súvisia s nasýtením povrchového horizontu vodou počas dlhého obdobia so snehovou pokrývkou (počas ktorého sa viackrát vystriedali fázy kumulácie a topenia).

Pri hodnotení dlhodobého vývoja pohybovej aktivity (od roku 2004 do roku 2013) možno konštatovať, že v poslednom období čoraz častejšie dochádza k prípadom, kedy vektory posunov presahujú 30 mm hranicu. Prvá výraznejšia aktivizácia pohybu bola zaznamenaná v roku 2011 (obr. 1.26) a druhá v aktuálne hodnotenom roku 2013 (príl. 1.4).

b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sú od roku 2011 vykonávané v dvoch zo šiestich vrtov. Monitorovacie objekty boli postupne po dosiahnutí kritickej deformácie inklinometrickej pažnice vylúčené. Naposledy boli takto ukončené monitorovacie aktivity vo vrte K-4 v roku 2011. Porušenie vrtu súviselo s mimoriadne vysokou deformáciou. Inklinometrické merania vykonávané v súčasnom období podávajú informáciu len o pohybovej aktivite najvrchnejšej časti zosuvného územia.

V roku 2012, počas augustovej etapy kontrolných meraní, boli vysoké hodnoty deformácie namerané v oboch vrtoch (K-3 v hĺbke 15,0 m pod terénom bola nameraná deformácia 4,56 mm a vo vrte K-5 v hĺbke 8,0 m pod terénom bola nameraná deformácia 6,76 mm – príl. 1.4).



Obr. 1.26. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny hodnôt monitorovaných parametrov pohybovej aktivity metódou geodézie na lokalite Fintice

V roku 2013 boli merania realizované v druhej polovici júla. Podobne ako v predchádzajúcom roku i počas tejto etapy boli namerané pomerne vysoké hodnoty deformácie v oboch vrtoch. V rámci sledovaných horizontov v jednotlivých vrtoch (príl. 1.4) bola najväčšia deformácia zaznamenaná vo vrte K-5, v hĺbke 11,0 m (7,08 mm). Vo vrte K-3 bola najvyššia deformácia nameraná v hĺbke 8,0 m pod terénom (4,56 mm – príl. 1.4).

Z dlhodobého hľadiska možno konštatovať, že najvýraznejšie zmeny boli namerané v rokoch 2005 (v bode K-2b, v hĺbke 12,5 m pod povrchom terénu – 24,92 mm) a 2010 (bod K-4, v hĺbke 2,5 m – obr. 1.26). Deformácia zaznamenaná vo vrte K-2b v hĺbke 12,5 m predstavovala kritickú hodnotu, v dôsledku čoho merania v tomto vrte boli skončené. Zvýšené hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice boli namerané vo vrte K-4 v hĺbke 2,5 m pod úrovňou terénu aj v rokoch 2005 a 2007. V dôsledku mimoriadne vysokej deformácie z roku 2010 sa stal vrt nepriechodný pre meráciu sondy (používanú pracovníkmi ŠGÚDŠ od roku 2011). Vo vrte K-5 bola zvýšená pohybová aktivita zaznamenaná v rokoch 2009 (v hĺbke 11,0 m pod terénom bola nameraná deformácia 7,87 mm) a 2010 (9,75 mm). V posledných dvoch rokoch hodnoty v sledovanom horizonte presiahli 6,0 mm. Vo vrte K-3 je dlhodobo možné pozorovať stabilizovaný stav s mierne zvýšenými prejavmi deformácie v rokoch 2012 a 2013.

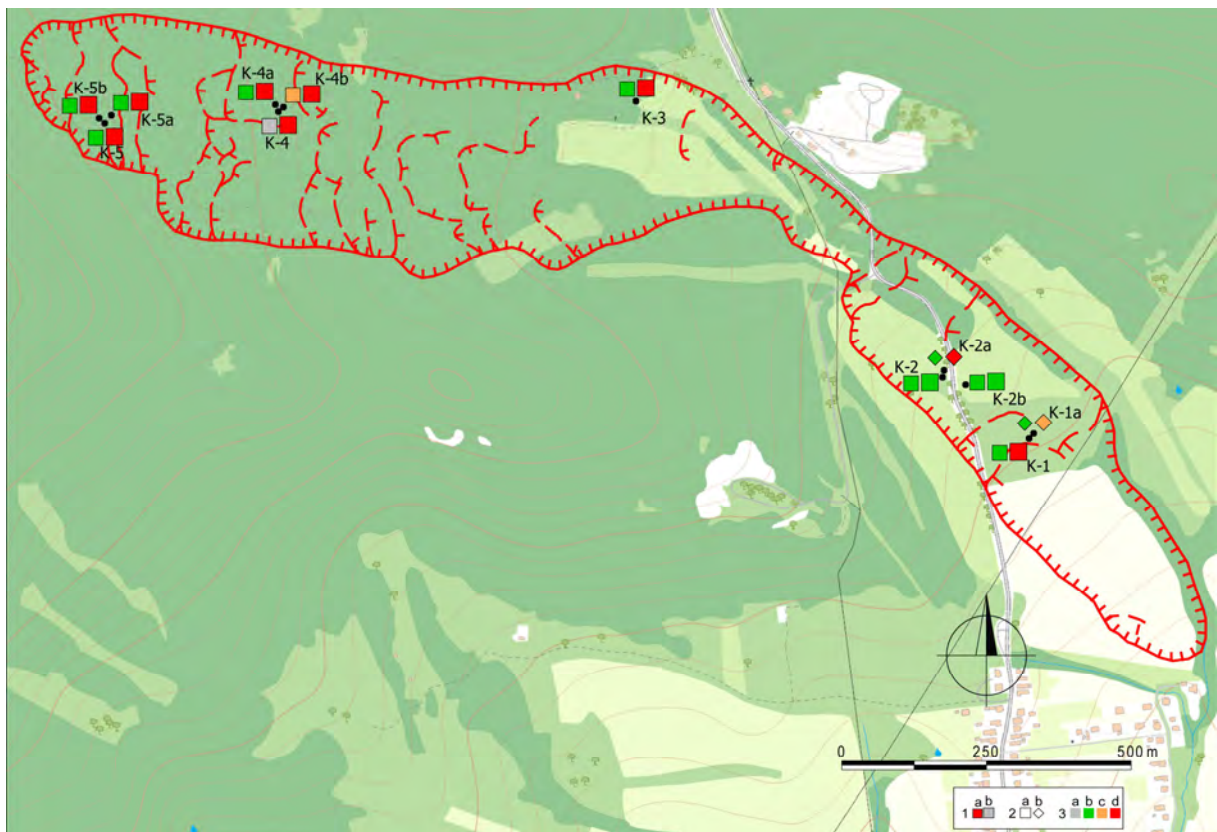
c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 10 vrtoch s frekvenciou cca 1-krát za mesiac.

V roku 2012 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádzala na úrovni 6,79 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte K-4 (2,34 m).

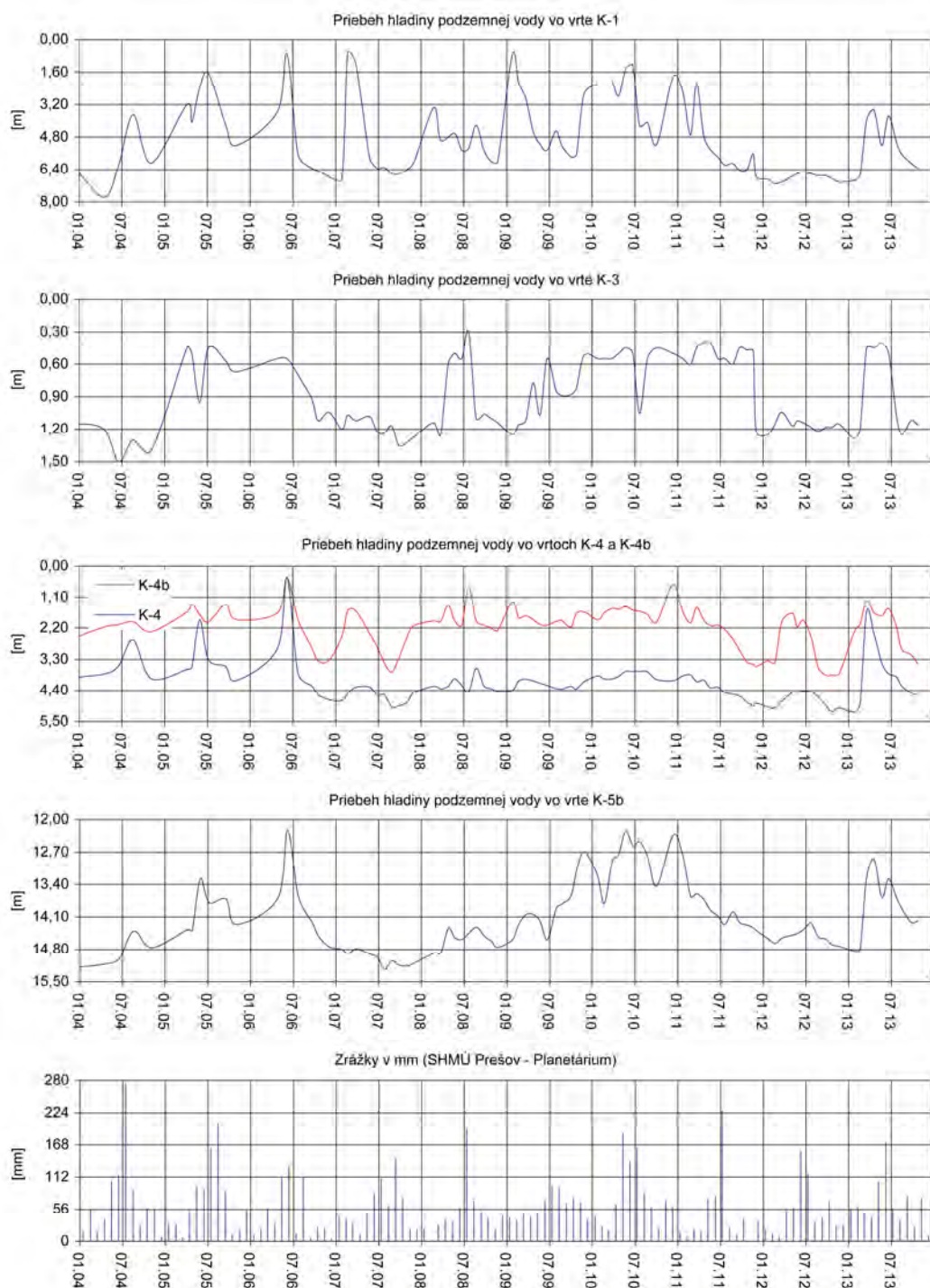
V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpila o 0,3 m a v roku 2013 predstavovala 6,48 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte K-4 (3,56 m). Veľmi nízka hladina podzemnej vody (najnižšia od roku 1996) bola zaznamenaná vo vrte K-4 (1. februára – 5,18 m pod povrchom terénu). Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané najmä počas aprílového (K-1, K-5, K-5a, K-5b) a marcového (K-4, K-4a, K-4b) merania, ojedinele však i počas mesiacov máj (K-3), jún (K-2b) a júl (K-2). Na obr. 1.27 je rok 2013 v porovnaní s predchádzajúcim rokom vidieť výrazný vzostup hladiny podzemnej vody.



Obr. 1.27. Lokalita Fintice – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – vrty s automatickými hladinomerami, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

Počas dlhšieho hodnoteného obdobia (roky 2004 až 2013 – obr. 1.28) boli režimovými pozorovaniami na monitorovacej sieti namerané viaceré významné zmeny. Najvyššia hladina podzemnej vody, teda najbližšia k povrchu terénu, bola zaznamenaná 25. júla 2008 vo vrte K-3 (s hĺbkou 0,3 m pod úrovňou terénu). Naopak, najhlbšie klesla hladina podzemnej vody vo vrte K-5b 30. júl 2007 (15,12 m pod terénom). Najväčšie rozdiely medzi maximálnou a minimálnou hladinou podzemnej vody boli namerané vo vrte K-1 (7,11 m; minimálna

hladina podzemnej vody – 7,78 m p. t. – 16. apríl 2004 a maximálna hladina podzemnej vody 0,67 m p. t. – 23. február 2007).

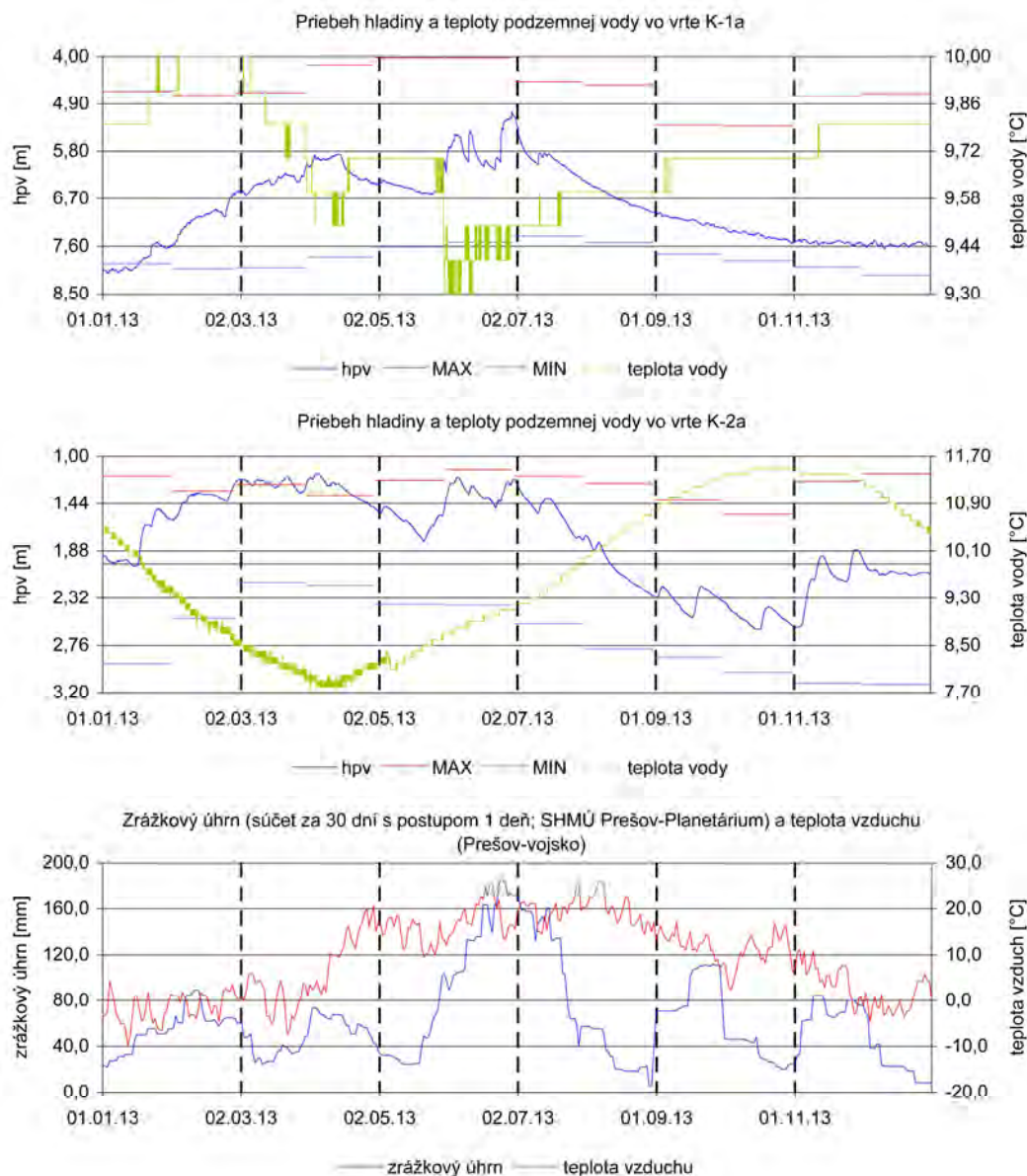


Obr. 1.28. Dlhodobé (2004 – 2013) výsledky režimových pozorovaní na lokalite Fintice

c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Vo vrte K-1a bola v roku 2012 maximálna hladina podzemnej vody nameraná 24. júna a minimálna 29. decembra (8,14 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 7,69 m p. t. Priebek hladiny podzemnej vody na obr. 1.29 poukazuje na jej veľmi nízku úroveň v tomto roku. Výrazný pokles hladiny podzemnej vody pravdepodobne súvisí so

zrážkovým deficitom, ktorý bol zaznamenaný v roku 2011. Teplota vody kolísala len minimálne, a to v rozsahu 9,5 – 9,8 °C.



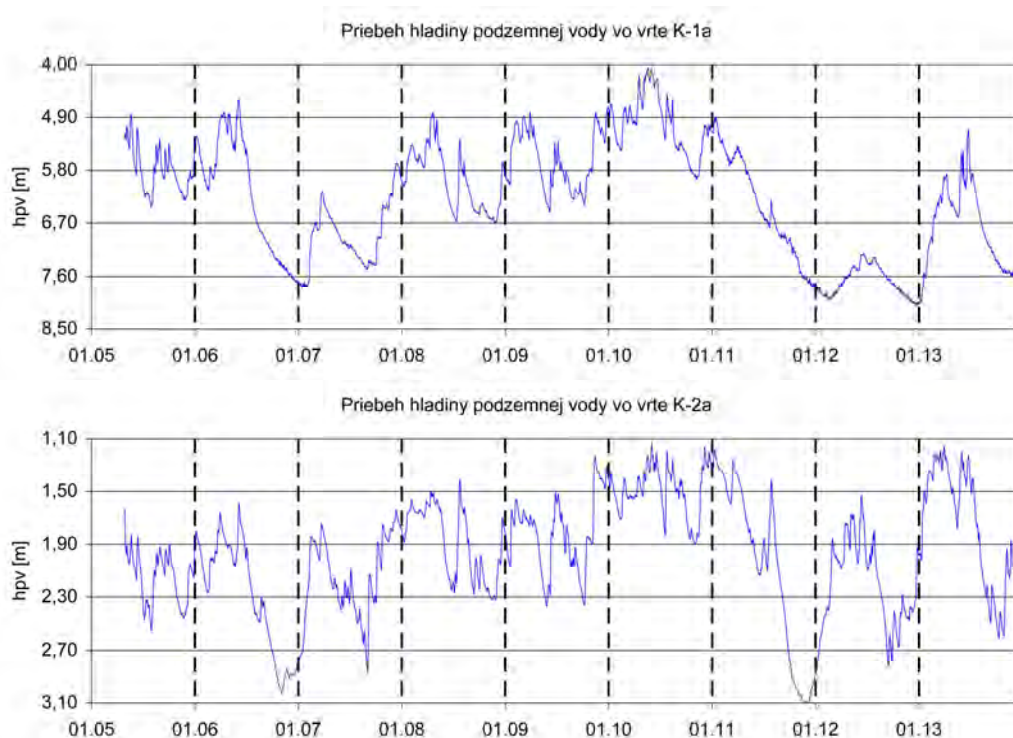
Obr. 1.29. Záznamy automatických hladinomerov na lokalite Fintice za rok 2013. Zmeny úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a jej teploty, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a hodnotami teploty vzduchu nameranými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

V roku 2013 bola vo vrte K-1a maximálna hladina podzemnej vody nameraná 29. júna (5,06 m pod terénom – príl. .1.4). Najnižšia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá na začiatku roka, a to už 2. januára (8,10 m p. t.; ide o najnižšiu januárovú hĺbku za celé monitorované obdobie). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpila o 0,87 m a v roku 2013 dosiahla 6,82 m p. t. Po dosiahnutí letnom maxime hladiny podzemnej vody došlo k jej postupnému zostupu, ktorý trval až do konca roka (obr. 1.29). Teplota vody kolísala v rozsahu 9,3 – 10 °C. Jej najnižšie hodnoty boli dosiahnuté v čase maximálneho stavu hladiny podzemnej vody.

Vo vrte K-2a bola v roku 2012 maximálna hladina podzemnej vody nameraná 15. júna (1,53 m p. t.) a minimálna 1. januára (2,93 m p. t.). V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny

podzemnej vody dosiahla úroveň 2,22 m pod terénom. V zimných mesiacoch sa nameraná hladina podzemnej vody nachádzala pod dlhodobými mesačnými minimami (odvodenými z meraní v období 2005 až 2012).

V roku 2013 bola vo vrte K-2a maximálna hladina podzemnej vody nameraná 4. apríla (1,16 m pod terénom – príl. 1.4). Naopak, minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná v polovici októbra (2,61 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpala o 0,44 m a v roku 2013 dosiahla 1,78 m p. t. Hladiny podzemnej vody namerané počas mesiacov február až apríl prekročili dlhodobé maximálne mesačné stavy (odvodené v období rokov 2005 až 2012). Zmeny teploty vody mali pomerne pravidelný sínusový priebeh. Minimálna teplota bola dosiahnutá počas jarných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody a maximálna teplota v druhej polovici októbra, kedy boli namerané i najnižšie stavy hĺbky hladiny podzemnej vody.



Obr. 1.30. Dlhodobé (2005 – 2013) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch K-1a a K-2a na lokalite Fintice

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (od roku 2005, kedy boli hladinometry na lokalite inštalované, do roku 2013 – obr. 1.30) možno konštatovať, že výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody sa prejavuje vo vrte K-1a (s hodnotou 4,12 m). Maximálna hladina v tomto vrte (4,02 m p. t.) bola dosiahnutá 23. mája 2010 (obr. 1.24) a minimálna 29. decembra hodnotenom roku 2012 (príl. 1.4). Vo vrte K-2a kolísanie hladiny podzemnej vody počas monitorovaného obdobia dosiahlo hodnotu 2,0 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná 5. júna 2010 s hĺbkou 1,13 m pod terénom a minimálna dňa 10. decembra 2011 s hĺbkou 3,12 m pod terénom.

d/ 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 je dlhodobý zrážkový priemer 667,01 mm. Zrážkový úhrn za rok 2012 na tejto stanici bol 659,8 mm, čo predstavuje 98,92 % dlhodobého priemeru a rok bol hodnotený ako normálny. V roku 2013 bolo zaznamenaných 711,3 mm zrážok (106,64 % dlhodobého priemeru), čo predstavuje normálny rok.

Na stanici Prešov-planetárium je dlhodobý zrážkový priemer 638,21 mm. Zrážkový úhrn za rok 2012 dosiahol 626,7 mm, čo predstavuje 98,2 % dlhodobého priemeru a je hodnotený ako normálny rok. V roku 2013 zrážkový úhrn dosiahol 765,6 mm (119,96% dlhodobého priemeru), čo podľa zaužívanej metodiky zodpovedá vlhkému roku.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Opakovane možno konštatovať, že v najaktívnejšej časti zosuvu (transportačnej a akumulačnej oblasti) nie je možné realizovať merania pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie. Súvisí to s vysokou pohybovou aktivitou svahového pohybu, ktorým došlo k porušeniu inklinometrických pažníc vo vrtoch. V súčasnosti sú podpovrchové deformácie monitorované len v strednej (K-3) a vrchnej (K-5) časti svahu. Namerané hodnoty deformácií v týchto vrtoch môžu však súvisieť aj s inými javmi, než so zosuvným pohybom (blokové pohyby). Namerané hodnoty deformácie poukazujú na mierne zvýšenú pohybovú aktivitu v jednotlivých sledovaných horizontoch.

Geodetickými meraniami sa preukázala zvýšená aktivita svahového pohybu na všetkých bodoch pozorovacej siete. V porovnaní s predchádzajúcim rokom došlo k zásadnému nárastu pohybovej aktivity.

Pri hodnotení režimu podzemnej vody možno konštatovať, že vo všetkých monitorovacích objektoch došlo v porovnaní z rokom 2012 k vzostupu priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody. Táto zmena súvisí s vlhkým obdobím na začiatku roka, hlavne so striedajúcimi sa obdobiami kumulácie a topením snehovej pokrývky, čím sa vytvorili vhodné podmienky infiltrácie atmosférických vôd do horninového prostredia.

Vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality (ohrozenie trasy vysokotlakového plynovodu, štátnej cesty a stožiarov VVN) je i v budúcom roku plánované pokračovať v monitorovacích aktivitách v rovnakom rozsahu ako v roku 2013. Aktuálnym zostáva posúdenie optimálnych možností sanácie zosuvu (v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy), ktorá môže byť v danom geologickom prostredí pomerne komplikovaná.

1.4.5. Lokalita Nižná Myšľa

Stručná charakteristika lokality

V intraviláne obce Nižná Myšľa sa v roku 2010 aktivizovala svahová deformácia, ktorá postihla značnú časť obce. Zosuvy sa aktivizovali v priestore starších potenciálnych zosuvov (Tometz et al., 2010). Zosuvy vznikli v dôsledku mimoriadne nepriaznivých klimatických pomerov.

Počas prieskumných a sanačných prác v rokoch 2010 až 2012 bola v zosuvnom území vybudovaná hustá sieť monitorovacích objektov (inklinometrické a piezometrické vrty). Zároveň boli vybudované i odvodňovacie zariadenia na znižovanie hladiny podzemnej vody.). Podrobný opis zosuvnej lokality je súčasťou správ z predchádzajúcich rokov (Liščák et al., 2012 a 2013), ako aj správ z realizovaných prieskumov (Tometz et al., 2010 a Sláma et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013 na lokalite Nižná Myšľa, sú zhrnuté v tab. 1.11.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

V zosuvnom území sa nachádza 25 inklinometrických vrtov, z ktorých 4 pochádzajú z inžinierskogeologického prieskumu z roku 2010 (Tometz et al., 2010) a 21 z I. etapy sanácie, realizovanej v roku 2012 (Sláma et al., 2012). Inklinometrické merania (nulté meranie) sa začali realizovať už v roku 2011 na sieti štyroch vrtoch, označených INM a neskôr v roku 2012 k nim pribudli vrty označené INK.

V roku 2012 boli realizované tri etapy meraní. Na vrtoch z roku 2011 sa pokračovalo kontrolnými meraniami a na novovybudovaných vrtoch (z roku 2012, označené „INK“) bolo vykonané jedno nulté meranie a dve kontrolné.

Najvýznamnejšia deformácia inklinometrickej pažnice (na štvorici vrtoch z roku 2011 označených „INM“) bola nameraná vo vrtoch INM-2 (marcové meranie – zaznamenaná deformácia 8,81 mm v hĺbke 2,28 m p. t. pod terénom – vrt je situovaný v južnej časti Obchodnej ulice, v odlučnej oblasti zosuvu), INM-5 (augustové meranie – 10,20 mm v hĺbke 3,0 m p. t. – južná časť Hlbokej ulice) a INM-6 (augustové meranie – 2,48 mm v hĺbke 14,08 m p. t. – za budovou základnej školy v severnej časti intravilánu obce).

Inklinometrickými meraniami, ktoré boli realizované vo vrtoch z roku 2012, boli najvýraznejšie podpovrchové deformácie preukázané vo vrtoch, ktoré sa nachádzajú v južnej časti intravilánu obce (októbrové meranie – INK-32 – 2,15 mm v hĺbke 8,86 m p. t., INK-42 – 2,01 mm v hĺbke 4,39 m p. t., INK-44 – 1,35 mm v hĺbke 7,32 m p. t.), pod Mäsiarskou ulicou (INK-16 – 2,42 mm v hĺbke 13,32 m p. t. – decembrové meranie; INK-17 – 2,0 mm v hĺbke 13,3 m p. t. – októbrové meranie) a na svahu pod kostolom (INK-22 – 10,08 mm v hĺbke 4,56 m p. t. – októbrové meranie; obr. 1.26).

V roku 2013 pri porovnaní s predchádzajúcim rokom je možné konštatovať, že došlo k výraznému nárastu pohybovej aktivity v celom zosuvnom území (výnimku tvoria len vrty INK-16, 17 a 22, v ktorých bol nameraný pokles pohybovej aktivity a vrty INK-21 a INM-3, v ktorých sa hodnoty deformácie pohybovali na rovnakej úrovni ako v roku 2012). Počas troch etáp boli najvýraznejšie deformácie namerané počas apríla (vo vrtoch INK-34 – 30,03 mm – v hĺbke 3,5 m; INK-52 – 13,14 mm – v hĺbke 5,5 m; INK-44 – 11,63 mm – v hĺbke 5,5 m; INK-53 – 10,40 mm – v hĺbke 4 m). Počas augustového merania boli najvyššie

deformácie na šmykovej ploche namerané vo vrtoch INM-6 (v hĺbke 10 m – 13,70 mm), INK-32 (v hĺbke 9 m – 12,13 mm). Meraním v prvej polovici novembra bola významná deformácia zaznamenaná vo vrte INK-53 v hĺbke 4 m (18,06 mm). Vysoké hodnoty (nad 5 mm) boli počas jednotlivých etáp namerané aj vo vrtoch INK-32, INK-43, INM-2, INK-52, INK-26, INM-5, INK-42. Azimuty vektorov pohybovej aktivity sú orientované prevažne na Z až SV (čo je v súlade so spádnicou svahu – obr. 1.31).

Celkovo je možné konštatovať, že boli zaznamenané veľmi vysoké hodnoty deformácie, ktoré poukazujú na pretrvávajúcu nestabilitu zosuvného územia.

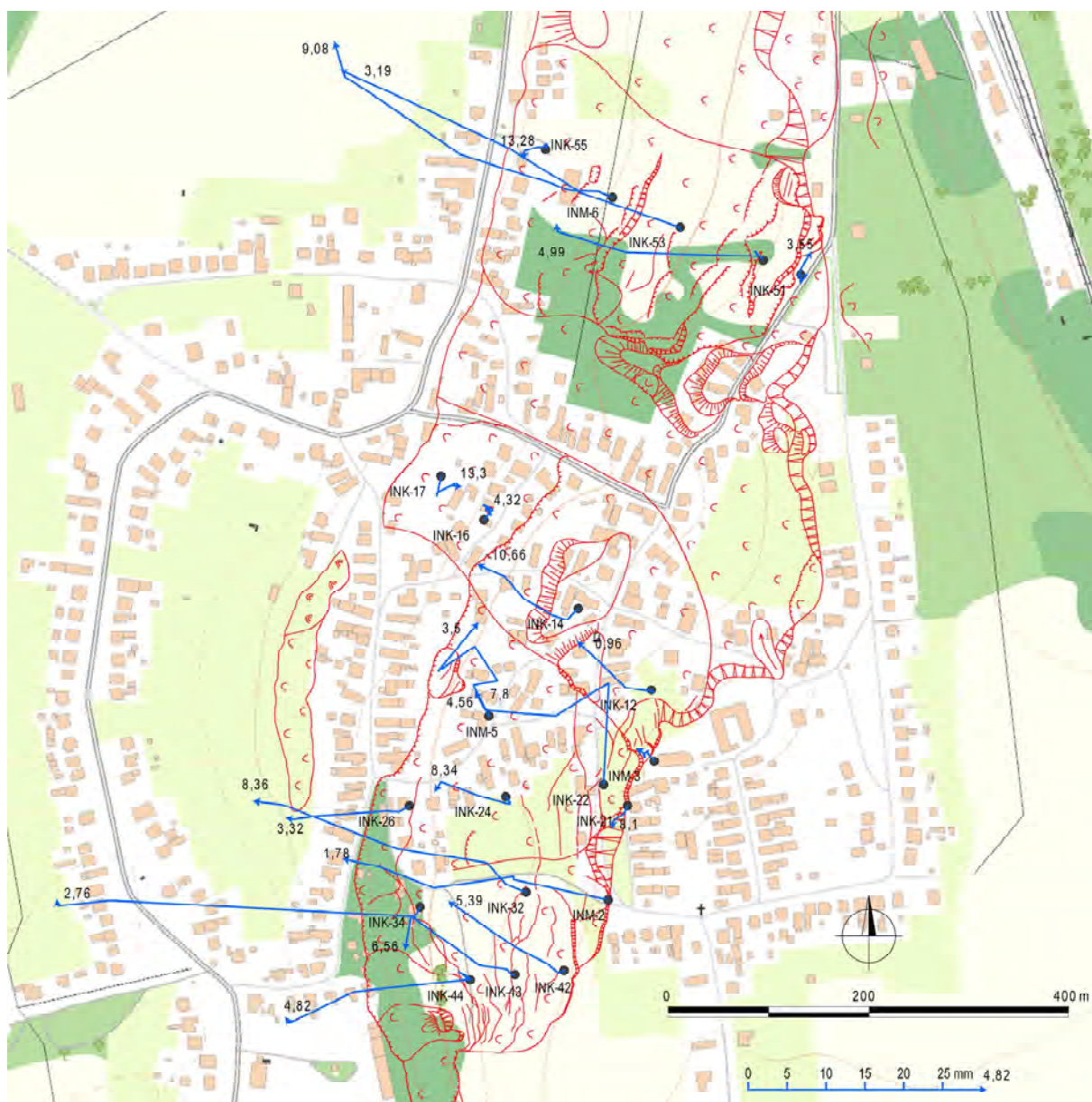
Tab. 1.11 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Nižná Myšľa v roku 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	25	INM-2, 3, 5, 6 INK-12, 14, 16, 17, 21 22, 24, 26, 32, 34, 42, 43, 44, 51, 52, 53, 55	3 (okrem vrto INM-5 – 2 merania a INM-6 – 4 merania) (27. marec, 7. – 8. august, 11. – 12. október, 3. – 4. december)	3 (18. apríl, 19. august, 13. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	51	J-1, JC-1, 2, 3, 4, 5, JJ-1, 2, 3, JK-1, 2, 3, 4, 6, JS-1, 2, 2A, 3, 4, 4A, JV-11, 12, 14, 15, 18, 22, 23, 23A, 23B, 24, 25, 25A, 26, 26A, 27, 31, 33, 35, 41, 42, 43, 43A, 44, 45, 51, 53, 53A, 54A, P-1, 3, 6	9* (30. január, 27. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	38** (1x za týždeň)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	28	INM-1, 2, 3, ST-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 2/1, 2/2, 2/3, 3/1, 3/2, 3/3, 3/4, 4/1, 4/2, 4/3, 5/1, 5/2, 5/3, 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 7/1, 7/2, 7/3	9*** (30. január, 27. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	29** (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	3	Stanice SHMÚ: Čaňa (indikatív 60140) Vyšný Čaj (indikatív 60120) Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok

* – monitorované boli len vrty JJ-1, JJ-2, JK-1, JK-2, JK-4

** – merania sa začali realizovať 4. mája

*** – monitorované boli len vrty HNM-1, HNM-2, HNM-3



Obr. 1.31. Lokalita Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – XII. 12 – IV. 13 – VIII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Sláma et al. 2012), mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2012 sa merania vykonávali v 5 piezometrických vrtoch. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto roku dosiahla 12,09 m pod terénom. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JK-1 (2,31 m). Naopak, najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli namerané vo vrte JJ-2 (0,27 m). Vrt JK-2 bol v roku 2012 suchý. Vo vrte JJ-2 bol pozorovaný zostupný trend hladiny podzemnej vody.

V roku 2012 bola dobudovaná monitorovacia sieť o ďalších 51 vrtov a v roku 2013 sa režimovými meraniami pokračovalo na rozšírenej piezometrickej sieti vrtov (obr. 1.33). Pri porovnaní s rokom 2012 (na pôvodnom súbore vrtov) došlo k nárastu hladiny podzemnej vody o 0,7 m a v roku 2013 dosiahla priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody 11,39 m pod terénom. V rozšírenom súbore vrtov začali systematické merania až v máji. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v týchto vrtoch dosiahla hĺbku 8,5 m pod terénom. Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrtach JV-54A (6. júna – 0,5 m pod terénom), JC-4 (5. júna – 0,8 m pod terénom), JS-2A (5. júna – 0,87 m pod terénom). Vo vrte JS-2A bola nameraná zároveň aj najhlbšia hladina podzemnej vody (21. novembra – 19,62 m pod terénom), a teda celkové kolísanie v tomto vrte dosiahlo až 18,75 m. Vrty JJ-3, JV-23B, JV-26 a P-6 boli buď celé, alebo značnú časť monitorovaného obdobia suché.

Vzhľadom na skutočnosť, že systematické monitorovanie hladiny podzemnej vody začalo až v máji, nebolo možné priamo zachytiť vplyv klimatických pomerov zimného a jarného obdobia na zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody.

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V zosuvnom území boli v prvej polovici februára nainštalované štyri automatické hladinomery (obr. 1.33). Prvý – JV-17 – sa nachádza v akumuláčnej oblasti zosuvu v blízkosti ulice Družstevná; druhý bol osadený do vrtu JV-22, v odľučnej časti zosuvu v južnej časti obce pod kostolom; tretí do vrtu JV-44, v južnej časti obce (aktuálne bez zástavby, nad poľnohospodárskymi objektmi) a nakoniec posledný, štvrtý, bol umiestnený do vrtu JV-54, ktorý je na svahu za základnou školou.

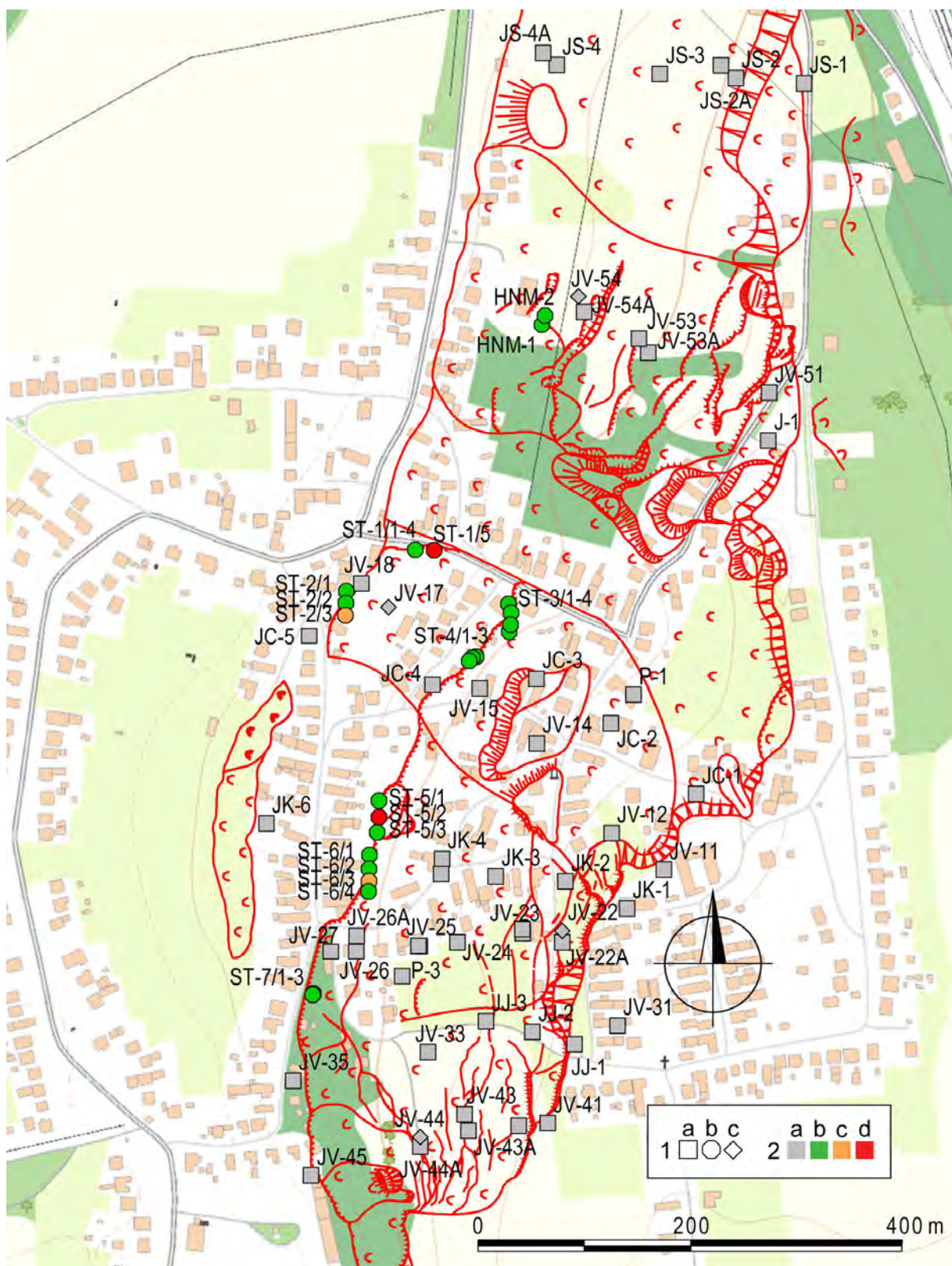
Vo vrte JV-17, na základe záznamov z obdobia od 12. februára do konca roka 2013, dosiahla hladina podzemnej vody maximálnu úroveň 8. apríla (4,89 m pod terénom – obr. 1.34). Minimálna úroveň bola nameraná 31. októbra (7,56 m pod terénom), a teda celkové zmeny hĺbky v tomto vrte dosiahli 2,67 m. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hodnotu 6,62 m pod úrovňou terénu.

Vo vrte JV-22 počas rovnakého obdobia bola maximálna úroveň nameraná 10. júna (5,84 m pod terénom – obr. 1.34) a minimálna úroveň 30. decembra (7,25 m pod terénom). Celkové zaznamenané kolísanie v tomto vrte prestavalo 1,41 m a priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 6,56 m pod úrovňou terénu.

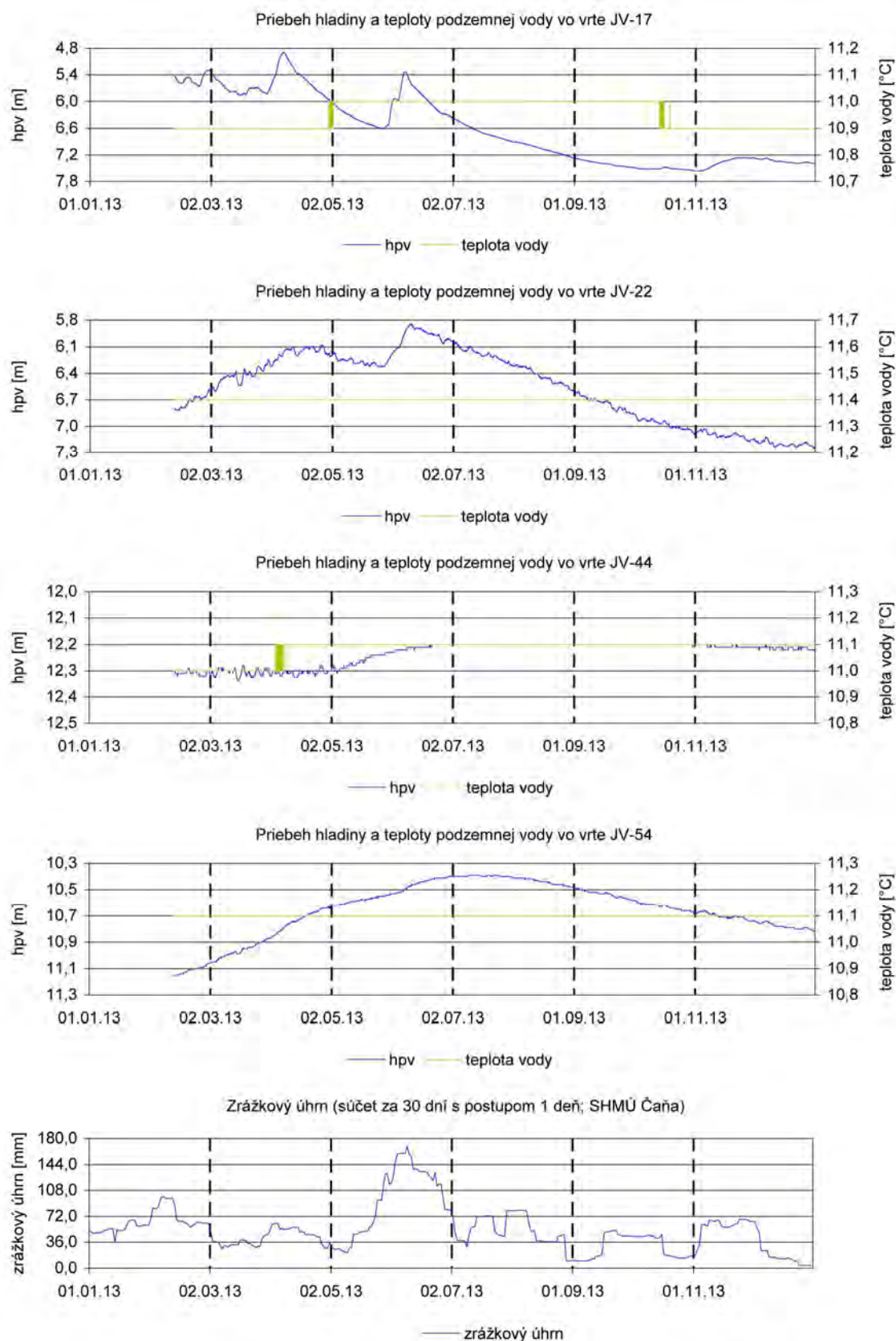
Vo vrte JV-44 boli počas monitorovaného obdobia pozorované len nepatrné zmeny (obr. 1.34). Maximálna hladina podzemnej vody, nameraná 20. júna, sa nachádzala na úrovni 12,20 m pod terénom a minimálna, zaznamenaná 13. marca, len o 0,14 m hlbšie, teda 12,34 m pod terénom. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla 12,23 m pod úrovňou terénu.

V poslednom vrte JV-54 bola maximálna úroveň nameraná 10. júla na úrovni 10,39 m pod terénom a minimálna úroveň 12. februára v hĺbke 11,15 m pod terénom (obr. 1.34). Celková amplitúda zmien vo vrte dosiahla 0,76 m a priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody predstavovala hĺbku 10,63 m pod úrovňou terénu.

Vo všetkých štyroch vrtoch boli namerané len veľmi malé zmeny teploty podzemnej vody, čo indikuje jej hlbší obeh.



Obr. 1.33. Lokalita Nižná Myšľa – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania a semikvantitatívne hodnotenie výdatností odvodňovacích vrtov. 1 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – subhorizontálne odvodňovacie vrty, c – vrty s automatickými hladinomermi, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); červená línia – ohraničenie zosuvu (Sláma et al. 2012), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.34. Záznamy automatických hladinomerov na lokalite Nižná Myšľa za rok 2013. Zmeny úrovne hladiny podzemnej vody a jej teploty, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a hodnotami teploty vzduchu nameranými na stanici SHMÚ Čaña (indikatív 60140)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2012 a 2013 boli okrem zmien hĺbky hladiny podzemnej vody sledované i výdatnosti odvodňovacích zariadení (príl. 1.5, obr. 1.33). V roku 2012 sa merania vykonávali len na odvodňovacích vrtov, ktoré boli vybudované ako okamžité protihavarijné opatrenie. Tieto vrty boli však počas realizovaných meraní suché. Dôvodom môže byť už zmienený zrážkový deficit, zaznamenaný v roku 2011 a čiastočne i v roku 2012 (prvá polovica). Avšak veľmi nízka výdatnosť odvodňovacích vrtov a najmä skutočnosť, že vrty sú prevažnú časť monitorovaného obdobia suché, poukazuje na ich nízku efektívnosť.

Od roku 2013 sú pozorované aj odvodňovacie zariadenia vybudované počas prvej etapy sanácie. Monitorovanie sa podobne ako v prípade meraní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody začalo vykonávať až v máji.

Najvyššia priemerná výdatnosť bola dosiahnutá vo vrte ST-5/2 ($4,01 \text{ l.min}^{-1}$). Tento vrt sa nachádza v akumuláčnej časti zosuvu medzi Družstevnou a Hlbokou ulicou. Maximálna výdatnosť v tomto vrte bola zaznamenaná 13. júna s hodnotou $7,5 \text{ l.min}^{-1}$.

Medzi vrty, v ktorých bola priemerná výdatnosť vyššia ako 2 l.min^{-1} , možno zaradiť ešte aj ST-1/5, ST-2/3, ST-6/3. V ostatných vrtov sú priemerné hodnoty výdatnosti nižšie ako 1 l.min^{-1} , pričom vo väčšine prípadov sa blížila k nulovému prietoku (vrty ST-3/3, ST-3/4, ST-7/1 a ST-7/2 boli počas všetkých meraní suché a vo vrtov ST-3/1, ST-3/2, ST-4/1, ST-4/3, ST-6/2, ST-7/3 bolo zaznamenané maximálne len kvapkanie). Vzhľadom na skutočnosť, že zimné obdobie bolo bohaté na zrážky, uvedené prietoky odvádzanej vody zo zosuvného územia je možné hodnotiť ako veľmi nízke.

Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov v roku 2013 dosiahla hodnotu $17,01 \text{ l.min}^{-1}$.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňajú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Čaňa. V roku 2012 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 651,3 mm a v roku 2013 klesol na 631,1 mm, čo je o 20,2 mm menej ako v predchádzajúcom roku.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Pri režimových pozorovaniach bolo možné (v súbore vrtov, ktoré sú sledované dlhšiu dobu) pozorovať nárast priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody. Režimové merania v novovybudovaných vrtov poukazujú na stabilne nepriaznivé oblasti v okolí vrtov JV-54A, JC-4, JS-2A. Piezometrická úroveň hladiny podzemnej vody v týchto častiach zosuvného územia vystupuje do blízkosti úrovne terénu, čo vplýva nepriaznivo na stabilitu zosuvného telesa. Pri hodnotení výdatnosti odvodňovacích zariadení možno konštatovať, že len 6 sledovaných vrtov nepretržite odvádzalo podzemnú vodu, ostatné boli skoro celý rok suché, príp. v nich bolo pozorované kvapkanie.

Vzhľadom na skutočnosť, že systematické monitorovanie režimových ukazovateľov začalo až v máji, nebolo možné priamo zachytiť vplyv klimatických pomeroch na zmeny hladiny podzemnej vody. Vplyv jarých zrážok a topenie snehovej pokrývky sa však odrazili na vysokých hodnotách pohybovej aktivity, ktorá je sledovaná metódou presnej inklinometrie. Počas jarnej etapy meraní boli zaznamenané najvyššie hodnoty deformácií (za celé monitorované obdobie) v oblasti viacerých monitorovacích objektoch. Za extrémnu hodnotu (na hranici merateľnosti) možno považovať deformáciu vo vrte INK-34. Tento vrt sa nachádza v juhovýchodnej časti zosuvného územia. Kontrolnými meraniami počas augusta a novembra bol vo viacerých vrtov zaznamenaný pokles pohybovej aktivity. I napriek tejto skutočnosti je možné konštatovať, že zosuvné územie je naďalej pohybovo aktívne.

Na podkladoch klimatických ukazovateľov zo stanice SHMÚ Čaňa a výsledkov doteraz realizovaných monitorovacích meraní sa ukazuje pomerne tesná korelácia medzi zvýšenými zrážkovými úhrnmi a nárastom hodnôt deformácie (sledovanej metódou presnej inklinometrie).

Monitorované územie v súčasnosti predstavuje oblasť, v ktorej zosuv ohrozuje veľké množstvo rôznych objektov technosféry, ale najmä značnú časť obyvateľov obce Nižná Myšľa. Z tohto dôvodu plánujeme pokračovať v monitorovacích aktivitách v rovnakom rozsahu a frekvencii ako v roku 2013. V tejto súvislosti sa budeme usilovať o pokračovanie v spolupráci s miestnym zastupiteľstvom obce pri zabezpečovaní monitorovania režimových ukazovateľov. Zároveň plánujeme rozšíriť monitorovacie aktivity o novú progresívnu metódu založenú na technológii InSAR, vďaka ktorej bude možná celoplošná identifikácia pohybovej aktivity.

1.4.6. Lokalita Kapušany

Stručná charakteristika lokality

Zosuv v obci Kapušany postihuje JV svah pod Kapušianskym hradom. Pri aktivizácii tohto zosuvu došlo k porušeniu niekoľkých rodinných domov, z ktorých viaceré museli byť asanované.

Zosuvné územie sa monitoruje od roku 2012. Inklinometrické merania sa na lokalite začali vykonávať prakticky bezprostredne (august 2012 – nulté meranie) po vybudovaní monitorovacích objektov. V jarňých mesiacoch roku 2013 sa začalo s vykonávaním režimových pozorovaní (na piezometrických vrtoch a odvodňovacích zariadeniach). Podrobný opis zosuvnej lokality je súčasťou správ z predchádzajúcich rokov (Liščák et al., 2012 a 2013), ako aj správ z realizovaných prieskumov (Laffers et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Na lokalite Kapušany boli monitorovacie aktivity v rokoch 2012 a 2013 orientované na merania metódou presnej inklinometrie a režimové pozorovania. Termíny realizácie meraní sú zhrnuté v tab. 1.12.

Tab. 1.12 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kapušany v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	10	INK-1, INK-2, INK-3, INK-4, INK-5, INK-7, INK-8, INK-9, INK-10, INK-12	3 (9. august, 13. a 15. október, 5. december)	3 (20. apríl, 25. júl, 11. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	13	KI-12, 13, 14, 15, 17, PRI-6, V-POZ-1, 10, 2, 3, 4, 5, 7		16 (2x za mesiac)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	V-1, 2,		13 (2x za mesiac)
	2	VT-1, 2		3 (18. október, 22. november, 17. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59220)	Denné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

V roku 2012 boli na lokalite vykonané tri etapy inklinometrických meraní (príl. 1.6). Najvýraznejšia deformácia inklinometrickej pažnice bola zaznamenaná počas prvej kontrolnej etapy (august – október) vo vrte INK-3 (v hĺbke 10,59 m p. t. bola zaznamenaná deformácia 4,6 mm – obr. 1.35). O niečo nižšia pohybová aktivita bola zaznamenaná i vo vrtoch INK-7 (7,38 m p. t. – 1,4 mm) a INK-10 (2,23 m p. t. – 1,82 mm; obr. 1.30). Vo vrtoch INK-5, INK-

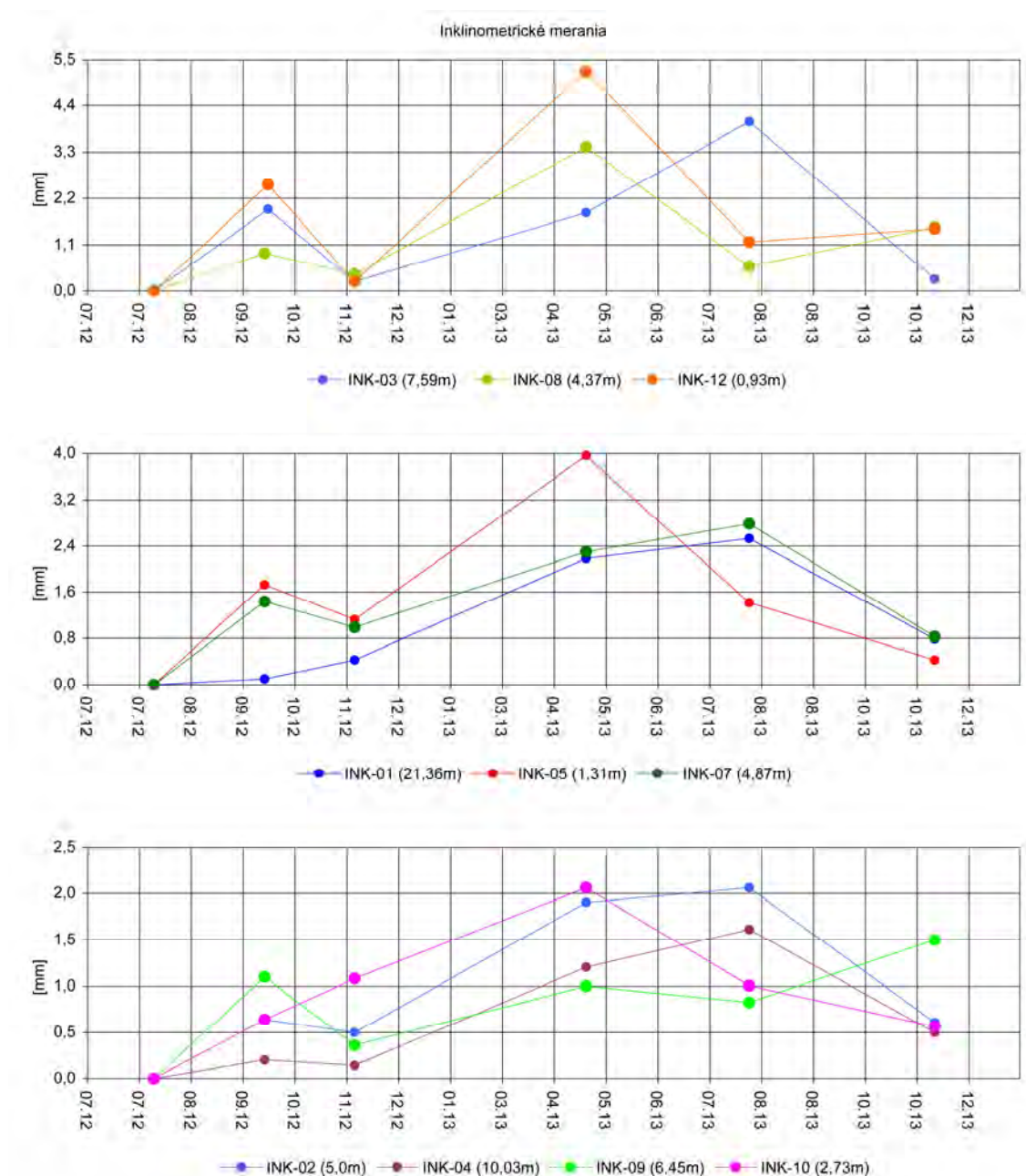
9 a INK-12 sa preukázala zvýšená pohybová aktivita len v najvrchnejšom horizonte (do hĺbky cca 2,5 m p. t.). Najvyššia pohybová aktivita bola sústredená do centrálnej časti zosuvu.



Obr. 1.35. Lokalita Kapušany – výsledky inklinometrických meraní za obdobie VIII. 12 – X. 12 – XII. 12 – IV. 13 – VII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Laffers et al., 2012); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k nárastu pohybovej aktivity. Najväčšia deformácia bola nameraná vo vrte INK-12 relatívne plytko pod terénom (počas aprílového merania – 5,22 mm; cca 4,5 mesiaca od poslednej etapy obr. 1.35 a 1.36). Vo vrtoch INK-3, INK-5 a INK-8 boli zvýšené hodnoty deformácie namerané počas júrovej etapy (vektory deformácií sa nachádzali v intervale od 3,42 do 4,96 mm). V ostatných

monitorovaných vrtoch, v hĺbkach predpokladaných šmykových plôch, nepresiahli namerané deformácie hodnotu 3 mm.

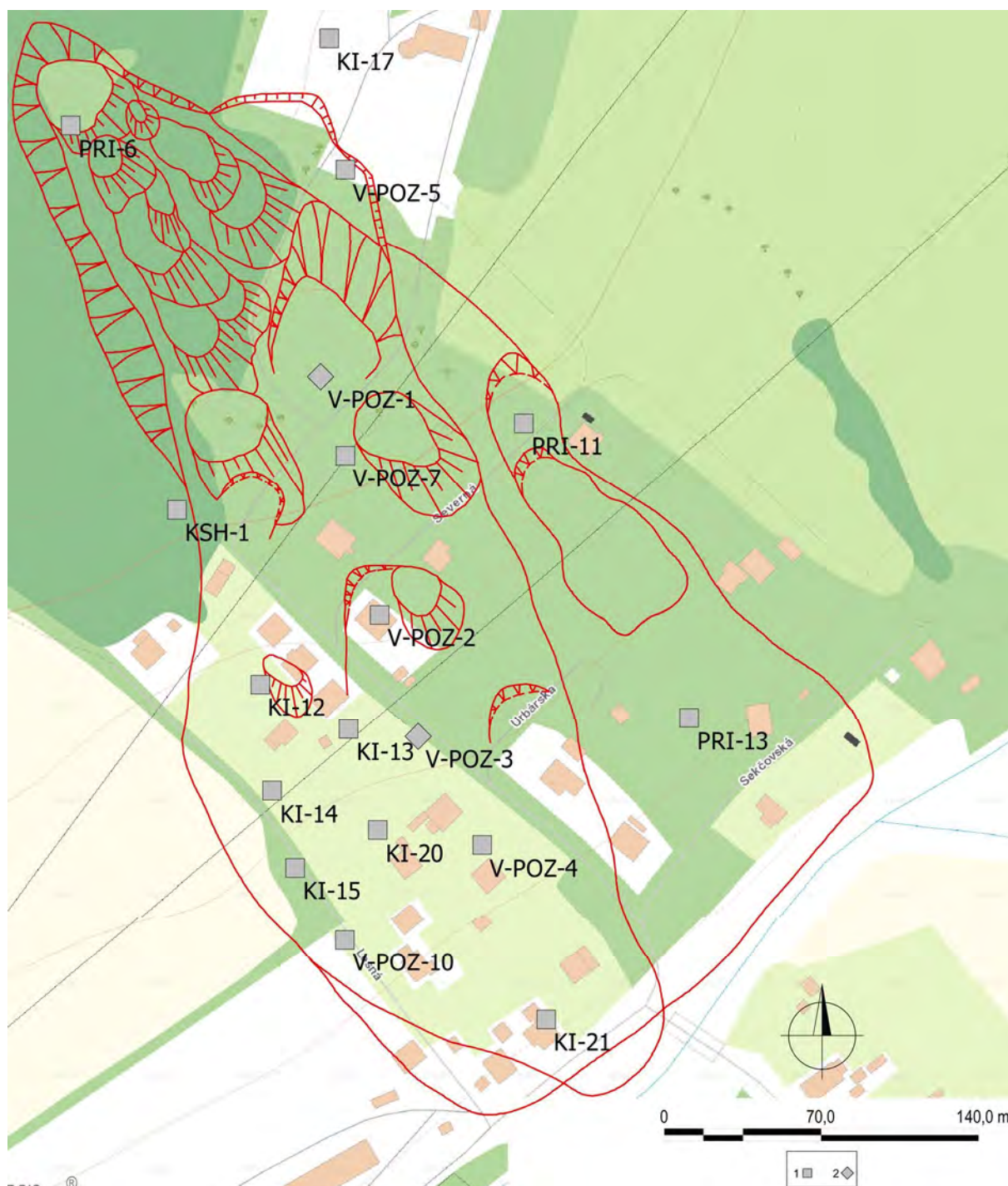


Obr. 1.36. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Kapušany

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 13 vrtoch s frekvenciou cca 2-krát za mesiac (obr. 1.37). Merania sa vykonávajú od februára 2013. V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 5,75 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte V-POZ-3 (2,12 m) a naopak minimálne zmeny boli namerané vo vrte PRI-6 (0,05 m). Najvyššie, teda najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte V-POZ-10 4. apríla (0,82 m pod terénom). Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané prevažne v apríli (V-POZ-10, V-POZ-5, KI-12, V-POZ-1, KI-13, V-POZ-2), ojedinele však i v auguste. Relatívne hlboko pod terénom sa

nachádza hladina podzemnej vody vo vrte V-POZ-4. Maximálny stav v tomto vrte bol zaznamenaný 3. mája (5,89 m pod povrchom terénu) a naopak, minimálny 17. decembra (7,96 m p. t. – obr. 1.38).

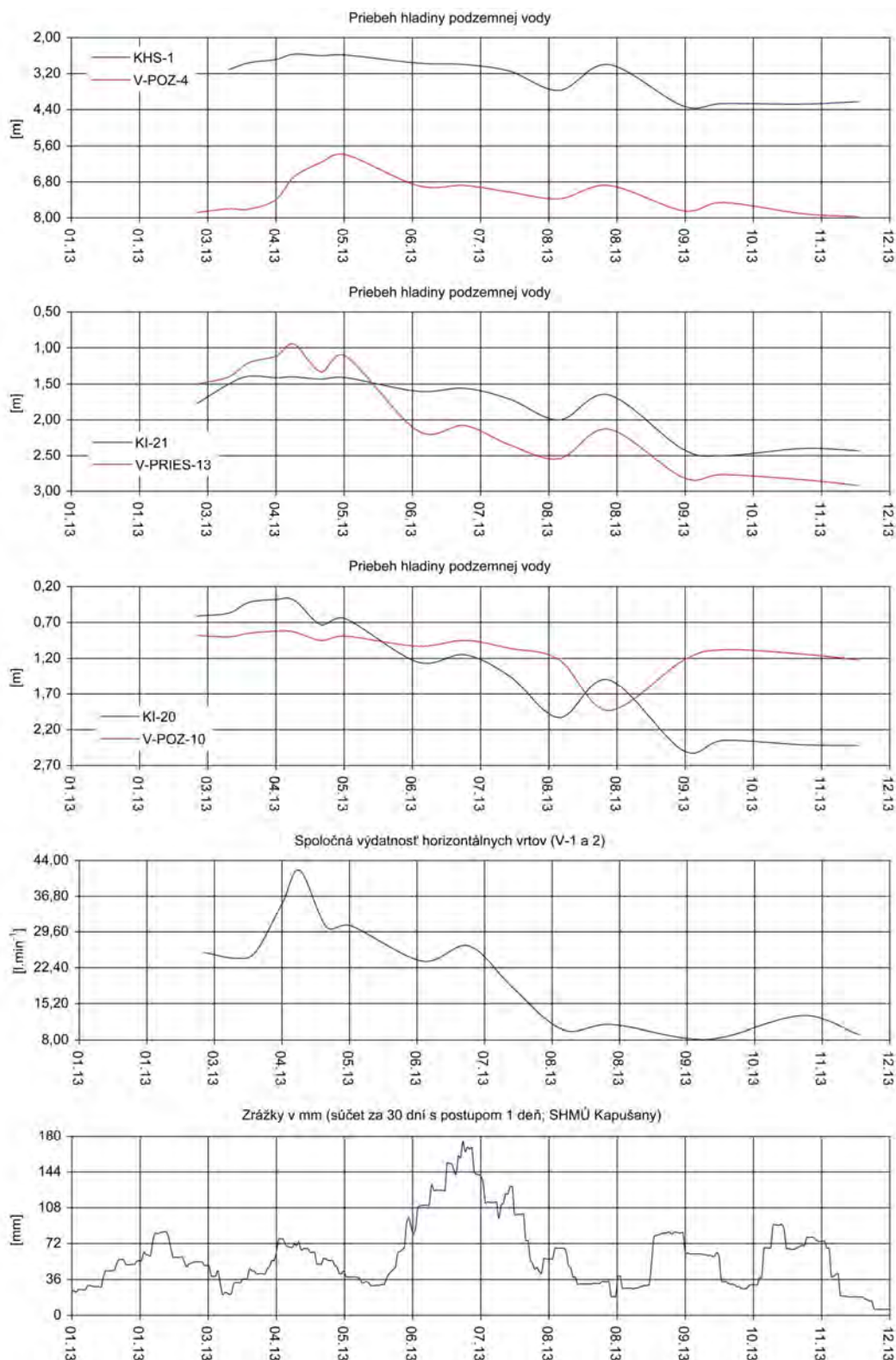


Obr. 1.37. Lokalita Kapušany – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. 1 – pozorované vertikálne vrty, 2 – vrt s automatickým hladinomerom; červená línia – ohraničenie zosuvu (Laffèrs et al., 2012); mapový podklad: ZBGIS®

Vo februári bol do vrtu V-POZ-3 inštalovaný automatický hladinomer. Merania v tomto vrte boli realizované do konca septembra. Kontinuálne merania však nepreukázali prakticky žiadne zmeny a preto bol 30. septembra automatický hladinomer premiestnený do vrtu V-POZ-1.

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2013 sa okrem zmien hĺbky hladiny podzemnej vody začala pozorovať aj veľkosť prietokov z odvodňovacích zariadení (obr. 1.38, príl. 1.6). Merania sa začali v druhej polovici februára, pričom systematicky sú merané len vrty V-1 a V-2.



Obr. 1.38. Výsledky režimových pozorovaní vo vybratých vrtoch na lokalite Kapušany

V roku 2013 dosiahla priemerná sumárna výdatnosť pozorovaných vrtov $21,41 \text{ l.min}^{-1}$. Maximálna výdatnosť bola zaznamenaná vo vrte V-2 počas aprílového merania (10. apríla – 30 l.min^{-1}); naopak, minimálna výdatnosť bola zaznamenaná vo vrte V-1 30. septembra ($1,71 \text{ l.min}^{-1}$).

e/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Kapušany sú opísané v rámci lokality Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite Kapušany bol metódou presnej inklinometrie, v porovnaní s predchádzajúcim rokom, zaznamenaný nárast pohybovej aktivity zosuvného telesa. Najvyššia aktivita bola pozorovaná v centrálnej časti zosuvu (okolie vrtu INK-3, ale tiež vo vrtoch INK-7 a INK-10). Pri hodnotení režimových ukazovateľov boli vo všeobecnosti maximálne hladiny podzemnej vody zaznamenané prevažne v apríli. K povrchu sa najbližšie hladina podzemnej vody dostala vo vrte V-POZ-4 počas májového merania. Merania výdatnosti odvodňovacích vrtov, ktoré sa vykonávajú len na dvoch objektoch, poukázali na klesajúci trend hladiny podzemnej vody.

Za účelom zvýšenia kvantity, ale najmä kvality informácií o zmenách hĺbky hladiny podzemnej vody, bol do vrtu V-POZ-3 vo februári 2013 inštalovaný automatický hladinomer. Zo získaných výsledkov osemmesačnej prevádzky tohto zariadenia vyplynulo, že monitorovaný piezometrický vrt nie je vhodný na režimové pozorovania. Z tohto dôvodu bol hladinomer preložený do vrtu V-POZ-1, ktorý sa nachádza v odľučnej časti zosuvu.

Vzhľadom na vysokú socio-ekonomickú hodnotu ohrozených objektov je i v roku 2014 plánované pokračovať v monitorovacích meraniach v podobnom rozsahu a frekvencii ako v roku 2013.

1.4.7. Lokalita Handlová-Žiarska ulica

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza v južnej časti extravilánu mesta Handlová, na Žiarskej ulici. Ide o reaktivovanú svahovú poruchu, ktorá vznikla nad štátnou cestou spájajúcou mestá Handlová a Žiar nad Hronom. Zosuv poškodil lesný porast a predstavuje priamu hrozbu porušenia viacerých domov nachádzajúcich sa v jeho blízkosti.

Počas prieskumných prác boli na lokalite vybudované dva prieskumné vrty – jeden piezometrický (JH-1) a jeden inklinometricko-piezometrický (JH-2). Vysoká pohybová aktivita zosúvajúcej sa masy hornín vytvorila kritickú deformáciu inklinometrickej pažnice, v dôsledku čoho je vrt JH-2 v súčasnosti nepriechodný pre inklinometrickú sondu a jeho pohybová aktivita sa sleduje geodeticky, metódou GNSS. Merania sa realizujú na upravenej ochrannnej pažnici vrtu. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Vrábel' a Mokrá, 2010), ako aj správy Liščák et al., (2011).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Na lokalite sa realizujú režimové pozorovania hladiny podzemnej vody a merania pohybovej aktivity metódou GNSS; počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013 na lokalite Handlová-Žiarska ulica, sú zhrnuté v tab. 1.13.

Tab. 1.13 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Žiarska ul. v roku 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Geodetické	2	P14 (pevný bod), JH-2	2 (22. marec, 8. november)	1 (7. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	JH-1	50 (1x za týždeň)	26 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok

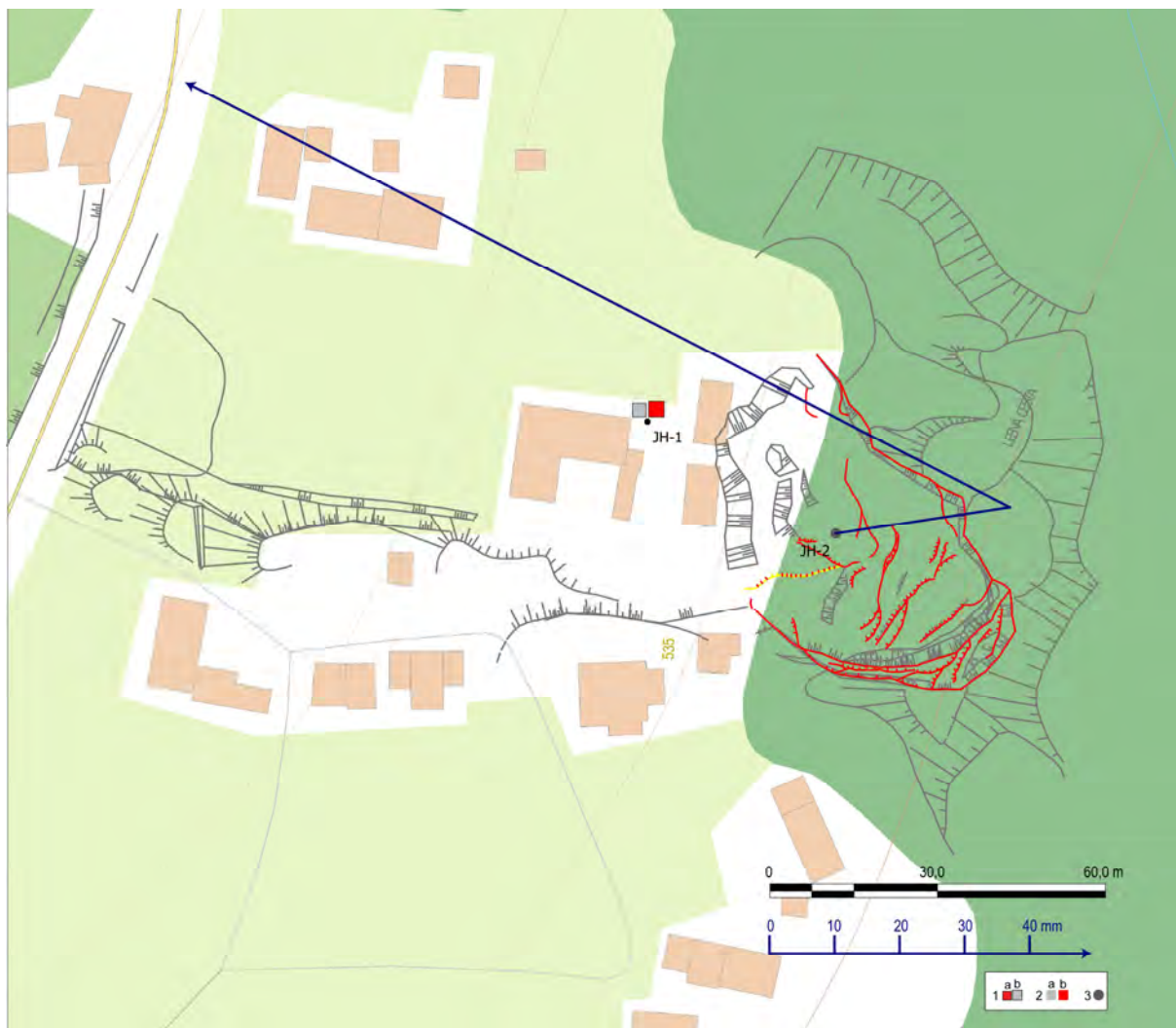
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Geodetické merania

Meraný bod v období medzi jeho vybudovaním a nultým meraním prekonal trajektóriu, ktorej vektor dosahuje až prvé dĺžkové metre. Táto skutočnosť ilustruje veľmi vysokú aktivitu v období vzniku zosuvu. V roku 2012 boli na lokalite vykonané dve etapy geodetických meraní. Vyššia pohybová aktivita sledovaného bodu bola zaznamenaná počas novembrového merania. V polohovom smere bola zaznamenaná zmena 24,9 mm (obr. 1.39) a vo vertikálnom smere zostupný pohyb s veľkosťou 64,35 mm.

V roku 2013 výsledky meraní technológiou GNSS poukazujú na značnú pohybovú aktivitu sledovaného bodu (až 131 mm v polohovom smere – obr. 1.39), avšak vzhľadom na hĺbku zabudovania monitorovacieho bodu nie je možné namerané pohyby považovať za

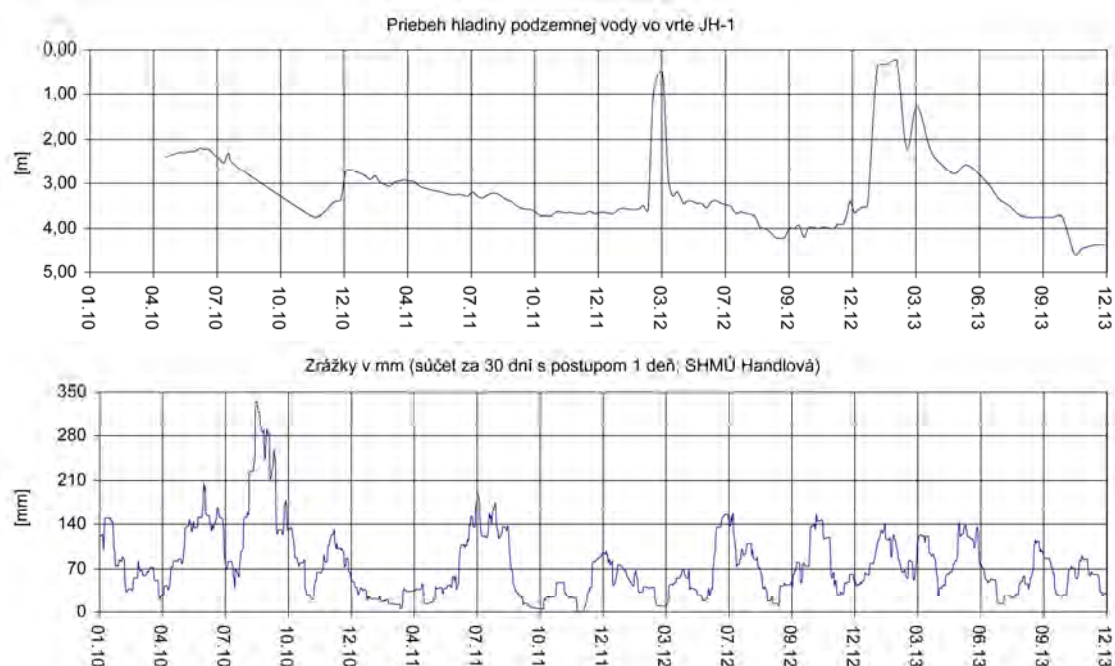
reprezentatívne. Merania sa totiž vykonávajú na ochrannej pažnici inklinometrického vrtu, ktorý bol v minulosti „ustrihnutý“ v dôsledku mimoriadnej pohybovej aktivity zosuvného telesa. Namerané zmeny polohy monitorovacieho bodu súvisia prevažne so zmenou jeho sklonu, menej však s pohybovou aktivitou zosuvného telesa. Z tohto dôvodu navrhujeme na lokalite vybudovať kvalitnú monitorovaciu sieť, ktorá by podávala dôveryhodné informácie o pohybovej aktivite.



Obr. 1.39. Lokalita Handlová-Žiarska ul. – výsledky geodetických (za obdobie III. 12 – XI. 12 – XI. 13) a režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – semikvantitatívne hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6: a – nehodnotený, b – nepriaznivý stabilitný stav, 3 – objekt (vrt) na ktorom sa aplikuje GNSS metóda; červená línia – ohraničenie aktívneho zosuvu (Vrábel a Mokrá, 2010), mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové merania sa realizujú vo vrte JK-1, ktorý je situovaný pod aktívnou časťou zosuvu (obr. 1.39 a 1.40). V roku 2012 dosiahli zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody amplitúdu 3,72 m. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody predstavovala 3,51 m pod úrovňou terénu. Najvyšší stav hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný 2. apríla (0,5 m p. t.). Išlo o veľmi náhle stúpnutie hladiny podzemnej vody. Naopak, najhlbšia hladina podzemnej vody bola nameraná 17. septembra (4,22 m p. t.).



Obr. 1.40. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2010 – 2013) vrte JH-1 na lokalite Handlová-Žiarska ul., spolu so zrážkovými úhrnmi zo stanice SHMÚ Handlová

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpala o 0,51 m dosiahla hĺbku 3,00 m pod úrovňou terénu. Celkové zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody dosiahli hodnotu 4,32 m, pričom najvyšší stav hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný 4. marca (0,25 m p. t.) a naopak, najhlbší 14. novembra (4,57 m p. t.).

Maximálny stav zaznamenaný v roku 2013 je najvyšší za celé monitorované obdobie (od roku 2010). Mimoriadne intenzívny bol v tomto období aj nárast hladiny podzemnej vody. V priebehu 14 dní hladina podzemnej vody stúpala až o 3,12 m. Po marcovom maximálnom stave mala hladina podzemnej vody prevažne klesajúci trend, ktorý bol prerušovaný miernymi vzostupmi.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SUMÚ Handlová sú opísané v rámci lokality Handlová-Morovnianske sídlisko a na stanici SHMÚ Handlová-totalizátor v rámci lokality Handlová-Kunešovská cesta.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite Handlová-Žiarska ulica bolo možné pozorovať počas hodnoteného roka pokračujúce výrazné prejavy pohybovej aktivity, ktoré ale do určitej miery sú odrazom nedostatočnej stabilizácie sledovaného bodu (veľmi malá hĺbka zabudovania monitorovaného bodu – ochranná pažnica inklinometrického vrtu). Z tohto dôvodu plánujeme na tejto lokalite ukončiť merania metódou GNSS. Naďalej však plánujeme pokračovať v režimových pozorovaniach hĺbky hladiny podzemnej vody.

1.4.8. Lokalita Dolná Mičiná

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza na severnom okraji obce Dolná Mičiná, približne 10 km južne od Banskej Bystrice. V súvislosti s aktivizáciou zosuvu bol v roku 1995 v území realizovaný inžinierskogeologický prieskum (Jadroň et al., 1998) a v lete o rok neskôr rozsiahla sanácia svahu (prísypy, zárubný a oporný múr). Súčasťou prieskumných a sanačných prác bolo vybudovanie siete monitorovacích objektov, na ktorej sa systematický monitoring uskutočňuje prakticky od začiatku prieskumných prác (jar 1995). Detailnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu Jadroň et al., (1998), ako aj správ z predošlých rokov (Liščák et al., 2012 a 2013).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013 na lokalite Dolná Mičiná, sú zhrnuté v tab. 1.14.

Tab. 1.14 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Dolná Mičiná v rokoch 2012 a 2013

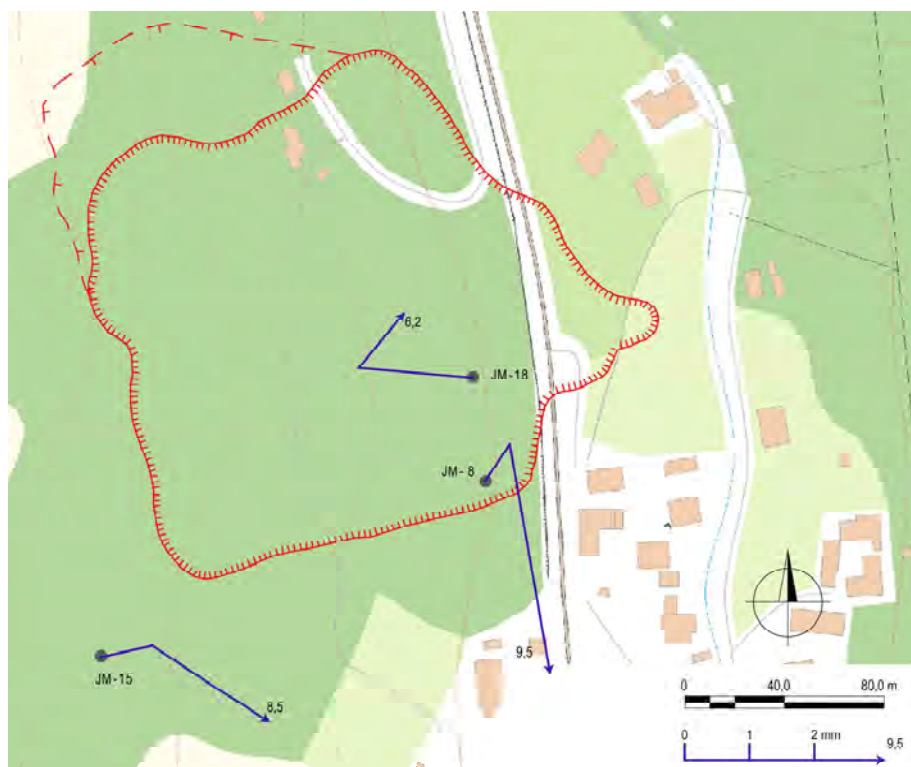
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	3	JM-8, JM-15, JM-18	1 (17. júl)	1 (10. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	13	JM-2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19	6 (25. apríl, 25. máj, 6. jún, 21. august, 23. október, 6. november)	5 (4. apríl, 18. apríl, 5. september, 10. október, 5. december)
	1	JM-6 automatický hladinomer	Kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	HV-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	6 (25. apríl, 25. máj, 6. jún, 21. august, 23. október, 6. november)	5 (4. apríl, 18. apríl, 5. september, 10. október, 5. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Banská Bystrica (indikatív 34300)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

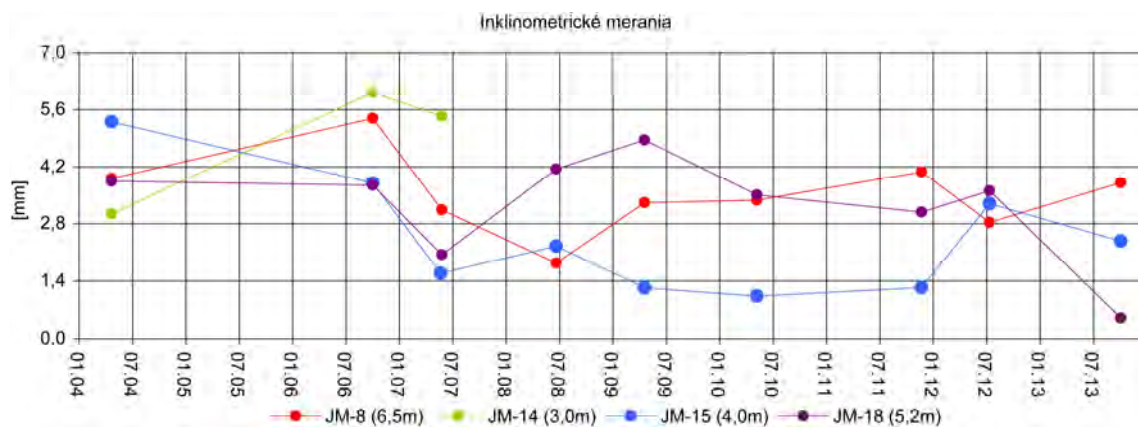
V roku 2012 najväčšie deformácie inklinometrickej pažnice boli namerané v juhozápadnej časti zosuvného územia nad odlučnou hranou zosuvu vo vrte JM-15 (v hĺbke 5,0 m p. t. – deformácia 3,40 mm). O niečo menšie deformácie boli namerané vo vrtoch JM-18 (v hĺbke 14,7 m p. t. – deformácia 3,06 mm – vrt sa nachádza priamo nad stabilizačným

prísypom), JM-8 (v hĺbke 7,0 m p. t – deformácia 2,83 mm – vrt sa nachádza v južnej časti zosuvu nad stabilizačným prísypom – obr. 1.41).



Obr. 1.41. Lokalita Dolná Mičiná – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XI. 11 – VII. 12 – X. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenanéj deformácie od povrchu terénu v m); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 došlo k významnej aktivizácii svahového pohybu vo vrte JM-8. V období od júla 2012 do októbra 2013 bola v hĺbke 9,5 m pod terénom zaznamenaná deformácia inklinometrickej pažnice s hodnotou 7,0 mm a v hĺbke 8,0 m pod terénom 5,77 mm (obr. 1.41). Pomerne vysoká hodnota deformácie bola nameraná i vo vrte JM-15 v hĺbke 8,5 m pod terénom (4,12 mm). Uvedené deformácie je možné z dlhodobého hľadiska hodnotiť ako veľmi významné, pričom veľkosť nameraných vektorov v daných vrtoch a hĺbkach je odrazom nepriaznivých stabilitných pomerov v hodnotenom období. Namerané deformácie v sledovaných horizontoch vrtu JM-18 len nepatrne presiahli hodnotu 2,0 mm (obr. 1.41).



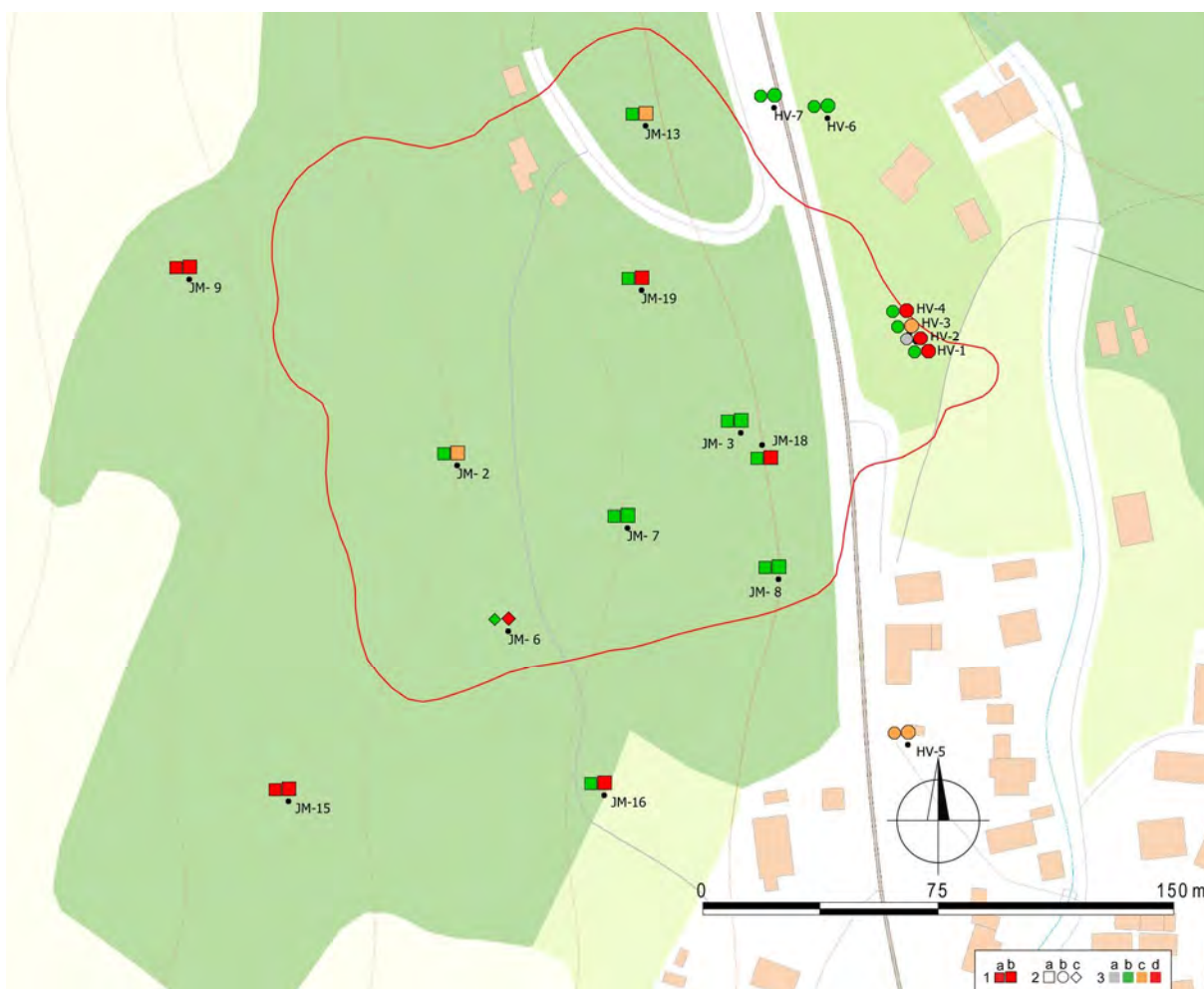
Obr. 1.42. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny hodnôt deformácie inklinometrickej pažnice na lokalite Dolná Mičiná

Z dlhodobého hľadiska boli za posledných desať rokov namerané významné deformácie (na sledovaných šmykových plochách – obr. 1.42) vo vrtoch JM-14 (6,02 mm – 4. októbra 2006), JM-8 (5,39 mm – 4. októbra 2006), JM-15 (5,3 mm – 22. apríl 2004) a JM-18 (5,2 mm – 22. apríl 2009). Okrem týchto deformácií viacero významných vektorov bolo zaznamenaných i v aktuálne hodnotenom roku 2013 (príl. 1.8).

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

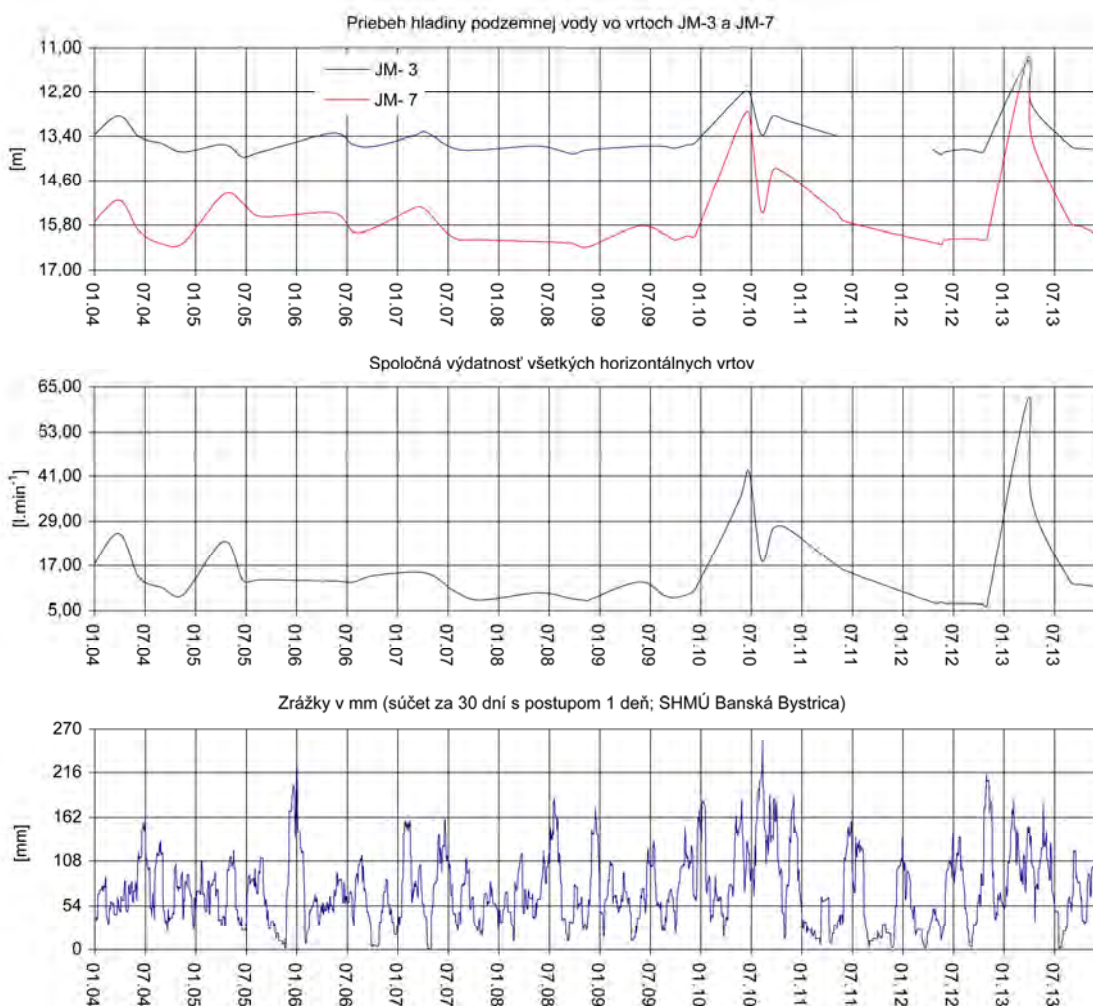
V roku 2012 bolo na zosuve v Dolnej Mičinej vykonaných 6 meraní hĺbky hladiny podzemnej vody. Priemerná hladina podzemnej vody vypočítaná z funkčných vrtov dosiahla hodnotu 14,71 m pod povrchom terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrte JM-2 (0,91 m) a naopak, minimálne zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrtoch JM-10, 11, 14 a 7 (max. 0,15 m).



Obr. 1.43. Lokalita Dolná Mičina – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, c – vrty s automatickými hladinomermi, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); mapový základ: ZBGIS®

V roku 2013 bolo na zosuve v Dolnej Mičinej vykonaných 5 meraní hĺbky hladiny podzemnej vody. Pozornosť sústreďujeme výlučne len na objekty, ktoré sú funkčné (teda nie sú upchané), takže z celkového počtu 13 pozorovacích vrtov bolo monitorovaných len 10

(obr. 1.43). Priemerná hladina podzemnej vody vypočítaná z funkčných vrtov oproti roku 2012 výrazne stúpla, a to až o 3,08 m a v roku 2013 dosiahla hodnotu 11,631 m pod povrchom terénu (avšak vzhľadom na nízku frekvenciu meraní je tento údaj len orientačný). Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrtoch JM-16 (19,27 m), JM-15 (17,47 m) a JM-9 (13,02 m) a naopak, minimálne zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrtoch JM-8 (0,84 m) a JM-13 (1,74 m). Nameraná amplitúda zmien poukazuje na výraznú dynamiku kolísania hladiny podzemnej vody v zosuvnom telese. Z hľadiska hodnotenia stability zosuvného územia považujeme za negatívne náhle vzostupy hladiny podzemnej vody, avšak vzhľadom na nízku frekvenciu režimových pozorovaní nevieme presne stanoviť rýchlosť týchto zmien.

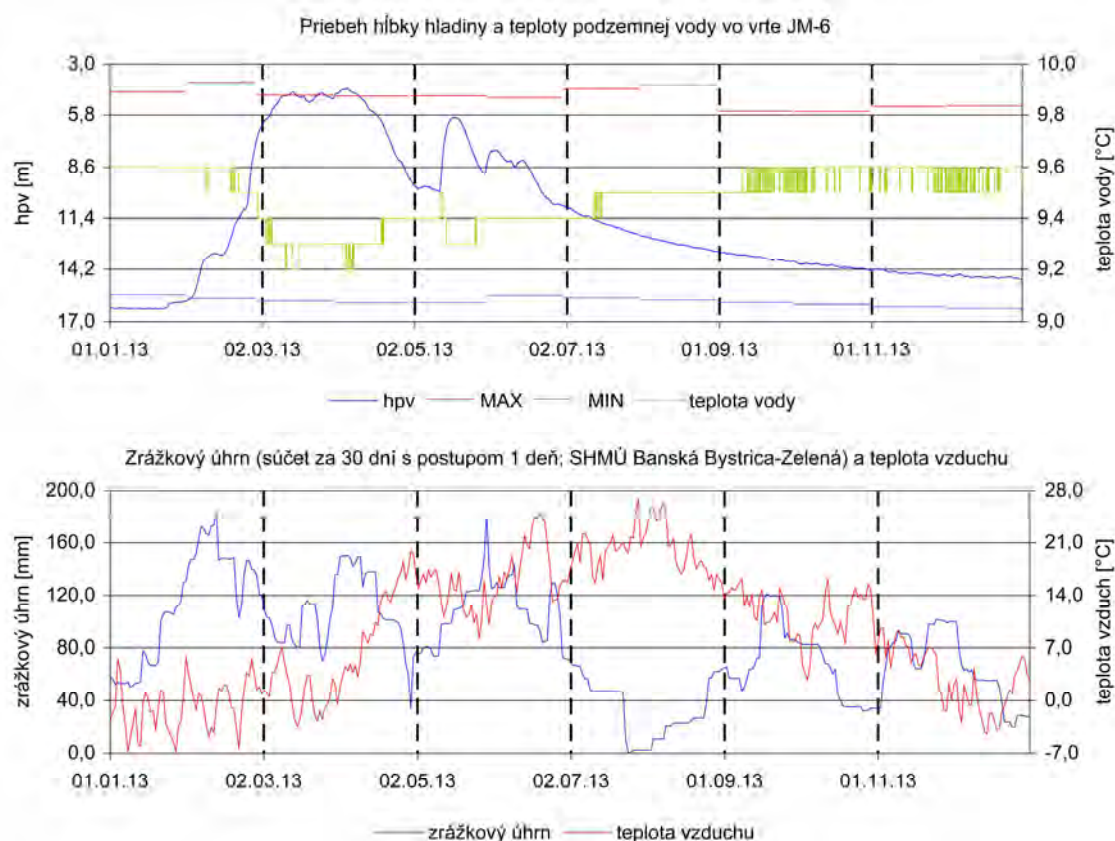


Obr. 1.44. Výsledky spracovania dlhodobých (2004 – 2013) režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Dolná Mičina

Namerané maximum hladiny podzemnej vody, počas aktuálne hodnoteného roka vo vrte JM-3 (príl. 1.8, obr. 1.44) predstavuje najvyššiu dosiahnutú hladinu od roku 1995. Dosiahnuté maximálne stavy sú významné aj z hľadiska hodnotenia dlhodobých zmien. Podobne, mimoriadne vysoký stav hladiny podzemnej vody bol nameraný i vo vrte JM-7 (11,27 m – príloha 1.8). Pomerne vysoké stavy hladiny podzemnej vody bolo možné sledovať i počas roka 2010. V ostatnom období mali hladiny pomerne vyrovnaný priebeh. Kolísanie hladiny podzemnej vody súviselo prevažne so sezónnymi zmenami.

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Vo vrte JM-6, počas roku 2012, zaznamenala hladina podzemnej vody len veľmi malé zmeny, pričom sa nachádzala veľmi hlboko pod terénom. Podľa záznamov z automatického hladinomeru sa hladina podzemnej vody od apríla do konca roka nachádzala pod dlhodobými mesačnými minimami. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody dosiahlo len 1,09 m, a maximálny stav hladiny podzemnej vody, zaznamenaný 5. januára dosiahol 15,18 m p. t., naopak, minimálny 28. decembra (16,27 m p. t.). Teplota vody mala len minimálne zmeny (0,1 °C – obr. 1.36).

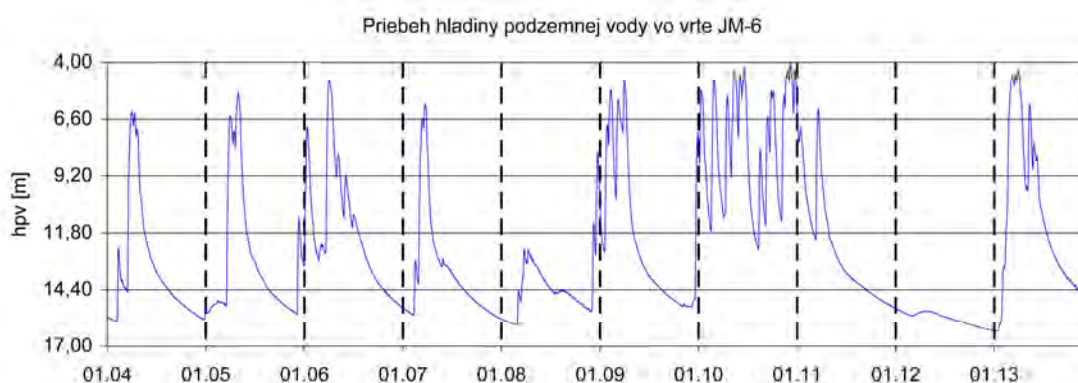


Obr. 1.45. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (so zaznamenanými dlhodobými minimálnymi a maximálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody zaznamenaný v roku 2013 automatickým hladinomerom, umiestneným vo vrte JM-6 na lokalite Dolná Míčiná, spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300)

V roku 2013 bola vo vrte JM-6 maximálna hladina podzemnej vody nameraná 5. apríla (4,35 m pod terénom – prísl. 1.8, obr. 1.45). Naopak, minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná na začiatku roka 13. januára (16,30 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpala pomerne výrazne, a to až o 4,19 m a v roku 2013 dosiahla 11,51 m p. t. Hladiny podzemnej vody namerané počas mesiacov marec a apríl prekročili odvodené dlhodobé mesačné maximá (za obdobie rokov 2005 až 2012). Naopak, januárové hladiny podzemnej vody predstavujú najnižšie stavy namerané v tomto mesiaci za celé monitorované obdobie (obr. 1.46).

Zmeny teploty vody mali pomerne pravidelný sínusový priebeh. Minimálna teplota bola dosiahnutá počas jarných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody. V septembri sa teplota vody ustálila v intervale 9,5 až 9,6 °C.

Od roku 2004 až do roku 2011 mali zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody pravidelný jednoročný cyklus, ktorý odrážal sezónne zmeny. Vzostup hladiny podzemnej vody súvisel prevažne s jarným obdobím topenia snehovej pokrývky, kedy boli dosahované maximálne stavy. Naopak, na konci jesene, prípadne, na začiatku zimného obdobia, boli zvyčajne namerané minimálne stavy. Výnimkou je rok 2010, kedy hladina podzemnej vody vplyvom mimoriadne intenzívnych zrážok stúpala niekoľkokrát za rok. Maximálna hladina bola zaznamenaná 12. decembra 2010 s hĺbkou 4,02 m pod terénom (obr. 1.46). Ide o najvyšší stav hladiny podzemnej vody počas monitorovaného obdobia. Opačným príkladom je rok 2012, ktorý je možné vyhodnotiť ako najsuchší. Na konci zimného a začiatku jarného kvartálu tohto roku bol zaznamenaný mierny vzostup hladiny podzemnej vody, avšak zvyšná časť roka mala zostupný trend. Na absolútne minimum v tomto vrte sa hladina podzemnej vody dostala 13. januára v aktuálne hodnotenom roku (príl.1.8).



Obr. 1.46. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickým hladinomerom, umiestneným vo vrte JM-6 na lokalite Dolná Mičina

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2012 bolo vykonaných celkovo 6 etáp meraní. Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov predstavovala 3 l.min^{-1} . Najväčšie kolísanie výdatností bolo namerané vo vrte HV-2 ($0,87 \text{ l.min}^{-1}$). Vrty HV-6 a 7 boli počas meraní suché. Sumárna výdatnosť všetkých odvodňovacích vrtov (obr. 1.44) dosiahla v roku 2012 najnižšie hodnoty za monitorované obdobie.

V roku 2013 sa merania vykonávali na ôsmich subhorizontálnych vrtoch. Celkovo bolo vykonaných 5 etáp meraní. Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov oproti predchádzajúcemu roku 2012 výrazne stúpala (až o $21,95 \text{ l.min}^{-1}$) a v roku 2013 dosiahla $24,95 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatností bolo namerané vo vrte HV-2 ($21,4 \text{ l.min}^{-1}$). Vrty HV-6 a 7 boli i počas roku 2013 suché.

Z dlhodobého hľadiska je možné konštatovať, že za posledných 10 rokov bola najvyššia spoločná výdatnosť zo všetkých drenážnych objektov zaznamenaná 4. apríla 2013 ($55,65 \text{ l.min}^{-1}$) a naopak, najnižšia 6. novembra 2012 ($2,12 \text{ l.min}^{-1}$). Vrty HV-1 a HV-6 boli počas hodnoteného desaťročného obdobia prevažne suché.

d/ 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 2012 bol $810,4 \text{ mm}$, čo predstavuje $94,77 \%$ dlhodobého priemeru a hodnotí sa ako normálny rok. Za rok 2013 bol nameraný úhrn zrážok $987,2 \text{ mm}$, čo predstavuje $115,44 \%$ dlhodobého priemeru a hodnotí sa ako vlhký rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe výsledkov režimových pozorovaní možno rok 2013 hodnotiť ako vlhký. Hladiny podzemnej vody i výdatnosti odvodňovacích zariadení zaznamenali oproti predchádzajúcemu roku, ktorý bol pomerne suchý, výrazný nárast. Vo viacerých prípadoch boli namerané maximálne hodnoty za dlhšie obdobie (v niektorých prípadoch boli dosiahnuté aj absolútne maximálne stavy za celé monitorované obdobie). Uvedený stav je možné označiť ako stabilne nepriaznivý. Výsledkom je aktivizácia svahového pohybu vo vrte JM-8 a tiež pomerne vysoká hodnota deformácie vo vrte JM-15.

Vzhľadom na zhoršujúci sa stabilitné pomery, plánujeme v roku 2014 pokračovať v monitorovaní zosuvnej lokality s rovnakým sortimentom monitorovacích metód a s rovnakou frekvenciou meraní ako v roku 2013.

1.4.9. Lokalita Ľubietová

Stručná charakteristika lokality

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová. 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. Hrúbka zosunutých hmôt je v rozpätí od cca 30 m (v odľučnej oblasti) po 6 až 8 m (v čele zosuvu – Nemčok, 1982). Zosuv sa aktivizoval na jar 1977.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2012 a 2013 vykonávali iba režimové pozorovania. V roku 2012 bolo vykonaných 16 a v aktuálne hodnotenom roku 7 meraní. Prehľad termínov je uvedený v tab. 1.15.

Tab. 1.15 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ľubietová v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Meranie hĺbky hladiny Podzemnej vody	7	V-1, 2, 4, 5A, 6A, 7, 8	16 (18. marec, 28. marec, 11. apríl, 25. apríl, 7. máj, 18. máj, 1. jún, 18. jún, 30. jún, 22. júl, 14. august, 27. august, 20. september, 5. október, 24. október, 10. november)	7 (24. marec, 18. apríl, 18. máj, 19. jún, 16. september, 23. október, 27. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	HV-3, 4, 5, 7, 8, 9, 10	16 (18. marec, 28. marec, 11. apríl, 25. apríl, 7. máj, 18. máj, 1. jún, 18. jún, 30. jún, 22. júl, 14. august, 27. august, 20. september, 5. október, 24. október, 10. november)	7 (24. marec, 18. apríl, 18. máj, 19. jún, 16. september, 23. október, 27. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ľubietová (indikatív 34100)	Mesačné úhrny zrážok	

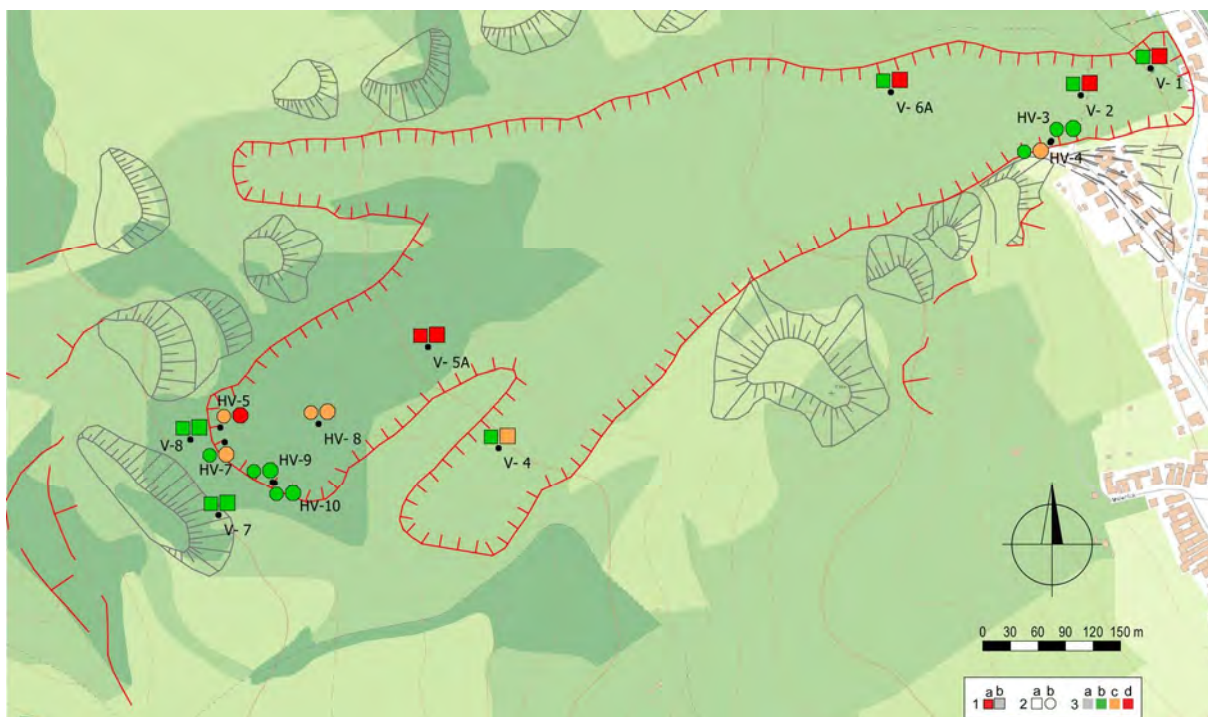
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2012 boli najväčšie zmeny hladiny podzemnej vody zaznamenané vo vrte V-5A (2,36 m). V tomto vrte bola zároveň zaznamenaná aj najvyššia hladina podzemnej vody (0,15 m pod terénom; max. hladina podzemnej vody bola zaznamenaná 26. marca 2003 s hĺbkou 0,14 m p. t.). Relatívne plytko pod povrchom terénu sa nachádzali hladiny podzemnej vody i vo vrtoch V-2 a V-6A (príl. 1.9). Naopak, najnižšia hladina podzemnej vody (najhlbšie pod terénom) a zároveň aj najmenšie kolísanie boli namerané vo vrtoch V-7 a V-8. Celkove možno konštatovať, že priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku poklesla o 0,49 m a dosiahla hĺbku 8,66 m pod terénom.

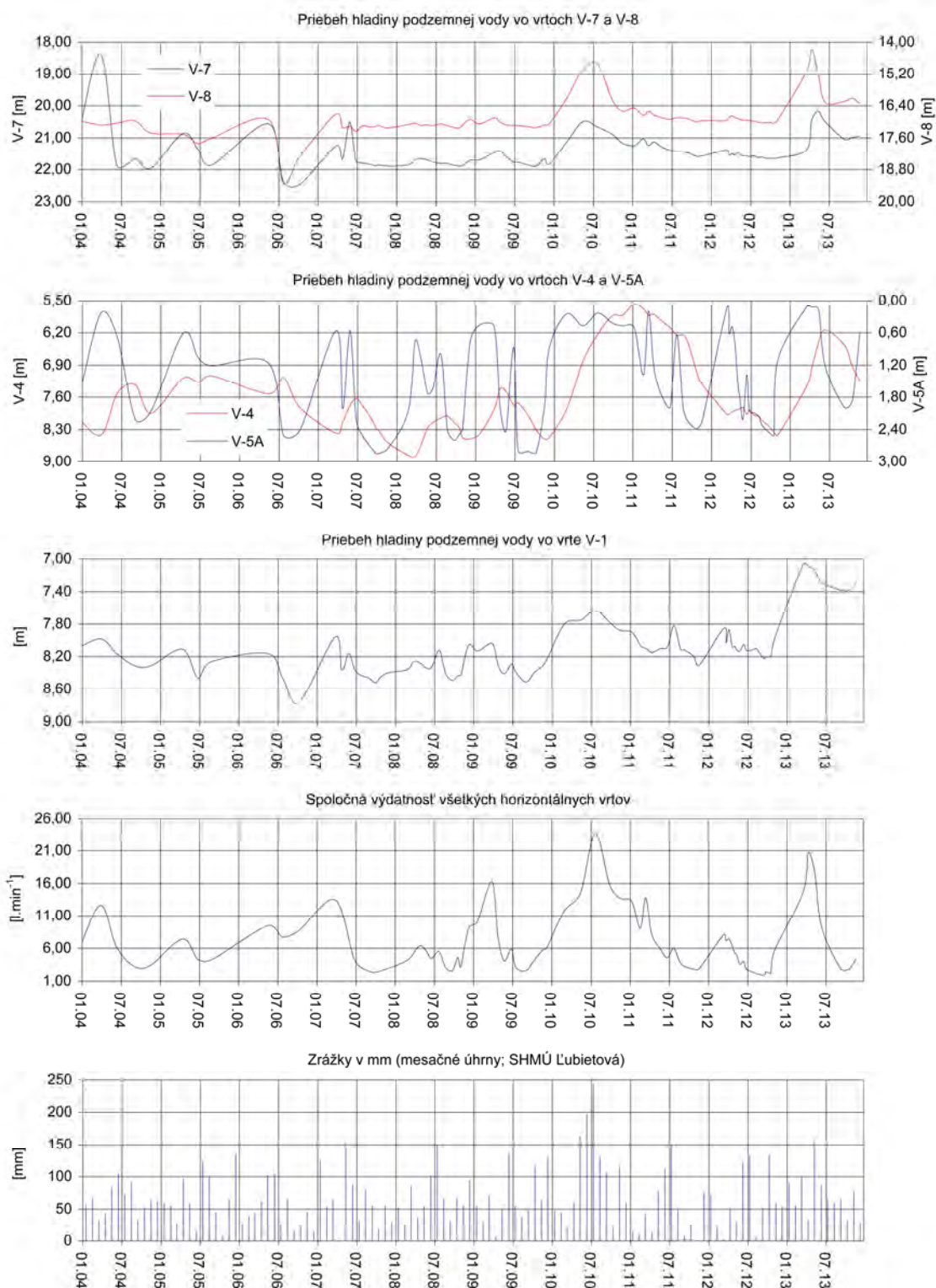
V roku 2013 pokračovali režimové pozorovania na rovnakom súbore monitorovacích objektov ako v predošlom roku (obr. 1.47). Merania boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch realizované v spolupráci s pracovníkmi Univerzity Mateja Bela (UMB) v Banskej Bystrici na základe “Dohody o zapožičaní prístrojov“ medzi ŠGÚDŠ, Regionálnym centrom Banská Bystrica a UMB.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 1,04 m a dosiahla hĺbku 7,62 m pod terénom (obr. 1.47). Nadpriemerné zrážky zaznamenané hlavne v jarných mesiacoch roku sa prejavili stúpnutím hladiny podzemnej vody prakticky vo všetkých vrtoch. Vo vrtoch V-2, V-5A a V-6A dosiahli namerané hladiny podzemnej vody najvyššiu úroveň od roku 1995. Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrtoch V-8 (2,04 m), V-5A (1,87 m) a V-2 (1,80 m) a naopak najmenšie zmeny boli namerané vo vrte V-1 (0,32 m).



Obr. 1.47. Lokalita Ľubietová – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností v odvodňovacích zariadeniach v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

Z dlhodobého hľadiska, pri hodnotení zaznamenaných stavov hladiny podzemnej vody v období rokov 2004 až 2013 môžeme konštatovať, že najbližšie k terénu hladina podzemnej vody vystúpila vo vrte V-5A v aktuálne hodnotenom roku (obr. 1.48, príl. 1.9). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody sa v tomto vrte (počas obdobia 2004 až 2013) nachádza na úrovni 1,52 m pod terénom. Naopak, najhlbšie sa priemerná hĺbky hladiny podzemnej vody nachádza vo vrte V-7 (jej priemerná hodnota odvodená za obdobie rokov 2004 až 2013 je 21,44 m p. t.).



Obr. 1.48. Výsledky spracovania dlhodobých (2004 – 2013) režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Ľubietová, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ v Ľubietovej (indikatív 34100)

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2012 a 2013 bolo monitorovaných deväť odvodňovacích zariadeniach, vzhľadom na to, že vrty HV-6 a HV-11 boli počas celého dvojročného obdobia suché,

výdatnosť sa merala v siedmich odvodňovacích zariadeniach. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.9 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.47.

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov dosiahla $4,34 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššie hodnoty výdatnosti boli namerané prevažne v jarnom období (mesiace marec a apríl). Maximálna výdatnosť bola zaznamenaná v objekte HV-8 počas novembrového merania ($2,49 \text{ l.min}^{-1}$). V uvedenom vrte bolo zároveň zaznamenané aj najväčšie kolísanie výdatností ($2,72 \text{ l.min}^{-1}$). Najvyššia priemerná výdatnosť bola zaznamenaná vo vrte HV-5 ($1,39 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpla viac ako 2-násobne a dosiahla $10,3 \text{ l.min}^{-1}$. V objektoch HV-8 ($4,12 \text{ l.min}^{-1}$) a HV-9 ($0,83 \text{ l.min}^{-1}$) bola počas jarných meraní zachytená najvyššia výdatnosť za celé obdobie monitorovania. Pozoruhodné je, že v objektoch HV-4, HV-5, HV-7 a HV-9 bola v jesennom období nameraná zároveň aj ich najnižšia výdatnosť. Najväčšie kolísanie, zaznamenané vo vrtoch HV-5 a HV-7 presiahlo hodnotu 7 l.min^{-1} (príl. 1.9). Minimálne zmeny vo výdatnosť (zároveň aj najnižšie hodnoty výdatnosti v súbore monitorovaných odvodňovacích zariadení) boli zaznamenané vo vrtoch HV-3 a HV-10.

Počas dlhšieho časového obdobia bola najvyššia hodnota spoločnej výdatnosti dosiahnutá v roku 2010 (26. júla; $23,77 \text{ l.min}^{-1}$ – obr. 1.48; počas tohto termínu bola vo vrte HV-7 nameraná i najvyššia výdatnosť – $9,8 \text{ l.min}^{-1}$ za celé monitorované obdobie). O niečo nižšie hodnoty spoločnej výdatnosti boli zaznamenané 31. marca 2009 ($16,27 \text{ l.min}^{-1}$), 20. marca 2011 ($13,83 \text{ l.min}^{-1}$) a 27. marca 2007 ($13,50 \text{ l.min}^{-1}$). Uvedené maximá spoločnej výdatnosti vo väčšine prípadov súvisia s jarným obdobím, prevažne však s mesiacom marec. Výnimkou je rok 2010, kedy vysoká výdatnosť odvodňovacích vrtov súvisela s mimoriadne intenzívnymi zrážkovými úhrnmi z obdobia máj až jún.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch v rokoch 2012 a 2013 zo stanice SHMÚ Ľubietová, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer $736,04 \text{ mm}$. V roku 2012 bol nameraný ročný zrážkový úhrn $733,0 \text{ mm}$, čo zodpovedá $99,6 \%$ dlhodobého zrážkového priemeru (ide teda o normálny rok). V roku 2013 zrážkový úhrn dosiahol $845,7 \text{ mm}$, čo je $114,9 \%$ dlhodobého priemeru a predstavuje vlhký rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie merania sú výlučne zamerané len na režimové pozorovania. Namerané hodnoty hĺbky hladiny podzemnej vody vo väčšine prípadov súvisia so zmenami ročného cyklu. V roku 2013 došlo najmä v súvislosti topením snehovej pokrývky (počas mesiacov marec a apríl) k výraznejšiemu stúpnutiu hladiny podzemnej vody a tiež výdatnosti z odvodňovacích zariadení.

Z hľadiska aktuálneho stavu lokality treba opätovne zdôrazniť nevyhnutnosť 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 v bezodtokových depresiách.

V roku 2014 plánujeme pokračovať s približne rovnakou frekvenciou meraní ako v roku 2013.

1.4.10. Lokalita Slanec-TP

Stručná charakteristika lokality

Zosuvný svah sa nachádza na JZ okraji obce Slanec. Do súboru monitorovaných lokalít bol zaradený 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 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 a Bolha, 2000). V súčasnosti vykonávané monitorovacie práce sa sústreďujú na merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení po uskutočnenej sanácii, čím overujú jej funkčnosť.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Na lokalite Slanec-TP sa v rokoch 2012 a 2013 vykonávali režimové pozorovania. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.16.

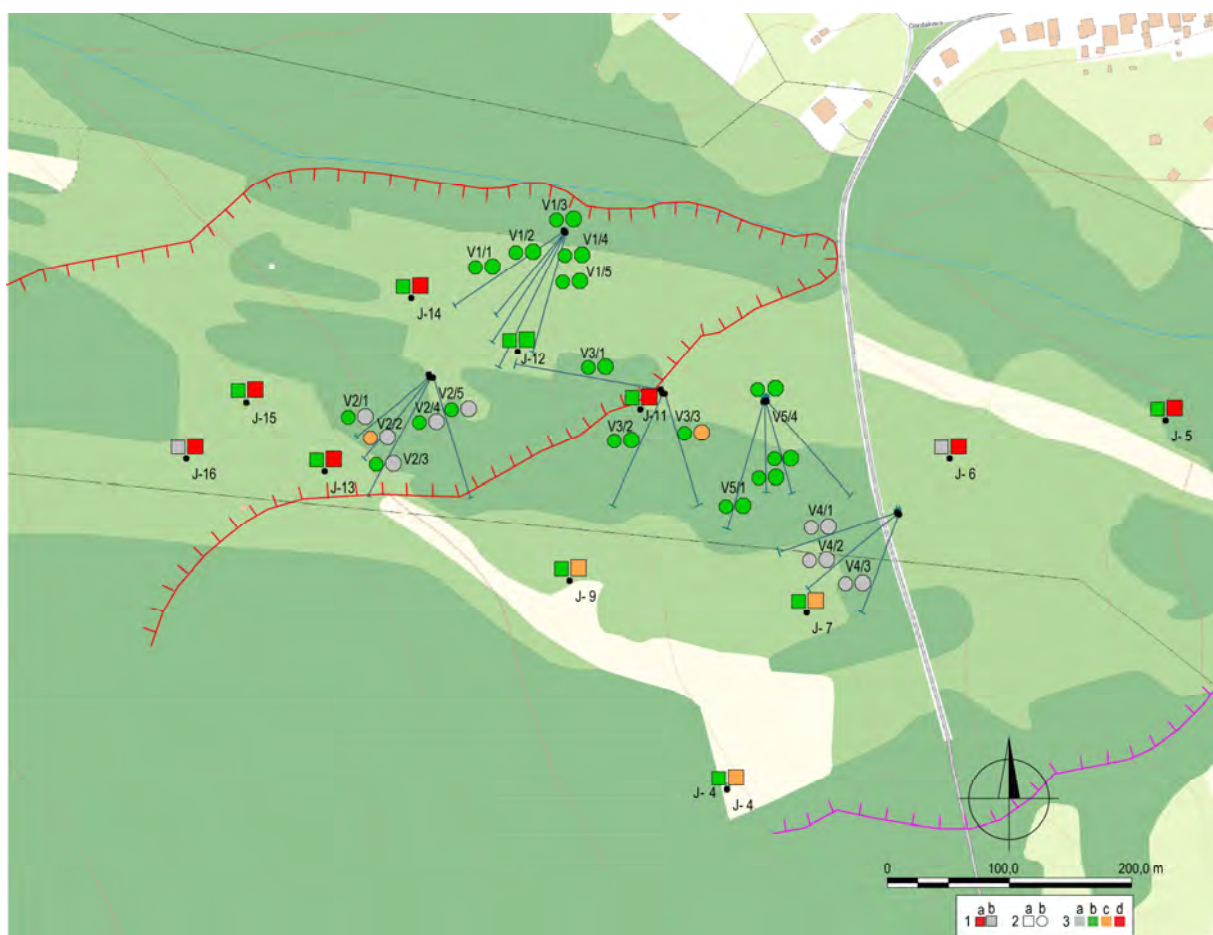
Tab. 1.16 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slanec-TP v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
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	11 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 1. jún, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október, 28. november)	10 (4. február, 26. február, 25. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 28. august, 30. september, 38. október)
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	11 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 1. jún, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október, 28. november)	10 (4. február, 26. február, 25. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 28. august, 30. september, 38. október))
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51 160)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

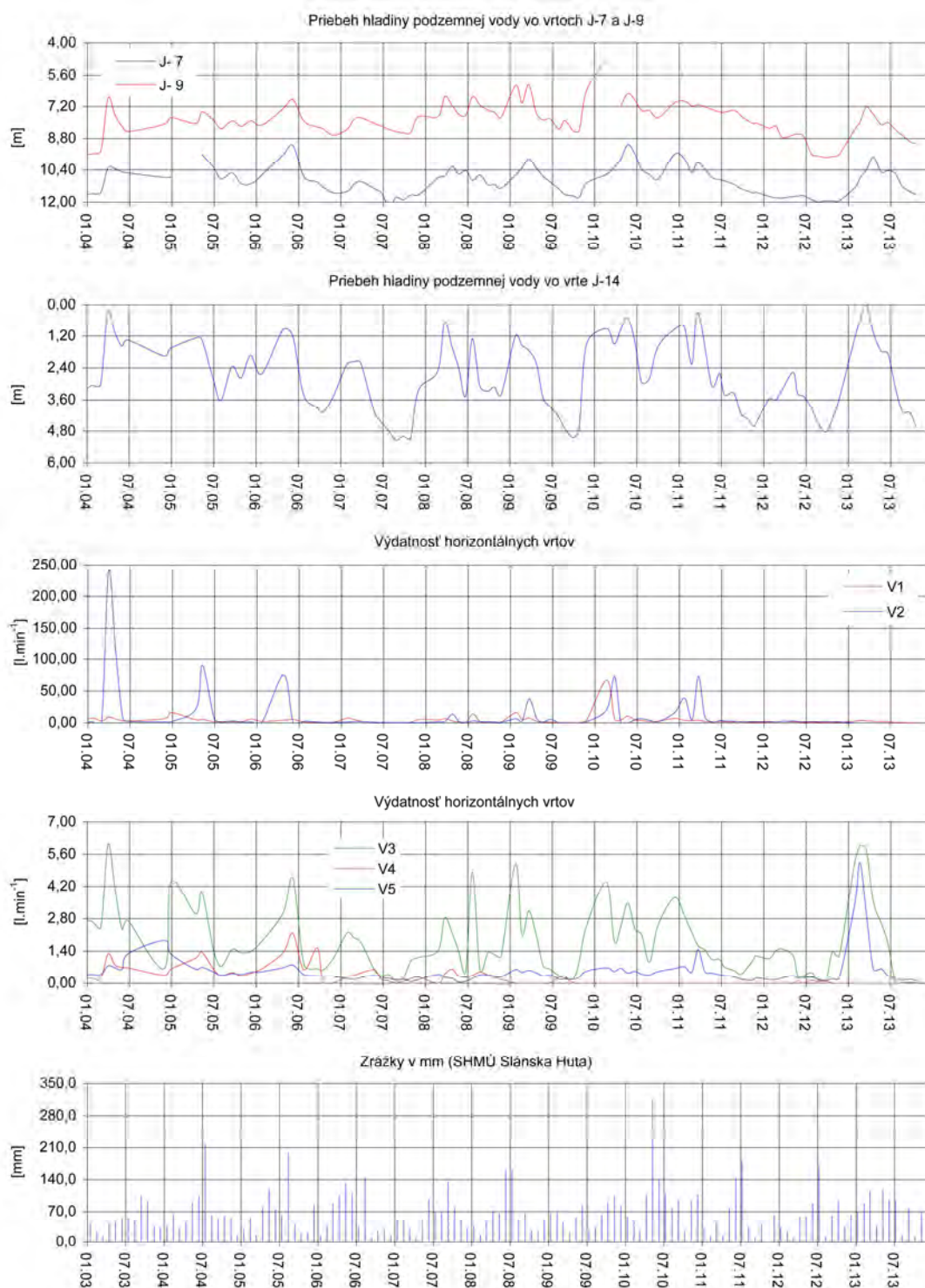
V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 6,04 m pod úroveň terénu. Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte J-14 (2,28 m). O niečo menšia amplitúda bola zaznamenaná aj vo vrtoch J-9 (1,56 m), J-11 (1,57 m), J-12 (1,60 m) a J-4 (1,62 m). Naopak, najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrte J-7 (len 0,31 m; obr. 1.49 a príl. 1.10).



Obr. 1.49. Lokalita Slanec-TP – situácia sanačných a monitorovacích objektov a semikvantitatívne výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); *mapový podklad: ZBGIS®*

V roku 2013, vďaka rekonštrukcii monitorovacej iste, sa zvýšil počet funkčných monitorovacích objektov z deväť na jedenásť. Pri porovnaní priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody s predchádzajúcim rokom došlo k jej vzostupu o 0,65 m. Celková priemerná hĺbka hladiny odvodená zo všetkých objektov dosiahla 5,39 m. Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte J-14 (4,67 m). O niečo menšie kolísanie bolo namerané vo vrtoch J-16 (3,81 m), J-6 (3,34 m). Naopak, najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrte J-5 (len 1,07 m; obr. 1.50 a príl. 1.10). Na úroveň terénu vystúpila podzemná voda až v troch vrtoch (J-11, 14 a 16) a najdlhšie sa na tejto úrovni

udržala vo vrte J-11 (od 26. februára do 25. marca, v ostatných spomenutých vrtoch bola táto úroveň dosiahnutá 25. marca).



Obr. 1.50. Výsledky dlhodobého (2004 – 2013) spracovania režimových pozorovaní z vybraných vrtoch na lokalite Slanec-TP, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51160)

Z dlhodobého hľadiska (v období 2004 až 2013 – obr. 1.50) boli jednoznačne najvyššie namerané hladiny podzemnej vody v aktuálne hodnotenom roku 2013 (na úrovni terénu – vrty J-11, 14 a 16). Podobne vysoká hladina podzemnej vody bola nameraná i v roku 2010 (vo vrte

J-11). Vysoké hladiny boli zaznamenané ešte aj v rokoch 2004 vo vrte J-14 (0,28 m pod terénom), 2005 vo vrte J-12 (0,39 m pod terénom) a 2010 vo vrte J-13 (0,35 m pod úrovňou terénu). Naopak, najhlbšie pod úroveň terénu hladina podzemnej vody klesla vo vrte J-7 dňa 30. júla 2007 (12,21 m pod terénom).

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2012 a 2013 sa merania výdatnosti realizovali na 20 odvodňovacích vrtoch, ktoré sú rozdelené do piatich stanovísk. Počas oboch rokov boli na 4. stanovisku, značnú časť monitorovaného obdobia, ústia odvodňovacích vrtoch pod hladinou vody. V roku 2013 bola podobná situácia pozorovaná navyše aj na druhom stanovisku.

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov predstavovala $4,26 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte V2/4 ($2,19 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.10) a naopak, najmenšie, vo vrtoch V5/1 ($0,09 \text{ l.min}^{-1}$) a V5/2 ($0,05 \text{ l.min}^{-1}$). Vo vrte V5/3 bolo prakticky počas celého roku zaznamenané len kvapkanie ($0,01 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov oproti roku 2012 stúpla o $1,41 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla $4,32 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte V3/1 ($3,09 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.10). Naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte V1/3 ($0,2 \text{ l.min}^{-1}$).

Z dlhodobého hľadiska možno za najvyššie hodnoty výdatnosti označiť tie, ktoré boli zaznamenané počas rokov 2004 (V2 – 31. marca $240,0 \text{ l.min}^{-1}$) a počas aktuálne hodnoteného roku 2013 (príl. 1.10). V skupinách vrtoch V1 a V2 došlo v roku 2005 k ustáleniu výdatnosti (max. Q cca 65 l.min^{-1}). V skupine vrtoch V3 bola v hodnotenom období pozorovaná pomerne premenlivá výdatnosť. Jej zmeny boli do značnej miery ovplyvnené cyklickým striedaním ročných období, pričom však nie je možné maximálne stavy výdatnosti jednoznačne priradiť k obdobiam jarného topenia sa snehovej pokrývky (hlbšiu analýzu kolísania výdatnosti odvodňovacích zariadení v tejto skupine vrtoch by bolo možné urobiť len na základe údajov s vyššou frekvenciou meraní). V roku 2013 došlo v skupine vrtoch V5 po pomerne vyrovnanom 10 ročnom období k výraznému nárastu výdatnosti (príl. 1.10).

Dlhodobým problémom monitorovania výdatnosti odvodňovacích zariadení na tejto lokalite je, že viaceré vrty sa značnú časť roka nachádzajú pod hladinou vody. Vďaka tomuto stavu nie je možné sledovať množstvo odtekajúcej vody zo zosuvného územia. Navyše dochádza k znižovaniu účinnosti podzemného odvodnenia.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Hute (indikatív 51160) je 725,7 mm. V roku 2012 bol ročný zrážkový úhrn 705,9 mm, čo predstavuje 97,27 % dlhodobého zrážkového priemeru (normálny rok). V roku 2013 bol ročný zrážkový úhrn 793,9 mm (109,40 % dlhodobého zrážkového úhrnu), čo charakterizuje normálny rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite sú výlučne sledované len zmeny režimových ukazovateľov. Za základe získaných údajov z roku 2013 a po ich zhodnotení je možné konštatovať mierny nárast priemerných ukazovateľov sledovaných zložiek. Uvedený vzostup je odrazom dlhotrvajúceho zimného obdobia s vysokými zrážkovými úhrnmi. V jarných mesiacoch, v dôsledku cyklického striedania akumulácie a topenia snehovej pokrývky, boli dosiahnuté najvyššie úrovne hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie. Nárast hladiny podzemnej vody sa priamo odrazil i na množstve odtekajúcej vody z drenážnych zariadení.

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).

1.4.11. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960

Stručná charakteristika lokality

Zosuv, ktorý vznikol na prelome rokov 1960/1961, sa aktivizoval v JV časti mesta Handlová. Zosuv zničil časť mesta a komunikačné línie (diaľkové elektrické vedenie a štátnu cestu z Handlovej do Žiaru nad Hronom). Na zosuve sa vykonal súbor sanačných prác, zameraných predovšetkým na odvodnenie svahu a priťaženie jeho pätý stabilizačným násypom. 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 v poslednom období sa monitorovacie aktivity sústreďujú prakticky len na inklinometrické merania.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

V posledných dvoch rokoch boli monitorovacie aktivity zamerané výlučne na inklinometrické meranie pohybovej aktivity. Frekvencia týchto meraní a počet sledovaných bodov sú zhrnuté v tab. 1.17.

Tab. 1.17 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960 v rokoch 2012 a 2013

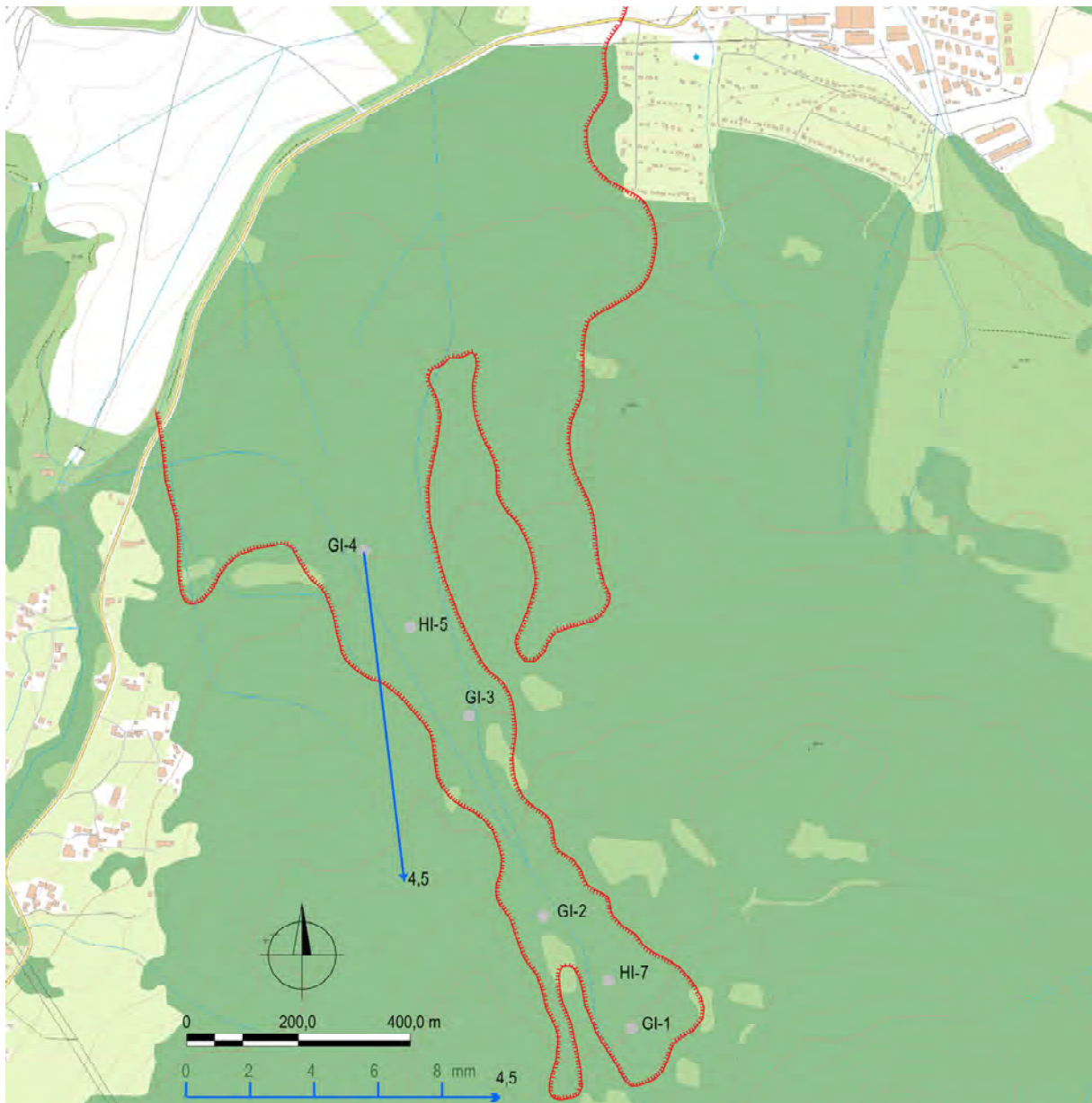
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Inklinometrické	3 (v roku 2012 vrty GI-2 a HI-5 nemerané)	GI-2, 4, HI-5	1 (19. júl)	1 (10. október)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

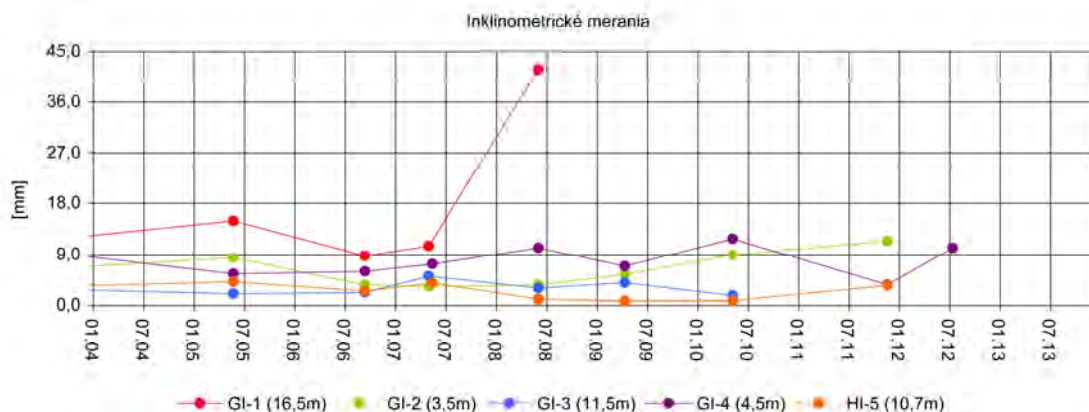
V roku 2012 bol merateľný len vrt GI-4; meranie bolo realizované 19. júla. Počas merania boli vo viacerých sledovaných horizontoch zaznamenané pomerne vysoké hodnoty pohybovej aktivity. Najvyššia deformácia bola zaznamenaná v hĺbke 4,5 m p. t. (10,22 mm – obr. 1.51). Z hľadiska klasifikácie podľa tab. 1.4 by bolo možné uvedenú deformáciu považovať za prejav aktivizácie svahového pohybu (v oblasti monitorovaného objektu). Vzhľadom na skutočnosť, že ostatné monitorovacie objekty určené na inklinometrické merania boli v minulosti porušené kritickou deformáciou, bolo možné monitorovaný zosuv považovať za aktívny.

V roku 2013 bola v hĺbke cca 4 m pod terénom zaznamenaná nepriechodnosť inklinometrickej pažnice, a teda mimoriadne vysoké hodnoty deformácie namerané počas júla 2012 boli potvrdené. Dlhodobé vysoké hodnoty deformácie v tomto horizonte poukazujú na vysokú pohybovú aktivitu tohto horizontu. Vrt GI-4 sa nachádza pomerne blízko štátnej cesty, ktorá spája Handlovou so Žiarom nad Hronom. **Z tohto dôvodu je možné dosiahnutú deformáciu považovať za alarmujúcu.**



Obr. 1.51. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960 – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XI.11 – VII. 12 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); mapový podklad: ZBGIS®

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (roku 2004 až 2013 – obr. 1.52) bola najvýraznejšia deformácia nameraná vo vrte GI-1. Počas merania dňa 5. júna 2008 bola v hĺbke 16,5 m zaznamenaná deformácia s hodnotou 41,83 mm (obr. 1.52). Vysoké hodnoty deformácie (ktorých vektor presiahol 15 mm) boli zaznamenané aj počas merania v roku 2005 vo vrte GI-2 (23. mája bola zaznamenaná deformácia s hodnotou 16,5 mm). Vektory deformácie zaznamenané vo vrte GI-4 poukazujú na mierne zvýšenú pohybovú aktivitu, ktorá mala v období rokov 2005 až 2010 mierne stúpajúci trend. V roku 2011 došlo v tomto vrte k poklesu pohybovej aktivity, ale v roku 2012 sa opäť obnovila. Vo vrte GI-5 bol v predchádzajúcom období pozorovaný relatívne stabilný stav vo vybratej hĺbkovej úrovni, pričom k nárastu deformácie došlo v roku 2011 (od roku 2012 je vrt nepriechodný).



Obr. 1.52. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny vektorov deformácie nameranej na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960

b/ Merania zrážkových úhrnov

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

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Inklinometrické merania realizované vo vrte GI-4 potvrdili mimoriadne vysokú pohybovú aktivitu na šmykovej ploche, ktorá sa nachádza v hĺbke cca 4,5 m pod terénom. Počas poslednej etapy meraní bola v tomto vrte v dôsledku kritickej deformácie inklinometrickej pažnice dokumentovaná nepriechodnosť. Vrt sa nachádza v spodnej časti zosuvného svahu v blízkosti štátnej cesty I. triedy. Stabilitu tejto cesty a širšieho územia v tomto úseku zabezpečuje teleso stabilizačného násypu.

V zosuvnom území v priebehu niekoľkých rokov, v dôsledku mimoriadne vysokej pohybovej aktivity, bolo znefunkčnených až 7 inklinometrických vrtov. Z tohto dôvodu je v roku 2014 plánované doplniť monitorovaciu sieť o 1 nový inklinometrický vrt. Situovaný bude na severovýchodnom okraji zosuvného územia v oblasti, ktorá nie je zabezpečená telesom stabilizačného násypu. V tejto časti je možné dlhodobo sledovať poruchy na cestnej komunikácii. Zároveň sa tu nachádza železničná trať regionálneho významu a niekoľko objektov technosféry.

V roku 2014 plánujeme v novovybudovanom inklinometrickom vrte realizovať viacero etáp meraní (min. 2 etapy), ktoré budú podkladom pre správne nastavenie hĺbky umiestnenia stacionárnej inklinometrickej sondy.

1.4.12. Lokalita Okoličné

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza na SV okraji mesta Liptovský Mikuláš a je súčasťou rozsiahleho zosuvného územia, ktoré sa v minulosti vyvinulo v súvislosti s laterálnou eróznou činnosťou rieky Váh. Monitorovaný zosuv je výsledkom nesprávneho antropogénneho zásahu pri realizácii odrezu v akumuláčnej časti zosuvu. Monitorovacie merania sa na lokalite vykonávali krátkodobo počas prieskumov a sanácií (výnimkou sú iba geodetické merania, realizované priebežne už 43 rokov – od roku 1971); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993. Detailnejšie informácie o lokalite sú súčasťou správ z predchádzajúceho obdobia a najmä práce Fussgängera a Jadroňa (1977).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.18.

Tab. 1.18 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Okoličné v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Geodetické	19 pozorovaných 1 vzt'azný	P5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 24, 111, 112, 132, 133, ŠPS v Liptovskom Mikuláši	1 (31. máj)	1 (31. máj)
Inklinometrické	4	M-2, 3, 4, JO-1A	1 (17. júl)	1 (30. sept.)*
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	J-3A, J-3B, J-6B, JP-44, JO-1, M-2, M-3, M-4	48 (1x za týždeň)	—**
	2	J-1; AH-2 automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	12	D1, D2, D3, V-1, 3, 5, 101, 102, 103, 104, JH-14, JH-17	48 (1x za týždeň)	—**
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipt. Mikuláš (indikatív 21060) Lipt. Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21130)	Denné úhrny zrážok a teplota vzduchu	

* – namerané údaje, vzhľadom na technické nedostatky, súvisiace s použitou metódou, nie je možné spracovať,

** – namerané údaje terénnym pozorovateľom boli vylúčené zo spracovania pre podozrenie z nepresnosti pri meraní

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

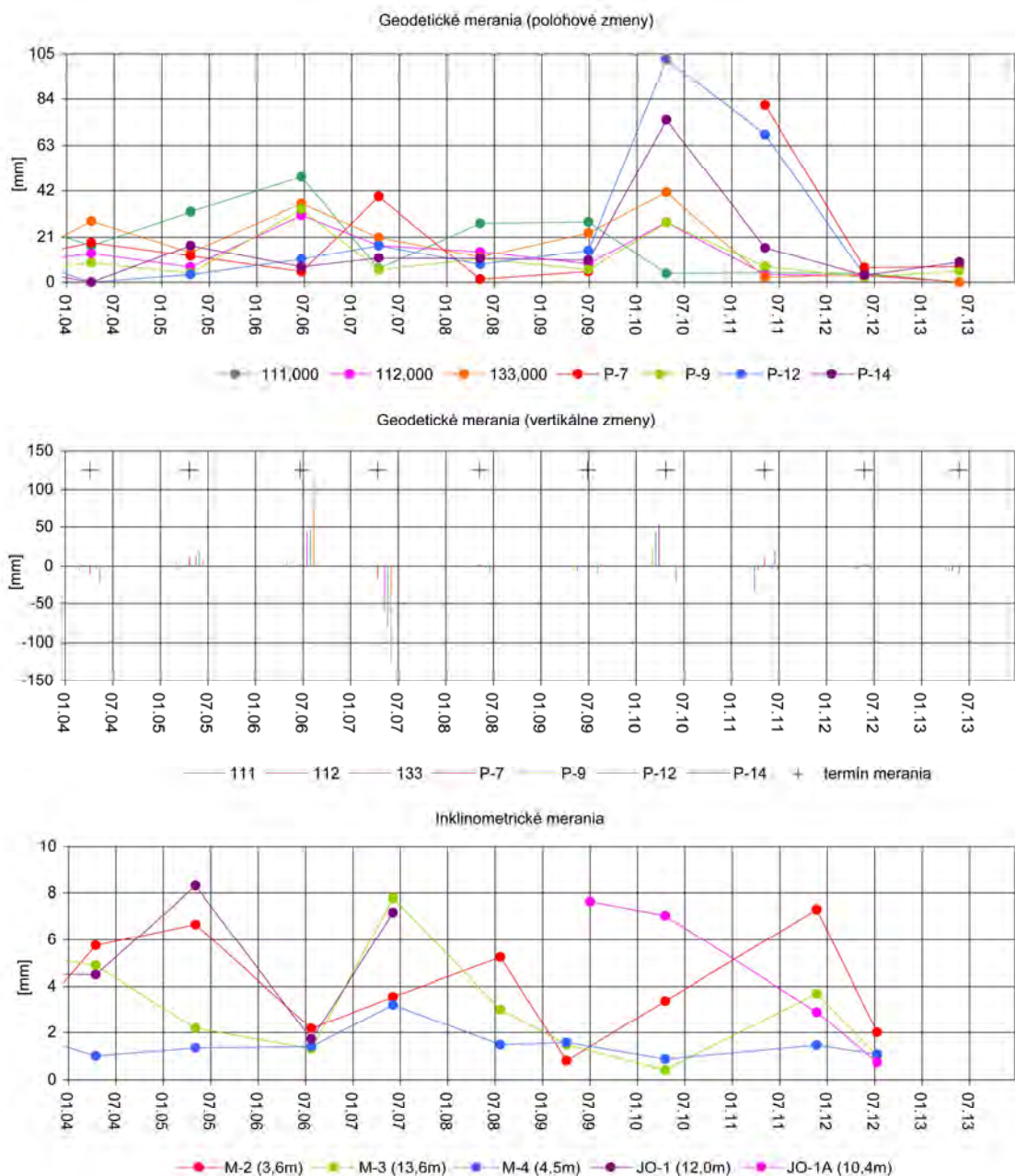
V roku 2012, počas májovej realizácie geodetických meraní, namerané hodnoty polohovej a vertikálnej zložky pohybu nepresiahli 8 mm (príl. 1.11). Na základe klasifikačného hodnotenia výsledkov priestorových zmien sledovaného bodu (tab. 1.4), možno konštatovať stabilný stav. Namerané medzietapové zmeny bodov monitorovacej siete možno označiť ako najmenšie počas monitorovaného obdobia. K stabilizácii územia rozhodne prispeli nízke zrážkové úhrny zaznamenané v roku 2011 a čiastočne i v roku 2012.



Obr. 1.53. Lokalita Okoličné – výsledky geodetických meraní za obdobie V. 11 – V. 12 – V. 13; mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 namerané polohové vektory posunu (za obdobie približne jedného roka) len ojedinele presiahli hranicu 15 mm (obr. 1.53). Najväčšia polohová zmena bola nameraná v bode P24 (18,5 mm) a o niečo menej v bodoch P15 (17,7 mm) a P8 (16,6 mm). Zhodne, vo všetkých uvedených bodoch došlo k 11 mm vertikálnej zmene (P8 a P24 – pokles; P15 – výzdvih). Ostatné zaznamenané premiestnenia geodetických bodov boli v rámci chyby použitej metódy. Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že zosuvné územie sa v období máj 2012 až máj 2013 nachádzalo v relatívne stabilnom stave.

Z dlhodobého hľadiska (obdobie 2004 až 2013 – obr. 1.54) možno konštatovať, že najväčšie hodnoty posunov boli zaznamenané v rokoch 2010 a 2011 (výsledky meraní môžu byť do určitej miery ovplyvnené zmenou technológie merania – prechod z výlučne terestrického merania na GNSS). K určitému nárastu pohybovej aktivity došlo i v roku 2006, kedy polohové zmeny s hodnotou nad 30 mm boli dosiahnuté na bodoch 111, 133, P9, 112 a P7 (maximálny posun bol zaznamenaný na bode 111 s hodnotou 48,36 mm).



Obr. 1.54. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny nameraných hodnôt monitorovaných parametrov (metódami geodézie a inklinometrie) na lokalite Okoličné

Pri hodnotení vertikálnych zmien počas obdobia 2003 až 2012 boli najvýraznejšie zmeny zaznamenané v rokoch 2006 a 2007 (obr. 1.45). Počas roku 2006 boli zaznamenané výrazné vzostupné zmeny. Najväčšia z nich bola nameraná na bode 133 (dňa 14. augusta bola zistená vertikálna zmena 116,0 mm). Počas nasledujúceho roku 2007 bol nameraný výrazný pokles pozorovacích bodov, pričom k najväčšej zmene došlo opäť na bode 133 (dňa 8. júna bol

nameraný pokles -127,0 mm). Celkovo, za posledných 10 rokov prevládali vertikálne zmeny v rozsahu 0 – 5 mm.

b/ Inklinometrické merania

Z výsledkov meraní realizovaných v roku 2012 vyplýva celkový pokles pohybovej aktivity sledovanej pod povrchom terénu. Zvýšená hodnota deformácie bola zaznamenaná len vo vrte M-3 (v hĺbke 15,5 m pod terénom bola nameraná deformácia 1,87 mm). V čele svahovej poruchy vo vrte M-2, plytko pod povrchom terénu (v hĺbke 2 m), bola nameraná deformácia 2,77 mm. Vo vrtoch M-4 a JO-1A neboli zaznamenané významnejšie deformácie (obr. 1.55, príl. 1.12).



Obr. 1.55. Lokalita Okoličné – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XI. 11 – VII. 12 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); *mapový podklad: ZBGIS®*

V roku 2013 výsledky inklinometrického merania realizovaného na konci septembra poukazujú, že vo všetkých vrtoch došlo k rapídному nárastu deformácie na inklinometrickej pažnici. Na základe hlbšieho rozboru výsledkov meraní sa však ukázalo, že namerané údaje sú do určitej miery ovplyvnené nepresnosťami, ktoré nie je možné jednoznačne identifikovať. Overenie stabilného stavu zosuvného územia bude možné až v roku 2014.

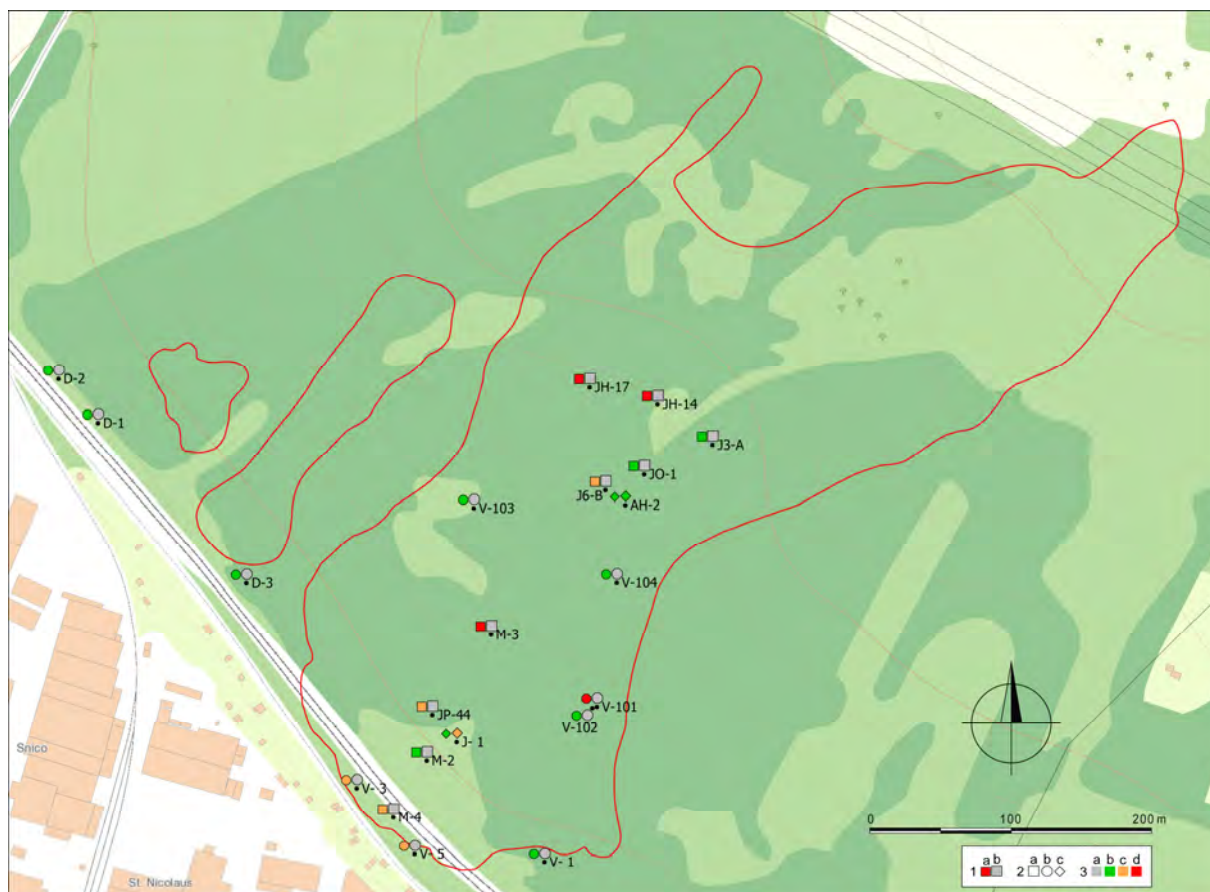
Na základe dlhodobiejšieho hodnotenia (v období rokov 2004 až 2012 – obr. 1.54) možno za pohybovo najaktívnejšie obdobia považovať roky 2005 a 2007. V roku 2005 bola najväčšia

deformácia zaznamenaná vo vrte JO-1A (v hĺbke 12,0 m pod povrchom terénu bola nameraná deformácia 8,31 mm) a v roku 2007 vo vrte M-3 (v hĺbke 13,6 m pod terénom bola nameraná deformácia 7,80 mm). Najmenšie zmeny na inklinometrickej pažnici boli zaznamenané v roku 2006, kedy merania vo vybratých horizontoch (obr. 1.54) dosahovali deformácie väčšinou do 2,0 mm a iba vo vrte M-2 v hĺbke 3,6 m pod úrovňou terénu bola zaznamenaná deformácia 2,18 mm. Po obnovení inklinometrických meraní vo vrte JO-1A v horizonte cca 10 až 12 m sa potvrdila pretrvávajúca zvýšená pohybová aktivita na predpokladanej bazálnej šmykovej ploche.

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

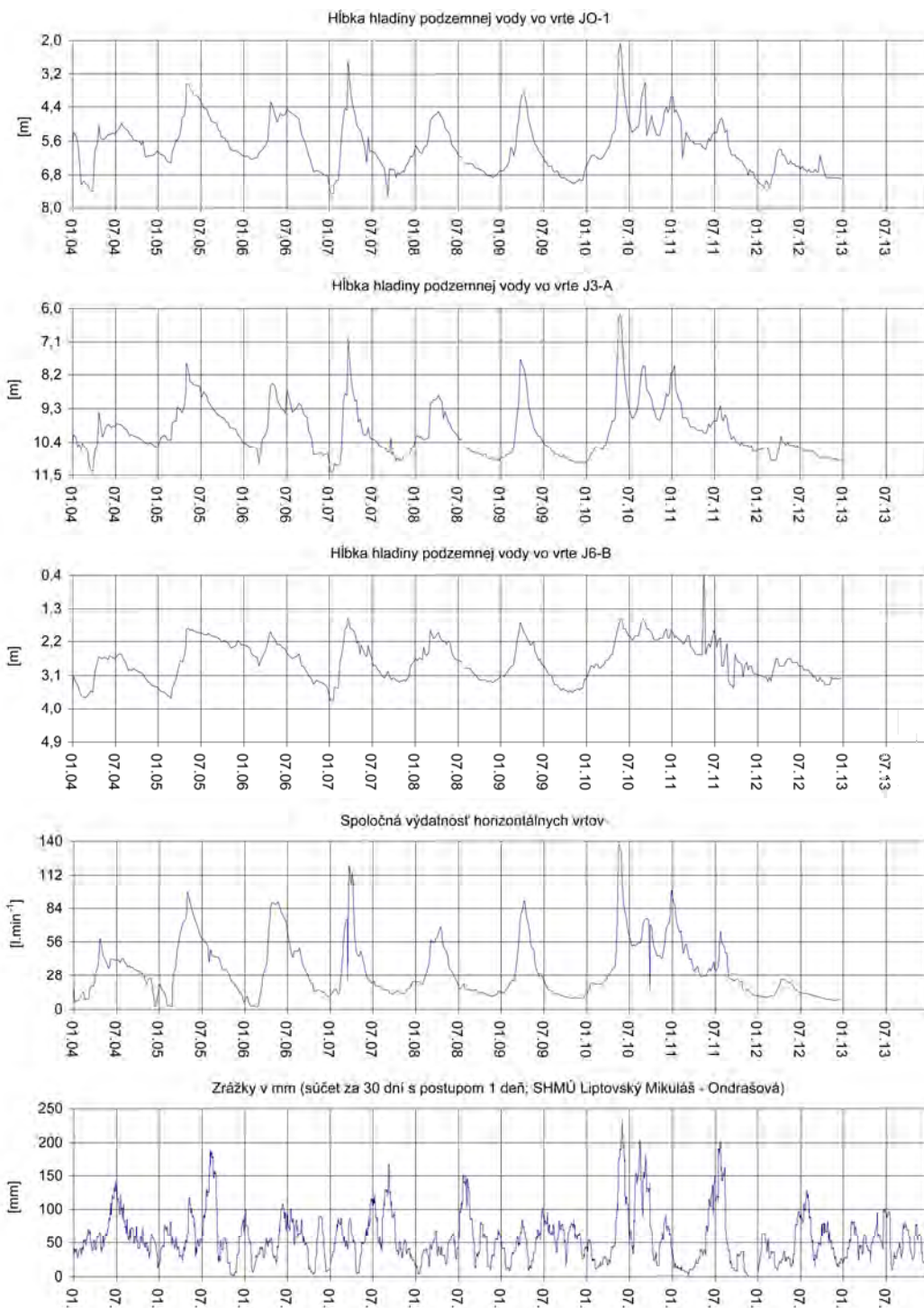
V rokoch 2012 a 2013 sa hladina podzemnej vody na lokalite meria v 10 objektoch s týždennou frekvenciou. Dva z meraných vertikálnych vrtov (JH-14 a JH-17) sú trvalo prelivové, teda voda z nich vyteká. Žiaľ, táto voda spätne infiltruje do prostredia zosuvu, čím zhoršuje jeho stabilitný stav. Výdatnosť týchto vrtov sa v príl. 1.12 uvádza v rámci vyhodnotenia výdatnosti odvodňovacích zariadení.



Obr. 1.56. Lokalita Okoličné – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, c – vrty s automatickými hladinomermi, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); *mapový podklad: ZBGIS®*

V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej dosiahla hĺbku 9,79 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo opätovne zaznamenané vo vrtoch JP-44 a M-2 (obr. 1.56, príl. 1.12). Z ostatných vrtov boli výraznejšie zmeny pozorované

v objektoch M-3 (1,80 m) a JO-1 (1,40 m). Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte J6-B (2,65 m p. t.) na konci marca. Z výsledkov meraní možno usúdiť, že maximálne hladiny podzemnej vody boli dosiahnuté na konci zimného obdobia (február až marec) a v prvej polovici apríla, len vo vrte M-3 bolo možné sledovať určitú retardáciu. Hladina podzemnej vody v tomto vrte dosiahla maximálnu hodnotu až v prvej polovici mája. Naopak, minimálne úrovne hladiny podzemnej vody súvisia prevažne s jesenným a zimným obdobím.



Obr. 1.57. Výsledky spracovania dlhodobých (2004 – 2013) režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Okoličné znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrašová (indikatív 21130)

V roku 2013 bolo plánované pokračovanie režimových pozorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rovnakom rozsahu a frekvencii ako v predchádzajúcich rokoch, avšak v dôsledku personálneho zlyhania nie je možné namerané výsledky použiť. Výpadok režimových meraní narušil kontinuitu 18 ročného systematického zberu údajov. Režimové merania budú opätovne zabezpečené od roku 2014.

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia boli najvyššie hladiny podzemnej vody zaznamenané v rokoch 2010 a 2007 (vo vrte JO-1 počas merania 24. marca dosiahla hĺbka hladiny podzemnej vody úroveň 2,72 m pod terénom, v rovnakom termíne boli zaznamenané maximálne stavy aj vo vrtoch J6-B – 1,54 m pod terénom a J3-A – 6,93 m pod terénom; obr. 1.57). Paradoxne, v roku 2007 boli zároveň namerané aj hladiny podzemnej vody s najväčšou hĺbkou (vo vrte JO-1 bola dňa 9. septembra zaznamenaná hladina podzemnej vody v hĺbke 7,56 m p. t. a vo vrte J3-A dosiahla 20. januára hladina vody hĺbku 11,37 m p. t.). Vďaka týmto zmenám došlo počas roku 2007 v uvedených vrtoch k najväčšiemu kolísaniu hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie. Najvyššia priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody za časové obdobie posledných desiatich rokov bola zistená vo vrte J6-B (2,71 m p. t.).

c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Vo vrte J-1 bol v roku 2012 zaznamenaný výrazný pokles priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody. Jeho hodnota dosiahla 1,89 m, vďaka čomu priemerná hladina podzemnej vody sa v tomto vrte nachádzala v hĺbke 6,10 m pod terénom. Amplitúda teploty podzemnej vody má pomerne pravidelný priebeh s minimálnou hodnotou 7,5 °C, dosiahnutou v mesiacoch jún, júl a august a teplotným maximom 8,8 °C, zaznamenaným v decembri.

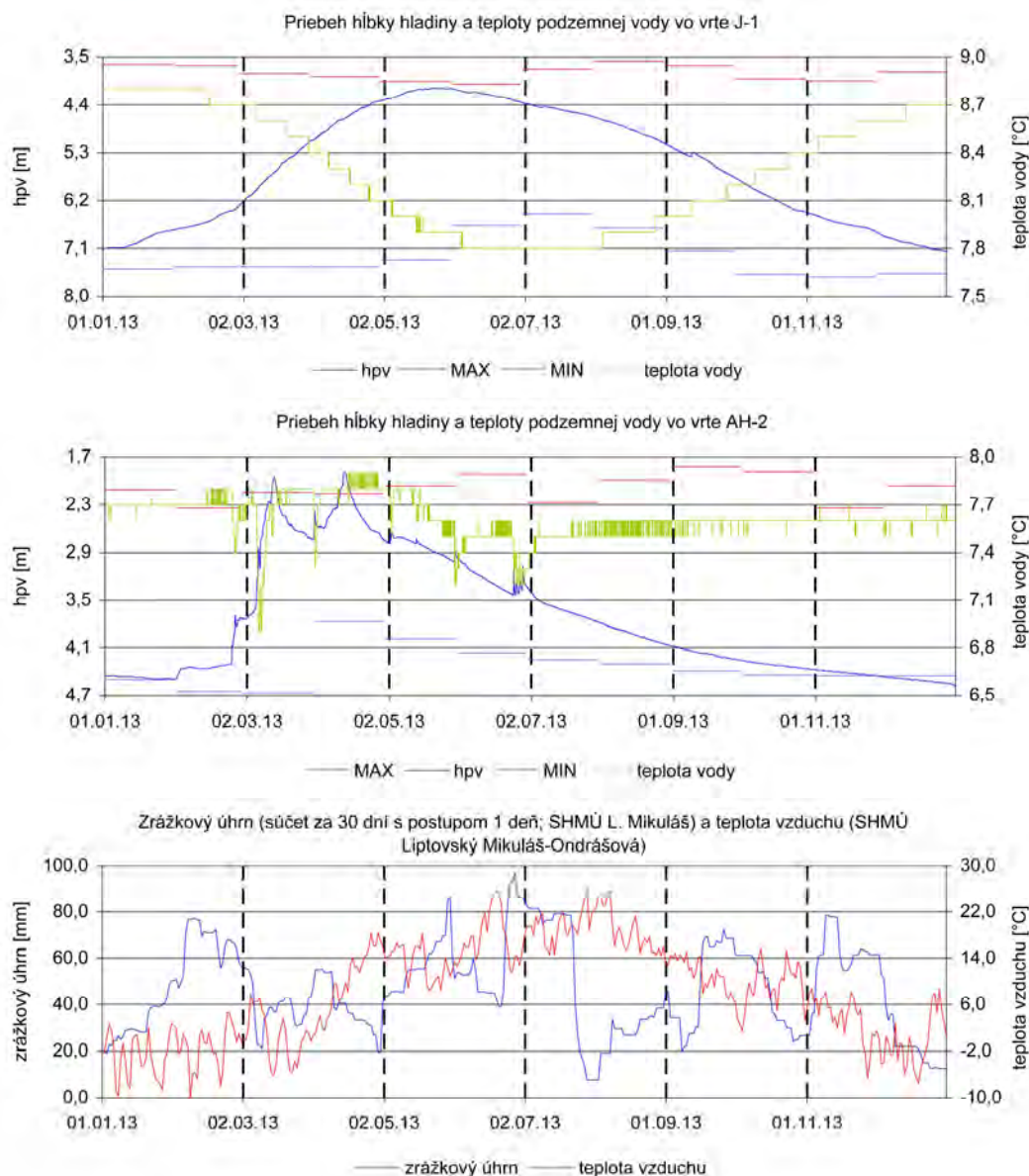
V roku 2013 bol zaznamenaný vzostup priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody, a to o 0,44 m. Jej hodnota v aktuálne hodnotenom roku dosiahla 5,56 m pod úrovňou terénu. Počas roka nebolo zaznamenané prekročenie odvodených dlhodobých mesačných maximálnych a minimálnych stavov (odvodených na obdobie 1997 až 2012 – obr. 1.58). Hĺbka hladiny podzemnej vody mala počas roka sínusoidálny priebeh. Maximálny stav bol dosiahnutý 24. mája a minimálny na konci decembra (príl. 1.12). Amplitúda teploty podzemnej vody vytvára voči hladine podzemnej vody inverznú sínusoidu, to znamená, že počas vzostupu hladiny podzemnej vody dochádzalo k poklesu teploty podzemnej vody a naopak, počas období, kedy hladina podzemnej vody zaznamenala zostup, teplota vody stúpala. Maximálna teplota (8,8 °C) bola dosiahnutá 1. januára a minimálna (7,8 °C) 4. júna.

Z uvedeného vyplýva, že podzemná voda má pomerne hlboký obeh, na ktorom sa klimatické výkyvy odrážajú len nepatrne. Výraznejšie na ňu vplývajú sezónne zmeny, najmä jarné topenie snehovej pokrývky. Pri analyzovaní vplyvu jarného topenia tuhých zrážok na výskyt maximálnych stavov hladiny podzemnej vody je možné pozorovať značnú retardáciu.

Vo vrte AH-2 v roku 2012 dosiahla priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody hodnotu 4,25 m pod terénom. Maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá počas 19. júla s hodnotou 3,43 m p. t. a naopak, minimálna hladina 6. marca s hodnotou 4,67 m p. t. Amplitúda kolísania hladiny podzemnej vody dosiahla 1,24 m. Hladiny podzemnej vody sa počas celého hodnoteného obdobia (výnimku predstavujú len náhle zmeny, ktoré pravdepodobne súvisia s netesnosťou vystrojenia vrtu) nachádzala pod dlhodobými minimálnymi mesačnými hodnotami (2005 – 2011).

V roku 2013 hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpala o 0,51 m a dosiahla hĺbku 3,74 m pod terénom. Priebeh hladiny podzemnej vody reflektoval na aktuálne klimatické pomery. Hladina podzemnej vody začala prudko stúpať v druhej polovici februára. Zostupný trend nastúpil až v druhej polovici apríla. Od tohto termínu až do konca roka mala hladina podzemnej vody pomerne vyrovnaný klesajúci trend (obr. 1.58). Počas januára a tiež počas decembra hladina podzemnej vody prekročila minimálne hodnoty

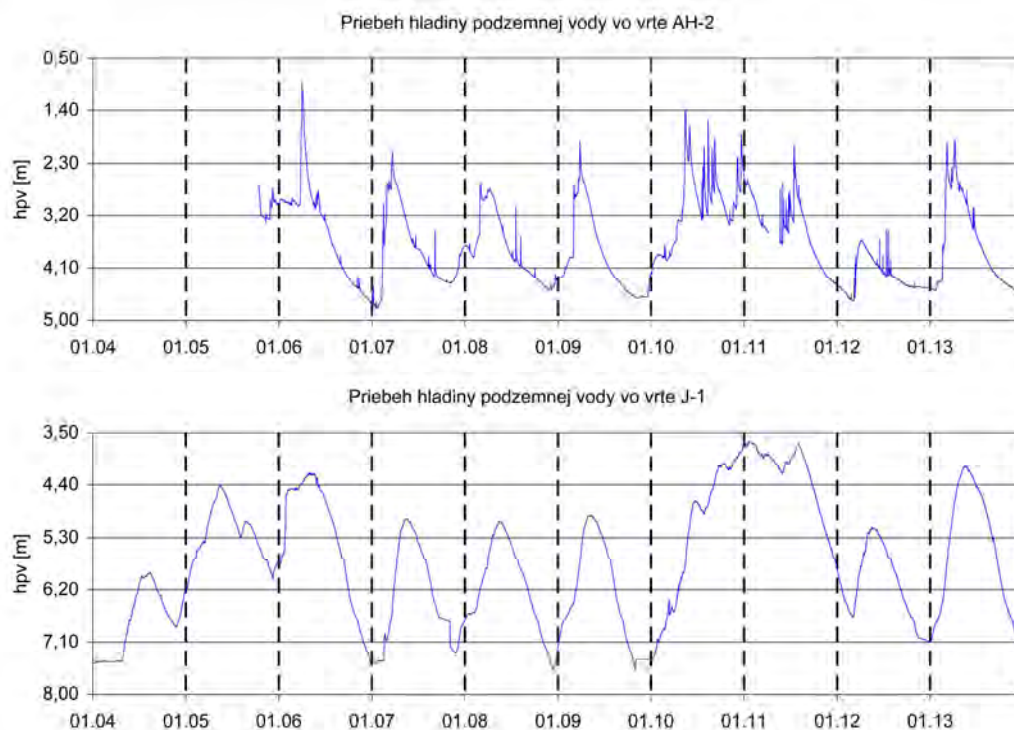
odvodné pre dané mesiace. Naopak, v polovici marca, ale najmä v polovici apríla, sa dostala nad dlhodobé mesačné maximá (obr. 1.58). Teplota vody kolísala v intervale 6,9 – 7,9 °C. Najväčšie výkyvy boli zaznamenané počas prudkého vzostupu hladiny podzemnej vody. Pribeh hladiny podzemnej vody a tiež kolísanie jej teploty poukazujú na plytší obeh.



Obr. 1.58. Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (zo znázornením minimálnych a maximálnych mesačných stavov za monitorované obdobie) a jej teploty automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch J-1 a AH-2 na lokalite Okoličné v roku 2013, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš a teploty vzduchu zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21130)

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia je možno pozorovať, že zmeny hladiny podzemnej vody súvisia prevažne s ročným klimatickým cyklom (obr. 1.59). Hladina podzemnej vody vo vrte J-1 má prevažne pravidelný režim, maximálne stavy sa vyskytujú zvyčajne na konci prvej polovice roka. Výnimku tvorí rok 2010, kedy hladina podzemnej vody stúpala počas celého roka. Príčinou boli nadmerné úhrny zrážok, zaznamenané najmä počas mesiacov máj a jún. Vo vrte AH-2 sú maximálne stavy hladiny podzemnej vody dosahované prevažne v mesiacoch marec až apríl (najvyššia hladina bola zaznamenaná

6. apríla roku 2006 s hĺbkou 0,9 m pod úrovňou terénu). Minimálne stavy hladiny podzemnej vody sa v oboch vrtoch vyskytujú prevažne na sklonku, prípadne v prvých mesiacoch kalendárneho roka. Vo vrte J-1 hladina podzemnej vody najnižšie klesla 4. novembra 2009 a vo vrte AH-2 6. marca 2012.



Obr. 1.59. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomeri, umiestnenými vo vrtoch AH-2 a J-1 na lokalite Okoličné

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov dosiahla hodnotu len $13,96 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti v priebehu roku 2012 bolo zaznamenané vo vrte V-101 (až $9,6 \text{ l.min}^{-1}$; obr. 1.56). V uvedenom vrte bola zároveň dosiahnutá i najvyššia výdatnosť spomedzi monitorovaných drenážnych objektov ($13,1 \text{ l.min}^{-1}$). Najnižšie výdatnosti boli namerané vo vrtoch V-104 a V-103 ($0,01 \text{ l.min}^{-1}$).

Kolísanie výdatnosti drenážnych objektov počas dlhšieho časového horizontu súvisí prevažne so sezónnymi zmenami hladiny podzemnej vody (obr. 1.57). Maximálne výdatnosti sú pozorované prevažne v mesiacoch apríl a máj, výnimočne však i v mesiaci marec. Počas obdobia 2004 až 2007 a 2008 až 2010 mali maximálne hodnoty spoločnej výdatnosti v jednotlivých rokoch vzostupný trend. Od roku 2011 je však možné sledovať výrazný pokles objemu odvádzaných vôd. Najnižšie hodnoty výdatnosti boli zaznamenané 16. decembra 2004 (len $1,92 \text{ l.min}^{-1}$).

e/ Merania zrážkových úhrnov

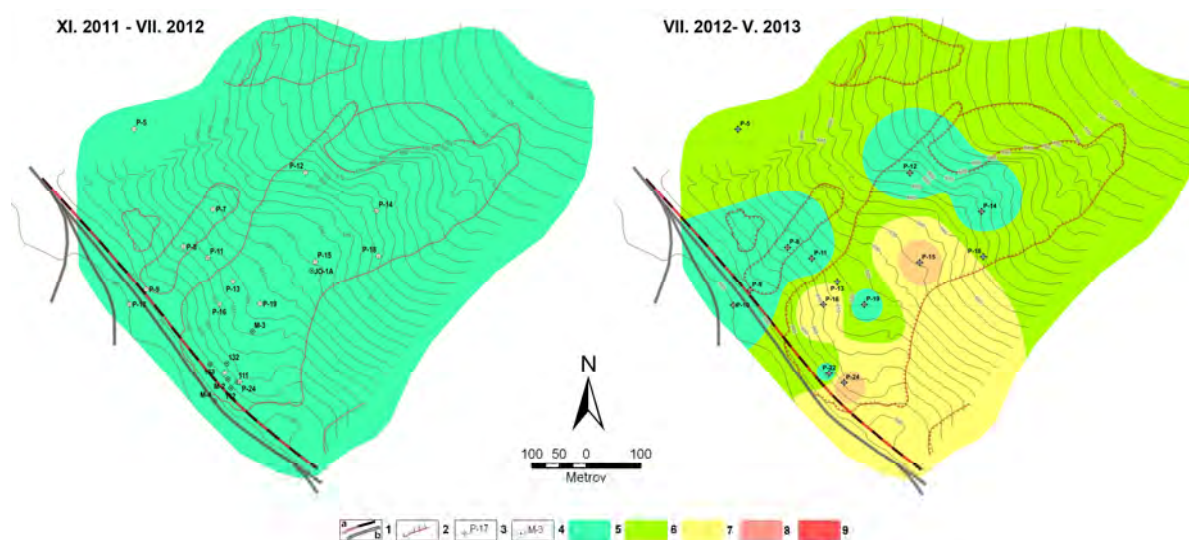
Informáciu o režimových pozorovaniach dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21130) a Liptovský Mikuláš (21060). Na stanici Liptovský Mikuláš-Ondrášová je dlhodobý zrážkový priemer $667,82 \text{ mm}$. V roku 2012 bol zaznamenaný zrážkový úhrn $589,4 \text{ mm}$, čo zodpovedá $88,26 \%$ dlhodobého priemeru, a teda ide o suchý rok. V roku 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn $615,7 \text{ mm}$, čo predstavuje $92,2 \%$ z dlhodobého zrážkového úhrnu a daný rok

je možné hodnotiť ako normálny. Na stanici Liptovský Mikuláš bol v roku 2012 nameraný zrážkový úhrn 566,5 mm a v roku 2013 dosiahol zrážkový úhrn 557,3 mm, čo predstavuje pokles 9,2 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podobne, ako na lokalite Veľká Čausa, aj na lokalite Okoličné sme sa pokúsili o schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody a pohybovej aktivity za obdobie rokov 2012 a 2013. Vychádzalo sa z hodnotenia jednotlivých vrtov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.4 a 1.6.

Z výsledkov štatistického hodnotenia hĺbky hladiny podzemnej vody znázorneného na obr. 1.49A vyplýva, že v roku 2012 došlo k zostupu hladiny podzemnej vody. V roku 2013, vzhľadom na absenciu údajov o režimových zmenách nebolo možné pokračovať v analýzach hladiny podzemnej vody.



Obr. 1.60. Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 1.5) na lokalite Okoličné za obdobie XII. 12 – V. 13. 1 – železničná trať: a/ hlavná trať Košice – Žilina, b/ priemyselná vlečka, 2 – ohraničenie zosuvov, 3 – body geodetickej siete, 4 – inklinometrické vrt, 5 – stabilný stav častí územia, 6 – náznaky pohybovej aktivity zosuvu, 7 – mierne aktívny stav, 8 – aktívny stav, 9 – vysoko aktívny stav

Pri hodnotení pohybovej aktivity v roku 2013 boli vykonané kontrolné geodetické merania. Z výsledkov, ktoré sú prezentované na obr. 1.60, vyplýva, že došlo k miernemu nárastu kinetiky zosuvného pohybu. Najmenej priaznivé hodnoty boli namerané v bodoch P15 a P24.

V prípade výsledkov inklinometrického merania (realizovaného na konci septembra), bolo po hlbšom rozbere nameraných vektorov usúdené, že dosiahnuté vektory deformácie sú do značnej miery ovplyvnené nepresnosťami, ktoré nie je možné jednoznačne identifikovať. Z tohto dôvodu neboli hodnotenia metódou presnej inklinometrie zaradené komplexného spracovania pohybovej aktivity.

Na základe terénnych rekognoskácií je i naďalej možné pozorovať pokračujúce deformácie v čele akumulácie zosuvu na línii nespevneného chodníka vedúceho popri trati a taktiež aj na odvodňovacom rigole, umiestnenom paralelne so železničnou traťou.

Celkove je možné konštatovať, že stabilný stav posudzovaného územia v roku 2013 sa nachádza v relatívne priaznivých podmienkach.

Vzhľadom na veľmi vysoký celospoločenský význam lokality, súvisiaci s trvalým ohrozením hlavnej železničnej trate, ktorá predstavuje spojnicu viacerých krajských miest, je i v nasledujúcom roku 2014 nevyhnutné aplikovať rovnaký sortiment monitorovacích meraní s rovnakou frekvenciou ako v roku 2013.

1.4.13. Lokalita Bojnice

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnícami a Opatovcami nad Nitrou. Monitorovacia sieť pozostáva z piezometrických a inklinometrických vrtov a geodetických bodov. Bližšie informácie o zosuvnej lokalite poskytuje správa z prieskumu (Jadroň a Mokrá, 2001), ako aj monitorovacie správy z predošlého obdobia.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.19.

Tab. 1.19 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bojnice v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Geodetické	18 pozorovaných	B_1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, B_A, B_B B-1, 2, 3, 4, JB-1, 2	1 (29. máj)	–
	3 vzťažné	Z14, Z15, Z300		
Inklinometrické	2	JB-1, 2	1 (18. júl)	–
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	JB-1, 2, B-1, 2, 3, 4, J-4, 9	48 (1x za týždeň)	47 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prievidza (indikatív 30120)	Denné úhrny zrážok	

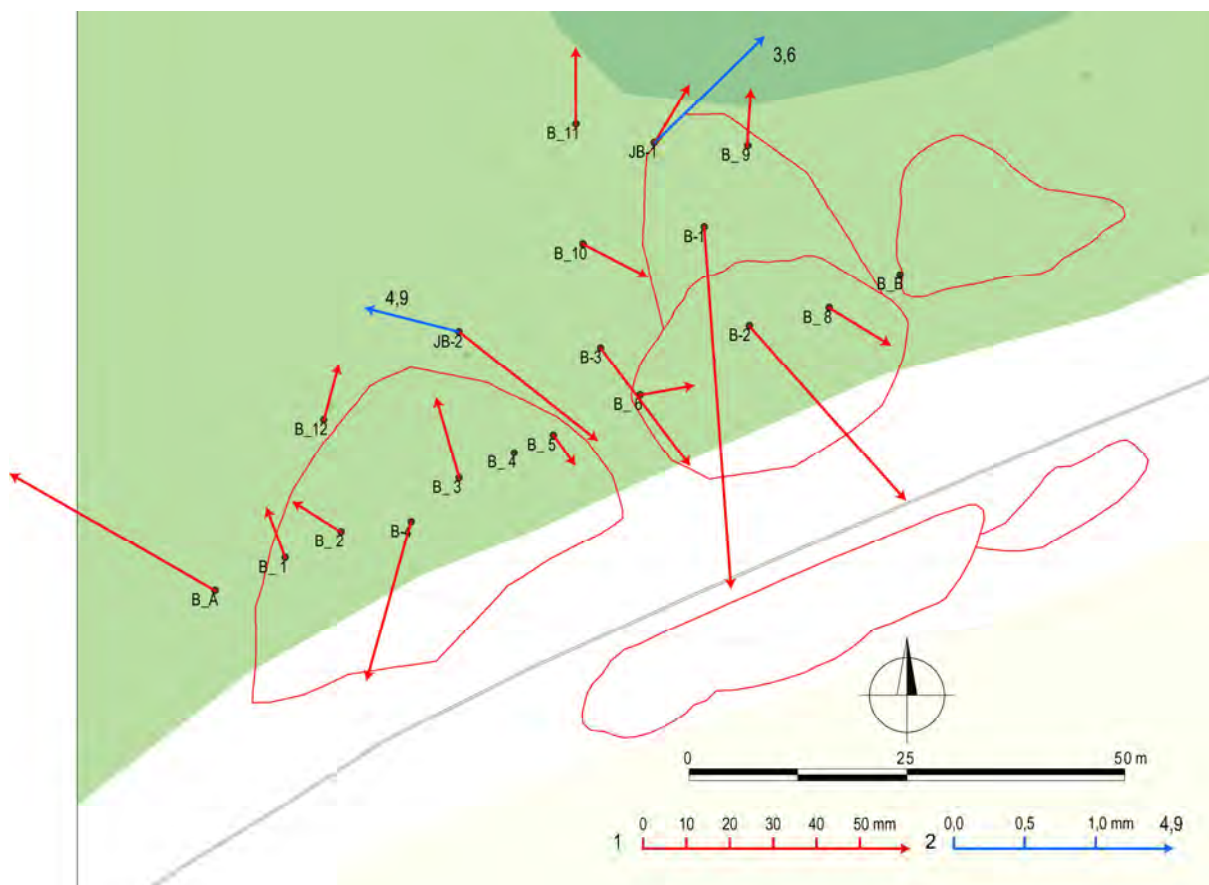
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

Geodetické merania sa v zosuvnom území v posledných rokoch ustálili na dvojročnej frekvencii. Naposledy boli merania realizované v roku 2012. Monitorovacia sieť pozostáva z 18 pozorovacích bodov (10 bodov sa nachádza na zámernej priamke, 4 body v telese zosuvu a meria sa aj poloha vrtov B-1, 2, 3, 4, JB-1 a 2) a 3 vzťažné body. Počas dvojročnej etapy (1. máj 2010 – 29. máj 2012) boli najvýraznejšie polohové zmeny zaznamenané na bodoch B-1 (82,22 mm), B_A (52,84 mm), B-2 (52,40 mm), JB-2 (39,20 mm), B-4 (36,40 mm) a B-3 (32,80 mm – obr. 1.61). Výraznejšie vertikálne zmeny (zostupného charakteru) boli zaznamenané na bodoch B_A a B_12 (-20,0 mm), B_11 (-27,0 mm). Z výsledkov geodetických meraní vyplýva stav zvýšenej pohybovej aktivity, ktorý pravdepodobne súvisí s intenzívnymi zrážkami z mája, júna a augusta v roku 2010.

Na základe výsledkov dlhodobého monitorovania (počas rokov 2004 až 2012) možno konštatovať, že v zosuvnom území bola zaznamenaná najvýraznejšia polohová zmena v roku 2005 na bode B_6 (102,18 mm približne za jeden kalendárny rok – obr. 1.62). V súvislosti so zaznamenaným extrémne veľkým posunom pozorovacieho bodu sa na povrchu prejavili

i trhliny parciálneho zosuvu. Zaznamenané veľkosti posunov na tomto bode v ďalších rokoch (najmä 2009) poukazujú na zvýšenú aktivitu v centrálnej časti zosuvného územia.

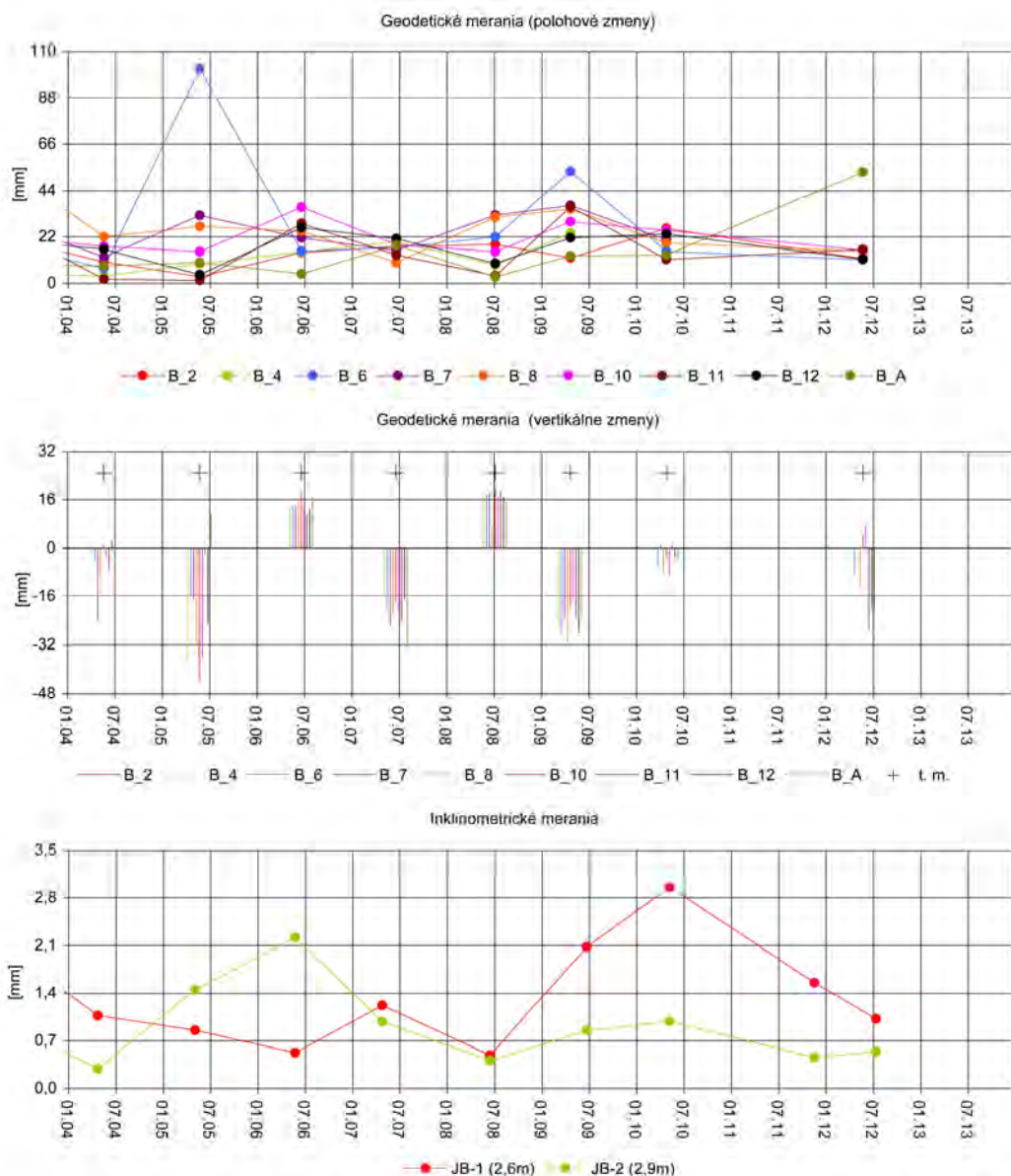


Obr. 1.61. Lokalita Bojnice – výsledky geodetických a inklinometrických meraní v rokoch 2012 a 2013. 1 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie V. 10 – V. 12, 2 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie XI.11 – VII.12 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); *mapový podklad: ZBGIS®*

Pri hodnotení vertikálnej zložky posunov možno počas ostatných piatich rokov pozorovať striedanie zostupných a vzostupných zmien v rámci celej lokality (obr. 1.62). Najvýraznejšie prejavy vertikálnych zmien boli pozorované v roku 2005 na bode B_2 (-44,0 mm za približne jeden kalendárny rok). Celkovo však na pozorovanej lokalite prevládajú vertikálne zmeny presahujúce hodnotu 20 mm a o niečo nižšie zastúpenie majú zmeny v rozsahu 0 až 5 mm.

b/ Inklinometrické merania

Podobne ako v prípade geodetických meraní aj pri aplikácii metódy presnej inklinometrie sa zaviedla dvojročná frekvencia meraní. Merania sa vykonávajú v dvoch vrtoch – JB-1 a JB-2. Naposledy boli merania realizované v roku 2012 v polovici júla. Namerané veľkosti deformácií v sledovaných horizontoch (obr. 1.61) poukazujú na stabilítne priaznivé pomery v území nad monitorovaným zosuvom. Mierne zvýšené hodnoty pohybovej aktivity sa prejavili len v najvrchnejšom horizonte. Vo vrte JB-1 bola v hĺbke 2,6 m pod terénom zaznamenaná deformácia 1,02 mm a vo vrte JB-2 v hĺbke 2,9 m 0,54 mm. Na základe naposledy vykonaného merania (máj 2012) je možné konštatovať pomerne stabilný stav monitorovanej časti územia.



Obr. 1.62. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Bojnica

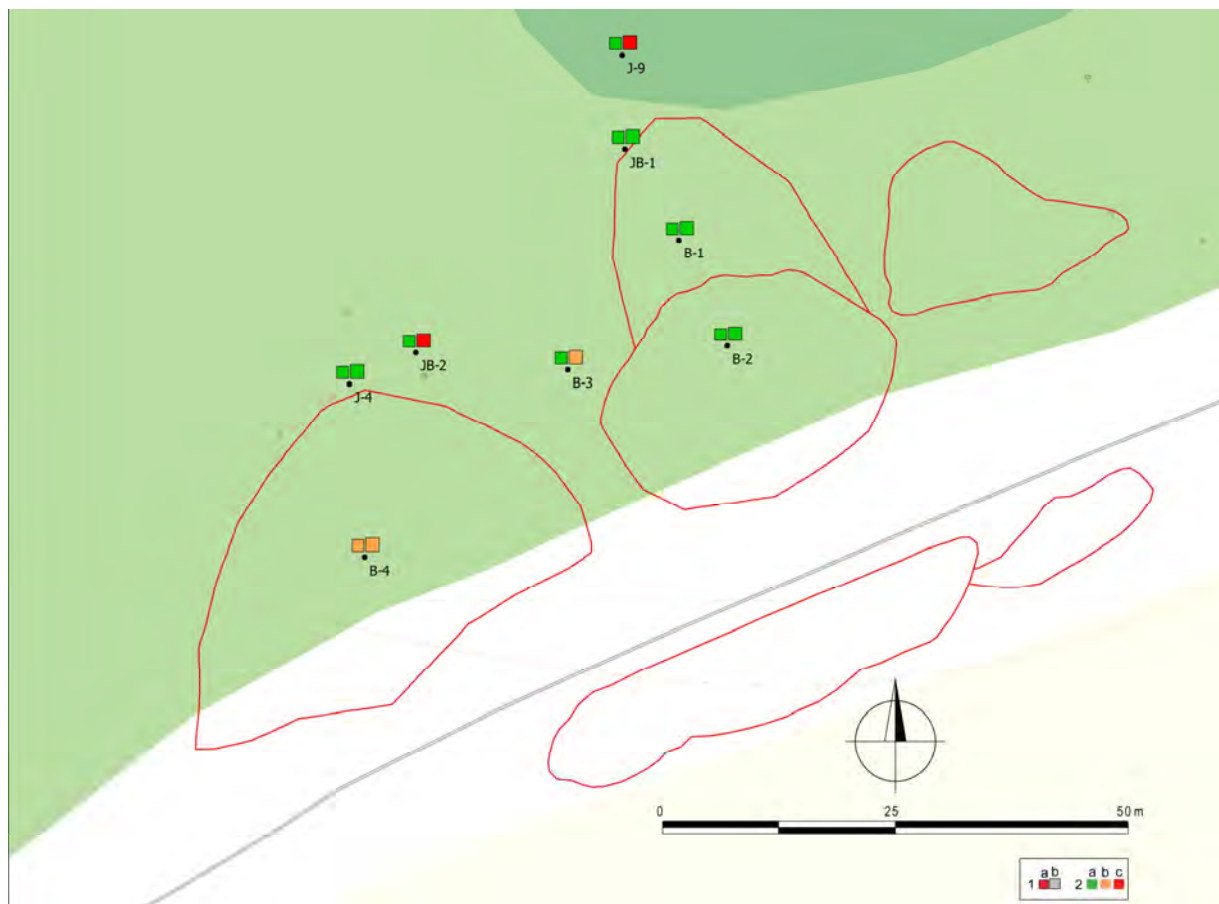
Dlhodobý vývoj deformácie v obidvoch inklinometrických vrtoch (v odľučnej oblasti zosuvov z roku 1995) poukazuje na mierne zvýšenú pohybovú aktivitu (obr. 1.62). Najväčšie deformácie boli zaznamenané v roku 2010 vo vrte JB-1 v hĺbke 2,6 m pod terénom (príl. 1.13). Najmenšie deformácie boli zaznamenané v roku 2008, kedy veľkosť nameranej deformácie v sledovaných horizontoch (JB-1 – 2,6 m pod terénom a JB-2 – 2,9 m; obr. 1.62) nepresiahla hodnotu 0,5 mm. Namerané vektory majú medzi etapami výrazné rozdiely v azimutoch, čo poukazuje na skutočnosť, že zaznamenaná deformácia nemusí vždy priamo súvisieť so svahovým pohybom.

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 3,47 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte J-4 (2,05 m). V období od 23. októbra do 8. decembra bola nameraná najnižšia hladina podzemnej vody za celé monitorované obdobie (od roku 1997) vo vrtoch B-1 (3,93 m p. t.), B4 (4,32 m p. t.), J-4

(6,23 m p. t.), JB-1 (4,02 m p. t.) a JB-2 (3,81 m p. t.; obr. 1.63). Veľmi nízke hladiny podzemnej vody možno z hľadiska stabilitných pomerov územia hodnotiť pozitívne.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpala o 0,41 m a v roku 2013 predstavovala hĺbku 3,06 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JB-2 (3,31 m). V tomto vrte hladina podzemnej vody (31. marca) dosiahla hĺbku 0,27 m pod terénom, čo predstavuje najvyššiu nameranú hladinu podzemnej vody v danom vrte od roku 2006. Naopak, najhlbšie pod terénom bola nameraná hladina podzemnej vody vo vrte J-4. Počas 12. decembra klesla na úroveň 6,22 m pod terénom (ide o druhú najnižšiu nameranú hladinu v danom vrte).

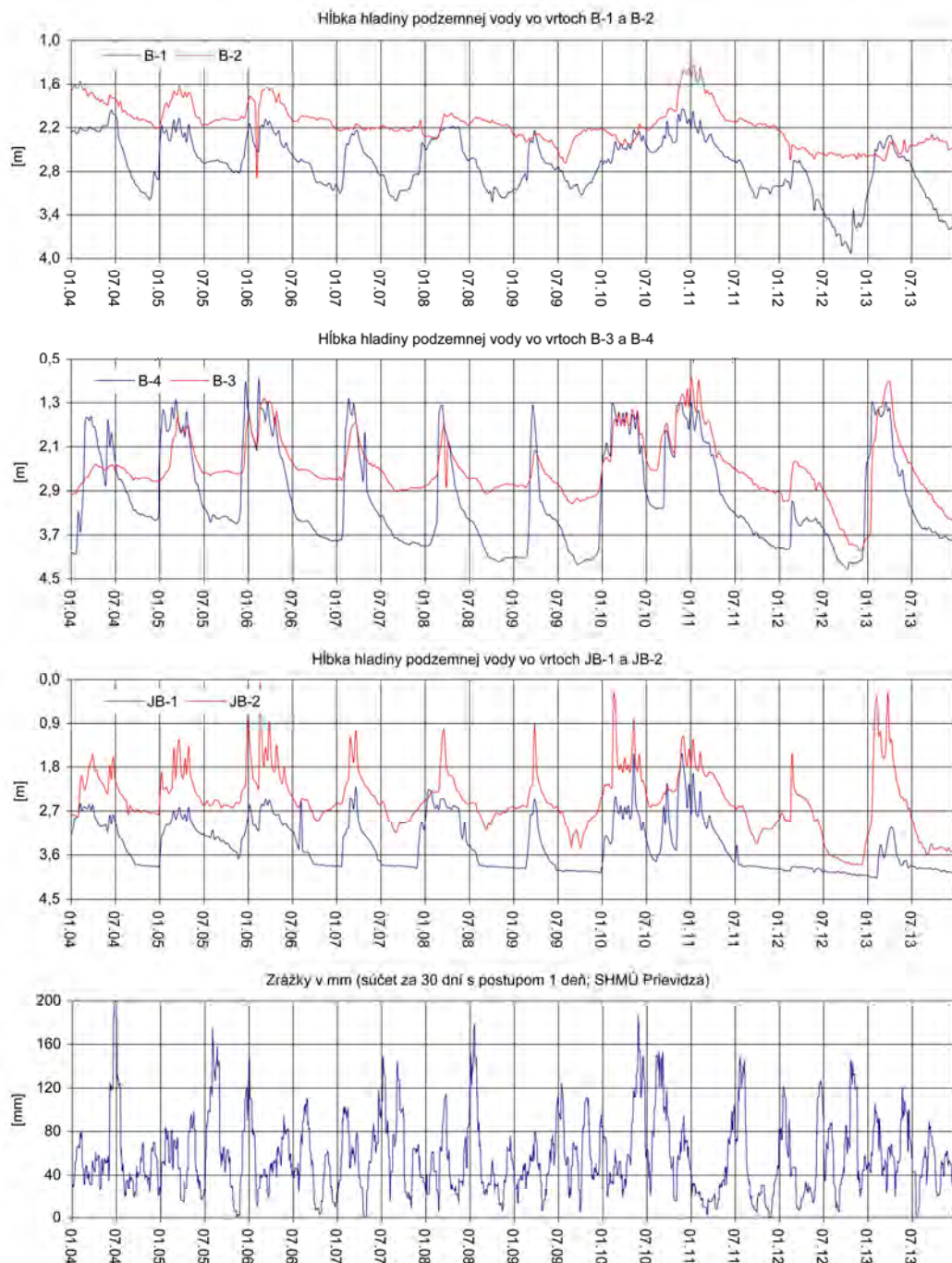


Obr. 1.63. Lokalita Bojnice – výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch počas roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; mapový podklad: ZBGIS®

Pri hodnotení priebehu hladiny podzemnej vody v hodnotenom roku je možné konštatovať, že k vzostupu dochádzalo prakticky hneď na začiatku roka. Hladiny podzemnej vody mali vzostupný trend až do marca a v niektorých prípadoch (B-4 – obr. 1.64) až do druhej polovice apríla. Počas letných a jesenných mesiacov hladiny podzemnej vody mali prevažne klesajúci trend. Na minimálnych úrovniach sa ustálili na konci roku 2013. Výnimku predstavuje priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte B-2. Počas celého roka hĺbka hladiny podzemnej vody vykazovala len veľmi mierne zmeny, pričom od marca do novembra bolo možné pozorovať jej mierny vzostup.

Pri analýze dlhšieho časového obdobia (obr. 1.64) sa maximálne hladiny podzemnej vody vyskytujú periodicky počas prvých mesiacov kalendárneho roka (január, február

a marec), ojedinele v mesiacoch december a apríl. Z hľadiska dosiahnutej úrovne hladiny podzemnej vody možno za významné považovať roky 2006 (vo vrte JB-2 sa 21. februára hladina podzemnej vody nachádzala v hĺbke 0,08 m p. t.), 2010 (JB-1 – 30. novembra – 1,52 m p. t.) a 2011 (JB-2 – 15. januára – 1,33 m p. t., B-3 – 8. januára – 0,86 m p. t.), kedy boli dosiahnuté historické maximá.



Obr. 1.64. Výsledky dlhodobého (2004 – 2013) spracovania režimových pozorovaní z vybraných vrtov na lokalite Bojnice znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prievidza (indikatív 30120)

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza, ktoré sú uvedené pri zosuvnej lokalite Veľká Čausa.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 sa aktívne merali len hladiny podzemnej vody. Na základe výsledkov ich meraní je možné konštatovať, že hladiny podzemnej vody boli ovplyvnené najmä zimnými a jarnými zrážkami. Dopĺňaniu zásob podzemnej vody prispelo cyklické striedanie sa období s kumuláciou a topením snehovej pokrývky. Počas letných a jedených mesiacov dochádzalo k poklesu hladiny podzemnej vody, a teda i zlepšeniu stabilitných pomerov.

Namerané posuny a deformácie v roku 2012, ktoré charakterizujú stav pohybovej aktivity zosuvného územia, bude možné overiť až najbližšie plánovanými meraniami v roku 2014. Celkovo, na základe dlhodobého monitorovania, možno konštatovať, že realizované sanačné opatrenia z druhej polovice deväťdesiatych rokov minulého storočia plnia svoju funkciu. K zvýšeniu stability prispela i oprava porušeného kanalizačného potrubia, ktoré v minulosti saturovalo zosuvný materiál vodou.

V roku 2014 je plánované pokračovať v režimových pozorovaniach a zároveň sa vykoná kompletná séria meraní pohybovej aktivity (terestrické a inklinometrické merania).

1.4.14. Lokalita Bardejovská Zábava

Stručná charakteristika lokality

Zosuv, ktorý vznikol v roku 2010 v Bardejove, v mestskej časti Bardejovská Zábava, ohrozuje zástavbou rodinných domov (obr. 1.65). Zosuv má prúdový tvar s rozmermi 20 m (šírka) krát 40 m (dĺžka) a je súčasťou rozsiahlejšieho zosuvného územia. Monitorovacie merania sa vykonávajú na monitorovacej sieti, ktorá bola na lokalite vybudovaná v rámci prieskumných a sanačných prác (Havčo et al., 2010 a Havčo, 2012). Bližšie informácie o zosuve sú súčasťou správy z prieskumu (Havčo et al., 2010) a monitorovacej správy za rok 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.20.

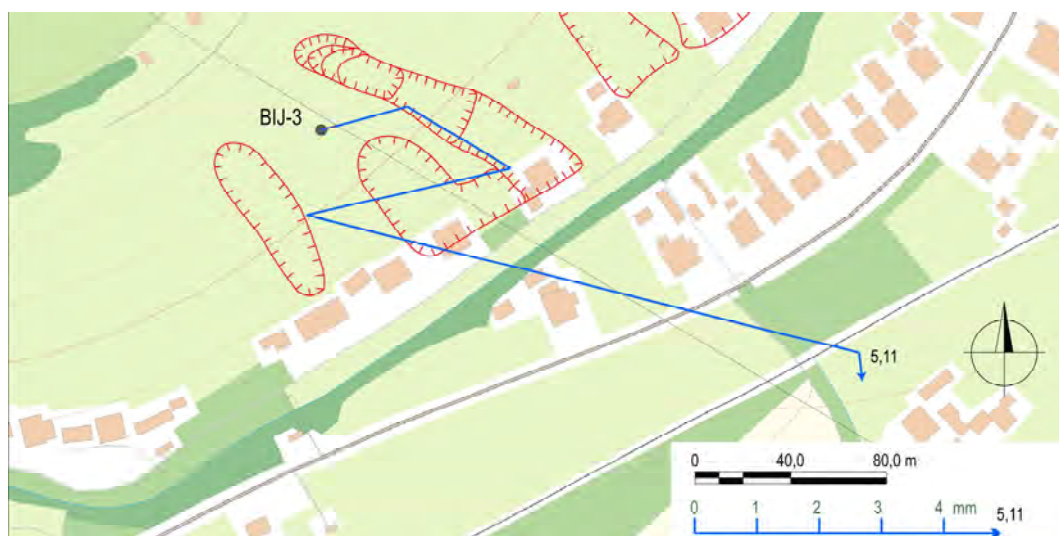
Tab. 1.20 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bardejovská Zábava v roku 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	1	BIJ-1	3 (29. marec, 10. august, 8. október)	2 (22. august, 11. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	BHJ-1, BHJ-3	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Bardejov (indikatív 49120)	Denné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

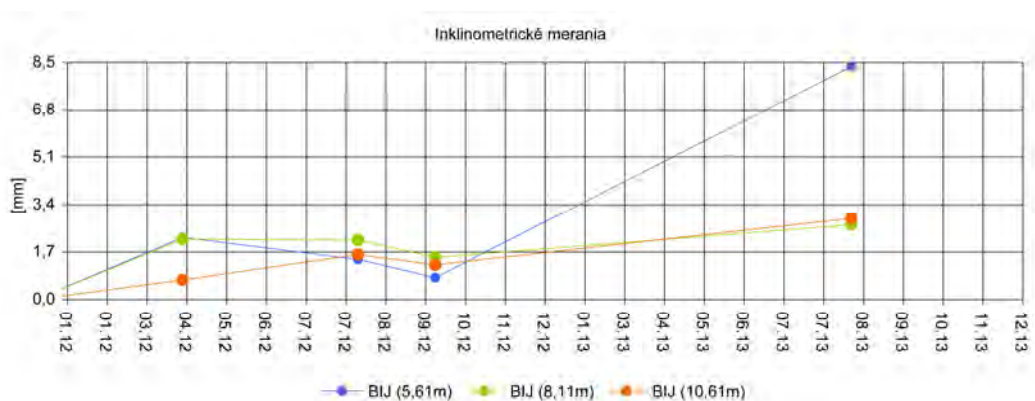
V roku 2012 sa na jedinom inklinometrickom vrte (BIJ-1), ktorý sa nachádza v odľučnej oblasti prúdového zosuvu, uskutočnili tri kontrolné etapy meraní. Z troch vybratých horizontov (obr. 1.56), v ktorých je možné sledovať náznaky priebehu šmykových plôch, sa najaktívnejšie prejavuje úroveň v hĺbke 5,11 m pod terénom (najvyššia deformácia bola dosiahnutá počas októbrovej etapy – 3,36 mm; príl. 1.14; obr. 1.56). V horizonte 8,11 m pod terénom bola najvyššia deformácia zaznamenaná počas marcového merania (2,15 mm – obr. 1.57). V najhlbšej úrovni – 10,61 m pod terénom došlo k nárastu pohybovej aktivity najmä v období marec až august (nameraná deformácia 1,60 mm), no pomerne aktívna bola i posledná tretia etapa (deformácia dosiahla 1,24 mm).



Obr. 1.65. Lokalita Bardejovská Zábava – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – VII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Havčo, 2012), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 boli realizované dve etapy meraní. Počas prvého merania, ktoré charakterizuje pohybovú aktivitu v období od októbra 2012 do augusta 2013, došlo, v porovnaní s predchádzajúcim obdobím prakticky vo všetkých sledovaných horizontoch k výraznému nárastu deformácie. Najväčšie deformácie boli pozorované v plytších horizontoch. Napríklad v hĺbke 5,11 m pod terénom bola nameraná deformácia až 9,14 mm (príl. 1.14). S narastajúcou hĺbkou má veľkosť deformácie klesajúci trend (v hĺbke 10,61 m pod terénom bola nameraná deformácia 2,99 mm). Počas nasledujúcej etapy (kontrolné meranie bolo realizované v prvej polovici novembra) bol pozorovaný útlm pohybovej aktivity. V sledovaných horizontoch sa vektory deformácie pohybujú v intervale 0,36 až 0,63 mm (príl. 1.14).

Z výsledkov meraní vyplýva, že v oblasti monitorovaného vrtu naďalej pretrváva zvýšená pohybová aktivita. Nárast deformácie v tomto území spôsobili výdatné zrážkové úhrny počas zimných a jarných mesiacov.



Obr. 1.62. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Bardejovská Zábava

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2012 a 2013 boli na zosuvnej lokalite realizované režimové pozorovania v dvoch vrtoch.

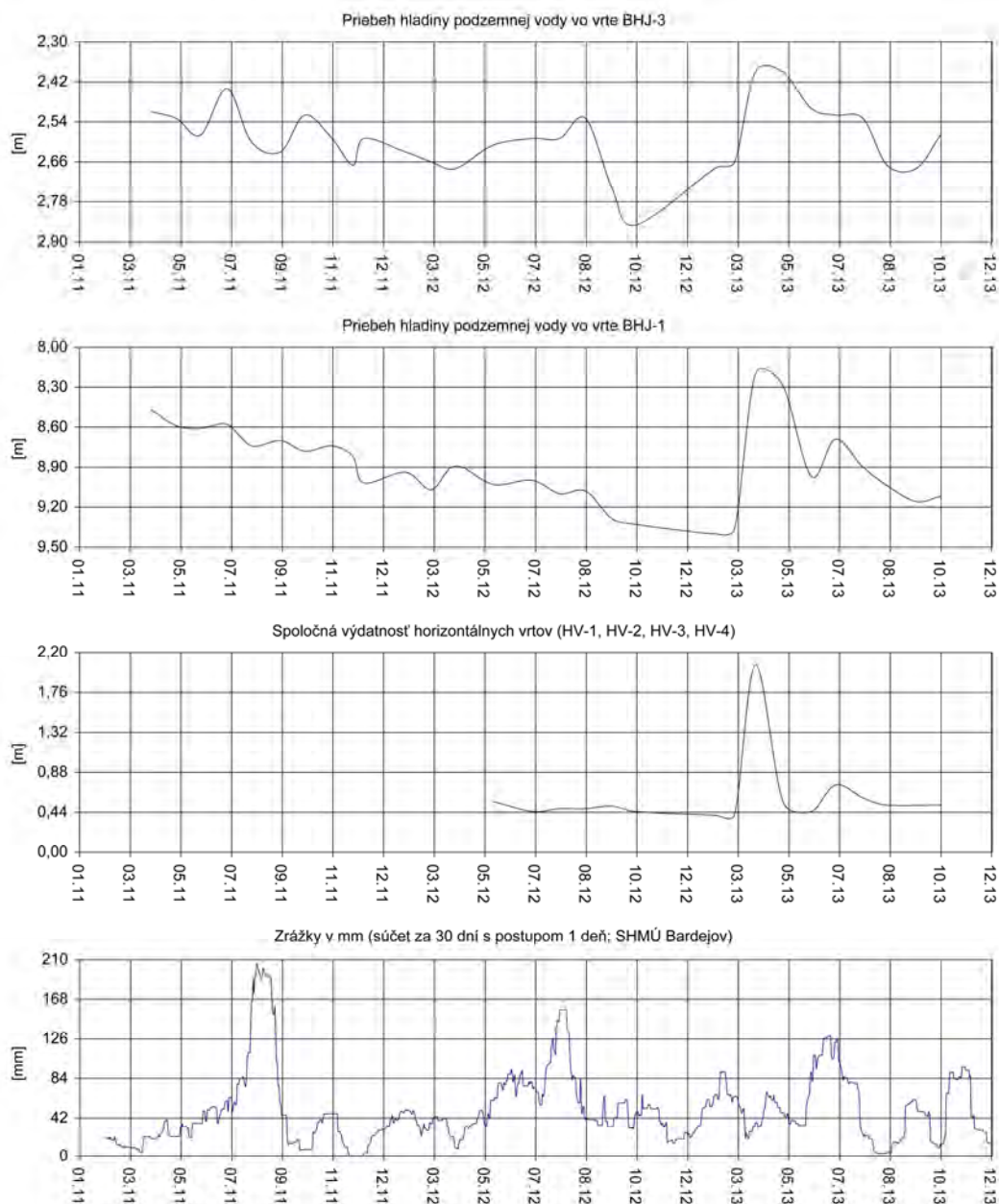
V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hodnotu 5,87 m pod terénom. Zmeny hĺbok hladín podzemnej vody v jednotlivých vrtoch boli len minimálne. Vo vrte BHJ-1 bolo dosiahnuté kolísanie 0,44 m a vo vrte BHJ-3 0,32 m. Počas monitorovaného obdobia bolo možné sledovať v oboch vrtoch sledovať postupný pokles hladiny podzemnej vody. Súvisí to s nižšími zrážkovými úhrnmi z roku 2011 a čiastočne i v roku 2012.



Obr. 1.67. Lokalita Bardejovská Zábava – semikvantitatívne výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení počas roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotené); červená línia – ohraničenie zosuvu (Havčo, 2012), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k miernemu nárastu priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody (o 0,13 m – obr. 1.67). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2013 teda dosiahla hodnotu 5,73 m pod terénom. Výraznejšie kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody bolo vo vrte BHJ-1 (1,2 m). Maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá počas marcového termínu merania (8,2 m pod terénom) a minimálna 1. februára (9,4 m pod terénom). Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte BHJ-3 počas marcového merania (2,39 m pod terénom – obr. 1.86). Namerané maximálne stavy hladiny podzemnej vody predstavujú najvyššiu dosiahnutú úroveň počas celého obdobia monitorovania.

Pri hodnotení celého obdobia režimových pozorovaní je možné počas rokov 2011 a 2012 sledovať vzostupný trend hĺbky hladiny podzemnej vody. Vzostup hladiny podzemnej vody súvisí najmä s jarným obdobím aktuálne hodnoteného roku 2013. V dôsledku dlhotrvajúceho zimného obdobia s výdatnými zrážkovými úhrnmi (v kvapalnej, ale i tuhej forme), dochádza k postupnému dopĺňaniu zásob podzemnej vody. Dosiahnuté maximálne stavy predstavujú v relatívne krátkom období monitorovania tohto zosuvného územia najmenej priaznivú stabilnú situáciu.



Obr. 1.68. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Bardejovská Zábava znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Bardejov (indikatív 49120)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2012 a 2013 sa merania výdatnosti vykonávali na 4 odvodňovacích vrtoch (obr. 1.67). V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov dosiahla len $0,49 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte HV-2 ($0,1 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.10). Vrt V-1 a HV-3 boli počas všetkých režimových meraní suché. Veľmi nízke hodnoty výdatností odvodňovacích zariadení sú odrazom suchého obdobia zaznamenaného v predchádzajúcich rokoch.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov oproti roku 2012 len veľmi mierne stúpila, a to o $0,2 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla $0,69 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte HV-4 ($0,7 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.14). Naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte HV-3 ($0,4 \text{ l.min}^{-1}$) a vrt HV-1 bol počas celého roka suchý. Výraznejší nárast spoločnej výdatnosti bol nameraný počas marcového merania, kedy sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení dosahovala až $2,06 \text{ l.min}^{-1}$ (obr. 1.68).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Bardejov s indikatívom 49120. Počas roku 2012 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 648,4 mm. V roku 2013 bol zaznamenaný pokles ročného zrážkového úhrnu (o 22,5 mm) na 625,9 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zimné a jaré zrážkové úhrny sa podpísali pod výrazný vzostup hladiny podzemnej vody. V monitorovacích objektoch boli počas marcového termínu merania namerané najvyššie hodnoty hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení za celé sledované obdobie. Vzostup hladiny podzemnej vody sa prejavil aj zvýšenou pohybovou aktivitou. V hĺbke 5,11 m pod terénom bola počas augustovej etapy inklinometrických meraní zaznamenaná deformácia, presahujúca 9 mm. Z uvedeného teda vyplýva, že aktivita zosuvného územia je do veľkej miery ovplyvnená aktuálnymi klimatickými pomermi.

Vzhľadom na pretrvávajúcu hrozbu možnej reaktívacie svahového pohybu navrhujeme v budúcom roku pokračovať v monitorovacích meraniach s frekvenciou 2-krát ročne a režimových pozorovaní cca 10-krát ročne.

1.4.15. Lokalita Ďačov

Stručná charakteristika lokality

Zosuv, ktorý sa inicioval v roku 2010, sa nachádza na úpätí svahu (s kótou 486,3 m n. m.) a ohrozuje prakticky celú zástavbu domov, hospodárskych budov a príľahlých záhrad a dvorov na ľavej strane Ďačovského potoka (obr. 1.69). Ide o svahovú poruchu frontálneho charakteru, ktorá je viazaná na deluviálny pokryv a paleogénne ílovce. V postihnutom území sa vyskytujú samostatné menšie parciálne prúdové zosuvy, ako aj deformácie blokového charakteru. Rozmery zosuvného územia sú približne 2400 x 570 m (s plochou 0,5311 km²).

Monitorovacie práce sa vykonávajú na vybudovanej sieti inklinometrických a piezometrických vrtov. Bližšie informácie o lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010b), ako i monitorovania za rok 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.21.

Tab. 1.21 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ďačov v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	5	DA-1, 2, 3, 4, 7,	3 (29. marec, 10. august, 9. október)	3 (19. apríl, 23. august, 12. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	3	DA-5, DA-8, DA-10	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Lipany (indikatív 59100)	Denné úhrny zrážok	

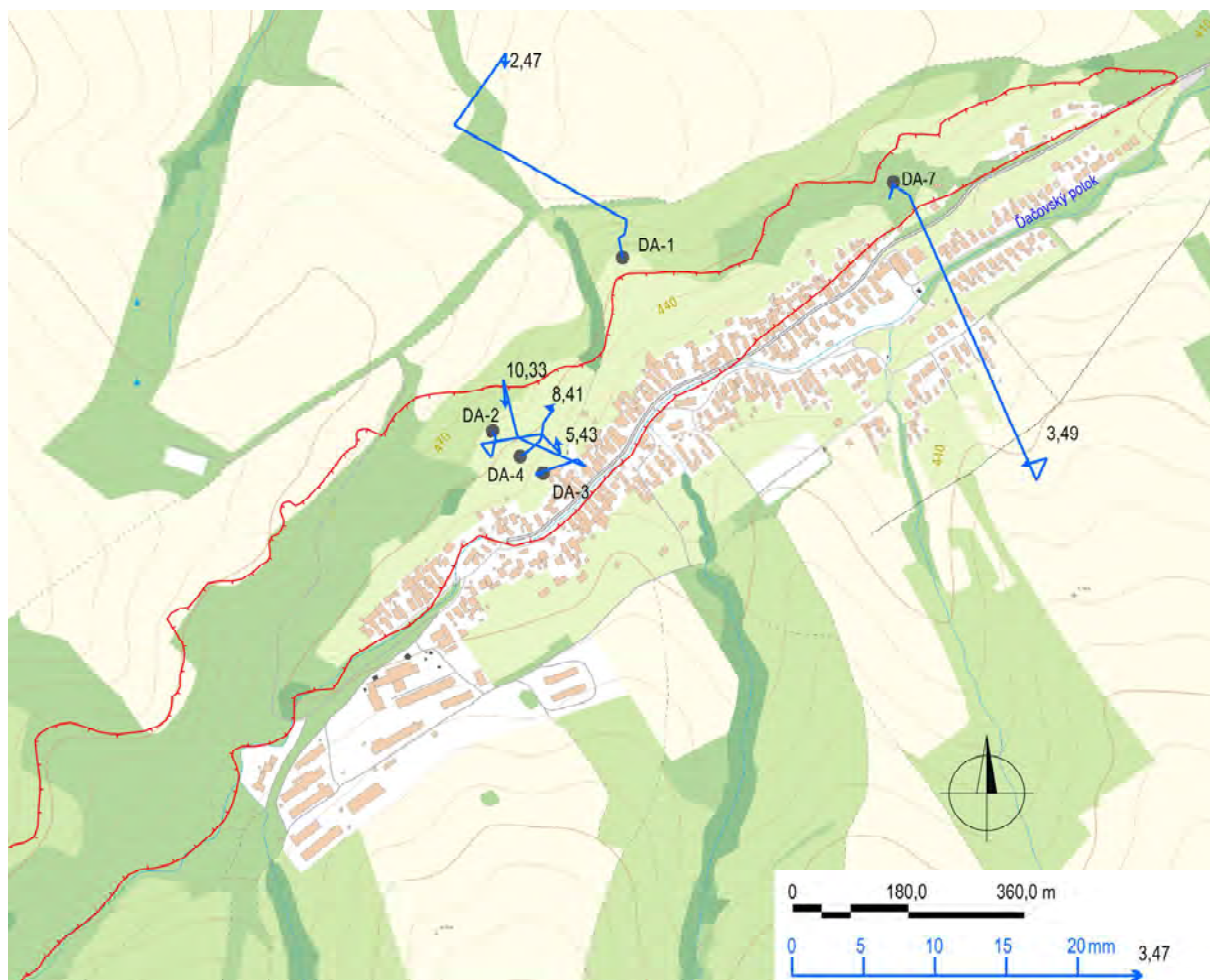
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie sa na lokalite realizujú v 5 vrtoch, z ktorých 3 (DA-2 až DA-4) sú situované v jednom pozdĺžnom profile, v strednej časti zosuvného územia. Vrty DA-1 a DA-7 sú situované severovýchodnejšie (obr. 1.69). V rokoch 2012 a 2013 boli na lokalite zrealizované tri etapy meraní (príl. 1.15).

Počas meraní v roku 2012 boli najvýraznejšie prejavy pohybovej aktivity namerané počas augustového merania vo vrte DA-3, v ktorom v hĺbke 11,83 m bola zaznamenaná deformácia 3,38 mm. Vrt sa nachádza v čele aktívneho zosuvu z roku 2010 v blízkosti miestnej zástavby (obr. 1.69). Vo vrte DA-1 sa deformácia prejavovala prevažne vo vrchnom horizonte (v hĺbke 2,47 m p. t. bola počas marcového merania zaznamenaná deformácia

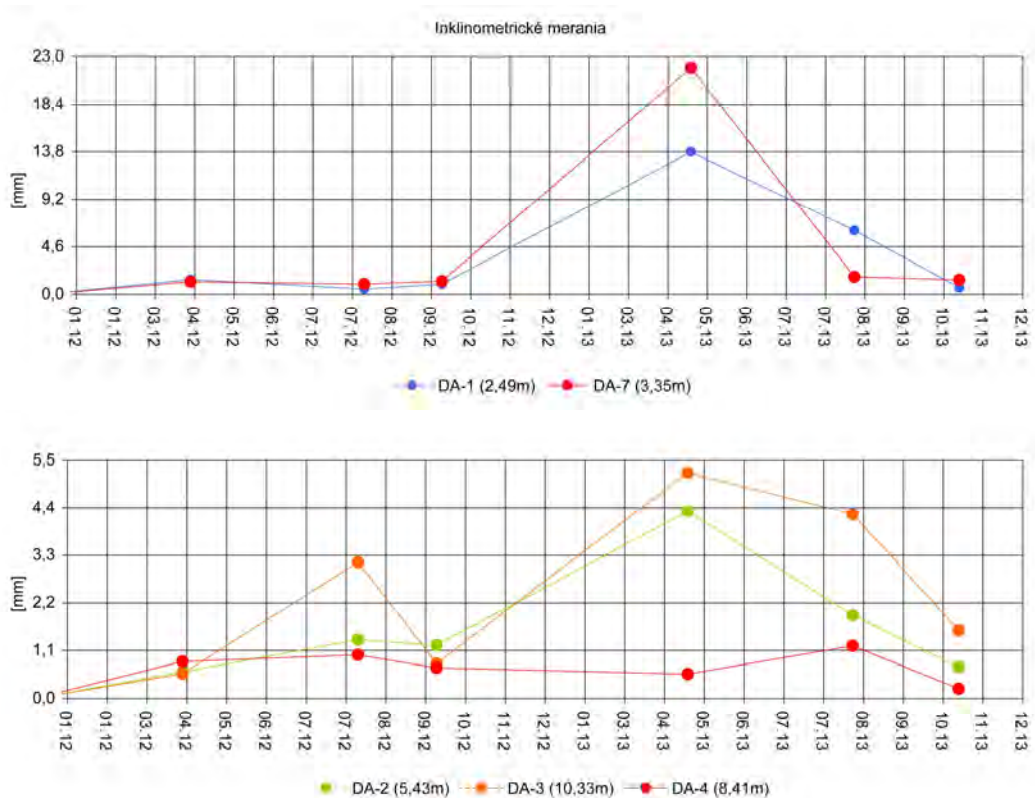
1,44 mm). O niečo hlbšie, na úrovni 4,43 m pod terénom sa vo vrte DA-2 počas augustovej etapy meraní prejavila deformácia 1,70 mm. Počas augustových meraní boli zvýšené hodnoty pohybovej aktivity zaznamenané i vo vrtoch DA-4 (v hĺbke 7,91 m p. t. – 1,28 mm; podobná deformácia bola zaznamenaná i počas marca v hĺbke 6,41 m p. t. – 1,14 mm) a DA-7 (v hĺbke 2,49 m p. t. – 1,35 mm). Celkovo možno konštatovať, že k nárastu pohybovej aktivity došlo medzi marcovým a augustovým meraním, čo súvisí s jarným topením snehovej pokrývky, kombinovaným so zrážkami v kvapalnej forme.



Obr. 1.69. Lokalita Dačov – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m); *mapový podklad: ZBGIS®*

V roku 2013 počas prvej etapy meraní došlo k výraznej akcelerácii svahového pohybu. Najvyššie hodnoty deformácie v rámci sledovaných šmykových plôch boli dosiahnuté vo vrte DA-7 v hĺbke 2,4 m pod terénom. Počas polročného obdobia veľkosť deformácie v tomto horizonte dosiahla až 34,8 mm s orientáciou na JJV. Pomerne vysoké deformácie (21,95 mm) boli namerané i v hlbšom horizonte 3,49 m pod terénom (príl. 1.15). Podobne, veľmi vysoké hodnoty deformácie (nad 20 mm) boli namerané i vo vrte DA-1, ktorý sa nachádza, podobne ako vrt DA-7, v severovýchodnej časti svahovej deformácie. Deformácie namerané vo vrtoch DA-2, 3 a 4 počas prvej etapy len ojedinele presiahli hodnotu 5 mm (obr. 1.70).

V nasledujúcich dvoch etapách došlo k poklesu pohybovej aktivity vo všetkých monitorovacích vrtoch okrem vrtu DA-1, kde ešte počas augustovej etapy boli namerané deformácie nad 5 mm. V ostatných vrtoch prevládali deformácie do 2 mm, ojedinele však prekročovali i 4 mm.



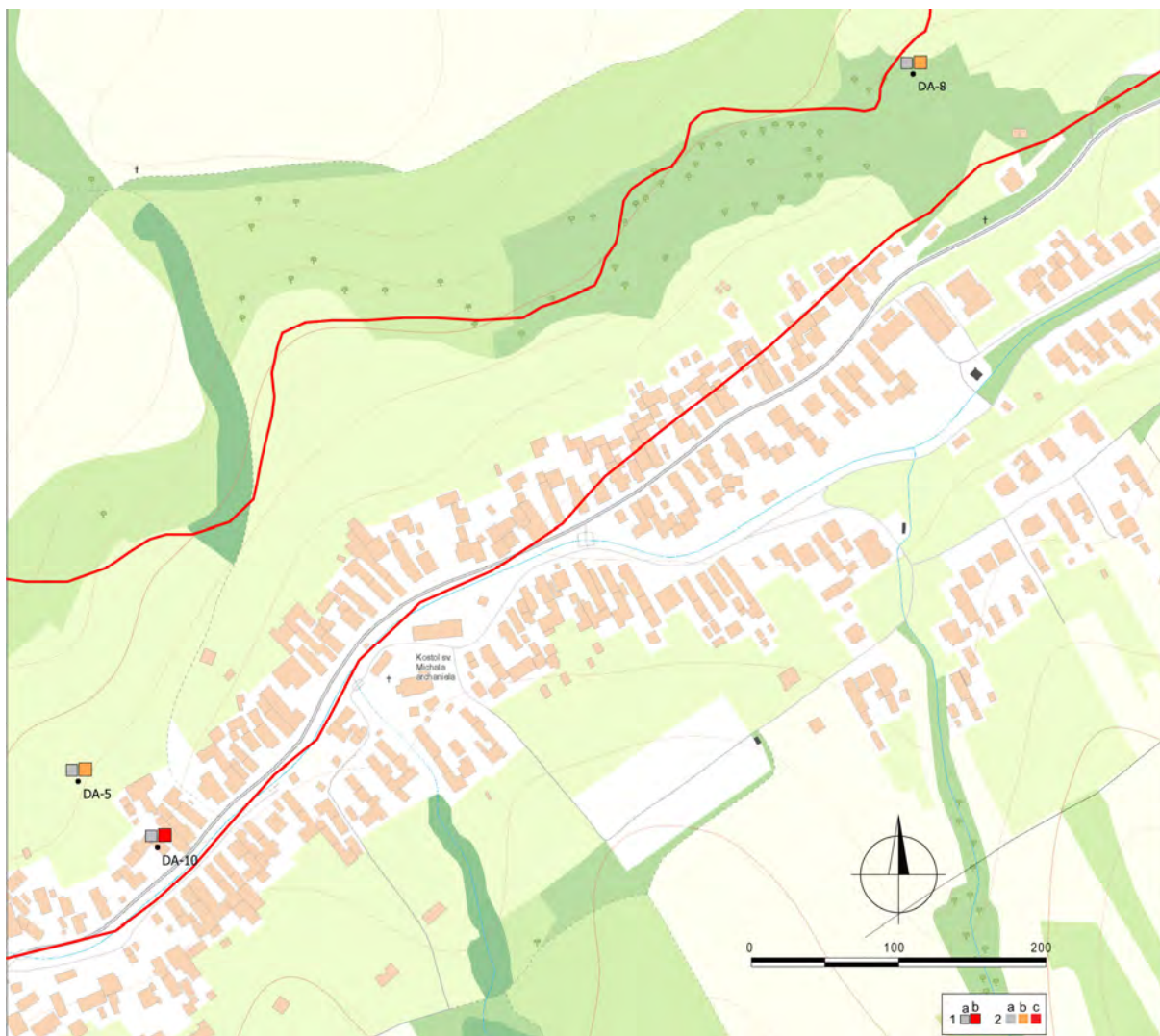
Obr. 1.70. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Dačov

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2012 a 2013 boli na zosuvnej lokalite realizované režimové pozorovania v troch vrtoch (DA-5, 8 a 10; ich situovanie je znázornené na obr. 1.71).

V roku 2012 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 5,12 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte DA-8 (3,37 m). Naopak, najnižšia hladina podzemnej vody bola nameraná vo vrte DA-10 (0,23 m). K výraznejšiemu vzostupu hladín podzemnej vody došlo na konci marca (vo vrtoch DA-5 a 8 – obr. 1.72).

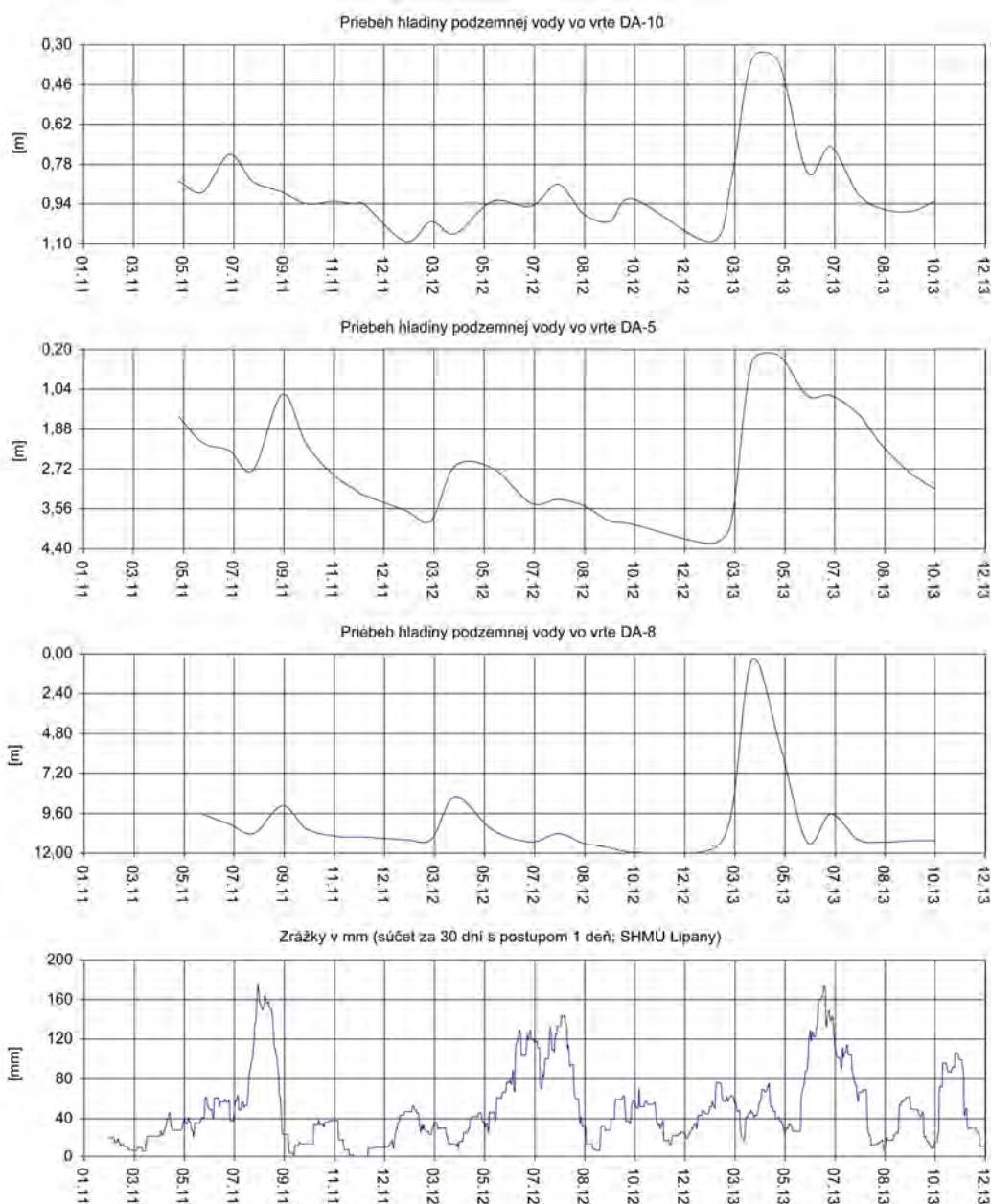
V roku 2013 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpala až o 1,06 m a dosiahla hĺbku 4,06 m pod úrovňou terénu (obr. 1.71). Veľmi výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte DA-8 (11,44 m). Naopak, jej minimálne zmeny boli pozorované vo vrte DA-10 (0,73 m). Všetky maximálne stavy zaznamenané počas marca a apríla predstavujú najvyššie hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie (obr. 1.72). Pod vzostup hladiny podzemnej vody sa podpísali zrážkové úhrny zimného obdobia, kedy sa cyklicky striedali obdobia kumulácie a topenia snehovej pokrývky. Pod dosiahnutím maximálnych stavov hladiny podzemnej vody bol vo všetkých vrtoch pozorovaný jej výrazný pokles. Tento trend pretrval prakticky až do konca roka. Určitú singularitu v zostupnom trende predstavovalo mierne stúpnutie hladiny podzemnej vody na konci júna. Ide o reakciu na intenzívne zrážkové obdobie, počas ktorého (za 30 dní) spadlo na stanici SHMÚ Lipany až 172 mm zrážok.



Obr. 1.71. Lokalita Dačov – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch počas roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6: a – nehodnotené, b – náznaky nepriaznivého stabilného stavu, c – nepriaznivý stabilný stav; mapový podklad: ZBGIS®

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Lipany s indikatívom 59100. Podľa Mapy priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002) možno v danej oblasti očakávať zrážkový úhrn v intervale 600 až 700 mm. V roku 2012 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 635,2 mm, čo je možné v danej oblasti označiť ako normálnu hodnotu. V roku 2013 bol nameraný zrážkový úhrn 694,9 mm, čo je o 59,7 mm viac ako v roku 2012, ale zároveň v danej oblasti očakávaná hodnota.



Obr. 1.72. Dlhodobé (2011 – 2013) výsledky režimových pozorovaní na lokalite Ďačov znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Lipany (indikatív 59100)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V dôsledku vyšších hodnôt efektívnych zrážok v zimnom období, pochádzajúcich z topenia snehovej pokrývky a tiež zrážok v kvapalnej forme, ktoré sa podieľali na dopĺňaní zásob podzemnej vody, došlo k rapidnému stúpnutiu hladín vo všetkých pozorovacích piezometroch. Reakciou na tieto nepriaznivé stabilné pomery bol mimoriadny nárast pohybovej aktivity zosuvného telesa. Najväčšie deformácie boli namerané v severovýchodnej časti zosuvného územia. Namerané deformácie metódou presnej inklinometrie poukazujú na skutočnosť, že svahová deformácia je i naďalej v stave potenciálnej aktivity a bez náležitých sanačných opatrení môže (po dosiahnutí kritickej hladiny podzemnej vody) dôjsť i k výraznejšej aktivizácii zosuvného telesa. Z tohto dôvodu opätovne upozorňujeme na potrebu riešenia otázky súvisiacej s odvodnením územia.

Vzhľadom na skutočnosť, že v zosuvnom území absentujú vhodné stabilizačné opatrenia, plánujeme i v budúcom roku pokračovať v režimových pozorovaniach (cca 10 krát ročne) a inklinometrických meraniach (1-krát, prípadne 2-krát ročne – podľa potreby).

1.4.16. Lokalita Lenartov

Stručná charakteristika lokality

V obci Lenartov sú od roku 2011 monitorované dve svahové poruchy. Prvá sa nachádza na pravom brehu Večného potoka v strednej časti intravilánu obce, na strmom svahu s kótou Dubnica (648 m n. m.) a druhá vznikla na protiľahlom svahu. Zosuv na pravom brehu, s rozmermi 10 x 16 m, je súčasťou rozsiahlej potenciálnej svahovej poruchy a monitorovanie jeho stabilného stavu je zabezpečené inklinometrickým vrtom lokalizovaným nad odľučnou oblasťou. Svahová deformácia na ľavej strane Večného potoka, nachádzajúca sa nad zástavbou rodinných domov, s rozmermi 55 x 10 m, je monitorovaná jedným piezometrickým vrtom.

Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Havčo et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.22.

Tab. 1.22 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lenartov v roku 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	1	LIJ-1	3 (29. marec, 10. august, 8. október)	1 (22. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	LHJ-1	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Malcov (indikatív 49040)	Denné úhrny zrážok	

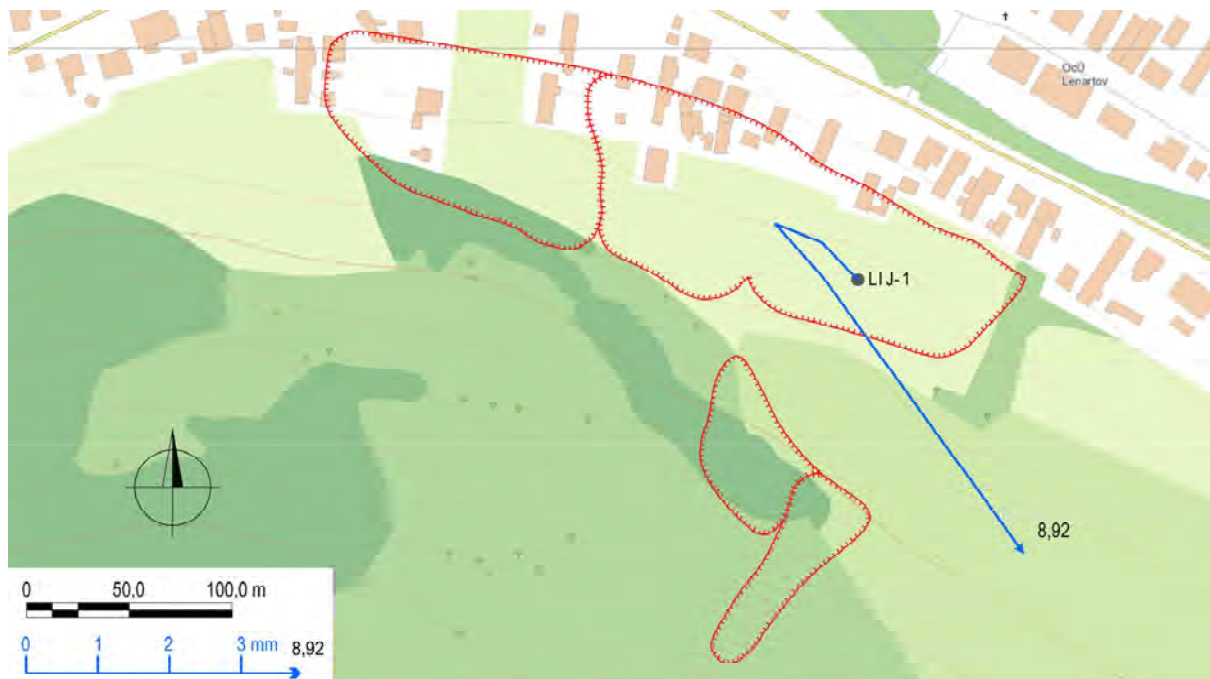
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

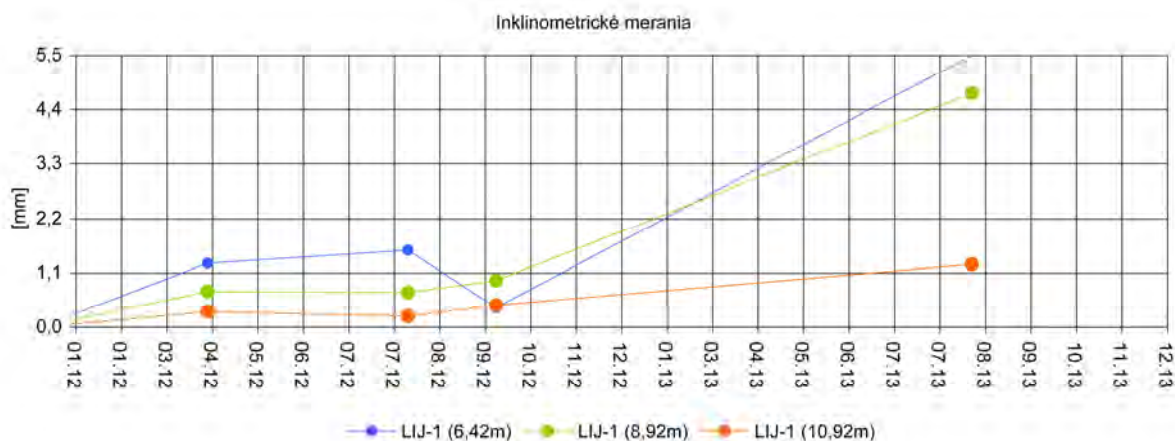
V roku 2012 boli zvýšené hodnoty deformácie zaznamenané počas augustového merania. V horizonte 4,42 m pod úrovňou terénu bola nameraná deformácia 2,13 mm (príl. 1.16). Následne, počas jesenného merania, však došlo k poklesu pohybovej aktivity. V sledovaných horizontoch boli namerané veľkosti deformácie do 1 mm. Zvýšené hodnoty deformácie zaznamenané v období medzi marcovým a augustovým meraním môžu súvisieť s klimatickými pomermi (jarné topenie snehu).

V roku 2013 bola vo vrte LIJ-1 na predpokladanej šmykovej ploche v hĺbke cca 9 m pod terénom, v druhej polovici augusta, nameraná deformácia 4,73 mm (za cca 11 mesiacov –

obr. 1.73). V hĺbkach, ktoré sa nachádzajú bližšie k terénu, boli namerané ešte vyššie deformácie. Napríklad v hĺbke 6,42 m pod terénom dosiahla deformácia až 5,5 mm (obr. 1.74). Zvýšené hodnoty deformácie môžu súvisieť so zvýšenou hladinou podzemnej vody, zaznamenanou počas marca. Najbližšie meranie, ktorým sa overí stabilita monitorovaného územia, bude realizované v roku 2015.



Obr. 1.73. Lokalita Lenartov – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraňenie zosuvu (Havčo et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

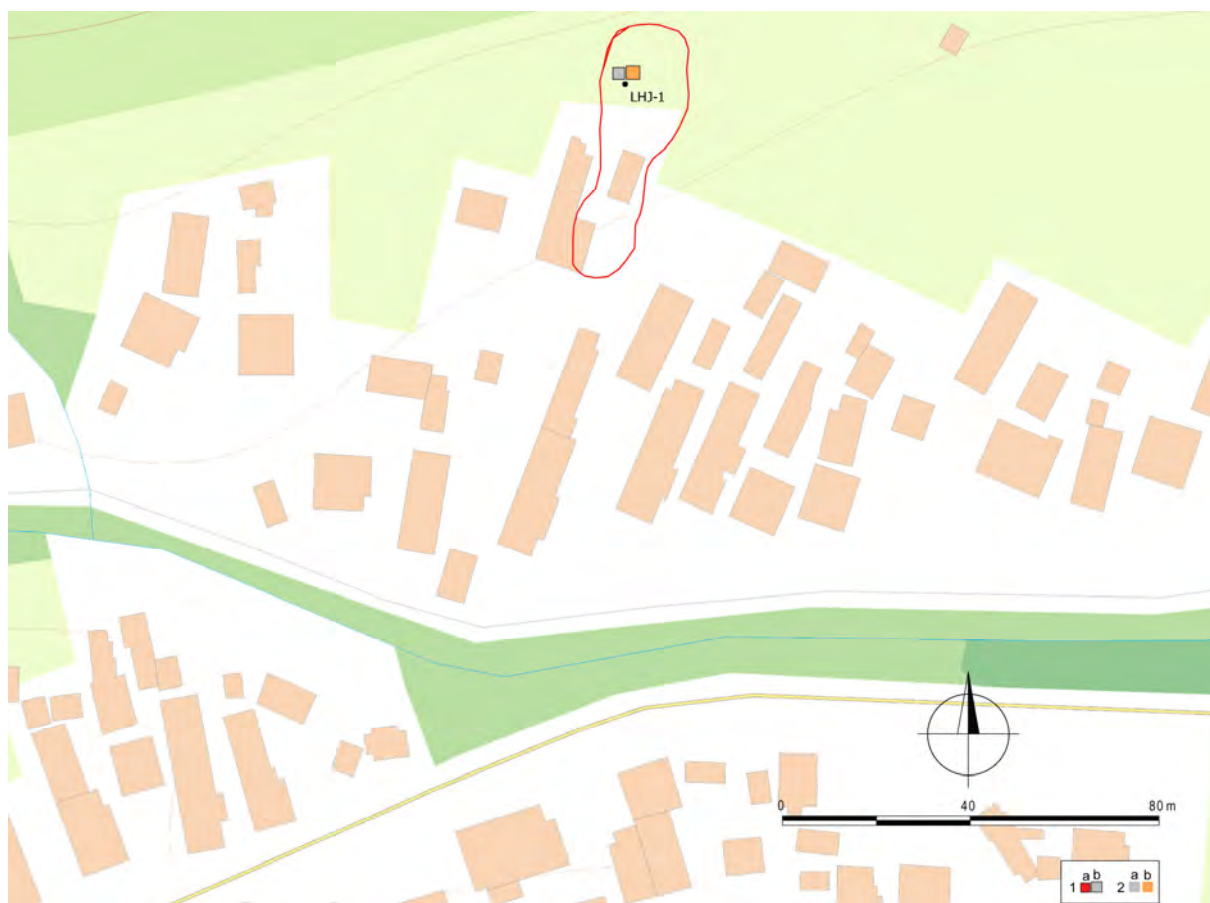


Obr. 1.74. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Lenartov

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2012 a 2013 sa režimové pozorovania vykonávali vo vrte LHJ-1, ktorý sa nachádza v severozápadnej časti obce, na ľavom brehu Večného potoka (obr. 1.75). V roku 2012 priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hĺbku 4,80 m p. t. a maximálne kolísanie 2,43 m. Zaznamenaný priebeh zmien hladiny podzemnej vody naznačuje určitú súvislosť s klimatickými pomermi. Maximálna úroveň bola dosiahnutá na konci februára, čo

pravdepodobne súvisí s topením tuhých zrážok. Opätovný vzostup hladiny zaznamenaný koncom júna súvisí s intenzívnejšími zrážkami (obr. 1.76).

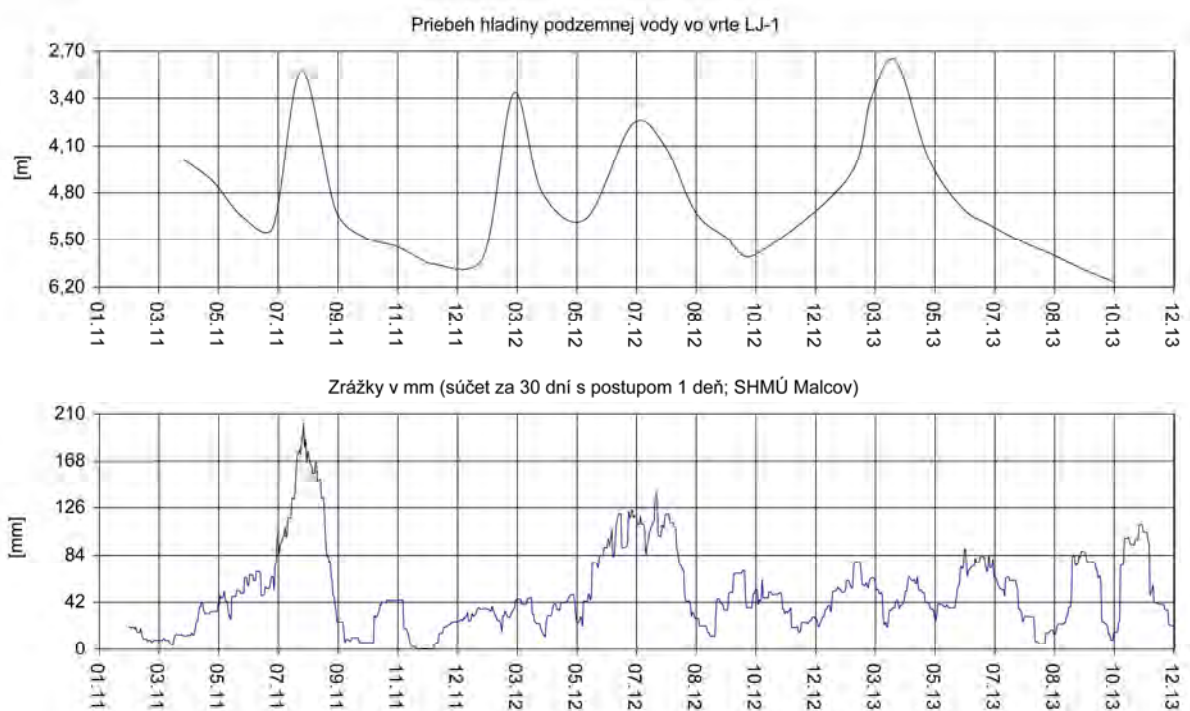


Obr. 1.75. Lokalita Lenartov – výsledky režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6: a – nehodnotený, b – náznaky nepriaznivého stabilného stavu; červená línia – ohraničenie zosuvu (Havčo et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 v porovnaní s predchádzajúcim rokom nedošlo prakticky k žiadnym zmenám priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody (pokles o 0,07 m). Jej priemerná hodnota dosiahla teda dosiahla 4,87 m pod terénom. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná 22. marca (2,84 m pod terénom) a naopak minimálna 30. októbra (6,12 m pod terénom), a teda celkové kolísanie dosiahlo hodnotu 3,28 m. Nameraná maximálna hladina podzemnej vody predstavuje najvyššiu úroveň počas celého monitorovaného obdobia. Pribeh hĺbky hladiny podzemnej vody v období od konca marca do októbra mal výrazne zostupný trend (obr. 1.76).

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Malcov s indikatívom 49040. Počas roku 2012 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 641,9 mm a v roku 2013 – 618,0 mm. Porovnaním dosiahnutých úhrnov s Mapou priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovené množstvo zrážok v intervale 600 až 700 mm, je možné oba roky považovať za normálne.



Obr. 1.76. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Lenartov znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Malcov (indikatív 49040)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Pri hodnotení stavu jednotlivých zosuvných území v intraviláne obce Lenartov sú k dispozícii vždy len informácie z jednej monitorovacej metódy. V juhovýchodnej časti obce sú realizované merania metódou presnej inklinometrie a v severozápadnej časti obce je sledovaný režim podzemnej vody. Vzhľadom na vzdialenosť, geologické a morfológické rozdiely, nie je možné získané výsledky korelovať.

Metódou presnej inklinometrie bola nameraná pohybová aktivita, ktorá presiahla predpokladané a očakávané hodnoty deformácie. Na základe vývoja v minulom období, ale najmä situovania inklinometrického vrtu nad odľučnú oblasť zosuvu, považujeme dosiahnuté deformácie za určitý signál, že územie je aktívne a pomerne intenzívne reaguje na zmeny klimatických pomerov. Na protiľahlom svahu, v oblasti vrtu LHJ-1, došlo v marci 2013 k výraznému stúpnutiu hladiny podzemnej vody. Ide o najvyššiu zaznamenanú hladinu podzemnej vody za celé monitorované obdobie. Pohybovú aktivitu tejto časti obce nevieme však kvantifikovať, pretože v území absentuje monitorovacia sieť, ktoré by umožnila jej meranie.

Súčasný stav pozorovacej siete neumožňuje zabezpečiť plnohodnotné monitorovanie. Nadôvažok, inklinometrický vrt sa nachádza mimo zosuvného telesa (ktoré sa aktivizovalo v roku 2010), v oblasti, kde rozvoj svahového pochybu by spôsobil len minimálne škody. Z tohto dôvodu je v roku 2014 plánované znížiť frekvenciu inklinometrických meraní a najbližšie kontrolné meranie bude realizované v roku 2015. Režimové merania budú pokračovať v nezmenenom intervale (10 meraní za rok).

1.4.17. Lokalita Lukov

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza v strednej časti intravilánu obce. Zosuv vznikol na pôvodne neporušenom svahu pod kostolom. Hrúbka zosuvu dosahuje maximálne 3,5 m (Havčo et al., 2010). Monitorovacie vrty sú situované nad odľučnou oblasťou zosuvu (LKIJ-1 a LKHJ-3 – obr. 1.77 a 1.79). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Havčo et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.23.

Tab. 1.23 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lukov v roku 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	1	LKIJ-1	3 (29. marec, 10. august, 8. október)	1 (22. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	LKHJ-3	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Malcov (indikatív 49040)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

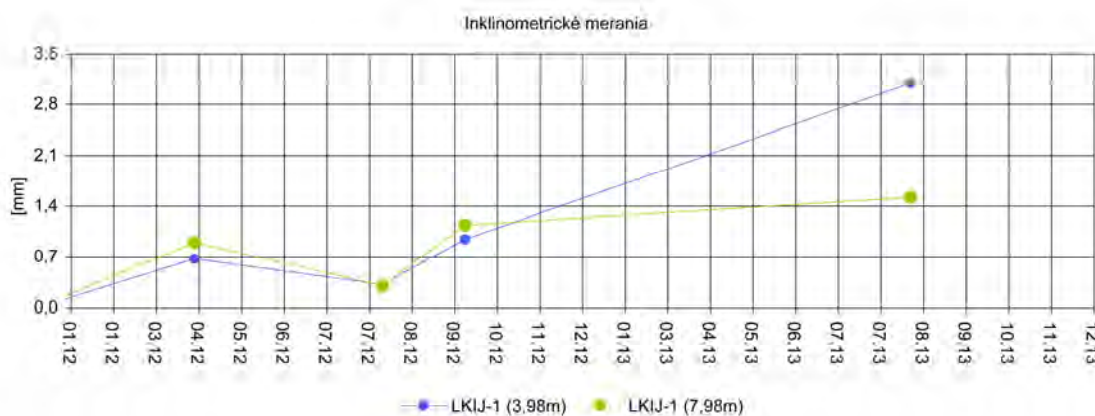
Inklinometrické merania sa vykonávajú na jednom vrte, ktorý sa nachádza nad odľučnou časťou zosuvu z roku 2010.

V roku 2012 namerané deformácie inklinometrickej pažnice naznačili priebeh šmykovej plochy v hĺbke 7,98 m pod terénom, ale maximálna deformácia v tomto horizonte, zaznamenaná počas októbrového merania, dosiahla len 1,14 mm (príl. 1.17). Ostatné namerané deformácie v jednotlivých sledovaných horizontoch sa nachádzali v intervale 0,3 až 1,0 mm (obr. 1.77). Z uvedených výsledkov je možné konštatovať, že oblasť v okolí vrtu LKIJ-1 je pomerne stabilná.

V roku 2013 bolo realizované len jedno meranie, a to v druhej polovici augusta, ktoré charakterizuje pohybovú aktivitu územia za obdobie cca 7,5 mesiaca. Z výslednej deformácie (1,52 mm) nameranej v hĺbke približne 8 m pod terénom vyplýva, že územie je i napriek pomerne nepriaznivým klimatickým pomerom, ktoré pôsobili prevažne v zimných mesiacoch a začiatkom jarného obdobia, stabilné (obr. 1.78).



Obr. 1.77. Lokalita Lukov – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Havčo et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

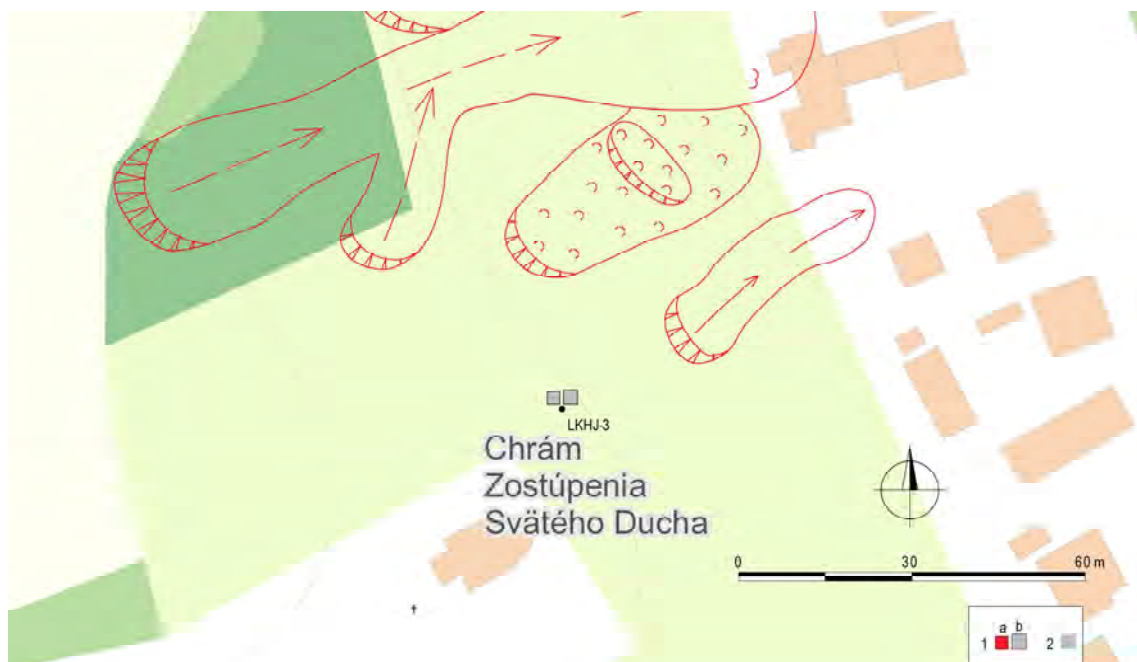


Obr. 1.78. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Lukov

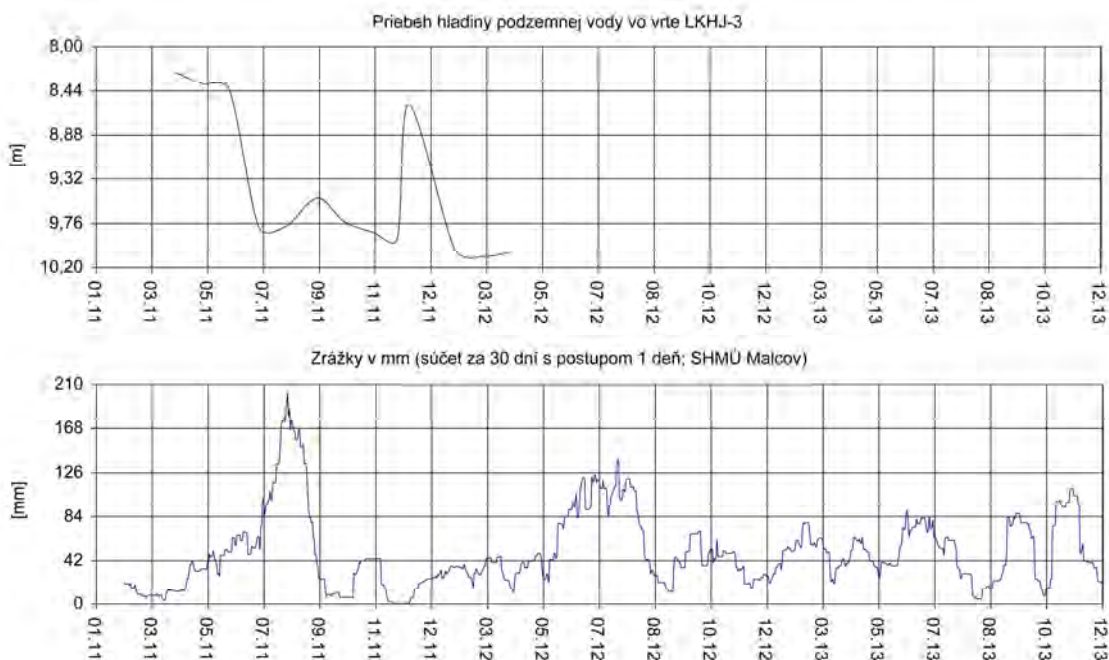
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania sa na zosuvnej lokalite realizujú vo vrte LKHJ-3 (situovanie je znázornené na obr. 1.79). V roku 2012 bolo vykonaných 9 meraní hĺbky hladiny podzemnej vody. Počas troch meraní sa nachádzala približne v hĺbke 10 m pod terénom a od mája až do posledného merania na konci októbra bol vrt suchý. K vzostupu hladiny podzemnej vody nedošlo ani

v súvislosti s výdatnejšími júnovými a júlovými zrážkami (v roku 2012) a ani v dôsledku pomerne bohatých zrážkových úhrnov počas zimného obdobia, príp. výdatných júlových zrážok v roku 2013 (obr. 1.80). Z hľadiska hodnotenia stability zosuvného územia je možné uvedené skutočnosti považovať za priaznivé.



Obr. 1.79. Lokalita Lukov – výsledky režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (nehodnotený – vrt je dlhodobo suchý); červená línia – ohraničenie zosuvu (Havčo et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.80. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Lukov znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Malcov (indikatív 49040)

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Malcov s indikatívom 49040 sú opísané pri predchádzajúcej lokalite (Lenartov).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania realizované v roku 2013 potvrdzujú, že v oblasti monitorovacích objektov prevládajú pomerne priaznivé stabilitné pomery. Treba však podotknúť, že monitorované vrty sa nachádzajú nad odlučnou hranou zosuvného telesa, a teda získané informácie nemusia byť dostatočne reprezentatívne vo vzťahu k samotnej svahovej poruche.

Na základe uvedených skutočností plánujeme znížiť frekvenciu inklinometrických meraní, a teda najbližšie meranie bude realizované v roku 2015. Režimové merania ponechávame na pôvodnej úrovni – 10 meraní za rok.

1.4.18. Lokalita Pečovská Nová Ves

Stručná charakteristika lokality

V obci sú zosuvom postihnuté východné svahy nad osadou, ktorá leží v severnej časti jej intravilánu. Ohrozené sú viaceré obývané objekty. Monitorovacie merania sa v zosuvnom území realizujú na sieti inklinometrických vrtov. Vrty sú lokalizované nad odľučnou hranou aktívneho zosuvu (obr. 1.81). Podrobnejšie informácii o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010b), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Na lokalite sú monitorovacie aktivity zamerané výlučne len na meranie metódou presnej inklinometrie. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, realizovaných v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.24.

Tab. 1.24 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Pečovská Nová Ves v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	3	VPV-2, 3, 4	3 (29. marec, 9. august, 10. október)	1* (24. august)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Lipany (indikatív 59100)	Denné úhrny zrážok	

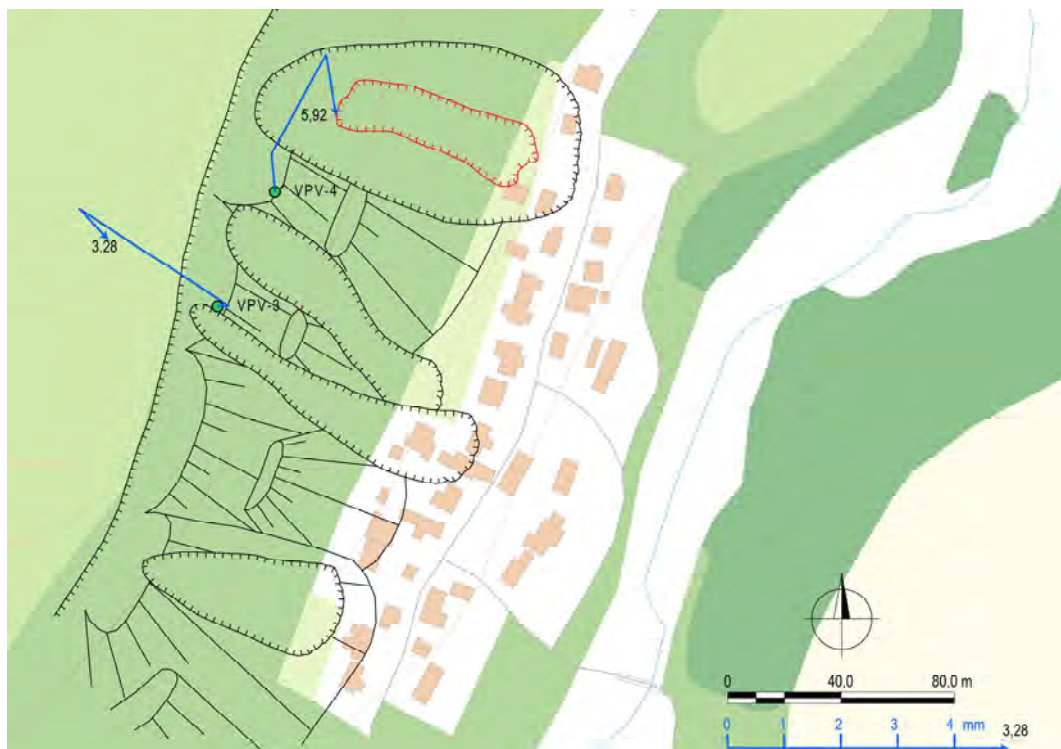
* – meranie nebolo realizované, pretože monitorovacia sieť bola vážne poškodená

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

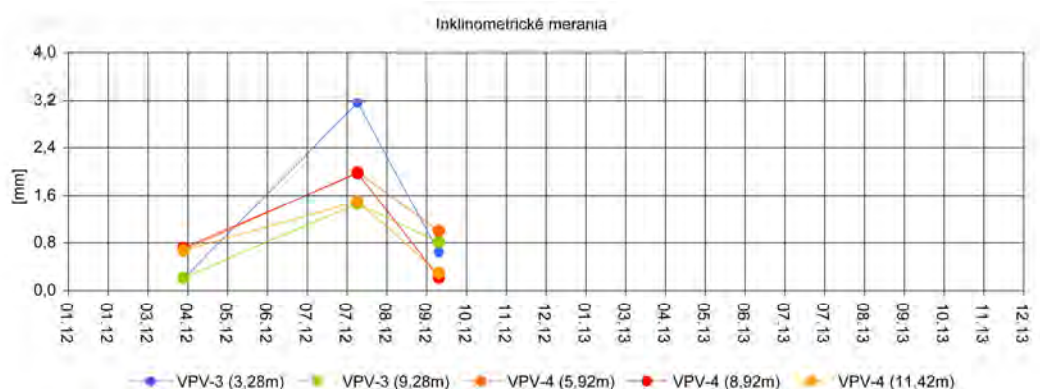
a/ Inklinometrické merania

Na lokalite sa monitorovacie merania vykonávajú v dvoch vrtoch (VPV-3, VPV-4 – obr. 1.81). V roku 2012 boli vykonané tri kontrolné etapy meraní (príl. 1.18). Zvýšené hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice (v oboch vrtoch) boli zaznamenané počas augustového merania (obr. 1.82). Vo vrte VPV-3 išlo o hĺbky 3,28 m pod terénom (3,16 mm) a 9,28 m pod terénom (1,46 mm) a vo vrte VPV-4, ktorý sa nachádza severnejšie, boli zvýšené deformácie namerané v hĺbkach 11,42 m pod terénom (1,50 mm), 8,92 m pod terénom (1,98 mm) a 5,92 m pod terénom (2,00 mm). V prípade ostatných meraní zaznamenané deformácie len ojedinele dosiahli, príp. výnimočne prekročili hodnotu 1,0 mm (obr. 1.82). Namerané výsledky indikujú mierne zvýšenú pohybovú aktivitu v oblasti monitorovacích vrtov.

V roku 2013 merania neboli realizované. Počas plánovanej etapy bolo zistené, že monitorovacia sieť je vážne poškodená, a teda monitorovacie aktivity na daných objektoch nie je možné vykonávať. Monitorovacia sieť bola poškodená v období od prvej polovice októbra 2012 do augusta 2013. O poškodení monitorovacej siete boli listom upovedomené miestna samospráva, ako aj príslušný PZ.



Obr. 1.81. Lokalita Pečovská Nová Ves – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená a čierna línia – ohraničenie zosuvu (Tupý et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.82. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Pečovská Nová Ves

b/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia môžu čiastočne doplniť údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Lipany. Zrážkové úhrny na stanici Lipany s indikatívom 59100 sú uvedené pri lokalite Dačov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie aktivity boli na lokalite Pečovská Nová Ves výlučne zamerané na inklinometrické merania, avšak v roku 2013, počas plánovanej etapy (august), bolo konštatované, že monitorovacia sieť je vážne poškodená. Zničené boli vrchné časti inklinometrických vrtov. Ochranné kovové pažnice boli odcudzené a plastové inklinometrické časti vrtov boli poškodené.

Od roku 2013, vďaka nepredvídateľnému vandalskému správaniu, prešla lokalita na udržiavaciu úroveň monitorovania, s minimálnym rozsahom monitorovacích aktivít. Meranie v danej lokalite bude možné obnoviť až po rekonštrukcii existujúcej monitorovacej siete, resp. po dobudovaní nových monitorovacích objektov.

1.4.19. Lokalita Prešov-Horárska ul.

Stručná charakteristika lokality

Zosuvná lokalita sa nachádza v JZ časti Prešova na Horárskej ulici a postihuje severovýchodne orientovaný svah. Zosuv sa aktivizoval v roku 2010 a predstavuje teleso plošného charakteru, ktoré ohrozuje zástavbu západnej časti ulice. Jeho šírka dosahuje cca 375 m a dĺžka cca 300 m. Monitorovacia sieť pozostáva zo štyroch piezometrických a štyroch inklinometrických vrtov, ktoré sú situované do profilu v južnej polovici svahovej poruchy. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010a), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Monitorovacie aktivity sú zamerané predovšetkým na meranie pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie. Na lokalite sa zároveň vykonávajú aj režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.25.

Tab. 1.25 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prešov-Horárska ul. v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	4	JH-1A, JH-2A, JH-3A, JH-4A	3 (28. marec, 10. august, 10. október)	3 (18. apríl, 21. august, 12. novembere)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	JH-1, JH-2, JH-3, JH-4*	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 27. august, 2. október, 30. október)
	2	JH-3**, JH-4*** – automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

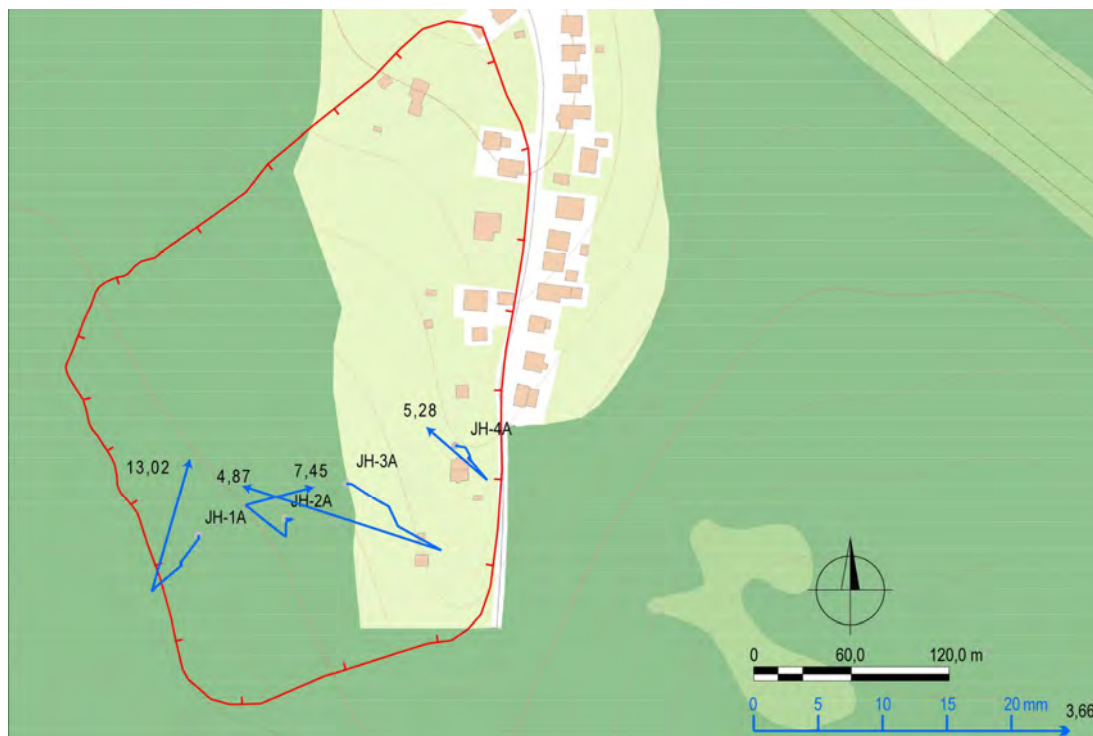
* – merania od 2. októbra 2013; ** – merania od 30. septembra 2013; *** – merania od 5. decembra 2012 do 30. septembra 2013

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

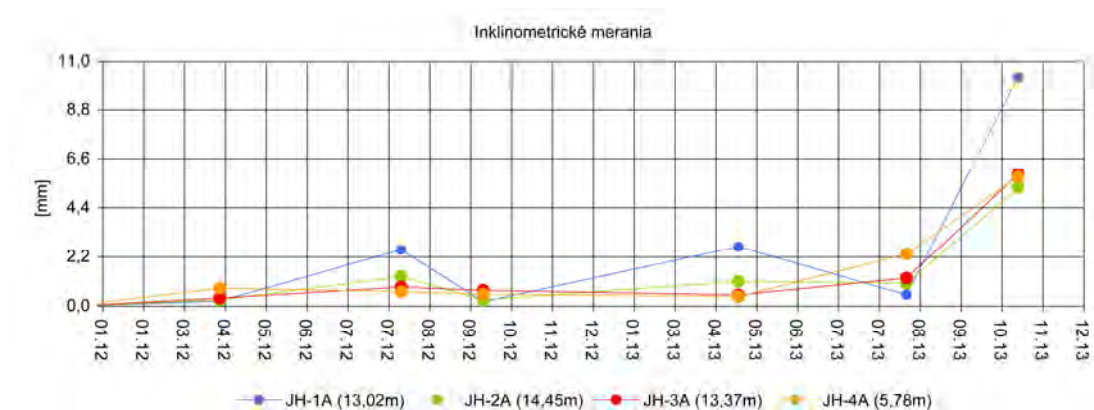
a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa na lokalite realizujú v štyroch inklinometrických vrtoch (JH-1A, JH-2A, JH-3A, JH-4A – obr. 1.83). V rokoch 2012 a 2013 boli realizované tri etapy kontrolných meraní (príl. 1.19). V roku 2012 sa najvyššie hodnoty prejavili počas augustovej

etapy (obr. 1.84). Najväčšia deformácia bola nameraná v odľučnej oblasti zosuvu vo vrte JH-1A (v hĺbke 12,02 m pod terénom bola zaznamenaná deformácia 2,35 mm). O niečo nižšie hodnoty pohybovej aktivity boli zaznamenané vo vrtoch JH-3A (v hĺbke 5,37m p. t. – 2,10 mm) a JH-2A (v hĺbke 13,45 m p. t. – 1,00 mm). Vo vrte JH-2A bol nárast deformácie pozorovaný i pri poslednom meraní (4,45 m p. t. – 1,77 mm a 7,95 m p. t. – 1,20 mm). Vo vrte JH-4A nebola zaznamenaná výraznejšia deformácia inklinometrickej pažnice (obr. 1.83).



Obr. 1.83. Lokalita Prešov-Horárska ul. – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m), červená línia – ohraničenie zosuvu; mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.84. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Prešov-Horárska ul.

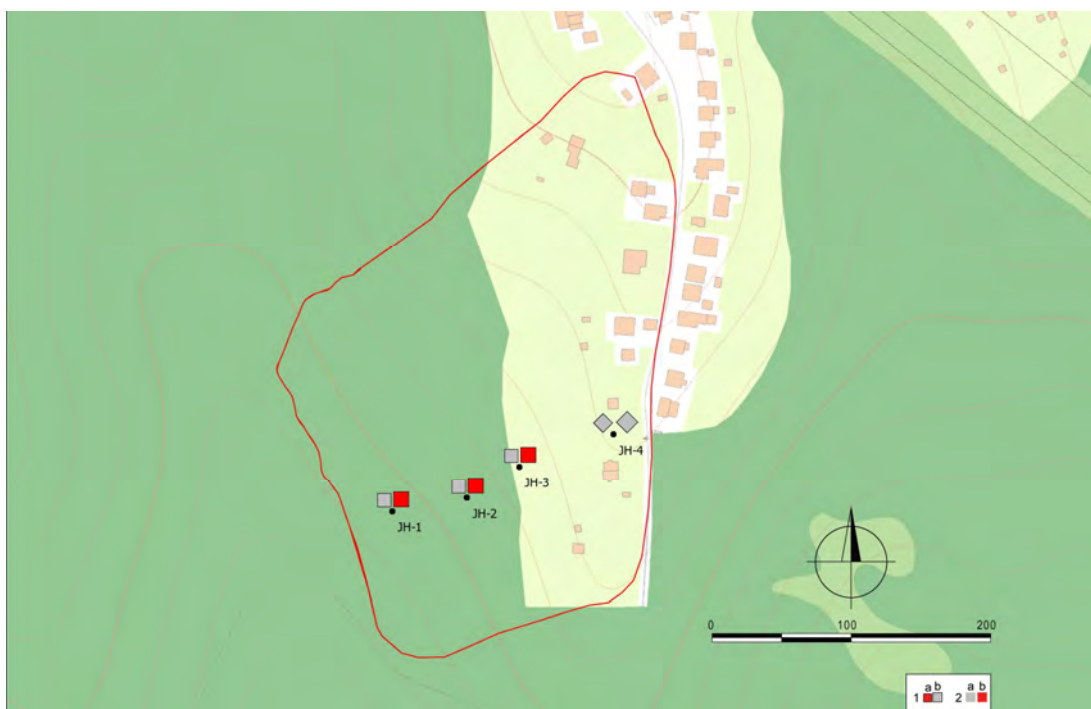
V roku 2013 sa prejavil výrazný nárast pohybovej aktivity predovšetkým počas posledného novembrového termínu merania. Najväčšie deformácie boli namerané vo vrtoch JH-3A a JH-1A. Pomerne vysoké hodnoty deformácie počas tohto termínu boli namerané aj na ostatných šmykových plochách (príl. 1.19 a obr. 1.83). Počas prvých dvoch etáp inklinometrických meraní, ktoré boli realizované v apríli a auguste, boli deformácie podstatne

nižšie. Na obrázku 1.84 je možné pozorovať, ako počas jednotlivých etáp meraní postupne narastajú hodnoty deformácie. Tento trend sa prejavil najmä vo vrtoch JH-3A a JH-4A.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2012 sa na lokalite vykonávali merania na 4 vrtoch s približne mesačnou frekvenciou. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto roku dosiahla 10,75 m p. t. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JH-3 (1,87 m) a naopak, najmenšie zmeny boli pozorované vo vrte JH-2 (0,54 m; obr. 1.85). Najbližšie k povrchu terénu sa hladina dostala vo vrte JH-1 (4,74 m p. t.) na konci júna (príl. 1.19). Všetky sledované hladiny mali zostupný charakter. K vzostupu došlo len v súvislosti s intenzívnejšími zrážkovými úhrnmi počas mesiacov máj a jún (obr. 1.86).

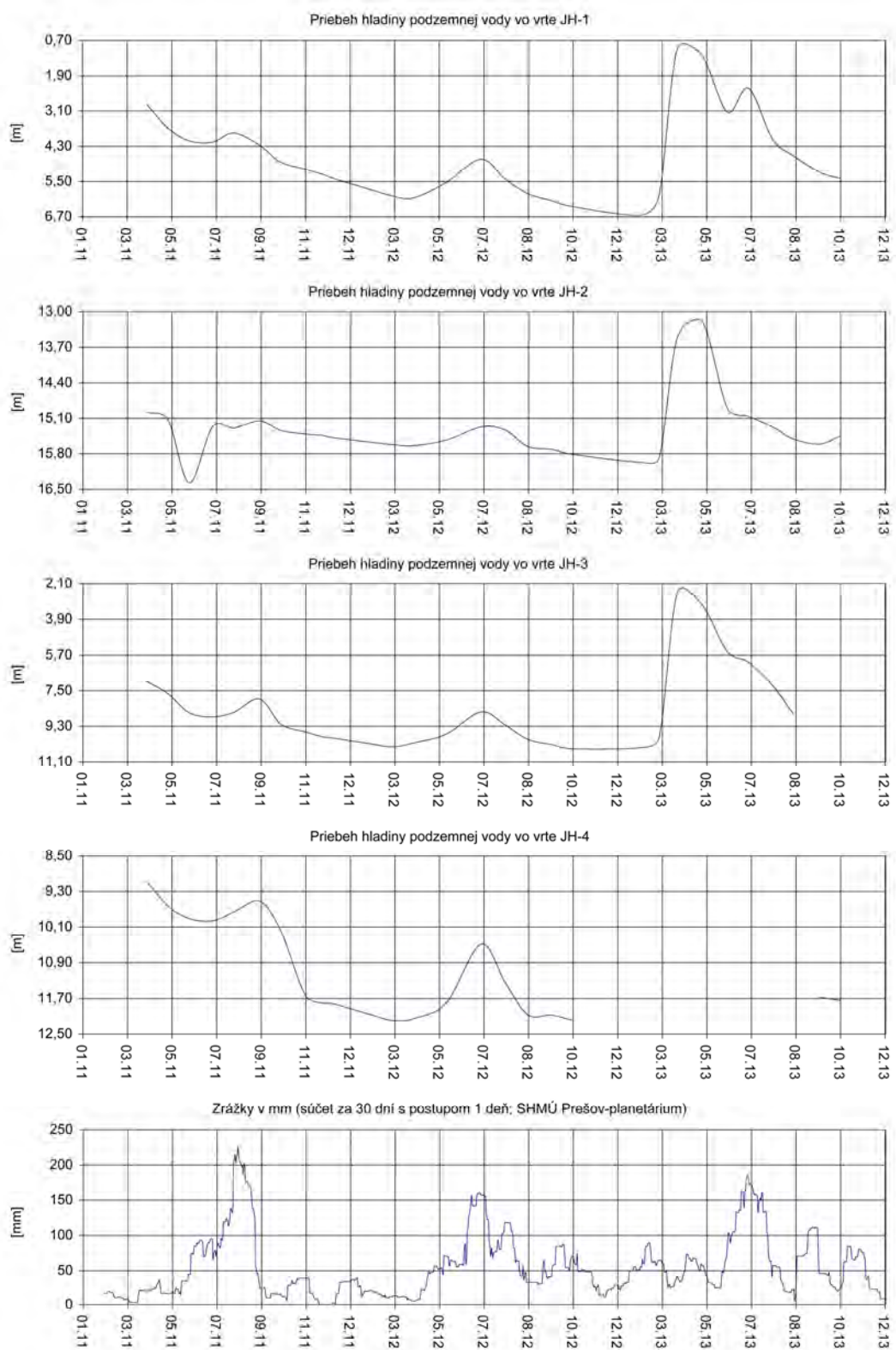


Obr. 1.85. Lokalita Prešov-Horárska ul. – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch počas roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6: a – nehodnotený, b – stabilne nepriaznivý stav; *mapový podklad: ZBGIS®*

V roku 2013 došlo k zmene počtu monitorovaných piezometrických vrtov pozorovateľom. Z tejto skupiny bol vyradený vrtu JH-4, do ktorého bol na sklonku roku 2012 inštalovaný automatický hladinomer. Režimové merania zabezpečené pozorovateľom sa teda vykonávali na troch vrtoch. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody (sledovaná v identických vrtoch) oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpala o 1,84 m a dosiahla hĺbku 8,56 m p. t. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JH-3 (7,82 m) a naopak, najmenšie zmeny boli pozorované vo vrte JH-2 (2,77 m; obr. 1.85). Najbližšie k povrchu terénu sa hladina dostala vo vrte JH-1 (0,98 m p. t. – príl. 1.19).

V prvých mesiacoch roku 2013 bolo možné pozorovať doznievajúci zostupný trend, ktorý bol charakteristický pre predchádzajúce relatívne suché obdobie (najmä rok 2011) a počas februárového merania boli namerané najnižšie hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie (okrem vrtu JH-2 – obr. 1.86). Počas marcového merania došlo k rapidnému nárastu hladiny podzemnej vody; vo všetkých prípadoch išlo o najvyššie hladiny

podzemnej vody namerané počas obdobia monitoringu na danej lokalite (od marca 2011). Uvedený vzostup hladiny podzemnej vody bol spôsobený jarným topením snehovej pokrývky spojeným s dažďovými zrážkami.

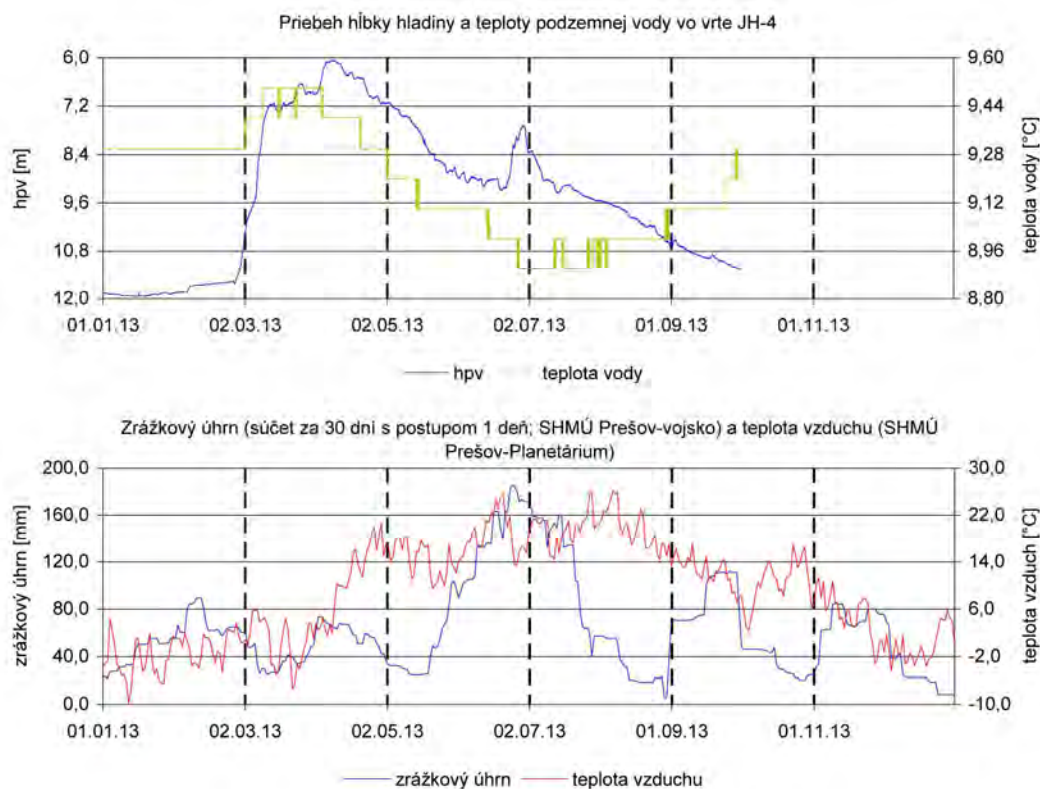


Obr. 1.86. Dlhodobé (2011 – 2013) výsledky režimových pozorovaní na lokalite Prešov-Horárska ul. znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Do vrtu JH-4 bol 5. decembra 2012 inštalovaný automatický hladinomer. Jeho prevádzka bola ukončená 30. septembra 2013. Dôvodom prerušenia merania boli stavebné zámery na predmetnej parcele, ktoré by mohli ohroziť činnosť zariadenia. Hladinomer je od 30. septembra v prevádzke vo vrte JH-1 v blízkosti odľučnej oblasti zosuvu.

Z deväťmesačnej prevádzky v roku 2013 je možné konštatovať, že maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá 8. apríla (6,07 m pod terénom – príl. 1.19, obr. 1.87) a minimálna 18. januára (11,94 m pod terénom). Maximálne kolísanie teda dosiahlo hodnotu 5,87 m. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody za sledované obdobie dosiahla 9,51 m pod terénom.



Obr. 1.87. Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrte JH-4 na lokalite Prešov-Horárska ul. v roku 2013, znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi a teplotami vzduchu, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

Hladina podzemnej vody začala vo vrte prudko stúpať začiatkom marca a v priebehu 15 dní (od 1. marca do 15. marca) stúpala až o 4,01 m. Hladina podzemnej vody mala vzostupný trend ešte do prvej polovice apríla, kedy začala klesať. Tento trend trval až do konca septembra (kedy bolo ukončené kontinuálne meranie v tomto vrte). Istou singularitou zostupného trendu bol mierny júnový vzostup, ktorý súvisel s intenzívnymi zrážkovými úhrnmi (30 dňové úhrny presahovali 180 mm).

Amplitúda teploty podzemnej vody mala pomerne pravidelný sínusoidálny priebeh s maximálnou hodnotou 9,5 °C, dosiahnutou v mesiacoch marec a apríl a teplotným minimom 8,9 °C, zaznamenaným počas mesiacov jún až august.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny zo stanice Prešov-planetárium s indikatívom 59160 sú opísané pri lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky monitorovacích meraní, realizovaných v roku 2013 sú odrazom klimatických faktorov pôsobiacich v rokoch 2012 a 2013. Striedanie sa chladných období, spojených s kumuláciou snehových zrážok, s teplými obdobiami, ktoré boli sprevádzané dažďovými zrážkami, sa prejavilo výraznými zmenami hĺbky hladiny podzemnej vody.

Počas prvého (aprílového) termínu merania metódou presnej inklinometrie sa ešte prejavoval vplyv predchádzajúceho pomerne suchého obdobia z rokov 2011 a 2012. Až neskôr, s určitou mierou retardácie, sa počas nasledujúcich etáp postupne prejavil nárast pohybovej aktivity. Maximálne hodnoty boli zaznamenané v novembri. Tieto deformácie poukazujú na skutočnosť, že zosuvné územie je naďalej aktívne a jeho stabilita je priamo determinovaná klimatickými, resp. hydrogeologickými faktormi. Z tohto dôvodu, pre zabezpečenie stability územia, je potrebné v čo najkratšom čase vybudovať účinné stabilizačné opatrenia, ktoré budú schopné efektívne znižovať úroveň hladiny podzemnej vody v čase klimatických anomálií.

V budúcom období, vzhľadom na spoločenský význam zosuvnej lokality, sa bude pokračovať v rovnakom rozsahu monitorovacích aktivít ako v roku 2013.

1.4.20. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza v južnej časti mesta Prešov. Ohrozuje viacero rodinných domov a niekoľko záhradných parciel so záhradnými domami. Rozmery sú cca 740 m (šírka) x 350 m (dĺžka). Monitorovacia sieť pozostáva zo štyroch piezometrických a štyroch inklinometrických vrtov, ktoré sú situované do profilu v južnej časti svahovej poruchy. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010a).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

Metódy monitorovacích meraní, podobne ako v prípade predchádzajúcej lokality, sú zamerané na sledovanie pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie a režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.26.

Tab. 1.26 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	4	JV-1A, JV-2A, JV-3A, JV-4A	3 (28. marec, 10. august, 10. október)	3 (17. apríl, 21. august, 12. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	JV-1, JV-2, JV-3, JV-4	9 (30. január, 28. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

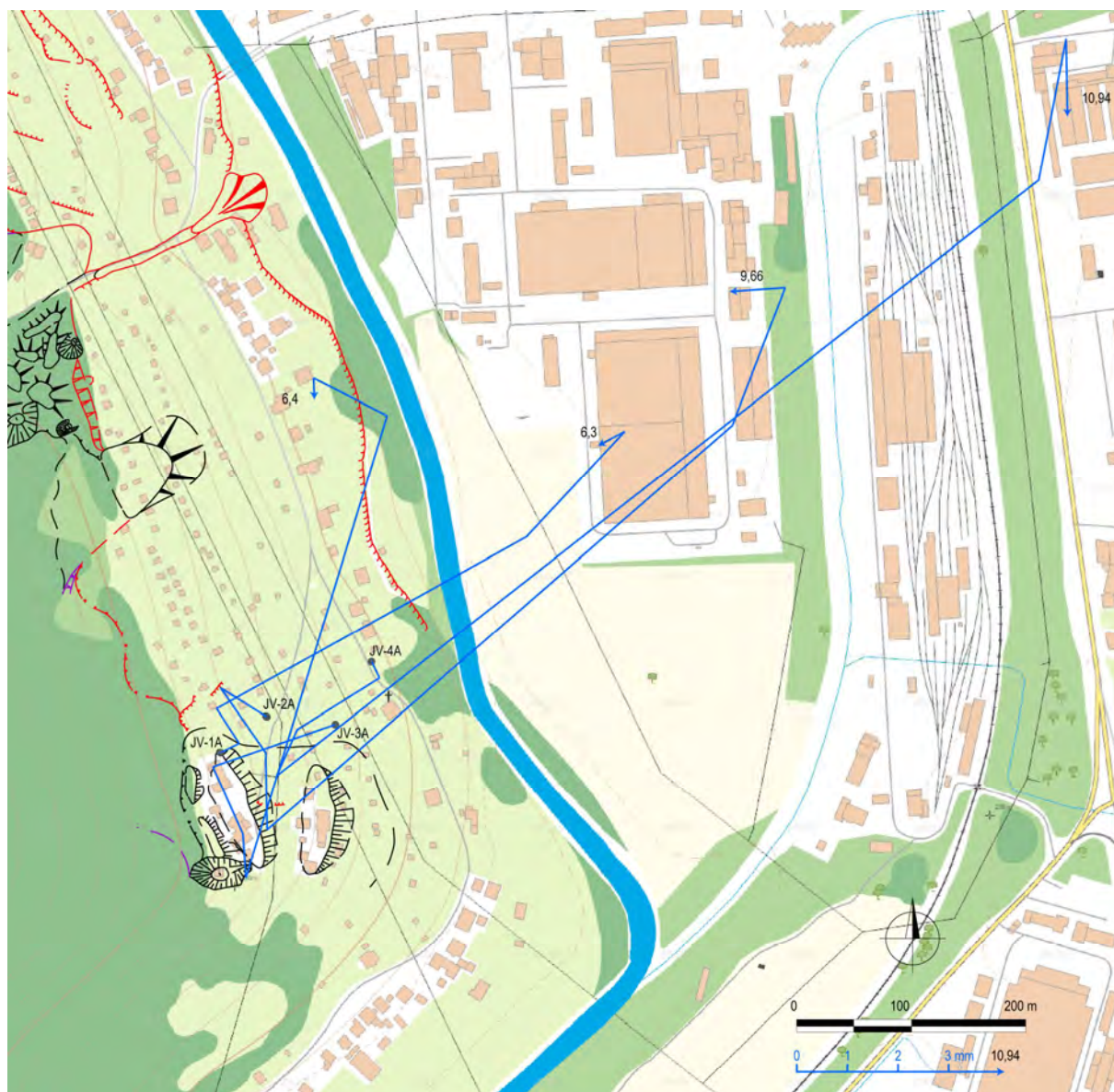
a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa na lokalite realizujú v štyroch inklinometrických vrtoch (JV-1A, 2A, 3A a 4A – obr. 1.89). V roku 2012 boli najvyššie deformácie namerané vo vrtoch JV-4A (august – 2,98 mm v hĺbke 7,94 m p. t. – príl. 1.20), JV-3A (marec – 2,56 mm v hĺbke 5,90 m p. t.), JV-2A (august – 2,48 mm v hĺbke 5,66 m p. t. a marec – 1,12 mm v hĺbke 10,16 m p. t.). Vo vrte JV-1A bola zaznamenaná podobná deformácia v hĺbke 3,80 m p. t. (1,4 mm – marec). Zvýšené hodnoty deformácie prevládali najmä počas marcového a augustového merania (obr. 1.89 a 1.90).

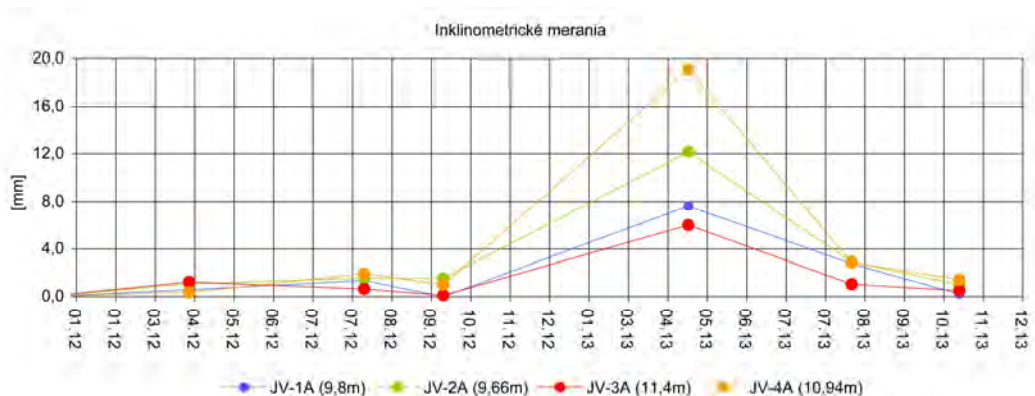
V roku 2013 sa pokračovalo v rovnakom rozsahu a frekvencii meraní ako v predchádzajúcom roku 2012. Podobne, ako na lokalite Horárska ul., i tu došlo k výraznému

nárastu nameranej deformácie oproti predchádzajúcemu obdobiu. Rozdiel je len v tom, že maximálne vektory deformácie boli zaznamenané už počas prvej kontrolnej etapy. Na sledovaných šmykových plochách (obr. 1.90) bola najvyššia deformácia nameraná vo vrte JV-4A, a to pomerne hlboko – v hĺbke 10, 94 m pod terénom (19,11 mm za 6 mesiacov – príl. 1.20 a obr. 1.89). Na ostatných šmykových plochách boli namerané deformácie v rozsahu 6 – 12 mm. Uvedené deformácie naznačujú, že zosuvné územie je naďalej aktívne. Navyše, treba pripomenúť, že sieť inklinometrických vrtov je lokalizovaná v okrajovej časti zosuvu, a teda namerané údaje nereprezentujú pohybovú aktivitu v rozsiahlom zosuvnom území.

V nasledujúcich dvoch etapách postupne dochádzalo k utíšeniu pohybovej aktivity. Počas augustovej etapy prevládali na sledovaných šmykových plochách deformácie do 3 mm a počas poslednej novembrovej etapy len ojedinele presahovali 1 mm.



Obr. 1.89. Lokalita Prešove-Pod Wilec Hôrkou – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m); červená a čierna línia – ohraničenie svahových deformácií (Tupý et al., 2011b); mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.90. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou.

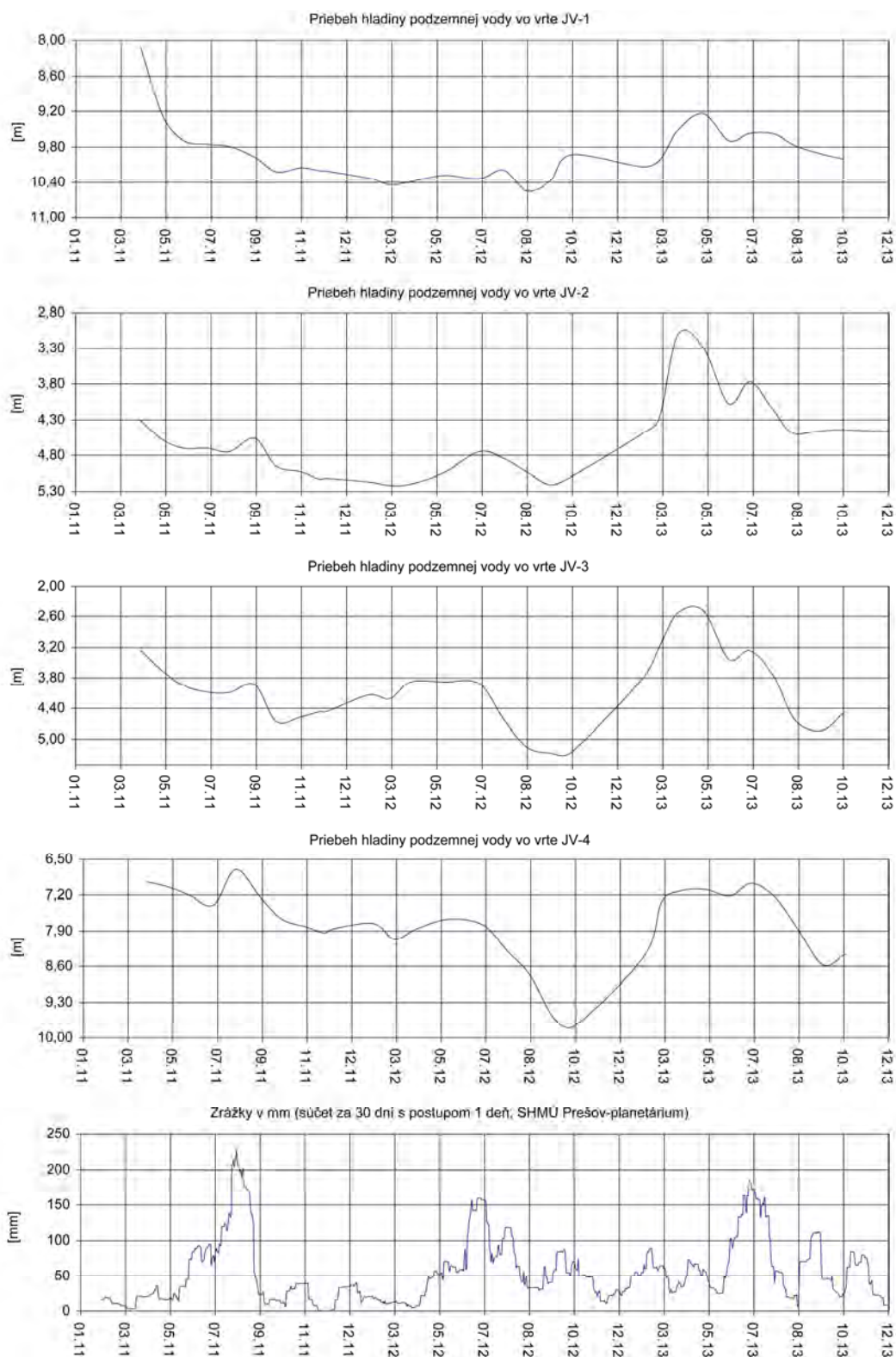
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2012 a 2013 boli režimové pozorovania vykonávané v štyroch piezometrických vrtoch (JV-1, 2, 3 a 4 – ich situovanie je znázornené na obr. 1.91).

V roku 2012 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody dosahovala hĺbku 7,06 m pod terénom. Maximálne kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JV-4 (2,1 m) a naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte JV-2 (0,47 m). Najbližšie k povrchu terénu hladina vystúpila vo vrte JV-3 (3,88 m p. t.) v prvej polovici mája (príl. 1.20).



Obr. 1.91. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou – výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch počas roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; červená a čierna línia – ohraničenie svahových deformácií (Tupý et al., 2011b); mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.92. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

V roku 2013 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpala o 0,79 m a dosiahla hĺbku 6,27 m pod terénom. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JV-3 (2,34 m) a naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte JV-1 (0,89 m). Najvyššia hladina podzemnej vody (najbližšie k terénu) bola

nameraná vo vrte JV-3 (2,49 m pod terénom – obr. 1.92) počas aprílového termínu merania, naopak, najhlbšia hladina podzemnej vody vo vrte JV-1 (10,13 m pod terénom – počas februárového termínu merania – príl. 1.20). Vo vrtoch JV-2 a 3 boli počas marcového a aprílového merania namerané najvyššie hodnoty hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie.

Počas týchto jarných mesiacov sa podobný vzostup hladiny podzemnej vody prejavil aj vo vrtoch JV-1 a 4 (obr. 1.92). Vo vrte JV-1, ktorý sa nachádza v najvyššie položenej časti zosuvu, však išlo len o mierne stúpnutie hladiny podzemnej vody. Ide pravdepodobne o hlbší horizont podzemnej vody, ktorý na klimatické faktory reaguje s väčšou retardáciou. Odlišný priebeh hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný vo vrte JV-4. Hladina v tomto vrte začala prudko stúpať ešte počas marca. Jej vysoký stav pretrval až do júna, kedy v dôsledku intenzívnych zrážok opäť stúpala, a to na úroveň 6,97 m pod terénom (príl. 1.20, obr. 1.92). Na základe nameraných výsledkov režimových zmien hĺbky hladiny podzemnej vody je možné konštatovať, že v prechodovej a akumuláčnej časti zosuvu prevládali pomerne nepriaznivé stabilné pomery.

V rokoch 2011 a 2012 bolo možné vo všetkých pozorovacích vrtoch sledovať zostupný trend hladiny podzemnej vody. Navyiac, v roku 2012 boli zaznamenané najnižšie hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie. K rapídnej zmene priebehu hladiny podzemnej vody došlo v jarných mesiacoch aktuálne hodnoteného roku 2013. V dvoch prípadoch boli namerané i najvyššie úrovne hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie (marec 2011 až október 2013).

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Prešov-planetárium s indikátivom 59160 sú opísané pri lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe vykonaných meraní je možné pozorovať pomerne úzky vzťah medzi jednotlivými sledovanými zložkami. Výsledky režimových meraní relatívne dobre dokumentujú vplyv klimatických faktorov na zmeny hladinu podzemných vôd, a teda aj ich dosah na veľkosti vektorov deformácií, meraných metódou presnej inklinometrie. Z nameraných výsledkov je možné usúdiť, že dlhé zimné obdobie, počas ktorého sa naakumulovalo väčšie množstvo zrážok, spôsobilo výrazný vzostup hladiny podzemnej vody. Následne došlo k poklesu stability zosuvného územia, čo sa prejavilo akceleráciou svahového pohybu. Ako už bolo naznačené v tejto súvislosti, monitorovaná oblasť predstavuje len okrajovú časť veľkého zosuvného územia. Z tohto dôvodu upozorňujeme, že prezentované výsledky sa týkajú len relatívne malého územia, v ktorom sa nachádzajú monitorovacie objekty.

V budúcnosti plánujeme pokračovať v meraniach hĺbky hladiny podzemnej vôd a podpovrchovej deformácie metódou presnej inklinometrie. Rozsah a frekvencia meraní budú upravované podľa potrieb a možností úlohy ČMS – GF.

1.4.21. Lokalita Čirč

Stručná charakteristika lokality

Obec Čirč leží na severozápadnom úpätí Čergovského pohoria a z hľadiska územného členenia Slovenska patrí do okresu Stará Ľubovňa. Cez obec preteká potok Soliská, ktorý sa severozápadne od obce vlieva do rieky Poprad. V intraviláne obce sa do potoka Soliská vlievajú potoky Olšavec (zľava) a Rakovec (sprava).

Predkvartérne podložie tvorí malcovské súvrstvie (mladší eocén – starší oligocén). Ide o sivé vápnité ílovcy a pieskovce s vložkami ílovcov menilitového typu (Stránik, 1965), ktoré v juhovýchodnej časti územia prechádzajú do hrubopsamitických flyšových hornín (staršie malcovské súvrstvie tvorené pieskovecami so závalkami ílovcov a drobnozrnnými zlepencami). V severozápadnej časti územia sa nachádzajú kvartérne uloženiny rieky Poprad, ktoré sú tvorené piesčitými štrkami a štrkami nižších stredných terás (Stránik, 1965). Úpätia svahov sú prekryté deluviálnymi sedimentmi, z ktorých časť je postihnutá svahovými deformáciami.

Monitorovaný zosuv sa nachádza na ľavom brehu potoka Soliská, približne 120 m juhovýchodne od sútoku s potokom Rakovec. Monitorovacie merania sú výlučne zamerané na režimové pozorovania. Merania sa vykonávajú v dvoch piezometrických vrtoch a zároveň sa sledujú výdatnosti na troch odvodňovacích zariadeniach (obr. 1.93).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2013

V roku 2013 bolo na lokalite od marca do októbra realizovaných osem etáp meraní. Rozsah monitorovacích aktivít, ako aj frekvencia meraní sú uvedené v tab. 1.27.

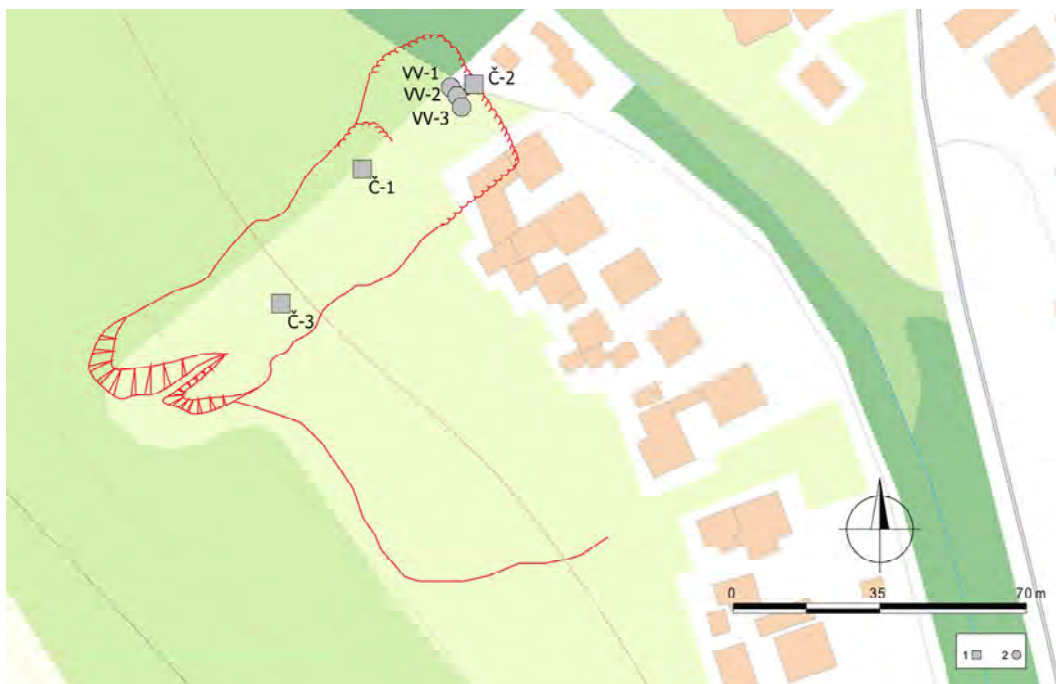
Tab. 1.27 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Čirč v roku 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	2013
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	Č-1 a Č-2	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	Spoločná výdatnosť troch odvodňovacích vrtoch VV-1, VV-2, VV-3	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipany (59100); Malcov (49040)	Denné úhrny zrážok

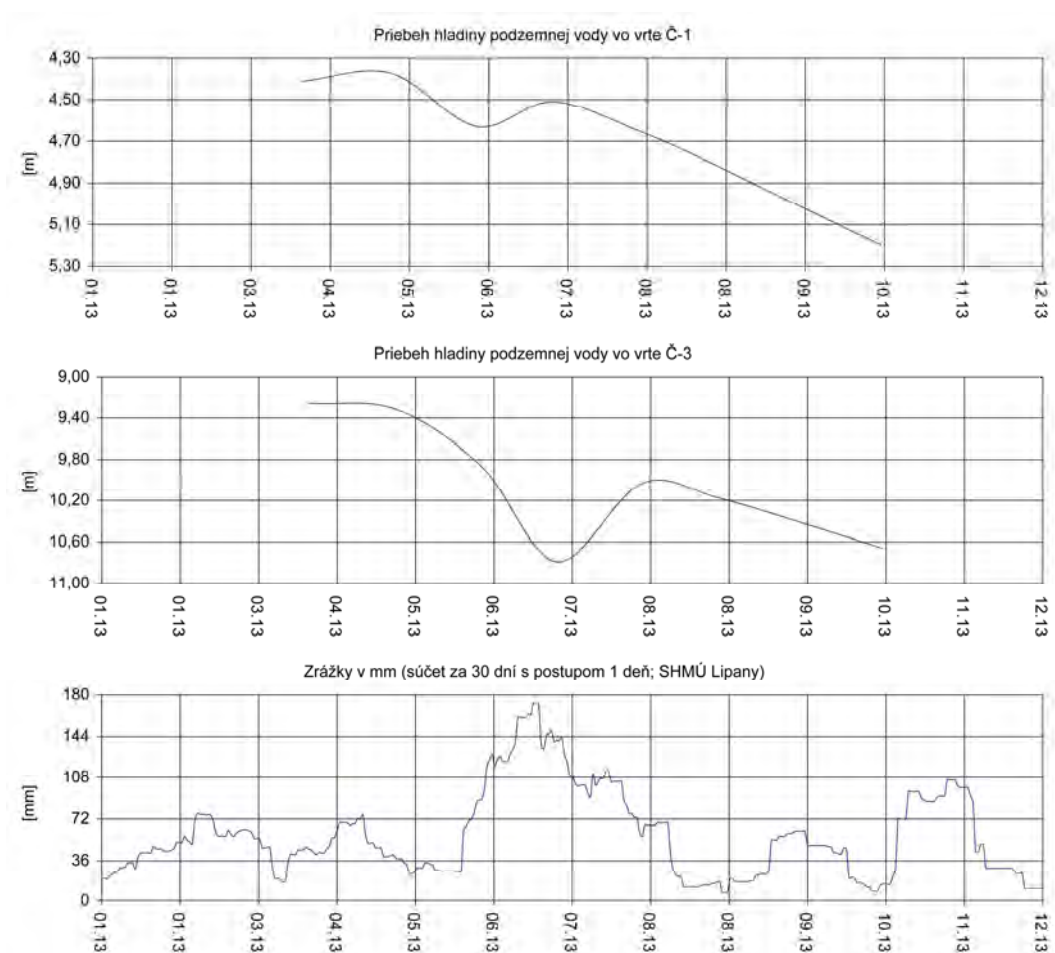
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2013

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádzala na úrovni 7,38 m pod terénom. Výraznejšie kolísanie bolo pozorované vo vrte Č-3 (1,35 m – obr. 1.94). Maximálne úrovne hladiny podzemnej vody boli dosiahnuté počas prvého termínu merania. Počas zvyšnej časti roka mal priebeh hladiny podzemnej vody klesajúci trend. K miernemu nárastu hladiny podzemnej vody došlo počas júlového (Č-1) a augustového (Č-3) merania. Tento vzostup podzemnej vody súvisel s vyšším úhrnom júnových atmosférických zrážok.



Obr. 1.93. Lokalita Čirč – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. 1 – pozorované vertikálne vrty, 2 – odvodňovacie zariadenia; červená línia – ohraničenie zosuvu (Šimeková *et al.*, 2012), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.94. Výsledky režimových pozorovaní vo vybratých vrtoch na lokalite Čirč

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania sa realizujú na ústí potrubia, ktoré odvádza vodu z trojice subhorizontálnych vrtov VV-1 až VV-3. Počas hodnotného obdobia (marec až október) bola najvyššia hodnota výdatnosti zaznamenaná počas marcového merania ($14,24 \text{ l.min}^{-1}$). Postupne však dochádzalo k jej poklesu a od začiatku októbra boli vrty suché. Celková priemerná výdatnosť dosiahla v roku 2013 hodnotu $4,97 \text{ l.min}^{-1}$.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie aktivity sú v zosuvnom území zamerané len na sledovanie najdôležitejšieho zosuvotvorného faktora – hladiny podzemnej vody (zároveň sa sleduje i efektívnosť odvodňovacích vrtov). Na základe vykonaných meraní možno konštatovať, že vývoj hladín podzemnej vody v jednotlivých vrtoch mal pomerne vyrovnaný priebeh. Drenážne vrty zachytávajú podzemné vody najmä v zóne aerácie, čo sa prejavuje výrazným kolísaním výdatnosti.

Na zosuvnej lokalite je v roku 2014 plánované pokračovať v monitorovacích meraniach v rovnakom rozsahu a frekvencii ako v roku 2013.

1.4.22. Lokalita Krajná Poľana

Stručná charakteristika lokality

Obec Krajná Poľana leží v severnej časti Nízkych Beskýd na sútoku Ladamírky a potoka Bodružalík, v okrese Svidník.

Predkvartérne podložie je tvorené zlínskym súvrstvom eocénného veku. Ide o flyšové horniny, ktoré v južnej časti budujú vsetínske vrstvy – bystrické ílovce, pieskovce s glaukonitom, arkózové pieskovce a zlepenice a v severnej časti pasierbiecke pieskovce – zelené a biele kremenné a arkózové pieskovce s glaukonitom (Žec et al., 2006). Úpätia svahov sú prekryté deluviálnymi sedimentmi a v najnižšej časti údolí sú pokryté fluviálnymi sedimentmi.

Monitorovaný zosuvný svah sa nachádza v severnej časti obce, na juhovýchodnom svahu s kótou Prokopec (539 m n. m.). Monitorovacie merania sú zamerané výlučne na režimové pozorovania. Merania sa vykonávajú v dvoch piezometrických vrtoch a zároveň sa sledujú výdatnosti na troch odvodňovacích zariadeniach (obr. 1.95).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2013

V roku 2013 boli merania realizované v dvoch piezometrických a troch odvodňovacích vrtoch. Monitorovacie merania začali v marci. Počas roka bolo vykonaných 8 meracích etáp. Rozsah a frekvenciu monitorovacích aktivít uvádzame v tab. 1.28.

Tab. 1.28 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Krajná Poľana v roku 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	2013
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	KP-1, KP-2	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	KPH-1, KPH-2, KPH-3	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2013

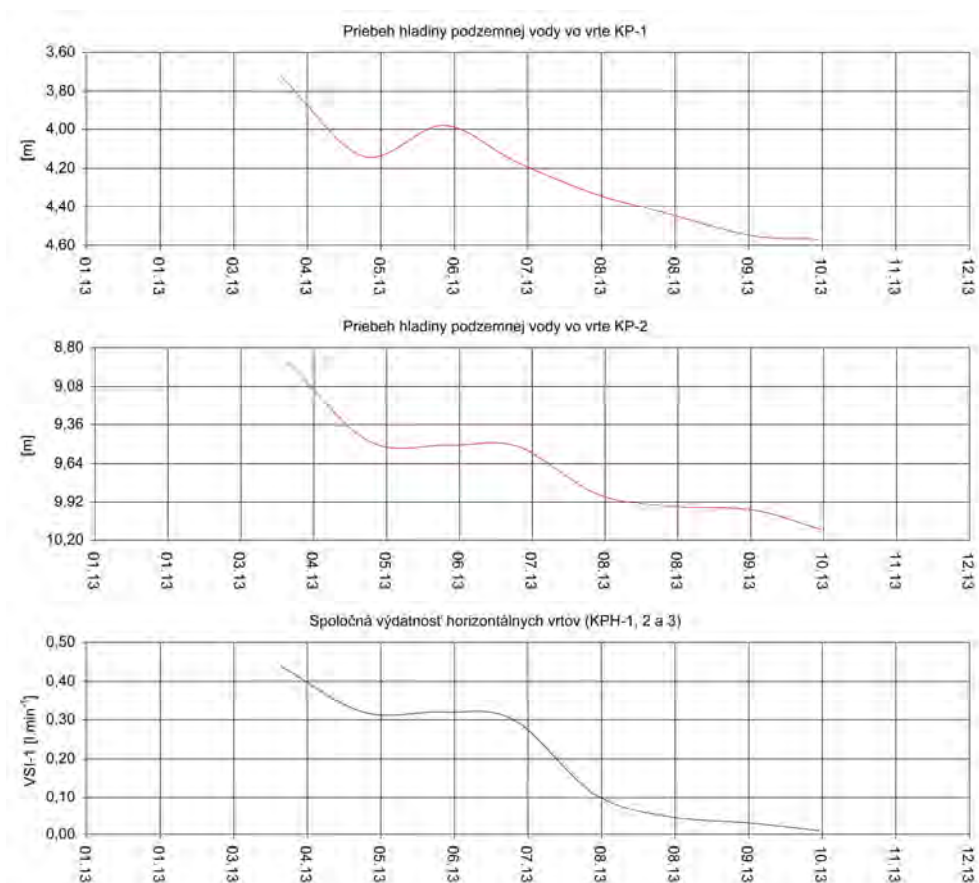
a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hĺbku 6,95 m pod terénom. Výraznejšie kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody bolo pozorované vo vrte KP-2 (1,22 m). V oboch vrtoch boli maximálne úrovne hladiny podzemnej vody dosiahnuté počas marcového merania. V zvyšnej časti roka mali hladiny podzemnej vody prevažne klesajúci charakter. Najbližšie k terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte KP-1 (3,72 m pod terénom – obr. 1.96).

Do vrtu KP-1 bol počas 1. októbra inštalovaný automatický hladinomer, ktorý zaznamenáva zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody s hodinovou frekvenciou.



Obr. 1.95: Lokalita Krajná Poľana – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. a – pozorovaný vertikálny vrt, b – odvodňovací subhorizontálny vrt, c – vrt s inštalovaným automatickým hladinomerom; červená línia – ohraničenie zosuvu (Grech, 2012), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.95. Výsledky režimových pozorovaní vo vybratých vrtoch na lokalite Krajná Poľana

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania sa vykonávajú na trojici subhorizontálnych vrtov. Počas hodnoteného obdobia (marec – október) boli 2 vrty suché, resp. vlhké. Vo vrte KPV-2 bola najvyššia výdatnosť nameraná 22. marca a najnižšia 30. októbra (príl. 1.22), kedy bolo vo vrte pozorované len kvapkanie (približne $0,01 \text{ l.min}^{-1}$). Priemerná výdatnosť v jedinom funkčnom vrte dosiahla v roku 2013 len necelých $0,2 \text{ l.min}^{-1}$. Namerané množstvá odvádzanej vody poukazujú na nízku efektívnosť odvodňovacích vrtov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V zosuvnom území sú sledované zmeny úrovne hladiny podzemnej vody v dvoch vrtoch, pričom každý z nich zachytáva samostatný hydrogeologický horizont. Výraznejšia dynamika zmien hĺbok hladiny podzemnej vody bola zaznamenaná v hlbšom horizonte (vo vrte KP-2). Pri hodnotení výdatnosti odvodňovacích vrtov môžeme konštatovať, že 2 vrty boli počas celého sledovaného obdobia suché a neodvádzali žiadnu vodu zo zosuvného územia. Vo vrte KVP-2 dosiahla priemerná ročná výdatnosť len $0,19 \text{ l.min}^{-1}$.

Na zosuvnej lokalite je v roku 2014 plánované pokračovať v režimových pozorovaniach pomocou automatického hladinomeru, ktorý zabezpečí kontinuálny záznam o zmenách hladiny podzemnej vody.

1.4.23. Lokalita Čadca-Rieka

Stručná charakteristika lokality

Čadca je okresné mesto v Žilinskom kraji, na úpätí pohorí Javorníkov, Kysuckých Beskýd a Turzovskej vrchoviny. Miestna časť Rieka sa nachádza v južnej časti intravilánu mesta.

Zosuvné územie sa nachádza v regióne karpatského flyšu s výlučne flyšovou formáciou, ktorú pri povrchu územia prekrýva formácia kvartérneho pokryvu. Flyšová formácia je v mapovanej časti územia litologicky zastúpená súvrstvím ílovcov a pieskovcov s výraznou prevahou ílovcov (ílovcový komplex) a súvrstvím pieskovcov a ílovcov s prevažne dominantným zastúpením pieskovcov (flyšový komplex; Novotný a Mišuth, 2012).

Monitorovaný zosuvný svah sa nachádza na úpätí na západ orientovaného svahu s kótou Vrchkoniec (744 m n. m.). Zosuvné teleso má prúdový charakter a postihuje niekoľko parciel so samostatne stojacimi rodinnými domami. Monitorovacie aktivity sú v území nasmerované na sledovanie hlavného zosuvotvorného faktora – hladiny podzemnej vody. Merania sú vykonávané na štyroch piezometrických vrtoch, ktoré sú situované do jedného profilu. V päte svahu sa nachádzajú 4 horizontálne vrty, na ktorý je sledovaná výdatnosť odvádzanej vody do povrchového recipienta (obr. 1.97).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2013

V roku 2013 sa merania vykonávali v štyroch piezometrických a štyroch odvodňovacích vrtoch. Rozsah a frekvenciu monitorovacích aktivít na lokalite Čadca-Rieka sú uvedené v tab. 1.29.

Tab. 1.29 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Čadca-Rieka v roku 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	2013
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	JR-1, JR-2, JR-3, JR-4-2	21 (2x za mesiac)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, HV-2, HV-3, HV-4	21 (2x za mesiac)

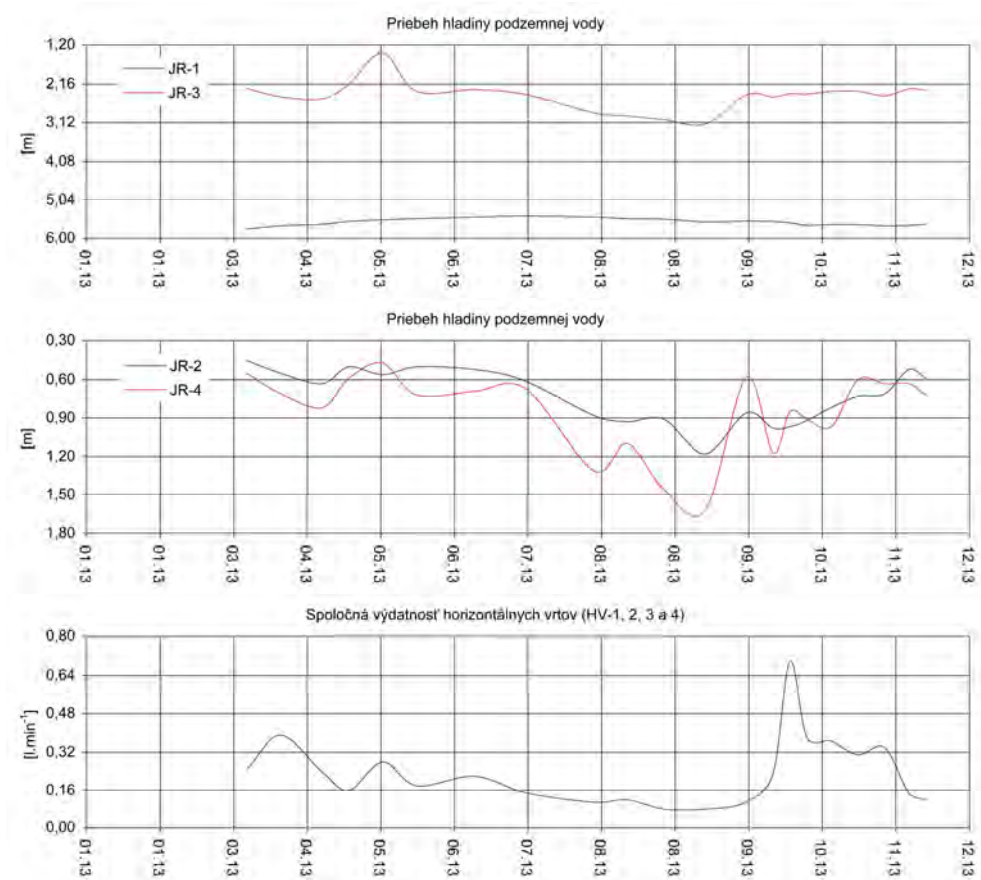
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2013

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V porovnaní s obdobím prieskumu (október 2009 – jún 2010) a sanačných prác (marec – máj 2012) hladiny podzemnej vody vo vrtoch JR-2 až JR-4 kolísali okolo priemerných hodnôt, s výnimkou obdobia konca júla až začiatku októbra, kedy sa hladiny blížili k minimálnym hodnotám a vo vrtoch JR-3 a JR-4 boli dokonca zaznamenané ich najnižšie hodnoty za celé monitorované obdobie. Predpokladáme, že tento jav bol spôsobený mimoriadne teplým a suchým letom. Osobitné postavenie má vrt JR-1, v ktorom je hladina podzemnej vody ovplyvnená hĺbkovým odvodnením a jej kolísanie dosahuje minimálne hodnoty. Maximálne stavy boli dosiahnuté v období od konca apríla až do mája (obr. 1.98). Priemerná hladina podzemnej vody v roku 2013 dosiahla 2,40 m pod terénom.



Obr. 1.97. Lokalita Čadca – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. 1 – pozorované vertikálne vrty, 2 – odvodňovacie zariadenia; červená línia – ohraničenie zosuvu (Novotný a Mišúth, 2012), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.98. Výsledky režimových pozorovaní vo vybratých vrtoch na lokalite Čadca

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania výdatnosti sa vykonávajú na štvorici vrtov. Počas hodnoteného obdobia bol 1 vrt suchý. V troch vrtov bolo možné sledovať výdatnosti, ktoré sa pohybovali v intervale od 0,01 až do 0,36 l.min⁻¹. Najvyššia sumárna výdatnosť zo všetkých vrtov bola nameraná 18. októbra (0,7 l.min⁻¹). Napriek slabšej výdatnosti vrtov je evidentný ich význam pri znižovaní hladiny podzemnej vody v priestore odlučnej oblasti havarijného zosuvu. Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 dosiahla 0,06 l.min⁻¹.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 nebolo v monitorovaných vrtoch zaznamenané (okrem vrtu JR-3) výraznejšie kolísanie hladiny podzemných vôd. Najväčšou dynamikou zmien sa prejavovali hladiny vo vrte JR-3 a naopak, najmenšou vo vrte JR-1. Hladiny podzemnej vody vo vrtach JR-2 a JR-4 kolísali v blízkosti povrchu terénu. Z týchto údajov vyplýva, že realizované hĺbkové odvodnenie nemá účinok na vyššie časti svahu (vrty JR-2 až JR-4). Účinok odvodňovacích vrtov sa prejavuje len v dolnej časti svahu v priestore nad odlučnou hranou havarijného zosuvu (vrt JR-1). Výdatnosť horizontálnych vrtov HV-1, HV-3 a HV-4 dosahovala prevažne veľmi nízke hodnoty. Vrt HV-2 bol trvalo suchý.

Na zosuvnej lokalite plánujeme aj v roku 2014 pokračovať v režimových pozorovaniach. Frekvencia meraní bude zredukovaná na 1 meranie za mesiac. Vzhľadom na skutočnosť, že sanácia havarijného zosuvu nebola ukončená ani v roku 2013 (chýba zabezpečenie čela zosuvu proti bočnej erózii potoka Rieka a zabudovanie ústí horizontálnych vrtov), plánujeme opätovne osloviť miestne zastupiteľstvo s požiadavkou na dobudovanie týchto objektov v zmysle schváleného projektu.

1.4.24. Lokalita Kvašov

Stručná charakteristika lokality

Obec Kvašov leží v severnej časti Bielych Karpát. 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.

Monitorovacie práce sa sústreďujú na pozorovanie stavu sanovaného prúdového zosuvu (inklinometrické merania vo vrte KHI-1 a pravidelná obhliadka terénu) a funkčnosti odvodňovacieho systému (režimovými pozorovaniami v tom istom vrte a pozorovaním výtoku z odvodňovacieho systému – kvalitatívnym hodnotením).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy a frekvencia monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.30.

Tab. 1.30 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kvašov v rokoch 2012 a 2013

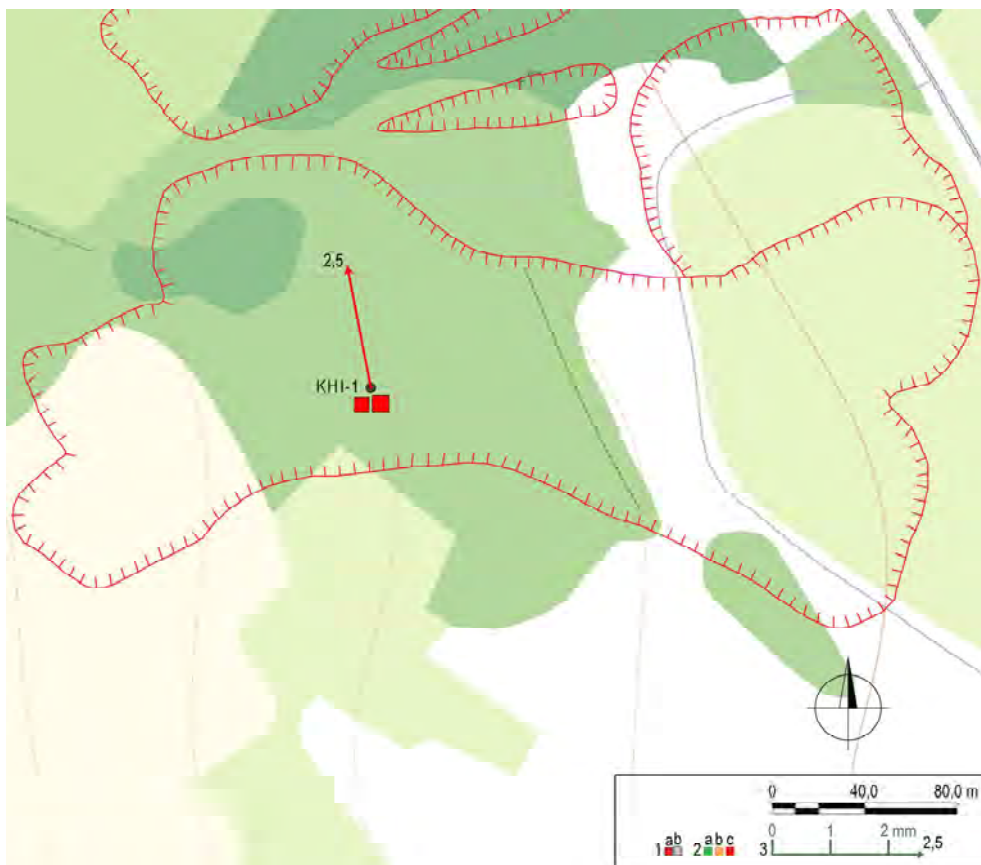
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Inklinometrické	1	KHI-1	1 (4. apríl)	
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	KHI-1	52 (1x za týždeň)	48 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Horná Mariková (indikatív 26220) Lazy pod Makytou (indikatív 26260)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

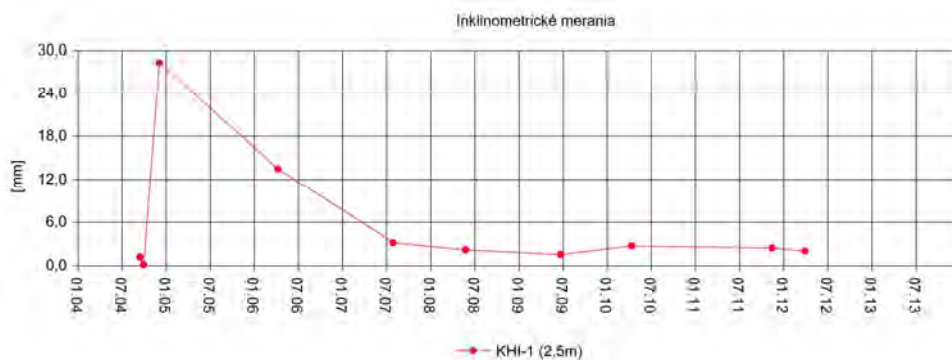
a/ Inklinometrické merania

V roku 2012 bolo meranie realizované začiatkom apríla. Najvyššiu pohybovú aktivitu mal pripovrchový horizont v intervale od úrovne terénu do hĺbky cca do 2,5 m pod terénom (v hĺbke 2,5 m p. t. bola zaznamenaná deformácia 2,04 mm – príl. 1.24, obr. 1.99). V hlbších úrovniach, približne od hĺbky 4,0 m p. t. až do hĺbky 6,5 m p. t., namerané deformácie presahovali hodnotu 1 mm. Od hĺbky 6,5 m p. t. deformácie nepresiahli ani v jednom sledovanom horizonte deformáciu 0,95 mm.

Pri hodnotení deformácií zaznamenaných počas dlhšieho časového obdobia (2004 až 2012 – obr. 1.100) boli v roku 2004 dosiahnuté mimoriadne vysoké deformácie (28,29 mm približne za dva mesiace). Od tohto merania dochádza postupne k poklesu pohybovej aktivity, ktorá v ostatných piatich rokoch nepresahuje hodnotu 3,0 mm (obr. 1.100).



Obr. 1.99. Lokalita Kvašov – výsledky inklinometrického merania a režimového pozorovania. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – semikvantitatívne hodnotenie režimového pozorovania podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6, 3 – mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie XI. 11 – IV. 12 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); *mapový podklad: ZBGIS®*



Obr. 1.100. Deformácia nameraná na šmykovej ploche metódou presnej inklinometrie na lokalite Kvašov

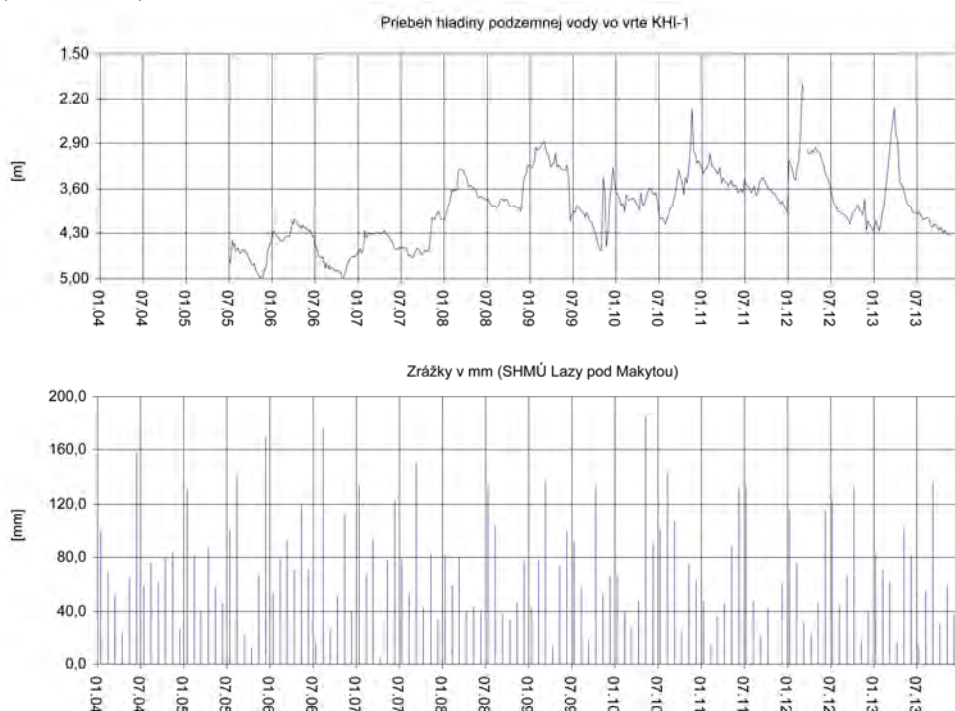
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody sa pravidelne (raz týždenne) pozoruje v jednom vrte KHI-1 (ktorý je primárne vystrojený pre inklinometrické merania). V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 3,55 m pod úroveň terénu s amplitúdou ročných zmien 2,3 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá začiatkom marca (1,96 m p. t.) a od tohto termínu prakticky až do konca roka mala zostupný trend.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2012 klesla o 0,32 m a dosiahla 3,86 m pod úroveň terénu. Kolísanie hladiny podzemnej

vody vo vrte KHI-1 dosiahlo hodnotu 1,97 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná začiatkom apríla (2,36 m p. t.).

Zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody majú počas jednotlivých rokov relatívne pravidelný cyklus, pričom z dlhodobého hľadiska je možné sledovať mierne vzostupný trend (obr. 1.101).



Obr. 1.101. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody na lokalite Kvašov, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Lazy pod Makytou (indikatív 26260)

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch (mesačné úhrny zrážok) sú prevzaté z dvoch najbližších staníc SHMÚ – Horná Maríková (indikatív 26220) a Lazy pod Makytou (indikatív 26260). Namerané zrážkové úhrny z týchto zrážkomerných staníc sa porovnávajú s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12.2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Horná Maríková je dlhodobý zrážkový priemer 953,46 mm. V roku 2012 bol zrážkový úhrn 991,9 mm (čo predstavuje 104,03 %, teda išlo o normálny rok). V roku 2013 zrážkový úhrn dosiahol hodnotu 865,4 mm, čo predstavuje 90,9 % dlhodobého priemeru a hodnotí sa ako normálny rok.

Na stanici Lazy pod Makytou je dlhodobý zrážkový priemer 808,84 mm. V roku 2012 bol ročný zrážkový úhrn 829,3 mm, čo je 102,53 % dlhodobého priemeru (normálny rok). V roku 2013 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 745,4 mm (čo predstavuje 92,2 % dlhodobého zrážkového priemeru a je hodnotený ako normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie aktivity sú sústredené na jediný funkčný objekt (KHI-1), na ktorom boli v roku 2013 vykonávané len režimové pozorovania. Posledné inklinometrické meranie bolo naposledy realizované v roku 2012 a potvrdilo dlhodobý trend pomerne vyrovnaného režimu pohybovej aktivity. Na základe získaných výsledkov je možné sanačné opatrenia z roku 2004 považovať za dostatočne efektívne.

Trend nárastu hladiny podzemnej vody počas posledných rokov môže súvisieť aj so skutočnosťou, že objekt nie je primárne určený na meranie hladiny podzemnej vody, a teda získané výsledky sú do istej miery skreslené.

V roku 2014 plánujeme overiť pohybovú aktivitu aplikáciou metódy presnej inklinometrie. Po preukázaní stability územia rozsah a frekvenciu monitorovacích meraní nastavíme na úroveň, ktorá bude umožňovať operatívne reagovať na mimoriadne udalosti, indikujúce zhoršujúci sa stabilitný stav.

1.4.25. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov

Stručná charakteristika lokality

V území sídliska Dargovských hrdinov je možné vyčleniť tri samostatné zosuvy. Dva zosuvy postihujú svahy údolia Slivník a tretí zosuv sa vyvinul na juhozápadnom svahu s názvom Na hore. Ide o staré zosuvné územie s výskytom plošných až frontálnych zosuvov. Zosuvy ohrozujú rodinné domy postavené v blízkosti päty zosuvného svahu.

Monitorovacie objekty sú sústredené do najcitlivejších oblastí zosuvu. Dvojica vrtov (inklinometrický a piezometrický vrt) sa nachádza v odlučnej oblasti zosuvného územia, ktoré postihuje južnú časť údolia Slivník a druhá dvojica vrtov sa nachádza nad odlučnou hranou južne situovaného zosuvu. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.31.

Tab. 1.31 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	2	IV-1, IV-2	3 (27. marec, 6. august, 12. október)	2 (16. apríl, 14. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	HGV-10, HGV-11	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 27. august, 2. október, 30. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	DHSHV-1, DHSHV-2	9 (27. január, 27. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 27. august, 2. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	

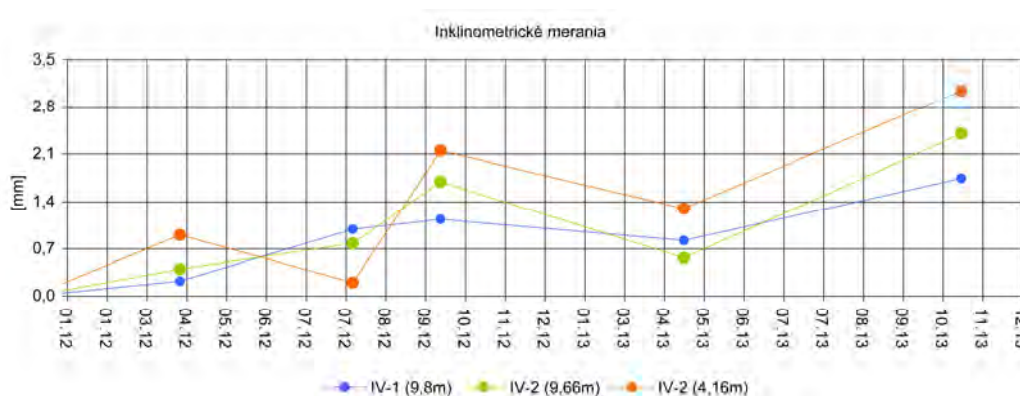
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

Na zosuvnej lokalite sa inklinometrické merania vykonávajú vo vrtoch IV-1 a IV-2 (obr. 1.102). V roku 2012, kedy boli realizované tri kontrolné etapy (príl. 1.25), bola najvýraznejšia deformácia zaznamenaná medzi augustovým a októbrovým meraním vo vrte IV-2 (v hĺbke 3,66 m p. t. – deformácia 2,15 mm a v hĺbke 10,66 m p. t. – deformácia 1,49 mm). Vo vrte IV-1, v hĺbke 9,8 m p. t. bola počas tej istej etapy zaznamenaná deformácia 1,17 mm (obr. 1.103).



Obr. 1.102. Lokalita Košice-sídliisko Dargovských hrdinov – výsledky inklinometrických meraní za obdobia XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

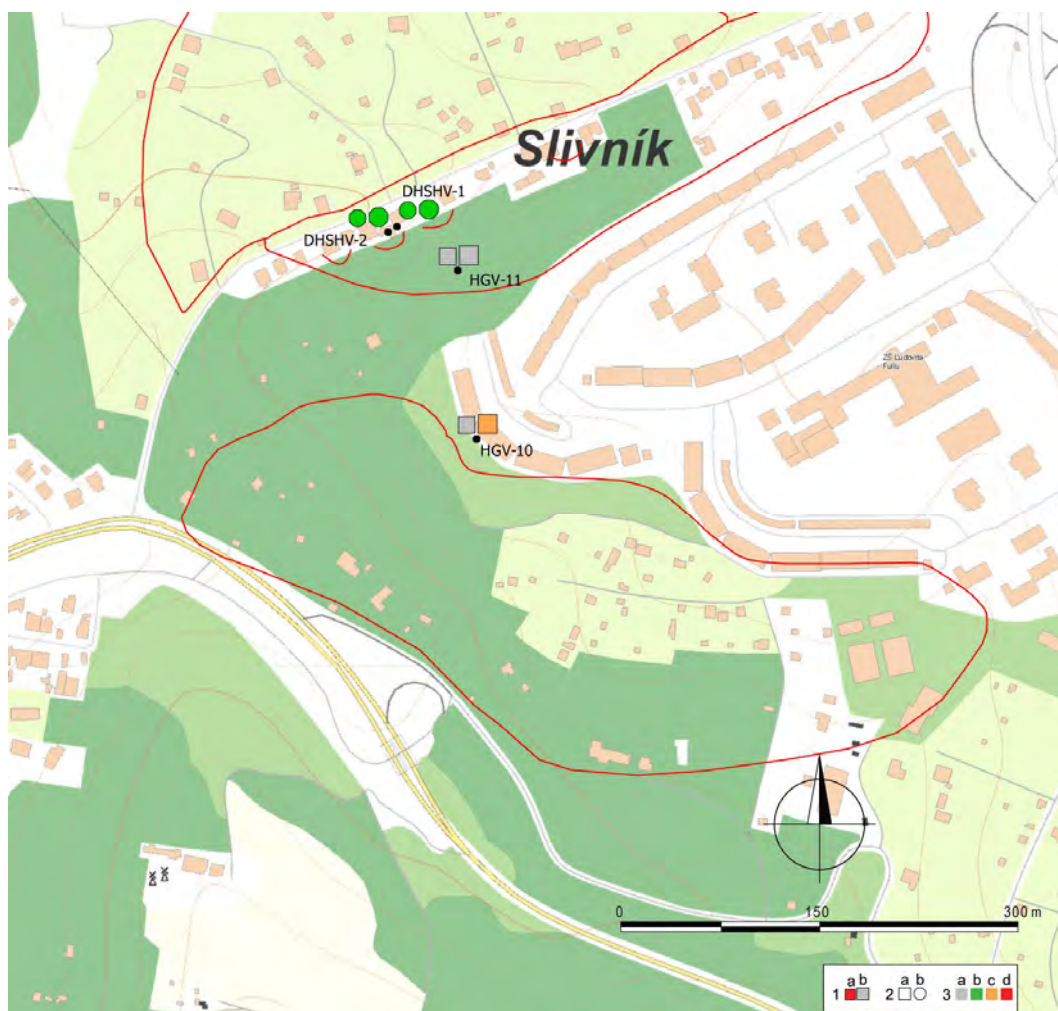


Obr. 1.103. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Košice-Dargovských hrdinov.

V roku 2013 boli zvýšené hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice namerané počas novembrovej etapy meraní. Vo vrte IV-2 v hĺbke 4,16 m pod terénom bolo zaznamenaný vektor s hodnotou 3,04 mm (obr. 1.102) a v hĺbke 9,66 m – 2,40 mm. Vo vrte IV-1 došlo v hĺbke 9,80 m k deformácii s veľkosťou 1,75 mm a v hĺbke 3,80 m pod terénom k deformácii 1,58 mm. Počas aprílového merania vektory deformácii na sledovaných plochách len ojedinele presiahli hodnotu 1,5 mm (vo vrte IV-1 – 1,61 mm). Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že v období medzi aprílovou a novembrovou etapou (7 mesiacov) došlo v zosuvnom území k miernemu nárastu pohybovej aktivity.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

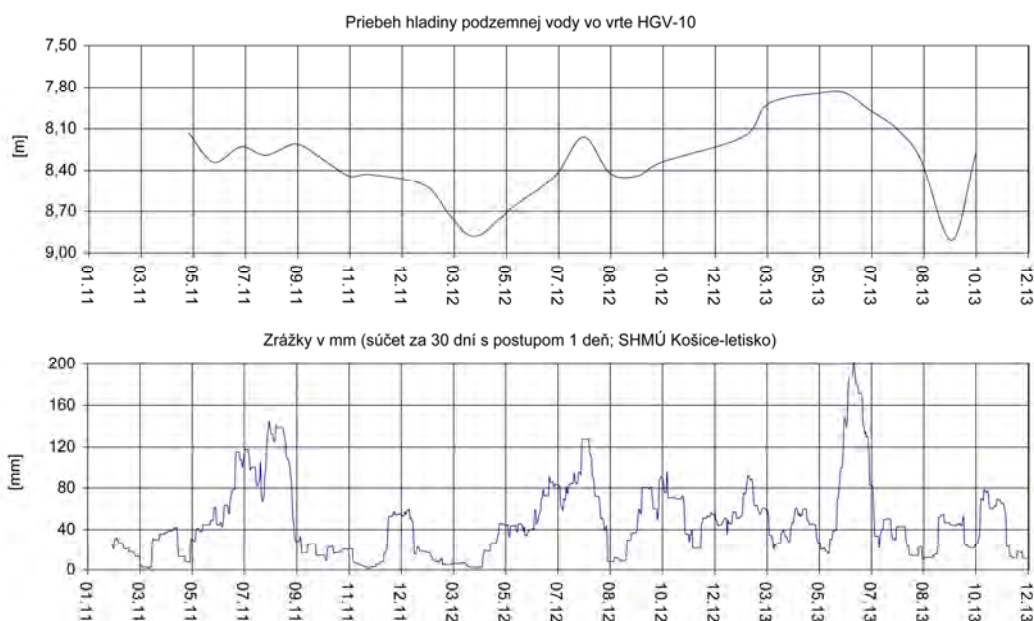
Režimové pozorovania sa počas rokov 2012 a 2013 vykonávali vo vrtoch HGV-10 a 11. Vrt HGV-11 je situovaný nad odľučnou oblasťou zosuvu, ktorý lemuje juhozápadné svahy nad údolím rieky Torysy. Vrt HGV-10 sa nachádza v juhozápadnej oblasti Slivníckeho údolia (obr. 1.104). Hladina podzemnej vody je však pozorovaná len vo vrte HGV-10, pretože vrt HGV-11 bol i počas roka 2013 suchý.



Obr. 1.104. Lokalita Košice-Dargovských hrdinov – výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2012 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody (vo vrte HGV-10) nachádzala na úrovni 8,51 m. Kolísanie hladiny podzemnej vody dosiahlo amplitúdu 0,72 m. Najbližšie k povrchu terénu hladina podzemnej vody vystúpila na konci júla (8,16 m p. t.) a naopak, najhlbšie bola hladina podzemnej nameraná na konci marca.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku zaznamenala mierny vzostup, a to 0,38 m; jej priemerná hĺbka dosiahla 8,91 m pod terénom. Kolísanie hladiny podzemnej vody, stanovené na základe desiatich meraní, predstavovalo 1,07 m. Hladina podzemnej vody mala počas prvej časti roka vzostupný charakter. Dosiahnutý maximálny stav (7,84 m p. t. – najvyšší za celé monitorované obdobie) súvisel i s intenzívnymi júnovými zrážkovými úhrnmi (10. júna dosiahol 30 dňový kumulatívny úhrn zrážok až 199,7 mm). Od júla až do začiatku októbra mala hladina zostupný charakter. Na konci októbra začala hladina podzemnej vody opäť stúpať.



Obr. 1.105. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Košice-Dargovských hrdinov znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Košice-letisko (ind. 60120)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Na lokalite je výdatnosť odvodňovacích zariadení monitorovaná v západnej časti údolia Slivníka na dvoch objektoch. Počas rokov 2012 a 2013 boli však oba odvodňovacie vrty suché. Výtok vody nebol v nich zaznamenaný ani počas obdobia maximálnych stavov hladiny podzemnej vody. Táto skutočnosť súvisí s tým, že vrty nezachytili priepustnejšie piesčité alebo štrkovité polohy v rámci stretavského súvrstvia.

Na základe doterajších meraní je možné konštatovať, že tieto odvodňovacie zariadenia nedokážu efektívne znížovať hladinu podzemnej vody.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Košice-letisko s indikatívom 60120. Počas roka 2012 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 548,9 mm. Porovnaním dosiahnutého úhrnu s Mapou priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovené množstvo zrážok v intervale 600 až 700 mm, možno zaznamenaný úhrn považovať za mierne podpriemerný. V roku 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný

zrážkový úhrn 616,3 mm (o 67,4 mm viac ako v roku 2012) a je ho možné označiť za priemernú hodnotu.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe získaných výsledkov v roku 2013, ale aj z poznatkov z predchádzajúceho obdobia je možné dospieť k záveru, že v roku 2013 došlo k výraznejšiemu nárastu pohybovej aktivity (najmä vo vrte IV-2). Zvýšené hodnoty deformácie súvisia s klimatickými faktormi, ktoré sa v prvej časti roka podpísali pod nárast hladiny podzemnej vody. V máji bol nameraný jej maximálny stav za celé monitorované obdobie. Zároveň je treba podotknúť, že vybudované odvodňovacie vrty neplnia svoju funkciu. Počas celého monitorovaného obdobia boli suché. Podzemnú vodu neodvádzali ani počas jej maximálnych stavov.

Vzhľadom na skutočnosť, že zosuvy ohrozujú husto zastavané územie, plánujeme pokračovať v monitorovacích aktivitách i v nasledujúcom roku 2014. Rozsah a frekvencia režimových pozorovaní zostane nezmenená (10 meraní) a inklinometrické merania budú realizované 3 krát.

1.4.26. Lokalita Košice-Krásna

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie postihuje ľavý breh Hornádu, nad ulicou 1. mája. Jedná sa o rozsiahle potenciálne zosuvné územie, v ktorom sa v roku 2010 aktivovali tri menšie zosuvy, z ktorých jeden spôsobil i rozsiahlejšie materiálne škody.

Monitorovacie merania sú zamerané na sledovanie režimu hladiny podzemnej vody a prejavy pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie. Monitorovacie objekty sú sústredené do najcitlivejších oblastí zosuvu. V oblasti vzniknutých zosuvov boli vybudované dva piezometrické vrtý (KHG-1 a 2) a jeden inklinometrický vrt (KI-1). V päte svahu, ako okamžité protihavarijné opatrenie, bol vybudovaný odvodňovací subhorizontálny vrt (KSHV-1). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.32.

Tab. 1.32 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košice-Krásna v rokoch 2012 a 2013

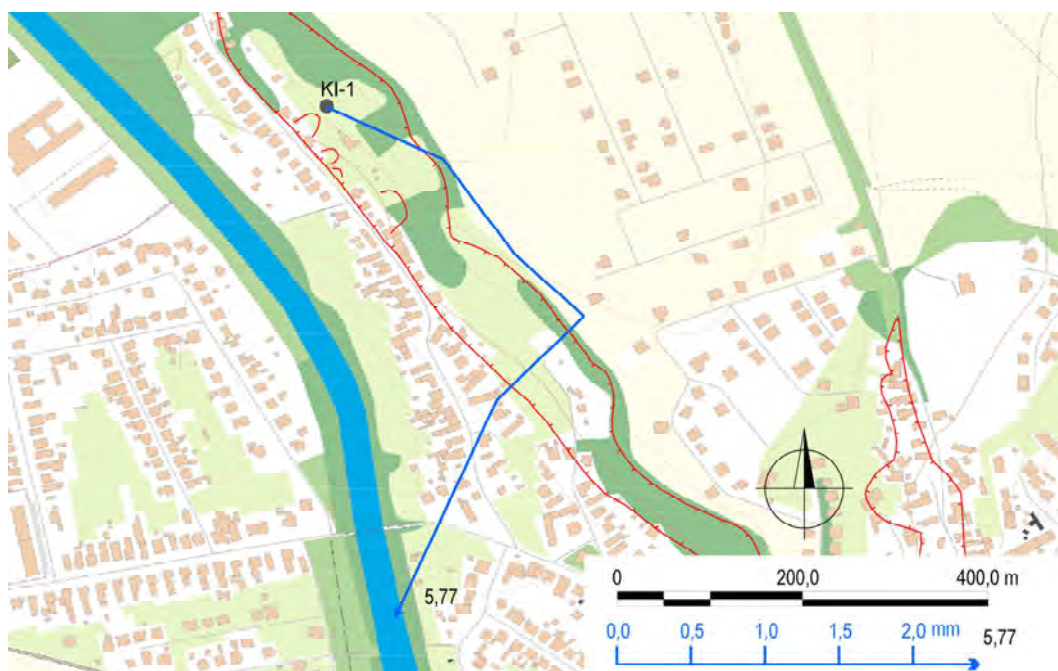
Metódy monitorovania	Monitorovacie Objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	1	KI-1	3 (27. marec, 6. august, 11. október)	2 (16. apríl, 20. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	KHG-1, KHG-2	9 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	6	KSHV-1, OV-1, OV-2, OV-3, OV-4, OV-5	9 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

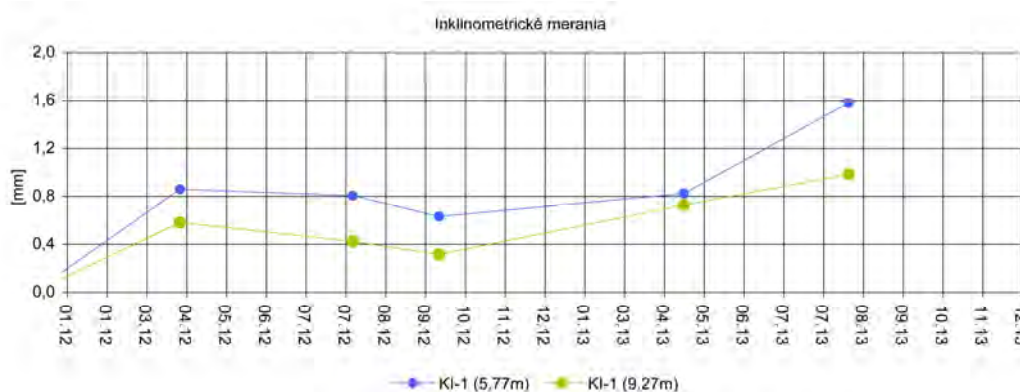
Na zosuvnej lokalite sa inklinometrické merania vykonávajú vo vrte KI-1 (obr. 1.106). V roku 2012 boli realizované tri kontrolné merania (príl. 1.26), počas ktorých bol potvrdený

relatívne dobrý stabilitný stav zosuvného prostredia v blízkosti monitorovaného objektu. K miernemu zvýšeniu pohybovej aktivity došlo len medzi nultým a prvým meraním, kedy bola nameraná deformácia nad 1,0 mm. (v hĺbkach 2,27 m p. t. – 1,08 mm).



Obr. 1.106. Lokalita Košice-Krásna – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 bolo možné, podobne ako v predchádzajúcom roku, sledovať veľmi mierny nárast pohybovej aktivity. Najvyššia hodnota deformácie, zaznamenaná na úrovni predpokladanej šmykovej plochy (v hĺbke 5,77 m – obr. 1.106), nameraná počas augustovej etapy, dosiahla 1,58 mm. I keď namerané deformácie nepredstavujú riziko aktivizácie svahového pohybu, je treba upozorniť na trend postupného nárastu nameraných vektorov a tiež na to, že v roku 2013 boli zaznamenané najvyššie hodnoty deformácie za celé monitorované obdobie. Zároveň treba zdôrazniť, že monitorovacie aktivity sú sústredné len do jednej oblasti, ktorá sa aktivizovala roku 2010, v rámci rozsiahleho frontálneho zosuvu, a teda namerané výsledky nie je možné extrapolovať na celé zosuvné územie.



Obr. 1.107. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Košice-Krásna

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2012 a 2013 sa merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody zabezpečovali v dvoch vrtoch (KHG-1 a KHG-2) v približne mesačnom intervale. Vrt KHG-2 bol v rokoch 2012 a 2013 počas všetkých monitorovacích meraní suchý (podzemná voda v tomto vrte bola zaznamenaná len počas prvých meraní v roku 2011).



Obr. 1.108. Lokalita Košice-Krásna – výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); *mapový podklad: ZBGIS®*

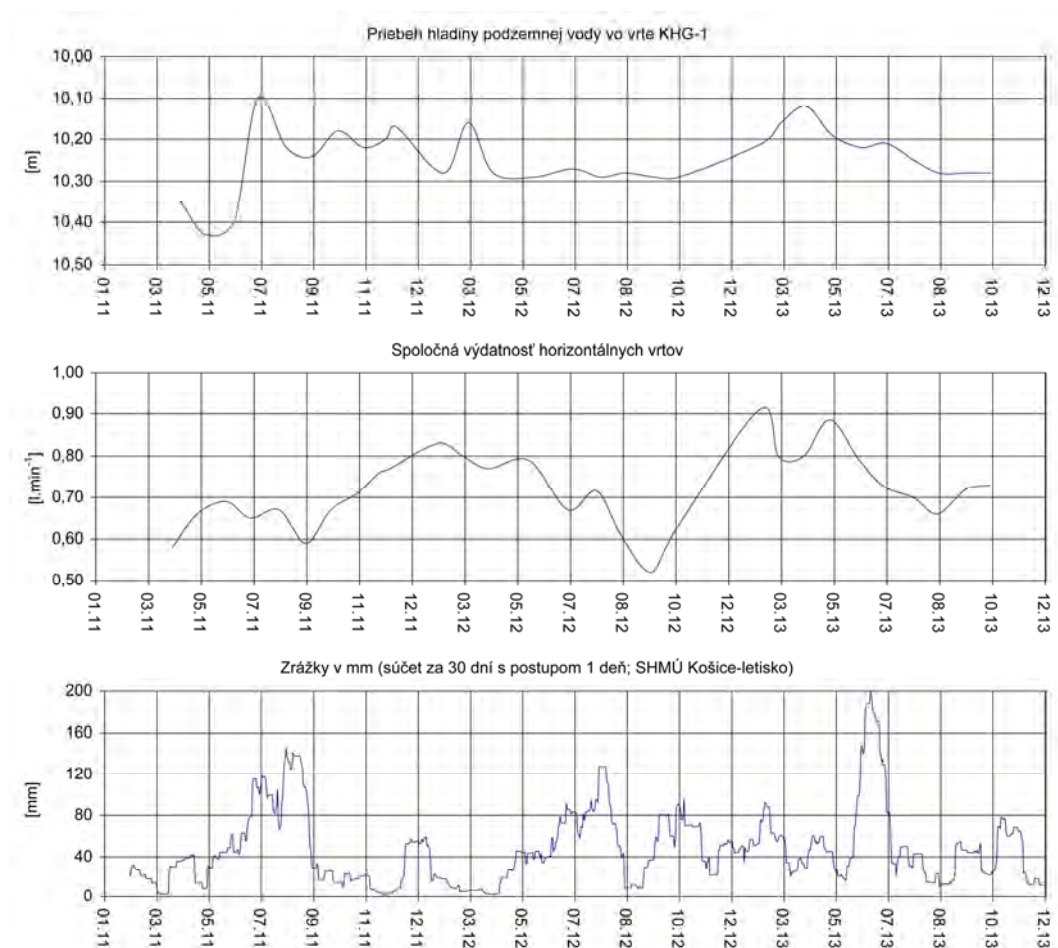
V roku 2012 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 10,27 m pod úrovňou terénu. Maximálny stav bol zaznamenaný na konci februára (príl. 1.26) a minimálny stav na konci júla, s celkovým kolísaním 0,13 m. Vývoj hladiny podzemnej vody v roku 2012 bolo možné hodnotiť ako ustálený.

V roku 2013 mali zmeny hladiny podzemnej vody podobný charakter ako v predchádzajúcom roku (obr. 1.108 a 1.109), a teda priemerná úroveň sa oproti predchádzajúcemu roku prakticky nezmenila, stúpala len o 0,05 m; výsledná hodnota priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody dosiahla 10,22 m pod úrovňou terénu. Zmeny hladiny podzemnej vody síce odrážajú klimatické pomery, avšak ich amplitúda v hodnotenom roku dosiahla len 0,1 m. Na stúpnutiach hladiny podzemnej vody sa odrazilo jarné topenie snehovej pokrývky a intenzívne júnové zrážkové úhrny, ktorých 30 dňový sumárny zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Košice-letisko dosiahol bežmála 200 mm.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania sa realizujú na šiestich odvodňovacích vrtoch, z ktorých jeden (KSHV-1) bol vybudovaný v roku 2011 ako okamžité protihavarijné opatrenie. Ostatné vrty sú staršie (OV-1

až 5). Výdatnosti, podobne ako i merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, sú vykonávané v relatívne pravidelnom mesačnom cykle.



Obr. 1.109. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Košice-Krásna znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Košice-letisko (indikatív 60120)

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu $0,704 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané vo vrte OV-2 ($0,43 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Maximálna spoločná výdatnosť bola zaznamenaná počas januárového merania ($0,83 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ – obr. 1.109). Počas tohto termínu merania boli dosiahnuté maximálne stavy v objektoch OV-2 ($0,43 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) a OV-5 ($0,34 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ – príl. 1.26). V roku 2012 mala spoločná výdatnosť odvodňovacích vrtov zostupný charakter.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku stúpila len nepatrne, a to o $0,05 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a dosiahla hodnotu $0,77 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte OV-5 ($0,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) počas aprílového merania. Tento vrt sa vyznačuje pomerne vysokou stálosťou objemu odvádzaných vôd. Naopak, všeobecne najnižšie výdatnosti boli namerané vo vrtoch OV-1 a 4 (príl. 1.26). Vrt OV-3 je dlhodobo suchý. Celkovo najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané vo vrte KSHV-1 ($0,12 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Maximálna spoločná výdatnosť dosiahla $0,61 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (4. apríl). Počas tohto termínu merania bola nameraná najvyššia výdatnosť za celé monitorované obdobie.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Košice-letisko s indikatívom 60120 sú opísané pri lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V rozsiahlom zosuvnom území sú monitorovacie aktivity sústredené len na oblasť zosuvu, ktorý sa aktivoval v roku 2010. Na základe realizovaných meraní možno konštatovať, že hladina podzemnej vody sledovaná vo vrte KHG-1 má veľmi vyrovnaný priebeh a vrt KHG-2 je naďalej suchý (od júla 2011). Na odvodňovacích zariadeniach, najmä v období zimných mesiacov, ale aj počas jarných mesiacov, došlo k nárastu objemu odvádzaných vôd. I keď ide o doteraz najvyššiu hodnotu spoločnej výdatnosti v trojročnom období monitorovania, veľkosť množstva drénovaných vôd neprekročila 1 l.min^{-1} . Podobný vývoj sa prejavuje i na ukazovateľoch pohybovej aktivity. Vektory namerané metódou presnej inklinometrie poukazujú na pomerne stabilný stav zosuvného prostredia. Ako však už bolo uvedené, výsledky monitorovacích meraní charakterizujú len veľmi malú časť rozsiahleho zosuvného územia.

V zosuvnom území je vzhľadom na priame ohrozenie objektov technosféry plánované pokračovať v meraniach aj v roku 2014. Režimové pozorovania budú vykonávané v mesačnom intervale (cca 10 meraní) a inklinometrické merania budú realizované jedenkrát ročne. V roku 2014 sú v zosuvnom území, v jeho najcitlivejších častiach, plánované sanačné opatrenia, ktoré budú okrem iného zamerané i na dobudovanie subhorizontálnych drenážnych vrtov.

1.4.27. Lokalita Nižná Hutka

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle zosuvné územie postihuje značnú časť intravilánu obce. Monitorovacie aktivity sa sústreďujú prevažne na zosuv, ktorý vznikol v roku 2010 v severnej časti obce a ohrozoval početnú zástavbu rodinných domov, ako aj miestny kostol.

Celá monitorovacia sieť je rozdelená do troch samostatných častí v rámci intravilánu obce. Merania sa vykonávajú na troch inklinometrických (NHI-1, 2 a 3 – obr. 1.110), dvoch piezometrických (NHG-1 a 2 – obr. 1.112) a troch odvodňovacích (NHSHV-1, 2 a 3) objektoch. Dva odvodňovacie vrty sa nachádzajú v severnej časti obce a jeden v južnej časti obce. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania z roku 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.33.

Tab. 1.33 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Nižná Hutka v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	3	NHI-1, 2, 3	3 (27. marec, 6. august, 11. október)	2 (16. apríl, 20. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	NHG-1, NHG-2	9 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	NHSHV-1, 2, 3	9 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Vyšný Čaj (indikatív 60100) Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

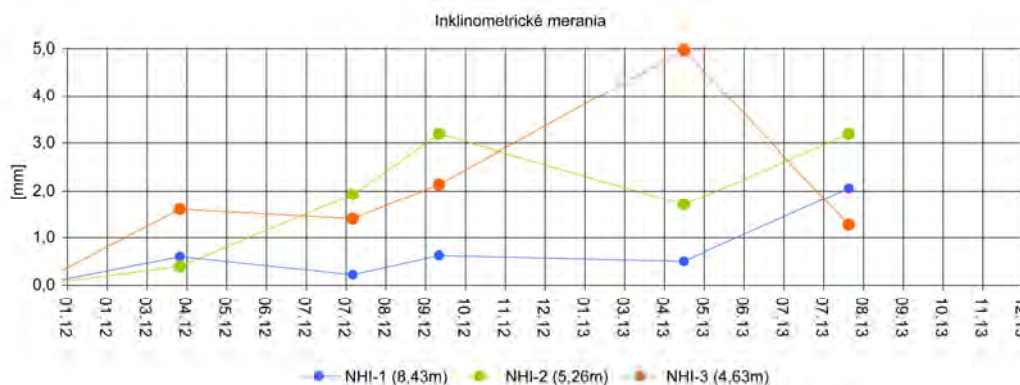
V rokoch 2012 a 2013 sa inklinometrické merania realizovali v troch vrtoch (NHI-1, 2 a 3 – obr. 1.110). V roku 2012 bola najvýraznejšia pohybová aktivita zaznamenaná v severnej časti obce vo vrte NHI-1. Relatívne plytko pod úrovňou terénu, v hĺbke 1,93 m pod terénom, bola počas augustového merania zaznamenaná deformácia 10,52 mm a počas októbrového merania 10,19 mm. Pomerne vysoké hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice boli namerané aj v južnej časti obce vo vrte NHI-2 v hĺbke 4,26 m pod terénom (počas októbrového merania – 4,22 mm). Vo vrte NHI-3, ktorý sa nachádza v strednej časti obce, boli namerané o niečo nižšie deformácie. Počas októbrového merania bola v tomto vrte v hĺbke 7,63 m pod terénom nameraná deformácia 2,3 mm.



Obr. 1.110. Lokalita Nižná Hutka – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m); (Grman et al., 2010), červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 boli zvýšené hodnoty deformácie zaznamenané vo viacerých vrtoch. K najväčšiemu nárastu deformácie došlo vo vrte NHI-3. Počas aprílového merania bola v hĺbke 4,63 m nameraná deformácia 4,98 mm (za 6 mesačné obdobie; obr. 1.110). O niečo nižšie hodnoty boli namerané počas augustového merania vo vrtoch a NHI-2 (v hĺbke 5,26 m p. t. – 4,98 mm) a NHI-1 (v hĺbke 8,43 m pod terénom – 2,06 mm). Okrem viacerých prípadov nárastu deformácie, priniesli merania i pozitívne výsledky. Na šmykovej ploche,

ktorá je sledovaná vo vrte NHI-1 v hĺbke 2,43 m pod terénom, došlo k výraznému poklesu deformácie. V predchádzajúcom roku tu boli dvakrát po sebe namerané deformácie nad 9 mm (príl. 1.27) a v roku 2013 bola na identickej šmykovej ploche nameraná maximálna hodnota 2,95 mm (počas augustovej etapy merania). Vrt sa nachádza v severnej časti obce.



Obr. 1.111. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Nižná Hutka

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na lokalite sú zmeny hladiny podzemnej vody pozorované v dvoch vrtoch (obr. 1.112) v relatívne pravidelných mesačných intervaloch.

V roku 2012 priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hĺbku 5,64 m p. t. Výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte NHG-2 (3,58 m – príl. 1.27). V tomto vrte bolo možné v roku 2012 sledovať i pomerne výrazný trend zostupu hladiny podzemnej vody a počas októbrového merania bola v tomto vrte zaznamenaná aj najnižšia hladina podzemnej vody (7,33 m p. t. – obr. 1.113) za obdobie monitorovania.

V roku 2013 sa režimové merania sústredili len na zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte NHG-1. Vo NHG-2 dochádzalo totiž k čerpaniu podzemnej vody majiteľom dotknutého pozemku, čím došlo k skresleniu informácií o režimových zmenách. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná vo vrte NHG-1 oproti predchádzajúcemu roku pomerne výrazne stúpila (až o 2,28 m) a v roku 2013 dosiahla hĺbku 3,68 m p. t. Zmeny hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahli 2,67 m. Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná počas októbrového merania (4,99 m pod terénom – obr. 1.113) a naopak, maximálna počas aprílového merania (2,32 m pod terénom).

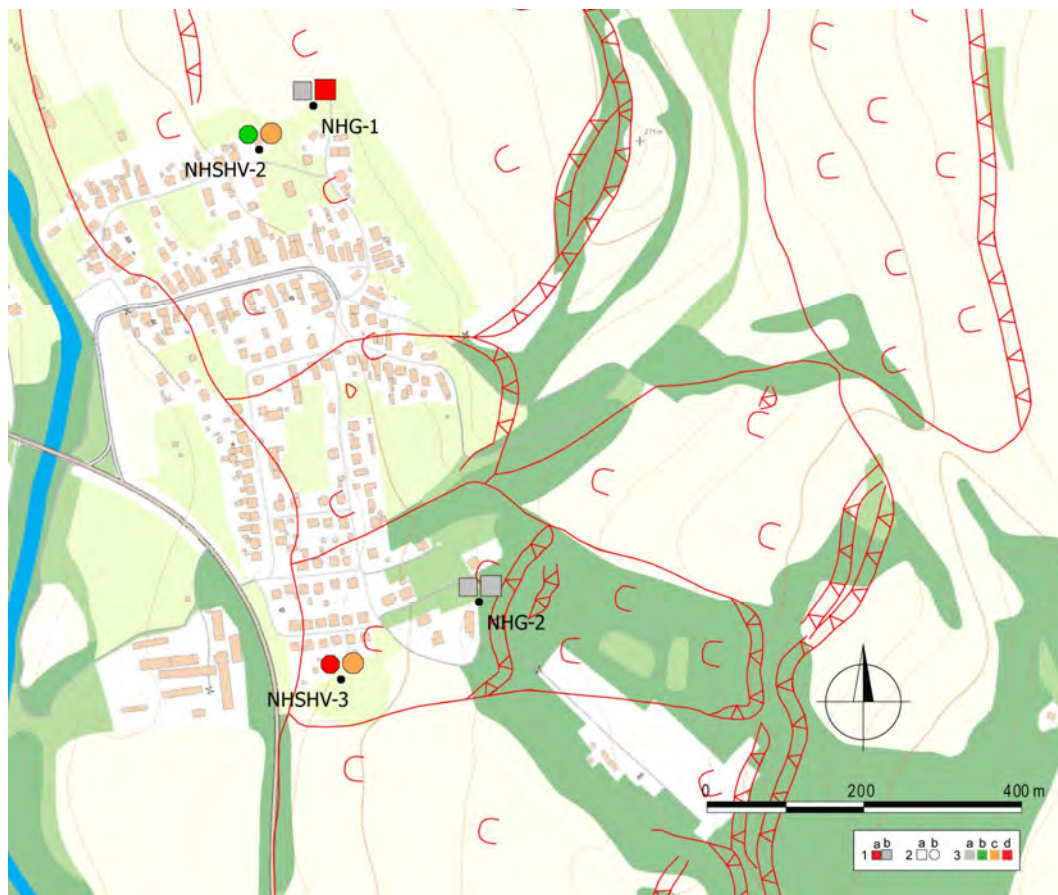
c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania výdatnosti sa realizujú na dvoch samostatných stanoviskách, ktoré sú od seba vzdialené cca 700 m. Na prvom stanovisku, v severnej časti obce, sú vybudované dva odvodňovacie vrty (NHSHV-1 a 2), ktoré odvádzajú podzemnú vodu zo severovýchodnej časti (z odlučnej oblasti) zosuvu (ktorý sa aktivizoval v roku 2010).

V roku 2012, v porovnaní s predchádzajúcim obdobím, došlo v prípade dvojice vrto NHSHV-1 a 2 k poklesu sumárnej priemernej výdatnosti o 5,77 l.min⁻¹ a jej výsledná hodnota dosiahla 3,70 l.min⁻¹. Vo vrte NHSHV-3 priemerná výdatnosť klesla o 4,71 l.min⁻¹ a dosiahla 4,29 l.min⁻¹. Celkový pokles sumárnej priemernej výdatnosti oproti predchádzajúcemu roku predstavuje 10,47 l.min⁻¹. V roku 2012 táto hodnota dosiahla 8,0 l.min⁻¹. Vo vrte NHSHV-3 bola počas júlovej etapy nameraná najväčšia výdatnosť (5,96 l.min⁻¹). V tomto vrte bolo zároveň namerané i najväčšie kolísanie výdatnosti (3,26 l.min⁻¹).

V roku 2013, sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpila o 1,03 l.min⁻¹ a v roku 2013 dosiahla hodnotu 9,03 l.min⁻¹. Najväčšie kolísanie výdatnosti

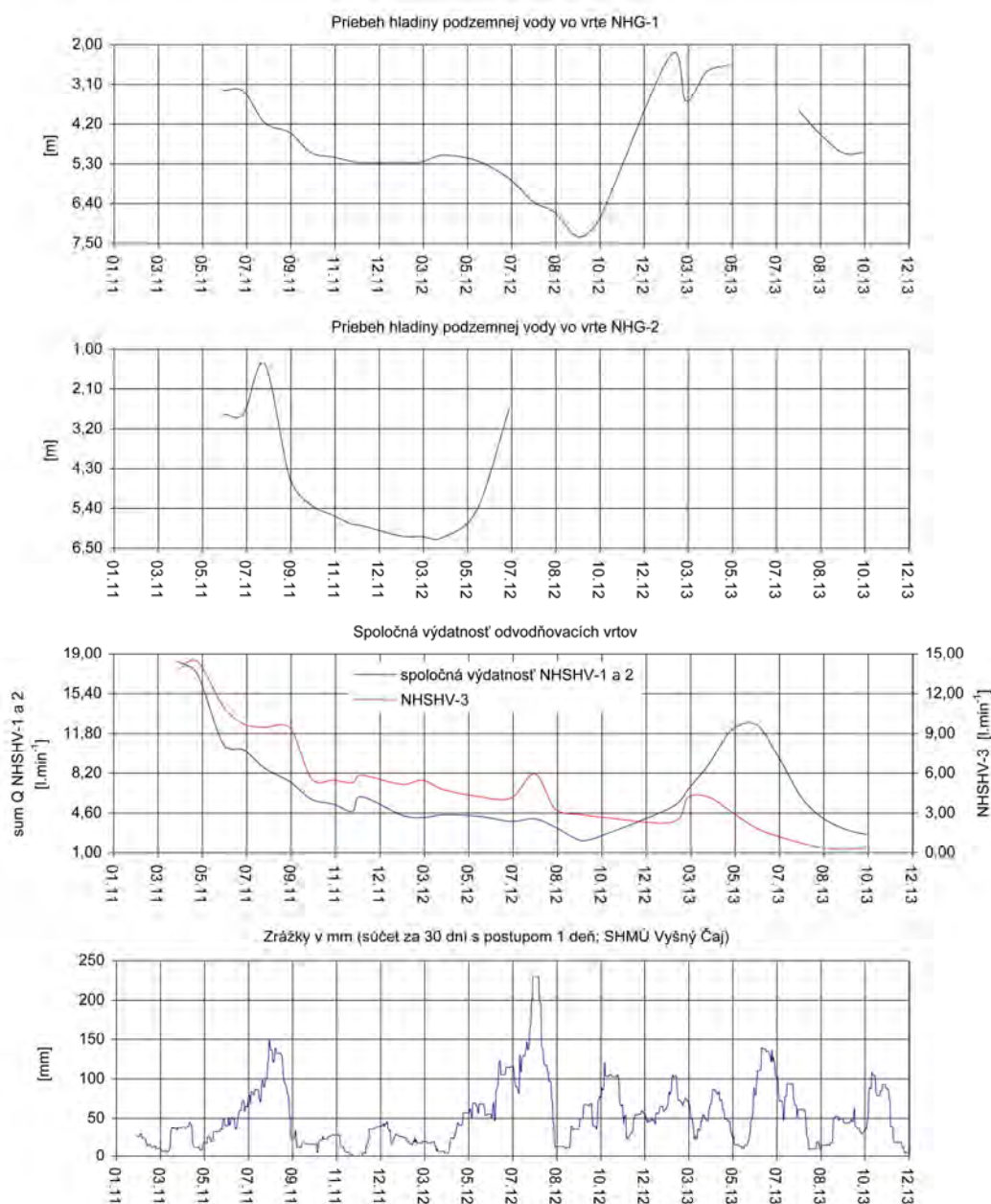
bolo namerané vo vrte NHHV-2 ($5,64 \text{ l.min}^{-1}$) a najvyššia priemerná výdatnosť bola zaznamenaná vo vrte NHHV-1 ($4,34 \text{ l.min}^{-1}$). Najvyššia sumárna výdatnosť bola zaznamenaná počas aprílového termínu.



Obr. 1.112. Lokalita Nižná Hutka – výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Čaňa s indikativom 60140. Pre porovnanie dosiahnutých úhrnov sú použité údaje z Mapy priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovený interval 550 až 600 mm. V roku 2012 bol na stanici Čaňa zaznamenaný zrážkový úhrn 651,3 mm, čo možno považovať za nadpriemerný úhrn. Počas roku 2013 úhrn zrážok dosiahol 631,1 mm (čo je o 20,2 mm menej ako v predchádzajúcom roku) a je ho možné, podobne ako v predchádzajúcom roku, považovať za nadpriemerný úhrn.



Obr. 1.113. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Nižná Hutka znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Vyšný Čaj (indikatív 60100)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Režimové pozorovania sa zredukovali do jedného vrtu (NHSHV-1), pretože vo vrte NHSHV-2 je hladina podzemnej vody ovplyvňovaná umelo – čerpaním, a teda výsledky meraní v tomto vrte nepodávajú vierohodnú informáciu o režimových zmenách. Vo vrte NHSHV-1 došlo k výraznému nárastu priemernej ročnej hladiny podzemnej vody, pričom maximálne stavy boli zaznamenané už na začiatku roka. Na jarnú vysokú hladinu podzemnej vody zareagovali zvýšenými výdatnosťami i odvodňovacie zariadenia. Vo vrte NHSHV-3 však i napriek tejto situácii dochádza dlhodobo k poklesu výdatnosti. Znižovanie výdatnosti – efektívnosti tohto zariadenia môže byť spôsobené postupným vyčerpaním statických zásob podzemnej vody, ale aj (v horšom prípade) postupným zanášaním perforovanej časti vrtu.

Pomerne nepriaznivé hydrogeologické pomery spôsobili nárast pohybovej aktivity. Na sledovanej šmykovej ploche vo vrte NH-3 došlo počas aprílového merania k rapídemu

nárastu deformácie. Celkovo možno konštatovať, že v danej oblasti naďalej pretrváva zvýšená pohybová aktivita.

Rozsah a frekvenciu režimových pozorovaní v roku 2014 navrhujeme ponechať ako v roku 2013. Inklinometrické merania budú realizované dvakrát.

1.4.28. Lokalita Varhaňovce

Stručná charakteristika lokality

Obec ohrozuje komplex svahových deformácií rôzneho charakteru, v ktorom sa v roku 2010 aktivizovali dva zosuvy (prvý na ľavom a druhý na pravom brehu potoka Olšavec, vo východnej časti obce). Pozornosť je však venovaná zosuvu, ktorý sa nachádza v juhovýchodnej časti katastra obce a ohrozuje kolóniu domov. Zosuv má prúdový tvar s dĺžkou cca 535 m a šírkou cca 270 m.

Monitorovacie merania sa vykonávajú na sieti pozorovacích vrtov (VV-4A, 6A a 7A – inklinometrické; VV-4, 6 a 7 – piezometrické), ktoré sú situované priamo do oblasti ohrozenej kolónie. Bližšie informácie o lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010a), ako i monitorovania za rok 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.34.

Tab. 1.34 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Varhaňovce v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	2	VV-4A, VV-5A*	3 (27. marec, 8. august, 13. október)	3 (17. apríl, 23. august, 14. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	3	VV-4, VV-6, VV-7	9 (30. január, 28. február, 27. marec, 11. máj, 27. jún, 30. júl, 30. august, 1. október, 29. október)	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 5. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ploské (indikatív 59340)	Denné úhrny zrážok	

* – meraný od 23. augusta

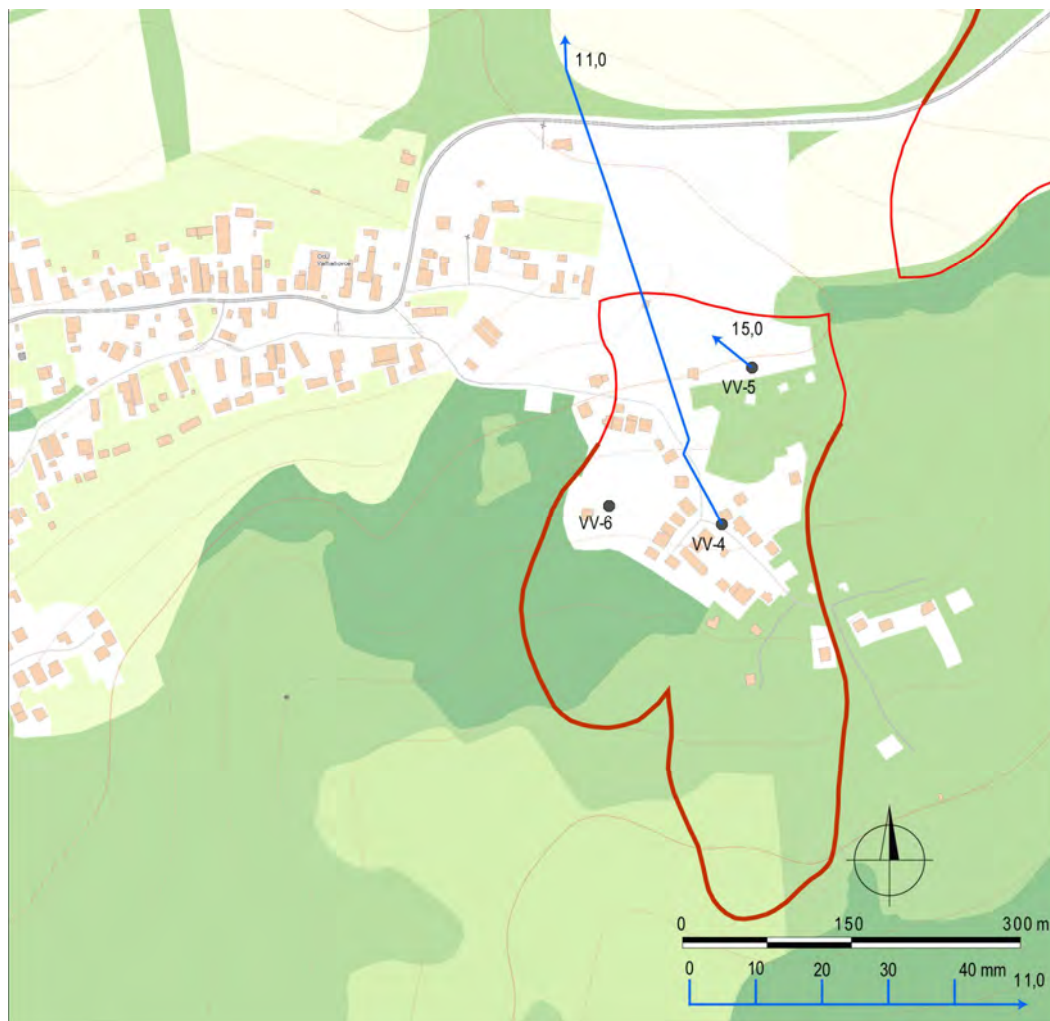
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

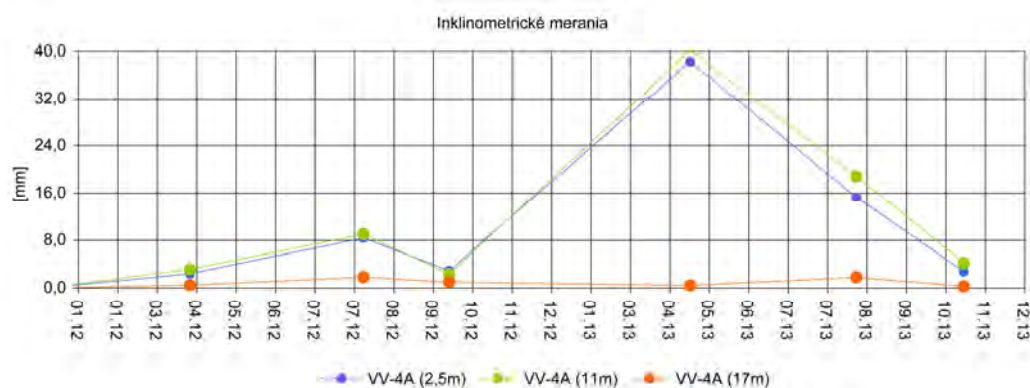
Sieť inklinometrických vrtov pozostáva zo 4 objektov. Vo vrte VV-7A došlo však ku kritickej deformácii a vrt sa stal nepriechodný – nemerateľný. Vo vrte VV-6 boli opakovanými meraniami detegované technické nedostatky vystrojenia. Z tohto dôvodu sme merania v tomto vrte pozastavili. Monitorovacie merania sme od roku 2013 rozšírili i do severnej oblasti, do vrtu VV-5, ktorý sa nachádza na úpätí monitorovaného zosuvného svahu.

V roku 2012 boli počas jednotlivých kontrolných etáp namerané veľmi výrazné deformácie vo vrte VV-4, v hĺbke 11,0 m p. t. Najvýraznejšia deformácia bola zaznamenaná

počas augustového merania (9,01 mm – príl. 1.28; obr. 1.114). Na základe získaných výsledkov je možné jednoznačne konštatovať, že namerané vektory na úrovni šmykovej plochy sú prejavom aktívneho svahového pohybu. Vrt sa nachádza v centre kolónie.



Obr. 1.114. Lokalita Varhaňovce – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Tupý et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.115. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Varhaňovce

V roku 2013 bol inklinometrickými meraniami opäť dokumentovaný aktívny svahový pohyb. Najvyššie hodnoty boli namerané v období medzi októbrovým (2012) a aprílovým (2013) meraním. V hĺbke 11,0 m pod terénom boli namerané deformácie, ktoré jednoznačne dokumentujú extrémnu aktivitu územia (40 mm za cca 6 mesiacov). Nasledujúce merania, ktoré boli zrealizované v období, kedy dochádzalo k poklesu hladiny podzemnej vody, síce preukázali postupný pokles deformácií na šmykových plochách (obr. 1.115), avšak namerané vektory jednoznačne potvrdzujú skutočnosť, že zosuvné územie je nestabilné a v **prípade opätovného výskytu nepriaznivých klimatických podmienok môže dôjsť k masívnemu svahovému pohybu**.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

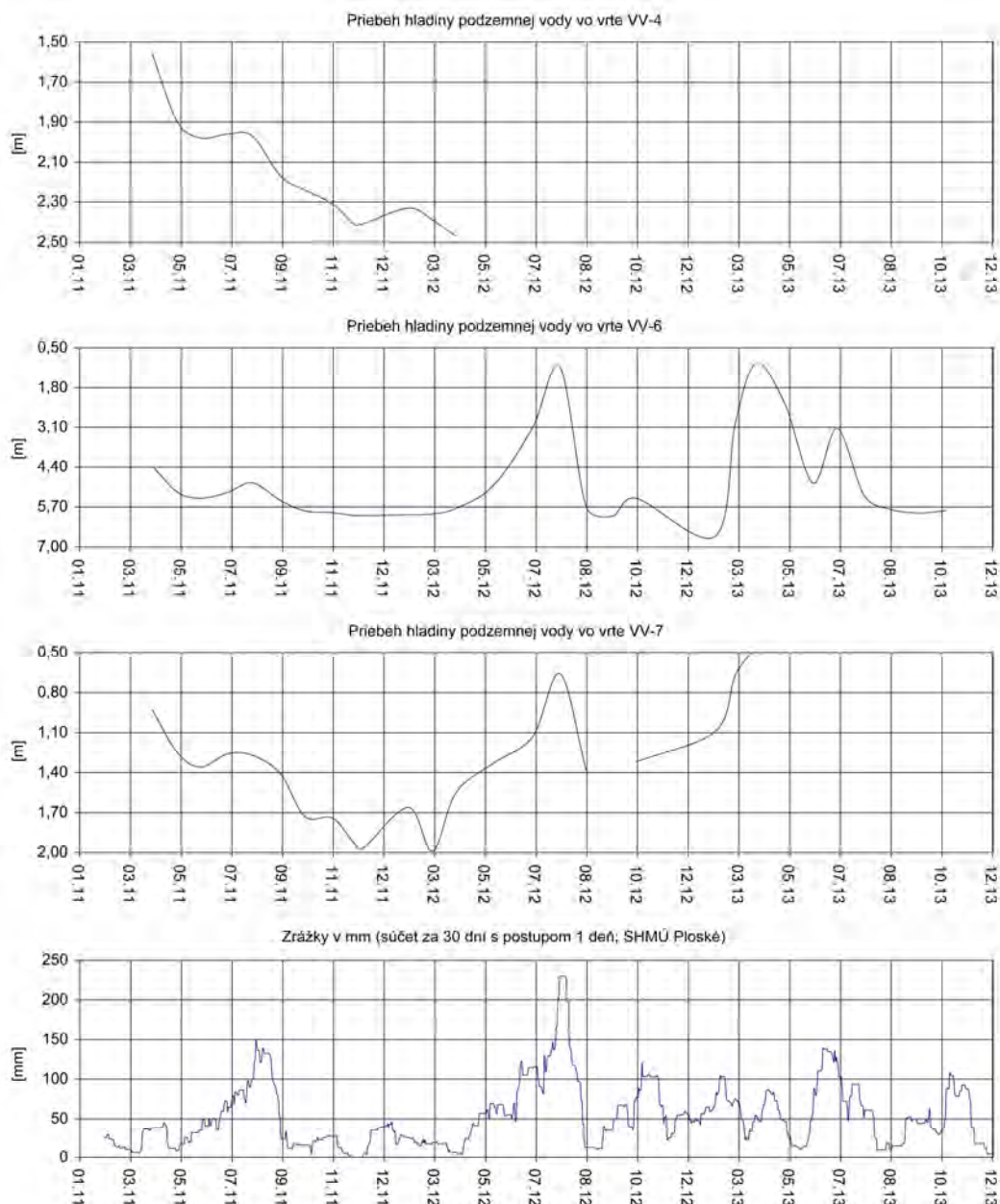
V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosahovala 2,89 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte VV-6 (4,86 m). Najvyššia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá počas júnového merania vo vrte VV-7 (0,66 m pod terénom). Počas augustovej realizácie inklinometrických meraní sa viacerí obyvatelia kolónie sťažovali na vysoký stav hladiny podzemnej vody, ktorá sa im začiatkom mesiaca dostala príbytkov (hladina podzemnej vody približne na úrovni terénu).

Vrt VV-4 bol značnú časť monitorovaného obdobia zapchaný odpadkami a nebolo v ňom možné sledovať zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody. Podobné problémy sa vyskytovali aj pri monitorovaní vrtu VV-7, spôsobovali ich rôzne predmety umiestnené do ústia vrtu.



Obr. 1.116. Lokalita Varhaňovce – výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6: a – nehodnotený, b – náznaky nepriaznivého stabilného stavu; červená línia – ohraničenie zosuvu (Tupý et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 sa realizácia režimových pozorovaní sústredila už len na meranie vo vrte VV-6 (obr. 1.116). Táto zmena súvisí s definitívnym poškodením (zasypáním) zvyšných vrtov. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte VV-6 oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpala o 0,51 m a v roku 2013 dosiahla hĺbku 4,38 m pod úrovňou terénu. Celková amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla 5,64 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná počas marcového termínu merania (1,01 m pod terénom). K miernemu vzostupu hladiny podzemnej vody došlo aj počas letných meraní (obr. 1.117. Išlo o reakciu na zvýšené úhrny zrážok, ktoré spadli počas júna a júla. V zvyšnej časti roka mala hladina podzemnej vody zostupný charakter. Minimálna hladina podzemnej vody bola nameraná počas februára (6,65 m pod terénom).



Obr. 1.117. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Varhaňovce znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Ploské (indikatív 59340)

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Ploské s indikatívom 59340. V Mape priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002) je pre danú oblasť stanovená veľkosť zrážkového úhrnu v intervale 600 až 700 mm. Počas roku 2012 spadlo na tejto stanici 757,6 mm zrážok, čo možno považovať za mierne nadpriemerný zrážkový úhrn. V roku 2013 bolo nameraných 665,9 mm zrážok, čo je o 91,7 mm menej ako v roku 2012, a dosiahnutý úhrn možno hodnotiť ako priemerný.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 bolo možné režimové merania vykonávať len vo vrte VV-6. Ostatné vrty sú v dôsledku vandalizmu trvalo poškodené. V poslednom funkčnom vrte bol výrazný vzostup hladiny podzemnej vody zaznamenaný v druhej polovici marca. Na pomerne výrazné stúpnutie hladiny podzemnej vody zareagovala i pohybová aktivita. Meraniami metódou presnej inklinometrie boli vo vrte VV-4 namerané extrémne hodnoty deformácie. Namerané hodnoty poukazujú na mimoriadne vysokú pohybovú aktivitu zosuvného telesa. Vysoké hodnoty deformácie boli namerané i vo vrte VV-5 (v ktorom merania začali počas roku 2013), ktorý sa nachádza v spodnej časti zosuvného svahu.

Vzhľadom na skutočnosť, že v území s vysokou koncentráciou obyvateľstva došlo k mimoriadnemu nárastu deformácie (na úrovni šmykovej plochy), plánujeme v roku 2014 apelovať na orgány miestnej samosprávy, aby v dohľadnom období prijali opatrenia na zníženie rizík súvisiacich s ohrozením životov, zdravia a majetku dotknutého obyvateľstva v súvislosti s negatívnymi vplyvmi rozvoja svahového pohybu. V kontexte mimoriadne vysokej aktivity zosuvu je tiež žiaduce, aby v najbližšom období bola prediskutovaná možnosť doplnenia súčasnej siete monitorovacích objektov o nové monitorovacie (inklinometrické a piezometrické) vrty. V neposlednom rade je tiež potrebné, aby zástupcovia miestnej samosprávy zabezpečili osvetu medzi obyvateľmi kolónie na tému „Význam monitorovacej siete a negatívne dôsledky jej poškodzovania“ (z 3 monitorovaných piezometrov je v súčasnosti v dôsledku vandalizmu funkčný už len jeden).

Vzhľadom na extrémne vysokú pohybovú aktivitu zosuvného svahu, a teda i vysoký stupeň ohrozenia obyvateľstva, plánujeme v roku 2014 pokračovať v monitorovacích meraniach s rovnakým rozsahom a frekvenciou ako v roku 2013.

1.4.29. Lokalita Vyšný Čaj

Stručná charakteristika lokality

V obci, ktorá prakticky celá leží na viacerých potenciálnych svahových poruchách staršieho veku, sa v roku 2010 aktivizovali štyri zosuvy. Tri menšie zosuvy sa nachádzali v okrajových častiach katastra mimo obývaného územia. Najväčší a najvážnejší zosuv sa aktivizoval v severozápadnej časti intravilánu obce. Zosuv ohrozuje miestnu infraštruktúru, cintorín a časť zástavby. Rozmery zosuvu sú 390 m (dĺžka) krát 400 m (šírka).

Monitorovacie merania sa vykonávajú na sieti inklinometrických a piezometrických vrtov. Zároveň sa sledujú aj výdatnosti subhorizontálnych odvodňovacích vrtov. Podrobnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania za rok 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.35.

Tab. 1.35 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vyšný Čaj rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	2	VČI-1, VČI-2	3 27. marec, 6. august, 11. október)	2 16. apríl, 20. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	VČHG-2, VČHG-3	9 (30. január, 27. február, 28. marec, 14. máj, 8. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	VČSHV-1, VČSHV-2, VČSHV-3, VČSHV-4	9 (30. január, 27. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Vyšný Čaj (indikatív 60100)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

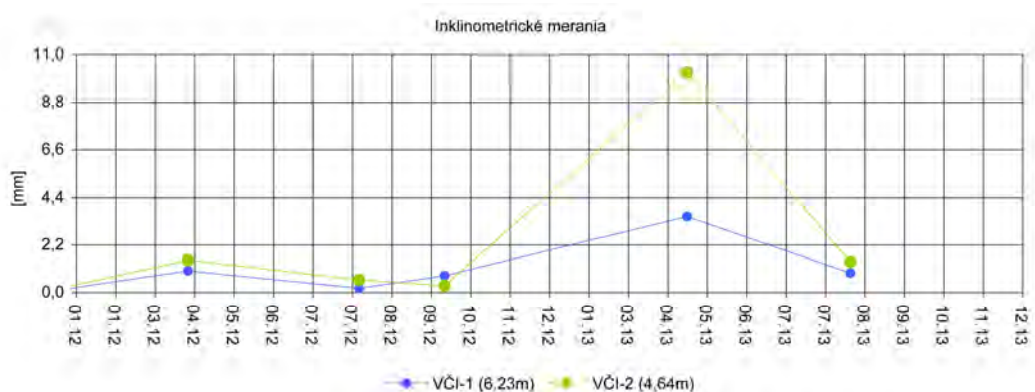
Inklinometrické merania sa realizujú v dvoch vrtoch (VČI-1 a 2; obr. 1.118), ktoré sú situované neďaleko miestneho cintorína.

V roku 2012 sa počas troch etáp meraní (príl. 1.29) prejavili výraznejšie deformácie inklinometrickej pažnice vo vrte VČI-2. V hĺbke 5,14 m p. t. bola počas augustového merania nameraná deformácia 1,7 mm a o dva mesiace neskôr, počas októbrového merania, bola zaznamenaná deformácia 2,93 mm. Vo vrte VČI-1 sa zvýšené hodnoty deformácie prejavili až počas októbrovej etapy meraní. Najvýraznejšia deformácia (1,79 mm) bola v tomto vrte nameraná v hĺbke 2,23 m p. t (obr.1. 88).



Obr. 1.118. Lokalita Vyšný Čaj – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k nárastu pohybovej aktivity najmä vo vrte VČI-2. Počas aprílového merania bola v hĺbke cca 4,5 m pod terénom nameraná deformácia 10,21 mm (za obdobie 6 mesiacov). Opakované augustové meranie však potvrdilo zlepšenie stabilitných pomerov zosuvného územia (obr. 1.118 a 1.119). Zvýšená hodnota pohybovej aktivity bola nameraná i vo vrte VČI-1. V hĺbke 6,23 m p. t. bola počas aprílovej etapy zaznamenaná deformácia 3,51 mm. Počas augustového merania bol aj v tomto vrte zaznamenaný pokles pohybovej aktivity.

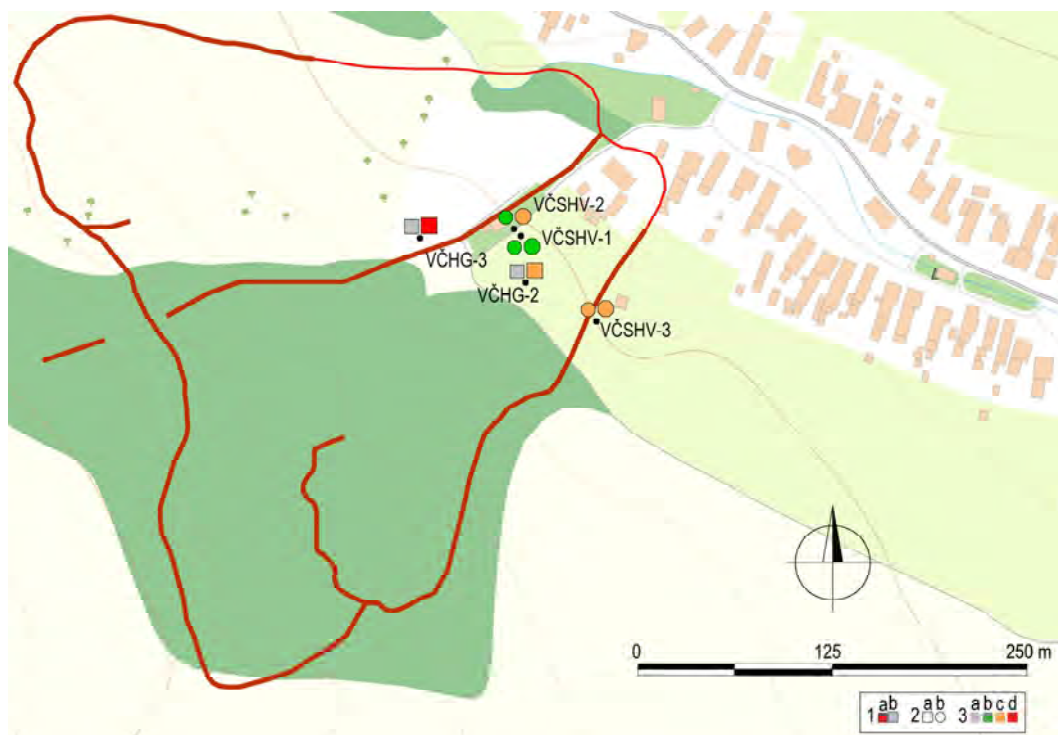


Obr. 1.119. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Vyšný Čaj

Namerané deformácie na šmykovej ploche počas aprílovej etapy predstavujú najvyššiu pohybovú aktivitu zaznamenanú počas celého obdobia monitoringu na tejto lokalite. Pod výraznú akceleráciu svahového pohybu sa podpísali kumulované zrážkové úhrny v snehovej pokrývke (počas zimných mesiacov), ktoré sa cyklicky uvoľňovali, vďaka čomu sa vytvorili vhodné podmienky pre dopĺňanie zásob podzemnej vody, a teda i vzostup jej hladiny.

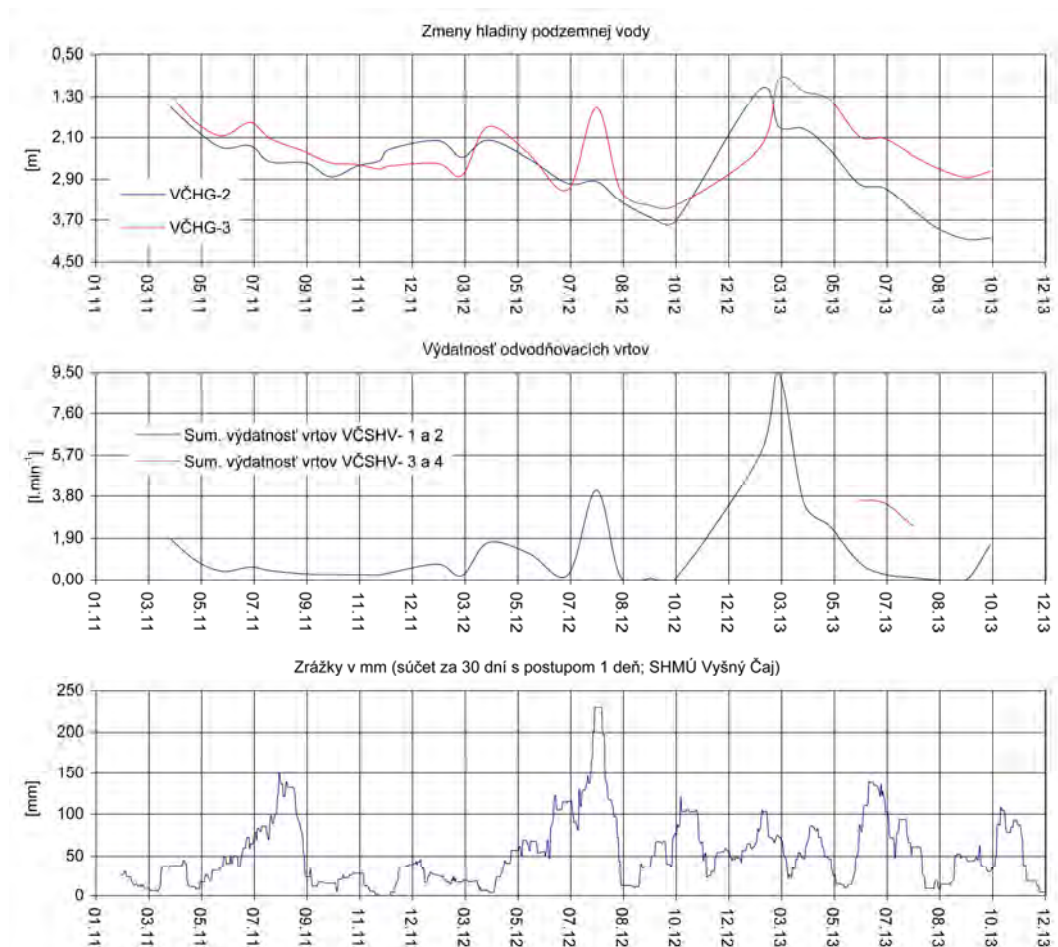
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové merania sa na lokalite vykonávajú v dvoch vrtoch (VČHG-2 a 3), ktoré sú situované do severovýchodnej oblasti aktívneho zosuvu (v oblasti miestneho cintorína – obr. 1.120).



Obr. 1.120. Lokalita Vyšný Čaj – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 2,79 m p. t. Výraznejšie zmeny hladiny podzemnej vody boli zaznamenané vo vrte VČHG-3 (1,9 m). V tomto vrte sa hladina podzemnej vody dostala i najbližšie k povrchu terénu (31. júla – 1,52 m p. t. – obr. 1.121). Uvedené stúpnutie hladiny podzemnej vody súvisí s intenzívnejšími zrážkovými úhrnmi z predchádzajúcich mesiacov.



Obr. 1.121. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Vyšný Čaj znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Vyšný Čaj (indikatív 60100)

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku (mierne) stúpila o 0,31 m a v roku 2013 dosiahla hĺbku 2,48 m pod úrovňou terénu. Väčšie zmeny hladiny podzemnej vody boli namerané vo vrte VČHG-2 (2,90 m). Najbližšie k terénu hladina podzemnej vody vystúpila vo vrte VČHG-3 (0,97 m p. t.) počas 26. februára. Naopak, najhlbšie hladina podzemnej vody klesla počas septembrového termínu merania vo vrte VČHG-2 (4,07 m pod terénom). Hladiny podzemnej vody v oboch vrtoch dosiahli maximálne stavy za celé monitorované obdobie. Hladina podzemnej vody začala stúpať ešte v roku 2012 a v tomto trende pokračovala i počas zimných mesiacov 2013. Po dosiahnutí maximálnych stavov počas februárových termínov meraní hladiny podzemnej vody začali klesať.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2012 a 2013 sa monitorovacie merania realizovali na štyroch vrtoch, ktoré sú situované v blízkosti cintorína v severovýchodnej časti zosuvu (obr. 1.120).

V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla 0,95 l.min⁻¹. Výraznejšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané vo vrte VČSHV-2 (3,52 l.min⁻¹). Najvyššia hodnota výdatnosti

bola zaznamenaná, podobne ako pri hladinách podzemnej vody, na konci júla. Od augusta do konca októbra (posledného realizovaného merania) výdatnosti odvodňovacích vrtov dosahovali už len minimálne hodnoty.

V roku 2013 sa pozornosť pri meraní výdatnosti sústredila prevažne na vrty VČSHV-1 a 2. Je to z dôvodu, že v zbernej šachte, do ktorej ústia vrty VČSHV-3 a 4, sa hromadí drénovaná voda a odvodňovacie vrty boli prevažnú časť roka zaplavené.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpila o $2,0 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla hodnotu $5,74 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané vo vrte VČSHV-2 ($8,09 \text{ l.min}^{-1}$). Maximálna hodnota výdatnosti v tomto vrte dosiahla $8,10 \text{ l.min}^{-1}$ a naopak, minimálna $0,01 \text{ l.min}^{-1}$ (obr. 1.121). Najvyššia hodnota výdatnosti bola zaznamenaná, podobne ako pri hladinách podzemnej vody, počas februára. Po tomto termíne až do septembra výdatnosti odvodňovacích vrtov postupne klesali. Počas októbrového merania zaznamenali opäť mierny vzostup.

Maximálna výdatnosť nameraná v roku 2013 predstavuje zároveň i najvyššiu nameranú hodnotu za celé trojročné obdobie monitorovania. Na základe porovnania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení je možné usúdiť, že veľkosť objemu odvádzanej vody je úmerná výške hladiny podzemnej vody. Z tohto hľadiska je možné drenážne objekty hodnotiť ako vysoko efektívne. Vážny nedostatok však predstavuje zle dimenzované potrubie, ktorého úlohou je odvádzanie vôd zo zbernej šachty. Tento nedostatok sa prejavuje kumuláciou vody v zbernej šachte, čím sa znižuje efektívnosť odvodňovacích vrtov (VČSHV-3 a 4).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach preberané z miestnej stanice SHMÚ s indikatívom 60100. Počas roka 2012 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn $691,3 \text{ mm}$. Porovnaním dosiahnutého úhrnu s Mapou priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovené množstvo zrážok v intervale 600 až 700 mm , možno zaznamenaný úhrn považovať za normálny. V roku 2013 bol zaznamenaný zrážkový úhrn $654,6 \text{ mm}$, čo je o $36,7 \text{ mm}$ menej ako v roku 2012, a je ho v zmysle uvedenej mapy možné tiež považovať za normálny ročný úhrn zrážok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania v inklinometrických vrtoch poukázali na výrazný nárast pohybovej aktivity. Namerané deformácie majú súvis s opakovaným niekoľkonásobným topením snehovej pokrývky, ktoré bolo spojené s dažďovými zrážkami. Nepriaznivé klimatické faktory sa prejavili na relatívne prudkom vzostupe hladiny podzemnej vody, ale tiež výdatnosti odvodňovacích objektov.

V súvislosti s drenážnym systémom, ktorý výraznou mierou ovplyvňuje stabilitu zosuvného územia, možno pozitívne hodnotiť skutočnosť, že objemy odvádzaných vôd sú úmerné výške hladiny podzemnej vody. Nedostatkom tohto systému je, že drénované vody sa hromadia v zbernej šachte. Nevhodne dimenzované potrubie vedúce do recipienta, vzhľadom na svoje parametre, neumožňuje efektívne odvedenie týchto vôd, vďaka čomu dochádza k strate účinnosť tohto stabilizačného opatrenia.

V roku 2014 je plánované pokračovať v monitorovacích meraniach. Frekvencia režimových pozorovaní bude zachovaná, a teda merania sa budú vykonávať v relatívne pravidelných mesačných cykloch. Inklinometrické merania budú realizované dvakrát.

1.4.30. Lokalita Vyšná Hutka

Stručná charakteristika lokality

V obci je značná časť intravilánu ohrozená rozsiahlymi potenciálnymi svahovými poruchami. V roku 2010 sa vo viacerých častiach obce aktivizovali zosuvy, ktoré spôsobili značné škody (poškodenie rodinných domov a miestnej infraštruktúry).

Monitorovacie aktivity sú v tomto rozsiahlom zosuvnom území sústredené do dvoch oblastí. V severnejšej časti intravilánu, kde došlo k poškodeniu miestnej komunikácie, sa vykonávajú inklinometrické merania (VHI-1) a režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (VHG-1) a výdatnosti odvodňovacích objektov (HVSHV1 a 2). V strednej časti obce, kde boli pozorované prejavy svahového pohybu najmä na rodinných domoch, sú monitorovacie merania zamerané na sledovanie podpovrchovej deformácie (VHI-2) a zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody (VHG-2). Podrobnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania za rok 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.36.

Tab. 1.36 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vyšná Hutka v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	2	VHI-1, VHI-2	3 (27. marec, 6. august, 11. október)	2 (16. apríl, 20. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	VHG-1, VHG-2	9 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	VHSHV-1, VHSHV-2, VHSHV-4, VHSHV-5	9 (30. január, 28. február, 28. marec, 14. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 2. október, 30. október)	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Vyšný Čaj (indikatív 60100), Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	

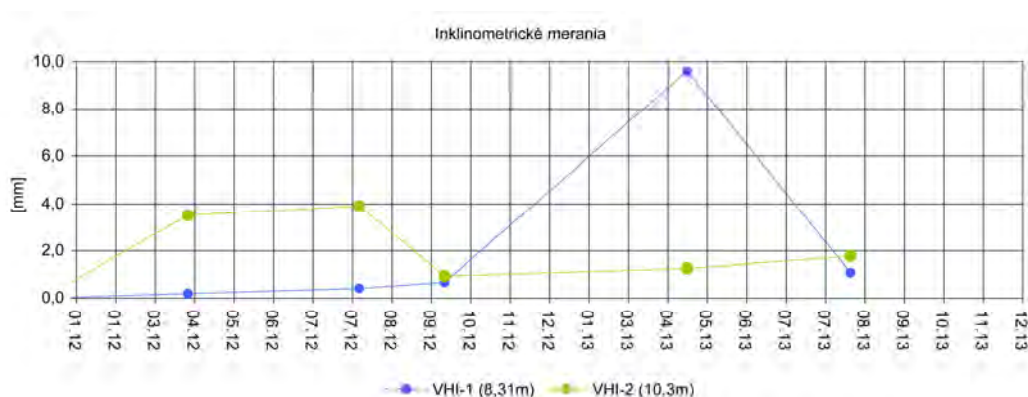
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

V roku 2012 boli výraznejšie deformácie zaznamenané počas augustového merania (v obidvoch vrtoch). Vo vrte VHI-1 bola v hĺbke 1,81 m pod terénom nameraná deformácia 5,41 mm a vo vrte VHI-2 v hĺbke 11,3 m pod terénom 3,8 mm. Podobná deformácia v danom horizonte bola zaznamenaná aj počas marcového merania (3,71 mm). O niečo nižšia hodnota pohybovej aktivity bola zaznamenaná počas októbrového merania vo vrte HVI-1 v hĺbke 7,81 m (1,53 mm).



Obr. 1.122. Lokalita Vyšná Hutka – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XII. 11 – III. 12 – VIII. 12 – X. 12 – IV. 13 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.123. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Vyšná Hutka

V roku 2013 boli vykonané dve meracie etapy, pričom hneď počas prvej – aprílovej – boli zaznamenané veľmi výrazné deformácie na sledovaných šmykových plochách. Vo vrte VHI-1 v hĺbke 3,31 m pod terénom dosiahla deformácia 15,16 mm (obr. 1.122) a v hĺbke 8,31 m pod terénom 9,61 mm (obr. 1.123). Vysoká hodnota deformácie bola nameraná i vo vrte VHI-3 (7,62 mm). Počas augustovej etapy sa situácia vyvíjala nasledovne: pohybová aktivita vo vrte VHI-1 sa do značnej miery upokojila, vysoké hodnoty však pretrvali vo vrte VHI-3 (8,94 mm). Deformácie namerané na sledovaných šmykových plochách vo vrte VHI-2 nepresiahli dvojmilimetrovú hranicu.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

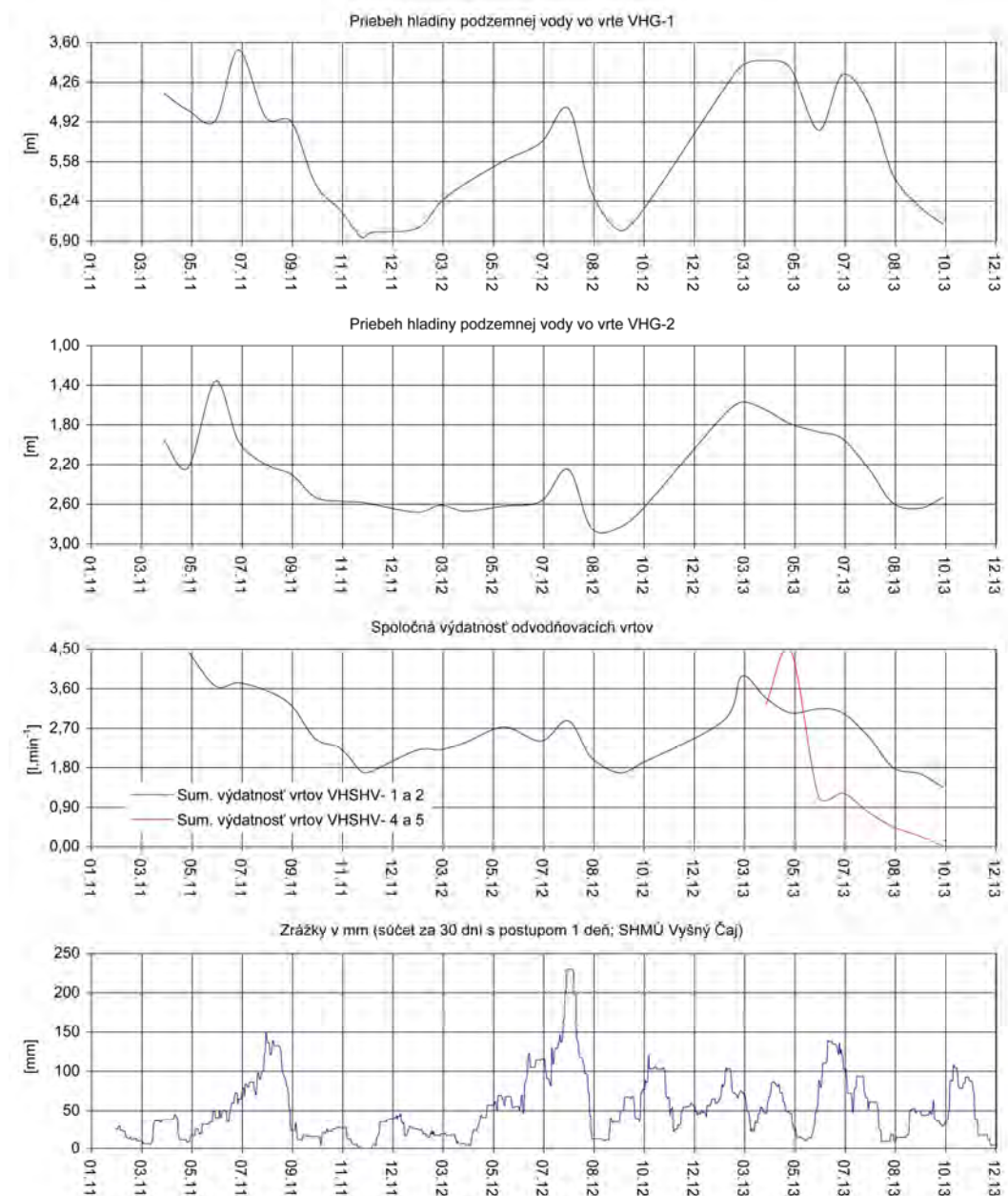
V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 4,3 m p. t. Výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte VHG-1 (2,03 m). Naopak, bližšie k povrchu terénu sa hladina podzemnej vody dostala vo vrte VHG-2 (31. júla – 2,25 m p. t.). Počas júlového termínu merania bol zaznamenaný maximálny stav i vo vrte VHG-1 (4,7 m p. t.).



Obr. 1.124. Lokalita Vyšná Hutka – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (a – nehodnotený); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grman et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2012 stúpala o 0,83 m a v roku 2013 dosiahla hĺbku 3,47 m pod úroveň terénu. Väčšia amplitúda zmien bola dosiahnutá vo vrte VHG-1 (2,73 m; obr. 1.124). Najvyššia hladina podzemnej vody v tomto vrte bola nameraná 27. marca (3,90 m pod terénom) a naopak, najnižšia, 28. októbra (6,63 m

pod terénom). Bližšie k terénu vystúpila podzemná voda vo vrte VHG-2 počas 26. februára (1,57 m p. t.).



Obr. 1.125. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Vyšná Hutka znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Vyšný Čaj (indikatív 60100)

Hladiny podzemnej vody začali v pozorovacích vrtoch stúpať už na konci minulého roku 2012, pričom ich vzostup pretrval až do marca 2013 (obr. 1125). Vo vrte VHG-1 sa vysoká hladina podzemnej vody udržala prakticky celé jarné a čiastočne i letné obdobie. Júlové merania potvrdili v oboch vrtoch relatívne prudký pokles hladiny podzemnej vody.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Monitorovacie merania sa na zosuvnej lokalite realizujú na dvoch odvodňovacích vrtoch (VHSHV-1 a 2) s približne mesačnou frekvenciou. V roku 2012 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu $2,27 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Výraznejšie kolísanie bolo zaznamenané vo vrte VHSHV-1 ($1,12 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Pribeh zmien výdatnosti naznačuje, že od začiatku roka až do

konca júla hodnoty spoločnej výdatnosti stúpali. Po dosiahnutí ročného maxima (na úrovni $2,87 \text{ l.min}^{-1}$) výdatnosť odvodňovacích zariadení začala klesať. Minimálnu hodnotu dosiahla na začiatku októbra ($1,68 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2013 sa začali monitorovacie merania vykonávať aj na novovybudovaných vrtoch VHSHV-4 a 5. Ich sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 dosiahla $3,42 \text{ l.min}^{-1}$. V prípade dvojice vrtoz VHSHV-1 a 2, na ktorých monitorovacie aktivity prebiehajú už dlhšiu dobu (od roku 2011), sumárna priemerná výdatnosť oproti roku 2012 mierne stúpila, a to o $0,4 \text{ l.min}^{-1}$, a v roku 2013 dosiahla hodnotu $2,67 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššie výdatnosti boli namerané v jarom, ale čiastočne i v zimnom období (príl. 1.30). V zvyšnej časti roka mali hodnoty nameranej výdatnosti prevažne klesajúci charakter. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti sa prejavili vo vrtoch VHSHV-1 (kolísanie výdatnosti – $1,67 \text{ l.min}^{-1}$) a VHSHV-5 ($1,64 \text{ l.min}^{-1}$).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Vyšný Čaj s indikátívom 60100 sú opísané pri zosuvnej lokalite Vyšný Čaj.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 sledované parametre indikovali zhoršujúce sa stabilitné pomery zosuvného územia. Počas zimných a jarých mesiacov došlo v výraznom vzostupe hladiny podzemnej vody, čo sa okrem zvýšených hodnôt výdatnosti odvodňovacích vrtoz (túto skutočnosť možno hodnotiť kladne) prejavilo i nárastom pohybovej aktivity. Na šmykových plochách došlo v tejto súvislosti k významným deformáciám. Dôvodom poklesu stability územia sú klimatické pomery zimného obdobia. Podobne, ako bolo spomenuté pri iných lokalitách, i v tomto prípade došlo k periodickému striedaniu kumulácie a topenia snehovej pokrývky, ktoré bolo navyše doprevádzané dažďovými zrážkami. Uvedené klimatické pomery vytvorili vhodné podmienky pre dopĺňanie zásob podzemnej vody, vďaka čomu došlo k poklesu stupňa stability a nárastu pohybovej aktivity.

V budúcom roku 2014 je plánované pokračovanie v monitorovacích meraniach s frekvenciou režimových pozorovaní v mesačnom intervale (desať meraní za rok) a meraní metódou presnej inklinometrie jedenkrát za rok.

1.4.31. Lokalita Šenkvice

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza na severovýchodnom svahu na pravom brehu Stoličného potoka v miestnej časti Malé Šenkvice a postihuje značnú časť Ružovej ulice. Monitorovacie aktivity sú sústredené do najviac ohrozenej časti, kde zosuv priamo ohrozuje viaceré rodinné domy. Monitorovacia sieť pozostáva z dvoch inklinometrických vrtov (INKZS-1 a 2), ktoré sú situované nad odľučnou hranou zosuvu a troch piezometrických vrtov. Tieto vrty sú vybavené automatickými hladinomeri. Jeden sa nachádza v odľučnej oblasti, v blízkosti vrtu INKZS-1 a dva vrty (PVZS-2 a 3) sa nachádzajú v prechodovej oblasti zosuvu (obr. 1.128).

Podrobnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Žabková et al., 2010), ako aj z monitorovania za rok 2011 (Liščák et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.37.

Tab. 1.37 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Šenkvice v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	2	INKZS-1, INKZS-2	5 (13. marec, 18. apríl, 7. jún, 4. október, 14. december)	3 (13. marec, 15. október, 6. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	3	PVZS-1, PVZS-2, PVZS-3	Kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Modra (indikatív 18060)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa vykonávajú v dvoch vrtoch, ktoré sa nachádzajú priamo na Ružovej ul. Vo vzťahu k svahovej deformácii im možno pripísať kontrolnú funkciu, pretože sa nachádzajú niekoľko metrov nad odľučnou hranou aktívneho zosuvu.

V roku 2012 sa na lokalite vykonalo 5 etáp meraní. Z výsledkov meraní je možné poukázať na viaceré významné deformácie. Vo vrte INKZS-1 v hĺbke 19,27 m pod terénom bola počas marcového merania zaznamenaná deformácia 2,0 mm. Relatívne vysoké hodnoty deformácie v celom sledovanom profile boli zaznamenané i počas decembrového merania (na predpokladanej šmykovej ploche, v hĺbke 9,77 m p. t. bola nameraná deformácia 1,6 mm a v hĺbke 19,27 m p. t. – 1,21 mm). Medzi etapové deformácie zaznamenané vo vrte INKZS-2 boli však ešte výraznejšie. V hĺbke 17,0 m pod terénom sa počas marcového merania aktivizoval pohyb (1,32 mm), ktorý v nasledujúcich etapách ešte väčšmi vzrastal (príl. 1.31; obr. 1.126). Maximálna etapová deformácia v tomto horizonte bola dosiahnutá počas

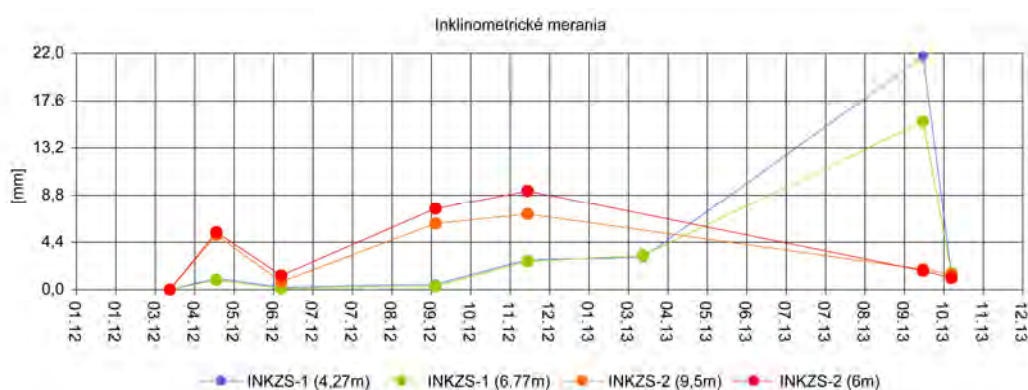
októbrového merania (2,94 mm). V hĺbke 11 m p. t. je možné sledovať deformácie, ktoré jasne indikujú priebeh plytšej šmykovej plochy. Maximálna etapová deformácia v tejto hĺbke dosiahla 5,64 mm (decembrové meranie). Vrt INKZS-2 sa nachádza nad odľučnou časťou zosuvu (východná časť), ktorá v roku 2012, ale tiež 2013 nebola sanovaná.



Obr. 1.126. Lokalita Šenkvice – výsledky inklinometrických meraní v rokoch za obdobie XII. 11 – III. 12 – IV. 12 – VII. 12 – X. 12 – XII. 12 – III. 13 – X. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraňenie zosuvu (Žabková et al., 2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 pokračovali merania tromi etapami, avšak vo vrte INKZS-2 z dôvodu technických problémov nebolo možné marcové meranie vyhodnotiť.

Najvyššia deformácia bola nameraná vo vrte INKZS-1 počas októbrovej etapy. V sledovanom horizonte 4,27 m pod terénom jej hodnota dosiahla až 21,7 mm (za 7 mesiacov – obr. 1.127). Vysoké deformácie boli namerané aj v horizonte 18,77 m pod terénom 15,65 mm. Opakovaným meraním v novembri bol však na oboch pozorovaných šmykových plochách pozorovaný výrazný pokles deformácie. Vo vrte INKZS-2 bola najvyššia deformácia (v rámci sledovaných horizontov) dosiahnutá v hĺbke 2,5 m pod terénom (2,16 mm) počas októbrového merania. V ostatných sledovaných horizontoch tohto vrtu boli namerané deformácie nižšie (príl. 1.31).



Obr. 1.127. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Šenkvice

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody automatickými hladinomermi

V roku 2012 sa rozšírili monitorovacie aktivity aj do vrtu PVZS-1, čo znamená, že v súčasnosti sú vo všetkých pozorovaných vrtoch inštalované automatické hladinoměry, ktoré podávajú kontinuálny záznam o zmenách hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teplote. Vrt PVZS-1 sa nachádza v južnej časti zosuvného územia nad odľučnou oblasťou svahovej poruchy. Vrty PVZS-2 a 3 sa nachádzajú v prechodovej časti zosuvu, pričom umožňujú sledovať zmeny hladiny podzemnej vody v dvoch odlišných zvodnených horizontoch. Vrt PVZS-2 zaznamenáva zmeny hladiny podzemnej vody v plytšom a vrt PVZS-3 v hlbšom zvodnenom horizonte (obr. 1.129).



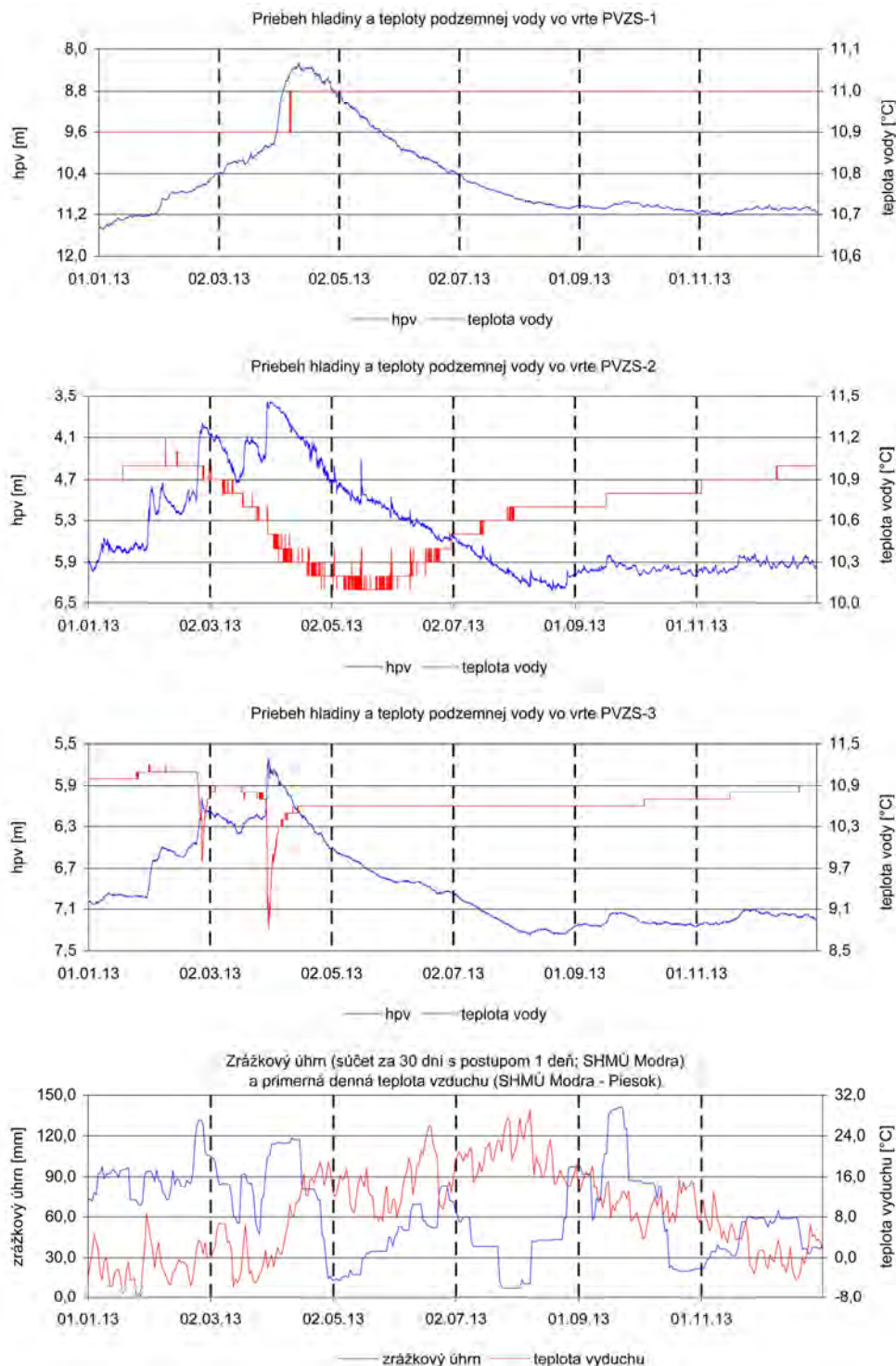
Obr. 1.128. Lokalita Šenkvice – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch 2012 a 2013 (nehodnotené); mapový podklad: ZBGIS®

Vo vrte PVZS-1 v roku 2012 priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hĺbku 11,65 m pod terénom (merania sa začali vykonávať v apríli). Kolísanie hladiny podzemnej vody predstavovalo 0,66 m. Po inštalácii zariadenia bol sledovaný pokles hladiny podzemnej vody, ktorý trval až do začiatku októbra, kedy hladina podzemnej vody v dôsledku intenzívnejších zrážok začala opäť stúpať. Teplota podzemnej vody kolísala v intervale od 10,1 do 11,2 °C. Jej pokles pravdepodobne súvisí s infiltráciou vôd z topenia snehovej pokrývky.

V roku 2013 dosiahla priemerná hladina podzemnej vody hodnotu 10,52 m pod terénom. V porovnaní s predchádzajúcim rokom došlo k stúpnutiu tohto ukazovateľa, avšak vzhľadom na nekompletný časový rad meraní v roku 2012 nie je ho možné presne kvantifikovať. Hladina podzemnej vody v tomto vrte kolísala v rozsahu od 8,27 m pod terénom (12. apríl) do 11,49 m pod terénom (3. január), a teda celková amplitúda zmien dosiahla veľkosť 3,22 m. Vývoj hladiny podzemnej vody je možné rozdeliť do troch rôznych fáz. V období od začiatku januára až do marca hladina podzemnej vody stúpala s priemerným gradientom 2 cm.deň⁻¹. Následne došlo k výraznému stúpnutiu hladiny podzemnej vody, kedy v priebehu 13 dní došlo nárastu jej úrovne až o 1,53 m. V ostatnom období mala hladina podzemnej vody klesajúci, resp. vyrovnaný charakter. Zmeny teploty boli v tomto vrte minimálne (0,1 °C), čo poukazuje na jej hlbší obeh.

Vo vrte PVZS-2 v roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 5,74 m pod terénom s amplitúdou zmien 2,58 m. Na priebehu hladiny podzemnej vody je možné sledovať, že vzostupné zmeny súvisia prevažne so zimnými a jarnými zrážkami. Hladina podzemnej vody v tomto vrte začala klesať začiatkom apríla; intenzívnejší pokles z prvej polovice júna súvisí s prečistením odvodňovacích subhorizontálnych vrtoch (vrty boli značnú časť roka suché, pretože došlo k ich kolmatácii injekčnou zmesou, použitou pri

výstavbe mikropilótovej steny). Začiatkom októbra hladina podzemnej vody dosiahla minimálne hodnoty. Následne, v dôsledku intenzívnejších zrážok, zaznamenaných v tomto mesiaci, hladina podzemnej vody opäť stúpla. Teplota podzemnej vody kolísala v intervale od 10,4 do 11,0 °C. Jej pokles začiatkom apríla pravdepodobne súvisí s infiltráciou vôd z topenia snehovej pokrývky.



Obr. I.129. Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty automatickými hladinomermi, umiestnenými vo vrtoch PVZS-1, PVZS-2 a PVZS-3 na lokalite Šenkvice v roku 2013, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok a teploty vzduchu zo staníc SHMÚ Modra (indikatív 18060) a Modra-Piesok (indikatív 18050)

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,31 m a dosiahla hĺbku 5,43 m pod terénom. Kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody v tomto vrte predstavovalo 2,73 m.

Hladina podzemnej vody počas prvých troch mesiacov mala vzostupný charakter. Charakteristickou črtou pre toto obdobie boli zmeny hladiny podzemnej vody s viacerými intenzívnymi stúpnutiami. V niektorých prípadoch, v priebehu 24 hodín, stúpala aj niekoľko desiatok centimetrov. K najvýraznejšiemu takémuto náhlemu vzostupu došlo 31. marca, kedy v priebehu 24 hodín hladina podzemnej vody stúpala až o 0,82 m (tento termín predstavoval zároveň aj maximálnu nameranú hladinu podzemnej vody v danom vrte). V zvyšnej časti roka mala hladina podzemnej vody prevažne klesajúcu tendenciu, resp. ustálený režim (od septembra do konca roka). Teplota podzemnej vody kolísala v intervale od 10,1 do 11,2 °C. Jej pokles, ktorý trval od marca až do mája, pravdepodobne súvisí s infiltráciou vôd z topenia snehovej pokrývky.

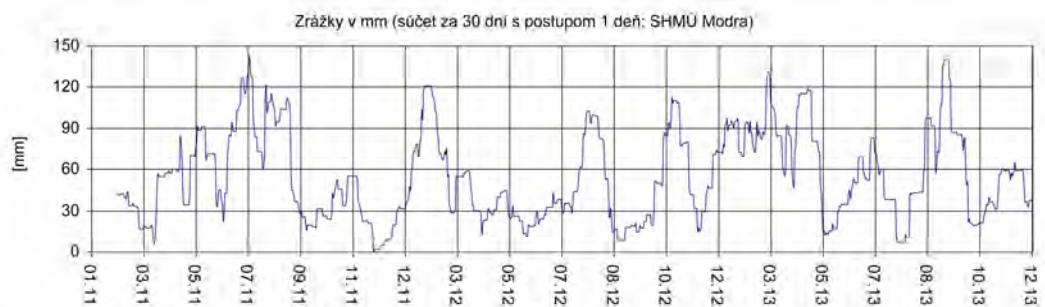
Vo vrte PVZS-3 počas roka 2012 dosiahla hĺbka hladiny podzemnej vody 7,22 m pod terénom. Hladina mala od začiatku marca, kedy bol dosiahnutý maximálny stav, až do začiatku októbra, klesajúci trend. Celková amplitúda zmien dosiahla však len 0,63 m. Teplota vody má relatívne pravidelný sínusoidálny priebeh, pričom maximálne teploty boli zaznamenané na začiatku a na konci roka a minimálna teplota bola zaznamenaná v júni.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,34 m, vďaka čomu dosiahla hĺbku 6,88 m pod terénom a celkové zmeny jej úrovne predstavovali 2,73 m. Priebeh hladiny podzemnej vody má podobný charakter ako vo vrte PVZS-2, ktorý zachytáva zmeny hladiny podzemnej vody v plytšom horizonte. Počas zimných mesiacov boli aj v tomto vrte namerané veľmi intenzívne vzostupy hladiny podzemnej vody. Po dosiahnutí maximálneho stavu (31. marec) hladina začala klesať. Tento trend pretrval až druhej polovice augusta. Kolísanie teploty podzemnej vody indikuje pomerne dobrú komunikáciu medzi atmosférickými zrážkami a hladinou podzemnej vody.

Celkovo možno konštatovať, že na zmenách hladiny podzemnej vody v jednotlivých vrtoch sa výrazne prejavili zimné zrážky. Intenzívne zrážkové úhrny namerané počas septembra sa na dopĺňaní zásob podzemnej vody prejavili len nepatrne.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o režimových pozorovaniach dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Modra (indikatív 60120 – obr. 1.130). Na stanici je dlhodobý zrážkový priemer 694,89 mm. V roku 2012 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 619,2 mm, čo predstavuje 89,11 % dlhodobého priemeru a rok je hodnotený ako suchý. V roku 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 749,6 mm, čo predstavuje 107,9 % dlhodobého priemeru (normálny rok).



Obr. 1.130. Denné úhrny zrážok zo stanice SHMÚ Modra (indikatív 18060)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 bol pozorovaný vzostup priemernej ročnej hladiny podzemnej vody, čo pravdepodobne súvisí s jarným obdobím, kedy súčasne s cyklickým topením snehovej pokrývky boli zaznamenané aj intenzívne zrážkové úhrny. Realizované inklinometrické merania, ktoré charakterizujú deformácie nad odlučnou hranou zosuvu, poukazujú na zvýšené hodnoty deformácií (októbrové meranie vo vrte INKZS-1).

Počas pravidelnej rekognoskácie bolo možné (v prvej polovici roka) pozorovať, že povrchové vody vďaka technologickej chybe zabudovania odtokovej rúry priamo infiltrujú do horninového prostredia (za oporným múrom). Výsledkom je vznik kaverny, ktorá dosahuje objem cca 1 m³. V oblasti pod oporným múrom naďalej dochádza k aktívnemu svahovému pohybu. Pohybovej aktivite zosuvného telesa prispievajú i viaceré aktivity užívateľov prilahlých pozemkov, ktorí nevhodnými zásahmi do geometrie svahu znižujú výsledný stupeň stability celého, pomerne rozsiahleho, zosuvného územia.

V monitorovacích meraniach plánujeme pokračovať aj v roku 2014, a to v nezmenenej frekvencii. Zároveň plánujeme rozšíriť sortiment monitorovacích aktivít o geodetické merania, ktorými by sme chceli overiť stabilitu vybudovaných sanačných opatrení.

1.4.32. Lokalita Ruská Nová Ves

Stručná charakteristika lokality

Obec Ruská Nová Ves leží v severovýchodnej časti Košickej kotliny v doline Hradného potoka. Aktívny zosuv, ktorý sa nachádza SV od Ruskej Novej Vsi (obr. 1.96), vznikol po extrémnych zrážkach zaznamenaných v máji a júni roku 2010. Výsledkom pokračujúcej aktivity v roku 2011 bolo poškodenie vyše 20 chát, niekoľkých obytných budov, prístupových ciest, ihriska, inžinierskych sietí, studní, plotov, lesného porastu a pod. (Petro et al., 2012). Na geologickej stavbe zosuvného územia sa podieľajú neogénne morske íly a ílovce, miestami prachovité a vápnité (Kaličiak et al., 1991). V nadloží týchto hornín vystupujú svahové (deluviálne) sedimenty (ílovito-úlomkovité zeminy s premenlivým obsahom ostrohranných úlomkov andezitov; íly sú stredno- a vysokoplastické – Petro et al., 1984).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.38.

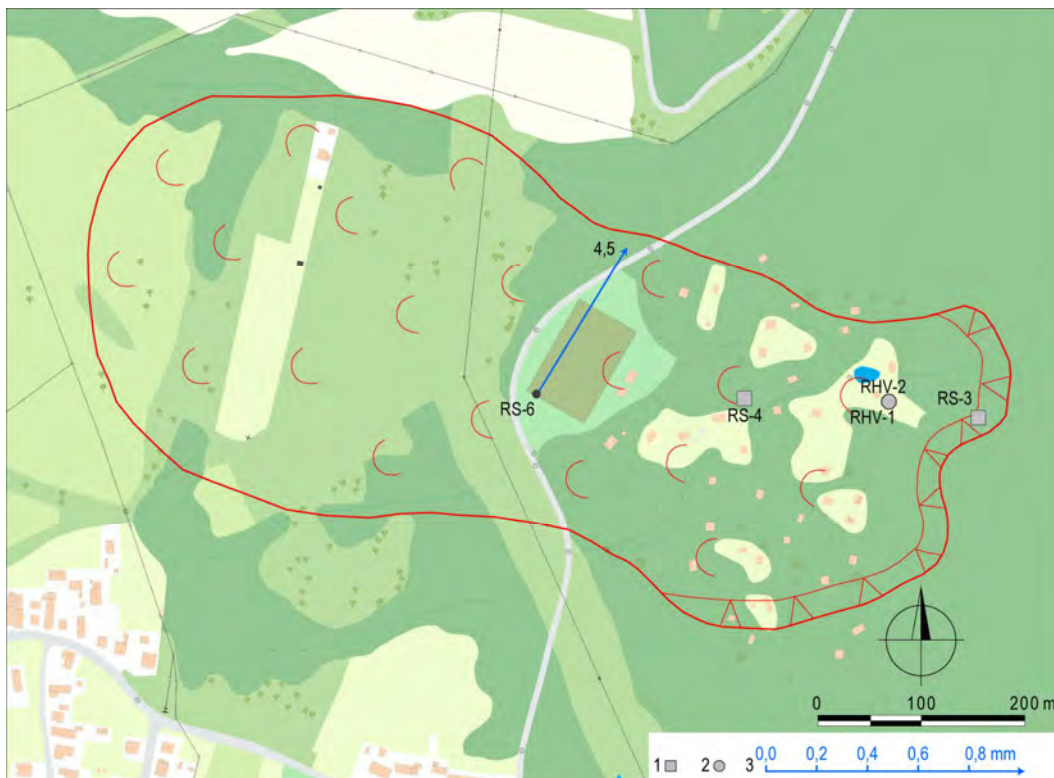
Tab. 1.38 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ruská Nová Ves v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	1	RS-6	1 (5. december)	2 (19. apríl, 22. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	RS-3, RS-4	3 (24. marec, 27. marec, 30. marec)	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 30. október)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	RVH-1, RVH-2	1 (30. marec)	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 30. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

Úvodné meranie realizované v roku 2012 potvrdilo vysokú pohybovú aktivitu v oblasti vrtu RS-5. Počas merania bola zistená nepriechodnosť, súvisiaca s kritickou deformáciou inklinometrickej pažnice. K uvedenej deformácii došlo v pomerne krátkom čase. Medzi základným meraním, uskutočneným 28. marca (firmou Geotrans Prešov, s. r. o. – Grech, 2012) a meraním pracovníkmi ŠGÚDŠ ubehlo len necelých deväť mesiacov.



Obr. 1.131. Lokalita Ruská Nová Ves – sieť monitorovacích bodov a výsledky inklinometrických meraní. 1 – piezometrický vrt, 2 – subhorizontálny odvodňovací vrt, 3 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie IV. 13 – VIII. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grech, 2012), mapový podklad: ZBGIS®

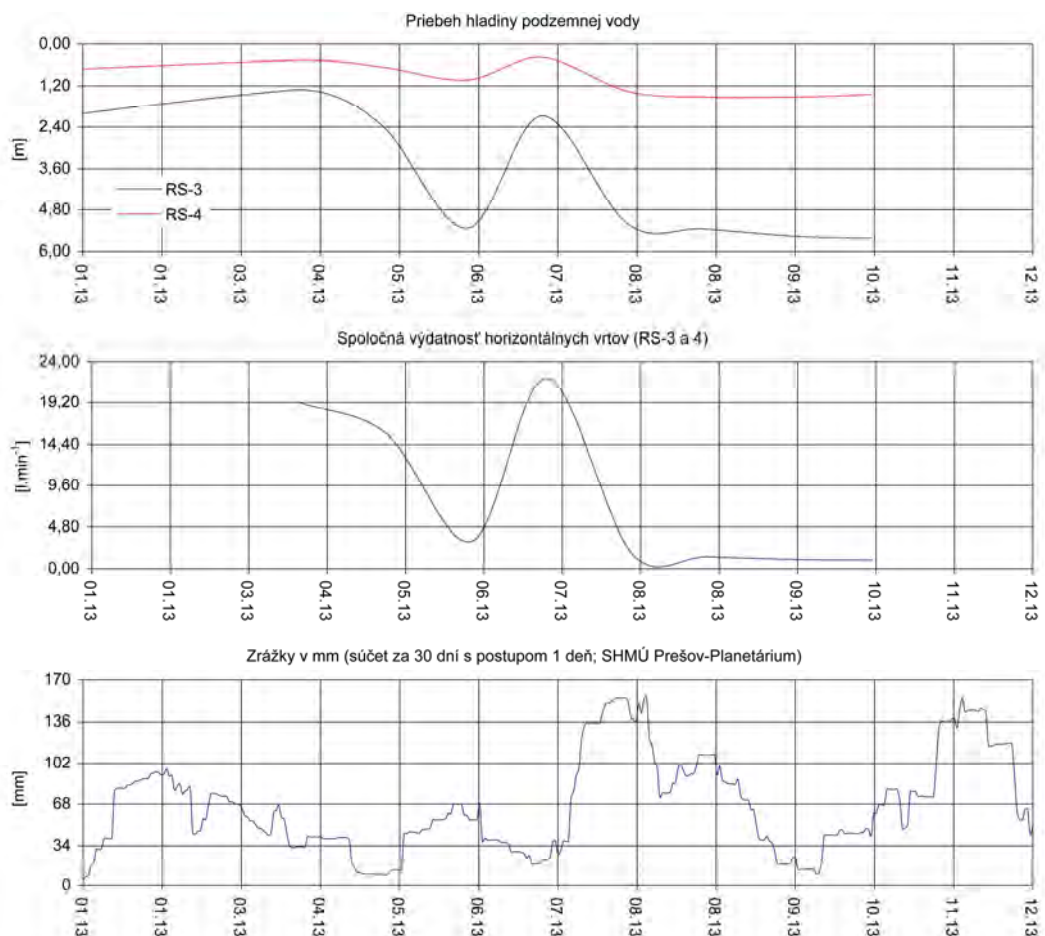
Vo vrte RS-6 sa meraniami potvrdil priaznivý stabilný vývoj. V okolí tohto monitorovacieho objektu boli namerané pomerne nízke hodnoty deformácie (najvyššie bola pozorovaná len v najvyššom horizonte – tesne pod úrovňou terénu). V hlbších častiach zosuvného telesa nameraná pohybová aktivita ani v jednom prípade nedosiahla hodnotu 1 mm (obr. 1.131). Treba však upozorniť na malú hĺbku vrtu, v ktorom sú sledované deformácie na šmykových plochách. Predpokladáme, že bazálna šmyková plocha sa nachádza podstatne hlbšie, a teda realizované merania zachytili skutočnú pohybovú aktivitu zosuvného územia.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladiny podzemnej vody sa monitorujú v dvoch piezometrických vrtoch, z ktorých jeden (RS-3) sa nachádza v odlučnej a druhý (RS-4) v prechodovej oblasti (obr. 1.131).

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2013 dosiahla hodnotu 2,78 m pod úrovňou terénu (obr. 1.132). Výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte RS-3 (4,31 m). Najvyššie, teda najbližšie k povrchu terénu, vystúpila

hladina podzemnej vody vo vrte RS-4 počas júnového merania (len 0,38 m pod terénom). V tomto vrte sa hladina podzemnej vody nachádzala relatívne blízko terénu prakticky počas celého monitorovaného obdobia.



Obr. I.132. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Ruská Nová Ves znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 dosiahla hodnotu $8,17 l \cdot min^{-1}$. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte RS-4 ($12,26 l \cdot min^{-1}$). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná počas júnového termínu merania (až $22,08 l \cdot min^{-1}$).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Prešov-planetárium s indikátívom 59160 sú opísané pri zosuvnej lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Meranie výdatnosti potvrdilo, že vybudované odvodňovacie vrty sú funkčné – počas všetkých meraní bol z nich pozorovaný výtok podzemnej vody. Koreláciou nameranej hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích vrtov bolo možné dospieť k záveru, že medzi vzostupom hladiny podzemnej vody a hodnotami výdatnosti je pomerne úzky vzťah. Júnové stúpnutie hladiny podzemnej vody sa automaticky odrazilo na náraste prietoku z odvodňovacích vrtov.

V oblasti jediného funkčného inklinometrického vrtu neboli počas meraní zaznamenané žiadne významnejšie deformácie. Avšak vzhľadom na rozsah zosuvného územia treba podotknúť, že získané informácie o pohybovej aktivite nepodávajú komplexný obraz o celom zosuvnom území, ale len o jeho prechodovej oblasti. Navyiac predpokladáme, že aktívna šmyková plocha sa nachádza vo väčšej hĺbke ako je samotná hĺbka inklinometrického vrtu, v ktorom sú sledované podpovrchové deformácie.

1.4.33. Lokalita Petrovany

Stručná charakteristika lokality

Obec Petrovany leží v severnej časti Košickej kotliny, na východnom brehu Torysy. Zosuv sa aktivizoval v júni 2010 a ohrozuje niekoľko rodinných domov. Prevažná časť obce leží na kvartérnych (holocénnych) uloženinách rieky Torysy. Západne orientované svahy (východný okraj obce) sú budované neogénnymi sedimentmi (miocén) kladzianskeho súvrstvia. Ide o pestré ílovce, pieskovce, hality a anhydrity (Kaličiak et al., 1991). Na svahu vystupujú relikt akumulácií vrchných terás (pleistocén), ktoré sú tvorené štrkami a piesčitými štrkami. Na predmetnom zosuvnom území vystupujú však hlavne deluviálne a deluviálno-eluviálne sedimenty, tvorené ílmi, miestami siltami a piesčitými ílmi.

Monitorovacie aktivity sa vykonávajú na jednom inklinometrickom vrte, ktorý je situovaný nad odlučnou hranou aktívneho zosuvu (obr. 1.133) a na odvodňovacích objektoch.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v roku 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.39.

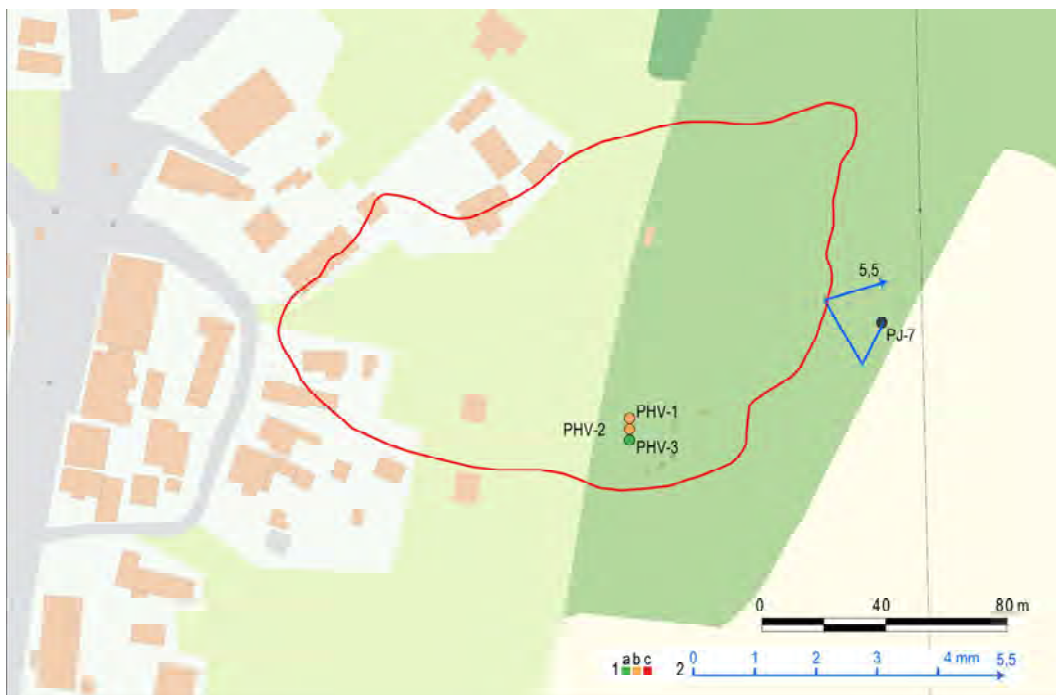
Tab. 1.39 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Petrovany v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Inklinometrické	1	PJ-7	1 (5. december)	3 (16. apríl, 21. august, 14. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	PHV-1, PHV-2, PHV-3		7 (25.apríl, 28.máj, 26.jún, 29.júl, 27.august, 2.október, 30.október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Prešov-planetárium (Indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

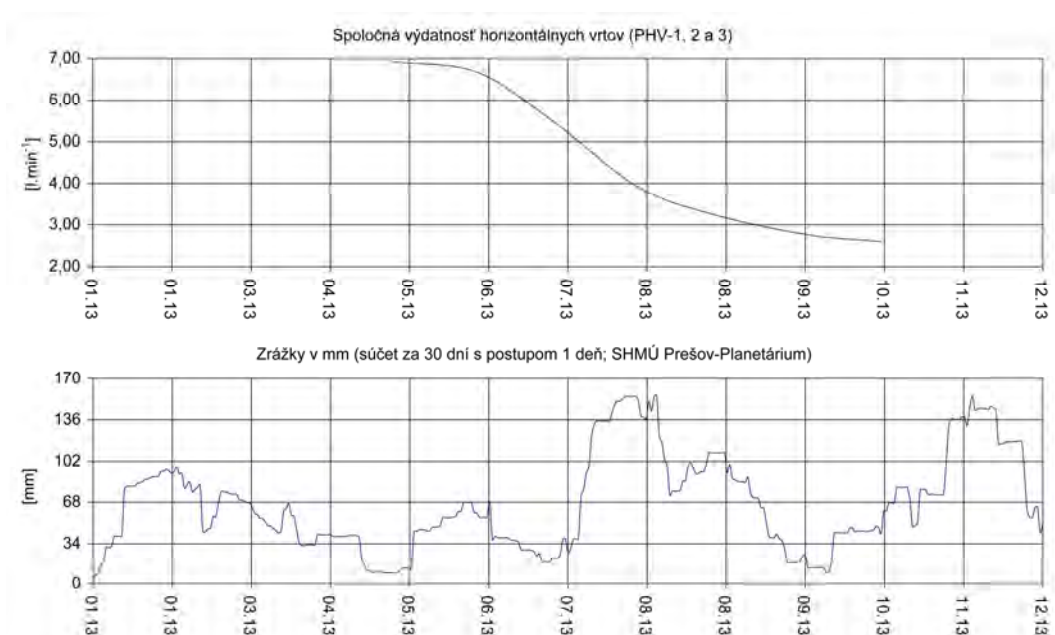
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Inklinometrické merania

V decembri roku 2012 bolo realizované nulté inklinometrické meranie a v roku 2013 sa pokračovalo troma kontrolnými etapami. Zvýšené hodnoty pohybovej aktivity boli namerané počas augustového a novembrového merania v hĺbke 5,5 m pod úrovňou terénu. Počas augustovej etapy nameraná deformácia dosiahla veľkosť 1,22 mm a počas novembrovej etapy 0,98 mm. Nižšie hodnoty boli dosiahnuté v apríli (približne za štvormesačné obdobie), kedy hodnota deformácie v horizonte 5,5 m pod terénom dosiahla 0,67 mm (obr. 1.133, príl. 1.33).



Obr. 1.133. Lokalita Petrovany – výsledky režimových pozorovaní (výdatností subhorizontálnych odvodňovacích vrtov) a výsledky inklinometrických meraní. 1 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; 2 – miera vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie V. 12 – IV. 13 – VIII. 13 – XI. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Grech, 2012), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.134. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Petrovany znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 dosiahla hodnotu $4.52 l \cdot min^{-1}$. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte PHV-1 ($2,5 l \cdot min^{-1}$ – obr. 1.134). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná 25. apríla ($6,93 l \cdot min^{-1}$) a naopak, najnižšia bola 30. októbra ($2,6 l \cdot min^{-1}$). Počas celého monitorovaného obdobia bol pozorovaný postupný pokles

objemu odvádzanej vody. Nárast výdatnosti nebol pozorovaný ani po intenzívnejších zrážkových úhrnoch v mesiacoch júl a august.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Prešov-planetárium s indikatívom 59160 sú opísané pri zosuvnej lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania výdatnosti poukazujú na zostupný trend odvádzaných množstiev podzemnej vody zo zosuvného územia. Metódou presnej inklinometrie boli vyššie hodnoty pohybovej aktivity namerané počas augustovej a novembrovej etapy. Ich veľkosť však ani počas jednej etapy nepresiahla 1,5 mm. Treba však upozorniť na skutočnosť, že inklinometrický vrt sa nachádza nad odľučnou hranou zosuvu, a tým pádom nevystihuje skutočnú pohybovú aktivitu zosuvného telesa.

V roku 2014 plánujeme pokračovať v monitorovacích meraniach výdatnosti odvodňovacích vrtov v nezmenenom rozsahu a frekvencii. Inklinometrické merania vzhľadom na uspokojivý stav stability zosuvného územia plánujeme zredukovať na jedenkrát za rok.

1.4.34. Lokalita Vinohrady nad Váhom

Stručná charakteristika lokality

V obci sú monitorované dve zosuvné územia. Prvé z nich sa nachádza v miestnej časti Kamenica a je monitorované od roku 2013. Druhé územie, monitorované už dlhšie obdobie, nachádzajúce sa v miestnej časti Paradič, bolo v minulosti prezentované ako súčasť rozsiahleho frontálneho zosuvu, ktorý sa tiahne od Serede až po Hlohovec, pod označením Hlohovec-Posádka.

V súčasnosti sú monitorovacie aktivity v lokalite Kamenica zamerané na sledovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v oblasti aktívneho zosuvu, ktorý v roku 2011 predstavoval vážnu hrozbu porušenia rodinného domu (obr. 1.135). Zosuv v tejto časti vážne porušil miestnu komunikáciu a ohrozil inžinierske siete, nachádzajúce sa v telese miestnej komunikácie. V časti Paradič sú zosuvom postihnuté západné svahy Nitrianskej pahorkatiny, v minulosti intenzívne vystavené laterálnemu podrezávaniu riekou Váh. V lokalite sú monitorovacie aktivity sústredené do jedného profilu geodetických bodov. Dôvodom monitorovacích meraní v tejto časti územia je pripravovaná výstavba Vodného diela Sered' – Hlohovec.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.40.

Tab. 1.40 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vinohrady nad Váhom v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Geodetické (GNSS)	6	GA-6, GPL-1, GPL -2, HSJ-97, HSJ-98 P-35 (pevný bod)	3 (21. január, 19. júl, 8. november)	2 (9. júl, 6. november)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	5	V-4, V-5S, V-5H, V-6, V-7	–	23 (2 x mesačne)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	VSI-1, VH-8	–	23 (2 x mesačne)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18540)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Geodetické merania

V rokoch 2012 boli geodetické merania realizované v troch etapách na sieti šiestich pozorovacích bodov a jednom vzťažnom bode. V roku 2013 bolo vykonané len jedno kontrolné meranie.

V roku 2012 sa najvýraznejšia pohybová aktivita prejavila meraniami na bodoch GA-6 (medzietapová zmena dosiahla 35,32 mm – júlové meranie) a HSJ-98 (31,46 mm – marcové

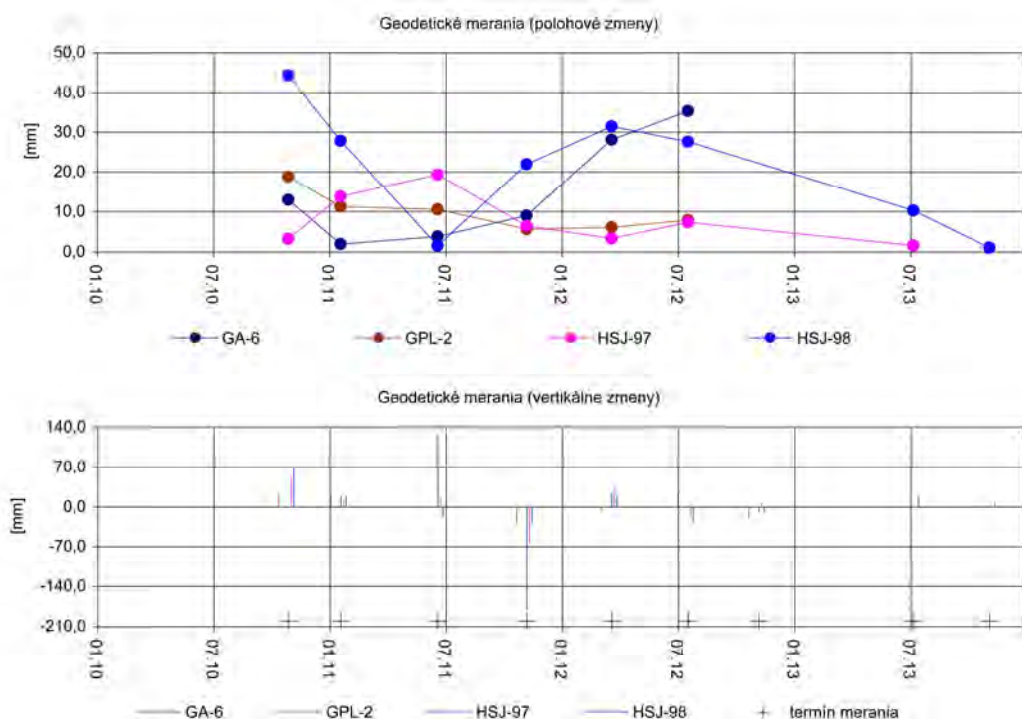
meranie). Vo vertikálnom smere možno za významné považovať posuny na bodoch HSJ-97 (vzostup 32,21 mm – marcové meranie) a HSJ-98 (pokles -26,36 mm – júlové meranie; obr. 1.136).

V roku 2013 došlo oproti predchádzajúcemu roku 2012 vo väčšine sledovaných bodov k poklesu pohybovej aktivity. Najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná v bode HSV-50 (46,77 mm). Zmeny polohy bodu nad 10 mm boli namerané aj na bodoch HSJ-98 a HSJ-38. Na ostatných pozorovacích bodoch vektory posunov nepresiahli chybu merania.

Na základe analýzy dlhšieho radu záznamov možno dospieť k záveru, že namerané vektory sú do značnej miery ovplyvnené nedostatkami v technickom zabezpečení monitorovacej siete. Body nie sú dostatočne stabilizované a preto predpokladáme, že vo výslednom etapovom posune je zahrnutá i zložka, ktorá nesúvisí so samotným zosuvným pohybom.



Obr. 1.135. Lokalita Vinohrady nad Váhom, miestna časť Kamenica – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. 1 – piezometrické vrty, 2 – subhorizontálne odvodňovacie vrty; mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.136. Posuny namerané na sieti geodetických bodov na lokalite Vinohrady nad Váhom, v miestnej časti Paradič

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

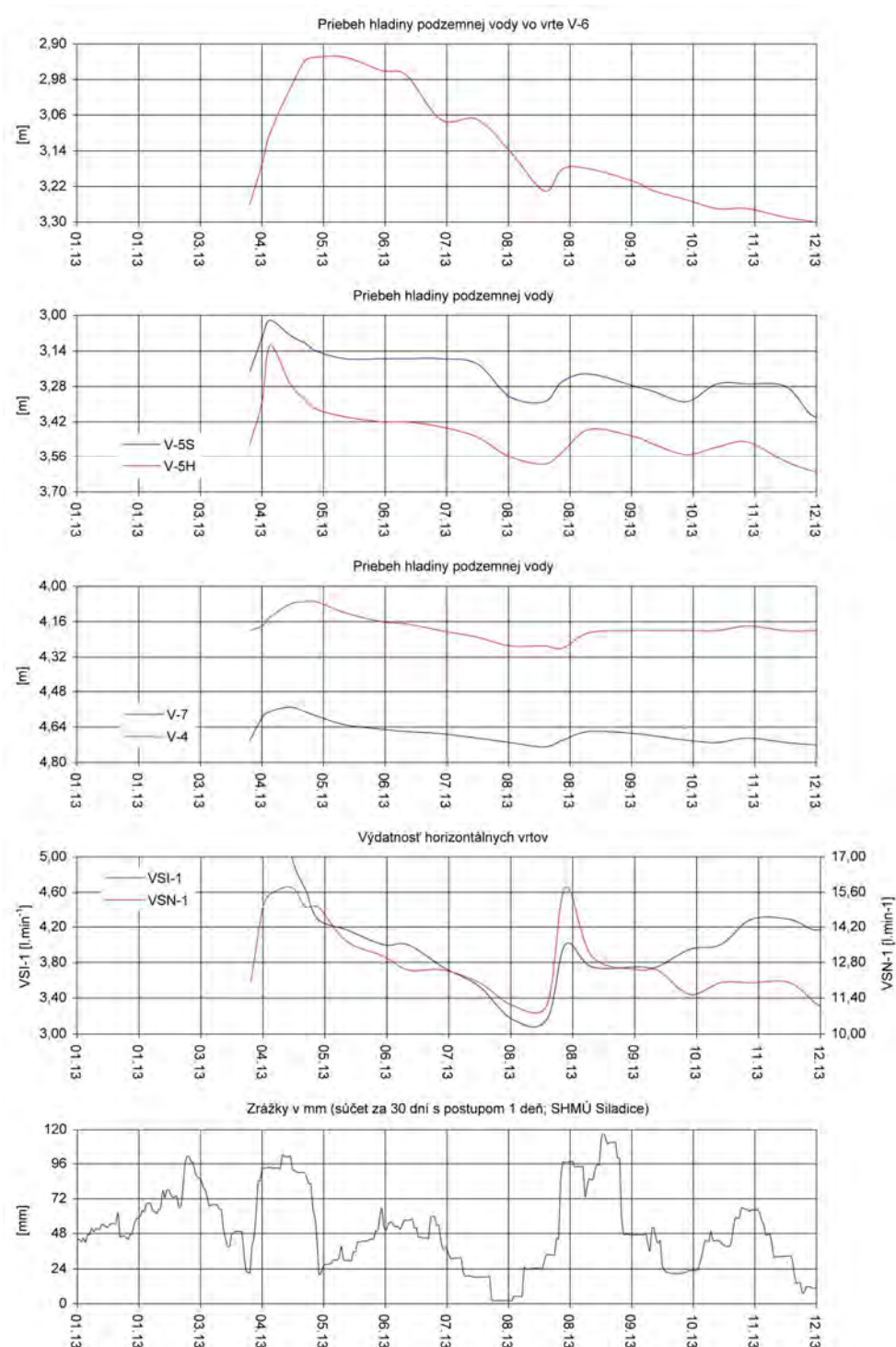
Režimové merania sa vykonávajú od druhej polovice marca. Za obdobie cca 10 mesiacov dosiahla priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody 3,71 m pod terénom. Zmeny hladiny podzemnej vody boli počas monitorovaného obdobia minimálne. Maximálna amplitúda zmien vo vrte V-5H dosiahla 0,5 m (obr. 1.137, príl. 1.34). Počas jarných mesiacov bolo možné prakticky vo všetkých vrtoch sledovať určitý nárast hladiny podzemnej vody (vo vrtoch V-7 a V-4 však len minimálny) a zhruba od mája do konca roka dochádzalo k poklesu hladiny podzemnej vody, resp. bol sledovaný jej vyrovnaný priebeh.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 (od marca do decembra) dosiahla hodnotu $17,04 \text{ l.min}^{-1}$. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte HV-8 ($4,67 \text{ l.min}^{-1}$) s maximálnou hodnotou v auguste ($15,79 \text{ l.min}^{-1}$) a minimálnou hodnotou v januári ($10,71 \text{ l.min}^{-1}$). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná 16. apríla ($20,79 \text{ l.min}^{-1}$).

d/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Siladice (za obdobie od roku 1993 až do konca roku 2005) je 593,49 mm. V roku 2012 bol zrážkový úhrn 564,30 mm (čo predstavuje 95,08 % dlhodobého úhrnu a charakterizuje normálny rok). V roku 2013 bol zrážkový úhrn 597,8 mm (teda 100,7 % dlhodobého úhrnu – normálny rok).



Obr. 1.137. Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Vinohrady nad Váhom, v miestnej časti Kamenica znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Siladice (indikatív 18540)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2012 sa pokračovalo v geodetických meraniach v miestnej časti Paradič. Výsledky poukazujú na pomerne uspokojivý stabilný stav, počas jednotlivých monitorovacích etáp namerané hodnoty posunov len ojedinele prekročili 20,0 mm. Navyiac, výsledky meraní sú do značnej miery ovplyvnené nepostačujúcou stabilizáciou sledovaných bodov.

V budúcom roku 2013 je plánované rozšíriť monitorovacie aktivity do miestnej časti Kamenica, kde v roku 2011 vznikol zosuv, ktorý ohrozoval viaceré významné objekty technosféry (Liščák et al., 2011). V tomto území počas prieskumných prác vznikla sieť monitorovacích bodov, ktorá umožňuje sledovať režim podzemných zmien a výdatnosť drenážneho zariadenia. Zároveň v spolupráci s obecným zastupiteľstvom bude riešená otázka možného vybudovania siete geodetických bodov na sledovanie pohybovej aktivity priamo v miestnej časti Kamenica. V miestnej časti Paradič je plánované naďalej pokračovať v meraní pohybovej aktivity. Pozornosť však bude sústredená na tie body, ktoré súvisia so svahovým pohybom (nameraný výsledný vektor je orientovaný v smere spádnicе svahu).

1.4.35. 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. Z pôvodnej monitorovacej siete sa využívajú zachované funkčné vrty, ktoré umožňujú na lokalite aplikovať merania vrtným variantom metódy PEE, ako aj režimové sledovanie hladiny podzemnej vody. Ochranné pažnice viacerých vrtovej sú využívané ako stabilizované body pri realizácii geodetických meraní.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.41.

Tab. 1.41 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Hlohovec-Posádka v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Geodetické (GNSS)	10	GPL 3*, 4*, HSJ-37a, 38, 39, 49, HSV-40*, 50, P-15 (pevný bod)	2 (21. januára, 19. júla)	2 (9. júla, 6. novembra)
Inklinometrické	1	LP-1	1 (4. apríl)	1 (10. október)
PEE	12	HSJ-25, 26, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 46, 49, HSV-35, 40	5 (21. marec, 16. máj, 24. júl, 20. september, 16. november)	6 (6. marec, 11. apríl, 21. máj, 19. júl, 20. september, 19. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18540)	Mesačné úhrny zrážok	

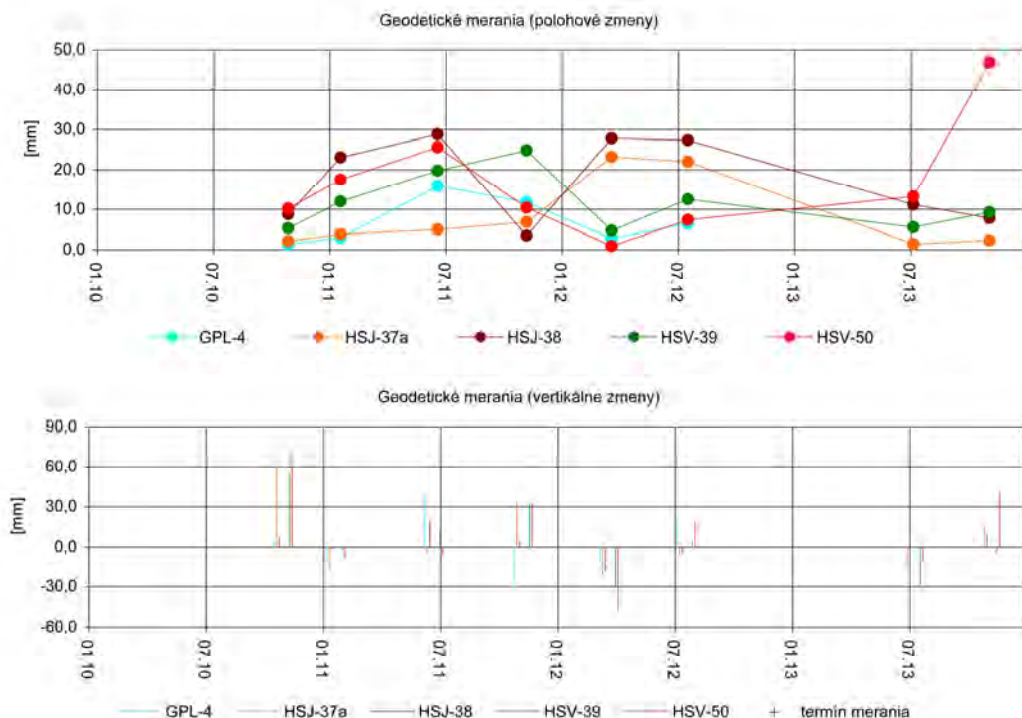
* – merané do roku 2012

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Geodetické merania

V roku 2012 sa pokračovalo v kontrolných meraniach, realizované boli dve kontrolné etapy. Pohybovo najaktívnejšie sa opäť prejavil bod HSJ-38 (medzietaťové zmeny dosiahli 27,83 mm – marcové meranie; 27,36 mm – júlové meranie). Polohové posuny presahujúce 20 mm boli zaznamenané ešte na bodoch HSJ-49 a HSJ-37a (príl. 1.30). Najmenšie etapové zmeny v polohovom smere boli zaznamenané na bode HSV-50 (0,90 mm – marcové meranie). Vo vertikálnom smere možno pozorovať určitý pokles pohybovej aktivity. Maximálne vzostupné zmeny boli zaznamenané na bode GPL-3 (počas júlového merania –

42,13 mm). V tomto roku sa však výraznejšie prejavili zmeny zostupného charakteru. Maximálne zostupné zmeny boli namerané počas marcového merania v bodoch HSV-50 (-47,73 mm) a HSV-40 (-43,55 mm). Pokles nad 20 mm bol (tiež počas marcového merania) nameraný i na bodoch HSJ-49, HSJ-37a, GPL-3, HSJ-39 (obr. 1.138, príl. 1.35).



Obr. 1.138. Vývoj polohových a vertikálnych posunov na lokalite Hlohovec-Posádka

Na základe výsledkov meraní z roku 2013 je možné konštatovať, že oproti predchádzajúcemu roku 2012 došlo vo väčšine sledovaných bodov k poklesu pohybovej aktivity. Najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná v bode HSV-50 (46,77 mm). Zmeny polohy bodu nad 10 mm boli namerané aj na bodoch HSJ-98 a HSJ-38. Na ostatných pozorovacích bodoch vektory posunov nepresiahli chybu merania. Celkovo možno konštatovať, že v území prevláda pomerne vyrovnaný režim pohybovej aktivity. I keď vo vertikálnom smere je možné v určitých etapách pozorovať náznaky zvýšenej pohybovej aktivity, vo väčšine prípadov, keď dôjde k takémuto prejavu, počas nasledujúcej etapy je nameraný posun opačného charakteru, a teda z dlhodobejšieho hľadiska (marec 2010 až júl 2013) body nevykazujú zásadnejšie zmeny. Absolútne zmeny v oboch smeroch sú relatívne malé. Namerané vektory v jednotlivých etapách naznačujú, že namerané zmeny do značnej miery súvisia s nedostatkami v technickom zabezpečení monitorovacej siete, najmä pri bodoch, ktoré sa merajú na ochranných pažniciach vrtov, vybudovaných pre účely režimových pozorovaní a geoakustických meraní.

b/ Inklinometrické merania

V roku 2012 došlo oproti predchádzajúcemu roku 2011 k poklesu pohybovej aktivity. Od posledného merania došlo vo všetkých sledovaných horizontoch k poklesu deformácie. V najaktívnejšom horizonte (4,3 m pod terénom) bola nameraná deformácia len 1,14 mm (obr. 1.139). Deformácia nad 1 mm bola zaznamenaná v hĺbke 26,3 m pod terénom (1,12 mm).

V roku 2013, na základe realizovaného merania možno v horizonte 4,3 m pod terénom pozorovať nárast pohybovej aktivity (proti predchádzajúcemu roku 2012). Za 18,5 mesiaca

dosiahla deformácia hodnotu 6,44 mm. Vektor väčší ako 2 mm bol nameraný aj v (sledovanom) horizonte 8,3 m pod terénom.



Obr. 1.139. Lokalita Hlohovec-Posádka – výsledky inklinometrických meraní za obdobie XI. 11 – IV. 12 – X. 13 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); červená línia – ohraničenie zosuvu (Otepka et al., 1986), mapový podklad: ZBGIS®

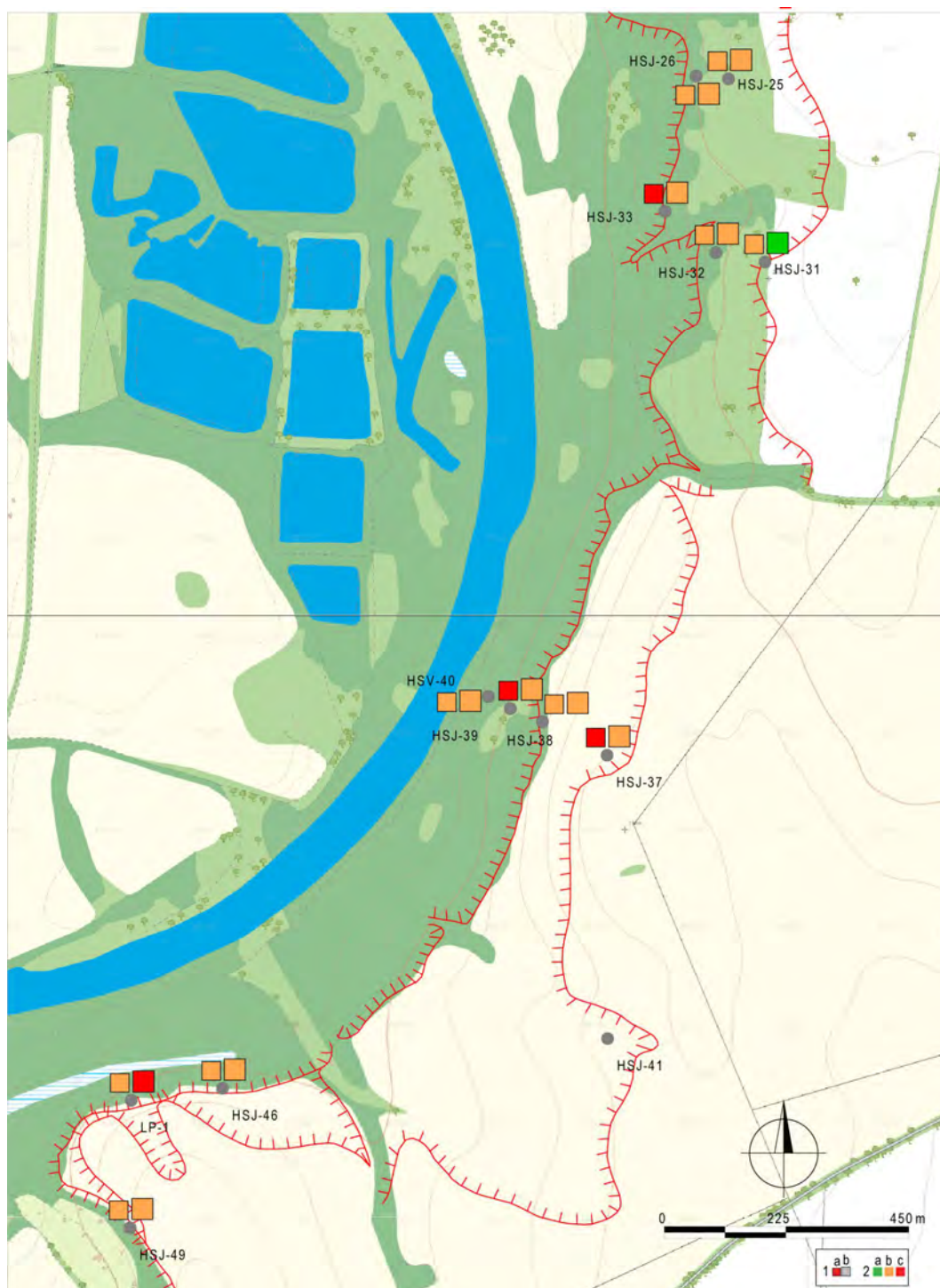
Azimuty nameraných vektorov sú však orientované južným, resp. juhovýchodným smerom, čo je približne 180° od spádnice svahu. Zároveň, na základe výsledkov meraní metódou PEE predpokladáme, že bazálna šmyková plocha je vo väčšej hĺbke ako skutočná báza vrtu. Z tohto dôvodu je možné vysloviť určitú hypotézu, že hlavný pohyb sa uskutočňuje vo väčších hĺbkach a namerané hodnoty sú pravdepodobne iba čiastočným obrazom reálneho svahového pohybu.

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2012 sa pokračovalo v meraniach so zvýšenou frekvenciou. Podobne, ako v predchádzajúcom roku, aj v 2012 bolo realizovaných päť etáp meraní (príl. 1.35). Najvyššia hodnota poľa PEE bola zaznamenaná vo vrte HSJ-37 (Vybíral, 2012). Počas marcového merania v horizonte cca 20 až 29 m pod terénom bola zaznamenaná veľmi vysoká aktivita poľa PEE. Pomerne vysoké hodnoty aktivity poľa PEE boli zaznamenané počas tohto termínu merania aj v intervale od 0 (terén) až do 20 m pod terénom. Počas májového a júnového merania došlo k výraznému poklesu aktivity poľa PEE, avšak pri septembrovom meraní sa jeho aktivita opäť zvýšila (najmä v intervale do 18 m pod terénom). Počas septembrového merania boli pomerne vysoké hodnoty aktivity poľa PEE zaznamenané aj vo vrte HSJ-39 (v horizontoch 0 – 5 m pod terénom a 11 – 13 m pod terénom). V ostatných vrtoch prevládala pomerne nízka aktivita alebo len náznaky aktivity poľa PEE (obr. 1.140).

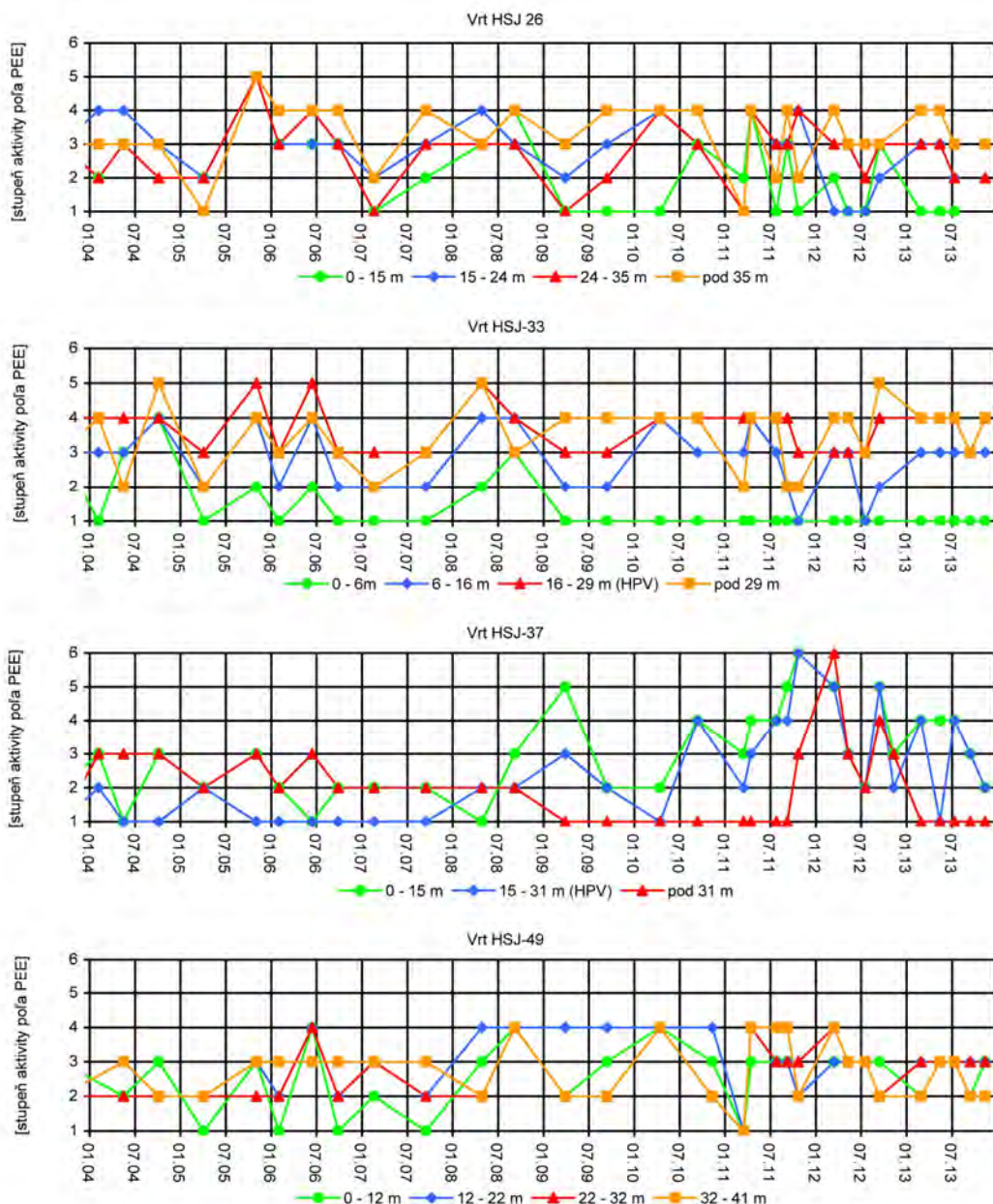
V roku 2013 počas jarých a letných mesiacov (marec, máj a jún) bola pomerne vysoká hodnota aktivity poľa PEE nameraná vo vrtoch HSJ-37 (v hĺbke od 15 do 25 m pod terénom –

obr. 1.141), HSJ-38 (v hĺbke do 15 m p. t.) a HSJ-39 (v hĺbke do 20 m pod terénom). Počas jesenných meraní došlo vo všetkých vrtoch k upokojeniu poľa až na úroveň dlhodobého normálu. Zmeny hodnôt poľa PEE vo vrtoch HSJ-37, HSJ-38 a HSJ-39 (v intervale 0 – 37 m pod terénom), súvisia s výraznými zmenami úrovne hladiny podzemnej vody. Relatívne vysoká aktivita poľa PEE je trvalo v okolí vrtu HSJ-33 a LP-1 (Vybíral, 2013).



Obr. 1.140. Lokalita Hlohovec-Posádka – výsledky merania aktivity poľa PEE v rokoch 2012 a 2013. 1 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.5: a – priaznivý stav (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), c – stav nepriaznivý (stupeň 3); červená línia – ohraničenie zosuvu (Otepka et al., 1986), mapový podklad: ZBGIS®

Analýza dlhodobějších meraní aktivity poľa PEE (obr. 1.141) poukazuje na skutočnosť, že v severnej časti hodnoteného územia je napätostný stav prostredia vyšší ako v južnej časti. Avšak od roku 2008 dochádza k nárastu aktivity i v južnej a strednej časti územia. Aktivita poľa v oblasti vrtu HSJ-37 na konci aktuálne hodnoteného roku dosiahla až najvyšší stupeň. V severnej časti územia sú vo vrtoch HSJ-26 a HSJ-33 zaznamenávané stredné, prípadne pomerne vysoké hodnoty aktivity poľa PEE.



Obr. 1.141. Dlhodobé (2004 – 2013) zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Hlohovec-Posádka

d/ Merania zrážkových úhrnov

Meranie zrážkových úhrnov sa vykonáva na stanici SHMÚ Siladice. Zhodnotenie zrážkových úhrnov na tejto stanici je uvedené pri lokalite Vinohrady nad Váhom.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 sa pokračovalo v monitorovacích aktivitách z predošlého obdobia. Z hľadiska hodnotenia pohybovej aktivity geodetickými meraniami sa preukázala pomerne dobrá stabilita monitorovanej časti svahovej poruchy. Zvýšené hodnoty boli pozorované meraním metódou presnej inklinometrie. Meraním poľa PEE bola zaznamenaná výrazná zmena aktivizácie napätí v oblasti vrtovej HSJ-37, HSJ-38 a HSJ-39 (v hĺbkach do cca 25 m od povrchu terénu).

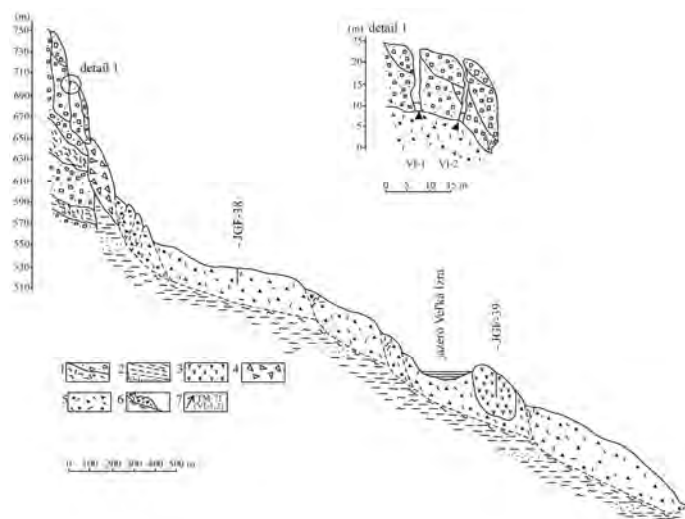
Pri hodnotení geodetických meraní sa preukázalo, že určitá zložka nameraných posunov (ktorú nevieme kvantifikovať) pravdepodobne súvisí s nedostatkom v technickom vybavení monitorovacej siete. Z tohto dôvodu neplánujeme v budúcnosti pokračovať v týchto meraniach.

V roku 2014 plánujeme pokračovať meraniach aktivity poľa PEE a meraní metódou presnej inklinometrie.

1.4.36. Lokalita Veľká Izra

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná na okraji stratovulkánu Veľký Milič (južná časť Slanských vrchov) na J od obce Slanská Huta. Do dvoch paralelných trhlín medzi okrajovými blokmi, tvorenými striedajúcimi sa andezitmi a brekciami lávových prúdov s autochtónnymi pyroklastikami, ležiacimi na plastických ílovitých sedimentoch (obr. 1.142), 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. 1.142. 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)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Veľká Izra sa v roku 2012 uskutočnili štyri (1x prestavenie) a v roku 2013 tri odčítania hodnôt deformácií, zaznamenaných prístrojmi TM-71 (tab. 1.42, príl. 1.36). Aj v roku 2013 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

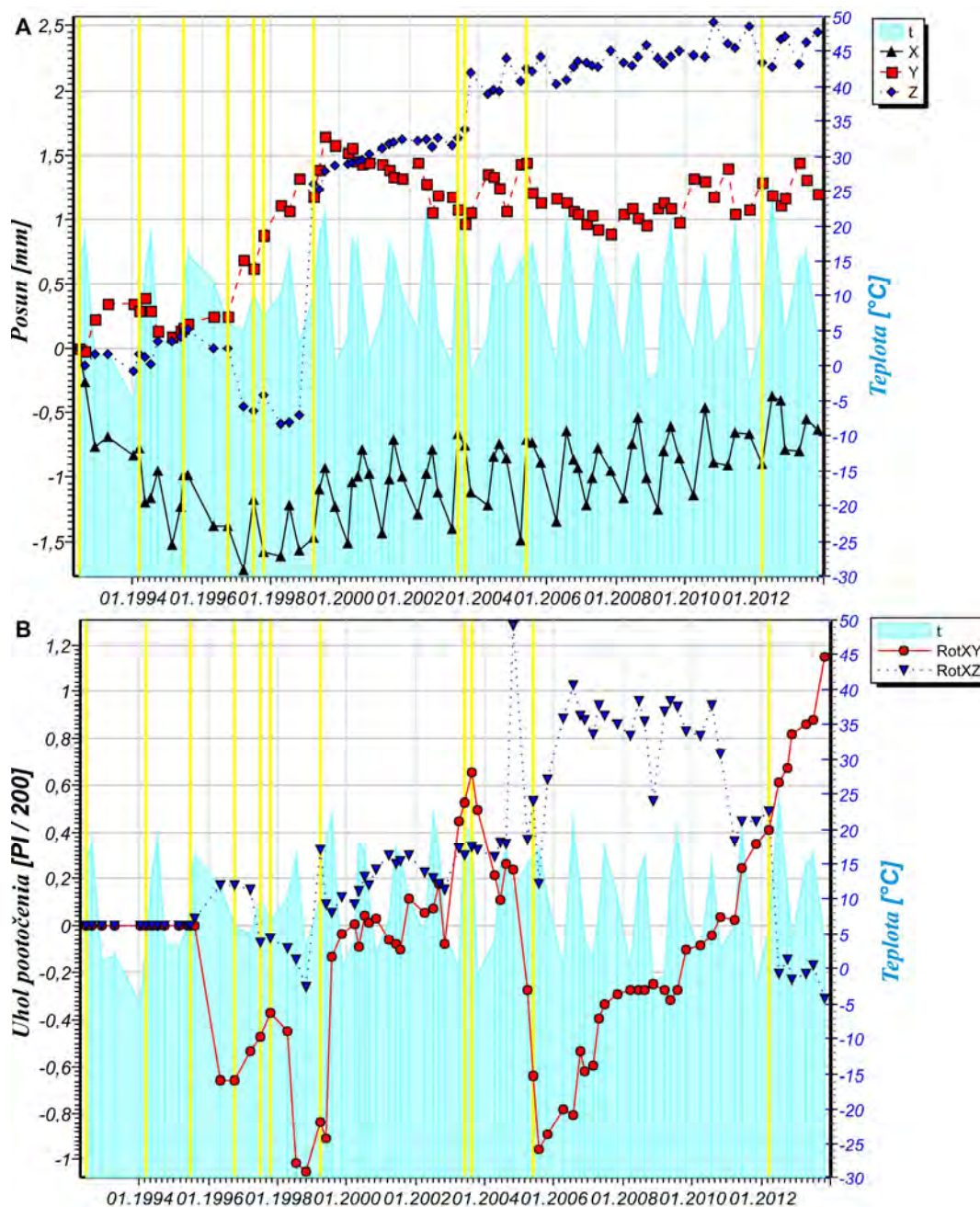
Tab. 1.42 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Izra v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	VI-1 (horný)	2012 – 4x (29. marec, 4. júl, 3. október, 28. november)
			2013 – 3x (26. apríl, 4. júl, 4. november)

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Merania prístrojom VI-1 v rokoch 2012 a 2013 preukázali stagnáciu, resp. veľmi pomalý šmykový pohyb (v smere osi y), t. j. pohyb vyššieho z dvoch horninových blokov voči masívu (pozdĺž trhliny) a minimálny pokles (z 2,222 na 2,455 mm) tohto bloku (pohyb v smere osi z).

V rovnakom období pokračovalo mierne zužovanie trhliny (pohyb v smere osi x), ktoré sa oproti roku 2012 zvýšilo o 0,161 mm (obr. 1.143). Toto zužovanie je spôsobované odkláňaním hornej časti bloku od masívu, resp. jeho miernou rotáciou v rovine xz .



Obr. 1.143. 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

b/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Hute (indikatív 51160) je 725,7 mm. V roku 2012 bol zrážkový úhrn 705,9 mm (čo predstavuje 97,27 % dlhodobého úhrnu a charakterizuje normálny rok). V roku 2013 ročný zrážkový úhrn stúpol na hodnotu 793,9 mm, čo predstavuje 109,4 % (ide o normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

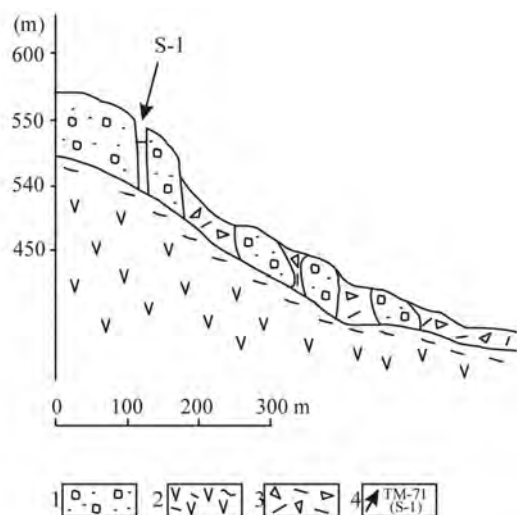
Výsledky doterajších meraní potvrdzujú pozvoľné poklesávanie vrchného monitorovaného bloku voči masívu (celkovo cca 2,455 mm), stagnáciu, resp. veľmi pomalý šmykový pohyb v posledných dvoch rokoch a zmenu pôvodného rozširovania trhliny na jej uzatváranie (od roku 1997). Priestorový pohyb vrchného bloku oproti masívu je v porovnaní s pohybom spodného bloku (monitorovaný do roku 2009) výrazne pomalší.

Hlavným cieľom pokračujúcich meraní je prognóza potenciálnych náhlych pohybov, predovšetkým deštrukcie okrajového bloku, ktorý tvorí súčasť prírodnej pamiatky Miličská skala. Na zistenie ďalšieho vývoja plazivého pohybu je potrebné pokračovať v odčítavaní hodnôt na dilatometri s frekvenciou 3 až 4-krát ročne.

1.4.37. 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), 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, striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity (obr. 1.144).



Obr. 1.144. Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Sokol s vyznačením osadenia dilatometra S-1. 1 – striedanie andezitov lávových prúdov a autochtónnych pyroklastík, 2 – andezit propylitizovaný a silno zbrekciovatý, 3 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 4 – lokalizácia dilatometra TM-71 (S-1)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013 a ich celkové zhodnotenie

Hodnoty posunov zaznamenaných prístrojom TM-71 sa v roku 2012 aj roku 2013 odčítali trikrát (tab. 1.43, príl. 1.37). V oboch rokoch pokračoval aj zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Dargov.

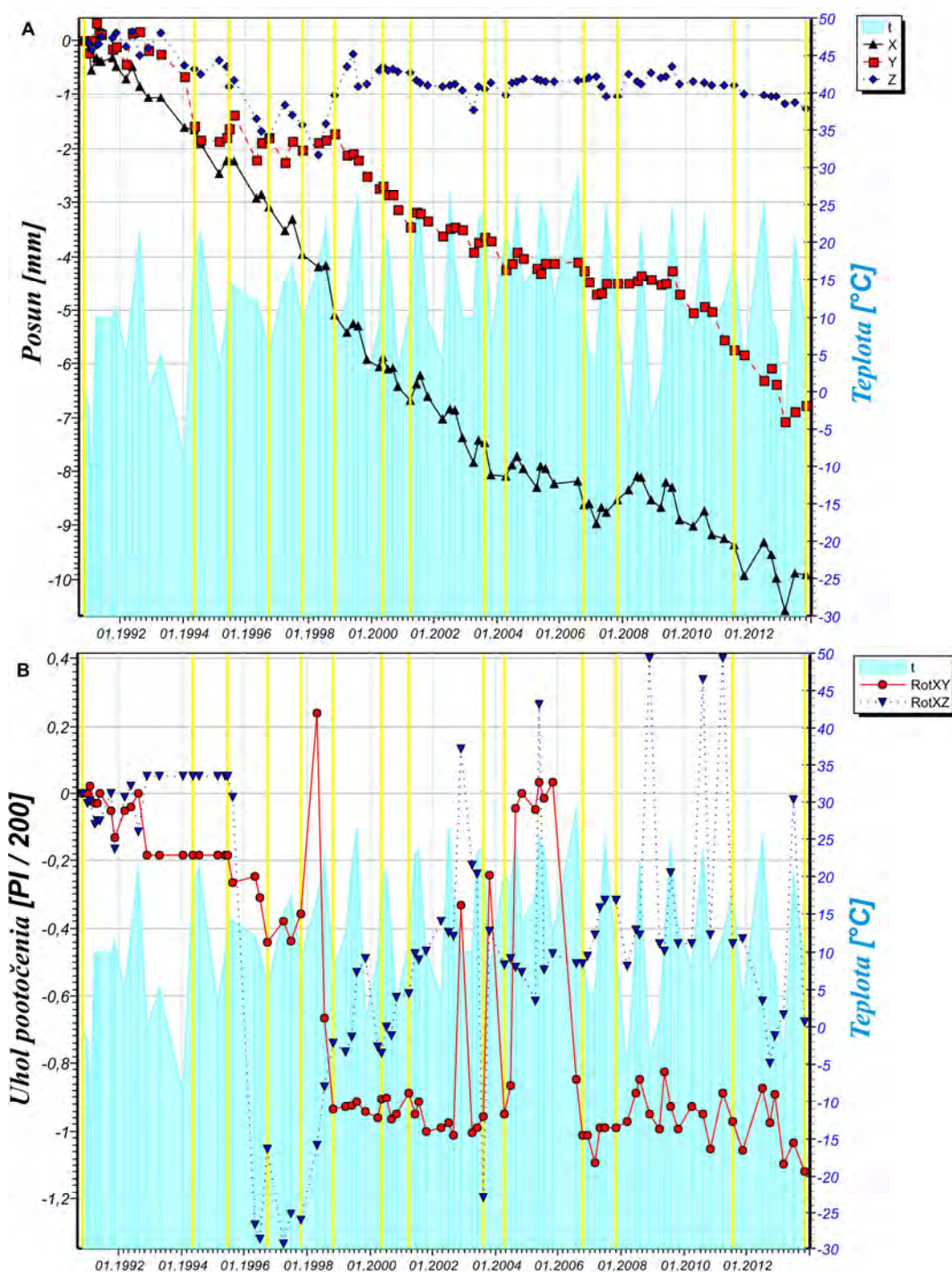
Tab. 1.43 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Sokol v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	S-1	2012 – 3x (4. júl, 3. október, 28. november)
			2013 – 3x (28. február, 4. júl, 4. november)

a/ Meranie deformácií dilatometrom

Trend narastania pohybu sa v rokoch 2012 a 2013 nepreukázal vo všetkých troch meraných smeroch. Pomalý pokles bloku voči masívu (v smere osi z) v roku 2012 (0,043 mm) sa v roku 2013 zvýšil o 0,237 mm na celkových 1,272 mm. Rozširovanie trhliny (pohyb v smere osi x) sa za posledné dva roky celkovo nezväčšilo (9,902 mm), hoci vo februári 2013 prekročilo po prvý krát 1 cm (10,579 mm). Najvýraznejším bol šmykový pohyb bloku voči masívu (v smere osi y), ktorý v roku 2012 narástol o 0,552 mm, v roku 2013 o 0,396 mm

a dosiahol celkovo 6,780 mm (obr. 1.145). Rotácie bloku v oboch monitorovaných rovinách (xy a xz) nedosiahli doposiaľ významnejšie hodnoty (obr. 1.145).



Obr. 1.145. 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

b/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov v roku 2012 dosiahol 640,4 mm a v roku 2013 stúpil o 26,5 mm na 666,9 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

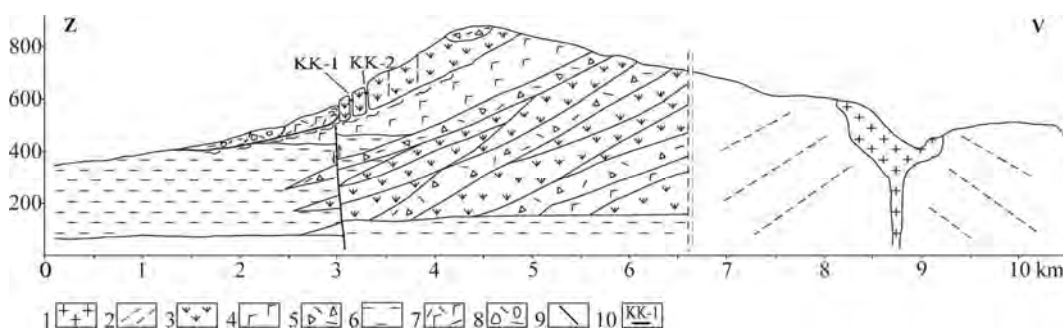
V rokoch 2012 a 2013 pokračoval pomalý pokles bloku voči masívu a výrazný šmykový posun bloku pozdĺž trhliny. Rozširovanie trhliny naopak v posledných dvoch rokoch stagnovalo.

Výrazný šmykový posun, ktorý začal v roku 2009, spôsobil celkové posunutie bloku o 6,780 mm. Celkový pokles bloku dosiahol hodnotu 1,272 mm. Aj keď otváranie trhliny v posledných dvoch rokoch stagnovalo, celková hodnota predstavuje 10,579 mm. Posuny zistené vo všetkých troch smeroch sú pomerne významné, takže hrozba odtrhnutia bloku od masívu je stále reálna. Keďže je lokalita súčasťou národnej prírodnej rezervácie (Bačkovská dolina) a na skale nad monitorovaným blokom hniezdi vzácny sokol sťahovavý, je potrebné zachovať jej monitorovanie i v budúcnosti v rovnakom rozsahu, to znamená odčítavanie posunov na dilatometri aspoň 3 až 4-krát ročne.

1.4.38. 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), 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, presnejšie v hornej časti rozsiahlej svahovej deformácie, ktorá má charakter blokovej rozpadliny (obr. 1.146).



Obr. 1.146. 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

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013 a ich celkové zhodnotenie

V uvedených rokoch sa na lokalite vykonalo sedem odčítaní deformácií na oboch dilatometroch (4-krát v roku 2012 s jedným prestavením KK-1 a 3-krát v roku 2013 s jedným prestavením KK-2 (tab. 1.44, príl. 1.38). V rokoch 2012 a 2013 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

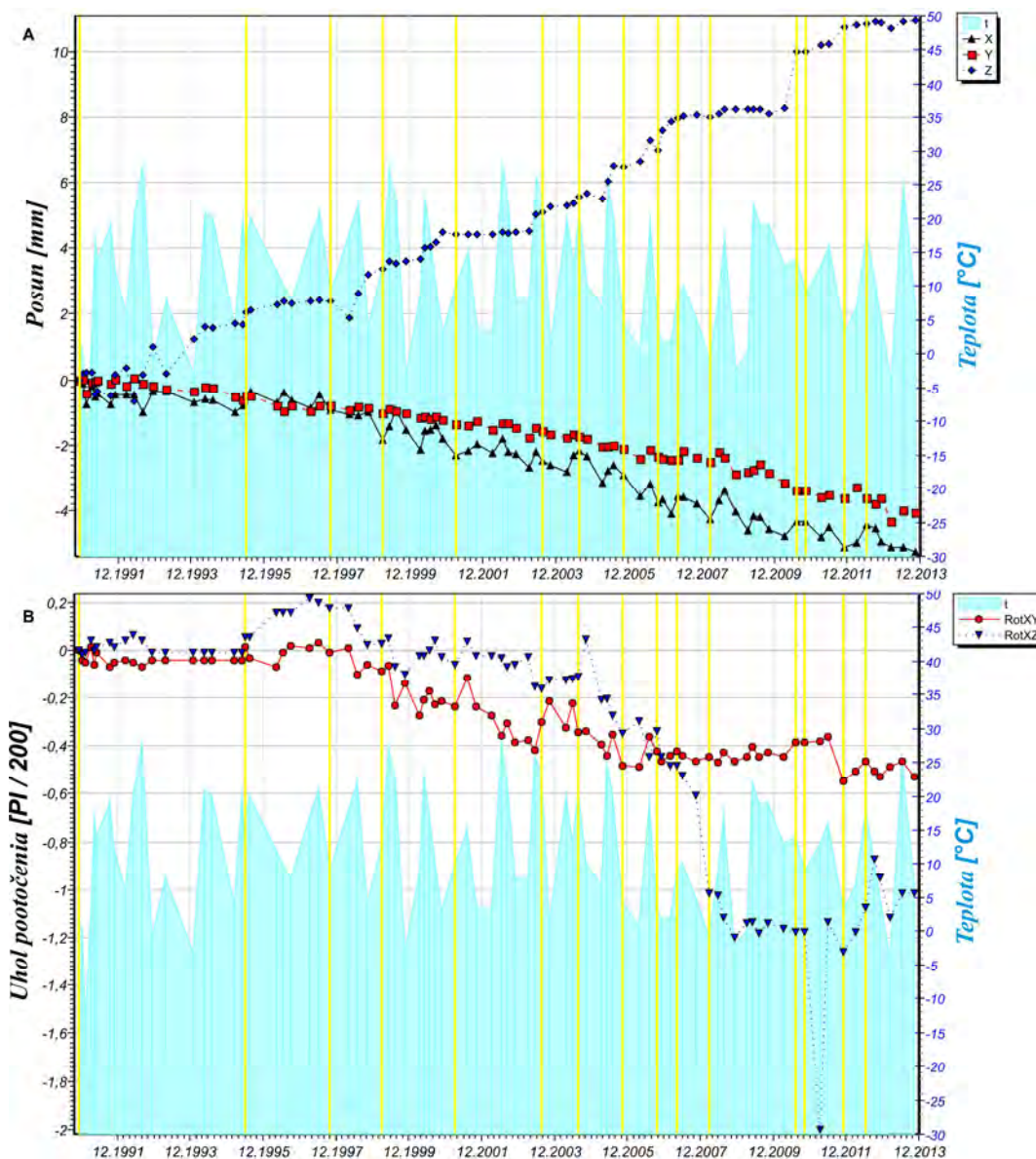
Tab. 1.44 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	KK-1 (dolný)	2012 – 4x (1x prestavenie) (29. marec, 4. júl, 3. október, 28. november)
			2013 – 3x (29. apríl, 3. júl, 5. november)
	2	KK-2 (horný)	2012 – 4x (29. marec, 4. júl, 3. október, 28. november)
			2013 – 3x (29. apríl, 3. júl, 5. november)

a/ Meranie deformácií dilatometrami

V rokoch 2012 a 2013 prístroj KK-1 (dolný) preukázal pokračujúci trend pohybu spodného (okrajového) bloku vo všetkých troch osiach, avšak s rozdielnou intenzitou. Najvýraznejším bol šmykový posun pozdĺž spodnej trhliny, ktorý narástol za posledné dva

roky o 0,443 mm (z toho 0,434 mm v roku 2013) na celkových 4,072 mm (obr. 1.147). Za rovnaké obdobie sa spodná trhlina rozšírila o 0,133 mm na celkových 5,245 mm. Rozšírenie trhliny v roku 2013 oproti roku 2012 však dosiahlo hodnotu 1,316 mm. Najmenej výrazný bol pokles spodného bloku (v smere osi z), ktorý za posledné dva roky dosiahol 0,210 mm, z toho v roku 2012 0,128 mm. Celkový pokles od roku 1990 už presiahol 1 cm (10,929 mm).

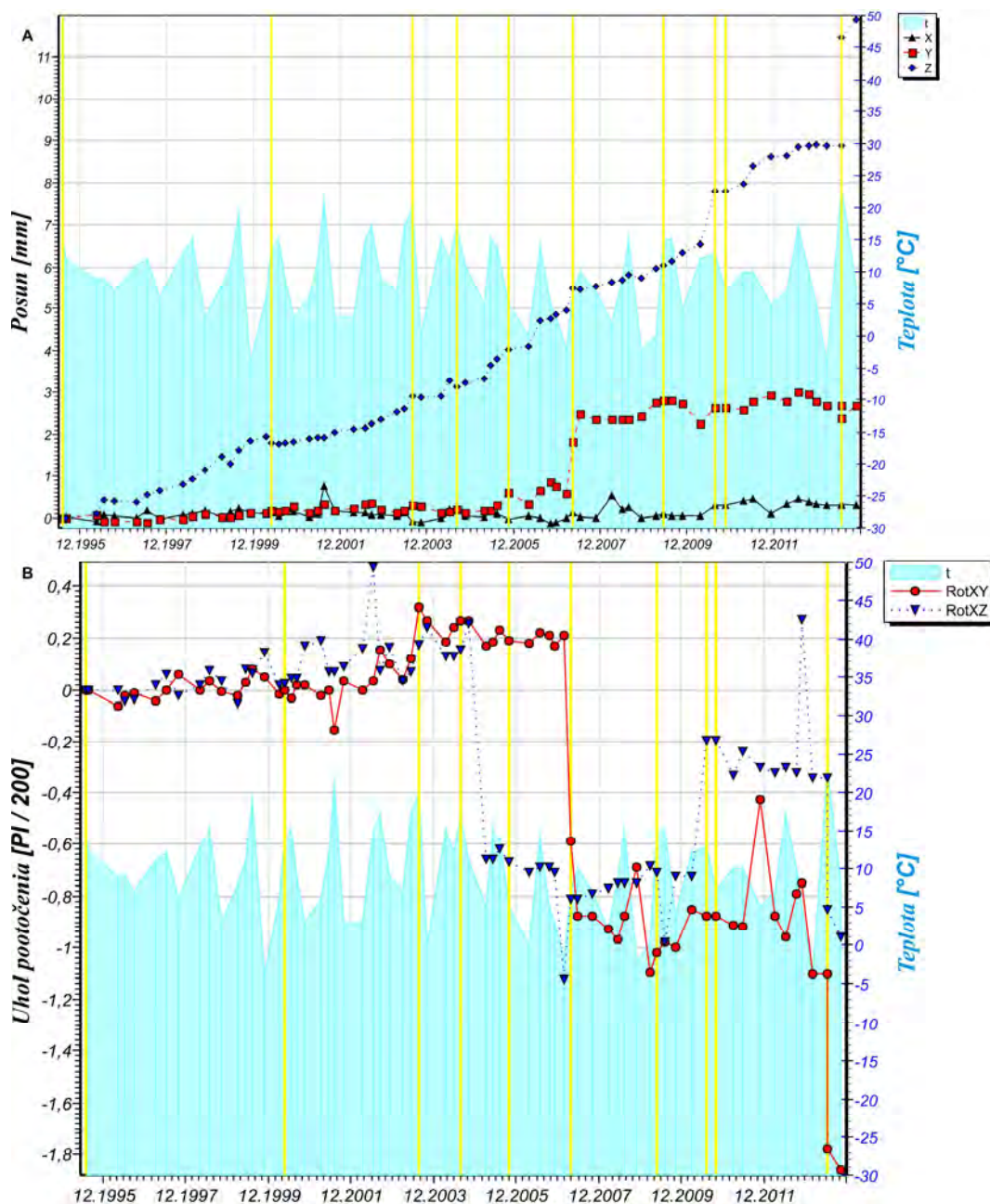


Obr. 1.147. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-1). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm), Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v $\pi/200$ gradov). Žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

Merania prístrojom KK-2 v posledných dvoch rokoch preukázali významnejší pohyb len v smere osi z. Ide o pokles vrchného bloku voči neporušenému masívu, ktorého hodnota dosiahla 0,656 mm. Počiatočný pokles bloku (0,263 mm) koncom roka 2012 ustal a prešiel do stagnácie, avšak koncom roku 2013 sa zväčšil o 0,387 mm na celkových 9,278 mm. Šmykový pohyb pozdĺž trhliny (v smere osi y) v roku 2012 stagnoval, v roku 2013 narástol o 2,224 mm na celkových 2,989 mm. Stagnácia rozširovania trhliny (v smere osi x) z roku 2012 sa

prejavovala aj v roku 2013, kolísanie nepresiahlo 0,225 mm. Celkové zaznamenané otvorenie trhliny predstavuje 0,293 mm.

Z dlhodobejšieho hľadiska obidva prístroje TM-71 (KK-1 a KK-2) preukazujú kontinuálny vertikálny pohyb voči sebe i voči masívu (obr. 1.147 a 1.148). 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 zdvih. Vyšší blok voči masívu celkovo vykazuje stály pokles.



Obr. 1.148. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický 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

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany v roku 2012 predstavoval hodnotu 753,6 mm a v roku 2013 klesol na 695,4 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V prípade spodného bloku bol najvýraznejším šmykový posun v roku 2013, ktorý v porovnaní s predošlým rokom (0,009 mm) narástol o 0,434 mm na celkových 4,072 mm. Rozšírenie trhliny v roku 2013 oproti roku 2012 však dosiahlo hodnotu 1,316 mm. Najmenej výrazný bol pokles spodného bloku (v smere osi z), ktorý v roku 2012 dosiahol 0,128 mm, v roku 2013 len 0,082 mm. Celkový pokles od roku 1990 už presiahol 1 cm (10,929 mm).

Pokles horného bloku od polovice roku 2012 do polovice roku 2013 ustal, ale na konci roku 2013 opäť narástol (o 0,387 mm) na celkových 9,278 mm. Stagnáciu šmykového posunu v roku 2012 vystriedal nárast v roku 2013. Otváranie trhliny posledné dva roky stagnuje.

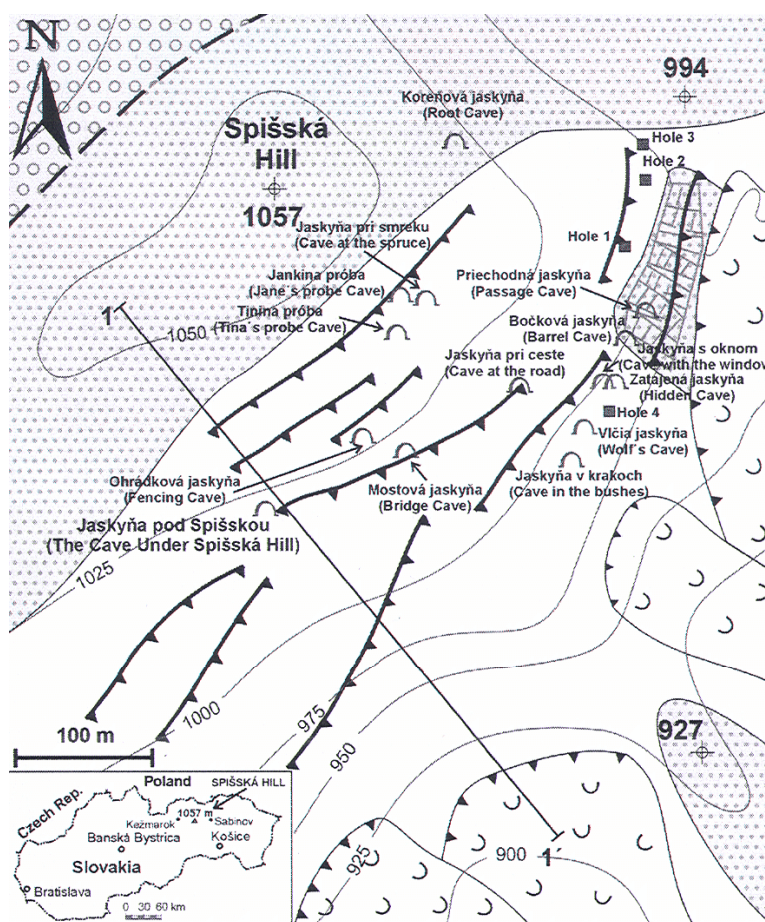
Najpravdepodobnejším vysvetlením recentnej aktivity oboch blokov je kombinovaný vplyv tektoniky (výzdvih masívu pozdĺž S – J okrajového zlomu) a plazivého pohybu blokov, ktorý sa prejavuje ich nerovnomerným zabáraním, resp. vytláčaním. Merania v nasledujúcom období (vykonávané aspoň 4-krát ročne) môžu prispieť spolu s ďalšími poznatkami, získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými meraniami, k objasneniu recentného vývoja územia a dotvárania jeho reliéfu.

1.4.39. Jaskyňa pod Spišskou

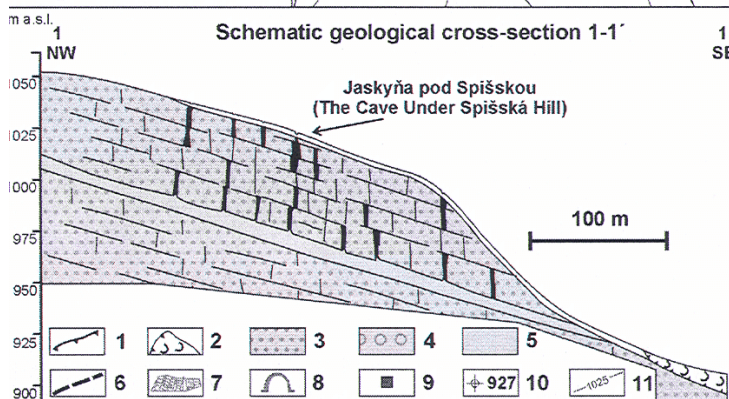
Stručná charakteristika lokality

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 n. m.

Jaskyňa vznikla v paleogénnych pieskovcoch bielopotockého súvrstvia. Hrubé polohy pieskovcov sa tu striedajú s tenkými (cm až dm) polohami ílovcov, miestami zvetraných na íl. Pomalým plazením blokov po vrstevných plochách sa vytvorila jaskynná sieť chodieb (obr. 1.149). V hlavnej chodbe severovýchodnej (spišskej) časti jaskyne bol v apríli 2007 inštalovaný jeden dilatometer TM-71.



Obr. 1.149. Geologická mapa blízkeho okolia Jaskyne pod Spišskou s vyznačením ďalších jaskýň a priečny rez 1 – 1' jaskýňou (podľa Gross a kol., 1999, resp. Antonická a Fussgänger, 1998, upravili Imrich a kol., 2007). **Kvartér:** 1 – morfológicky výrazné prejavy rozpadávania blokov (terénne stupne, pozdĺžne trhliny a depresie vyplnené ílovito-úlomkovitými sutinami), 2 – zosuv; **Paleogén:** 3 – hrubolavcovitý flyš (pieskovce s tenkými polohami ílovcov), 4 – hrubolavcovitý flyš s konglomerátmi, 5 – predpokladaná poloha tenkolavcovitého flyšu, 6 – predpokladaný zlom, 7 – skalný odkryv, 8 – jaskyňa, 9 – povrchový otvor (prieduch), 10 – bod s udaním nadmorskej výšky, 11 – vrstevnica



Hlavným dôvodom pri výbere tejto lokality bola skutočnosť, že zosuvná štruktúra je obdobná, ako na lokalite Tichý potok (dolina Torysy na S 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 2012 a 2013 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Jaskyňa pod Spišskou sa v roku 2012 aj 2013 uskutočnili tri odčítania hodnôt posunov zaznamenaných prístrojom TM-71 (tab. 1.45, príl. 1.39). V roku 2013 sa pokračovalo v preberaní údajov o mesačných úhrnoch zrážok zo stanice SHMÚ Brezovica nad Torysou.

Tab. 1.45 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	JS-1	2012 – 3x (3. apríl, 7. júl, 19. október)
			2013 – 3x (29. apríl, 3. júl, 5. november)

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Merania v rokoch 2012 aj 2013 preukázali doterajší trend pohybu v smere osi *z* (pokles bloku) a *x* (otváranie trhliny). Pokles bloku v roku 2012 dosiahol 0,037 mm, v roku 2013 0,021 mm, trhlina sa rozšírila o 0,087 mm, resp. 0,092 mm. Celkový pokles ku koncu roka 2013 dosiahol 0,335 mm, celkové otvorenie trhliny 0,483 mm. Doterajší šmykový pohyb (os *y*) stagnuje od roku 2010, rotácie bloku nie sú zatiaľ významné (obr. 1.150).

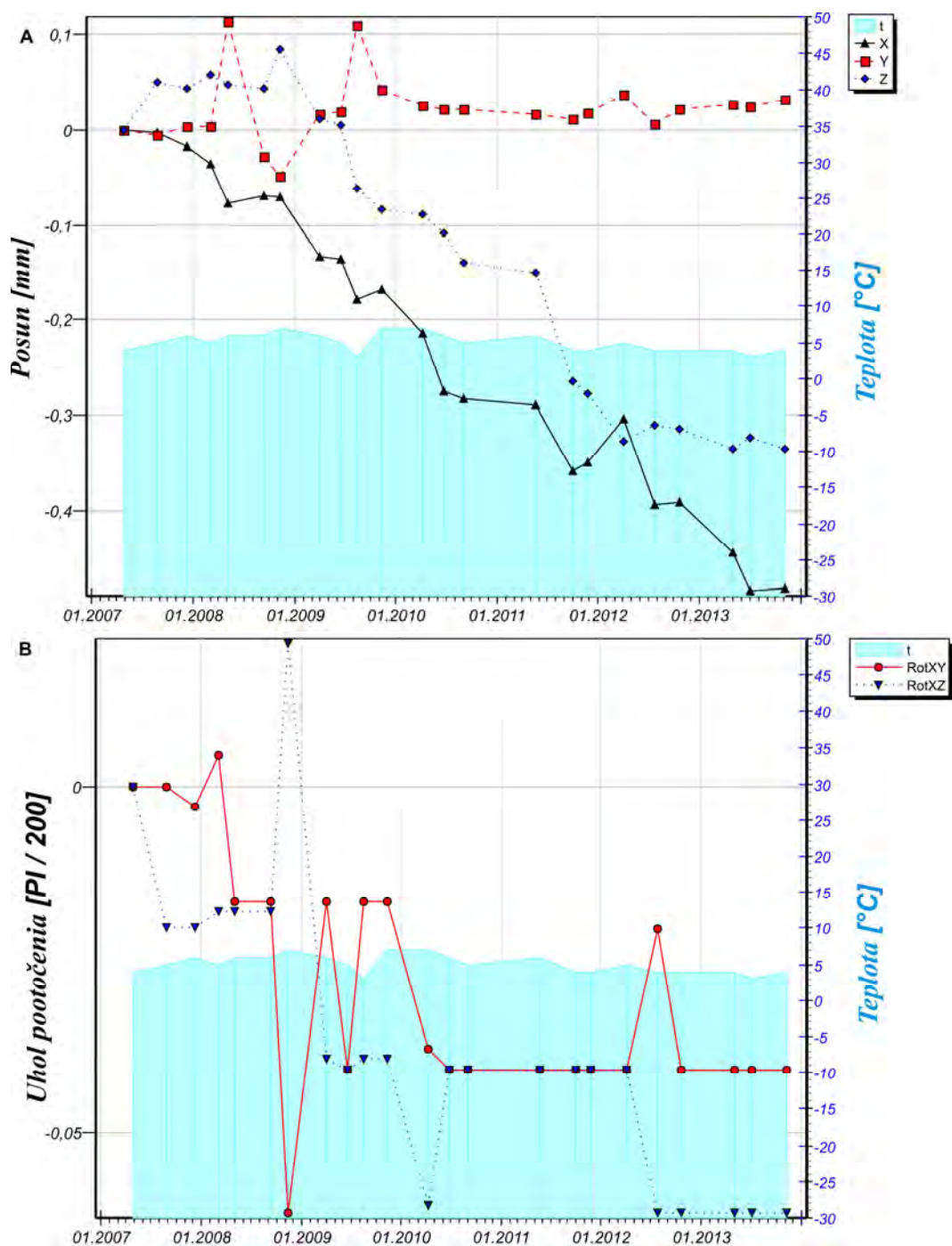
b/ Meranie zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Brezovica nad Torysou (indikatív 59040) dosiahol v roku 2012 663,20 mm, v roku 2013 stúpol na 785,3 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Napriek pomerne krátkej dobe monitorovania (7 rokov) bol meraniami potvrdený trend pomalého poklesávania monitorovaného bloku a rozširovania trhliny. Vzhľadom na podobnosť tejto lokality a zosuvnej štruktúry na lokalite Tichý Potok (Židova jaskyňa), kde sa uvažuje s výstavbou vodného diela, majú merania posunu blokov v Jaskyni pod Spišskou praktický význam. Analýza vývoja plazivých pohybov v ďalších rokoch môže preto priniesť nielen viacero nových teoretických, ale i praktických poznatkov. Na ich získanie bude potrebný pravidelný zber údajov z inštalovaného dilatometra, a to 3 až 4 krát ročne.

Predbežné výsledky monitorovania lokality (do polovice roku 2011) boli publikované formou článku v časopise *Mineralia Slovaca* (Petro et al., 2011), výsledky meraní do konca roku 2012 formou prednášky (Petro et al., 2013).



Obr. 1.150. 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)

1.4.40. Lokalita Banská Štiavnica

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaný zárez sa nachádza nad cestou II. triedy č. 524 medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami v dĺžke cca 80 m s výškou do 12 m. Na lokalite sa od roku 1995 vykonávajú pravidelné monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie, ktoré sa od roku 2000 doplnili geodetickými i dilatometrickými meraniami vo vybraných úsekoch východnej steny zárezu. Podrobnejšie informácie o lokalite sú súčasťou správ z predchádzajúceho obdobia (napr. Iglárová et al., 2011).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.46.

Tab. 1.46 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Fotogrametrické merania	8	PF1 až PF8	0 (nerealizované)	1 (31. september)
Metóda Optického skenovania	3	Meranie vybraných blokov B1 až B3	0 (nerealizované)	1 (31. september)
	1	Celá plcha skalného zárezu, PF1 až PF8	0 (nerealizované)	1 (31. september)
Geodetické Terestrické merania (priestorová polárna metóda)	13	Meranie vybraných bodov (oplotenie hornej hrany zárezu) 3003, 3031, 3032, 3051, 3007, 3071, 3008, 3081, 3009, 3091, 2002, 2003, 2004	0 (nerealizované)	1 (31. september)
Dilatometrické merania: - Dilatometer Somet - Meradlo posuvov	5	B1, B2, B3, B4, B5	2 (2. apríl, 26. október)	2 (15. máj, 12. november)
	4	S1, S2, S3, S4	2 (2. apríl, 26. október)	2 (15. máj, 12. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260)	Mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 11901)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

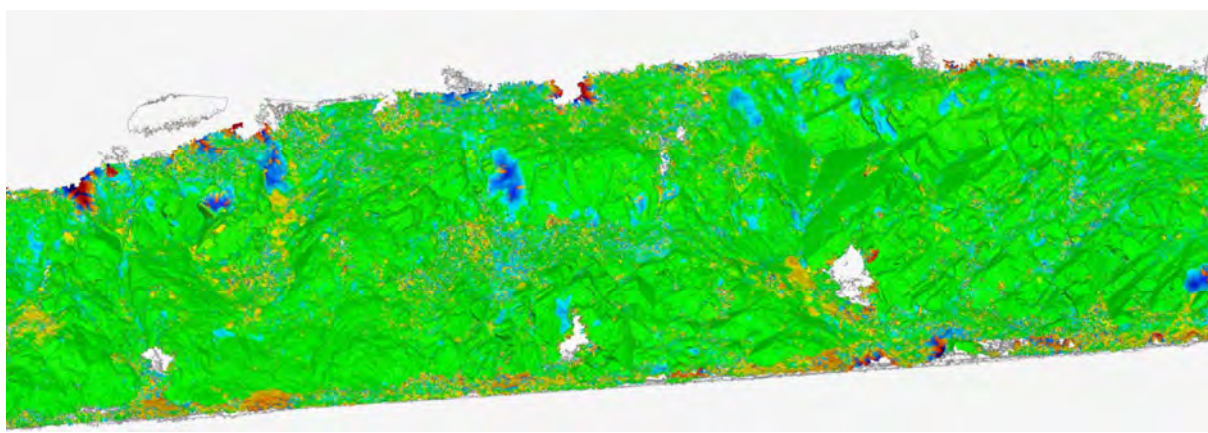
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Fotogrametrické a geodetické terestrické merania

a1/ Metóda optického skenovania – fotogrametrické merania

Fotogrametrické merania realizované v roku 2013 na lokalite boli zamerané na vyhodnotenie zmien polohy vybraných terénnych prvkov. Zvolená bola metóda optického skenovania, nakoľko experimenty potvrdili vysokú dosiahnuteľnú priestorovú presnosť určenia skalnej plochy $m_{XYZ} < \pm 5$ mm. Skenovanie bolo realizované zo snímok v rozlíšení GSD 1 pixel = 4 mm (Fraštia, 2013). Snímky boli vytvorené digitálnou strednoformátovou kamerou (Leaf Aptus Mamyia). Pre optické skenovanie bola zabezpečená geometria snímkovania približne pre normálny prípad pozemnej stereofotogrametrie, snímkové základnice sú približne rovnobežné so zárezom. Nevhodný sklon povrchu horniny, vegetácia a nahromadená suť majú stále nepriaznivý vplyv na presnosť meraných profilov, resp. identifikáciu „holej“ skaly.

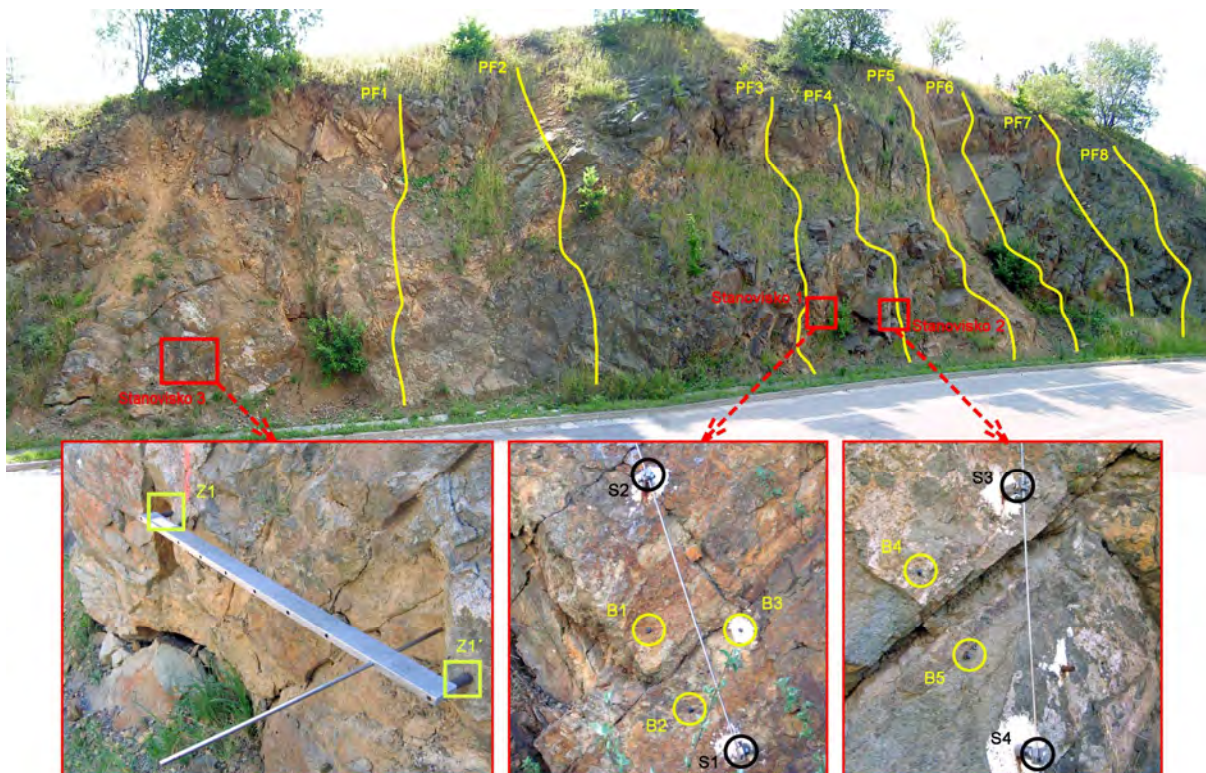
Výsledkom optického skenovania je tzv. orientované mračno bodov s údajmi o textúre každého bodu a rekonštrukcia povrchu zárezu. Pre určenie vypadnutých blokov bola vypočítaná rozdielová mapa medzi epochami 2011 – 2013 v kroku 2,5 cm, kde na základe vzdialeností oboch modelov medzi sebou sú farebne prezentované veľkosti týchto rozdielov – modrá farba určuje väčšie zmeny (do niekoľko decimetrov), červená farba indikuje prírastok materiálu (napr. suť, alebo vegetáciu), zelená farba vyjadruje rozdiel plôch v intervale ± 5 mm. Výsledky čiastočne skresľuje vegetácia, predovšetkým tráva, ktorá nie je v mape filtrovaná (červená a modrá). Rozdielová mapa potvrdzuje pokračujúci efekt rozvolňovania horniny a následného zrútenia blokov o veľkosti až 0,5 m (obr. 1.151).



Obr. 1.151. Rozdielová mapa (porovnávací model za obdobie 2011 – 2013 v smere kolmom na zárez) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. zelená farba – zmeny v intervale ± 5 mm, modrá farba – úbytok materiálu do 0,5 m, červená farba – prírastok materiálu

V roku 2013 bolo spracovaných osem reprezentatívnych profilov (obr. 1.152), ktoré boli porovnané s profilmi z roku 2011 a z roku 2004 (Fraštia, 2013). Zmeny reliéfu boli detegované v profiloch PF1 vo výške 14,6 – 16,0 m, PF4 vo výške 13,6 – 14,4 m, PF5 vo výške 17,5 – 18,6 m a PF6 vo výške 18,3 – 18,7 m (obr. 1.153). Ostatné rozdiely sú identifikované ako prípady nevhodného sklonu reliéfu alebo prítomnosť vegetácie na povrchu odkryvu (obr. 1.153).

Na pozorovaných vybraných blokoch B1 – B3 (obr. 1.154) boli v rokoch 2011 a 2013 generované mračná bodov a následne boli tieto dáta očistené a porovnávané v smere osi Y, teda v predpokladanom smere možných posunov. Vzhľadom na presnosť merania neboli detegované na vybraných blokoch štatisticky významné rozdiely.



Obr. 1.152. Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. PF1 až PF8 – profily pre stereofotogrametrické merania (od roku 2011 zostavované na základe údajov z optického skenovania).

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 – po vypadnutí skalného bloku sa od jari 2009 nemeria

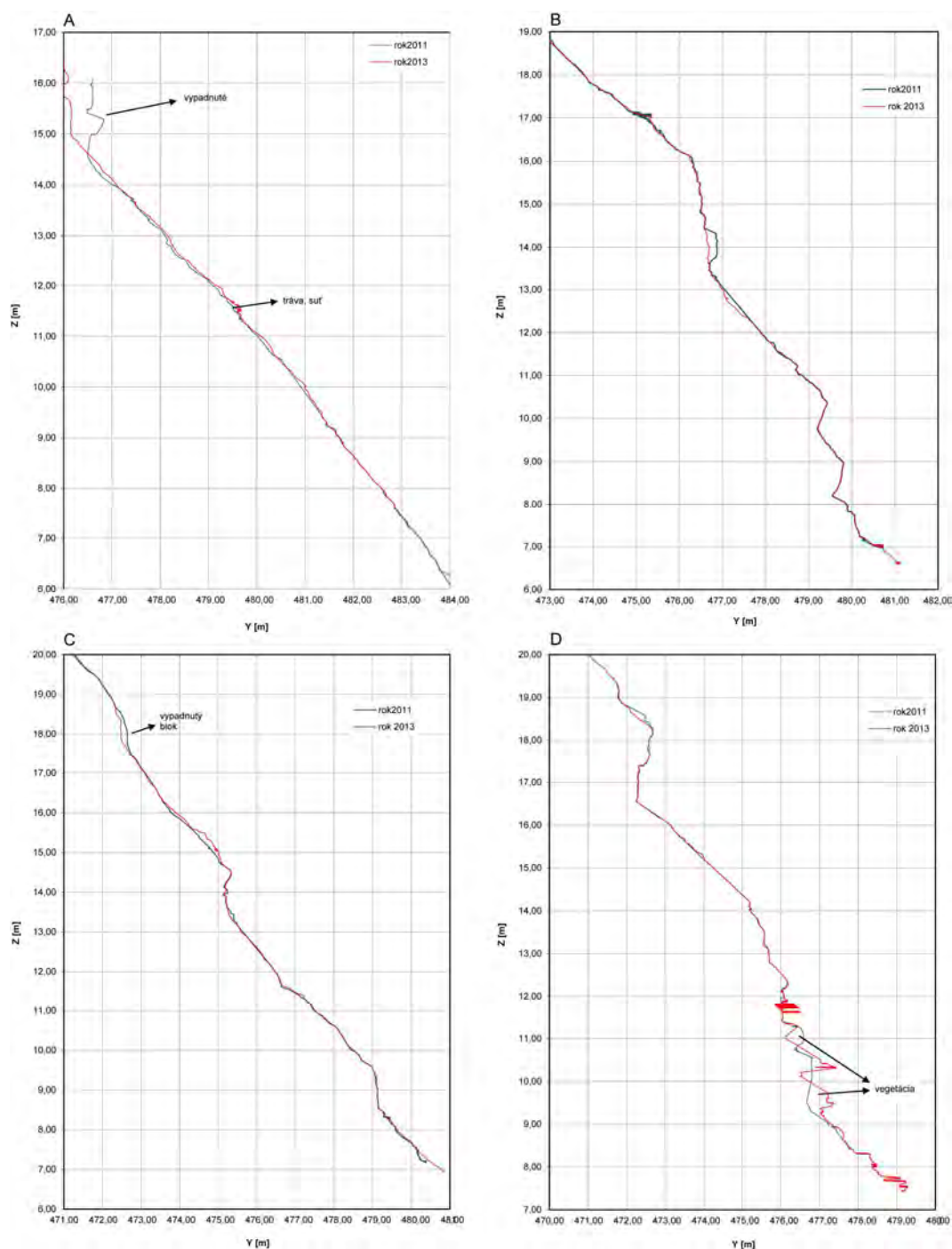
a2/ Priestorová polárna metóda - geodetické terestrické merania

Pozorovanie hornej hrany zárezu bolo zamerané na body signalizované odrazovými fóliami na stĺpikoch plota na hornej hrane zárezu. Všetky pozorované body boli merané univerzálnou meracou stanicou Leica TS30 v móde merania na odrazovú fóliu. Všetky body boli merané z jedného stanoviska, čo zabezpečilo vysokú homogénnosť siete. Z parametrov prístroja a samotných meraní boli odhadnuté stredné chyby určených priestorových súradníc $m_{XYZ} < 1$ mm. Významnejšia zmena bola pozorovaná na stĺpiku s označením 3007 (medzi profilmi PF5 a PF6 – obr. 1.155), kde bol odmeraný posun v horizontálnom smere 16,3 mm., ostatné merania nevykazujú významné zmeny.

b/ Dilatometrické merania

b1/ Dilatometer Somet

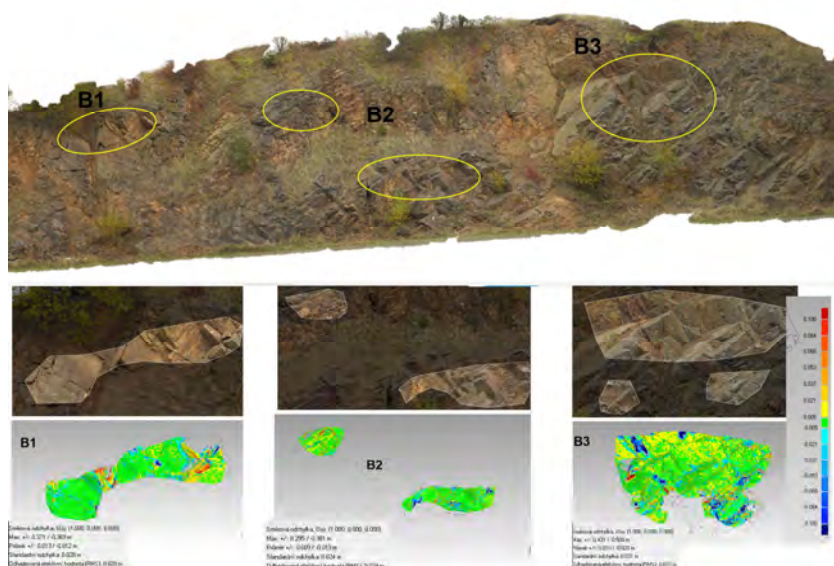
Merania sa vykonávajú na dvoch stanoviskách, inštalovaných v južnej časti svahu (horninový blok s nainštalovanými bodmi tretieho stanoviska sa zrútil). Na prvom stanovisku sa premeriavajú body, umiestnené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou s orientáciou smeru sklonu 326° a sklonom 44° (bod 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° a sklonom 50° (obr. 1.152).



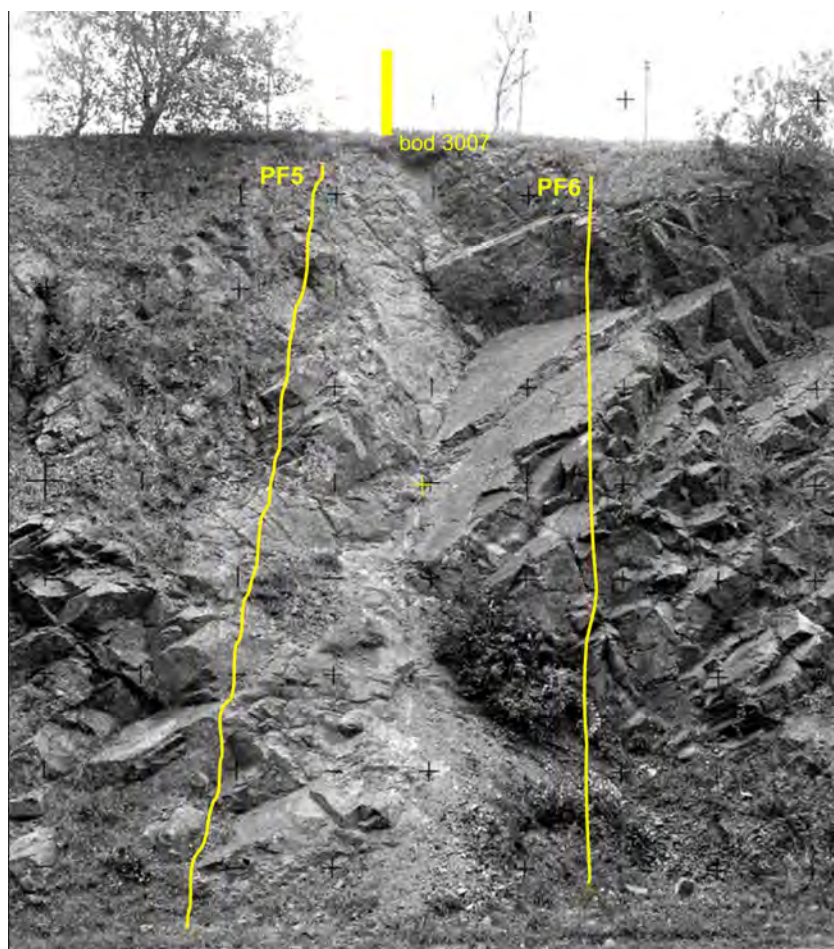
Obr. 1.153. Porovnanie konfigurácie skalnej steny (2011 – 2013) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. A – PF1, B – PF4, C – PF5, D – PF6 (pozícia profilov je v súlade z obr. 1.152)

V roku 2013 pokračovalo rozvolňovanie pozorovaných horninových blokov. Počas ročného cyklu monitorovania (od roku 2012) namerané hodnoty v roku 2013 zaznamenali najväčší relatívny posun blokov medzi bodmi B1 a B2; ich absolútna hodnota predstavovala 0,23 mm (príl. 1.35). V tomto profile (B1-B2) bol medzi jarým a jesenným meraním v roku 2013 zaznamenaný posun (rozšírenie diskontinuity) o 0,27 mm, tento posun korigoval zúženie relatívnej šírky diskontinuity o 0,04 mm medzi jesenným meraním z roku 2012 a jarým meraním z roku 2013. Pozorované horninové bloky na stanovisku 2 sa v priebehu ročného cyklu monitorovania nepatrne rozvolnili. Merania medzi bodmi B4 a B5 zaznamenali posun 0,07 mm, pričom medzi jarým a jesenným meraním v roku 2013 bolo

zaznamenané rozšírenie pozorovanej diskontinuity o 0,08 mm, naopak medzi jesenným meraním z roku 2012 a jarným meraním z roku 2013 sa šírka pozorovanej diskontinuity zúžila (absolútna hodnota posunu 0,01 mm). Vzhľadom na výsledky meraní z rokov 2012 a 2013 možno konštatovať, že na oboch stanoviškách bol od počiatku monitorovania zistený trend pomalého rozvoľňovania skalných blokov. V roku 2013 sa rozvoľňovanie monitorovaného bloku na stanovisku 1 mierne zintenzívnilo, na ďalšom monitorovanom bloku (stanovisko 2) nebol pozorovaný významnejší posun (obr. 1.156B, príl. 1.40).

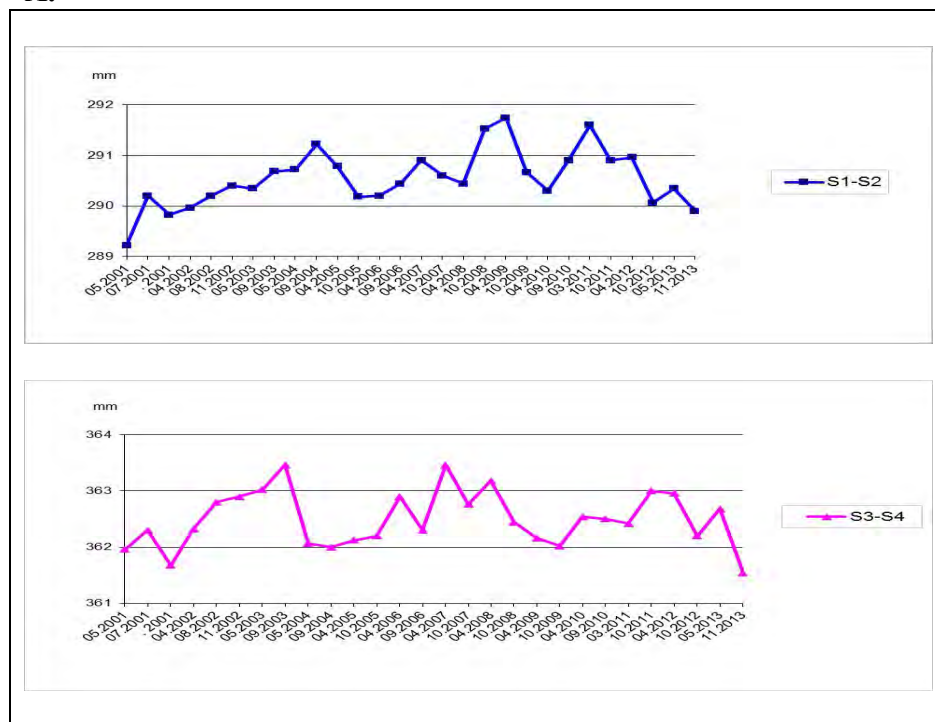


Obr. 1.154. Ortofotomozaika (vrchná snímka) monitorovaného úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici a porovnávací model vo vybraných častiach zárezu (samostatné bloky) za obdobie 2011 – 2013 (spodná časť obrázku). červená farba – prírastok materiálu, modrá farba – úbytok materiálu (podľa stupnice na obrázku)

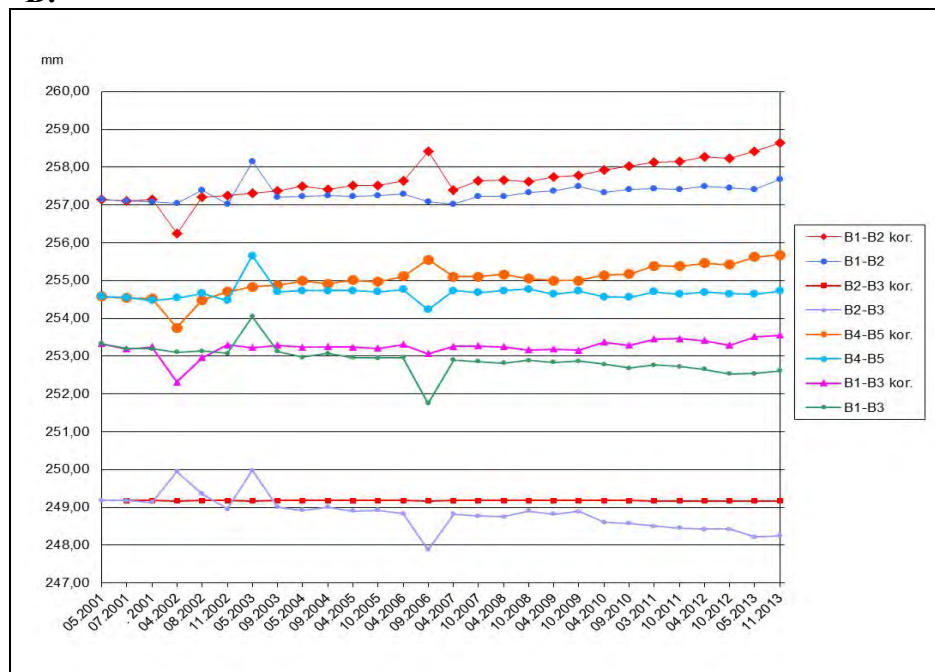


Obr. 1.155. Rozmiestnenie pozorovaných profilov (PF5 a PF6) a sledovaného bodu č. 3007 na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici.

A.



B:



Obr. I.156. 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)

b2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých horninových blokoch, ako body pre meradlo Somet.

Počas roku 2013 na oboch stanoviskách bol pozorovaný pohyb horninových blokov na oboch stanoviskách. Z dlhodobého merania však hodnoty meraní vykazujú značný rozptyl hodnôt v dôsledku vplyvu teplotných zmien, významne vplývajúcich na konštrukčný materiál meradla a tým aj presnosť meraní. Oproti jesennému meraniu z roku 2012 bol v roku 2013 na stanovisku 1 zaznamenaný relatívny posun medzi bodmi S1 – S2 o 0,16 mm. Meraním relatívnej vzdialenosti medzi bodmi S3 – S4 (stanovisko 2) bol zistený posun o 0,66 mm. Z dlhodobého hľadiska možno na obidvoch stanoviskách pozorovať veľmi nevýrazný trend rozširovania puklín, a teda zväčšovania vzdialenosti medzi bodmi (obr. 1.156A a príl. 1.40).

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260) v roku 2012 dosiahol hodnotu 731,0 mm, v roku 2013 stúpol o 176,6 mm na hodnotu 907,6 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 2011/2012 predstavoval 123 dní (111,31 % dlhodobého priemeru) a v zime 2012/2013 136 dní (123,1 % dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Fotogrametrické a terestrické geodetické merania poskytujú lepšiu detekciu nestabilných častí a tým prispievajú k zefektívneniu monitoringu. V rámci meraní v roku 2013 potvrdili dlhodobú nestabilitu hornej časti zárezu, ktorá sa prejavila na horných častiach vertikálnych profilov a ktorú potvrdila aj rozdielová mapa a meranie polohy signalizačných bodov na jednom zo stĺpov oplozenia v hornej časti zárezu (č. 3007).

Dilatometrickými meraniami bolo zaznamenané pomalé rozvoľňovanie horninových blokov. Pri meraniach meradlom Somet bola maximálna hodnota zaznamenaná medzi bodmi B1 a B2 (medzi jarným a jesenným meraním 2013). Pri použití meradla posunov boli získané merania značne skreslené vplyvom teplotného faktora. Výsledky tejto metódy je vhodné, z dôvodu citlivosti prístroja na chyby merania, vyhodnocovať predovšetkým z dlhodobého hľadiska vývoja trendov pohybu.

Vzhľadom na skutočnosť, že stále pretrváva hrozba uvoľnenia horninových blokov, a tým pádom i ohrozenia premávky na frekventovanej komunikácii, je potrebné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach i v budúcnosti.

1.4.41. Lokalita Handlová-Baňa

Stručná charakteristika lokality

Celé údolie Handlovky na južnom okraji mesta je postihnuté svahovými pohybmi, ktoré sa iniciovali na obidvoch svahoch rieky. Vzhľadom na to, že jednou z príčin vzniku a aktivizácie pohybov je tlak nadložných vulkanických hornín, ku komplexnej informácii o stave prostredia patrí i poznanie vývoja zvetrávania a porušovania nadložných skalných a poloskalných hornín. Z uvedených dôvodov sa 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.

Sledovaná lokalita má pravidelný priamkový tvar (obr. 1.157), 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). Monitorovacie aktivity na tejto lokalite boli zahájené v máji roku 2001.



Obr. 1.157. Situovanie meradla mikromorfologických zmien povrchu horniny na skalnej stene oproti katastrofálnemu handlovskému zosuvu (lokalita Handlová-Baňa)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Posledné realizované meranie mikromorfologických zmien bolo na jednotlivých lokalitách v roku 2012. V roku 2013 boli sledované len klimatické faktory (tab. 1.47).

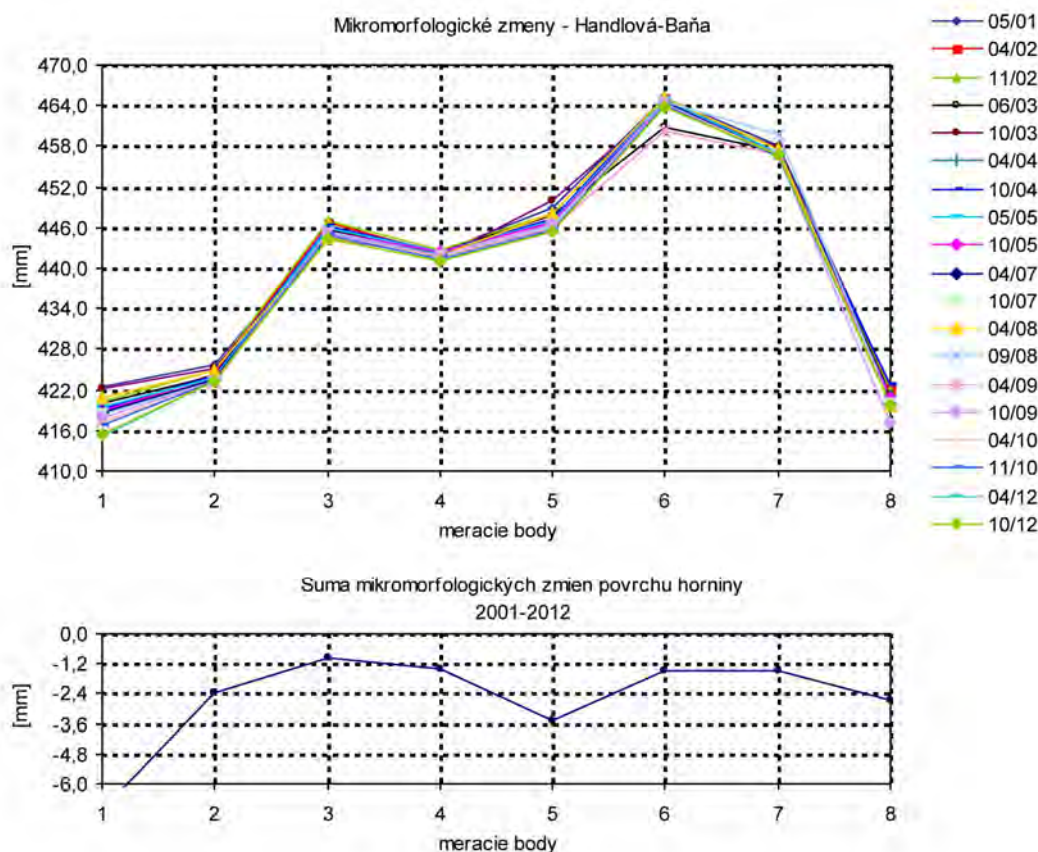
Tab. 1.47 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Baňa v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 Stanovisko MZ	2 (11. apríl, 26. október)	0 (nerealizované)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

Merania boli v roku 2012 realizované 11. apríla a 25. októbra. V bode 1 bola zaznamenaná výrazná zmena v konfigurácii meraného profilu (číslovanie bodov je vždy zľava od 1 do 8 pri orientácii čelom k masívu) -1,34 mm za obdobie jeseň 2010 až jeseň 2012 (obr. 1.158), pričom celkový priemerný ročný úbytku dosiahol -0,29 mm. Priemerný úbytok za celé monitorované obdobie (11 rokov) predstavuje -2,62 mm. Z obr. 1.158 i z príl. 1.41 vyplýva, že v rámci celého sledovaného profilu je ústup masívu relatívne rovnomerný.



Obr. 1.158. Výsledky dlhodobého merania (2001 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Handlová-Baňa

b/ Merania zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch na lokalite sú spracované pri opise lokalít Handlová-Morovnianske sídlisko a Handlová-Kunešovská cesta.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

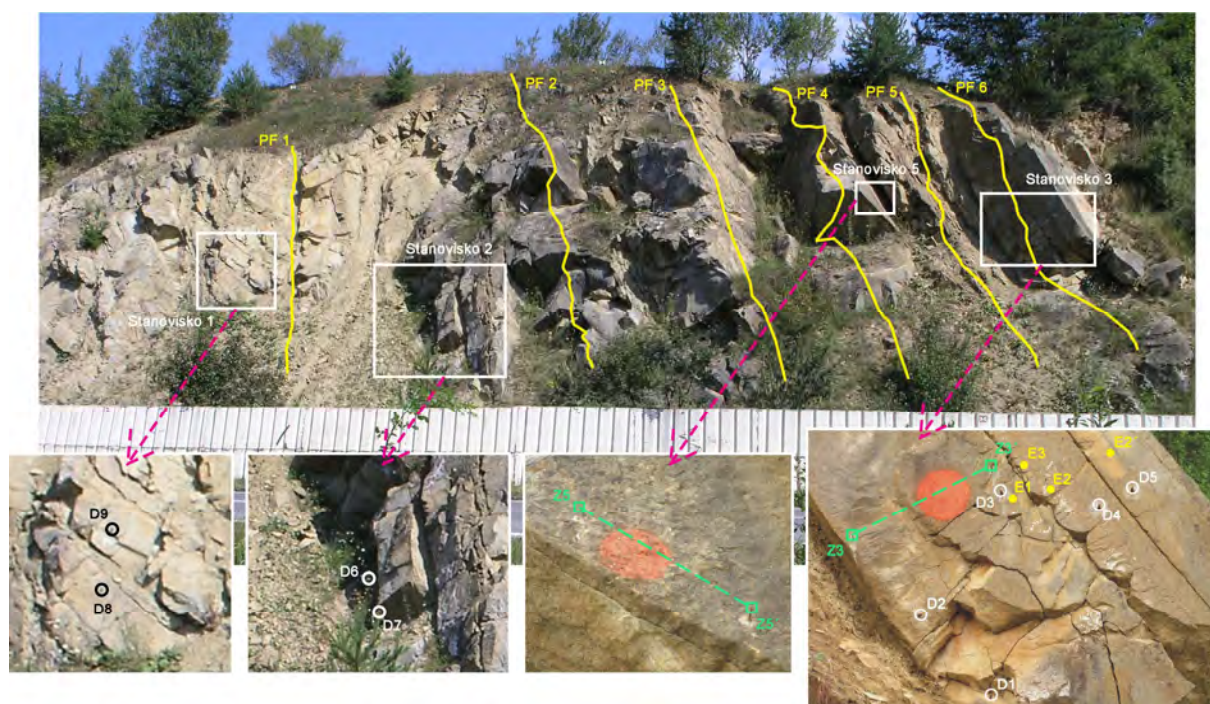
Výraznejší úbytok materiálu bol zaznamenaný v roku 2012 na ľavom okraji meraného profilu, v dôsledku čoho došlo k zmene jeho konfigurácie. Aj keď uvedený odkryv bezprostredne neohrozuje žiadny objekt infraštruktúry, odporúčame pokračovať v hodnotení zvetrávania a rozvoľňovania, keďže ide o jedinou lokalitu tufov, pozorovanú v rámci monitoringu. Najbližšie meranie mikromorfologických zmien, na základe ktorého bude možné posúdiť ďalší vývoj procesu zvetrávania, bude realizované v roku 2014.

1.4.42. Lokalita Demjata

Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty 1. triedy Prešov – Bardejov č. 5/15 sa nachádza cca 700 m severne od obce Demjata. Vytvorený bol začiatkom deväťdesiatych rokov v prostredí paleogénneho flyšového súvrstvia. Vzhľadom na intenzívne rozvoľňovanie vyšších partií zárezu dochádzalo k ohrozeniu premávky na ceste. Z tohto dôvodu bol vybudovaný záchytný múr s výškou cca 2 m. Priestor medzi múrom a svahom sa už vo viacerých miestach prakticky zaplnil úlomkami horniny a bloky väčších rozmerov, uvoľnené z vyšších častí svahu, sa môžu zrútiť priamo na cestnú komunikáciu.

Monitorovacie pozorovania, sústredené na južnú časť východnej steny zárezu, sa na lokalite vykonávajú metódami fotogrametrie od roku 1995. Od roku 2000 sa rozsah meraní rozšíril o dilatometrické pozorovania vo vybraných úsekoch monitorovanej steny zárezu a obnovili sa i merania mikromorfologických zmien skalnej steny (obr. 1.159). Podrobnejšie informácie o lokalite sú súčasťou správ z predchádzajúceho obdobia (napr. Iglárová et al., 2011).



Obr. 1.159. 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): nachádza sa na protiláhlej stene skalného zárezu;
Stanovisko 5: body Z5 a Z5' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013, sú zhrnuté v tab. 1.48.

Tab. 1.48 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Fotogrametrické merania: - Metóda Pozemnej stereofotogrametrie;	6	PF1 až PF6	1 (3. november)	0 (nemerané)
- Terestrické laserové skenovanie	1 6	Celá plcha skalného zárezu, Vybrané bloky	1 (3. november)	0 (nemerané)
Dilatometrické Merania: - Dilatometer Somet	6	E1, E2, E3, E2', E4, E5	1 (13. jún)	1 (14.máj)
- Meradlo posuvov	7	D1, D2, D3, D4, D5, D8, D9a	1 (13. jún)	1 (14.máj)
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	16	2 stanoviská MZ	1 (29. marec)	0 (nemerané)
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>	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

V roku 2013 fotogrametrické meranie na lokalite nebolo realizované. Frekvencia fotogrametrických meraní je stanovená 1x za 2 roky, a teda overenie stability zárezu je plánované na rok 2014.

a/ Dilatometrické merania

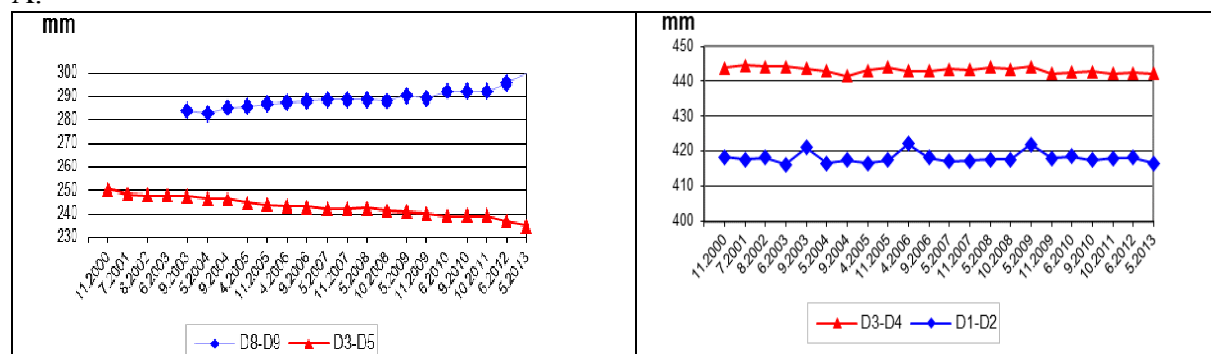
a1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na stanovisku č. 3 (obr. 1. 159), kde sú na troch výrazných lavicovitých blokoch inštalované štyri meracie body – E1 (prvý blok), E2, E3 (druhý blok) a E2' (tretí blok). 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.

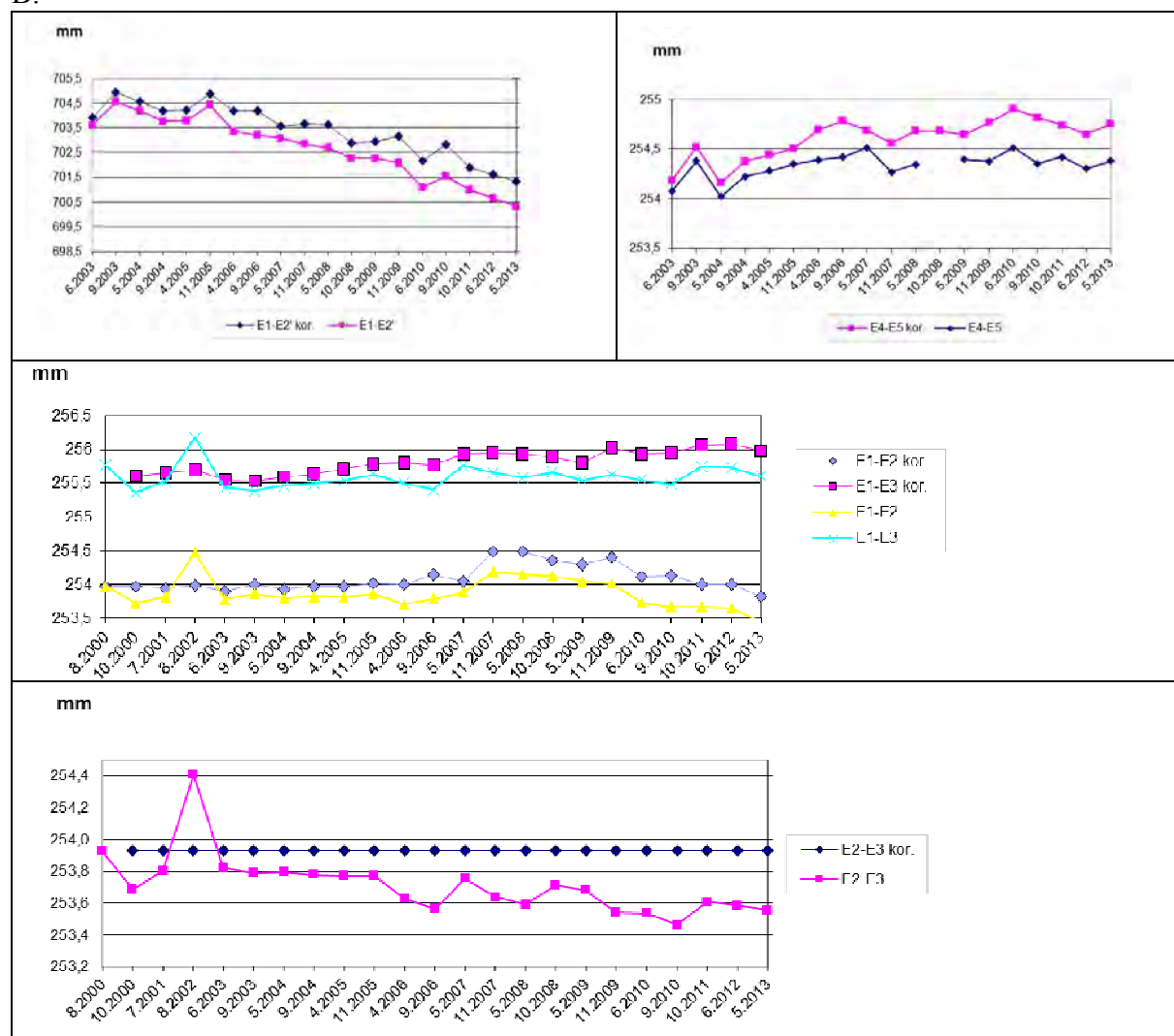
V roku 2013 pokračoval súvislý posun okrajovej lavice skalného bloku, v tejto časti masívu bola pozorovaná aj aktivácia uvoľnených horninových blokov v jeho podloží. Najväčšia zmena medzi meraniami v ročnom monitorovacom cykle bola zaznamenaná na stanovisku 3 medzi bodmi E1 – E2' s hodnotou 0,34 mm, Celkový posun na tomto mieste dosiahol 5,75 mm od počiatku monitorovania v roku 2000. Zistená bola aj mierna aktivácia

uvoľneného horninového bloku v podloží tejto okrajovej lavice, ktorá je monitorovaná bodmi E1 – E2 a E1 – E3. V priebehu ročného monitorovacieho cyklu 2013 bol na profile E1 – E2 zaznamenaný posun 0,21 mm a na profile E1 – E3 posun 0,12 mm.

A:



B:



Obr. 1.160. 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)

Ostatné merania realizované v období roku 2013 nepreukázali výraznejšie posuny. Ovplyvnené boli cyklickými zmeny šírky diskontinuit, ktoré z celkového hľadiska spomaľujú trend postupného rozvoľňovania diskontinuit. (obr. 1. 160B; príl. 1. 42).

a2/ 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. 1. 159). Skalný blok, na ktorom bol umiestnený bod stanoviska 2, sa zrútil. Na každom zo stanovísk sú body nainštalované tak, aby zachytávali posuv blokov, oddelených výraznou diskontinuitou.

V roku 2013 veľkosť posuvov na okrajovom bloku stanoviska 3 sa prejavila s rovnakou intenzitou ako v roku 2012, bol tu medzi bodmi D3 – D5 dosiahnutý posun 2,0 mm. Ďalšie merania na stanovisku 3 (body D3 – D4) preukázali len cyklický posun, ktorý je skôr prejavom klimatických vplyvov. Oproti roku 2013 sa zintenzívnili posuny na stanovisku 1 medzi bodmi D8 – D9, jeho hodnota počas ročného cyklu monitorovania dosiahla 4,34 mm (obr. 1. 160A, príl. 1. 42).

c/ Merania mikromorfologických zmien

Monitorovanie mikromorfologických zmien sa začalo v roku 1995, avšak v dôsledku skalného zrútenia v roku 1999 došlo k zničeniu profilu. Merania sa obnovili až v roku 2007 na dvoch profiloch (stanovisko 3 s bodmi Z3 a Z3' a stanovisko 5 s okrajovými bodmi Z5 a Z5' – obr. 1.159).

Meraním z dňa 29. marca 2012 bol v profile 3 zaznamenaný celkový priemerný úbytok materiálu (za 5 rokov monitoringu) z masívu -0,1 mm a v profile 5 -0,27 mm (obr. 1.161 a príl. 1.42). V porovnaní s jesenným meraním 2010 bol v profile 3 zaznamenaný priemerný úbytok -0,17 mm a v profile 5 -0,935 mm (rozdiel 18 mesiacov). Najbližšie meranie, ktorým sa overí úbytok materiálu v pozorovanom profile, je plánované na rok 2014.

d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany (indikatív 59220) v roku 2012 dosiahol hodnotu 659,8 mm. V roku 2013 bol nameraný úhrn zrážok s hodnotou 765,6 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.

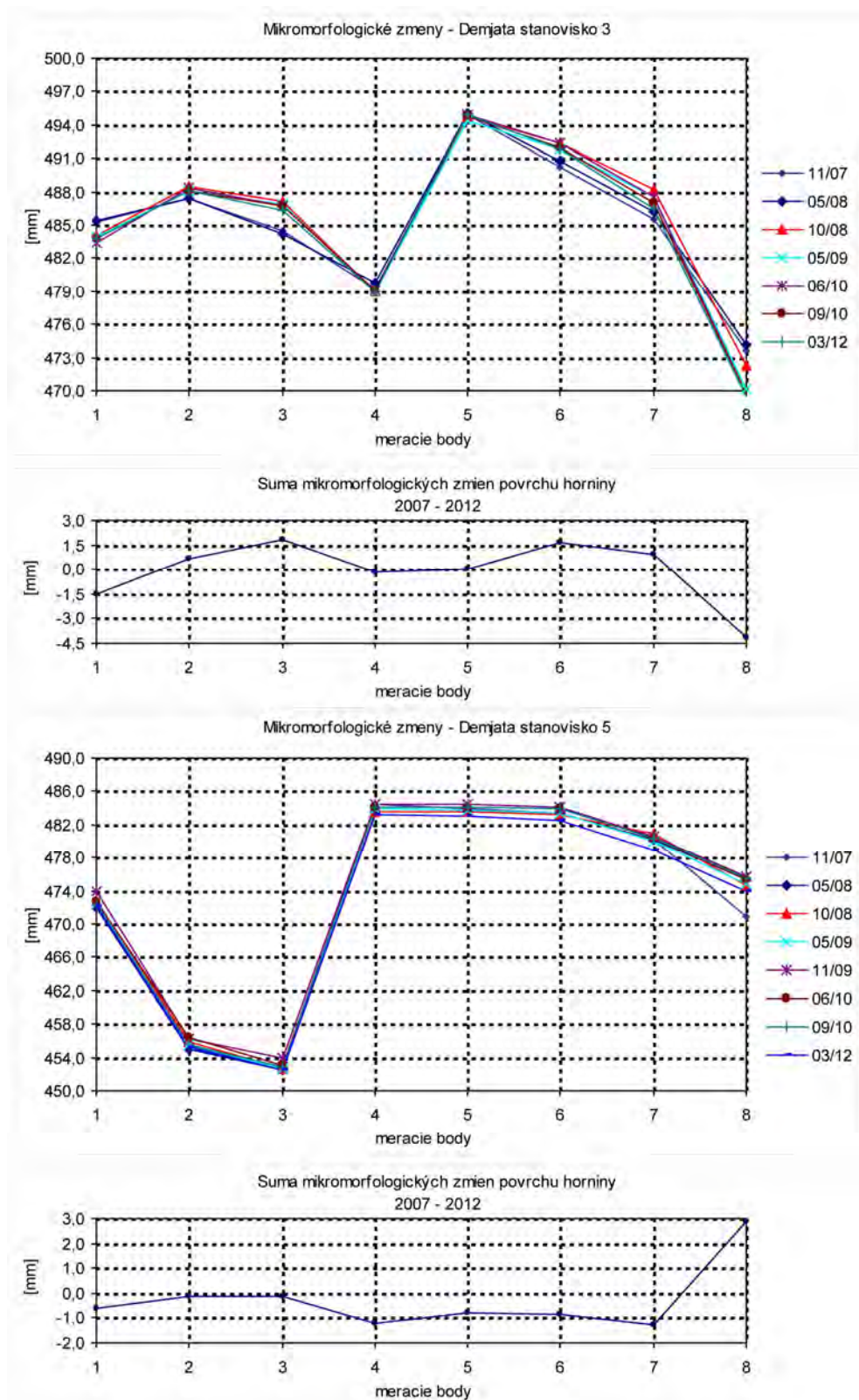
Počet mrazových dní v zime 2010/2012 bol 134 dní, t. j. 118,06 % dlhodobého priemeru na stanici Bardejov a 131 dní, t. j. 109,05 % dlhodobého priemeru na stanici Prešov-vojsko.

V zime 2012/2013 bol počet mrazových dní na stanici Bardejov 114 (100,04 % dlhodobého priemeru) a na stanici Prešov-vojsko 125 dní (104,01 % dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 fotogrametrické meranie na lokalite nebolo realizované. Frekvencia fotogrametrických meraní je stanovená jedenkrát za dvojročné obdobie, a teda overenie stability zárezu je plánované na rok 2014.

Selektívne zvetrávanie a rozvoľňovanie masívu pokračuje, o čom svedčia výsledky časového radu dilatometrických pozorovaní. Dilatometrické merania preukázali pokračujúci trend uvoľňovania okrajových skalných blokov v južnej časti pravostranného zárezu cesty z Demjaty do Raslavič. Pokračuje aj rozvoľňovanie menších pozorovaných blokov na oboch stranách zárezu cesty. Zistená intenzita rozvoľňovania skalných blokov zatiaľ nevyžaduje opatrenia na zaistenie bezpečnosti premávky.



Obr. 1.161. Výsledky merania mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Demjata (stanoviská 3 a 5) v rokoch 2007 až 2012

Na posúdenie aktuálneho stabilného stavu skalného svahu je potrebné v roku 2014 pokračovať v dilatometrických, a aj vo fotogrametrických meraniach. Podobne, v roku 2014 je potrebné doplniť informácie o mikromorfologických zmenách skalnej steny.

1.4.43. Lokalita Starina

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza severovýchodne od mesta Snina, východne od vodnej nádrže Starina v záreze štátnej cesty Snina – Príslop. Leží na východnom okraji Nízkych 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.

Vzhľadom na priamy kontakt cesty s rozsiahlym odkryvom hornín (obr. 1.163), podliehajúcich intenzívnemu zvetrávaniu a potenciálne znižovanie stability skalnej steny, sa pravidelne pomocou meradla mikromorfologických zmien monitoruje rýchlosť zvetrávacích procesov.



Obr. 1.162. Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu štátnej cesty – lokalita Starina (foto Ľ. Petro, 2009)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Mikromorfologické merania sa podobne, ako na ostatných lokalitách, v roku 2013 nerealizovali. V roku 2013 bol zabezpečený zber klimatických ukazovateľov (tab. 1.49).

Tab. 1.49 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Starina v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovisko MZ	1 (28. marec)	0 (nerealizované)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Starina (indikatív 43320)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2012 sa uskutočnilo 1 meranie zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien. V porovnaní s rokom 2010 bola v profile zaznamenaná veľmi výrazná zmena v celej konfigurácii meraného profilu. Priemerný úbytok za obdobie 18 mesiacov bol -3,758 mm. V roku 2010 zaznamenané „rozpínanie“ dosiahlo v priemere až 2,88 mm; znamená to teda, že tak, ako sme signalizovali, došlo k vypadnutiu väčších úlomkov. Priemerný úbytok za celé sledované obdobie (17 rokov) dosiahol -22,47 mm, pričom najväčšia hodnota úbytku bola pozorovaná v ílovcovej polohe v bode 7, t. j. -77,4 mm (obr. 1.162; príl. 1.43). Táto skutočnosť indikuje akcelerované zvetrávanie cestného zárezu. Keďže v roku 2013 merania neboli realizované, najbližšie meranie, ktorým bude možné overiť úbytok materiálu na skalnej stene, je plánované na rok 2014.

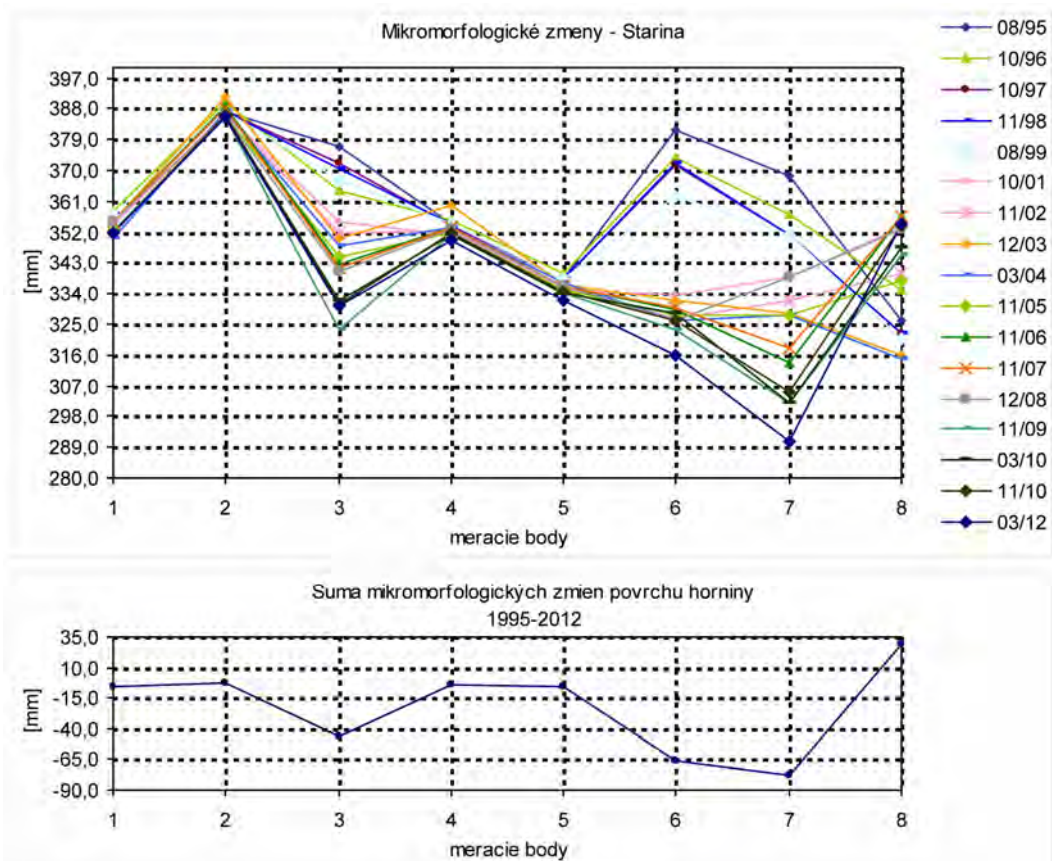
b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Podľa meraní na stanici SHMÚ Starina (indikatív 43320) zrážkový úhrn za rok 2012 predstavoval 799,9 mm a v roku 2013 jeho hodnota klesla na 680,2 mm.

Merania počtu mrazových dní (s minimálnou teplotou nižšou ako 0 °C) na stanici Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993) preukázali v zime 2011/2012 celkovo 129 mrazových dní a v zime 2012/2013 ich počet klesol na 115 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Nestabilné prostredie skalných a poloskalných hornín, vystupujúcich v cestnom záreze, podmieňuje potrebu monitorovania vývoja procesov zvetrávania s prognózou stabilného stavu prostredia. Navyše, na danej lokalite ide o možnosť priameho porovnania selektívneho vývoja týchto procesov v rozdielnom prostredí pieskovcov a ílovcov. V období 2011/2012 sa potvrdilo očakávané vypadnutie väčšieho horninového fragmentu, signalizované predchádzajúcim rozpínaním masívu. Zistené skutočnosti možno aplikovať v analogických prostrediach pri praktických návrhoch zabezpečenia odkrytých stien skalných a poloskalných hornín.



Obr. I.163. Výsledky dlhodobého merania (1995 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Starina

1.4.44. 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. 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 strednotriasových 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, nachádzajúcom sa v spodnej časti skalného bloku (nad turistickým chodníkom) bola inštalovaná trojica bodov. Body R12 a R13 sa nachádzajú na jednom bloku a bod R11 na bloku, oddelenom výraznou diskontinuitou so smerom sklonu 52° a sklonom 70° . Na povrchu skalnej steny je diskontinuita otvorená v rozsahu od 3 do 15 cm, smerom do hĺbky masívu sa postupne zatvára (obr. 1. 164).



Obr. 1.164. Umiestnenie pozorovacích bodov R11, R12 a R13 (Stanovisko 1) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj)

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 uklonenou diskontinuitou so smerom sklonu 282° a sklonom 87° (obr. 1. 124).



Obr. 1.165. Umiestnenie pozorovacích bodov R14 a R15 (Stanovisko 2) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Dilatometrické merania prístrojom Somet sa na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom vykonávajú s dvojročnou frekvenciou. V roku 2013 boli monitorovacie aktivity zamerané na zber a hodnotenie klimatických faktorov. Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v roku 2012, sú zhrnuté v tab. 1. 50.

Tab. 1.50 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom v rokoch 2012 a 2013

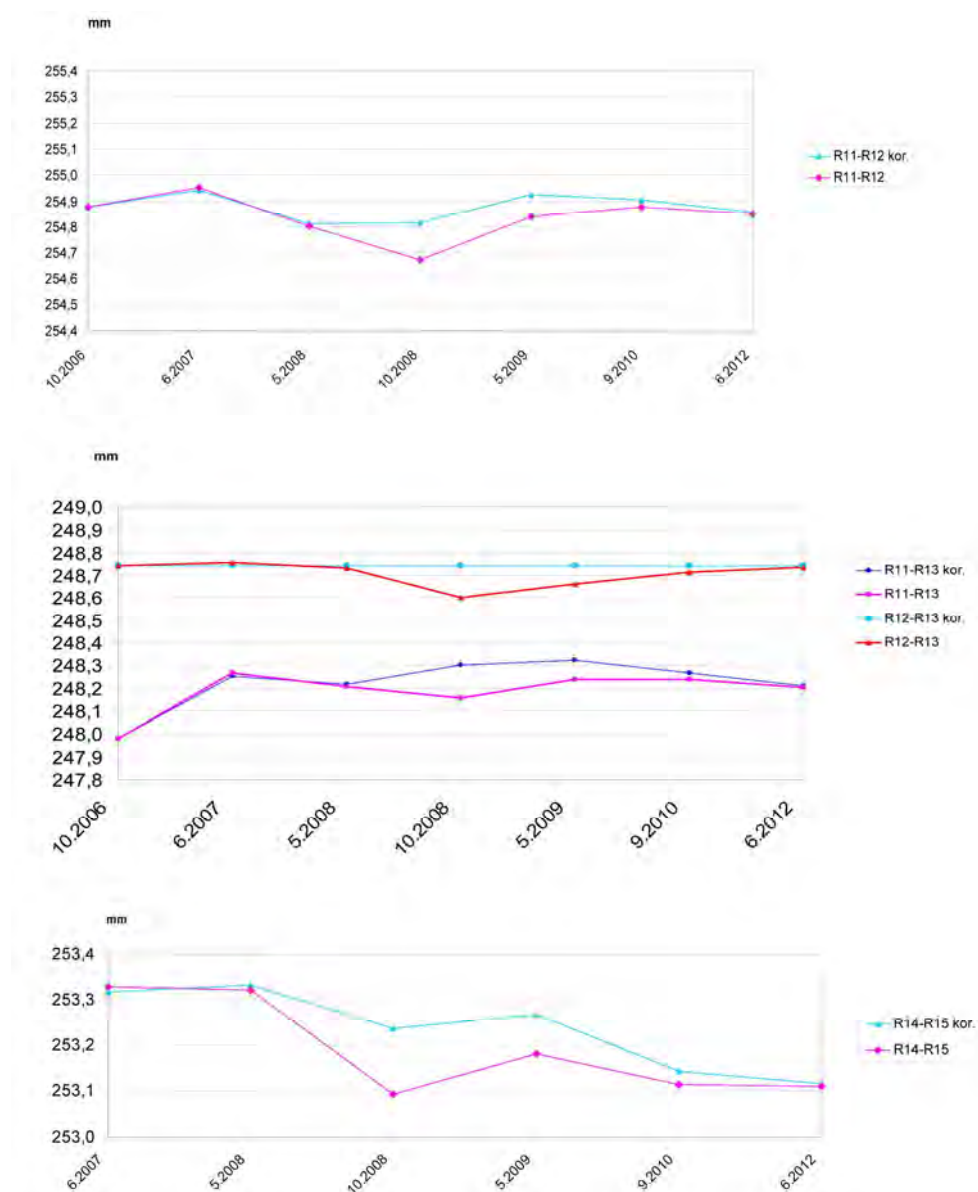
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Dilatometrické merania Dilatometer Somet	3	R11, R12, R13 (stanovisko 1)	1 (14. jún)	0 (nerealizované)
	2	R14, R15 (stanovisko 2)	1 (14. jún)	0 (nerealizované)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Hrabušice (56100)	Mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanica SHMÚ Spišské Vlachy (11949)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013

a/ Dilatometrické merania

Merania realizované v roku 2012 na oboch stanoviskách zaznamenali len nepatrný posuv v porovnaní s meraniami v roku 2010. Z etapového merania na stanovisku 1 v spodnej časti skalného bloku (obr. 1. 164) vyplýva, že v roku 2012 nedošlo prakticky k žiadnemu posuvu horninového bloku – namerané rozdiely medzi etapami vo vzdialenosti bodov R11 a R13 dosiahli 0,037 mm, zmena relatívnej vzdialenosti medzi bodmi R11 a R12 bola ešte menšia (0,025 mm – príl. 1. 44, obr. 1. 164).

Na druhom stanovisku (body R14 a R15 – obr. 1.165) na základe vykonaného merania možno taktiež konštatovať stabilný stav pozorovaných blokov (obr. 1.166). V roku 2013 neboli vykonávané dilatometrické merania. Najbližšej je plánované overenie stability skalných blokov v roku 2014.



Obr. 1.166. 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)

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Hrabušice (indikatív 56100) v roku 2012 dosiahol hodnotu 629,7 mm a v roku 2013 hodnotu 680,2 mm, čo je nárast o 50,5 mm.

Počet mrazových dní, zaznamenaných na stanici SHMÚ Spišské Vlachy (indikatív 11949) bol v zime 2011/2012 151 dní a v zime 2012/2013 klesol na 143 dní, čo je o 8 mrazových dní menej.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Dilatometrické merania na lokalite preukázali dostatočne stabilný stav pozorovaného bloku, preto i frekvencia meraní, ktorá bola zredukovaná na jedno meranie za dvojročné obdobie, sa zdá byť postačujúca. Najbližšie meranie je plánované na rok 2014.

1.4.45. Lokalita Jakub

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v odreze železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub. Odrez má oblúkovitý tvar, jeho výška je 18 m, šírka je 47 m (obr. 1.167). Úlomky hornín uvoľnené v dôsledku tektonického porušenia a mechanického zvetrávania, opadávajú do blízkosti železničnej trate a môžu negatívne ovplyvniť zariadenia zabezpečovacej techniky trate, ako aj samotnú trať.

Na geologickej stavbe lokality sa podieľajú horniny titón-neokómu krížňanského prikrovu. Celý odkryv je prestúpený hustou sieťou puklín, prevažne uzavretých a bez výplne, pozdĺž ktorých sa nachádzajú hrdzavé povlaky oxidov železa.



Obr. 1.167. Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu železnice pri obci Jakub. Červenou líniou je zvýraznené stanovisko umiestnenia meradla morfológických zmien

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Merania mikromorfologických zmien boli naposledy realizované v roku 2012, v roku 2013 sa merania v súlade s nastavenou dvojročnou frekvenciou, nerealizovali. Pokračoval zber údajov o zrážkových úhrnoch a teplote vzduchu – počet mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2012 a 2013 je zhrnutý v tab. 1.51.

Tab. 1.51 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jakub v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovisko MZ	2 (11. apríl, 25. október)	0 (nemerané)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11898)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfológických zmien

Merania v roku 2012 boli uskutočnené 11. apríla a 25. októbra. V roku 2012, v porovnaní s rokom 2010, bola nameraná výrazná zmena v konfigurácii meraného profilu v bode 1. V tomto bode bol zaznamenaný úbytok horninového masívu s hodnotou – 5,78 mm. V správe z roku 2010 sme v tejto sekcii signalizovali rozpínanie horninového masívu s hodnotou +0,76 mm, s predpokladom náhleho vypadnutia väčšieho úlomku, čo sa aj potvrdilo. Počas periódy 2010 – 2012 dosiahol ročný priemerný úbytok -1,02 mm (výsledok významne ovplyvnený vypadnutím väčšieho úlomku v bode 1), pričom priemerný úbytok za celé sledované obdobie (15 rokov) predstavoval v roku 2012 hodnotu -4,16 mm (obr. 1.168; príl. 1.45).

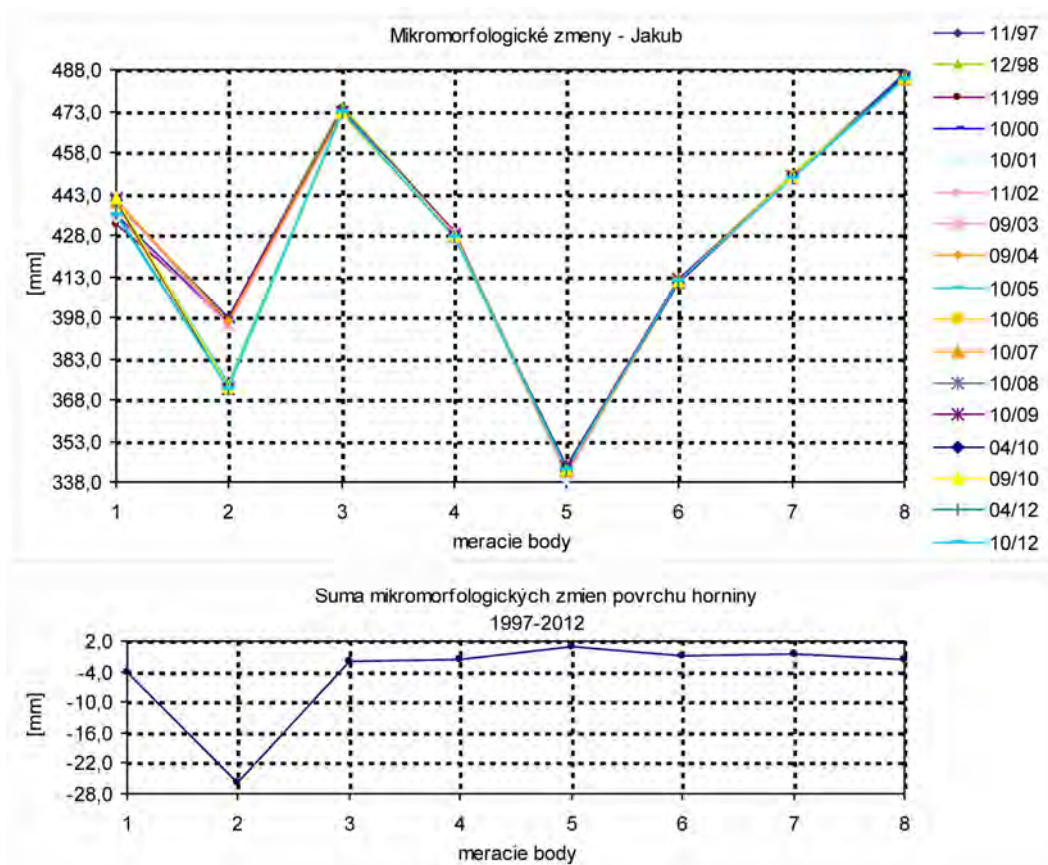
b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300) v roku 2012 dosiahol hodnotu 810,4 mm, čo pri dlhodobom priemere 855,15 mm predstavuje 94,77 % (išlo teda o normálny rok). V roku 2013 bol zrážkový úhrn 987,2 mm (115,4%, išlo teda o vlhký rok).

Počet mrazových dní na stanici SHMÚ v Banskej Bystrici na Zelenej ul. (indikatív 11898) v zime 2011/2012 bol 115 dní, čo pri dlhodobom priemere 105 dní (priemer odvodený z obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008) predstavuje 109,52 % a v zime 2012/2013 sa zvýšil na 102 dní, čo predstavuje 97,14 % z dlhodobého priemeru.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na rozdiel od dlhodobu relatívne rovnomerného zvetrávania horninového masívu v predchádzajúcich rokoch sa v roku 2012 prejavili výraznejšie zmeny v meranom profile, a to výrazným úbytkom – 5,78 mm v bode 1. Tým sa potvrdil náš predpoklad, že v prostredí vápencov sa okrem pomalého procesu rozpúšťania sporadicky prejavujú i dôsledky mechanického zvetrávania náhlým vypadávaním úlomkov zo skalnej steny. Vzhľadom na bezprostredný kontakt skalnej steny s trasou železnice je potrebné v roku 2014 pokračovať v meraniach v jarnom a jesennom cykle, so zameraním sa na prognózu možných uvoľnení nestabilných úlomkov a blokov horniny.



Obr. 1.168. Výsledky dlhodobého merania (1997 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Jakub

1.4.46. Lokalita Bratislava-Železná studnička

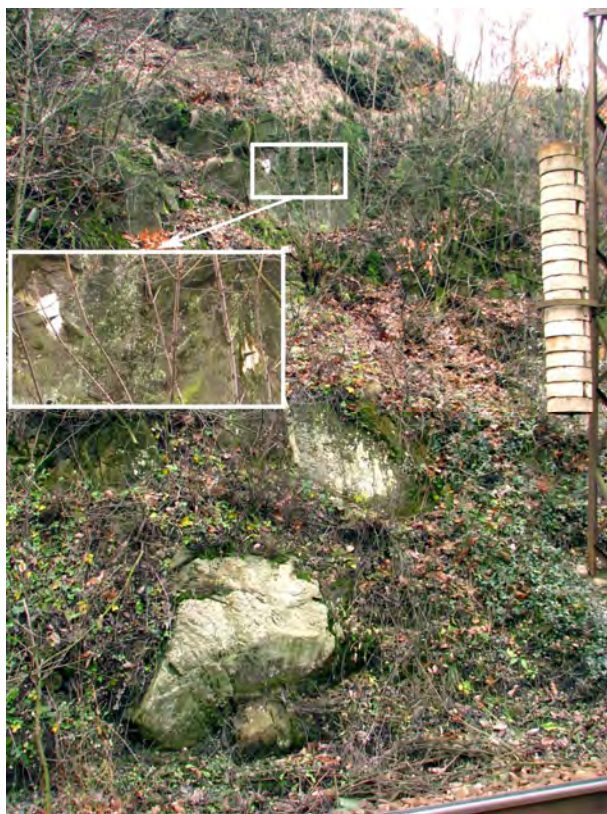
Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v záreze železnice približne 120 m západne od staničnej budovy železničnej zastávky Bratislava-Železná studnička.

Železničný zárez vybudovaný v granodioritoch bratislavského masívu (obr. 1.169) má dĺžku cca 150 m a tvar písmena V so svahmi orientovanými na sever a na juh. Sklon svahov sa pohybuje od 50 do 70°.

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú neskoroorogénne jemno až strednozrnné biotitické a dvojsľudné granodiority bratislavského masívu.

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.



Obr. 1.169. Skalná stena železničného zárezu pri stanici Bratislava-Železná studnička, na ktorej sa vykonáva meranie mikromorfologických zmien povrchu (s detailom umiestnenia meradla morfologických zmien)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

V roku 2012 sa merania mikromorfologických zmien realizovali v marci a decembri. V roku 2013 bol zabezpečený zber klimatologických faktorov – zrážkové úhrny, teploty vzduchu, a najmä počty mrazových dní. Monitorovacie aktivity, realizované na lokalite v rokoch 2012 a 2013 sú v zhrnuté tab. 1.52.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2012 sa uskutočnili 2 merania zmien povrchu odkryvu so severnou orientáciou pomocou meradla mikromorfologických zmien (9. marca a 19. decembra). Celkový priemerný úbytok za 14 rokov sledovania dosiahol – 0,66 mm; priemerný ročný úbytok za

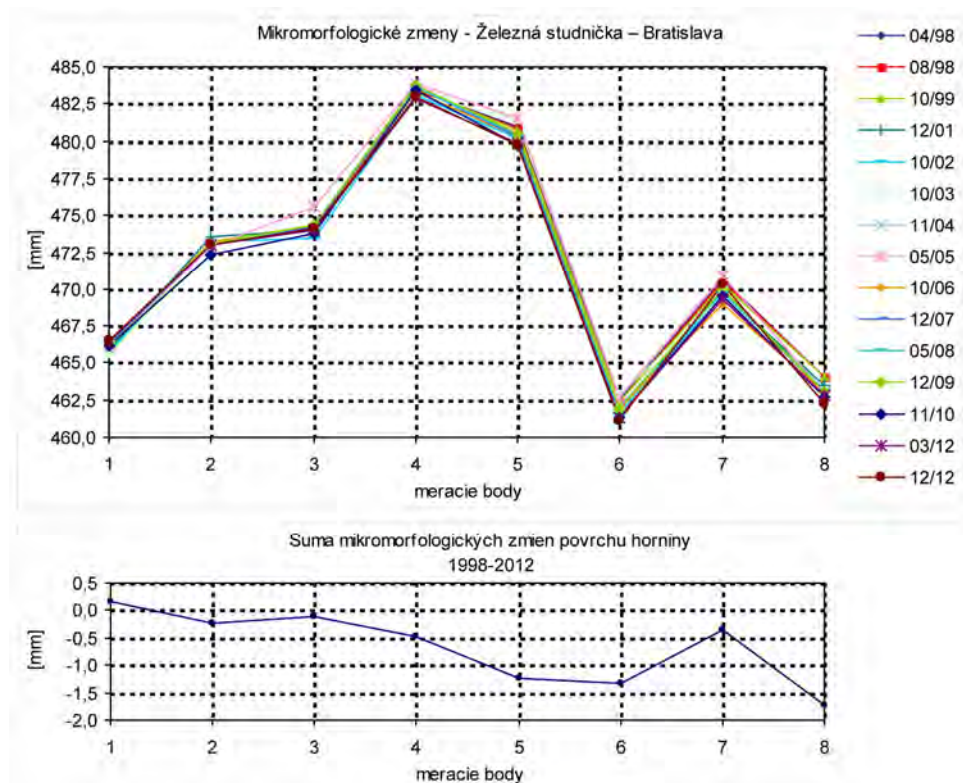
celé sledované obdobie je -0,048 mm. Za posledné dva roky pozorujeme priemerné „rozpínanie“ masívu (+0,105 mm), čo je ovplyvnené najmä bodom 2 (+0,66 mm) a bodom 7 (+0,72 mm, obr. 1.170, príl. 1.46). Táto skutočnosť signalizuje v blízkej budúcnosti odlúpenie relatívne hrubšej kôry zvetrania.

Tab. 1.52 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bratislava-Železná studnička v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Mikromorfológické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovisko MZ	2 (9. marec, 19. december)	0 (nemerané)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17080)	Denné úhrny zrážok	
Meranie Počtu mrazových dní	2	Stanice SHMÚ: Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 11810) Bratislava-Koliba (indikatív 11813)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17080) v roku 2012 dosiahol 574,5 mm a v roku 2013 stúpol na hodnotu 664,3 mm.



Obr. 1.170. Výsledky dlhodobého merania (1998 – 2012) mikromorfológických zmien povrchu odkryvu na lokalite Bratislava-Železná studnička

Počet mrazových dní zaznamenaných na stanici SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina, (indikatív 11810) v zime 2011/2012 bol 80 a v zime 2012/2013 stúpol na 94 dní, čo predstavuje o 14 mrazových dní viac. Na stanici SHMÚ Bratislava – Koliba (indikatív 11813) bolo počas zimy 2011/2012 zaznamenaných 82 mrazových dní a počas zimy 2012/2013 počet mrazových dní stúpol na 103.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

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 v roku 2014 pokračovať v sledovaní rozvoja procesu zvetrávania s rovnakou frekvenciou (jarné a jesenné meranie) a zamerať sa na možné parciálne prejavy nestability na skalnej stene.

1.47. Lokalita Pezinská Baba

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza vo svahu asi 1200 m západne od horského sedla Baba smerom na obec Pernek. Predmetom monitoringu je odrez cesty II. triedy 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 (Polák et al., 2012).

Na lokalite sú v súčasnosti funkčné dve stanoviská na meranie mikromorfologických zmien – stanovisko 2 a stanovisko 3 (obr. 1.171).



Obr. 1.171. Situovanie stanovísk 2 a 3 na lokalite Pezinská Baba na meranie mikromorfologických zmien povrchu horniny na svahu odrezu cesty

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Podobne ako i v prípade ostatných lokalít, na ktorých sú monitorovacie aktivity zamerané predovšetkým na merania mikromorfologických zmien boli posledné merania realizované v roku 2012. V roku 2013 bola pozornosť venovaná zberu a analýze klimatologických ukazovateľov. Súhrnný prehľad monitorovacích aktivít, realizovaných v rokoch 2012 a 2013 je zhrnutý v tab. 1.53.

Tab. 1.53 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Pezinská Baba v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny	16	2 stanoviská MZ	2 (9. marec, 19. októbra)	0 (nemerané)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Pernek (indikatív 16180)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ: Modra-Piesok (indikatív 11833)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2012 sa v dňoch 9. marca a 19. októbra uskutočnili 2 cykly meraní zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien na profiloch II a III.

Na profile II (obr. 1.172, príl. 1.47) bol v roku 2012 v porovnaní s rokom 2010 zaznamenaný najväčší úbytok horninového masívu v bode 8 (-0,56 mm). Celkový priemerný ročný úbytok dosiahol za obdobie 2010 až 2012 hodnotu -0,07 mm a priemerná hodnota ročného úbytku za celé sledované obdobie (7 rokov) predstavuje -0,18 mm. Celkový priemerný úbytok na profile II je -1,27 mm.

V porovnaní s rokom 2010 bola zaznamenaná výraznejšia zmena v konfigurácii profilu III. V bode 1 toho profilu došlo k výraznému úbytku -11,14 mm, čo signalizuje odlúpnutie väčšieho fragmentu. Naproti tomu, v tom istom profile došlo za posledné 2 roky k výraznému „rozpínaniu“ horninového masívu v bode 3 (11,8 mm), čo signalizuje v blízkej budúcnosti odlúpenie relatívne hrubšej kôry zvetrania. Aj v bodoch 4 až 8 bolo namerané „rozpínanie“ povrchu monitorovaného masívu; vďaka tomu v rámci celého profilu III priemerná hodnota „rozpínania“ v porovnaní s rokom 2010 dosiahla +1,32 mm. Ročný priemer „rozpínania“ na tomto stanovisku predstavuje hodnotu +0,56 mm a priemerné rozpínanie za celé monitorované obdobie (6 rokov) hodnotu +3,4 mm (obr. 1.172, príl. 1.47). Vďaka uvedeným skutočnostiam je možné v blízkej dobe očakávať výraznejší úbytok v dôsledku vypadnutia väčšieho fragmentu či bloku horninového masívu.

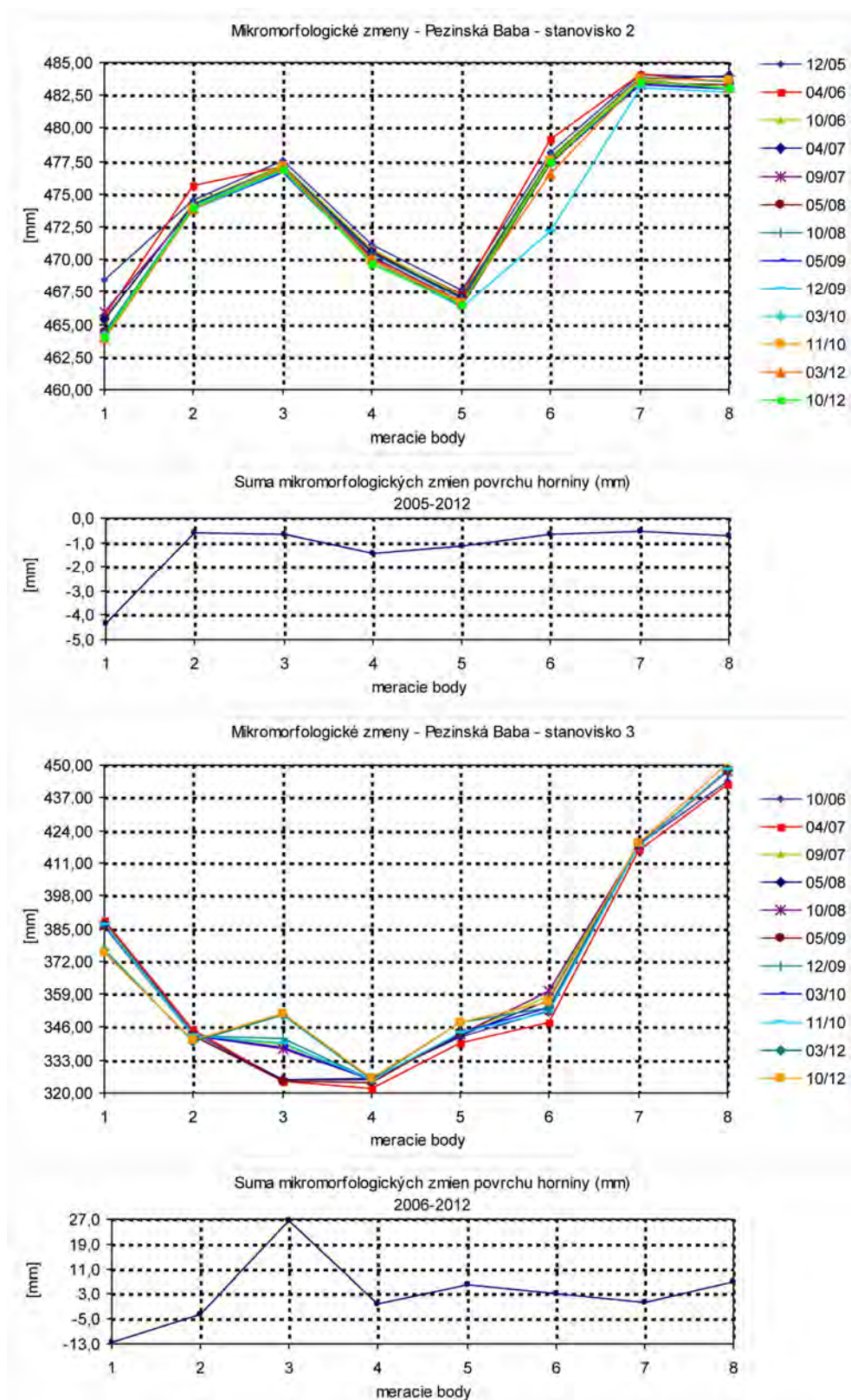
b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Pernek (indikatív 16180) v roku 2012 dosiahol 585,3 mm a v roku 2013 bol 822,9 mm, čo je nárast až o 237,6 mm zrážok za rok.

Počet mrazových dní v zime 2011/2012 bol 102 (stanica Modra-Piesok, indikatív 11833), v zime 2012/2013 ich bolo zaznamenaných 117.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Vzhľadom na priamy kontakt skalnej steny odrezu s frekventovanou cestnou komunikáciou považujeme za potrebné v roku 2014 pokračovať v monitorovacích pozorovaniach v zaužívanom cykle (jar, jeseň). O oprávnenosti monitoringu svedčí aj skutočnosť, že výsledky monitorovania mikromorfologických zmien boli použité v rámci inžinierskogeologického prieskumu štátnej cesty II. triedy č. 503, ohrozenej svahovými deformáciami a opadávaním skál (Polák et al., 2012) v roku 2010. V uvedenom úseku cesty správca cestnej komunikácie pravidelne v jarnom období odstraňuje úlomky a bloky, ktoré padajú na cestnú komunikáciu a ohrozujú dopravu.



Obr. 1.172. Výsledky dlhodobého merania (2005 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny na lokalite Pezinská Baba na stanoviskách 2 a 3

1.48. Lokalita Lipovník

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza v odreze štátnej cesty I. triedy v úseku Lipovník – Jablňov nad Turňou. 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. 1.173).



Obr. 1.173. Skalná stena odrezu cesty na lokalite Lipovník (s detailom umiestnenia meradla mikromorfologických zmien – foto Ľ. Petro, 2006)

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú spodnotriasové slienité bridlice (skýt), slienité vápence a vápence sinských vrstiev silicika Slovenského krasu (Mello et al., 1997).

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. Silne zvetrané slienité vápence a slienité bridlice sú v styku s vodou nestále, rýchlo sa rozpadávajú a rozkladajú.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Merania mikromorfologických zmien na skalnej stene cestného zárezu sa naposledy realizovali v roku 2012. V aktuálne hodnotenom roku bol zabezpečený zber a spracovanie údajov zo staníc SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180) a Rožňava (indikatív 11944). Súhrnný prehľad monitorovacích aktivít, realizovaných na lokalite v rokoch 2012 a 2013 je zhrnutý v tab. 1.54.

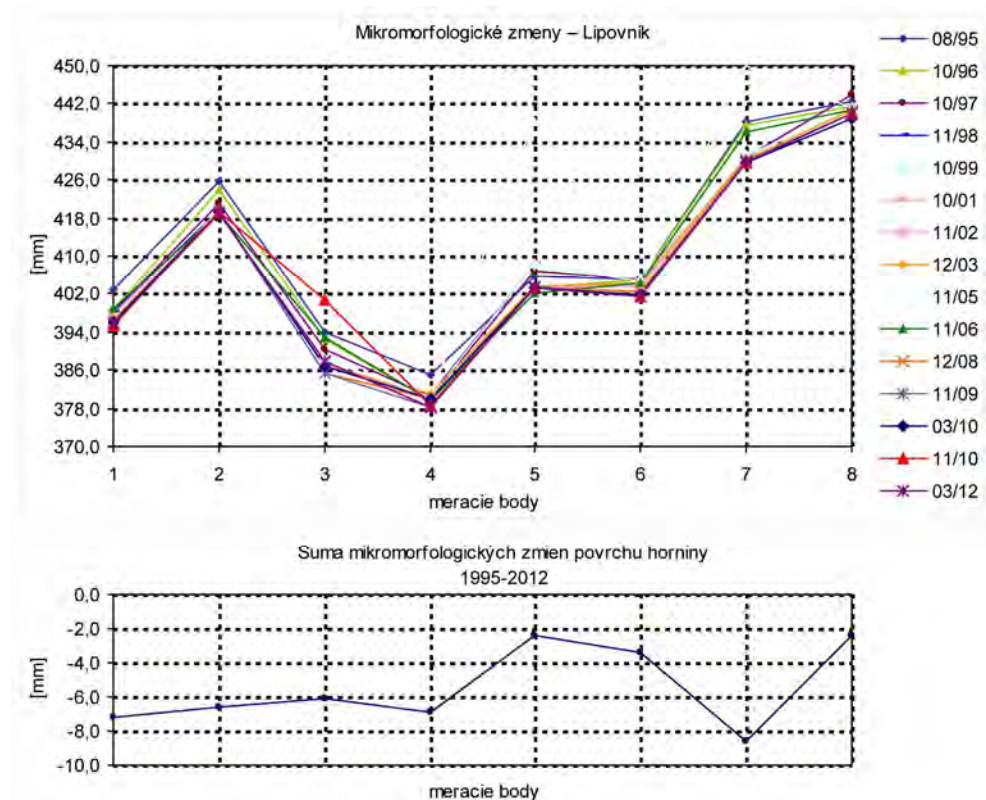
Tab. 1.54 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lipovník v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2012	Rok 2013
Mikromorfológické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovisko MZ	1 (26. marec)	0 (nemerané)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Rožňava (indikatív 11944)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2012 sa 26. marca uskutočnilo meranie zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien. Za sledované 17-ročné obdobie bol pozorovaný priemerný úbytok -5,44 mm, čo predstavuje priemerný ročný úbytok -0,32 mm (obr. 1.174, príl. 1.48); táto hodnota je výrazne ovplyvnená vypadnutím úlomku v bode 3 – rozdiel za posledných 18 mesiacov tu dosiahol -13 mm. Túto skutočnosť sme signalizovali na základe pozorovaného rozpínania horninového masívu v bode 3 (+15,46 mm) už v roku 2010.



Obr. 1.174. Výsledky dlhodobého merania (1995 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Lipovník

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180) v roku 2012 dosiahol hodnotu 616,9 mm a v roku 2013 stúpol o 89,1 mm a dosiahol hodnotu 706,0 mm.

Počet mrazových dní na stanici SHMÚ v Rožňave (indikatív 11944) v zime 2011/2012 dosiahol 80 (údaj nie je kompletný, pretože v období od 1. do 12. novembra neboli k dispozícii údaje o teplote vzduchu) a v zime 2012/2013 bolo zaznamenaných 109 mrazových dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

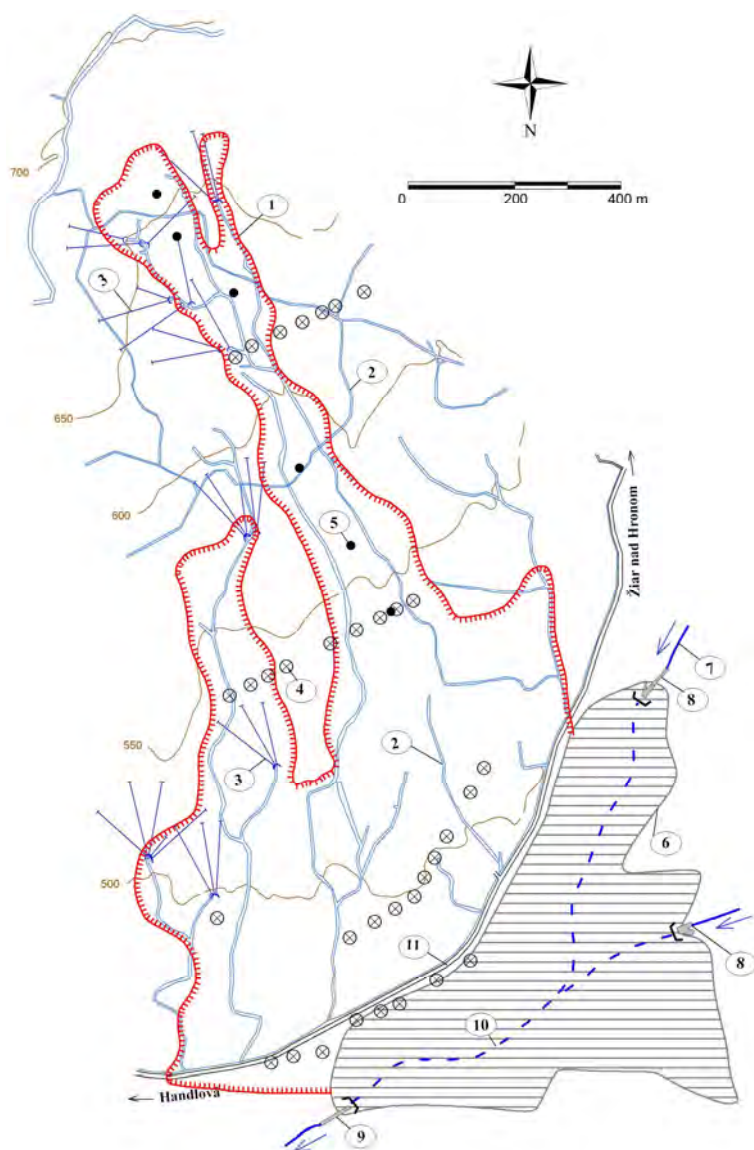
Podľa výsledkov merania sa zvetrávanie hornín a rozvoľňovanie masívu začína v poslednom období zrýchľovať. Pravdou je tiež, že uvedený zárez s južnou expozíciou je v porovnaní so začiatkom meraní v roku 1995 zarastený náletovými drevinami (najmä borovica), ktoré svojim tienением znižujú efekt cyklického premrzania a roztápania vody v povrchových

častiach masívu. Zrútené úlomky sú relatívne malých rozmerov a nepredstavujú akútne ohrozenie prevádzky na ceste. Napriek tomu odporúčame v roku 2014 pokračovať v meraniach, pri terénnych hodnoteniach sa sústrediť na polohy menej odolných slienitých bridlíc a identifikovať prípadné potenciálne bloky, ktoré by mohli vypadnúť zo steny.

1.4.49. Lokalita Stabilizačný násyp Handlová

Stručná charakteristika lokality

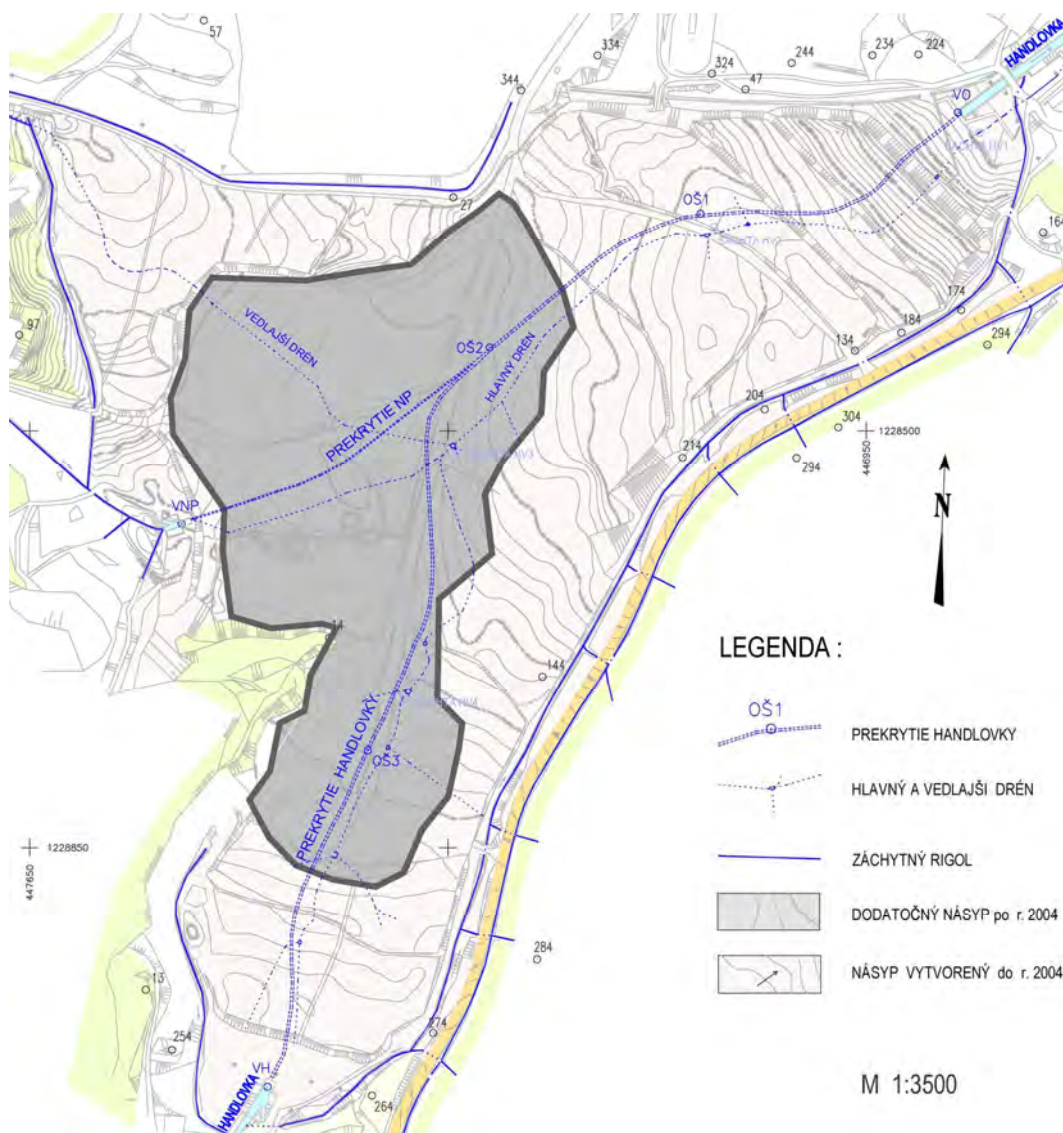
Po katastrofálnom zosuve na východnom svahu rieky Handlovky, ktorý vznikol v decembri 1960 a viackrát sa aktivizoval, a po preukázaní nestability ďalších úsekov svahov na obidvoch brehoch Handlovky, vznikla nutnosť stabilizácie celého územia v priestore pod Svetlým vrchom. Ako najvhodnejšie opatrenie bola vybraná realizácia Stabilizačného násypu, ktorý sa po preložení vôd Handlovky a Nepomenovaného potoka do potrubia 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. triedy i bezpečnosť obytnej zástavby v najbližšom okolí (obr. 1.175).



Obr. 1.175. Lokalita Handlová – situovanie Stabilizačného násypu na úpätí svahu katastrofálneho zosuvu z roku 1960/1961. 1 – morfológické ohraničenie katastrofálneho zosuvu, 2 – povrchové odvodňovacie rigoly, 3 – horizontálne odvodňovacie vrty, 4 – geodetické body, 5 – inklinometrické vrty, 6 – ohraničenie telesa Stabilizačného násypu, 7 – tok rieky Handlovky, 8 – vtokové objekty Handlovky a Nepomenovaného potoka (na južnom a západnom okraji Stabilizačného násypu), 9 – výtokový objekt, 10 – umiestnenie toku Handlovky a Nepomenovaného potoka do ocelového potrubia, prekrytého Stabilizačným násypom, 11 – štátna cesta z Handlovej do Žiaru nad Hronom

Materiál vlastného stabilizačného násypu pozostáva z nehomogénnych, veľmi rôznorodých navážok. Ide prevažne o íly s premenlivým obsahom pevných úlomkov vulkanických hornín, menej pieskocov a zlepcov. Hrúbka navážok závisí od konfigurácie telesa násypu; maximálna je v mieste pôvodného koryta Handlovky a vzhľadom na pokračujúce ukladanie materiálu sa postupne zväčšuje (obr. 1.176). Žiaľ, v poslednom období

dochádza k nekoordinovanému ukladaniu rôznych nevhodných materiálov v rôznych častiach násypu (obr. 1.177).



Obr. 1.176. Aktuálny stav dosypávania Stabilizačného násypu po roku 2004

V podloží materiálu navážok sa sporadicky a okrajovo nachádzajú pôvodné deluviálne, fluválne, 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, prachovcov a slieňovcov. Nachádzajú sa priamo pod navážkami SN alebo pod kvartérnymi sedimentmi.



Obr. 1.177. Ukladanie nevhodných materiálov na západnom okraji násypu (neďaleko od vtokového objektu Nepomenovaného potoka) a vytváranie „jazier“ neznámych viskózných látok (foto Z. Nagy, 2008)

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 bola doplnená 24 nivelačnými značkami;
- inklinometrické merania vykonávané pôvodne v 13 vrtoch, rozmiestnených prevažne v hodnotených stabilných 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 et al., 2013).

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.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2012 a 2013 na lokalite Stabilizačný násyp Handlová, sú zhrnuté v tab. 1.55.

Tab. 1.55 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Stabilizačný násyp v rokoch 2012 a 2013

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2012	2013
Geodetické	6	VH, VNP, OŠ 3, OŠ 2, OŠ 1, VO	1 (október)	1 (október)
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 (október)	1 (september)
Meranie hlĺbky hladiny podzemnej vody	14	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,	12 (1x za mesiac)	9 (1x za mesiac)
	25	M-1 až 3, N-1 až 4, NV-1, 4, 7, 8, 105, PV-4, 107	49 (každý týždeň)	49 (každý týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

Situovanie pozorovaných objektov je na obr. 1.178 a 1.179. Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2012 a 2013 sú zhrnuté v príl. 1.49.

a/ Merania pohybov podložia pod prekrytím Handlovky a Nepomenovaného potoka

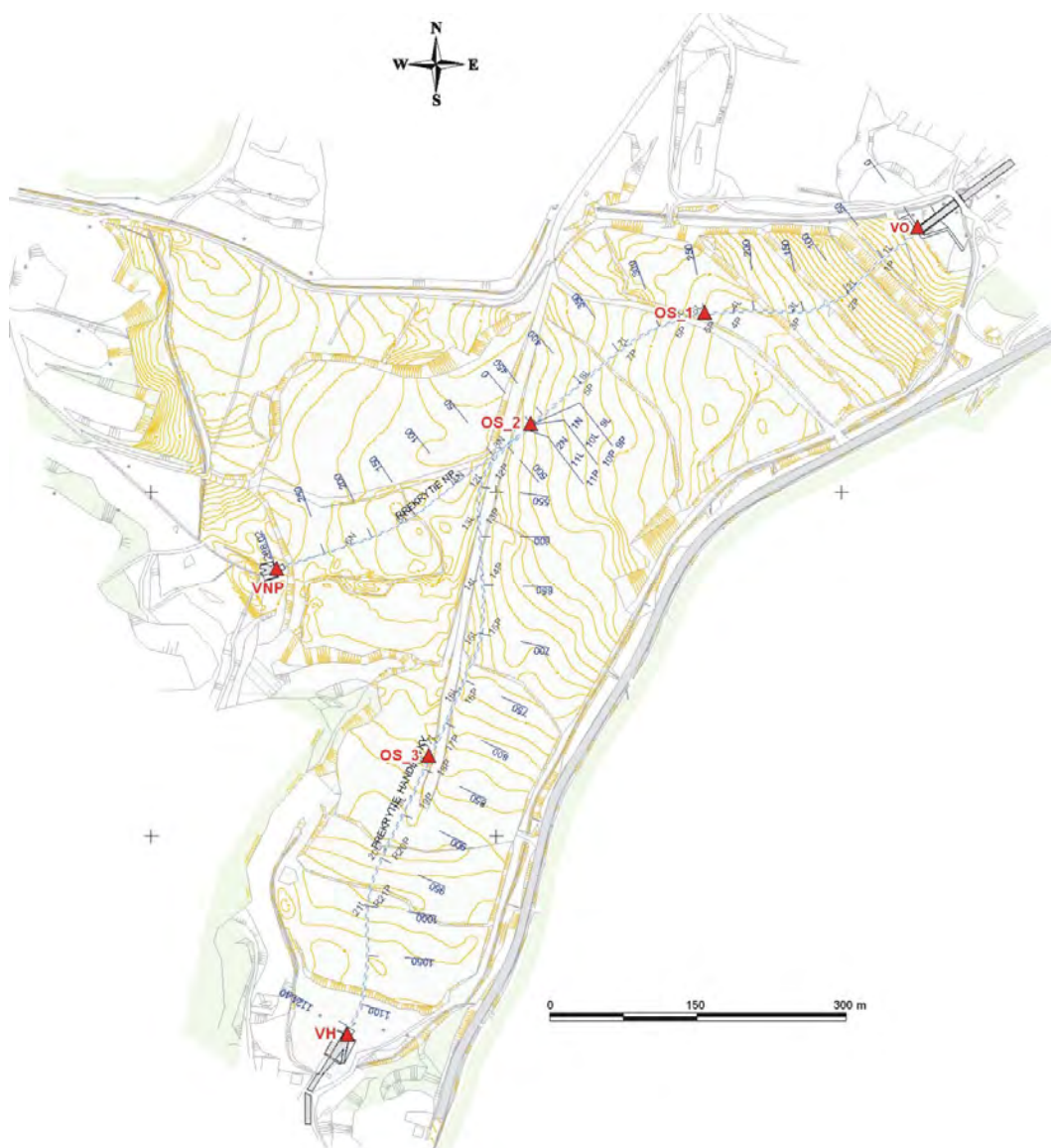
Na prekrytí obidvoch tokov je v podloží násypu inštalovaných po celej dĺžke recipientu 6 indikačných bodov, ktorých polohové a výškové pohyby boli merané od roku 1991 až do roku 2004 3-krát v priebehu každého roka.

Na základe vyhodnotenia výsledkov meraní bola poverenou organizáciou pre technicko-bezpečnostný dohľad pôvodná druhá kategória stavby SN preradená do tretej, s odporúčenou frekvenciou meraní raz ročne.

V rokoch 2012 a 2013 boli na všetkých šiestich indikačných bodoch (VH, VNP, OŠ 3, OŠ 2, OŠ 1, VO) prekrytia (obr. 1.178) vykonané výškové merania (49. a 50. kontrolné výškové meranie). 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 2012 sa indikačný bod na výtokovom objekte

VO posunul v priečnom smere o 1,3 mm a v pozdĺžnom smere (proti toku) o -1,8 mm. V roku 2013 sa v porovnaní s rokom 2012 indikačný bod v priečnom smere posunul o -0,2 mm a v pozdĺžnom smere o +1,8 mm. Tieto hodnoty majú bezpečný odstup od definovaných medzných posunutí (Hagara et al., 2013).



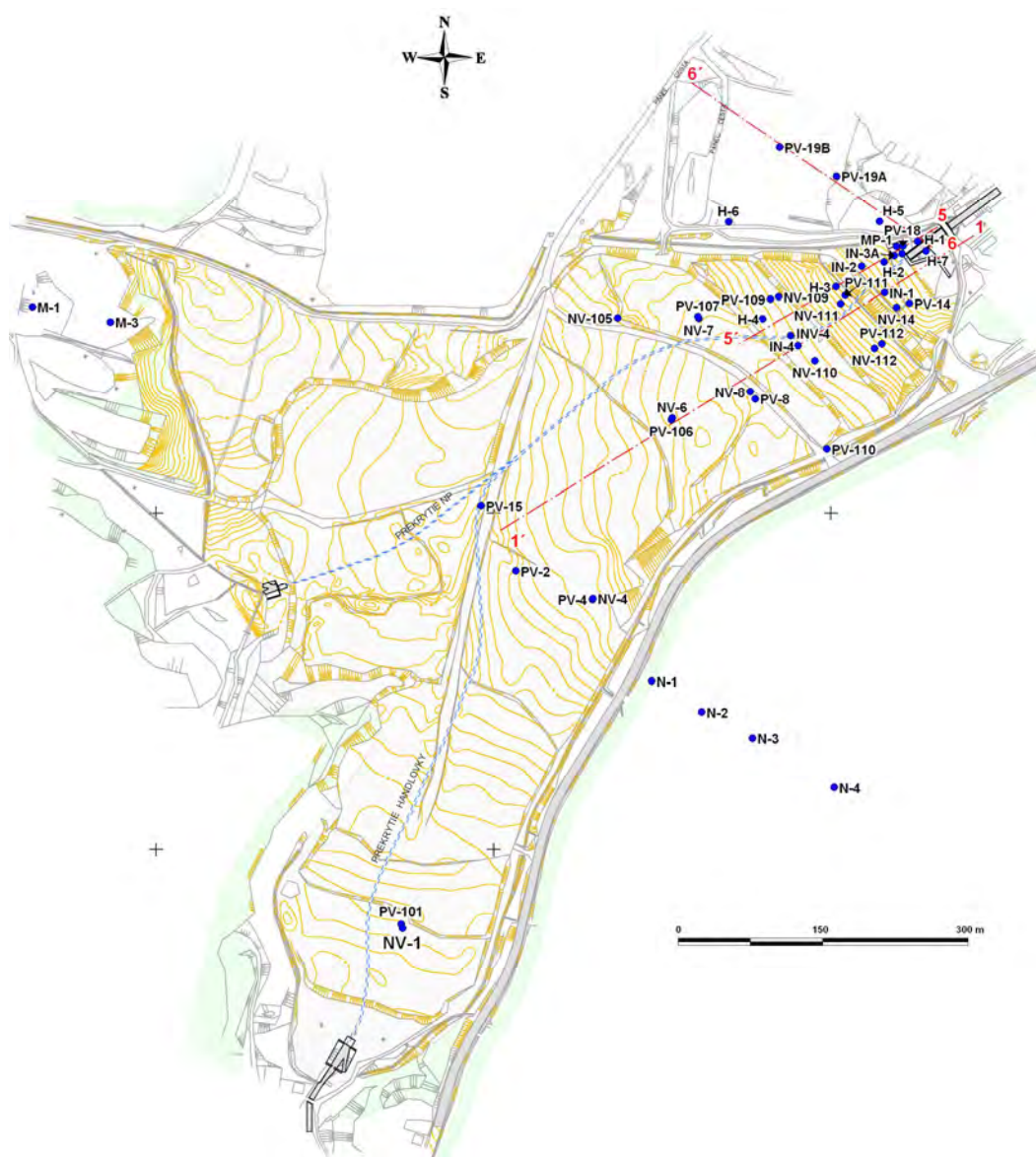
Obr. 1.178. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia indikačných bodov meraných geodetickými metódami (vyznačené červenou farbou), meracích staníc v ocel'ovom potrubí (L – ľavé potrubie, P – pravé potrubie, N – potrubie Nepomenovaného potoka) a staničenia potrubia (modrou farbou)

Z dlhodobého hľadiska má poloha hlavného indikačného bodu VO v roku 2013 posunutie (v porovnaní s polohou v roku 1991) v priečnom smere +7,3 mm a v pozdĺžnom smere -10,7 mm (príl. 1.49). Tieto hodnoty majú bezpečný odstup od definovaných medzných posunutí.

Z celkových a medziročných nameraných vodorovných pohybov bodu VO, s prihliadnutím na priečnu a pozdĺžnu „tuhosť prekrytia“ v polohe sledovaného bodu na dolnom okraji konštrukcie a v smere pôsobiacich aktívnych síl, možno vysloviť záver, že indikačné body OŠ1, OŠ2, OŠ3, s prihliadnutím k ročnému nárastu priečných trhlín na potrubí, nepresahujú veľkosťou a smerom pozdĺžny posun bodu VO. Hodnoty

horizontálnych posunov všetkých indikačných bodov majú bezpečný odstup od medzných posunutí uvedených vyššie a bod VO za uplynulý rok klesol iba o 0,6 mm.

Výškové zmeny indikačných bodov počas etapy merania 2012 a 2013 sa nachádzajú v intervale 0,2 až -1,1, pričom najväčšie vertikálne zmeny boli zaznamenané na bode OŠ 2. Pomerne vysoká hodnota sadania v tomto bode korešponduje s pretrvávajúcim deponovaním násypu nad sútokovým objektom. Z tohto dôvodu je nevyhnutné ukončenie skládkovania banského odpadu priestore OŠ2. Na túto skutočnosť plánujeme upozorniť i vedenie spoločnosti Hornonitrianske bane Prievidza, a. s., pracovisko baňa Handlová.



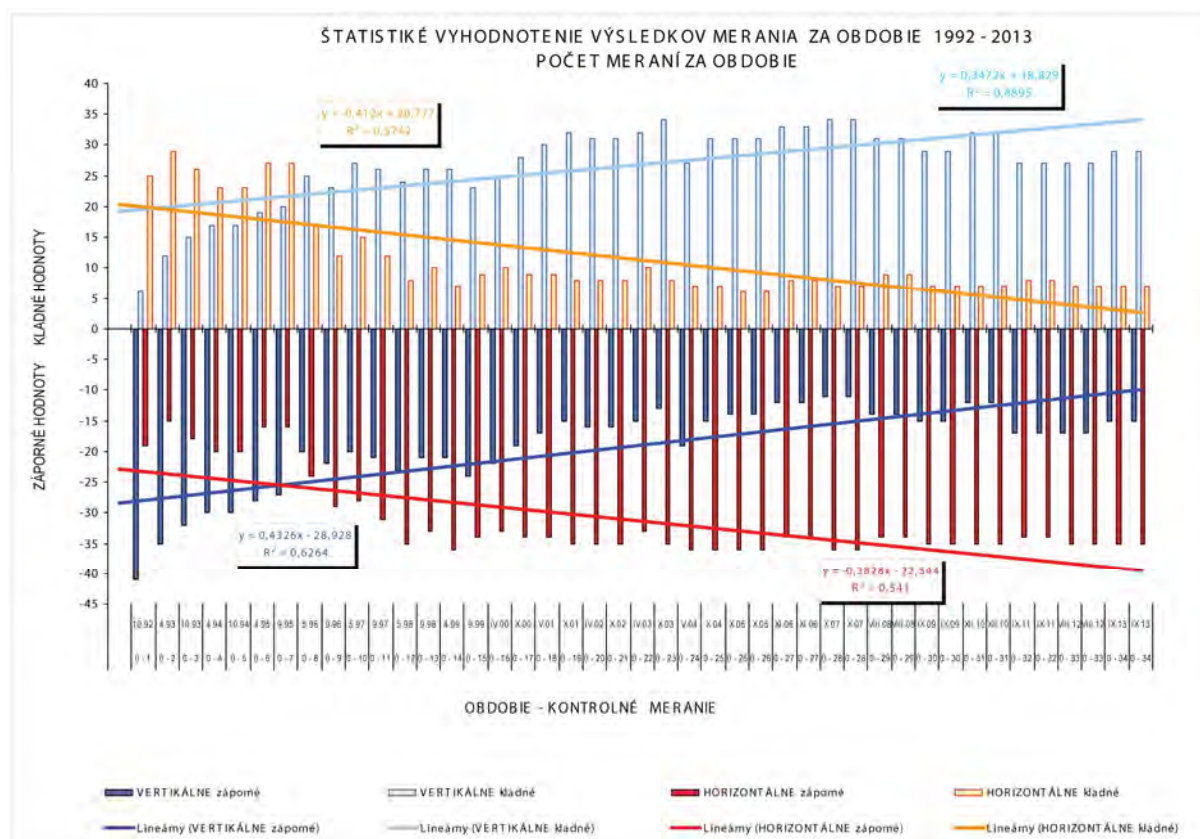
Obr. 1.179. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia piezometrických vrtov na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Celkovo však možno konštatovať, že vertikálne pohyby všetkých hlavných indikačných bodov majú bezpečný odstup od medzných poklesov. Monitorované teleso SN vrátane prekrytia Handlovky a Nepomenovaného potoka nevykazuje okrem sadania podložia OŠ2 žiaden významný pohyb, resp. posun, a teda ako je celok stabilné a bezpečné.

b/ Meranie priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka

V rokoch 2012 a 2013 boli meranie priečných rozmerových zmien oceleového potrubia realizované na 48 staniách (obr. 1.178, príl. 1.49) jedenkrát v kalendárnom roku. Okrem toho sa vykonali kontrolné pozorovania zmien dutín medzi pancierom a nosným betónom a presné meranie teploty panciera a ovzdušia. Vzhľadom na koróziu meraných dotkových terčov na meracích staniách sa pôvodná stredná chyba merania zmenila z hodnoty $\pm 0,07$ mm na hodnotu $\pm 0,15$ mm. Výsledky merania sú zhrnuté v príl. 1.49.

Zo štatistického spracovania výsledkov meraní vyplýva, že v dôsledku deformačnej voľnosti oceleového potrubia a postupného priťažovania násypom sa vertikálny priemer potrubia znižuje a horizontálny narastá (obr. 1.180). Tieto deformácie oceleového potrubia sa podľa Hagaru et al. (2013) začínajú zreteľne prejavovať.

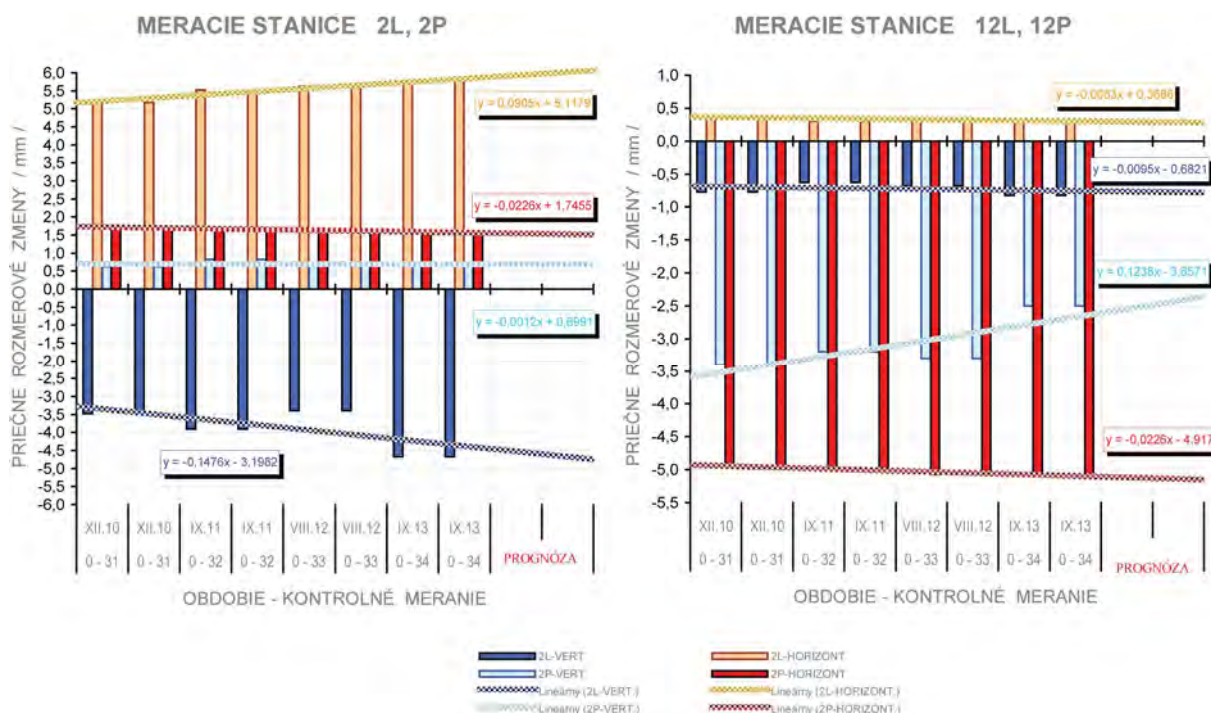


Obr. 1.180. Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 1992 až 2013

Najväčšie deformácie ľavého potrubia boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch zaznamenané v bode 2L (rozšírenie v horizontálnom smere $+5,78$ mm a stlačenie vo vertikálnom smere $-4,86$ mm) a v pravom potrubí v bode 12P (stlačenie vo vertikálnom smere $-2,5$ mm i v horizontálnom smere $-5,07$ mm – obr. 1.181, príl. 1.49). Z posledných šiestich meraní bola vyčíslená prognóza očakávaných deformačných veličín pre rok 2014 na všetkých meraných staniách. Avšak variabilita nameraných výsledkov neumožňuje definovať medzné deformácie potrubia (Hagara, et al., 2013).

V rámci riešenia úlohy bol podrobne zdokumentovaný stav potrubia Handlovky a Nepomenovaného potoka. Na základe zistených skutočností možno konštatovať, že potrubia plnia svoju funkciu v plnom rozsahu. 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 skracaie životnosť panciera a nosnej železobetónovej konštrukcie.



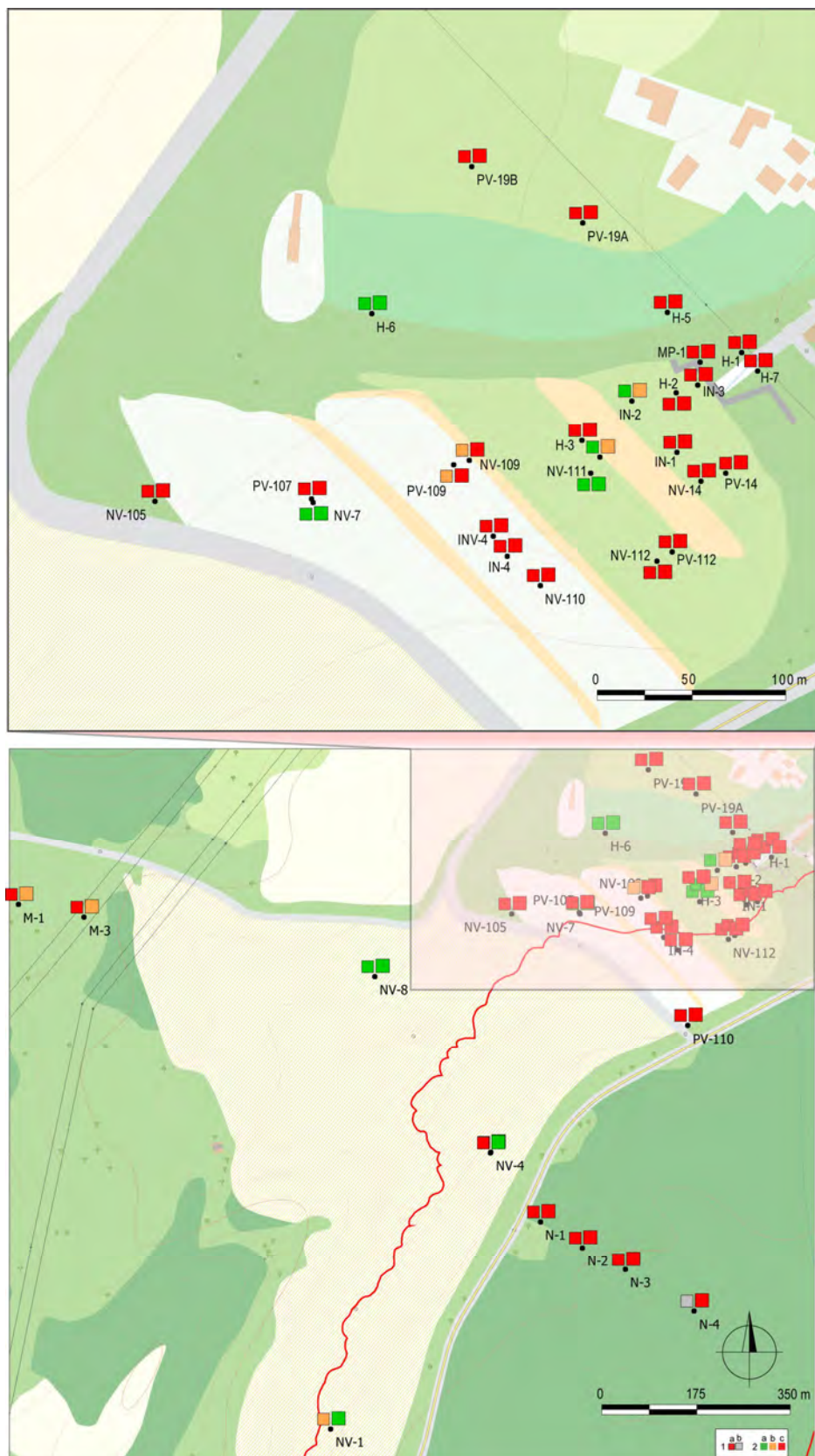
Obr. 1.181. Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 2010 až 2013 s prognózou vývoja deformácií na vybraných meracích staniciach (2L, 2P, 12L, 12P)

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania hladiny podzemnej vody sa začali vykonávať v auguste 2005 v nadväznosti na dlhodobé predchádzajúce merania (spracované v práci Mokrá et al., 2004).

V roku 2012 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody hĺbku 7,79 m pod terénom. Najväčšie kolísanie bolo zaznamenané vo vrte PV-19A (až 13,52 m) a najmenšie kolísanie (0,22 m) vo vrte NV-109. Nad úroveň terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrtoch N-1 a M-2 počas 6. apríla (príl. 1.44). Najhlbšie bola zaznamenaná hladina vo vrte PV-15 (v hĺbke až 23,07 m p.t.). Počas monitorovaného obdobia v roku 2012 bol vrt PV-2 suchý celé obdobie a vrty NV-4 a PV-15 boli suché počas viacerých etáp meraní.

V roku 2013 sa režimové merania vykonávali v 39 funkčných objektoch (obr. 1.182; 20 monitorovacích objektov je trvalo nefunkčných – zapchaných). V 25 vrtoch boli merania hladiny podzemnej vody vykonávané týždenne a v 14 dvakrát za mesiac. Z nameraných údajov vyplýva, že v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2012 stúpila o 0,27 m a dosiahla hĺbku 7,52 m pod terénom. Maximálne zmeny hladiny podzemnej vody boli namerané, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, vo vrte PV-19A (13,48 m). Pomerne výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody bolo však pozorované aj vo vrtoch PV-110, H-5, PV-19B a NV-110 (príl. 1.49). Naopak, minimálne zmeny hladiny podzemnej vody sa v roku 2013 prejavovali v pozorovacích objektoch NV-109, MP-1, IN-3A, NV-4, NV-14, IN-2, NV-105, NV-112, H-4, H-6, NV-111, PV-111, H-2, PV-4 a NV-7. V týchto vrtoch celková ročná amplitúda nepresiahla 1 m. V dvoch vrtoch (NV-8, PV-109) hladiny podzemnej vody klesli pod úroveň dna vrtu.



Obr. I.182. Lokalita Handlová-Stabilizačný násep – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v roku: a – 2012, b – 2013, 2 – hodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; mapový podklad: ZBGIS®

Nad úroveň terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte N-1 (v období marca a apríla). Relatívne vysoko, teda v blízkosti terénu, sa nachádzala hladina pozemnej vody aj vo vrtoch M-2, PV-19B, N-3 a N-4. V týchto vrtoch hladina podzemnej vody počas hodnoteného obdobia vystúpila minimálne jedenkrát vyššie ako 0,5 m pod terénom. Maximálne hladiny podzemnej vody v priestore Stabilizačného násypu sa vyskytovali v období do konca januára do druhej polovice apríla (ojedinele i v máji a júny – NV-109, IN-4, NV-1, NV-112, NV-7), pričom ich najväčšia početnosť bola zaznamenaná práve v druhej polovici apríla (20. apríla – N-1, N-3, M-1, NV-4, PV-4, PV-112, NV-105, H-6). Počas tohto termínu merania priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody, stanovená zo všetkých pozorovacích objektov, dosiahla hodnotu 6,91 m pod terénom.

Minimálne stavy hladiny podzemnej vody sa začali vyskytovať už začiatkom septembra a v niektorých vrtoch hladiny podzemnej vody postupne klesali, a to až do konca roka.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Hodnotenie zrážkových úhrnov zo zrážkomernej stanice Handlová je analogické ako pri lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko (kap. 1.4.2).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie pozorovania na SN v Handlovej preukázali v roku 2013 stabilný stav vlastného telesa násypu, jeho hlavných konštrukčných prvkov, ako i bezprostredného okolia tohto vodohospodárskeho diela.

Pohyby všetkých indikačných bodov boli zo stabilitného hľadiska bezvýznamné. Významné neboli ani namerané posuvy bodu na výtokovom objekte. Veľkosť sadania podložia sa nachádza v dostatočnom odstupe od medzného stavu konečného pretvorenia.

Namerané deformácie oceľového potrubia zodpovedajú prognózam zostaveným z výsledkov meraní v predošliých rokoch. I v roku 2013 možno konštatovať pokračujúcu tendenciu záporných hodnôt deformácií v smere vertikálnom a kladných hodnôt v smere horizontálnom. Výskyt priečných trhlín na dne obidvoch potrubí poukazuje na nutnosť systematického pozorovania a monitorovania vývoja trhlín.

Hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2013 oproti predchádzajúcemu roku zaznamenala mierny nárast. Navyše, 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 %, v dôsledku čoho zrážková voda nemá možnosť odtekať. 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 vyťažených materiálov z bane na Stabilizačný násyp v budúcnosti a vytvárania jeho reliéfu (čo je však podmienené novým zameraním povrchu Stabilizačného násypu). Navyiac, v súvislosti s pretrvávajúcimi vysokými hodnotami sadania v priestore objektu OŠ2 je nevyhnutné ukončenie skládkovania materiálu, resp. odstránenie aktuálne navezených častí na ploche 10 x 10 m (so stredom v bode OŠ2).

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.

1.4.50. Nové, resp. reaktivizované zosuvy v rokoch 2012 a 2013

Pracovníci ŠGÚDŠ v koordinácii so Sekciou geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia SR pohotovo realizovali obhliadky zosuvov, ktoré sa aktivizovali v roku 2013. Na ohrozenie upozornili jednak starostovia obcí alebo samotní obyvatelia pracovníkov Sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR, ktorí následne zabezpečili rekognoskáciu a zhodnotenie spoločensko-ekonomickej závažnosti všetkých zosuvov odborníkmi z ŠGÚDŠ. Výstupom týchto rekognoskácií boli obhliadkové správy, ktoré poskytli miestnej samospráve ako aj MŽP SR podklady pre vykonanie okamžitých protihavarijných opatrení a navrhnutie optimálneho inžinierskogeologického prieskumu zosuvných území. Najnebezpečnejšie zosuvy Kraľovany-Rieka, Veľká Lehôtka, Hradec, Brusno (kategórie socio-ekonomickej významnosti R3 a R4) boli prednostne zaradené do plánu inžinierskogeologického prieskumu a sanácie.

Tab. 1.56 Prehľad lokalít s výskytom aktívnych zosuvov nahlásených a hodnotených v roku 2013

Lokalita	Dátum vzniku zosuvu	Dátum hlásenia zosuvu	Dátum obhliadky	Kategória socio-ekonomickej významnosti
1. Brehy - Kalište	31.marec 2013	31. marec	03. apríl	R3
2. Trnavá Hora	február 13	21. marec	26. marec	R3
3. Brehy-Močarina		03. apríl	14. apríl	R3
4. Orovnica - Hustiny	30. marec 2013	01. marec	08. apríl	R2
5. Forgáčov - Pod čelom		01. marec	08. apríl	R2
6. Forgáčov - dom č. 218	marec 13	01. marec	08. apríl	R2
7. Vršatské Podhradie	14. apríl 2013	14. apríl	29. apríl	R2
8. Tekovská Breznica (2 zosuvy)	31. marec 2013	07. máj	07. máj	R2
9. Kraľovany - lom Kraľovany II	3. a 21. marec 2013	16. apríl	17. apríl	R4
10. Rožkovany	apríl 13	09. máj	28. máj	R2
11. Bajerovce	1. apríl 2013		24. apríl	R2
12. Malatíny		06. máj	31. máj	R3
13. Sandberg - Devínska Kobyla	február/marec 2013	01. máj	03. marec	R2
14. Veľká Lehôtka, Podhorská ul.	rok 2010/marec 2013	01. jún	04. jún	R4
15. Veľká Lehôtka, Remeselnícka ul.	rok 2010/marec 2013	01. jún	04. jún	R4
16. Hradec - Pavlovská ul.	december 12	01. jún	04. jún	R4
17. Hradec - ul. Stanište	december 12	01. jún	04. jún	R4
18. Brusno	31. marec 2013	31. marec	04. apríl	R3

V roku 2013 bolo celkom zaregistrovaných 18 zosuvných lokalít, čo je proti predchádzajúcemu roku 2012, kedy boli zaregistrované len tri zosuvy, výrazný nárast. Pod vznik a aktivizáciu sa podpísalo dlhotrvajúce zimné obdobie s cyklicky striedajúcimi sa chladnými a teplými periódami, čím sa vytvorili vhodné podmienky na kumuláciu atmosférických zrážok (v snehovej pokrývke) a zároveň jej postupné uvoľňovanie do horninového prostredia. V deluviálnych uloženinách (ale i v prostredí skalných hornín – Kraľovany) nárast hladiny podzemnej vody spôsobil pokles stupňa stability pod hodnotu medznej rovnováhy, čo iniciovalo pohyb viacerých zosuvných telies, príp. aktivizáciu dovtedy stabilných častí svahov. V skalných horninách opakované zamŕzanie a rozmŕzanie

vody v puklinách malo výrazne deštruktívny charakter. Príkladom je napr. skalné zrútenie v katastrálnom území obce Trnavá Hora, kde sa na štátnu cestu zrútilo niekoľko metrov kubických horninového materiálu, alebo skalné zrútenie na Devínskej Kobyle.

2. ZÁVER

V rámci pod systému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2013 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvania (35 pozorovaných lokalít), plazenia (4 lokality) a náznakov aktivizácie rúťových pohybov (9 lokalít – na lokalitách, na ktorých sa vykonávajú merania mikromorfologických zmien bol v roku 2013 zabezpečený zber a vyhodnotenie klimatických ukazovateľov). Samostatnú skupinu špecifických prípadov hodnotenia stability prostredia tvorí lokalita Stabilizačného násypu v Handlovej.

Celkovo sa teda v rámci pod systému 01 v roku 2013 monitorovalo 49 lokalít, čo predstavuje o 3 lokality viac ako v roku 2012. Pribudli tri nové zosuvné lokality, dve v Prešovskom samosprávnom kraji (Čirč a Krajná Poľana) a jedna v Žilinskom samosprávnom kraji (Čadca). Prehľad aplikovaných metód monitorovania, frekvencie ich použitia a najvýznamnejších výsledkov meraní na všetkých pozorovaných lokalitách je zhrnutý v tabuľkách a prílohách.

Hlavné výsledky monitorovania svahových pohybov v roku 2013

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). Okrem tradičných spôsobov merania hladiny podzemnej vody, vykonávaných pozorovateľmi, sa roku 2013 podarilo rozšíriť počet lokalít s inštalovanými automatickými hladinomerami na 10 (11. a 12. februára bolo inštalovaných 5 automatických hladinomerov do piezometrických vrtov na lokalitách Kapušany a Nižná Myšľa; 10. októbra do jedného vrtu na lokalite Krajná Poľana). V súčasnosti je v prevádzke 20 automatických hladinomerov na 10 zosuvných lokalitách, zaznamenávajúcich kontinuálne zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody (s frekvenciou 1 hodina), z ktorých 2 (na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné) majú v sebe integrovaný modem, umožňujúci priame pripojenie z kancelárie – strediska monitorovania. Zariadenia sú v súčasnosti využívané ako systémy včasného varovania.

a/ Svahové pohyby charakteru zosúvania

Na základe všeobecného hodnotenia dosiahnutých výsledkov za rok 2013 je možné konštatovať, že na väčšine zosuvných území bol pozorovaný nárast pohybovej aktivity, pričom vo viacerých prípadoch išlo až o extrémne hodnoty, signalizujúce vznik alebo aktivizáciu svahového pohybu. Uvedená skutočnosť do veľkej miery súvisí s klimatickými pomermi v zimnom a jarnom období. Ich pôsobenie sa v rámci jednotlivých lokalít odrazilo najmä na náraste priemernej ročnej hĺbky hladiny podzemnej vody, ale aj výdatnosti odvodňovacích zariadení. Pri porovnaní mesačných zrážkových úhrnov s meraniami hladiny podzemnej vody a tiež výdatnosťami odvodňovacích zariadení sa v mnohých prípadoch prejavuje pomerne tesný vzťah. Výskyt intenzívnych zrážok a dosiahnuté maximálne stavy hladiny podzemnej vody (v pozorovacích vrtoch) priamo korešpondujú.

Pri nasledujúcom opise výsledkov monitorovacích meraní kladieme najväčší dôraz na hodnotenie stability monitorovaného územia. Tento stav najlepšie dokumentujú merania pohybovej aktivity (metódami geodézie a inklinometrie).

Celkovo najvyššia pohybová aktivita bola pozorovaná na zosuve v katastri obce **Varhaňovce**. Počas aprílovej etapy na sledovanej šmykovej ploche (v hĺbke cca 11 m pod terénom) bol zaznamenaný extrémny pohyb (40,16 mm), ktorý možno označiť ako limitný pri aplikácii metódy presnej inklinometrie. Totiž, po takto vysokej deformácii sa vrt obvykle

stáva nepriechný. Tento mimoriadne aktívny zosuv priamo ohrozuje kolóniu s pomerne vysokou koncentráciou obyvateľov.

V kolónii je okrem inklinometrických meraní vykonávané aj režimové pozorovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, avšak počet monitorovacích objektov sa v poslednom roku výrazne zredukoval. Vďaka vandalizmu sú vrty upchané a nie je možné pokračovať v sledovaní najvýznamnejšieho zosuvotvorného faktora – hĺbky hladiny podzemnej vody.

Vysoká aktivita svahového pohybu bola sledovaná aj na zosuve v *Handlovej z roku 1960*, v dôsledku ktorej došlo ku kritickej deformácii inklinometrickej pažnice v poslednom funkčnom vrte. Jej skutočnú hodnotu však nie je možné jednoznačne kvantifikovať, pretože vrt je nepriechný. Navyiac, v súvislosti s vysokou aktivitou zosuvného územia treba pripomenúť, že zosuvné územie je v priamom kontakte s významnou cestnou komunikáciou, ktorá spája mestá Handlová a Žiar nad Hronom.

Mimoriadne vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli namerané aj v niektorých doteraz nezabezpečených častiach obce *Nižná Myšľa*. Najvýraznejšie deformácie, ktoré poukazujú na aktívny svahový pohyb, boli pozorované predovšetkým počas aprílového merania v južnej časti Varheďnej ul. (vrty INK-34, INK-44) a o niečo nižšie hodnoty deformácií medzi Staničnou a Hlavnou ul. – v profile nad základnou školou (vrty INK-52, INK-53). Počas hodnoteného roka bol počas nasledujúcich etáp meraní zaznamenaný určitý pokles pohybovej aktivity, avšak, napr. v časti nad školou (vrt INM-6) alebo v južnej časti Varheďnej ul. (vrt INK-32), namerané hodnoty deformácií na šmykových plochách boli i v nasledujúcom období veľmi vysoké.

Od roku 2013 sa začalo na lokalite aj so systematickým meraním hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení. Zároveň boli štyri vybrané vrty vybavené automatickými hladinomeri. Z ich záznamov, ale tiež z pravidelných meraní na sieti 56 vrtov vyplýva, že najnepriaznivejšie stabilitné pomery boli začiatkom apríla a v prvej polovici júna. Ide o obdobia, kedy hladiny podzemnej vody dosahovali maximálne stavy a v mnohých prípadoch dosiahli úroveň terénu. Tento nepriaznivý stav súvisí s topením snehovej pokrývky a s mimoriadne intenzívnymi zrážkami v mesiaci máj (na stanici SHMÚ Čaňa bol počas mája nameraný zrážkový úhrn 131,50 mm. Na základe získaných informácií je možné južné a severné časti zosuvného územia hodnotiť ako pohybovo mimoriadne aktívne.

Veľmi podobné hodnoty pohybovej aktivity boli pozorované aj na zosuve v obci *Ďačov* vo vrtoch DA-1 a DA-7. Počas aprílového merania sa hodnoty deformácie na šmykových plochách nachádzali v intervale do 14 do 35 mm. Tieto monitorovacie objekty sú situované vo svahu nad zástavbou rodinných domov v strednej a východnej časti obce. V strednej časti zosuvného územia mala na stabilitu negatívny vplyv vysoká hladina podzemnej vody, ktorá vo vrtoch DA-6 a DA-10 vystúpila prakticky až na úroveň terénu.

Medzi lokality s veľmi vysokou pohybovou aktivitou patrí aj zosuv v obci *Šenkvice*. Inklinometrickými meraniami bola zaznamenaná v októbri deformácia 15,65 mm (vo vrte INKZS-1), avšak zosuvné teleso, ktoré sa nachádza niekoľko metrov severne od inklinometrických vrtov, vykazuje ešte vyššiu aktivitu, priamo pozorovateľnú voľným okom. Pohyb je možné objektívne sledovať na kontakte zosuvného telesa so stabilizačným prvkom – kotveným oporným múrom, vybudovaným v mieste odľučnej hrany zosuvu z roku 2010. Zosuvné teleso, nachádzajúce sa pod týmto stabilizačným prvkom, je mimoriadne aktívne. V priebehu niekoľkých mesiacov sa toto teleso vzdialilo od oporného múru až o niekoľko desiatok cm (v tejto časti zosuvu prevláda prevažne zostupný vertikálny pohyb). Zároveň, technickými nedostatkami povrchového odvodnenia, v priestore nad oporným múrom, vznikla rozsiahla kaverna ako výsledok sufózie, v dôsledku dlhodobej infiltrácie povrchových vôd do horninového prostredia. Režimové merania na tejto lokalite naznačujú, že na zmenách hladiny podzemnej vody sa výrazne prejavili zimné zrážky. Intenzívne zrážkové úhrny, namerané počas septembra, sa na dopĺňaní zásob podzemnej vody prejavili len nepatrne.

V porovnaní s rokom 2012 k výraznej akvizícii svahového pohybovej došlo aj v zosuvných územiach **Prešov-Pod Wilec Hôrkou** a **Horárska ulica, Vyšná Hutka** a **Vyšný Čaj**. Maximálne namerané hodnoty deformácií sa na týchto zosuvoch pohybovali v intervale od 10 do 20 mm. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané v Prešove na ulici Pod Wilec Hôrkou v blízkosti hlavnej cesty (vrt JV-4A). O niečo nižšia pohybová aktivita bola nameraná na Horárskej ul. vo vrte JH-3A, ktorý sa nachádza priamo nad zástavbou rodinných domov. Na ulici Pod Wilec Hôrkou boli maximálne hodnoty namerané už počas prvého – aprílového merania, avšak na ulici Horárska bola maximálna deformácia (s hodnotou 15,8 mm) nameraná až 12. novembra.

Vo Vyšnej Hutke bola maximálna deformácia nameraná (v apríli) vo vrte VHI-1, ktorý sa nachádza v strednej časti obce. Jej hodnota dosiahla 15,16 mm. Kontrolné meranie, ktoré bolo realizované v auguste, detegovalo pokles pohybovej aktivity v sledovanom horizonte. Počas aprílového merania boli vysoké hodnoty deformácie zaznamenané aj v obci Vyšný Čaj (vo vrte VČI-2).

V opisovaných zosuvných územiach boli maximálne stavy hladiny podzemnej vody zaznamenané najmä v apríli, ale aj v marci – Horárska ul. a februári – Vyšný Čaj. V porovnaní s predchádzajúcim rokom bol na týchto lokalitách pozorovaný vzostup priemernej ročnej hladiny podzemnej vody.

Medzi zosuvy, na ktorých bolo možné na základe inklinometrických meraní pozorovať mierne zvýšenú pohybovú aktivitu, patria lokality **Bardejovská Zábava, Dolná Mičiná, Hlohovec-Posádka, Veľká Čausa** a **Kapušany**. Realizovanými meraniami boli na sledovaných šmykových plochách zaznamenané deformácie v rozsahu 5 až 9 mm. Aj v prípade tejto skupiny lokalít bolo možné sledovať maximálne hladiny podzemnej vody v prvej polovici roka. Vďaka striedajúcim sa cyklom kumulácie zrážok v podobe snehovej pokrývky a následnému topeniu boli v niektorých vrtoch maximálne stavy hladiny podzemnej vody sledované už na konci februára, ale vďaka pomerne bohatým zrážkam v máji boli v niektorých objektoch dosiahnuté maximálne stavy hladiny podzemnej vody až v júni.

Ďalšou skupinou zosuvov, na ktorých sa prejavili náznaky aktivizácie svahového pohybu, sú lokality **Nižná Hutka, Lenartov, Fintice** a **sídliisko Dargovských hrdinov v Košiciach**. Na sledovaných šmykových plochách boli maximálne namerané deformácie v intervale od 3 do 5 mm.

Na zosuvných lokalitách **Košice-Krásna, Lukov, Ruská Nová Ves** a **Petrovany** monitorovacie merania preukázali relatívne stabilný stav. Výsledky inklinometrických meraní na predpokladaných šmykových plochách nepresiahli hodnotu 2 mm. V prípade lokality Ruská Nová Ves sa domnievame, že vybudovaný inklinometrický vrt, vzhľadom na svoju (malú) hĺbku, nezachytáva aktívnu šmykovú plochu, a teda skutočná pohybová aktivita na tomto zosuve môže byť i vyššia. Na lokalitách Košice-Krásna, Lukov a Petrovany sú inklinometrické vrty situované do oblastí mimo aktívnych zosuvov. Získané informácie z týchto vrtoz nie je možné extrapolovať na zosuvné územie.

Na lokalite Okoličné bolo možné pohybovú aktivitu sledovať len na základe geodetických meraní. Z výsledkov meraní (za obdobie 1 roka) vyplýva, že mierne zvýšená pohybová aktivita bola pozorovaná v bode P24 (18,5 mm) a o niečo nižšia v bodoch P15 (17,7 mm) a P8 (16,6 mm). Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že zosuvný svah je potenciálne stabilný.

Ďalším prípadom, kde nebolo možné vykonať inklinometrické merania, je lokalita Pečovská Nová Ves. Vďaka vážnemu poškodeniu všetkých monitorovacích objektov (prípád vyšetruje PZ SR) nebolo možné na lokalite pokračovať v monitorovacích meraniach.

Na lokalitách, na ktorých sú monitorovacie aktivity sústredené len na režimové ukazovatele, boli podobne ako aj v prípade už spomenutých lokalít pozorované vzostupy priemernej ročnej hladiny podzemnej vody. Jej najvýraznejší vzostup (2,8 m) bol pozorovaný

na zosuve nad Morovnianským sídliskom v Handlovej. Na viacerých vrtoch boli namerané hladiny podzemnej vody na úrovni terénu. Takto vysoké hladiny boli overené aj automatickými hladinomeri. Uvedené skutočnosti poukazujú na pomerne nepriaznivú stabilitnú situáciu na týchto lokalitách. Avšak bez priameho merania posunov alebo deformácií nie sme schopní jednoznačne definovať veľkosť ich pohybovej aktivity.

Pozitívne je možné v roku 2013 hodnotiť výsledky namerané na relatívne rozsiahlom zosuve v obci Kvašov, kde bol pozorovaný pokles priemernej ročnej hĺbky hladiny podzemnej vody, čo indikuje, že vybudovaný drenážny systém je dostatočne účinný a efektívny. Zosuv je možné označiť ako stabilný.

Z prehľadu výsledkov základných monitorovacích meraní i z priamych pozorovaní v teréne vyplýva, že zrážkovo nadpriemerné obdobie jarných mesiacov sa na väčšine zosuvoch prejavilo nepriaznivým vývojom stabilitných pomerov. Veľmi vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli namerané vo Varhaňovciach, v Nižnej Myšli, Ďačove, Šenkviaciach a v Prešove na uliciach Pod Wilec Hôrkou a Horárska. Lokality Varhaňovce a Ďačov neboli doteraz sanované. Navyše, ide o zosuvy, ktoré ohrozujú územia s veľkým počtom obyvateľov. Z prehľadu výsledkov základných monitorovacích meraní i z priamych pozorovaní v teréne vyplýva pomerne uspokojujúca stabilitná situácia. Súvisí to s dlhším obdobím s nízkymi úhrnmi zrážok (najmä v roku 2011). Overenie stability na jednotlivých svahových poruchách bude možné až na základe meraní, ktoré sú plánované na rok 2013.

Svahové pohyby charakteru plazenia sa monitorovali mechanicko-optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanických Slanských vrchov. V roku 2007 bol jeden prístroj TM-71 inštalovaný i na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v Levočských vrchoch. Na všetkých lokalitách boli realizované 3 etapy meraní. Výsledky meraní na lokalite Veľká Izra dokumentujú pokračujúce pozvoľné uzatváranie trhliny a na lokalite Sokol bol preukázaný výrazný šmykový posun. V oblasti Košického Klečenova sú deformácie sledované na dvoch blokoch. Na dolnom bloku je možné sledovať pokračujúci trend nárastu otvárania trhliny a šmykový posunu, na hornom bloku bol zaznamenaný pomalý šmykový pohyb a výraznejší pokles. V Jaskyni pod Spišskou bolo sledované pomalé otváranie trhliny a taktiež pokles bloku.

V roku 2013 sa zo skupiny svahových deformácií, v ktorej sú sledované náznaky aktivizácie rútivých pohybov, realizovali monitorovacie aktivity na dvoch lokalitách (**Banská Štiavnica** a **Demjata**). Pri meraniach boli aplikované fotogrametrické a dilatometrické merania. V rámci pozorovaných lokalít sa spracovávali aj informácie o významných zosuvotvorných faktoroch (zrážkach a počte mrazových dní – za obdobia 2011/2012 a 2012/2013). Najkompletnejší sortiment monitorovacích metód bol aplikovaný na lokalite Banská Štiavnica. Na lokalite Demjata boli aplikované len dilatometrické merania. Výsledky aplikácie metódy digitálnej fotogrametrie na lokalite Banská Štiavnica poukazujú na postupné rozvoľňovanie zárezu, pričom v ľavej časti zárezu boli dokumentované úbytky skalného materiálu (v smere kolmom na zárez) a o niečo menšie úbytky (do 0,4 m) v pravej časti zárezu. Taktiež pokračuje erózia hornej hrany a žľabov. Svedčí o tom aj množstvo nového napadaného horninového materiálu pod zárezom tesne vedľa cesty I. triedy. Dilatometrickými meraniami bolo pozorované pomalé rozvoľňovanie skalných blokov. Na lokalite Demjata bolo možné dilatometrickým meraním pozorovať trend súvislého posunu okrajovej lavice skalného bloku (do 0,34 mm). Zistená bola mierna aktivácia uvoľneného horninového bloku v podloží tejto okrajovej lavice (posuny do 0,2 mm).

Na lokalitách, kde sú výlučne sledované len mikromorfologické zmeny boli v roku 2013 sledované len klimatické faktory. Najbližšie meranie mikromorfologických zmien skalnej stany je plánované na rok 2014.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability prostredia sa zaraďuje Stabilizačný násyp v Handlovej. Na základe merania priečných deformácií potrubia možno konštatovať, že výsledky zodpovedajú prognózam, zostaveným z meraní v predošlých rokoch. Pohyby všetkých indikačných bodov boli zo stabilitného hľadiska bezvýznamné. Veľkosť sadania podložia sa nachádza v dostatočnom odstupe od medzného stavu konečného pretvorenia. Na základe meraní a terénnej obhliadky treba však opätovne konštatovať, že dôležitou podmienkou bezporuchovej prevádzky Stabilizačného násypu je obnovenie funkčnosti jeho odvodnenia obvodovými rigolmi, ktoré sú na viacerých úsekoch upchaté. Zároveň je potrebné zabezpečiť rekonštrukciu porušeného ústia hlavného drénu, čo umožní obnovenie meraní výdatnosti odvádzanej vody. Za nevyhnutné považujeme i zavedenie racionálneho riadenia v oblasti skládkovania banského odpadu, ktoré v niektorých častiach násypu pokračuje i v súčasnosti. Vplyvom nadmerného objemu, a teda zaťaženia, dochádza v oblasti OŠ2 už dlhodobo v sadaní, ktorého výsledná hodnota sa približuje stanovenej medznej hodnote.

V roku 2013, vďaka pomerne nepriaznivým stabilitným pomerom, bol na väčšine lokalít preukázaný nárast pohybovej aktivity. Prejavilo sa to najmä meraniami metódou presnej inklinometrie v hĺbke šmykových plôch. Tieto zvýšené hodnoty boli v prevažnej miere namerané v jarných mesiacoch, čo súviselo s dlhotrvajúcim zimným obdobím, počas ktorého padlo pomerne veľké množstvo zrážok. Overenie stability v týchto územiach je zabezpečené sériou zaužívaných monitorovacích meraní. Na lokalitách s vysokým socio-ekonomickým významom s pretrvávajúcou zvýšenou pohybovou aktivitou plánujeme realizovať tri etapy inklinometrických meraní. Geodetické merania budú od roku 2014 realizované len na lokalitách (Fintice, Okoličné, Veľká Čausa, Bojnice), na ktorých bola v minulosti vybudovaná vhodná monitorovacia sieť geodetických bodov. Ukázalo sa totiž, že v prípade využívania alternatívnych, nedostatočne stabilizovaných bodov, výsledok meraní nie je adekvátny vynaloženému úsiliu. Režimové pozorovania plánujeme ponechať s nezmenenou frekvenciou, ako v roku 2013. Na lokalitách, na ktorých vzhľadom na ich priaznivý stabilitný vývoj neboli realizované monitorovacie aktivity v roku 2013, plánujeme v roku 2014 vykonať kontrolné merania.

Na lokalitách s náznakmi aktivizácie rúťových pohybov sú na rok 2014 plánované merania mikromorfologických zmien, dilatometrické merania na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom a fotogrametrické merania na lokalite Demjata. Naopak, meranie sa v roku 2014 nebude realizovať v záreze cesty nad Banskou Štiavnicou. Domnievame sa, že takto optimalizovaný súbor pozorovaných lokalít bude dostatočne zodpovedať aktuálnym celospoločenským požiadavkám.

V roku 2014 plánujeme do skupiny monitorovaných zosuvných lokalít zahrnúť územia, na ktorých budú v roku 2014 vybudované nové monitorovacie objekty. Ide o dve mestské časti v Prievidzi – Hradec a Veľká Lehôtka, ďalej sú to zosuvné územia v katastrálnych územiach Červený Kameň, Vranie a Kľačany. Zároveň plánujeme zabezpečiť monitorovacie merania aj na vybraných novovybudovaných objektoch v rámci už monitorovaných zosuvov.

LITERATÚRA

Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2002 – 2009 a 2010; Liščák et al., 2011, 2012 a 2013)

- Bergman, R., 2011: Fintice – meranie posunov, 15. etapa. Geotop, Košice, 5 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Faško, P., Šťastný, P., 2002: Priemerné ročné úhrny zrážok. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica, s. 95
- Frašťia, M., 2009: Meranie geometrických vlastností horninového prostredia geodetickými a fotogrametrickými metódami. In: Kohút, M., Šimon, Ľ. (ed.): Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. Zborník abstraktov a exkurzný sprievodca, Bratislava, s. 62 – 63
- Frašťia, M., 2011: Veľká Čausa 2011. Geodetická dokumentácia. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2011: Blízka fotogrametria, jej aplikácie a nástroje. 19. slovenské geodetické dni. In: Zborník referátov. Komora geodetov a kartografov, Bratislava, nestr.
- Frašťia, M., 2012: Veľká Čausa 2012. Geodetická dokumentácia. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2012: Bojnice 2012. Geodetická dokumentácia, 5. kontrolné meranie. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 11 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2012: Meranie stability skalných zárezov. Demjata 2012, geodetický elaborát. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 11 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2012: Laserové verzus optické skenovanie skalných masívov. Mineralia Slovaca, 44, s. 177 – 184. ISSN 0369-2068
- Fussgänger, E., Jadroň, D., 1977: Engineering geological investigation of the Okoličné landslide using measurement of stresses existing in soil mass. Bull. IAEG (Krefeld), 16, 203 – 209
- Gajdoš, V., Wagner, P., 2005: Spôsob spracovania údajov z meraní presnej inklinometrie pri monitoringu svahových pohybov. Mineralia Slovaca, 37, 563 – 568
- Grech, J., 2012: Sanácia havarijného zosuvu v obci Ruská Nová Ves, 1.etapa - geologická a technická časť. Obecný úrad, Ruská Nová Ves, Geotrans Prešov, s.r.o., Prešov. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 92020, 22 s.
- Grman, D., Boszaková, M., Magdošová, M., Ondrejka, J., Potančok, L., Syčevová, M., Takáč, P., Udič, P., Dvořák, M., Ádámová, M., 2010: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v Košickom kraji. MŽP SR, Bratislava, GEO Slovakia, s. r. o., Košice. Manuscript - Geofond, Bratislava, 22 s.
- Hagara, R., Nagy, Z., Madaj, M., 2012: Meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a prítoku Nepomenovaného potoka. Meranie pohybov podložia. Banské projekty, spol. s r. o., 126 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Havčo, J., Stercz, M., Polaščinová, E., Spišák, Z. a Kopecký, M., 2010: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov, vzniknutých v roku 2010. Časť č. 3 „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v okrese Bardejov“. ZM UP SR, Bratislava, HAGEOS, s. r. o., Uhorská Ves. Manuscript - Geofond, Bratislava, 44 s.

- Jadroň, D., Mokrá, M., 1999: Handlová – Kunešovská cesta, havarijný zosuv. Záverečná správa. IN GEO, a.s. Manuskript, 31 s., Žilina
- Jadroň, D., Mokrá, M., 2001: Monitoring sanovaného zosuvu na štátnej ceste Bojnice – Opatovce/Nitrou. In zborník referátov z 5. Slovenskej geotechnickej konferencie „Optimalizácia geotechnických štruktúr“. Stav. fakulta STU, s. 61 – 68, Bratislava
- Jadroň, D., Wagner, P., Jelínek, R., 1998: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In Zb. referátov z 1. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. Dionýza Štúra, s. 83 – 86, Bratislava
- Jánová, V., Liščák, P., 2001: Súčasný metódy monitoringu procesov zvetrávania. In: Klukanová, A., Wagner, P. (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 2. konferencie. Vyd. ŠGÚDŠ, Bratislava, s. 136 – 140
- Kaličiak, M. (ed.), Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karolí, S., Molnár, J., Petro, L., 1991: Slanské vrchy a Košická kotlina, severná časť. Vyd. ŠGÚDŠ, Bratislava. <http://mapserver.geology.sk/gm50/mapviewer.jsf?width=699&height=528>
- Kaličiak et al., 1996: Baňacký, V., Janočko, J., Karolí, S., Petro, L., Spišák, Z., Vozár, J., Žec, B., 1996: Slanské vrchy a Košická kotlina, južná časť. GS SR, Bratislava <http://mapserver.geology.sk/gm50/mapviewer.jsf?width=699&height=528>
- Laffers, F., Ilkanič, A., Jasovská, A., Antolová, D., Kopecký, M., Ondrášik, M., 2012: Kapušany - sanácia havarijného zosuvu v obci - I. etapa, sanácia geologického prostredia. ENVIGEO, Banská Bystrica. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 91881, 40 s.
- Lenková, M., 2011: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory – 01 Zosuvy a iné svahové deformácie. Čiastková záverečná správa. IN GEO-ighp, spol. s r. o., Žilina, 15 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Liščák P., Káčer Š., 2011: Developments in landslides inventory and registry in Slovakia. Proceedings of the Second World Landslide Forum – 3-7 October 2011, Rome.
- Liščák, P., Ondrejka, P., Dananaj, I., Gregor, M., Slaninka, I., Brček, M., Melicherčík, J., 2011: Vinohrady nad Váhom - časť Kamenica - inžinierskogeologický prieskum havarijného zosuvu v obci, orientačný IGP. MŽP SR, Bratislava, ŠGÚDŠ, Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 90333, 48 s.
- Matula, M., Pašek, J., 1986: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha
- 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., †Siránová, Z., Szalaiová, V., Žáková, E., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny v mierke 1:50 000. ŠGÚDŠ, Vyd. Dionýza Štúra, 303 s., Bratislava
- Míka, R., Bolha, L., 2000: Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s., Bratislava
- Mokrá, M., Jadroň, D., Beracko, I., Zuberec, M., 2004: Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky. Záverečná správa. Archív IN GEO – ighp, spol. s r.o. Manuskript, 92 s. a prílohy, Žilina
- Nemčok, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, Vyd. Slovenskej akadémie vied, 319 s., Bratislava
- Ondrejka, P., Wagner, P., Gróf, V., 2011: Využitie stacionárneho inklinometra na tvorbu systémov včasného varovania na zosuvoch. Geotechnika 1-2/2011, Čeněk a Ježek, Praha, s 19 – 23.
- Otepka, J., Menzelová, O., Bohyník, J., Mesko, M., Čubříková, E., Roháčiková, A., Škripeková, L., Novotný, P., Čellár, S., Abelovič, J., Čerňanský, J., Kúdel'a, P. a

- Bláha, P., 1983: Hlohovec – Sereď, prieskum a sanácia zosuvov. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. IGHP Bratislava, SGÚ Bratislava. Manuskript, archív Geofondu, Štát. geol. úst. D. Štúra, Bratislava, č. správy 57522, 120 s.
- Petro, Ľ., Bóna, J., Kováčik, M., Fussgänger, E., Antonická, B. & Imrich, P.: The Cave under the Spišská hill: Preliminary monitoring results of the block movements. *Mineralia Slovaca*, 43, 2, 2011, 121-128. ISSN 0369-2086
- Petro, Ľ., Kováčik, M., Bóna, J., 2013: Jaskyňa pod Spišskou – pseudokras. In: Sborník abstraktů, exkurzní průvodce z konf. „Svahové deformace a pseudokras 2013“. Vyd. Svahovky, o.s.; CHKO Broumovsko a ÚSMH AV ČR, 24-26.
- Petro, Ľ., Košťák, B., Polaščinová, E., Spišák, Z., 1999: Monitoring blokových pohybů v Slanských vrchoch. *Miner. Slov.*, 31, s. 549 – 554
- Petro, Ľ., Liščák, P., Ondrejka, P., 2012: Assessment of selected active landslides in Slovakia in 2011. *Miner. Slov.*, 44/2, s. 131 – 140.
- Petro, Ľ., Spišák, Z., Polaščinová, E., 1984: Inžinierskogeologická mapa 1:10 000, oblasť Solivar. Manuskript, archív ŠGÚDŠ Košice, 1 – 189.
- Petro, Ľ., Stercz, M., 1998: Inžinierskogeologické posúdenie lokality Fintice. Manuskript, 7 s., GS SR, Regionálne centrum, Košice
- Petro, Ľ., Wagner, P., Polaščinová, E., 2001: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. Dionýza Štúra, s. 131 – 135, Bratislava
- Petro, Ľ., Vlčko, J., Ondrášik, R., Polaščinová, E., 2004: Recent tectonics and slope failures in the Western Carpathians. *Engineering Geology*, 74, s. 103 – 112
- Pisca, P., 2011: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. 56. etapové meranie. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 14 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Pisca, P., 2012: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. 57. etapové meranie. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 14 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Polák, M. (edit), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Havrila, m., Buček, S., Elečko, m., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, Ľ., Németh, Z. Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, Ľ., Boorová, D., Zlinká, A., †Širáňová, Z., Žecová K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1:50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7-287
- Sláma, M., Gomolčák, M., Komoň, J., Turovský, F., Tunega, O., Mišove, P., Bačo, J., Vrábl'ová, K., Pastierik, S., 2012: Nižná Myšľa - sanácia havarijného zosuvu - I. etapa, sanácia geologického prostredia, odborný geologický dohľad. Geokontakt, Košice. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 94530, 57 s.
- Šimeková, J., Martinčeková, T. (Eds.), Abrahám, P., Baliak, F., Caudt, L., Gejdoš, T., Grenčíková, A., Grman, D., Hrašna, M., Jadroň, D., Kopecký, M., Kotrčová, E., Liščák, P., Malgot, J., Masný, M., Mokrá, M., Petro, Ľ., Polaščinová, E., Rusnák, M., Sluka, V., Solčiansky, R., Wanieková, D., Záthurecký, A., Žabková, E., 2006. Atlas máp stability svahov Slovenskej republiky 1:50 000. Vyd. MŽP SR Bratislava, INGEO-ighp, s. r.o., Žilina
- Šimon, L. (ed.), Elečko, M., Lexa, J., Kohút, M., Halouzka, R., Gross, P., Pristaš, J., Konečný, V., Mello, J., Polák, M., Vozárová, A., Vozár, J., Havrila, M., Köhlerová, M., Stolár, M., Jánová, V., Marcin, D., Szalaiová, V., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1:50 000. GS SR, Vyd. Dionýza Štúra, 281 s., Bratislava

- Tometz, L., Blišťan, P., Harabinová, S., Leššo, J., Nyárhidy, J., Turovský, F., 2010: Nižná Myšľa – havarijný zosuv, inžinierskogeologický prieskum. Manuskript Geofond, Bratislava, 59 s.
- Tupý, P., Ilkanič, A., Bvoc, T., Kopecký, M., Gomolčák, M., Sláma, M., 2010a: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov, vzniknutých v roku 2010. Časť č. 1 – „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v okrese Prešov“. MŽP SR, Bratislava, ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica. Manuscript - Geofond, Bratislava, 111 s.
- Tupý, P., Ilkanič, A., Gomolčák, M., Scherer, S., Bvoc, T., 2010b: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov, vzniknutých v roku 2010. Časť č. 4 – „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v okresoch Sabinov a Stropkov“. MŽP SR, Bratislava, ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica. Manuscript - Geofond, Bratislava
- Turovský, F., 2011: Výsledky kontrolného merania, Kvašov – zosuv. Geoexperts, spol. s r. o. Žilina, 10 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Vrábel', P., Mokrá, M., 2010: Handlová - Žiarska ulica havarijný zosuv. Záverečná správa z geologickej úlohy. MŽP SR, Bratislava, Geo – p, Námestovo. Manuscript - Geofond, Bratislava, 40 s.
- Vybíral, V., Wagner, P., 2002: Interpretácia výsledkov meraní poľa PEE pri monitorovaní svahových deformácií. In: Klukanová, A., Hrašna, M. (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 3. konferencie. ŠGÚDŠ, Vyd. Dionýza Štúra, Bratislava, 31 – 34
- Vybíral, V., 2011: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Vybíral, V., 2012: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Wagner, P., Iglárová, Ľ., Petro, Ľ., Scherer, S., 2002: Monitorovanie zosuvov a iných svahových deformácií. Geol. práce, Spr., 106, 21 – 42
- Wagner, P., Ondrejka, P., Iglárová, Ľ., Fraštia, M., 2010: Aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov. Mineralia Slovaca, roč. 42, č. 2.
- Wagner, P., Ondrejka, P., Balík, D., Žilka, A., 2012: Hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní na zosuvoch. Mineralia Slovaca, 44/2, s. 141 – 148.
- Žabková, E., Záthurecký, A., Žilka, A., Kotrčová, E., Lenková, M., Méry, V., Frličková, M., Kováčik, J., 2010: Inžinierskogeologický prieskum vybraných havarijných zosuvov Slovenska, časť č. 6. MŽP SR, Bratislava, INGEO-ighp, s.r.o., Žilina. Manuscript - Geofond, Bratislava, 38 s.