

2.1 ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE

2.1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Základné metodické princípy riešenia monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií sú pomerne podrobne opísané v zodpovedajúcich častiach predchádzajúcich správ (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001).

Riešenie sa v celom predchádzajúcom období (od roku 1993) vykonávalo formou bodového monitorovania reprezentatívnych lokalít svahových pohybov. Výber týchto lokalít, ktoré súborne vytvorili monitorovaciu sieť, bol založený na nasledujúcich princípoch:

a/ kritérium typologické, podmieňujúce zastúpenie základných typov svahových pohybov v rámci súboru pozorovaných lokalít (ide o typy zosúvania a plazenia, ako aj monitorovania príznakov rútenia),

b/ kritérium regionálne - geologické, z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát v súlade s inžinierskogeologickou rajonizáciou Slovenska,

c/ kritérium ekonomické, podmieňujúce výber takých reprezentatívnych lokalít:

- ktorých monitorovanie je z celospoločenského hľadiska najdôležitejšie,
- na ktorých je už k dispozícii aspoň základná sieť monitorovacích objektov – geodetických bodov, vrtov pre špeciálne merania a pod. Vybudovanie novej siete monitorovacích objektov je totiž veľmi nákladné a v rámci riešenia úlohy prakticky nerealizovateľné.

Prehľad reprezentatívnych lokalít, vybratých podľa uvedených základných kritérií, je zhrnutý v tab.2.1.1.

Treba upozorniť, že sieť monitorovaných lokalít nie je nemenná a v priebehu riešenia sa upravuje podľa aktuálnych celospoločenských požiadaviek i zhodnoteného stavu lokalít. Taktiež sa podľa aktuálnych požiadaviek upravuje rozsah metód a frekvencia monitorovania. Vzhľadom na tieto skutočnosti sa oproti východnému stavu ukončilo, resp. minimalizovalo monitorovanie lokalít Diviaky nad Nitricou (overený stabilný stav svahu s priaznivou prognózou jeho vývoja), Slanec a Oravský Podzámok (vážne porušenie monitorovacej siete, vyžadujúce nákladné opravy), Harvelka, Klieština a Havran (strata celospoločenského významu lokalít), VD Žilina (prechod komplexného monitorovania do kompetencií inej organizácie) a Huty (realizácia sanačných opatrení na základe výsledkov monitorovania). Údaje z monitorovania týchto lokalít sú však uložené v databáze a umožňujú kedykoľvek na predchádzajúce merania nadviazať. Viaceré zo spomenutých lokalít sú naďalej pozorované v rámci každoročných obhliadok, spojených s hodnotením stavu existujúcej siete monitorovacích objektov (Diviaky nad Nitricou, Oravský Podzámok, Harvelka, Klieština). Vzhľadom na to, že v rokoch 2001 a 2002 neboli na týchto lokalitách vykonávané žiadne inštrumentálne pozorovania, nie sú zahrnuté do prehľadnej tab.2.1.1 a v predkladanej správe neanalyzujeme ich vývoj a súčasný stav.

Naopak, rozsah i frekvencia monitorovania niektorých lokalít sa v priebehu riešenia významne zvýšili. Ide predovšetkým o lokality Veľká Čausa, Fintice, Okoličné, Banská Štiavnica a Demjata. V súlade s odborným i celospoločenským záujmom sa v roku 2001 do súboru monitorovaných lokalít zaradili zosuvné územia v intraviláne mesta Handlová – ide o lokalitu Handlová – Kunešovská cesta, na ktorej po aktivizácii zosuvného pohybu v jeseni 1998, následnom prieskume a ďalšej aktivizácii v júni 1999 boli vykonané sanačné práce (jeseň 1999), pričom samotná lokalita sa nachádza v blízkosti dlhodobu pozorovaného katastrofálneho handlovského zosuvu z roku 1960 a o lokalitu Handlová – Morovnianske sídlisko, ktorej celospoločenský význam v dôsledku prejavov aktivizácie zosuvného pohybu v poslednom období významne stúpol.

Tab. 2.1.1: Výber reprezentatívnych 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 sedimentami	Veľmi významná	1. Veľká Čausa 2. Malá Čausa 3. Handlová – Morov-nianske sídlisko 4. Handlová – Kunešovská cesta
		Významná	5. Handlová – zosuv z roku 1960 6. Dolná Mičina 7. Ľubietová 8. Fintice
	Horninové prostredie flyšového charakteru	Veľmi významná	9. Bojnice 10. Okoličné
		Významná	11. Liptovská Mara
	Neogénne sedimenty	Významná	12. Hlohovec-Posádka
		Menej významná	13. Vištuk
Plazenie	Neogénne vulkanity	Významná	14. Veľká Izra 15. Sokol 16. Košický Klečenov
Rútenie	Neogénne vulkanity	Významná	17. Banská Štiavnica
	Horninové prostredie flyšového charakteru	Významná	18. Demjata
	Mezozoické horniny	Významná	19. Harmanec
Stabilita väčšieho územného celku	Kryštalínium	Významná	20. Ipeľ – územie perspektívnej výstavby PVE

Do súboru monitorovaných lokalít bola zaradená i lokalita perspektívnej výstavby prečerpávacej vodnej elektrárne Ipeľ, ktorá predstavuje unikátny model komplexného monitorovania stability väčšieho územného celku z viacerých dôvodov - nachádza sa v prostredí kryštalických hornín, ktoré v existujúcom súbore monitorovaných lokalít nie je zatiaľ zastúpené, na lokalite bola v predchádzajúcich rokoch účelovo vybudovaná monitorovacia sieť a merania sa vykonávajú s predstihom pred prípadnou realizáciou veľmi náročného technického diela.

2.1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

V rámci monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií sa používa viacero metód, ktoré boli podrobne opísané v predchádzajúcich správach z riešenia úlohy (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001). Súborný prehľad týchto metód je zhrnutý v tab.2.1.2. K podstate jednotlivých metód uvádzame iba niekoľko zásadných poznámok.

Tab. 2.1.2: Metódy monitorovania svahových pohybov

Typ svahového pohybu	Metódy monitorovania	
Rútenie (stabilita skalných zárezov komunikácií)	Fotogrametrické merania	metóda konvergentného snímkovania metóda časovej základnice
	Podrobná dokumentácia Merania tyčovým dilatometrom (Somet) a meradlom posuvov	
Plazenie	Merania opticko-mechanickým dilatometrom TM-71	
Zosúvanie	Povchové merania	detailné mapovanie geodetické merania merania povrchových reziduálnych napätí
	Podpovrchové merania	merania priechodomermi merania metódou presnej inklinometrie meranie poľa pulzných elektromagnetických emisií (PEE)
	Režimové pozorovania	merania zmien úrovne hladiny podzemnej vody (vrátane použitia automatických hladinomerov) merania výdatnosti, teploty a chemizmu vody

Z hľadiska fyzikálnej podstaty merania možno metódy monitorovania zosuvov rozdeliť do nasledujúcich skupín:

- metódy, zaznamenávajúce veľkosť deformácie, ktorá prebehla za určitý časový interval, je teda merateľná v dĺžkových jednotkách, vyjadriteľná vo vektoroch pohybu a možno ju prepočítať i na priemernú rýchlosť pohybu v hodnotenom časovom intervale (ide o metódy geodetické, zaznamenávajúce deformácie na povrchu územia a metódu presnej inklinometrie, zaznamenávajúcu deformáciu hornín v rôznych hĺbkových horizontoch). Do uvedenej skupiny metód patrí i kvalitatívne hodnotenie deformácií prostredia mechanickými priechodomermi,
- metódy, zaznamenávajúce napätostný stav prostredia v momente merania (metóda merania povrchových reziduálnych napätí a metóda merania pulzných elektromagnetických emisií v rôznych hĺbkach horninového masívu). Priamo, alebo nepriamo namerané hodnoty napätí charakterizujú síce iba okamžitý stav v momente merania, avšak ich porovnávanie s predchádzajúcimi meraniami môže naznačiť trend napätostno – deformačného vývoja zosuvného prostredia,
- režimové pozorovania, ktoré analyzujú vývoj hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody a umožňujú vysvetliť príčiny existujúceho stabilného stavu, resp. odvodiť limitné hodnoty, pri ktorých s najväčšou pravdepodobnosťou dôjde k zmenám tohto stavu. Súčasťou režimových pozorovaní je aj analýza zrážkových pomerov a výparu v hodnotenom území.

V rámci monitorovania svahových pohybov charakteru plazenia sa používa mechanicko – optický dilatometer TM-71, umožňujúci zaznamenať deformáciu medzi meranými blokmi v priestorových súradniciach s vysokou presnosťou (0,1 mm za rok).

Konečne, na monitorovanie príznakov pohybov charakteru rútenia (v rámci monitorovania stability skalných zárezov) sa používa súbor fotogrametrických metód, doplnený meraniami geodetickými a meraniami pomocou rôznych typov dilatometrov.

Uvedené metódy taktiež zaznamenávajú s rôznym stupňom presnosti veľkosť vzájomných posunov jednotlivých skalných blokov.

Vzhľadom na rôznu fyzikálnu podstatu meraní, ale i z dôvodov väčšej prehľadnosti a zrozumiteľnosti výsledkov monitorovania z rôznych lokalít, vypracovali sme semikvantitatívnu hodnotiacu škálu, umožňujúcu pohotovo posúdiť veľkosť nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilitného stavu v mieste meraného objektu. Škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný (nemeniaci sa) stav, druhý je typický pre mierne až stredné prejavy aktivity a tretí znamená výrazné prejavy aktivity, vedúce k nestabilite územia. Odvodenie hodnôt jednotlivých nameraných veličín, charakteristických pre uvedené stupne aktivity, sa postupne upresňovalo na základe pribúdajúcich skúseností a tento vývoj pokračuje i naďalej. Súčasné kritériá pre hodnotenie sú zhrnuté v tab. 2.1.3. Semikvantitatívne hodnotenie nameraných primárnych veličín z monitorovania jednotlivých lokalít v rokoch 2001 a 2002 je uvedené v prílohovej časti a umožnilo na lokalitách s najhustejšou sieťou objektov a frekvenciou meraní vykonať i komplexné posúdenie stabilitného stavu (lokality Veľká Čausa a Okoličné).

Tab. 2.1.3: Škála klasifikačného hodnotenia výsledkov monitorovacích meraní

Geodetické merania		Merania povrchovej reziduálnej napätosti		Inklinometrické merania		Merania PEE vo vrtoch	
Rýchlosť pohybu (mm/rok)	Hodnotenie	$(\sigma_x/\sigma_{x-1}) \cdot 100 - 100$ (%)**	Hodnotenie	Rýchlosť pohybu (mm/rok)++	Hodnotenie	Stupeň aktivity+++	Hodnotenie
do hodnoty σ^*	1	pokles napätia a zmeny do 20***	1	do 2 mm	1	BP (0) NZ (1)	1
σ až 3σ	2	vzrast 20 až 100 ****	2	2 až 5 mm	2	PN (2) ST (3)	2
nad 3σ	3	vzrast nad 100+	3	nad 5 mm	3	PV (4) VV (5)	3

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

** Porovnávajú sa hodnoty nameraného napätia σ_1 s hodnotami z predchádzajúcej etapy merania;

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

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

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

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

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

2.1.3. Frekvencia zberu údajov

Frekvencia zberu údajov je podmienená viacerými faktormi:

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

Vo všeobecnosti platí, že frekvencia pozorovaní je o to hustejšia, čím je lokalita z celospoločenského hľadiska dôležitejšia a predovšetkým vtedy, ak ide o aktívne sa rozvíjajúci pohyb. V takomto prípade sa i finančne najnáročnejšie metódy (geodetické a inklinometrické) aplikujú v krátkych (často týždenných intervaloch – napríklad počas aktivizácie zosuvných pohybov na lokalite Veľká Čausa). V prípade ukľudnenia pohybu sa pravidelné monitorovacie merania aplikujú s podstatne menšou frekvenciou – nákladnejšie merania zvyčajne s ročným intervalom. Výnimkou sú iba režimové pozorovania. Z hľadiska komplexného zhodnotenia zmien hydrogeologických pomerov možno merania, vykonávané s menšou, ako dvojtyždennou frekvenciou, sotva považovať za režimové pozorovania. Najvhodnejšou metódou na získanie kontinuálnej informácie o tomto najdôležitejšom zosuvotvornom faktore je preto zaznamenávanie zmien automatickými hladinomermi.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002 na jednotlivých lokalitách je uvedená v prehľadných tabuľkách (tab. 2.1.4 až 2.1.22) pri jednotlivých lokalitách. Pri pokračujúcom monitorovaní sa zvyčajne na základe zhodnotenia výsledkov meraní (a z toho vyplývajúceho stupňa aktivity svahového pohybu) za určité obdobie odvodzuje rozsah a frekvencia meraní v ďalšom roku.

2.1.4. Výsledky monitorovania

Podrobný opis všetkých monitorovaných lokalít, vrátane geologickej situácie a charakteristických geologických rezov je v predchádzajúcich správach. Preto sa v ďalšom sústreďujeme iba na hodnotenie výsledkov monitorovania. Štruktúra opisu jednotlivých lokalít je nasledujúca:

- v stručnej charakteristike lokality uvádzame jej geografickú lokalizáciu a základnú geologickú stavbu územia, základné črty svahového pohybu vrátane celospoločenského významu jeho hodnotenia a informáciu o spôsobe monitorovania;
- prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002 sumarizujeme v tabuľke. Výsledky monitorovania sú znázornené v situáciách a v grafoch. Vzhľadom na časové možnosti získania a spracovania údajov sú informácie o výsledkoch monitorovania ukončené na väčšine lokalít k dátumu 30. septembra 2002;
- výsledky monitorovania opisujeme postupne podľa aplikovaných monitorovacích metód. V rámci každej monitorovacej metódy najprv hodnotíme výsledky meraní za roky 2001 a 2002 (číselne sú zhrnuté v prílohách) a v nasledujúcom odstavci hodnotíme vývoj pozorovaného parametra za celé obdobie monitorovania;
- v záverečnej podkapitole ku každej lokalite sú zhrnuté najdôležitejšie poznatky z monitorovania, praktické upozornenia, prípadne návrh ďalšieho postupu pozorovania a hodnotenia lokality.

2.1.4.1 Lokalita Veľká Čausa

Stručná charakteristika lokality

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

Pohybová aktivita v zosuvnom území sa krátkodobo monitorovala počas predchádzajúcich etáp prieskumu a sanácie svahu a postupne sa dobudovala i sieť monitorovacích objektov (napríklad sieť geodetických bodov bola vybudovaná v roku 1975). Systematické monitorovanie aktívneho zosuvného územia a jeho okolia sa vykonáva od roku 1995 (Wagner et al., 2002). Aktuálna sieť monitorovacích objektov na lokalite je znázornená na obr. 2.1.1.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

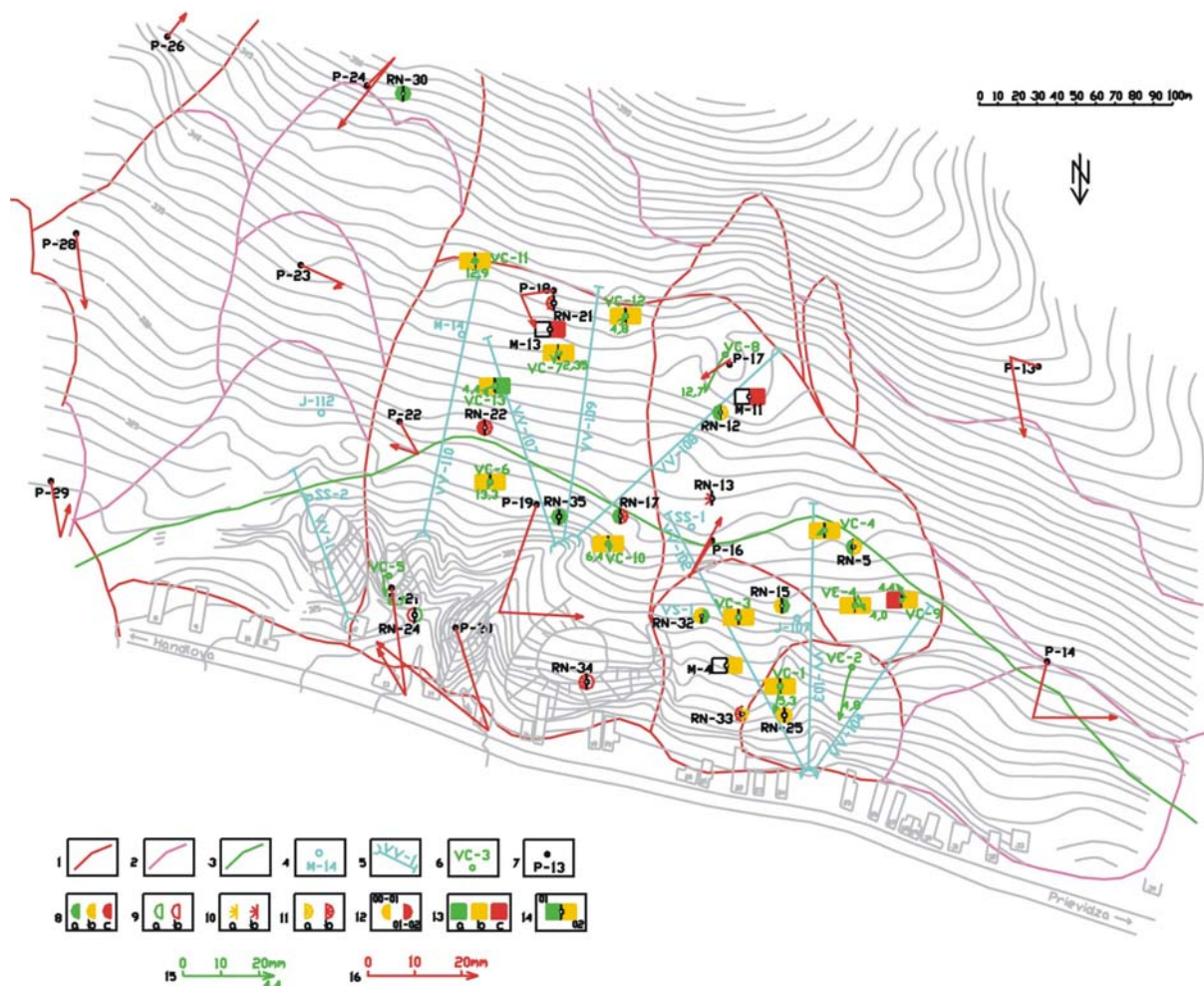
Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, sú zhrnuté v tab. 2.1.4.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2001 a 2002, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl.1.1. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 je na obr. 2.1.1 a 2.1.2, zmeny za celé obdobie monitorovania sú vyjadrené na obr. 2.1.3 a 2.1.4.

a/ Geodetické merania

Na základe výsledkov merania z konca mája 2001 možno konštatovať, že najvýraznejšie premiestnenia pozorovaných geodetických bodov (prerátané na priemernú rýchlosť pohybu v mm/rok) boli zaznamenané u bodov P-14, 19, 20, 21 a 29, pričom predovšetkým pohyb bodov P-19, 20 a 21 je v porovnaní s ostatnými bodmi podstatne väčší (príl.1.1). Vektor posuvu u všetkých najvýraznejších pohybov je približne po spádnici (obr.2.1.1). Z výsledkov merania z augusta 2002 vyplýva vcelku ukludnený stav povrchovej časti zosuvného územia. Najvýraznejšia hodnota premiestnenia bola však opäť zaznamenaná pri bode P-20 (30,61 mm za obdobie medzi meraniami, čo v prepočte predstavuje rýchlosť pohybu 24,5 mm/rok - príl.1.1). Významný je i zdvih tohto bodu až o 4 cm za obdobie od posledného merania. Naopak, najvýraznejší pokles (až 5,1 cm) bol zaznamenaný u bodu P-11.



Obr. 2.1.1. Lokalita Veľká Čausa – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002. 1-morfologické ohraničenie aktívnych foriem zosuvov, 2- ohraničenie potenciálnych a stabilizovaných zosuvov, 3-interpretovaný okraj štrkovej terasovej akumulácie, 4-objekty režimových pozorovaní - doplňujúce piezometre (M, ŠS, J), 5-horizontálne odvodňovacie vrty (VV), 6-inklinometrické vrty, 7-geodetické body, 8-povrchové reziduálne napätia (RN) tlakové (porovnanie s predchádzajúcim meraním): a/ pokles a mierny nárast (do 20%), b/ nárast (20 až 100%), c/ výrazný nárast (nad 100%), 9-povrchové reziduálne napätia ťahové – a/ pokles a mierny nárast (do 20%), b/ výrazný nárast (nad 100%), 10-zmena charakteru napätia z ťahu na tlak: a/ v rozsahu do 3 kPa, b/ väčšia, než 3 kPa, 11-zmena charakteru napätia z tlaku na ťah: a/ do 3 kPa, b/ nad 3 kPa, 12-spôsob znázornenia vývoja napätí - porovnanie stavu z X.01 so stavom z X.00 (vľavo) a stavu z IX.02 so stavom z X.01 (vpravo), 13-stupnica hodnôt aktivity podľa PEE (a/ bez prejavov, resp. náznaky aktivity, b/ pomerne nízka a stredná aktivita, c/ pomerne vysoká a veľmi vysoká aktivita), 14-spôsob znázornenia najvyššej hodnoty aktivity podľa PEE v rokoch 2001 a 2002, 15-mierka vektorov inklinometrických deformácií za obdobie XI.00-VI.01-IX.02 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 16-mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie XI.00-VI.01-VIII.02

Tab. 2.1.4: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Čausa v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Geodetické	20	P- 2, 3, 9, 11, 12, 13,14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29	2 (28. a 29. mája 2001; 21. augusta 2002)
Inklinometrické	13	VČ-1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, VE-4	2 7. a 8. júna 2001 (VČ-5, 6, 7, 11, 12, 13), 19. a 20. júna 2001 (VČ-1, 4, 8, 9, 10, VE-4), 4. september 2001 (VČ-2); 3.september 2002(VČ-5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13,VE-4), 9. september 2002 (VČ-1, VČ- 2)
Povrchových reziduálnych napätí	14	RN-05, 12, 13, 15, 17, 21, 22, 24, 25, 30, 32, 33, 34, 35	2 (19. a 20. júna 2001; 11. septembra 2002)
PEE	11	VČ-1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, VE-4	4 (15. mája, 31. júla, 30. októbra 2001; 13. marca 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11	VČ-1, 4, 5, 6, 7, 11, M-14, J-107, J-112, SŠ-1, SŠ-2	88 meraní (1x za týždeň – do 30.9.2002)
	2	VČ-2, 8 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	8	VV-1, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110	88 meraní (1x za týždeň - do 30.9.2002)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	denné úhrny zrážok

Na pohybovú aktivitu územia práve v priestore bodov P-19, 20 a 21 poukazujú i merania z predchádzajúcich rokov. Treba však upozorniť, že body P-20 a P-21 sú umiestnené na samostatných zosunutých blokoch v čele zosuvnej akumulácie a zaznamenané pohyby pravdepodobne súvisia s nestabilitou týchto morfológicky vyvýšených a rozpadnutých blokov. Preto z hľadiska pohybovej aktivity zosuvu je reprezentatívnejšia analýza premiestnení bodu P-19, ako aj bodov P-16 a P-17 (obr. 2.1.3). Po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich 20 rokoch dosiahli sumárnu hodnotu až okolo 2 metrov možno v súčasnosti konštatovať útlm pohybovej aktivity. Zaujímavou je skutočnosť, že

najvýraznejší útlm pohybovej aktivity bol zaznamenaný v aktívnejšej, západnej časti zosuvu (body P-16, 17), zatiaľčo v stabilizovanejšej východnej časti je pohybová aktivita výrazne premenlivá a podľa posledných meraní má narastajúci trend (body P-19 a spomínaný bod P-20 – obr. 2.1.3). Túto skutočnosť pravdepodobne spôsobili výrazné zmeny napätostného stavu vo východnej časti svahu v etapách jeho odvodnenia sústavou horizontálnych vrto.

b/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Merania, uskutočnené v júni 2001 preukázali najväčšie zmeny povrchovej napätosti v okolí bodov RN-13 (výrazná zmena z ťahu na tlak), RN-21 (výrazná zmena z tlaku na ťah), RN-22 (výrazné zvýšenie tlakového napätia), RN-24 (nárast ťahového napätia) a RN-33 a 34 (v oboch prípadoch zmena tlakového napätia na ťah). Ide vo väčšine prípadov o body, nachádzajúce sa v priestore odlučných oblastí dielčích zosuvov (obr. 2.1.1, príl. 1.1). Merania zo septembra 2002 preukázali výrazné zmeny z tlakového na ťahové napätie u bodov RN-17 a predovšetkým RN-22. Významný nárast ťahového napätia bol zaznamenaný v bode RN-34. Možno teda konštatovať, že za obdobie posledných dvoch rokov najvýraznejšie napätostné zmeny prebiehajú práve v okolí bodov RN-22 a RN-34. Bod RN-34 je situovaný nad domom, ktorého majiteľ zaznamenal v poslednom období nové porušenia objektu.

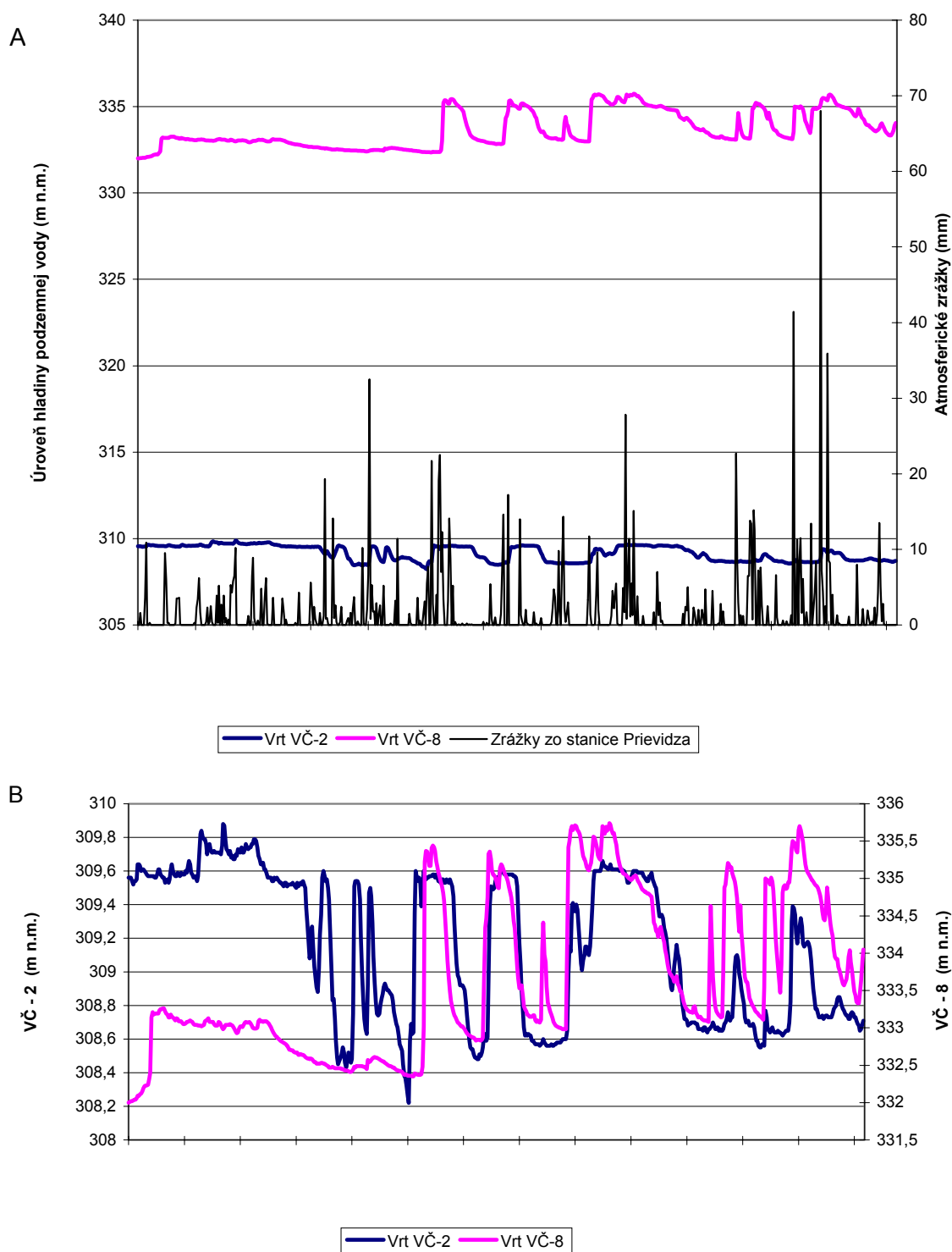
Vývoj povrchovej napätosti ilustrujú jej priebehy vo vybraných bodoch (obr. 2.1.3). Celkove prevláda tendencia zachovania až mierneho znižovania tlakových napätí, prechádzajúca až do zmeny tlaku na ťah. Výnimkou je výrazná „pulzácia“ napätí v bode RN-22, pri ktorom boli za posledné roky zaznamenané pomerne výrazné zmeny napätostného stavu (táto skutočnosť pravdepodobne vyplýva z umiestnenia bodu v oblasti, ktorá najcitlivejšie reagovala na odvodňovanie svahu).

c/ Inklinometrické merania

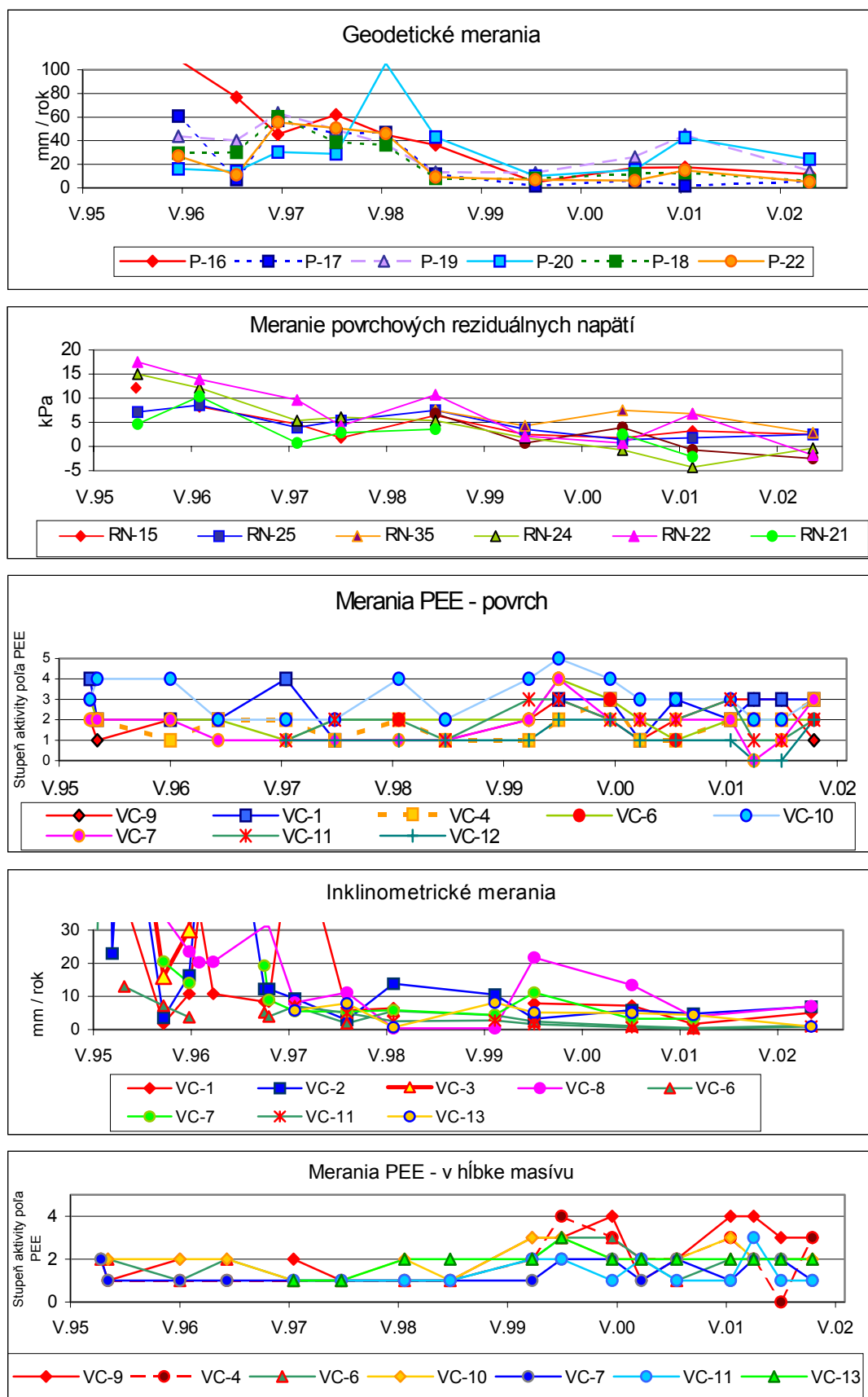
Na základe meraní metódou presnej inklinometrie, uskutočnených v júni a septembri 2001, prepočítaná rýchlosť pohybu ani v jednom prípade neprekročila hodnotu 5 mm/rok (príl. 1.1). Najvýraznejšie deformácie boli zaznamenané pri premeriavaní vrto VČ-2 (v hĺbke 4.8 až 5.8 m), VČ-5 (3.2 m), VČ-8 (12.7 m), VČ-13 (4.4 m) a VE-4 (4 m). Ide teda vo väčšine prípadov o náznaky aktivity po plytších šmykových plochách. Smer vektorov pohybu je prevažne po spádnici (obr. 2.1.1). Merania zo septembra 2002 preukázali, že oproti poslednému meraniu došlo k najväčšej zmene vo vrte VČ-4, v ktorom v uvedenom období došlo k ustrihnutiu inklinometrickej pažnice v hĺbke cca 10,3 m. Výrazná deformácia bola zaznamenaná i vo vrte VČ-2 v hĺbke okolo 5 m a v analogickej hĺbke i vo vrte VČ-1. Stále narastajúca deformácia je zaznamenávaná vo vrte VČ-8 v hĺbke až okolo 13 m od povrchu terénu. Na rozdiel od predchádzajúceho merania indikujú výsledky pozorovaní z roku 2002 aktivizáciu pohybu pozdĺž najhlbšie interpretovanej potenciálnej šmykovej plochy.

Z analýzy vývoja pohybovej aktivity, zaznamenatej inklinometrickými meraniami vyplýva, že po extrémne veľkých pohyboch (výrazne presahujúcich rýchlosť 20 mm/rok, pri ktorých došlo k ustrihnutiu vrtu VČ-3) v období aktívneho rozvoja zosuvného pohybu (roky 1995 až 1997) sa vďaka sanačným opatreniam zosuv čiastočne stabilizoval.

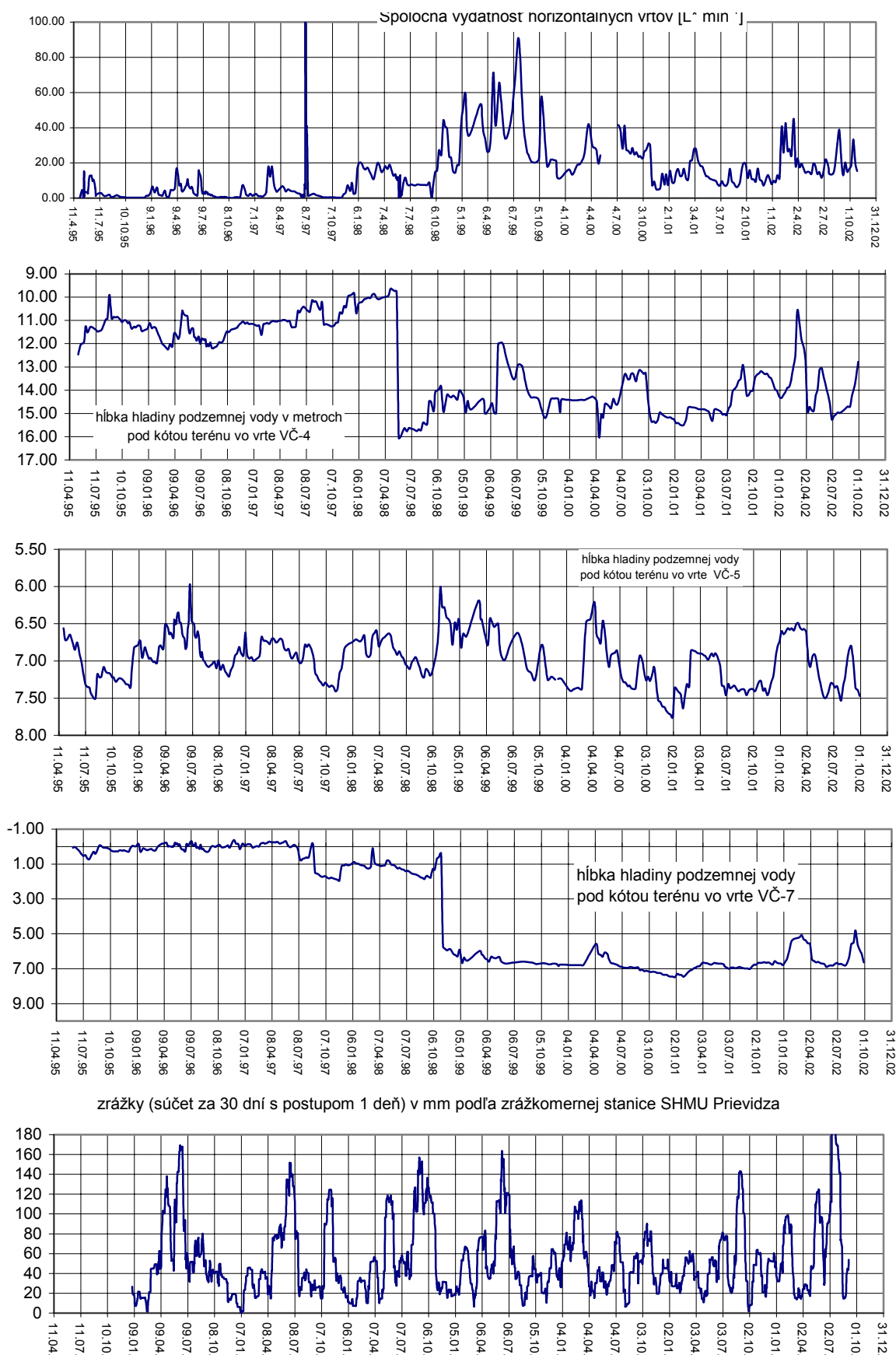
Výsledky meraní z roku 2002 sú však varovné. Na rozdiel od výsledkov z roku 2001 (kedy bolo možné konštatovať celkový útlm pohybovej aktivity), merania z roku 2002 preukázali podpovrchový posuv po hlbšej šmykovej ploche v oblasti inklinometrických vrto VČ-4 (ustrihnutie vrtu) a VČ-8. Súčasne boli zaznamenané zvýšené pohyby v oblasti záhrad vo vrtoch VČ-2 a VČ-1.



Obr. 2.1.2: Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenaný automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 na lokalite Veľká Čausa. A- záznam za roky 2001 a 2002 spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov, B-detailný záznam zmien hladiny podzemnej vody



Obr. 2.1.3: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Veľká Čausa



Obr. 2.1.4: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Veľká Čausa

d/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Z troch cyklov merania poľa PEE v roku 2001 vyplynula celkove stredná úroveň napätosti vo všetkých hĺbkových úrovniach premeriavaných vrtov. Najvyššie hodnoty napätosti boli zistené vo vrte VČ-9, predovšetkým v hĺbkovej úrovni od 8 do 14 m (príl.1.1). Vrt sa nachádza blízko aktívnej odľučnej oblasti v SZ časti zosuvného územia, v ktorej došlo k iniciovaniu zosuvných pohybov v roku 1995. Merania v roku 2002 vo všeobecnosti preukázali analogický stav napätosti, prípadne jeho zníženie (napr. vo vrte VČ-9). Pomerne vysoké hodnoty napätí v pripovrchovej zóne boli namerané vo vrte M-11 (príl.1.1).

Vývoj poľa PEE v niektorých charakteristických hĺbkach vybraných vrtov je znázornený na obr. 2.1.3. Samostatne je pritom vyjadrený vývoj v pripovrchovej zóne a v hĺbke masívu nad predpokladanou šmykovou plochou zosuvu. Vo všeobecnosti možno konštatovať značný rozkyv napätí od roku 1999, spôsobený pravdepodobne reakciou masívu na jeho odvodnenie horizontálnymi vrtmi.

e/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Záznamy automatických hladinomerov sú pri detailnom znázornení (obr. 2.1.2B) od jesene 2001 veľmi príbuzné. Obidva hladinomery veľmi citlivo zaznamenali i krátkodobé zvýšenia zrážkových úhrnov v pozorovanom období (obr. 2.1.2A).

Pomerne pravidelný ročný cyklus zmien hĺbok hladiny podzemnej vody je na lokalite významne ovplyvnený uskutočneným odvodnením svahu. Časovo oneskorený vplyv odvodnenia zachytáva pokles hladiny vo vrte VČ-4, priamu reakciu na odvodňovací vrt VV-110 ilustruje náhly pokles hladiny vody vo vrte VČ-7 v októbri 1998 (obr. 2.1.4). Celkovo možno konštatovať všeobecne zníženú úroveň hladiny podzemnej vody, z čoho vyplývajú (pri dodržaní funkčnosti odvodňovacích zariadení) vcelku priaznivé dlhodobé stabilitné prognózy.

f/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.4. Vplyvom úspešných odvodňovacích vrtov začala od októbra 1998 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov výrazne stúpať. Predpokladáme, že nerovnovážny stav, teda pokles hladiny podzemnej vody a znížené zásob podzemnej vody v súvislosti s realizáciou podpovrchového drenážneho systému, trval až do konca roku 1999. Po tomto období nastal opäť relatívne rovnovážny stav hladín podzemnej vody, ktorý je ovplyvnený už len zrážkovými pomermi a dobou zdržania. Po vybudovaní nových drenážnych prvkov nastalo sústredené odvodnenie zosuvného územia a podiel plošného odvodnenia do eróznej bázy sa znížil. Po roku 1999 zostala výdatnosť pomerne vysoká, ale extrémny sú menšie a oddrénovaná voda predstavuje časť dynamických zásob podzemnej vody, akumulovanej v zosuvnom území.

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.4.

g/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2001 a 2002, preberané zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Ročný úhrn zrážok v roku 2001 na stanici Prievidza bol 615,4 mm, na stanici Ráztočno až 800,6 mm. Ak porovnáme priemerný zrážkový úhrn zo stanice Ráztočno za roky 1980 až 1994 (716 mm) s nameranou hodnotou v roku 2001, potom ide podľa zaužívaného hodnotenia o rok vlhký (111.8% dlhodobého priemeru, pričom kritérium pre vlhký rok je nad 110%). Za rok 2002 sme mali údaje o zrážkach iba do konca septembra.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V snahe vyjadriť prehľadnou formou výsledky celého komplexu monitorovacích meraní, použili sme metódu multikritériálneho hodnotenia v súlade s tab. 2.1.3. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.5.

Pre porovnanie s meraniami z predchádzajúcich rokov sú na obr. 2.1.5. vyjadrené hodnotenia aktivity územia podľa tých istých kritérií i za predchádzajúce roky.

Sanačné opatrenia (systém odvodňovacích drénov), uskutočnené v jeseni roku 1996 významne prispeli k stabilizácii územia v roku 1997. Nová aktivizácia pohybov v západnej časti územia v roku 1998 bola stabilizovaná systémom odvodňovacích vrtov. V roku 2001 možno konštatovať (oproti roku 2000) celkové zníženie stupňa aktivity zosuvného pohybu. Aktivita je sústredená predovšetkým v čele zosuvnej akumulácie, k čomu prispeli najviac pomerne výrazné pohyby geodetických bodov, lokalizovaných na individuálnych blokoch vulkanických hornín. V roku 2002 je aktivita opäť sústredená v čele zosuvnej akumulácie (predovšetkým v jej západnej časti), avšak dosahuje – v porovnaní s predchádzajúcim rokom - vyšší stupeň.

Zo súborného hodnotenia vyplýval vcelku stabilizovaný stav zosuvného územia v roku 2001. Povrchové merania (geodetické, reziduálnej napätosti), uskutočnené v roku 2002 tento stav potvrdili, avšak z výsledkov inklinometrických meraní vyplynuli skutočnosti, poukazujúce na aktivizáciu zosuvných pohybov po hlbších šmykových plochách. Pre zabránenie týmto pohybom je potrebné čo najskôr svah hĺbkovo odvodniť v území nad záhradami a zrealizovať rekultiváciu tohto územia. Uskutočnenie uvedených opatrení viackrát požadoval riešiteľ prieskumu (INGEO Žilina), naposledy listom zo 4. októbra 2002, odoslaným na OÚ v Prievidzi. Pokračujúci pohyb môže nepriaznivo ovplyvniť celkovú stabilitu svahu a ohroziť viacero obytných domov, predovšetkým na JZ okraji obce.

2.1.4.2 Lokalita Malá Čausa

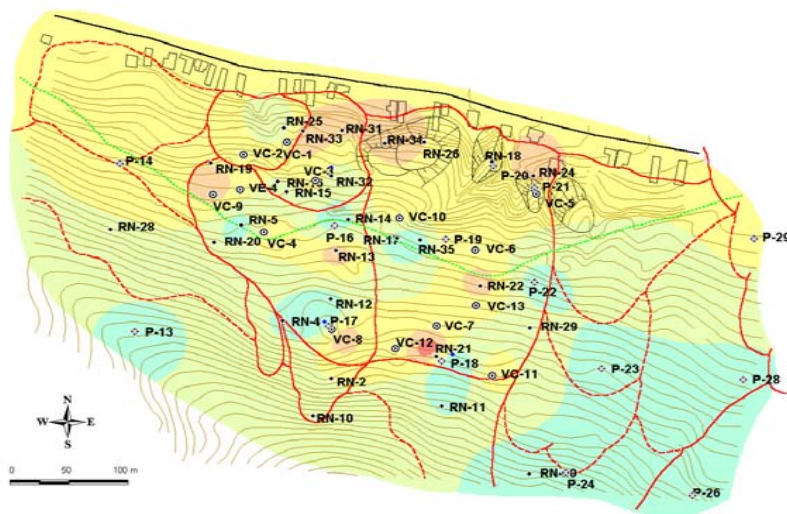
Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza na JZ okraji obce Malá Čausa (okres Prievidza), v bočnom údolí s bezmenným potokom. Ide o staršie zosuvné územie s výskytom viacerých potenciálnych plošných a prúdových zosuvov. Zosuvné pohyby sa aktivizovali po zrážkovej anomálii na jar roku 1995. Zosuvy sa vyvinuli v prostredí miocénneho šlirového súvrstvia, pokrytého kvartérnymi hlinami s výskytom andezitových úlomkov. Geologická stavba i hydrogeologické podmienky sú teda analogické, ako na zosuve vo Veľkej Čausi, navyiac na stabilitu nepriaznivo pôsobí i erozívno-abrazívna činnosť vodného toku, podrezávajúceho svah. V zosuvnom území možno plošne odlíšiť dva zosuvy – menší, rozmerov 90 x 70 m, ohrozujúci širšie územie možnosťou prehradenia vodného toku a väčší, rozmerov 190 x 210 m, ktorý pretrhol vodovodné potrubie (obr. 2.1.6). Vzhľadom na uvedené skutočnosti bolo na lokalite realizovaných viacero sanačných opatrení (Fussgänger et al., 1996) a aktuálny stav zosuvov sa priebežne hodnotí na základe výsledkov viacerých typov monitorovacích pozorovaní.

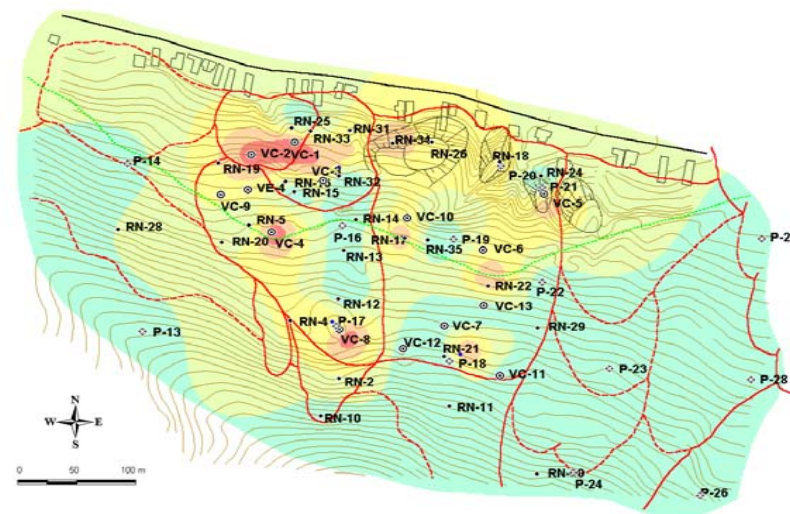
Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, sú zhrnuté v tab. 2.1.5.

2001

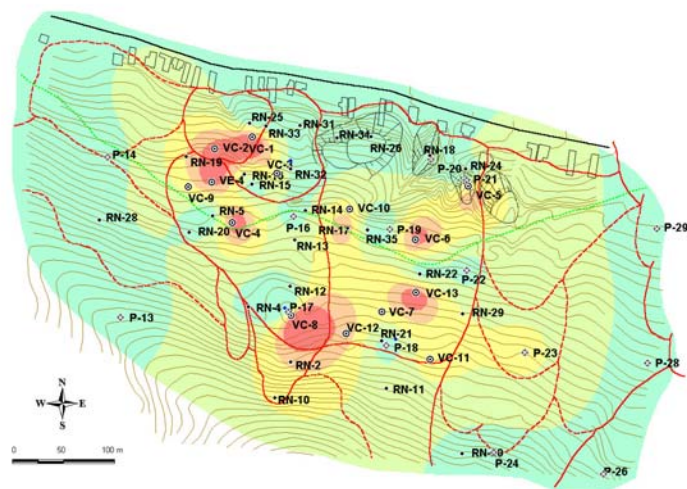


2002

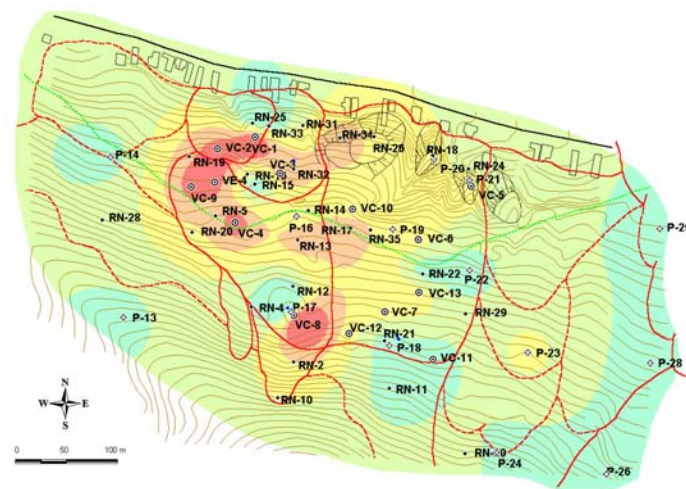


Obr. 2.1.5a: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.3) za roky 1997 až 2002. 1-ohraničenie aktívnych foriem zosuvov, 2-ohraničenie potenciálnych a stabilizovaných zosuvov, 3-interpretovaný okraj štrkovej terasovej akumulácie, 4-premiestnené bloky vulkanických hornín, 5-body geodetickej siete, 6-inklinometrické vrty, 7-miesta merania povrchových reziduálnych napätí, 8-stabilný stav častí územia, 9-náznaky pohybovej aktivity zosuvu, 10-mierne aktívny stav, 11-aktívny stav, 12-vysoko aktívny stav

1999

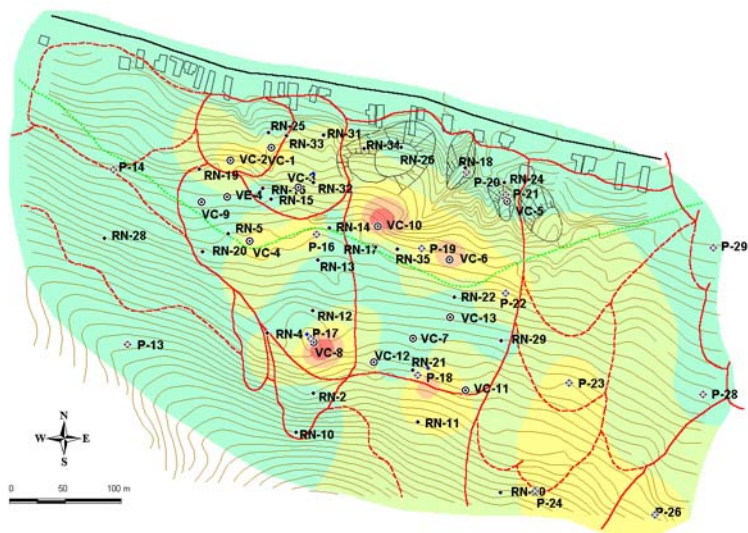


2000

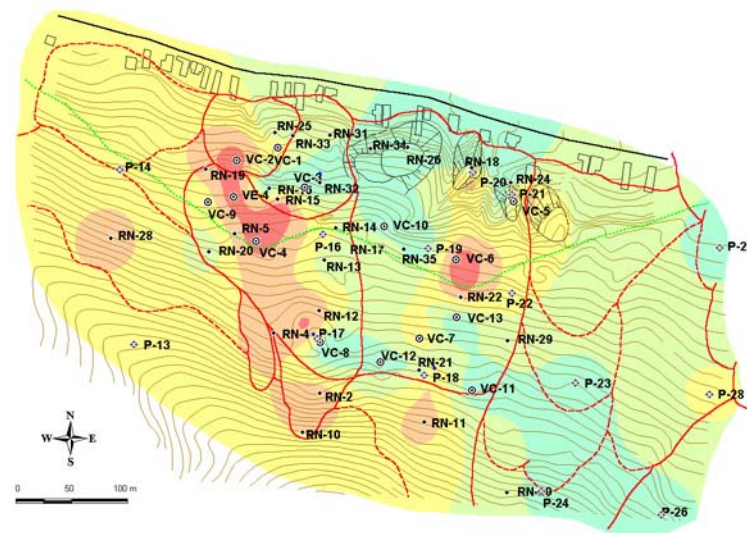


Obr. 2.1.5b

1997



1998



Obr. 2.1.5c

Tab. 2.1.5: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Malá Čausa v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Inklinometrické	1	MČ-1	2 (7. júna 2001; 9. septembra 2002)
Povrchových reziduálnych napätí	9	RN-01, 02, 03, 06, 07, 10, 11, 12, 13	2 (6. júla 2001; 9. septembra 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	MČ-1, 2, 4, 5, 7, Z-6, 7, 11	41 (1x za 2 týždne – do 30. 9. 2002)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	1	DR-2	41 (1x za 2 týždne - do 30. 9. 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.2. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.7 a 2.1.8.

a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Na základe výsledkov meraní z júna 2001 možno konštatovať, že v priestore väčšieho zosuvu došlo k celkovému zníženiu tlakových napätí (v porovnaní s predchádzajúcim rokom). U bodov RN-3 a RN-10 došlo až k zmene charakteru napätia z tlaku na ťah. Podľa výsledkov merania zo septembra 2002 v bode RN-10 pokračoval nárast ťahových napätí (vytváranie trhlín), čo potvrdilo i meranie v susednom bode RN-13. Zmena z ťahových na tlakové napätia bola zaznamenaná v menšom zosuve v bode RN-12 (obr. 2.1.6).

Z hľadiska celkového vývoja povrchových napätí možno v rokoch 2001 a 2002 konštatovať ich celkový poklesový charakter (obr. 2.1.7). Z dlhodobej analýzy vývoja napätostného stavu vyplýva, akoby sa striedali obdobia nárastu tlakových napätí, po ktorých dôjde k vytváraniu ťahových zón a následne lokálnych ťahových trhlín. V súčasnosti sa svah nachádza v období prípravy na vytváranie takýchto trhlín (najvýraznejšie v okolí bodu RN-10 za okrajom zosuvného telesa). Výrazné zmeny napätostného stavu sú dôsledkom jeho neúplnej sanácie.

b/ Inklinometrické merania

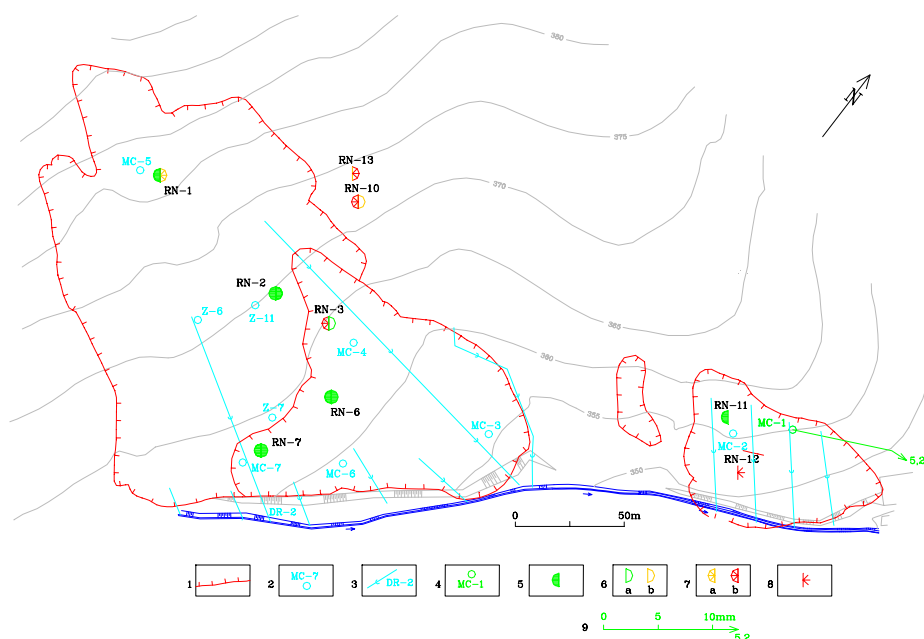
Inklinometrické meranie sa uskutočňovalo iba vo vrte MČ-1, lokalizovanom vo vrchnej časti menšieho zosuvu. Na základe merania, uskutočneného v júni 2001, najaktívnejšou je

stále pripovrchová časť zosuvu do hĺbky cca 1,2 m (ani v tomto horizonte však prepočítaná rýchlosť pohybu neprekročila 5 mm/rok). Pohyb po predpokladanej šmykovej ploche (v hĺbke 5.2 m) bol ešte menej výrazný. Smer vektora pohybu bol prevažne po spádnicí (obr. 2.1.6, príl.1.2). Pri meraní v roku 2002 bol vrt priechodný iba do hĺbky 5,5 m. Vzhľadom na stav z minulého roku ide o prekvapujúcu skutočnosť. Okrem výraznejšej deformácie, ktorá mohla spôsobiť nepriechodnosť vrtu, nemožno vylúčiť aj vonkajší zásah (upchatie vrtu a pod.).

Z analýzy vývoja pohybovej aktivity vo vrtě MČ-1 totiž vyplýva jej postupný útlm (obr. 2.1.7). Ostatné merania taktiež nezaznamenali za obdobie 2001 až 2002 veľmi výrazné zmeny. Vzhľadom na to vysvetlenie nepriechodnosti vrtu MČ-1 nie je jednoznačné.

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania z rokov 2001 a 2002 preukázali, že hladina podzemnej vody výrazne kolíše v závislosti od veľkosti zrážkových a teplotných pomerov (obr. 2.1.8). Vo viacerých piezometroch sa nachádza hladina podzemnej vody v blízkosti kóty terénu, respektíve i nad terénom. Z piezometrov (MČ-3, MČ-6) trvalo, respektíve sezónne vyteká podzemná voda. Maximálne stavy sa vyskytujú v období nízkeho výparu, teda od konca jesene do začiatku jari. Stav hladiny podzemnej vody počas februára a marca 2002 možno charakterizovať podľa porovnania s dlhodobým pozorovaním ako extrémne vysoký. Extrémne zrážkové úhrny počas leta 2002 spôsobili výrazne stúpnutie hladiny podzemnej vody aj v júli 2002, teda v období s vysokým výparom.



Obr. 2.1.6: Lokalita Malá Čausa – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002. 1-morfologické ohraničenie zosuvov, 2-piezometrické vrty, 3-odvodňovacie drény, 4-inklinometrický vrt, 5-povrchové reziduálne napätia (RN) tlakové: pokles a mierny nárast (do 20%), 6- povrchové reziduálne napätia ťahové: a/ pokles a mierny nárast (do 20%), b/ nárast (20 až 100%), 7- zmena charakteru napätia z tlaku na ťah: a/ do 3 kPa, b/väčšia, než 3 kPa, 8- zmena charakteru napätia z ťahu na tlak väčšia, než 3 kPa - porovnanie stavu z VI.01 so stavom z XI.00 (vľavo) a stavu z IX.02 so stavom z VI.01 (vpravo), 9-vektor najväčšej deformácie, zaznamenananej inklinometrickým meraním za obdobie XI.99-XI.00-VI.01 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

Na základe analýzy dlhodobých meraní možno konštatovať, že hydrogeologické pomery na lokalite sa po uskutočnení sanačných opatrení výrazne nemenia. Žiaľ, v dôsledku neúplnosti sanácie sa hladina podzemnej vody trvalo nachádza blízko povrchu terénu a územie je značne zamokrené.

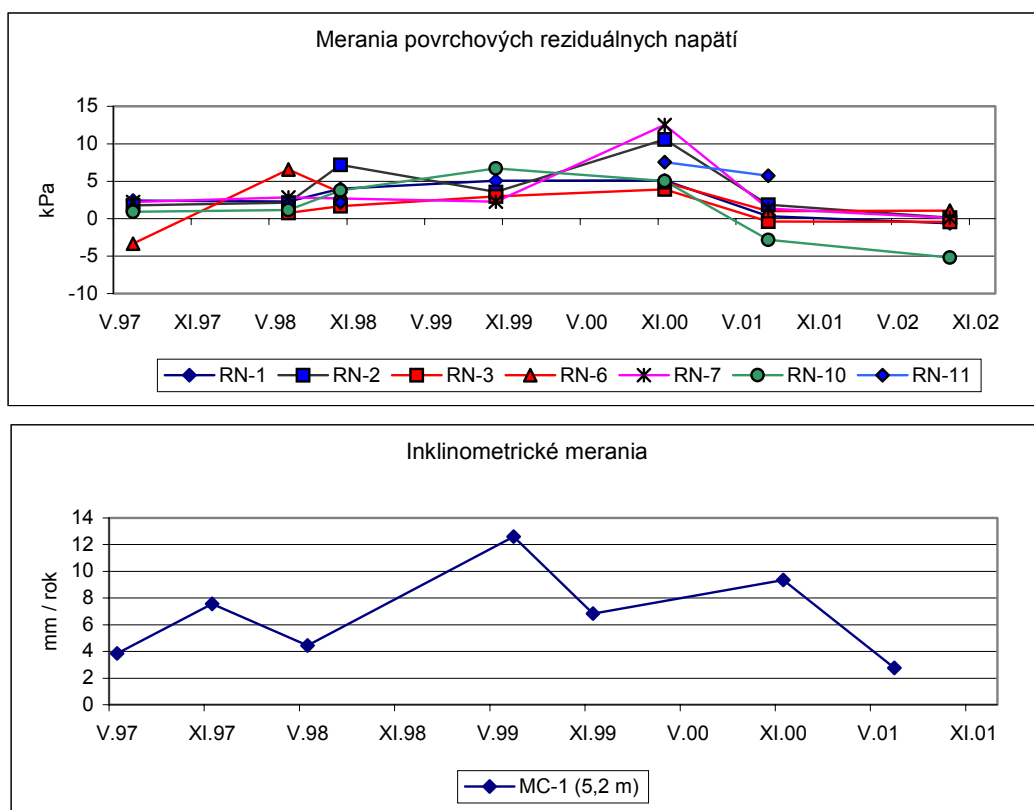
d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť sa meria iba na výtoku drenážneho rebra DR-2. Je preto pochopiteľné, že súborné hodnotenie zmien odvodnenia územia na základe tohto bodového údajá nie je možné. Kolísanie výdatnosti drénu vcelku zákonite súvisí s vodnatosťou prostredia v rôznych časových obdobiach – najviac vody vyteká v jarňách a čiastočne i v jesenných mesiacoch. Priemerná výdatnosť drénu je 3 l.min^{-1} , maximum až 15 l.min^{-1} , zatiaľ čo v lete klesá výdatnosť pod 1 l.min^{-1} .

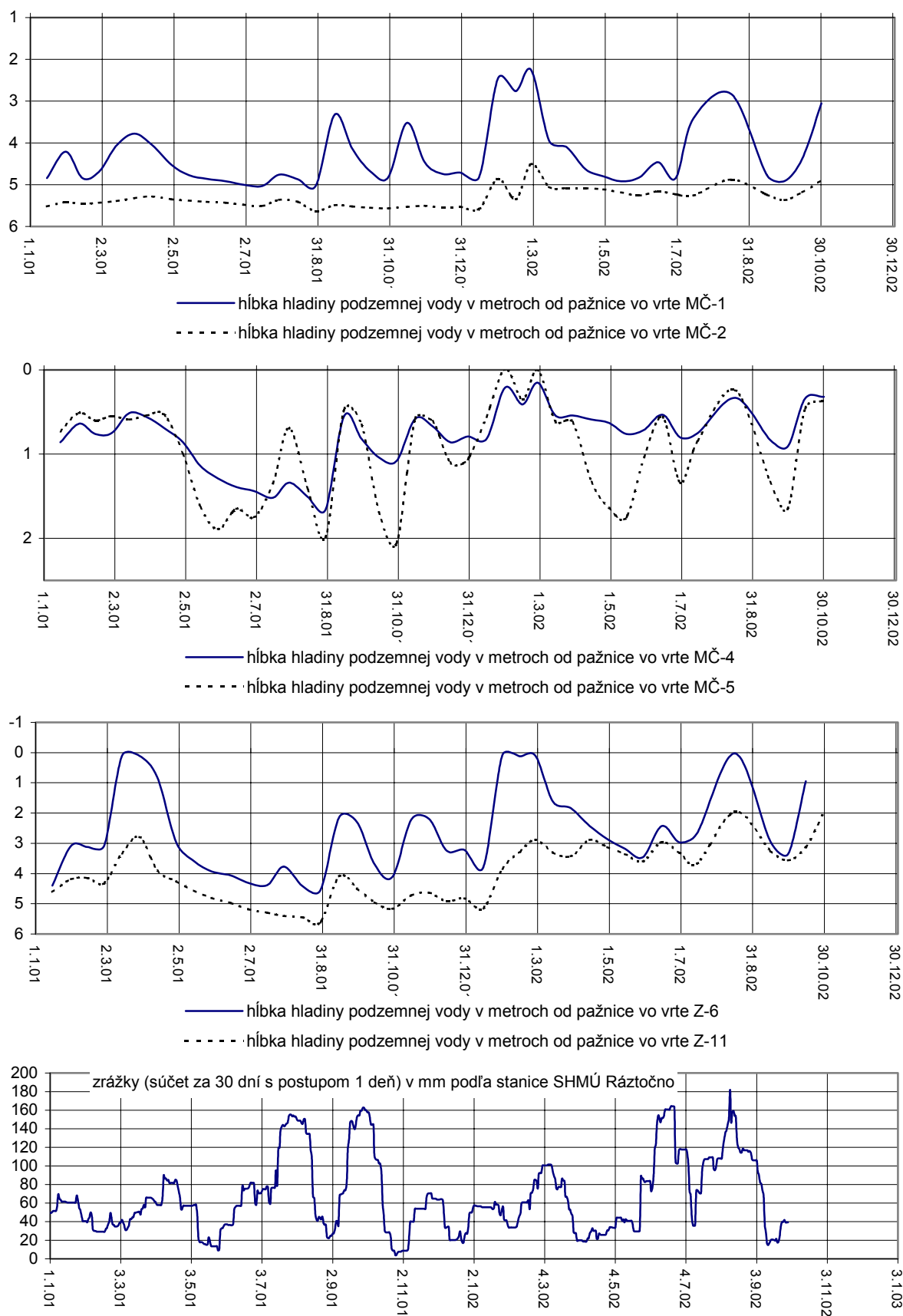
e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2001 a 2002 zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Hodnotenie zrážkových pomerov je rovnaké, ako pri lokalite Veľká Čausa.

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.8.



Obr. 2.1.7: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Malá Čausa



Obr. 2.1.8: Výsledky režimových pozorování na lokalite Malá Čausa

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z hodnotenia výsledkov monitorovacích meraní za roky 2001 a 2002 vyplýva, že obidva zosuvy sa nachádzali v relatívne ukludnenom stave. Toto konštatovanie je však v rozpore s nepriechodnosťou inklinometrického vrtu MČ-1, ktorej príčiny nie sú jednoznačne vysvetliteľné.

Na pokračujúcu nestabilitu väčšieho zosuvu poukazuje lokálne vytváranie ťahových trhlín v jeho spodnej časti a pretrvávajúce značné zamokrenie územia. Vzhľadom na všeobecne pomerne vysokú úroveň hladiny podzemnej vody môže každá zrážková anomália znamenať výrazné zhoršenie stabilitného stavu monitorovaného územia.

2.1.4.3 Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko

Stručná charakteristika lokality

Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová. O jeho výstavbe sa rozhodlo po tom, ako boli všetky územné celky s vhodnejšími inžinierskogeologickými pomermi pre bytovú výstavbu v interviláne mesta vyčerpané. Ide o prvé sídlisko na Slovensku, ktoré sa projektovalo a postavilo v rokoch 1974 až 1977 na svahových poruchách (Nemčok, 1982). Preto už počas prípravy výstavby sa vychádzalo z podmienky, že pre zabezpečenie stability obytných objektov i železničnej trate je nevyhnutné realizovať dlhodobé funkčné odvodnenie svahov s trvalou údržbou odvodňovacích zariadení a kontrolných monitorovacích vrtov. V súvislosti s tým bolo vybudovaných 6 základných šacht (jám) A až F, do ktorých vyúsťujú vejárovite usporiadané horizontálne odvodňovacie vrty. Systém bol doplnený ďalšími odvodňovacími vrtmi a sústavou monitorovacích piezometrov na pozorovanie zmien úrovne hladiny podzemnej vody (obr. 2.1.9). Žiaľ, údržba systému v určitých časových úsekoch bola nedostatočná, vrty museli byť periodicky prečisťované a mnohé prestali byť funkčné (Šimeček, 2000). Posledné významné rekonštrukčné práce na objektoch boli vykonané v októbri 1999.

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

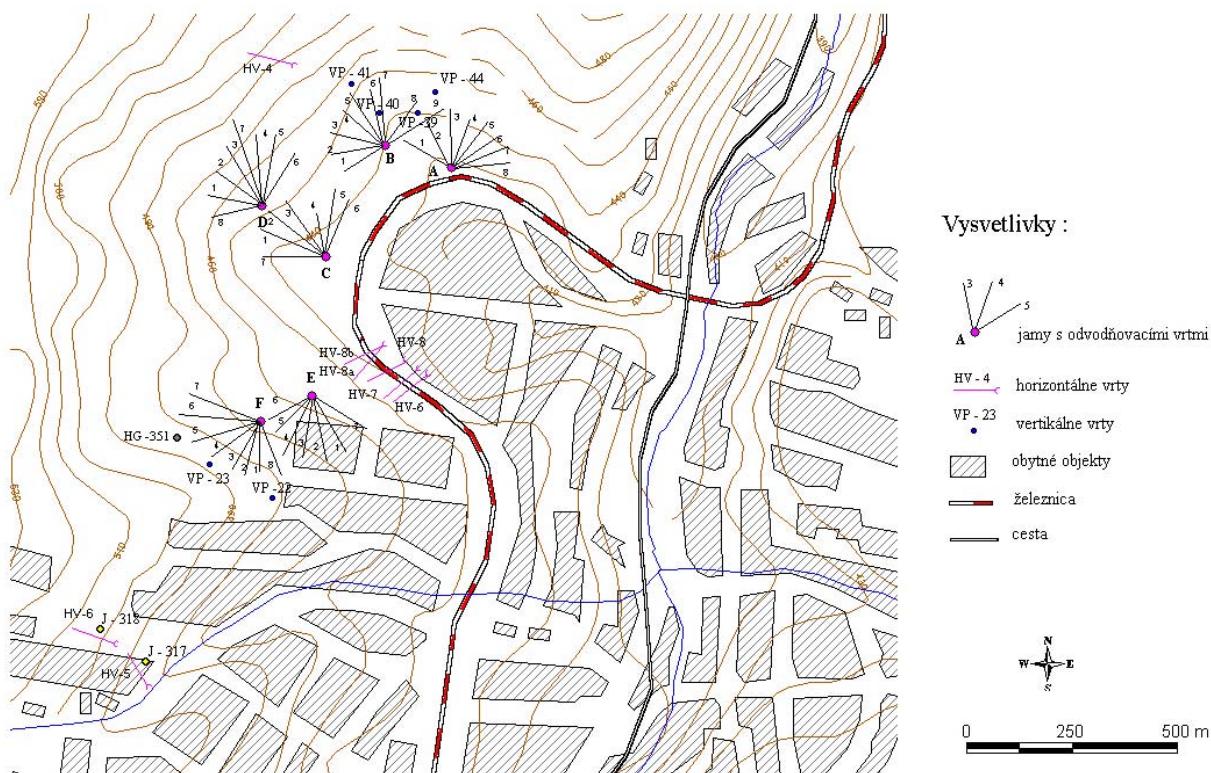
Na základe rozdielnych inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok sa celá pozorovaná oblasť (súborne nazvaná ako Morovnianske sídlisko) rozdeľuje na nasledujúce samostatné celky (obr. 2.1.9):

- A. Oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby;
- B. Oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou;
- C. Oblasť Jánošíkova cesta.

Výsledky režimových monitorovacích pozorovaní hodnotíme samostatne pre každú z vyčlenených oblastí.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Lokalita Morovnianske sídlisko bola do súboru pozorovaných lokalít v rámci riešenej úlohy zaradená v roku 2001. Z monitorovacích metód sa na lokalite vykonávajú iba režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov s frekvenciou jedného merania za týždeň. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov sú zhrnuté v tab. 2.1.6. Existujúca sieť geodetických bodov sa neudržiava a geodetické merania sa nevykonávajú.



Obr. 2.1.9: Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko – situácia monitorovaných objektov (podľa M. Šimečka, 2000)

Vyhodnotenie režimových pozorovaní za roky 2001 a 2002

A/ Oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby

V rámci sanácie pre danú oblasť boli vybudované štyri širokopietrové jamy, z ktorých boli odvítané vejárovite usporiadané horizontálne vrty. Uvedený systém odvodňuje plochu cca 500 x 1000 m s koncentrovaným odtokom vody do priľahlých potokov. Po uvedení systému do prevádzky bolo zaznamenané zníženie hladín podzemnej vody v okolí jám o 6 až 14 metrov. Prítok sa postupne znižoval až do vykonania rekonštrukčných prác v októbri 1999. Ďalší priebeh odvodnenia je znázornený na obr. 2.1.10 a spracovaný v príl. 1.3. Maximálny prítok je zaznamenávaný v jarných mesiacoch, pričom zvlášť v roku 2002 sa prejavuje i určitá reakcia na výrazné zrážkové úhrny. Žiaľ, sieť pozorovacích piezometrických vrtov je nedostatočná a neumožňuje podať spoľahlivú informáciu o kolísaní úrovne hladiny podzemnej vody (v danej oblasti sú funkčné iba 3 piezometre VP-40, 41 a 43). Pritom napr. vrt VP-40 sa nachádza nad horizontálnym vrtom HVB-7 s dokonalým odvodňovaním a minimálnou zmenou hladiny po celý rok (obr. 2.1.9, 2.1.10).

B/ Oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou

Ide o menšiu nestabilnú oblasť, nachádzajúcu sa JZ od železničného oblúka. Aktívne svahové deformácie sú v tejto oblasti priamo nad železnicou a čelo zosuvu je vo vnútornom Morovnianskom oblúku. Zosuvné pásmo čiastočne zasahuje do územia s individuálnou bytovou výstavbou. Odvodňovanie zabezpečujú dve odvodňovacie jamy (E a F) s vejárovite usporiadanými odvodňovacími vrtmi. Podobne, ako v predchádzajúcej oblasti je funkčnosť siete monitorovacích piezometrických vrtov veľmi malá (iba 2 vrty – VP-23 a HG-351 nad

jamou F). Čelo zosuvu je odvodňované individuálne horizontálnymi vrtmi z vnútornej strany oblúka (vrty HV).

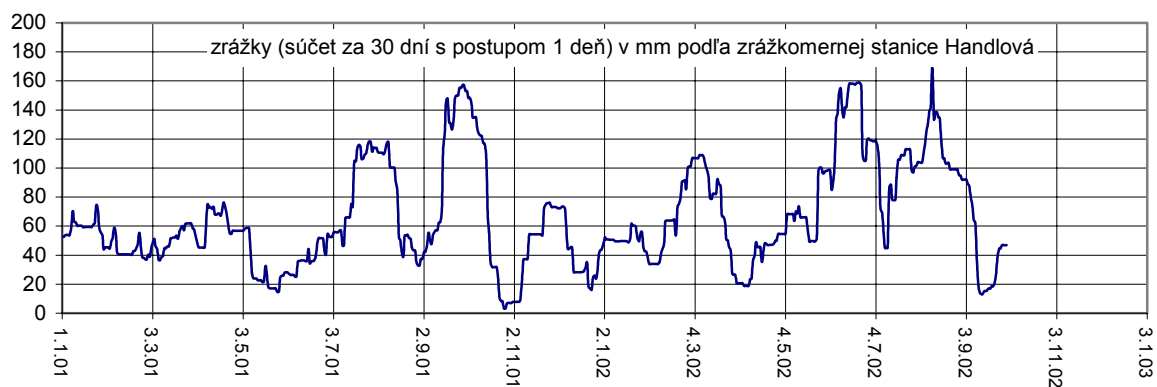
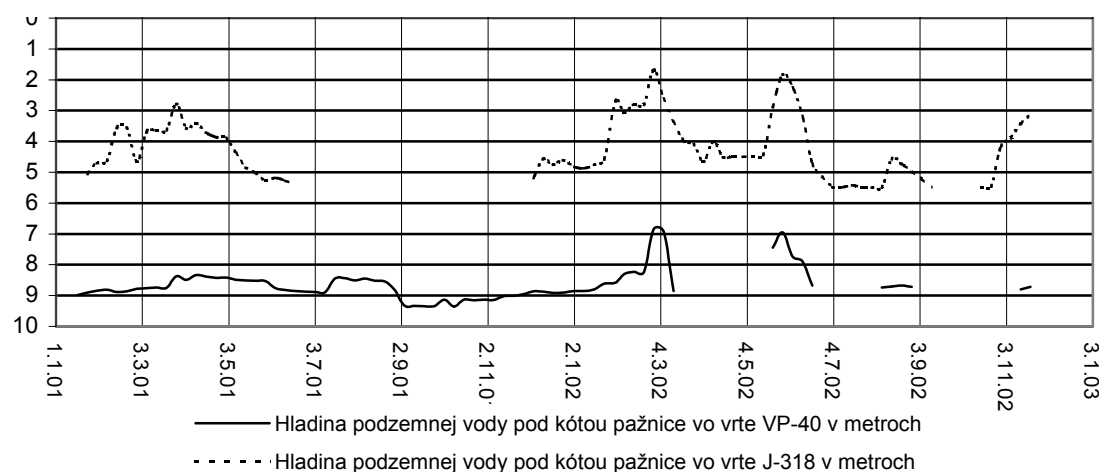
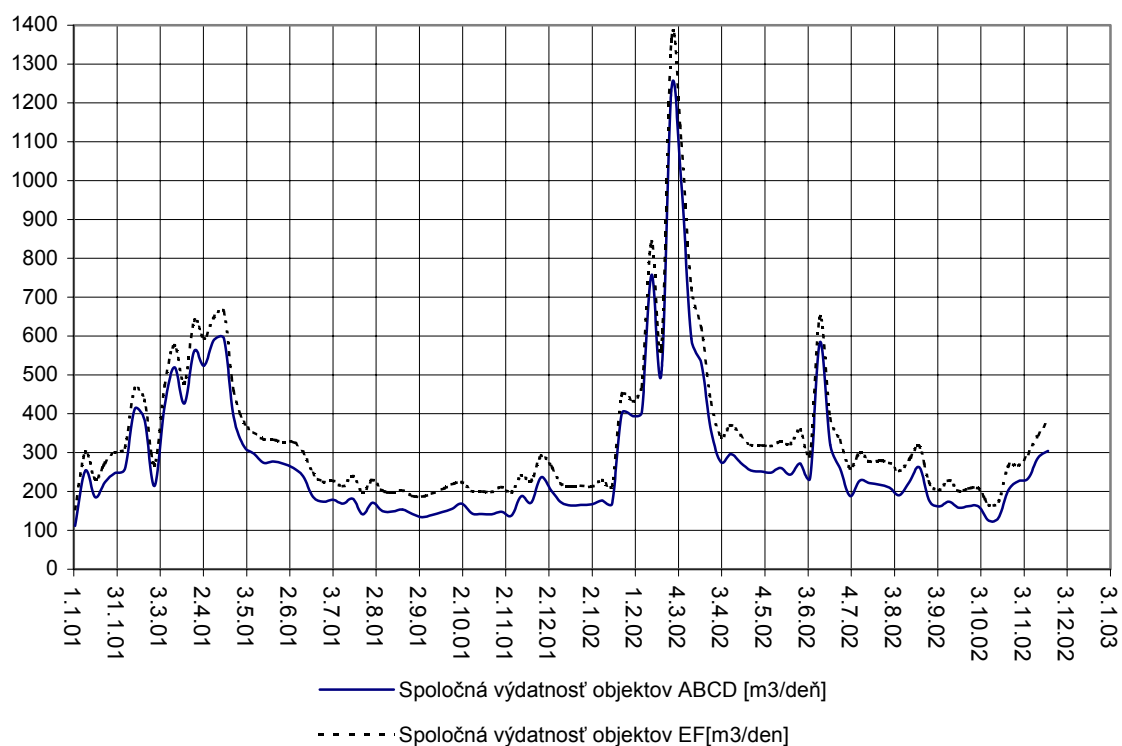
Z výsledkov meraní vyplýva, že odvodňovacie vrty z odvodňovacích jám prechádzajú tektonickými poruchami a zachytávajú trvalé prítoky z paleogénnych ílovcov. Spoločná výdatnosť odvodňovacích prvkov E a F je veľmi príbuzná spoločnej výdatnosti jám A až D (obr. 2.1.10, príl.1.3). Vzhľadom na počet pozorovacích prvkov je vyjadrenie k stupňu odvodnenia územia veľmi problematické.

C/ Oblasť Jánošíkova cesta

Oblasť sa nachádza na južnom svahu Malej Hôrky od hrebeňa až po údolie Račieho potoka, ktorý svojou hĺbkovou i bočnou eróziou aktivizuje svahový pohyb. Z prieskumno-monitorovacích objektov sú funkčné iba dva vertikálne a dva horizontálne vrty, pričom horizontálny vrt JH-5 je odvrátený tesne pod povrchom a prítok je merateľný iba počas intenzívnych zrážok v krátkom časovom intervale. Vzhľadom na komplikovanosť inžinierskogeologických pomerov v tejto oblasti je teda hustota pozorovacích objektov nedostatočná.

Tab. 2.1.6: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	7	VP-40, VP-41, VP-44 (oblasť nad železničným oblúkom); VP-23, HG-351 (Malá Hôrka); J-317, J-318 (<i>Jánošíkova cesta</i>)	91 (<i>1x za týždeň – do 30.9.2002</i>)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	14	A (8 odvodňovacích vrtov HVA-1 až 8), B (HVB-1 až 9), C (HVC-1 až 7), D (HVD-1 až 7), JH-4 (oblasť nad železničným oblúkom); E (HVE-1 až 7), F (HVF-1 až 8), HV-6, HV-7, HV-8, HV-8a, HV-8b (Malá Hôrka); JH-5, JH-6 (<i>Jánošíkova cesta</i>)	91 (<i>1x za týždeň – do 30.9.2002</i>)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	<i>denné úhrny zrážok</i>



Obr. 2.1.10: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko

Z výsledkov monitorovania vyplýva, že ide o oblasť intenzívne zvodnenú pomerne plytko pod terénom (pozorovania z vrtu J-318, obr. 2.1.10), pravdepodobne nad stropom paleogénnych ílovcov. Žiaľ, vysokému stupňu zvodnenia nezodpovedá kapacita odvodňovacích zariadení, ktoré zabezpečuje vlastne iba vrt JH-6. Vzhľadom na pokračujúcu eróziu potoka je stabilitná prognóza svahu nad Jánošíkovou cestou veľmi nepriaznivá.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Rekonštrukciou devastovaných odvodňovacích jám a prečistením horizontálnych odvodňovacích vrtov v roku 1999 sa vytvorili podmienky pre obnovenie odvodňovania zosuvných území, nachádzajúcich sa nad železničným oblúkom v oblasti Morovnianskeho sídliska i oblasti Malá Hôrka. Priemerná spoločná výdatnosť jám ABCD počas rokov 2001 až 2002 bola 338 m³/deň (235 l/min) a priemerná spoločná výdatnosť jám EF bola 278 m³/deň (193 l/min). Časový priebeh veľkosti výdatnosti v jamách ABCD a EF je skoro totožný, čo poukazuje na to, že hydraulické vlastnosti horninového prostredia sú veľmi blízke. Veľkosť výdatnosti je podmienená veľkosťou a časovou distribúciou zrážkových úhrnov a evapotranspirácie. Väčšie výdatnosti drenážnych prvkov boli pozorované počas zimných mesiacov, čo je podmienené nízkym výparom v tomto období. Väčšie zrážkové úhrny počas leta 2001 i 2002 nemali významnejší vplyv na veľkosť výdatnosti. Extrémne výdatnosti drenážnych prvkov (ABCD 1239 m³/deň, EF 1367 m³/deň) boli dosiahnuté vo februári. Žiaľ, pri rekonštrukčných prácach nebola venovaná pozornosť sieti monitorovacích objektov. Počet relatívne funkčných piezometrov je malý a časové rady pozorovania nie sú kontinuálne. Maximálne hladiny podzemnej vody boli pozorované v rovnakom čase, ako boli pozorované maximálne výdatnosti. Výrazné stúpnutie hladiny podzemnej vody nastalo i v lete 2002 počas extrémnejších zrážkových úhrnov (obr. 2.1.10).

Na základe inventarizácie skutočného stavu bolo konštatované (Šimeček, 2000):

- v oblasti nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby (rozloha 1000 x 500 m) funkčnosť 4 odvodňovacích jám (A až D) s 32 odvodňovacími vrtmi možno monitorovať iba 3 piezometrickými vrtmi, situovanými nad jamou B,
- v oblasti Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou (rozloha 1000 x 250 m) je funkčnosť odvodňovacích jám E a F s 15 odvodňovacími vrtmi monitorovaná iba 3 piezometrickými vrtmi, situovanými nad jamou F,
- oblasť Jánošíkova cesta (rozloha 500 x 300 m) je monitorovaná 2 vertikálnymi a 1 horizontálnym vrtom.

Z výsledkov monitorovania vyplýva, že prvé dve oblasti majú vyhovujúci počet odvodňovacích zariadení, ale je v nich úplný nedostatok monitorovacích objektov. V oblasti Jánošíkovej cesty je však nedostatok tak odvodňovacích, ako aj monitorovacích objektov.

Vzhľadom na uvedené skutočnosti je nevyhnutné v oblastiach nad železničným oblúkom a Malá Hôrka dobudovať sieť pozorovacích vrtov v takom rozsahu, aby aspoň tri vrty monitorovali účinnosť odvodnenia pre každú zo šácht A až F. Z hľadiska možnej náhlejšej aktivizácie svahových pohybov je najkritickejší stav v oblasti Jánošíkovej cesty, kde absentuje nielen vhodný monitorovací systém, ale aj samotné odvodnenie svahu, ktorý je navyše podmieľaný pokračujúcou eróziou potoka.

Z dôrazniť treba aj skutočnosť, že odvodňovacie jamy a do nich ústiace horizontálne vrty sú účinné iba za predpokladu ich trvalej údržby.

2.1.4.4 Lokalita Handlová – Kunešovská cesta

Stručná charakteristika lokality

Zosuv na Kunešovskej ceste sa nachádza v intraviláne mesta Handlová, na jeho JV okraji. Ide o staré zosuvné územie, ktoré v rokoch 1961, 1966, 1969 a 1992 vykazovalo významné prejavy aktivizácie svahového pohybu ohrozujúceho rodinné domy, hospodárske budovy, elektrické vedenie, cestnú komunikáciu a nepriamo i železničnú trať, ktoré si vyžadovali realizáciu dielčich sanačných opatrení. V novembri 1998 na základe upozornenia obyvateľov z Kunešovskej ulice a odborného posúdenia bol pre zosuvné územie vyhlásený stav ohrozenia (dňa 10. 11. 1998). Inžinierskogeologický prieskum bol na lokalite vykonaný v novembri a decembri 1998 a v jarňoch mesiacoch 1999. Na základe výsledkov prieskumu bol spracovaný návrh sanácie územia, ktorý sa s rôznymi úpravami realizoval v jesenných mesiacoch roku 1999. Cieľom sanácie bolo vytvorenie účinného drenážneho systému a odvodnenie podlažia suhorizontálnymi vrtmi. V rámci prieskumu bola vybudovaná sieť objektov, umožňujúcich vykonávať monitorovacie merania - inklinometrické a PEE vo vrtoch, ako aj zaznamenávať zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosť odvodňovacích zariadení.

Samotný zosuvný svah je mierne uklonený (5 až 15°) s hladko modelovaným reliéfom v nadmorskej výške 450 až 500 m n.m. (obr. 2.1.11). Z geologického hľadiska sa v podlaží nachádzajú flyšové paleogénne horniny vo vývoji ílovcového súvrstvia. Ide prevažne o subhorizontálne uložené íly, značne prehnuté a premiešané s kvartérnym zosuvným delúviom, ktoré je zložené z nehomogénneho materiálu ílovitých zemín s premenlivým obsahom prevažne vulkanických hornín.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, sú zhrnuté v tab. 2.1.7

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl.1.4. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov, vyplývajúci z výsledkov režimových pozorovaní, je na obr. 2.1.12.

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie sa uskutočnilo v 7 vrtoch lokalizovaných v priestore zosuvu a jeho širšom okolí. Meranie zo septembra 2002 nadväzuje na merania z júna 1999, vykonané ešte pred realizáciou sanačných opatrení. Namerané deformácie teda zahŕňujú aktívny stav pred sanáciou, ako aj vplyvy realizácie sanačných opatrení (výkopy, horizontálne vrty). Najvýraznejšie posuvy boli zaznamenané vo vrtoch JK-2 a JK-3, ktoré sa nachádzajú v aktívnej časti zosuvného územia. V obidvoch vrtoch bola zachytená najvýraznejšia deformácia v úrovni šmykovej plochy v hĺbke cca 3 m pod povrchom terénu. Veľkosť deformácií je tak výrazná (až cca 30 mm za obdobie 3 rokov), že na základe analógie s inými lokalitami môže – pri pokračujúcom pohybe - dôjsť k ustrihnutiu inklinometrickej pažnice. Deformácie, zaznamenané v ostatných vrtoch sú rádovo nižšie (obr. 2.1.11).

Obr. 2.1.11: Lokalita Handlová – Kunešovská cesta. Situácia monitorovacích objektov a výsledky monitorovacích meraní v rokoch 1999 až 2002. 1 – ohraničenie aktívneho zosuvu z jesene 1998, 2 – ohraničenie starších svahových deformácií, 3 – prieskumné a monitorovacie vrty, 4 – stabilizačno - odvodňovacie rebrá, 5 – bočné drenážne rebrá, 6 – horizontálne odvodňovacie vrty, 7 – stará kanalizácia, 8 – nová kanalizácia, 9 – povrchový záchytný rigol, 10 – oplatenie a čísla domov zástavby, 11 – elektrické vedenie, 12 – spôsob znázornenia aktivity poľa PEE na základe výsledkov merania z augusta 2002 (bez príznakov a s náznakmi aktivity – zelená farba, pomerne nízka a stredná aktivita – žltá farba), 13 - mierka vektorov inklinometrických deformácií za obdobie II.99-VI.99-IX.02 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

Tab. 2.1.7: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – Kunešovská cesta v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Inklinometrické	7	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1 (10. septembra 2002)
PEE	3	JK-1, 2, 7	1 (7. augusta 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 MK-2, 4, 6, 8	91 (1x za týždeň – do 30.9.2002)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, 3, 4, spoločný výtok drenážneho systému pri potoku	91 (1x za týždeň – do 30.9.2002)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	<i>denné úhrny zrážok</i> <i>mesačné úhrny zrážok</i>

Pri porovnaní priemernej rýchlosti pohybu (v mm/rok) však možno konštatovať jej zníženie oproti stavu, zaznamenanému na jar roku 1999 v období vývoja aktívneho zosuvu (príl.1.4)

Z hľadiska dlhodobého vývoja sú 3 realizované merania (z toho dve uskutočnené pred sanáciou svahu a jedno prakticky 3 roky po sanácii) príliš ovplyvnené vonkajšími faktormi a málo preukazné. Dôležité bude meranie v nasledujúcom roku, ktoré môže preukázať efekt vykonaných sanačných prác.

b/ Merania podľa pulzných elektromagnetických emisií

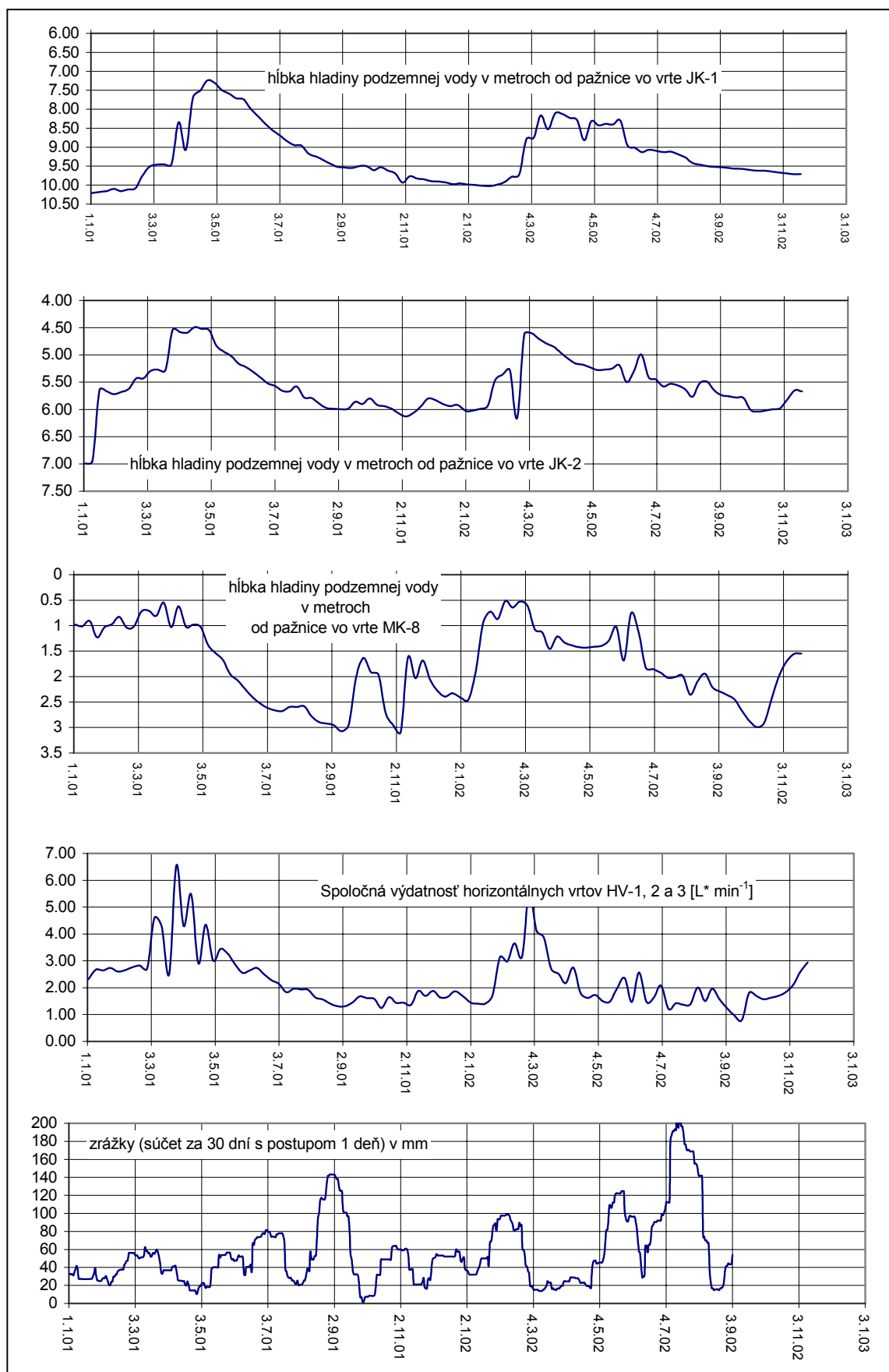
V roku 1999 boli premerané všetky vrty na zosuve v rámci metodického overovania metódy PEE. Počas merania sa ukázalo, že v dôsledku sanačných opatrení sú výsledky vo viacerých vrtoch skreslené (vplyv kovových odvodňovacích vrtov). Preto v roku 2002 boli premerané iba tri vrty s relatívne najmenším skreslením: JK-1, 2 a 7.

Možno konštatovať, že vo vrtoch JK-1 a 7 bolo pole PEE v auguste 2002 ukludnené. Vo vrte JK-2 sa prejavuje v hĺbke cca 6 m vplyv kovového potrubia. V auguste 2002 boli horniny v okolí vrtu v stave mierne zvýšenej napätostno – deformačnej aktivity (oproti horninovému prostrediu v okolí vrtu JK-1).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové pozorovania na lokalite sa vykonávali priebežne od roku 2000. V roku 2001 bola lokalita zaradená do súboru pozorovaných lokalít v rámci riešenej úlohy. Režimové pozorovania na lokalite pokračujú s frekvenciou jedného merania za týždeň.

Ako vyplýva z obr. 2.1.12, charakter zmien hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrtoch JK-1 (nad odľučnou hranou zosuvu) a JK-2 (v aktívnej časti zosuvu) je veľmi podobný. V oboch prípadoch je zaznamenané pomerne prudké stúpnutie hladiny v jarných mesiacoch (pravdepodobne zvýraznené topením snehu), ktoré kulminuje v období marec až máj.



Obr. 2.1.12: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová – Kunešovská cesta

Počas leta a jesene dochádza k postupnému, pozvoľnému znižovaniu úrovne hladiny, veľmi málo ovplyvnenému zvýšenými zrážkovými úhrnmi (aj vďaka výparu v letných mesiacoch). Dokonca i extrémne zrážky z augusta 2002 sa na úrovni hladiny podzemnej vody v týchto vrtoch neprejavili. Kolísanie hladiny podzemnej vody vo vrte MK-8, umiestnenom pod spodným okrajom zosuvu má podobný charakter, je však pravdepodobne ovplyvnené vonkajšími prítokmi z existujúceho drenážneho systému a pomerne rýchlo reaguje i na zvýšené zrážky.

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Okrem výdatnosti odvodňovacích vrtov HV-1 až 3 sa meria i výtok z kanalizácie, vyúsťujúcej do potoka. Odrátaním sumárnej hodnoty prítoku vody z vrtov od hodnoty, zmeranej pri vyústení do potoka možno vypočítať prítok vody z drenáže. Celoročným pozorovaním sa zistilo, že v kanalizácii tesne pred vyústením do potoka sa stráca cca 1,5 l/min., to znamená, že do potoka vyteká voda len vtedy, ak celkový prítok (vrty plus drenáž) presahuje 1,5 l/min.

Z pozorovaní spoločnej výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov vyplýva zákonité zvýšenie prítoku v jarých mesiacoch (až na hodnotu cca 7 l/min.) a ustálený stav počas ostatných častí roka s takmer zanedbateľnou reakciou na zrážkovú činnosť (obr. 2.1.12).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky monitorovania zosuvu pri Kunešovskej ceste ilustrujú stav prostredia po uskutočnení sústavy sanačných opatrení. Možno konštatovať, že dochádza k postupnému vytvoreniu nového rovnovážneho stavu, o čom svedčia výsledky režimových pozorovaní i meraní podľa PEE. Na overenie stabilitného stavu zosuvu je nevyhnutné zopakovať inklinometrické merania, ktoré by už zaznamenali stav po ukončení sanačných prác a vytvoreniu rovnovážneho stavu svahu.

2.1.4.5 Lokalita Handlová – zosuv z roku 1960

Stručná charakteristika lokality

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

Celková dĺžka hlavného zosuvného prúdu bola 1800 m (pri výškovom rozdieli cca 200 m - od 500 do 700 m n.m.) a kubatúra zosunutých hmôt predstavovala okolo 14,5 mil. m³.

Prúd na východnom okraji hlavného zosuvu (obr. 2.1.13) sa začal pohybovať asi o 14 dní neskôr; jeho dĺžka dosiahla 1 km a kubatúra zosunutím postihnutých hornín predstavovala asi 5,7 mil. m³. Rýchlosť zosuvného pohybu v prvých dňoch bola až 6,3 m za 24 hodín, postupne sa však znižovala a v lete roku 1961 sa pohyb zastavil (Nemčok, 1982). Ďalšia výrazná aktivizácia zosuvného pohybu bola zaznamenaná v rokoch 1967, 1970 i 1977.

Na zosuve sa vykonal súbor sanačných prác, zameraných predovšetkým na odvodnenie svahu. V jednotlivých etapách prieskumu a sanácie sa budovala i sieť monitorovacích objektov a vykonávalo sa krátkodobé monitorovanie. Systematicky sa územie monitoruje od roku 1993 i keď sa v rámci väčších časových intervalov aplikujú iba niektoré monitorovacie metódy.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002 na lokalite katastrofálneho handlovského zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.8.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne zhodnotenie je zhrnuté v príl.1.5. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.14.

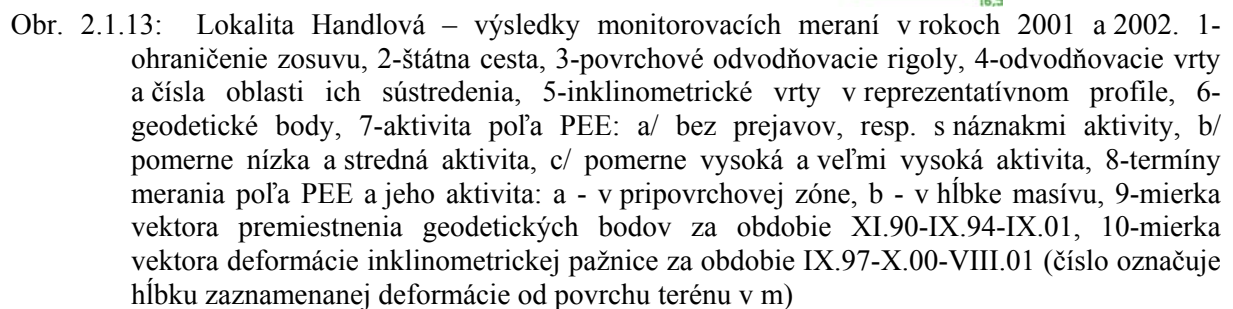
a/ Geodetické merania

Sieť geodetických bodov bola premeraná až po 7 rokoch v septembri 2001. Po prepočítaní na priemernú rýchlosť pohybu v mm/rok možno konštatovať aktivizáciu pohybu v niektorých častiach zosuvu – najvýraznejšiu v hornej časti svahu pod odľučnou hranou zosuvu (okolie bodov P-91, P-101, P-111 a P-141 – obr. 2.1.13). Pohyb smerom po spádnici však vykazujú iba body P-101 a P-141, u ostatných má vektor premiestnenia opačný smer. Ide teda buď o zachytenie podklzavania bodov, alebo o lokálnu deformáciu opačného charakteru v hornej časti svahu. Pomerne výrazné poklesy (nad 30 mm) boli zaznamenané u viacerých bodov (P-91, P-111, P-143, P-153).

Vzhľadom na pomerne veľké časové intervaly medzi jednotlivými meraniami nie je porovnanie aktivity vývoja za celé obdobie pozorovaní celkom jednoznačné. Veľkosť premiestnení geodetických bodov však naznačuje určitú aktivizáciu centrálnej časti zosuvného územia v období rokov 1987 až 1990. Z posledného merania vyplynula už spomínaná zvýšená pohybová aktivita v hornej časti svahu (obr. 2.1.13 a 2.1.14).

b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie v 6 vrtoch, uskutočnené v auguste 2001, potvrdilo podstatne výraznejšiu aktivitu v hornej časti svahu (vrty HGI-1, HGI-2 a HHI-7 – obr. 2.1.13). Smer vektorov deformácie v týchto vrtoch je približne rovnaký a vo všeobecnosti po spádnici svahu. Podstatne menšie hodnoty deformácií boli zaznamenané vo vrtoch v spodnej časti svahu, pričom aj smer pohybu je veľmi premenlivý. Zaujímavá je tendencia smeru deformácie proti svahu vo vrte HGI-3, ktorá bola zaznamenaná aj v predchádzajúcich etapách merania. Veľkosť i smer pohybu v spodných častiach svahu naznačujú, že ich pôvod nevyplýva z gravitačného svahového pohybu. Z dlhodobého vývoja deformácií, zaznamenaných inklinometrickými meraniami vyplýva vcelku ustálený stav pohybovej aktivity - vo všeobecnosti možno konštatovať jej klesajúci trend.



Tab. 2.1.8: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960 v rokoch 2001 a 2002

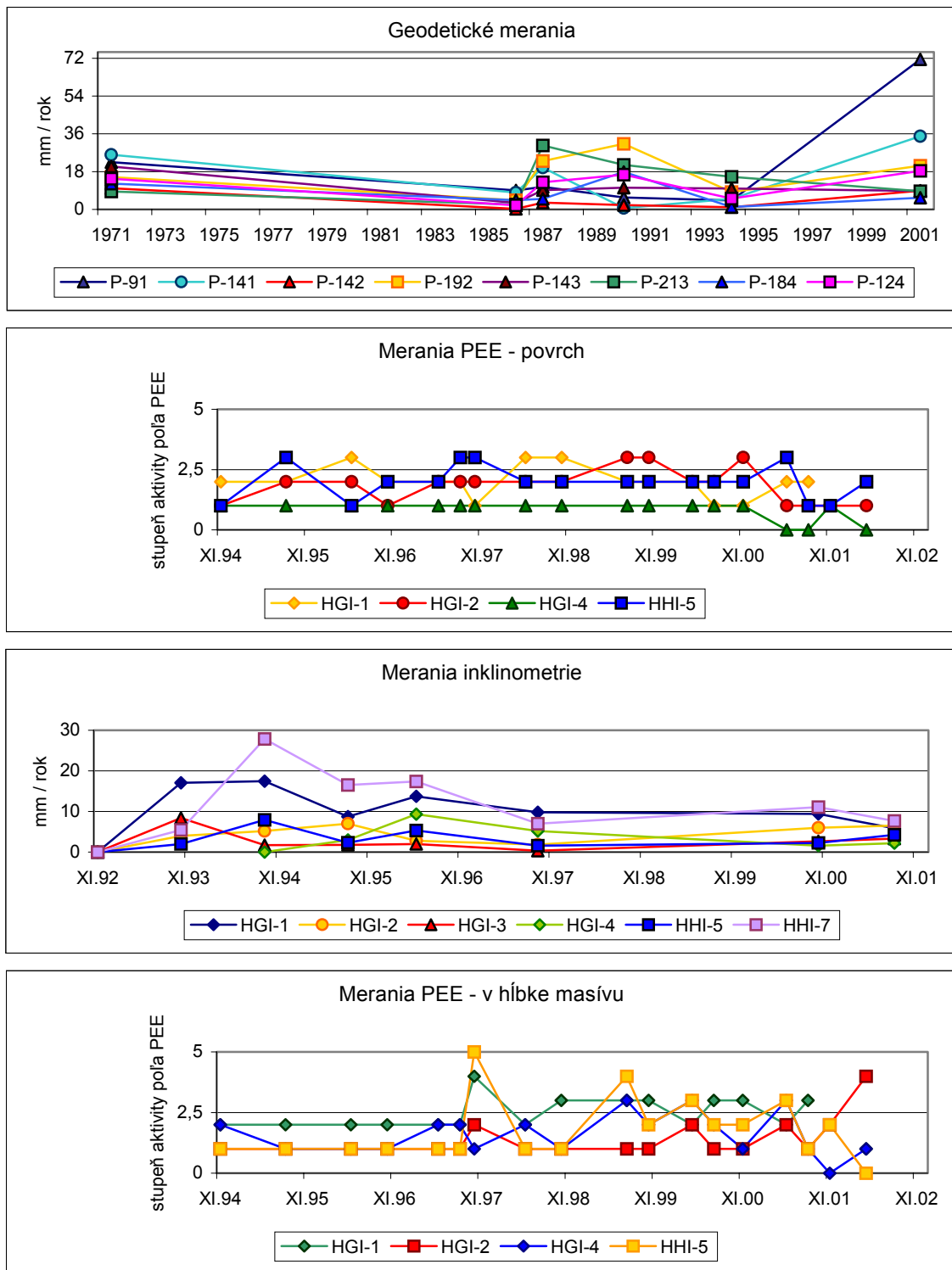
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Geodetické	32	P-91, 101, 111, 121, 131, 141, P-92, 102, 142, 152, 162, 172, 182, 192, P-133, 143, 153, 163, 173, 183, 193, 203, 213 P-124, 134, 144, 154, 164, 174, 184, 204, 214,	1 (1.septembra 2001)
Inklinometrické	6	HGI-1, 2, 3, 4, HHI-5, 7	1 (1. augusta 2001)
PEE	6	HGI-1, 2, 3, 4, HHI-5, 7	4 (15. mája, 1. augusta, 14. novembra 2001; 5. apríla 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	HGI-1, 2, 3, 4, HH-2, 3 HHI-5, 7	13 (10. mája, 1. augusta 2001; 11 meraní v období medzi 5. júlom a 29. októbrom 2002)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	25	IA-JV-1, 2, 3, 4, 5, IB-JV-6, 7, 8, II-JV-1, 2, 3, III-JV-1, 2, 3, 4, 5, IVA-JV-1, 2, 3, 4, V-JV-2, 3, VI-JV-1, 2, 3	13 (10. mája, 1. augusta 2001; 11 meraní v období medzi 5. júlom a 29. októbrom 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok

Najvýraznejší pokles veľkosti deformácie bol nameraný v období od roku 1994 po rok 1997. Odvtedy je veľkosť deformácií podstatne nižšia a ustálená (obr. 2.1.14).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Aj výsledky merania poľa PEE poukazujú na vcelku ustálený stav napätí v masíve. Mierne zvýšenie poľa PEE bolo v roku 2001 zaznamenané vo väčšine meracích bodov na jar, prirodzené ukludnenie nastalo v jeseni. Merania v apríli 2002 preukázali pomerne vysokú úroveň napätostného stavu v spodných častiach vrtu HGI-02, čo súvisí s aktivitou v hornej časti svahu. V ostatných vrtoch bol zaznamenaný mierny pokles napätí.

I v porovnaní s meraniami za celé obdobie monitorovania ide v rokoch 2001 a 2002 o ustálený stav napätostného poľa (obr. 2.1.14). Podstatne väčšie výkyvy napätí boli meraniami v minulých obdobiach zaznamenané v hlbších častiach masívu – nad úrovňou hlboko položených šmykových plôch. Z tohto hľadiska najväčšia koncentrácia napätí sa viaže na meranie, uskutočnené v roku 1997. Vývoj lokálnej koncentrácie napätia vo vrte HGI-2 v roku 2002 treba overiť pokračujúcimi meraniami.



Obr. 2.1.14: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlová

d/ Režimové pozorovania

Pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov sa na lokalite vykonávajú iba v rámci pravidelných obhliadok (frekvencia 1 až 2-krát ročne) a nemožno ich preto z hľadiska hodnotenia hydrogeologického režimu považovať za dostatočné.

V roku 2001 boli vykonané 2 merania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov (tab. 2.1.8). Merania nezaznamenali žiadny výraznejší extrém – vo všeobecnosti možno konštatovať mierne celkové zníženie výdatnosti (najvýraznejšie vo vrte IB-JV-6) a mierny nárast úrovne hladiny podzemnej vody (najvýraznejší vo vrte HGI-3). Naopak, napríklad vo vrte III-JV-3 došlo k výraznému zvýšeniu výdatnosti. V období júl až november 2002 vykonával režimové pozorovania na lokalite K. Ingár v rámci spracovávania diplomovej práce. Z výsledkov meraní vyplýva, že reakcia kolísania úrovne hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch na zrážkovú činnosť je v letnom období minimálna (dokonca i v prípade zrážkových extrémov, ktoré boli zaznamenané v strede júla a v prvej polovici augusta - obr. 2.1.15). Výdatnosť niektorých vybraných odvodňovacích vrtov je premenlivejšia (napr. vrty v odvodňovacej oblasti III), u väčšiny je však pomerne nízka a ustálená. Všeobecné zvýšenie výdatnosti odvodňovacích vrtov bolo zaznamenané v jesenných mesiacoch (obr. 2.1.15)

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2001 a 2002 zo staníc SHMÚ Handlová (ročný úhrn zrážok v roku 2001 bol 696,2 mm) a Handlová – totalizátor (úhrn za rok 2001 bol 946 mm). Pretože dlhodobý priemer zrážkomernej stanice Handlová za roky 1901 až 1950 je 866 mm, hodnotíme rok 2001 ako suchý rok (80.39%).

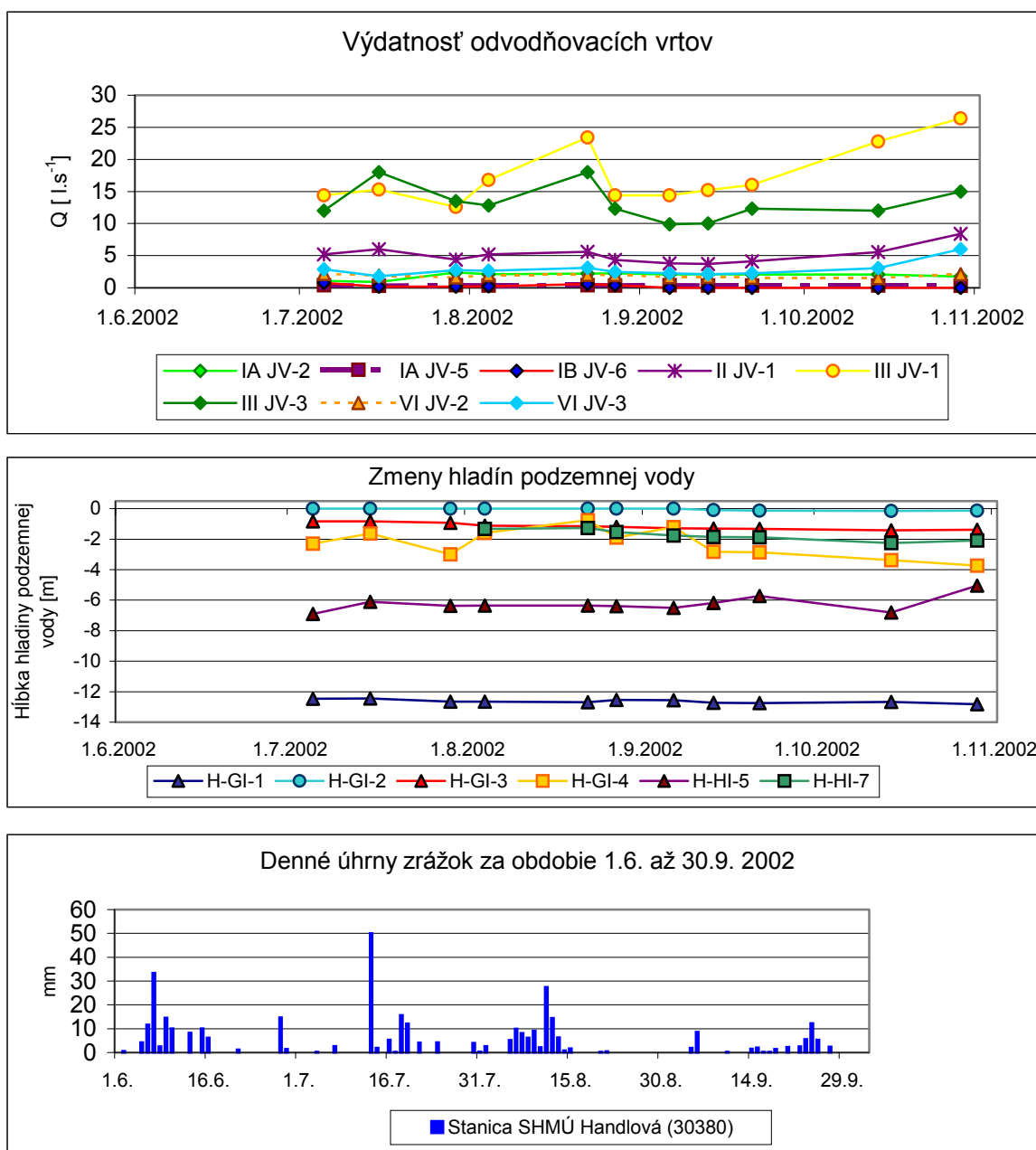
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z celkového zhodnotenia výsledkov monitorovacích meraní za roky 2001 a 2002 vyplýva, že na území katastrofálneho zosuvu v Handlovej bola zaznamenaná mierne zvýšená pohybová aktivita v hornej časti svahu. Predpokladáme však, že ide o pohyb povrchovej vrstvy zosuvných hmôt (zachytený geodetickými meraniami), zatiaľ čo hlbšie horizonty v okolí šmykových plôch sa nachádzajú v relatívne stabilizovanom stave (okrem lokálnej koncentrácie napätí v hlbších polohách vrtu HGI-2, zaznamenatej meraním PEE v apríli 2002). Bezprostredné nebezpečenstvo zosúvania na tejto lokalite nepredpokladáme vzhľadom na funkčný systém odvodňovacích zariadení. Potrebne je však súčasne upozorniť, že sa nevykonáva ich údržba a stav zariadení i monitorovacej siete sa postupne zhoršuje.

2.1.4.6 Lokalita Dolná Mičiná

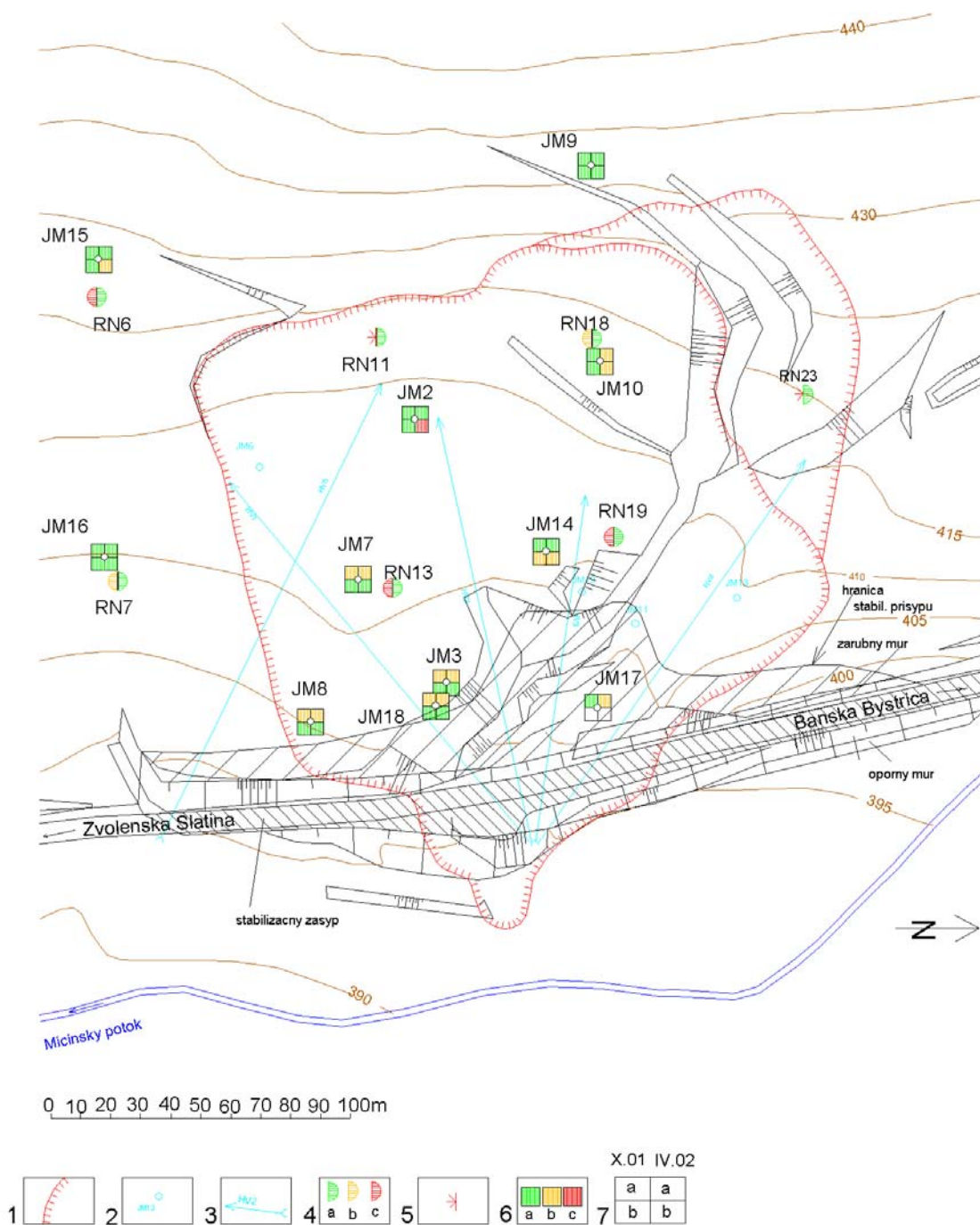
Stručná charakteristika lokality

Zosuv na severnom okraji obce Dolná Mičiná (cca 10 km južne od Banskej Bystrice) sa aktivizoval v dôsledku zrážkovej anomálie v jeseni roku 1994 v priestore staršieho zosuvného územia. Išlo o plošný zosuv rozmerov 220 x 200 m (obr. 2.1.16) s hlboko lokalizovanou šmykovou plochou (v hĺbke až 27.5 m pod úrovňou terénu – Jadroň et al., 1998), ktorý ohrozoval štátnu cestu, miestne komunikácie a niekoľko obytných domov s príľahlými pozemkami. Z geologického hľadiska zosuv vznikol v prostredí neogénnych pyroklastických hornín charakteru tufov a tufitov, pričom v severnej okrajovej časti zosuvného územia prebieha tektonický styk s karbonatickými mezozoickými horninami chočského príkrovu (wettersteinské vápence, dolomitické vápence a dolomity). Možno predpokladať, že východná časť územia je pri povrchu budovaná pliocénnymi sedimentami (štrky, piesky, zlepenec, íly). Kvartérny pokryv je tvorený svahovými ílovito-piesčitými hlinami. Heterogenita stavby neogénneho podložia podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery na lokalite.



Obr. 2.1.15: Výsledky krátkodobých režimových pozorovaní na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960

Ďalšími nepriaznivými faktormi sú kontakt dvoch odlišných geologických útvarov, možnosť stálnej dotácie zosuvu zrážkovými vodami a v minulosti i erózne pôsobenie Mičinského potoka. Po inžinierskogeologickom prieskume územia, v rámci ktorého boli realizované i odvodňovacie vrtý sa v lete roku 1996 uskutočnila rozsiahla sanácia svahu (prísypy, zárubný a oporný múr). Systematický monitoring sa na lokalite uskutočňuje prakticky od počiatku prieskumných prác (jar 1995) a overuje sa ním aktuálny stabilný stav zosuvného svahu.



Obr. 2.1.16: Lokalita Dolná Mičiná – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002. 1-ohraničenie zosuvu, 2-pozorovacie vrty, 3-odvodňovacie horizontálne vrty, 4-povrchové reziduálne napätia (RN) tlakové (porovnanie s predchádzajúcim meraním):a/ pokles a mierny nárast (do 20%), b/ stredný nárast (20 až 100%), c/ výrazný nárast (nad 100%), 5-zmena charakteru napätia z ťahu na tlak väčšia, než 3 kPa, 6-aktivita poľa PEE: a/ bez príznakov a s náznakmi, b/ pomerne nízka a stredná, c/ pomerne vysoká a veľmi vysoká, 7- termíny merania poľa PEE a jeho aktivita: a - v priepovrchovej zóne, b - v hĺbke masívu

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

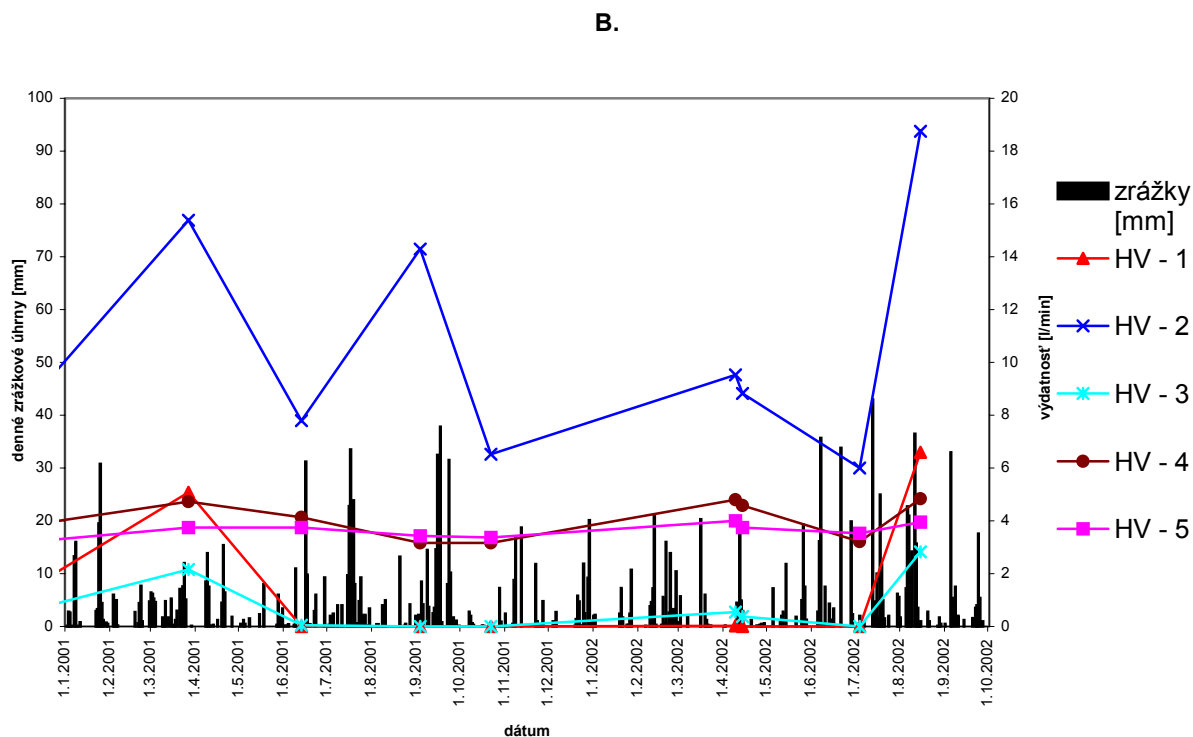
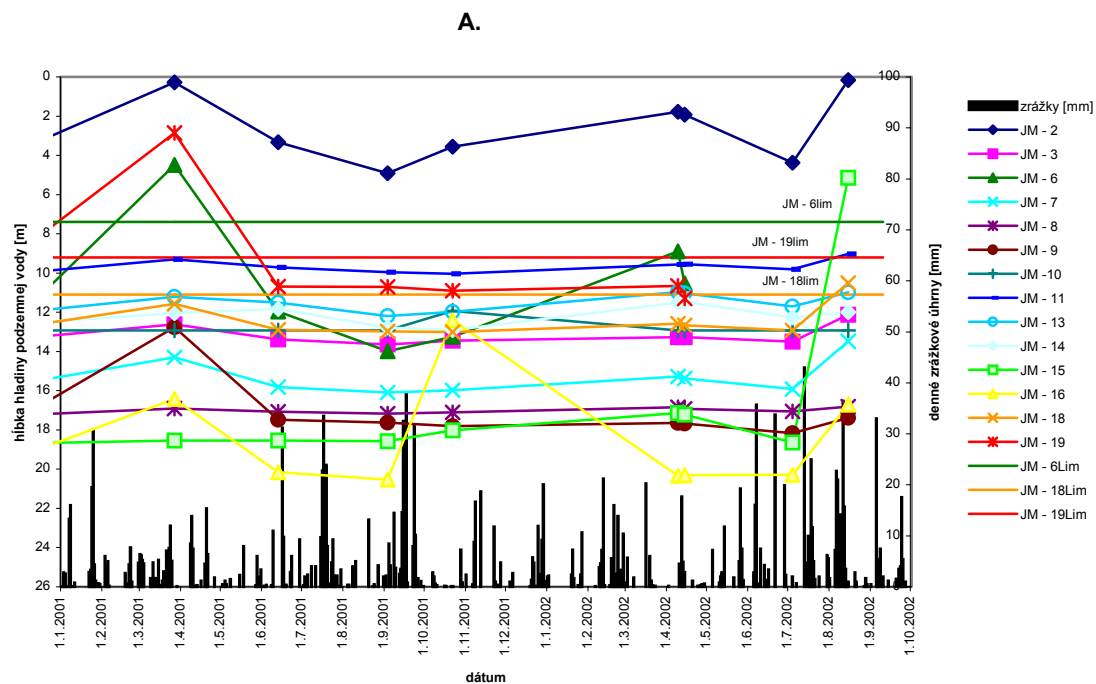
Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002 na lokalite Dolná Mičina sú zhrnuté v tab. 2.1.9.

Tab. 2.1.9: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Dolná Mičina v rokoch 2001 a 2002

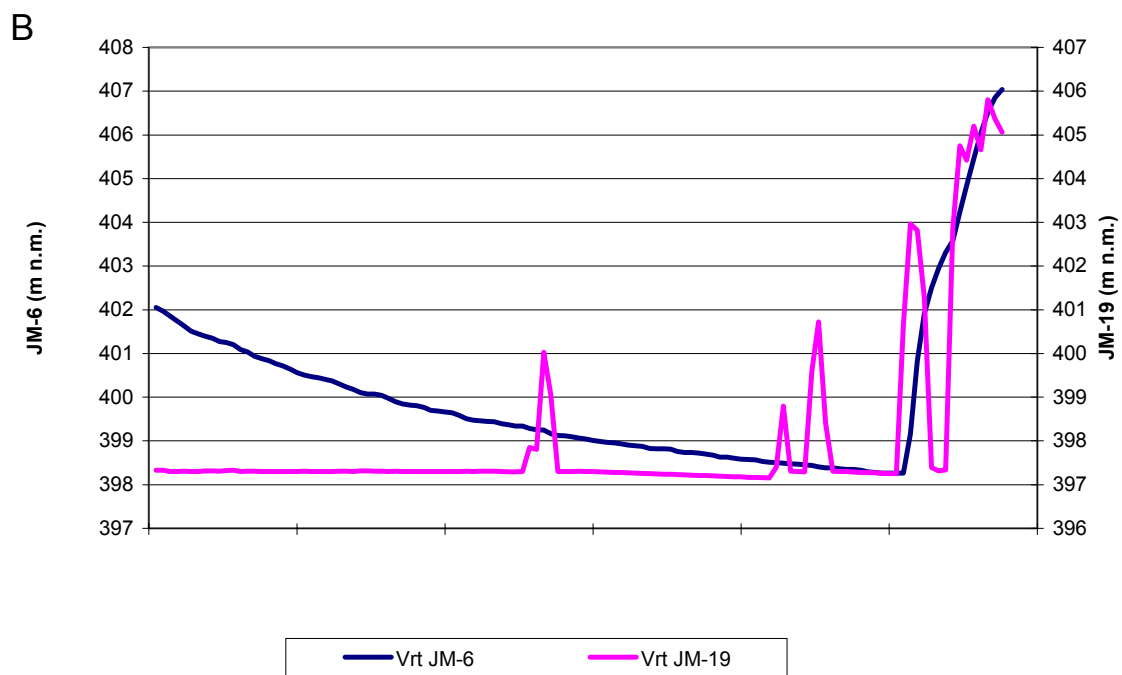
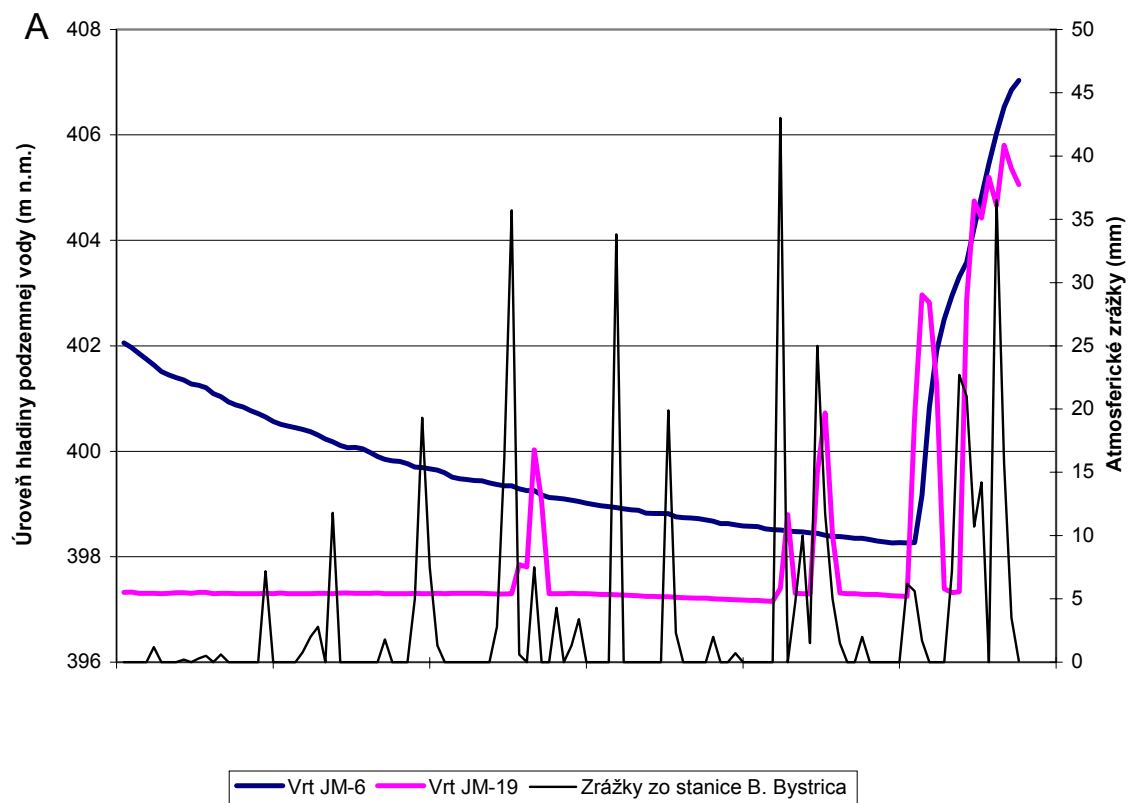
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Povrchových reziduálnych napätí	8	RN-06, 07, 11, 13, 18, 19, 23, 25	2 (25. septembra 2001; 20. augusta 2002)
PEE	14	JM-2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	4 (16. mája, 30. mája, 17. októbra 2001; 19. apríla 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	13	JM-2, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19	8 (27. marca, 13. júna, 3. septembra, 22. októbra 2001; 9. apríla, 14. apríla, 4. júla, 15. augusta 2002)
	2	JM-6, 19 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu; inštalované 16. apríla 2002)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	6	HV-1, 2, 3, 4, 5, DM-1	8 (27. marca, 13. júna, 3. septembra, 22. októbra 2001; 9. apríla, 14. apríla, 4. júla, 15. augusta 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Banská Bystrica (indikatív 34300)	denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

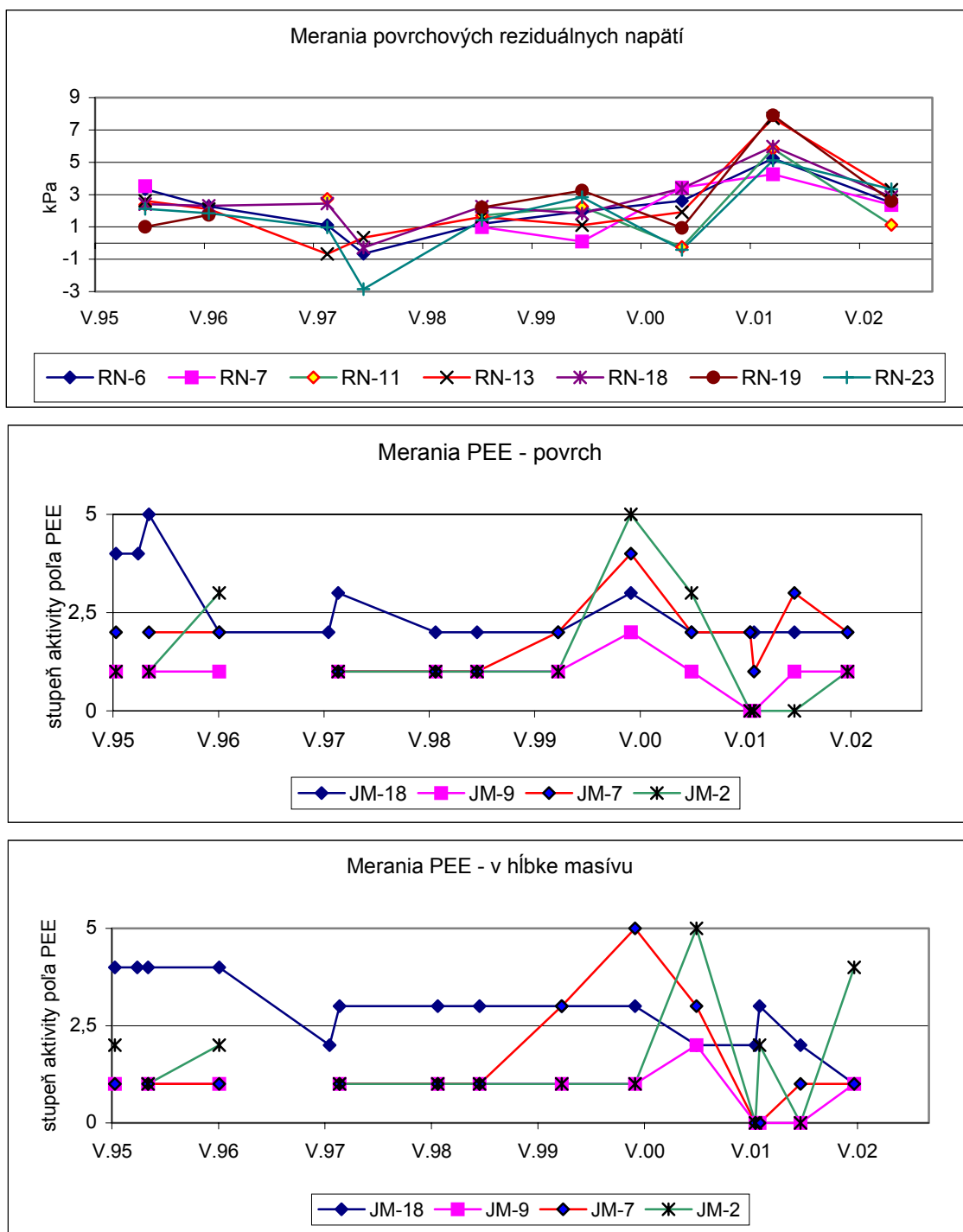
Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl.1.6. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 je na obr. 2.1.16, záznam režimových pozorovaní za rovnaké obdobie je na obr. 2.1.17 a 2.1.18. Reprezentatívny prehľad zmien niektorých ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.19.



Obr. 2.1.17: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Dolná Mičina v rokoch 2001 a 2002, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ v Banskej Bystrici a s limitnými hladinami, určenými pre vybrané pozorovacie vrty.



Obr. 2.1.18: Priebeh zmien úrovně hladiny podzemnej vody, zaznamenaný automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch JM-6 a JM-19 na lokalite Dolná Mičiná. A- záznam za obdobie od inštalácie hladinomerov (16.4.2002) po prvé odčítanie hodnôt (14.8.2002) spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov, B-porovnanie záznamov hladinomerov



Obr. 2.1.19: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Dolná Mičina

a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Merania povrchových reziduálnych napätí v roku 2001 preukázali vo všeobecnosti nárast tlakových napätí; v dvoch meraných bodoch (RN-11 a RN-23) sa prejavila zmena ťahového na tlakové napätie (príl.1.6, obr. 2.1.16). Ide o body, situované v blízkosti odľučnej oblasti zosuvu, ktoré trvalejšie zaznamenávajú značný rozkyv hodnôt reziduálnych napätí. V auguste roku 2002 bol zaznamenaný všeobecný pokles tlakových napätí. Nová skúška RN-

25, situovaná na JV okraj zosuvného územia (kde sa vizuálne prejavovali náznaky zmien povrchu terénu) preukázala v rámci merania najvyššiu hodnotu tlakového napätia (5,6 kPa).

Dlhodobejšie pozorovania (obr. 2.1.19) naznačujú, že kým rok 2001 možno charakterizovať ako obdobie všeobecného nárastu povrchového napätostného stavu, v roku 2002 došlo k všeobecnému poklesu napätí.

b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V poli pulzných elektromagnetických emisií neboli zaznamenané počas troch meraní v roku 2001 žiadne významné koncentrácie napätostného stavu (okrem vrtu JM-19, kde bola preukázaná jednorázovo výrazná koncentrácia napätí na prelome mája a júna 2001 – príl. 1.6). Podobný charakter malo i meranie v apríli roku 2002, pri ktorom výnimkou z celkovo ukladneného stavu územia je iba koncentrácia napätí v úrovni hladiny podzemnej vody vo vrte JM-2. Mierne zvýšené hodnoty napätí sa trvalo prejavujú v čelnej časti zosuvu.

Dlhodobejšie pozorovania potvrdzujú celkovo stabilizovaný napätostný stav monitorovaného zosuvného svahu (obr. 2.1.19).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Po vykonaní sanačných opatrení a konštatovaní ustáleného režimu podzemných vôd bola frekvencia režimových pozorovaní výrazne znížená (4-krát ročne). Priebehy rozkvyvu hladín vo vrtoch a zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení boli zhrnuté v predchádzajúcej správe. Na obr. 2.1.17 sú znázornené zmeny, zaznamenané na vybraných objektoch za obdobie rokov 2001 a 2002. V príl.1.6 sú zhrnuté aj výsledky merania vodivosti a teploty vody vytekajúcej z horizontálnych vrtoch.

Z grafu (obr.2.1.17) vyplýva, že základné zákonitosti režimu podzemných vôd, pozorované v minulosti sa zachovávajú. Trend stúpania hladín v jarých mesiacoch a na jeseň pokračuje. Najvýraznejšie stúpnutie hladín podzemnej vody sa prejavilo po letných intenzívnych zrážkach (meranie zo dňa 15. augusta), kedy boli prekročené limitné hladiny podzemnej vody vo vrtoch JM-6, JM-18 i JM-19. Takisto v tomto období bola vo vrte JM-15 nameraná hladina podzemnej vody najbližšie k povrchu terénu za celé pozorované obdobie od roku 1996, avšak tento vrt sa nachádza už mimo ohraničenia zosuvného územia. Ostatné výsledky meraní v podstate odpovedali hodnotám získaným režimovými pozorovaniami v predchádzajúcich rokoch. V obr. 2.1.17 sú kvôli prehľadnosti znázornené iba limitné úrovne tých vrtoch, pri ktorých došlo k ich prekročeniu.

Za účelom kontinuálneho merania hladín boli v apríli 2002 vo vrtoch JM-6 a JM-19 nainštalované hladinomery. Výsledky týchto meraní sú znázornené na obr. 2.1.18 a ilustrujú výraznú dynamiku zmien úrovne hladiny podzemnej vody. Počas extrémnych zrážok začiatkom augusta 2002 došlo v obidvoch vrtoch k stúpnutiu hladiny podzemnej vody o cca 9 m v priebehu necelých dvoch týždňov.

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Obdobne ako hladiny podzemnej vody reagovali aj výdatnosti odvodňovacích vrtoch (obr. 2.1.17). Vrty HV-1 až HV-5 dosiahli dňa 27.marca.2001 relatívne vysoké výdatnosti. Voda dokonca tiekla aj z vrtu HV-1 ($5,08 \text{ l.min}^{-1}$), ktorý v iných ročných obdobiach zvykne byť „suchý“ a aj drenážnym rigolom DM-1 (12 l.min^{-1}). Vrtmi HV-6 a HV-7 voda netiekla ani v roku 2001, pretože sú zle vyspádované (do zosuvu). Opäť sa potvrdilo to, že z vrtoch HV-1 a HV-3, ako aj z drenážneho rigolu voda vyteká iba v jarých mesiacoch po topení snehu a intenzívnych zrážkach. V roku 2002 najvyššiu výdatnosť mal ako zvyčajne vrt HV-2, maximum ($18,75 \text{ l.min}^{-1}$) dosiahol 15.augusta 2002, pár dní po výrazných intenzívnych zrážkach. Takisto ostatné vrty dosiahli v tomto období svoje maximálne výdatnosti. Voda tiekla aj z vrtu HV-1 (max $6,59 \text{ l.min}^{-1}$). Podobná situácia bola aj vo vrte HV-3. Drenážny

rigol DM-1 a vrty HV-6 a HV-7 boli aj počas celého roku 2002 suché. Vrty HV-4 a HV-5 kolišu najmenej a udržiavajú si svoju výdatnosť okolo 4,4 respektíve 3,8 l.min⁻¹.

Celkove môžeme skonštatovať, že najvyššie hodnoty hladín podzemnej vody vo vrtoch ako aj výdatnosti odvodňovacích vrtov boli v mesiaci august, čo bolo zapríčinené intenzívnymi zrážkami, ktoré v mnohých krajinách a aj u nás spôsobili záplavy. Vyššie hodnoty boli takisto namerané na jar, vplyvom topiaceho sa snehu.

Od roku 1999 sa okrem výdatnosti monitoruje u subhorizontálnych vrtov aj vodivosť a teplota vody. Najvyššie vodivosti vody s najväčším rozkyvom boli v rokoch 2001 a 2002 zaznamenané vo vrte HV – 3 (274 až 648 $\mu\text{S/cm}$), pomerne vysoké hodnoty má aj voda z vrtu HV – 4 (279 až 405 $\mu\text{S/cm}$). Tieto dva vrty odvodňujú severnú časť zosuvu budovanú aj rozpustnejšími karbonatickými mezozoickými horninami. Voda z ostatných vrtov mala vodivosť okolo 112 až 265 $\mu\text{S/cm}$. Teplota vody u HV-1, HV-2 a HV-4 bola vcelku stabilná (9,2 až 10,7 °C), ale u HV-3 (zaznamenané kolísanie teploty je 2,7°C) a HV-5 (rozkyv až 3,1°C) kolíše v závislosti od teploty vzduchu (príl.1.6).

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica (úhrn zrážok za rok 2001 bol 869.2 mm, v roku 2002 od januára do konca septembra bol 720.5 mm). Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody ilustrujú údaje na obr. 2.1.17.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z celkového zhodnotenia výsledkov monitorovacích meraní za roky 2001 a 2002 vyplýva, že na zosuvnom území v Dolnej Mičinej nedošlo k žiadnym výrazným zmenám. Všeobecný trend zvýšenia povrchových napätí v roku 2001 vystriedal ich všeobecný pokles, nameraný v roku 2002. Pretrváva mierne zvýšený napätostný stav prostredia v čele zosuvu, eliminovaný zárubným múrom.

Pri jarých meraniach úrovne hladiny podzemnej vody v roku 2001 boli opäť prekročené limitné hladiny niektorých vrtov. Limitné hladiny niektorých vrtov boli prekročené aj v roku 2002. Tentokrát ale nedošlo k prekročeniu hladín v jarých mesiacoch, ale po letných intenzívnych dažďoch. Je však potrebné brať do úvahy hustotu meraní, lebo v roku 2002 bolo vykonané prvé meranie v apríli, už po predpokladanom jarnom maxime vplyvom topenia snehu.

V prípade dlhodobejšieho prekračovania limitných hladín je potrebné realizovať doplnujúce sanačné opatrenia (ide predovšetkým o sfunkčnenie, alebo nahradenie odvodňovacích subhorizontálnych vrtov HV-6 a HV-7). Túto skutočnosť podporujú aj výsledky záznamov automatických hladinomerov, ktoré napriek krátkej dobe prevádzkovania zachytili veľmi výraznú dynamiku zmien úrovne hladiny podzemnej vody na lokalite.

2.1.4.7 Lokalita Ľubietová

Stručná charakteristika lokality

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová (okres Banská Bystrica). 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 sa znižuje od cca 30 m v odľučnej oblasti po 6 až 8 m v čele (Nemčok, 1982). Zosuv sa aktivizoval v dôsledku zrážkovej anomálie (december 1976

až február 1977) a v období február až apríl 1977 boli v dôsledku pohybu zosúvajúcich sa hmôt zničené 4 nové obytné domy a hrozilo prehradenia potoka Hutná, ktoré mohlo spôsobiť zatopenie časti obce. Zosuv sa vyvinul vo veľmi pestrom geologickom prostredí. Odľučná oblasť sa nachádza v neogénnom sedimentárno - vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky). Aglomerátové tufy a tufity vytvárajú mohutné bloky, ktoré lemujú zosuv zhora a z obidvoch strán. Polymiktné štrky v najvyšších partiách svahu dotujú zosuv vodou. Pod takmer celým telom zosuvu sa nachádzajú paleogénne sedimenty flyšoidného charakteru (prevažne ílovce a prachovce). V podloží čela zosuvu vystupujú spodnotriasové hrubolavicovité až masívne kremence, ktoré v značnej miere stabilizovali pohyb hmôt v akumuláčnej oblasti. Z hydrogeologického hľadiska sa v komplexe neogénnych, ale aj zvetraných paleogénnych sedimentov nachádza viacero priepustnejších polôh (ílovité piesky a štrky), v ktorých sa voda hromadí a vytvára tlakové horizonty, priebežne dotované z relatívne veľkej infiltračnej oblasti.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2001 a 2002 uskutočnili iba geodetické merania premiestnení pozorovacích bodov a pokračuje sa v režimovom pozorovaní s frekvenciou cca 4 merania za rok. Prehľad o uskutočnených monitorovacích meraniach je zhrnutý v tab. 2.1.10.

Tab. 2.1.10: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ľubietová v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Geodetické	30	P-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 F-1, 2, 3, 4, 5	2 (1. novembra 2001; 8. októbra 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	7	V-1, 2, 4, 5A, 6A, 7, 8	7 (27. marca, 15. júna, 3. septembra, 22. októbra 2001; 19. apríla, 3. júla, 15. augusta 2002)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	9	HV-3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	7 (27. marca, 15. júna, 3. septembra, 22. októbra 2001; 19. apríla, 3. júla, 15. augusta 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ľubietová (indikatív 34100)	mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty premiestnení geodetických bodov spoločne s ich klasifikačným zhodnotením sú v príl. 1.7 a znázornené na obr. 2.1.20. Výsledky režimových pozorovaní za roky 2001 a 2002 sú na obr. 2.1.21, vývoj premiestnení geodetických bodov za dlhšie obdobie je graficky spracovaný na obr. 2.1.22.

a/ Geodetické merania

Geodetické merania uskutočnené v októbri 2001 preukázali, že najaktívnejšia pohybová aktivita zosuvu je sústredená na okraj odlučnej oblasti zosuvného prúdu (body P-23, 24 a 25), ďalej do jeho hornej časti (body P-20, 21) a na severný okraj zosuvu (body P-10, 12, 14, 15). Pomerne výrazné premiestnenia boli zaznamenané aj u bodov P-1, 2, situovaných v čelnej časti zosuvu (príl.1.7, obr. 2.1.20). Pomerne výrazné posuvy boli identifikované aj pri stabilných bodoch F (predovšetkým F-3). Vzhľadom na to bola v roku 2002 sieť geodetických bodov doplnená pomocnými bodmi, na ktorých sa vykonalo úvodné zameranie a vypočítali sa korekcie pre celú meranú sieť. Pre verifikáciu bolo v októbri 2002 uskutočnené doplňujúce meranie vybraných bodov siete (celkom 12 bodov). Pokračujúca pohybová aktivita bola preukázaná u bodu P-12 (i keď s výrazne rozdielnym azimutom pohybu), zatiaľ čo pri bodoch za okrajom odlučnej oblasti (P-23, 24, 25) došlo k ich stabilizácii. Prevládajúci azimut pohybu bodov (smerom na juhovýchod – obr. 2.1.20) nie je jednoznačne vysvetliteľný a musí sa overiť v ďalšej etape merania.

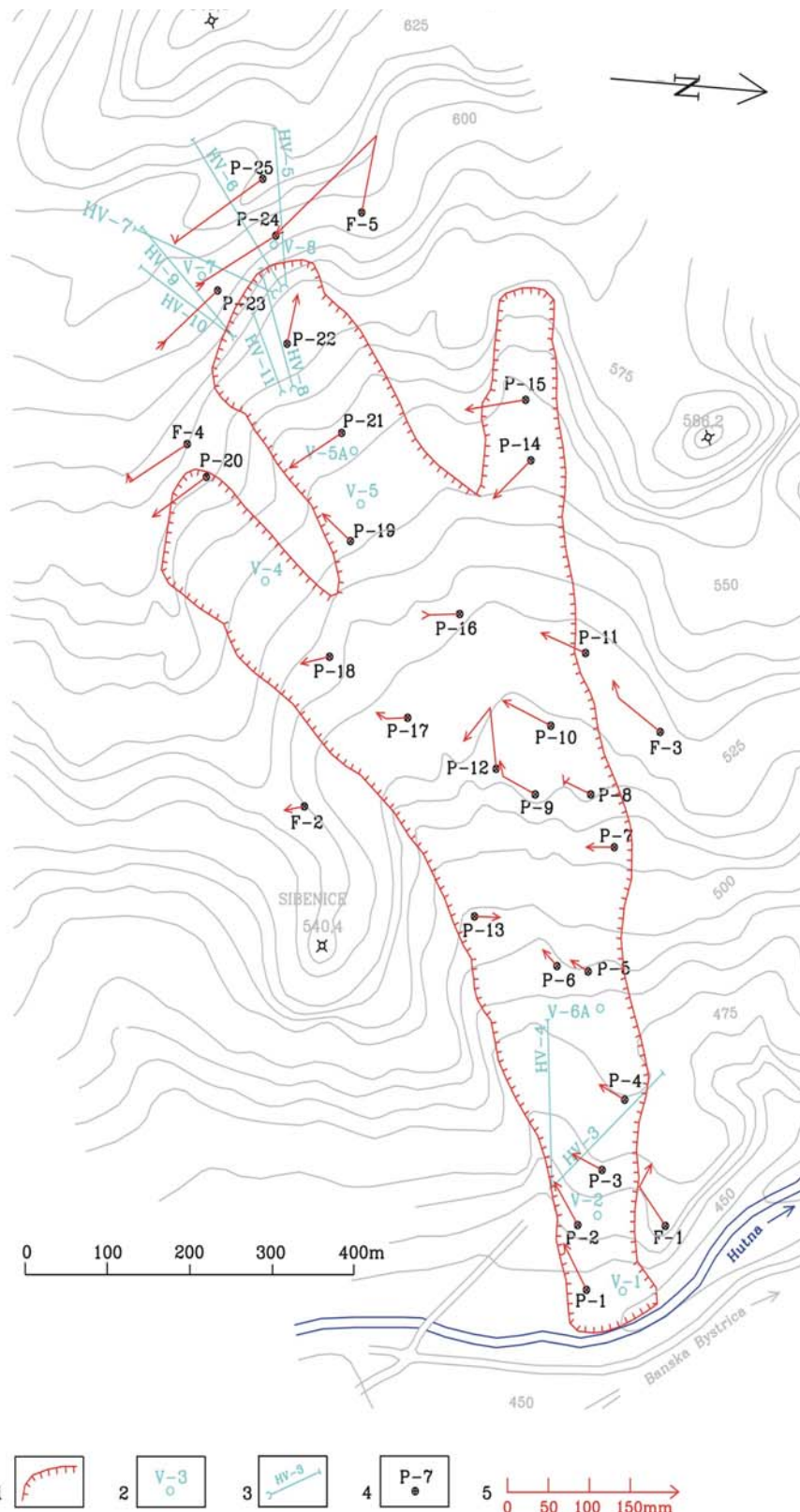
Z analýzy dlhodobiejšieho vývoja premiestnení niektorých bodov (obr. 2.1.22) vyplýva, že za posledné merané obdobie (roky 2001 a 2002) došlo k miernej aktivizácii zosuvného pohybu, predovšetkým za okrajom odlučnej oblasti a na severnom okraji zosuvu. Ohraničený počet premeraných bodov v roku 2002 však ilustruje stabilizáciu pohybovej aktivity zosuvných hmôt.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

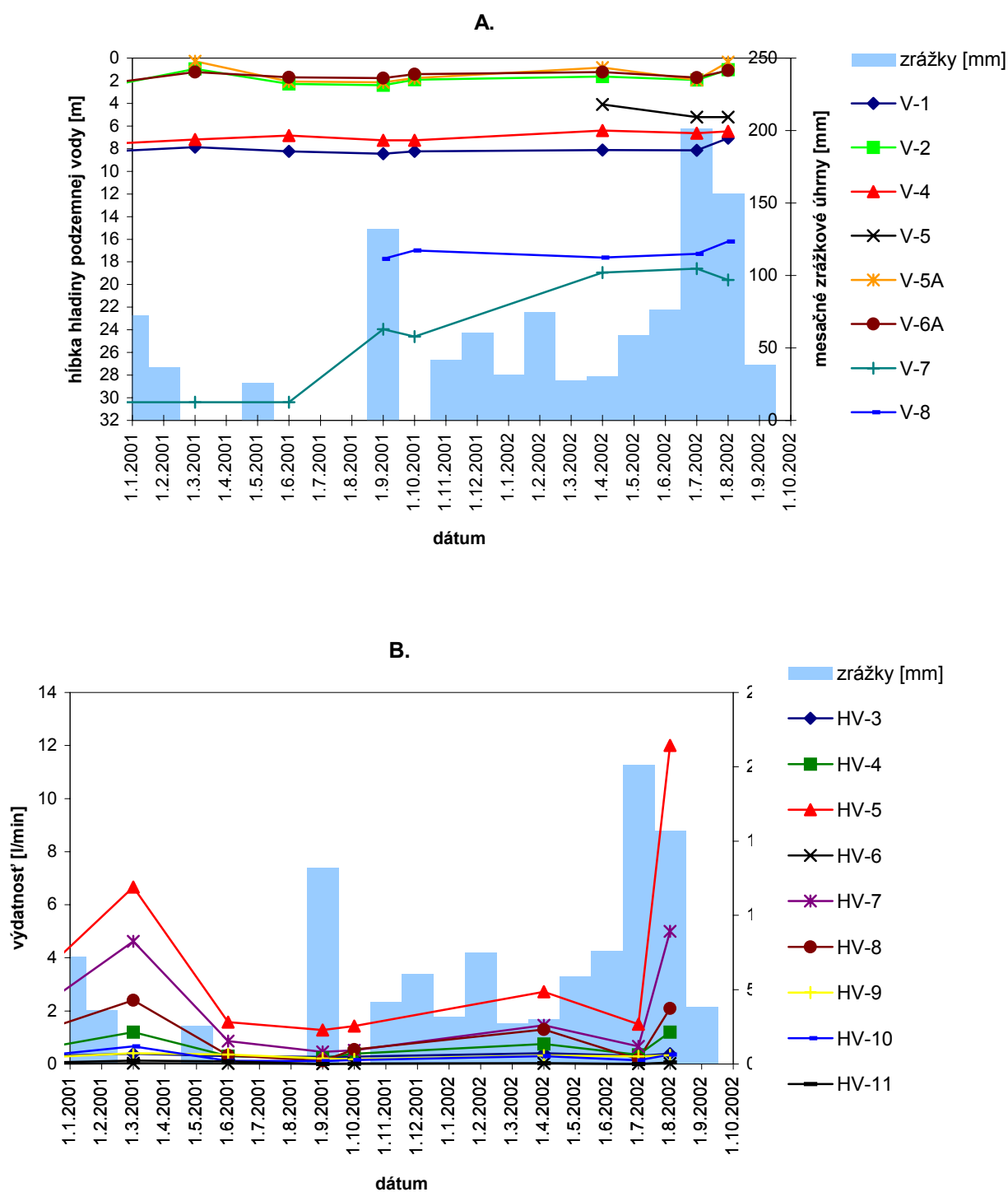
Režimové pozorovania sa na lokalite v minulosti vykonávali iba sporadicky (cca 1-krát za rok), od roku 1999 sa realizujú 4-krát ročne.

Výsledky merania hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch 2001 a 2002 sú zhrnuté v príl. 1.7 a znázornené na obr. 2.1.21. Dlhodobu nepriechodnosť sú vertikálne vrty V-3 a V-6. V roku 2001 bolo zistené, že nepriechodný je aj vrt V-5. Dlhodobu „stratený“ (pravdepodobne pod pôdnym pokryvom) je vrt V-3A. Vo vrte V-7 je hladina podzemnej vody hlboko a preto nie je merateľná ani pásmom o dĺžke 30 m.

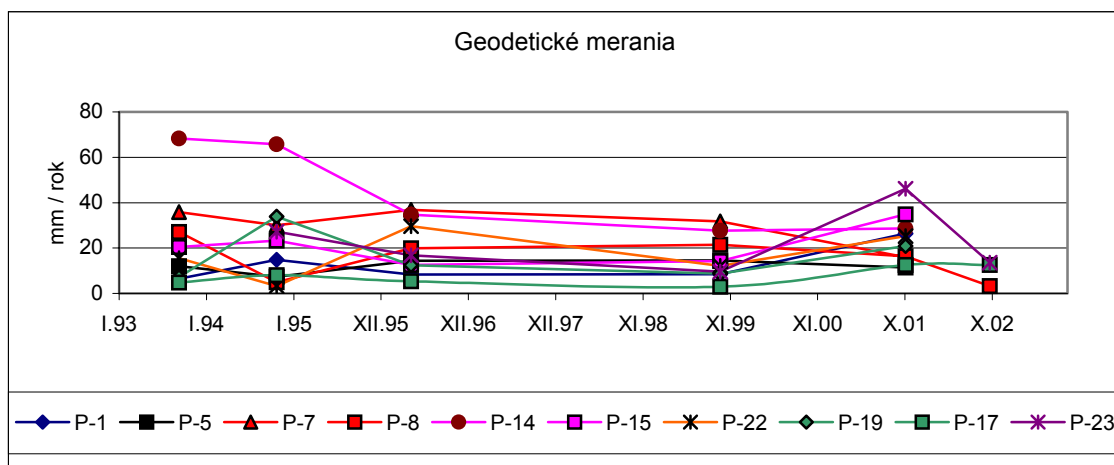
Vo všeobecnosti hladiny podzemných vôd na tejto lokalite kolíšu počas celého roka iba nepatrne a inak tomu nebolo ani v rokoch 2001 a 2002. Pri analýze výsledkov meraní je však potrebné zohľadniť ich nízku frekvenciu. V roku 2001 sa úroveň hladiny podzemnej vody nachádzala veľmi blízko povrchu vo vrtoch V-2 (0,96 m) a V-5A (0,29 m) počas jarného merania (27. marca 2001). V roku 2002 k najvýraznejším zmenám došlo po letných intenzívnych dažďoch. Veľmi blízko od povrchu terénu sa nachádzala hladina podzemnej vody vo vrtoch V-5A (0,35 m), V-2 (1,02 m) a V-6A (1,09 m). Súvisí to pravdepodobne i s polohou vrtov vo svahu (vrty sú lokalizované v miestach, kde sa odvodňuje značná časť územia). V ostatných vrtoch namerané hodnoty približne odpovedali hodnotám, nameraným počas predchádzajúcich rokov.



Obr. 2.1.20: Lokalita Ľubietová – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002. 1-morfologické ohraničenie zosuvu, 2-piezometrické vrty, 3-horizontálne odvodňovacie vrty, 4-pozorovacie body geodetickej siete, 5-mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie X.99-X.01-X.02 (v roku 2002 bolo zameraných iba 12 bodov)



Obr. 2.1.21: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Ľubietová v rokoch 2001 a 2002



Obr. 2.1.22: Dlhodobý vývoj premiestnení geodetických bodov na lokalite Ľubietová

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Počas prvého merania v marci 2001 bola nameraná rekordne vysoká výdatnosť vo vrtoch HV-4 ($1,20 \text{ l.min}^{-1}$, pričom v predchádzajúcich rokoch sa pohybovala v intervale $0,14$ až $1,09 \text{ l.min}^{-1}$) a HV-8 ($2,4 \text{ l.min}^{-1}$, pričom v predchádzajúcich rokoch sa pohybovala v intervale 0 až 1 l.min^{-1} , iba raz bola v marci 1999 nameraná dosť vysoká hodnota - až $2,29 \text{ l.min}^{-1}$). U vrtoch HV-5, HV-6, HV-7, HV-10, HV-11 boli tiež namerané takmer extrémne vysoké hodnoty výdatnosti. Iba u vrtoch HV-3 a HV-9 sa namerané hodnoty nelíšili od predchádzajúceho obdobia (obr. 2.1.21).

Počas ostatných troch meraní v roku 2001 dosahovala výdatnosť väčšiny odvodňovacích vrtoch obdobné hodnoty ako v predchádzajúcich rokoch.

V roku 2002 boli najväčšie výdatnosti namerané podobne ako pri meraní hladín podzemných vôd po intenzívnych letných zrážkach (merania zo dňa 15. augusta). Najviac sa tieto zrážky prejavili vo výtoku z vrtu HV-5, ktorý dosiahol svoju rekordnú výdatnosť (12 l/min), pričom predchádzajúce meranie z 3. júla bolo iba $1,50 \text{ l/min}$. Vysoké výdatnosti boli namerané aj vo vrtoch HV-7 ($5,00 \text{ l/min}$) a HV-8 ($2,10 \text{ l/min}$). U týchto 3 vrtoch vidieť najzreteľnejšie, že sa zachováva režim podzemných vôd pozorovaný z minulých rokov, kedy najvyššie výdatnosti sú namerané na jar po topení snehov a v lete a na jeseň po intenzívnych dažďoch.

Vrt HV-4 opäť dosiahol svoju rekordne vysokú výdatnosť ($1,20 \text{ l.min}^{-1}$) nameranú v marci minulého roku. U vrtoch HV-3, HV-6, HV-9, HV-10 a HV-11 sa namerané hodnoty nelíšili od predchádzajúceho obdobia (obr. 2.1.21).

Počas ostatných meraní v roku 2002 dosahovala výdatnosť väčšiny odvodňovacích vrtoch obdobné hodnoty ako v predchádzajúcich rokoch.

Od marca 1999 sa uskutočňujú v rámci režimového pozorovania aj merania mernej elektrickej vodivosti vody a teploty vody v jednotlivých horizontálnych vrtoch (príl. 1.7). Hodnoty vodivosti vody boli rôzne pre jednotlivé odvodňovacie vrty, pretože sú odrazom pestrej geologickej stavby zosuvu a jeho okolia – ide však o hodnoty, ktoré sú v podstate analogické predchádzajúcim meraniam.

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2001 a 2002 zo stanice SHMÚ Ľubietová. Žiaľ, merania na tejto zrážkomernej stanici majú pomerne časté výpadky (neboli vykonávané v mesiacoch marec,

apríl, jún, júl, august a október 2001). Úhrn zrážok za obdobie od januára do konca septembra 2002 bol 696,6 mm.

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.21. Vzhľadom na nízku frekvenciu meraní a neúplné údaje o zrážkových úhrnoch ide iba o orientačnú informáciu.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z celkového zhodnotenia výsledkov monitorovacích meraní za roky 2001 a 2002 vyplýva, že na zosuve Ľubietová bola v roku 2001 zaznamenaná mierne zvýšená pohybová aktivita. Domnievame sa, že táto skutočnosť vyplýva aj z faktu (na ktorý sme viackrát upozorňovali v správach i v informáciach pre orgány miestnej samosprávy), že sanačné opatrenia na zosuve nie sú udržiavané a pôsobenie niektorých z nich je kontraproduktívne. Voda, vytekajúca z horizontálnych vrtov pod odľučnou oblasťou zosuvu (skupina vrtov HV-5, 6, 7 a HV-9, 10) nie je odvádzaná, hromadí sa vo forme rozsiahlych mokrín a postupne infiltruje do telesa zosuvu (sekundárna infiltrácia). Taktiež nie je odvádzaná ani voda z vrtov HV-8 a HV-11. Drenážnu funkciu si plnia iba vrty HV-3 a HV-4 blízko čelnej časti zosuvu, vrty HV-1 a HV-2 nie sú funkčné. Táto skutočnosť prispieva k výslednému faktu, že systém povrchových rigolov je prakticky nefunkčný, žiadnu vodu neodvádza a preto nedochádza ani k znižovaniu hladín podzemnej vody v pozorovacích vrtoch. Vzhľadom na uvedené skutočnosti opätovne upozorňujeme na nevyhnutnosť sfunkčnenia existujúcich sanačných opatrení. V súvislosti s pokračujúcim monitorovaním zosuvu je potrebné upozorniť aj na postupné starnutie siete monitorovacích objektov a znefunkčňovanie niektorých z nich.

2.1.4.8 Lokalita Fintice

Stručná charakteristika lokality

Prúdový zosuv sa nachádza 1 km S až SV od obce Fintice, ktorá leží asi 5 km SSV od Prešova. Vznikol pravdepodobne v období na rozhraní pleistocén-holocén a jeho súčasný reliéf je výsledkom pôsobenia geologických a klimatických faktorov. Zosuv sa vyvinul v prostredí paleogénnych ílovcov a prachovcov, neogénnych amfibolicko-pyroxenických a pyroxenických andezitov extruzívnych telies a kvartérnych deluviálnych sedimentov. Heterogénna stavba územia podmieňuje aj veľmi komplikované a z hľadiska vzniku svahových pohybov priaznivé hydrogeologické podmienky (Petro et al., 2001).

Dĺžka zosuvu je 2280 m, šírka 120 až 500 m, rozdiel výšok medzi odľučnou hranou a čelom 265 m (obr. 2.1.23). Priemerný sklon zosuvného územia je 7°. V dôsledku reaktivizácie pohybov v spodnej časti zosuvu došlo k opakovanému pretrhnutiu vysokotlakového plynovodu Prešov - Bardejov a poškodeniu štátnej cesty II. tr. Fintice - Záhradné. Ohrozené sú i dva stožiare VVN.

Monitorovacia sieť na lokalite pozostáva z 5 inklinometrických vrtov, umiestnených v charakteristickom profile (realizované v roku 1991) a z 5 pozorovacích a 1 pevného geodetického bodu (realizované v roku 1996). Inklinometrické vrty sú doplnené piezometrickými sondami. Inklinometrické monitorovanie lokality sa vykonáva od roku 1991 a postupne sa doplňovalo ďalšími pozorovacími metódami.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, sú zhrnuté v tab. 2.1.11.

Tab. 2.1.8: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Fintice v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	5	1, 2, 3, 4, 5	2 (16. mája 2001; 9. septembra 2002)
Inklinometrické	3	K-3, 4, 5	2 (11. júna 2001; 24. septembra 2002)
PEE	6	K-1, 1A, 2, 3, 4, 5	1 (30. mája 2001)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11	K-1, 1A, 2, 2A, 3, 4, 4A, 4B, 5, 5A, 5B	11 (1. marca, 27. apríla, 11. júna, 26. júla, 25. septembra, 20. novembra 2001; 3. apríla, 24. mája, 10. júla, 30. augusta, 18. októbra 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59220) Prešov – planetárium (indikatív 59160)	mesačné úhrny zrážok

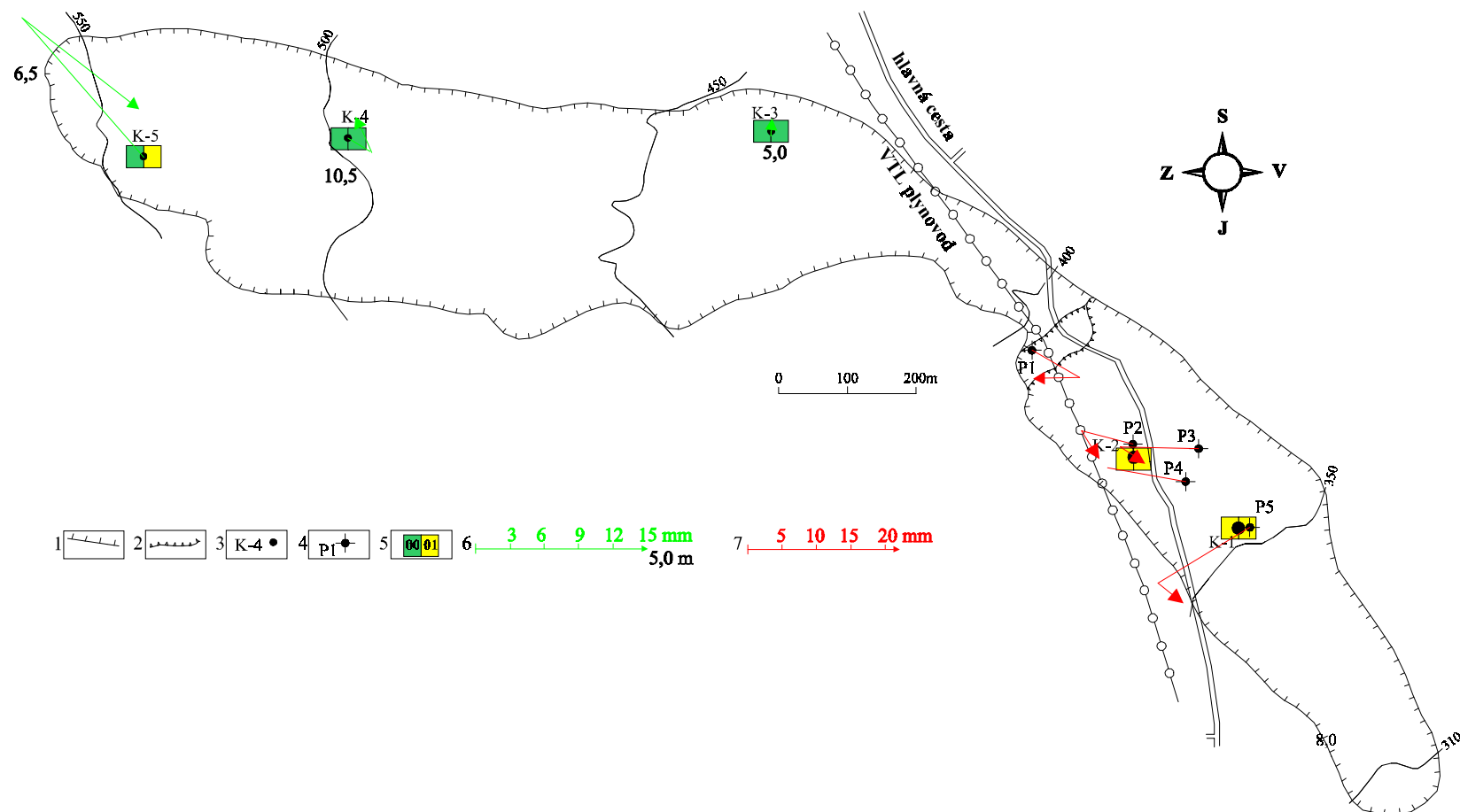
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl.1.8 a znázornené na obr.2.1.23. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.24.

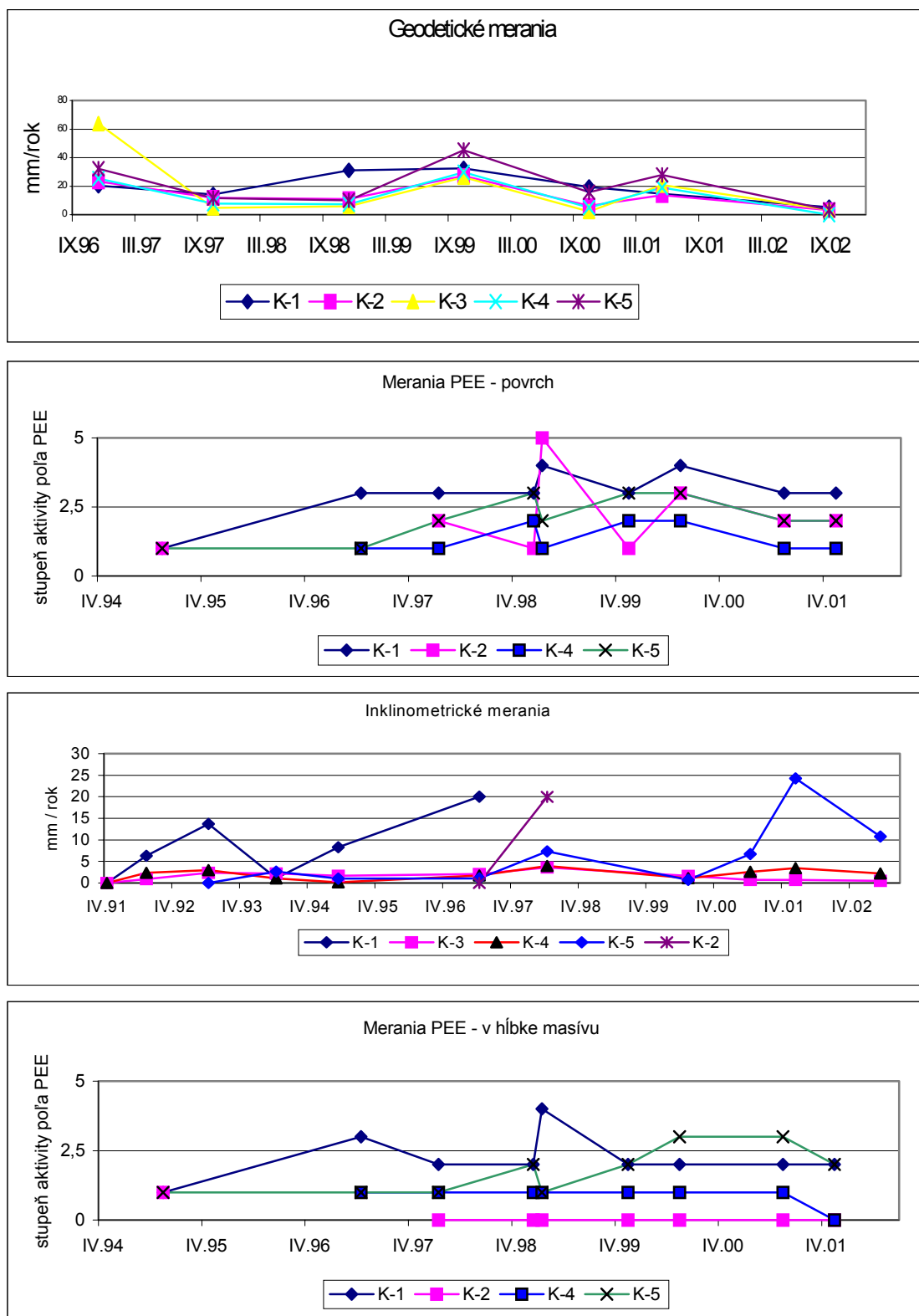
a/ Geodetické merania

Z výsledkov geodetických meraní (09/01) na šiestich (1 + 5) meračských bodoch vyplýva výrazné spomalenie pohybu horninových mas v dolnej časti zosuvu, resp. opačný smerový trend vektorov premiestnení (obr. 2.1.23). Meranie v roku 2002 potvrdilo celkovú stabilizáciu pohybu v najaktívnejšej, akumuláčnej časti zosuvu.

Zníženie pohybovej aktivity potvrdzujú aj dlhodobejšie analýzy. Veľkosť pohybu bodov, zaznamenaná v roku 2002 bola 2 až 8-krát menšia, než v roku 1999 (obr. 2.1.24).



Obr. 2.1.23: Lokalita Fintice – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002. 1-morfologické ohraničenie zosuvu, 2-odlučná stena aktívnej, akumuláčnej časti zosuvu, 3-inklinometrický vrt, 4-geodetický bod, 5-najvyššia aktivita poľa PEE v XI. 00 (vľavo) a v V.01 (vpravo) – zelená farba vyjadruje stav bez príznakov aktivity a nízku aktivitu, žltá farba vyjadruje pomerne nízku a strednú aktivitu poľa PEE, 6-mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie X.00-VI.01-IX.02 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 7-mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie X.00-V.01-IX.02



Obr. 2.1.24: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Fintice

b/ Inklinometrické merania

Výpovednosť inklinometrických meraní na lokalite sa výrazne znížila po ustrihnutí vrtoch K-1 a K-2, umiestnených v čelnej časti zosuvu. Tento fakt síce potvrdil významnú pohybovú aktivitu čelnej časti zosuvu, avšak ukončil možnosť kontinuálneho zaznamenávania tohto pohybu. Z meraní v roku 2001 vyplýva, že deformácie v miestach vrtoch K-3 a K-4 sú málo výrazné. Za povšimnutie stojí takmer rádovo väčšia deformácia, zaznamenaná vo vrte K-5 (príl. 1.8, obr. 2.1.23). Vzhľadom na premenlivý smer deformácie nejde o prejav svahového gravitačného pohybu, ale skôr o zaznamenanie tektonického neklúdu na kontakte telesa neovulkanitov so sedimentárnymi polohami paleogénnych hornín. Podobný charakter deformácií bol zaznamenaný aj pri meraní v septembri 2002. Najvýraznejšie posuny boli preukázané vo vrte K-5 v hĺbke cca 6,5 m, ich smer je však opačný, ako pri predchádzajúcom meraní.

Vývoj inklinometrických meraní je najpreukaznejší práve v spomínaných vrtoch K-1 a K-2, kde došlo k ich porušeniu – ustrihnutiu na úrovni šmykovej plochy (obr. 2.1.24). Za kritické možno považovať i deformácie, namerané vo vrte K-5, ktoré môžu viesť k strate jeho priechodnosti.

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Jeden cyklus merania poľa PEE, realizovaný v máji 2001, preukázal vcelku ustálený stav napätostného poľa. Stála stredná úroveň aktivity je zaznamenávaná v čelnej časti zosuvu. V roku 2002 sa meranie poľa PEE na lokalite neuskutočnilo, preto v obr. 2.1.23 je znázornený iba stav z predchádzajúceho obdobia.

Analogicky vyznieva i vývoj poľa PEE za celé obdobie meraní. V porovnaní s predchádzajúcimi meraniami je pole PEE v posledných dvoch rokoch ustálené, resp. hodnoty napätí majú mierne klesajúci trend (obr. 2.1.24).

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina vody vo vrtoch K-1 až K-5 bola v roku 2001 meraná 6-krát a v roku 2002 5-krát (do polovice októbra - **príl. 1.8**). Kolísanie úrovne hladiny podzemnej vody na lokalite v pozorovanom období nevykazuje výrazné zmeny.

Z výsledkov meraní je zrejmé, že podobne ako v predchádzajúcich rokoch, maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli v letnom období (jún - august).

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informácia o mesačných zrážkových úhrnoch bola prebratá z meraní staníc SHMÚ Kapušany (ročný úhrn za rok 2001 bol 666,9 mm) a Prešov – planetárium (619,6 mm za rok 2001). Podľa pozorovaní od roku 1997 dochádza k postupnému znižovaniu dlhodobého nadpriemerných priemerných mesačných úhrnov zrážok (viac ako 120 mm) v letných mesiacoch. Úbytok zrážok celkom dobre zodpovedá spomaleniu zosúvania v dolnej časti zosuvu, ktoré bolo zistené geodeticky.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe výsledkov monitorovania do roku 1998 bolo vypracované posúdenie lokality a navrhnuté isté možnosti sanácie zosuvu, resp. dve varianty preloženia vysokotlakového plynového potrubia Prešov - Bardejov (Petro a Stercz, 1988). V jesenných mesiacoch roku 2001 realizoval SPP a. s. Košice preloženie potrubia podľa jednej z navrhnutých trás do neaktívnej časti zosuvného telesa. Z tohto pohľadu vzrastie význam doteraz používaných monitorovacích metód v nasledujúcom období, ktorých výsledky preukážu, resp. nepreukážu správnosť voľby trasy, ako aj stabilitu strednej časti zosuvu.

Najväčším nedostatkom existujúcej monitorovacej siete je absencia inklinometrických vrtov v čelnej časti zosuvnej akumulácie po ustrihnutí vrtov K-1 a K-2. Doplnenie analogických monitorovacích objektov by podstatne skvalitnilo hodnotenie pohybovej aktivity po výraznej šmykovej ploche v tejto, z celospoločenského hľadiska najdôležitejšej časti zosuvného územia.

2.1.4. 9 Lokalita Bojnice

Stručná charakteristika lokality

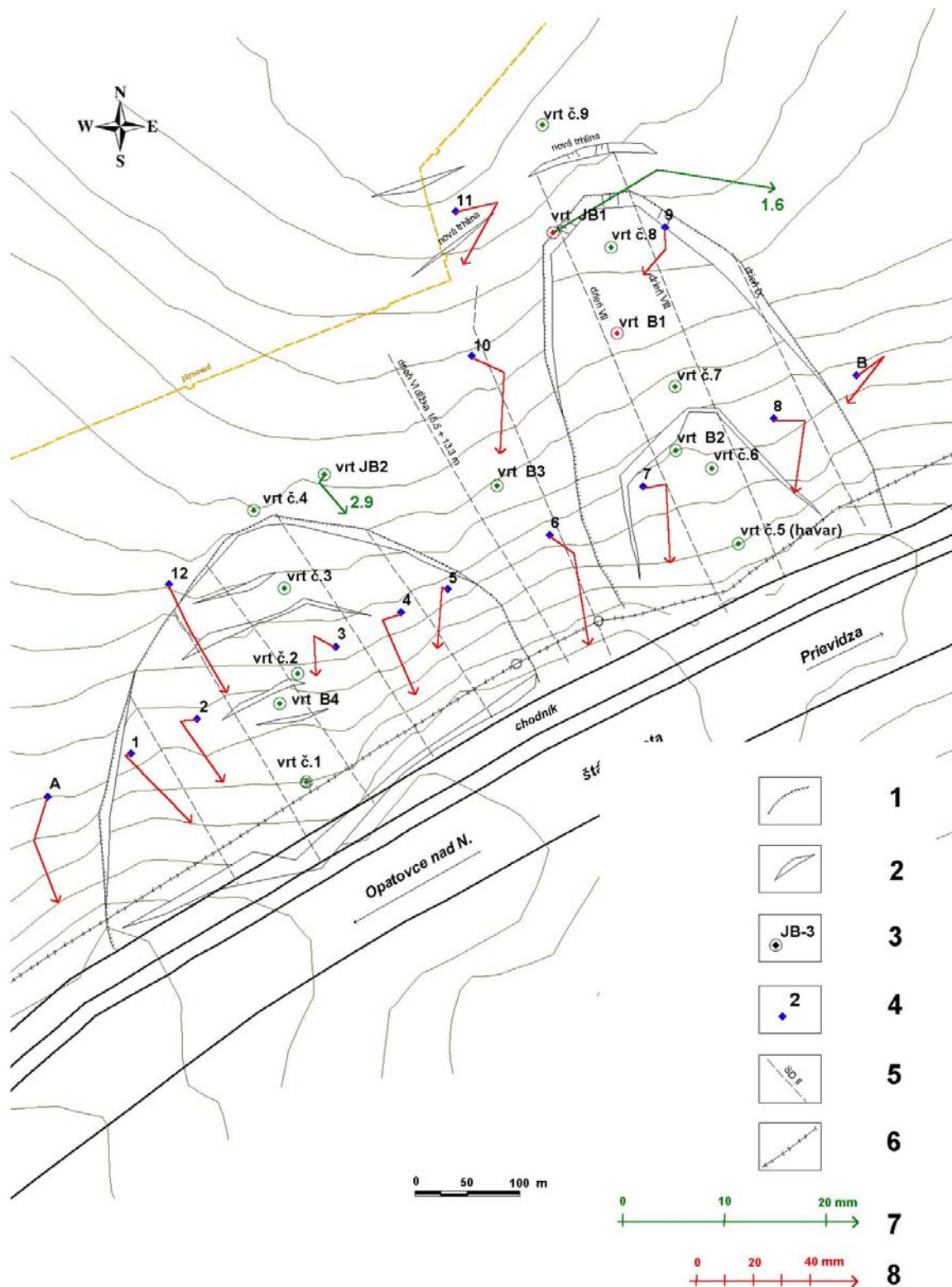
Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnícami a Opatovcami nad Nitricou v prostredí deluviálnych ílovitých hĺn s úlomkami karbonátov a pravdepodobne s paleogénnymi horninami flyšoidného charakteru s prevahou ílovcov v podloží. Aktivizácia dvoch plošných zosuvov nastala na jar roku 1995. Zosuvy postihli územie rozmerov cca 85 x 30 až 50 m (obr. 2.1.25) a ohrozili viacero objektov – vysokotlakový plynovod a spláskovú kanalizáciu, vedené v tesnej blízkosti ich odlučných hrán a chodník, povrchový rigol, podpovrchový zberný systém a štátnu cestu v akumulačnej oblasti (Fussgänger et al., 1996). V súvislosti s tým sa uskutočnila rozsiahla sanácia zosuvného svahu (v roku 1996) a pokračujúce priebežné pozorovanie jeho stabilitného stavu monitorovacími meraniami.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, sú zhrnuté v **tab. 2.1.12.**

Tab. 2.1.12: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bojnice v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Geodetické	14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, A, B	2 <i>júna 2001;</i> <i>21. augusta 2002)</i>
Inklinometrické	2	JB-1, 2	2 <i>júna 2001;</i> <i>9. septembra 2002)</i>
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	JB-1, 2, B-1, 2, 3, 4, č.4, 9	83 meraní (<i>1x za týždeň – do 30.9.2002</i>)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanica SHMÚ: Prievidza (indikatív 30120)	<i>denné úhrny zrážok</i>



Obr. 2.1.25: Lokalita Bojnice – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002. 1-ohraničenie zosuvov, 2-aktívne trhliny, 3-prieskumné vrty, 4-geodetické pozorovacie body, 5-odvodňovacie drény, 6-kanalizácia, 7-mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie XI.00-VI.01-IX.02 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 8-mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie XI.00-VI.01-VIII.02

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.9. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 je na obr. 2.1.25 a za celé obdobie monitorovania na obr. 2.1.26 a 2.1.27.

a/ Geodetické merania

Geodetické merania sa uskutočňujú na priamke 10 bodov, a sú doplnené 4 ďalšími bodmi, lokalizovanými v priestore svahových deformácií. Podľa výsledkov meraní z júna 2001 najväčšie polohové zmeny boli zaznamenané pri bodoch 10, 11, 12, A a B. Výrazný pokles bol zaznamenaný u bodov 3, 5, 8 a u bodu B (obr. 2.1.25, príl. 1.9). Z merania, uskutočneného v auguste 2002 vyplýva podstatne vyššia pohybová aktivita celého pozorovaného územia. Najväčšie premiestnenia boli zaznamenané pri bodoch 1, 4, 6, 7 a 10, významné poklesy pri bodoch 6, 8 a A.

V porovnaní s predchádzajúcimi meraniami môžeme konštatovať v roku 2001 celkovo mierne zvýšenie pohybovej aktivity zosuvného územia, ktoré sa zvýraznilo v roku 2002. Najvýraznejšie zmeny za celé pozorované obdobie boli zistené v rokoch 1998 a 1999 (obr. 2.1.26).

b/ Inklinometrické merania

Merania v dvoch vrtoch (JB-1 a JB-2) sa uskutočnili v júni 2001. Pomerne veľké deformácie boli zaznamenané v pripovrchovej zóne vrtu JB-1 (hlbka 1,6 m). Hlbšie polohy obidvoch vrtov v úrovni predpokladanej šmykovej plochy sú stabilné (príl.1.9). Pokračujúca pohybová aktivita zosuvného delúvia bola zaznamenaná meraním, uskutočneným v septembri 2002. Ide predovšetkým o deformácie, zachytené v pripovrchovom horizonte (hlbka okolo 1,6 m) vrtu JB-1, kde sa priemerná rýchlosť pohybu kolíše okolo hodnoty 5 mm/rok.

To, že pohybová aktivita je už dlhšiu dobu sústredená práve do okolia vrtu JB-1 a zasahuje horizont plytko pod povrchom, potvrdzuje i analýza výsledkov za celé obdobie monitorovania (obr. 2.1.26).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania v rokoch 2001 a 2002 preukázali, že hĺbka hladina podzemnej vody je závislá od veľkosti zrážok a to najmä v zimnom období v čase nízkeho výparu. Maximálne stavy hladiny podzemnej vody sa vyskytovali najmä v zimnom období roku 2002, keď hladina podzemnej vody dosiahla v niektorých častiach až úroveň terénu (obr. 2.1.27). Na základe dlhodobějších meraní možno konštatovať, že relatívne ustálený režim kolísania hladín podzemnej vody na lokalite pretrváva prakticky od roku 1999.

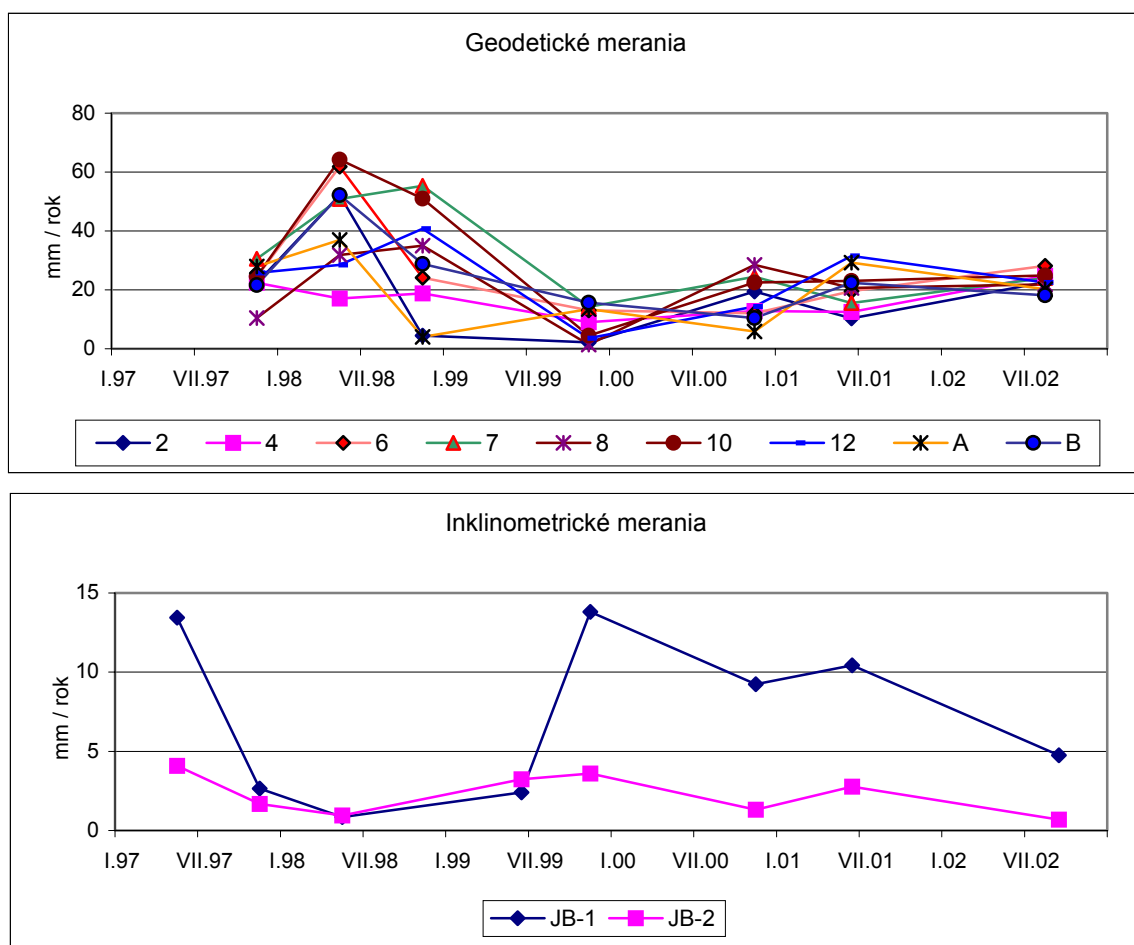
d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch, preberané zo stanice SHMÚ Prievdza (ročný zrážkový úhrn v roku 2001 bol 615,4 mm). Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.27.

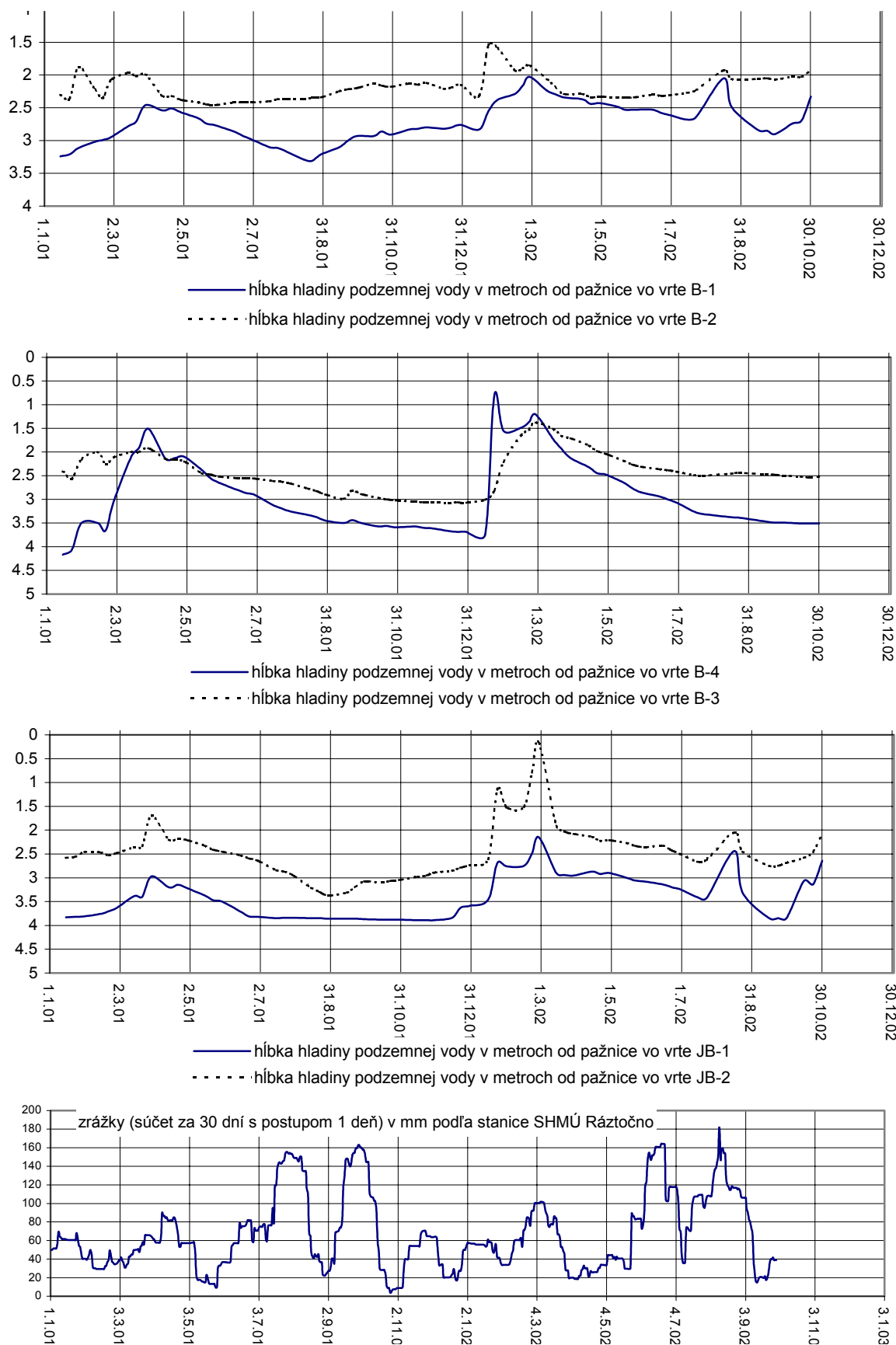
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z celkového zhodnotenia výsledkov monitorovacích meraní za rok 2001 vyplynulo, že na zosuvnom území v Bojniciach išlo o vcelku stabilizovaný stav prostredia, ktorý sa mierne menil v závislosti od klimatických pomerov (v roku 2001 bol zaznamenaný napríklad mierny nárast pohybovej aktivity, zachytený geodetickými meraniami). Výraznejšia aktivizácia

pohybu v roku 2002 (zaznamenaná geodetickými a čiastočne i inklinometrickými meraniami) môže byť spôsobená iným zdrojom, než zrážkami (ktoré neovplyvňujú úroveň hladiny podzemnej vody v hornej časti svahu). Je preto namieste požiadavka na zabezpečenie tesnosti kanalizácie, aby sa vylúčila táto možnosť zhoršovania stabilných pomerov v sanovanom svahu, prípadne ďalšie rozširovanie svahovej deformácie do strán a nad odlučnú oblasť. Navyše, tak ako na viacerých ďalších lokalitách, i na zosuve Bojnice absentuje údržba monitorovacích zariadení ako aj úpravy povrchu sanovaných zosuvov. Na tieto skutočnosti upozornil riešiteľ prieskumu (INGEO-ighp, spol. s r.o., Žilina) MÚ v Bojniciach listom zo dňa 4. októbra 2002.



Obr. 2.1.26: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Bojnice



Obr. 2.1.27: Výsledky režimových pozorování na lokalite Bojnice

2.1.4.10 Lokalita Okoličné

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza na SV okraji mesta Liptovský Mikuláš a je súčasťou rozsiahleho zosuvného územia, ktoré sa vyvinulo v horninovom prostredí centrálneokarpatského paleogénu (charakteru jemno až hrubo rytmického flyša s prevahou ílovcov), ktoré podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery (prítomnosť tlakových horizontov podzemnej vody, vysoký hydraulický spád, filtračná heterogenita). Základným faktorom zosúvania v tomto prostredí bola v minulosti erózna činnosť rieky (podrezávanie svahov) a neskôr nesprávne antropogénne zásahy do svahu (realizácia odrezu v akumuláčnej časti zosuvu pri rozširovaní železničnej trate v roku 1949, prevádzka na železnici). Bezprostredné oživenie aktivity svahových pohybov súvisí zvyčajne so zrážkovými anomáliami. Pozorovaný zosuv (s rozlohou cca 0,16 km², celkovej dĺžky 750 m) sa vyvíjal v niekoľkých etapách a po rozšírení železničnej trate periodicky už po dobu 50 rokov ohrozuje prevádzku na hlavnej trati Žilina-Košice a na jeho stabilizáciu bola v niekoľkých etapách použitá celá séria sanačných opatrení (Jadroň, 1980). Monitorovacie merania sa na lokalite vykonávali krátkodobu počas prieskumov a sanácií (výnimkou sú iba geodetické merania, prakticky pravidelne vykonávané po dobu viac, ako 30 rokov); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, sú zhrnuté v tab. 2.1.13.

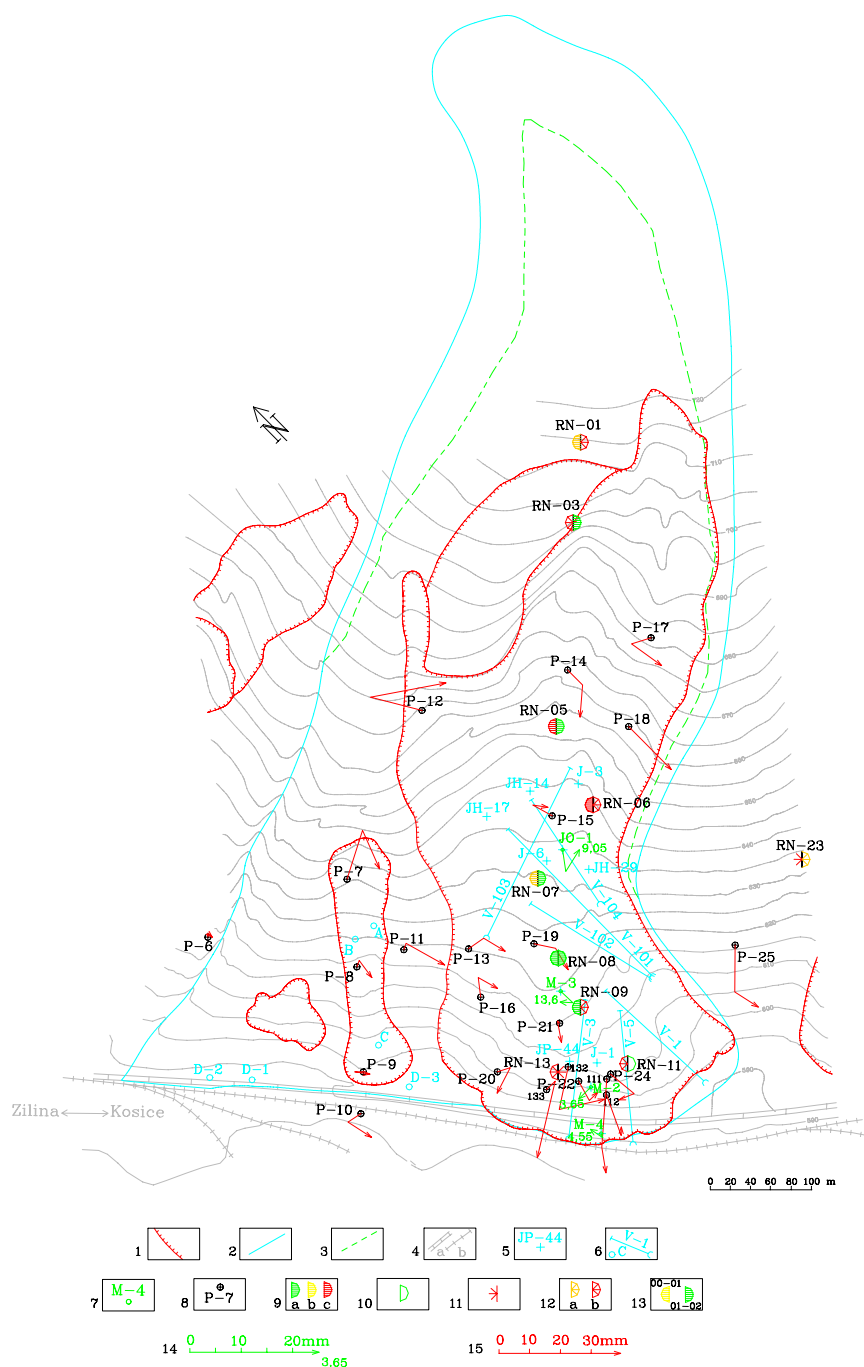
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.10. Výsledky meraní za roky 2001 a 2002 sú graficky spracované na obr. 2.1.28 a 2.1.29. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.30 a 2.1.31.

a/ Geodetické merania

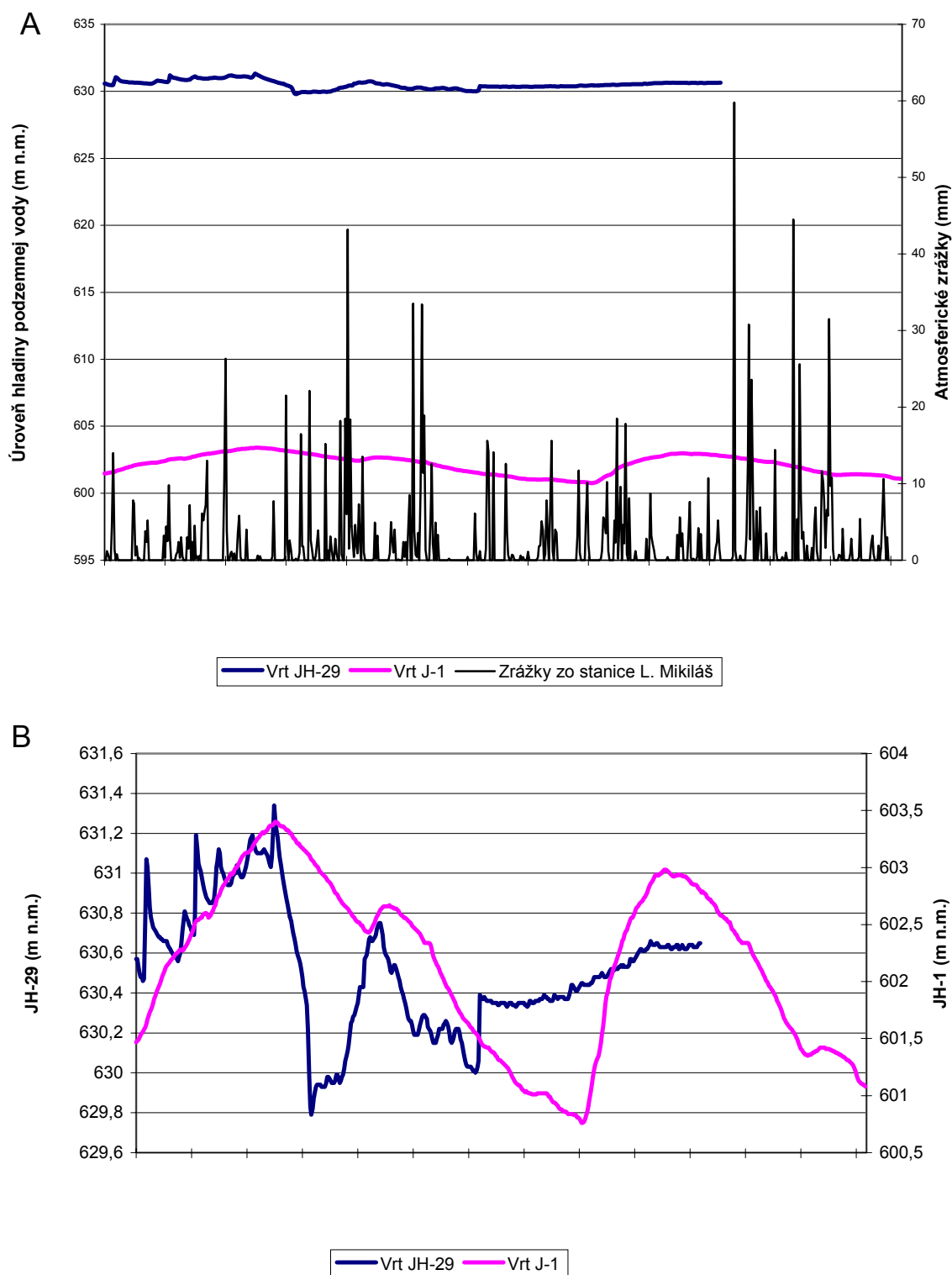
Geodetické merania, uskutočnené v septembri 2001 preukázali výrazné ukludnenie zosuvných pohybov v období od novembra 2000. Táto skutočnosť bola veľmi dôležitým konštatovaním po preukázaní havarijnej situácie menšieho prúdového zosuvu v predchádzajúcom roku (pohyb bodu P-9 dosiahol vtedy za obdobie X.1999 až XI.2000 takmer 100 mm). Najvýraznejšie prejavy pohybovej aktivity sa v roku 2001 opäť preniesli do čela hlavného zosuvného prúdu, avšak absolútne premiestnenia pozorovaných bodov boli podstatne menšie (body 111, 112, 132 – príl. 1.10, obr.2.1.28). Meranie zo septembra 2002 potvrdilo relatívne ukludnený stav svahu. Najväčšie premiestnenia (nad 15 mm) boli zaznamenané v čele zosuvnej akumulácie (body 132, 133) a u bodu P-12.

Veľmi premenlivý vývoj pohybovej aktivity v priestore celého zosuvu ilustruje aj analýza premiestnení niektorých vybraných bodov za dlhšie obdobie pozorovania (obr. 2.1.30). Z obrázku jasne vyplýva kritický stav, ktorý bol zaznamenaný geodetickým meraním v roku 2000.

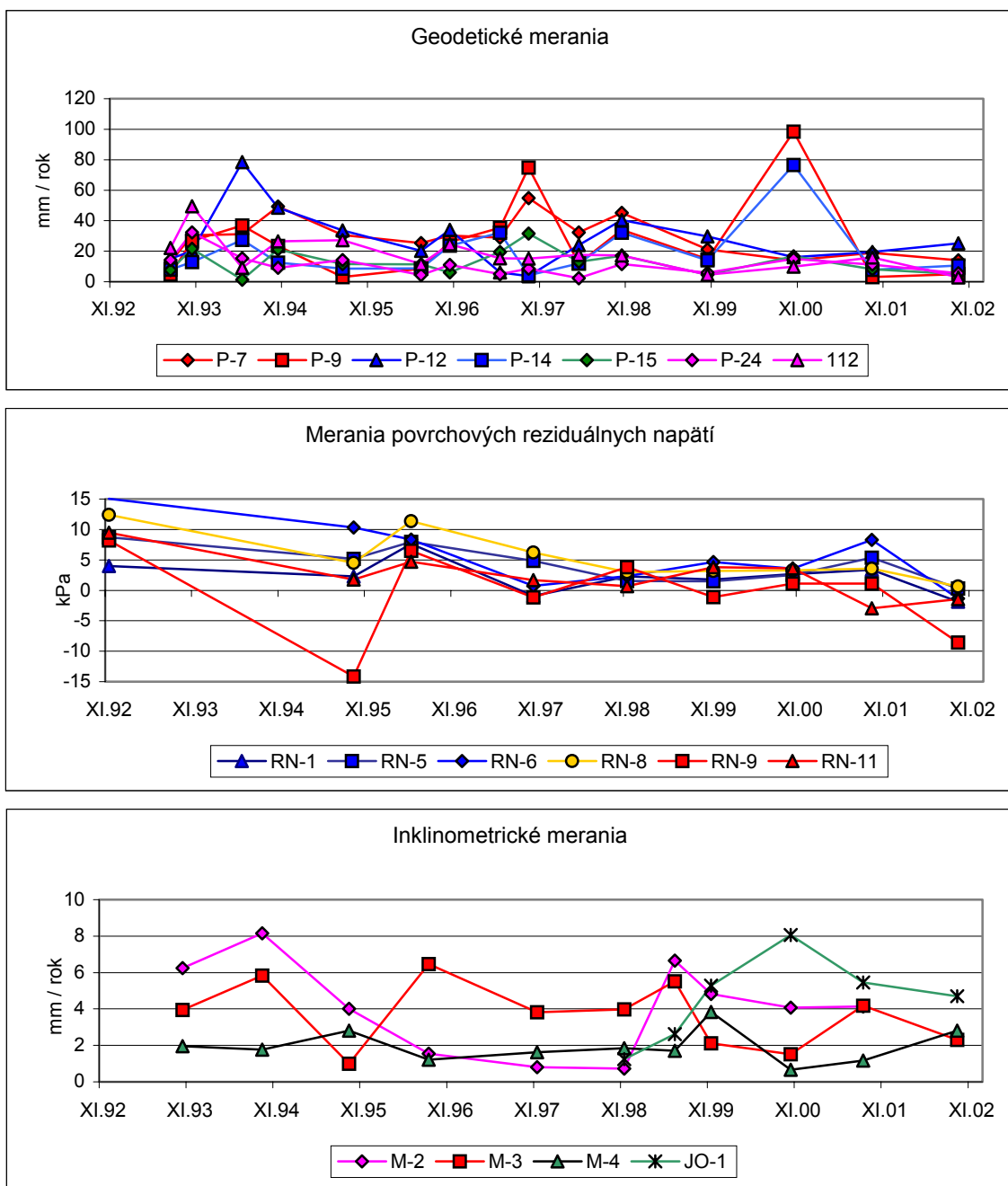


Obr.2.1.28: Lokalita Okoličné – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002.

1-morfologické ohraničenie zosuvov, 2- hydrogeologická rozvodnica, 3-geomorfologická rozvodnica, 4-železničná trať: a/ hlavný ťah Žilina – Košice, b/ priemyselná vlečka, 5-piezometrické vrty, 6-horizontálne odvodňovacie vrty (V) a merané výústenia podpovrchových drénov (C), 7-inklinometrické vrty, 8-geodetické pozorovacie body, 9- povrchové reziduálne napätia (RN) tlakové (porovnanie s predchádzajúcim meraním): a/ pokles a mierny nárast (do 20%), b/ nárast (20 až 100%), c/ výrazný nárast (nad 100%), 10- povrchové reziduálne napätia ťahové – pokles, 11-zmena charakteru napätia z ťahu na tlak (viac, než 3 kPa), 12 – zmena charakteru napätia z tlaku na ťah: a/ v rozsahu do 3 kPa, b/ väčšia, než 3 kPa, 13-spôsob znázornenia vývoja napätí - porovnanie stavu z IX.01 so stavom z X.00 (vľavo) a stavu z IX.02 so stavom z IX.01 (vpravo), 14-mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie X.00-VIII.01-IX.02 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 15-mierka vektora premiestnenia geodetických bodov za obdobie X.00-IX.01-IX.02



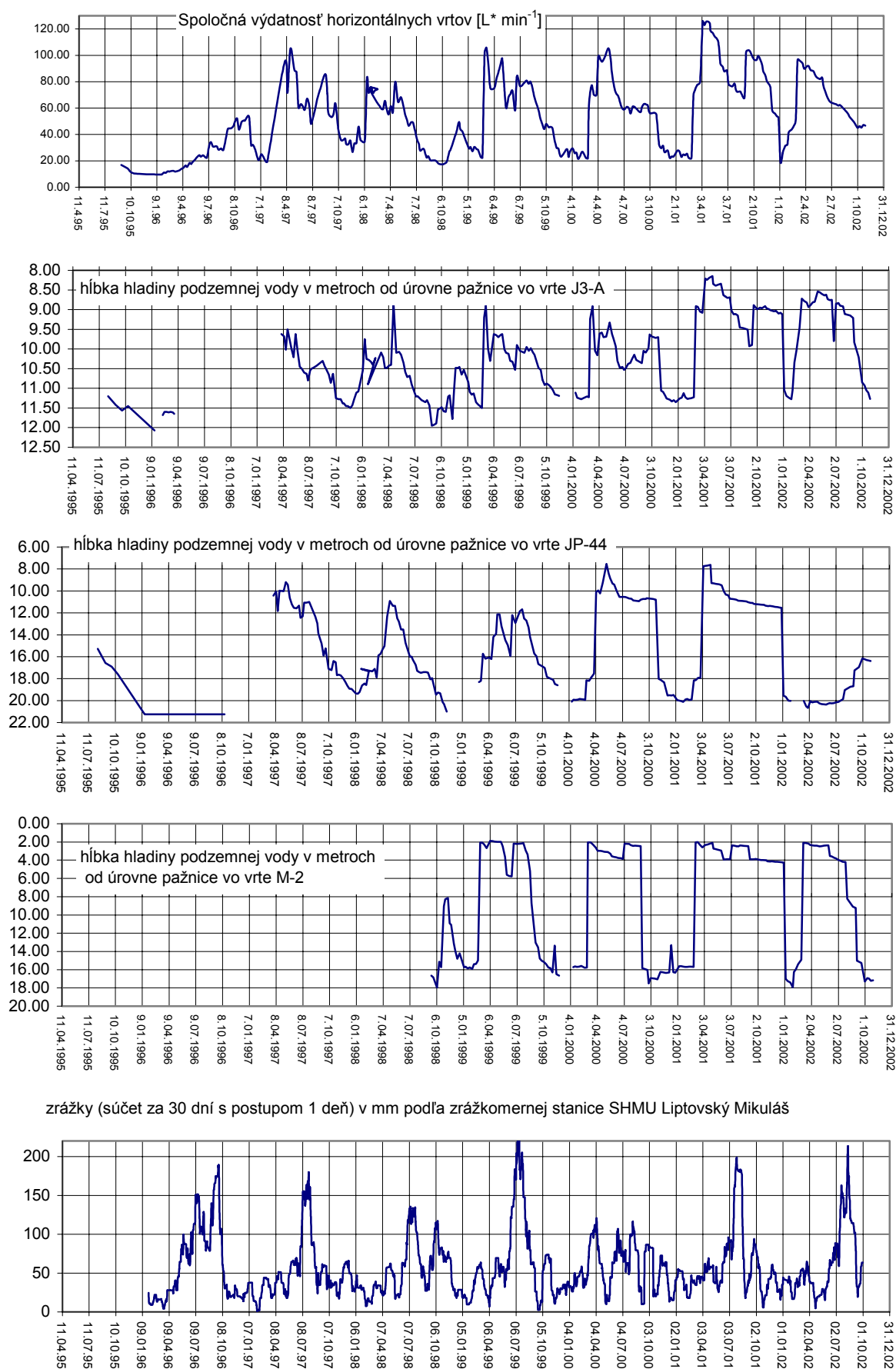
Obr. 2.1.29: Priebeh zmien úrovně hladiny podzemnej vody, zaznamenaný automatickými hladinomeri, umiestnenými vo vrtoch J-1 a JH-29 na lokalite Okoličné. A - záznam za roky 2001 a 2002 spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov (hladinomer vo vrte JH-29 bol 15. mája 2002 vyradený z prevádzky), B - porovnanie záznamov hladinomerov – detail



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

b/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Merania, uskutočnené v auguste a v septembri 2001 preukázali celkový nárast tlakovej napätosti vo väčšine meraných bodov (príl. 1.10, obr. 2.1.28). Najväčší nárast tlakovej napätosti bol zaznamenaný v hornej až strednej časti transportačnej oblasti (skúšky RN-5 a 6), v čele zosuvnej akumulácie došlo až k pomerne výraznej zmene tlakov na ťahy, čo sa môže prejavovať vytváraním, resp. rozširovaním trhlín nad čelným, aktívnym zosuvom, ktorý sa nachádza bezprostredne nad železničnou traťou. Pomerne výrazné zmeny z tlakových na ťahové napätia boli zaznamenané pri meraniach v septembri 2002 pri bodoch RN-1, 6 a 9, čo môže naznačovať vytváranie dielčích ťahových trhlín. Naopak, v bode RN-13 bola zaznamenaná zmena charakteru napätí z ťahu na tlak.



Obr. 2.1.31: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Okoličné

Tab. 2.1.13: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Okoličné v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Geodetické	27	P-5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 111, 112, 132, 133, S-1, 3	2 (18. septembra 2001; 27. septembra 2002)
Inklinometrické	4	M-2, 3, 4, JO-1	2 14. augusta 2001 (M-2,3,4), 5. septembra 2001 (JO-1); 11. septembra 2002
Povrchových reziduálnych napätí	11	RN-1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 23	2 26. júla 2001 (RN-1, 3, 4) 11. septembra 2001 (RN-5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 23) 11. septembra 2002
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	J-3A, J-3B, J-6B, JP-44, JO-1, M-2, M-3, M-4	80 meraní (1x za týždeň – do 30.9.2002)
	2	J-1, JH-29 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	13	V-1, 3, 5, 101, 102, 103, 104, JH-14, 17, D1, D3, A+B, OM	80 meraní (1x za týždeň – do 30.9.2002)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipt. Mikuláš (indikatív 21060) Lipt. Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21130)	denné úhrny zrážok

Dlhodobejší vývoj povrchových reziduálnych napätí (obr.2.1.30) je taktiež charakteristický výraznou premenlivosťou tejto hodnoty v priestore i čase. Výsledky meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002 poukazujú na vcelku ustálený stav povrchovej reziduálnej napätosti zosuvného telesa.

c/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania, uskutočnené v auguste 2001 potvrdili pohybovú aktivizáciu v strednej časti transportačnej oblasti nad čelom hlavnej zosuvnej akumulácie (vrty M-3, JO-1). V prípade vrtu JO-1 ide o pretrvávajúci usmerný pohyb po pomerne hlbkej šmykovej ploche (nachádzajúcej sa v hĺbke cca 9 m pod povrchom terénu). Vo vrte M-3 je pohyb po hlbšie položených plochách smerovo premenlivý; najvýraznejšie zmeny boli zaznamenané v pripovrchovej zóne (do hĺbky cca 2,6 m pod povrchom terénu – pril. 1.10, obr. 2.1.28). Meranie realizované v septembri 2002 preukázalo mierny útlm pohybovej aktivity v okolí vrtov M-3 a JO-1. Vrt M-2 nebol z technických príčin v roku 2002 premeraný.

Z porovnania s predchádzajúcimi meraniami vyplýva veľká premenlivosť rýchlosti nameranej deformácie v rôznych časových obdobiach a v rôznych častiach zosuvu (obr. 2.1.30). Najvýraznejšie zmeny pohybovej aktivity zachytávajú merania vo vrtoch M-2 a M-3, vrt JO-1 sa premeriava podstatne kratšie obdobie.

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Záznamy automatických hladinomerov za rok 2001 sú spracované v obr. 2.1.29. Zaujímavý priebeh má meranie hladinomera vo vrte J-1, keď po dosiahnutí maximálnej úrovne v máji 2001 má hladina trvalo klesajúcu tendenciu, ovplyvnenú iba zrážkovými anomáliami v letných mesiacoch. Nové výrazné stúpanie hladiny je zaznamenané v jarňých mesiacoch roku 2002 a kulminuje opäť v máji. Zmeny hladiny vo vrte JH-29 reagujú na zrážkové pomery okamžite a priebeh krivky je skokovitý. Hladinomer vo vrte JH-29 bol od 15. mája 2002 vyradený z prevádzky.

Na základe dlhodobých meraní je pre lokalitu charakteristický výrazný rozdiel úrovní hladiny podzemnej vody v rôznych ročných obdobiach. Jarňé stúpnutie hladiny vody je vo väčšine pozorovaných objektov veľmi prudké z časového hľadiska, ale i z hľadiska absolútnej hodnoty stúpnutia (zvlášť charakteristicky sa táto skutočnosť prejavuje vo vrte M-2, kde pravidelne v jarňých mesiacoch hladina v priebehu niekoľkých dní stúpne až o 14 m – obr. 2.1.31). Nepriaznivo vyznieva skutočnosť, že na rozdiel od predchádzajúcich rokov, keď k rovnako prudkému poklesu úrovně hladiny došlo v jesenných mesiacoch, na prelome rokov 2001 a 2002 sa vysoká úroveň hladiny v pozorovaných vrtoch zachovala. Veľkosť i vysoká rýchlosť zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody môže pôsobiť negatívne na stabilitu zosuvu.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Zmeny spoločnej výdatnosti odvodňovacích vrtov sú znázornené na obr. 2.1.31. Z grafu vyplýva pokračujúca zákonitosť zmien v priebehu roka – výdatnosť výrazne stúpa v jarňých mesiacoch, v lete sa prejavuje jej postupný pokles a menej výrazné stúpnutie nastáva na jeseň. Táto zákonitosť sa v rôznom rozsahu hodnôt prejavuje dlhodobo a veľmi výrazná bola i v rokoch 2001 a 2002 (keď spoločná výdatnosť drénov dosiahla najvyššiu hodnotu za celé pozorované obdobie – až nad 120 l.min^{-1} v apríli 2001, resp. 100 l.min^{-1} v apríli 2002). Kulminujúca výdatnosť v apríli sa zákonite opakuje za celé pozorované obdobie. Dlhodobá spoločná priemerná ročná výdatnosť je $55,6 \text{ l.min}^{-1}$. V posledných dvoch rokoch bola priemerná ročná výdatnosť veľmi vysoká (rok 2001 $78,44 \text{ l.min}^{-1}$ a rok 2002 do konca októbra $63,16 \text{ l.min}^{-1}$). Vysoká výdatnosť bola podmienená väčšími zrážkovými úhrnmi a preukazuje dobrú funkčnosť drenážnych prvkov. Potrebne je však upozorniť, že funkčnosť drenážnych prvkov je dobrá, ale odvedenie drénovanej vody mimo zosuvného územia je nevyhovujúce, veľká jej časť sekundárne infiltruje späť do telesa zosuvu a nepriaznivo vplýva na jeho stabilitu.

f/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch, preberané zo staníc SHMÚ Liptovský Mikuláš (ročný úhrn zrážok za rok 2001 bol 695 mm) a Liptovský Mikuláš – Ondrášová (699.5 mm). Ak tieto hodnoty porovnáme s dlhodobým priemerom za roky 1981 až 1990 (603 mm), potom išlo o vlhký rok (115.2% normálu).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.31.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Vzhľadom na to, že lokalitu zosuvu Okoličné považujeme z celospoločenského hľadiska za veľmi významnú, uplatňuje sa pri jej pozorovaní celá škála monitorovacích meraní. V snahe vyjadriť prehľadnou formou všetky získané výsledky, použili sme aj v tomto prípade (analogicky, ako na lokalite Veľká Čausa) metódu multikriteriálneho hodnotenia v súlade s tab. 2.1.3. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.32.

Pre porovnanie s meraniami z predchádzajúcich rokov sú na obr. 2.1.32 vyjadrené hodnotenia aktivity územia podľa tých istých kritérií i za predchádzajúce roky (1997 až 2002).

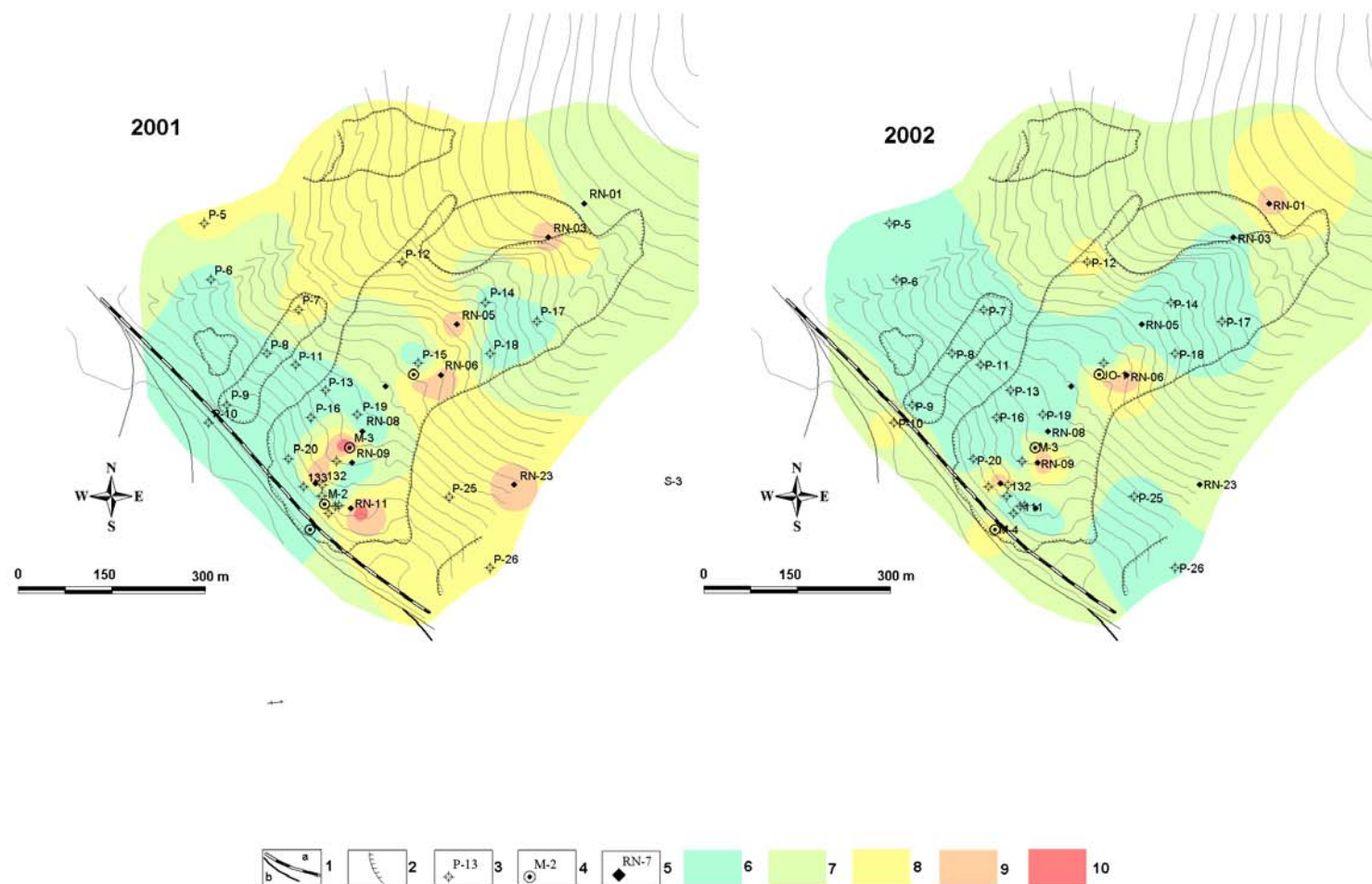
Zo súborného hodnotenia vyplýva, že v roku 2001 došlo k určitému prenosu zón s najvyššou pohybovou aktivitou opäť do čela väčšieho zosuvu. Komplexné hodnotenie veľmi názorne ilustruje proces postupného dotvárania svahu so striedavým prenosom zón nestability do jeho rôznych častí. Navyše treba pripomenúť veľmi výrazné kolísanie hladín podzemnej vody vo svahu, ktoré podmieňuje náhle zmeny napätostného stavu, zvlášť nebezpečné v čelnej časti zosuvnej akumulácie (vrt M-2). Z komplexného hodnotenia v roku 2002 vyplýva vcelku stabilizovaný stav zosuvu.

Treba konštatovať, že napriek viacerým upozorneniam sa na lokalite neuskutočňujú žiadne opatrenia, ktoré by veľmi premenlivý a v istých časových obdobiach (napríklad rok 2000) kritický stav zosuvu stabilizovali. Ide predovšetkým o revíziu stavu, úpravu a doplnenie odvodňovacích zariadení a tým o znemožnenie druhotnej infiltrácie vody do prostredia zosuvu.

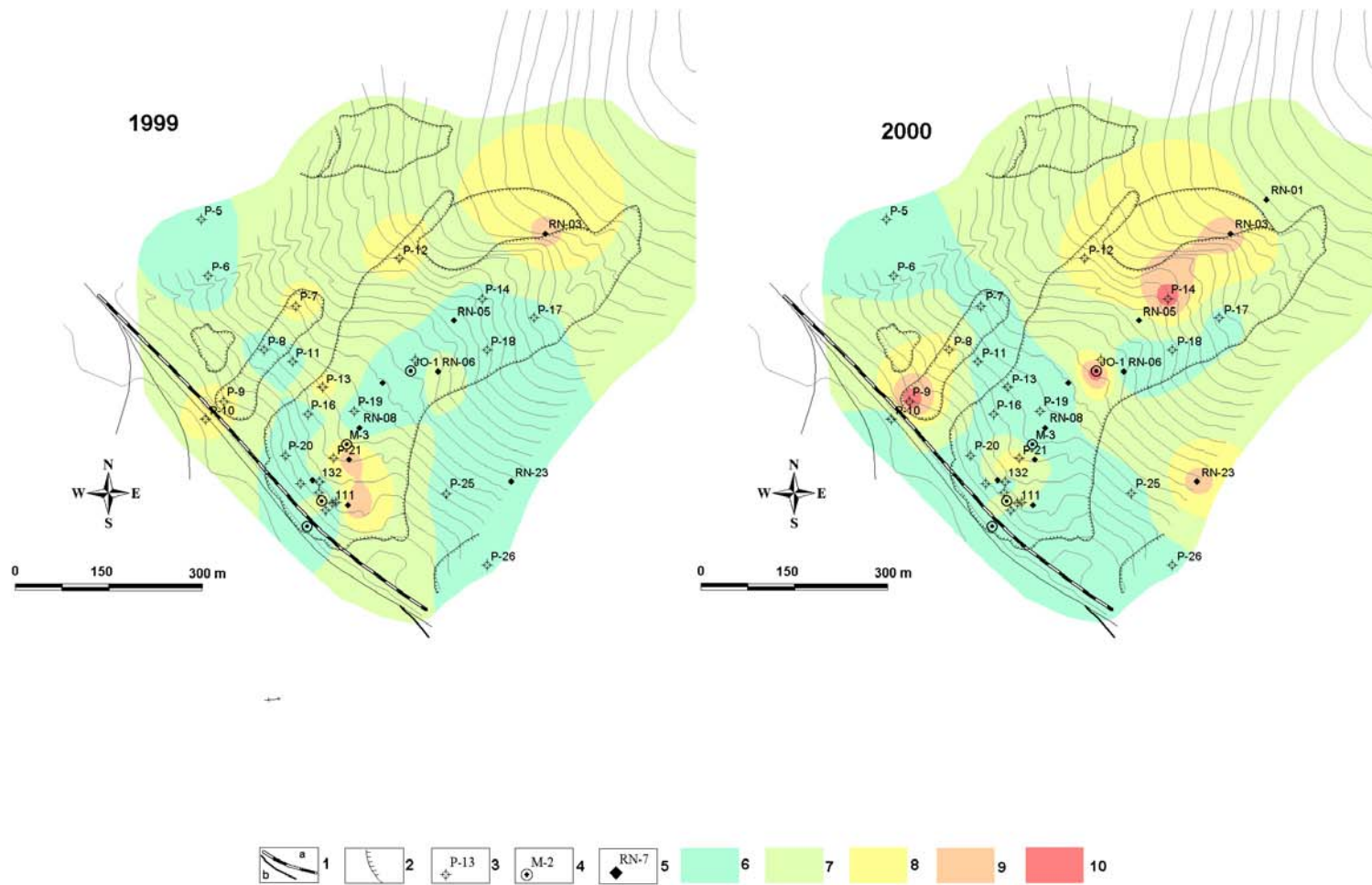
2.1.4.11 Lokalita Liptovská Mara

Stručná charakteristika lokality

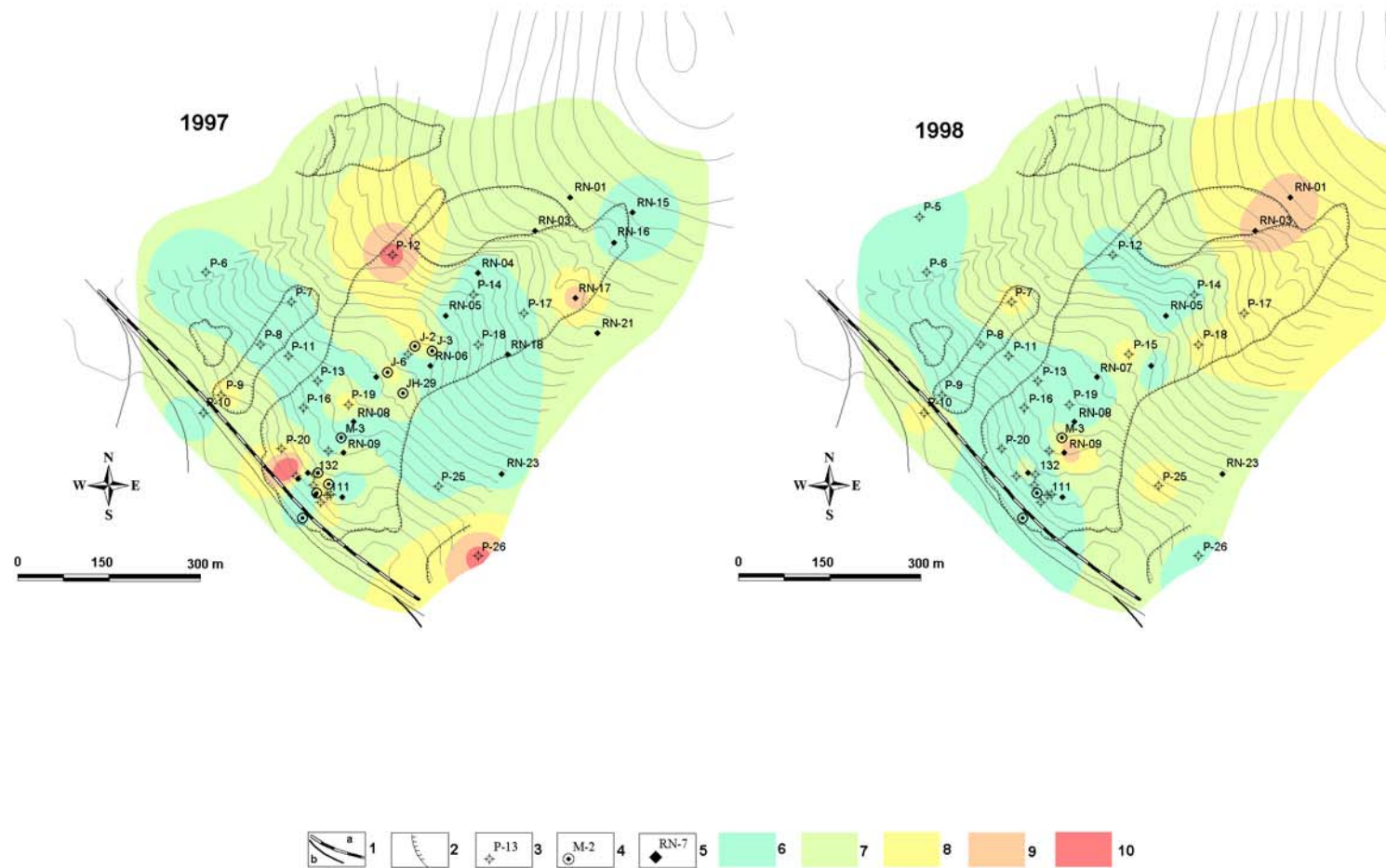
Veľkomarský zosuv sa nachádza na pravostrannom zaviazaní zemnej hrádze VD Liptovská Mara (na jej návodnej strane). Zosuvné územie pozostáva z viacerých dielčích prúdových a plošných zosuvov rôzneho veku s charakteristickými deformáciami blokového typu vo vyšších častiach svahu. Veľkomarský zosuv vznikol v území budovanom paleogénnymi horninami Liptovskej kotliny (ílovcovo-pieskovcové súvrstvie) miestami značne porušenými zlomovou tektonikou. Dosahuje dĺžku 900 m a šírku 550 m, hrúbka zosunutých hmôt v akumulačnej oblasti presahuje 30 m. Predpokladaná kubatúra zosunutých materiálov dosahuje až 4,5 mil. m³. Materiál zosuvu je presunutý cez údolné náplavy Váhu až do vzdialenosti 60 m od pôvodného svahu (Nemčok, 1982). Podrobný prieskum zosuvu sa uskutočnil v súvislosti s výstavbou priehrady vodného diela Liptovská Mara. Následné sanačné práce boli sústredené na zabezpečenie stability svahu (protiabrázne prísypy, horizontálne odvodňovacie vrty, povrchové odvodňovacie rigoly a štrkové steny). Súčasne už od roku 1975 sa začali pravidelné monitorovacie pozorovania, ktoré zabezpečuje obsluha vodného diela.



Obr. 2.1.32: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.3) za roky 1997 až 2002. 1-železničná trať: a/ hlavný ťah Žilina – Košice, b/ priemyselná vlečka, 2-geomorfologické ohraničenie zosuvov, 3-body geodetickej siete, 4-inklinometrické vrty, 5-miesta merania povrchových reziduálnych napätí, 6-stabilný stav častí územia, 7-náznaky pohybovej aktivity zosuvu, 8-mierne aktívny stav, 9-aktívny stav, 10-vysoko aktívny stav



Obr. 2.1.32 b



Obr. 2.1.32 c.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Z hľadiska monitorovania má lokalita veľkomarského zosuvu osobitné postavenie. Vlastné monitorovacie merania – geodetické (raz do roka) a režimové (raz za 2 týždne) – vykonávané pracovníkmi VD Liptovská Mara, sa spracovávajú a vyhodnocujú. Prehľad meraní, uskutočnených v rokoch 2001 a 2002, je zhrnutý v tab. 2.1.14.

Tab. 2.1.14: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Liptovská Mara v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	18	A-1,2,4,5,6 B-1,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15	2 (11. júla 2001; 6. júna 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	24	J-2, 3A, 3B, 5, 6A, 6B, 7A, 7B, 9, 10, 11A, 11B, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 28B, 29A, 29B	1x za 2 týždne v januári 2001 1x za 4 dni (celkom 48 meraní do konca júla 2002)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	28	V-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, HV-10, 11, 12	1x za 2 týždne v januári 2001 1x za 4 dni (celkom 48 meraní do konca júla 2002)
Meranie konduktivity vody z hor. vrtov	28	V-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, HV-10, 11, 12	1 (15. augusta 2001)
Meranie hladiny vody v nádrži	1	Automatický zapisovač	kontinuálne
Meranie zrážkových úhrnov	1	Zrážkomerná stanica na hrádzi	denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky geodetického merania za obdobie od roku 2000 do roku 2002 sú zobrazené na obr. 2.1.33. Vzhľadom na to, že v priebehu meraní došlo k zmene metodiky merania a aj vzhľadom na nestabilitu pevných bodov, analýzu pohybov za celé obdobie pozorovania neuvádzame. Na obr. 2.1.34, 2.1.35 a 2.1.36 sú prehľadne spracované výsledky režimových pozorovaní za roky 2001 a 2002 a súčasne i vzťah sumárnej výdatnosti horizontálnych vrtov k hladine podzemnej vody za obdobie od roku 1991.

a/ Geodetické merania

Všetky merané pevné body (A1, A2 a A6) vykázali za obdobie júl 2000 až júl 2001 výzdvih od 0,6 mm do 1,2 mm. Ako celok vykazuje sieť pevných bodov od základného merania výškové zmeny od -8,2mm do +1,4mm. Za obdobie júl 2001 až jún 2002 u pevných bodov bol zaznamenaný výzdvih od 0,4mm do 1,2mm. U pevného bodu A6 bol zaznamenaný pokles -0,2mm. Ako celok vykazuje sieť pevných bodov od základného merania výškové zmeny od -8,6mm do +2,0mm.

Pozorované body zaznamenali za rovnaké obdobie (júl 2000 až júl 2001) nepatrné výškové zmeny od -0,4mm do +0,8mm. Od základného merania pozorované body vykazovali prevažne sadanie, pričom boli zaznamenané výškové zmeny od -15,5mm do +3,9mm. V nasledujúcom období (júl 2001 až jún 2002) boli u pozorovaných bodov zaznamenané nepatrné výškové zmeny od -0,4mm do +2,2mm. Od základného merania pozorované body vykazovali prevažne sadanie, pričom boli zaznamenané výškové zmeny od -13,6mm do +5,2mm.

Polohové merania sú ovplyvnené značnou nestabilitou pevných bodov. Pevné body A1, A2, A4 vykázali za obdobie júl 2000 až júl 2001 pohyb proti smeru sklonu svahu až 16 mm a pevný bod A6 pohyb 12 mm v smere sklonu svahu. Tento pohyb sa u bodu A6 zvýšil za obdobie júl 2001 až jún 2002 až na 52,9 mm v smere sklonu svahu.

Je zrejmé, že ak pevné body vykazujú pohyby, výrazne to ovplyvňuje presnosť merania pohybov blízkych pozorovaných bodov (vplyv pevného bodu A6 na B12, B13 a B8 – obr. 2.1.33).

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Z priebehu hladín podzemných vôd môžeme konštatovať, že ich kolísanie je odrazom klimatických pomerov na zosuve a v jeho širšom okolí (vplyv zrážok, topenia snehu, vegetačného obdobia a teploty ovzdušia).

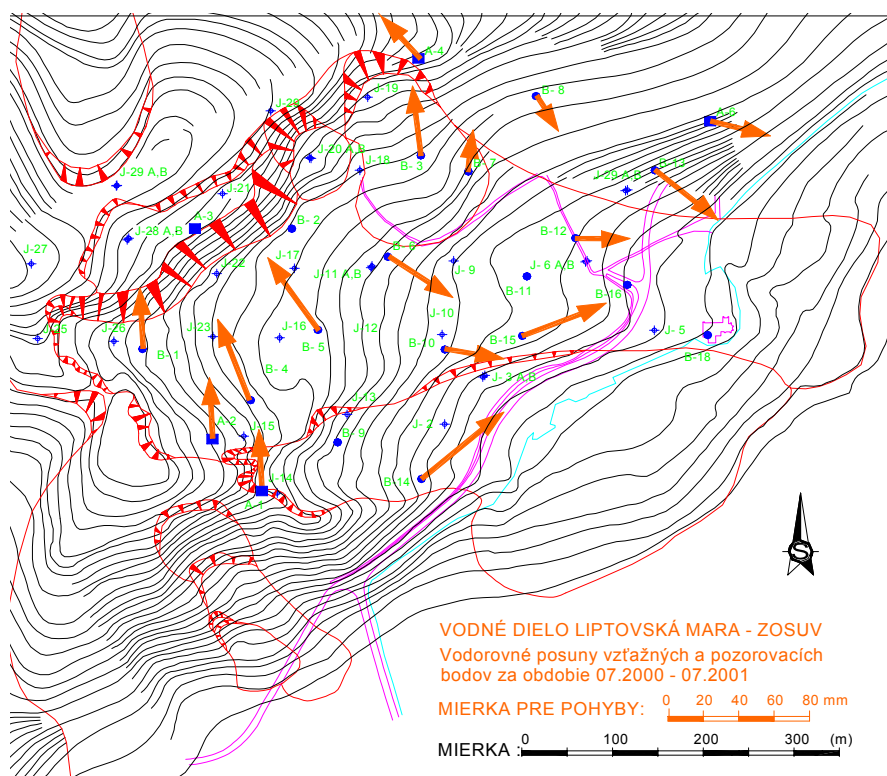
V roku 2001 má priebeh hladín podzemných vôd vo väčšine piezometrov netypický charakter (obr.2.1.34). Možno tu pozorovať nielen každoročné maximum vyvolané na jar topením snehu, ale aj druhé, takmer rovnocenné maximum koncom júla. Hladiny podzemnej vody tak reagovali na zrážky, ktoré spadli v dňoch 16.7 až 26.7. 2001 s celkovým úhrnom 116,8 mm (20% z celoročného úhrnu). V období august 2001 až júl 2002 možno pozorovať maximum hladín podzemných vôd vyvolané na jar 2002 topením snehu. Topenie snehu podľa priebehu denných teplôt začalo 27.1. 2002.

Výpočtom bola zistená tzv. medzná (kritická) hladina podzemnej vody v niektorých piezometroch, ktorá nesmie byť dlhodobo prekročená, aby bola zabezpečená stabilita zosuvu (príl. 1.11). Na obr. 2.1.34, kde sú znázornené priebehy hladín podzemných vôd vo vybraných piezometroch, je vyznačený aj ich vzťah k medznej hladine.

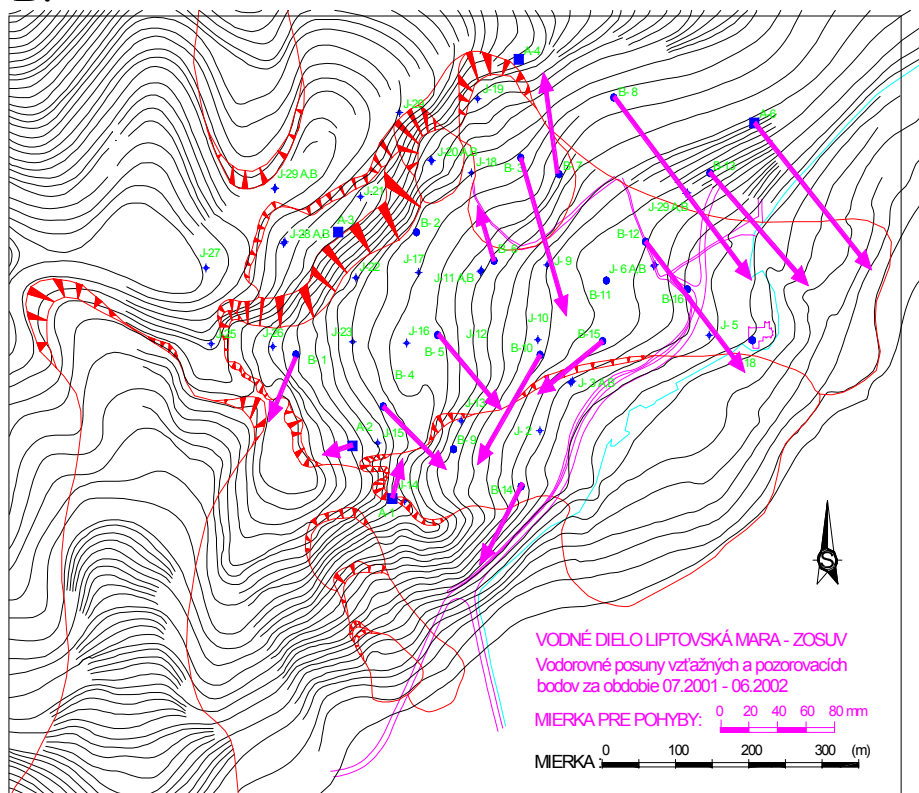
Možno konštatovať, že hladina podzemnej vody v období roku 2001 bola trvalo nad medznou hladinou v piezometri J-7A a aj v piezometri J-11A. Výraznejšie bola prekročená medzná hladina ešte v piezometri J-9. V období august 2001 až júl bola hladina podzemnej vody trvalo nad medznou hladinou v piezometri J-7A a podľa Kopeckého (2002) aj v piezometri J-11A. V piezometri J-10 sa hladina podzemnej vody nachádza nad medznou hladinou počas väčšej časti roka. Výraznejšie bola prekročená medzná hladina ešte v piezometri J-9. V ostatných piezometroch možno pozorovať výstup hladiny podzemnej vody nad kritickú (medznú) hladinu iba jednorázovo (J-2, J-16, J-17), prípadne vôbec (J-3A, J-6A, J-12, J-13).

Z uvedeného vyplýva, že hladinu podzemnej vody pod tzv. medznou hladinou sa stále nedarí udržať v piezometroch J-7A a J-11A, z ktorého voda vyteká takmer počas celého roka. Hladinu podzemnej vody v blízkosti terénu (do 3 m pod úrovnou terénu) bolo možné pozorovať počas celého obdobia aj v piezometroch J-6B, J-9 a J-11B.

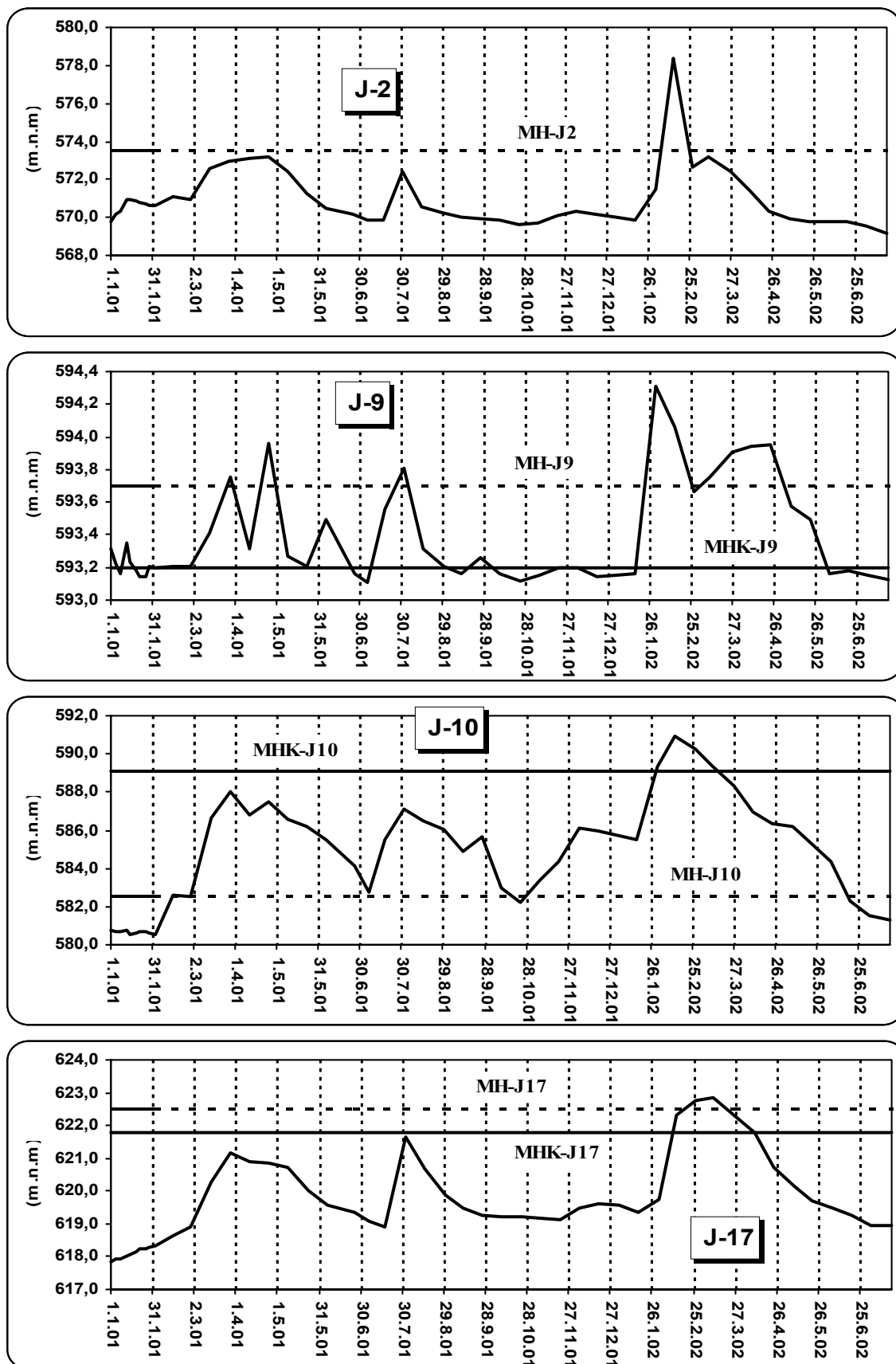
A.



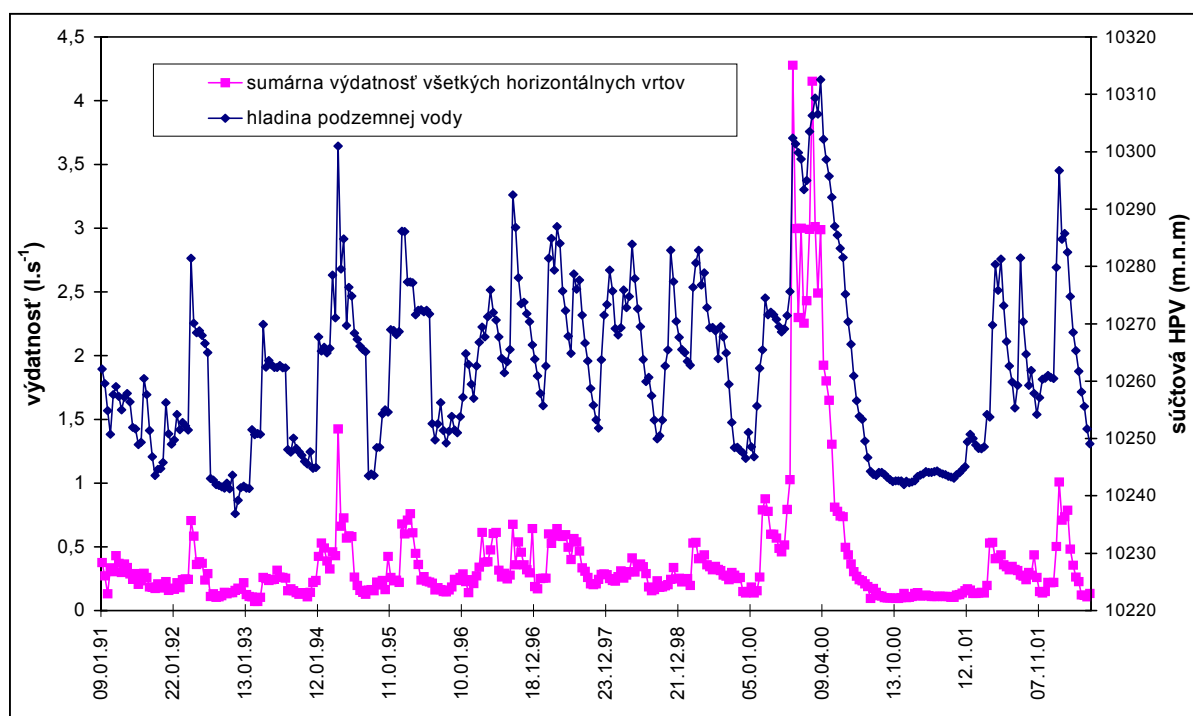
B.



Obr. 2.1.33: Lokalita Liptovská Mara – situácia Veľkomarského zosuvu, rozmiestnenie monitorovacej siete (piezometre J, geodetické body A, B) a premiestnenia geodetických bodov: A - za obdobie VII. 2000 až VII. 2001, B – za obdobie VII. 2001 až VI. 2002 (na základe meraní TBD VD Liptovská Mara)



Obr. 2.1.34: Kolísanie hladín podzemných vôd (m n.m.) vo vybraných piezometroch v rokoch 2001 a 2002 a vzťah kolísania k medznej hodnote (MH – podľa HYCO, 1980 a MHK – podľa Kopeckého, 2002).



Obr. 2.1.35: Závislosť medzi stavom hladín podzemnej vody (súčet hladín) a sumárnou výdatnosťou horizontálnych odvodňovacích vrtov na zosuve, spracovaná za obdobie rokov 1991 až 2001.

Všetky uvedené „problematické“ piezometre sa nachádzajú vo východnej časti zosuvného územia na uvažovanej tektonickej línii.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

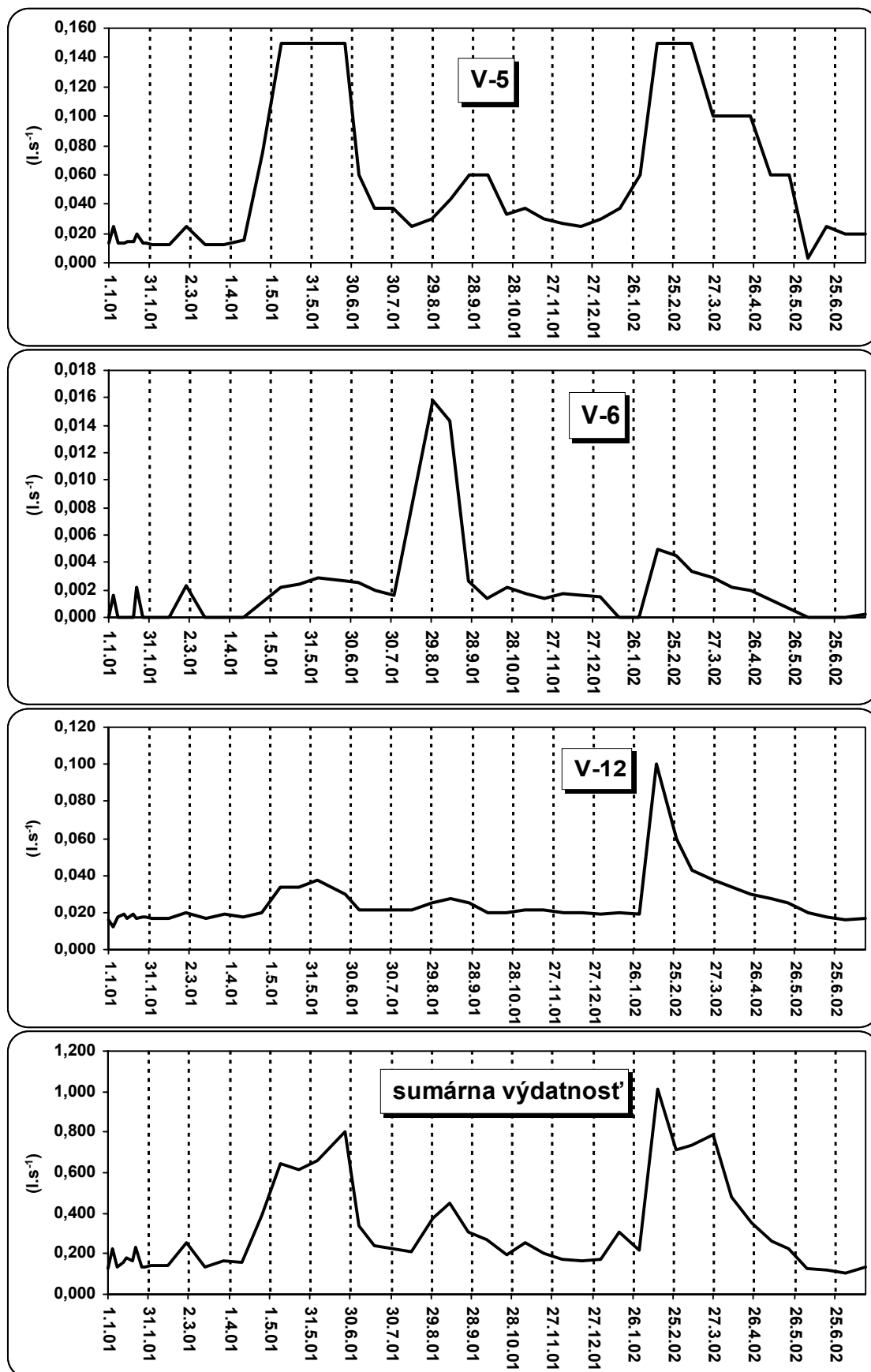
Vo všeobecnosti sa dá povedať, že výdatnosť odvodňovacích horizontálnych vrtov sleduje celkový stav hladín podzemných vôd v piezometroch. Na obr.2.1.35 je znázornené porovnanie súčtovej hladiny podzemnej vody (súčet hladiny podzemnej vody v piezometroch, ktoré ju v danom období mali merateľnú) a sumárnej výdatnosti všetkých horizontálnych vrtov na zosuve.

Z obr. 2.1.35 vyplýva, že maximálne stavy hladín podzemných vôd sa v piezometroch držia dlhšiu dobu, ako u väčšiny horizontálnych vrtov ich maximálne výdatnosti (reagujú oneskorene a krátkodobo). Najväčšie množstvo vody je teda horizontálnymi vrtmi zo zosuvu odvádzané krátkodobo v čase maximálnych stavov podzemných vôd a tým si plnia svoju funkciu znižovania vztlakového účinku podzemných vôd.

Priebehy výdatností vybraných odvodňovacích vrtov za pozorované obdobie sú znázornené na obr. 2.1.36.

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2001 a 2002, preberané zo zrážkomernej stanice, umiestnenej na priehrade.



Obr. 2.1.36: Priebeh výdatnosti (l.s^{-1}) vo vybraných horizontálnych odvodňovacích vrtoch za obdobie od I. 2001 do VII. 2002

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe analýzy meraní v rokoch 2001 a 2002 možno konštatovať, že neboli preukázané žiadne výrazné anomálie, ktoré by naznačovali oživenie svahových pohybov.

Výškové zmeny geodetických bodov boli minimálne (do 2,2 mm). Polohové zmeny na pevných bodoch predovšetkým na bode A-6 (52,9 mm) výrazne ovplyvnili hodnotenie pohybov blízkych pozorovaných bodov. Pohyby na zosuve sú pravdepodobne creepového charakteru (pomalý nezrýchľujúci sa pohyb) v hĺbke, bez viditeľných deformácií povrchu územia. Tento fakt potvrdzuje i absencia výrazných morfológických prejavov na povrchu zosuvu (trhliny, zamokrené územia atď.).

Katalyzátorom pre vznik pohybov na zosuve sú predovšetkým zrážky. Podľa priebehu ročných úhrnov zrážok od roku 1975 (t.j. počas trvania monitorovania) ani raz nebol dosiahnutý dlhodobý priemer za roky 1901 až 1950 (745 mm). Preto je možné, že v prípade výraznejších zrážok v nasledujúcom období, by mohlo dôjsť k určitému zrýchleniu pohybu na zosuvnom svahu.

Z hľadiska pokračujúceho monitorovania aktivity zosuvu by bolo potrebné vo vybraných objektoch umiestniť automatické hladinometry na kontinuálne snímanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a urobiť zásadné zmeny v systéme meraní pohybov geodetických bodov (prebudovanie systému pevných bodov). Vo vybraných častiach zosuvu by bolo vhodné doplniť merania metódou presnej inklinometrie, ktorá však vyžaduje realizáciu nových inklinometrických vrtov. Informačná báza o stave zosuvu by sa významne obohatila opakovanými geofyzikálnymi meraniami (metóda PEE, metóda multikábla). Z praktického hľadiska upozorňujeme na nevyhnutnosť pravidelnej údržby monitorovacích zariadení (prečisťovanie vyústenia horizontálnych vrtov, odvádzanie vytekajúcej vody a pod.).

2.1.4.12 Lokalita Hlohovec - Posádka

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou sa vytvorili v prostredí neogénnych sedimentov v dôsledku abrázie rieky Váhu, 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. V súvislosti s projektom vodného diela Sereď - Hlohovec boli obnovené monitorovacie aktivity v tej časti územia, ktorá sa môže dostať do priameho kontaktu s projektovaným dielom. Ide o zosuvný svah severovýchodne od obce Posádka, na ktorom neboli dosiaľ realizované žiadne sanačné opatrenia. Zosuvné pohyby v súčasnosti ohrozujú iba poľnohospodársku pôdu, no môžu sa stať vážnym problémom v prípade projektovania a realizácie vodného diela. Pre vytvorenie monitorovacej bázy boli využité pôvodné funkčné objekty z predchádzajúcich prieskumov. Okrem siete geodetických pozorovacích bodov sa zachovalo viacero funkčných a pomerne hlbokých vrtov, ktoré svojim vystrojením umožňujú na lokalite aplikovať merania podpovrchovým variantom metódy PEE.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Na lokalite Hlohovec – Posádka sa v rokoch 2001 a 2002 uskutočnilo päť cyklov merania podľa PEE v 11 vrtov (tab. 2.1.15). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.12. V roku

2002 bolo vykonané aj jedno meranie premiestnení 11 vybraných geodetických bodov, ktoré nadväzuje na meranie, uskutočnené v roku 2000. Súčasne pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ v Siladiciach.

Tab. 2.1.15: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Hlohovec-Posádka v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
Geodetické	11	PB-137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148	1 (10. októbra 2002)
PEE	11	HSJ-25, 26, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 46, 49	5 (16. marca, 13. júna, 13. júla, 20. septembra 2001; 2. februára 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18540)	mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Namerané premiestnenia geodetických bodov za dva cykly merania a hodnoty poľa PEE spoločne s ich klasifikačným zhodnotením sú v príl.1.12 a na obr. 2.1.37. Vývoj hodnôt týchto meraní v čase je na obr. 2.1.38.

a/ Geodetické merania

Z výsledkov geodetického merania, uskutočneného v októbri 2002 vyplýva extrémne vysoká hodnota poklesov bodov PB-137 a PB-138 (až 75 mm za 2 roky), nachádzajúcich sa v severnej časti monitorovaného územia. Poklesy, spojené pravdepodobne s podklzavaním geodetických bodov spôsobili, že azimut polohových zmien má opačný charakter – do svahu. Výrazný pokles bol zaznamenaný aj pri bodoch PB-140 a 141. Najvýraznejšia polohová zmena bola zaznamenaná pri bode PB-144. Azimut premiestnení bodov v južnej časti územia nadobudol charakter po sklone svahu na rozdiel od predchádzajúcej etapy (obr. 2.1.37). Celkovo možno konštatovať ukludnenie pohybovej aktivity s výnimkou výrazných poklesových tendencií v severnej časti územia (príl.1.12, obr. 2.1.37).

b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Z výsledkov opakovaných meraní poľa PEE vyplývajú pretrvávajúce zvýšené hodnoty napätostného stavu v severnej časti hodnoteného územia (predovšetkým v hlbšom horizonte vrtoch HSJ-32 a HSJ-33 - obr. 2.1.37). Iba vrt HSJ-31, nachádzajúci sa mimo územia s prejavmi povrchového plazenia má podstatne nižšie hodnoty poľa PEE. Centrálna časť pozorovaného územia je, podľa výsledkov meraní, v relatívne ukludnenom stave. Vysoké hodnoty poľa PEE boli trvalo zaznamenávané v južnej časti územia (predovšetkým vrt HSJ-49, čiastočne i vrt HSJ-46). Obidva vrty sú však situované tesne za odlučnými stenami aktívnych zosunov. Meranie v roku 2002 však preukázalo zníženie poľa PEE i v týchto objektoch.

Analýza dlhodobějších meraní poľa PEE (obr. 2.1.38) v zásade potvrdzuje stav, zaznamenaný v rokoch 2001 a 2002. Vzhľadom na to, že ide o merania rozptýlené vo väčšej časti územia, môžeme posudzovať výsledky meraní s určitým regionálnym nadhľadom. Pozícia jednotlivých vrtov nasvedčuje tomu, že zvýšené hodnoty poľa PEE nie sú iba odrazom napätostného stavu, spôsobeného gravitačným pohybom, ale odrážajú pravdepodobne tektonický neklud, charakteristický pre túto časť územia.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Súčasťou merania poľa PEE je aj zaznamenanie hĺbky úrovne podzemnej vody. Ide však iba o orientačný údaj, ktorý sa zohľadňuje pri vyhodnotení krivky zmien poľa PEE smerom do hĺbky masívu. Pre hydrogeologické zhodnotenie je kvalita i hustota týchto údajov nedostatočná. Informácia o zrážkových úhrnoch sa však priebežne zhodnocuje z údajov zrážkomernej stanice Siladice. Ročný úhrn zrážok, nameraný na tejto stanici v roku 2001 bol 529.5 mm. Pri porovnaní s dlhodobým priemerným ročným zrážkovým úhrnom za roky 1981 až 1990 (534 mm) ide o rok normálny (100.84% normálu).

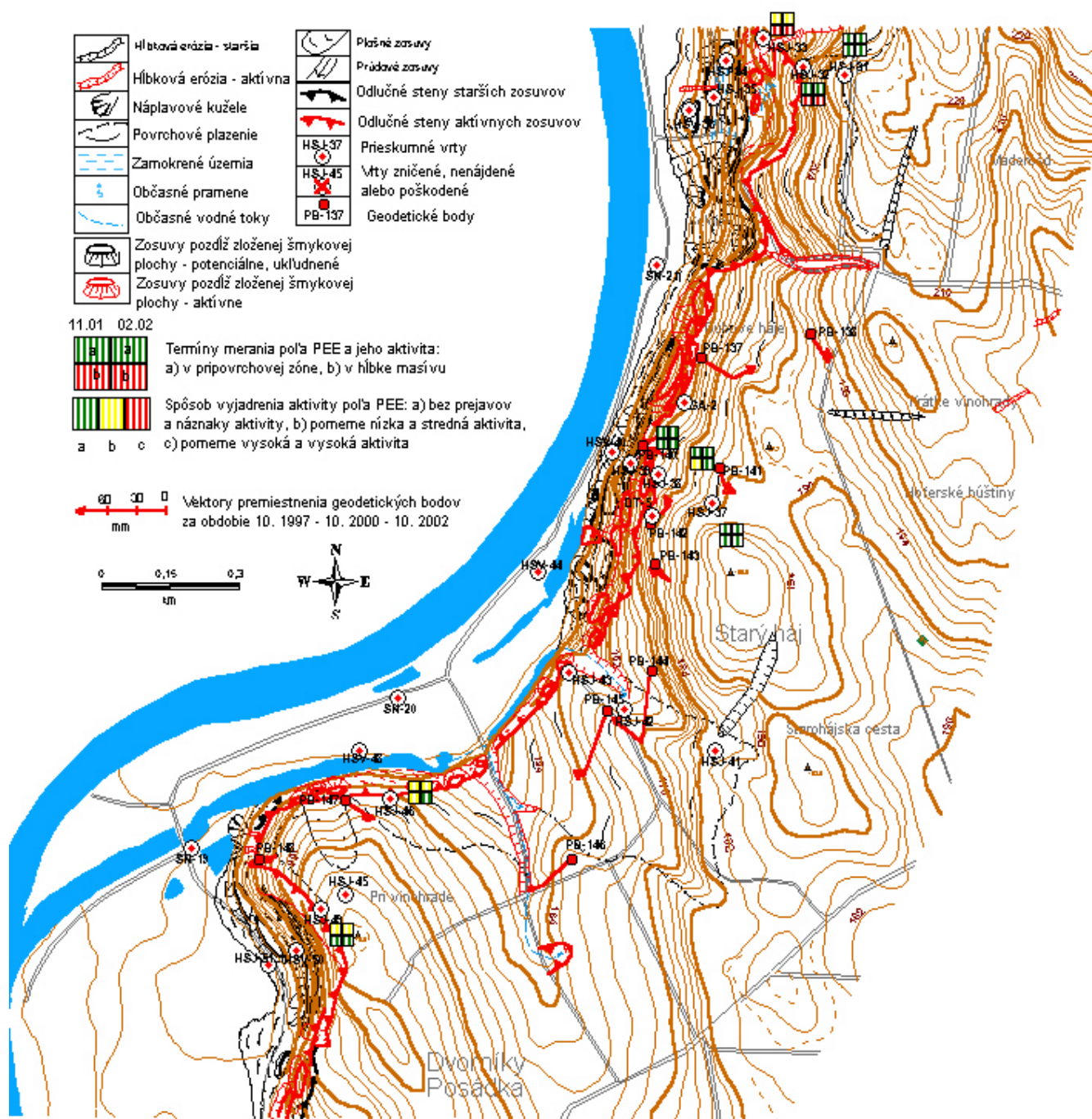
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

I keď sa v zosuvnom území aplikuje pravidelne iba jedna z monitorovacích metód – meranie poľa PEE, ktorá sa dopĺňa výsledkami geodetických meraní, vykonávanými s podstatne redšou frekvenciou – sú výsledky dlhodobějších pozorovaní dostatočne preukazné. Za pozitívnu môžeme považovať skutočnosť, že centrálny blok územia, ktorý by bol v priamom kontakte so zátopnou oblasťou vodného diela, sa nachádza v pomerne stabilizovanom stave. Súčasne však treba upozorniť, že územie javí známky aktívneho tektonického nekludu, ktorý prispieva k zvýšeniu prejavov súčasných geodynamických procesov – erózie, ale predovšetkým svahových pohybom, ktoré sa naďalej rozširujú od okraja výraznej odlučnej steny aktívnych zosuvov. Poznatky z výsledkov geodetického merania z roku 2002 upozorňujú na významné poklesy v severnej časti pozorovaného územia. V prípade pokračujúcich prác na príprave vodného diela je nevyhnutné súbor monitorovacích meraní rozšíriť a vykonávať ich s hustejšou frekvenciou.

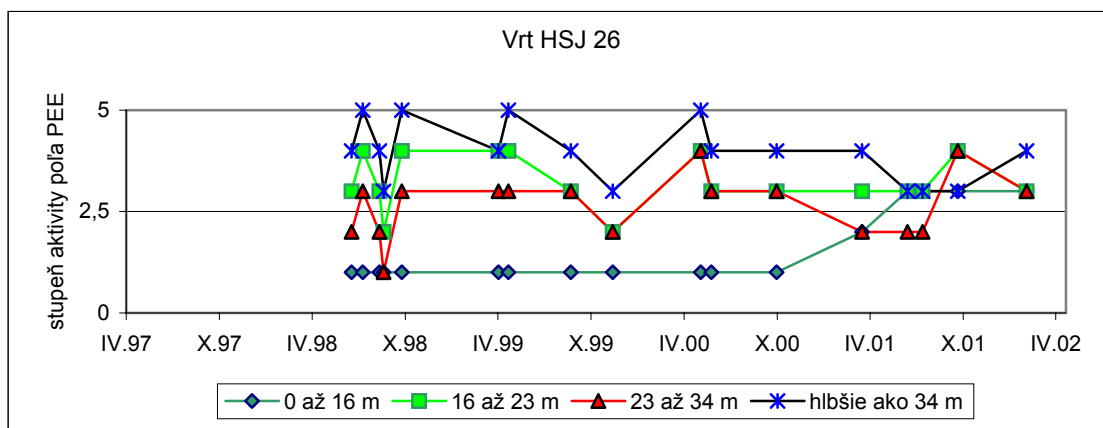
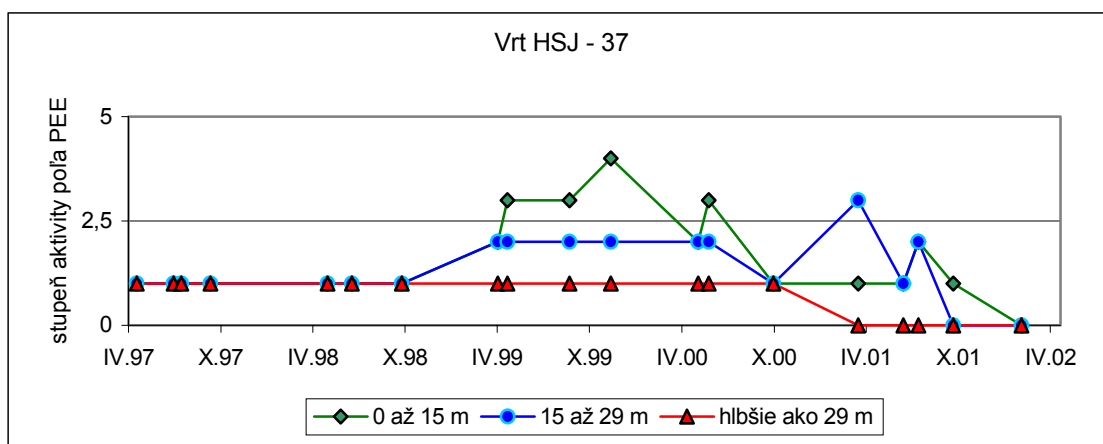
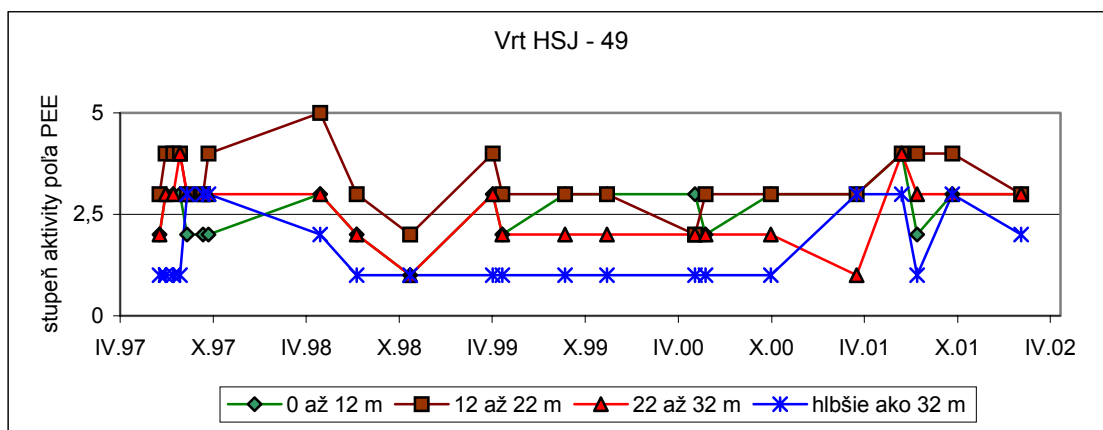
2.1.4.13 Lokalita Vištuk

Stručná charakteristika lokality

Frontálny zosuv v intraviláne obce Vištuk (okres Pezinok) sa vyvinul v neogénnych íloch a prachovcoch, pokrytých polohami pieskov a štrkov. Zosuv ohrozoval a stále ohrozuje obytné domy v obci, štátnu cestu a znehodnocuje poľnohospodársku pôdu (Nemčok, 1982). Vzhľadom na to, že sa nachádza v priamom kontakte s malou vodnou nádržou, vykonalo sa na lokalite niekoľko etáp inžinierskogeologického prieskumu. Časť z vrtov, realizovaných počas týchto prieskumov, sa zachovala a tvorí základ používanej monitorovacej siete. Pretože žiadne rozsiahlejšie sanačné práce sa v území neuskutočnili, zosuv sa naďalej periodicky aktivizuje v závislosti od zrážkových anomálií. Jeho aktuálny stav sa hodnotí na základe výsledkov monitorovania metódou merania poľa PEE.



Obr. 2.1.37: Lokalita Hlohovec-Posádka – situácia pozorovaných objektov a výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2001 a 2002



Obr. 2.1.38: Dlhodobé zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Hlohovec – Posádka

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Na lokalite Vištuk sa v roku 2001 uskutočnili dva cykly merania poľa PEE – jarný a jesenný v 15 vrtoch. V roku 2002 sa vrty premerali v januári (tab. 2.1.16). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13. Súčasne pokračoval zber údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Modre.

Tab. 2.1.16: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vištuk v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)
	Počet	Označenie	
PEE	15	J-10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27	3 (13. februára, 1. októbra 2001; 31. januára 2002)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Modra (indikatív 18060)	mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a po celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty poľa PEE spoločne s ich klasifikačným zhodnotením sú v príl. 1.13 a na obr. 2.1.39. Vývoj týchto meraní v čase je na obr. 2.1.40.

a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Na lokalite Vištuk sa veľmi citlivo prejavujú sezónne zmeny poľa napätí. Pri jarých meraniach dochádza zvyčajne k zvýšeniu poľa PEE, ktoré sa v priebehu letných mesiacov ukladňuje. Z regionálneho hľadiska sa v území pravdepodobne prejavujú vplyvy významnej tektonickej línie, ktorá prebieha územím v smere JZ-SV a podmieňuje zvýšený napätostný stav, zaznamenaný vo vrtoch v Z a SV časti územia. Územie nad odľučnou hranou zosuvu neprejavuje známky aktivity, avšak v samotnom telese zosuvu prebieha stále dotváranie s postupným vyrovnávaním rovnovážneho stavu (obr. 2.1.39).

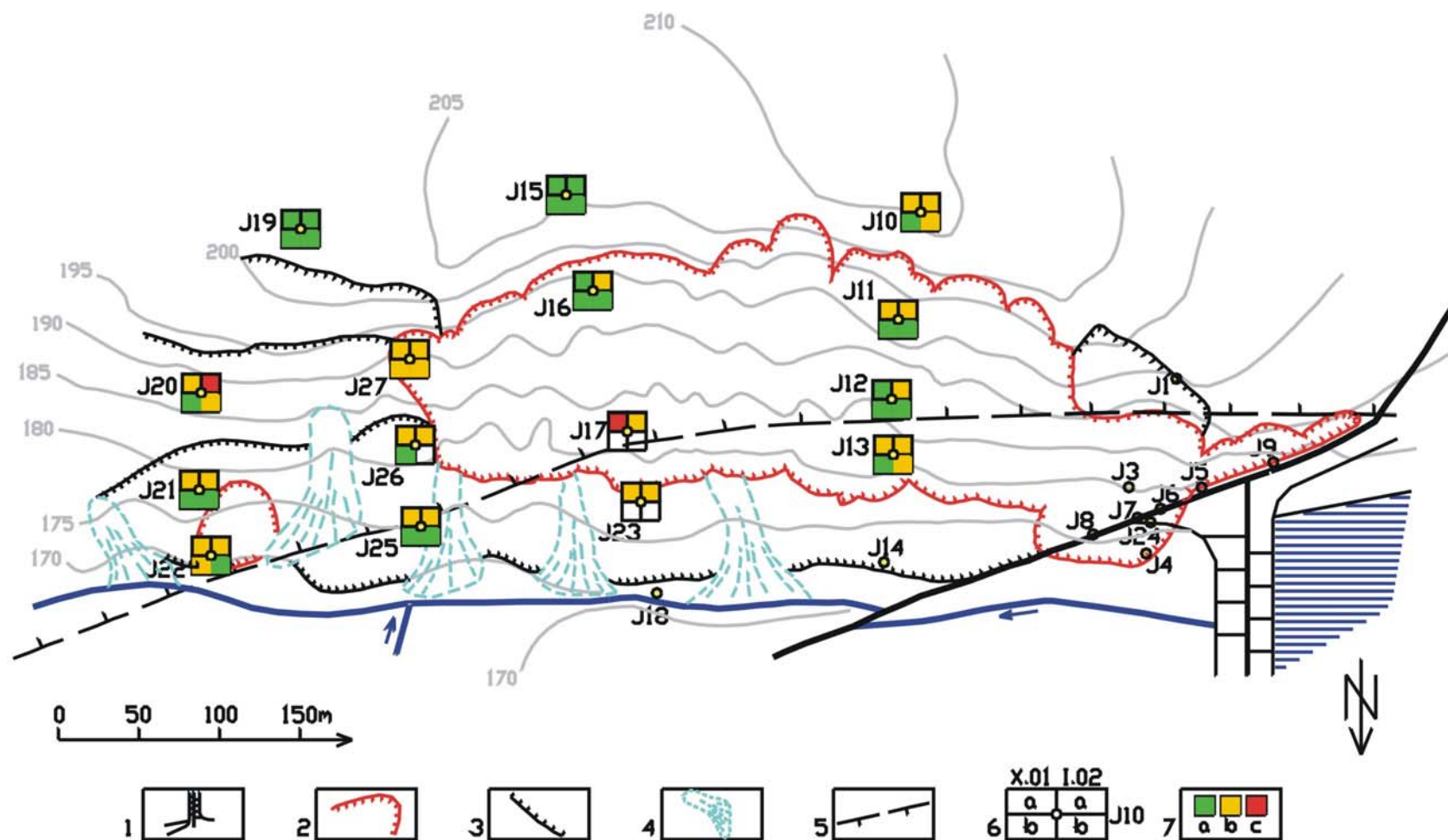
Veľkú premenlivosť poľa PEE v jednotlivých vrtoch charakterizuje i vývojová analýza zmien napätia (obr. 2.1.40). Z hľadiska dlhodobého vývoja možno konštatovať v rokoch 2001 a 2002 pomerne stabilizovaný stav prostredia; výraznejšie zmeny v povrchovej časti ilustrujú výraznú citlivosť poľa na sezónne vplyvy.

b/ Merania zrážkových úhrnov

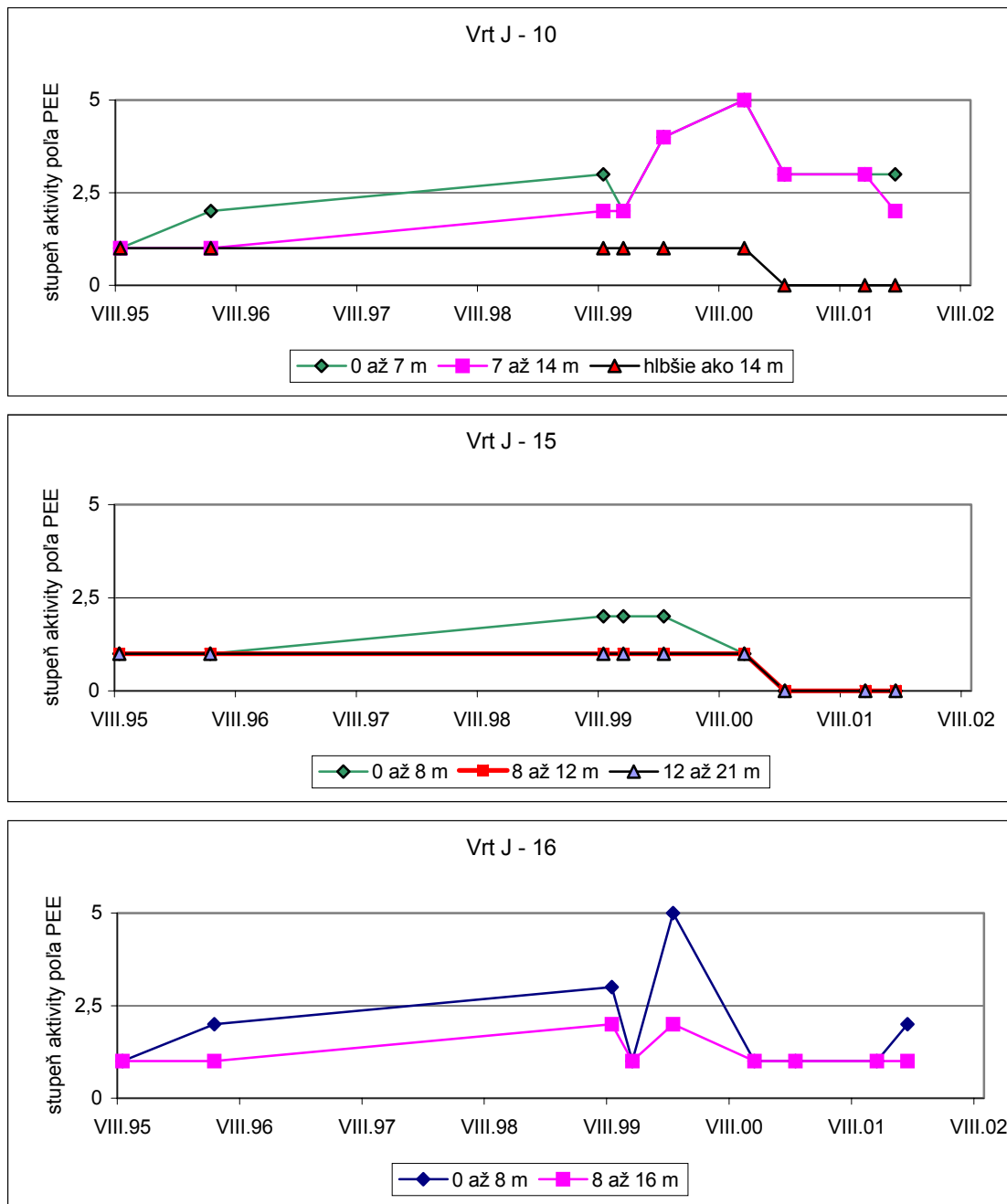
Údaje o hĺbkach hladiny podzemnej vody, získané súbežne s meraniami PEE sa dopĺňujú zberom údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ Modra (ročný zrážkový úhrn za rok 2001 bol 593.7 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania poľa PEE preukázali, že v telese frontálneho zosuvu prebieha pokračujúce dotvarovanie, predovšetkým po nasýtení zosuvných hmôt vodou počas jarých mesiacov. Aktívne pohyby sa prejavujú i na pokračujúcich, resp. novovzniknutých poruchách domov, nachádzajúcich sa v priestore zosuvu. Vzhľadom na to, že sanácia územia sa neriešila komplexne, stabilizujú sa jeho aktívne časti iba lokálnymi sanačnými opatreniami (napr. zárubné múriky). Z meraní poľa PEE vyplýva oprávnený predpoklad, že ak nedôjde ku komplexnej sanácii územia, dotvarovanie s lokálnou aktivizáciou častí zosuvu bude pokračovať i v budúcnosti.



Obr. 2.1.39: Lokalita Vištuk – výsledky merania poľa PEE v rokoch 2000 a 2001. 1- priehrada a zátopná oblasť, 2 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 3 – ohraničenie starších potenciálnych zosuvov, 4 – náplavové kužele, 5 – tektonický zlom, 6 – termíny merania poľa PEE vo vrtoch a jeho aktivita: a – v prípravkovej zóne, b – v hĺbke masívu, 7-spôsob vyjadrenia aktivity poľa PEE: a/ bez prejavov a náznaky aktivity, b/ pomerne nízka a stredná aktivita, c/ pomerne vysoká a veľmi vysoká aktivita poľa



Obr. 2.1.40: Dlhodobé zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Vištuk

2.1.4.14 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, boli v lete roku 1992

situované dva dilatometre (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.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Veľká Izra sa v rokoch 2001 a 2002 uskutočnilo 8 odčítaní hodnoty deformácie, zaznamenananej prístrojom (tab. 2.1.17, príl. 1.14). Prístroj VI-2 potvrdil doterajší trend roztvárania trhliny (odklápanie hornej časti bloku smerom dole svahom) spojený so zdvihom päty bloku. Hodnota celkového otvorenia trhliny je v súčasnosti takmer 8 mm. Prístroj VI-1 preukázal stagnáciu rozširovania trhliny (odklápanie stredného bloku od masívu) na úrovni cca 1 mm a približne rovnaký zdvih jeho päty (obr. 2.1.41).

Tab. 2.1.17: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Izra v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	VI-1, VI-2	7 (30. marca, 11. júna, 27. júla, 26. októbra 2001; 5. apríla, 10. júla, 5. septembra 2002)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zaznamenaný pohyb blokov po plastickom ílovitom podloží je vcelku plynulý a spočívajú v ich poklesávaní, pričom okrajový blok poklesáva viditeľne rýchlejšie.

Hlavným cieľom pokračujúcich meraní je, okrem prehĺbenia poznatkov o dynamike pohybu aj prognózovanie možných náhlych pohybů, naznačujúcich deštrukciu niektorého z blokov, tvoriacich súčasť prírodnej pamiatky Miličská skala.

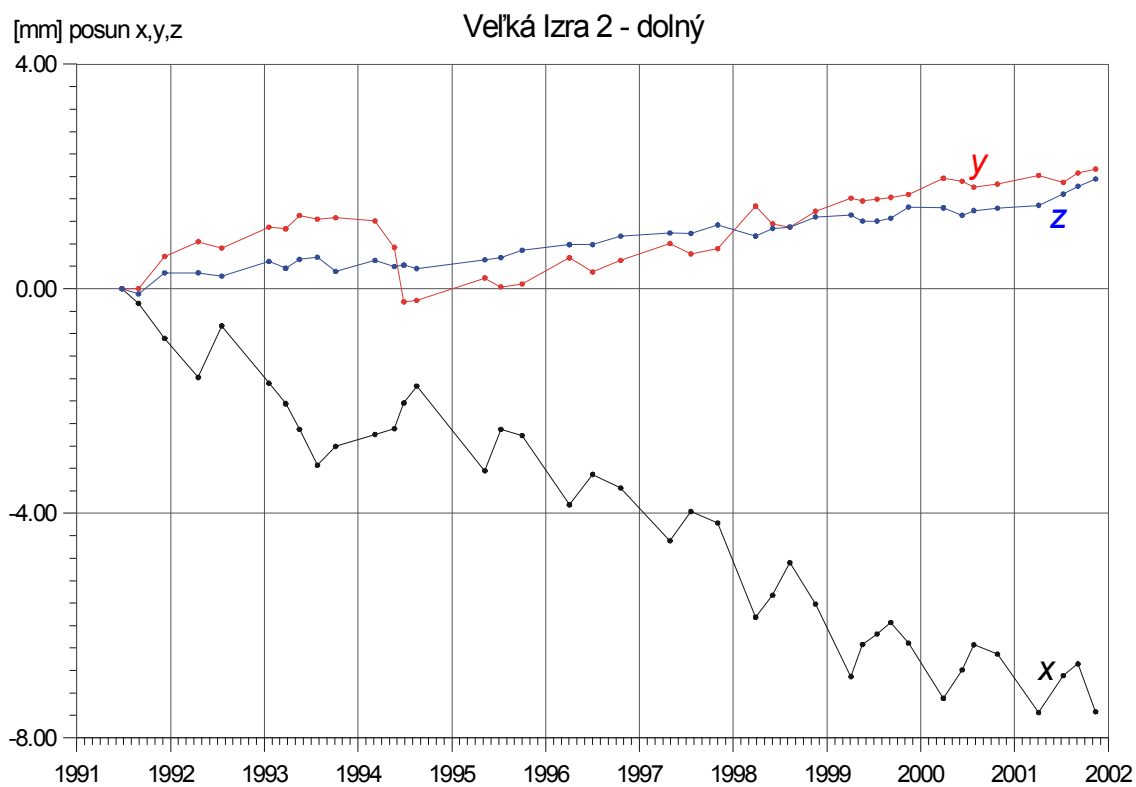
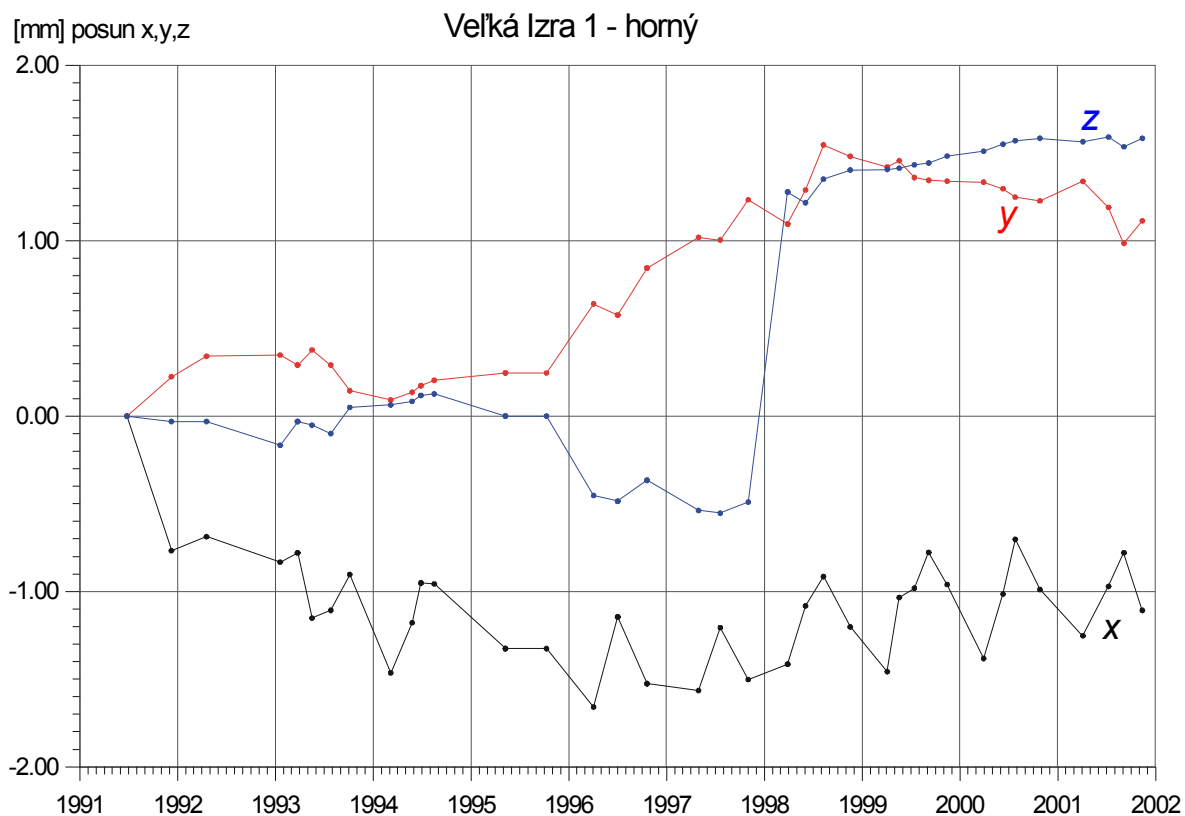
2.1.4.15 Lokalita Sokol

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 roka 1990 inštalované dva dilatometre TM-71 (S-1 a S-2). Prístroje boli osadené v trhlínach medzi okrajovými blokmi (bloková rozpadlina) budovanými andezitmi lávového prúdu, striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity. Vzhľadom na plytké založenie blokov a minimálne zistené posuny bol prístroj S-2 začiatkom roka 1994 demontovaný a merania zastavené.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002 a ich celkové zhodnotenie

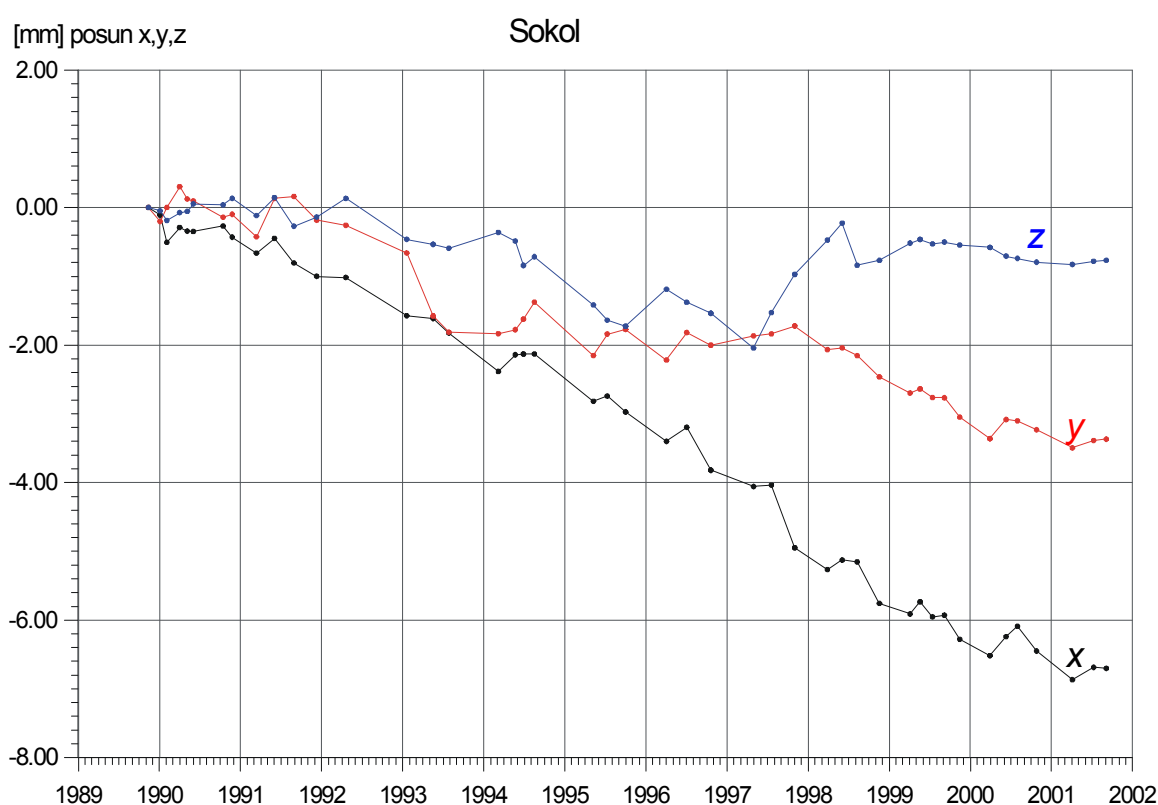
Odčítanie hodnôt, zaznamenaných dilatometrom, bolo vykonané 7-krát (tab. 2.1.18, príl. 1.15). Dilatometrom TM-71 (S-1) bol potvrdený doterajší trend, t. j. smer a rýchlosť pohybu okrajového andezitového bloku na východnom okraji neovulkanitov Slanských vrchov.



Obr. 6.1.41: Priebeh merania posunov horninových blokov dilatometrami TM-71 na lokalite Veľká Izra (spracovali L. Petro a E. Polaščinová)

Tab. 2.1.18: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Sokol v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	S-1	7 (30. marca, 11. júna, 1. augusta, 26. októbra 2001; 5. apríla, 10. júla, 5. septembra 2002)



Obr. 2.1.42: Pribeh merania posunov horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Sokol

Výsledné otvorenie trhliny presahujúce 6 mm reprezentuje odklon bloku od masívu. Okrem toho sa zistil jeho pozdĺžny posuv v smere osi trhliny (cca 3 mm – obr. 2.1.42).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky zistené meraniami jednoznačne zodpovedajú svahovému pohybu, pri ktorom sa okrajový blok vzdďľuje od masívu (rozširovanie trhliny) a poklesáva. Poklesový trend sa však v posledných troch rokoch zmenil. Vzhľadom na celkovú pozíciu trhliny v masíve možno predpokladať opätovný pokles bloku. Ďalšie monitorovanie pohybu bloku je odôvodnené predpovedaním možnosti jeho zrútenia v rámci danej lokality, ktorá je súčasťou národnej prírodnej rezervácie Bačkovská dolina.

2.1.4.16 Lokalita Košický Klečenov

Stručná charakteristika lokality

Na lokalite Košický Klečenov, ktorá sa nachádza v 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.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002 a ich celkové zhodnotenie

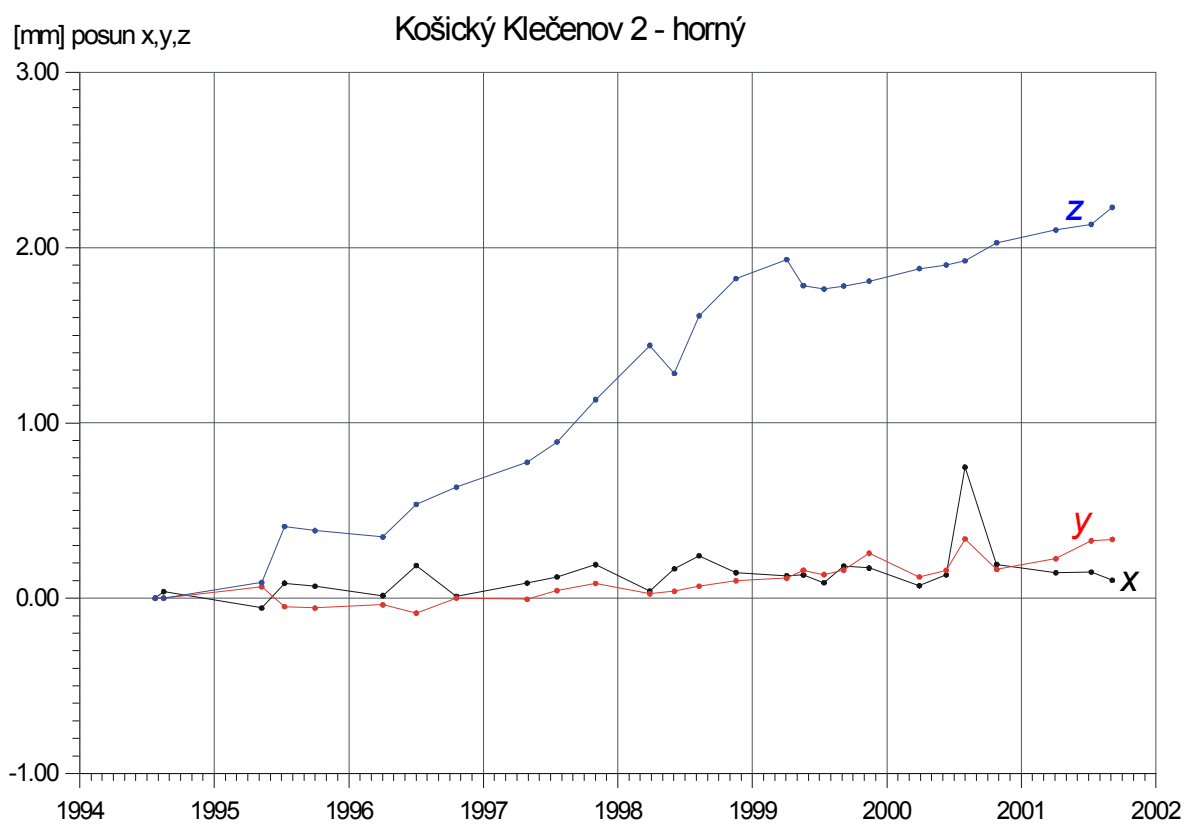
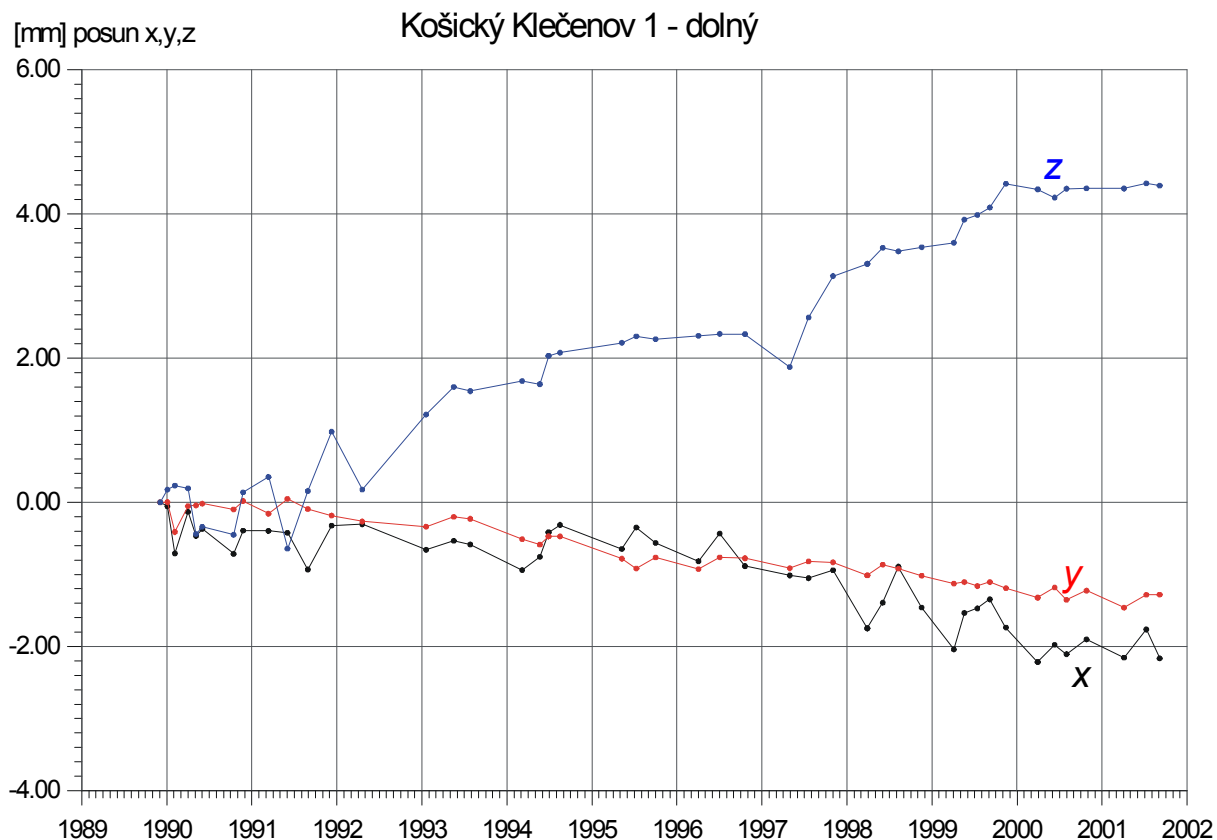
V rokoch 2001 a 2002 sa na lokalite vykonalo 7 odčítaní deformácií, zaznamenaných dilatometrom (tab. 2.1.19, príl.1.16). Zaujímavosťou tejto lokality je správanie dvoch blokov na západnom okraji Slanských vrchov. Prístrojmi TM-71 (KK-1 a KK-2) bol zistený vertikálny zdvih obidvoch blokov voči masívu. Trend doterajšieho postupného vertikálneho zdvihu okrajového bloku v rokoch 2001 a 2002 stagnoval. Celkový zistený posun od roku 1990 je 4,4 mm (KK-1). Rovnako stagnovalo aj rozširovanie trhliny, ktoré sa ustálilo na hodnote cca 2 mm. Prístroj KK-2 potvrdil pretrvávajúci zdvih aj v rokoch 2001 a 2002 (cca 0.2 mm) pričom celkový posun dosiahol od roku 1995 viac ako 2 mm (obr. 2.1.43). Najpravdepodobnejším vysvetlením zdvihu obidvoch blokov je neotektonická aktivita S-J okrajového zlomu, prebiehajúceho v bezprostrednej blízkosti lokality.

Tab. 2.1.19: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	KK-1, KK-2	7 (30. marca, 11. júna, 1. augusta, 26. októbra 2001; 5. apríla, 10. júla, 5. septembra 2002)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zistené zvislé posuny okrajových blokov v rámci danej lokality za obdobie 1993 až 2002 nenaznačujú pomalé plazivé zosúvanie okrajových blokov po plastickom podloží v dôsledku pôsobenia gravitácie. Keďže ide o relatívny pohyb v trhlinách, ide o skutočný zdvih blokov vo svahu oproti neporušenému masívu, alebo o pokles masívu. Vysvetlenie, že zaznamenaný pohyb je dôsledkom pôsobenia horizontálneho tlaku z vnútra masívu, resp. aktivity neotektonickej poruchy prebiehajúcej v tesnej blízkosti oboch dilatometrov je viac než pravdepodobné (Petro et al., 1999).



Obr. 2.1.43: Priebeh merania posunov horninových blokov dilatometrami TM-71 na lokalite Košický Klečenov

Merania v nasledujúcom období môžu prispieť spolu s ďalšími poznatkami získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými metódami (rádiodialkomery a GPS) k objasneniu recentného vývoja územia a dotvárania jeho reliéfu.

2.1.4.17 Lokalita Banská Štiavnica

Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami dĺžky cca 80 m s výškou do 12 m bol otvorený v prostredí pyroxenických andezitových porfýrov (vystupujú na východnej strane) a a silno hydrotermálne a tektonicky porušených argilitizovaných andezitov až argilitov (vystupujú v západnom svahu zárezu a sú zabezpečené záchytným múrom). Pôvodne celistvý horninový masív sa po vytvorení zárezu progresívne dezintegruje. Intenzita dezintegrácie horninového prostredia je podmienená predovšetkým stupňom puklinovitosti masívu a prejavuje sa úplným rozpadom horniny na zeminu v zónach intenzívneho tektonického a hydrotermálneho porušenia, resp. rozvoľňovaním rigidného masívu s posunmi až opadávaním blokov a úlomkov rôznych rozmerov. Uvoľnený materiál sa hromadí pri päte zárezu, lokálne sa dostáva i na komunikáciu a ohrozuje premávku na jej východnom pruhu. Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa na lokalite vykonávajú od roku 1995 pravidelné monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie (Bartoš, Gregor in Klukanová et al., 1998, 2000), ktoré sa od roku 2000 doplnili geodetickými i dilatometrickými meraniami vo vybraných úsekoch východnej steny zárezu.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Na lokalite Banská Štiavnica sa opakovane v obidvoch rokoch 2001 a 2002 uskutočnilo jedno stereofotogrametrické meranie vybraných profilov a vyhodnotenie premiestnení bodov metódou časovej základnice. V roku 2000 bolo vykonané základné geodetické meranie vybraných skalných blokov a opakovane boli zamerané v rokoch 2001 a 2002. Dilatometrické meranie premiestnení osadených bodov meradlom Somet i meradlom posuvov bolo uskutočnené v troch časových cykloch v roku 2001 a dvakrát v roku 2002 (tab. 2.1.20).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky vybraných fotogrametrických meraní sú znázornené na obr. 2.1.44. Hodnoty geodetických meraní za celé obdobie pozorovania a meraní metódou časovej základnice a dilatometrických meraní za obdobie posledných dvoch rokov sú zhrnuté v príl.1.17.

a/ Fotogrametrické merania

a1/ Stereofotogrametrické merania profilov

V priestore monitorovanej skalnej steny bolo zostrojených osem reprezentatívnych profilov, 5 v severnej a 3 v južnej časti zárezu. Línie profilov sa porovnali so stavom z roku 1997 a graficky boli vyjadrené formou súťlače. Z porovnania vyplýva, že najväčšie zmeny boli zaznamenané v strednej časti profilu č. 8, nachádzajúceho sa na okraji južnej časti zárezu. Rozmery vypadnutých blokov presahujú až 1 m³. Ide o časť zárezu, v ktorej došlo aj k vypadnutiu bloku s nainštalovanými bodmi pre dilatometrické merania. Naopak, v niektorých profiloch (č. 1, 4, 6) neboli zaznamenané takmer žiadne zmeny v povrchovej konfigurácii

steny. Na **obr. 2.1.44** je vyjadrené porovnanie minimálnych (profil č.1) a maximálnych (profil č.8) zmien za obdobie 5 rokov (1997 až 2002).

Tab. 2.1.20: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2001 a 2002

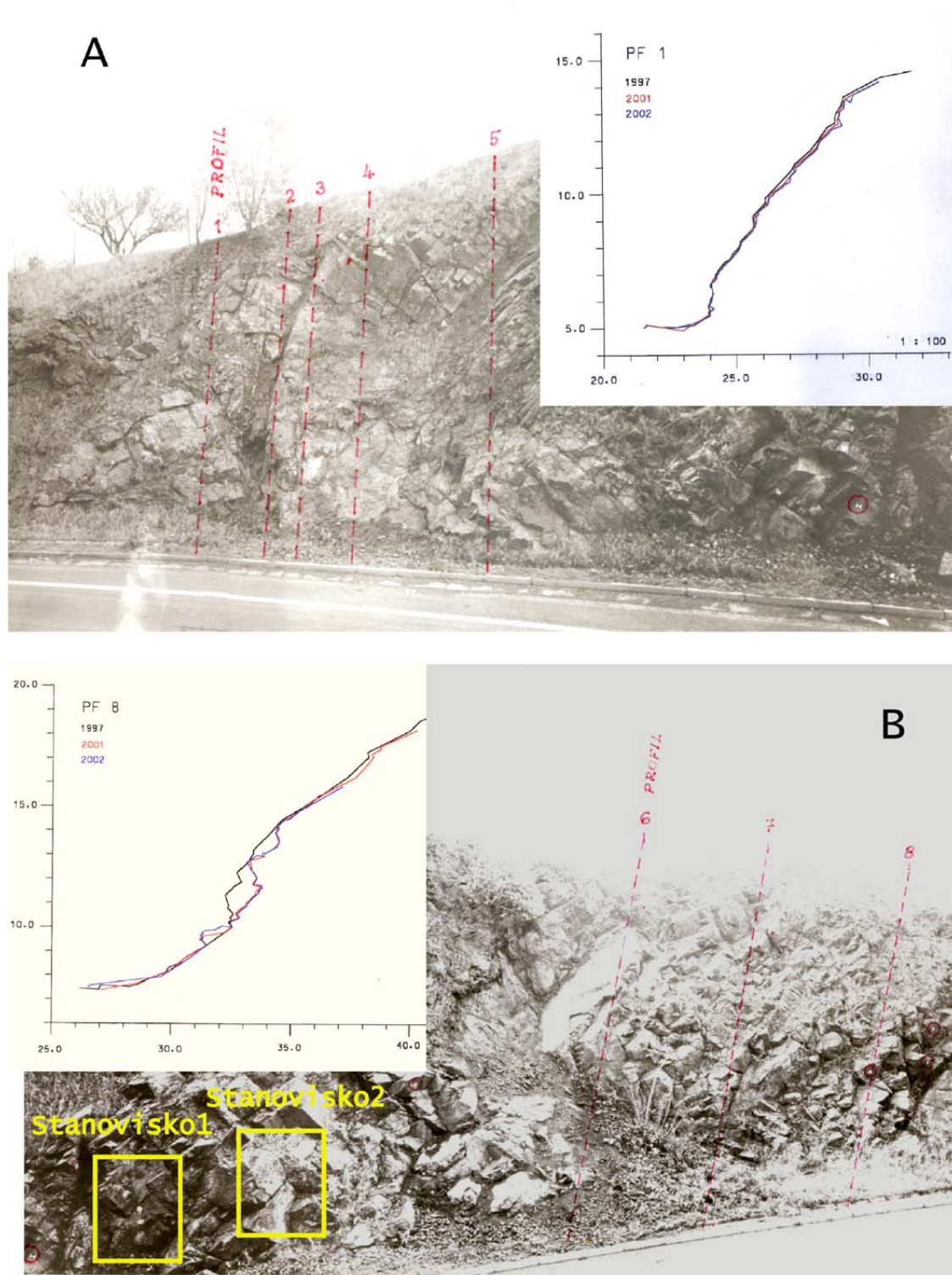
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2001	Rok 2002
Fotogrametrické merania				
a/ Stereofotogrametrické merania profilov	8	Pf1 až Pf8	1 (13. júla)	1 (20. augusta)
b/ Metóda časovej základnice	14	VB01, VB03, 1, 2, 3, 4, 4a, 5, 6, 7, 7a, 8, 9, 10	1 (13. júla)	1 (20. augusta)
Geodetické merania	16	S1, S3, S5, S6, S7, S8, K2, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12,	1 (13. júla)	1 (20. augusta)
Dilatometrické merania				
a/ Dilatometer Somet	5	B1, B2, B3, B4, B5	3 (2. mája, 13. júla, 24. októbra)	2 (8. apríla, 20. augusta)
b/ Meradlo posuvov	4	S1, S2, S3, S4	3 (2. mája, 13. júla, 24. októbra)	2 (8. apríla, 20. augusta)

a2/ Metóda časovej základnice.

Touto metódou sú monitorované body rozmiestnené po celej ploche steny zárezu. V roku 2001 bolo vyhodnotených 14 bodov, z toho bolo pozorovaných 5 zrútení. V roku 2002 bol z celkového počtu 13 meraných bodov zaznamenaný pohyb nových 4 bodov a 4 zrútenia. Vstupné údaje i vypočítané hodnoty premiestnenia za obdobie rokov 2000 až 2002 sú uvedené v **príl.1.17**.

Možno konštatovať, že veľkosť pohybov je veľmi nerovnomerná v rôznych častiach skalnej steny a zistené hodnoty nemožno extrapolovať na širšie okolie meraných bodov. Celkove však merania ilustrujú zóny s pomerne výraznou dynamikou prostredia, ktorá sa za pozorované obdobie 2 rokov prejavila zaznamenaním zrútenia až 9 meraných blokov, ako aj posunmi, presahujúcimi v absolútnej hodnote až 70 mm. Najväčšie posuvy boli zaznamenané v okrajových partiách severnej časti monitorovaného svahu. Nové pozorovania posuvov v roku 2002 indikujú rozšírenie rozvolňovania masívu do oblasti vypadnutej lavice v roku

1999 a následného zrútenia uvoľnených blokov v roku 2000, ktoré boli situované v bezprostrednej blízkosti jej horného okraja. Nová zóna rozvoňovania vzniká v spodnej časti centrálnej zóny masívu. Posuny blokov v tejto časti masívu sú zaznamenané aj geodetickými meraniami.



Obr. 6.1.44: Lokalita Banská Štiavnica – situácia monitorovacích objektov a výsledky vybraných monitorovacích pozorovaní. A – severná časť skalnej steny s minimálnymi zmenami v profile 1, B – južná časť skalnej steny s výraznými zmenami v profile 8

b/ Geodetické merania

V roku 2000 bolo farebnými terčami označených 10 bodov na rozvoľnených horninových blokoch pre geodetické meranie ich polohy v priestore (K2, K4 až K12). Touto metódou bolo zameraných aj 6 bodov, ktoré boli upevnené v skalných blokoch pre monitorovanie meradlom posunov (S1, S3, S5 - S8). Všetky geodeticky merané body sú situované v strednej časti masívu, kde nie sú vytýčené vertikálne profily merané pozemnou fotogrametriou a na okraji severnej častiach zárezu. V rokoch 2001 a 2002 boli opakovaným geodetickým meraním určené posuny označených bodov. Výsledky merania sú zaznamenané v príl. 1.17. Na základe zhodnotenia výsledkov je zaznamenaný významný pohyb, s trendom narastajúcej rýchlosti, v smere osi x. Znamená to, že orientácia oslabenej zóny diskontinuit, ktorá má podstatný vplyv na vývoj rozvoľňovania tejto časti masívu, je súhlasná s orientáciou steny zárezu. Jej subvertikálny sklon umožňuje ľahšie vnikanie zrážkovej vody do masívu a tým aj intenzívnejšiu degradáciu masívu klimatickými zmenami. V roku 2001 bol nameraný posun v rozsahu do 4 mm, a v roku 2002 ďalší posun v rozsahu až 9 mm.

Geodetické merania sú užitočným doplnením monitorovacích metód pre presné posúdenie pohybu označených blokov v priestore.

c/ Dilatometrické merania

c1/ 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 330° a sklonom 40° (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 354° a sklonom 42° .

Merania v rokoch 2001 až 2002 na oboch stanoviskách nepreukázali prakticky žiadne zmeny, najväčšie rozdiely dosahovali iba do 1 mm, čo považujeme za hodnotu chyby merania (príl.1.17). Zaznamenané rozdiely zahrňujú aj zimné obdobie a môžu odrážať klimatické vplyvy, keď je skalný masív vystavený premrzaniu a rozmrznutiu hornín. Najvýraznejší pohyb bol zaznamenaný na stanovisku 1 v období od jesene 2000 po jar 2001 (dosiahol cca 4 mm). Podľa výsledkov meraní dilatometrom Somet nie je možné predpokladať vznik iníciaľného štádia rútenia blokov pozdĺž predurčených plôch diskontinuit, ktoré oddeľujú monitorované horninové bloky.

c2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých stanoviskách, ako body pre meradlo Somet.

Na prvom stanovisku bol medzi bodmi S1 a S2 za obdobie máj až august 2002 zaznamenaný maximálny posuv 0,98 mm. Na druhom stanovisku (body S3, S4) bola zaznamenaná v rovnakom období maximálna zmena 0,84 mm. V oboch prípadoch ide teda o zmeny, nachádzajúce sa v rámci predpokladanej chyby merania 1 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na predmetnom záreze sa realizovalo viacero typov monitorovacích meraní, odlišných svojou podstatou i presnosťou. Z ich analýzy i vzájomného porovnania vyplývajú nasledujúce skutočnosti, dôležité pre ďalší postup pozorovania stability zárezu:

- podstata meraní, uskutočňovaných fotogrametricky i mechanickými dilatometrami je odlišná. Meracie body pre dilatometrické merania sa inštalujú na pevné bloky masívu a zaznamenávajú ich pohyb pozdĺž výrazných diskontinuit. Na menej pevné časti masívu

body upevňovať nemožno (pri navŕtavaní dochádza k porušeniu blokov), resp. môže dôjsť k zrúteniu celého bloku aj s meracími bodmi (prípád tretieho stanoviska). Na rozdiel od toho, fotogrametrické merania zachytávajú celú plochu monitorovaného zárezu, teda i jeho menej pevné a často neprístupné časti,

- z uvedeného konštatovania vyplývajú i výrazné rozdiely v absolútnych hodnotách nameraných veličín. Kým vo fotogrametrických profiloch boli zaznamenané vypadnuté bloky, dosahujúce v extrémnych prípadoch rozmer až cca 1 m a premiestnenia zaznamenané metódou časovej základnice sa pohybujú rádovo v rozmedzí niekoľkých centimetrov, dilatometrické merania preukázali maximálne posuvy niekoľkých mm a v rámci rokov 2001 a 2002 sa pohybovali iba v medziach presnosti merania (do 1 mm),
- vzhľadom na to, že dilatometrické merania sa uskutočňujú iba druhý rok, nemožno z výsledkov zatiaľ odvodzovať rozsiahlejšie a všeobecnejšie závery. Na zistenie určitých zákonitostí je nevyhnutné uskutočniť a analyzovať dlhšie časové rady meraní,
- geodetické merania podávajú priestorovo orientované informácie a neskreslené hodnoty posunov vybraných monitorovaných blokov. Slúžia aj na posúdenie účinnosti ostatných aplikovaných metód. Nevýhodou je sledovanie obmedzeného počtu bodov a pomerne vysoké náklady na pravidelne opakované merania.

Vlastný stabilitný stav pozorovaného zárezu možno na základe uskutočnených meraní hodnotiť nasledujúcim spôsobom:

- na základe fotogrametrických meraní i vlastných pozorovaní je skalný svah zárezu lokálne nestabilný. Trvalo dochádza k uvoľňovaniu a opadávaniu blokov horniny, ktorá podlieha intenzívnej dezintegrácii,
- uvoľňovanie blokov je nepravidelné, jednotlivé posuvy nemožno extrapolovať do najbližšieho okolia a prakticky každý blok sa správa individuálne. Vzhľadom na uvedené skutočnosti je najvhodnejšie monitorovať skalný zárez fotogrametrickými metódami, umožňujúcimi zaznamenať zmeny prakticky v celom pozorovanom úseku svahu,
- súborné zhodnotenie dlhších časových radov meraní spoločne s prehodnotením podstatných črt geologickej štruktúry v priestore zárezu umožní lokalizovať najohrozenejšie miesta a navrhnúť optimálne opatrenia pre ich zabezpečenie.

2.1.4.18 Lokalita Demjata

Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty 1. triedy medzi Prešovom a Bardejovom sa nachádza cca 700 m severne od obce Demjata. Zárez dĺžky cca 300 m a výšky do 15 m bol otvorený v prostredí paleogénneho flyšového súvrstvia, v ktorom prevládajú pieskovce nad ílovcami. Vplyvom nepriaznivej priestorovej orientácie východnej steny zárezu k významným systémom diskontinuit, ako aj vplyvom intenzívneho pôsobenia exogénnych činiteľov majú bloky pieskovcov tendenciu uvoľňovať sa a vypadávať z masívu. Polohy ílovcov intenzívne selektívne zvetrávajú a miestami sú degradované až na materiál charakteru ílovitej hliny. Vzhľadom na akútne ohrozenie premávky na ceste bol pozdĺž obidvoch stien zárezu vybudovaný záchytný múr výšky cca 2 m. Rozvoľňovanie vyšších partií zárezu však naznačuje, že pri uvoľnení väčších blokov horniny by mohlo dôjsť k opätovnému priamemu ohrozeniu premávky. Priestor medzi múrom a svahom je totiž na viacerých miestach prakticky zaplnený úlomkami horniny a bloky väčších rozmerov, uvoľnené z vyšších častí svahu, sa môžu zrútiť priamo na cestnú komunikáciu. Monitorovacie pozorovania, sústredené na južnú časť východnej steny zárezu sa na lokalite vykonávajú metódami fotogrametrie od roku 1995 (Bartoš, Gregor in

Klukanová et al., 1998, 2000). Od roku 2000 sa rozsah meraní rozšíril o dilatometrické pozorovania vo vybraných úsekoch monitorovanej steny zárezu.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

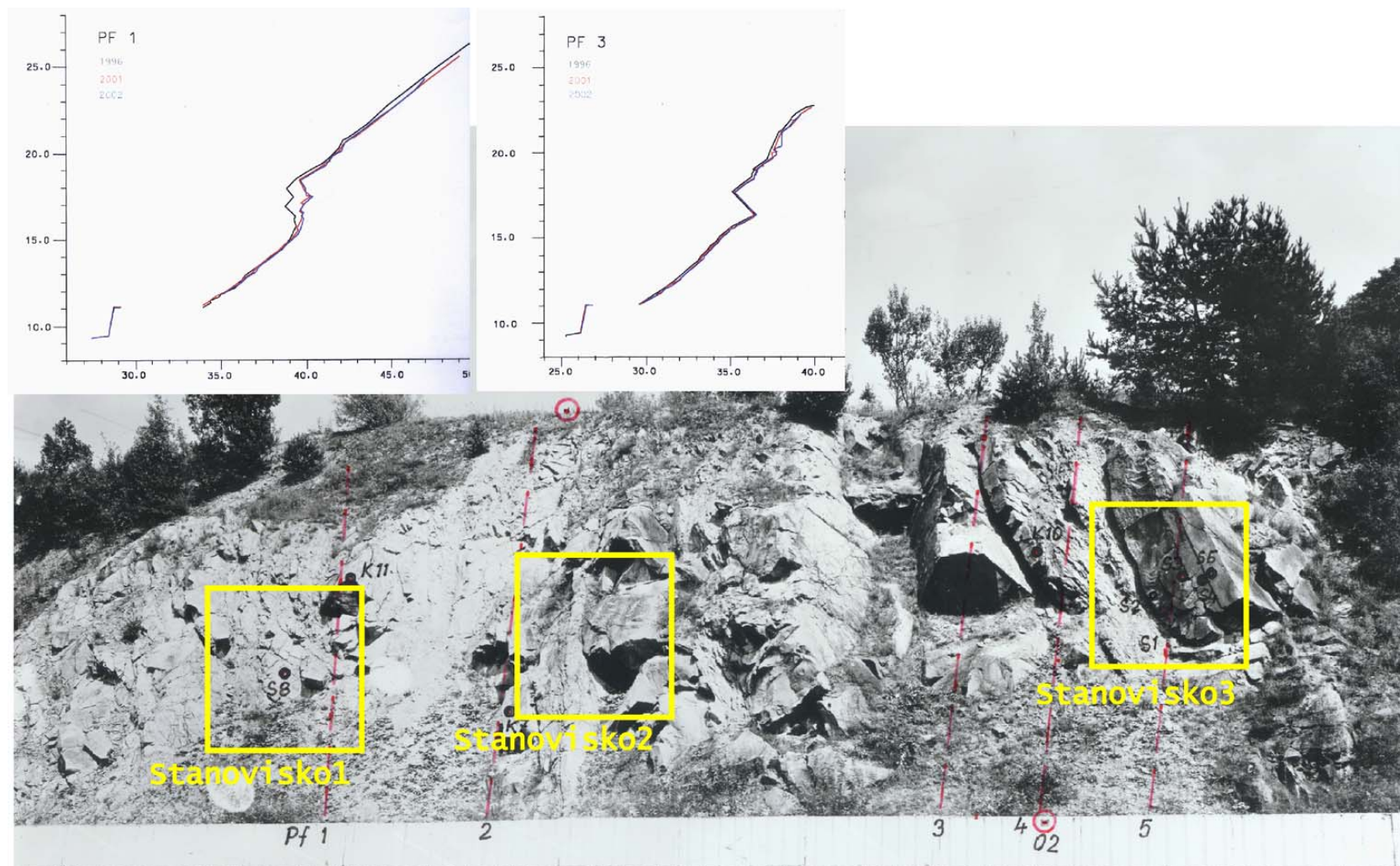
Na lokalite Demjata sa v rokoch 2001 a 2002 uskutočnilo každý rok jedno stereofotogrametrické meranie vybraných profilov a vyhodnotenie premiestnení bodov metódou časovej základnice. Uskutočnené boli tri merania meradlom posuvov a jedno meranie meradlom Somet v roku 2001 a po jednom meraní v roku 2002. V roku 2001 i v roku 2002 bolo vykonané jedno geodetické meranie (tab. 2.1.21).

Tab. 2.1.21: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2001	Rok 2002
Fotogrametrické merania				
a/ Stereofotogrametrické merania profilov	5	Pf1 až Pf5	1 (12. júla)	1 (21. augusta)
b/ Metóda časovej základnice	15	1, 2=K12, 3a, 4a, 5a, 7, 8, 9, 10, K10, 12, 13, 14, 15, 16	1 (12. júla)	1 (21. augusta)
Geodetické merania	9	S1, S2, S3, S4, S5, S8 K7, K10, K11	1 (12. júla)	1 (21. augusta)
Dilatometrické merania				
a/ Dilatometer Somet	4	E1, E2, E3, E2'	1 (12. júla)	1 (21. augusta)
b/ Meradlo posuvov	9	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9	3 (25. mája, 12. júla, 25. októbra)	1 (21. augusta)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky vybraných fotogrametrických meraní sú znázornené na obr. 2.1.45. Hodnoty dilatometrických meraní za celé obdobie pozorovania a meraní metódou časovej základnice, ako aj geodetických meraní za obdobie posledných dvoch rokov sú zhrnuté v príl. 1.18.



Obr. 2.1.45: Lokalita Demjata - situácia monitorovacích objektov a výsledky vybraných monitorovacích pozorovaní

a/ Fotogrametrické merania

a1/ Stereofotogrametrické merania profilov

V priestore monitorovanej skalnej steny bolo zostrojených päť reprezentatívnych profilov. Na južnom okraji monitorovaného úseku sú sústredené profily č. 3, 4, 5, v strednej časti úseku sú profily 1 a 2. Línie profilov sa porovnali so stavom z roku 1996 a graficky boli vyjadrené formou sútlače. Z porovnania vyplýva, že najväčšie zmeny boli zaznamenané v strednej časti profilu č. 1 (uvoľnenie blokov rozmeru až okolo 1 m³) a v hornej časti profilu č. 2 a 3. Zmeny v konfigurácii svahu v ostatných profiloch sú málo významné a podmienené sú procesmi zvetrávania a odnosom materiálu v jarnom období, resp. počas sústredených zrážok. Na obr. 2.1.45 je vyjadrené porovnanie minimálnych (profil č. 3) a maximálnych (profil č. 1) zmien za obdobie 6 rokov (1996 až 2002).

a2/ Metóda časovej základnice.

Touto metódou bolo vyhodnotených 15 bodov v roku 2001 a 14 bodov v roku 2002. Rozmiestnené sú po celej ploche steny zárezu. Vstupné údaje i vypočítané hodnoty premiestnenia za obdobie rokov 2000 až 2002 sú uvedené v príl. 1.18.

Podobne, ako na lokalite Banská Štiavnica možno konštatovať, že veľkosť pohybov je veľmi nerovnomerná v rôznych častiach skalnej steny. Celková veľkosť zaznamenaných premiestnení pozorovaných bodov za obdobie od leta 2000 až po leto 2002 je však v porovnaní s lokalitou Banská Štiavnica nižšia (maximálne premiestnenia dosahujú cca 20 mm v roku 2001 a 15 mm v roku 2002).

b/ Geodetické merania

Podobne ako na lokalite Banská Štiavnica bolo geodeticky zameraných 6 pevných bodov inštalovaných pre meradlo posunov a 3 body označené farebným terčom. Na pevných bodoch (S1-5 a S8) bola zaznamenaná zmena polohy počas oboch rokov s maximálnou hodnotou 2 mm. Doteraz pozorovaný vývoj pohybu nejaví trend gravitačného posuvu niektorého bodu, sledované zmeny polohy môžu súvisieť s teplotnými a klimatickými vplyvmi na horninový masív. Bloky označené farebným terčom (K7, K10, K11) sa posúvajú gravitačne v smere osi z, v rozsahu maximálne 4 mm za pozorované obdobie 1 roka, alebo subhorizontálne (K11 – 5 až 6 mm za rok), čo súvisí s rozvoľňovaním masívu.

c/ Dilatometrické merania

c1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na stanovisku č. 3, kde sú na troch výrazných lavicovitých blokoch inštalované štyri meracie body – E1 (prvý blok), E2, E3 (druhý blok) a E2' (tretí blok). Body E1, E2 a E3 sú inštalované pre meradlo dĺžky 25 cm a vzdialenosť bodov E1 – E2' je pre meradlo dĺžky 70 cm. Na základe porovnania výsledkov meraní v rokoch 2000 až 2002 možno konštatovať, že veľkosť zaznamenaných pohybov sa nachádza v rámci chyby merania, t.j. do hodnoty 1 mm. Určitý náznak zmien bol zaznamenaný v roku 2001 iba pri premeraní vzdialenosti bodov E1 – E2' (1.29 mm – príl.1.18). Vzhľadom však na krátke obdobie i hustotu meraní nemožno z tejto skutočnosti zatiaľ odvodzovať žiadne závery.

c2/ 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), na stanovisku 2 (body D6 a D7) a na stanovisku 1 (body D8 a D9). Na každom z uvedených stanovísk sú body nainštalované tak, aby zachytávali posuv blokov, oddelených výraznou diskontinuitou.

Pri vyhodnotení meraní za obdobie od jesene 2000 po jeseň 2002 bol najvýraznejší posuv zaznamenaný na stanovisku č. 2, kde hodnoty posuvov kolísali až do hodnoty cca 3.5 mm. Merania na stanovisku č.3 nepresiahli hodnotu 1 mm (na stanovisku 3 bol medzi bodmi D1 – D2 zaznamenaný najväčší posuv, dosahujúci 1,16 mm). V roku 2002 bolo zničené stanovisko č. 1 zrútením sklaného bloku (bod D9). Predchádzajúce merania medzi bodmi D8 a D9 nevykazovali žiadnu významnú dynamizáciu procesu straty stability. Pozornosť preto treba venovať predovšetkým stanovisku 2 i keď treba upozorniť, že charakter zaznamenaného pohybu je premenlivý (nejde o pohyb s pokračujúcim trendom vývoja) .

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov uskutočnených meraní v rokoch 2001 a 2002 na lokalite Demjata vyplýva, že intenzita zmien konfigurácie skalnej steny je menšia, než na lokalite Banská Štiavnica. Napriek tomu treba opakovane zdôrazniť, že pohyb každého bloku je individuálny a monitorovacie merania nemôžu zaznamenať zmeny celej množiny blokov, z ktorých skalná stena pozostáva. V súvislosti s tým treba uviesť i skutočnosť, že v letných mesiacoch roku 2001 došlo k zrúteniu značného objemu skalných blokov na severnom okraji východnej steny zárezu, ktorý nebol monitorovaný vzhľadom na to, že pri obhliadkach počas predchádzajúcich rokov nejavil žiadne známky nestability. O zrútení blokov, ktoré zaplnili priestor medzi záchytným múrom a svahom sme informovali Slovenskú správu ciest v Prešove listom zo dňa 30. augusta 2001.

Skúsenosti z monitorovania lokality Demjata potvrdzujú, že prognózovanie rúťivých pohybov je veľmi komplikované a vyžadovalo by veľmi hustú sieť monitorovacích bodov. Z tohto hľadiska asi najviac informácií poskytujú fotogrametrické merania, zaznamenávajúce zmeny vybraných bodov a profilov nachádzajúcich sa na celej ploche monitorovanej skalnej steny.

Pre vzájomné porovnanie fotogrametrických a dilatometrických meraní platia závery, uvedené pri hodnotení lokality Banská Štiavnica.

2.1.4.19 Lokalita Harmanec

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaná lokalita sa nachádza vo vybranom úseku rozsiahleho zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným. Výška zárezu v monitorovanom úseku je cca 25 m. Vytvorený je v prostredí stredotriasových chočských dolomitov, zdanlivo celistvých, avšak silne tektonicky porušených a po odkrytí veľmi rýchlo podliehajúcich rozpadu. Úlomky horniny sa celoplošne osypávajú a vytvárajú rozsiahle akumulácie pri päte svahu. Proces osýpania je veľmi intenzívny predovšetkým v jarom období a vyžaduje si stálu údržbu cestnej komunikácie. Vzhľadom na prítomnosť výrazných poruchových dislokačných zón nemožno vylúčiť ani uvoľňovanie väčších blokov hornín, ktoré by mohlo spôsobiť vážne dopravné problémy. Práve na hodnotenie pohybovej aktivity pozdĺž výraznej tektonickej línie sa zamerali monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie (od roku 1995 - Bartoš, Gregor in Klukanová et al., 1998, 2000), ako aj dilatometrické merania (od roku 2000).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2001 a 2002

Na lokalite Harmanec sa v roku 2001 uskutočnilo jedno stereofotogrametrické meranie vybraných horizontálnych profilov a vykonali sa dve merania dilatometrom Somet. Rovnaký počet meraní sa uskutočnil aj v roku 2002 (tab.2.1.22).

Tab. 2.1.22: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Harmanec v rokoch 2001 a 2002

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (<i>dátum merania</i>)	
	Počet	Označenie	Rok 2001	Rok 2002
Fotogrametrické merania a/ Stereofotogrametrické merania horizontálnych profilov	14	Pf10.5, 12.0, 12.7, 13.6, 14.5, 15.4, 16.5, 17.4, 18.5, 19.5, 20.5, 22.0, 23.5, 25.0	1 (13. júla)	1 (20. augusta)
Dilatometrické merania a/ Dilatometer Somet	4	H1, H1*, H2, H2*	2 (13. júla, 24. októbra)	2 (4. apríla, 20. augusta)

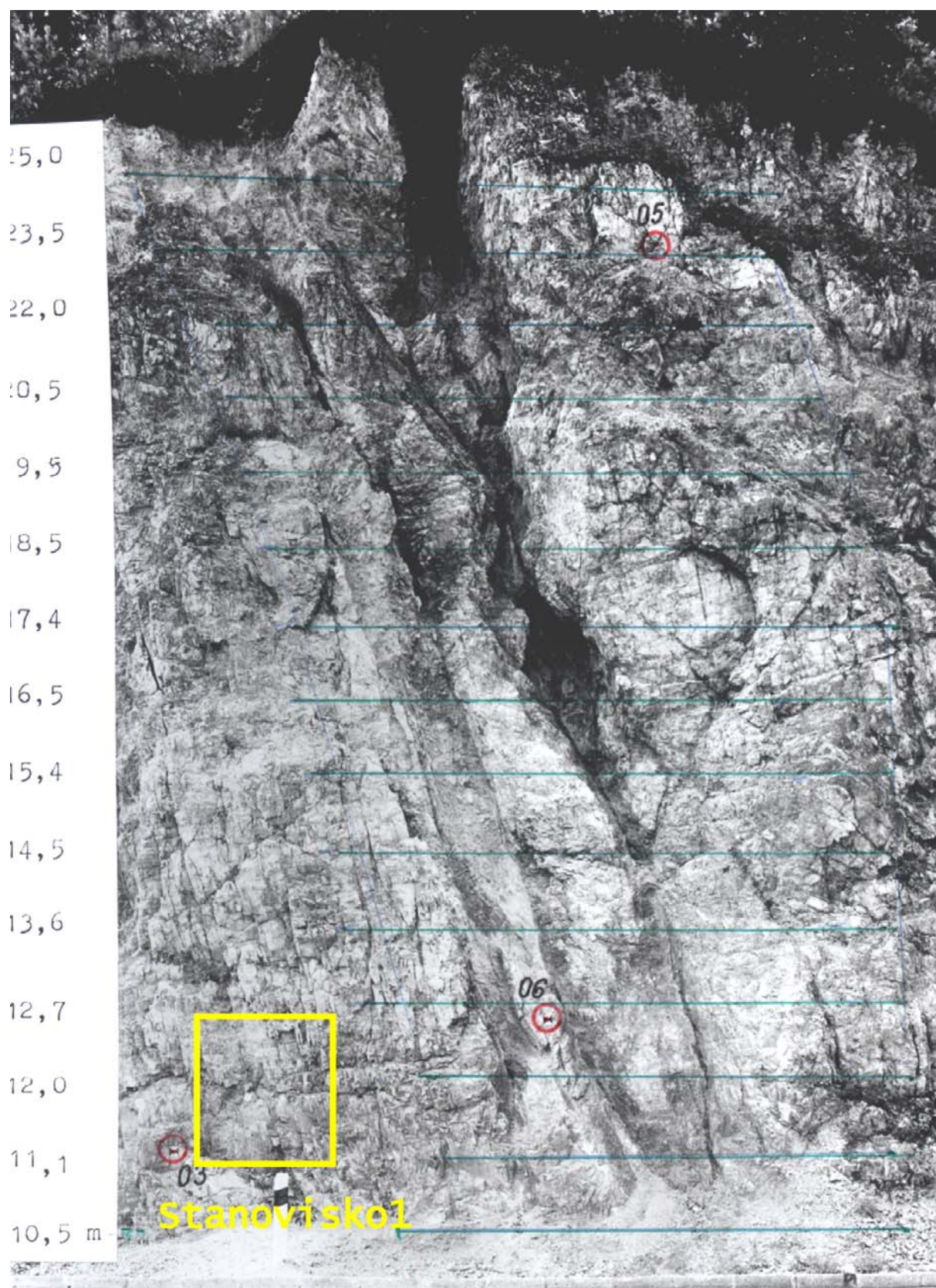
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2001 a 2002 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky vybraných fotogrametrických meraní sú znázornené na obr. 2.1.46. Hodnoty dilatometrických meraní za obdobie pozorovania (od roku 2000) sú zhrnuté v príl. 1.19.

a/ Fotogrametrické merania - stereofotogrametrické merania horizontálnych profilov

Na vybranom úseku zárezu sa od roku 1999 monitorovacie pozorovania sústreďujú na morfológicky výrazný žľab a zachytávajú rozvoj erózie v tomto prostredí. Na tento účel sa využívajú horizontálne profily, snímané z fotogrametrickej základnice, vytýčenej vo vzdialenosti 15 m, vďaka čomu sa dosiahla polohová presnosť bodov na profiloch až okolo 2 mm. Takto spracovaných bolo 14 horizontálnych profilov v rôznych výškových úrovniach, na ktorých je porovnaná konfigurácia skalnej steny z roku 1999 s konfiguráciou, zameranou v rokoch 2001 a 2002.

Zmeny, zaznamenané v profiloch sú veľmi nerovnomerné a pri porovnávaní rôznych výškových úrovní nemožno odvodiť rovnaký trend vývoja zmien v tej-ktorej časti eróznej ryhy. Azda najvýraznejšie sa erózna činnosť prejavila vo východnej časti profilu na úrovni 18,5 a 19,5, kde bol zaznamenaný úbytok materiálu hrúbky až okolo 30 cm (obr. 2.1.46). Pomerne významné zmeny sú zachytené i v profiloch 22,0, 25,0 a ďalších, prevažne v hornej časti svahu. V profile 20,5 bolo v roku 2001 zaznamenané uvoľnenie bloku veľkosti cca 20 cm. Celkove možno konštatovať, že proces erózie postupuje v danom prostredí veľmi intenzívne, nerovnomerne a jeho dôsledkom je nevyhnutnosť stálej údržby komunikácie.



Obr. 2.1.46: Lokalita Harmanec - situácia monitorovacích objektov

b/ Merania dilatometrom Somet

Meracie body sú inštalované na dvoch stanoviskách pozdĺž výraznej dislokácie (body H1-H1* a H2-H2*). Merania za obdobie od októbra 2000 po august 2002 nepreukázali prakticky žiadne zmeny (maximálne do 0,1 mm – pril. 1.19). Zaujímavým je konštatovanie, že zmeny sa neprejavili ani v kritickom jarnom období.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov uskutočnených meraní v roku 2001 a 2002 na lokalite Harmanec vyplýva pokračujúci a pomerne intenzívny rozvoj procesov erózie v pozorovanej ryhe. Stabilita masívu pozdĺž výraznej dislokačnej plochy, podľa výsledkov monitorovania dilatometrickou metódou meradla posuvov, nebola porušená. Súčasne však treba upozorniť, že v prostredí krehkých skalných hornín s minimálnou plastickou rezervou sa deformačné zmeny prejavujú iba minimálne a k porušeniu horniny dochádza zvyčajne náhle po prekročení medze pevnosti. Určité dotvarovanie sa môže prejaviť v väčšom materiáli dislokácie a môže byť zachytené pokračujúcimi monitorovacími meraniami. Pre monitorovanie vývoja erózie v eróznej ryhe možno v budúcnosti aplikovať nižšiu frekvenciu monitorovacích meraní (napríklad raz za dva roky).

2.1.4.20 Lokalita Ipeľ

Stručná charakteristika lokality

Lokalita Ipeľ má v rámci 1. podsystému špecifické postavenie. Nejde totiž o klasický príklad svahového pohybu, ale o komplexné posúdenie stability väčšieho územného celku, v ktorom sa predpokladá realizácia náročného technického diela – prečerpávacej vodnej elektrárne. Na lokalite sa v rokoch 1979 až 1992 uskutočnilo niekoľko etáp inžinierskogeologického prieskumu s realizáciou veľkého množstva technických diel, vrátane prieskumnej štôlne celkovej dĺžky 1070 m s ľavým a pravým prekopom a niekoľkými rozrážkami (spolu bolo vyrazených až 1 550 m). Po ukončení prieskumu bola na základe jeho výsledkov cieľavedome navrhnutá sieť geodetických bodov, ktorou sa monitoruje nielen stabilita svahu s predpokladaným umiestnením hlavných objektov PVE (kaverny vodnej elektrárne, vysokotlakových privádzačov a odpadového tunela), ale aj stabilita celého územného celku z hľadiska možných prejavov neotektonických pohybov.

Širšie územie projektovanej PVE Ipeľ sa nachádza severne od Málnica v katastri obce Ipeľský Potok. Z geologického hľadiska ide o prostredie veporského kryštallického masívu. Horný tok Ipľa v záujmovom území pretína horninové sekvencie kráľovohoľského a kohútkeho pásma veporika a sleduje regionálnu, tzv. muránsko-divínsku poruchovú zónu. Kým v kráľovohoľskom pásme (SZ od poruchovej línie) prevládajú rôzne typy granitoidov, v kohútkeho pásme (JV od poruchového pásma) sú prítomné najmä migmatity.

Podľa projektového riešenia sa uvažuje s realizáciou dolnej nádrže v údolí Ipľa (teda vlastne v priestore regionálnej tektonickej poruchy) a hydraulický obvod vrátane kaverny vodnej elektrárne má byť umiestnený v masíve, budovanom prevažne migmatitmi kohútkeho pásma a v tomto prostredí má byť lokalizovaná i horná nádrž PVE v priestore obce Ďubákovo (obr. 2.1.47).

Prehľad monitorovacích aktivít vykonávaných na lokalite

Monitoring horninového prostredia PVE Ipeľ sa realizuje od roku 1993 v nadväznosti na výsledky predbežného inžinierskogeologického prieskumu. Monitoring sa realizuje vo vybraných územiach vo vymedzenej špecifikácii prác, pričom ide o etapu monitoringu pred realizáciou stavby PVE.

Cieľom monitoringu je získanie základného poznania prirodzených inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov, vrátane celkovej stability pozorovaného územného celku.

Obsahom monitoringu je registrácia a vyhodnocovanie komplexu nasledujúcich údajov:

- 1) Monitoring klimatických údajov;
- 2) Monitoring hydrologických údajov;
- 3a) Monitoring hydrogeologických pomerov v oblasti dolnej nádrže;
- 3b) Monitoring hydrogeologických pomerov v oblasti hornej nádrže;
- 3c) Monitoring hydrogeologických pomerov v oblasti masívu podzemnej kaverny VE;
- 4) Hydrochemické hodnotenie podzemných vôd z oblasti objektu VE PVE Ipeľ;
- 5) Kontrola kvality podzemných vôd odtekajúcich z prieskumnej štôlne;
- 6) Monitoring inžinierskogeologických pomerov.

Monitoring je realizovaný na monitorovacích objektoch vybudovaných v rámci predbežného inžinierskogeologického prieskumu. Základný interval meraní na monitorovacích objektoch je 14 dní, v období intenzívnych zrážok a v jarnom období sa interval upravuje na týždňové obdobie. Súčasťou monitorovacích prác je aj údržba monitorovacích objektov (priechodnosť vrtov, ochrana objektov, životnosť objektov – ochranné nátery a uzávery, urziavanie vizúr medzi geodetickými bodmi).

Z hľadiska riešenia 1. podsystému je najdôležitejšie monitorovanie inžinierskogeologických pomerov.

Vzhľadom na zložitý tektonický vývoj územia a jeho vplyv na vznik, vývoj a rozšírenie základných formácií kvartérnych sedimentov a kvalitatívny stav horninového masívu, geodynamický vývoj sa na území monitoruje:

- pochôdzkovaním za účelom posudzovania rozvoja aktívnych geodynamických javov (zvetrávanie, erózia, sedimentácia, zosúvanie),
- systémom špeciálneho, dlhodobého organizovaného geodetického merania v sieti vybudovaných geodetických bodov za účelom zaznamenávania aktivity neotektonických pohybov.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za celé obdobie pozorovania

Najvýznamnejšiu formu monitoringu inžinierskogeologických pomerov v oblasti PVE Ipeľ a v jej širšom okolí reprezentuje geodetický monitoring.

Špeciálna geodetická sieť bola navrhnutá na základe spracovanej mapy neotektonickej nerovnorodosti územia (Ondrášik, Matejček in Matejček a kol., 1985). Geodetická sieť bola vybudovaná v rokoch 1988 a 1989. Rozmiestnenie pevných bodov na vytypovaných horninových blokoch bolo určené na základe záverov a odporúčaní predbežného inžinierskogeologického prieskumu, štúdie objektivej skladby PVE a teoretických rozborov, najmä pokiaľ ide o tvarovú tuhosť a homogenitu siete. Jej návrh bol prispôsobený možnostiam, ktoré poskytoval členitý terén. Vzhľadom na to, že pohyby bodov musia reprezentovať pohyby horninových blokov, sú pevné body stabilizované priamo do zdravého skalného podlažia u nás ojedinelým spôsobom.

V rokoch 2000 až 2001 bola sieť rozšírená o 6 bodov. Teraz má spolu 32 bodov s nútenou centráciou. Nadmorské výšky pozorovaných bodov sú od 472 do 1110 m n. m. Každý bod siete je upravený tak, aby sa na ňom dali vykonávať merania:

- Polohové terestrické (meranie uhlov a dĺžok);
- Niveláčné;
- Gravimetrické;
- Merania GPS.

Výsledok prác je komplexne hodnotený ročnými správami. Celé obdobie rokov 1993 až 2001 je zhodnotené v záverečnej správe za rok 2001 (Matejček, 2001). Výsledkom každej epochy merania je vypočítať prostredníctvom nových súradníc priestorový vektor posunu spolu s elipsami stredných chýb. Výsledné hodnoty sa štatisticky posudzujú, testujú a porovnávajú, s cieľom zistiť reálne hodnoty deformácií. Maximálne charakteristiky presnosti sú $\sigma_x = \pm 4,0$ mm, $\sigma_y = \pm 4,0$ mm, $\sigma_H = \pm 2,0$ mm.

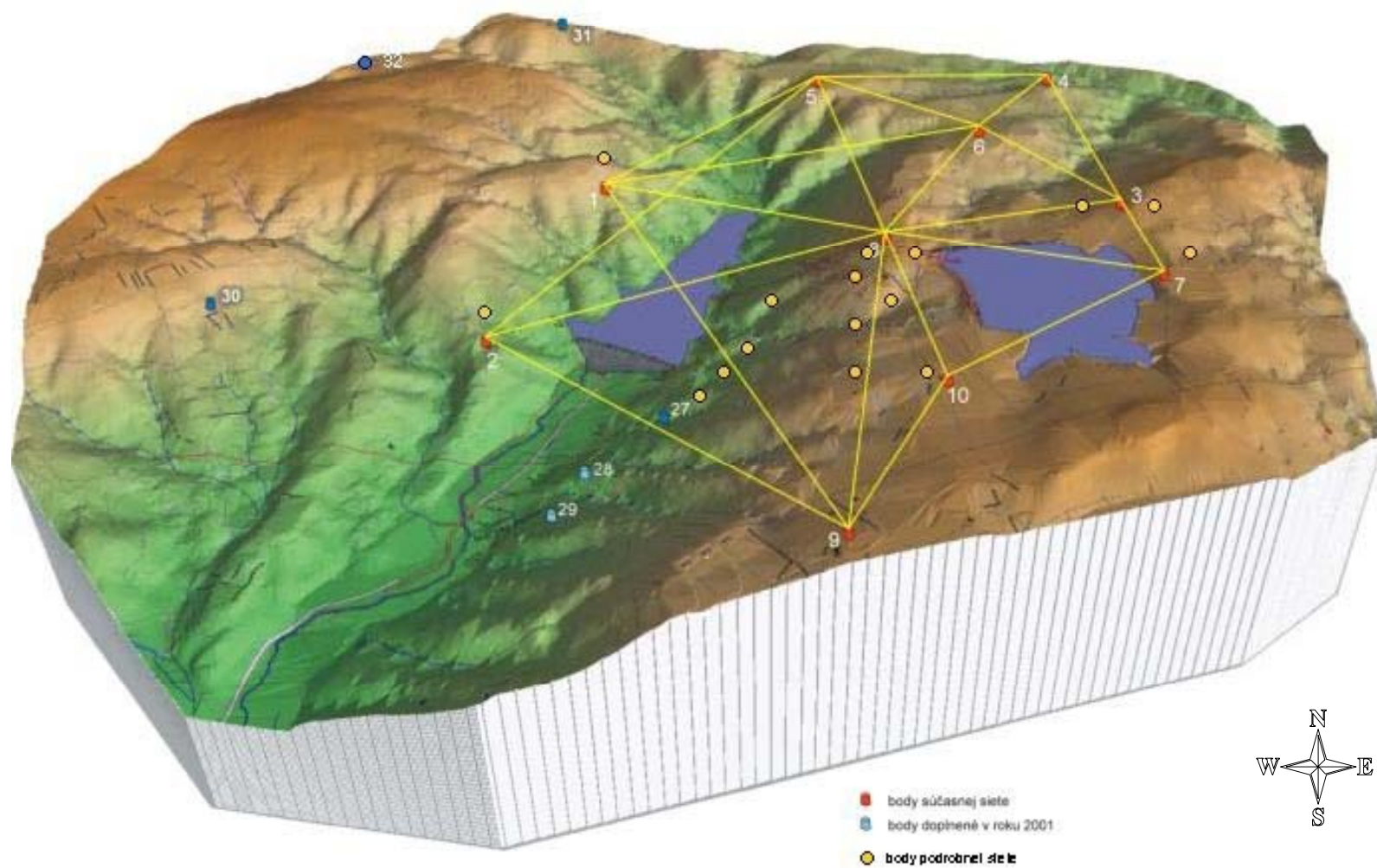
Meranie v sieti (epocha) sa vykonáva raz za dva roky vždy na jeseň, keď sú najlepšie podmienky na terestrické merania. Doposiaľ boli vykonané tieto epochy meraní:

- | | |
|------|--|
| 1988 | Polohové a výškové pripájacie meranie; |
| 1989 | 0. epocha polohového merania; |
| 1990 | I. epocha polohového a 0. epocha výškového merania, gravimetrické meranie; |
| 1992 | II. epocha polohového a I. epocha výškového, gravimetrické meranie; |
| 1995 | III. epocha polohového a II. epocha výškového, gravimetrické meranie; |
| 1997 | IV. epocha polohového a III. epocha výškového; |
| 2001 | V. epocha polohového a IV. epocha výškového. |

Niektoré výsledky meraní za roky 1989 až 2001, t.j. za 12 rokov presahujú kritické hodnoty pre zvolenú hladinu významnosti a s vysokou pravdepodobnosťou indikujú zmenu polohy bodov medzi jednotlivými epochami. Za jednotlivé epochy merania dochádzalo k výrazným až kontraverzným zmenám v smere pohybu, čo signalizuje, že územie je tektonicky mierne aktívne, pričom pohyby majú tendenciu samostatných pohybov jednotlivých tektonických blokov. Zaujímavou je aj skutočnosť, že sa menil nielen smer pohybov, ale aj ich rýchlosť. Najvýraznejšie to je napr. na bode č. 24, ktorý sa medzi 0. a 1. epochou, t.j. za 1 rok pohol 25 mm JJZ, za ďalších 11 rokov, medzi 2. a 5. epochou sa pohol po kontraverzných pohyboch iba o 6 mm. Pri výškových pohyboch je takým bod č. 5, ktorý bol medzi 0. a 1. epochou stabilný, medzi 1. a 2. epochou, t.j. za 2 roky poklesol o 18 mm, aby hneď v nasledujúcej 3. epoche, t.j. po 3 rokoch sa o túto hodnotu vrátil do pôvodnej výšky a v ďalšom období len o málo stúpol. Tendencia smeru pohybu blokov je smerom k muránskej zlomovej línii, resp. SZ bod siete k údoliu Rimavice. Vzhľadom na malé hodnoty pohybov a často sa meniaci smer pohybov, nie je možné spraviť jednoznačné závery o pohybových tendenciách. Na to bude potrebné dlhšie časové obdobie meraní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe vyhodnotenia veľkosti pohybov vychádzajú ako najintenzívnejšie pohyby v prvých epochách, čo by mohlo súvisieť aj s tektonickou aktivitou, prejavujúcou sa zemetraseniami východne od Banskej Bystrice v októbri 1989 s hĺbkou ohniska 16 a 10 km o sile 4,3 a 3,10 M, čím došlo k zmene napätostného poľa v širokom okolí a následky postupnej konsolidácie mohli mať vplyv aj na pohyby v študovanom území dlhšiu dobu. Určitú úlohu možno pripísať aj celkovému pohybu zemskej kôry v strednej Európe v smere od juhozápadu k severovýchodu, ktorý dosahuje hodnotu až 27 mm ročne, ako vyplýva z družicových meraní GPS.



Obr. 2.1.47: PVE Ipel' – monitoring horninového prostredia. Sieť bodov špeciálnej geodetickej siete.

