

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, 2002). Kvôli úplnosti a zrozumiteľnosti textu preberáme v rámci úvodných podkapitol (2.1.1 až 2.1.3) prevažnú časť základných skutočností zo správy za rok 2002 a dopĺňujeme ich novými aktuálnymi poznatkami. Analogicky je kvôli úplnosti z predchádzajúcej správy prebratá základná charakteristika jednotlivých lokalít monitorovania (časť 2.1.4).

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 o pozorovanie príznakov rútenia),
- b. kritérium regionálne - geologické, z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát v súlade s inžinierskogeologickou rajonizáciou Slovenska (Matula, Pašek, 1986),
- 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. Podľa tých istých kritérií sa upravuje i rozsah metód a frekvencia monitorovania, ako aj stupeň ich celospoločenskej významnosti (napr. oproti predchádzajúcim rokom je v súčasnosti lokalita Fintice považovaná za veľmi významnú a zvýšil sa i stupeň dôležitosti monitorovania lokality Vištuk). V súlade s uvedenými zásadami bola do súboru monitorovaných lokalít v roku 2003 zahrnutá lokalita Slanec – TP (tranzitný plynovod) vzhľadom na vysokú celospoločenskú dôležitosť sanovaného zosuvného územia, v ktorom sú umiestnené trasy niekoľkých podzemných vedení (tranzitné plynovody, medzištátny plynovod, ropovody atď.).

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, 2002). Súborný prehľad týchto metód je uvedený v tab. 2.1.2. Pri monitorovaní zosuvov sa používajú metódy, zaznamenávajúce veľkosť deformácie, ktorá prebehla za určitý časový interval (metódy geodetické a metóda presnej inklinometrie, ako aj merania mechanickými priechodomerami), ďalej metódy, zaznamenávajúce napätostný stav

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 – Morovnianske sídlisko 4. Handlová – Kunešovská cesta
		Významná	5. Handlová – zosuv z roku 1960 6. Dolná Mičiná 7. Ľubietová
		Veľmi významná	8. Fintice 9. Slanec-TP
	Horninové prostredie flyšového charakteru	Veľmi významná	10. Bojnice 11. Okoličné
		Významná	12. Liptovská Mara
	Neogénne sedimenty	Významná	13. Hlohovec-Posádka 14. Vištuk
Plazenie	Neogénne vulkanity	Významná	15. Veľká Izra 16. Sokol 17. Košický Klečenov
	Neogénne vulkanity	Významná	18. Banská Štiavnica
Rútenie	Horninové prostredie flyšového charakteru	Významná	19. Demjata
	Mezozoické horniny	Významná	20. Harmanec
Stabilita väčšieho územného celku	Kryštalínium	Významná	21. Ipeľ – územie perspektívnej výstavby PVE

prostredia v momente merania (merania povrchových reziduálnych napätí a poľa pulzných elektromagnetických emisií) a 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 v príslušnom území.

Oproti stavu z predchádzajúceho obdobia sa počet metód monitorovania zosuvov v roku 2003 rozšíril o geofyzikálnu metódu multielektródového sondovania (MES), ktorá bola pokusne aplikovaná na lokalite Veľká Čausa už v roku 2001. Táto metóda spája v sebe výhody odporového profilovania (získavanie horizontálnych zmien merného elektrického odporu) a vertikálneho elektrického sondovania (získavanie vertikálnych zmien merného elektrického odporu). Vďaka týmto skutočnostiam MES umožňuje zistiť priestorovú štruktúru horninového prostredia do zvolenej hĺbky (Gajdoš et al., 2003) a pri pravidelnom premeriavaní i zmeny, ku ktorým v tomto prostredí došlo.

V súvislosti s riešením komplikovanej problematiky hydrogeologického režimu na zosuve Okoličné bola v roku 2003 uskutočnená analýza stabilných izotopov kyslíka a vodíka na vzorkách podzemných vôd. Účelom vzorkovania bolo posúdiť genézu podzemnej vody a vzájomné vzťahy medzi podzemnou vodou z jednotlivých zdrojov a vyjadriť sa o možnosti

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) merania odporových parametrov prostredia metódou multielektródového sondovania (MES) merania metódou spontánnej polarizácie (SP)
	Režimové pozorovania	merania zmien úrovne hladiny podzemnej vody (vrátane použitia automatických hladinomerov) merania výdatnosti, teploty a chemizmu vody analýza stabilných izotopov kyslíka a vodíka

účasti vody, pochádzajúcej z potoka Smrečianka, na obeh podzemnej vody vo vlastnom telese zosuvu. I keď nejde o zaužívaný pravidelný systém monitorovania týchto ukazovateľov, výsledky metódy prispievajú k riešeniu zásadnej problematiky hydrogeologického režimu na tejto lokalite. Výsledky analýz, uskutočnených na vzorkách z lokality Okoličné sú zhrnuté v príl. 1.11.

V rámci aplikácie metód monitorovania ďalších typov svahových pohybov nedošlo v roku 2003 k žiadnym zmenám. Pre monitorovanie svahových pohybov charakteru plazenia sa naďalej používa mechanicko – optický dilatometer TM-71, umožňujúci zaznamenať deformáciu medzi meranými blokmi v priestorových súradniciach s vysokou presnosťou (do 0,1 mm za rok).

Konečne, na monitorovanie príznakov pohybu 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 posuvov jednotlivých skalných blokov.

Z dôvodov väčšej prehľadnosti a zrozumiteľnosti výsledkov monitorovania z rôznych lokalít, pokračovali sme i v roku 2003 s hodnotením výsledkov meraní s použitím semikvantitatívnej hodnotiacej škály, umožňujúcej pohoťovo posúdiť veľkosť nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilného stavu v mieste meraného objektu. Škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný (nemieni sa) stav, druhý je typický pre mierne až stredné prejavy aktivity a tretí znamená výrazné prejavy aktivity, vedúce k nestabilite územia. Hodnoty jednotlivých nameraných veličín, charakteristické pre uvedené stupne aktivity, sa postupne upresňovali na základe pribúdajúcich skúseností a tento vývoj pokračuje i naďalej. Kritériá, ktoré sa používali v predchádzajúcich rokoch zostali nezmenené i v roku 2003 a sú zhrnuté v tab. 2.1.3. V závislosti od dôležitosti meraného parametra sa pri komplexnom hodnotení jednotlivým stupňom aktivity udeľovala váha (jej hodnoty sú

uvedené v zátvorkách). Semikvantitatívne hodnotenie nameraných primárnych veličín z monitorovania jednotlivých lokalít v rokoch 2002 a 2003 je uvedené v prílohovej časti a umožnilo na lokalitách s najhustejšou sieťou objektov a frekvenciou meraní vykonať i komplexné posúdenie stabilného stavu, založené na výsledkoch monitorovacích meraní (lokality Veľká Čausa a Okoličné).

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

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

** Porovnávajú sa hodnoty nameraného napätia 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 prerátané na rýchlosť pohybu za časovú jednotku

++ 1 roka;

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

+

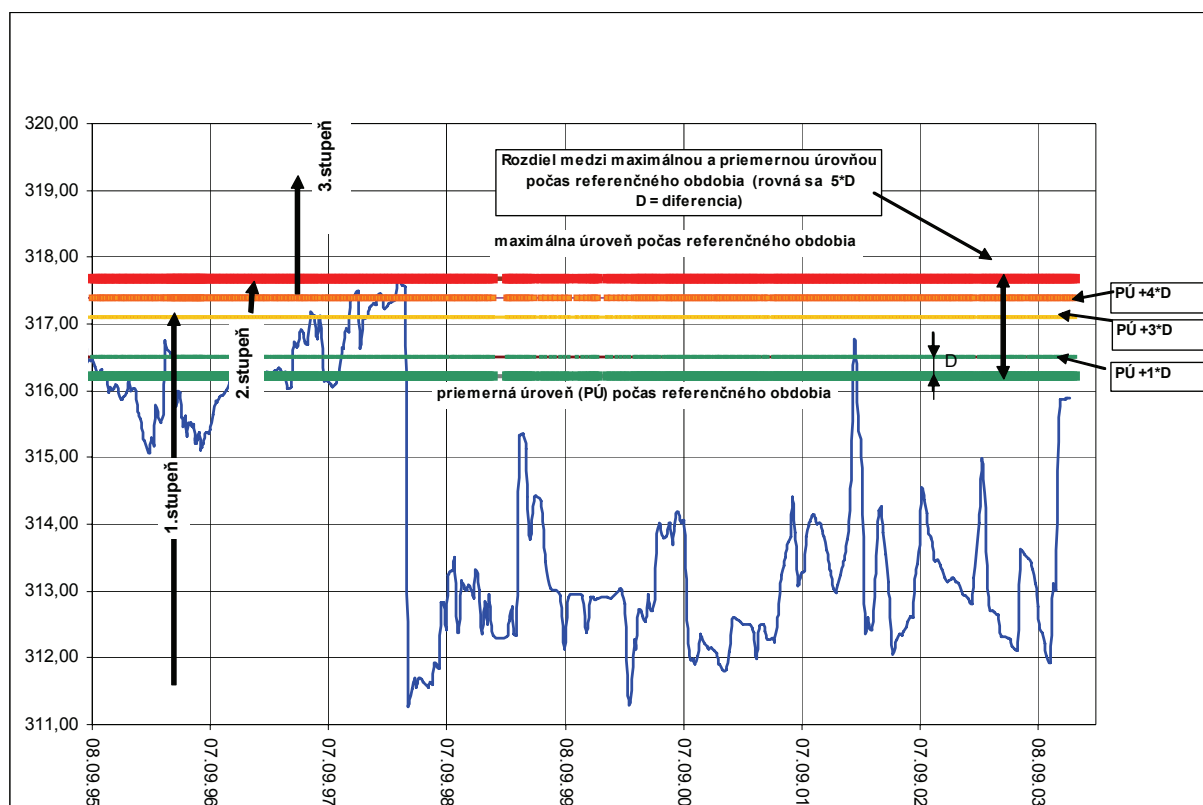
Oproti predchádzajúcemu obdobiu sme v roku 2003 vypracovali spôsob semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní. Treba hneď v úvode pripomenúť, že napriek tomu, že hydrogeologické podmienky sú z hľadiska vzniku a vývoja zosuvov v našich klimatických podmienkach relevantné, zjednodušené a súčasne výstižné vyjadrenie priaznivosti (alebo nepriaznivosti) ich stavu z hľadiska stability svahu počas určitého časového obdobia nie je jednoduché. Z monitorovacích pozorovaní sa získajú informácie o dvoch základných parametroch – o hĺbke hladiny podzemnej vody v jednotlivých pozorovacích vrtoch a o výdatnosti odvodňovacích zariadení. Oveľa zriedkavejšie a neúplnejšie sú údaje o chemizme podzemnej vody, jej vodivosti atď.

Z hľadiska hodnotenia hĺbky hladiny podzemnej vody (hpv) a jej zmien bola ako najvýstižnejšia odvodená kvantifikácia na základe tzv. referenčných hodnôt. Referenčné hodnoty možno získať z dlhodobých meraní na konkrétnom pozorovacom vrte pomocou zvolenej matematickej schémy. Matematická schéma, ktorú sme použili, využíva priemerné a extrémne hodnoty hĺbky hpv, namerané za určité referenčné obdobie (dĺžka obdobia predstavovala 3 roky, v prípade krátkodobejších pozorovaní rok). Za uvedené obdobie sa určila hodnota priemernej úrovne hĺbky (PÚ) hladiny podzemnej vody v každom

pozorovanom vrte a minimálna hĺbka (MH) hladiny od povrchu terénu. Vychádzalo sa pritom z jednoduchej predstavy, že čím vyššie sa nachádza úroveň hladiny podzemnej vody (čím je bližšie k úrovni povrchu terénu), tým je stabilný stav svahu nepriaznivejší. Úrovne hladiny vody, nachádzajúce sa hlbšie, ako dlhodobá priemerná úroveň, nemali z hľadiska účelového hodnotenia žiadny význam.

Pre odvodenie referenčných hodnôt bol prijatý nasledujúci postup – hodnota rozdielu medzi minimálnou a priemernou úrovňou hladiny podzemnej vody sa po delila piatimi [(MH-PÚ)/5], aby sa získal vstupný údaj (D) pre základnú škálu limitných hodnôt (tzv. hodnotiacu šablónu – obr. 2.1.1). Odvodili sa 4 limitné úrovne hladiny (prvá - definovaná ako PÚ + D, druhá ako PÚ + 3D, tretia ako PÚ + 4D a štvrtá ako PÚ + 5D). Takto zadefinované limitné úrovne sa aplikovali („prikladali“ na graf priebehu zmien hpv vo forme hodnotiacej šablóny) pri posudzovaní stavu hpv počas hodnoteného časového obdobia v každom pozorovanom vrte.

Obr. 2.1.1: Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie zmien úrovne hladiny podzemnej vody (záznam z pozorovania hladiny podzemnej vody vo vrte VČ-4 z lokality Veľká Čausa - zostavil S. Scherer, 2004)



Priaznivosť (či nepriaznivosť) stavu hpv z hľadiska stability svahu však nezávisí iba od aktuálnej úrovne hpv, ale i od počtu prekročení určitých limitných úrovní počas hodnoteného obdobia (opakujúce sa prekročenia určitých limitov vyjadrujú výraznú dynamiku kolísania podzemnej vody v svahu, čo je zo stabilného hľadiska nepriaznivá skutočnosť). Preto pri konečnom hodnotení vplyvu podzemnej vody na stabilný stav svahu sa zohľadnili obidva tieto základné faktory – úroveň hpv a frekvencia jej kolísania (tj. početnosť prekročenia určitých limitných úrovní). Na základe týchto dvoch faktorov bola vypracovaná stupnica pre posudzovanie aktuálneho stavu hpv z hľadiska stability svahu v hodnotenom období (napr. kalendárnom roku). Odvedených bolo 7 základných stupňov s presne definovanými podmienkami (tab. 2.1.4).

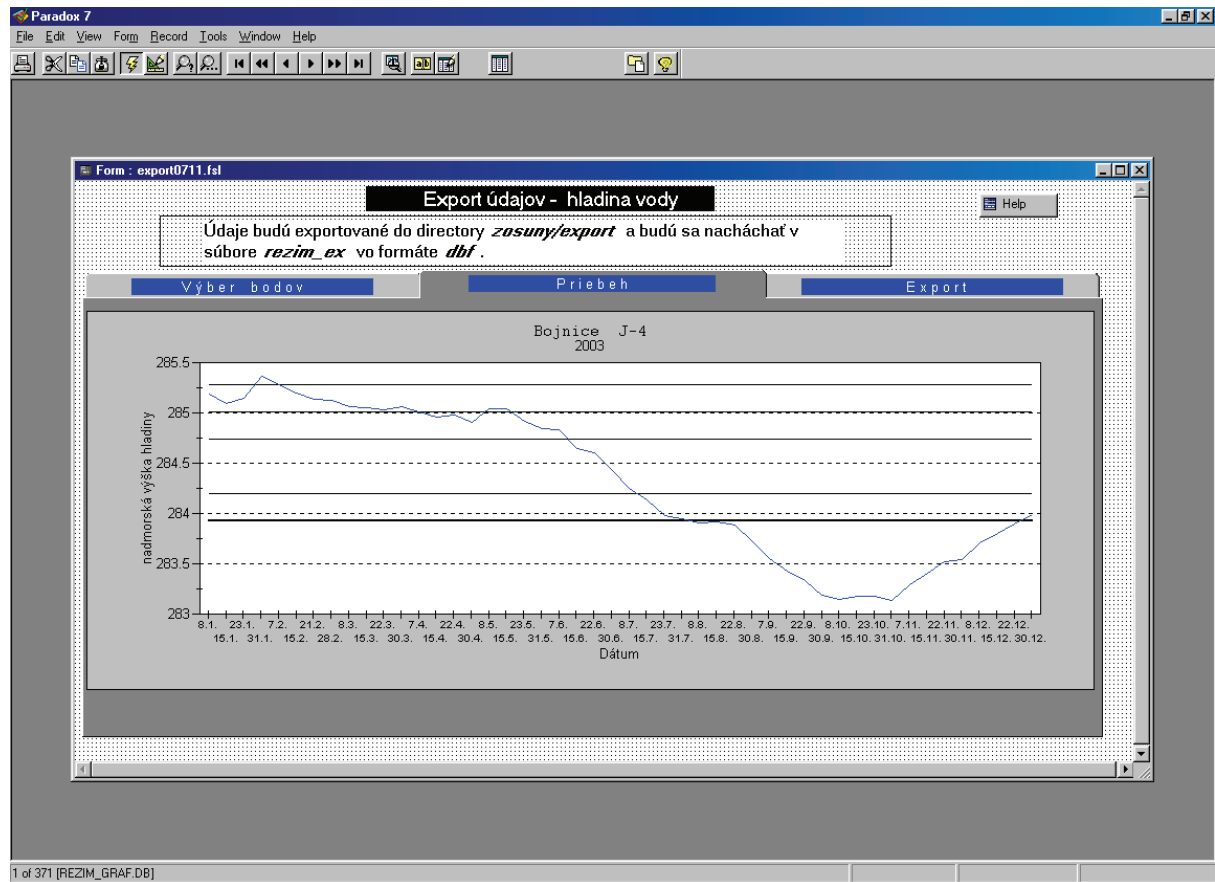
Tab. 2.1.4: Hodnotiaci škála výsledkov monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristika z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
1.	maximálne úrovne hladiny podzemnej vody (h _{pv}) v hodnotenom období neprekročili 1. limitnú úroveň	priaznivý	1.
2.	maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období neprekročili 2. limitnú úroveň		
3.	maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období neprekročili 3. limitnú úroveň a počet prekročení 2. limitnej úrovne je menší, ako 3	náznaky nepriaznivého	2.
4.	maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období neprekročili 3. limitnú úroveň a počet prekročení 2. limitnej úrovne je väčší, alebo rovný 3, alebo maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období neprekročili 4. limitnú úroveň a počet prekročení 3. limitnej úrovne je menší ako 3		
5.	maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období neprekročili 4. limitnú úroveň a počet prekročení 3. limitnej úrovne je väčší, alebo rovný 3, alebo maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období prekročili 4. limitnú úroveň jedenkrát		
6.	maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období prekročili 4. limitnú úroveň dvakrát	nepriaznivý	3.
7.	maximálne úrovne h _{pv} v hodnotenom období prekročili 4. limitnú úroveň viac, ako dvakrát		
8.	Voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu	nepriaznivý	3.
Priemerná výdatnosť odvodňovacieho zariadenia v hodnotenom období			
do 1 l.min ⁻¹			1.
1 až 3 l.min ⁻¹			2.
nad 3 l.min ⁻¹			3.

Za určitú výnimku z hodnotenia považujeme prípad, ak väčší piezometrický tlak podzemnej vody spôsobuje, že voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu. I keď množstvo vytekajúcej vody by bolo možné hodnotiť podľa kritérií pre výdatnosť odvodňovacích zariadení, domnievame sa, že nepriaznivost' samotného javu z hľadiska stabilných pomerov treba zvýrazniť samostatným hodnotiacim stupňom (stupeň 8 v hodnotiacej škále – tab. 2.1.4) a v grafickom výstupe vyjadriť špeciálnou značkou červenej farby.

V nadväznosti na hodnotenia výsledkov ostatných monitorovacích meraní bola škála zredukovaná do 3 základných stupňov, pričom pôvodné stupne 1 a 2 predstavujú výsledný stupeň 1 (teda nízku úroveň hladiny podzemnej vody), pôvodné stupne 3 a 4 výsledný stupeň 2 (stredná úroveň hladiny podzemnej vody) a pôvodné stupne 5, 6 a 7 výsledný 3. stupeň (vysoká, alebo kritická úroveň hladiny podzemnej vody - tab. 2.1.4, obr. 2.1.1). Príklad hodnotenia zmien hladiny podzemnej vody pre určité časové obdobie z konkrétnej lokality - na základe aplikácie opísaných kritérií - je vo forme výstupu z databázy údajov na obr. 2.1.2.

Obr. 2.1.2: Príklad semikvantitatívneho hodnotenia zmien hladiny podzemnej vody vo vrte J-4 na lokalite Bojnice pre obdobie roku 2003 na základe odvodených limitných úrovní (základný hodnotiaci stupeň 5, výsledný hodnotiaci stupeň 3)



Vzhľadom na rôznu frekvenciu meraní na rôznych lokalitách, ako aj možné výpadky meraní sme z hľadiska objektivity zaviedli do hodnotenia i tzv. stupeň spoľahlivosti. Odvodené limity (referenčné hodnoty) majú stupeň spoľahlivosti 1 ak počet dní medzi dvoma za sebou nasledujúcimi meraniami je menší, ako 30 a počet meraní je väčší ako 12. Stupeň spoľahlivosti 2 je zavádzaný v prípade, ak počet dní medzi dvoma za sebou nasledujúcimi meraniami je menší ako 90 a počet meraní v roku je väčší, ako 6. Konečne, stupeň spoľahlivosti 3 platí v prípade, ak nie sú splnené podmienky 1 a 2. Uvedené podklady umožňujú vypracovať stupnicu „priaznivosti“ úrovne hladiny podzemnej vody z hľadiska stability svahu v danom hodnotenom roku (alebo období).

Pri grafickom znázornení výsledkov semikvantitatívneho hodnotenia sme použili ešte jednu zásadu – v prípade, ak išlo o merania výdatnosti vertikálnych vrtov s napätou hladinou (voda z vrtu vyteká), použili sme hodnotenie samostatnou značkou červenej farby (t.j. vyjadruje z hľadiska stability nepriaznivý stav – bez ohľadu na množstvo vytekajúcej vody).

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilného stavu v podstate nie je možná. Zvýšenie výdatnosti objektov nemožno totiž jednoznačne hodnotiť ako priaznivý jav (dochádza k nemu zvyčajne pri zvýšenej zrážkovej činnosti a nasýtení svahu vodou) a naopak, zníženie výdatnosti môže znamenať priaznivú i nepriaznivú skutočnosť (suchý rok, alebo postupné zanášanie odvodňovacích objektov). Napriek tomu sa pri hodnotení zaviedla trojstupňová klasifikácia, vyjadrujúca priemernú výdatnosť objektu v hodnotenom období (priemerná výdatnosť do 1 l.min^{-1} , v rozmedzí 1 až 3 l.min^{-1} a nad 3 l.min^{-1} – tab. 2.1.4), ktorá sa však nevzťahuje k účelovému hodnoteniu aktuálnej stability svahu na základe stavu tohto parametra.

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. Najväčšia frekvencia meraní sa aplikuje vtedy, ak ide o aktívne sa rozvíjajúci pohyb. V takomto prípade sa i finančne najnáročnejšie metódy (geodetické a inklinometrické) používajú v kratších intervaloch (týždenných, mesačných). V prípade ukľudnenia pohybu sa pravidelné monitorovacie merania aplikujú s podstatne menšou frekvenciou (nákladnejšie merania zvyčajne až s ročným intervalom). Výnimkou sú iba režimové pozorovania. Z hľadiska komplexného zhodnotenia zmien hydrogeologických pomerov možno merania, vykonávané s menšou, ako dvojtýždennou frekvenciou, sotva považovať za režimové pozorovania. Najvhodnejšou metódou na získanie kontinuálnej informácie o tomto najdôležitejšom zosuvotvornom faktore je preto zaznamenávanie zmien automatickými hladinomerami (v roku 2003 boli 2 automatické hladinometry nainštalované na lokalite Liptovská Mara a dva na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko).

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003 na jednotlivých lokalitách je uvedená v prehľadnej tabuľke pri opise každej z pozorovaných lokalít. Pri pokračujúcom monitorovaní sa zvyčajne na základe zhodnotenia výsledkov meraní za určité obdobie (a z toho vyplývajúceho stupňa aktivity svahového pohybu) 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 za obdobie roku 2003. Štruktúra opisu jednotlivých lokalít je nasledujúca:

- stručná charakteristika lokality je analogická opisu z predchádzajúceho roku a uvádzame je iba z dôvodu úplnosti a zrozumiteľnosti textu;
- prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003 sumarizujeme v tabuľke. Výsledky monitorovania sú znázornené v situáciách a v grafoch a charakterizujú stav pozorovaných parametrov do konca kalendárneho roku 2003;
- výsledky monitorovania opisujeme postupne podľa aplikovaných monitorovacích metód. V rámci každej monitorovacej metódy najprv hodnotíme výsledky meraní za roky 2002 a 2003 (ich číselné hodnoty 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 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).

Spresenie predstáv o geologickej stavbe územia na základe geofyzikálnych meraní

Pre opísanie stavby geologického prostredia v línii reprezentatívneho profilu a pre identifikáciu pohybu podzemnej vody boli v roku 2003 aplikované metódy multielektrodového sondovania (MES) a spontánnej polarizácie (SP).

Metóda MES je základnou metódou pre geofyzikálne monitorovanie a predstavuje kombináciu metód odporového profilovania a vertikálneho elektrického sondovania. Vzhľadom na to, že meranie sa realizuje pomocou systému série elektrod. rozťahnutých s hustým krokom (cca 2 m) a počítačom riadeného adresovania vysielania prúdu a prijímania napätia, je možné z výsledku merania získať pomerne detailný obraz o rozložení zdanlivej rezistivity vo vertikálnom reze vedenom pozdĺž meraného profilu. Následné počítačové spracovanie umožňuje namerané dáta transformovať na súbor skutočných hodnôt rezistivity a cez ne získať obraz o reálnej štruktúre vyšetřovaného horninového prostredia. Opakovaným meraním je potom možné postihnúť aj drobné zmeny vo vyšetřovanom horninovom prostredí a posúdiť vývoj vplyvu rôznych faktorov na toto prostredie.

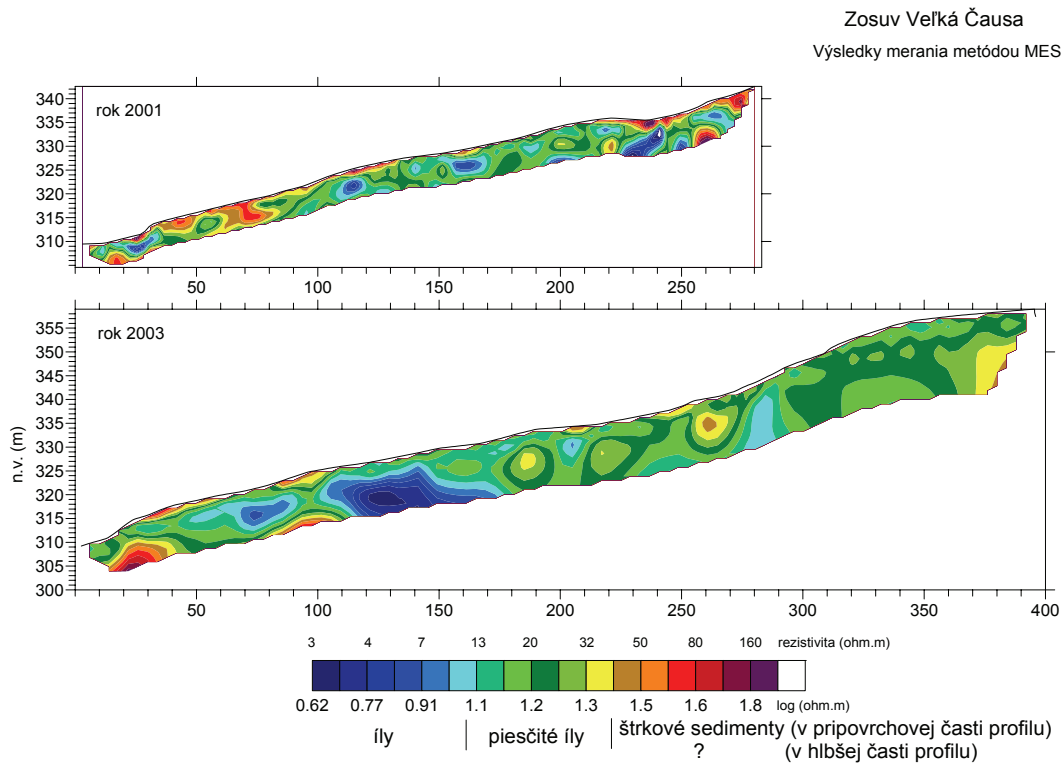
Podobne ako metóda MES vypovedá o priestorovej štruktúre merného elektrického odporu v meranom vertikálnom reze, metódou SP sa získavajú informácie o zmenách v pohybovom stave podzemnej vody v priestore telesa zosuvu.

Uvedené metódy sa aplikovali v roku 2001 v profile, vedúcom prelukou v rade domov. V línii profilu bolo vykonané základné meranie metódou MES. Pri opakovanom meraní v roku 2003 bola preluka uzavretá, preto sa zmeral paralelný profil (obr. 2.1.5). Pri tomto meraní metódou MES bolo vykonané aj meranie metódou SP. Výsledky oboch meraní metódou MES sú uvedené na obr. 2.1.3 a výsledky merania MES a SP z roku 2003 na zhodnom profile sú uvedené na obr. 2.1.4.

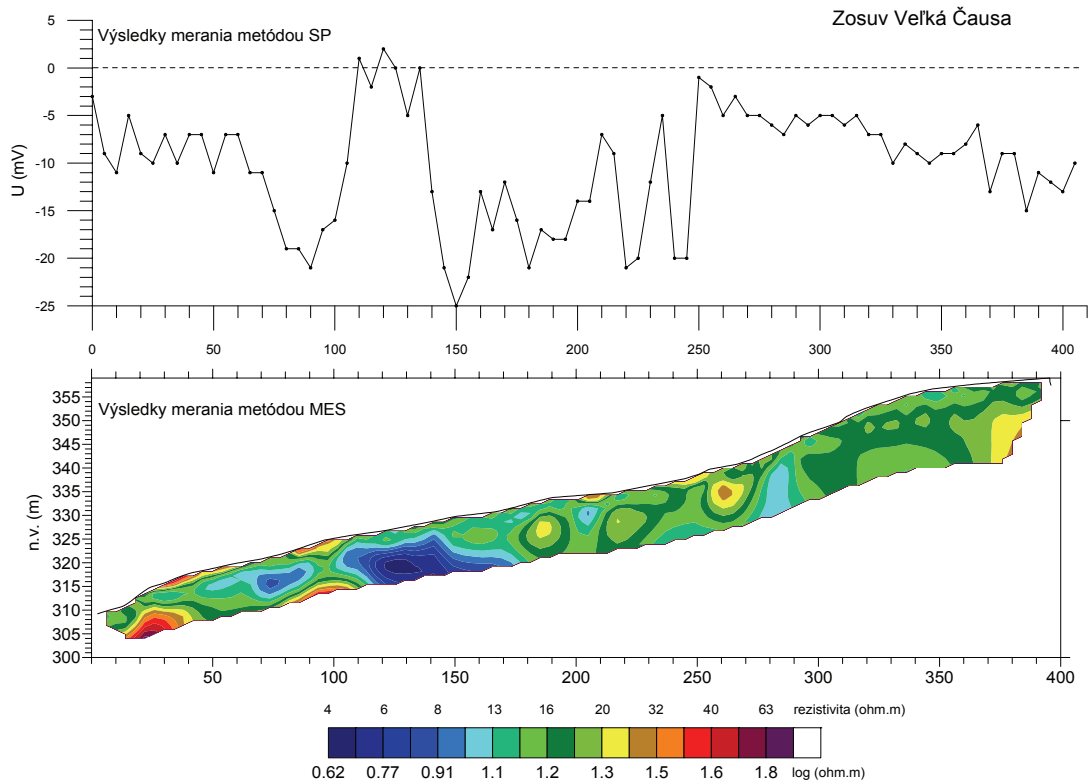
Odporový rez, ktorý bol získaný z merania v roku 2001 ukazuje, že horninové prostredie je silne heterogénne a je budované striedajúcimi sa ílovými a piesčito ílovými polohami. Na povrchu sú suchšie polohy piesčitých ílov a v dolnej časti profilu vystupujú dve polohy so zvýšeným odporom, ktoré možno identifikovať ako štrkové terasy. Relatívne stabilnejšia dolná časť profilu má dobrý odtok zrážkových vôd do podložných štrkov a možno predpokladať, že toto je dôvod jej stabilnejšieho správania. Stredná časť profilu obsahuje prevažne ílové a piesčito ílové polohy, ktoré sú pomerne heterogénne. V hornej časti profilu sa nachádzajú pevnejšie polohy piesčitého charakteru (obr. 2.1.3).

Meranie v roku 2003 na približne paralelnom profile identifikovalo podobný charakter stavby zosuvného svahu. Väčší hĺbkový dosah merania umožnil získať kompaktnjší obraz o prostredí. Aj v tomto profile v spodnej časti vystupujú polohy terasových štrkov na ktorých ležia lokálne ílové telesá, prekryté piesčitými sedimentmi.

Obr. 2.1.3: Porovnanie výsledkov merania metódou multielektrodového sondovania (MES), uskutočneného na lokalite Veľká Čausa v dvoch paralelných profiloch v rôznych časových obdobiach (zostavil V. Gajdoš)



Obr. 2.1.4: Výsledky merania metódami multielektrodového sondovania (MES) a spontánnej polarizácie (SP), uskutočneného na lokalite Veľká Čausa v roku 2003 (zostavil V. Gajdoš)



Od metráže 110 sa nachádza výraznejšie ílové teleso. Od metráže 150 zhruba po 250 boli identifikované hlinito piesčité sedimenty, ktoré môžu predstavovať priestor nestability vzhľadom na to, že majú značnú hrúbku a môžu sa nasýtiť značným množstvom zrážkovej vody. Vyššie od metráže 290 je celý zmeraný profil budovaný hlinito piesčitými sedimentmi, v ktorých podiel piesčitej zložky smerom k vyššej metráži stúpa (obr. 2.1.3).

Z grafu priebehu intenzity poľa SP vyplýva, že v dolnej časti profilu je sediment relatívne priepustný s miernym nárastom do kladných hodnôt. Nad suchou polohou je výrazné minimum, ktoré charakterizuje drenážny pohyb zrážkových vôd. Nad ílovou polohou v metráži od 100 po 140 je výrazná kladná anomália, ktorá je zrejme spôsobená pohybom podzemnej vody v tenkej pripovrchovej vrstve. Hlavné teleso zosuvu sa prejavuje zníženými hodnotami poľa SP a postupným poklesom jeho hodnôt v rozsahu metráže 150 až 250. Prejav poľa SP od metráže 250 až do konca profilu má charakter prúdenie podzemnej vody po spádnici svahu. Túto časť svahu je teda možné považovať za dostatočne priepustnú. Výrazné minimum v metráži 245 možno interpretovať ako prejav drenážneho efektu (obr. 2.1.4).

Vykonané merania možno považovať za základ monitorovania zmien v reprezentatívnom profile. Predpokladáme, že opakovaným meraním bude možné postihnúť aj drobné zmeny vo vyšetrovanom horninovom prostredí a posúdiť vývoj vplyvu rôznych pôsobiacich faktorov.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Pohybová aktivita v zosuvnom území sa krátkodobo monitorovala počas predchádzajúcich etáp prieskumu a sanácie svahu (prakticky od roku 1969) a postupne sa dobudovávala 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. 2.1.5.

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.5.

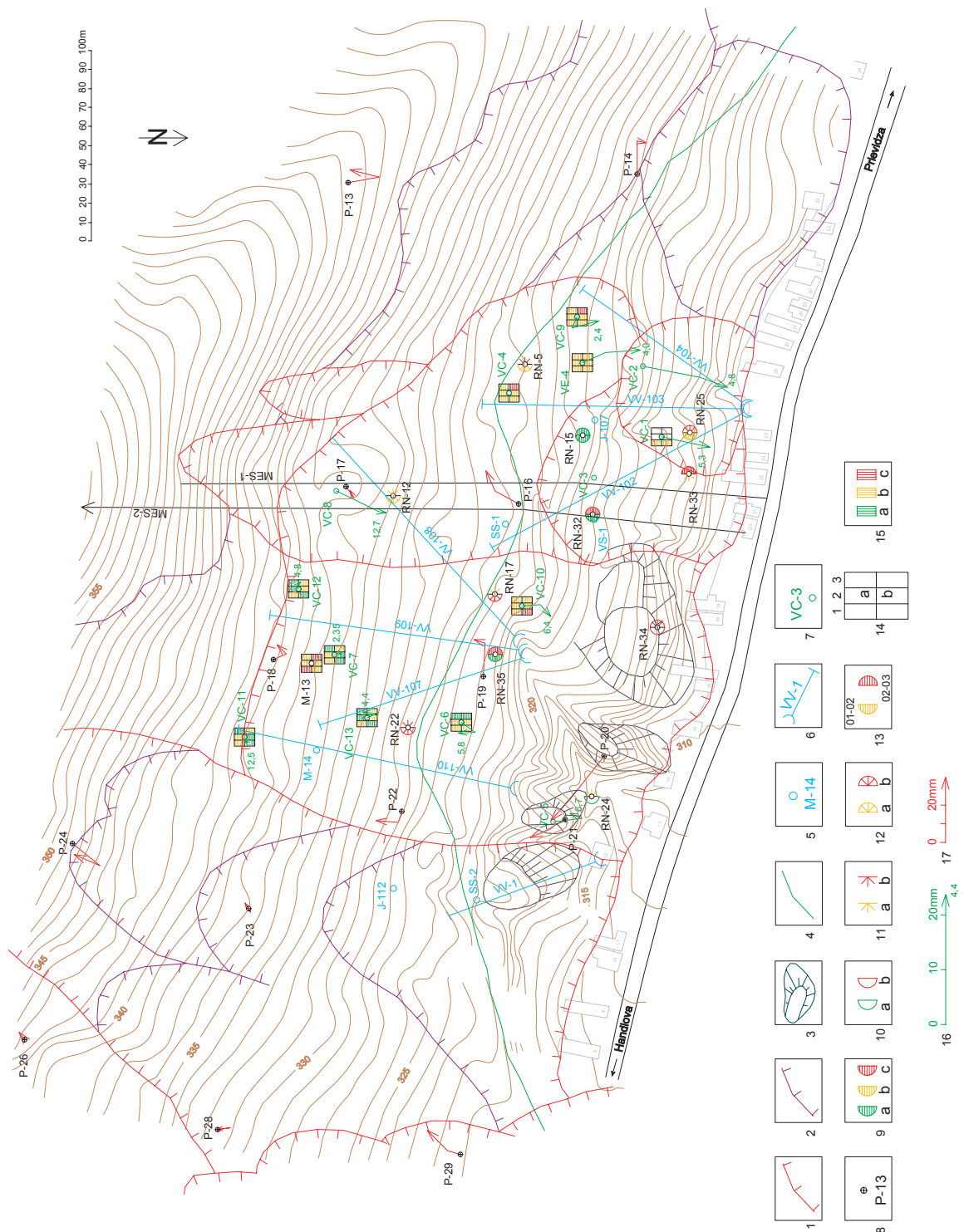
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2002 a 2003, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.1. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 je znázornený na obr. 2.1.5, 2.1.6 a 2.1.7, zmeny za celé obdobie monitorovania sú vyjadrené na obr. 2.1.8 a 2.1.9.

a/ Geodetické merania

Výsledky merania z augusta 2002 ilustrovali vcelku ukludnený stav povrchovej časti zosuvného územia. Najvýraznejšia hodnota premiestnenia bola zaznamenaná pri bode P-20 (30,61 mm za obdobie medzi meraniami v roku 2001 a 2002, čo v prepočte predstavovalo rýchlosť pohybu 24,5 mm/rok - príl. 1.1). Významný bol i zdvih tohto bodu až o 4 cm za obdobie od posledného merania. Naopak, najvýraznejší pokles (až 5,1 cm) bol zaznamenaný pri bode P-11.

Podľa výsledkov merania z mája 2003 zmena nastala iba pri bode P-9 (pokles 24 mm za obdobie 10 mesiacov). Najväčšiu polohovú zmenu (nad 16 mm) zaznamenal bod P-13. Celkovo možno stav povrchu zosuvu na základe výsledkov geodetického merania z mája 2003 hodnotiť ako ukludnený (obr. 2.1.5).

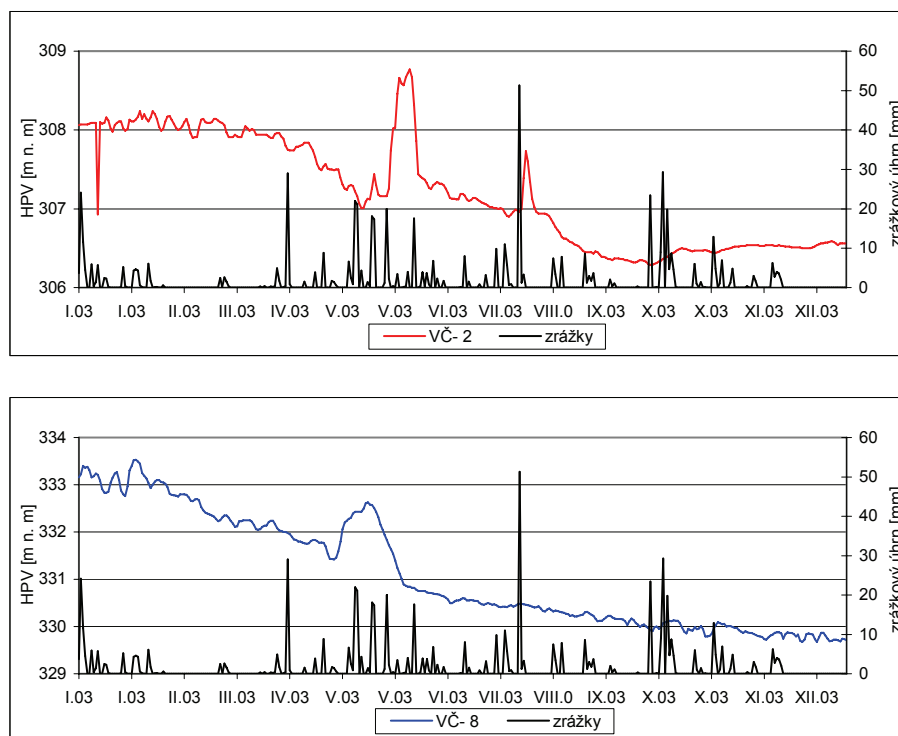


Tab. 2.1.5: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Čausa v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	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 (21. august 2002; 16. máj 2003)
Inklinometrické	13 (12 v roku 2003)	VČ-1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, VE-4 (vrt VČ-4 bol v roku 2003 nepriechodný)	2 3.september 2002(VČ-5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13,VE-4), 9. september 2002 (VČ-1, VČ-2); 25. apríl 2003 (VČ-5, 6, 7, 10, 11, 12, 13) 28. apríl 2003 (VČ-1, 2, 8, 9, VE-4)
Povrchových reziduálnych napätí	14 (11 v roku 2003)	RN-05, 12, 13, 15, 17, 21, 22, 24, 25, 30, 32, 33, 34, 35 (merania v bodoch RN-13, 21, 30 sa v roku 2003 neuskutočnili)	2 (11. september 2002; 24. apríl 2003)
Pulzných elektromagnet. emisií (PEE)	11 (10 v roku 2003)	VČ-1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, VE-4 (merania vo vrtoch VČ-1, 3 sa v roku 2003 neuskutočnili, pribudlo meranie vo vrte M-13)	4 (13. marec 2002; 3. október 2002; 10. apríl 2003; 26. august 2003)
Multielektródového sondovania (MES) a spontánnej polarizácie (SP)	1 profil	Profil dĺžky 410 m v centrálnej časti zosuvného územia	1 (24. júl 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11 (10 v roku 2003)	VČ-1, 4, 5, 6, 7, 11, M-14, J-112, SŠ-1, SŠ-2 (vrt VČ-1 sa v roku 2003 nemeral)	52 meraní v roku 2002; 49 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
	2	VČ-2, 8 – automatické hladinomery	kontinuálne (každú hodinu)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	8 (7 v roku 2003)	VV-1, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110 (vrt VV-1 sa v roku 2003 nemeral)	52 meraní v roku 2002; 49 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	denné úhrny zrážok

Najvýraznejšia pohybová aktivita územia z dlhodobejšieho hľadiska bola zaznamenaná v priestore bodov P-19, 20 a 21. Treba však upozorniť, že body P-20 a P-21 sú umiestnené na samostatných zosunutých blokoch v čele zosuvnej akumulácie. Z hľadiska pohybovej aktivity zosuvu je preto reprezentatívnejšia analýza premiestnení bodu P-19, ako aj bodov P-16 a P-17 (obr. 2.1.8). Po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich 20 rokoch dosiahli sumárnu hodnotu až okolo 2 metrov možno v súčasnosti konštatovať útlm pohybovej aktivity týchto bodov. Celkový útlm pohybovej aktivity od roku 2001 po súčasnosť potvrdzuje dlhodobá analýza výsledkov geodetických meraní (obr. 2.1.8).

Obr. 2.1.6: Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (HPV), zaznamenaný v roku 2003 automatickými hladinomeri, umiestnenými vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 na lokalite Veľká Čausa spoločne so znázornením denných zrážkových úhrnov zo stanice SHMÚ v Prievidzi



b/ Merania povrchových reziduálnych napätí

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.

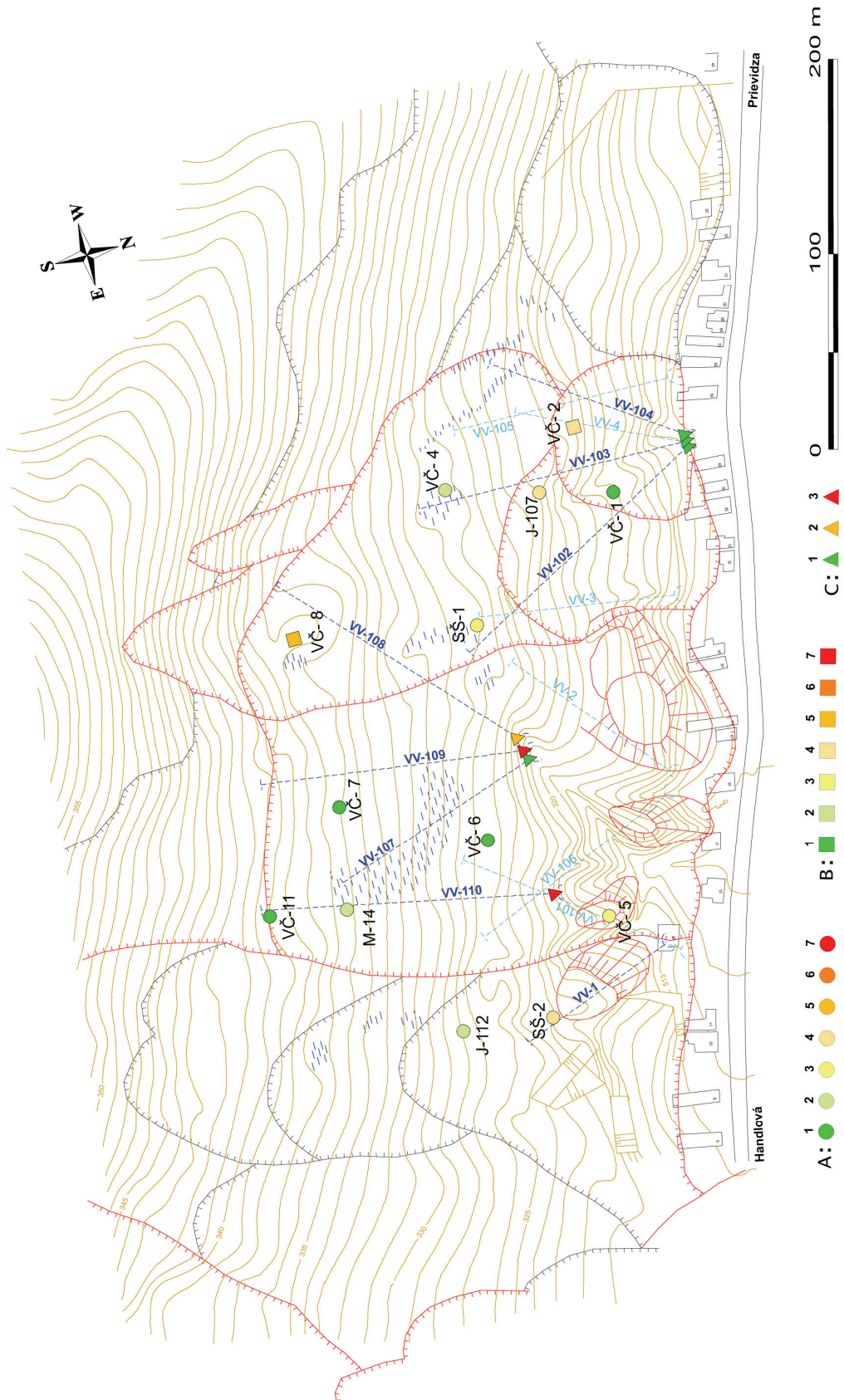
Pri meraniach v apríli 2003 bol identifikovaný celkový nárast tlakových napätí po spádnici svahu. Najvýraznejší nárast tlakov preukázali skúšky v bodoch RN-32 a RN-33. V akumulačnej časti zosuvu bola zaznamenaná zmena ťahových na tlakové napätia (okrem bodu RN-25 – obr. 2.1.5).

Vývoj povrchovej napätosti ilustrujú jej dlhodobé zmeny vo vybraných bodoch (obr. 2.1.8). Dlhodobo prevláda tendencia zachovania až mierneho znižovania tlakových napätí, prechádzajúca až do zmeny tlaku na ťah. Merania v roku 2003 však zaznamenali vo všeobecnosti nárast tlakových napätí a v akumulačnej časti zosuvu trend zmeny ťahových na tlakové napätia (obr. 2.1.5, 2.1.8).

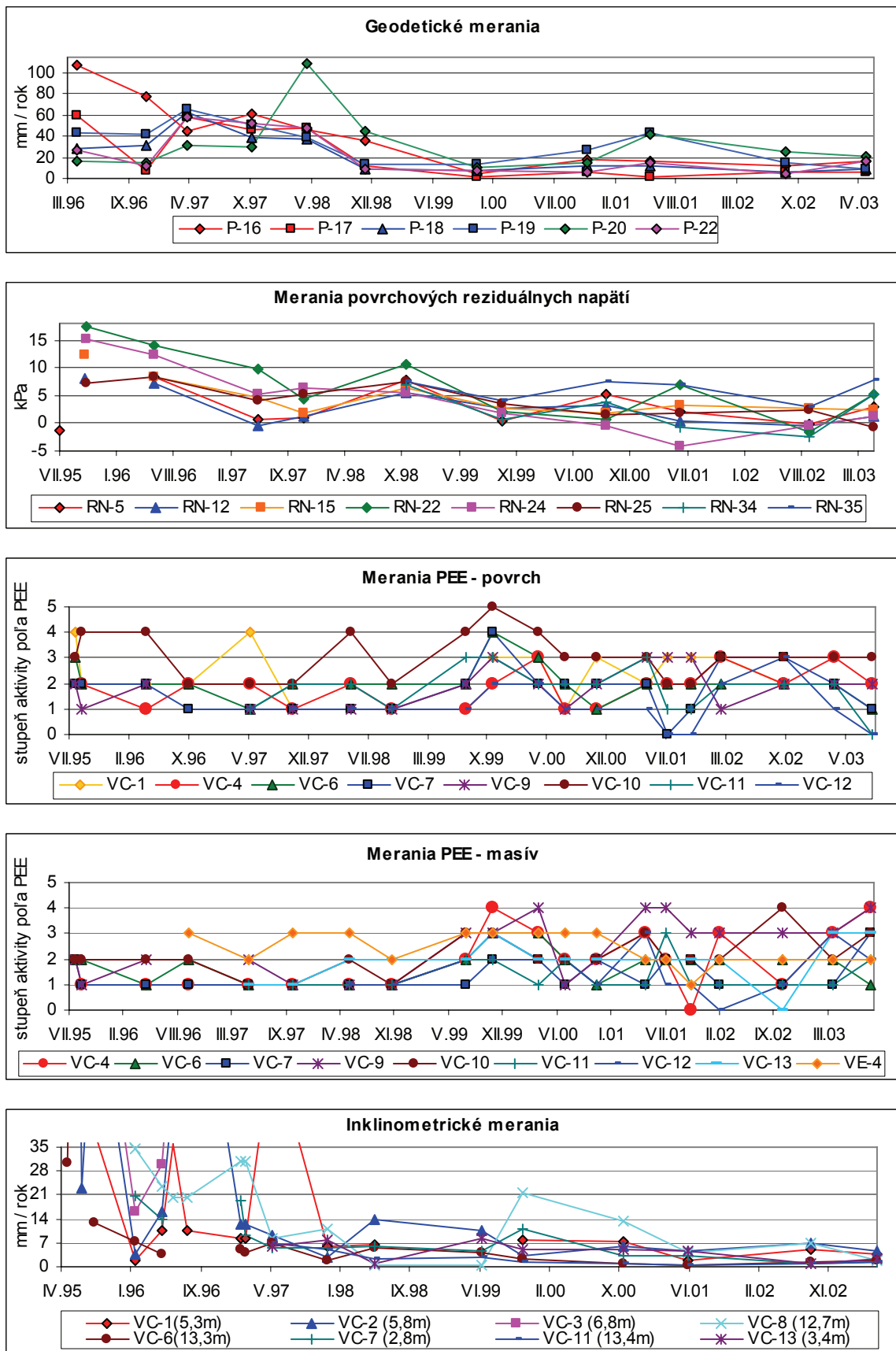
c/ Inklinometrické merania

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 bola zaznamenaná vo vrte VČ-8 v hĺbke až okolo 13 m od povrchu terénu. Na rozdiel od predchádzajúceho merania indikovali výsledky pozorovaní z roku 2002 aktivizáciu pohybu pozdĺž najhlbšie interpretovanej potenciálnej šmykovej plochy.

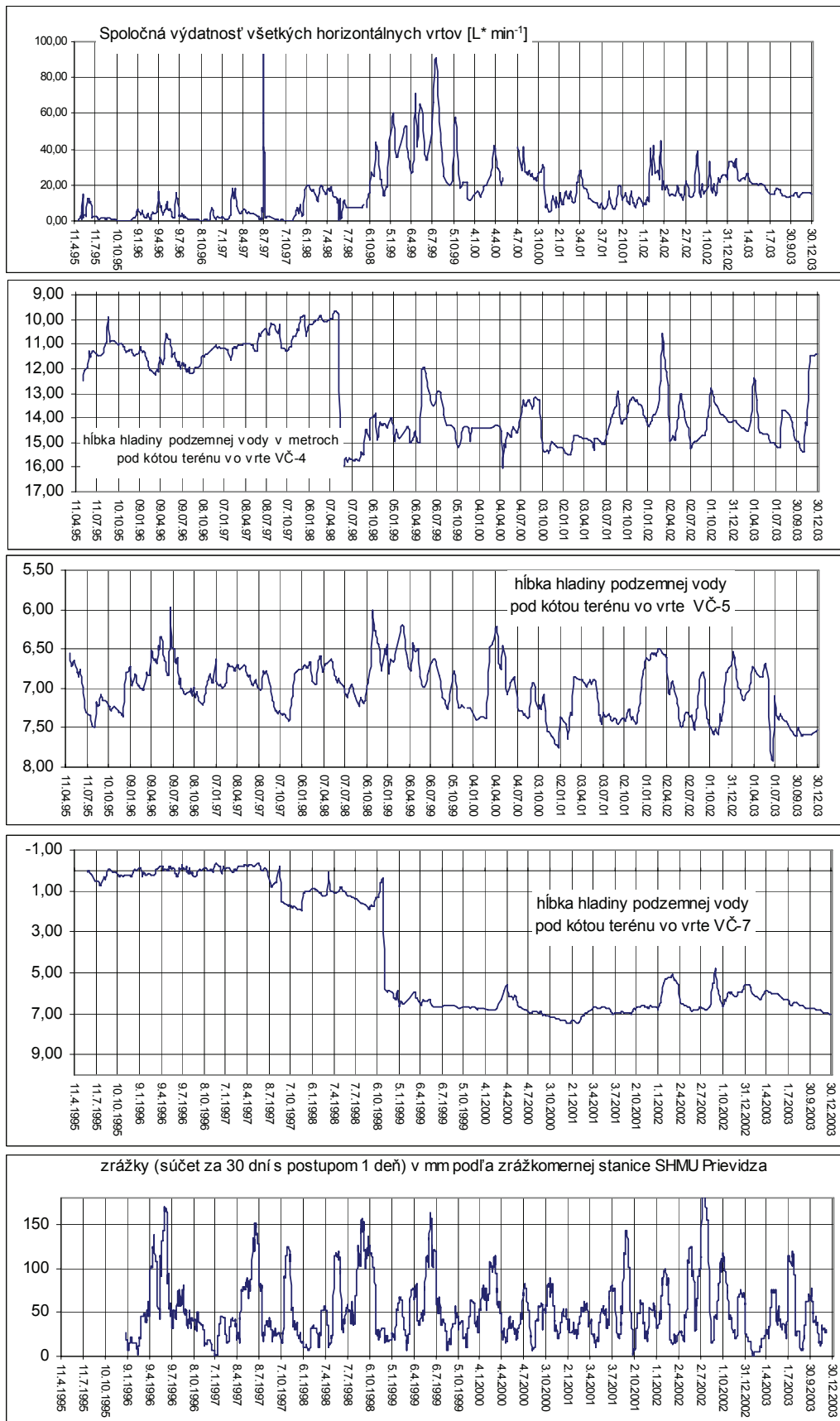
Obr. 2.1.7: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení v pozorovaných objektoch na lokalite Veľká Čausa za rok 2003. A – základné stupne hodnotenia stavu v piezometrických vrtoch podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, B – dťto pre automatické hladinomery, C – hodnotenie výdatnosti odvodňovacích zariadení. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.5



Obr. 2.1.8: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Veľká Čausa



Obr. 2.1.9: Výsledky režimových pozorování na lokalite Velká Čausa (na základe meraní pozorovateľa spracoval S. Scherer)



Pri meraniach v roku 2003 boli najväčšie deformácie zaznamenané v Z časti územia vo vrtoch VČ-2 (posuv 5,2 mm v hĺbke 4,8 m za obdobie 8 mesiacov), VE-4 (6,3 mm v hĺbke 4 m) a VČ-9 (5 mm v hĺbke 2,4 m – obr. 2.1.5). Z týchto zistení možno predpokladať, že predovšetkým v západnej časti zosuvu pokračuje dotvarovanie krípkového charakteru.

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 (obr. 2.1.8). Určitá pohybová aktivita pretrváva v západnej časti zosuvného územia.

d/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Najvyššie hodnoty napätosti pri meraniach v roku 2002 boli zistené vo vrte VČ-9, predovšetkým v hĺbkovej úrovni od 8 do 14 m (príl. 1.1). Jarné meranie v roku 2003 preukázalo vcelku ukludnený stav poľa PEE, avšak pri augustovom meraní bola pomerne vysoká aktivita poľa zaznamenaná vo vrtoch VČ-4 (v hĺbke 12,5 m), VČ-9 (13,4 m) a M-13 (7 až 9 m). Na lokalite možno konštatovať určitú opakujúcu sa zákonitosť – pole PEE má zvyčajne aktívnejšie prejavy počas jesenného cyklu merania.

Vývoj poľa PEE v niektorých charakteristických hĺbkach vybraných vrtoch je znázornený na obr. 2.1.8. 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. Z výsledkov meraní v roku 2003 vyplýva ukludnenie poľa PEE v pripovrchovej časti územia a mierne náznaky jeho aktivizácie v hĺbke masívu (obr. 2.1.8).

e/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Výrazný trend poklesu hladiny podzemnej vody počas roka 2003 zaznamenali obidva hladinomery (obr. 2.1.6). Rozkyv hladín v priebehu roka bol 2,48 m (VČ-2) a 3,86 m (VČ-8). Poklesový trend úrovne hladiny bol zachytený i meraniami v ostatných objektoch (od maxim v januári 2003 po zníženie stavov v letných a jesenných mesiacoch, ktoré vo väčšine objektov pretrvávalo až do decembra). Celková priemerná hladina (priemer hodnôt zo všetkých vrtoch) sa oproti roku 2002 nachádzala o cca 65 cm hlbšie – zo 7,35 m poklesla na 8,03 m pod úroveň terénu (príl. 1.1). Suchý rok 2003 sa prejavil aj pri celkovom hodnotení zmien úrovne hladiny podzemnej vody podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4 pri ktorom je celoročný stav úrovne hladiny podzemnej vody prakticky vo všetkých pozorovaných objektoch hodnotený priaznivo (obr. 2.1.7).

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. 2.1.9). Celkovo možno konštatovať všeobecne zníženú úroveň hladiny podzemnej vody, z čoho vyplývajú (pri dodržaní funkčnosti odvodňovacích zariadení) vcelku priaznivé dlhodobé stabilné prognózy.

Vzhľadom na to, že rok 2003 bol veľmi suchý z hľadiska veľkosti zrážkových úhrnov, hladina podzemnej vody bola v tomto roku ešte poklesnutejšia.

f/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2003 boli zaznamenané najväčšie výdatnosti v prvých mesiacoch roka (január až marec), potom výdatnosť nepravidelne klesala. Najvýdatnejšie boli vrty VV-110 (výdatnosť 10 až 17 l.min⁻¹) a VV-109 (3 až 12 l.min⁻¹) – obr. 2.1.7.

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.9. 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. Spoločná priemerná výdatnosť drenážnych prvkov v roku 1999 dosiahla veľkosť 39,12 l.min⁻¹. Po roku 1999 nastal opäť relatívne rovnovážny stav hladín podzemnej vody, ktorý je ovplyvnený už len zrážkovými pomermi a dobou zdržania. Po roku 1999 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov klesla, ale zostala stále pomerne vysoká. V roku 2000 bola spoločná priemerná výdatnosť 22,33 l.min⁻¹, v roku 2001 poklesla na 12,9 l.min⁻¹, ale v nasledujúcich rokoch opäť stúpila na 20,52 l.min⁻¹ a v roku 2003 poklesla na 19,5 l.min⁻¹. Z hodnotenia výdatnosti drenážnych prvkov vyplýva, že extrémne stavy sú výrazne menšie (obr. 2.1.9).

g/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch preberané zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Ročný úhrn zrážok v roku 2003 na stanici Prievidza bol 490,5 mm a na stanici Ráztočno 575,5 mm. Ak porovnáme priemerný zrážkový úhrn za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2002 zo stanice Prievidza (673 mm) a zo stanice Ráztočno (predstavuje 781 mm) so zrážkovým úhrnom v roku 2003, predstavuje 73,6% (Ráztočno), resp 72,8% (Prievidza) dlhodobého priemeru, čo podľa zaužívanej metodiky charakterizuje rok 2003 ako veľmi suchý. Porovnanie s dlhodobým priemerom v roku 2002 predstavovalo 119,4% (Prievidza), resp. 108,9% (Ráztočno), v dôsledku čoho bol rok 2002 charakterizovaný ako normálny (Ráztočno) až vlhký (Prievidza).

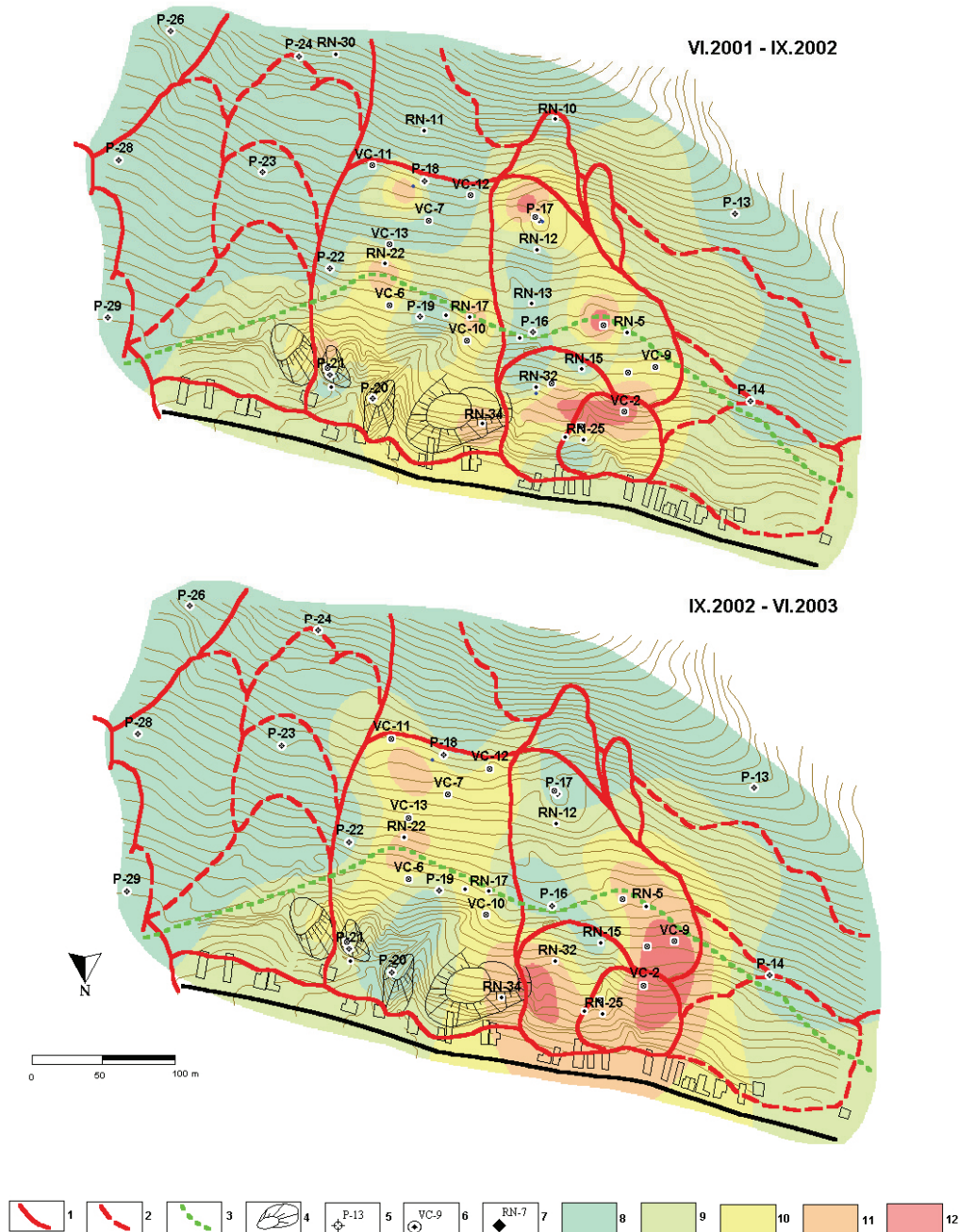
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V snahe vyjadriť prehľadnou formou výsledky celého komplexu uskutočnených monitorovacích meraní, použili sme pri ich spracovaní metódu multikriteriálneho hodnotenia v súlade s tab. 2.1.3. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.10. Pre porovnanie uvádzame i výsledky hodnotenia podľa tých istých kritérií pre stav z roku 2002.

Pomerne nepriaznivé hodnotenie územia ako celku (zvlášť jeho západnej časti) vyplýva zo skutočnosti, že väčšina meraní v roku 2003 bola realizovaná v jarných mesiacoch roku 2003. Namerané údaje charakterizujú teda stav, odrážajúci podmienky po pomerne vlhkom roku 2002 a po jarnom topení snehu. To, že rok 2003 bude hodnotený ako veľmi suchý je výsledkom stavu, ktorý nastal v letných a jesenných mesiacoch, čo sa na výsledkoch monitorovacích meraní môže prejaviť pri nasledujúcom cykle merania v roku 2004. Vzhľadom na uvedené skutočnosti, zo všetkých monitorovacích meraní najvýstižnejšie charakterizujú celoročný stav prostredia v roku 2003 výsledky režimových pozorovaní, prehodnotené podľa kritérií, uvedených v tab. 2.1.4 a znázornené na obr. 2.1.7. Podľa výsledkov tohto hodnotenia bola úroveň hladiny podzemnej vody z hľadiska stabilitného stavu v celom území v roku 2003 priaznivá.

Určitá pohybová aktivita, predovšetkým v západnej časti územia pretrváva, i keď v roku 2003 môže byť čiastočne spomalená v dôsledku podmienok, ktoré boli z hľadiska stability územia priaznivé (veľmi suchý rok). Napriek tomu považujeme za potrebné zopakovať konštatovania z predchádzajúceho roku o tom, že pre spoľahlivé sanovanie zosuvného svahu je potrebné čo najskôr svah hĺbkovo odvodniť v území nad záhradami a zrealizovať jeho rekultiváciu. Uskutočnenie uvedených opatrení viackrát požadoval riešiteľ prieskumu (INGEO, Žilina) i monitoringu (ŠGÚDŠ, Bratislava). Pokračujúci pohyb môže nepriaznivo ovplyvniť celkovú stabilitu svahu a ohroziť viacero obytných domov, predovšetkým na JZ okraji obce.

Obr. 2.1.10: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.3) na lokalite Veľká Čausa za roky 2002 a 2003. 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 (spracovali P. Paudiš a P. Wagner)



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, z ktorých sa niektoré aktivizovali po zrážkovej anomálii na jar roku 1995. Zosuvy sa vyvinuli v prostredí miocénneho šlírového súvrstvia, pokrytého kvartérnymi hlinami s výskytom andezitových úlomkov. Okrem geologickej stavby, podmieňujúcej vznik zosuvov, pôsobí na stabilitu svahov nepriaznivo i erozívna činnosť vodného toku, podrezávajúceho svah. V zosuvnom území možno odlišiť 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. 2.1.11). 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 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.6.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.2. Vývoj zmien povrchových reziduálnych napätí za roky 2002 a 2003 je znázornený na obr. 2.1.11 a za celé obdobie pozorovania na obr. 2.1.13. Semikvantitatívne hodnotenie režimových pozorovaní za rok 2003 je na obr. 2.1.12 a zmeny režimových pozorovaní za celé obdobie monitorovania sú vyjadrené na obr. 2.1.14.

a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

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.

Meranie v apríli 2003 preukázalo celkovo veľmi výrazný vzrast tlakových napätí hlavne v strednej časti svahu. Ťahové napätia v meraných bodoch zistené neboli (obr. 2.1.11).

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 (obr. 2.1.13). V roku 2002 sa svah nachádzal v období prípravy na vytváranie takýchto trhlín (najvýraznejšie v okolí bodu RN-10 za okrajom zosuvného telesa). Z výsledkov meraní v roku 2003 vyplýva, že lokálne ťahové trhliny pravdepodobne už vznikli a svah sa nachádzal v stave nárastu tlakových napätí, ktorý sa prejavil vo všetkých meraných bodoch (príl. 1.2).

b/ Inklinometrické merania

Pri meraní v roku 2002 bol jediný inklinometrický vrt na tejto lokalite, MČ-1, priechodný iba do hĺbky 5,5 m. I keď vysvetlenie jeho nepriechodnosti nie je jednoznačné (merania v posledných rokoch naznačovali skôr útlm pohybovej aktivity zosuvných hmôt), ďalšie inklinometrické merania na lokalite nemožno uskutočňovať.

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Vo viacerých piezometroch sa v období rokov 2002 a 2003 hladina podzemnej vody nachádzala 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 bolo možné charakterizovať podľa porovnania s dlhodobým pozorovaním ako extrémne vysoký.

Zrážkové úhrny v roku 2003 boli nízke, čo sa odrazilo i na výsledkoch z merania hĺbky hladiny podzemnej vody. Hĺbka hladiny podzemnej vody mala vo väčšine piezometrov klesajúcu tendenciu od obdobia január až marec po koniec roka (2.1.14). Vo viacerých piezometroch klesla hladina podzemnej vody k dlhodobému minimu, respektíve ešte nižšie. Celková priemerná hladina sa oproti roku 2002 nachádzala o cca 46 cm hlbšie (z 2,36 m poklesla na 2,82 m pod úroveň terénu). V piezometri MČ-6, kde v minulých rokoch bol sezónny výtok podzemnej vody, v roku 2003 hladina podzemnej vody nestúpila nad pažnicu. Vcelku priaznivé je i semikvantitatívne hodnotenie úrovne hladiny podzemnej vody za rok 2003, okrem západnej časti územia, kde pretrvával pomerne vysoký stav hladiny v jarých mesiacoch vo vrtoch MČ-7 a Z-7 (obr. 2.1.12). Vo vrte MČ-3 je naďalej zaznamenávaný preliv.

Na základe analýzy dlhodobých meraní možno konštatovať, že hladina podzemnej vody v roku 2003 dočasne poklesla (obr. 2.1.14). Pokles hladiny podzemnej vody však nie je dôsledkom úspešnosti sanácie, ale nízkych zrážkových úhrnov v hodnotenom roku.

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť odvodnenia sa meria iba na výtoku drenážneho rebra DR-2 (obr. 2.1.12). Je preto pochopiteľné, že súborné hodnotenie zmien odvodnenia územia na základe tohto bodového údaja nie je možné. Kolísanie výdatnosti drénu vcelku zákonite súvisí s vodnatosťou prostredia v rôznych časových obdobiach – najviac vody vyteká v jarých a čiastočne i v jesenných mesiacoch. Priemerná dlhodobá výdatnosť drénu predstavuje $3,5 \text{ l.min}^{-1}$ (extrémy $0,4$ až 30 l.min^{-1}). V roku 2003 bola priemerná výdatnosť drénu DR-2 veľmi blízka dlhodobému priemeru, pričom predstavovala $3,4 \text{ l.min}^{-1}$ (od 15 l.min^{-1} v januári po $0,88 \text{ l.min}^{-1}$ koncom júna až po úplné vyschnutie v letných mesiacoch). Výdatnosť vrtu MČ-3 sa počas roka výrazne nemenila (priemerne vytekalo $0,18 \text{ l.min}^{-1}$)

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2002 a 2003 zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Hodnotenie zrážkových pomerov je rovnaké, ako pri lokalite Veľká Čausa.

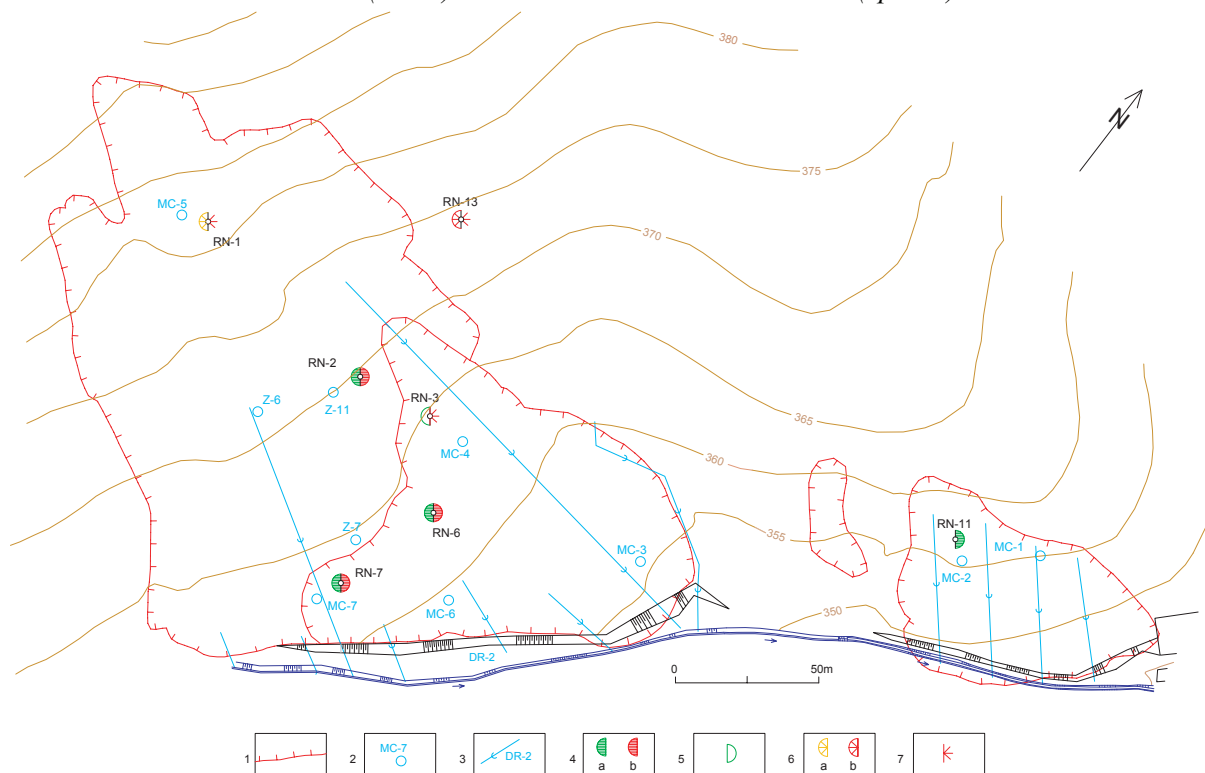
Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.14.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Napriek veľmi suchému roku 2003 je spodná časť väčšieho zosuvu trvalo zamokrená a vo vrte MČ-3 sa nachádza vztlaková voda. Náznaky zhoršovania stabilného stavu väčšieho zosuvu ilustruje výrazné zvýšenie hodnôt tlakových povrchových reziduálnych napätí. V podstatne stabilnejšom stave sa nachádza menší zosuv.

Možno konštatovať, že v dôsledku neúplnej sanácie je zosuvný svah potenciálne nestabilný, čo v prípade nepriaznivých klimatických podmienok môže viesť k obnoveniu pohybovej aktivity predovšetkým v priestore väčšieho zosuvu.

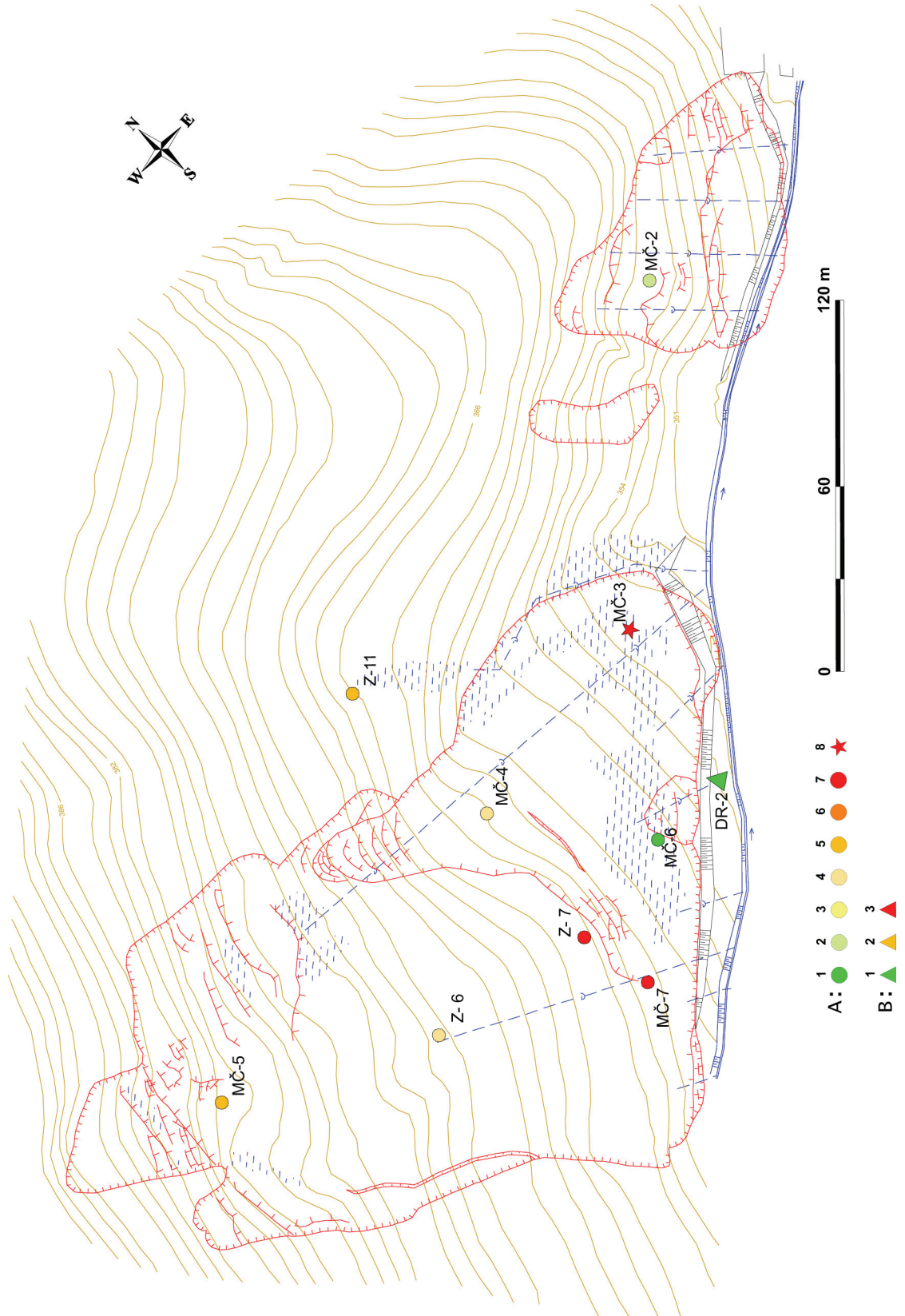
Obr. 2.1.11: Lokalita Malá Čausa – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003. 1 – morfológické ohraničenie zosuvov, 2 – piezometrické vrty, 3 – odvodňovacie drény, 4 – povrchové reziduálne napätia (RN) tlakové: pokles a mierny nárast (do 20%), b/ výrazný nárast (nad 100%), 5 – povrchové reziduálne napätia ťahové: a/ pokles a mierny nárast (do 20%), 6 – zmena charakteru napätia z tlaku na ťah: a/ do 3 kPa, b/ väčšia, než 3 kPa, 7 – zmena charakteru napätia z ťahu na tlak väčšia, než 3 kPa – vo vysvetlivkách 4 až 7 porovnanie stavu z IX.02 so stavom z VI.01 (vľavo) a stavu z IV.03 so stavom z IX.02 (vpravo)



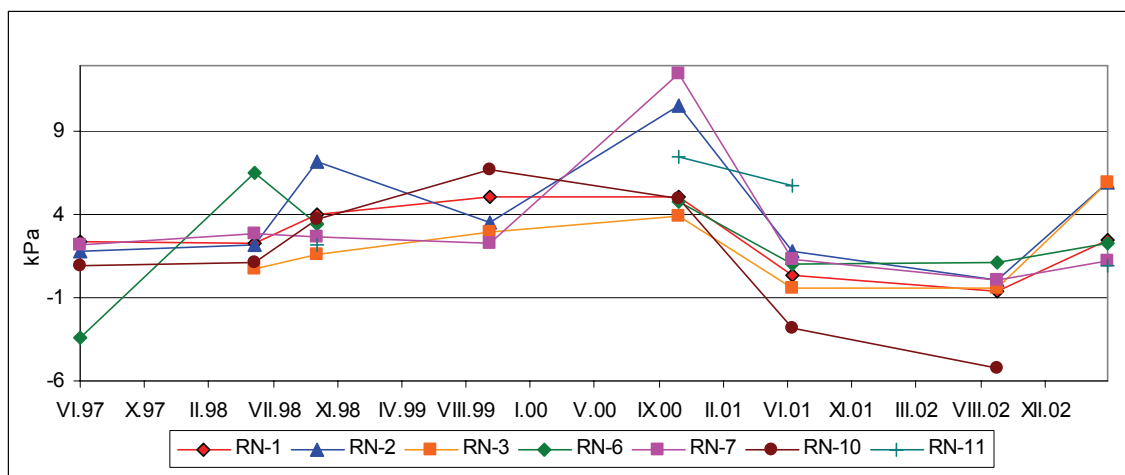
Tab. 2.1.6: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Malá Čausa v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Inklinometrické	1	MČ-1 (vrt je od merania v roku 2002 priechodný iba do hĺbky 5,5 m)	1 (9. september 2002)
Povrchových reziduálnych napätí	9 (7 v roku 2003)	RN-01, 02, 03, 06, 07, 10, 11, 12, 13 (merania v bodoch RN-10 a RN-12 sa v roku 2003 neuskutočnili)	2 (9. september 2002; 23. apríl 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	9	MČ-1, 2, 4, 5, 6, 7, Z-6, 7, 11	24 meraní v roku 2002; 24 meraní v roku 2003 (1x za 2 týždne)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	DR-2, MČ-3	24 meraní v roku 2002; 24 meraní v roku 2003 (1x za 2 týždne)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	denné úhrny zrážok

Obr. 2.1.12: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacieho zariadenia v pozorovaných objektoch na lokalite Malá Čausa za rok 2003. A – základné stupne (1 až 7) hodnotenia stavu v piezometrických vrtoch podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, 8 – vertikálny vrt s trvalým merateľným prelivom, B – hodnotenie výdatnosti odvodňovacieho zariadenia. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.11



Obr. 2.1.13: Dlhodobé zmeny hodnôt povrchového reziduálneho napätia na lokalite Malá Čausa



2.1.4.3 Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko

Stručná charakteristika lokality

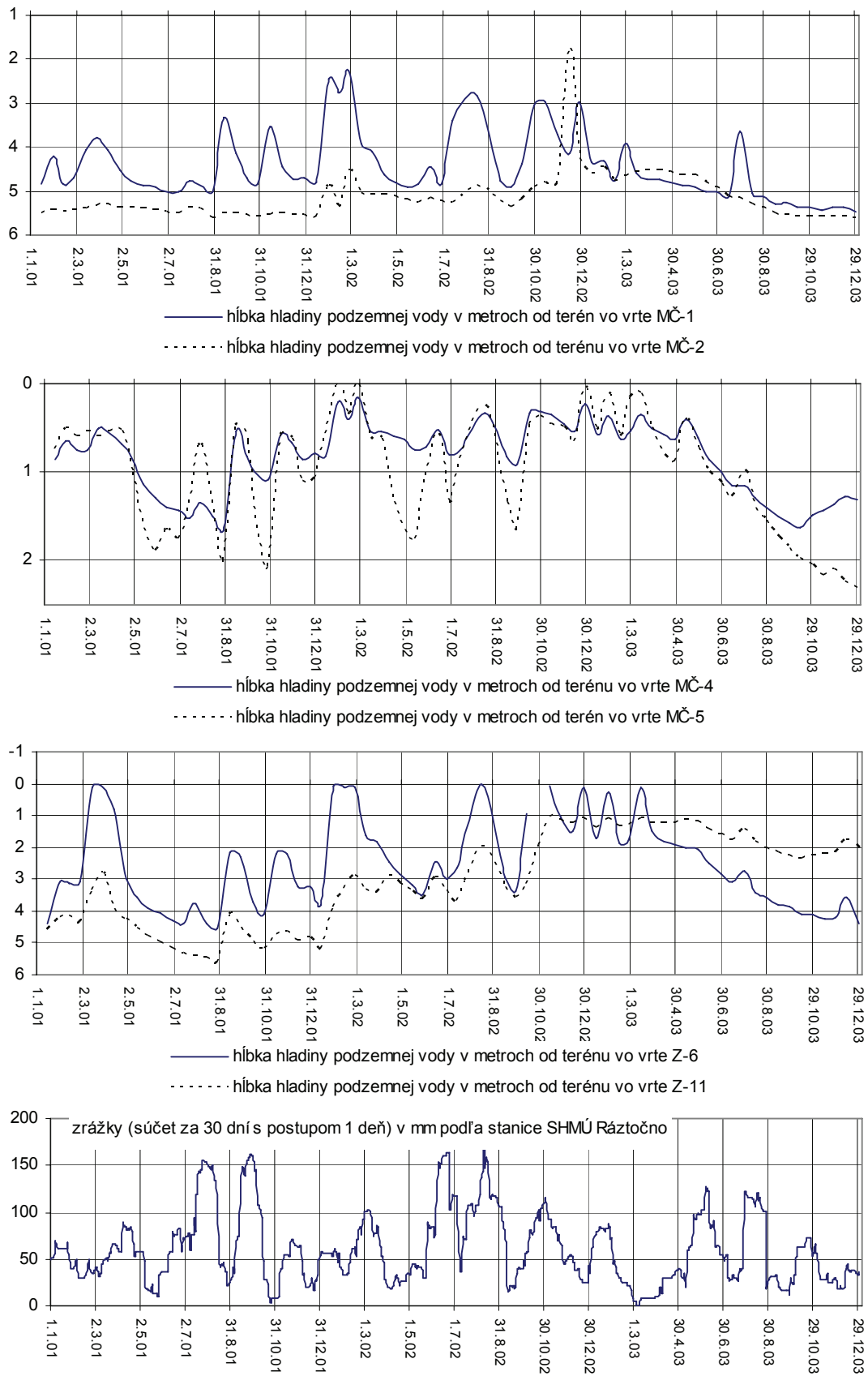
Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová. O jeho výstavbe sa rozhodlo po tom, ako boli všetky územné celky s vhodnejšími inžinierskogeologickými pomermi pre bytovú výstavbu v intervale mesta vyčerpané. Ide o prvé sídlisko na Slovensku, ktoré sa projektovalo a postavilo v rokoch 1974 až 1977 na svahových poruchách (Nemček, 1982). Preto už počas prípravy výstavby sa vychádzalo z podmienky, že pre zabezpečenie stability obytných objektov i železničnej trate je nevyhnutné realizovať dlhodobé funkčné odvodnenie svahov s trvalou údržbou odvodňovacích zariadení a realizáciou kontrolných monitorovacích vrtov. 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. 2.1.15). Žiaľ, údržba systému v určitých časových úsekoch bola nedostatočná, vrty museli byť periodicky prečisťované a mnohé prestali byť funkčné (Šimeček, 2000). V jeseni 2002 sa uskutočnilo rozsiahle prečistenie horizontálnych vrtov (celkom 47 ks), dobudovanie ďalších odvodňovacích vrtov (8 vrtov z jám a 2 vrty v oblasti Jánošíkovej cesty) a doplnenie siete pozorovacích piezometrických vrtov (celkom 37 nových monitorovacích vrtov, označené sú písmenom P – obr. 2.1.15).

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

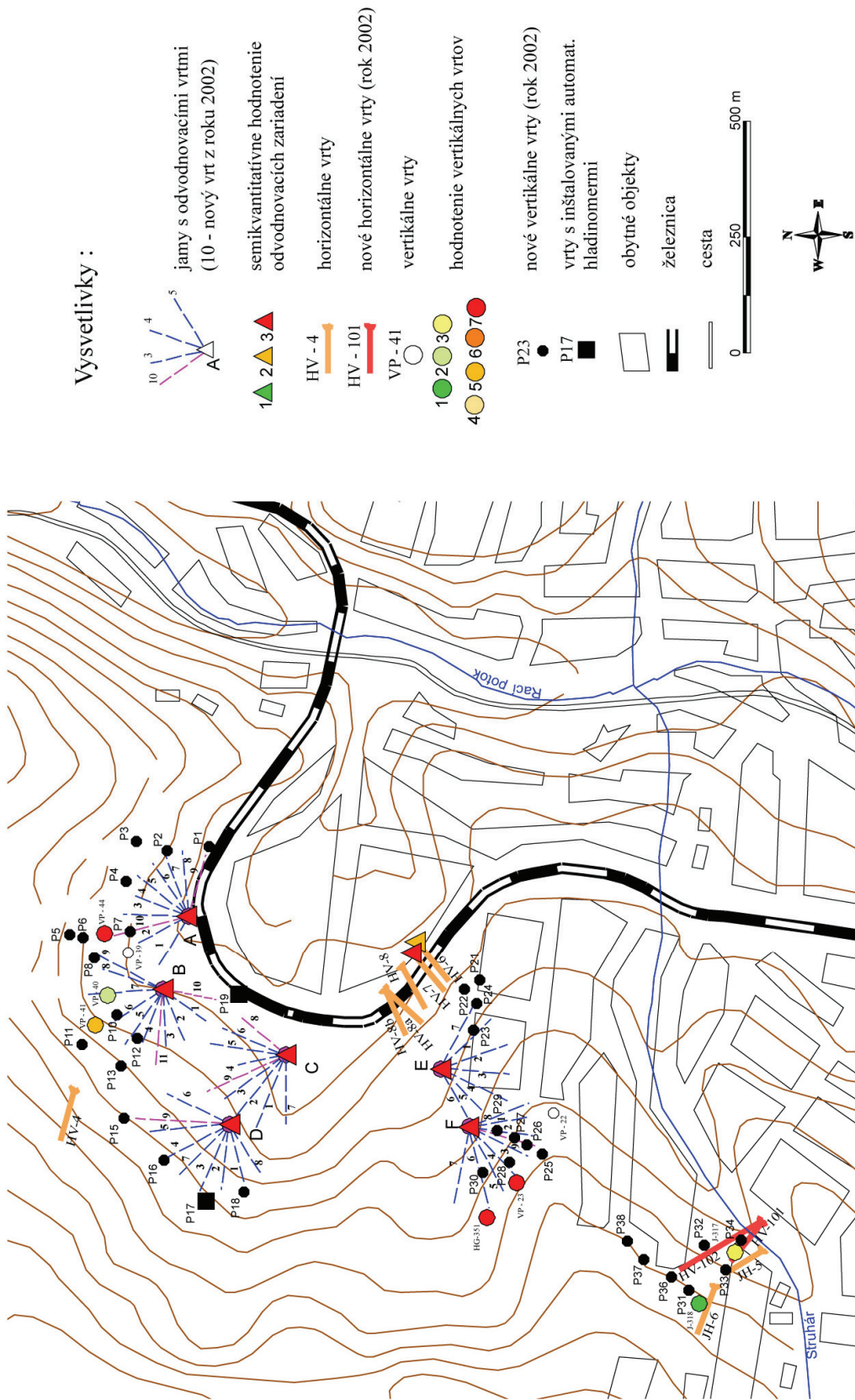
Na základe rozdielnych inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok sa celá pozorovaná oblasť (súborne nazvaná ako Morovnianske sídlisko) rozdeľuje na nasledujúce samostatné celky (obr. 2.1.15):

- d. Oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby (jamy A, B, C, D);
- e. Oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou (jamy E, F);
- f. Oblasť Jánošíkova cesta.

Obr. 2.1.14: Výsledky režimových pozorování na lokalite Malá Čausa (na základe meraní pozorovateľa spracoval S. Scherer)



Obr. 2.1.15: Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko – situácia monitorovaných objektov a semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4



Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Z monitorovacích metód sa na lokalite vykonávali 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. 2.1.7. Existujúca sieť geodetických bodov sa neudržiava a geodetické merania sa nevykonávajú.

Tab. 2.1.7: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	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 (Jánošíkova cesta)	52 meraní v roku 2002 53 meraní v roku 2003 (1x za týždeň – uvádzajú sa objekty s najvyšším počtom uskutočnených meraní)
	35	P-1 až P-8, P-10 až P-13, P-15 až P-21, P-23 až P-38	15 meraní v roku 2003 (1x za mesiac)
	2	P-19, P-17 - automatické hladinomery (nainštalované 21.11.2003)	kontinuálne (každú hodinu)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	14	A (10 odvodňovacích vrtov: HVA-1 až 9, HVA-10 - nový), B (11 vrtov: HVB-1 až 9, HVB-10 a 11 - nové), C (9 vrtov: HVC-1 až 7, HVC-8 a 9 - nové), D (9 vrtov: HVD-1 až 8, HVD-9 - nový), HV-4 (oblasť nad železničným oblúkom); E (7 vrtov: HVE-1 až 7), F (9 vrtov: HVF-1 až 8, HVF-9 - nový), HV-6, HV-7, HV-8, HV-8a, HV-8b (Malá Hôrka); JH-5, JH-6, HV-101, HV-102 (Jánošíkova cesta)	52 meraní v roku 2002, 53 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie režimových pozorovaní za roky 2002 a 2003

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2003 bol zaznamenaný trend poklesu hladiny podzemnej vody od maxím, ktoré vo väčšine pozorovaných objektov boli zaznamenané v januári (príl. 1.3). Najväčší rozkyv bol zaznamenaný vo vrtoch VP-44 (3,9 m), VP-41 (3,2 m) a J-317 (cca 3 m). V porovnaní s rokom 2002 celková priemerná úroveň hladiny podzemnej vody poklesla o 0,39 cm (z 8,32 m na 8,71 m). V nových vrtach boli maximálne hladiny zaznamenané taktiež prevažne v januári a minimálne v novembrových a decembrových mesiacoch.

Rozkvy hladín, presahujúci 7 m bol zaznamenaný vo vrtoch P-4, P-28, P-31, P-17 a P-18. Obdobie funkčnosti automatických hladinomerov bolo veľmi krátke na to, aby bolo možné namerané hodnoty hlbšie analyzovať.

Výsledky semikvantitatívneho hodnotenia režimových pozorovaní za rok 2003 sú spracované na obr. 2.1.15. Z výsledkov vyplýva, že pomerne výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrtoch HG-351 a VP-23 v priestore jamy F a vo vrte VP-44 medzi jamami A a B. Nové vrty, realizované na sklonku roku 2002 sme semikvantitatívne nehodnotili, pretože dĺžka meraní ešte nedosahuje požadovanú dĺžku referenčného obdobia. Trend poklesu úrovne hladiny podzemnej vody v priebehu roku 2003 sa v nich však prejavil veľmi výrazne (obr. 2.1.16).

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť odvodňovacích zariadení v roku 2003 výrazne klesala od začiatku roka (január) až po minimum, zaznamenané prevažne v októbri a novembri (obr. 2.1.16). Najväčšia výdatnosť bola nameraná v jame A ($617,14 \text{ l.min}^{-1}$ dňa 1.1.) a poklesla na hodnotu $13,88 \text{ l.min}^{-1}$ (dňa 9.12). V porovnaní s rokom 2002 bol súčet priemerných výdatností odvodňovacích zariadení nižší (poklesol z $601,7$ na $526,2 \text{ l.min}^{-1}$). Charakteristický dlhodobý cyklus zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.16. Kým v roku 2001 najväčšie výdatnosti boli zaznamenané v apríli a dosahovali iba okolo $600 \text{ m}^3.\text{deň}^{-1}$, v roku 2002 boli maximum zaznamenané už v marci a ich hodnota presahovala až $1400 \text{ m}^3.\text{deň}^{-1}$. V roku 2003 najväčšie výdatnosti boli namerané v januári a ich maximálna hodnota bola o niečo nižšia v porovnaní s predchádzajúcim rokom (predstavovala $1300 \text{ m}^3.\text{deň}^{-1}$). Minimálne výdatnosti v posledných mesiacoch roku 2003 boli nižšie, ako v tom istom období v predchádzajúcom roku a blížili sa k hodnote $100 \text{ m}^3.\text{deň}^{-1}$.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 na stanici Handlová bol 910 mm . V roku 2003 bol podstatne nižší, iba $658,4 \text{ mm}$. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie 10 rokov (1993 až 2003) je 824 mm . Z porovnania vyplýva, že úhrn za rok 2002 bol $110,4 \%$ dlhodobého priemeru a za rok 2003 iba $79,9 \%$. Podľa zaužíwanej metodiky možno rok 2002 charakterizovať ako normálny, avšak rok 2003 ako veľmi suchý.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

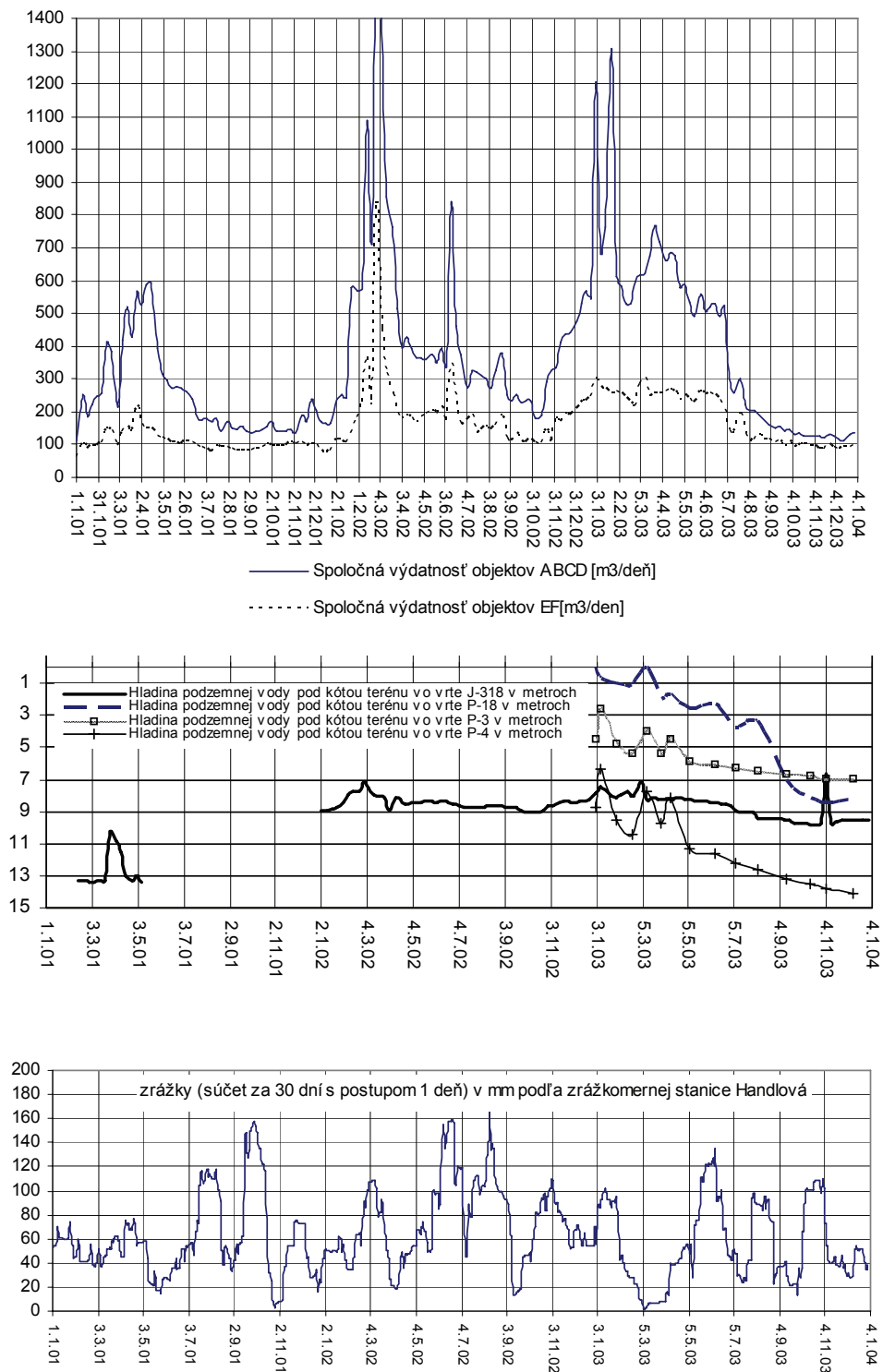
Rekonštrukciou devastovaných odvodňovacích jám a prečistením horizontálnych odvodňovacích vrtov v roku 1999 a 2002 sa vytvorili podmienky pre obnovenie odvodňovania zosuvných území, nachádzajúcich sa nad železničným oblúkom v oblasti Morovnianskeho sídliska i oblasti Malá Hôrka. Časový priebeh veľkosti 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.

Veľmi suchý rok 2003 sa prejavil v celkovom poklese úrovne hladiny podzemnej vody v celom zosuvnom území a v znížení celkovej výdatnosti horizontálnych vrtov a odvodňovacích objektov. Výsledky monitorovacích meraní v roku 2003 preukazujú celkovo priaznivý, stabilizovaný stav zosuvného územia.

Z hľadiska možnej náhlejšej aktivizácie svahových pohybov bol dlhodobo najnepriaznivejší stav v oblasti Jánošíkovej cesty vzhľadom na nedostatočné odvodnenie svahu, ktorý je navyše podmieňaný pokračujúcou eróziou potoka. Po realizácii nových

odvodňovacích vrtov (HV-101 a HV-102) sa tento stav čiastočne zlepšil, i keď ho v rámci posudzovanej lokality považujeme stále za najmenej priaznivý.

Obr. 2.1.16: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko (na základe meraní pozorovateľa spracoval S. Scherer)



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. V novembri 1998 na základe upozornenia obyvateľov z Kunešovskej cesty 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 jarných 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 podložia 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 (obr. 2.1.17).

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

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.8.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.4. Hodnoty pozorovaných ukazovateľov, namerané v rokoch 2002 a 2003 sú znázornené na obr. 2.1.17 a zhodnotenie režimových pozorovaní za rok 2003 na obr. 2.1.18. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.19 a 2.1.20.

a/ Geodetické merania

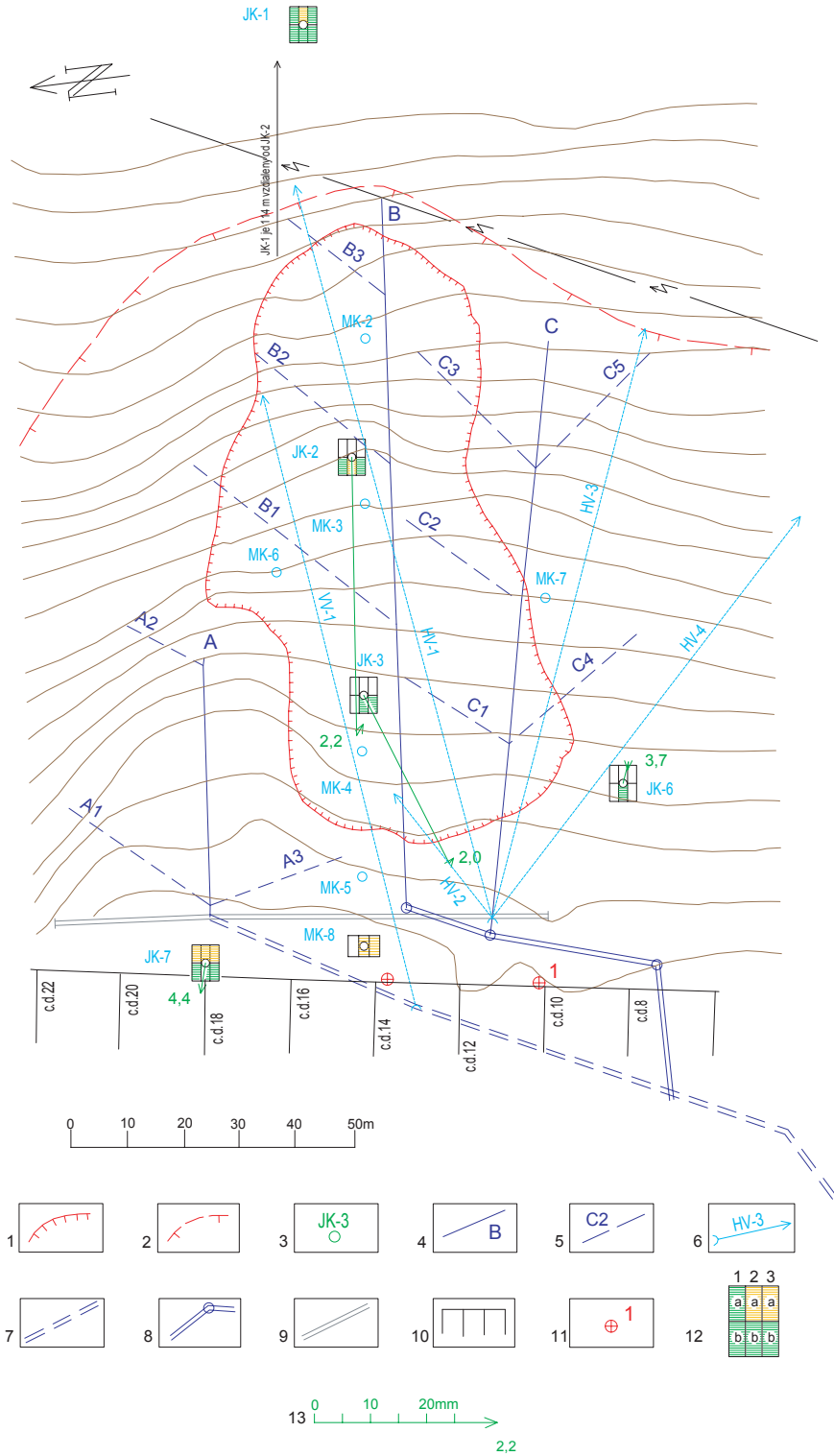
V roku 2003 boli inštalované v oblasti zosuvu, nachádzajúcej sa v kontakte s obývanou zónou 2 meracie body (1, 2 – obr. 2.1.17). Počas roka však došlo k porušeniu pevného bodu siete, v dôsledku čoho boli realizované merania skreslené. Po vypracovaní novej metodiky merania s využitím pozície pevného bodu č. 46 bolo v novembri 2003 uskutočnené nové meranie, ktoré možno považovať za základné pre ďalší cyklus pozorovaní.

b/ Inklinometrické merania

Meranie zo septembra 2002 nadviazalo na meranie z júna 1999, ktoré bolo vykonané ešte pred realizáciou sanačných opatrení. Namerané deformácie teda zahrňovali aktívny stav pred sanáciou, ako aj vplyvy realizácie sanačných opatrení (výkopy, horizontálne vrty).

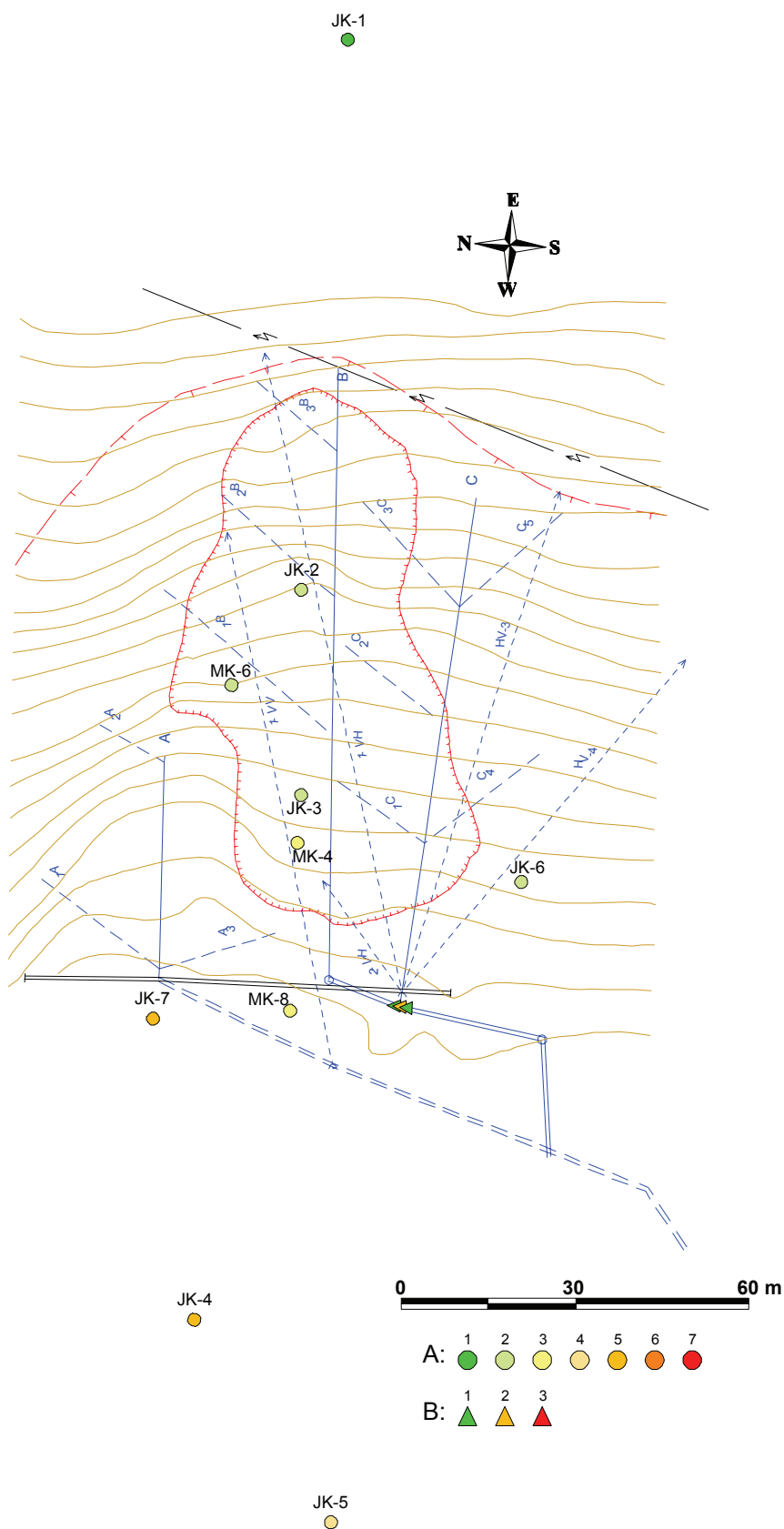
Obr. 2.1.17: Lokalita Handlová – Kunešovská cesta. Situácia monitorovacích objektov a výsledky monitorovacích meraní v rokoch 1999 až 2003. 1 – ohraničenie aktívneho zosuvu z jesene 1998, 2 – ohraničenie starších svahových deformácií, 3 – prieskumné a monitorovacie vrty, 4 – stabilizačno - odvodňovacie 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 – geodetické body, 12 – znázornenie aktivity podľa PEE a/ v priepovrchovej zóne, b/ v hĺbke masívu počas rôznych cyklov merania (1 – 7.VIII.2002, 2 – 10.IV.2003, 3 – 24.IX.2003); bez príznakov a s náznakmi aktivity – zelená farba, pomerne nízka a stredná aktivita – žltá farba), 13 – mierka vektorov inklinometrických deformácií za obdobie VI.99-IX.02-IV.03 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

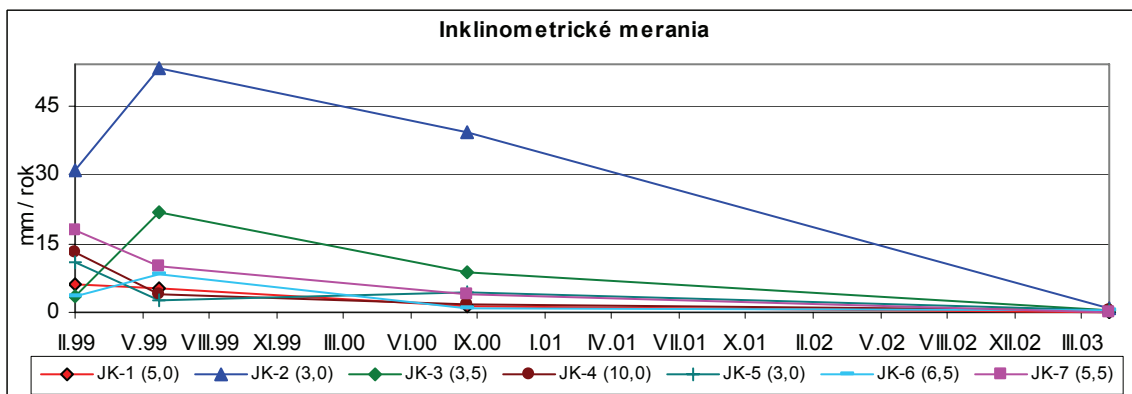
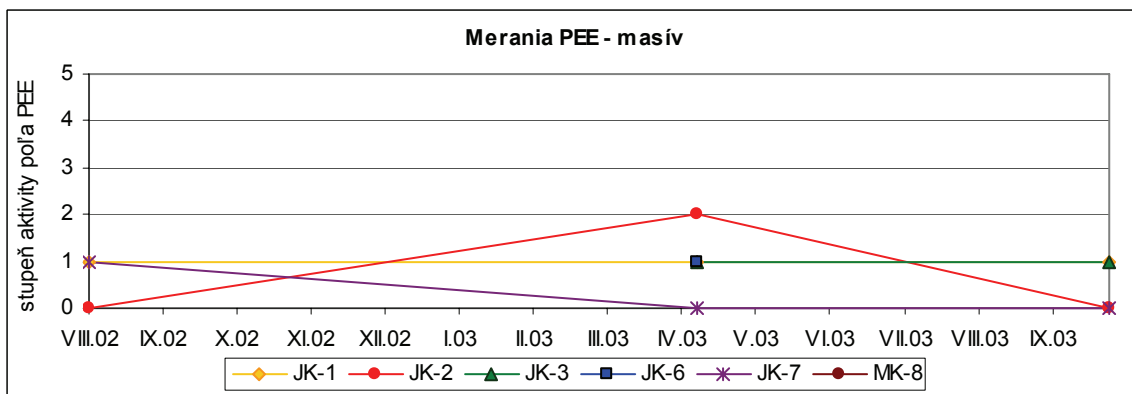
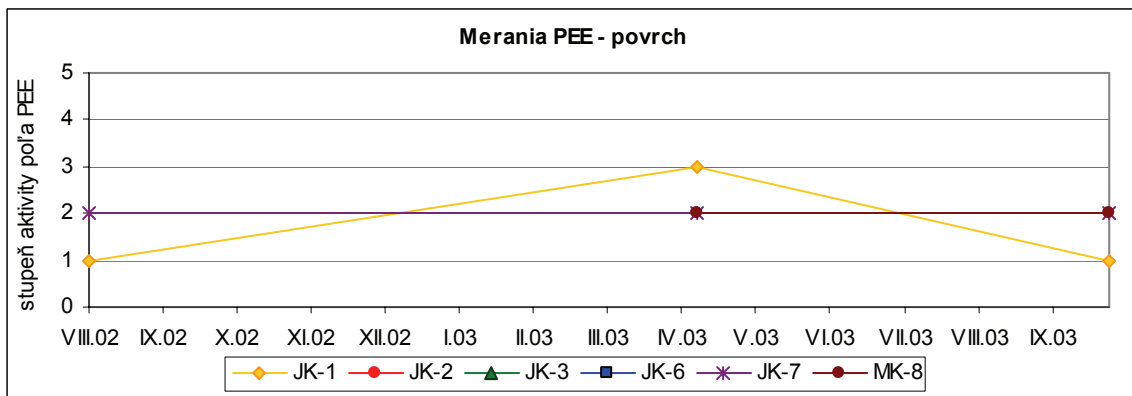


Obr. 2.1.18: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4 v pozorovaných objektoch na lokalite Handlová – Kunešovská cesta za rok 2003. A – základné stupne (1 až 7) hodnotenia stavu v piezometrických

vrtoch, B – hodnotenie výdatnosti odvodňovacích zariadení. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.17



Obr. 2.1.19: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlová – Kunešovská cesta



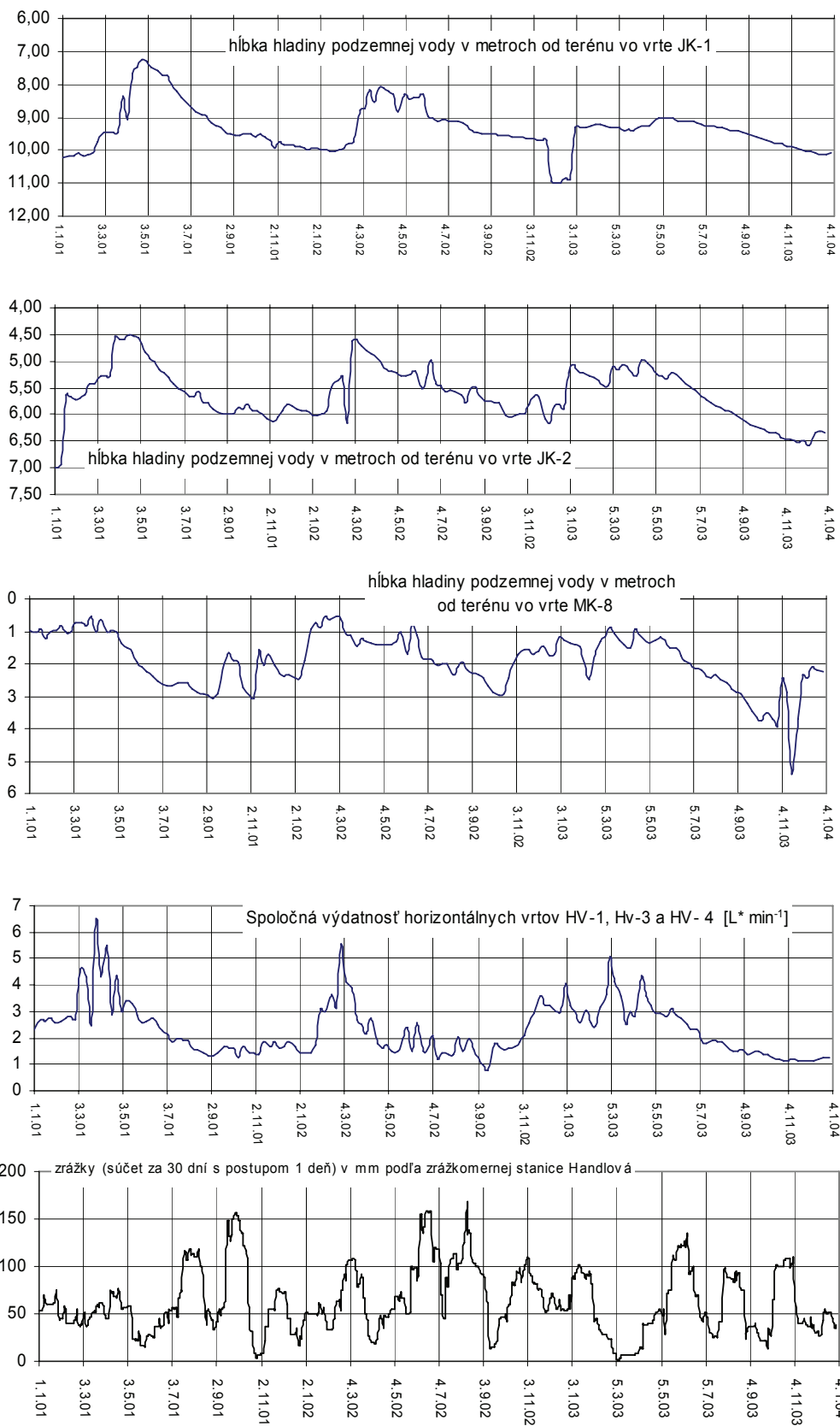
Z hľadiska preukázania efektu vykonaných sanačných prác bolo významné meranie v roku 2003, ktoré zachytilo stav zosuvného svahu po uskutočnení sanačných opatrení. Možno konštatovať, že meraním z apríla 2003 bolo preukázané celkové ukludnenie pohybovej aktivity (obr. 2.1.17, 2.1.19). Nevýrazné náznaky aktivizácie pohybu boli zaznamenané vo väčších hĺbkach (okolo 10 m).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Vo vrtoch JK-1 a 7 bolo pole PEE v auguste 2002 ukludnené. Vo vrte JK-2 bol zaznamenaný vplyv kovového potrubia v hĺbke cca 6 m.

V apríli 2003 boli zaznamenané prejavy stredného stupňa aktivity poľa PEE vo vrte JK-1 do hĺbky cca 5 m. Meranie v septembri preukázalo vcelku ukludnené pole PEE vo všetkých vrtoch (obr. 2.1.17, 2.1.19).

Obr.2.1.20: Výsledky režimových pozorování na lokalite Handlová – Kunešovská cesta (na základe meraní pozorovateľa spracoval S. Scherer)



Tab.2.1.8: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – Kunešovská cesta v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	4	MK-2, 46, 1 (3), 2 (22)	3 (1.marec 2003, 25. október 2003 a 22. november2003)
Inklinometrické	7	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2 (10. september 2002; 24. apríl 2003)
PEE	3 (6 v roku 2003)	JK-1, 2, 7 (v roku 2003 aj vrty JK-3, JK-6, MK-8)	3 (7.august 2002; 10. apríl 2003; 24. september 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11 (10 v roku 2003)	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 MK-2, 4, 6, 8 (v roku 2003 sa nemeral vrt MK-2)	52 meraní v roku 2002 53 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, 3, 4, spoločný výtok drenážneho systému pri potoku	52 meraní v roku 2002 53 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové pozorovania na lokalite sa vykonávajú s frekvenciou jedného merania za týždeň. V roku 2003 bol najväčší rozkyv hladiny podzemnej vody zaznamenaný vo vrte MK-8 (4,56 m), v ostatných vrtoch sa pohyboval maximálne okolo 2 m (príl. 1.4). V porovnaní s rokom 2002 celková priemerná úroveň hpv poklesla o cca 0,2 m (z úrovne 3,9 m na 4,1 m). Obr. 2.1.18 vyjadruje taktiež vcelku priaznivé hodnotenie stavu podzemnej vody za rok 2003 vo všetkých pozorovaných objektoch okrem vrtov JK-4 a JK-7 (ktoré sa však nachádzajú mimo zosuvu).

Ako vyplýva z obr. 2.1.20, hladina podzemnej vody vo vrtoch JK-1, JK- 2 i MK-8 pravidelne začína stúpať v marci a pokles nastáva až v letných mesiacoch. Počas leta a jesene dochádza k postupnému, pozvoľnému znižovaniu úrovne hladiny. V roku 2003 stúpnutie hladiny podzemnej vody bolo menej výrazné ako v minulých rokoch a vo vrtoch JK-2 a hlavne MK-8 bolo zachytené stúpanie úrovne hladiny podzemnej vody už v decembri 2003.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčšie hodnoty výdatnosti v roku 2003 boli zaznamenané v jarných mesiacoch. Najväčší rozkyv výdatností bol zaznamenaný pri ústí výtoku (3,31 l.min⁻¹) a vo vrte HV-1 (2,08 l.min⁻¹).

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

väčšej vodnosti podzemný zvod kanalizácie drénuje podzemnú vodu i z iných zdrojov drenáže.

Z pozorovaní spoločnej výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov vyplýva zákonité zvýšenie prítoku v jarných mesiacoch (až na hodnotu cca $7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) a ustálený stav počas ostatných častí roka s takmer zanedbateľnou reakciou na zrážkovú činnosť (obr. 2.1.20).

f/ Merania zrážkových úhrnov

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

Priemerný dlhodobý úhrn na stanici Handlová – totalizátor je 991,3 mm. Zrážkový úhrn za rok 2002 bol 1196 mm, čo predstavuje 120,6% dlhodobého úhrnu. Kompletné údaje za rok 2003 z tejto stanice budú k dispozícii až v druhej polovici roku 2004. Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.20.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podľa výsledkov monitorovacích pozorovaní z roku 2003 je svah po uskutočnení sanačných opatrení v stabilnom stave. Možno predpokladať, že svah nadobudol nový rovnovážny stav, o čom svedčia výsledky režimových pozorovaní, meraní poľa PEE i inklinometrických meraní. Existujúci stav je potrebné overiť opakovanými geodetickými meraniami na aktualizovanej sieti bodov.

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 najrozsiahljším 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 odlučnej časti zosuvu. Nad týmito sedimentami sú vulkanické príkrovy andezitov a aglomerátových tufov, tvoriace sčasti odlučnú oblasť zosuvu a v troskách sa vyskytujúce i v nižších polohách svahu. Z hľadiska vzniku a aktivizácie zosuvných pohybov má najväčší význam striedanie polôh priepustných a nepriepustných hornín, v rámci ktorých sa nachádzajú i vztlakové horizonty podzemnej vody. Špecifickou črtou stavby územia je prítomnosť priepustnej polohy sarmatských štrkov v hornej časti zosuvu, ktorá sprostredkováva stále nasycovanie zosuvných hmôt vodou.

Celková dĺžka hlavného zosuvného prúdu bola 1800 m (kubatúra zosunutých hmôt predstavovala okolo $14,5 \text{ mil. m}^3$). Prúd na východnom okraji hlavného zosuvu (obr. 2.1.21) sa začal pohybovať asi o 14 dní neskôr; jeho dĺžka dosiahla 1 km a kubatúra zosunutím postihnutých hornín predstavovala asi $5,7 \text{ mil. m}^3$ (Nemček, 1982). Po zastavení pohybu v lete roku 1961 boli ďalšie pohybové aktivizácie zaznamenané 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 dlhších časových intervalov aplikujú iba niektoré monitorovacie metódy.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003 na lokalite katastrofálneho handlovskeho zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.9.

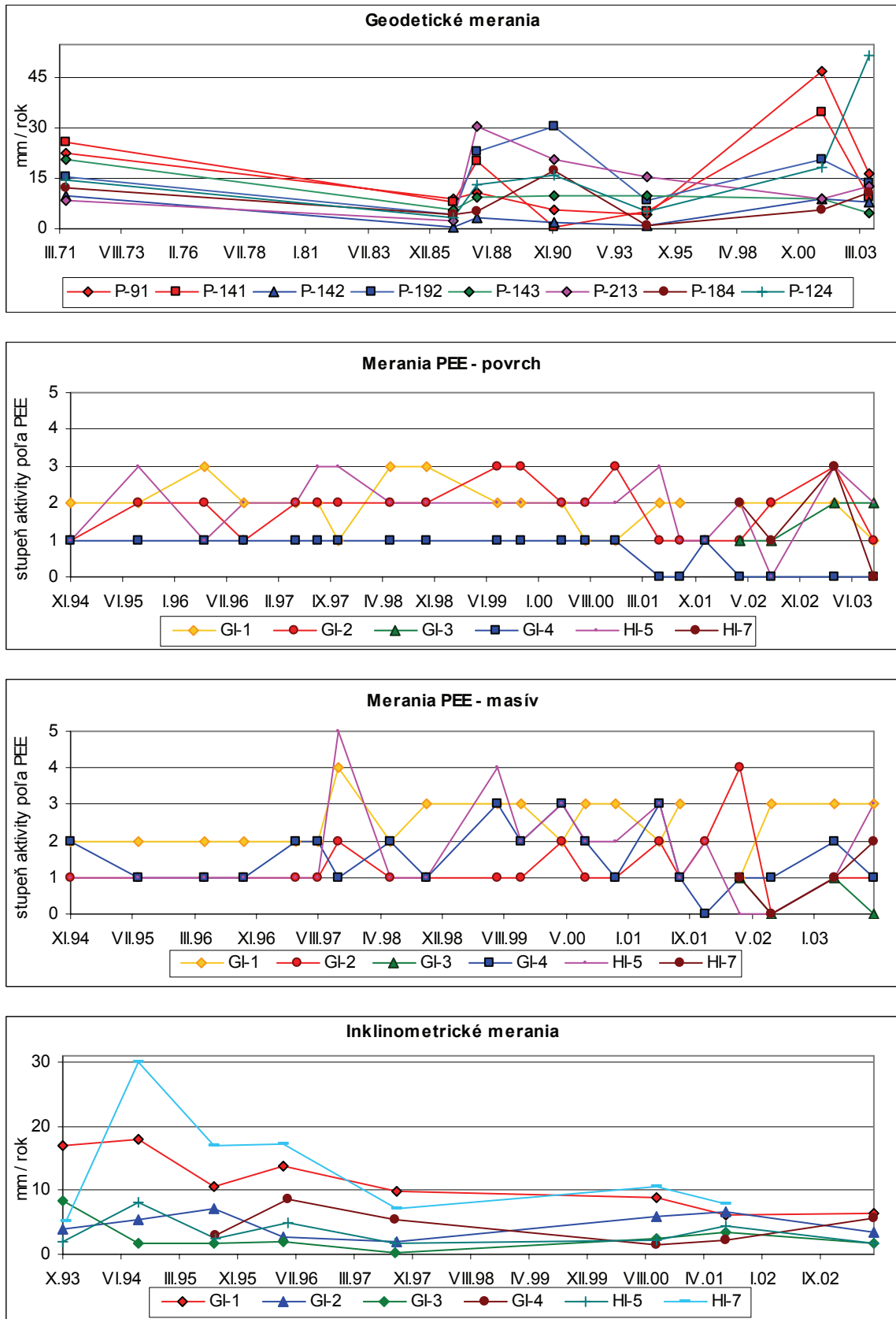
Tab. 2.1.9: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960 v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	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 (8. august 2003)
Inklinometrické	5	HGI-1, 2, 3, 4, HHI-5	1 (30. apríl 2003)
PEE	6	HGI-1, 2, 3, 4, HHI-5, 7	4 (5. apríl 2002; 7. august 2002; 16. apríl 2003; 24. september 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	HGI-1, 2, 3, 4, HH-2, 3 HHI-5, 7	13 (11 meraní v období medzi 5. júlom a 29. októbrom 2002; 16. apríl 2003; 24. september 2003)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	19	IA:JV-1, 2, 3, 4, 5, IB:JV-6, 7, 8, II:JV-1, 2, 3, III:JV-1, 2, 3, 4, 5, VI:JV-1, 2, 3	13 (11 meraní v období medzi 5. júlom a 29. októbrom 2002; 16. apríl 2003; 24. september 2003)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne zhodnotenie je zhrnuté v príl. 1.5. Znázornenie zmien za posledné obdobie je na obr. 2.1.21 a vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.22.

Obr. 2.1.22: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960



a/ Geodetické merania

Oproti meraniu z roku 2001, keď najvýznamnejšie premiestnenia boli zaznamenané v okolí odlučnej oblasti zosuvu, v roku 2003 bola najvýraznejšia pohybová aktivita identifikovaná vo východnej časti akumuláčnej oblasti (posuv bodu P-124 predstavoval 99,1 mm za obdobie 2 rokov a bodu P-123 posuv 80,1 mm za rovnaké obdobie). Polohové zmeny väčšie, ako je hodnota strednej polohovej a výškovej chyby merania (teda 30 mm) boli zaznamenané aj pri bodoch najvyššie položeného profilu v širšom okolí odlučnej oblasti (body P-91, P-111), ale i v strednej časti zosuvu (profil II., body P-172 a P-182 – obr. 2.1.21).

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 zosuvného územia v období rokov 1987 až 1990 a 1994 až 2001. Z posledného merania vyplynula už spomínaná zvýšená pohybová aktivita vo východnej časti akumuláčnej oblasti a pokračujúce zmeny v hornej časti svahu. Celkovo však pri väčšine bodov bol preukázaný útlm pohybovej aktivity (obr. 2.1.21 a 2.1.22).

b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie sa v apríli 2003 uskutočnilo iba v 5 vrtoch – vrt HI-7 bol nepriechodný. Meranie potvrdilo pokračujúcu pohybovú aktivitu územia v okolí odlučnej oblasti zosuvu (okrem spomenutého „ustrihnutého“ vrtu HI-7 bola vo vrte GI-1 v hĺbke 16,5 m nameraná deformácia 11,2 mm za obdobie 21 mesiacov). Významné deformácie boli identifikované i vo vrte GI-2 (6,2 mm v hĺbke 3,5 m) a vo vrte GI-4 (9,9 mm v hĺbke 4,5 m za rovnaké obdobie 21 mesiacov – príl. 1.5).

Z dlhodobého vývoja deformácií, zaznamenaných inklinometrickými meraniami vyplýva vcelku ustálený stav pohybovej aktivity - vo všeobecnosti možno konštatovať jej klesajúci trend. Najvýraznejší pokles veľkosti deformácie bol nameraný v období od roku 1994 po rok 1997. Odvtedy je veľkosť deformácií vcelku ustálená (obr. 2.1.22).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

S výsledkami geodetických a inklinometrických meraní čiastočne korešpondujú i výsledky meraní poľa PEE. Najvýraznejšia aktivita prostredia bola zaznamenaná v okolí vrtu GI-1 pri jarnom i jesennom meraní (v polohe cca 13 až 27 m – príl. 1.5). Výraznejšia aktivita pri oboch meraniach bola zaznamenaná aj vo vrte HI-5; vo vrtoch GI-2 a HI-7 boli prejavy zvýšenej aktivity identifikované iba pri jarnom meraní v pripovrchovej zóne (do hĺbky cca 9 m).

Pri analýze výsledkov merania za dlhšie časové obdobie (obr. 2.1.22) možno konštatovať, že väčšie výkyvy napätí boli v minulosti zaznamenané v hlbších častiach masívu – nad úrovňou hlboko položených šmykových plôch. Z tohto hľadiska najväčšia koncentrácia napätí sa viaže na meranie, uskutočnené v jeseni roku 1997.

d/ Režimové pozorovania

Pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtoch 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. Výnimkou bolo iba obdobie roku 2002, keď v intervale júl až november bolo uskutočnených až 11 meraní (Ingár, 2002). Z výsledkov meraní vyplynulo, 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 2002). Výdatnosť niektorých vybraných odvodňovacích vrtoch bola premenlivejšia (napr. vrty v odvodňovacej oblasti III), u väčšiny

bola však pomerne nízka a ustálená. Všeobecné zvýšenie výdatnosti odvodňovacích vrtov bolo zaznamenané v jesenných mesiacoch.

Dve kontrolné merania v roku 2003 preukázali pokles úrovně hladiny podzemnej vody vo všetkých objektoch okrem vrtu HH-2 (príl. 1.5). Najvýraznejší pokles hladiny bol zaznamenaný vo vrte HI-5 (4,13 m). Z hľadiska výdatnosti zaznamenali všetky pozorované objekty jej zmenšenie, často veľmi výrazné v porovnaní s meraniami z predchádzajúceho roku. Pre ilustráciu možno uviesť zníženie výdatnosti v oblasti II vo vrte JV-1 (z 15 na 8,7 l.min⁻¹), v oblasti III vo vrte JV-3 (z 30 na 4,8 l.min⁻¹) a v oblasti VI vo vrte JV-3 (z 5 na 1,5 l.min⁻¹). Všetky uvedené skutočnosti názorne ilustrujú dôsledok veľmi suchého roku na hydrogeologické pomery územia.

e/ Merania zrážkových úhrnov

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

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Okrem pokračujúcich prejavov pohybovej aktivity v okolí odľučnej oblasti zosuvu boli monitorovacími meraniami v roku 2003 identifikované náznaky aktivity i v nižších polohách svahu (ide predovšetkým o premiestnenia bodov P-123 a P-124, zaznamenané geodetickými meraniami). Čiastočná aktivizácia pohybu i v týchto častiach svahu pravdepodobne súvisí s úplnou absenciou údržby odvodňovacích zariadení (z nefunkčnenie odvodňovacích stredísk IV a V, zlý technický stav strediska VI). Vzhľadom na dosypávanie stabilizačného násypu pri päte svahu je však iba malý predpoklad takých pohybov v akumuláčnej časti zosuvu, ktoré by mohli ohroziť existujúce objekty (štátna cesta z Handlovej do Žiaru nad Hronom). Nemožno však vylúčiť lokálnu aktivizáciu pohybu v okolí odľučnej oblasti zosuvu.

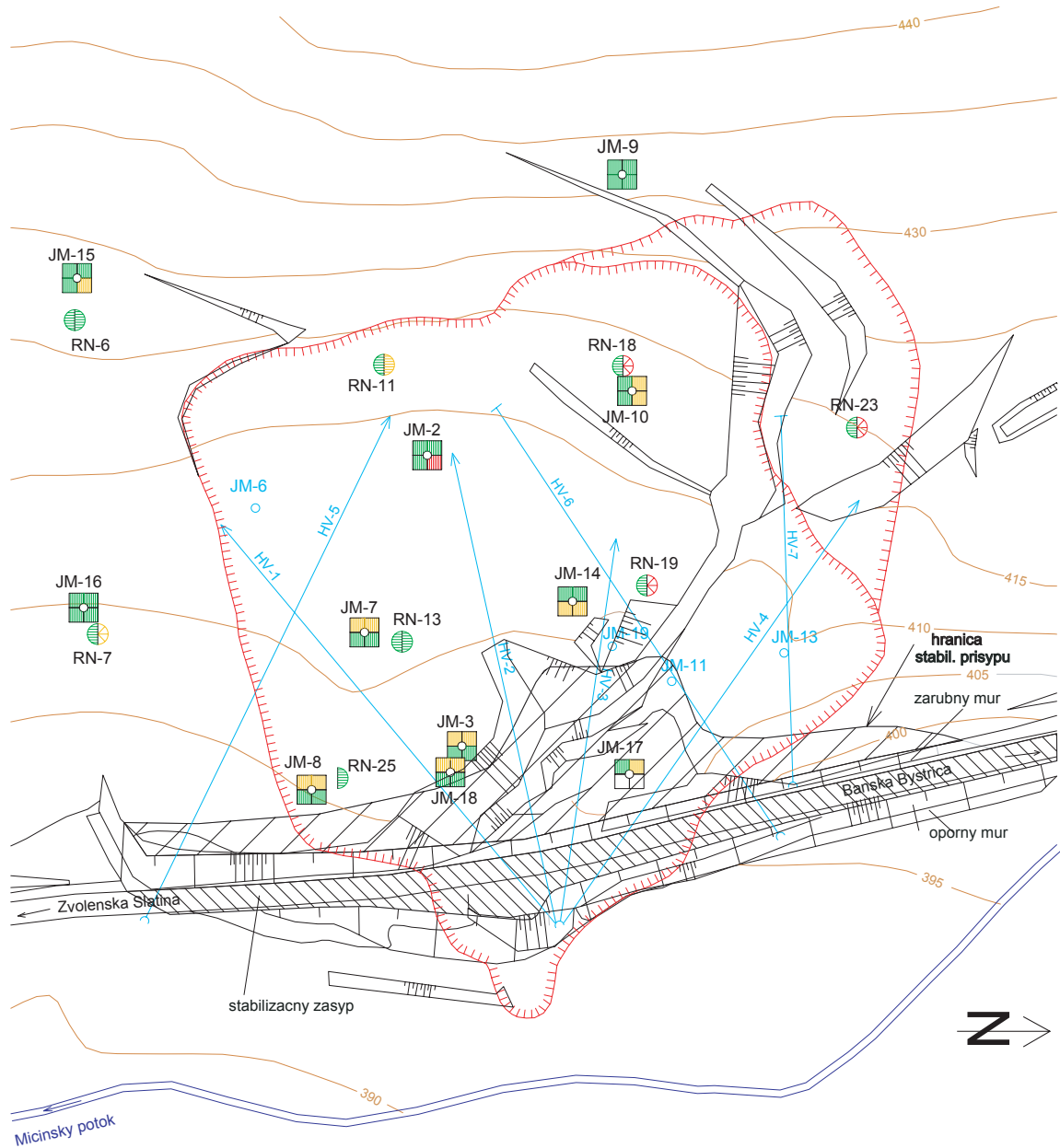
2.1.4.6 Lokalita Dolná Mičina

Stručná charakteristika lokality

Zosuv na severnom okraji obce Dolná Mičina (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. 2.1.23) s hlboko lokalizovanou šmykovou plochou (v hĺbke až 27.5 m pod úroveň terénu – Jadroň et al., 1998), ktorý ohrozoval štátnu cestu, miestne komunikácie a niekoľko obytných domov s príslušnými 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 sedimentmi (štrky, piesky, zlepenca, íly). Kvartérny pokryv je tvorený svahovými ílovito-piesčitými hlinami. Heterogenita stavby neogénneho podložja podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery na lokalite. Ďalšími nepriaznivými faktormi sú kontakt dvoch odlišných geologických útvarov, možnosť stálej dotácie zosuvu zrážkovými vodami a v minulosti i erózne pôsobenie Mičinského potoka. Po inžinierskogeologickom prieskume územia, v rámci ktorého boli realizované i odvodňovacie vrty sa v lete roku 1996 uskutočnila rozsiahla sanácia svahu (prísypy, zárubný a oporný múr). Systematický monitoring sa na lokalite uskutočňuje prakticky od počiatku prieskumných prác (jar 1995) a overuje sa ním aktuálny stabilitný stav sanovaného svahu.

Obr. 2.1.23: Lokalita Dolná Mičina – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003. 1 – ohraničenie zosuvu, 2 – pozorovacie vrty, 3 – odvodňovacie horizontálne vrty, 4 – povrchové reziduálne napätia (RN) – porovnanie merania z VIII. 02 s meraním z VII.01 (vľavo) a merania z V. 03 s meraním z VIII.02 (vpravo) – tlakové: a/ pokles a mierny nárast (do 20%), b/ stredný nárast (20 až 100%), 5 – zmena charakteru napätia z tlaku na ťah: a/ do 3 kPa, b/ 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 (1 – 3.X.02, 2 – 26.III.03, 3 – 26.VIII.03) a jeho aktivita: a/ v prípravkovej zóne, b/ v hĺbke masívu



Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003 na lokalite Dolná Mičina sú zhrnuté v tab. 2.1.10.

Tab. 2.1.10: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Dolná Mičina v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Povrchových reziduálnych napätí	8	RN-06, 07, 11, 13, 18, 19, 23, 25	2 (20. august 2002; 16. máj 2003)
PEE	14 (11 v roku 2003)	JM-2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 (v roku 2003 sa neuskutočnili merania vo vrtoch JM-6, 13 a 19)	4 (19. apríl 2002; 3. október 2002; 26. marec 2003; 26. august 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	13 (12 v roku 2003)	JM-2, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19 (v roku 2003 boli vo vrtoch JM-6 a 19 nainštalované automatické hladinomery a obnovili sa merania vo vrte JM-10)	8 (9. apríl, 14. apríl, 4. júl, 15. august 2002; 25. marec, 8. júl, 9. september, 11. november 2003)
	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 (9. apríl, 14. apríl, 4. júl, 15. august 2002; 25. marec, 8. júl, 9. september, 11. november 2003)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Banská Bystrica (indikatív 34300)	denné úhrny zrážok

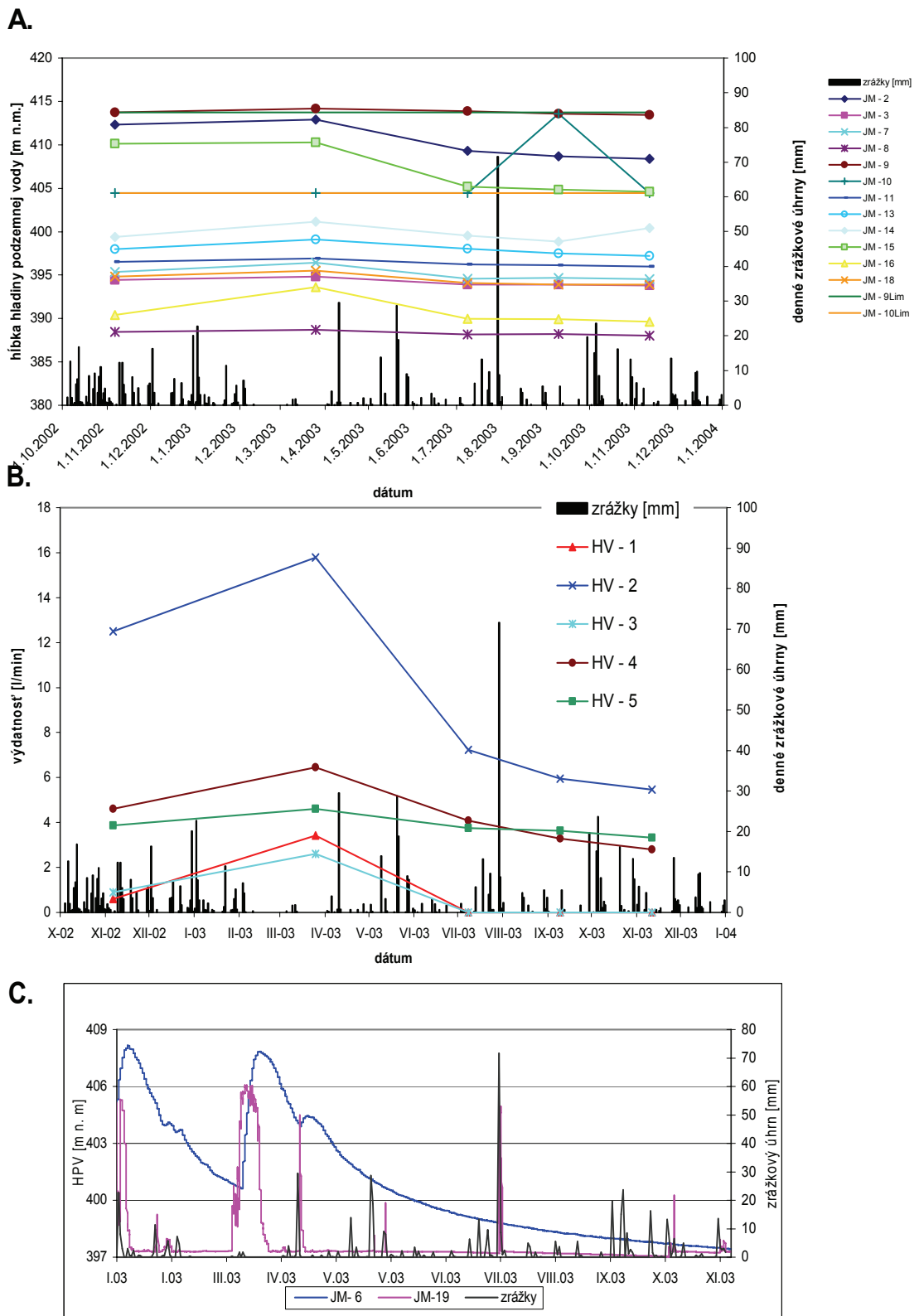
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.6. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 je na obr. 2.1.23, záznam režimových pozorovaní je na obr. 2.1.24. Semikvantitatívne účelové zhodnotenie stavu podzemnej vody za obdobie roku 2003 je na obr. 2.1.25. Reprezentatívny prehľad zmien niektorých ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.26.

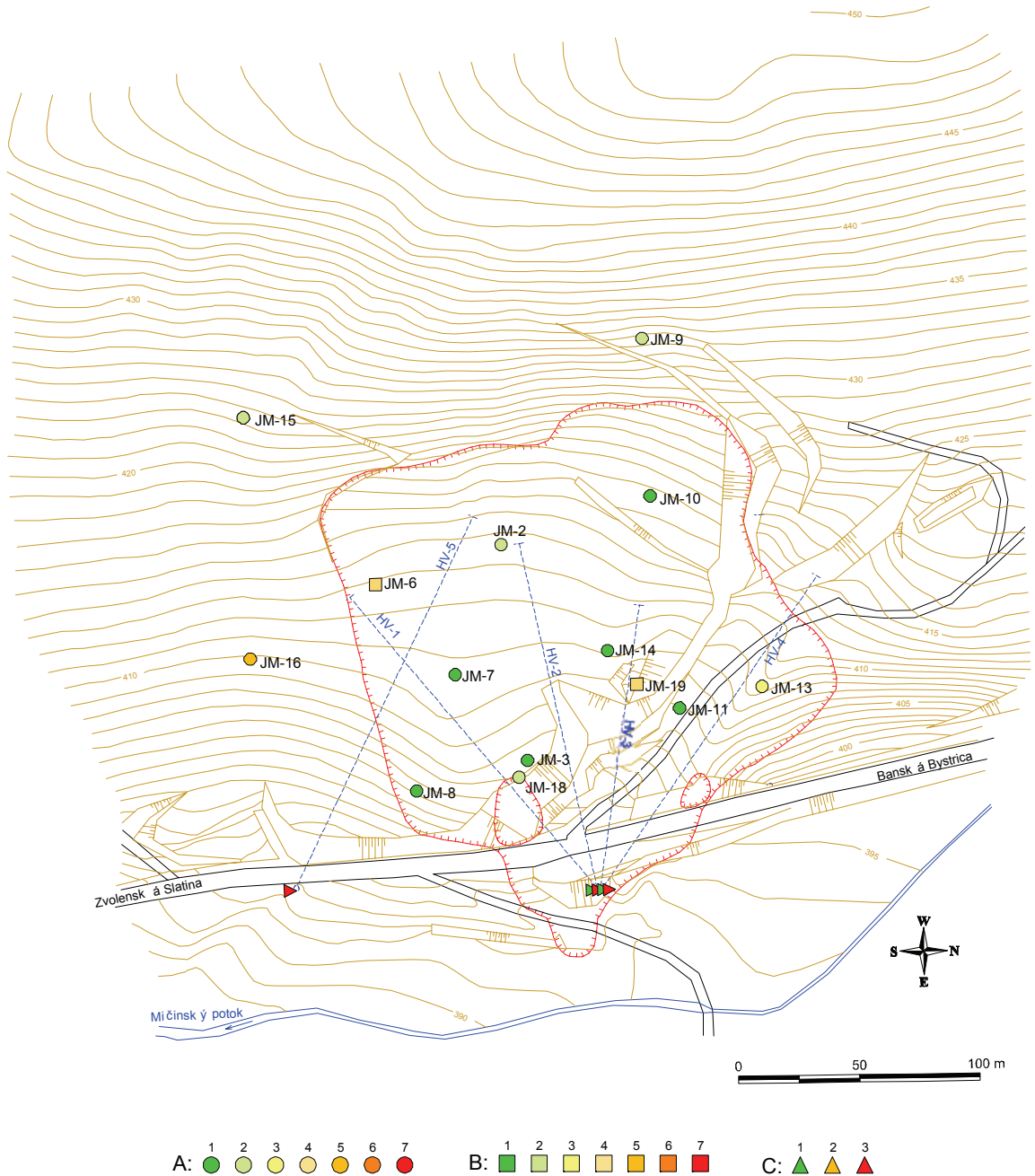
a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Pri meraní 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).

Obr. 2.1.24: Výsledky pozorování hlčky hladiny podzemnej vody (A), výdatnosti odvodňovacích zariadení (B) a záznamy automatických hladinomerov (C) na lokalite Dolná Mičiná v roku 2003, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ v Banskej Bystrici (spracoval R. Jelínek)



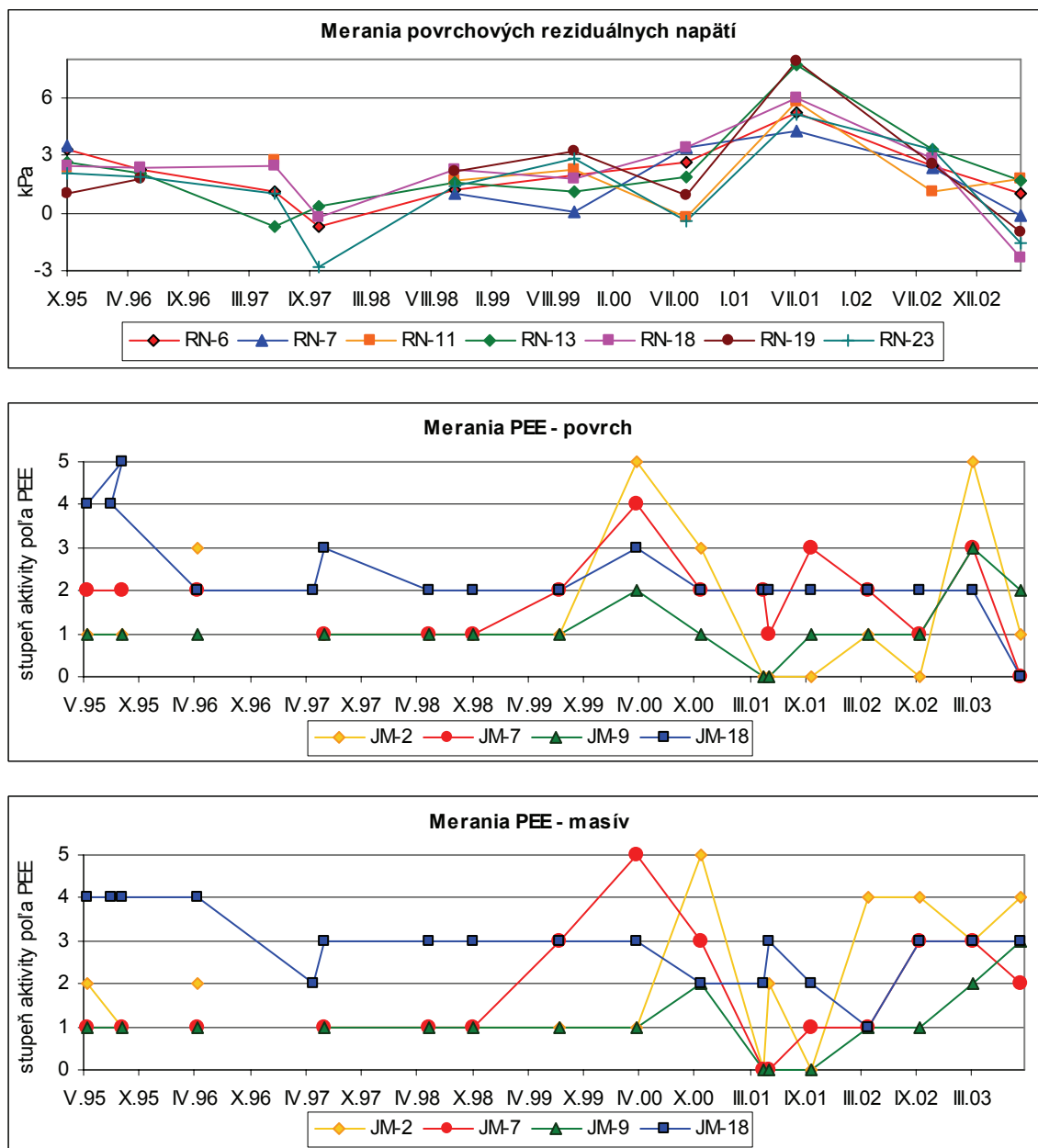
Obr. 2.1.25: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4 v pozorovaných objektoch na lokalite Dolná Mičina za rok 2003. A – základné stupne (1 až 7) hodnotenia stavu v piezometrických vrtoch, B – dtto pre automatické hladinomery, C - hodnotenie výdatnosti odvodňovacích zariadení. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.23



Trend všeobecného mierneho poklesu tlakových napätí bol zaznamenaný i pri meraní v máji 2003. Výnimkou bola iba západná časť zosuvného územia, kde došlo k zmene charakteru napätí z tlakov na ťahy (obr. 2.1.23, príl. 1.6).

Dlhodobejšie pozorovania (obr. 2.1.26) naznačujú, že v rokoch 2002 a 2003 dochádza k všeobecnému poklesu tlakových reziduálnych napätí.

Obr. 2.1.26: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Dolná Mičiná



b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Pri meraní v apríli roku 2002 bol zaznamenaný celkove ukludnený stav poľa PEE s výnimkou koncentrácie napätí v úrovni hladiny podzemnej vody vo vrte JM-2. Mierne zvýšené hodnoty napätí sa trvalo prejavovali v čelnej časti zosuvu.

Pri jarnom meraní v roku 2003 bola veľmi vysoká aktivita poľa PEE zaznamenaná vo vrte JM-2 v polohe do hĺbky 2 m a pomerne vysoká aktivita vo vrtoch JM-8 (do hĺbky 6 m) a JM-14 (do hĺbky 7 m). V auguste 2003 bolo pole PEE celkove kľudné (obr. 2.1.23). Výnimkou bolo iba zaznamenanie pomerne vysokej aktivity poľa vo vrte JM-2 v hĺbke 3 až 5 m.

Dlhodobejšie pozorovania poukazujú na významné zmeny napätostného stavu predovšetkým v pripovrchovej zóne zosuvu. Celkove však v roku 2003 bol stav napätostného poľa oproti roku 2002 stabilizovanejší (obr. 2.1.26).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Frekvencia režimových pozorovaní bola i v roku 2003 rovnaká, ako v predchádzajúcom období, teda 4 merania v roku, realizované zhruba po kvartáloch. Na obr. 2.1.24 sú znázornené zmeny, zaznamenané na vybraných objektoch za rok 2003, ako aj posledné meranie z novembra 2002.

Z obrázku vyplýva, že základné zákonitosti režimu podzemných vôd, pozorované v minulosti, sa zachovávajú. Výrazný je hlavne trend stúpania hladín v jarných mesiacoch. Celková priemerná hladina, vypočítaná z údajov z pozorovaných vrtoch poklesla v roku 2003 oproti priemeru z roku 2002 o cca 0,5 m (z 13,02 m na 13,53 m). Z hľadiska stability odvodené limitné hladiny podzemnej vody neboli počas 4 meraní v roku 2003 prekročené v žiadnom pozorovanom vrte.

Vzhľadom na nízku frekvenciu meraní významne prispela k poznaniu hydrogeologického režimu lokality inštalácia hladinomerov vo vrtoch JM-6 a JM-19. Z ich záznamov (obr. 2.1.24) vyplýva určitá závislosť kolísania hladiny podzemnej vody od zrážok. Táto závislosť však nie je štatisticky významná, pozorovateľná je hlavne v jesenných a jarných mesiacoch. Hladinomer vo vrte JM-6 po stúpnutí hladiny podzemnej vody na prelome marca a apríla 2003 zaznamenával stály pokles úrovne až do decembra 2003 (hodnota poklesu dosiahla až cca 10 m). Hladinomer vo vrte JM-19 sa pravdepodobne v určitých časových úsekoch nachádza nad úrovňou hladiny a zaznamenáva iba prudké stúpnutia v období zvýšených zrážkových úhrnov. Vo vrtoch s hladinomerami boli niekoľkokrát prekročené limitné hladiny podzemnej vody.

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Podobne, ako hladiny podzemnej vody, reagovali na zrážkovú činnosť aj výdatnosti odvodňovacích vrtoch (obr. 2.1.24). Najvyššiu výdatnosť si zachoval vrt HV-2 (maximum $15,79 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ z 25. marca 2003), čo je však menej, ako v predchádzajúcich rokoch. V tomto období boli zaznamenané maximálne výdatnosti aj v ostatných vrtoch. Drenážny rigol DM-1 a vrty HV-6 a HV-7, ktoré sú zle vyspádované, boli počas celého roku suché.

Spoločná priemerná ročná výdatnosť bola iba $18,1 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, čo je najnižšia výdatnosť za posledných 5 rokov (celková priemerná výdatnosť v roku 2002 bola $21,7 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). Za zmienku stojí i skutočnosť, že celková výdatnosť, nameraná 11.11.2003, bola úplne najnižšia z celkového počtu 176 meraní od roku 1996.

Zhodnotenie hydrogeologických pomerov na lokalite v roku 2003 podľa kritérií, zhrnutých v tab.2.1.4, je vyjadrené na obr. 2.1.25. Vyplýva z neho veľmi priaznivý stav hladiny podzemnej vody v hodnotenom roku 2003. Prirodzene, že výsledné hodnotenie je značne ovplyvnené nízkou frekvenciou meraní.

V príl. 1.6 sú zhrnuté aj výsledky merania vodivosti a teploty vody vytekajúcej z horizontálnych vrtoch. Najvyššie vodivosti vody s najväčším rozkyvom boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch zaznamenané vo vrte HV-3 (250 až $362 \mu\text{S}/\text{cm}$), pomerne vysoké hodnoty má aj voda z vrtu HV-4 (251 až $291 \mu\text{S}/\text{cm}$). Tieto dva vrty odvodňujú severnú časť zosuvu budovanú aj rozpustnejšími karbonatickými mezozoickými horninami. Voda z ostatných vrtoch mala vodivosť iba okolo 110 až $187 \mu\text{S}/\text{cm}$. Celkove pokračoval trend klesania vodivosti, oproti predchádzajúcemu roku je to zhruba o 15 % vo všetkých vrtoch. Najvyššia teplota vody ($14,0^\circ \text{C}$) a zároveň aj jej najvyššie kolísanie ($4,2^\circ \text{C}$) bolo namerané vo vrte HV-5.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica. Kým ročný úhrn zrážok za rok 2002 bol 969 mm, v roku 2003 poklesol na 557,4 mm, čo je absolútne minimum za pozorované obdobie od

roku 1996. Ak porovnáme úhrny z rokov 2002 a 2003 s desaťročným priemerným úhrnom (roky 1993 až 2003), ktorý predstavuje 871,6 mm, potom podľa zaužívaného hodnotenia bol rok 2002 vlhký (111,2% dlhodobého priemeru) a rok 2003 veľmi suchý (63,9% dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov monitorovacích pozorovaní vyplýva stabilizovaný stav sanovanej svahovej deformácie. Určité náznaky lokálneho dotvarovania boli zaznamenané meraniami poľa PEE (ide predovšetkým o vrt JM-2).

Limitné hladiny niektorých vrtov boli pri meraniach v roku 2002 prekročené po letných intenzívnych dažďoch. Dôsledkom extrémne suchého roku 2003 boli extrémne nízke výdatnosti odvodňovacích zariadení, ako aj nízka úroveň hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch. Limitné hladiny boli prekročené iba vo vrtoch s hladinomerom (vďaka hustote pozorovaní, zachytávajúcej i krátkodobé zvýšenia hladiny podzemnej vody). V súvislosti s tým však treba opakovane upozorniť na výraznú dynamiku zmien úrovne podzemnej vody v danom prostredí, z ktorej vyplývajú výrazné zmeny napätostného stavu, ktoré môžu viesť k postupnému znižovaniu stupňa stability svahu. Preto v prípade dlhobehšieho prekročovania limitných hladín je potrebné realizovať doplňujúce sanačné opatrenia (ide predovšetkým o sfunkčnenie, alebo nahradenie odvodňovacích subhorizontálnych vrtov HV-6 a HV- 7). O vývoji deformácií za časový úsek posledných cca 5 rokov by najlepšie vypovedali obnovené inklinometrické merania vo vybraných vrtoch.

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 odlučnej 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 odlučnej 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 zosúvajúcimi hmotami zničené 4 nové obytné domy a hrozilo prehradenia potoka Hutná, ktoré mohlo spôsobiť zatopenie časti obce. Zosuv sa vyvinul vo veľmi pestrom geologickom prostredí. Odlučná oblasť sa nachádza v neogénnom sedimentárno - vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky). Aglomerátové tufy a tufity vytvárajú mohutné bloky, ktoré lemujú zosuv zhora a z 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 akumulačnej 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 2002 a 2003

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2002 a 2003 uskutočnili iba geodetické merania premiestnení pozorovacích bodov (v roku 2002) a pokračuje sa v režimových pozorovaniach s frekvenciou cca 4 merania za rok. Prehľad o uskutočnených monitorovacích meraniach je zhrnutý v tab. 2.1.11.

Tab. 2.1.11: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ľubietová v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	12 (celkove 30)	P- 8, 9, 12, 16, 17, 23, 24, 25 F-1, 3, 4, 5	1 (8. október 2002)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	V-1, 2, 4, 5, 5A, 6A, 7, 8	8 (19. apríl, 3. júl, 15. august, 6. september 2002; 26. marec, 10. júl, 9. september, 11. november 2003)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	9	HV-3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	8 (19. apríl, 3. júl, 15. august, 6. september 2002; 26. marec, 10. júl, 9. september, 11. november 2003)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ľubietová (indikatív 34100)	mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Sieť monitorovacích bodov spoločne s vyhodnotením režimových pozorovaní podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, je na obr. 2.1.27. Výsledky režimových pozorovaní za rok 2003 sú na obr. 2.1.28.

a/ Geodetické merania

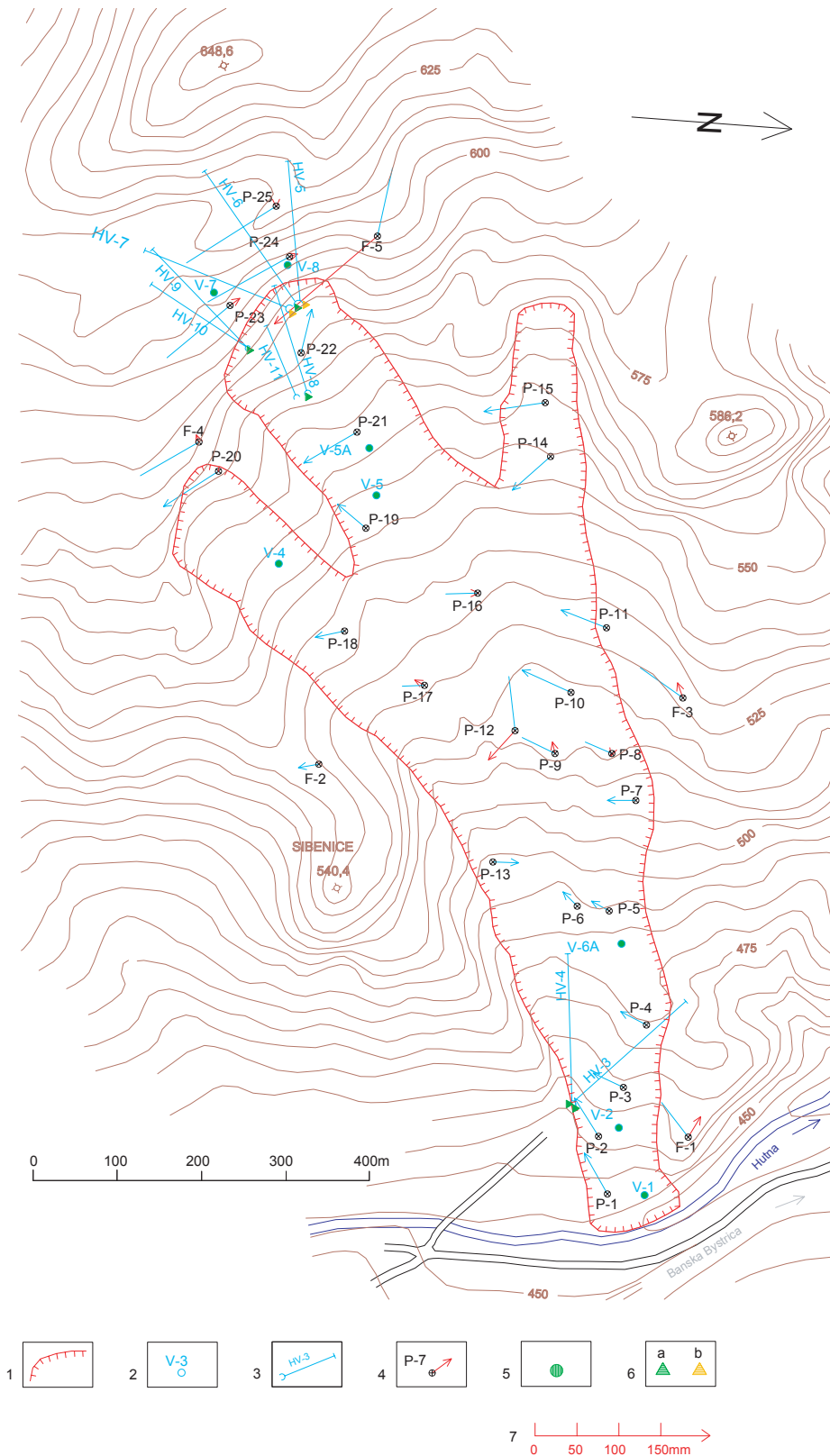
I keď sa v roku 2003 geodetické merania neuskutočnili, pre úplnosť opakujeme najdôležitejšie zistenia z merania, uskutočneného v roku 2002. Toto meranie vybraných bodov siete (celkom 12 bodov – P-8, 9, 12, 16, 17, 23, 24, 25 a F-1, 3, 4, 5) preukázalo najväčšiu pohybovú aktivitu bodu P-12 (i keď s výrazne rozdielnym azimutom pohybu), zatiaľ čo body za okrajom odlučnej oblasti (P-23, 24, 25) boli stabilizované (obr. 2.1.27). Vzhľadom na veľké premiestnenia a nerovnomerný pokles úrovne terénu v okolí niektorých bodov (ide predovšetkým o bod F-5) boli v ich blízkosti zastabilizované nové body (F-1A, F-3A, F-4A, F-5A, P-8A, P-12A a P-16A). Stabilizácia bola vykonaná v apríli 2002 a základné meranie ich polohy a výšky sa uskutočnilo v októbri 2002.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

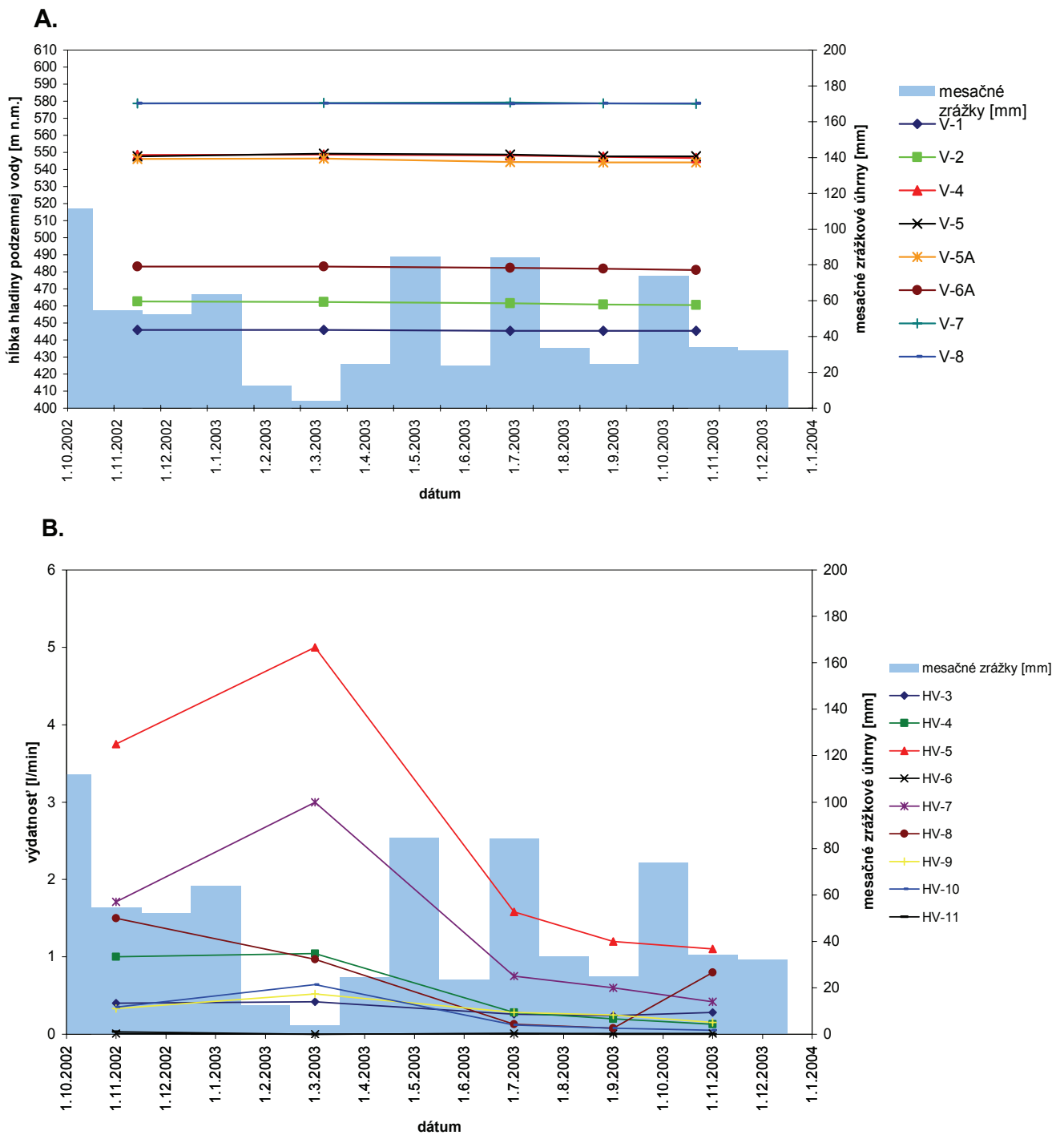
Režimové pozorovania pokračovali s rovnakou frekvenciou ako v predchádzajúcom roku (t.j. 4-krát ročne). Výsledky meraní od septembra roku 2002 do konca roku 2003 sú zhrnuté v príl. 1.7 a znázornené na obr. 2.1.28.

Vo všeobecnosti úroveň podzemnej vody na tejto lokalite kolíše počas celého roka iba nepatrne. Je však potrebné zohľadniť nízku frekvenciu meraní.

Obr. 2.1.27: Lokalita Lúbietová – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003. 1 – morfológické ohraničenie zosuvu, 2 – piezometrické vrty, 3 – horizontálne odvodňovacie vrty, 4 – pozorovacie body geodetickej siete a vektory premiestnení, 5 – hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody podľa tab. 2.1.4 (stupeň 1 – priaznivý stav), 6 – hodnotenie výdatnosti odvodňovacích zariadení podľa tab. 2.1.4 (a – priemerná výdatnosť do 1 l.min⁻¹, b/ 1 až 3 l.min⁻¹, 7 – miera vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie X.01 až X.02 (v roku 2002 bolo zameraných iba 12 bodov)



Obr. 2.1.28: Výsledky režimových pozorování na lokalite Ľubietová v rokoch 2001 a 2002 (z vlastných meraní spracoval R. Jelínek)



Mierne stúpnutie hladín podzemnej vody v roku 2003 bolo zaznamenané v jarných mesiacoch po topení snehu (obr. 2.1.28). Veľmi blízko od povrchu terénu sa nachádzala hladina podzemnej vody vo vrtoch V-5A (0,14 m), V-6A (0,87 m) a V-2 (1,1 m). V týchto vrtoch došlo aj k najväčšiemu kolísaniu hladín, maximálne 2,2 m vo vrte V-5-A. Súvisí to pravdepodobne s polohou vrtov vo svahu (vrty sa nachádzajú v miestach, kde sa odvodňuje značná časť územia). Oproti roku 2002 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody poklesla o viac ako 0,5 m (zo 7,4 m na 7,98 m).

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V období roku 2003 neboli zaznamenané žiadne výrazné extrémny vo výdatnosti odvodňovacích vrtov. Najväčšie hodnoty boli namerané počas 1. jarného merania z 26.3.2003, kedy bola zaznamenaná celková výdatnosť zo všetkých vrtov $11,59 \text{ l.min}^{-1}$. Maximálnu výdatnosť v tomto období mali vrty HV-5 ($5,0 \text{ l.min}^{-1}$) a HV-7 ($3,0 \text{ l.min}^{-1}$).

Po maximálnych jarných výdatnostiach vplyvom topenia snehu, došlo k ich postupnému poklesu, u niektorých vrtov až k úplnému vyschnutiu. Vplyvom nízkych zrážkových úhrnov v jesenných mesiacoch sa nezachoval trend pozorovaný po minulé roky, kedy dochádzalo k opätovnému zvýšeniu výdatnosti. Spoločná priemerná ročná výdatnosť dosiahla iba $5,15 \text{ l.min}^{-1}$, čo je o polovicu menej ako za rok 2002 (keď dosiahla $10,35 \text{ l.min}^{-1}$). Výsledky meraní výdatnosti sú znázornené na obr. 2.1.28.

Zhodnotenie hydrogeologických pomerov na lokalite v roku 2003 podľa kritérií, zhrnutých v tab.2.1.4, je vyjadrené na obr. 2.1.27. Hodnotenie za rok 2003 vyznieva veľmi priaznivo; všetky pozorované piezometrické vrty sú hodnotené stupňom 1.

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 s výsledkami meraní z predchádzajúceho roku.

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2002 a 2003 zo stanice SHMÚ Ľubietová. Zrážkový úhrn v roku 2002 bol 915 mm. V roku 2003 poklesol na 495,8 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2002 a 2003 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom ($751,9 \text{ mm}$), predstavuje úhrn za rok 2002 až 121,7 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a úhrn za rok 2003 iba 65,9 % (veľmi suchý rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.28. Vzhľadom na nízku frekvenciu meraní ide iba o orientačnú informáciu.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky monitorovacích meraní v roku 2003 nepreukázali žiadny príznak zhoršovania stabilného stavu zosuvu. Vzhľadom na to, že v tomto roku sa uskutočňovali iba režimové pozorovania, priaznivé hodnotenie vyplýva z veľmi suchého charakteru roka. Napriek tomu treba zopakovať, že periodické prejavy zvýšenej pohybovej aktivity zosuvných hmôt (napr. v roku 2001) vyplývajú zo skutočnosti, 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 fakt, že systém povrchových rigolov je prakticky nefunkčný, žiadnu vodu neodvádzá a preto nedochádza ani k znižovaniu hladín podzemnej vody v pozorovacích vrtoch. Vzhľadom na uvedené skutočnosti opätovne upozorňujeme na nevyhnutnosť sfunkčnenia existujúcich sanačných opatrení.

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. 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. 2.1.29). 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.

Informácie o geologickej stavbe územia v akumulačnej oblasti zosuvu dopĺňa dokumentácia nového vrtu K-2B (príl. 1.8), realizovaného v roku 2003, spoločne s výsledkami vykonaných laboratórnych skúšok zemín.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.12.

Tab. 2.1.12: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Fintice v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	6	P1, P2, P3, P4, P5, pevný bod P	2 (9. september 2002; 12. september 2003)
Inklinometrické	4	K-3, 4, 5, nový vrt K-2B (realizovaný 26.8.2003)	2 (24. september 2002; 1. október 2003)
PEE	6	K-1, 1A, 2, 3, 5, 2B	2 (14. máj 2003; 7. november 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	12	K-1, 1A, 2, 2A, 2B, 3, 4, 4A, 4B, 5, 5A, 5B	17 (3. apríl, 24. máj, 10. júl, 30. august, 18. október, 4. november, 13. december 2002; 12. marec, 14. apríl, 12. máj, 23. jún, 21. júl, 19. august, 10. september, 18. október, 27. október, 13. december 2003)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59220) Prešov – planetárium (indikatív 59160)	mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.8 a znázornené na obr. 2.1.29. Znázornenie výsledkov meraní hĺbky hladiny podzemnej vody za roky 2002 a 2003 je na obr. 2.1.30 a zhodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií tab. 2.1.4 je na obr. 2.1.31. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.32.

a/ Geodetické merania

Z výsledkov geodetických meraní v roku 2002 i 2003 vyplýva celková stabilizácia pohybu v najaktívnejšej, akumuláčnej časti zosuvu. Premiestnenia bodov, zaznamenané v roku 2003, sa nachádzajú v rámci chyby merania (teda do hodnoty 15 mm – príl. 1.8, obr. 2.1.29). Najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná v bode P-5 (14.04 mm). Poškodený bod P-4 bol v roku 2003 obnovený na pôvodnom mieste a zameraný.

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. 2.1.32), náznaky aktivizácie v roku 2003 sú málo významné.

b/ Inklinometrické merania

Výpovedná hodnota inklinometrických meraní na lokalite sa výrazne znížila po ustrihnutí vrtov K-1 a K-2, umiestnených v čelnej časti zosuvu. Tento fakt síce potvrdil významnú pohybovú aktivitu v tejto časti zosuvu, avšak ukončil možnosť jej kontinuálneho zaznamenávania. Z uvedeného dôvodu bol v akumuláčnej časti zosuvu realizovaný nový vrt K-2B (dňa 26.8.2003) a bolo v ňom vykonané základné inklinometrické meranie.

Z meraní v ostatných vrtoch vyplýva útlm pohybovej aktivity odľučnej a transportačnej časti zosuvu v posledných rokoch (príl. 1.8, obr. 2.1.29). V roku 2002 boli najvýraznejšie posuny preukázané vo vrte K-5 v hĺbke cca 6,5 m, ich smer je však opačný, ako pri predchádzajúcom meraní. V roku 2003 bola mierna pohybová aktivita zaznamenaná vo vrte K-3 (1,4 mm v hĺbke 5 m) a vo väčších hĺbkach vrtov K-4 (1,2 mm v hĺbke 20,5 m) a K-5 (2,9 mm v hĺbke 23,5 m).

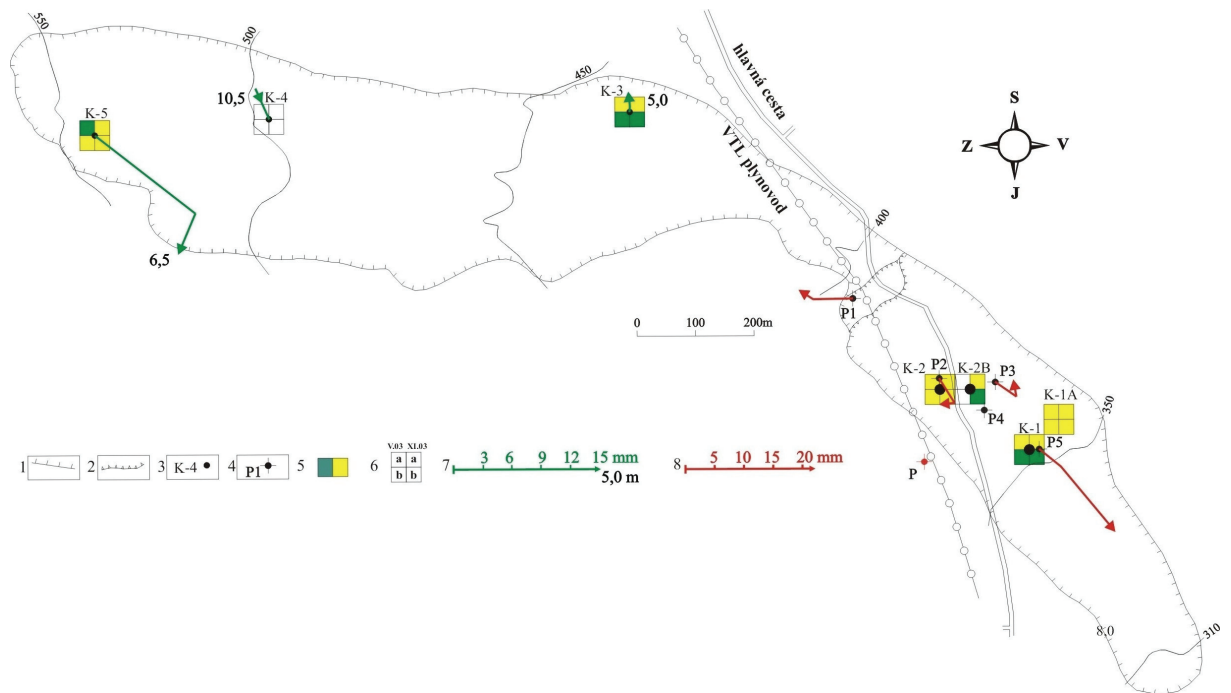
Vývoj inklinometrických meraní je najpreukaznejší práve v spomínaných vrtoch K-1 a K-2, kde došlo k ich porušeniu – ustrihnutiu na úrovni šmykovej plochy (obr. 2.1.32). Za kritické možno považovať i deformácie, namerané vo vrte K-5, ktoré sú síce v rokoch 2002 a 2003 podstatne menšie, no pri opakovaní stavov z roku 2001 môžu viesť k strate priechodnosti vrtnu.

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2002 sa meranie poľa PEE na lokalite neuskutočnilo. V roku 2003 boli realizované dve merania. Pri májovom meraní bolo zaznamenané celkovo ukludnené pole PEE. Najvyššia (stredná aktivita poľa) bola preukázaná vo vrte K-2 v polohe od povrchu do hĺbky cca 6 m. Mierne zvýšený stav poľa bol preukázaný pri novembrovom meraní. Stredná aktivita poľa PEE bola zaznamenaná vo vrtoch K-5, K-1A i v novom vrte K-2B v intervale od povrchu do hĺbky cca 8 m, v ktorej sa nachádza šmyková plocha.

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. 6.1.32).

Obr. 2.1.29: Lokalita Fintice – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003. 1 – morfológické ohraničenie zosuvu, 2 – odlučná stena v aktívnej akumuláčnej časti zosuvu, 3 – inklinometrický vrt, 4 – geodetický bod, 5 – vyjadrenie aktivity poľa PEE – zelená farba vyjadruje stav bez príznakov aktivity a nízku aktivitu, žltá farba vyjadruje pomerne nízku a strednú aktivitu poľa PEE, 6 – aktivita poľa PEE pri meraniach v V. 03 a v XI. 03: a/ v prípravkovej zóne, b/ v hĺbke masívu, 7 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VI.01-IX.02-X.03 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 8 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie V.01-IX.02-IX.03 (spracovali L. Petro a E. Polaščinová)



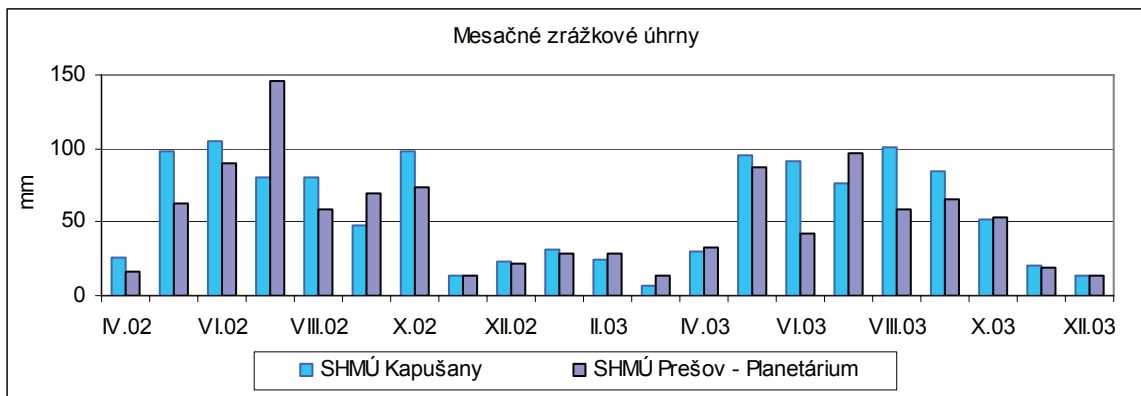
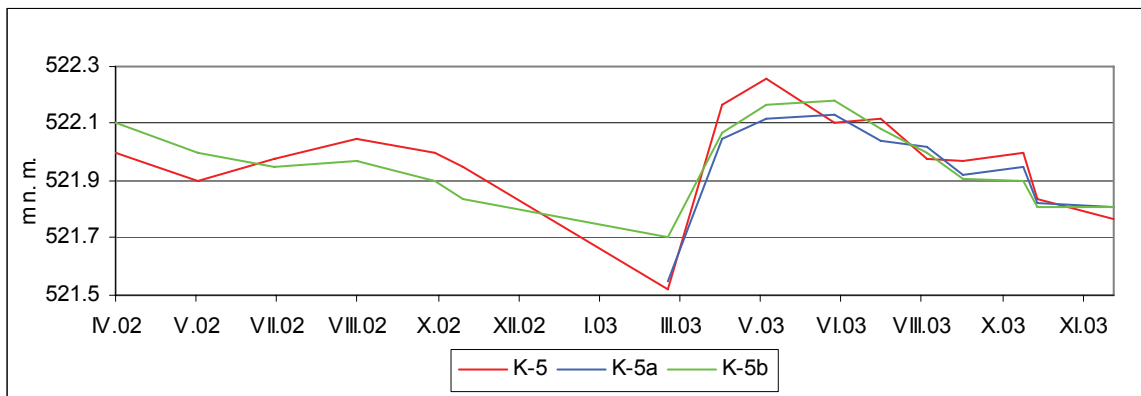
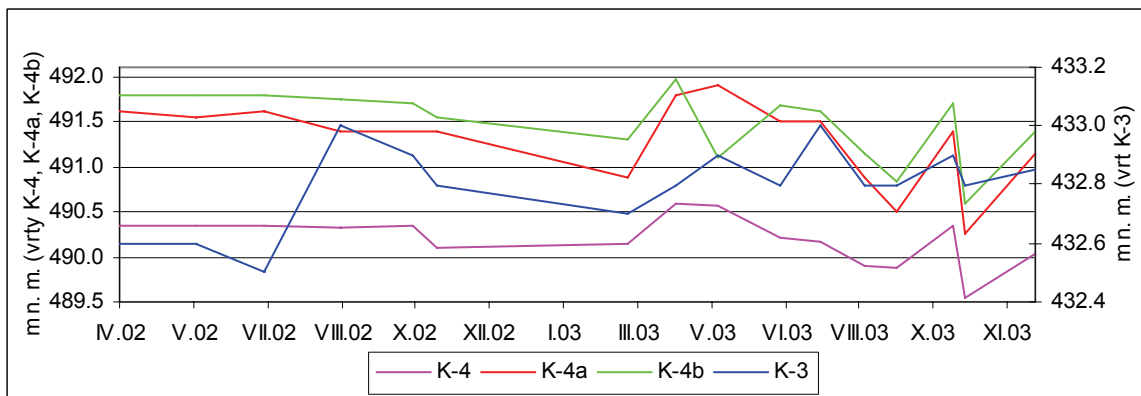
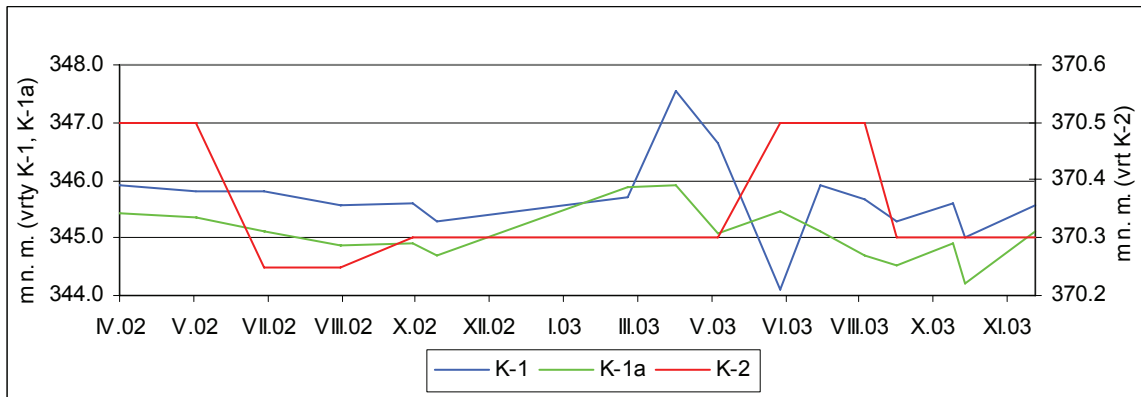
d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina vody vo vrtoch bola v roku 2002 meraná 7-krát a v roku 2003 8-krát (príl. 1.8, obr. 2.1.30). Maximálne hladiny podzemnej vody boli v roku 2003 zaznamenané prevažne v mesiacoch apríl – júl, minimálne vo väčšine objektov v októbri (v prípade hlbokých horizontov vody vo vrtoch K-5, 5a, 5b v marci). Najväčší rozkyv hladiny vody bol nameraný v objekte K-1 (3,43 m). Celková priemerná úroveň hladiny, vypočítaná z priemerných úrovní všetkých meraných objektov poklesla v roku 2003 iba nepatrne o cca 10 cm (z 5,86 m na 5,96 m). Stav hladiny podzemnej vody v roku 2003 však možno podľa kritérií tab. 2.1.4 hodnotiť priaznivo (obr. 6.1.31).

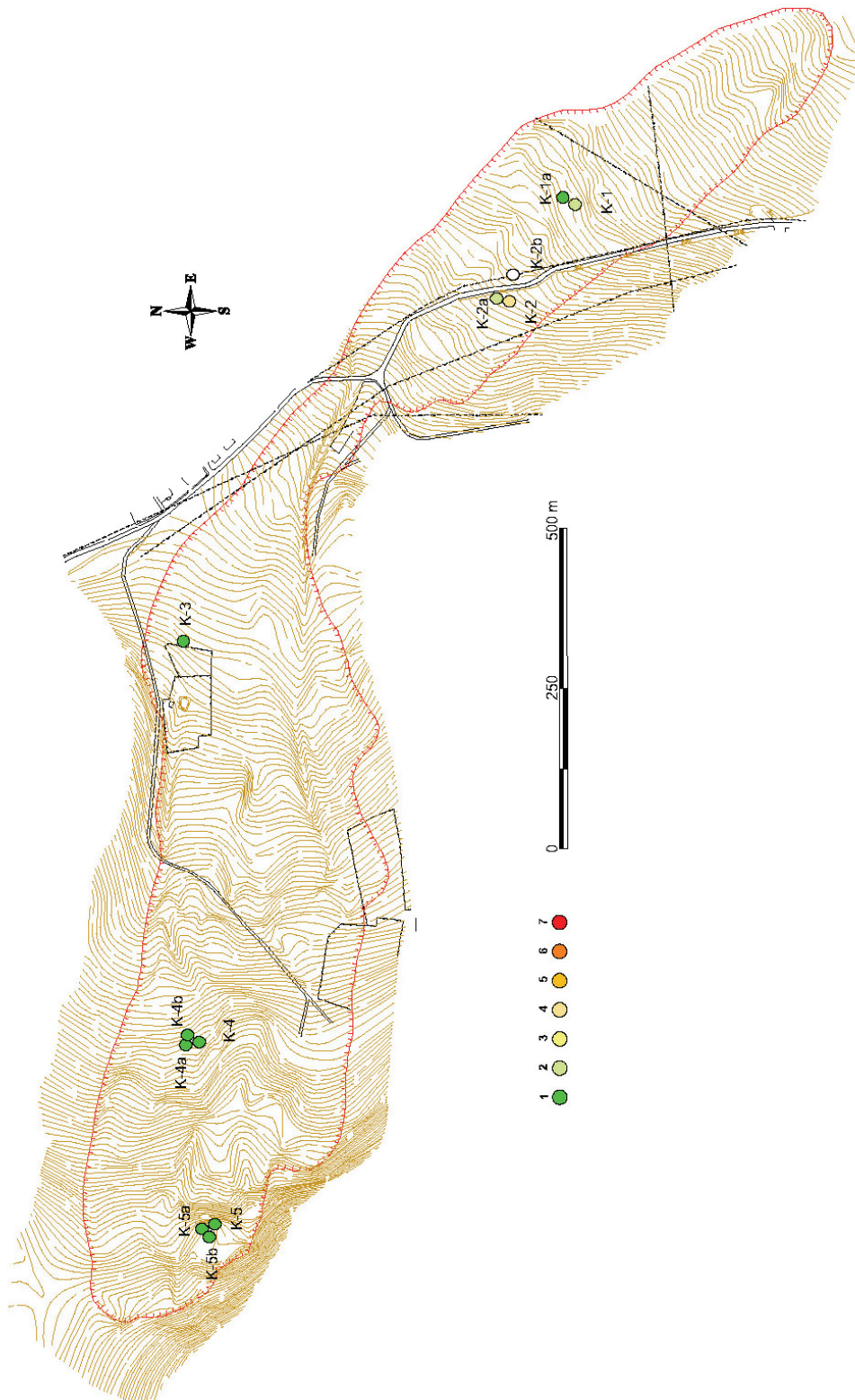
e/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 na stanici Kapušany bol 601 mm, na stanici Prešov – planetárium 575 mm. V roku 2003 predstavoval na stanici Kapušany 627,7 mm a na stanici Prešov – planetárium 540 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2002 a 2003 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (619,6 mm v Kapušanoch a 594,5 mm v Prešove), predstavuje úhrn za rok 2002 96,9 % (resp. 96,7 %) dlhodobého priemeru (normálny rok) a úhrn za rok 2003 101,3 % (resp. 90,8 %) dlhodobého priemeru (normálny rok). V porovnaní s ostatnými pozorovacími stanicami iba merania uvedených dvoch staníc nezaznamenali suchý až veľmi suchý charakter roku 2003.

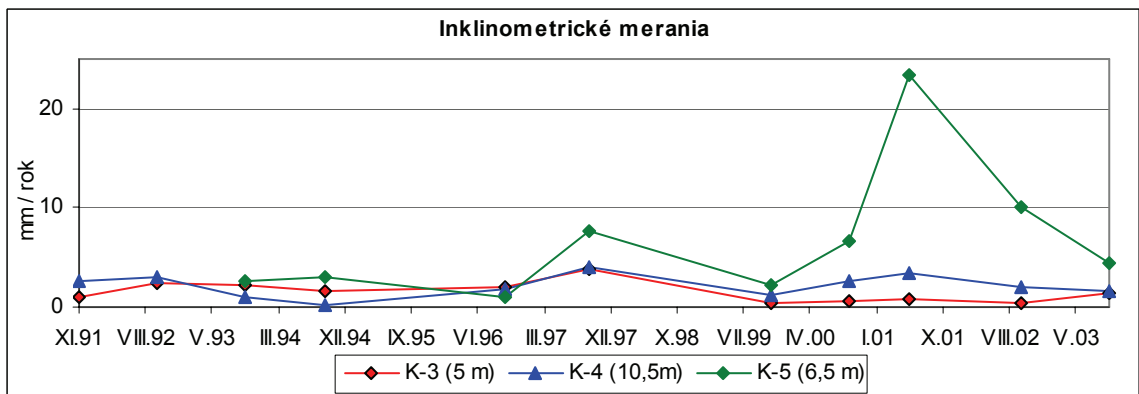
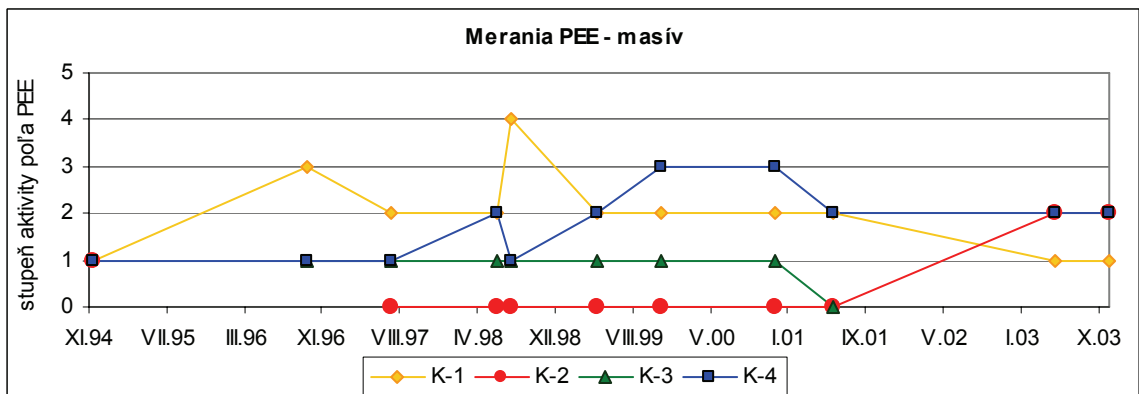
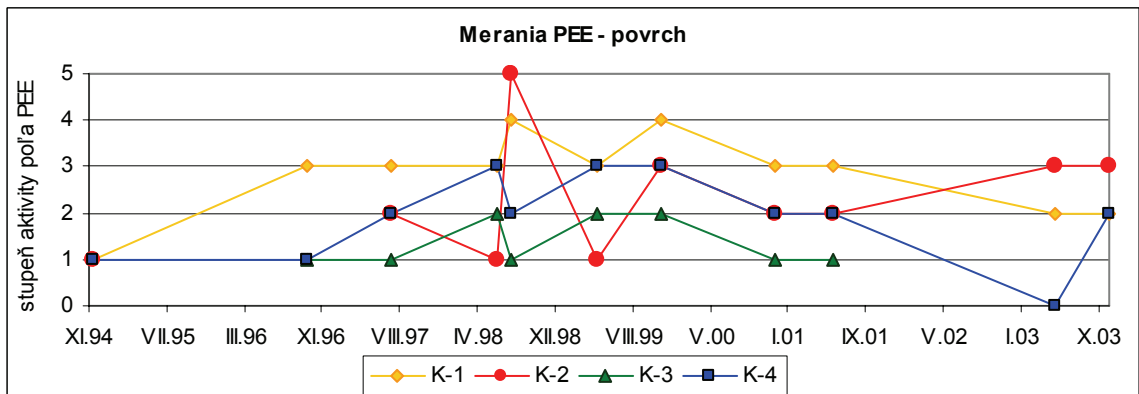
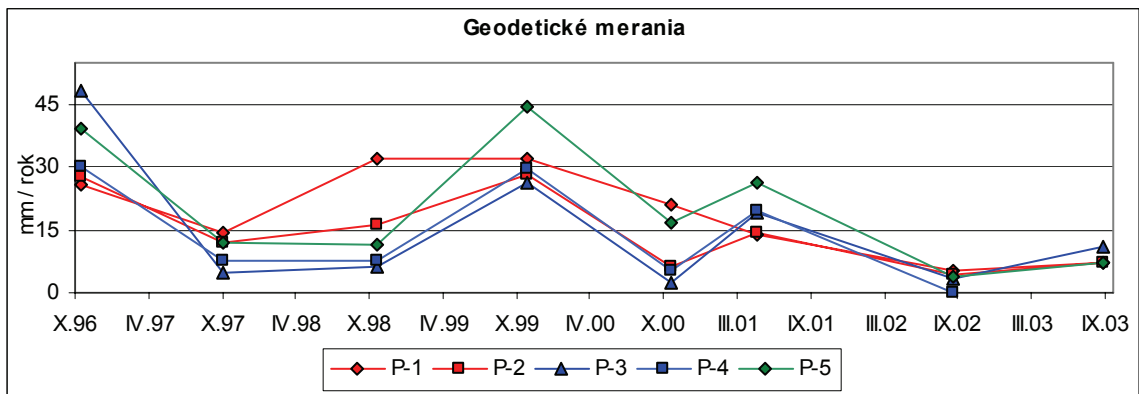
Obr. 2.1.30: Výsledky režimových pozorování na lokalite Fintice v letech 2002 a 2003, znázornené společně s měsíčními úhrny zrážek ze stanice SHMÚ Kapušany Prešov - vojsko



Obr. 2.1.31: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, v pozorovaných objektoch na lokalite Fintice za rok 2003. 1 až 7 – základné stupne hodnotenia stavu hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.29



Obr. 2.1.32: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Fintice



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. Výsledky monitorovacích meraní nepreukázali v roku 2003 žiadne významné zmeny pohybovej aktivity. Určité náznaky pohybu na základe inklinometrických meraní boli zaznamenané predovšetkým v hlbších polohách vrtu K-5 a pravdepodobne súvisia s inými, než zosuvnými javmi. Aktivita poľa PEE v okolí vrtov K-1 a K-2 potvrdzuje, že z hľadiska stability ide o najcitlivejšiu časť zosuvu. Z toho dôvodu bola existujúca monitorovacia sieť v roku 2003 doplnená vrtom K-2B, lokalizovaným práve v tejto časti zosuvu. Režimové pozorovania ilustrovali pomerne ustálenú úroveň hladiny podzemnej vody.

2.1.4.9 Lokalita Slanec - TP

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie v obci Slanec a v jej širokom okolí bolo zaradené medzi monitorovacie lokality už v pôvodnom projekte. Žiaľ, v dôsledku znefunkčnenia siete monitorovacích bodov (išlo o geodetické body i časť pozorovacích vrtov) sa monitorovacie práce na lokalite v roku 1998 ukončili. V súvislosti s realizáciou viacerých podzemných vedení (5 tranzitných plynovodov - TP, medzištátny plynovod, 2 línie ropovodov, optické káble, telekomunikačné káble, vysokotlaková odbočka plynu pre obec Slanec), ako aj prítomnosťou nadzemného elektrického vedenia sa pozornosť sústredila na zosuvný svah, nachádzajúci sa na JZ okraji obce. Vzhľadom na extrémnu preťaženosť daného geologického prostredia antropogénnymi zásahmi a veľkú citlivosť už realizovaných podzemných vedení na prípadné prejavy nestability svahu bol na lokalite vykonaný inžinierskogeologický prieskum a uskutočnené boli rozsiahle sanačné opatrenia (Míka, Bolha, 2000). Aktuálny stav svahu a funkčnosť sanačných opatrení musia byť trvalo monitorované. Monitorovacie práce sa sústreďujú na merania kolísania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení po uskutočnenej sanácii. Z geologického hľadiska územie tvoria sedimenty a vulkanity neogénu (sarmat) a ich kvartérny zvetralinový plášť.

Sedimentárne horniny neogénu sú zastúpené stretavským súvrstvím spodného až stredného sarmatu. Litologicky ho tvoria pelitické a detritické fácie sedimentov s polohami redeponovaných ryolitových a andezitových vulkanoklastík. Vulkanické horniny reprezentujú prevažne lávové prúdy a brekie andezitového zloženia spodnosarmatského až spodnopanónskeho veku. Pochádzajú z drobných extrúzií a efúzií stratovulkánu Bradlo (napr. kóta Čatorňa) a zo sklznutých blokov tohto stratovulkánu. Kvartérne sedimenty sú v skúmanom území zastúpené predovšetkým deluviálnymi sedimentami (prevažne charakteru hĺn, ktorých hrúbka dosahuje až 10 m), úzky pruh územia v okolí potoka je budovaný fluviaálnymi sedimentami.

Svahové pohyby sa aktivizujú v nadloží sivých neogénnych ílov, ktoré tvoria nepriepustnú bariéru a prúdenie podzemných vôd je viazané na ich nadložie. Hlavný smer prúdenia je smerom k potoku Bradlo. V uvedenom prostredí sa striedajú málo priepustné sedimenty s uloženiami suťového charakteru, schopnými podzemnú vodu akumulovať. Málo priepustné horniny v tomto prostredí vytvárajú prirodzené bariéry a podmieňujú vznik vztlakových horizontov, ktoré negatívne ovplyvňujú stabilitu územia. Ďalšou nepriaznivou skutočnosťou je prítomnosť prachovitých ílov prakticky na celom povrchu územia. Tieto zeminy majú vysokú schopnosť akumulovať zrážkovú vodu, zvyšovať tak svoju objemovú tiaž, čo v konečnom dôsledku negatívne pôsobí na celkovú stabilitu svahu. Konečne, stabilné pomery sú významne ovplyvnené viacnásobnými zárezmi líniových stavieb vo

svahu. I keď výrazné čerstvé zosuvné formy v území identifikované neboli, vzhľadom na geologickú stavbu, hydrogeologické pomery, ako aj zistené prejavy deformácií na jednotlivých líniah plynovodov možno predpokladať na svahu veľmi pomalý pohyb krípového charakteru, významne ovplyvňovaný podzemnou vodou, ktorý prebieha na úrovni podložných nepriepustných ílov, alebo vo vrstvách so vztlakovými horizontami podzemnej vody (Míka, Bolha, 2000).

Opis monitorovacej siete a spôsobu monitorovania lokality

Odvodňovacie sanačné opatrenia boli zamerané na zníženie dynamických zásob podzemnej vody presmerovaním podzemného odtoku z infiltračného územia horizontálnymi vrtmi a podpovrchovými kamennými rebrami a na zvýšenie povrchového odtoku z infiltračného územia zberným dláždeným rigolom. V roku 2000 a na jar roku 2001 bolo v riešenom území realizovaných 5 vejárov horizontálnych vrtov s celkovou dĺžkou 2 016,5 m (obr. 2.1.33). Ďalej boli vybudované dve kamenné rebrá hĺbky 3 000 mm, so šírkou dna 900 mm, šírkou v úrovni terénu 1400 mm. Dĺžka kamenného rebra č. 1 je 170 m a kamenného rebra č.3 105 m. Realizovaný bol aj dláždený odvodňovací rigol celkovej dĺžky 520 m. Povrchová aj podpovrchová voda zachytená uvedenými sanačnými opatreniami je odvádzaná do potoka Bradlo.

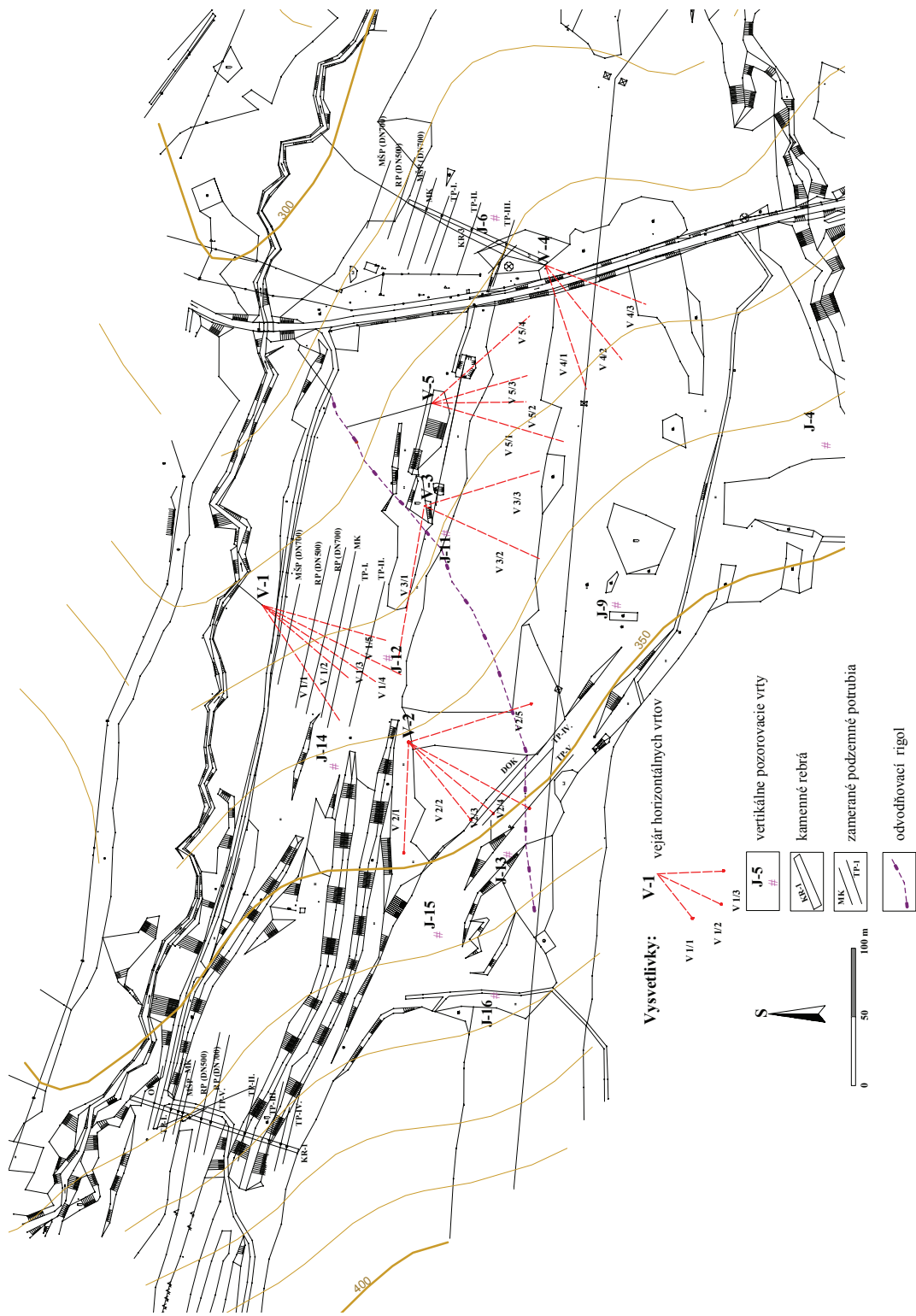
Monitorovacie merania sa vykonávajú na 11 pozorovacích sondách, v ktorých sa v dvojtyždňových intervaloch meria hĺbka hladiny podzemnej vody. V tom istom intervale sú merané výdatnosti horizontálnych vrtov vo vejároch V-1 (päť vrtov), V-2 (päť vrtov), V-3 (tri vrty), V-4 (tri vrty), V-5 (štyri vrty), ktoré sú sústredené v zberných betónových šachtách. Rozbor dlhodobých režimových pozorovaní umožňuje posúdiť funkčnosť sanačných opatrení a na ich základe prognózovať vývoj sledovaného územia. Monitorovacie merania sú dopĺňované údajmi o zrážkových úhrnoch zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.13.

Tab. 2.1.13: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slanec – TP v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11	J-4, J-5, J-6, J-7, J-9, J-11, J-12, J-13, J-14, J-15, J-16	9 meraní v roku 2002 11 meraní v roku 2003
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	20	V-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, V-2/1, 2/2, 2/3, 2/4, 2/5, V-3/1, 3/2, 3/3, V-4/1, 4/2, 4/3, V-5/1, 5/2, 5/3, 5/4	9 meraní v roku 2002, 12 meraní v roku 2003
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51 160)	mesačné úhrny zrážok

Obr. 2.1.33: Lokality Stanec – TP. Situácia sanačných a monitorovacích objektov. Použitie skratky: TP-I. až V.-linie tranzitného plynovodu, MŠP-medzištátny plynovod, RP-ropovod (DN 500-priemer potrubia v mm), MK-obslužný metalický kábel k plynovodu, DOK-diaľkový optický kábel



Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 sú zhrnuté v príl. 1.9. Znázornenie výsledkov režimových pozorovaní za rok 2003 je na obr. 2.1.34. Vzhľadom na krátku dobu vykonávania monitorovacích meraní (nedostatočná dĺžka referenčného obdobia) nebolo zatiaľ možné vykonať zhodnotenie režimových pozorovaní podľa kritérií tab. 2.1.4.

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na základe výsledkov monitorovacích meraní z rokov 2001 a 2002 bolo uskutočnené začiatkom roku 2003 riešenie vodnej bilancie zosuvného územia (Bolha, 2003) a celkové zhodnotenie odvodnenia svahu. Z výsledkov režimového pozorovania vyplýva, že odvodňovacie objekty (horizontálne vrty, kamenné rebrá) sú plne funkčné a sanované územie je ich účinkom stabilizované.

Výsledky monitoringu umožnili na základe porovnania nameranej hĺbky ustálenej hladiny podzemnej vody v pozorovaných sondách po navrtaní s priemernou hĺbkou hladiny podzemnej vody za celé pozorované obdobie konštatovať, že došlo k poklesu hladiny podzemnej vody v siedmich sondách (situovaných bližšie k centru sanovaného územia), z čoho vyplýva, že pokles hladiny podzemnej vody nastal v najcitlivejšej časti sanovaného územia. K zvýšeniu hladiny podzemnej vody došlo v štyroch sondách (J-4, J-13, J-15, J-16). Sondy J-13 a J-15 sú položené vyššie (ich nadmorská výška je viac ako 342 m n.m.). Sondy J-4 a J-16 nie sú priamo ovplyvnené sanačnými opatreniami (nachádzajú sa mimo rajónu účinnosti týchto opatrení).

V roku 2003 boli maximálne úrovne hladiny podzemnej vody zaznamenané pri marcovom a aprílovom meraní, minimálne v období od augusta po november (obr. 2.1.34). Kolísanie hladiny podzemnej vody vo vrtoch vo väčšine prípadov dosahovalo hodnoty do 2 m. Výnimkou boli iba vrty J-14 (4,92 m), J-4 (2,63 m) a J-16 (2,25 m). V porovnaní s rokom 2002 poklesla celková priemerná úroveň hpv o 38 cm (z 5,66 m na 6,04 m).

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení boli použité pri riešení vodnej bilancie územia zosuvného svahu. Výsledky pozorovaní preukázali, že v budúcnosti je nevyhnutné prečistiť odvodňovacie horizontálne vrty V-2/1, V-2/4, V-4/2, V-5/3 a V-5/4.

V roku 2003 maximálne výdatnosti odvodňovacích vrtoch boli zaznamenané v marci a apríli, minimálne sú časovo rozptýlenejšie – prevažne sa viažu k obdobiu august až november (obr. 2.1.34). Nárast celkových priemerných výdatností v roku 2003 indikuje značnú neustálenosť hydrogeologického režimu po realizácii odvodňovacích vrtoch.

c/ Merania zrážkových úhrnov

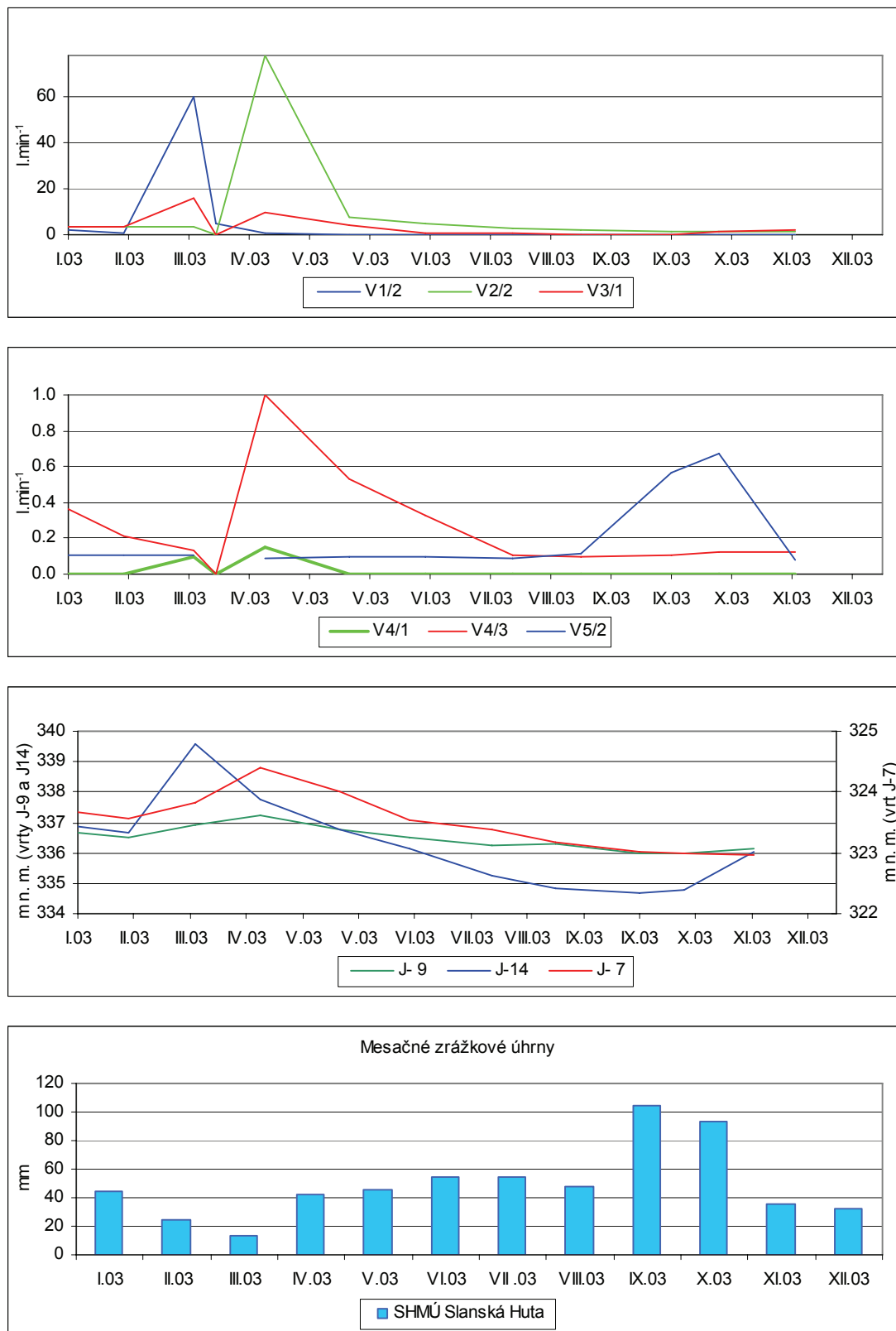
O tom, že rok 2003 bol suchý svedčia pozorovania zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Slanskej Hute. Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 bol 664 mm, v roku 2003 poklesol na 591,5 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Po uskutočnení rozsiahlych sanačných prác v rokoch 2000 a 2001, zameraných predovšetkým na odvodnenie zosuvného svahu, nadobúda prostredie nový rovnovážny stav. Merania v roku 2003 nepreukázali žiadne nepriaznivé skutočnosti, k čomu prispel i fakt, že išlo z hľadiska zrážkových úhrnov o suchší rok, ako bol predchádzajúci. Pokračujúci monitoring územia zosuvu umožní upresňovať vodnú bilanciu územia, pozorovať priebežne

funkčnosť jednotlivých odvodňovacích objektov a operatívne navrhnuť potrebné opatrenia na ich údržbu.

Obr. 2.1.34: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Slanec v rokoch 2002 a 2003, znázornené spoločne s mesačnými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Slanská Huta



2.1.4.10 Lokalita Bojnice

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnicami 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. 2.1.35) a ohrozili viacero objektov – vysokotlakový plynovod a spláškuvú kanalizáciu, vedené v tesnej blízkosti ich odlučných hrán a chodník, povrchový rigol, podpovrchový zberný systém ako aj štátnu cestu v akumuláčnej 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. Na jar roku 1999 sa v od pozorovaných zosuvov vytvoril ďalší zosuv rozmerov cca 20 x 15 m.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.14.

Tab. 2.1.14: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bojnice v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, A, B, B-1, 2, 3, 4, JB-1, 2	2 (21. august 2002; 23. máj 2003)
Inklinometrické	2	JB-1, 2	2 (9. september 2002; 24. apríl 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	JB-1, 2, B-1, 2, 3, 4, J-4, 9	48 meraní v roku 2002; 48 meraní v roku 2003 (1x za rýždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanica SHMÚ: Prievidza (indikatív 30120)	denné úhrny zrážok

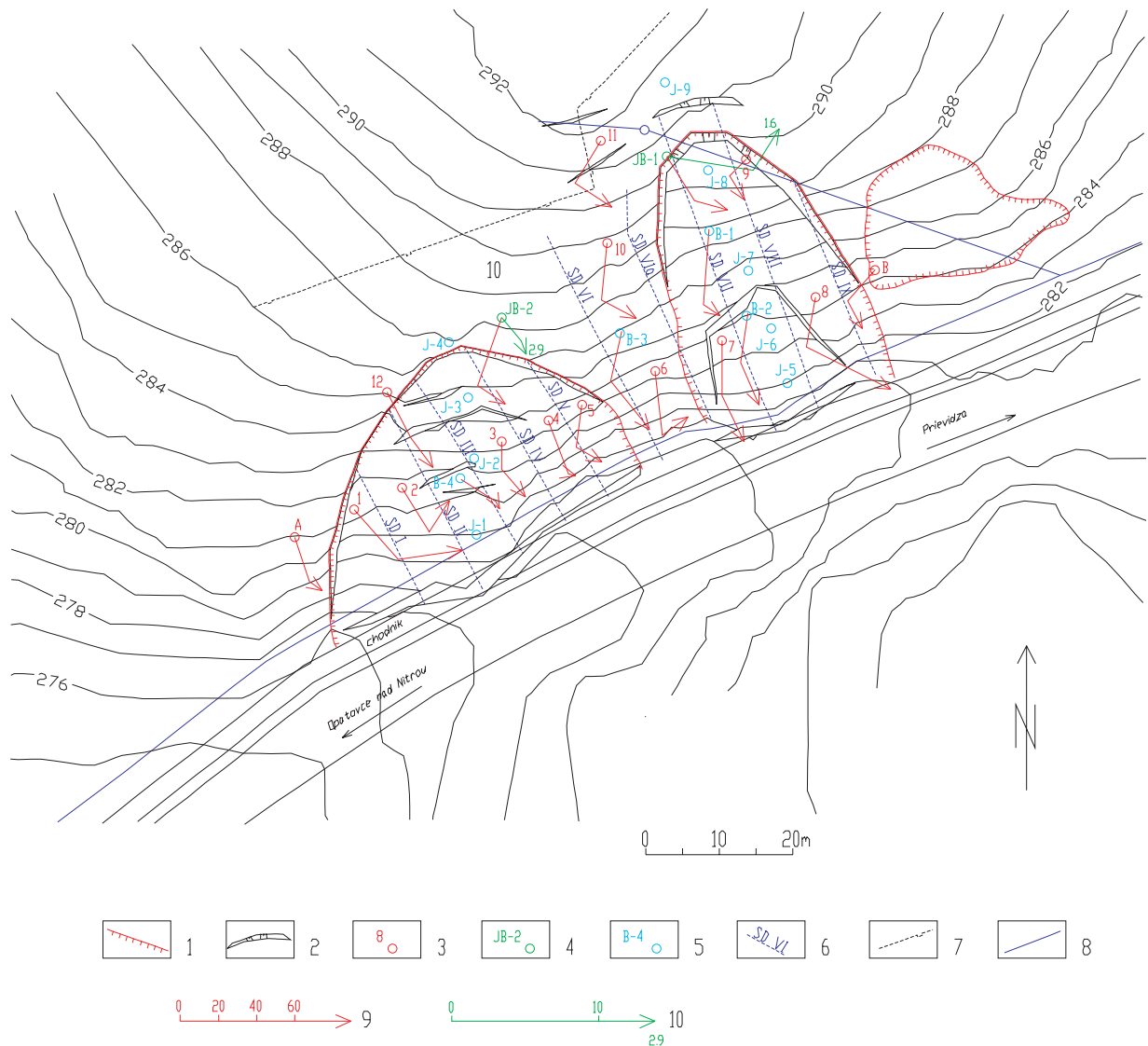
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.10. Zmeny vybraných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 sú znázornené na obr. 2.1.35, hodnotenie stavu podzemnej vody za rok 2003 podľa kritérií tab. 2.1.4 je na obr. 2.1.36. Hodnotenie vývoja pozorovaných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.37 a na obr. 2.1.38.

a/ Geodetické merania

Geodetické merania sa uskutočňujú na 20 pozorovacích bodoch – 12 bodov sa nachádza na zámernej priamke, 4 body sú v telese zosuvu a v posledných rokoch sa merajú aj niektoré vrty (B-1, B-3, JB-1, JB-2).

Obr. 2.1.35: Lokalita Bojnice – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003. 1 – ohraničenie zosuvov, 2 – aktívne trhliny, 3 – geodetické pozorovacie body, 4 – inklinometrické vrty, 5 – monitorovacie vrty, 6 – odvodňovacie drény, 7 – VTL plynovod, 8 – kanalizácia, 9 – mierka vektorov premiestnení geodetických bodov za obdobie VI.01-VIII.02-V.03, 10 – mierka vektorov deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VI.01-IX.02-IV.03 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m)

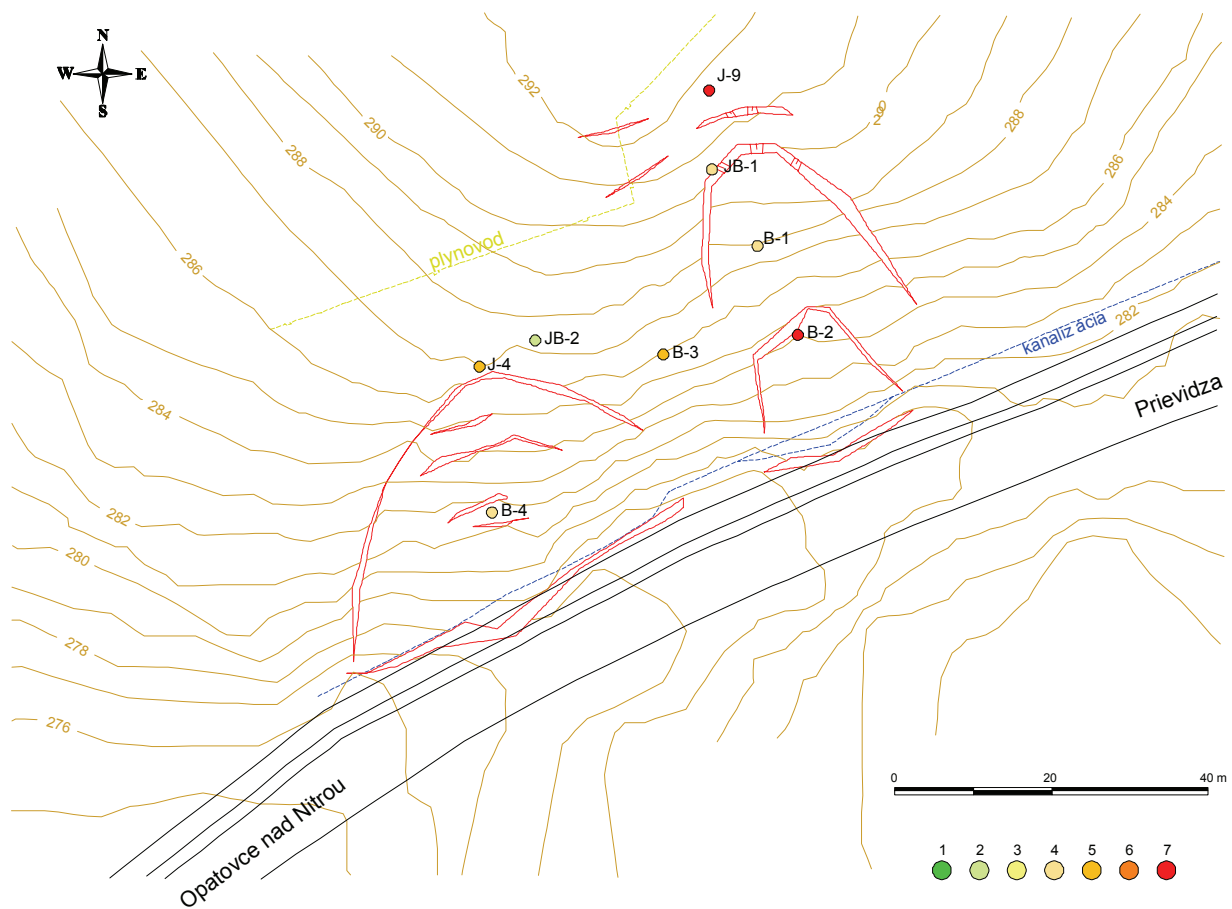


Z merania, uskutočneného v auguste 2002 vyplýva, v porovnaní s výsledkami merania z roku 2001, podstatne vyššia pohybová aktivita celého pozorovaného územia. Najväčšie premiestnenia boli zaznamenané na bodoch 1, 4, 6, 7 a 10, významné poklesy na bodoch 6, 8 a A.

Meranie v máji 2003 preukázalo, že za obdobie cca 10 mesiacov od posledného merania nastala najvýraznejšia zmena v bodoch 1 (polohová zmena – p.z.: 35,36 mm), 3 (pokles 40 mm), 8 (p.z: 51,43 mm), B-3 (p.z.:33,42 mm). Za zvlášť výrazný možno považovať posun bodu č. 8 na východnom okraji zosuvného územia.

Najvýraznejšie zmeny za celé pozorované obdobie boli zistené v roku 1998 a doznievali v roku 1999.

Obr. 2.1.36: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4 v pozorovaných objektoch na lokalite Bojnice za rok 2003. 1 až 7 - základné stupne hodnotenia stavu v piezometrických vrtoch. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.35



b/ Inklinometrické merania

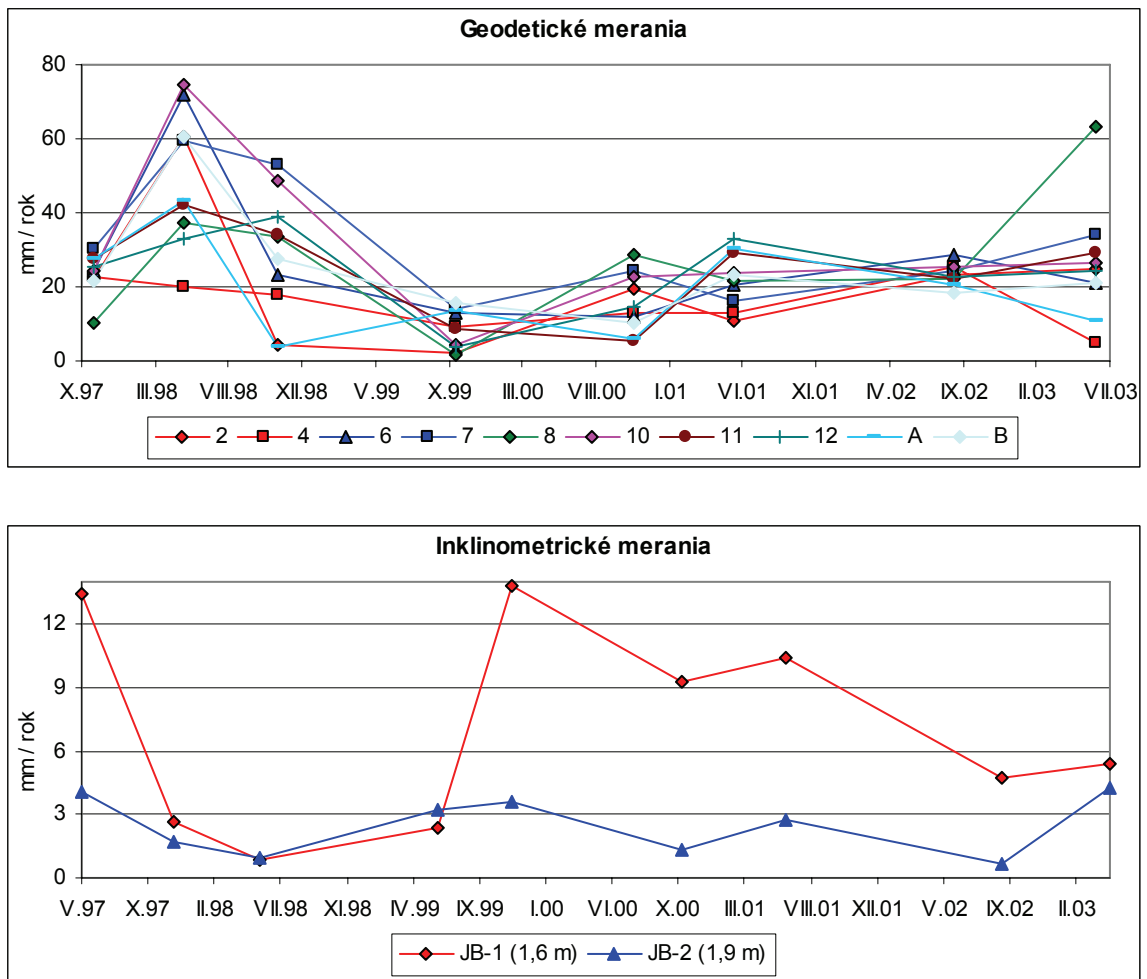
Pohybová aktivita zosuvného delúvia (teda najvrchnejšej časti zemín do hĺbky cca 2 m) bola zaznamenaná meraniami, uskutočnenými v septembri 2002 i v apríli 2003. Vo vrte JB-1 bola v roku 2003 zaznamenaná deformácia 3,3 mm za obdobie 8 mesiacov v hĺbke 1,6 m, vo vrte JB-2 v hĺbke 1,9 m deformácia 2,6 mm za rovnaké obdobie (obr. 2.1.35, príl. 1.10).

Z analýzy vývoja aktivity za dlhšie obdobie vyplýva mierna aktivizácia pohybu vo vrte JB-2 (obr. 2.1.37).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2002 sa maximálne stavy hladiny podzemnej vody vyskytovali najmä v zimnom období, keď hladina podzemnej vody dosiahla v niektorých častiach územia až úroveň terénu. V roku 2003 reagovala hladina podzemnej vody v jednotlivých piezometroch rozdielne. Vo vrte B-1 a B-2 hladina podzemnej vody po jesennom (rok 2002) vzostupe v lete mierne poklesla, a v závislosti od augustových zrážok stúpala k svojim nadpriemerným, ale nie extrémnym hodnotám, ktoré sa udržali až do záveru roka. V piezometroch B-3 a B-4 po zimnom maxime hladiny pomaly trvalo poklesávali až do konca roku 2003. Podobne poklesávala od zimného maxima hladina podzemnej vody v piezometroch JB-1 a JB-2, ale na jeseň 2003 hĺbka hladiny podzemnej vody mierne stúpala (obr. 2.1.38).

Obr. 2.1.37: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Bojnice



Celková priemerná úroveň hladiny podzemnej vody poklesla oproti roku 2002 o 15 cm (z 2,44 m na 2,59 m pod úrovňou terénu).

Ako vyplýva z obr. 2.1.36, najvýraznejší rozkyv hladín bol zaznamenaný vo vrtoch J-9 a B-2 na východnom okraji zosuvného územia.

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

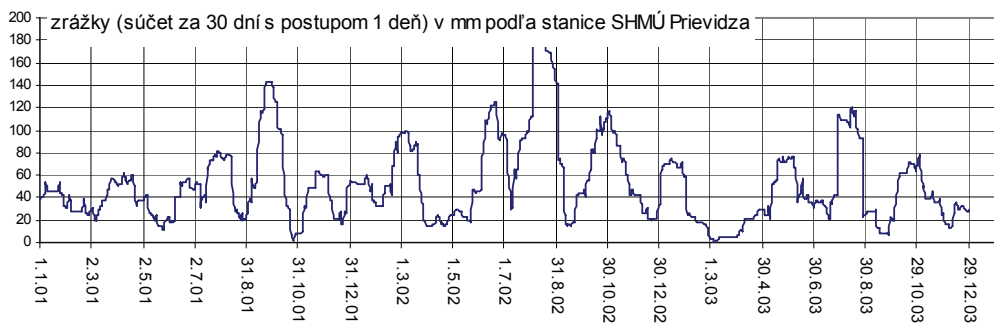
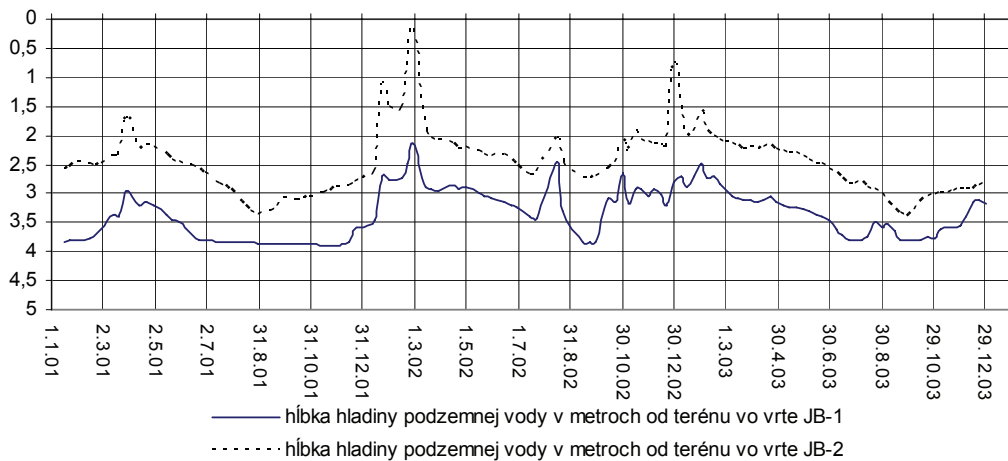
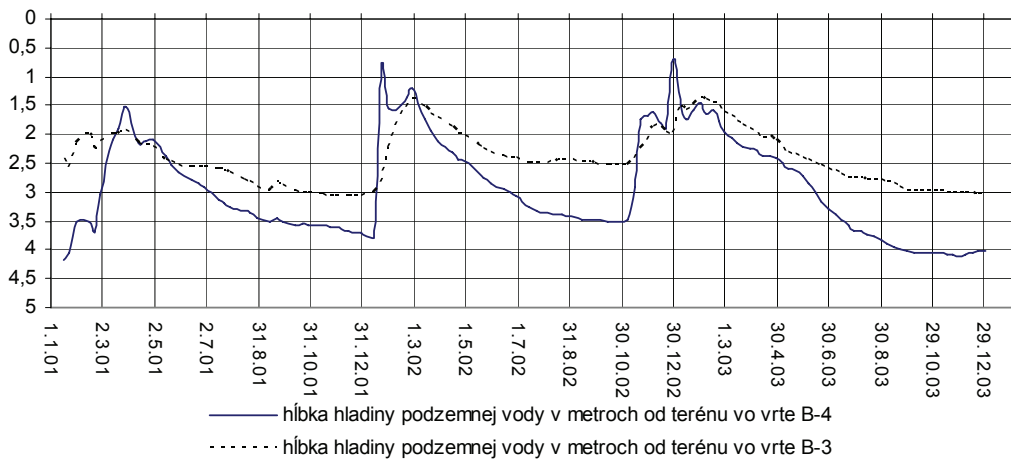
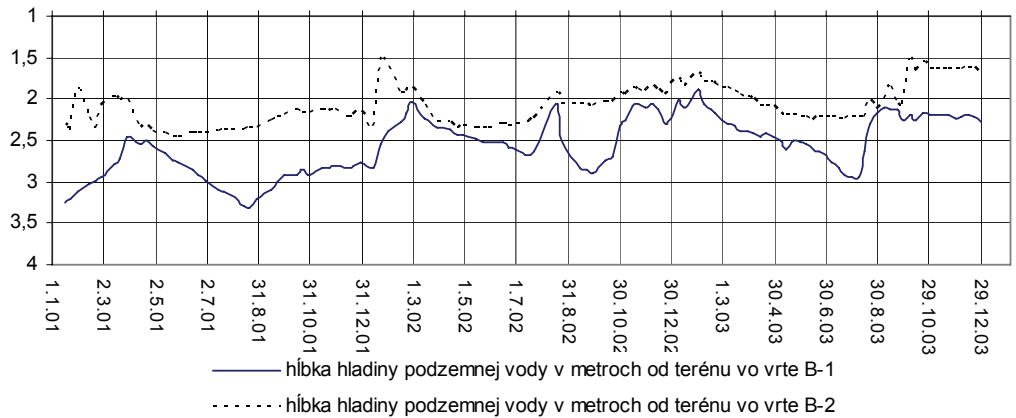
Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza. Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 bol 804 mm a v roku 2003 poklesol na 490,5 mm. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie 10 rokov je 673,4 mm. Z porovnania vyplýva, že úhrn za rok 2002 bol 119,4 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a rok 2003 72,8 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.38.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

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).

Obr. 2.1.38: Výsledky režimových pozorování na lokalite Bojnice (na základe meraní pozorovateľa spracoval S. Scherer)



Je preto namieste požiadavka na zabezpečenie tesnosti kanalizácie, aby sa vylúčila táto možnosť zhoršovania stabilitných 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.

V prípade, ak sa nevykonajú potrebné opatrenia (revízia kanalizácie) môže dôjsť k výraznej aktivizácii pohybu, ktorý môže opätovne porušiť chodník a cestnú komunikáciu, ktorých realizácia, spoločne s vykonanými sanačnými opatreniami, stála nemalé finančné prostriedky.

2.1.4.11 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 centrálnokarpatského paleogénu (charakteru jemno až hrubo rytmického flyša s prevahou ílovcov). Takýto charakter geologickej stavby podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery (prítomnosť tlakových horizontov podzemnej vody, vysoký hydraulický spád, filtračnú heterogenitu). Základným faktorom zosúvania bola v minulosti erózna činnosť rieky (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 krátkodobo počas prieskumov a sanácií (výnimkou sú iba geodetické merania, vykonávané po dobu viac, ako 30 rokov); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, sú zhrnuté v tab. 2.1.15.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.11. Výsledky meraní za roky 2002 a 2003 sú graficky spracované na obr. 2.1.39, záznamy z hladinomera sú na obr. 2.1.40 a semikvantitatívne hodnotenie stavu podzemných vôd v roku 2003 je na obr. 2.1.41. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.42 a 2.1.43.

Tab. 2.1.15: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Okoličné v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	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 (27. september 2002; 4. apríl 2003)
Inklinometrické	4	M-2, 3, 4, JO-1	2 (11. september 2002; 29. apríl 2003)
Povrchových reziduálnych napätí	11 (8 v roku 2003)	RN-1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 23 (merania v bodoch RN-4, 8, 23 sa v roku 2003 neuskutočnili)	2 (11. september 2002; 29. apríl 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	J-3A, J-3B, J-6B, JP-44, JO-1, M-2, M-3, M-4	45 meraní v roku 2002 45 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
	1	J-1 – automatický hladinomer	kontinuálne (každú hodinu)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	5	(A+B_ABC), (C_ABC), (A_AB), (B_AB), OM_1	9 meraní v roku 2002 10 meraní v roku 2003 (1x za mesiac)
	12	D1, D2, D3, JH-14, 17, V-1, 3, 5, 101, 102, 103, 104	45 meraní v roku 2002 45 meraní v roku 2003 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipt. Mikuláš (indikatív 21060) Lipt. Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21130)	denné úhrny zrážok

a/ Geodetické merania

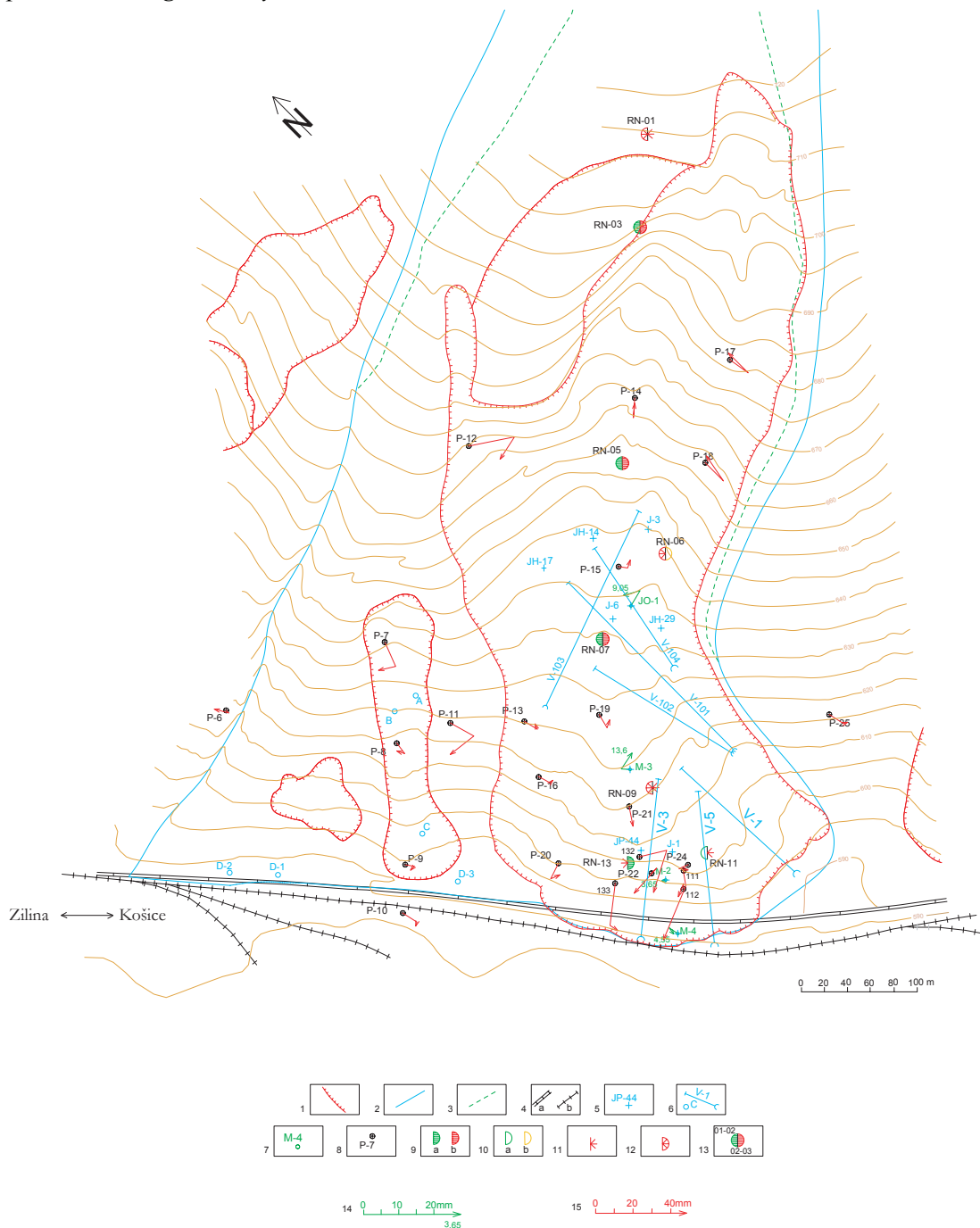
Meranie zo septembra 2002 potvrdilo relatívne ukludnený stav svahu. Najväčšie premiestnenia (nad 15 mm) boli zaznamenané v čele zosuvnej akumulácie (body 132, 133) a v bode P-12.

Meranie zo začiatku apríla 2003 (teda cca 6 mesiacov od posledného merania) zaznamenalo najväčšie polohové a výškové zmeny v bodoch P-11 (16,1 mm), P-18 (16,3 mm), P-22 (18 mm), 111 (31,4 mm) a 132 (23,7 mm). Posuny bodov P-22, 132 a predovšetkým 111 naznačujú určitú pohybovú aktivizáciu čela zosuvu, nachádzajúceho sa v priamom kontakte so železničnou traťou (obr. 2.1.39).

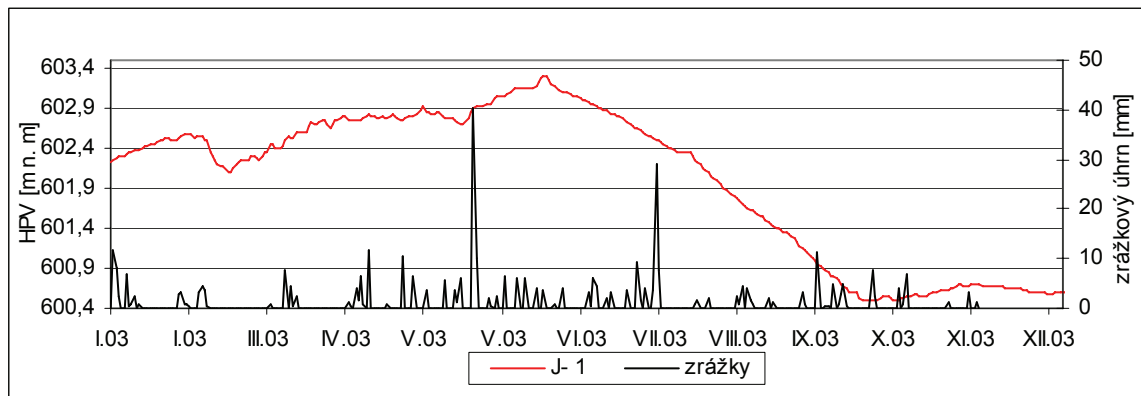
Veľmi premenlivý vývoj pohybovej aktivity v priestore celého zosuvu ilustruje aj analýza premiestnení niektorých vybraných bodov za dlhšie obdobie pozorovania (obr. 2.1.42). Z obrázku jasne vyplýva kritický stav, ktorý bol zaznamenaný geodetickým meraním v roku 2000.

Obr. 2.1.39: Lokalita Okoličné – výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003.

1 – morfológické 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 vyústenia 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/ výrazný nárast (nad 100 %), 10 – povrchové reziduálne napätia ťahové: a/ pokles a mierny nárast (do 20 %), b/ stredný nárast (20 až 100%), 11 – zmena charakteru napätia z ťahu na tlak (viac, než 3 kPa), 12 – zmena charakteru napätia z tlaku na ťah (viac, než 3 kPa), 13 – spôsob znázornenia vývoja napätí - porovnanie stavu z IX.02 so stavom z IX.01 (vľavo) a stavu zo IV.03 so stavom z IX.02 (vpravo), 14 – mierka vektora deformácie inklinometrickej pažnice za obdobie VIII.01-IX.02-IV.03 (číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), 15 – mierka vektora premiestnenia geodetických bodov za obdobie IX.01-IX.02-IV.03



Obr. 2.1.40: Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody automatickým hladinomerom, umiestneným vo vrte J-1 na lokalite Okoličné v roku 2003, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš



b/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Pri meraniach v septembri 2002 boli zaznamenané pomerne výrazné zmeny z tlakových na ťahové napätia v bodoch RN-1, 6 a 9, čo môže naznačovať vytváranie dielčích ťahových trhlin. Naopak, v bode RN-13 bola zaznamenaná zmena charakteru napätí z ťahu na tlak.

Z výsledkov merania v apríli 2003 vyplýva, že celkovo prevládali tlakové napätia, ktoré sa oproti predchádzajúcemu meraniu vo väčšine prípadov výrazne zvýšili (body RN-3, RN-5, RN-7). Vo viacerých bodoch bol zaznamenaný prechod z ťahových na tlakové napätia (RN-1, RN-9, RN-11). Ťahové napätie bolo zistené iba v mieste skúšky RN-6 (obr. 2.1.39).

Dlhodobejší vývoj povrchových reziduálnych napätí (obr. 2.1.42) je taktiež charakteristický výraznou premenlivosťou tejto hodnoty v priestore i čase. Výsledky meraní, uskutočnených v roku 2003 ilustrujú výrazný prechod z ťahového do tlakového charakteru napätí predovšetkým v bode RN-9.

c/ Inklinometrické merania

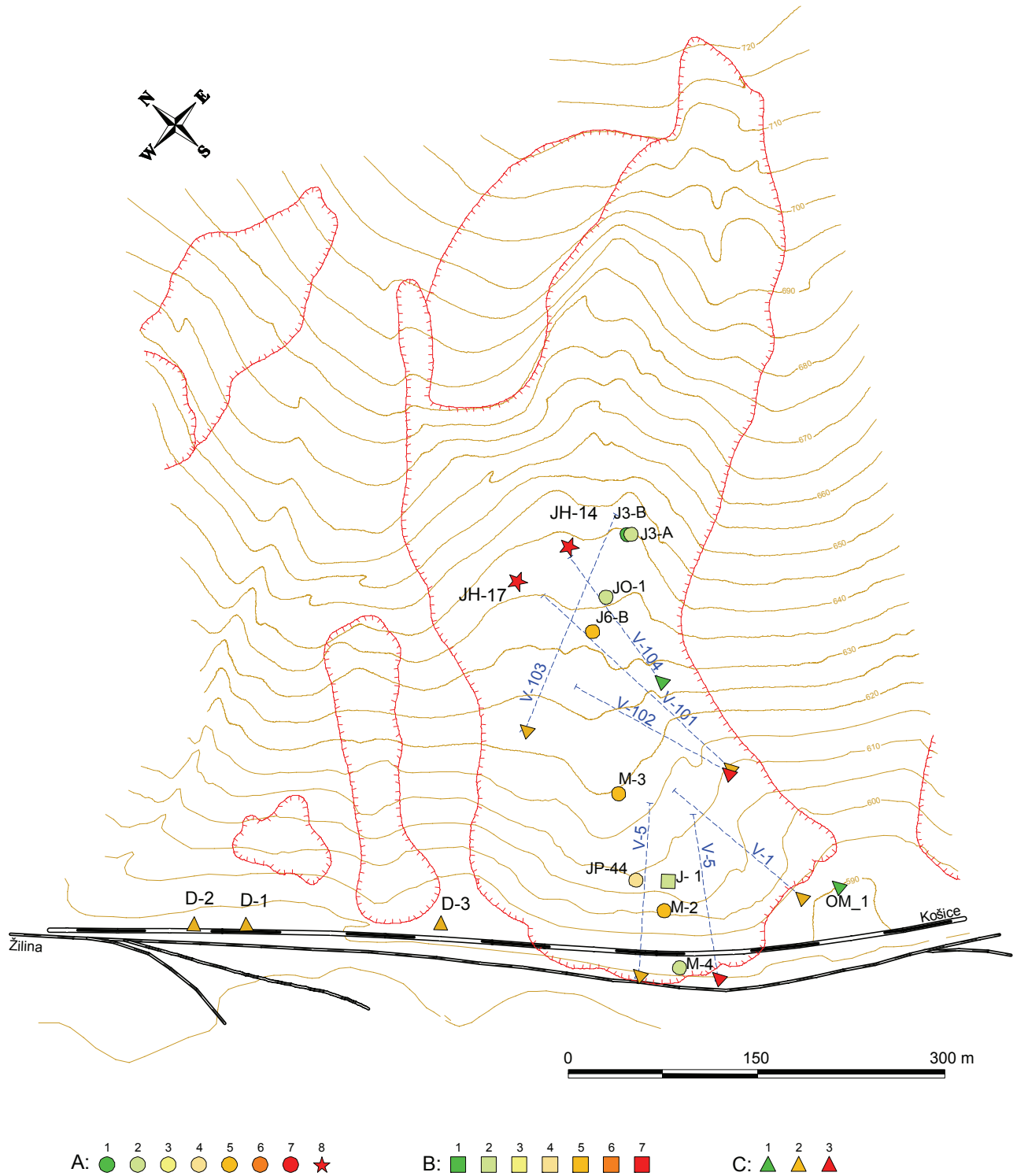
Kým meranie realizované v septembri 2002 preukázalo mierny útlm pohybovej aktivity v okolí vrtov M-3 a JO-1, meraním v apríli 2003 (t.j. za cca 8 mesiacov od posledného merania) bol zaznamenaný výraznejší nárast deformácií vo vrte M-3 (7,8 mm v hĺbke od 2,6 m až do hĺbky cca 14 m) a vo vrte JO-1 (5 mm v hĺbke 9 m – obr. 2.1.39).

Z porovnania s predchádzajúcimi meraniami vyplýva veľká premenlivosť rýchlosti nameranej deformácie v rôznych časových obdobiach a v rôznych častiach zosuvu (obr. 2.1.42). Najvýraznejšie zmeny pohybovej aktivity zachytávajú merania vo vrtoch M-2 a M-3, vrt JO-1 sa premeriava podstatne kratšie obdobie. Z hľadiska dlhodobého vývoja tohto parametra možno stav, nameraný v roku 2003, považovať za nepriaznivý.

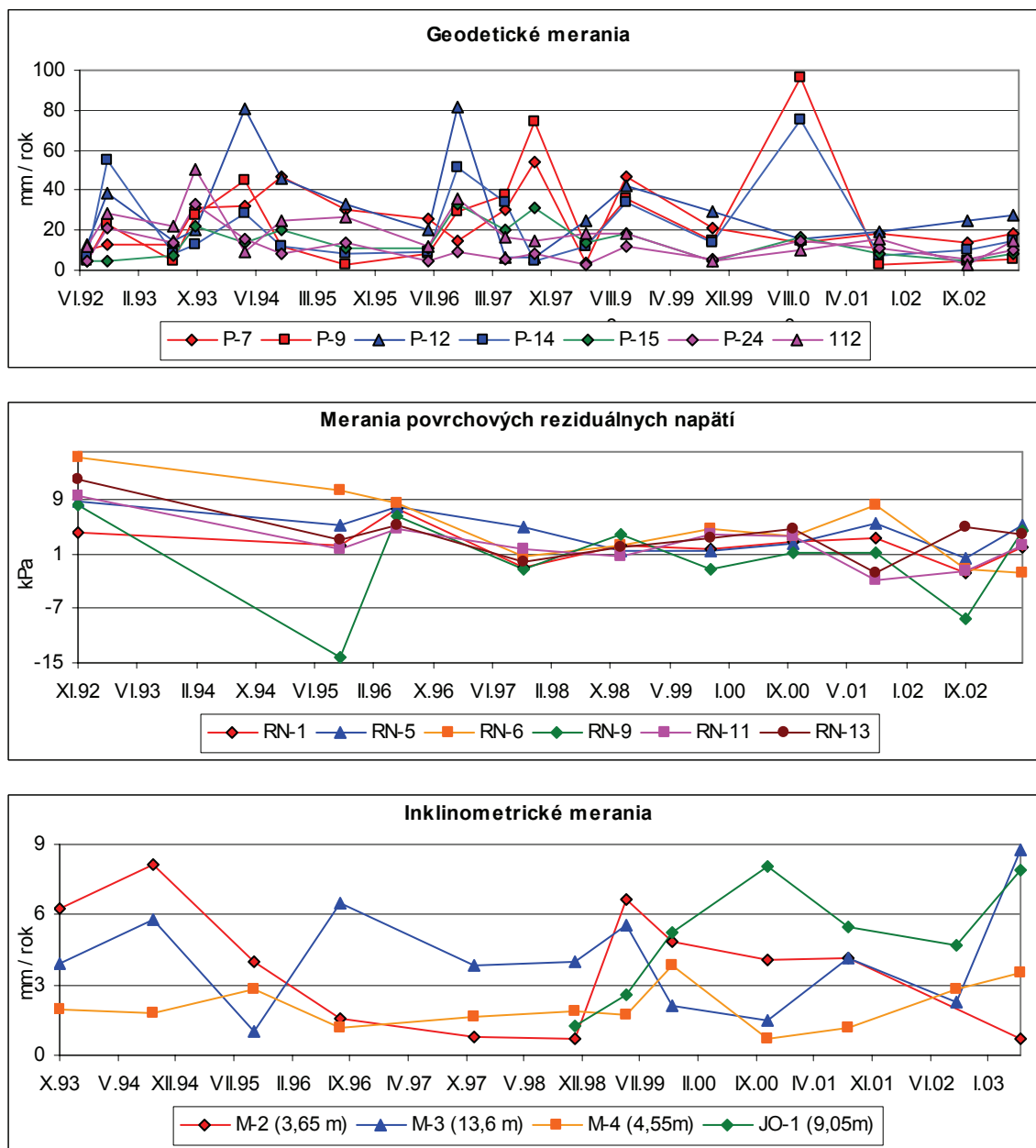
d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Maximálny rozkyv hladín bol v roku 2003 zachytený v objektoch M-2 (13,72 m) a JP-44 (úroveň minimálnej úrovne hpv nie je z technických dôvodov v tomto vrte merateľná). Významná frekvencia kolísania hladiny je zaznamenaná vo vrtoch J-6B, M-3 a M-2. Ak neuvažujeme hodnotu kolísania hladiny vo vrte JP-44, potom celková priemerná úroveň hladiny podzemnej vody, odvodená z výsledkov pozorovaní 7 objektov, poklesla oproti roku 2002 o cca 30 cm (z 8,14 m na 8,43 m). Zaujímavé je, že v lete 2003, keď nastal pokles hladiny podzemnej vody vo vrte M-2, vo vrte JP-44 nastal vzostup hladiny (obr. 2.1.43). Veľkosť i vysoká rýchlosť zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody môžu pôsobiť negatívne na stabilitu svahu.

Obr. 2.1.41: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení v pozorovaných objektoch na lokalite Okoličné za rok 2003. A – základné stupne (1 až 7) hodnotenia stavu v piezometrických vrtoch podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, 8 – vertikálne vrty s trvalým merateľným prelivom, B – dtto pre automatické hladinomery, C – hodnotenie výdatnosti odvodňovacích zariadení. Vysvetlenie ostatných označení pozri obr. 2.1.39



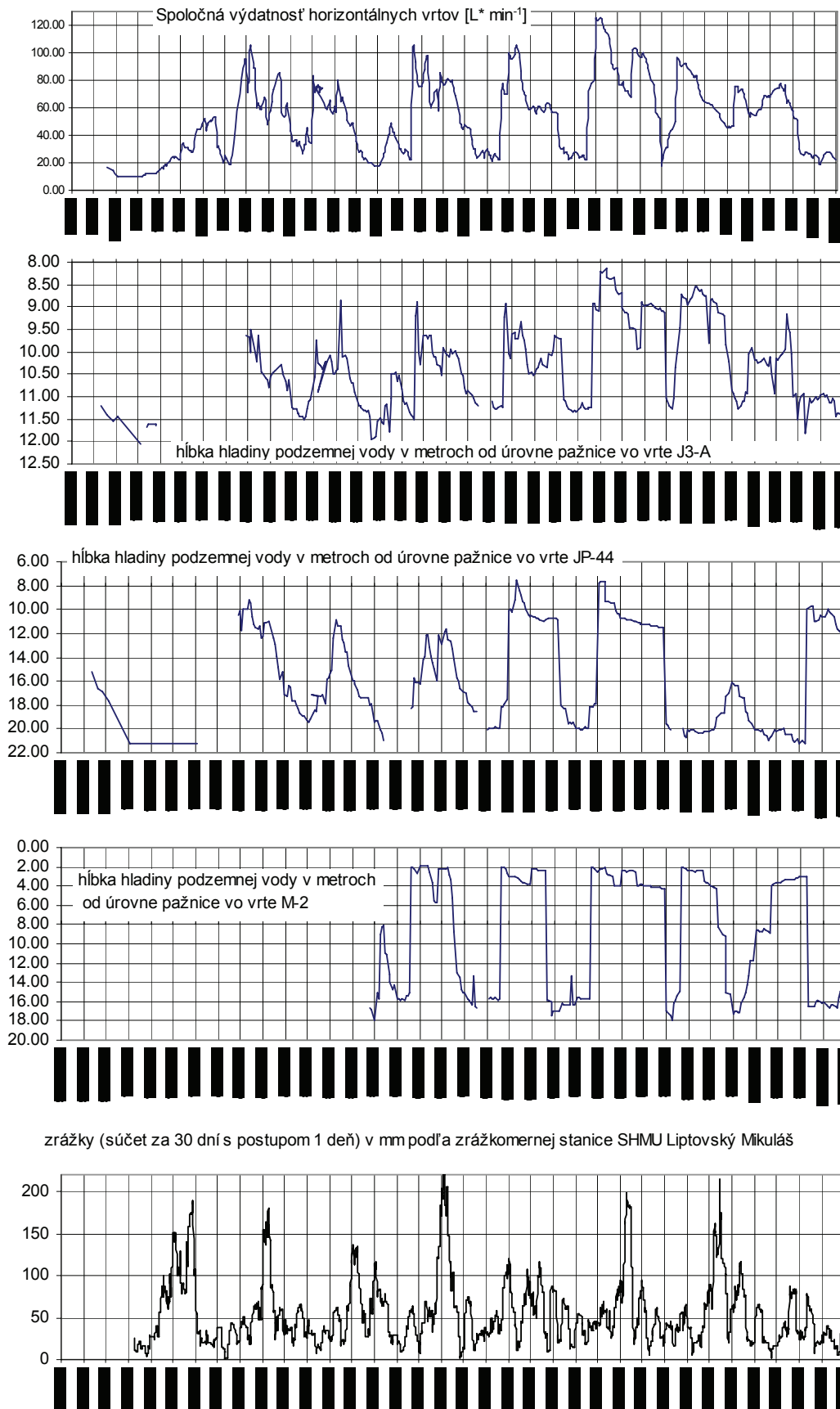
Obr. 2.1.42: Dlhodobé zmeny hodnôt monitorovaných parametrov na lokalite Okoličné



Pozorované vrty na zosuve Okoličné sú však staršieho veku, a preto nie je isté, či toto špecifické kolísanie hladiny podzemnej vody nemá inú príčinu. Výsledky meraní automatického hladinomeru, umiestneného vo vrte J-1 zaznamenali vo veľmi suchom roku 2003 od júna do októbra pokles úrovne hladiny podzemnej vody až o cca 2,5 m a takto znížená úroveň hladiny zotrvala až do konca kalendárneho roku (obr. 2.1.40). Činnosť automatického hladinomeru vo vrte JH-29 bola ukončená v roku 2002. +Hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody za rok 2003 podľa kritérií z tab. 2.1.4 vyznieva vcelku priaznivo (obr. 2.1.41). Trvalo najnepriaznivejšie ovplyvňujú hydrogeologické (a v konečnom dôsledku i stabilné) pomery prelivové vrty JH-14 a JH-17, voda z ktorých vyteká do telesa zosuvu. Na základe dlhodobých meraní je pre lokalitu charakteristický výrazný rozdiel úrovní hladiny podzemnej vody v niektorých piezometroch v rôznych ročných obdobiach. Jarné stúpnutie hladiny vody je v niektorých pozorovaných objektoch 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 jarných mesiacoch hladina v priebehu niekoľkých dní stúpne až o 14 m – obr. 2.1.43).

Obr. 2.1.43: Výsledky režimových pozorovaní na lokalite Okoličné (na základe meraní pozorovateľa)



e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Maximálna výdatnosť odvodňovacích zariadení bola v roku 2003 vo väčšine prípadov zaznamenaná v jarných mesiacoch (marec až máj), výskyt minimálnej výdatnosti je pre jednotlivé objekty časovo veľmi rozptýlený. Maximálny rozptyl výdatností v priebehu roka bol zaznamenaný v objektoch V-102 ($19,8 \text{ l.min}^{-1}$) a JH-14 (18 l.min^{-1}).

Zmeny spoločnej výdatnosti odvodňovacích vrtov sú znázornené na obr. 2.1.43. Z grafu vyplýva pokračujúca zákonitosť zmien v priebehu roka – výdatnosť výrazne stúpa v jarných mesiacoch, v strede leta sa prejavuje jej postupný pokles a menej výrazné stúpanie nastáva na jeseň. Táto zákonitosť sa v rôznom rozsahu hodnôt prejavuje dlhodobo. V roku 2003 jesenné zvýšenie nenastalo a maximálna výdatnosť na začiatku leta ($77,6 \text{ l.min}^{-1}$) bola nižšia ako v minulých rokoch. Dlhodobá spoločná priemerná ročná výdatnosť je $55,6 \text{ l.min}^{-1}$. V predchádzajúcich rokoch bola priemerná ročná výdatnosť vysoká (rok 2001 $78,44 \text{ l.min}^{-1}$ a rok 2002 $64,4 \text{ l.min}^{-1}$), v roku 2003 dosiahla podpriemernú hodnotu $47,8 \text{ l.min}^{-1}$. Funkčnosť drenážnych prvkov je dobrá, ale odvedenie drénovanej vody mimo zosuvné územie je nevyhovujúce, jej veľká časť sekundárne infiltruje späť do telesa zosuvu a nepriaznivo vplýva na jeho stabilitu.

f/ Analýza distribúcie stabilných izotopov

V decembri 2003 boli na zosuve Okoličné a v jeho okolí odobraté vzorky podzemnej vody na stanovenie izotopového zloženia vodíka a kyslíka. Odobratá bola tiež vzorka vody z povrchového toku Smrečianka. Kompletné výsledky štúdie aj s textovým komentárom sú zhrnuté v príl. 1.11. Účelom vzorkovania bolo posúdiť genézu podzemnej vody a vzájomné vzťahy medzi podzemnou vodou z jednotlivých zdrojov a najmä posúdiť možnosť účasti vody pochádzajúcej z potoka Smrečianka na obehú podzemnej vody vo vlastnom telese zosuvu.

Z vykonaných analýz vyplýva príbuznosť, respektíve odlišnosť podzemnej vody vystupujúcej v jednotlivých zdrojoch. Zjavná je príbuznosť podzemnej vody zo zdrojov V-104 a šachtice A+B a na druhej strane zase zdrojov V-3, V-102, D-2, prameňa nad salašom, viac menej i zdroja V-5 a vrtu pod pamätníkom (tu je však pohyb vody zrejme minimálny a voda je najviac odparená). Špecifické postavenie má voda z potoka Smrečianka a je zrejme, že sa nezúčastňuje na obehú v tele zosuvu, aspoň v sledovaných zdrojoch jej prítomnosť nebola preukázaná (príl. 1.11).

f/ Merania zrážkových úhrnov

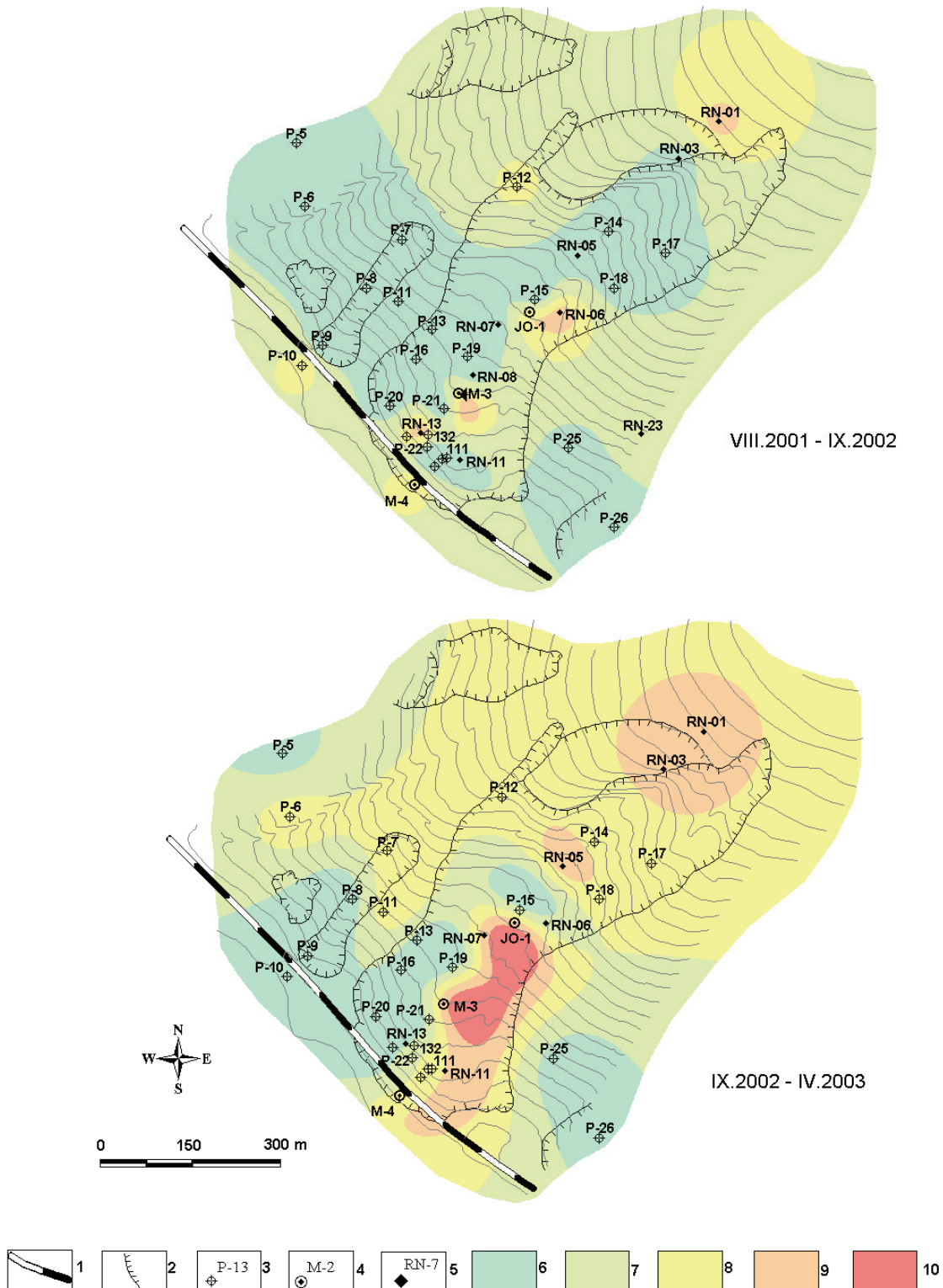
Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 bol na stanici L. Mikuláš 729 mm a na stajnici L. Mikuláš – Ondrášová 753 mm . V roku 2003 poklesol na $407,7 \text{ mm}$, resp. $480,2 \text{ mm}$. Ak porovnáme úhrny v rokoch 2002 a 2003 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom ($657,2 \text{ mm}$, resp. $662,2 \text{ mm}$), predstavuje úhrn za rok 2002 $110,9 \%$, resp. $113,7 \%$ dlhodobého priemeru (ide teda o normálny až vlhký rok) a úhrn za rok 2003 62% , resp. $72,5 \%$ dlhodobého normálu (čo je charakteristické pre veľmi suchý rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.43.

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. 2.1.44.

Obr. 2.1.44: Komplexné spracovanie výsledkov monitorovacích meraní (zhodnotených podľa kritérií tab. 2.1.3) na lokalite Okoličné za roky 2002 a 2003. 1 – železničná trať, 2 – ohraničenie zosuvov, 3 – body geodetickej siete, 4 – inklinometrické vrty, 5 – miesta merania povrchových reziduálnych napätí, 6 – stabilný stav častí územia, 7 – náznačky pohybovej aktivity zosuvu, 8 – mierne aktívny stav, 9 – aktívny stav, 10 – vysoko aktívny stav (spracovali P. Pauditš a P. Wagner)



Pre porovnanie je na tomto obrázku vyjadrené hodnotenie aktivity územia podľa tých istých kritérií i za predchádzajúci rok.

Kým z komplexného hodnotenia v roku 2002 vyplýval vcelku stabilizovaný stav zosuvu, z výsledkov meraní i komplexného hodnotenia v roku 2003 vyplynula určitá aktivizácia pohybovej aktivity. Túto skutočnosť preukazujú predovšetkým výsledky geodetického merania, ktoré identifikovalo významný posuv bodov v čele svahovej deformácie nad železničnou traťou (body 111, 132 a P-22). Aktivitu povrchovej polohy zosuvu ilustruje všeobecné zvýšenie povrchových reziduálnych napätí tlakového charakteru. O hlbšom dosahu deformácií zasa svedčia výsledky inklinometrického merania vo vrte M-3 a čiastočne i JO-1. Treba však upozorniť, že komplexné hodnotenie sa vykonalo na základe výsledkov meraní, uskutočnených v jarných mesiacoch roku 2003, teda v období najnepriaznivejších podmienok z hľadiska stability svahu. Samotný rok 2003 bol veľmi suchý a odraz tejto skutočnosti sa prejaví pravdepodobne až na výsledkoch meraní v roku 2004. Pre vyjadrenie aktuálneho stavu je preto potrebné dôsledne brať do úvahy časový rozsah hodnoteného obdobia, uvedený na obr. 2.1.44.

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.

2.1.4.12 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 akumuláčnej 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 Technicko – bezpečnostný dozor (TBD) vodného diela.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Z hľadiska monitorovania má lokalita veľkomarského zosuvu osobitné postavenie. Vlastné monitorovacie merania – geodetické (raz do roka) a režimové (raz za 2 týždne) – sú vykonávané pracovníkmi VD Liptovská Mara a v rámci riešenia úlohy sa spracovávajú a vyhodnocujú. Prehľad meraní, uskutočnených v rokoch 2002 a 2003, je zhrnutý v tab. 2.1.16.

Tab. 2.1.16: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Liptovská Mara v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	16	A-1,2,4,6 B-1,3,4,5,6,7,8,10,12,13,14,15	2 (6. jún 2002; 3. jún 2003)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	28	J-2, 3A, 3B, 5, 6A, 6B, 7A, 7B, 9, 10, 11A, 11B, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20A, 22, 23, 24, 28B, 29A, 29B	28 meraní v roku 2002 29 meraní v roku 2003 (1x za 2 týždne)
	2	J-10, J-19 - automatické hladinomery (nainštalované 14.5.2003)	kontinuálne (každú hodinu)
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	26 meraní v roku 2002 29 meraní v roku 2003 (1x za 2 týždne)
Meranie hladiny vody v nádrži	1	Automatický zapisovač	kontinuálne
Meranie zrážkových úhrnov	1	Zrážkomerná stanica na hrádzi	denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

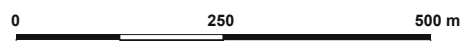
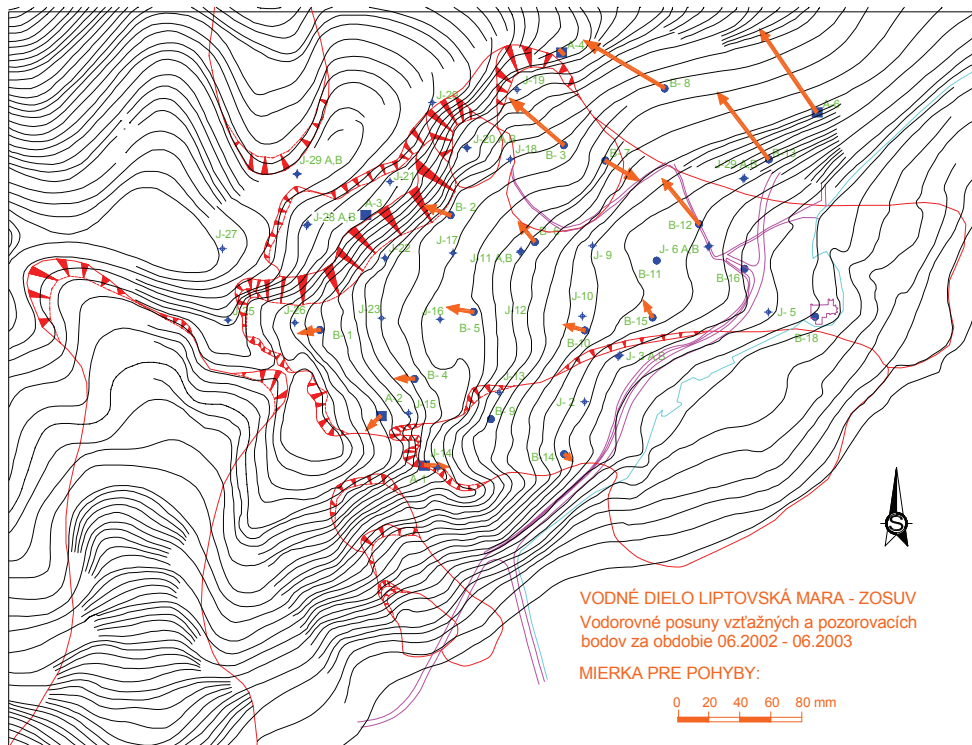
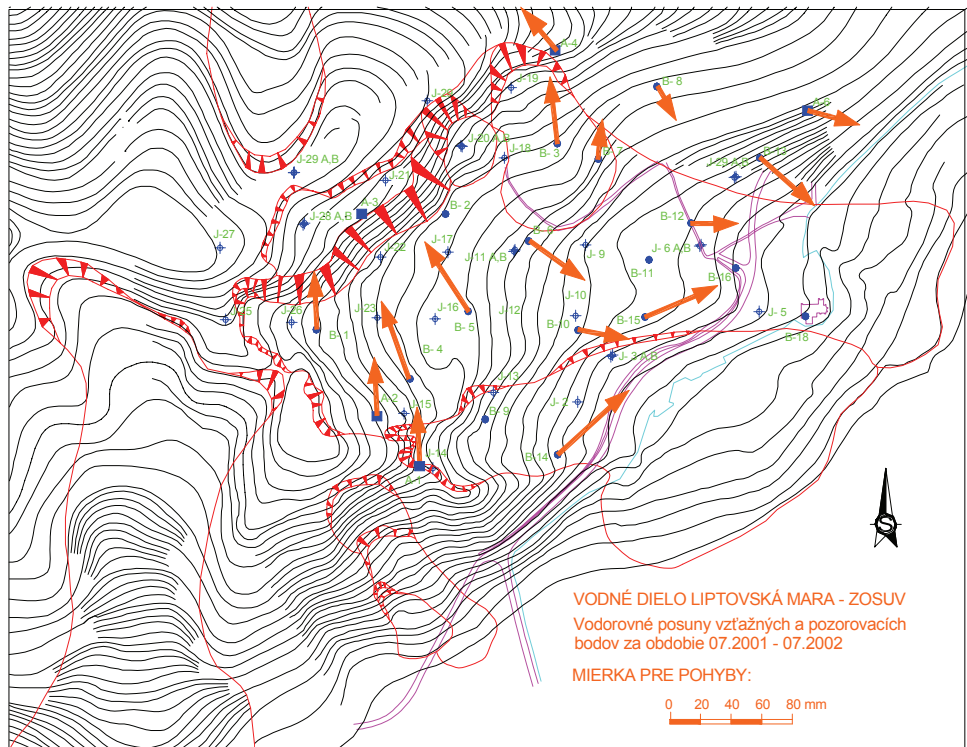
Výsledky geodetického merania za obdobie rokov 2001 až 2002 a 2002 až 2003 sú zobrazené na obr. 2.1.45. Vzhľadom na to, že v priebehu meraní došlo k zmene metodiky merania a aj vzhľadom na nestabilitu pevných bodov, analýzu pohybov za celé obdobie pozorovania neuvádzame. Monitorovacie pozorovania na lokalite sú preto sústredené na hodnotenie režimu podzemných vôd. Výsledky režimových pozorovaní za roky 2002 a 2003 sú prehľadne spracované na obr. 2.1.46 až 2.1.53.

a/ Geodetické merania

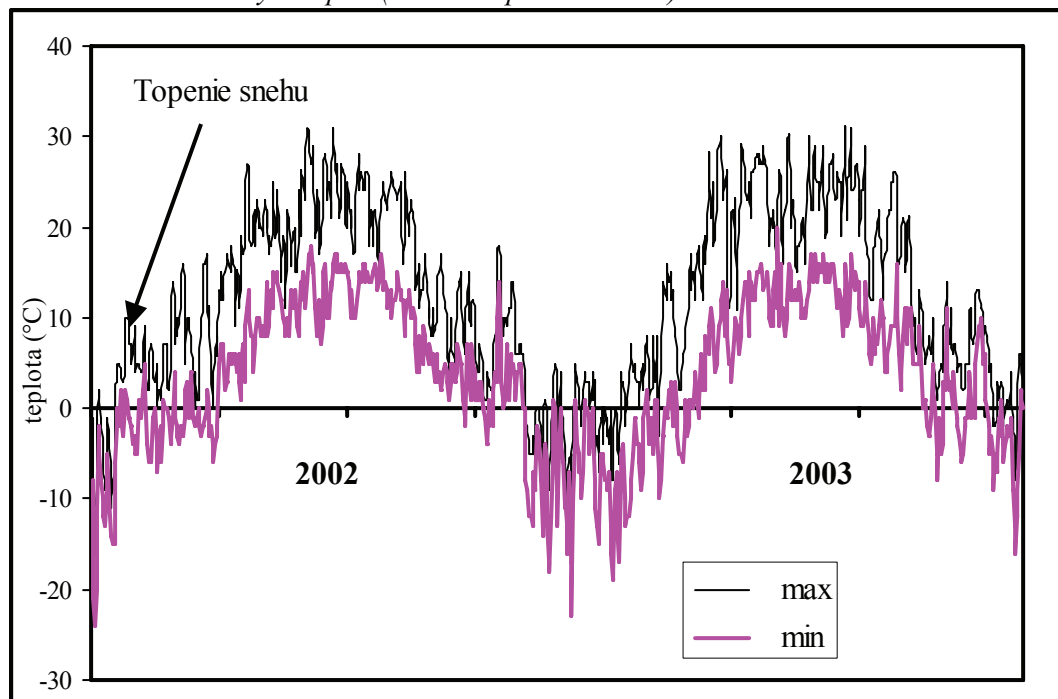
Výškové zmeny pevných bodov predstavovali za obdobie VI/2002 až VI/2003 hodnoty od 0,3 mm do -0,5 mm. Výzdvih bol zaznamenaný pri pevnom bode A-2 (+0,3mm). Ako celok vykazuje sieť pevných bodov od základného merania (1977) výškové zmeny v rozsahu od -8,3 mm do +1,5 mm. Pri pozorovaných bodoch boli za rovnaké obdobie zaznamenané nepatrné výškové zmeny od -1,9 mm do +4,3 mm. Od základného merania pozorované body vykazovali prevažne trend poklesávania, pričom boli zaznamenané výškové zmeny v rozsahu od -17,8 mm do +9,5 mm

Polohové merania sú aj pre obdobie rokov 2002 až 2003 ovplyvnené značnou nestabilitou pevných bodov. Napr. pevný bod A-6 vykázal za toto obdobie pohyb proti smeru sklonu svahu až 61,5 mm. Je zrejme, že ak pevné body vykazujú pohyby, výrazne to ovplyvňuje presnosť merania pohybov blízkych pozorovaných bodov. Polohové zmeny pevných a pozorovaných bodov za obdobie VI/2002 až VI/2003 sú znázornené na obr.2.1.45.

Obr. 2.1.45: Lokalita Liptovská Mara – situácia Veľkomarského zosuvu, rozmiestnenie monitorovacej siete (piezometre J, geodetické body A, B) a premiestnenia geodetických bodov: A - za obdobie VII. 2001 až VI. 2002, B – za obdobie VI. 2002 až VI. 2003 (na základe meraní TBD VD Liptovská Mara spracoval M. Kopecký)



Obr. 2.1.46: Priebeh denných teplôt (stanica Liptovská Mara)



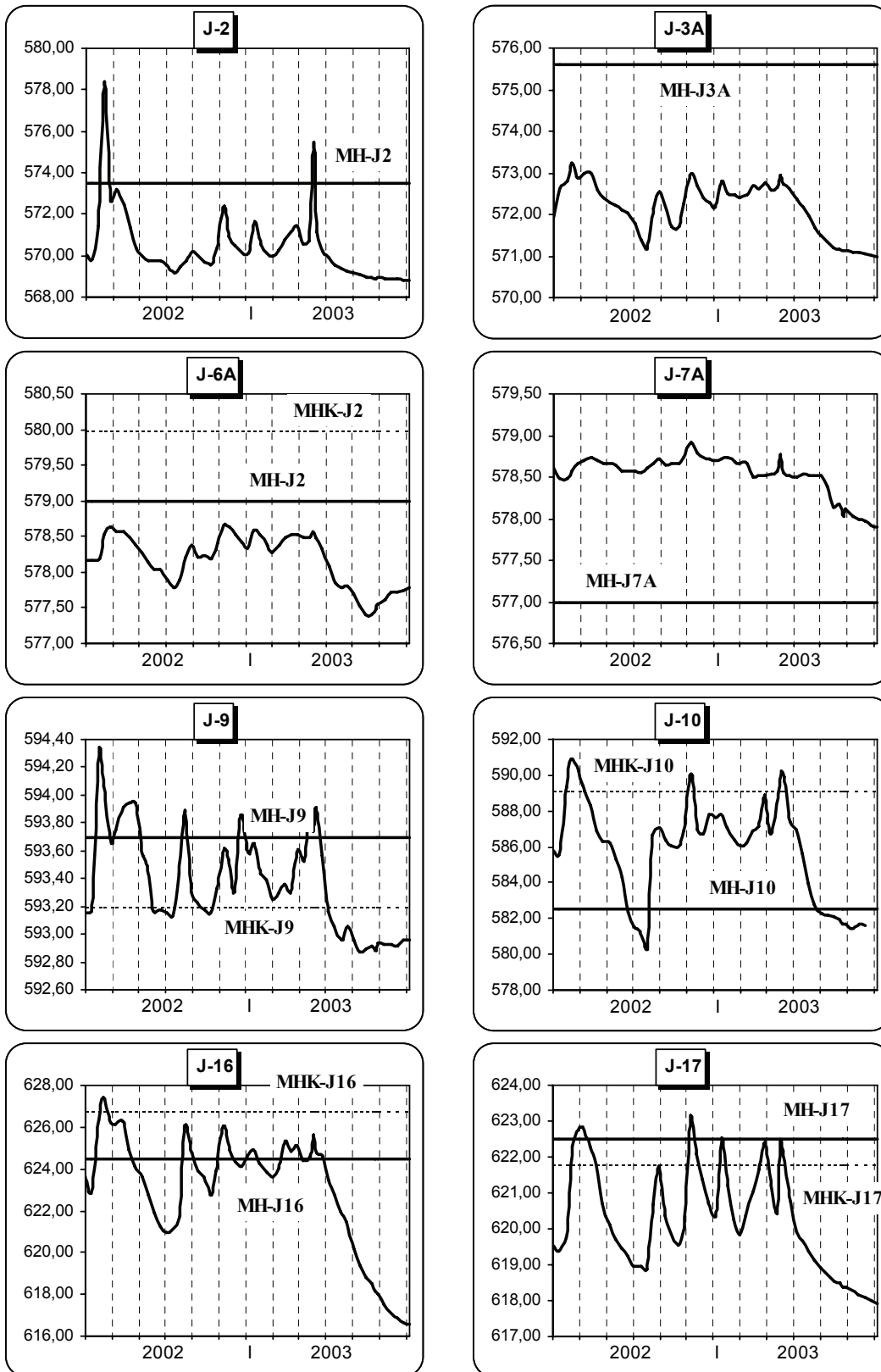
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

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).

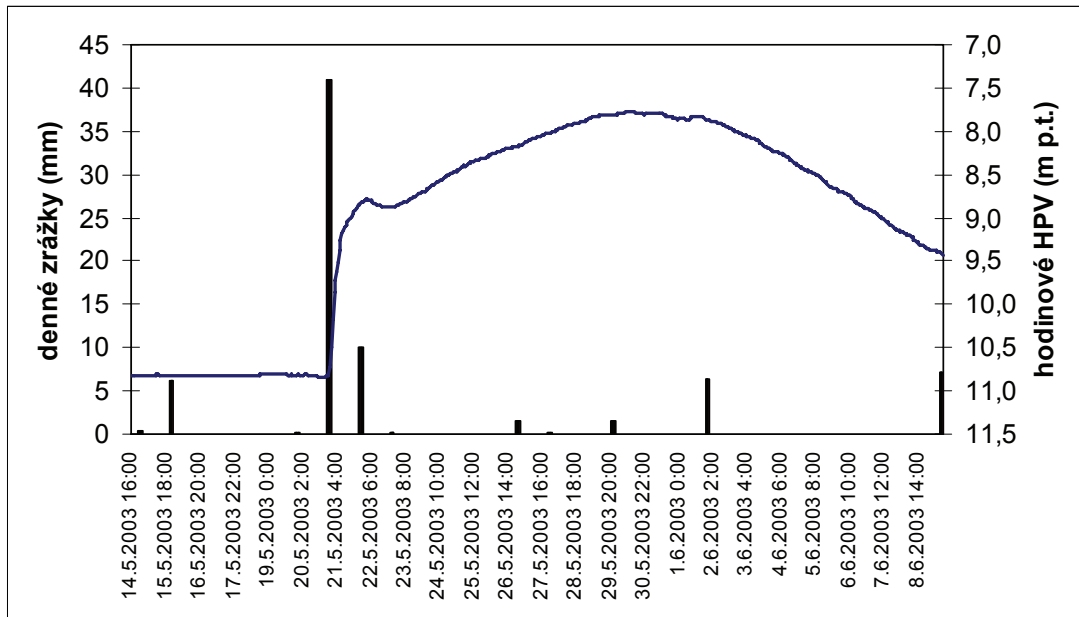
Výrazné maximum hladín podzemných vôd bolo vyvolané topením snehu na jar 2002. Topenie snehu podľa priebehu denných teplôt začalo 27.1.2002 (obr. 2.1.46). V súvislosti s tým vo väčšine funkčných piezometrov bola maximálna úroveň hladiny podzemnej vody zaznamenaná 13.2.2002, v piezometroch s plytkým horizontom podzemnej vody už 31.1.2002 (J-9, J-11B) a v piezometroch s hlbokým obehom (napr. J-7A) takmer ani zaznamenaná nebola - obr. 2.1.47). V niektorých piezometroch bolo v tomto období zaznamenané maximum za celé sledované obdobie rokov 1991 až 2003 (J-18 a J-24). Druhé maximum hladín podzemných vôd v roku 2002 bolo vyvolané intenzívnymi zrážkami v období 1.8 až 14.8. (103,2 mm) a tretie začiatkom novembra zrážkami spadnutými od 22.10 do 2.11. (51,1 mm).

V roku 2003 bolo v januári zaznamenané nevýrazné maximum úrovne hladín podzemnej vody na monitorovanom svahu po dažďových zrážkach, ktoré spadli koncom roku 2002. Druhé maximum bolo zaregistrované 28.5. pri kontrolnom meraní ako reakcia na extrémne zrážky dňa 20.5. (40 mm). O takmer okamžitej reakcii svedčia záznamy z kontinuálnych meračov hladín podzemných vôd (J-10 – obr. 2.1.48 a J-19). Od júna do konca roku 2003 spadlo 239,9 mm zrážok, čo predstavuje iba 66% dlhodobého priemeru za tieto mesiace. Prejavilo sa to na rapidnom poklese hladín podzemných vôd, pričom u 9 piezometrov boli zistené minimá za celé sledované obdobie (príl. 1.12). Výrazný kontinuálny pokles úrovne hladiny podzemnej vody od mája 2003 do konca roka ilustrujú záznamy automatických hladinomerov (obr. 2.1.49). Vo vrte J-19 hladina z maxima v posledných dňoch mája poklesla do začiatku decembra o cca 3,5 m, vo vrte J-10 o cca 9 m.

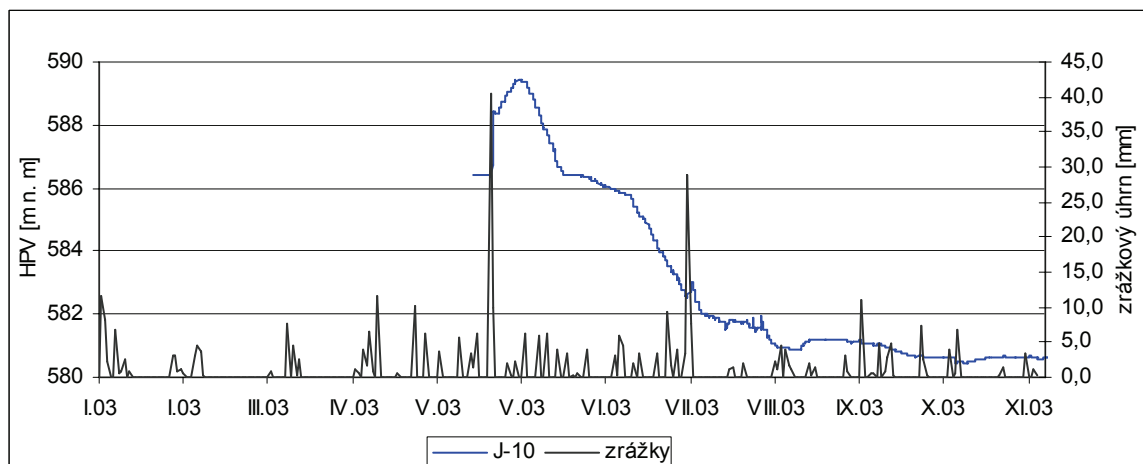
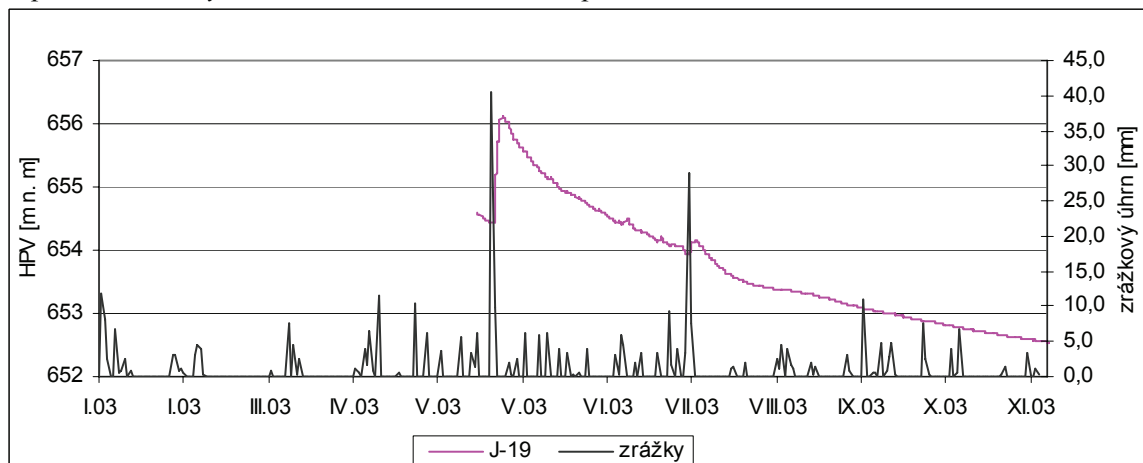
Obr. 2.1.47: Kolísanie hladín podzemných vôd (m.n.m) vo vybraných piezometroch v rokoch 2002 až 2003 a ich vzťah k medznej hodnote MH, určenej podľa HYCO (1980) a MHK podľa Kopeckého (2002)



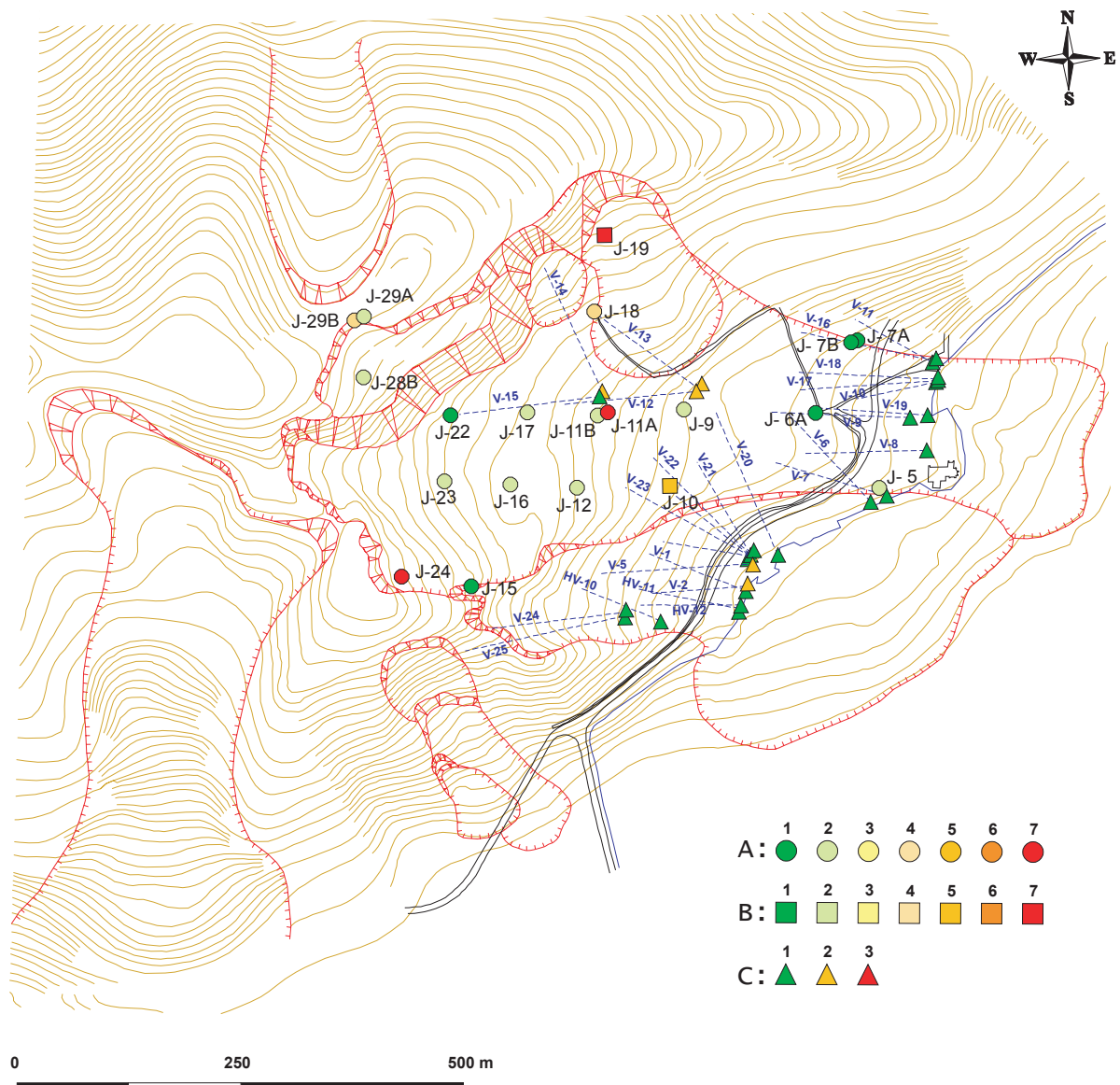
Obr. 2.1.48: Reakcia hladiny podzemnej vody v piezometri J-10 (automatický hladinomer) na zrážky



Obr. 2.1.49: Výsledky pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch J-10 a J-19 na lokalite Liptovská Mara v roku 2003, znázornené spoločne s dennými úhrnmi zrážok zo stanice Liptovská Mara



Obr. 2.1.50: Semikvantitatívne hodnotenie stavu hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení v pozorovaných objektoch na lokalite Liptovská Mara za rok 2003. A – základné stupne hodnotenia stavu v piezometrických vrtoch podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, B – dtto pre automatické hladinomery, C – hodnotenie výdatnosti odvodňovacích zariadení



Najväčší rozkyv hladín podzemných vôd v rokoch 2002 až 2003 bol zaznamenaný v piezometroch J-16 a J-10 (10,83 a 10,55 m) a najmenší v piezometroch J-6B a J-15 (0,12 a 0,18 m), čo pravdepodobne svedčí o ich nefunkčnosti. Priaznivý stav podzemnej vody na lokalite v roku 2003 vyplýva i z hodnotenia podľa kritérií z tab. 2.1.4, ktoré je znázornené na obr. 2.1.50.

Výpočtom bola zistená tzv. medzná (kritická) hladina podzemnej vody v niektorých piezometroch, ktorá nesmie byť dlhodobo prekročená, aby bola zabezpečená stabilita zosuvu (tab. 2.1.17).

Na obr. 2.1.47, kde sú znázornené priebehy hladín podzemných vôd v jednotlivých piezometroch, je vyznačený aj ich vzťah k medznej hladine.

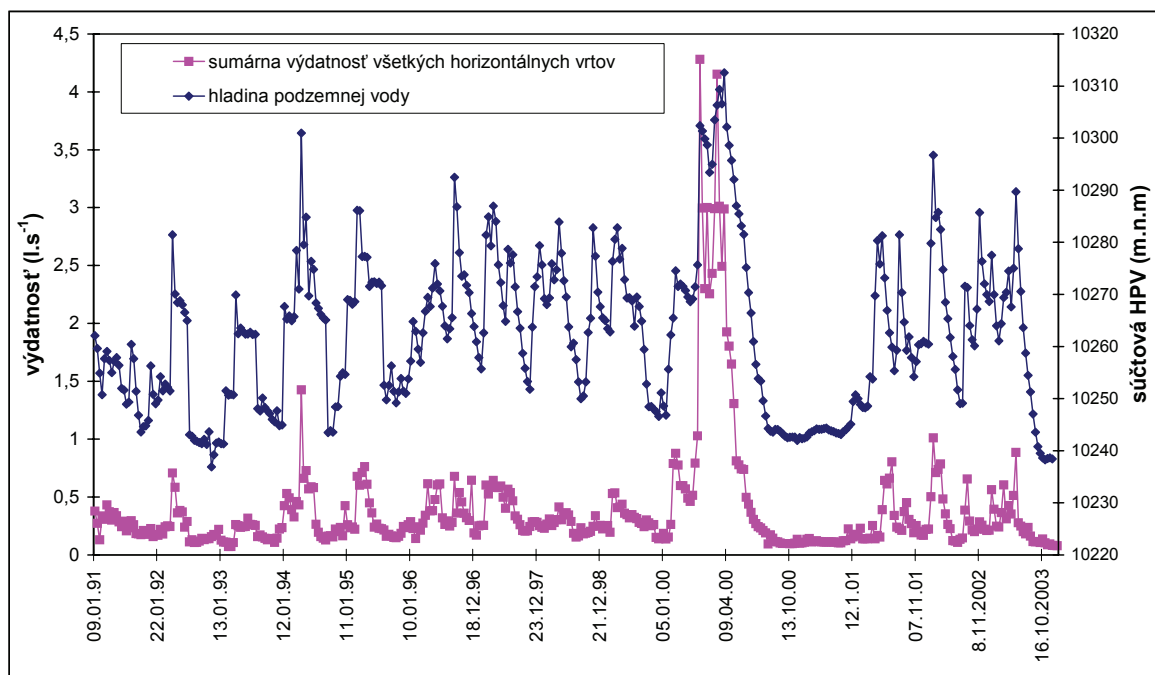
Z analýz vyplýva, že hladinu podzemnej vody pod tzv. medznou hladinou sa stále nedarí udržať v piezometroch J-7A a J-11A, z ktorého voda vyteká takmer počas celého roka. Hladinu podzemnej vody v blízkosti terénu (do 3 m pod úrovňou terénu) možno pozorovať

počas celého obdobia aj v piezometroch J-6B, J-9 a J-11B. Všetky uvedené „problematické“ piezometre sa nachádzajú v SV časti zosuvného územia na predpokladanej tektonickej línii.

Tab. 2.1.17: Medzné (kritické) hladiny podzemných vôd pre niektoré piezometre

Označenie vrtu	Medzná hladina podľa HYCO (1980) (m.n.m)	Medzná hladina podľa Kopecký (2002) (m.n.m)
J-2	573,50	
J-3A	575,60	
J-6A	579,00	580,00
J-7A	577,00	
J-9	593,70	593,26
J-10	582,50	589,13
J-11A		612,30
J-12		618,00
J-13	586,00	
J-17	622,50	626,80
J-16	624,50	621,80

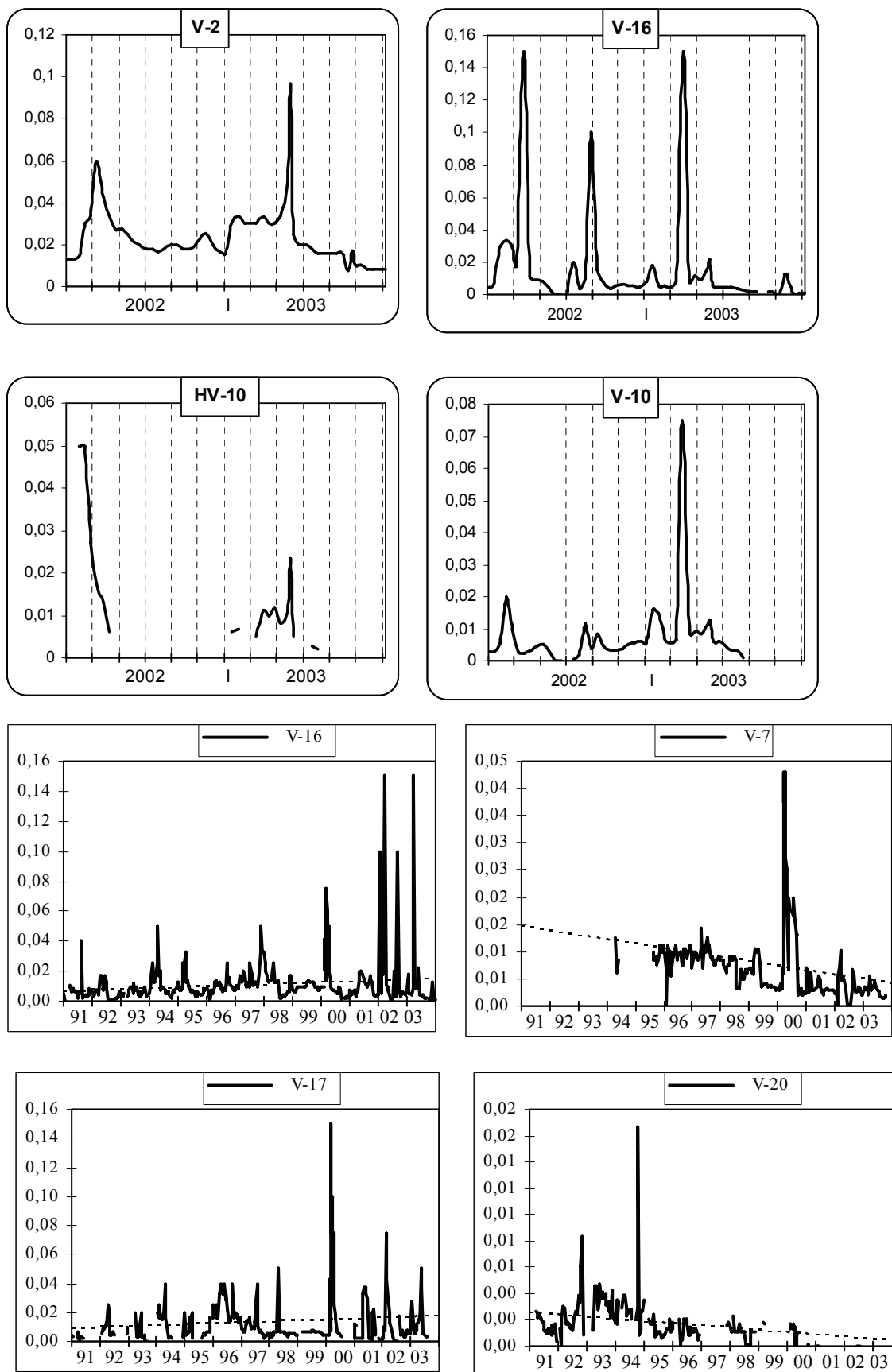
Obr. 2.1.51: Závislosť medzi stavom hladín podzemných vôd (súčet hladín) a sumárnou výdatnosťou horizontálnych odvodňovacích vrtov na zosuve Liptovská Mara



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. 2.1.51 je znázornené porovnanie súčtovej hladiny podzemnej vody (súčet hĺbky hladín podzemnej vody v piezometroch, ktoré ju v danom období mali merateľnú) a sumárnej výdatnosti všetkých horizontálnych vrtov na zosuve.

Obr. 2.1.52: Priebeh výdatnosti ($l \cdot s^{-1}$) vo vybraných horizontálnych odvodňovacích vrtoch a jej trend v období rokov 2002 až 2003



Z obr. 2.1.51 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 vztlačového účinku podzemných vôd.

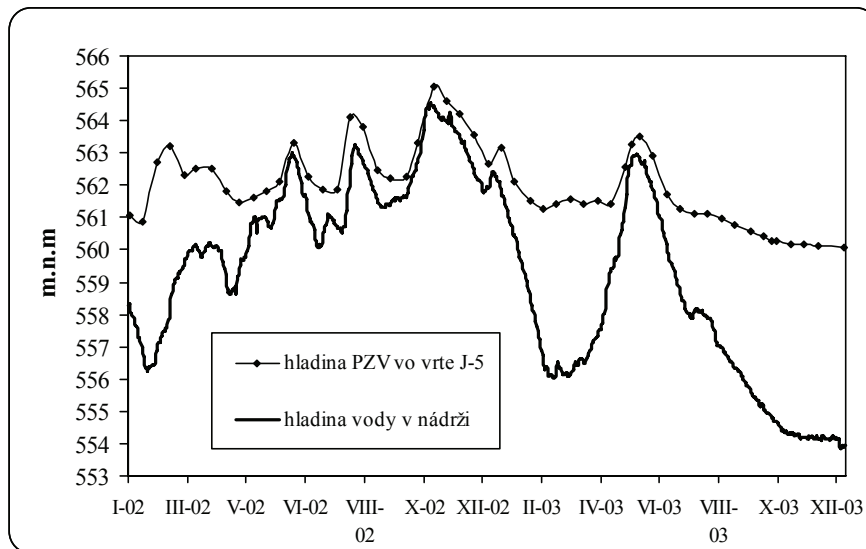
Z obr. 2.1.52 však vyplýva, že funkčnosť niektorých odvodňovacích horizontálnych vrtov sa dlhodobo znižuje (napr. V-7 a V-20).

Celková priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení poklesla v roku 2003 (oproti roku 2002) o cca 2,7 l.min⁻¹ (z 21,97 na 19,21 l.min⁻¹).

d/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 bol 581,8 mm a v roku 2003 poklesol na 408,6 mm. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie rokov 1991 až 2003 je 527,2 mm. Z porovnania vyplýva, že úhrn za rok 2002 bol 110,3 % dlhodobého priemeru (normálny rok) a rok 2003 iba 77,5 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok).

Obr. 2.1.53: Závislosť kolísania hladiny podzemnej vody v piezometri J-5 od kolísania hladiny vody v nádrži



e/ Hladina vody v nádrži

Maximum hladiny v nádrži bolo zistené 5.11.2002 (564,55 m.n.m). Počas rokov 2002 až 2003 nedošlo k náhlým poklesom, či vzostupom hladiny v nádrži. Na kolísanie hladiny vody v nádrži bezprostredne reaguje úroveň hladiny podzemnej vody vo vrte J-5 (obr. 2.1.53).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie pozorovania v roku 2003 nepreukázali žiadne výrazné zmeny parametrov, ovplyvňujúcich stabilitný stav zosuvného územia. Premiestnenia geodetických bodov boli v podstate v rámci chyby merania, navyše, kvalita siete je nevyhovujúca a vyžaduje zásadnú rekonštrukciu.

Výsledky režimových pozorovaní vystihujú vcelku priaznivý stav, podmienený klimatickým charakterom roku (veľmi suchý rok).

Pre ďalší postup monitorovania je nevyhnutné zrekonštruovať sieť geodetických bodov a venovať zvýšenú pozornosť údržbe monitorovacej siete horizontálnych i vertikálnych vrtov.

1.2.4.13 Lokalita Hlohovec - Posádka

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou sa vytvorili v prostredí neogénnych sedimentov v dôsledku abrázie rieky Váh, komplikovaných hydrogeologických pomerov (striedanie nepriepustných a priepustných polôh sedimentov s viacerými tlakovými horizontmi vody), ako aj neotektonickej aktivity územia. Celková šírka zosuvného územia je až 18 km, dĺžka zosuvov nepresahuje 700 až 800 m. 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 realizácie vodného diela. Z pôvodnej monitorovacej siete sa v súčasnosti využíva sústava geodetických pozorovacích bodov a zachované funkčné vrty, ktoré umožňujú na lokalite aplikovať merania podpovrchovým variantom metódy PEE.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Na lokalite Hlohovec – Posádka sa v rokoch 2002 a 2003 uskutočnilo päť cyklov merania poľa PEE v 12 vrtoch (tab. 2.1.18). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13. V roku 2002 bolo vykonané jedno meranie premiestnení 11 vybraných geodetických bodov. Zhodnotenie tohto merania a porovnanie výsledkov s predchádzajúcimi meraniami bolo vykonané v minuloročnej správe. V roku 2003 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ v Siladiciach.

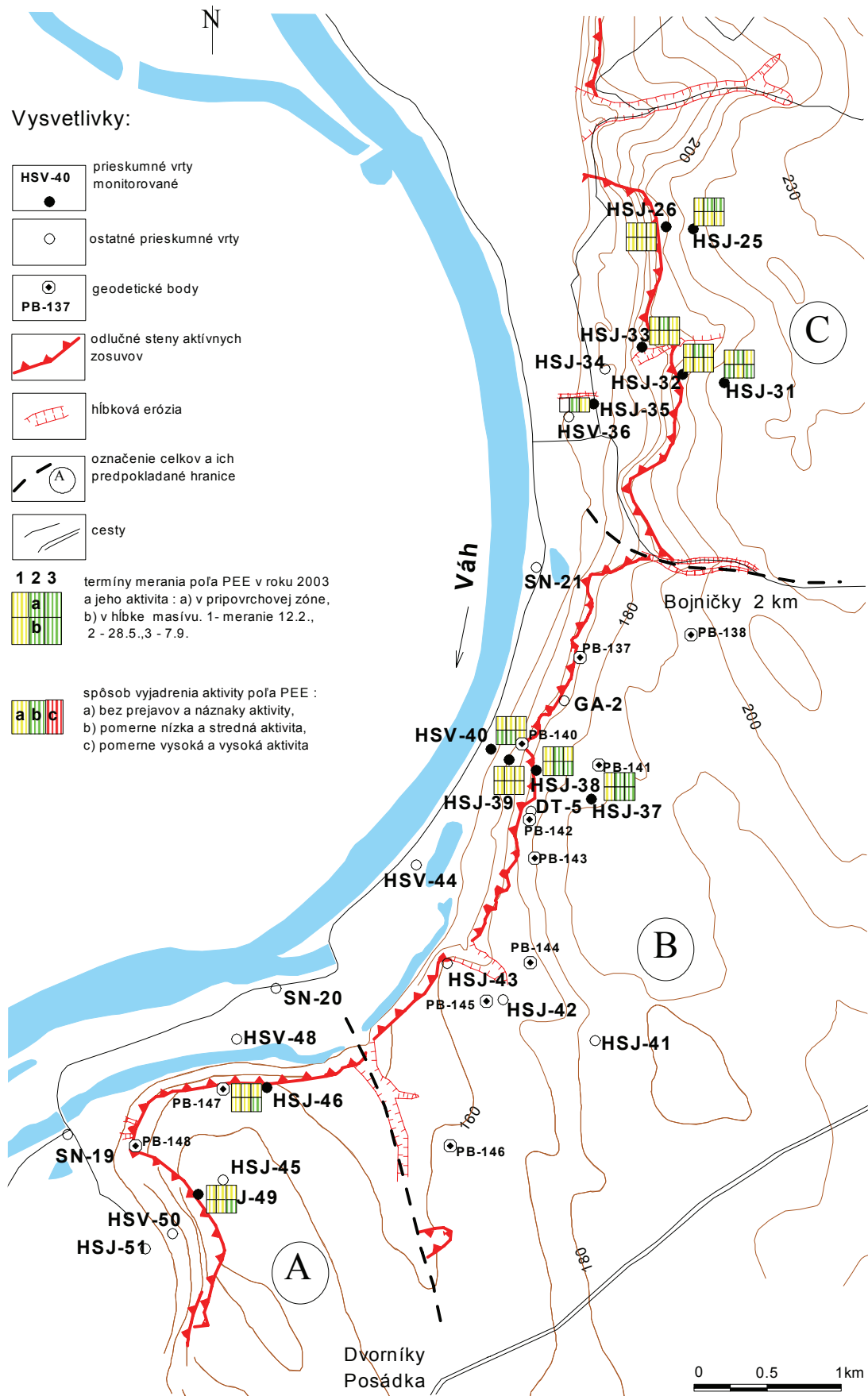
Tab. 2.1.18: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Hlohovec-Posádka v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Geodetické	11	PB-137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148	1 (10. október 2002)
PEE	12	HSJ-25, 26, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 46, 49	5 (2. február 2002, 17. september 2002; 12. február 2003, 28. máj 2003, 5. september 2003)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18540)	mesačné úhrny zrážok

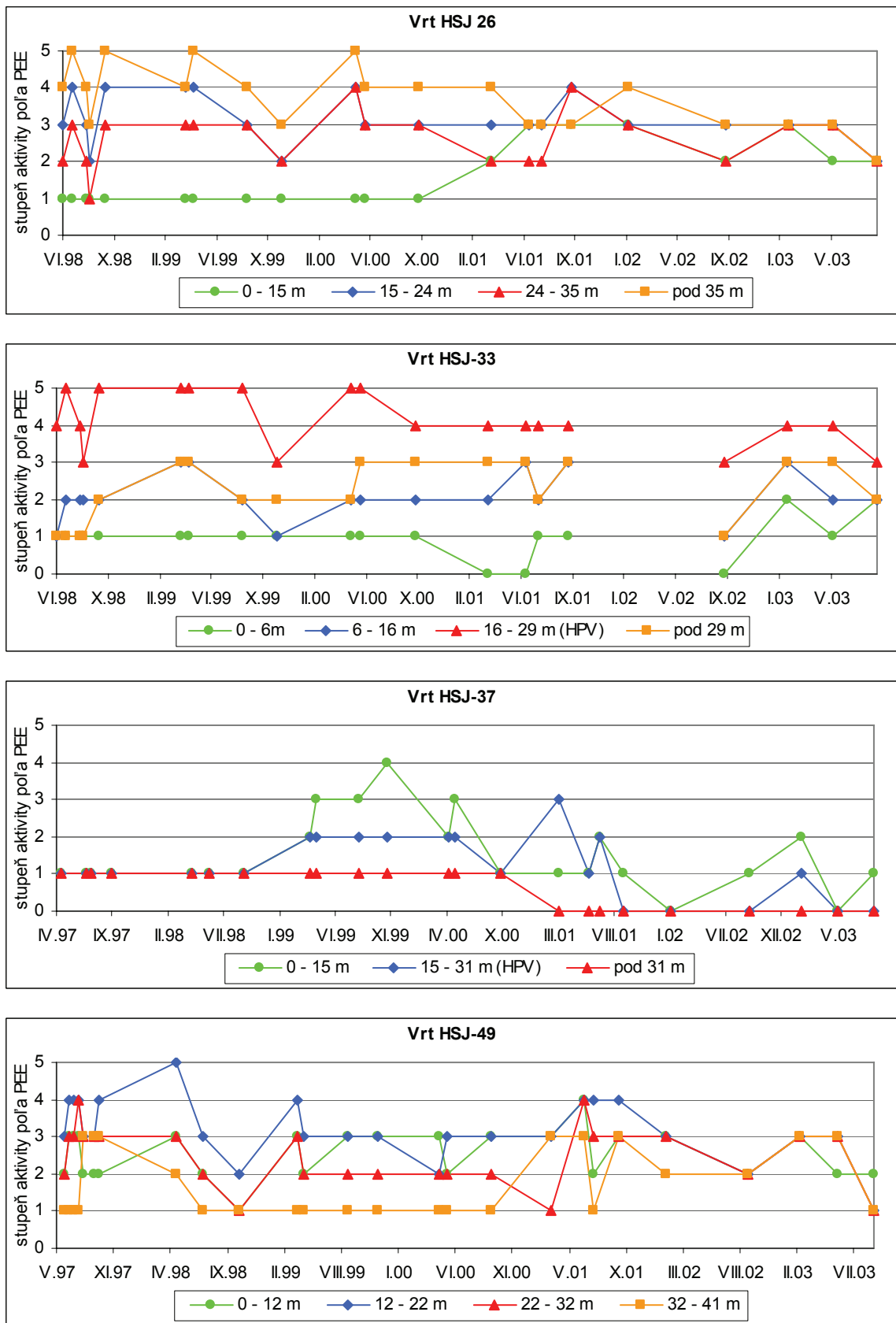
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Hodnoty poľa PEE spoločne s ich klasifikačným zhodnotením sú v príl. 1.13 a na obr. 2.1.54. Vývoj hodnôt týchto meraní v čase je na obr. 2.1.55.

Obr. 2.1.54: Lokalita Hlohovec-Posádka – situácia pozorovaných objektov a výsledky monitorovacích meraní v rokoch 2002 a 2003



Obr. 2.1.55: Dlhodobé zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Hlohovec – Posádka



a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Z výsledkov meraní poľa PEE v roku 2002 vyplynuli pretrvávajúce zvýšené hodnoty napätostného stavu v severnej časti hodnoteného územia (predovšetkým v hlbšom horizonte vrtov HSJ-32 a HSJ-33). Centrálna časť pozorovaného územia bola v relatívne ukludnenom stave.

Pri meraniach v roku 2003 bola zaznamenaná pomerne premenlivá aktivita poľa PEE - pri februárovom meraní bol nameraný pomerne vysoký stupeň aktivity poľa vo vrte HSJ-33 (v hĺbke 20 až 29 m) a stredný stupeň aktivity v celej dĺžke vrtov HSJ-25, HSJ-26, HSJ-32 a HSJ-49. Meranie v máji tento stav v zásade potvrdilo (došlo iba k miernemu zníženiu aktivity poľa vo vrte HSJ-32). Pri meraní v septembri pomerne vysoký stupeň aktivity nebol identifikovaný v žiadnom vrte; pole PEE bolo vcelku ukludnené.

Analýza dlhodobjších meraní poľa PEE (obr. 2.1.55) poukazuje na to, že aktivitu poľa PEE ovplyvňujú aj ďalšie faktory. Čoraz výraznejšie sa potvrdzuje predpoklad, že zvýšené hodnoty poľa PEE nie sú iba odrazom napätostného stavu, spôsobeného gravitačným pohybom, ale odrážajú pravdepodobne tektonický neklud, charakteristický pre túto časť územia. Na základe výsledkov meraní poľa PEE sme hodnotené územie rozdelili na tri kvázihomogénne celky (A, B, C) s rôznym charakterom aktivity poľa PEE (obr. 2.1.54). Najvýraznejšie prejavy aktivity sú dlhodobo zaznamenávané v bloku C, zatiaľ čo blok B sa nachádza v stabilnom stave.

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici Siladice v roku 2002 bol 655 mm. V roku 2003 poklesol na 358,4 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2002 a 2003 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (609,9 mm), predstavuje úhrn za rok 2002 107,4 % dlhodobého priemeru (normálny rok) a úhrn za rok 2003 iba 58,7 % dlhodobého normálu (mimoriadne suchý rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Porovnanie dlhodobjších výsledkov monitorovania zmien poľa PEE umožňuje rozčleniť územie na niekoľko blokov s individuálnym napätostným režimom. Z hľadiska stability svahu nebolo v roku 2003 zaznamenané žiadne výrazné zhoršenie stavu, čo podmienil i mimoriadne suchý charakter roku 2003. Z praktického hľadiska 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 (vyčlenený blok B).

2.1.4.14 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). Navyše, nachádza sa v priamom kontakte s malou vodnou nádržou. Počas niekoľkých etáp inžinierskogeologického prieskumu sa realizovalo na zosuvnom území viacero prieskumných vrtov, z ktorých časť sa využíva i pri pokračujúcom monitoringu. 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, z ktorých sa na lokalite aplikuje iba metóda merania poľa PEE.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Na lokalite Vištuk sa 16 monitorovacích vrtoch premeralo v roku 2002 celkom 2-krát (v januári a v septembri) a v roku 2003 3-krát (v januári, máji a septembri – tab. 2.1.19). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.14. I v roku 2003 pokračoval zber údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Modre.

Tab. 2.1.19: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vištuk v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
PEE	16	J-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27	5 (31. január 2002, 13. september 2002; 17. január 2003, 2. máj 2003, 18. september 2003)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Modra (indikatív 18060)	mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty poľa PEE spoločne s ich klasifikačným zhodnotením sú v príl. 1.14 a na obr. 2.1.56. Vývoj týchto meraní v čase je na obr. 2.1.57.

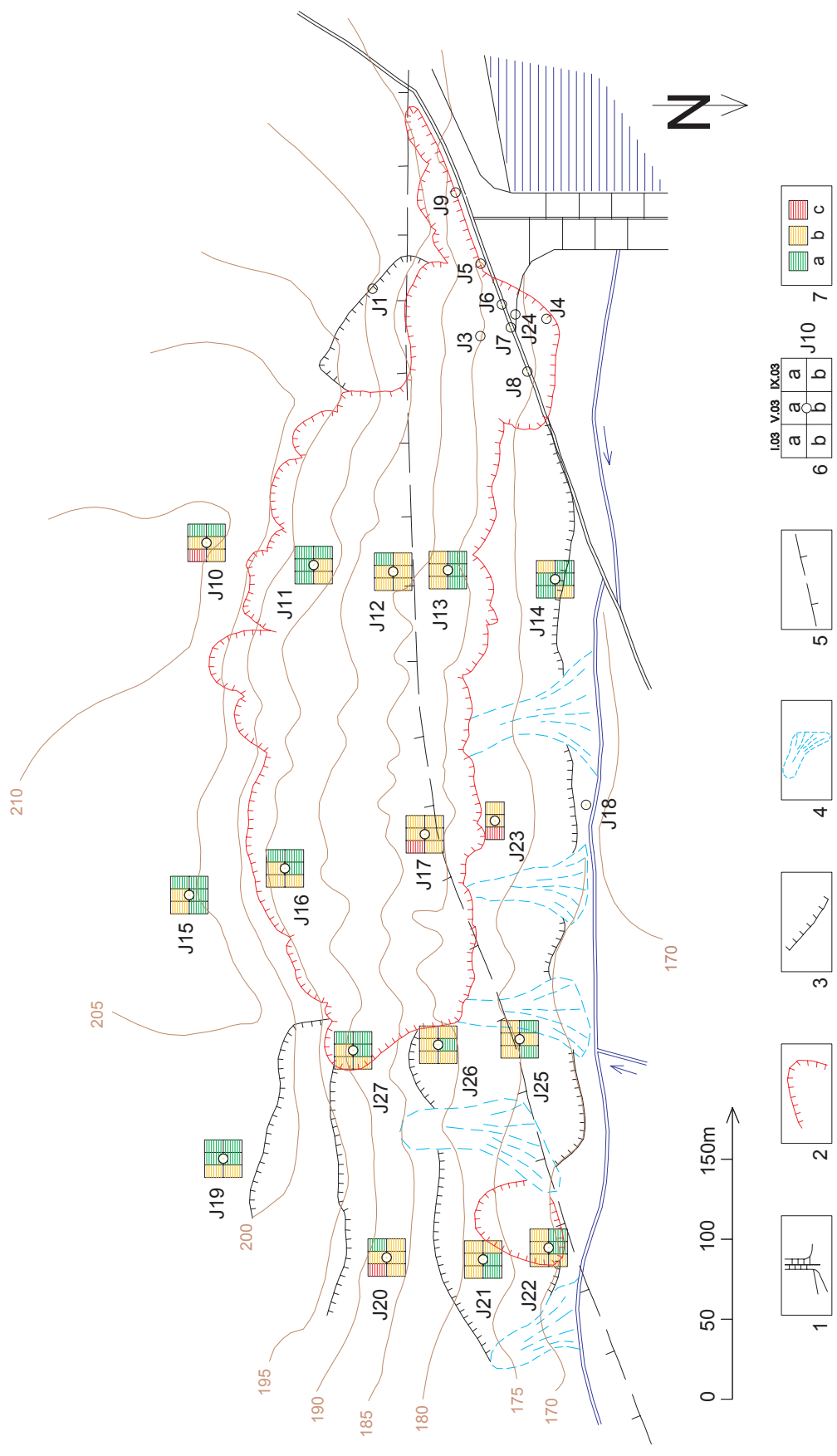
a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Na lokalite Vištuk sa veľmi citlivo prejavujú sezónne zmeny poľa napätí. Pri jarných meraniach dochádza zvyčajne k zvýšeniu aktivity poľa PEE, ktoré sa v priebehu letných mesiacov ukludňuje. 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.

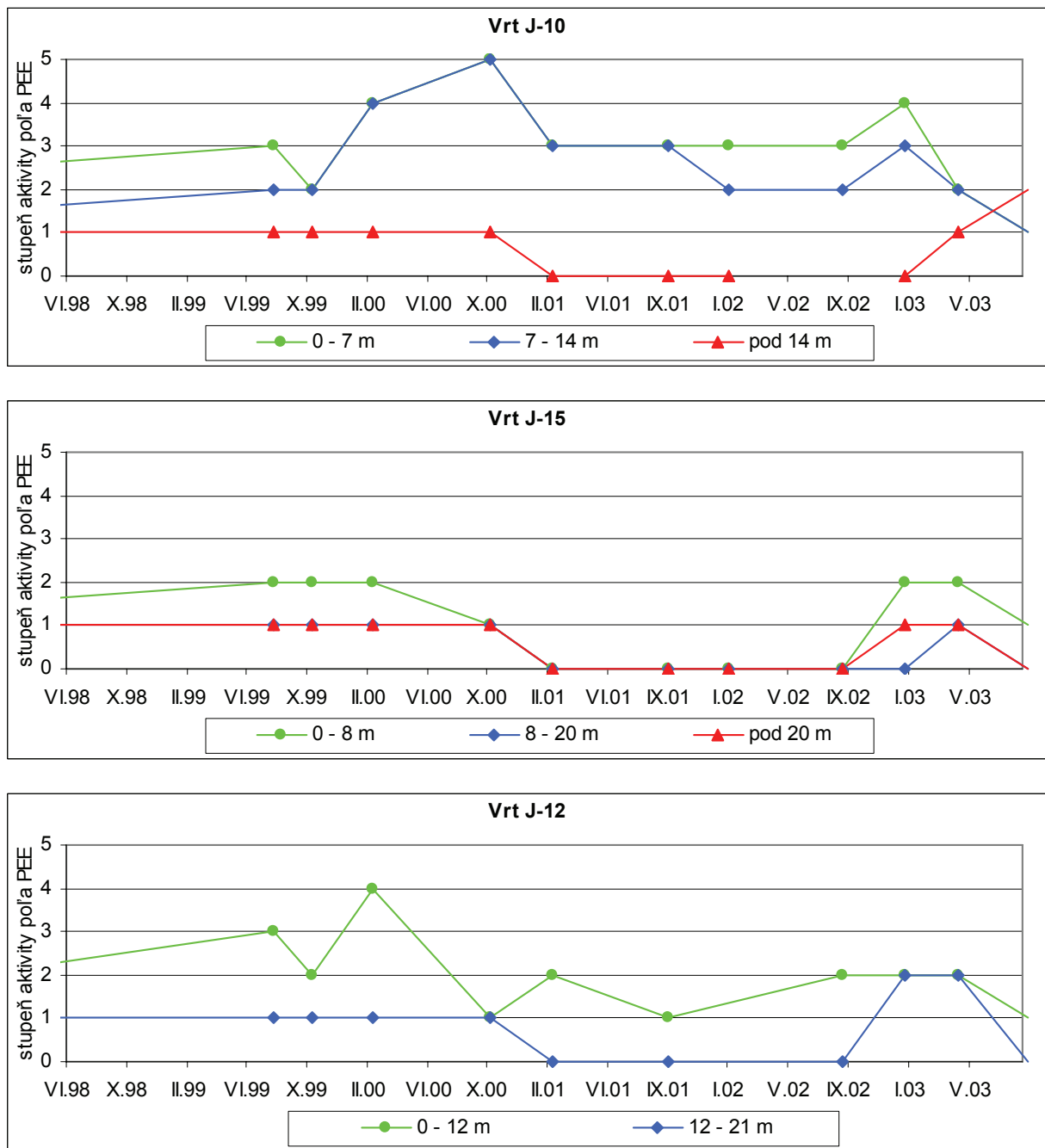
Všetky uvedené skutočnosti boli potvrdené výsledkami meraní poľa PEE v rokoch 2002 a 2003. V roku 2003 bol pri januárovom meraní zaznamenaný pomerne vysoký stupeň aktivity poľa v pripovrchovom horizonte vo vrtoch J-10 (v hĺbke 0 až 7 m), J-17 (0 až 4 m), J-20 (0 až 9 m), J-23 (0 až 7 m) a J-25 (0 až 6 m). Meranie v máji preukázalo analogický charakter poľa s celkovo nižším stupňom aktivity. Rozdielny charakter poľa bol zaznamenaný meraním v septembri – stredný stupeň aktivity bol preukázaný vo vrtoch J-14 (0 až 6 m), J-16 (0 až 6 m), J-17 (0 až 6 m), J-22 (0 až 5 m), J-23 (0 až 7 m) a J-25 (6 až 8 m) – obr. 2.1.56.

Veľkú premenlivosť poľa PEE v jednotlivých vrtoch charakterizuje i vývojová analýza zmien napätia (obr. 2.1.57). Z hľadiska dlhodobého vývoja možno konštatovať v rokoch 2002 a 2003 pomerne stabilizovaný stav prostredia, podmienený v roku 2003 skutočnosťou, že išlo o mimoriadne suchý rok.

Obr. 2.1.56: Lokalita Vištuk – výsledky merania poľa PEE v rokoch 2002 a 2003. 1 – priehrada s nádržou, 2 – ohraničenie aktívnych zosuvov, 3 – staršie potenciálne zosuvy, 4 – náplavové kužele, 5 – tektonický zlom, 6 – termíny merania poľa PEE a jeho aktivity: 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 (podľa meraní V. Vybírala)



Obr. 2.1.57: Dlhodobé zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Vištuk



b/ Merania zrážkových úhrnov

Údaje o hĺbkach hladiny podzemnej vody, získavané súbežne s meraniami PEE sa dopĺňujú zberom údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ Modra.

Ročný zrážkový úhrn zaznamenaný na tejto stanici v roku 2002 bol 807 mm. V roku 2003 poklesol na 403,1 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2002 a 2003 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (717,8 mm), predstavuje úhrn za rok 2002 112,5 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a úhrn za rok 2003 iba 56,1 % dlhodobého normálu (mimoriadne suchý rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania poľa PEE poukazujú na to, že v telese frontálneho zosuvu prebieha pokračujúce dotvarovanie, predovšetkým po nasýtení zosuvných hmôt vodou počas jarých mesiacov. Okrem vplyvu sezónnych zmien na stav poľa PEE (pripovrchová zóna vo viacerých vrtoch) boli zachytené pokračujúce prejavy zmien poľa PEE pravdepodobne i v dôsledku neotektonickej aktivity územia (v okolí významného zlomu regionálneho charakteru). Vcelku ukludnený stav svahu bol podmienený i mimoriadne suchým rokom 2003. Vzhľadom na to, že sanácia územia sa neriešila a nerieši komplexne, stabilizujú sa aktívne časti zosuvu 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 a jeho intenzita bude závisieť od aktuálneho charakteru zrážkových úhrnov.

2.1.4.13 Lokalita Veľká Izra

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná na okraji stratovulkánu Veľký Milič (južná časť Slanských vrchov) na J od obce Slanská Huta. Do dvoch paralelných trhlín medzi okrajovými blokmi, tvorenými striedajúcimi sa andezitmi a brekciami lávových prúdov s autochtónnymi pyroklastikami, ležiacimi na plastických ílovitých sedimentoch (obr. 2.1.58), boli v lete roku 1992 situované dva dilatometry typu TM-71 (VI-1 a VI-2). Horná trhlina (VI-1) reprezentuje styk bloku s kvázineporušeným masívom, dolná (VI-2) styk okrajového bloku s predchádzajúcim blokom.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Veľká Izra sa v rokoch 2002 a 2003 uskutočnilo 10 odčítaní hodnoty deformácie, zaznamenatej prístrojmi TM-71 (tab. 2.1.20, príl. 1.15). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.59. I v rokoch 2002 a 2003 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

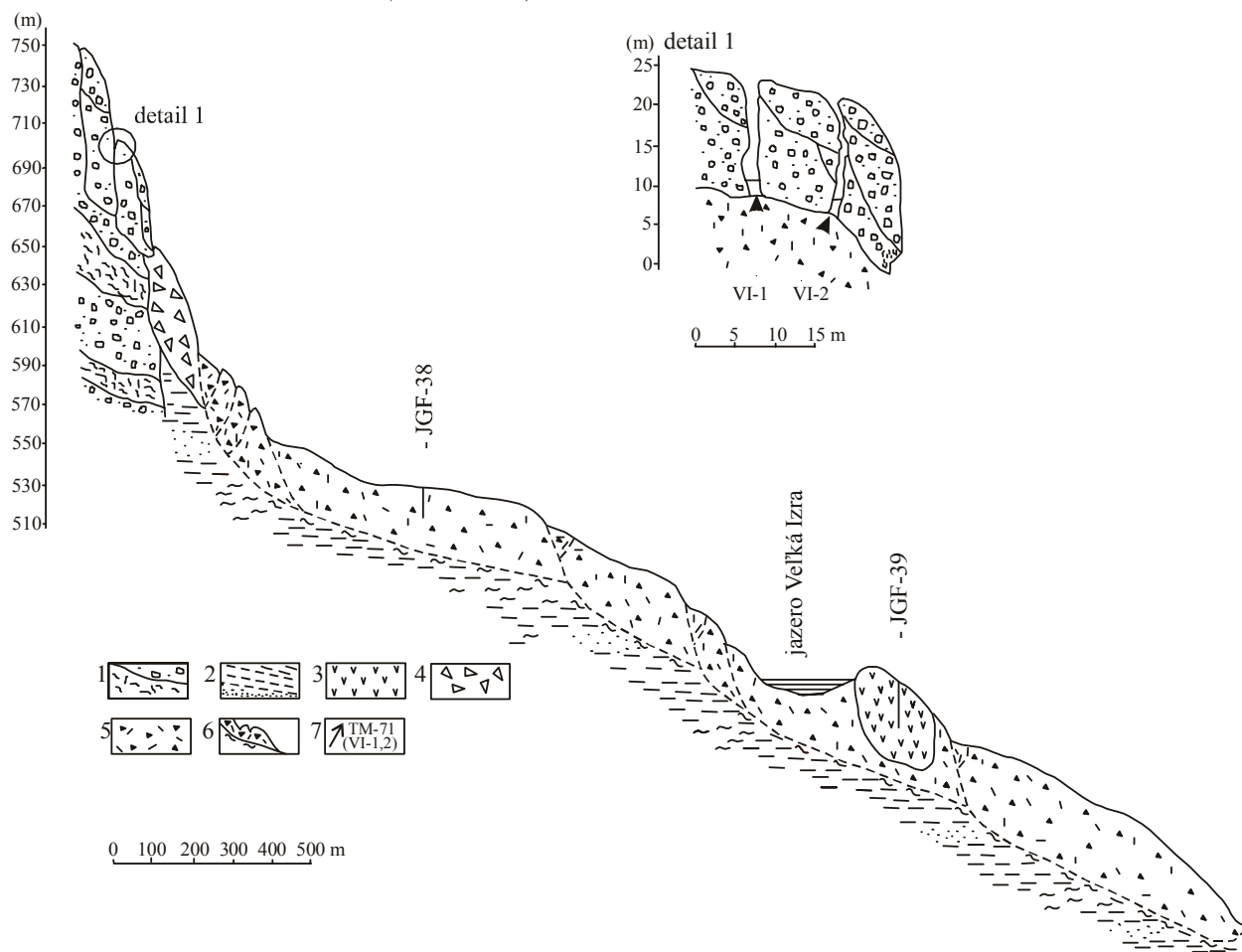
Tab. 2.1.20: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Izra v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	VI-1, VI-2	10 (5. apríl, 10. júl, 5. september, 13. november 2002; 1. apríl, 9. júl- 2x, 18. august – 2x, 28. október 2003)

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Prístroj VI-2 potvrdil v roku 2002 doterajší trend roztvárania trhliny (odklápanie hornej časti bloku smerom dolu svahom) spojený so zdvihom päty bloku. Prístroj VI-1 preukázal stagnáciu rozširovania trhliny (odklápanie stredného bloku od masívu) na úrovni cca 1 mm a približne rovnaký zdvih jeho päty. Kým i v roku 2003 pretrvávala stagnácia rozširovania trhliny medzi skalným masívom a prvým blokom (VI-1), šírka trhliny medzi okrajovým a susedným blokom (VI-2) sa od roku 1992 zväčšila celkovo na viac než 8 mm (obr. 2.1.59).

Obr. 2.1.58: Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Veľká Izra s vyznačením osadenia dilatometrov VI-1 a VI-2. 1 – striedanie andezitov a brekcií lávových prúdov s polohami autochtónnych pyroklastik, 2 – íl s polohami ílovitého piesku, 3 – ryolit (zosunutý blok), 4 – morfologicky nečlenené blokové pole, 5 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 6 – lokalizácia dilatometrov TM-71 (VI-1 a VI-2).



b/ Merania zrážkových úhrnov

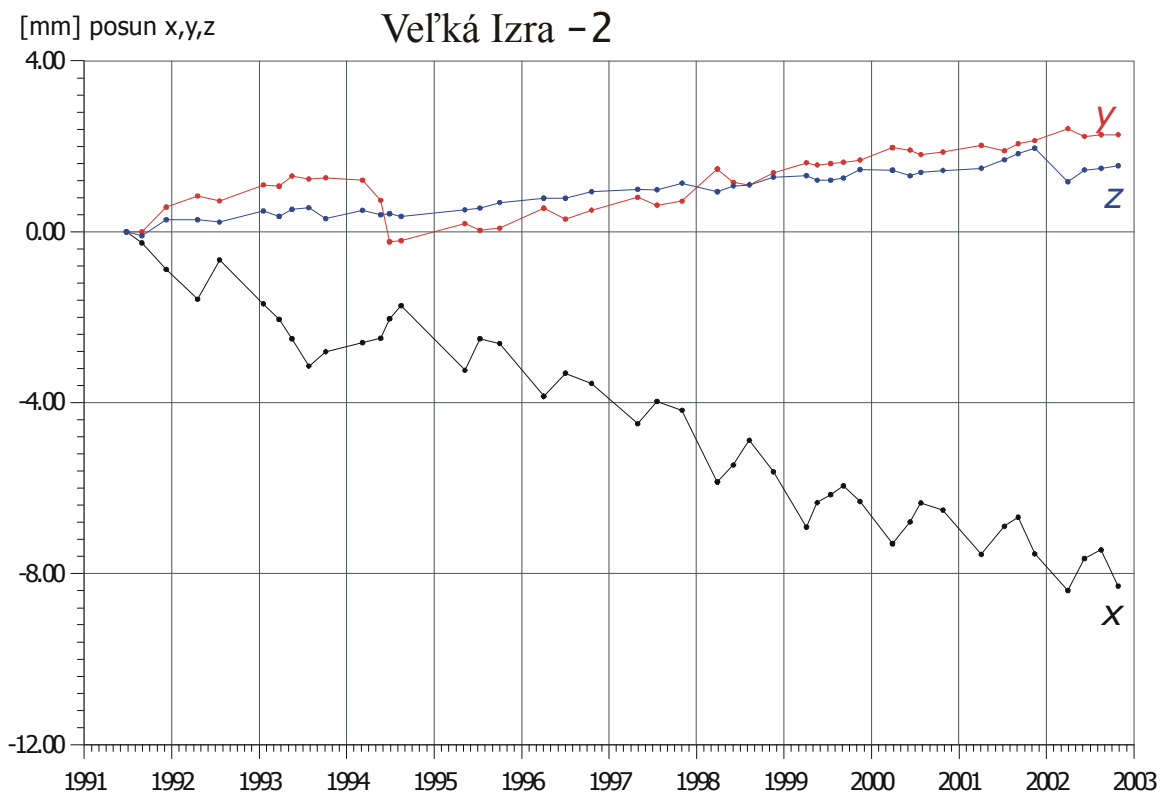
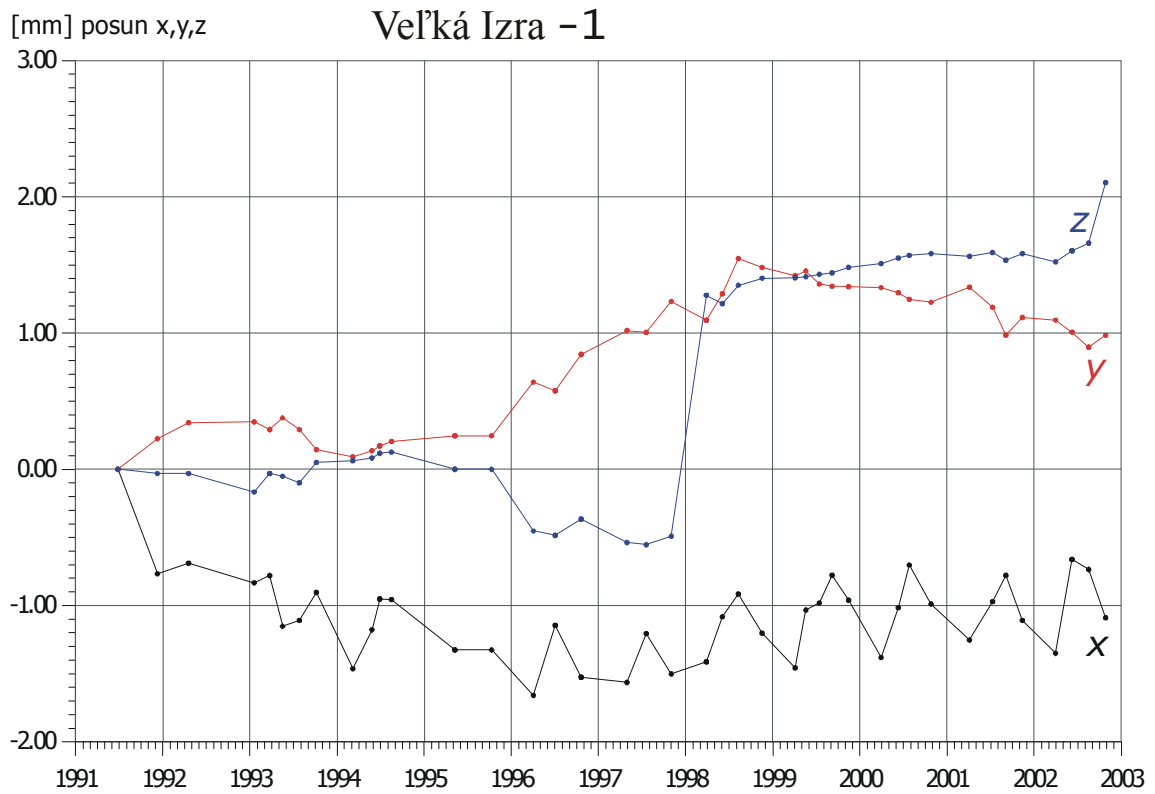
Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Slanská Huta v roku 2003 bol 591,5 mm. V porovnaní s rokom 2002 (ročný úhrn predstavoval 664,3 mm) ide o značný pokles zrážkového úhrnu (o 72,8 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

I po zhodnotení výsledkov meraní v roku 2003 možno konštatovať, že zaznamenaný pohyb blokov po plastickom ílovitom podloží je vcelku plynulý a spočíva v ich poklesávaní, pričom okrajový blok poklesáva viditeľne rýchlejšie. Meraniami v roku 2003 nebola preukázaná žiadna významná zmena pohybovej aktivity.

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

Obr. 2.1.59: Výsledky merania posunov horninových blokov dilatometrami TM-71 na lokalite Veľká Izra (spracovali L. Petro a E. Polaščinová)

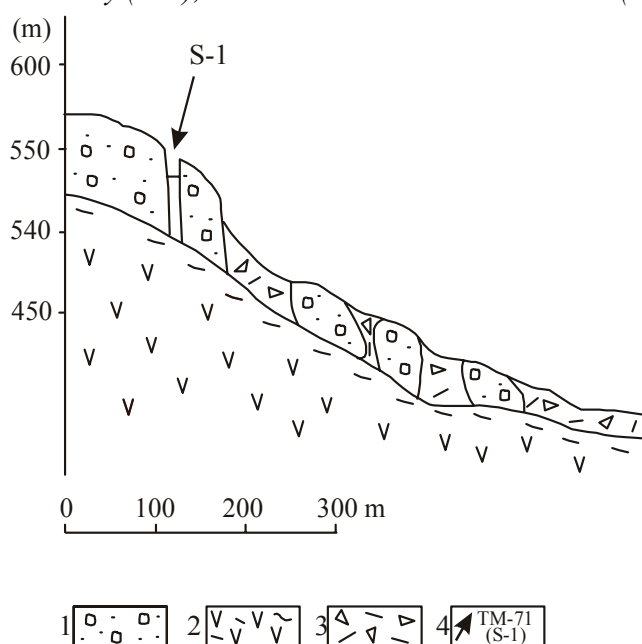


2.1.4.16 Lokalita Sokol

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 trhlinách medzi okrajovými blokmi (bloková rozpadlina) budovanými andezitmi lávového prúdu, striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity (obr. 2.1.60). Vzhľadom na plytké založenie blokov a minimálne zistené posuny bol prístroj S-2 začiatkom roka 1994 demontovaný a merania boli zastavené.

Obr. 2.1.60: Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Sokol s vyznačením osadenia dilatometra S-1. 1 – striedanie andezitov lávových prúdov a autochtónnych pyroklastík, 2 – andezit propylitizovaný a silno zbrekčovatený, 3 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 4 – lokalizácia dilatometra TM-71 (S-1).



Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003 a ich celkové zhodnotenie

Odčítanie hodnôt, zaznamenaných dilatometrom, bolo v období rokov 2002 a 2003 vykonané 9-krát (tab. 2.1.21, príl. 1.16). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.61. V rokoch 2002 a 2003 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Dargov.

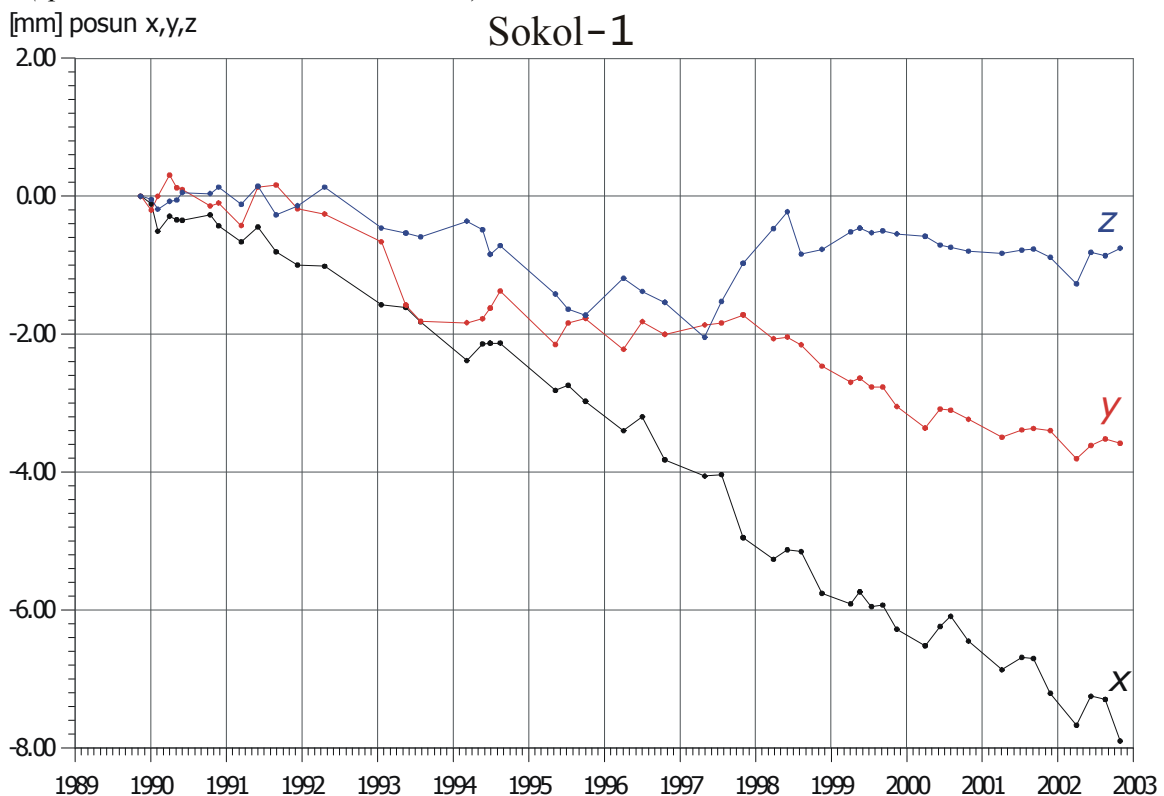
a/ Meranie deformácií dilatometrom

Dilatometrom S-1 bol potvrdený doterajší trend, t. j. smer a rýchlosť pohybu okrajového andezitového bloku na východnom okraji neovulkanitov Slanských vrchov. Priemerná rýchlosť rozširovania trhliny cca 0,6 mm/rok bola zistená i v roku 2003. Od konca roku 1990 sa okrajový blok oddelil od masívu takmer o 8 mm (obr. 2.1.61).

Tab. 2.1.21: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Sokol v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	S-1	9 (5. apríl, 10. júl, 5. september, 13. november 2002; 1. apríl, 9. júl, 18. august – 2x, 28. október 2003)

Obr. 2.1.61: Výsledky merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Sokol (spracovali E. Petro a E. Polaščinová)



b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov bol v roku 2003 467,4 mm. V porovnaní s rokom 2002 (ročný úhrn predstavoval 653,9 mm) ide o výrazný pokles zrážkovej činnosti (o 186,5 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

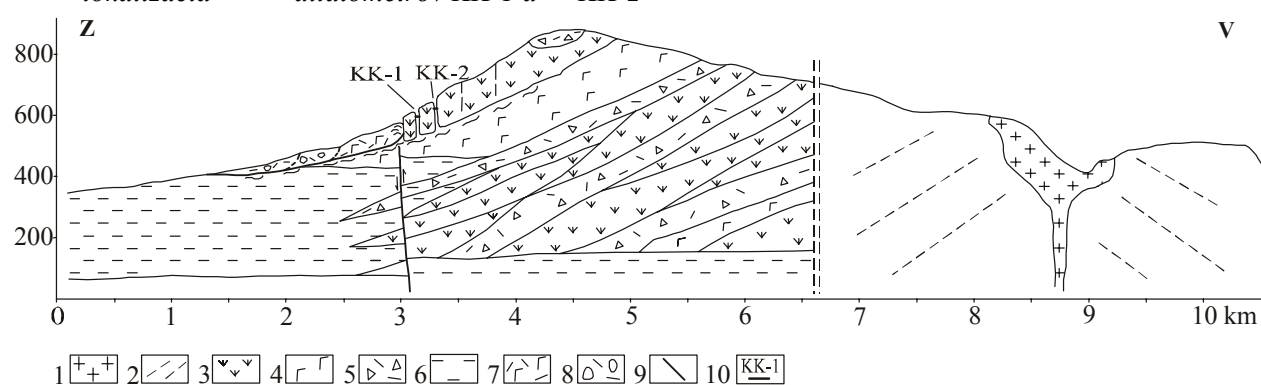
Výsledky zistené meraniami jednoznačne zodpovedajú svahovému pohybu, pri ktorom sa okrajový blok vzdaluje od masívu (rozširovanie trhliny) a poklesáva. Dilatometer i v roku 2003 zaznamenával pokračujúci plazivý pohyb okrajového bloku bez výrazných zmien rýchlosti pohybu. Ďalšie monitorovanie pohybu bloku umožňuje predpovedať možnosť jeho zrútenia v rámci danej lokality, ktorá je súčasťou národnej prírodnej rezervácie Bačkovská dolina.

2.1.4.17 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 (obr. 2.1.62).

Obr. 2.1.62: Inžinierskogeologický rez stratovulkánom Strechový vrch so svahovou deformáciou a vyznačením osadenia dilatometrov KK-1 a KK-2 (lokalita Košický Klečenov). 1 – intrúzia dioritového porfyritu, 2 – striedanie lávových prúdov a pyroklastík, 3 – andezitový lávový prúd, 4 – pyroklastiká (nečlenené), 5 – redeponované andezitové pyroklastiká, 6 – neogénne íly, 7 – redeponované andezitové tufy, 8 – ílovito-úlomkovitá suť, 9 – aktívny zlom, 10 – lokalizácia dilatometrov KK-1 a KK-2



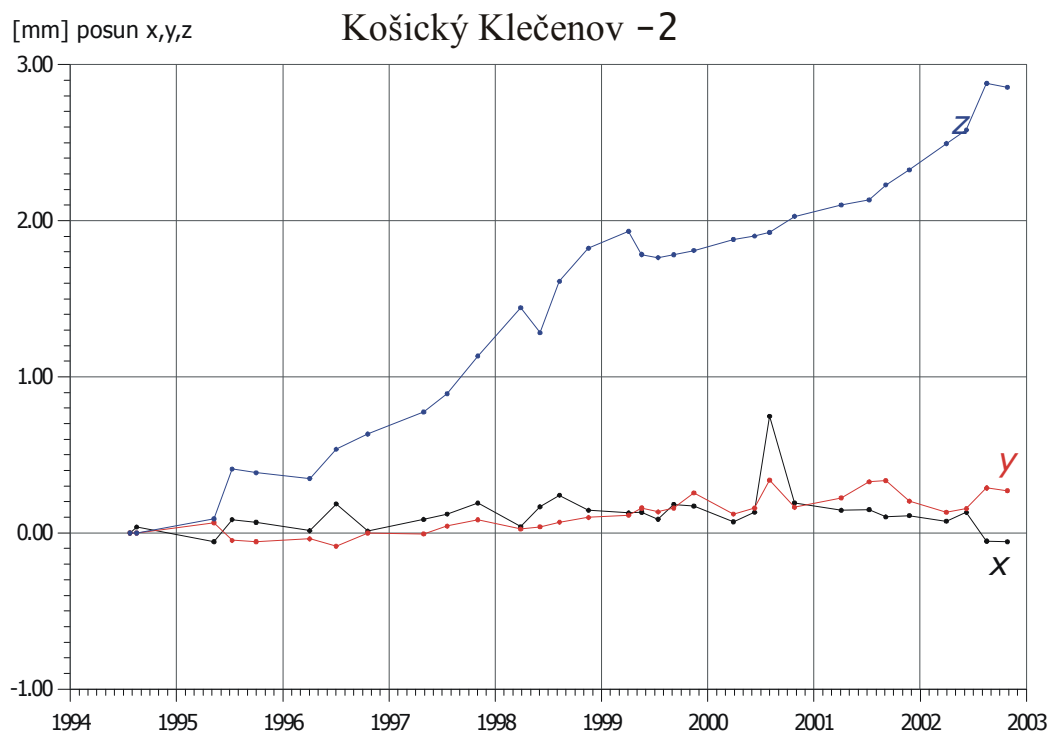
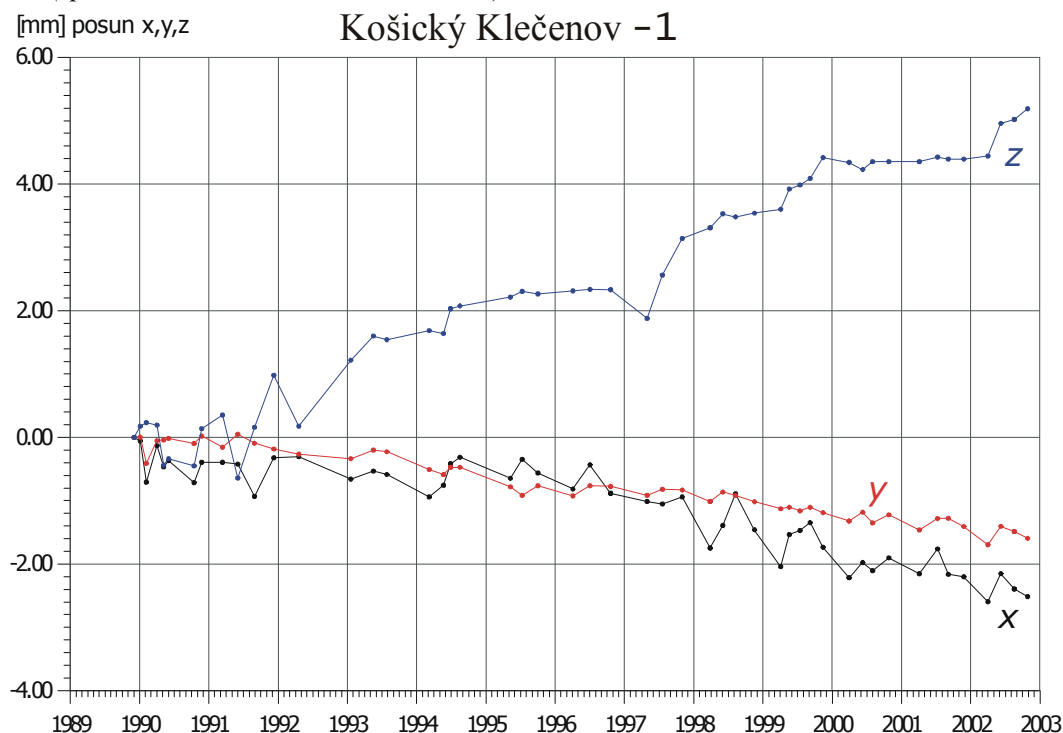
Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003 a ich celkové zhodnotenie

V rokoch 2002 a 2003 sa na lokalite vykonalo 9 odčítaní deformácií, zaznamenaných dilatometrami (tab. 2.1.22, príl. 1.17). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.63. V rokoch 2002 a 2003 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

Tab. 2.1.22: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	KK-1, KK-2	9 (5. apríl, 10. júl, 5. september, 13. november 2002; 1. apríl, 9. jún, 18. august – 2x, 28. október 2003)

Obr. 2.1.63: Výsledky merania posunov horninových blokov dilatometrami TM-71 na lokalite Košický Klečenov (spracovali L. Petro a E. Polaščinová)



a/ Meranie deformácií dilatometrami

Zaujímavosťou 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. Vertikálny zdvih oboch skalných blokov pokračoval i v roku 2003. Celková hodnota zdvihu od konca roku 1990 je viac než 5 mm (KK-1), resp. od polovice roku 1995 takmer 3

mm (KK-2 – obr. 2.1.63). Šírka okrajovej trhliny dosiahla hodnotu 2,5 mm. Najpravdepodobnejším vysvetlením zdvihu obidvoch blokov je neotektonická aktivita S-J okrajového zlomu, prebiehajúceho v bezprostrednej blízkosti lokality.

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany bol v roku 2003 537,0 mm. V porovnaní s rokom 2002 (ročný úhrn predstavoval 613,5 mm) ide teda o značný pokles zrážok (o 76,5 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zistené zvislé posuny okrajových blokov v rámci danej lokality za obdobie 1993 až 2003 nenaznačujú pomalé plazivé zosúvanie okrajových blokov po plastickom podloží v dôsledku pôsobenia gravitácie. Keďže ide o relatívny pohyb po trhlínach, ide o skutočný zdvih blokov vo svahu oproti neporušenému masívu, alebo o pokles masívu. Merania v roku 2003 zaznamenali pokračovanie pohybu tohto charakteru (zdvih) bez výrazných zmien rýchlosti pohybu. Merania v nasledujúcom období môžu prispieť spolu s ďalšími poznatkami získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými metódami k objasneniu recentného vývoja územia a dotvárania jeho reliéfu.

2.1.4.18 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 silno hydrotermálne a tektonicky porušených argilitizovaných andezitov až argilitov (vystupujú v západnom svahu zárezu a sú zabezpečené záchytným múrom). Pôvodne celistvý horninový masív sa po vytvorení zárezu progresívne dezintegruje. Intenzita dezintegrácie horninového prostredia je podmienená predovšetkým stupňom puklinovitosti masívu a prejavuje sa úplným rozpadom horniny na zeminu v zónach intenzívneho tektonického a hydrotermálneho porušenia, resp. rozvoľňovaním rigidného masívu s posunmi až opadávaním blokov a úlomkov rôznych rozmerov. Uvoľnený materiál sa hromadí pri päte zárezu, lokálne sa dostáva i na komunikáciu a ohrozuje premávku na jej východnom pruhu. Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa na lokalite vykonávajú od roku 1995 pravidelné monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie, ktoré sa od roku 2000 doplnili geodetickými i dilatometrickými meraniami vo vybraných úsekoch východnej steny zárezu.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Na lokalite Banská Štiavnica sa v rokoch 2002 a 2003 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, 2002 a 2003. Dilatometrické meranie premiestnení osadených bodov meradlom Somet i meradlom posuvov bolo uskutočnené dvakrát v roku 2002 i 2003 (tab. 2.1.23).

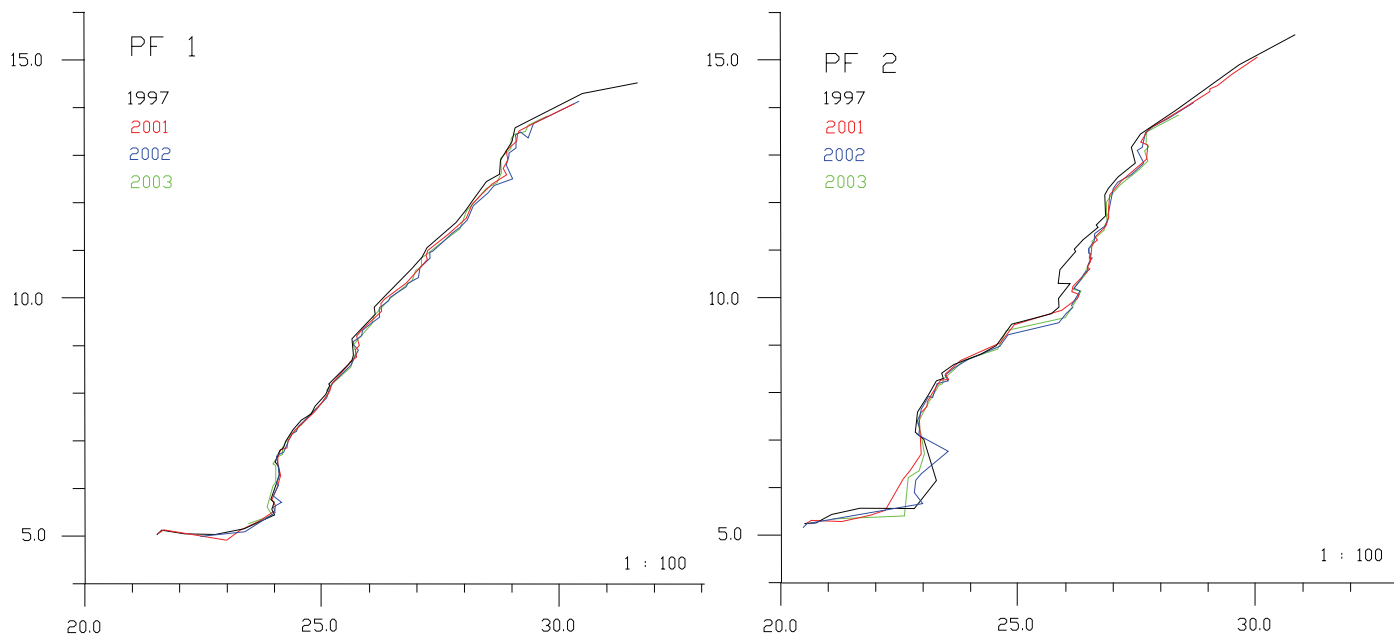
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

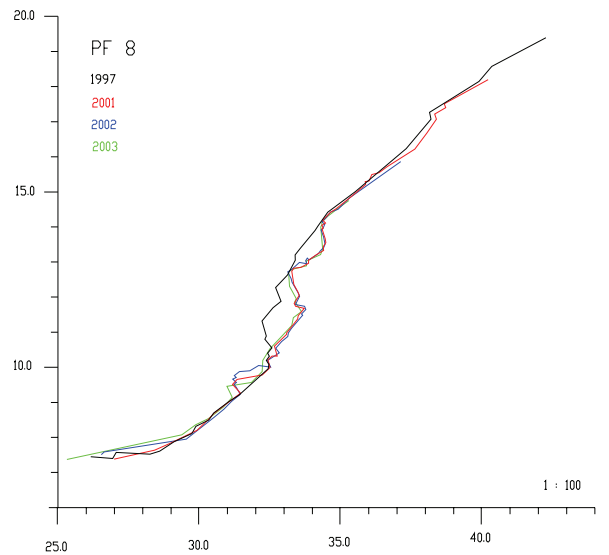
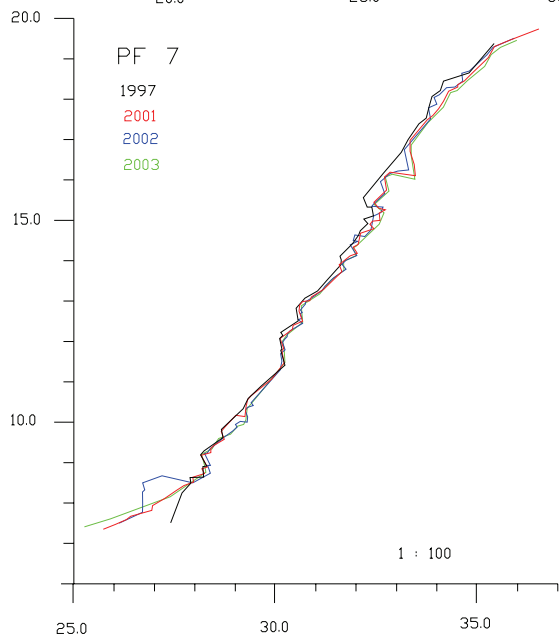
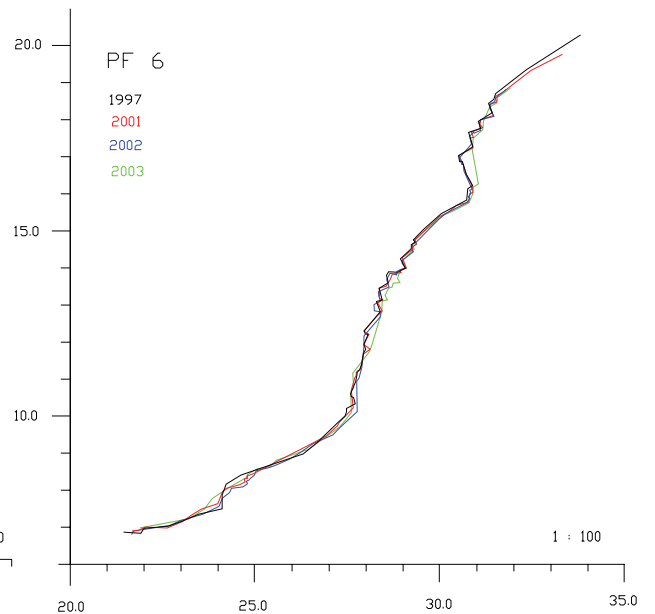
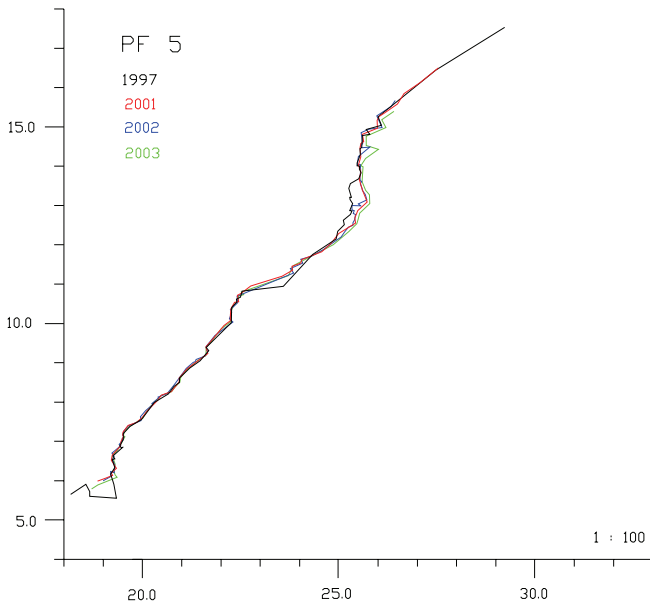
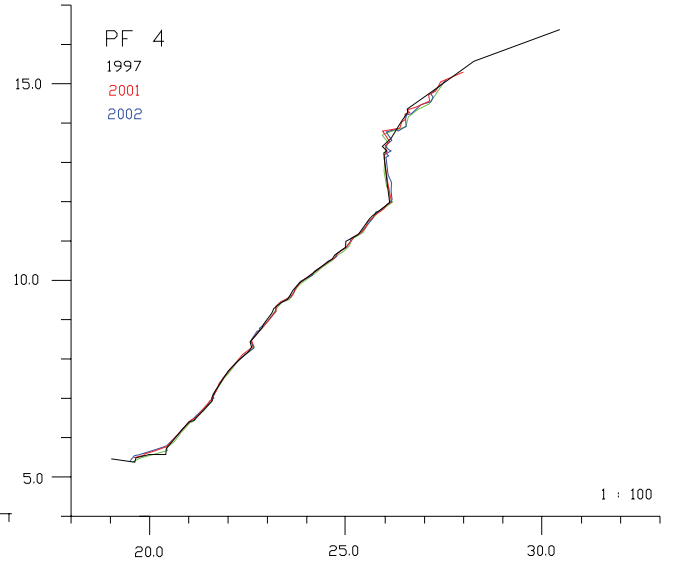
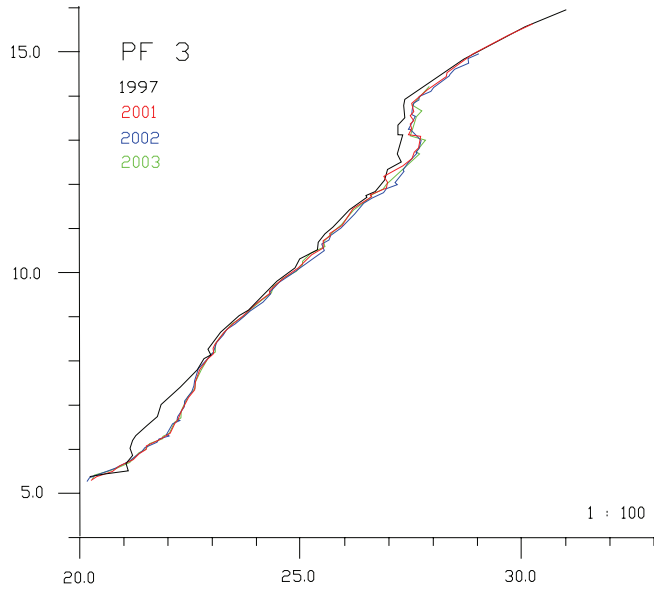
Výsledky vybraných fotogrametrických meraní sú znázornené na obr. 2.1.64. Hodnoty geodetických meraní za celé obdobie pozorovania a meraní metódou časovej základnice a dilatometrických meraní za obdobie posledných troch rokov sú zhrnuté v príl. 1.18.

Tab. 2.1.23: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2002	Rok 2003
Fotogrametrické merania				
a/ Stereofotogrametrické merania profilov	8	Pf1 až Pf8	1 (20. augusta)	1 (8. septembra)
b/Metóda časovej základnice	14	VB01, 1, 2, 3, 5, 6a, 8a, 20, 21	1 (20. augusta)	1 (8. septembra)
Geodetické merania	16	S1,S2,S3, S5, S6, S7, S8, O1, O2, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O11, O12,	1 (20. augusta)	1 (8. septembra)
Dilatometrické merania				
a/ Dilatometer Somet	5	B1, B2, B3, B4, B5	2 (8. apríla, 20. augusta)	2 (14. mája, 8. septembra)
b/ Meradlo posuvov	4	S1, S2, S3, S4	2 (8. apríla, 20. augusta)	2 (14. mája, 8. septembra)

Obr. 2.1.64: Lokalita Banská Štiavnica – výsledky stereofotogrametrického merania profilov v rokoch 1997, 2001, 2002 a 2003





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 súťače. Z porovnania vyplýva, že najväčšie zmeny boli zaznamenané v hornej časti profilu č. 6, kde došlo v priebehu roku 2003 k zrúteniu skalného bloku. V stredných polohách profilov možno identifikovať určité vyhladzovanie línie profilu v dôsledku vypadávania menších úlomkov a ich akumuláciu v spodnej časti steny zárezu. V nadväznosti na pozorovania z predchádzajúceho roku pokračuje i v profile 8 proces rozvoľňovania skalných blokov a ich posuv pozdĺž predurčených šmykových plôch (obr. 2.1.64).

a2/ Metóda časovej základnice

Touto metódou sú monitorované body rozmiestnené po celej ploche steny zárezu. V roku 2002 bol z celkového počtu 13 meraných bodov zaznamenaný pohyb nových 4 bodov a 4 zrútenia. V roku 2003 bolo vyhodnotených 7 meracích bodov, ktorých premiestnenia zaznamenali pokračujúce rozvoľňovanie horninového masívu, pričom bod 21 identifikoval zrútenie skalného bloku, viditeľné aj vo vertikálnom profile č. 6. Výrazne sa prejavuje proces vytlačania blokov v subhorizontálnom smere do priestoru cesty. Vstupné údaje i vypočítané hodnoty premiestnenia za obdobie rokov 2000 až 2003 sú uvedené v príl. 6.1.18.

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

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 časti zárezu. V roku 2003 bolo v bodoch K6, K8 a K12 zaznamenané vytlačanie skalných blokov v subhorizontálnom smere, pričom hodnoty posuvu dosahovali 7 až 12 mm.

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 326° a sklonom 44° (bod B1 je na jednom bloku a body B2 a B3 na druhom). Na druhom stanovisku sa meria pohyb bodov B4 a B5, umiestnených na blokoch, oddelených puklinou so smerom sklonu 350° a sklonom 50° . Merania v roku 2003 zaznamenali pohyb monitorovaných horninových blokov v rozsahu do 1 mm (príl. 1.18).

c2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých stanoviskách, ako body pre meradlo Somet. I pri meraniach touto metódou bol zaznamenaný posuv v rozsahu do 1 mm.

d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica v roku 2002 bol 790,1 mm a v roku 2003 iba 490,9 mm. Zaznamenané teda bolo značné zníženie zrážkovej činnosti v roku 2003 (o 299,2 mm).

Počet mrazových dní v zime 2001/2002 bol 110, resp. 116 dní (merania z 2 staníc v Banskej Štiavnici). V zime 2002/2003 mierne stúpol na 117, resp. 120 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na predmetnom záreze sa i v roku 2003 realizovalo viacero typov monitorovacích meraní, odlišných svojou podstatou i presnosťou. Na základe nameraných výsledkov možno konštatovať, že i v roku 2003 pokračovala degradácia hornín vo vyšších polohách zárezu, predovšetkým v bezprostrednom okolí lavice, ktorá vypadla v roku 2000. Zaznamenané bolo i vytlačanie horninových blokov v smere kolmom na tresu cestnej komunikácie v oblasti nad stanoviskami dilatometrov č. 1 a č. 2. Priamo v priestore stanovnísk bola zaznamenaná stagnácia pohybovej aktivity.

Vlastný stabilitný stav pozorovaného zárezu možno na základe uskutočnených meraní v roku 2003 hodnotiť analogicky s hodnotením, vykonaným za rok 2002, teda:

- skalný svah zárezu je lokálne nestabilný. Na stene zárezu trvalo dochádza k uvoľňovaniu a opadávaniam 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 možno iba potvrdiť minuloročné konštatovanie, že najvhodnejšími metódami monitorovania skalného zárezu sú metódy fotogrametrické, ktoré umožňujú zaznamenať zmeny prakticky v celom pozorovanom úseku svahu.

2.1.4.19 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 polohe vrstevnatosti i 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. Od roku 2000 sa rozsah meraní rozšíril o dilatometrické pozorovania vo vybraných úsekoch monitorovanej steny zárezu.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Na lokalite Demjata sa v každom z rokov 2002 a 2003 uskutočnilo jedno stereofotogrametrické meranie vybraných profilov, jedno vyhodnotenie premiestnení bodov

metódou časovej základnice a jedno geodetické meranie. V roku 2003 boli uskutočnené tri merania meradlom posuvov a dve merania meradlom Somet (tab. 2.1.24).

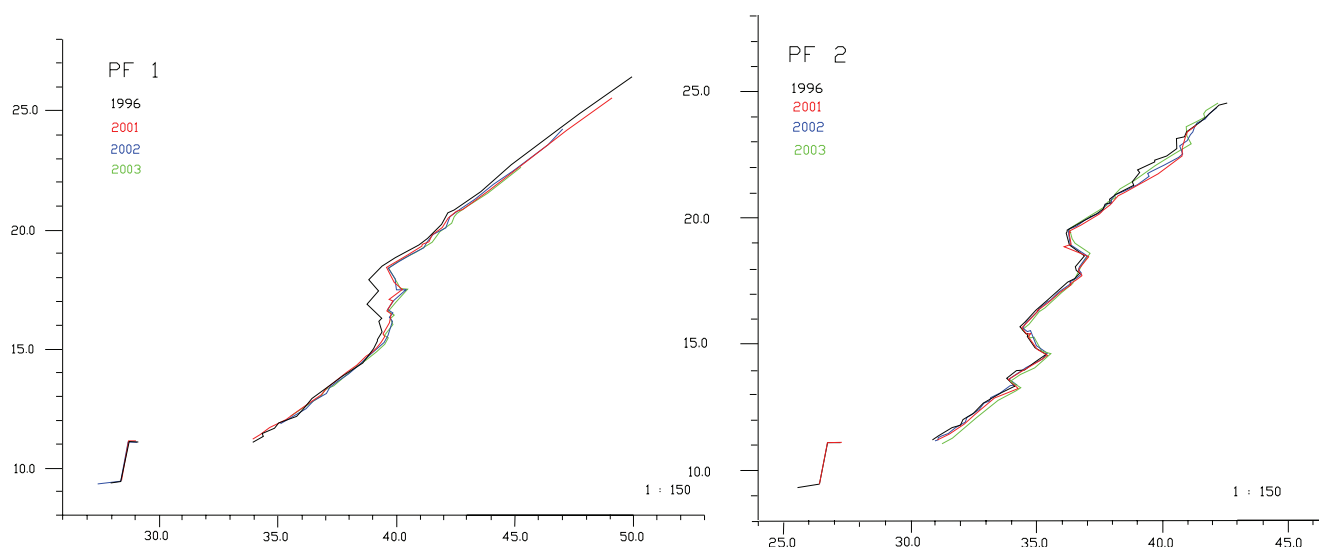
Tab. 2.1.24: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2002 a 2003

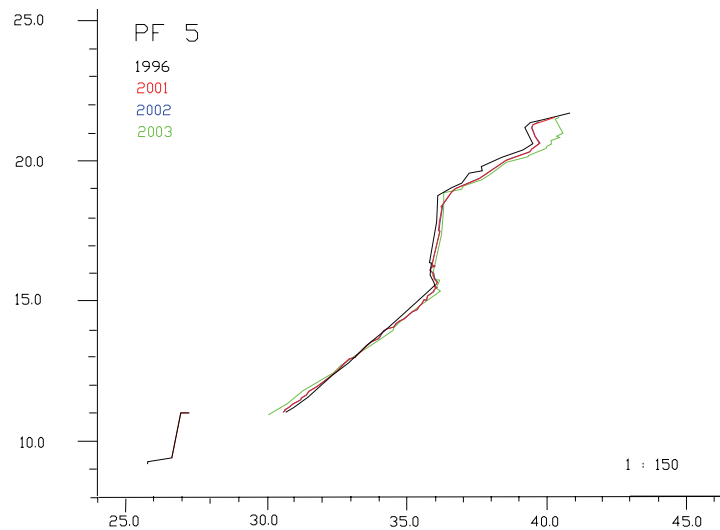
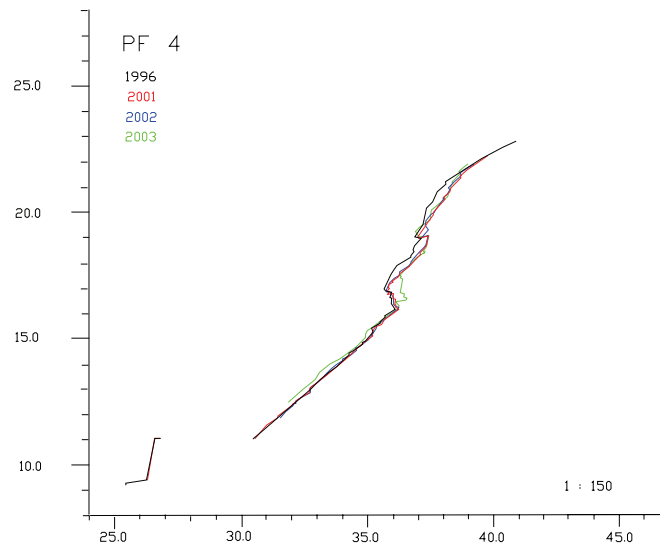
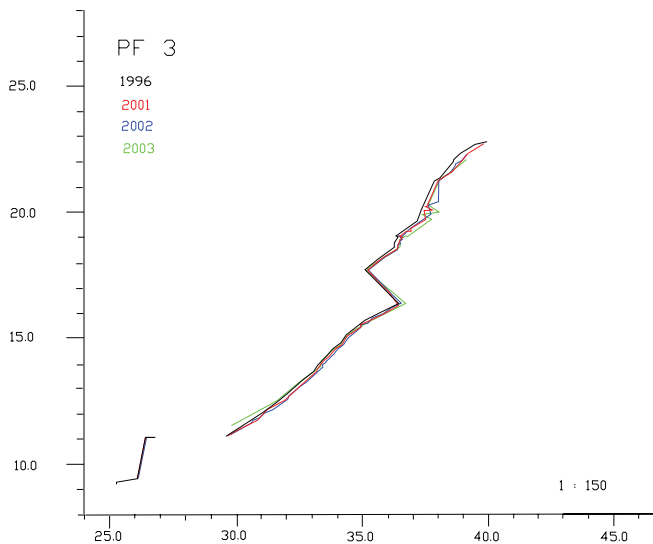
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2002	Rok 2003
Fotogrametrické merania				
a/ Stereofotogrametrické merania profilov	5	Pf1 až Pf5	1 (21. augusta)	1 (9. septembra)
b/Metóda časovej základnice	15	1, K12, 3a, 4a, 5a, 7, 8, 9, 10a, K10, 12, 13, 14, 15	1 (21. augusta)	1 (9. septembra)
Geodetické merania	9	S1, S2, S3, S4, S5, S8 K7, K10, K11	1 (21. augusta)	1 (9. septembra)
Dilatometrické merania				
a/ Dilatometer Somet	4	E1, E2, E3, E2'	1 (21. augusta)	2 (3. júna, 9. septembra)
b/ Meradlo posuvov	9	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9	1 (21. augusta)	3 (6. mája, 3. júna, 9. septembra)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky vybraných fotogrametrických meraní sú znázornené na obr. 2.1.65. 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. 1.19.

Obr. 2.1.65: Lokalita Demjata – výsledky stereofotogrametrického merania profilov v rokoch 1996, 2001, 2002 a 2003





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 sútláče. Z porovnania vyplýva, že v strednej časti profilu č. 4 došlo k vypadnutiu pieskovcového bloku. Nad pozorovanými pieskovcovými lavicami stanoviška 3 je v profile č. 5 zosunutý horný okraj zárezu (obr. 2.1.65).

a2/ Metóda časovej základnice

Touto metódou bolo vyhodnotených 14 bodov v rokoch 2002 i 2003. Pozorovacie body sú rozmiestnené po celej ploche steny zárezu. Vstupné údaje i vypočítané hodnoty premiestnenia za obdobie rokov 2000 až 2003 sú uvedené v príl. 6.1.19.

Najvýraznejšie zmeny polohy monitorovaných blokov boli zaznamenané v bode 1 v smere horizontálnom (veľkosť premiestnenia bola do 5 mm) a v bode 10a v smere zvislom (premiestnenie do 10 mm). Oproti predchádzajúcim rokom možno konštatovať zmenšenie maximálnych hodnôt premiestnení pozorovaných bodov.

b/ Geodetické merania

Geodeticky bolo zameraných 7 pevných bodov. Na nestabilný stav pieskovcových lavíc v okolí stanoviska č. 3 poukazujú zaznamenané premiestnenia bodov S3 až S5, ktoré dosiahli 2 až 4 mm. Pozorovaný bol i posuv bodu K11 (nachádza sa nad stanoviskom 1) v rozsahu 5 mm vo vertikálnom a 1 mm v horizontálnom smere. Ukončené bolo meranie na bodoch K7 a K10, umiestnených na blokoch, ktoré sa v priebehu predchádzajúceho roku zrútili.

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. Nové stanovisko 4 (body E4 a E5) bolo vybudované v júni 2003 na opačnej stene zárezu cesty. Pohyb bodov v tomto stanovisku predstavoval za obdobie cca pol roka hodnotu 4 mm. Merania na stanovisku 3 nezaznamenali v roku 2003 žiadne významnejšie posuvy horninových blokov.

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.

Pohyb nerovnomerného charakteru bol zachytený na 3. stanovisku v meraniach medzi bodmi D1-D2 (veľkosť premiestnenia bola do hodnoty 5 mm). Pri ostatných bodoch bola zaznamenaná zmena polohy maximálne do 1,5 mm. Nerovnomerný pohyb veľkosti do 5,2 mm bol zaznamenaný na 2. stanovisku.

d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany v roku 2002 bol 601 mm a v roku 2003 627,7 mm. K významnej zmene zrážkového úhrnu v uvedených rokoch teda nedošlo..

Počet mrazových dní v zime 2001/2002 bol 123 dní (stanica Bardejov) a 132 dní (stanica Prešov – vojsko). V zime 2002/2003 tieto hodnoty mierne stúpili na 130 dní (Bardejov), resp. 135 dní (Prešov – vojsko).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov meraní v roku 2003 vyplýva mierny posuv sústavy lavíc pieskovcov na stanovisku č. 3. Nerovnomerný posuv v stanoviskách č. 3 a 2 môže byť spôsobený dlhodobými zmenami fyzikálnych vlastností ílovitých vrstiev, vystupujúcich v záreze.

V súlade s minuloročným konštatovaním treba zopakovať, že pohyb každého bloku je individuálny a monitorovacie merania nemôžu zaznamenať zmeny celej množiny blokov, z ktorých skalná stena pozostáva. Z uvedeného vyplýva, že prognózovanie rúťivých pohybov je veľmi komplikované a vyžadovalo by veľmi hustú sieť monitorovacích bodov a vysokú frekvenciu meraní (resp. prechod na kontinuálne zaznamenávanie pohybov).

2.1.4.20 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 jarnom období a vyžaduje si stálu údržbu cestnej komunikácie. Vzhľadom na prítomnosť výrazných poruchových dislokačných zón nemožno vylúčiť ani uvoľňovanie väčších blokov hornín, ktoré by mohlo spôsobiť vážne dopravné problémy. Práve na hodnotenie pohybovej aktivity pozdĺž výraznej tektonickej línie sa zamerali monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie (od roku 1995), ako aj dilatometrické merania (od roku 2000).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2002 a 2003

Na lokalite Harmanec sa v roku 2002 uskutočnilo jedno stereofotogrametrické meranie vybraných horizontálnych profilov a vykonali sa dve merania dilatometrom Somet. Rovnaký počet meraní sa uskutočnil aj v roku 2003 (tab. 2.1.25).

Tab. 2.1.25: Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Harmanec v rokoch 2002 a 2003

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2002	Rok 2003
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 (20.augusta)	1 (9.septembra)
Dilatometrické merania a/ Dilatometer Somet	4	H1, H1', H2, H2'	2 (4. apríla, 20.augusta)	2 (30. apríla, 8.septembra)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2002 a 2003 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky fotogrametrických meraní sú znázornené na obr. 2.1.66. Hodnoty dilatometrických meraní za obdobie pozorovania (od roku 2000) sú zhrnuté v príl. 1.20.

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 15 horizontálnych profilov v rôznych výškových úrovniach, na ktorých je porovnaná konfigurácia skalnej steny z roku 1999 s konfiguráciou, zameranou v rokoch 2001, 2002 a 2003.

Najvýraznejšie prehlbovanie eróznej ryhy bolo v roku 2003 zaznamenané v profiloch PF-23.5, PF-18.5 a PF-16.5. Proces rozširovania oblasti odnosu je najvýraznejší v najvyššej monitorovanej polohe (profil PF-25.0) Vypadnutie väčších blokov bolo zaznamenané gv profiloch PF-19.5 a PF-17.4.

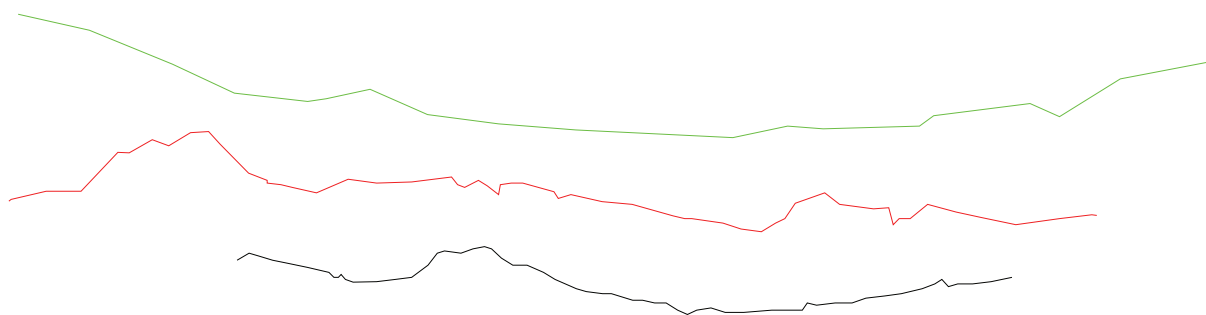
Obr. 2.1.66: Lokalita Harmanec – výsledky stereofotogrametrického merania horizontálnych profilov v rokoch 1999, 2001, 2002 a 2003

PF 10.5

1999

2002

2003



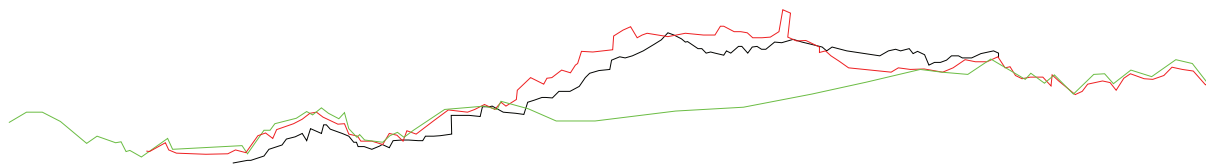
1 : 20

PF 11.1

1999

2002

2003



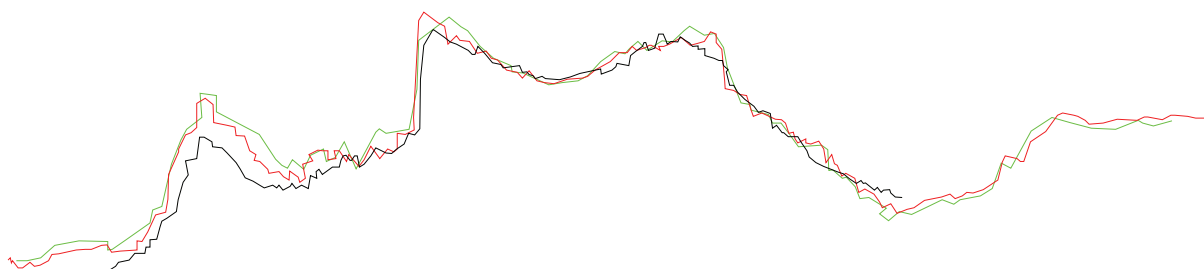
1:20

PF 12.0

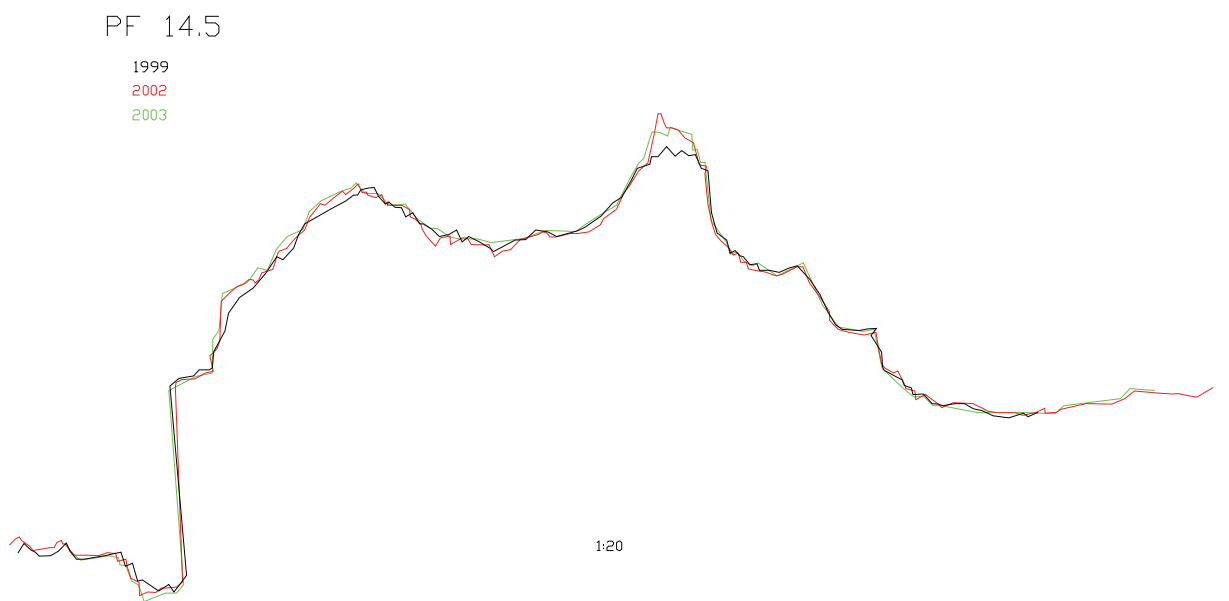
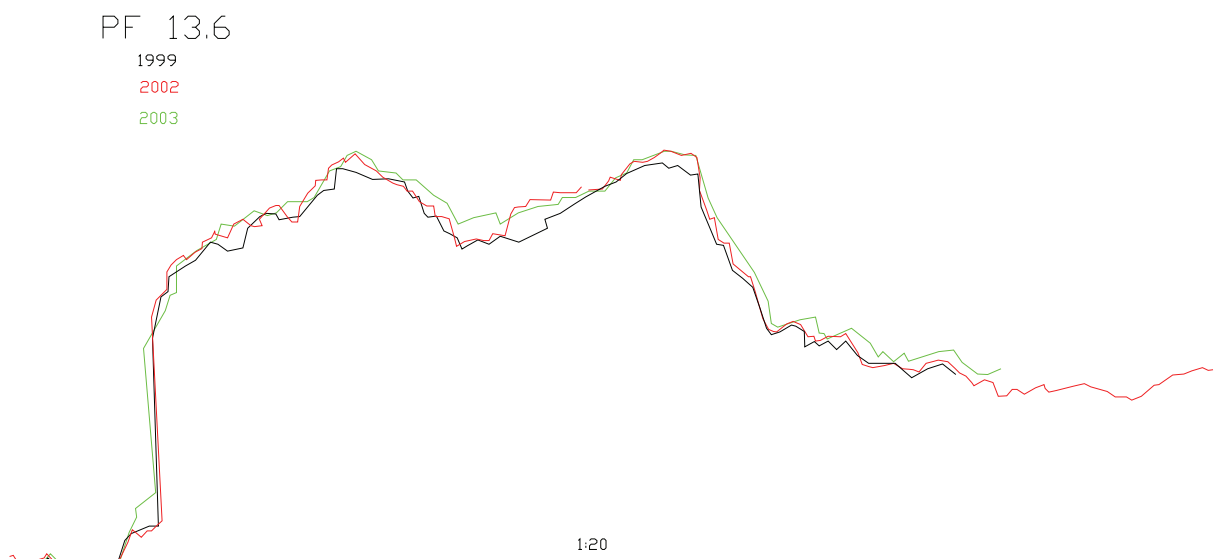
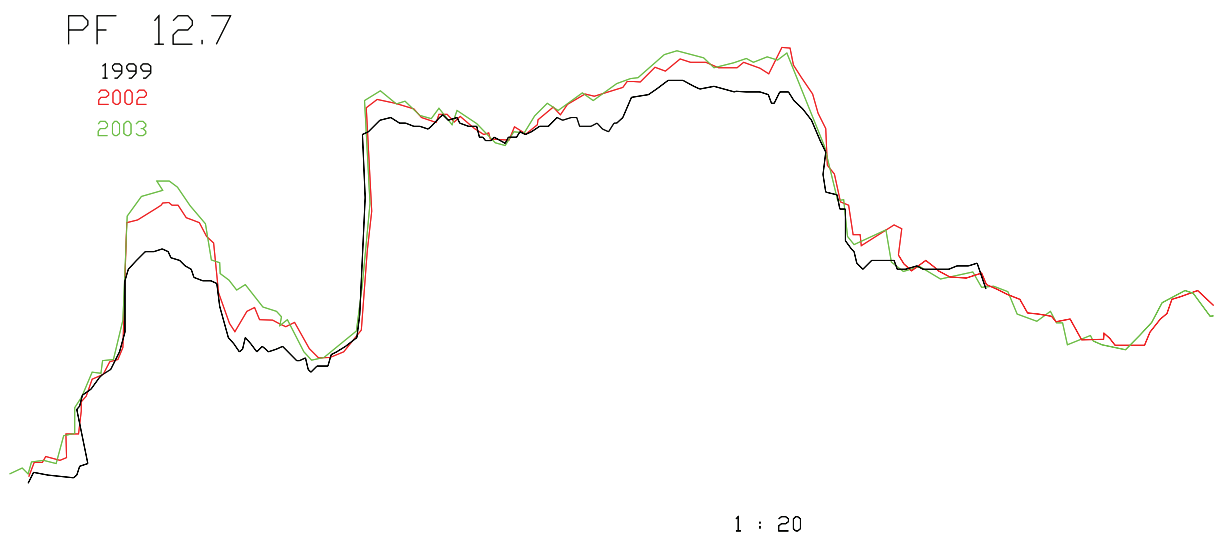
1999

2002

2003

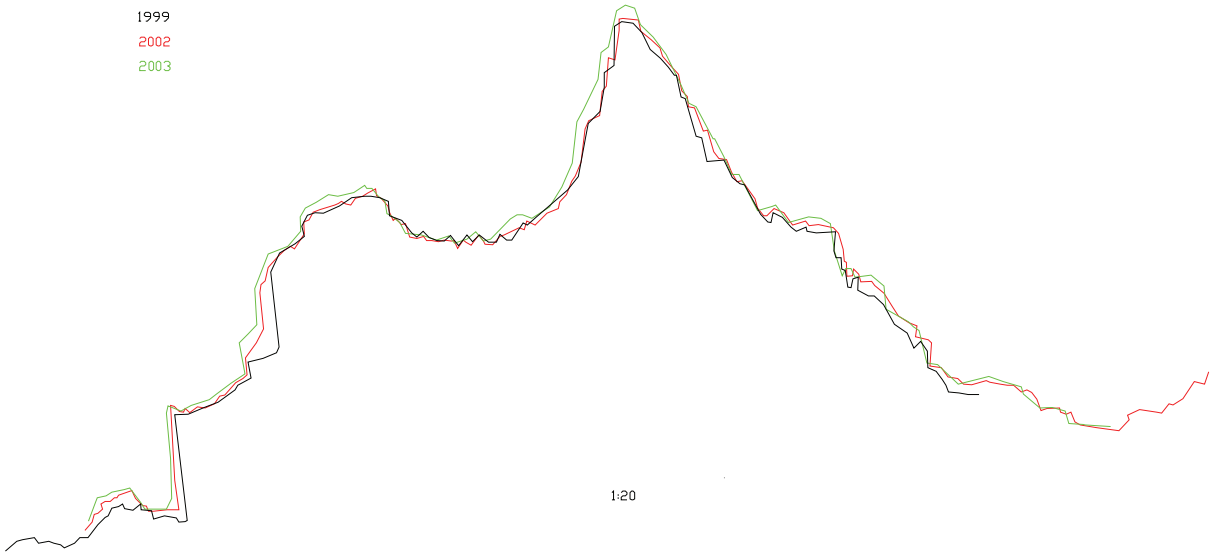


1:20



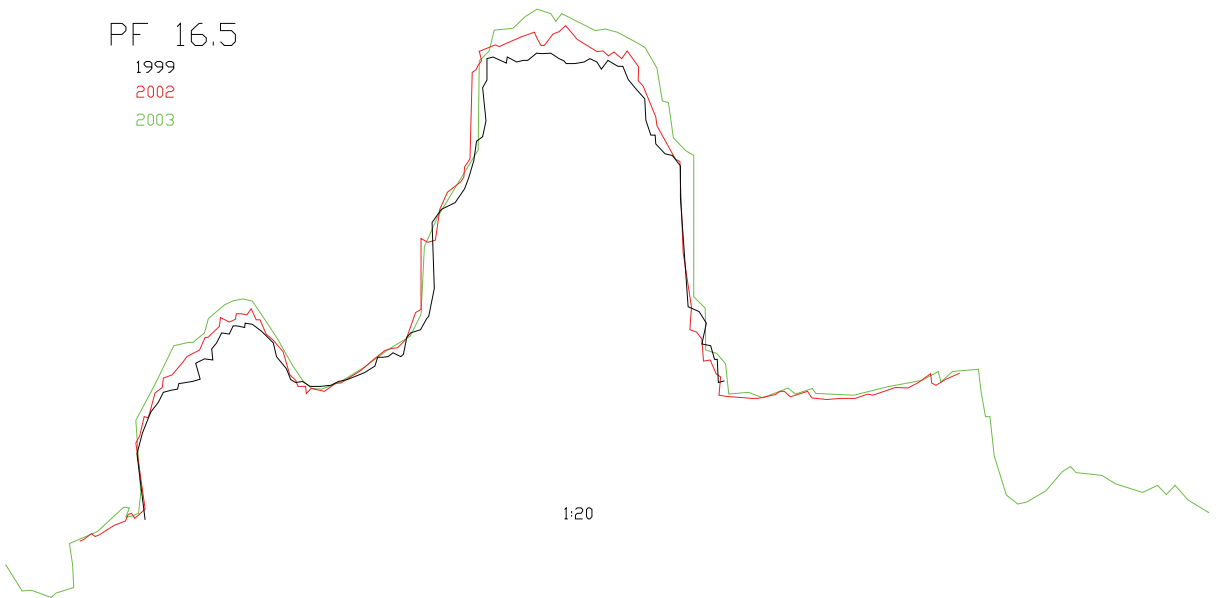
PF15.4

1999
2002
2003



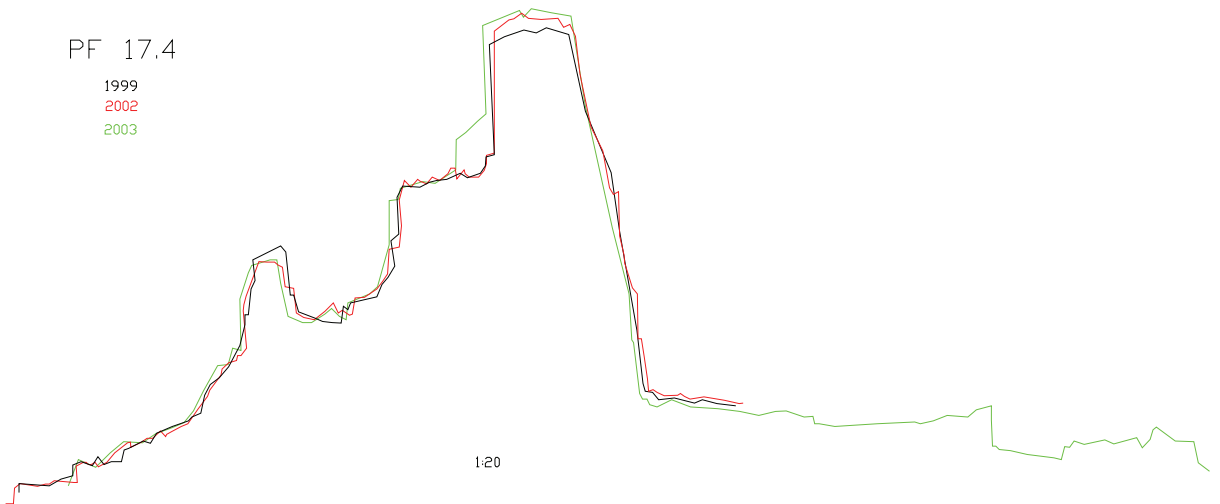
PF 16.5

1999
2002
2003



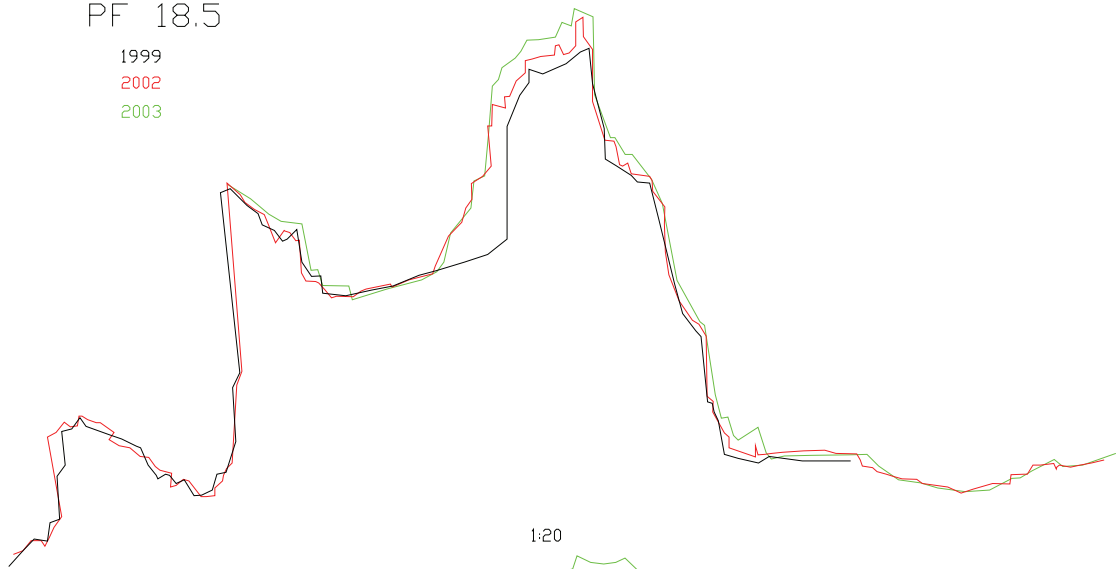
PF 17.4

1999
2002
2003



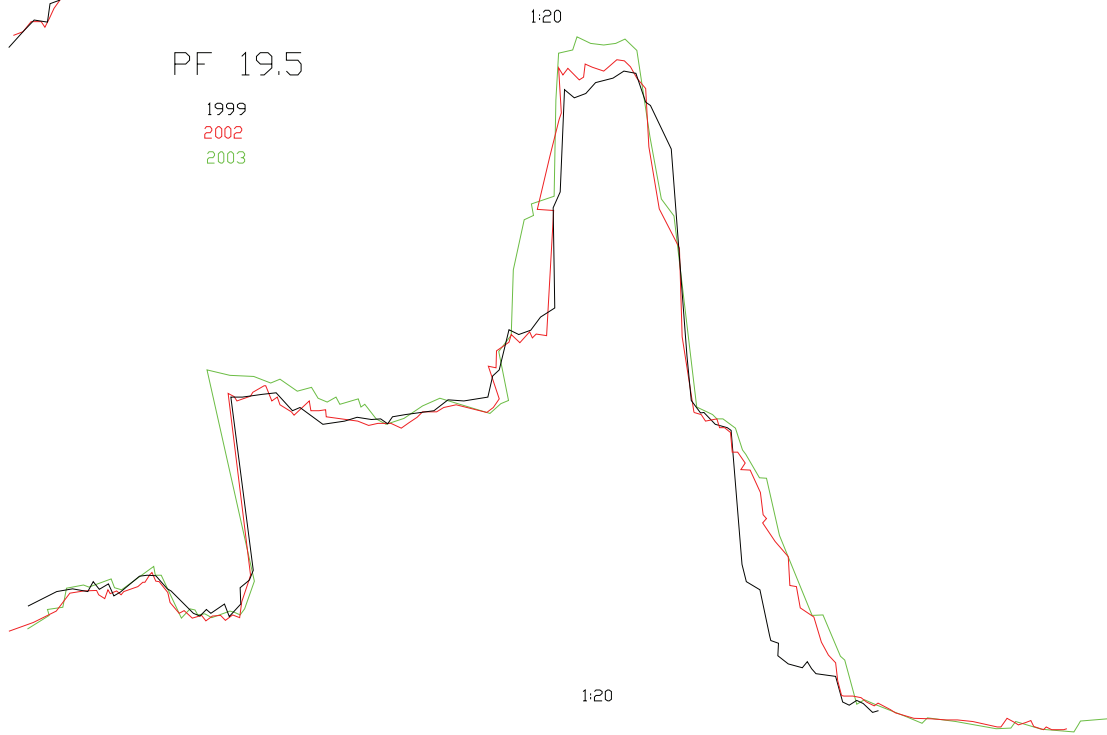
PF 18.5

1999
2002
2003



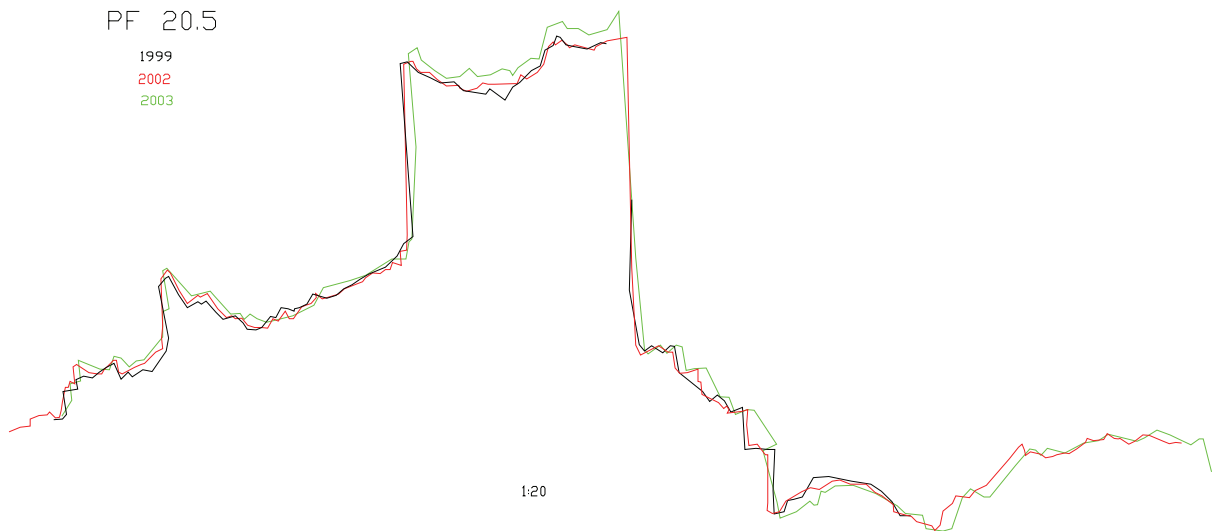
PF 19.5

1999
2002
2003



PF 20.5

1999
2002
2003

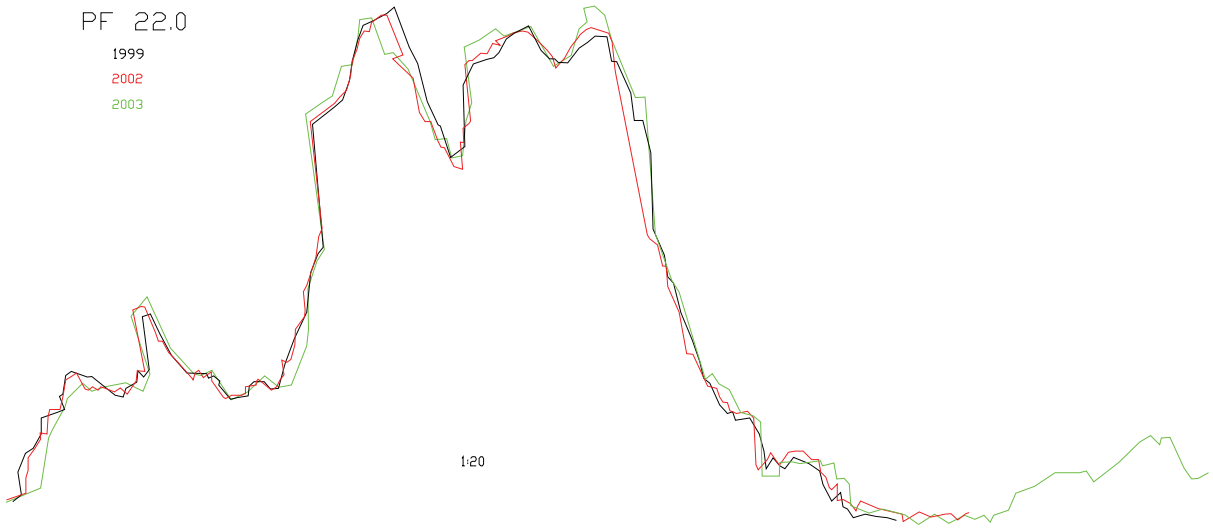


PF 22.0

1999

2002

2003

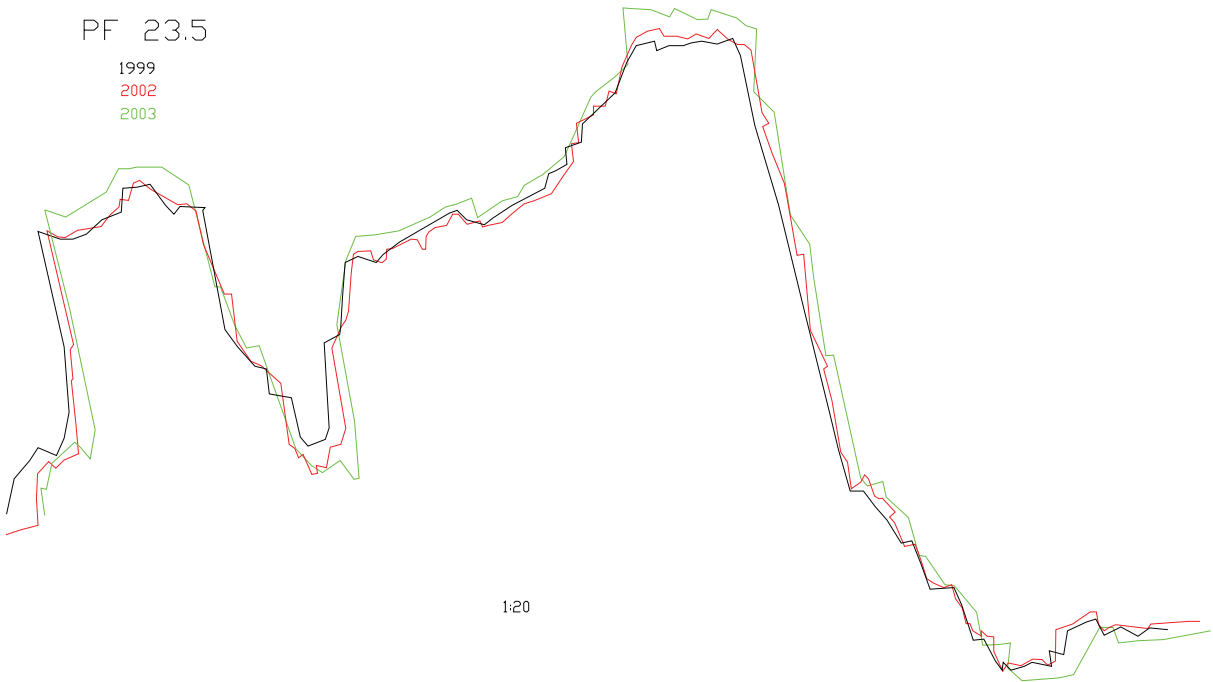


PF 23.5

1999

2002

2003

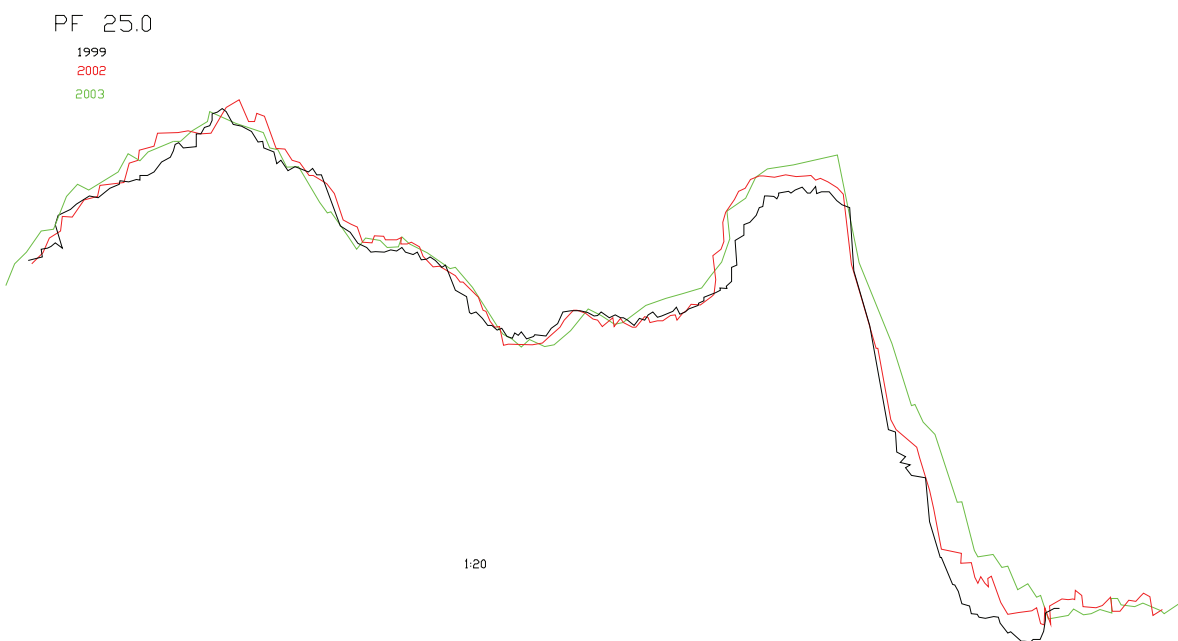


PF 25.0

1999

2002

2003



Na základe výsledkov merania v roku 2003 možno potvrdiť minuloročné konštatovanie, že proces erózie postupuje v danom prostredí veľmi intenzívne, nerovnomerne a jeho dôsledkom je nevyhnutnosť stálej údržby komunikácie.

b/ Merania dilatometrom Somet

Meracie body sú inštalované na dvoch stanoviskách pozdĺž výraznej dislokácie (body H1-H1* a H2-H2*). Merania v roku 2003 nezaznamenali zmeny polohy monitorovaného bloku.

c/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dolný Harmanec v roku 2002 bol 1245,6 mm a v roku 2003 800 mm. Z porovnania vyplýva výrazne nižšia zrážková činnosť v roku 2003.

Počet mrazových dní v zime 2001/2002 bol 108 dní (stanica Banská Bystrica – Zelená); v zime 2002/2003 pomerne výrazne stúpol na 120 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov uskutočnených meraní v roku 2003 na lokalite Harmanec vyplýva pokračujúci a pomerne intenzívny rozvoj procesov erózie v pozorovanej ryhe, ktorý sa prejavuje odnosom úlomkov, alebo opadávaním väčších blokov horniny, čo trvalo (akútne v jarných mesiacoch) ohrozuje premávku na štátnej ceste. Výsledky dilatometrických meraní sú ovplyvnené skutočnosťou, 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.

2.1.4.21 Lokalita Ipeľ

Stručná charakteristika lokality

Pri stručnej charakteristike lokality možno iba zopakovať informácie, spracované v minuloročnej správe – ide o lokalitu so špecifickým postavením, pri ktorej sa komplexne posudzuje stabilita väčšieho územného celku, v ktorom sa predpokladá realizácia náročného technického diela – prečerpávacej vodnej elektrárne.

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

Podľa projektového riešenia sa uvažuje s realizáciou dolnej nádrže v údolí Ipeľa (teda vlastne v priestore regionálnej tektonickej poruchy) a hydraulický obvod vrátane kaverny vodnej elektrárne má byť umiestnený v masíve, budovanom prevažne migmatitmi kohútskeho pásma a v tomto prostredí má byť lokalizovaná i horná nádrž PVE v priestore obce Ďubákovo (obr. 2.1.67).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za celé obdobie pozorovani

Monitoring horninového prostredia PVE Ipeľ sa realizuje od roku 1993 v nadväznosti na výsledky predbežného inžinierskogeologického prieskumu. Náplň monitoringu lokality je zhrnutá v správe z predchádzajúceho roku.

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

pravidelné terénne obhliadky predmetného svahu a zhromažďujú sa údaje o zrážkových úhrnoch zo staníc SHMÚ. V poslednom období je do prevádzky uvedená i zrážkomerná stanica, vybudovanej priamo na lokalite.

a/ Geodetické merania

V roku 2003 malo byť vykonané komplexné geodetické meranie celej lokality (32 objektov – obr. 2.1.67). Realizované však bolo iba prepojenie nových bodov 31 a 32 so sieťou (metódou GPS). Výpočtové práce budú vykonané v roku 2004 spolu s celou sieťou, ktorá bude meraná v roku 2004. Účelom bodov 31 a 32 je sledovať aktivitu Muránsko-divínskej línie v oblasti situovania plánovanej PVE.

b/ Terénna obhliadka

Na základe terénnej obhliadky možno konštatovať, že v roku 2003 neboli zaznamenané žiadne príznaky zmien stability svahu s projektovaným hydraulickým obvodom PVE.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2002 bol 1087,3 mm (stanica SHMÚ Lom n/R.) a 713 mm (Málinec). V roku 2003 poklesol na 607,2 mm, resp. 488,5 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie pozorovania v roku 2003 nepreukázali žiadne zmeny stabilného stavu svahu s projektovaným hydraulickým obvodom, ani žiadne zmeny celkovej stability územia v širšom okolí projektovaného diela. Kvantitatívne podložené závery bude možné odvodiť po vykonaní geodetického merania siete pozorovacích bodov v roku 2004.

Obr. 2.1.67: PVE Ipeľ – monitoring horninového prostredia. Sieť bodov špeciálnej geodetickej siete

