

2.1 ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE

2.1.1 Základná charakteristika monitorovacej siete

Základné metodické princípy riešenia monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií sú podrobne opísané v zodpovedajúcich častiach predchádzajúcich správ (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003). Kvôli úplnosti a zrozumiteľnosti textu preberáme v rámci úvodných podkapitol (2.1.1 až 2.1.3) prevažnú časť základných skutočností zo správ za roky 2002 a 2003. Analogicky sú kvôli úplnosti z predchádzajúcich správ preberané základné charakteristiky 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 bol založený na kritériu typologickom (podmieňujúcom zastúpenie základných typov svahových pohybov – zosúvania, plazenia a príznakov rútenia), kritériu regionálne – geologickom (z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát – Matula, Pašek, 1986) a kritériu ekonomickom (podmieňujúcom výber takých lokalít, ktorých monitorovanie je z celospoločenského hľadiska najdôležitejšie a na ktorých je už k dispozícii aspoň základná sieť monitorovacích objektov).

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

Sieť monitorovaných lokalít nie je však 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.

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, 2003). 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), ďalej metódy, zaznamenávajúce napätostný stav prostredia v momente merania (merania povrchových reziduálnych napätí a podľa pulzných elektromagnetických emisií) a režimové pozorovania, ktoré analyzujú vývoj hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody. V roku 2004 sa vypracovali podklady pre skúšobnú inštaláciu varovných systémov na spoločensky najdôležitejších lokalitách. Súčasťou režimových pozorovaní je aj analýza zrážkových pomerov v príslušnom území.

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).

V roku 2004 došlo k určitej zmene pri vyhodnocovaní fotogrametrických meraní, zaznamenávajúcích príznaky pohybu charakteru rútenia (v rámci monitorovania stability skalných zárezov). Namiesto zaužívaných analytických metód blízkej fotogrametrie (metóda časovej základnice a stereoskopické merania) sa v roku 2004 vykonalo základné meranie metódou digitálnej fotogrametrie, ktorej možnosti a presnosť sú na kvalitatívne vyššej úrovni. Pri monitorovaní skalných zárezov sa i naďalej používali merania pomocou rôznych typov dilatometrov.

Z dôvodov väčšej prehľadnosti a zrozumiteľnosti výsledkov monitorovania z rôznych lokalít, pokračovalo i v roku 2004 hodnotenie výsledkov meraní s použitím semikvantitatívnej

hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť veľkosť nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilného stavu v mieste meraného objektu.

Škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný (nemeniaci sa) stav, druhý je typický pre mierne až stredné prejavy aktivity a tretí znamená výrazné prejavy aktivity, vedúce k nestabilite svahu. Pri grafickom vyjadrení sa pre merania, uskutočnené viackrát za rok (merania poľa PEE) zobrazovalo najmenej priaznivé hodnotenie v rámci daného obdobia. Hodnotiace kritériá sa v roku 2004 nezmenili 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 2003 a 2004 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). Pri hodnotení režimových pozorovaní sa v roku 2004 pokračovalo v aplikácii spôsobu semikvantitatívneho hodnotenia, vypracovaného v roku 2003.

Ide o hodnotenie hĺbky hladiny podzemnej vody (h_{pv}) a jej zmien na základe tzv. referenčných hodnôt a frekvencie kolísania úrovne hladiny podzemnej vody. Spôsob odvodenia referenčných hodnôt je vyjadrený na obr. 2.1.1 a konečná stupnica pre posudzovanie aktuálneho stavu h_{pv} z hľadiska stability svahu v hodnotenom období (napr. kalendárneho roka) je definovaná v tab. 2.1.4.

V nadväznosti na hodnotenia výsledkov ostatných monitorovacích meraní bola 7-stupňová škála zredukovaná do 3 základných stupňov. 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 najvyšším – tretím základným stupňom.

Vzhľadom na rôznu frekvenciu meraní na rôznych lokalitách, ako aj možné výpadky meraní sa do hodnotenia zaviedol 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.

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilného stavu v podstate nie je možná.

Zvýšenie výdatnosti objektov nemožno totiž jednoznačne hodnotiť ako priaznivý jav a naopak, zníženie výdatnosti môže znamenať priaznivú i nepriaznivú skutočnosť (suchý rok, alebo postupné zanášanie odvodňovacích objektov). Napriek tomu sa pri hodnotení zaviedla trojstupňová klasifikácia, vyjadrujúca priemernú výdatnosť objektu v hodnotenom období (priemerná výdatnosť do 1 l.min⁻¹, v rozmedzí 1 až 3 l.min⁻¹ a nad 3 l.min⁻¹ – tab. 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 ukladania pohybu sa pravidelné monitorovacie merania aplikujú s podstatne menšou frekvenciou (nákladnejšie merania zvyčajne až s ročným intervalom). Výnimkou sú iba režimové pozorovania. Najvhodnejšou metódou na získanie kontinuálnej informácie o kolísaní hladiny podzemnej vody sú merania automatickými hladinomerami.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004 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 odvodzuje rozsah a frekvencia meraní v ďalšom roku.

2.1.4 Výsledky monitorovania

Podrobný opis všetkých monitorovaných lokalít, vrátane geologickej situácie a charakteristických geologických rezov sa nachádza v predchádzajúcich správach. Preto sa pri opise jednotlivých lokalít sústreďujeme na hodnotenie výsledkov monitorovania za obdobie roku 2004. Štruktúra opisu je podobne, ako v hodnotiacej správe za rok 2003 nasledujúca:

- stručná charakteristika lokality (uvádza sa iba z dôvodu úplnosti a zrozumiteľnosti textu a je zhodná s opisom z predchádzajúcich rokov);
- prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004, zhrnutý v tabuľke;
- výsledky monitorovania, opísané postupne podľa aplikovaných monitorovacích metód. Výsledky monitorovania sú znázornené v situáciách a v grafoch a charakterizujú stav pozorovaných parametrov do konca kalendárneho roku 2004 alebo – pri niektorých typoch meraní – do momentu posledného merania, uskutočneného v roku 2004. V rámci každej monitorovacej metódy sa najprv hodnotia výsledky meraní za roky 2003 a 2004 (ich semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v prílohách) a v nasledujúcom odstavci sa hodnotí vývoj pozorovaného parametra za celé obdobie monitorovania;
- najdôležitejšie poznatky z monitorovania, praktické upozornenia, prípadne návrh ďalšieho postupu pozorovania a hodnotenia lokality sú zhrnuté v záverečnej podkapitole ku každej lokalite.

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).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Pohybová aktivita zosuvného územia sa krátkodobo monitorovala počas predchádzajúcich etáp prieskumu a sanácie svahu (prakticky od roku 1969) a postupne sa dobudovávala i sieť monitorovacích objektov. 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. 2.1.2.

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.5.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2003 a 2004, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.1. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 je znázornený na obr. 2.1.2 a 2.1.3, zmeny za celé obdobie monitorovania sú vyjadrené na obr. 2.1.4 a 2.1.5.

a/ Geodetické merania

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 bolo možné stav povrchu zosuvu na základe výsledkov geodetického merania z mája 2003 hodnotiť ako ukludnený. Pri meraní v máji 2004 bola významnejšia pohybová aktivita zaznamenaná premiestneniami bodov P-16 (polohová zmena až 39,81 mm, výškový pokles 20 mm za obdobie 11,5 mesiaca), P-13 (polohová zmena 19,92 mm), P-14 (18,97 mm) a P-17 (19,42 mm). Hodnoty premiestnení týchto bodov ilustrujú pokračujúce prejavy nestability západnej časti zosuvného územia. Z hľadiska ohrozenia obytných objektov obce je nepriaznivé predovšetkým polohové i výškové premiestnenie bodu P-16.

Z dlhodobejšieho hľadiska bola najvýraznejšia pohybová aktivita územia zaznamenaná v priestore bodov P-19, 20 a 21, pričom však 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. 2.1.4). Po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich 20 rokoch dosiahli sumárnu hodnotu až okolo 2 metrov nastalo obdobie útlmu pohybovej aktivity týchto bodov. Merania v roku 2004 však preukázali prejavy aktivizácie pohybu v západnej časti zosuvného územia.

b/ Merania povrchových reziduálnych napätí

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. 2.1.2). V roku 2004 bol meraniami preukázaný celkovo stabilný stav pripovrchovej zóny zosuvu. Najvýraznejší nárast tlakových napätí bol zaznamenaný v bodoch RN-12 a RN-33, nachádzajúcich sa taktiež v západnej časti zosuvu.

Vývoj povrchovej napätosti ilustrujú jej dlhodobé zmeny vo vybraných bodoch (obr. 2.1.4). Dlhodobu 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 akumuláčnej časti zosuvu trend zmeny ťahových na tlakové napätia (obr. 2.1.2, 2.1.4). V roku 2004 možno na základe výsledkov tohto typu merania konštatovať ustálený stav napätosti (obr. 2.1.4).

c/ Inklinometrické merania

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 kríповého charakteru. Túto skutočnosť potvrdili i výsledky meraní v roku 2004. Najvýraznejšie deformácie boli zaznamenané vo vrtoch VČ-8 (4,8 mm v hĺbke 6,7 m a 4,6 mm v hĺbke 12,7 m za obdobie 1 roka) a VČ-2 (4,1 mm v hĺbke 5,8 m), čiastočne i vo vrtoch VČ-7, VČ-9 a VČ-10.

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. 2.1.4). Určitá pohybová aktivita pretrváva v západnej časti zosuvného územia, čo potvrdili i merania v roku 2004 (predovšetkým vo vrte VČ-8).

d/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

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). V roku 2004 pri aprílovom meraní boli najvyššie hodnoty napätostného poľa zaznamenané vo vrte VČ-9 v hĺbke masívu a vo vrte M-13. Okolie tohto vrtu preukazovalo vysoký stupeň napätosti i pri jesennom meraní; v ostatných vrtoch sa prejavila skôr tendencia poklesu napätí. Vrt VČ-11 bol pri jesennom meraní nepriechodný.

Vývoj poľa PEE v niektorých charakteristických hĺbkach vybraných vrtoch je znázornený na obr. 2.1.4. 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. 2.1.4), naopak, z meraní v jeseni roku 2004 vyplýva tendencia aktivizácie poľa v pripovrchovej časti, zatiaľ čo v hĺbke masívu prevládala skôr pokles napätostného stavu.

e/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody bol v roku 2004 nameraný vo vrtoch M-14 (6,2 m), J-112 (5,22 m) a VČ-4 (5,09 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody na celej lokalite oproti roku 2003 nepatrne stúpila (z 7,6 m na 7,2 m pod úrovňou terénu). Semikvantitatívne zhodnotenie kolísania hladiny podzemnej vody v rokoch 2003 a 2004 je na obr. 2.1.2.

Kolísanie úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch VČ-2 a VČ-8, je znázornené na obr. 2.1.3. Po stúpnutí hladiny vo

februári došlo k jej postupnému poklesu od mája až do obdobia neskorej jesene, kedy boli zachytené minimálne stavy. Prudké stúpnutie hladiny zaznamenal hladinomer vo vrte VČ-2 v druhej polovici novembra a vo vrte VČ-8 až v posledných decembrových dňoch. Upozorniť treba na rýchlosť stúpnutia (o cca 3,5 m za 1 až 2 dni vo vrte VČ-8). Frekvencia i absolútna hodnota zmien úrovne hladiny podzemnej vody je výraznejšia vo vrte VČ-8. Podľa záznamov hladinomerov je priemerné stúpnutie hladiny podzemnej vody v roku 2004 výraznejšie (z priemernej hodnoty 9,44 m v roku 2003 na 7,75 m v roku 2004).

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. 2.1.5). Počas roku 2004 možno pozorovať rôzne správanie hladiny podzemnej vody v jednotlivých piezometroch. Vo vrte VČ-4 výrazne stúpila hladina podzemnej vody počas zimného obdobia, na jar poklesla, ale v letnom období začala hladina stúpať a stúpanie pokračovalo i na jeseň až hladina podzemnej vody dosiahla úroveň, ktorú mala pred úspešným odvodnením v roku 1998. Úplne odlišne sa správala hladina podzemnej vody vo vrte VČ-7, kde je po úspešnom odvodnení v roku 1998 trvale poklesnutá.

f/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov poklesla oproti roku 2003 o 7,16 l.min⁻¹ a predstavovala 12,36 l.min⁻¹. Spoločná výdatnosť drenov v roku 2004 stúpila na jar na 29,7 l.min⁻¹ a na jeseň poklesla na 3,32 l.min⁻¹.

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.5. Vplyvom úspešných odvodňovacích vrtov začala od októbra 1998 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov výrazne stúpať. Predpokladáme, že nerovnovážny stav, teda pokles hladiny podzemnej vody a znížene zásob podzemnej vody v súvislosti s realizáciou podpovrchového drenážneho systému, trval až do konca roku 1999. Spoločná výdatnosť drenážnych prvkov v roku 1998 dosiahla maximálnu veľkosť 39,12 l.s⁻¹. Po roku 1999 nastal opäť relatívne rovnovážny stav hladín podzemnej vody, ktorý je ovplyvnený už len zrážkovými pomermi a dobou zdržania. Po vybudovaní nových drenážnych prvkov nastalo sústredené odvodnenie zosuvného územia a podiel plošného odvodnenia do eróznej bázy sa znížil. Po roku 1999 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 nasledujúcom roku opäť stúpila na 20,52 l.min⁻¹. Pri sledovaní výdatnosti drenážnych prvkov možno pozorovať, že extrémne stavy v posledných rokoch sú výrazne menšie. Priemerná výdatnosť za roky pozorovania (1996 až 2004) je 14,18 l.min⁻¹.

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. Ročný úhrn zrážok v roku 2004 na stanici Prievidza bol 706 mm (105 %) a na stanici Ráztočno 723 mm (92,5 %), čo sú hodnoty, charakterizujúce z hľadiska zrážkových úhrnov normálny rok.

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. 2.1.6. Pre porovnanie uvádzame i výsledky hodnotenia podľa tých istých kritérií pre stav z predchádzajúceho obdobia.

Celkové hodnotenie stabilitných pomerov v období od júna 2003 po máj 2004 vyznieva podstatne lepšie, ako v období september 2002 až máj 2003. Pravdepodobne sa pri hodnotení významne prejavil stabilizujúci vplyv suchého roka 2003. Z obidvoch hodnotení však vyplýva podstatne vyšší stupeň pohybovej aktivity v západnej časti územia v porovnaní s jeho východnou časťou. Najvýraznejšie pohyby boli v roku 2004 zaznamenané inklinometrickými meraniami vo vrte VČ-8 a v okolí geodetických bodov P-16 a P-17, čo podmienilo odvodnenie výsledných najvyšších stupňov pohybovej aktivity pri komplexnom hodnotení (obr. 2.1.6).

Na základe zhodnotenia výdatnosti drenážnych prvkov, hĺbky hladiny podzemnej vody a veľkosti zrážkových úhrnov možno konštatovať, že vo východnej časti zosuvu pretrváva priaznivý stav z hľadiska stability územia (znížená hladina podzemnej vody a dostatočná drenáž vody prostredníctvom drenážnych prvkov). V západnej časti zosuvu (okolie vrtov VČ-4 a J-107) nie je drenáž územia dostatočná, hladina podzemnej vody počas roku 2004 výrazne kolísala a dosahovala úroveň blízku stavu pred obdobia posledného úspešného odvodnenia, ktoré bolo realizované v roku 1998.

Na základe výsledkov monitorovacích meraní, uskutočnených v roku 2004, považujeme za potrebné zopakovať konštatovania z predchádzajúcich rokov o tom, že pre spoľahlivú sanáciu zosuvného svahu je potrebné čo najskôr svah hĺbkovo odvodniť v území nad záhradami (Z a JZ časť územia) 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. Dotváranie svahu spolu s eróznou činnosťou stabilitný stav svahu postupne zhoršuje, na povrchu svahu sa prehlbujú depresie, často zaplnené vodou, svah sa nasycuje vodou a jeho povrch je čoraz porušenejší a menej prístupný.

Z hľadiska bezpečnosti územia a včasného varovania obyvateľstva pred prípadnou aktivizáciou zosuvných pohybov je potrebné pokračovať v monitorovaní lokality a súbor monitorovacích objektov doplniť zariadeniami na kontinuálne zaznamenávanie zmien najdôležitejších zosuvotvorných činiteľov (predovšetkým podzemnej vody). Po odvedení kritickej úrovne hladiny podzemnej vody je potrebné v reprezentatívnych miestach zosuvu nainštalovať varovné zariadenia, signalizujúce nepriaznivý stabilitný stav územia.

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 šlirového súvrstvia, pokrytého kvartérnymi hlinami s výskytom andezitových úlomkov. Okrem geologickej stavby, podmieňujúcej vznik zosuvov, pôsobí na stabilitu svahov nepriaznivo i erózna činnosť vodného toku, podrezávajúceho svah. V zosuvnom území možno odlíšiť dva zosuvy – menší, rozmerov 90 x 70 m, ohrozujúci širšie územie možnosťou prehradenia vodného toku a väčší, rozmerov 190 x 210 m, ktorý pretrhol vodovodné potrubie (obr. 2.1.7). Na lokalite bolo

realizovaných viacerých 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 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.6.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 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 a semikvantitatívne hodnotenie režimových pozorovaní za roky 2003 a 2004 je znázornené na obr. 2.1.7. Zmeny hodnôt povrchových reziduálnych napätí za celé obdobie pozorovania sú na obr. 2.1.8 a zmeny režimových pozorovaní za celé obdobie monitorovania sú vyjadrené na obr. 2.1.9.

a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Meranie v apríli 2003 preukázalo celkovo veľmi výrazný vzrast tlakových napätí hlavne v strednej časti svahu (obr. 2.1.7). Ťahové napätia v meraných bodoch zistené neboli. Pri aprílovom meraní v roku 2004 bolo zaznamenané celkové znižovanie tlakových napätí s náznakmi prechodu do napätí ťahových v priestore väčšieho zosuvu. Najvýraznejšia zmena z pomerne vysokých tlakových napätí na napätia ťahové bola zaznamenaná v bode RN-3 (príl. 1.2), čo môže indikovať vznik a rozširovanie ťahových trhlín v blízkosti dielčej odlučnej hrany v spodnej časti väčšieho zosuvu.

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. 2.1.8). Z výsledkov meraní v roku 2004 vyplýva, že na niektorých miestach došlo ku vzniku lokálnych ťahových trhlín čo mohlo v konečnom dôsledku viesť k celkovému zníženiu tlakových napätí v ostatných častiach svahu (príl. 1.2).

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Vo viacerých piezometroch sa v období rokov 2003 a 2004 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

V roku 2003 hladina podzemnej vody po jarnom vzostupe klesala až do konca roku a pokles hladiny bol výraznejší ako počas predchádzajúcich rokov. V zimnom období roku 2004 nastal krátkodobý výrazný vzostup a potom hladina podzemnej vody klesala až do konca októbra. V novembri hladina podzemnej vody stúpila a tento stav zotrval až do konca roku 2004 (obr. 2.1.9). Vo viacerých piezometroch klesla hladina podzemnej vody v jesennom období až na úroveň dlhodobého minima. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody na celej lokalite (na základe zhodnotenia 7 pozorovaných piezometrov) v roku 2004 poklesla o cca 0,4 m oproti stavu z roku 2003 (z 2,8 m na 3,2 m pod úrovňou terénu).

Na základe analýzy dlhodobých meraní možno konštatovať, že hladina podzemnej vody i v roku 2004 bola poklesnutá, ale v závere roka stúpila k úrovni, ktorú mala pred rokom 2003. Dočasný pokles hladiny podzemnej vody nie je dôsledkom úspešnosti vykonanej sanácie, ale nižších zrážkových úhrnov v roku 2003 a priemerných zrážkových úhrnov v roku 2004.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť sa meria iba na výtoku drenážneho rebra DR-2 a zaznamenáva sa i výtok vody z piezometrického vrtu MČ-3. Je preto pochopiteľné, že súborné hodnotenie zmien odvodnenia územia na základe týchto bodových údajov nie je možné. Kolísanie výdatnosti drénu vcelku zákonite súvisí s distribúciou zrážkových úhrnov a evapotranspirácie v rôznych časových obdobiach – najviac vody vyteká v jarných a čiastočne i v jesenných mesiacoch. Priemerná dlhodobá výdatnosť drénu je 3, 5 l.min⁻¹ (extrémy 0,4 až 30 l.min⁻¹). V roku 2004 bola priemerná výdatnosť drénu D-2 iba 3,0 l.min⁻¹ (extrémy 0,59 až 30 l.min⁻¹).

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v roku 2004 zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Hodnotenie zrážkových pomerov je rovnaké, ako na lokalite Veľká Čausa.

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.9.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Náznaky zhoršovania stabilitného stavu väčšieho zosuvu boli zaznamenané i meraniami v roku 2004 (výrazná zmena napätí v bode RN-3). Spodná časť svahu je trvalo zamokrená a z vrtu MČ-3 voda vyteká do telesa zosuvu. Väčší zosuv sa stále dotvára a dochádza k lokálnym prejavom pohybovej aktivizácie zosuvných hmôt. V podstatne stabilnejšom stave sa nachádza menší zosuv.

Podobne ako v predchádzajúcich rokoch možno konštatovať, že v dôsledku neúplnej sanácie je zosuvný svah potenciálne nestabilný, čo v prípade nepriaznivých klimatických podmienok môže viesť k obnoveniu pohybovej aktivity v priestore väčšieho zosuvu. Vzhľadom na takýto stav zosuvného územia je potrebné pokračovať v jeho pozorovaní a odvodiť kritické hladiny podzemnej vody, pri ktorých môže s vysokou pravdepodobnosťou dôjsť k pohybovej aktivizácii zosuvných hmôt.

2.1.4.3 LOKALITA HANDLOVÁ – MOROVNIANSKE SÍDLISKO

Stručná charakteristika lokality

Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová. O jeho výstavbe sa rozhodlo po tom, ako boli všetky územné celky s vhodnejšími inžinierskogeologickými pomermi pre bytovú výstavbu v interviláne mesta vyčerpané. Ide o prvé sídlisko na Slovensku, ktoré sa projektovalo a postavilo v rokoch 1974 až 1977 na svahových poruchách (Nemčok, 1982). Preto už počas prípravy výstavby sa vychádzalo z podmienky, že pre zabezpečenie stability obytných objektov i železničnej trate je nevyhnutné realizovať dlhodobu funkčné odvodnenie svahov s trvalou údržbou odvodňovacích zariadení a realizáciou kontrolných monitorovacích vrtov. V súvislosti s tým bolo vybudovaných 6 základných šachiet (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. 2.1.10). 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. 2.1.10).

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

Na základe rozdielných inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok sa celá pozorovaná oblasť (súborne nazvaná ako Morovnianske sídlisko) rozdeľuje na nasledujúce samostatné celky (obr. 2.1.10):

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

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Z monitorovacích metód sa na lokalite vykonávali iba režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov. Staršie objekty sa pozorovali s týždenným intervalom, nové vrty s mesačným. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov sú zhrnuté v tab. 2.1.7. Existujúca sieť geodetických bodov sa neudržiava a geodetické merania sa nevykonávajú.

Vyhodnotenie režimových pozorovaní za roky 2003 a 2004

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2003 bol zaznamenaný trend poklesu hladiny podzemnej vody od maxím, ktoré vo väčšine pozorovaných objektov boli namerané 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 roku 2004 bol maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody v rámci skupiny starších vrtov zaznamenaný vo vrte VP-44 (4,85 m). V skupine nových vrtov boli namerané najvyššie hodnoty rozkyvu vo vrtoch P-15 (15,11 m) a P-28 (10,25 m). Priemerná hladina podzemnej vody vo všetkých pozorovaných objektoch v roku 2004 poklesla oproti roku 2003 o cca 0,4 m.

Výrazný rozkyv hladiny zaznamenal automatický hladinomer umiestnený vo vrte P-17 (8,71 m v priebehu roka 2004). Prudké stúpnutie o 6 až 7 m v priebehu 1 až 2 dní bolo zaznamenané začiatkom marca, na konci októbra a v posledných decembrových dňoch. Vysoká úroveň hladiny podzemnej vody sa prakticky kontinuálne udržiavala v období od začiatku marca až po prvú dekádu mája (obr. 2.1.11). Podstatne menej výrazné kolísanie úrovne hladiny podzemnej vody (z hľadiska absolútnych hodnôt i rýchlosti zmien) bolo zaznamenané hladinomerom P-19, umiestneným v spodnej časti svahu pri železničnej trati. V tejto časti svahu sa pravdepodobne priaznivo prejavuje vplyv odvodňovacích zariadení.

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. 2.1.12). Najväčšia výdatnosť bola nameraná v jame A ($617,14 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ dňa 1.1.2003) a poklesla na hodnotu $13,88 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ (dňa 9. 12. 2003). V roku 2004 boli maximálne výdatnosti namerané na jar (marec, apríl), avšak ich hodnoty boli podstatne nižšie v porovnaní s maximami z predchádzajúceho roku. Celková priemerná výdatnosť meraných odvodňovacích zariadení v roku 2004 poklesla prakticky na polovicu oproti priemernej výdatnosti z roku 2003 (z $526,2 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ na $261,9 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). Od júla 2003 až do marca 2004 bola výdatnosť drenážnych prvkov blízka minimálnym hodnotám. V marci 2004 stúpla výdatnosť k priemerným hodnotám a po lete poklesla k minimálnym hodnotám. V zimnom období 2004 začala výdatnosť mierne stúpať, ale do konca roka 2004 nedosiahla ani priemerné hodnoty. Rok 2003 bol z hľadiska veľkosti zrážkových úhrnov veľmi suchý a preto možno usudzovať, že prečistenie horizontálnych vrtov bolo úspešné a v horninovom prostredí budujúcom zosuvné územie nastal pokles akumulovaných zásob podzemných vôd. Rok 2004 bol z hľadiska zrážkových pomerov

normálny a výdatnosť drenážnych prvkov nadobudla najnižšie hodnoty počas obdobia pozorovania.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2003 na stanici Handlová bol 658,4 mm, v roku 2004 888,1 mm. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie 10 rokov (1993 až 2003) je 824 mm. Z porovnania vyplýva, že úhrn v roku 2003 predstavoval iba 79,9 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok), kým v roku 2004 až 107,7 % dlhodobého priemeru (normálny rok).

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.

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. Celkovo možno stav na lokalite v roku 2004 charakterizovať ako priaznivý a stabilizovaný. Predpokladáme, že nastal pokles hladiny podzemnej vody.

Z hľadiska možnej náhlejšej aktivizácie svahových pohybov je stále najmenej priaznivý stav v oblasti Jánošíkovej cesty.

Vzhľadom na zistené skutočnosti je potrebné lokalitu naďalej pozorovať. Kolísanie hladiny podzemnej vody v starých pozorovacích vrtoch už pravdepodobne nezodpovedá jednoznačne kolísaniu hladiny podzemnej vody v horninovom prostredí (porušenie filtračnej časti vrtu) a postupne sa budú vyraďovať z pozorovania. Prínosom by bolo i obnovenie geodetických meraní siete pozorovacích bodov.

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 roku 1999 (Jadroň, Mokrý, 1999). Na základe výsledkov prieskumu bol spracovaný návrh sanácie územia, ktorý sa s rôznymi úpravami realizoval v jesenných mesiacoch roku 1999. Cieľom sanácie bolo vytvorenie účinného drenážneho systému a odvodnenie podlažia 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. 2.1.13).

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 podlaží 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 úlomkov prevažne vulkanických hornín.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.8.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 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 2003 a 2004 sú znázornené na obr. 2.1.13. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.14 a 2.1.15.

a/ Geodetické merania

V roku 2003 boli inštalované v oblasti zosuvu, nachádzajúcej sa v kontakte s obývanou zónou 2 meracie body (1, 2 – obr. 2.1.13). Počas roka však došlo k porušeniu pevného bodu siete, v dôsledku čoho boli realizované merania skreslené. V novembri 2003 bolo uskutočnené nové meranie, ktoré sa považovalo za základné pre ďalší cyklus pozorovaní. Žiaľ, pravdepodobne v dôsledku vonkajších zásahov sú namerané výškové zmeny obidvoch pozorovacích bodov v roku 2004 málo pravdepodobné a nemožno ich pri zhodnotení aktuálneho stavu svahu použiť.

b/ Inklinometrické merania

Meranie v roku 2003 zachytilo stav zosuvného svahu po uskutočnení sanačných opatrení. Meranie preukázalo celkové ukludnenie pohybovej aktivity (obr. 2.1.13). Túto skutočnosť potvrdilo i meranie v máji 2004, pri ktorom najvýraznejšia deformácia (5,42 mm za 13 mesiacov) bola zaznamenaná vo vrte JK-2 v hĺbke 2,2 m, čo ilustruje dotváranie svahu v pripovrchovej časti. Menej výrazné deformácie boli zaznamenané i vo vrte JK-3 (obr. 2.1.13, príl. 1.4).

Zaznamenanie vývoja zmien deformácií je zatiaľ krátkodobé, avšak názorne preukazuje pozitívny vplyv uskutočnených sanačných opatrení na stabilitu svahu (obr. 2.1.14).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

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. 2.1.13, 2.1.14). Analogický stav preukázali merania v roku 2004. Kým aprílové meranie zaznamenalo stredný stupeň aktivity poľa PEE v hlbších polohách vrtu JK-1 (od cca 9 m hlbšie) ako aj vo vrtoch JK-2 a JK-7, pri meraní v októbri bolo pole PEE kľudné (obr. 2.1.13, príl. 1.4).

Vývoj zmien poľa PEE sa meria iba krátkodobo; určitá zákonitosť sa však prejavuje v striedaní napätejšieho stavu na jar a ukludneného stavu pri jesennom meraní (obr. 2.1.14).

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. Počas roku 2004 bol taktiež najväčší rozkyv hladiny zaznamenaný vo vrte MK-8 (3,1 m), v ostatných vrtoch bol menší, ako 2 m (príl. 1.4). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody na základe zhodnotenia 10 meraných objektov stúpala o 0,9 m.

Ako vyplýva z obr. 2.1.15, hladina podzemnej vody vo vrtoch JK-1 a JK-2 začína stúpať v marci a pokles nastáva až v letných mesiacoch. Počas leta a jesene dochádza k postupnému, pozvoľnému znižovaniu úrovne hladiny. Stúpnutie hladiny podzemnej vody na jar v roku 2004 bolo výraznejšie ako v roku 2003, ale extrémny nedosiahli maximálny stav, nameraný pred rokom 2003. Koncom jesene roku 2004 došlo k vzostupu hladiny podzemnej vody a vo vrtoch MK-8 a JK-2 úroveň hladiny dosiahla podobné hodnoty, ako počas letného stúpnutia.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčšie hodnoty výdatnosti v roku 2003 boli zaznamenané v jarných mesiacoch. Najväčší rozkyv výdatností bol zaznamenaný pri ústí výtoku ($3,31 \text{ l.min}^{-1}$) a vo vrte HV-1 ($2,08 \text{ l.min}^{-1}$). V roku 2004 priemerná sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení výrazne stúpala (až takmer o 4 l.min^{-1} ; z $5,31 \text{ l.min}^{-1}$ na $9,25 \text{ l.min}^{-1}$).

Priemerná spoločná výdatnosť odvodňovacích vrtov HV-1 až 3 bola v roku 2004 $2,41 \text{ l/min}$ (dlhodobý priemer počas obdobia sledovania je $2,36 \text{ l.min}^{-1}$). Z dlhodobých pozorovaní spoločnej výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov vyplýva zákonité zvýšenie prítoku v jarných mesiacoch, nasledujúci pokles výdatnosti v letnom období a menej výrazný vzostup v jesenných mesiacoch (obr. 2.1.15).

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 $991,3 \text{ mm}$. Zrážkový úhrn za rok 2003 bol 844 mm , čo predstavuje 85% dlhodobého priemeru (suchý rok). V roku 2004 bol zrážkový úhrn 1194 mm , čo predstavuje $120,4 \%$ dlhodobého priemeru (vlhký rok). Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.15.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podľa výsledkov monitorovacích pozorovaní z rokov 2003 a 2004 je svah po uskutočnení sanačných opatrení v stabilnom stave. Výraznejšie pohyby charakteru dotvarovania boli zaznamenané iba v pripovrchovej zóne svahových delúvií. Vzhľadom na bezprostredný kontakt zosuvného svahu s obytnou zónou je potrebné jeho aktuálny stabilitný stav overovať monitorovacími meraniami v zaužívanom rozsahu a výpočtovo odvodiť kritické hladiny podzemnej vody v pozorovaných objektoch.

2.1.4.5 LOKALITA HANDLOVÁ – ZOSUV Z ROKU 1960

Stručná charakteristika lokality

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

hornín, v rámci ktorých sa nachádzajú i vztlakové horizonty podzemnej vody. Špecifickou črtou stavby územia je prítomnosť priepustnej polohy štrkov v hornej časti zosuvu, ktorá sprostredkováva stále nasycovanie zosuvných hmôt vodou.

Celková dĺžka hlavného zosuvného prúdu bola 1800 m (kubatúra zosunutých hmôt predstavovala okolo 14,5 mil. m³). Prúd na východnom okraji hlavného zosuvu (obr. 2.1.16) sa začal pohybovať asi o 14 dní neskôr; jeho dĺžka dosiahla 1 km a kubatúra zosunutím postihnutých hornín predstavovala asi 5,7 mil. m³ (Nemčok, 1982). Po zastavení pohybu v lete roku 1961 boli ďalšie aktivity pohybu 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 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004 na lokalite katastrofálneho handlovského zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.9.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 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. 2.1.16 a vývoj zmien podľa PEE za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.17.

a/ Geodetické merania

Oproti meraniu z roku 2001, keď najvýznamnejšie premiestnenia boli zaznamenané v okolí odľučnej 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) ale i v širšom okolí odľučnej oblasti.

V roku 2004 sa geodetické meranie neuskutočnilo.

b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie v apríli 2003 potvrdilo pokračujúcu pohybovú aktivitu územia v okolí odľučnej oblasti zosuvu (okrem „ustrihnutého“ vrtnu 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 vrtoch GI-2 a GI-4.

V roku 2004 sa inklinometrické meranie neuskutočnilo.

c/ Merania podľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2003 najvýraznejšia aktivita prostredia bola zaznamenaná v okolí vrtnu GI-1 v blízkosti odľučnej oblasti zosuvu 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). V roku 2004 bol pri jarnom meraní zvýšený napätostný stav zaznamenaný opäť vo vrte GI-1 (v hĺbke do 27 m). Určité náznaky aktivity sa prejavili i v ostatných vrtoch (okrem vrtnu GI-4), prevažne v pripovrchovej zóne. Pri jesennom

meraní bolo pole PEE kľudné okrem relatívne aktívnej polohy v hĺbke od cca 13 do 27 m vo vrte GI-1 (obr. 2.1.16, príl. 1.5).

Pri analýze výsledkov merania za dlhšie časové obdobie (obr. 2.1.17) 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. Merania v rokoch 2003 a 2004 preukázali vcelku ustálený stav napätostného poľa.

d/ Režimové pozorovania

Pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov sa na lokalite vykonávajú iba v rámci pravidelných obhliadok (frekvencia 1 až 2-krát ročne) a nemožno ich preto z hľadiska hodnotenia hydrogeologického režimu považovať za dostatočné. Dve kontrolné merania v roku 2003 preukázali oproti roku 2002 pokles úroveň hladiny podzemnej vody vo všetkých objektoch okrem vrtu HH-2. Z hľadiska výdatnosti zaznamenali všetky pozorované objekty jej zmenšenie, často veľmi výrazné. Išlo pravdepodobne o dôsledok veľmi suchého roku, ktorý sa prejavil na hydrogeologických pomeroch územia. Kontrolné meranie v apríli 2004 (pri porovnaní s aprílom 2003) preukázalo hlbšiu úroveň hladiny podzemnej vody vo všetkých meraných objektoch. V prevažnej väčšine pozorovaných objektov bola na jar 2004 nameraná menšia výdatnosť odvodňovacích vrtov (v porovnaní s aprílom 2003).

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 odlučnej 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 (znefunkčnenie 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). Vcelku stabilný stav zosuvného územia preukázali i merania v roku 2004. Nemožno však vylúčiť lokálnu aktivizáciu pohybu v okolí odlučnej oblasti zosuvu.

Vzhľadom na priamy kontakt zosuvu s trasou cestnej komunikácie, aktívne dosypávanie stabilizačného násypu a na tradíciu pozorovaní odporúčame pokračovať v monitorovacích meraniach s doterajším rozsahom i frekvenciou. S orgánmi miestnej samosprávy je potrebné vyriešiť problematiku údržby odvodňovacích zariadení.

2.1.4.6 LOKALITA DOLNÁ MIČINÁ

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. 2.1.18) s hlboko lokalizovanou šmykovou plochou (v hĺbke až 27,5 m pod úrovňou terénu – Jadroň et al., 1998), ktorý

ohrozoval štátnu cestu, miestne komunikácie a niekoľko obytných domov s prilahlými 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 pliocénymi sedimentmi (štrky, piesky, zlepenca, íly). Kvartérny pokryv je tvorený svahovými ílovito-piesčitými hlinami. Heterogenita stavby neogénneho podlažia 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).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004 na lokalite Dolná Mičina, sú zhrnuté v tab. 2.1.10.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 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 2003 a 2004 je na obr. 2.1.18, záznam režimových pozorovaní za to isté obdobie je na obr. 2.1.19 a záznam meraní automatických hladinomerov je na obr. 2.1.20. Reprezentatívny prehľad zmien niektorých ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.21.

a/ Merania povrchových reziduálnych napätí

Pri meraní v máji 2003 bol zaznamenaný mierny pokles tlakových napätí. Výnimkou bola iba západná časť zosuvného územia, kde došlo k zmene charakteru napätia z tlakov na ťahy. V roku 2004 sa merania povrchových reziduálnych napätí na lokalite neuskutočnili.

b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie bolo vykonané po 6-ročnej prestávke v apríli 2004. Namerané hodnoty preukázali stabilný stav svahu po uskutočnenej sanácii. Najväčšia deformácia (5,3 mm) bola zaznamenaná vo vrte JM-15 v hĺbke 4 m od povrchu terénu.

Zníženie pohybovej aktivity zosuvných mäs na svahu názorne ilustruje dlhodobý vývoj hodnôt deformácií, zaznamenaných inklinometrickými meraniami (obr. 2.1.21).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

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 celkovo kľudné. V roku 2004 pri meraní v apríli bola stredná aktivita poľa PEE zaznamenaná vo vrtoch JM-2, 3, 8, 9, 14 a 18. Celkový charakter napätostného poľa sa pri jesennom meraní výrazne nezmenil (príl. 1.6).

V rámci dlhobojších pozorovaní preukazujú výsledky meraní vcelku ustálený stav poľa PEE v povrchovej časti i v hĺbke masívu (obr. 2.1.21).

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2004, podobne ako v predchádzajúcom období predstavovala frekvencia režimových pozorovaní 4 merania za rok realizované zhruba po kvartáloch. Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2003 a 2004 sú zhrnuté v príl. 1.6, zhodnotené na obr. 2.1.18 a ich priebeh je znázornený na obr. 2.1.19.

Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že základné zákonitosti režimu podzemných vôd pozorované v minulosti sa zachovávajú. Úroveň hladiny podzemnej vody kulminuje v jarných mesiacoch, čo je spôsobené oteplením a následným topením snehu. Naopak, najnižšie stavy sú už obvykle zaznamenané v zimných meraniach. Najvýraznejšie kolísanie sa prejavilo vo vrtoch JM-15, JM-16 a JM-2, v ktorých bol zaznamenaný rozkyv hladiny podzemnej vody až 7,20, 5,75 respektíve 4,72 m. Hladiny v ostatných vrtoch kolísali iba mierne. Vo vrtoch JM-3, JM-7 a JM-16 boli zaznamenané celkovo najnižšie hodnoty úrovne hladiny podzemnej vody za celé obdobie merania, vrt JM-2 bol pri poslednom novembrovom meraní prvýkrát suchý.

Zo záznamov hladinomeru vo vrte JM-6 (obr. 2.1.20) vyplýva analogický priebeh kolísania hladiny podzemnej vody ako v roku 2003. K jej výrazným zmenám dochádza v dvoch obdobiach počas roku. Prvé, menšie stúpnutie bolo zaznamenané vo februári, potom, približne od marca dochádza k maximálnemu stúpnutiu hladiny. Jej najvyššia úroveň (najbližšie k povrchu terénu) bola dosiahnutá koncom marca, kedy došlo aj k prekročeniu limitnej hladiny počas súvislého obdobia 31 dní. Po tomto období, dochádza k opätovnému poklesu hladiny až po jej minimálnu úroveň. V prípade hladinomeru vo vrte JM-19 pozorujeme podobný priebeh kolísania hladiny ako v predchádzajúcom prípade, avšak s častejšími krátkodobými amplitúdami, vyskytujúcimi sa prakticky počas celého roka. Pri oboch hladinomeroch možno pozorovať značné kolísanie hladiny podzemnej vody, predstavujúce 9,32 m v prípade vrtu JM-6, respektíve 9,62 m pri JM-19 (predpokladáme, že 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). Veľmi zaujímavý je aj priebeh teploty, ktorá bola zhruba konštantná vo vrte JM-6, avšak vo vrte JM-19 čiastočne reagovala na zmenu hladiny podzemnej vody.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Podobne, ako hladiny podzemnej vody, reagovali aj výdatnosti odvodňovacích vrtoch (príl. 1.6), pričom došlo k celkovému zníženiu výdatnosti vo všetkých vrtoch (oproti roku 2003 poklesla priemerná sumárna výdatnosť vrtoch o $3,26 \text{ l.min}^{-1}$). Celková priemerná ročná výdatnosť bola najmenšia za celé pozorované obdobie od roku 1996 a predstavovala iba $14,92 \text{ l.min}^{-1}$. Potvrďuje to aj meranie zo dňa 16. 11. 2004, kedy došlo k prekročeniu najnižšej celkovej výdatnosti zaznamenatej počas všetkých 180 meraní.

Z grafu na obr. 2.1.19 vyplýva, že najvyššiu výdatnosť si zachoval vrt HV-2 (maximum $13,33 \text{ l.min}^{-1}$ dosiahol počas merania z 23. marca 2004). V tomto období boli zaznamenané maximálne výdatnosti aj v ostatných vrtoch. Voda v drenážnom rigole DM-1 tiekla iba počas jarného merania, vrty HV-6 a HV-7 boli počas celého roka suché.

V príl. 1.6 sú zhrnuté výsledky merania vodivosti a teploty vody vytekajúcej z horizontálnych vrtoch. V roku 2004 boli vykonané kompletne hydrogeologické merania iba v odvodňovacích vrtoch HV-2, HV-4 a HV-5. Jedno meranie bolo realizované vo vrtoch HV-1 a HV-3, ostatné vrty boli počas meraní zamrznuté alebo suché. Najvyššia vodivosť bola rovnako ako v predchádzajúcich rokoch zaznamenaná vo vrte HV-3 ($495 \mu\text{S/cm}$), pomerne vysoké hodnoty má aj voda z vrtu HV-4 (do $307 \mu\text{S/cm}$). Tieto dva vrty odvodňujú severnú časť zosuvu budovaných rozpustnejšími karbonatickými horninami. Voda z ostatných vrtoch

mala vodivosť do 203 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najvyššia teplota vody (13,8 °C) a zároveň aj jej najvyššie kolísanie (3,9° C) bolo namerané vo vrte HV-5.

f/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica. Ročný úhrn zrážok za rok 2003 bol 557,4 mm, za rok 2004 stúpol na 902,8 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s desaťročným priemerným úhrnom (roky 1993 až 2003), ktorý predstavuje 871,6 mm, potom podľa zaužívaného hodnotenia bol rok 2003 veľmi suchý (63,9% dlhodobého priemeru) a rok 2004 normálny (103,5 % dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov monitorovacích pozorovaní vyplýva celkove stabilizovaný stav sanovanej svahovej deformácie (preukázaný predovšetkým výsledkami meraní presnej inklinometrie). Určité náznaky lokálneho dotvarovania boli zaznamenané meraniami poľa PEE.

Napriek tomu, že rok 2004 bol podstatne výdatnejší z hľadiska zrážok, neboli počas neho zaznamenané výrazné zmeny v hĺbke hladiny podzemnej vody. Skôr naopak, vo vrtoch JM-3, JM-7 a JM-16 boli zaznamenané celkove najnižšie úrovne hladiny podzemnej vody, vrt JM-2 bol suchý. Celková priemerná ročná výdatnosť bola najmenšia za celé pozorované obdobie od roku 1996. Treba mať však na zreteli nízku frekvenciu meraní. Limitné hladiny boli prekročené iba vo vrtoch s hladinomerami - JM-6 a JM-19.

V strednej časti zosuvného telesa v miestach stabizačného zásypu je zreteľný pokračujúci intenzívny postup výmoľovej erózie. Uvedenú skutočnosť je potrebné riešiť technickými opatreniami (zarovnanie svahu a vybudovanie objektov na odvádzanie vody).

Vzhľadom na existujúci stav sanovaného zosuvu a jeho stály kontakt s cestnou komunikáciou a obytnými domami odporúčame pokračovať v monitorovacích meraniach s doterajším rozsahom i frekvenciou. S orgánmi miestnej samosprávy je potrebné vyriešiť problematiku sanovania pokračujúceho vývoja erózných javov na svahu. V prípade dlhodobejšieho prekračovania limitných hladín je potrebné realizovať dopĺňujúce sanačné opatrenia (ide predovšetkým o sfunkčnenie, alebo nahradenie odvodňovacích subhorizontálnych vrtov HV-6 a HV- 7).

2.1.4.7 LOKALITA ĽUBIETOVÁ

Stručná charakteristika lokality

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová (okres Banská Bystrica). V rámci širšieho zosuvného územia v okolí Ľubietovej ide o prúdový zosuv dĺžky cca 1200 m, so šírkou v odľučnej oblasti 500 m, ktorá sa v smere po svahu zužuje na 50 až 80 m (obr. 2.1.22). Hrúbka zosunutých hmôt sa znižuje od cca 30 m v odľučnej oblasti po 6 až 8 m v čele (Nemček, 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. Odľučná oblasť sa nachádza v neogénnom sedimentárno - vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky). Aglomerátové tufy a tufity vytvárajú mohutné bloky, ktoré lemujú zosuv zhora a z oboch strán. Polymiktné štrky v najvyšších partiách svahu dotujú zosuv vodou. Pod takmer celým telom zosuvu sa nachádzajú paleogénne sedimenty flyšoidného charakteru (prevažne ílovce a prachovce). V podloží čela zosuvu vystupujú spodnotriasové hrubolavicovité až masívne kremence, ktoré v značnej miere stabilizovali pohyb hmôt v akumuláčnej oblasti.

Z hydrogeologického hľadiska sa v komplexe neogénnych, ale aj zvetraných paleogénnych sedimentov nachádza viacero priepustnejších polôh (ílovité piesky a štrky), v ktorých sa voda hromadí a vytvára tlakové horizonty, priebežne dotované z relatívne veľkej infiltračnej oblasti (Fussgänger et al., 1978).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2003 a 2004 uskutočnili iba geodetické merania premiestnení pozorovacích bodov (v roku 2004) a pokračovalo sa v režimových pozorovaniach s frekvenciou 4 merania za rok. Prehľad o uskutočnených monitorovacích meraniach je zhrnutý v tab. 2.1.11.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.7. Sieť monitorovacích bodov spoločne s vyhodnotením monitorovacích meraní je na obr. 2.1.22. Výsledky režimových pozorovaní za roky 2003 a 2004 sú na obr. 2.1.23. Prehľad polohových zmien vybraných geodetických bodov za obdobie od roku 1993 je na obr. 2.1.24.

a/ Geodetické merania

V roku 2003 sa geodetické merania neuskutočnili. Meranie v roku 2004 preukázalo celkovo stabilnejší stav svahu (v porovnaní s výsledkami merania v roku 2001). Najväčšie zmeny boli zaznamenané pri bodoch P-19 (polohová zmena 81,4 mm za obdobie troch rokov) a P-14 (polohová zmena 43,1 mm a zdvih bodu o 40 mm za rovnaké obdobie). Obidva body sa nachádzajú v hornej časti zosuvu v blízkosti odlučných hrán.

Z dlhodobého vývoja pohybovej aktivity geodetických bodov (obr. 2.1.24) vyplýva celkové ustálenie zmien s miernymi prejavmi aktivizácie bodov prevažne v hornej časti svahu.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2004 pokračovali režimové pozorovania s rovnakou frekvenciou ako v predchádzajúcom období (4 merania za rok). Výsledky meraní za roky 2003 a 2004 sú zhrnuté v príl. 1.7 a znázornené na obr. 2.1.23.

Vo všeobecnosti hladina podzemnej vody na tejto lokalite kolísala iba nepatrne. Je však potrebné opätovne upozorniť na nízku frekvenciu meraní, keď lokálne maximá, resp. minimá nemusia byť zachytené. V roku 2004 bol najväčší rozkyv úrovne hladiny podzemnej vody zachytený vo vrte V-7.(3,6 m) a vo vrte V-5A (1,95 m). V meraniach sa pokračovalo aj vo vrte V-5, ktorý je však upchatý a priechodný iba do cca 5,6 m. Dlhodobu nepriechodnosť sú vertikálne vrty V-3 a V-6, vrt V-3A je pravdepodobne zničený.

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vypočítaná zo všetkých meraných objektov sa oproti roku 2003 prakticky nezmenila (7,98 m v roku 2003 a 7,92 m v roku 2004).

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Trend kolísania výdatnosti pozorovaný v predchádzajúcich rokoch sa zachováva (obr. 2.1.23). Maximálne výdatnosti sú zaznamenávané v jarnom období, po ktorom nasleduje ich postupný pokles na minimálne hodnoty na konci leta, počas jesene a zimy. V niektorých prípadoch dochádza až k úplnému vyschnutiu alebo zamrznutiu odvodňovacích vrtov. Tak, ako aj po minulé roky najväčšiu výdatnosť vykazoval odvodňovací vrt HV-5 (v rozpätí od 1,40 do 4,29 l.min⁻¹ v rámci uskutočnených meraní). Extrémny výdatnosti a zároveň aj vlastné

maximá za celú dobu pozorovania dosiahli vrty HV-4 a HV-8 (1,46 respektíve 3,16 l.min⁻¹. Ostatné odvodňovacie vrty dosiahli svoje priemerné výdatnosti, okrem vrtu HV-11, ktorý bol celé obdobie suchý. Celková priemerná ročná výdatnosť zo všetkých odvodňovacích vrtov bola 6,35 l.min⁻¹ (oproti roku 2003 stúpla o 1,2 l.min⁻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 meraniam z predchádzajúcich rokov.

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2003 a 2004 zo stanice SHMÚ Ľubietová. Zrážkový úhrn v roku 2003 bol 495,8 mm a v roku 2004 až 707,1 mm.. Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (751,9 mm), predstavuje úhrn za rok 2003 iba 65,9 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok) a úhrn za rok 2004 až 94 % (normálny rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.23. Vzhľadom na nízku frekvenciu meraní ide iba o orientačnú informáciu.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe výsledkov meraní z roku 2004 treba upozorniť na pomerne výrazný posuv bodu P-19 v hornej časti zosuvu. Pohyby ostatných bodov preukazujú skôr ukludnenie pohybovej aktivity svahovej deformácie.

Na základe výsledkov meraní úrovne hladiny podzemnej vody môžeme konštatovať jej približne rovnaký stav ako po minulé roky. Analogicky ani vo výdatnostiach odvodňovacích zariadení neboli zaznamenané výraznejšie zmeny oproti predchádzajúcim rokom (iba v prípade vrtov HV-4 a HV-8 došlo k dosiahnutiu ich maximálnych hodnôt). Opäť je potrebné pripomenúť potrebu sfunkčnenia existujúcich sanačných opatrení, pretože voda vytekajúca zo všetkých odvodňovacích vrtov, s výnimkou HV-3 a HV-4, je odvádzaná mimo rigoly a priamo infiltruje do telesa zosuvu. Najvýraznejšie sa to prejavuje v oblasti pod odľučnou hranou zosuvu, kde voda vytekajúca z horizontálnych vrtov sa hromadí vo forme bezodtokových zamokrenín. Tieto svojou hmotnosťou priťažujú svah čo môže zapríčiniť vznik nových lokálnych zosuvov. Ľubietovský zosuv postupne zarastá lesným porastom, čo má na jednej strane pozitívny vplyv na jeho stabilizáciu, avšak postupne to sťažuje realizáciu režimových pozorovaní. Všetky uvedené skutočnosti podmieňujú nevyhnutnosť ďalšieho pokračovania monitorovacích pozorovaní na lokalite aspoň v doterajšom rozsahu.

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 je 265 m (obr. 2.1.25). 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.

Pre získanie informácií o stave zosuvu v jeho najcitlivejšej akumuláčnej oblasti bol v roku 2003 realizovaný vrt K-2B.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.12.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.8 a znázornené na obr. 2.1.25. Znázornenie výsledkov meraní hĺbky hladiny podzemnej vody za roky 2003 a 2004 je na obr. 2.1.26 a vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.27.

a/ Geodetické merania

Z výsledkov geodetických meraní v rokoch 2003 i 2004 vyplýva celková stabilizácia pohybu v najaktívnejšej, akumuláčnej časti zosuvu. Premiestnenia bodov, zaznamenané v obidvoch rokoch sa nachádzajú v rámci chyby merania (teda do hodnoty 15 mm – príl. 1.8). V roku 2004 najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná pri bode P-5 (9,4 mm za 9 mesiacov).

Zníženie pohybovej aktivity potvrdzujú aj dlhodobejšie analýzy. Veľkosť pohybu bodov, zaznamenaná v rokoch 2003 a 2004 bola dva a viackrát menšia, než v roku 1999 (obr. 2.1.27). Po miernej aktivizácii v roku 2003 preukazujú výsledky merania v roku 2004 vcelku stabilný stav svahovej deformácie.

b/ Inklinometrické merania

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). Prvé meranie nového vrtu K-2B v roku 2004 v najcitlivejšej akumuláčnej časti zosuvu preukázalo najvýraznejšiu deformáciu v hĺbke 5,5 m (2,82 mm za 7 mesiacov). Pomerne významné deformácie boli identifikované i vo vrte K-5, ktorý má však individuálny režim, pravdepodobne priamo nesúvisiaci s vývojom svahového pohybu.

Vývoj inklinometrických meraní je najpreukaznejší práve vo vrtoch K-1 a K-2, umiestnených v akumuláčnej časti zosuvu. V predchádzajúcich rokoch došlo k ich porušeniu – ustrihnutiu na úrovni šmykovej plochy (obr. 2.1.27). Vývoj pohybovej aktivity vo vrte K-2B je kľúčovým indikátorom stavu zosuvu v miestach jeho priameho kontaktu s technosférou – doba od realizácie vrtu je však zatiaľ krátka (iba 1. kontrolné meranie, uskutočnené po 7 mesiacoch od základného merania).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2003 boli realizované dve merania. Pri májovom meraní bolo zaznamenané celkovo ukludnené pole PEE. 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. Stredná

aktivita poľa PEE v tomto hĺbkovom intervale bola zaznamenaná vo vrte K-2B i pri meraní v júni 2004.

Z vývoja poľa PEE za celé obdobie meraní vyplýva, že pole PEE je v posledných rokoch ustálené či už v pripovrchovej zóne alebo v hĺbke masívu (obr. 2.1.27).

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

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). Aj v roku 2004 bol maximálny rozkyv úrovne hladiny podzemnej vody zaznamenaný vo vrte K-1 (4,08 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2003 stúpila o 0,14 m. Stav hladiny podzemnej vody v roku 2004 možno podľa kritérií tab. 2.1.4 hodnotiť priaznivo (príl. 1.8).

e/ Merania zrážkových úhrnov

V roku 2003 bol ročný zrážkový úhrn na stanici Kapušany 627,7 mm a na stanici Prešov – planetárium 540 mm. V roku 2004 stúpol na stanici Kapušany na 912,6 mm a na stanici Prešov – planetárium na 843,9 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (619,6 mm v Kapušanoch a 594,5 mm v Prešove), predstavuje úhrn za rok 2003 101,3 % (resp. 90,8 %) dlhodobého priemeru (normálny rok) avšak za rok 2004 až 147,2 %, resp. 141,9 %, čo sú hodnoty, charakterizujúce mimoriadne vlhký rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky monitorovacích meraní nepreukázali v rokoch 2003 a 2004 žiadne významné zmeny pohybovej aktivity. Z praktického hľadiska najdôležitejšie sú merania monitorovacích bodov v akumuláčnej časti zosuvu, predovšetkým inklinometrické merania vo vrte K-2B. Prvé meranie preukázalo určitú pohybovú aktivitu v hĺbke 5,5 m, čo potvrdzujú i zaznamenané zvýšené hodnoty poľa PEE v pripovrchovej zóne. Na podrobnejšie analýzy je nevyhnutné vykonať a zhodnotiť opakované merania, uskutočnené v dlhšom časovom úseku. Vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality a pretrvávajúcu aktivitu pohybu v akumuláčnej časti zosuvu je potrebné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach s rovnakým rozsahom i frekvenciou.

2.1.4.9 LOKALITA SLANEC - TP

Stručná charakteristika lokality

Lokalita Slanec – TP (svah na JZ okraji obce) bola do súboru monitorovaných lokalít zaradená v roku 2003 v súvislosti s tým, že na predmetnom zosuvnom svahu sa nachádza viacero podzemných vedení (5 tranzitných plynovodov - TP, medzištátny plynovod, 2 línie ropovodov, optické káble, telekomunikačné káble, vysokotlaková odbočka plynu pre obec Slanec), ako aj nadzemné elektrické vedenie. Vzhľadom na extrémnu preťaženosť daného geologického prostredia antropogénnymi zásahmi 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). 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 neogénneho veku (sarmat) a ich kvartérny zvetralinový plášť.

Sedimentárne horniny neogénu sú zastúpené stretavským súvrstvom 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 brekcie 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 sedimentmi (prevažne charakteru hĺn, ktorých hrúbka dosahuje až 10 m), úzky pruh územia v okolí potoka je budovaný fluviálnymi sedimentmi.

Svahové pohyby sa aktivizujú v nadloží sivých neogénnych ílov, ktoré tvoria nepriepustnú bariéru a prúdenie podzemných vôd je viazané na ich nadložie. Málo priepustné horniny v tomto prostredí vytvárajú prirodzené bariéry a podmieňujú vznik vztlakových horizontov. 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, stabilitné 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 líniiach 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, dve kamenné rebrá a dláždený odvodňovací rigol (obr. 2.1.28). Povrchová aj podpovrchová voda zachytená uvedenými sanačnými opatreniami je odvádzaná do potoka Bradlo.

Merania hĺbky hladiny podzemnej vody sa vykonávajú v 11 vertikálnych pozorovacích sondách a výdatnosť horizontálnych vrtov sa meria vo vejároch vrtov 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. 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 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.13.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 sú zhrnuté v príl. 1.9. Znázornenie výsledkov režimových pozorovaní za roky 2003 a 2004 je na obr. 2.1.29. Vzhľadom na krátku dobu realizácie 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

V roku 2003 boli maximálne úrovne hladiny podzemnej vody zaznamenané pri marcovom a aprílovom meraní, minimálne v období od augusta po november, v niektorých vrtoch až po marec 2004 (obr. 2.1.29). V roku 2004 bol cyklus kolísania úrovne hladiny podzemnej vody analogický, avšak minimálne úrovne hladiny v letných mesiacoch sa nachádzali vyššie (bližšie k povrchu územia) než v roku 2003. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vypočítaná zo všetkých meraných objektov stúpila oproti roku 2003 o 0,6 m. Maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody v priebehu roku 2004 bol zaznamenaný vo vrtoch J-9 a J-14 (2,8 m).

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

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. 2.1.29). Maximálne jarné výdatnosti vrtoch v roku 2004 boli podstatne nižšie a vo všeobecnosti možno v roku 2004 konštatovať ustálenú výdatnosť odvodňovacích zariadení. Sumárne stúpnutie výdatnosti odvodňovacích vrtoch v roku 2004 spôsobila extrémna výdatnosť vrtu V2/1, zaznamenaná v marci 2004. V prípade, ak tento vrt vylúčime zo sumárneho hodnotenia, poklesla výdatnosť pozorovacích vrtoch v roku 2004 o $0,44 \text{ l.min}^{-1}$ oproti roku 2003.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2003 bol na základe pozorovania zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Slanskej Hute 591,5 mm. V roku 2004 stúpol až na 833,9 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (706,64 mm za roky 1993 až 2002), predstavuje úhrn za rok 2003 83,7 % dlhodobého priemeru (suchý rok) avšak za rok 2004 až 118 %, čo sú hodnoty, charakterizujúce vlhký rok.

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. V roku 2004 došlo k stúpnutiu hladiny podzemnej vody, čo odráža podstatne väčšie zrážkové úhrny, namerané v tomto roku. O určitej neustálenosti hydrogeologického režimu svedčia výrazné zmeny výdatnosti niektorých vrtoch (ide predovšetkým o vrt V2/1). Vzhľadom na uvedené skutočnosti je potrebné pokračovať v monitorovacích meraniach a na základe bohatších informácií upresňovať vodnú bilanciú územia, pozorovať priebežne funkčnosť jednotlivých odvodňovacích objektov a operatívne navrhovať potrebné opatrenia na ich údržbu.

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. 2.1.30) a ohrozili viaceré objekty – vysokotlakový plynovod a splaškovú kanalizáciu, ktoré sú 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 východne od pozorovaných zosuvov vytvoril ďalší zosuv rozmerov cca 20 x 15 m a zosuvný je i protiľahlý svah zárezu cesty. .

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.14.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 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 2003 a 2004 sú znázornené na obr. 2.1.30. Hodnotenie vývoja pozorovaných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.31 a výsledky režimových pozorovaní od roku 2001 sú na obr. 2.1.32.

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).

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. Meranie v máji 2004 preukázalo podstatne stabilizovanejší stav svahovej deformácie. Najvýraznejšie zmeny boli zaznamenané v bodoch č. 7 (pokles 24 mm za obdobie jedného roka), 8 (p.z.: 22,02 mm), v bode A (pokles 22 mm) a v bode B-1 (p.z.: 29,83 mm).

Najvýraznejšie zmeny za celé pozorované obdobie boli zistené v roku 1998 a doznievali v roku 1999. Samostatný výraznejší posuv bol zaznamenaný v bode 8 pri meraní v roku 2003 (obr. 2.1.31).

b/ Inklinometrické merania

Pohybová aktivita zosuvného delúvia (teda najvrchnejšej časti zemín do hĺbky cca 2 m) bola zaznamenaná meraniami, uskutočnenými v apríli 2003 a v apríli 2004. 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 (príl. 1.10). Podstatne menšie deformácie boli zaznamenané pri meraní v apríli 2004. Deformácia vo vrte JB-1 v hĺbke 1,6 m poklesla na hodnotu 2,81 mm a deformácie vo vrte JB-2 sú menšie ako 1 mm.

Z analýzy vývoja aktivity za dlhšie obdobie vyplýva po miernej aktivizácii pohybu vo vrte JB-2 v roku 2003 pokles pohybovej aktivity, zaznamenaný v roku 2004 (obr. 2.1.31).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody reagovala v jednotlivých piezometroch rozdielne. Vo vrte B-2 hladina podzemnej vody po výraznom jesennom vzostupe (rok 2003) na hodnoty blízke maximálnemu stavu, v lete 2004 mierne poklesla, a v decembri opäť nastal vzostup. Hladina podzemnej vody vo vrte B-1 si uchovala zvýšené hodnoty z konca roku 2003 až do leta 2004, potom výrazne klesala až do konca októbra. V novembri 2004 nastal vzostup hladiny,

ktorý pretrval až do konca roku. Vo vrte B-3 po zimnom maxime hladina pomaly trvalo poklesávala až do konca roku 2004. Vo vrte B-4 po zimnom maxime hladina pomaly poklesávala až do konca novembra 2004 a v decembri výrazne stúpila. Maximá vo vrtoch B-3 a B-4 dosiahnuté v roku 2004 boli nižšie ako pred rokom 2003. Podobne poklesávala od zimného maxima hladina podzemnej vody v piezometroch JB-1 a JB-2, ale koncom jesene 2004 hĺbka hladiny podzemnej vody mierne stúpila (obr. 2.1.32). V roku 2004 bol maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody zaznamenaný vo vrte B-4 (2,49 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody sa oproti roku 2003 prakticky nezmenila.

Na základe dlhodobějších meraní možno konštatovať, že relatívne ustálený režim kolísania hladiny podzemnej vody na lokalite pretrváva už niekoľko rokov.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza. Ročný zrážkový úhrn v roku 2003 bol 490,5 mm a v roku 2004 stúpol na 705,6 mm. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie 10 rokov je 673,4 mm. Z porovnania vyplýva, že úhrn za rok 2003 bol 72,8 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok), zatiaľ čo za rok 2004 až 104,7 % (normálny rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.32.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výraznejšia aktivizácia pohybu v predchádzajúcich rokoch (vrátane roku 2003) bola spôsobená pravdepodobne únikmi vody zo splaškovej kanalizácie. Po upozorneniach a technických opatreniach došlo k stabilizácii svahu, ktorú preukázali geodetické a inklinometrické merania v roku 2004. Napriek tomu, na zosuve absentuje stála údržba monitorovacích zariadení ako aj pravidelné úpravy povrchu územia. Pozorovania v jeseni 2004 zaznamenali opätovné prenikanie vody z kanalizácie v okolí šachty pri vrte JB-1.

Vzhľadom na pozorované skutočnosti považujeme za potrebné pokračovať v monitorovaní územia v rovnakom rozsahu a s rovnakou frekvenciou meraní.

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 flyšu 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 2003 a 2004

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2003 a 2004, sú zhrnuté v tab. 2.1.15.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 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 2003 a 2004 sú graficky spracované na obr. 2.1.33, záznamy z hladinomera za uvedené obdobie sú na obr. 2.1.34. Vývoj zmien vybraných ukazovateľov za celé obdobie monitorovania je na obr. 2.1.35 a 2.1.36.

a/ Geodetické merania

Meranie zo začiatku apríla 2003 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 (príl. 1.11, obr. 2.1.33).

Premiestnenia bodov pri meraní v apríli 2004 boli menšie. Najvýraznejšie posuvy boli zaznamenané v bodoch 133 (28,3 mm), 132 (24,3 mm), P-25 (20,9 mm, pokles 28 mm) a 111 (pokles 21 mm). Premiestnenia všetkých ostatných bodov boli menšie ako 20 mm.

Celkove ustálený stav pohybovej aktivity meraných bodov ilustruje aj analýza časového vývoja zmien (obr. 2.1.35). Meranie z roku 2004 poukazuje na zníženie rýchlosti premiestnenia pozorovaných bodov.

b/ Merania povrchových reziduálnych napätí

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.

Pri meraní koncom apríla 2004 bol zaznamenaný celkový pokles tlakových napätí v smere spádnicе svahu. Ťahové napätie v bode RN-6 sa zmenilo na tlakové (príl. 1.11).

Dlhodobejší vývoj povrchových reziduálnych napätí (obr. 2.1.35) je charakteristický výraznou premenlivosťou tejto hodnoty v priestore i čase. Pre merania, uskutočnené v roku 2004 je charakteristický takmer všeobecný pokles tlakových napätí.

c/ Inklinometrické merania

Meraním v apríli 2003 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). V apríli 2004 boli deformácie nad 5 mm namerané vo vrtoch M-2 (5,75 mm v hĺbke 3,65 m), M-3 (až 7,47 mm v hĺbke 2,6 m a 5,96 mm v hĺbke 10,6 m) a vo vrte JO-1 (5,3 mm v hĺbke 9 m – príl. 1.11).

V rámci dlhodobého vývoja deformácií možno konštatovať pokles rýchlosti pohybu vo všetkých bodoch okrem vrtu M-2, ktorý sa nachádza v kritickej časti zosuvu nad zárezom železničnej trate. Aj pohyby, zaznamenané v ostatných vrtoch ilustrujú pokračujúci pomalý pohyb zosuvných mäs.

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody bol v roku 2004 zaznamenaný vo vrte JO-1 (3,4 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v pozorovaných vrtoch klesla oproti roku 2003 až o 1,7 m.

Na základe dlhodobých meraní je pre lokalitu charakteristický výrazný rozdiel úrovní hladiny podzemnej vody v piezometroch v rôznych ročných obdobiach. Jarné stúpnutie hladiny vody býva 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. 2.1.36). Rok 2004 je výnimočný a hladina podzemnej vody v pozorovaných piezometroch JP-44 a M-2 sa pohybovala celoročne na úrovni hodnôt blízkych k minimálnemu stavu. Na jar 2004 nastalo málo výrazné zvýšenie hladiny podzemnej vody vo vrte J3A a časový priebeh pohybov hladiny podzemnej vody bol blízky krivke, ktorá znázorňuje časový priebeh spoločnej výdatnosti všetkých drénov (obr. 2.1.36).

Automatický hladinomer, umiestnený vo vrte J-1 zaznamenal stúpnutie hladiny podzemnej vody v apríli 2004, ktoré trvalo až do začiatku augusta a predstavovalo cca 1,6 m. Potom nastal pokles úrovně hladiny až do poslednej dekády novembra, po ktorom hladina vody stúpala až do konca kalendárneho roku (obr. 2.1.34).

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčšia výdatnosť bola aj v roku 2004 zaznamenaná v objektoch JH-14 a V-102, jej priemerné hodnoty však boli nižšie, ako v roku 2003. Celková priemerná výdatnosť všetkých meraných odvodňovacích zariadení poklesla v roku 2004 o $19,1 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla $31,06 \text{ l.min}^{-1}$.

Zmeny spoločnej výdatnosti odvodňovacích vrtoch sú znázornené na obr. 2.1.36. Z grafu vyplýva pokračujúca zákonitosť zmien v priebehu roka – výdatnosť stúpa v jarných mesiacoch, v strede leta sa prejavuje jej postupný pokles a menej výrazné stúpanie nastáva na jeseň. Táto zákonitosť sa v rôznom rozsahu hodnôt prejavuje dlhodobo. V roku 2004 v lete nastal mierny pokles výdatnosti a jesenné zvýšenie nenastalo. Maximálna výdatnosť na začiatku leta (60 l.min^{-1}) bola nižšia ako v minulých rokoch. Funkčnosť drenážnych prvkov je dobrá, ale odvedenie drénovanej vody mimo zosuvného územia je nevyhovujúce, veľká jej časť sekundárne infiltruje späť do telesa zosuvu a nepriaznivo vplýva na jeho stabilitu.

f/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2003 bol 407,7 mm na stanici Liptovský Mikuláš a 480,2 mm na stanici Liptovský Mikuláš – Ondrášová. V roku 2004 zrážkový úhrn stúpol na 719,6 mm (Liptovský Mikuláš), resp. 756,9 mm (Liptovský Mikuláš – Ondrášová). Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (657,2 mm, resp. 662,2 mm), predstavuje úhrn za rok 2003 62 %, resp. 72,5 % dlhodobého priemeru (čo je charakteristické pre veľmi suchý rok) a za rok 2004 109,5 %, resp. 114,3 %, čo charakterizuje normálny rok (stanica Liptovský Mikuláš), resp. vlhký rok (stanica Liptovský Mikuláš – Ondrášová).

Vyššie hodnoty zrážkových úhrnov, nízka výdatnosť drenážnych prvkov a pokles hladiny podzemnej vody v hodnotenom roku poukazujú, že v roku 2004 musela dosahovať evapotranspirácia nadpriemerné hodnoty, respektíve distribúcia zrážok bola taká, že spôsobila zvýšenie povrchového odtoku. Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.36.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podobne ako v predchádzajúcich rokoch sme všetky výsledky monitorovacích meraní spracovali metódu multikriteriálneho hodnotenia v súlade s tab. 2.1.3. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.37. Pre porovnanie je na tomto obrázku vyjadrené hodnotenie aktivity územia podľa tých istých kritérií i za predchádzajúci rok.

Kým z komplexného hodnotenia v roku 2003 vyplynula určitá aktivizácia pohybovej aktivity, komplexné hodnotenie výsledkov meraní z roku 2004 vyznieva podstatne priaznivejšie. S najväčšou pravdepodobnosťou sa prejavil priaznivý vplyv veľmi suchého roku 2003 (hodnotenie je vykonané na základe výsledkov meraní, uskutočnených v apríli 2004). Najmenej priaznivo sa prejavujú oblasti v okolí vrtov M-2 a M-3, v ktorých boli metódou presnej inklinometrie namerané pomerne vysoké hodnoty deformácií.

Z nepriaznivých skutočností, pôsobiacich na zosuvnom svahu treba opätovne upozorniť na prítomnosť prelivových vrtov JH-14 a JH-17, voda z ktorých trvalo vteká do telesa zosuvu. Inklinometrické merania v roku 2004 preukázali pokračujúci pohyb kríповého charakteru i v hlbších polohách pod úrovňou terénu.

I v roku 2004 treba upozorniť na to, že na lokalite sa 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.

Vzhľadom na vysokú celospoločenskú dôležitosť lokality je potrebné pokračovať v monitorovaní zosuvu v minimálne rovnakom rozsahu a s rovnakou frekvenciou, ako v predchádzajúcom období. Pre zvýšenie pohotovosti monitorovania by bolo žiadúce na lokalite umiestniť vo vybranom objekte automatický hladinomer s varovným signalizačným zariadením, ktoré by sa aktivovalo pri prekročení odvodenej kritickéj úrovne hladiny podzemnej vody.

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 2003 a 2004

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 2003 a 2004, je zhrnutý v tab. 2.1.16.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov, ako aj ich klasifikačné semikvantitatívne hodnotenie je zhrnuté v príl. 1.12. Výsledky meraní za roky 2003 a 2004 sú graficky spracované na obr. 2.1.38. Súbor výsledkov režimových pozorovaní za roky 2003 a 2004 je prehľadne spracovaný na obr. 2.1.39 až 2.1.43.

a/ Geodetické merania

Na lokalite v priebehu meraní došlo k zmene metodiky merania, navyše, preukázaná bola nestabilita pevných bodov. Vzhľadom na to iba komentujeme najzávažnejšie skutočnosti zistené meraniami v rokoch 2003 a 2004.

Z výškových zmien pevných (A) i pozorovaných (B) bodov treba upozorniť, že najvýraznejšia zmena bola zaznamenaná v bode A-6 (pokles $-2,1$ mm). Pri pozorovaných bodoch (B) bol zaznamenaný za rovnaké obdobie od júna 2003 do júla 2004 prevažne pokles, pričom išlo o výškové zmeny od $-5,6$ mm do $+1,0$ mm. Pozoruhodné je, že v bode B-2 bol zaznamenaný za posledné 2 roky celkový pokles až $12,0$ mm.

Polohové merania sú ovplyvnené značnou nestabilitou pevných bodov. Je zrejmé, že ak pevné body vykazujú pohyby, výrazne to ovplyvňuje presnosť merania pohybov blízkych pozorovaných bodov (vplyv pevného bodu A-6 na pozorované body B-12, B-13 a B-8 a podobne). Túto skutočnosť potvrdili aj polohové zmeny za obdobie jún 2003 až júl 2004.

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). Podrobnejšia analýza zmien hladiny podzemnej vody v roku 2003 je uvedená v predchádzajúcej správe, preto sa v ďalšom sústreďujeme predovšetkým na zhodnotenie roku 2004.

Výrazné maximum hladín podzemných vôd bolo vyvolané topením snehu na jar 2004. Topenie snehu podľa priebehu denných teplôt malo 2 fázy (obr. 2.1.39). Prvá fáza začala okolo 2. 2. 2004, kedy sa teplota vzduchu dostala nad 0°C aj v nočných hodinách. Najintenzívnejšie však prebiehalo topenie snehu dňa 5. 2., kedy teplota vzduchu cez deň vystúpila až na 15°C . Na túto skutočnosť veľmi rýchlo zareagoval automatický hladinomer zabudovaný vo vrte J-10 (v priebehu 16 hodín hladina podzemnej vody stúpila o $2,5$ m - obr.2.1.40). Ďalší automatický hladinomer (vo vrte J-19) na to zareagoval až 10.2. (hladina podzemnej vody stúpila o $1,7$ m). TBD realizovalo meranie hladín podzemnej vody v piezometroch na zosuve až 11.2. a výraznejší vzostup bol pozorovaný iba v piezometroch J-7A, J-9, J-16 a J-29. Druhá (hlavná) fáza topenia snehu začala 14. 3. 2004 a prejavila sa celoročnou maximálnou hladinou podzemnej vody takmer u všetkých piezometrov (obr. 2.1.41). Veľmi rýchla reakcia stúpnutia hladiny podzemnej vody na topenie snehu bola zaznamenaná v piezometri J-10. V priebehu 4 hodín hladina podzemnej vody stúpila o $4,5$ m (obr. 2.1.40). Vo vrte J-19 stúpila hladina podzemnej vody za 36 hodín o $2,0$ m a dosiahla najvyššiu úroveň, aká bola v tomto piezometri zaznamenaná za obdobie rokov 1991 až 2004.

V ďalšom období nastal u väčšiny piezometrov pokles hladín. Počas dvoch dní v auguste (12. a 13. 8.) spadlo 34 mm zrážok, na čo vôbec hladiny podzemných vôd nezareagovali. U niektorých piezometrov bol v decembri zaznamenaný výrazný nástup hladín podzemných vôd (J-11B, J-14, J-16, J-29A a J-29B). V automatickom hladinomere J-10 hladina podzemnej vody počas 17 hodín (1. a 2. 12. 2004) stúpila až o $5,8$ m a rýchlo začala

klesať. Jediným vysvetlením tohto extrému je topenie existujúcej snehovej pokrývky. Automatický hladinomer vo vrte J-19 nevykázal v tomto období žiadny vzostup hladiny podzemnej vody.

Priemerná úroveň hladiny podzemnej vody v pozorovaných objektoch v roku 2004 mierne poklesla (z priemernej hodnoty 7,27 m v roku 2003 na 7,55 m v roku 2004. Najväčší rozkyv hladiny podzemnej vody v roku 2004 bol zaznamenaný v piezometroch J-16 a J-10 (10,69, resp. 10,41 m) a najmenší v piezometroch J-6B a J-15 (0,10 a 0,21m), čo pravdepodobne svedčí o ich nefunkčnosti.

Výpočtom bola zistená tzv. medzná (kritická) hladina podzemnej vody v niektorých piezometroch, ktorá pre zabezpečenie stability svahu nesmie byť dlhodobo prekročená. Jej hodnoty, odvodené dvoma spôsobmi, sú pre niektoré piezometre znázornené na obr. 2.1.41 a vyjadrené v tab. 2.1.17. Možno konštatovať, že hladina podzemnej vody v hodnotenom období (2004) bola trvalo nad medznou hladinou v piezometri J-7A a podľa Kopeckého (2002) aj v piezometri J-11A. V piezometri J-10 sa hladina podzemnej vody nachádza nad medznou hladinou počas prevažnej časti roka, podľa Kopeckého (2002) však medzná hodnota bola prekročená iba krátkodobo. Výraznejšie bola prekročená medzná hladina ešte v piezometri J-9. V ostatných piezometroch možno pozorovať výstup hladiny podzemnej vody nad kritickú (medznú) hladinu iba jednorázovo (J-16, J-17), prípadne vôbec (J-2A, J-3A, J-6A, J-12 a J-13).

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

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Vo všeobecnosti sa dá povedať, že výdatnosť odvodňovacích horizontálnych vrtov sleduje celkový stav hladín podzemných vôd v piezometroch. Na obr.2.1.42 je znázornené porovnanie súčtovej hladiny podzemnej vody (súčet hĺbky hladiny podzemnej vody v piezometroch, ktoré ju v danom období mali merateľnú) a sumárnej výdatnosti všetkých horizontálnych vrtov na zosuve.

Z obr. 2.1.42 je zrejmé, že maximálne stavy hladiny podzemnej vody sa v piezometroch udržiavajú dlhšiu dobu, ako vo väčšine horizontálnych vrtov ich maximálne výdatnosti (reagujú oneskorene a krátkodobo). Najväčšie množstvo vody je teda horizontálnymi vrtmi zo zosuvu odvádzané krátkodobo v čase maximálnych stavov podzemných vôd a tým si plnia svoju funkciu znižovania vztlakového účinku podzemných vôd.

Z obr.2.1.43 je však zrejmé, že funkčnosť niektorých odvodňovacích horizontálnych vrtov sa dlhodobo znižuje (napr.V-7 a V-20). Niektoré vrty sú zasa funkčné iba v čase extrémnych stavov hladín podzemných vôd (HV-10).

Sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení poklesla v roku 2004 (oproti roku 2003) o cca 2,6 l.min⁻¹ (z 19,21 l.min⁻¹ na 16,62 l.min⁻¹).

d/ Merania zrážkových úhrnov

Podľa merania na zrážkomernej stanici umiestnenej na hrádzi Liptovská Mara bol ročný zrážkový úhrn v roku 2003 408,6 mm. V roku 2004 stúpol na 512,4 mm. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie rokov 1991 až 2003 je 527,2 mm. Z porovnania vyplýva, že úhrn za rok 2003 bol 77,5 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok) a za rok 2004 predstavoval 91,1 % (normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe výsledkov monitorovacích meraní možno konštatovať, že v roku 2004 neboli zaznamenané žiadne výrazné anomálie, ktoré by naznačovali oživenie svahových pohybov.

Výškové zmeny geodetických bodov boli minimálne (do 5,6 mm). Polohové zmeny na pevných bodoch (A-2 a A-6) výrazne ovplyvnili hodnotenie pohybov blízkych pozorovaných bodov. Pohyby na zosuve sú pravdepodobne krípkového charakteru (pomalý nezrýchľujúci sa pohyb v hĺbke), bez viditeľných deformácií povrchu územia.

Katalyzátorom pre vznik pohybov na zosuve sú predovšetkým zrážky. Podľa priebehu ročných úhrnov zrážok od roku 1975 ani raz nebol dosiahnutý priemer za roky 1901 – 1950 (745 mm). Preto je možné, že v prípade výraznejších zrážok v nasledujúcom období, by mohlo dôjsť k určitému zrýchleniu pohybu na zosuvnom svahu. O určitých pohyboch na zosuve (najmä v jeho odlučných oblastiach) možno usudzovať na základe deformácií niektorých objektov keltského hradiska Havránok.

V ďalšom období odporúčame naďalej pozorovať hladiny podzemnej vody a výdatnosť horizontálnych odvodňovacích vrtov. Interval meraní u funkčných vrtov by bolo vhodné upraviť tak, aby bolo možné presnejšie charakterizovať predovšetkým extrémne stavy. Hustejší interval meraní by sa uplatňoval iba na vybraných vrtoch. Inštalácia dvoch automatických hladinomerov sa plne osvedčila. Ich záznamy umožňujú zachytiť náhle extrémny, ktoré sú často spúšťáčom svahového pohybu.

Na lokalite je nevyhnutné venovať zvýšenú pozornosť údržbe monitorovacích zariadení. U niektorých horizontálnych vrtov bude potrebné prečistiť ich vyústenie, prípadne zabezpečiť plynulé odvádzanie vytekajúcej vody (ústie vrtu V-4 je neustále pod vodou). Takisto je veľmi potrebné zaoberať sa zanesením piezometrov, pretože mnohé z nich už majú len polovicu svojej pôvodnej hĺbky. Pre kvalifikované hodnotenie aktivity pohybov na zosuve je potrebné urobiť zásadné zmeny v systéme meraní pohybov geodetických bodov, ktorý musí byť prebudovaný. Výrazné zvýšenie kvality monitorovacích pozorovaní by sa dosiahlo realizáciou inklinometrických vrtov (3 až 5 ks), ktorých premeriavanie by umožnilo získať informácie o pohyboch zosuvných mäs v rôznych hĺbkach masívu, v kombinácii s geofyzikálnymi meraniami (napríklad metódou PEE).

LOKALITA HLOHOVEC - POSÁDKA

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou sa vytvorili v prostredí neogénnych sedimentov v dôsledku abrázie rieky Váh, komplikovaných hydrogeologických pomerov (striedanie nepriepustných a priepustných polôh sedimentov s viacerými tlakovými horizontmi vody), ako aj neotektonickej aktivity územia. Celková šírka zosuvného územia je až 18 km, dĺžka zosuvov nepresahuje 700 až 800 m (Otepka et al, 1983). V súvislosti s projektom vodného diela Sereď - Hlohovec boli obnovené monitorovacie aktivity v tej časti územia, ktorá sa môže dostať do priameho kontaktu s projektovaným dielom. Ide o zosuvný svah severovýchodne od obce Posádka, na ktorom neboli doposiaľ realizované žiadne sanačné opatrenia. Zosuvné pohyby v súčasnosti devastujú poľnohospodársku pôdu, vrátane viníc a v budúcnosti môžu predstavovať vážny problém 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 vrtným variantom metódy PEE.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004

Na lokalite Hlohovec – Posádka sa v rokoch 2003 a 2004 uskutočnilo šesť cyklov merania poľa PEE v 12 vrtoch (tab. 2.1.18). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13. V roku 2004 bolo vykonané meranie premiestnení 12 vybraných geodetických bodov. Naďalej pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ v Siladiciach.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Výsledky geodetického merania a hodnoty poľa PEE spoločne s klasifikačným zhodnotením meraní sú v príl. 1.13 a na obr. 2.1.44. Vývoj hodnôt monitorovacích meraní v čase je na obr. 2.1.45.

a/ Geodetické merania

V roku 2004 bola extrémne veľká hodnota zdvihu nameraná v bode PB-143 (až 87 mm za obdobie 22 mesiacov). Výrazné polohové zmeny boli zaznamenané pri bodoch PB-137 (43,7 mm za rovnaké obdobie) a PB-138 (29,7 mm). V bode PB-138 bol zaznamenaný aj výrazný zdvih (44 mm za 22 mesiacov). Značný bol i zdvih bodov PB-140 a PB-141 (36, resp. 26 mm). Zaznamenané polohové a výškové premiestnenia geodetických bodov súvisia pravdepodobne s pokračujúcim pohybom zosuvných hmôt, ktorý je najintenzívnejší práve na okrajoch strmého nárazového brehu Váhu. Posuv bol zaznamenaný aj pri bodoch P-123, 124, 125, 127 a 128 v severnej časti hodnoteného územia, ktoré boli do systému merania zaradené až v tomto roku (predchádzajúce meranie bolo uskutočnené v roku 1991). Po prepočte však priemerná rýchlosť ich pohybu neprekračuje žiadne limitné hodnoty. Problematický je smer pohybu bodov; vyjadriť sa k tejto skutočnosti bude možné až po zhodnutí výsledkov ďalšej etapy merania.

Z vývoja pohybovej aktivity vyplýva za posledné roky celkovo ustálený stav meraných bodov. Pri meraní v roku 2004 bola zaznamenaná určitá aktivita bodu P-137 v porovnaní so stavom z predchádzajúceho merania.

b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

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 kľudné.

I pre rok 2004 je charakteristická nestála úroveň hodnôt poľa PEE. Najväčšie rozdiely hodnôt poľa boli zaznamenané vo vrtoch HSJ-25, 26, 32 a 33 (v severnej časti hodnoteného územia). Najvyšší stupeň aktivity poľa bol nameraný opäť pri februárovom meraní, najkľudnejšie pole bolo zistené pri meraní v októbri po dlhodobom suchom období.

Analýza dlhodobějších meraní poľa PEE (obr. 2.1.45) potvrdzuje predpoklad, že zvýšené hodnoty poľa PEE nie sú iba odrazom napätostného stavu, spôsobeného gravitačným pohybom, ale vyjadrujú pravdepodobne tektonický neklud, charakteristický pre túto časť územia. Na základe výsledkov meraní poľa PEE sme hodnotené územie rozdelili na tri kvázihomogénne celky. Priestor v severnej časti územia, monitorovaný vrtmi HSJ-25, 26, 32 a 33 vykazuje najvyššie známky aktivity. Stredná časť územia je monitorovaná vrtmi HSJ-37, 38, 39 a 40. Podľa prejavov poľa PEE ide o stabilizovanú časť územia. Určité príznaky koncentrácie napätí v hlbších častiach masívu boli zaznamenané vo vrte HSJ-37, v ktorom bolo zistené aj výrazné zníženie úrovne hladiny podzemnej vody (z 29 m v roku 1997 na 43

m v roku 2004). V južnej časti vrty HSJ-46 a 49 zaznamenávajú informácie o zosuvných aktivitách dielčích zosuvov nachádzajúcich sa na okraji zosuvného územia.

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Siladice v roku 2003 bol 358,4 mm, v roku 2004 stúpol na 553,3 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (609,9 mm), predstavuje úhrn za rok 2003 58,76 % dlhodobého priemeru (mimoriadne suchý rok) a úhrn za rok 2004 90,72 % dlhodobého normálu (normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky meraní naznačujú pokračujúci pomalý pohyb zosuvných hmôt. Na základe výsledkov merania poľa PEE možno pozorované územie rozdeliť do niekoľkých celkov s individuálnym napätostným režimom, pričom najvyššie napätostné pole je už dlhšiu dobu identifikované v severnej časti územia.

Vzhľadom na pokračujúce známky nestability (prejavujúce sa predovšetkým lokálnymi zosuvmi na strmom nárazovom brehu Váhu, ovplyvňujúcimi rozsah i kvalitu poľnohospodárskej pôdy) a perspektívu výstavby vodného diela je potrebné v monitorovaní pokračovať aspoň v takom rozsahu, ako doteraz. V prípade prípravy a realizácie vodného diela je potrebné podstatne rozšíriť sortiment monitorovacích pozorovaní a zvýšiť frekvenciu meraní.

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 (Hric, Panek, 1986). Navyše, nachádza sa v priamom kontakte s malou vodnou nádržou. Počas niekoľkých etáp inžinierskogeologického prieskumu sa realizovalo v zosuvnom území viacero prieskumných vrto, 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 2003 a 2004

Na lokalite Vištuk sa 16 monitorovacích vrto premeralo metódou PEE v roku 2003 3-krát (v januári, máji a septembri) a v roku 2004 2-krát (vo februári a v auguste – tab. 2.1.19). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.14. I v roku 2004 pokračoval zber údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Modre.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Namerané hodnoty poľa PEE spoločne s ich klasifikačným zhodnotením sú v príl. 1.14 a na obr. 2.1.46. Vývoj týchto meraní v čase je na obr. 2.1.47.

a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Už dlhodobo na lokalite Vištuk možno pozorovať prejavy sezónnych zmien poľa napätí (pravidelné zvýšenie aktivity poľa PEE na jar). 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.

Uvedené skutočnosti boli potvrdené výsledkami meraní poľa PEE v rokoch 2003 a 2004. 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). V roku 2004 nenastali podstatné zmeny v napätostno - deformačnom stave zosuvného svahu. Najvyššia aktivita poľa PEE bola nameraná v okolí odlučnej zóny, teda vo vrtoch J-10, J-25 a J-26 (obr. 2.1.46). V ostatných vrtoch v priebehu poľa PEE neboli zaznamenané žiadne významnejšie zmeny. Ustálený stav poľa je v okolí vrtu J-15 a v časti územia, monitorovanom vrtmi J-20, J-21 ako aj J-22.

Z dlhodobého hľadiska bol vo všeobecnosti zaznamenaný výraznejší nárast napätí v roku 2000. Odvtedy je napätostno – deformačný stav prostredia vcelku ustálený (obr. 2.1.47).

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 2003 bol 403,1 mm a v roku 2004 stúpol na 585,1 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2003 a 2004 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (717,8 mm), predstavuje úhrn za rok 2003 56,1 % dlhodobého normálu (mimoriadne suchý rok) a za rok 2004 81,51 % (suchý rok)..

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania poľa PEE poukazujú trvalo na to, že v telese frontálneho zosuvu prebieha pokračujúce dotvarovanie, predovšetkým po nasýtení zosuvných hmôt vodou počas jarých mesiacov. Okrem vplyvu sezónnych zmien na stav poľa PEE boli zachytené pokračujúce prejavy zmien pravdepodobne i v dôsledku neotektonickej aktivity územia (v okolí významného zlomu regionálneho charakteru). V roku 2004 však neboli zaznamenané žiadne prejavy výraznejšieho nárastu napätí, ktoré by indikovali zhoršenie stabilitného stavu.

2.1.4.15 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. 2.1.48), boli v lete roku 1992 situované dva dilatometre 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 2003 a 2004 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Veľká Izra sa v rokoch 2003 a 2004 uskutočnilo 12 odčítaní hodnoty deformácie, zaznamenananej prístrojmi TM-71 (tab. 2.1.20, príl. 1.15). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.49. I v rokoch 2003 a 2004 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Prístrojom VI-2 sa potvrdil doterajší trend roztvárania trhliny (odklápanie hornej časti bloku smerom dolu svahom) spojený so zdvihom päty bloku aj v rokoch 2003 a 2004. Prístroj VI-1 preukázal stagnáciu rozširovania trhliny (odklápanie stredného bloku od masívu) na úrovni cca 1 mm a približne rovnaký zdvih jeho päty, resp. jej slabé rozširovanie. Šírka trhliny medzi okrajovým a susedným blokom (VI-2) sa od polovice roku 1992 zväčšila celkovo na 9 mm (obr. 2.1.49).

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Slanská Huta v roku 2003 bol 591,5 mm, v roku 2004 stúpol až na 833,9 mm (teda o 242,4 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že v minulých rokoch zaznamenaný pohyb blokov po plastickom ílovitom podloží je vcelku plynulý a spočíva v ich poklesávaní, pričom okrajový blok poklesáva viditeľne rýchlejšie. Meraniami v roku 2004 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.

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 trhlínach medzi okrajovými blokmi (blokova rozpadlina) budovanými andezitmi lávového prúdu, striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity (obr. 2.1.50). Vzhľadom na plytké založenie blokov a minimálne zistené posuny bol prístroj S-2 začiatkom roka 1994 demontovaný a merania boli zastavené.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004 a ich celkové zhodnotenie

Odčítanie hodnôt, zaznamenaných dilatometrom, bolo v období rokov 2003 a 2004 vykonané 9-krát (tab. 2.1.21, príl. 1.16). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.51. V rokoch 2003 a 2004 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 iba v roku 2003. Priemerná rýchlosť rozširovania trhliny cca 0,6 mm/rok do roku 2003 nebola potvrdená v roku 2004. V tomto roku rozširovanie i rotácia bloku (pohyb pozdĺž osi y) stagnovali. Od konca roku 1990 sa okrajový blok oddelil od masívu takmer o 8 mm (obr. 2.1.51).

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov bol v roku 2003 467,4 mm, v roku 2004 stúpol až na 724,6 mm (teda o 257,2 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky zistené meraniami jednoznačne charakterizujú svahový pohyb, pri ktorom sa okrajový blok vzdiaľuje od masívu (rozširovanie trhliny) a poklesáva. Dilatometer v roku 2004 zaznamenal stagnáciu plazivého pohybu vo všetkých smeroch. 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 trhlínach na okraji andezitového lávového prúdu, presnejšie v hornej časti rozsiahlej svahovej deformácie, ktorá má charakter blokovej rozpadliny (obr. 2.1.52).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2003 a 2004 a ich celkové zhodnotenie

V rokoch 2003 a 2004 sa na lokalite vykonalo 11 odčítaní deformácií, zaznamenaných dilatometrami (tab. 2.1.22, príl. 1.17). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.53. V rokoch 2003 a 2004 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

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 2004. Celková hodnota zdvihu od konca roku 1990 je takmer 6 mm (KK-1), resp. od polovice roku 1995 viac než 3 mm (KK-2 – obr. 2.1.53). Celkové rozšírenie okrajovej trhliny o 2,5 mm sa v roku 2004 nezmenilo. Najpravdepodobnejším vysvetlením zdvihu obidvoch blokov je neotektonická aktivita S-J okrajového zlomu, prebiehajúceho v bezprostrednej blízkosti lokality, resp. zmeny v plastickom podloží vyvolávajúce nerovnomerné zabáranie, resp. vytlačanie blokov.

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany bol v roku 2003 537,0 mm, v roku 2004 stúpol na 817,1 mm (teda o 280,1 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zistené zvislé posuny okrajových blokov v rámci danej lokality za obdobie 1993 až 2004 nenaznačujú pomalé plazivé zosúvanie okrajových blokov po plastickom podloží v dôsledku pôsobenia gravitácie. Relatívny pohyb po trhlínach je odrazom neotektonickej aktivity v okolí neďalekého S-J zlomu alebo zmien v plastickom podloží blokov. Merania v roku 2004 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.

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 2003 a 2004

Na lokalite Banská Štiavnica sa v roku 2003 uskutočnili merania analytickými metódami blízkej fotogrametrie. Ich výsledky sú zhrnuté v správe za rok 2003. V roku 2004 bolo vykonané základné snímkovanie metódy digitálnej fotogrametrie. Dilatometrické meranie premiestnení osadených bodov meradlom Somet i meradlom posuvov bolo uskutočnené dvakrát v roku 2003 i 2004 (tab. 2.1.23).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Podklady pre vyhodnotenie metódami analytickej fotogrametrie nie sú kompatibilné s podkladmi pre digitálnu fotogrametriu, preto snímkovanie v roku 2004 považujeme za základné. Rôzne spôsoby spracovania zmien konfigurácie skalnej steny, ktoré umožňuje metóda digitálnej fotogrametrie, bude možné ilustrovať až na základe prvého opakovaného merania v nasledujúcom roku. Preto za rok 2004 spracovávame iba výsledky dilatometrických meraní.

a/ Dilatometrické merania

a1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na dvoch stanoviskách, inštalovaných v južnej časti svahu (horninový blok s nainštalovanými bodmi tretieho stanoviska sa zrútil). Na prvom stanovisku sa premeriavajú body, umiestnené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou s orientáciou smeru sklonu 326° a sklonom 44° (bod B1 je na jednom bloku a body B2 a B3 na druhom). Na druhom stanovisku sa meria pohyb bodov B4 a B5, umiestnených na blokoch, oddelených puklinou so smerom sklonu 350° a sklonom 50° (obr. 2.1.54). Merania v roku 2003 zaznamenali pohyb monitorovaných horninových blokov v rozsahu do 1 mm. Hodnoty premiestnení bodov v roku 2004 boli ešte menšie (maximálne 0,15 mm), pričom v zimnom období prevažovalo zmenšenie a v letnom zväčšenie vzdialeností (príl. 1.18). Pokračujúci trend pohybu nebol zaznamenaný na žiadnom stanovisku. Vzhľadom na presnosť

meraní ako aj vplyv teplotných zmien na objemovú stálosť hornín nemožno na základe výsledkov meraní v roku 2004 predpokladať pohybovú aktivitu pozorovaných blokov.

a2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých stanoviskách, ako body pre meradlo Somet. Pri meraniach touto metódou predstavovala najväčšia zaznamenaná zmena hodnotu 1,4 mm (medzi bodmi S3 a S4 v máji 2004 – príl. 1.18). V pohybe bodov S1 a S2 možno identifikovať náznaky rozširovania pukliny, kým pri bodoch S3 a S4 prevláda skôr trend jej zužovania. Vzhľadom na vplyvy teplotných zmien ako aj veľmi malé hodnoty nameraných posuvov nemožno na základe výsledkov meraní predpokladať prejavy pohybovej aktivity pozorovaných horninových blokov.

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica v roku 2003 bol 490,9 mm, v roku 2004 stúpol až na 848,3 mm (teda o 357,4 mm).

Počet mrazových dní v zime 2002/2003 bol 117, resp. 120 dní (merania z 2 staníc v Banskej Štiavnici). V roku 2004 bola kontinuálne funkčná iba stanica č. 11901, na ktorej bol zaznamenaný v zime 2003/2004 počet 112 mrazových dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Vzhľadom na prechod na novú metódu digitálnej fotogrametrie, ktorej možnosti interpretácie a presnosť výsledkov sú podstatne vyššie v porovnaní s analytickou fotogrametriou, hodnotenie stavu steny skalného zárezu v roku 2004 vychádza iba z výsledkov dilatometrických meraní. Vzhľadom na známu skutočnosť, že body pre tieto merania možno osadiť iba na relatívne pevnejších blokoch hornín (teda v stabilnejších častiach odkryvu), výsledky meraní charakterizujú celkovo stabilný stav meraných častí zárezu. Podstatne širší súbor výsledkov možno očakávať v nasledujúcom roku po vyhodnotení prvého opakovaného merania metódou digitálnej fotogrametrie.

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 2003 a 2004

Na lokalite Demjata sa v roku 2003 uskutočnili merania analytickými metódami blízkej fotogrametrie. Ich výsledky sú zhrnuté v správe za rok 2003. V roku 2004 bolo vykonané základné meranie metódou digitálnej fotogrametrie. Počty dilatometrických meraní v rokoch 2003 a 2004 sú zhrnuté v tab. 2.1.24.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Podklady pre vyhodnotenie metódami analytickej fotogrametrie sú na lokalite Demjata kompatibilné s podkladmi pre digitálnu fotogrametriu, preto snímkovanie z roku 2004 možno porovnať s predchádzajúcimi rokmi. Výsledky fotogrametrických meraní opisujeme spoločne s hodnotami dilatometrických pozorovaní (obr. 2.1.55), ktoré sú zhrnuté v príl. 1.19.

a/ Metóda digitálnej fotogrametrie

Predchádzajúce výsledky monitorovania klasickými fotogrametrickými metódami poukázali na výraznú dynamiku zmien pozorovaného geologického prostredia, spôsobenú jeho litologickou i štruktúrnou nerovnorodosťou a prejavujúcu sa gravitačnými pohybmi skalných blokov charakteru pomalých premiestnení až rútenia a intenzívnym progresívnym vývojom procesov zvetrávania. Vzhľadom na prevažne plastický charakter pretvárania hornín i potenciálnych zón oslabenia však vo viacerých bodoch bolo možné zaznamenať trend postupného nárastu deformácií vedúci k uvoľneniu príslušných blokov hornín. Takýto vývoj umožňuje predpovedať v ktorých častiach odkryvu je najvyššia pravdepodobnosť vzniku rúťivých pohybov. Náhle zmeny charakteru rútenia (bez predchádzajúceho „varovania“) sú typické pre pevné bloky pieskopcov, ktoré v dôsledku deformovania a zvetrávania polôh ílovcov stratili oporu.

Vylepšená technológia digitálnej fotogrametrie umožňuje vybrať a vykresliť ľubovoľný profil na skalnom odkryve. Na obr. 2.1.56 je znázornené vzájomné porovnanie konfigurácie skalnej steny vo vybranom profile PF-1 z rokov 2001, 2002 a 2004, z ktorého vyplýva zrútenie značného objemu hornín v období medzi meraniami v rokoch 2002 a 2004 a vytvorenie relatívne stabilnej konfigurácie skalnej steny.

Veľmi ilustratívne sú možnosti digitálnej fotogrametrie pri komplexnom vyhodnotení zmien konfigurácie celého skalného odkryvu alebo jeho vybraných častí. Poloautomatické meranie vybraných horizontálnych rezov (vrstevníc) v ľubovoľnej referenčnej výške umožňuje vykresliť ich priebehy v jednotlivých obdobiach merania. Na obr. 2.1.57 je znázornený priebeh vrstevníc v rokoch 2001 a 2004 (v relatívnych výškových úrovniach od 14 do 19 m) pre vybraný úsek skalného odkryvu. Na obrázku možno jasne identifikovať miesta najväčšieho úbytku hmôt (pravá horná časť obrázku, vrstevnice 18 a 19 m) ako aj miesta vytvárania osypových kužeľov (spodná časť obrázku, vrstevnica 14 m).

Vybrané príklady, ako aj ďalšie možnosti digitálnej fotogrametrie (napr. vytvorenie digitálneho modelu skalnej steny v rôznych časových intervaloch a pri rôznej požadovanej orientácii modelu), vrátane podstatne vyššej presnosti informácií dostatočne zdôvodňujú aplikáciu tejto metódy v budúcnosti.

b/ Dilatometrické merania

b1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na stanovisku č. 3, kde sú na troch výrazných lavicovitých blokoch inštalované štyri meracie body – E1 (prvý blok), E2, E3 (druhý blok) a E2' (tretí blok) – obr. 2.1.55. 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. Merania na všetkých stanoviskách v rokoch 2003 a 2004 preukázali rozdiely medzi bodmi menšie ako 0,1 mm, iba na stanovisku E1 – E2' bola zaznamenaná najväčšia hodnota posuvu 0,95 mm pri meraní v septembri 2003. Ide však o body, vzdialené až 70 cm v ťažko prístupnej časti skalnej steny, čo podmieňuje väčšiu chybu merania. Vzhľadom na výsledky meraní možno konštatovať stabilnú polohu pozorovaných bodov.

b2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na stanovisku 3 (zhodnom so stanoviskom pre dilatometer Somet, na ktorom sú inštalované body D1, D2, D3, D4, D5), na stanovisku 2 (body D6 a D7) a na stanovisku 1 (body D8 a D9) – obr. 2.1.55. Na každom z uvedených stanovísk sú body nainštalované tak, aby zachytávali posuv blokov, oddelených výraznou diskontinuitou.

Namerané hodnoty posuvov sú väčšie ako v prípade meraní dilatometrom Somet. Najväčší posuv bol zaznamenaný medzi bodmi D1 a D2 za obdobie leta 2003 (rozšírenie o 4,84 mm), avšak v zimnom období sa prejavil pohyb opačného charakteru a približne rovnakej veľkosti (zúženie 4,5 mm). Na žiadnej z pozorovaných dvojíc bodov sa neprejavuje rovnaký pokračujúci trend pohybu. Veľkosť a charakter nameraných posuvov naznačujú, že sú spôsobené teplotnými zmenami a presnosťou merania.

c/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany v roku 2003 bol 627,7 mm, v roku 2004 stúpol až na 931,1 mm (teda o 303,4 mm).

Počet mrazových dní v zime 2002/2003 bol 130 dní (stanica Bardejov), resp. 135 dní (stanica Prešov – vojsko). V zime 2003/2004 predstavoval 118, resp. 127 mrazových dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Po zhrnutí výsledkov meraní z rokov 2003 a 2004 možno konštatovať, že v pozorovaných častiach skalnej steny nedochádza k žiadnym progresívnym pohybom horninových blokov. Zaznamenané premiestnenia skôr ilustrujú vplyv teplotných zmien a presnosti merania. V prípade meradla Somet sú všetky zistené hodnoty menšie ako 1 mm.

Opätovne treba zopakovať, že pohyb každého horninového bloku je individuálny a monitorovacie merania nemôžu zaznamenať zmeny povrchu celej skalnej steny. Prognózovanie rúťivých pohybov je preto veľmi komplikované a vyžadovalo by veľmi hustú sieť monitorovacích bodov s vysokou frekvenciou meraní (v potenciálne najohrozenejších úsekoch kontinuálne zaznamenávanie pohybov). Z tohto hľadiska sú podstatne vhodnejšie fotogrametrické metódy, ktoré dokážu zachytiť zmeny vo väčšej časti horninového masívu.

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 2003 a 2004

Na lokalite Harmanec sa v roku 2003 uskutočnilo jedno stereofotogrametrické meranie vybraných horizontálnych profilov a vykonali sa dve merania dilatometrom Somet. V roku 2004 sa uskutočnilo prvé meranie horizontálnych profilov metódou digitálnej fotogrametrie a vykonali sa 2 merania dilatometrom Somet (tab. 2.1.25).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004 a za celé obdobie pozorovania

Na lokalite Harmanec nie sú podklady pre vyhodnotenie metódami analytickej fotogrametrie kompatibilné s podkladmi pre digitálnu fotogrametriu, preto snímkovanie v roku 2004 považujeme za základné. Zmeny konfigurácie eróznej ryhy v rôznych úrovniach skalnej steny bude preto možné spracovať až na základe prvého opakovaného merania v roku 2005. Za rok 2004 spracovávame iba výsledky dilatometrických meraní (príl. 1.20).

a/ Merania dilatometrom Somet

Meracie body sú inštalované na dvoch stanoviskách pozdĺž výraznej dislokácie (body H1-H1' a H2-H2') – obr. 2.1.58. Veľkosť nameraných posuvov v rokoch 2003 a 2004 neprekročila hodnotu 1 mm, vo väčšine prípadov bola menšia, ako 0,1 mm (príl. 1.20)..

c/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dolný Harmanec v roku 2003 bol 800 mm. V roku 2004 stúpol na 1092 mm (teda o 292 mm).

Počet mrazových dní v zime 2002/2003 bol 120 dní (stanica Banská Bystrica – Zelená). V zime 2003/2004 predstavoval 109 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite Harmanec v rokoch 2003 a 2004 pokračoval pomerne intenzívny rozvoj procesov erózie v pozorovanej ryhe, ktorý sa prejavoval odnosom úlomkov, alebo opadávaním väčších blokov horniny, čo zvlášť 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

Lokalita Ipeľ má v rámci riešeného subsystému špecifické postavenie. Ide totiž o komplexné posúdenie stability väčšieho územného celku, v ktorom sa predpokladá realizácia 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 kryštálického masívu. Horný tok Ipeľa v záujmovom území pretína horninové sekvencie kráľovohorského a kohútskeho pásma veporika a sleduje regionálnu, tzv. muránsko-divínsku poruchovú zónu.

Kým v kráľovoholšskom 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 Ipeľ (teda vlastne v priestore regionálnej tektonickej poruchy) a hydraulický obvod vrátane kaverny vodnej elektrárne má byť umiestnený v masíve, budovanom prevažne migmatitmi kohútkeho pásma. V tomto prostredí má byť lokalizovaná i horná nádrž PVE v priestore obce Ďubákovo.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2003 a 2004

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 roku 2002.

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.

a/ Geodetické merania

V roku 2004 sa vykonalo meranie v účelovej geodetickej sieti PVE Ipeľ (body 1 - 30). Výpočtové práce boli realizované spoločne v jednom bloku s meraniami, ktoré boli vykonané v roku 2003 (body 31 a 32). Účelom bodov 31 a 32 je pozorovanie aktivity Muránsko-divínskej línie v priestore plánovanej PVE. Pretože boli v roku 2003 zamerané prvýkrát, ich premiestnenia zatiaľ hodnotiť nemožno. Výpočtové práce sa sústredili na odhad súradníc bodov (Y, X, Z) a ich charakteristiky presnosti. Výsledné hodnoty boli porovnávané a predchádzajúcimi epochami, testované a vypočítaná bola pravdepodobnosť zmeny polohy. Hodnoty premiestnení za poslednú epochu 2001 až 2004 sú v rámci smerodajnej odchýlky alebo ju o malú hodnotu prekračujú a preto nie je možné ich jednoznačne interpretovať.

Výsledky meraní na jeseň 2004 potvrdili známu skutočnosť, že čím je trvanie monitoringu dlhšie, tým menšie sú priemerné hodnoty rozdielov medzi polohou a výškou bodov na začiatku a na konci meraného obdobia (Korčák, 2004). Pri bode 1 je hodnota priemerného poklesu v období 1990 až 2004 za rok $-0,23$ mm, t.j. 23 mm za 100 rokov (podľa výsledkov z roku 2001 to bolo $-0,4$ mm/rok, resp. 40 mm za 100 rokov). Pri bode 2 je to $-0,37$ mm/rok, t.j. -37 mm za 100 rokov (podľa výsledkov z roku 2001 to bolo $-0,43$ mm/rok, resp. -43 mm za 100 rokov). Pri bode 5 je to $0,04$ mm/rok, t.j. 4 mm za 100 rokov (podľa výsledkov z roku 2001 to bol iba zanedbateľný rozdiel – obr. 2.1.59).

Uvedené rozdiely v hodnote poklesov na bodoch 1 a 2 však výraznejšie nemenia hodnoty tendencií poklesu (obr. 2.1.60). Aj zmenšené hodnoty priemerných vertikálnych pohybov za obdobie 100 rokov zodpovedajú hodnotám odhadnutým na základe analýzy geologických a geomorfologických príznakov a stále nepoznáme zmeny v polohe a výške bodov pri náhlych geologických udalostiach, ktoré sa vyskytujú v podstatne dlhších intervaloch, ako je doba doterajšieho geodetického monitoringu. Aj výsledky merania pomocných bodov indikujú tendenciu diferencovaných vertikálnych pohybov v ďalších častiach územia v hodnotách porovnateľných s výškovými zmenami bodov základnej siete. Potvrdzuje to odôvodnené predpoklady o určitej tektonickej aktivite územia (Ondrášik, 2004).

b/ Terénna obhliadka

Na základe terénnej obhliadky možno konštatovať, že v roku 2004 neboli v teréne identifikované žiadne príznaky zmien stability svahu s projektovaným hydraulickým obvodom PVE.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici Málinec bol v roku 2003 488,5 mm. V roku 2004 stúpol na 722,9 mm (teda až o 234,4 mm).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky monitorovacích pozorovaní v roku 2004 preukázali pokračujúcu tendenciu poklesávania územia západne od regionálnej tektonickej línie. Zaznamenané pohyby nie sú výrazné, avšak ich intenzita v rôznych častiach územia je veľmi rozdielna, čo treba zohľadniť pri projektovaní náročného technického diela. Samotný svah s projektovanými objektmi PVE je podľa výsledkov geodetických meraní i terénnych pozorovaní stabilný.

V geodetickom monitoringu je potrebné pokračovať. Keďže zmeny bodov sú relatívne malé, v budúcnosti bude postačovať 3 ročný interval meraní až do doby, keď budú zistené významnejšie rozdiely medzi jednotlivými pozorovaniami.

3. VYHODNOTENIE KVALITY SLEDOVANÝCH UKAZOVATEĽOV V RÁMCI EURÓPY – POROVNANIE

Zhodnotenie kvality sledovaných ukazovateľov v rámci Európy pri monitoringu zosuvov a iných svahových deformácií bolo zhrnuté v správe za rok 2002 a doplnené o aktuálne informácie, ktoré vyplynuli zo stretnutia zástupcov Geologických služieb európskych krajín vo Viedni v roku 2003. Účastníci tohto stretnutia došli k záveru, že v rámci geologických hazardov patrí problematika svahových gravitačných pohybov k najdôležitejším a to či už z hľadiska početnosti výskytu alebo dôsledkov (svahové pohyby sú v celej Európe považované za jeden z najzávažnejších geologických faktorov, negatívne ovplyvňujúcich kvalitu životného prostredia a z hľadiska nepriaznivých dôsledkov porovnateľný azda iba s účinkami zemetrasení a povodní).

V rámci unifikácie výskumu a hodnotenia svahových pohybov v Európe vyvíja aktivity Európska komisia pri Spojenom vedeckom ústredí (Joint Research Centre – JRC) v Ispre (Taliansko), ktorá v rámci svojich sekcií (Institute for the Protection and Security of the Citizen – Inštitút pre ochranu a bezpečnosť občanov a Technological and Economic Risk Management Unit – Oddelenie technického a ekonomického rizikového manažmentu) pripravila rozšírenie projektu „Manažment prírodných a technických hazardov“ pre nové a kandidátske krajiny EÚ. V rámci riešenia projektu sa pozornosť sústreďuje na nasledujúce okruhy otázok:

- Zostavovanie máp prírodného a technického rizika a znečistenia prostredia;
- Kvantitatívne hodnotenie rizika;
- Zhromaždenie a analýza údajov z predchádzajúcich havárií.

V rámci najdôležitejších hazardov sú samostatne vyčlenené i zosuvy, pre ktoré sa dotazníkovou formou pre celú Európu zjednocujú kritériá hodnotenia. Výstupnými formami pri štúdiu zosuvov sú mapy zosuvného hazardu, zosuvného rizika a mapy zraniteľnosti územia.

Snahy o zjednotenie hodnotenia zosuvov nezahŕňujú iba štáty Európy, ale prejavujú sa v celosvetových mierkach. Napríklad, v rámci jedného z programov IGCP (International Geological Correlation Programme - Medzinárodný geologický korelačný program) s názvom “Landslide Hazard Assessment and Mitigation of Cultural and Natural Heritage Sites and Other Locations of High Societal Values” (Odhad a zníženie zosuvného hazardu kultúrneho a prírodného dedičstva a iných spoločensky významných oblastí), došlo k významným bilaterálnym dohodám medzi japonskými predstaviteľmi a UNESCOm, na základe ktorých vzniklo „Medzinárodné konzorcium o zosuvoch“ (ICL), ktorého členom je i Slovensko. V roku 2004 sa konalo v Bratislave v poradí už tretie zasadanie Rady reprezentantov tohto konzorcia.

K tradičným problémovým okruhom inventarizácie zosuvov, tvorby máp zosuvného hazardu a rizika, ako aj prevencie pred vznikom a rozvojom zosuvných javov, riešeným na rôznej kvalitatívnej úrovni v rôznych krajinách Európy, sa v poslednom období pozornosť sústreďuje na problematiku odvodzovania kritických úrovní pozorovaných parametrov a vytvorenia varovných systémov, upozorňujúcich miestne orgány na vysokú pravdepodobnosť aktivizácie svahového pohybu. Vývoj varovných systémov prechádza do projektovania zariadení, ktoré upozorňujú na možnosť ohrozenia viacerými nepriaznivými faktormi (tzv. systémy multi - hazardov). V tomto smere sa i v roku 2004 rozvíjali aktivity Medzinárodnej stratégie pre redukciu katastrof, ktoré by mali vyústiť do organizovania medzinárodnej konferencie o varovných systémoch v nasledujúcom období.

Možno teda konštatovať, že aktivity pri štúdiu a hodnotení zosuvov a iných svahových deformácií na Slovensku sú v súlade s postupmi, realizovanými v rôznych krajinách Európy

i sveta. V rámci integračného procesu je dôležité, aby údaje získané dlhodobým monitorovaním boli prepojené na informačnú bázu výsledkov environmentálneho monitoringu stavu a zmien geologického prostredia, ktorej vytvorenie iniciuje Medzinárodná únia geologických vied (IUGS) a k ich praktickému zabezpečeniu smerujú aktivity JRC.

4. ZÁVER

Zosuvy a iné svahové deformácie

Pri záverečnom hodnotení stavu monitorovaných lokalít v roku 2004 treba upozorniť na skutočnosť, že rok 2003 bol pre väčšinu územia veľmi suchý a tento vplyv doznieval i v nasledujúcom roku (väčšina meraní bola uskutočnená v jarných mesiacoch roku 2004) čo sa z hľadiska stabilného stavu prejavovalo vo väčšine prípadov priaznivo.

.V rámci monitorovania svahových pohybov typu zosúvania treba v roku 2004 upozorniť na nasledujúce zistené skutočnosti:

Napriek rozsiahlym sanačným prácam bolo pokračovanie pomalého plazivého pohybu zaznamenané na lokalite Veľká Čausa, najmä v úrovni hĺbkového pretvárania svahu, ktorá bola zachytená vrtmi na južnom a západnom okraji zosuvného územia. O pokračujúcom pohybe zosuvných hmôt svedčia deformácie zaznamenané v hĺbke masívu inklinometrickými meraniami, ako aj na povrchu územia geodetickými meraniami. Pohybovú aktivitu na hlbších šmykových plochách názorne ilustruje skutočnosť, že pri meraniach PEE bol na jeseň roku 2004 vrt VČ-11 nepriechodný od hĺbky 9 m a vrt VČ-4 od 13 m.

Pokračujúca pohybová aktivita na lokalite Bojnice, spôsobená pravdepodobne únikmi vody z kanalizácie v miestach odlučnej oblasti zosuvu bola zaznamenaná predovšetkým geodetickými meraniami a čiastočne i inklinometrickými meraniami v povrchovej zóne. Na základe rokovania s primátorom mesta v auguste 2004 sa realizovali technické opatrenia, ktorých pozitívny vplyv na stabilitu svahu by sa mal prejavovať pri monitorovacích meraniach v roku 2005.

Pomerne výrazné deformácie boli inklinometrickými meraniami zaznamenané i na lokalite Okoličné. Smer týchto posuvov nie je však po spádnici svahu a ilustruje pravdepodobne premenlivú aktivitu pohybu pozdĺž hlbších šmykových plôch. Určitú aktivitu menšieho zosuvu zaznamenali geodetické merania (premiestnenie bodu P-7 pri odlučnej hrane). Geodetické meranie preukázalo určitú aktivitu pohybu zosuvných hmôt v Ľubietovej. Ide predovšetkým o body P-19 a P-14. Uvedené body sa nachádzajú pod odlučnou hranou zosuvného prúdu. Zaujímavým poznatkom je skutočnosť, že vo vrte V-5 bol počas roku 2004 nameraný maximálny ako aj minimálny stav úrovne hladiny podzemnej vody za celé obdobie jeho pozorovania (od roku 1995).

Určité prejavy svahového pohybu boli zaznamenané i na lokalite Handlová – Kunešovská cesta (inklinometrické meranie vo vrte JK-2) i keď ide v porovnaní s predchádzajúcimi meraniami o významné zníženie pohybovej aktivity po uskutočnení sanačných opatrení. Na dotváranie svahu po uskutočnení neúplných sanačných opatrení poukazuje premenlivý stav povrchových reziduálnych napätí na lokalite Malá Čausa. Aktivitu severnej časti monitorovaného územia na lokalite Hlohovec – Posádka potvrdzujú výsledky geodetických meraní, ako aj výsledky merania poľa PEE.

Vcelku stabilný stav územia bol zaznamenaný na lokalite Fintice (i keď jeho vývoj bude možné spoľahlivejšie určiť až po opakovaných meraniach deformovania nového inklinometrického vrtu K-2B). Účinnosť realizovaných sanačných opatrení potvrdzujú výsledky inklinometrických meraní, ako aj meraní povrchových reziduálnych napätí a poľa PEE na lokalite Dolná Mičiná. Problematické je však výrazné kolísanie úrovne hladiny

podzemnej vody, zachytené hladinomeri (vo vrte JM-19 bol zaznamenaný v priebehu roku 2004 rozkyv 9,32 m, vo vrte JM-6 až 9,62 m). Celkovo však v roku 2004 došlo k znižovaniu úrovne hladiny podzemnej vody. Na veľké rozdiely medzi jarným a jesenným cyklom meraní poukazujú výsledky hodnotenia stavu poľa PEE na lokalite Vištuk. Zaujímavou je skutočnosť, že vyššia aktivita poľa sa prejavuje na jeseň. Opačný trend aktivity poľa PEE bol zaznamenaný na lokalite Handlová – zosuv z roku 1960 (vyššia aktivita poľa bola preukázaná pri jarných meraniach). Monitorovacie merania na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko zaznamenali značný rozkyv úrovne hladiny podzemnej vody i výdatnosti odvodňovacích zariadení (podľa údajov z meraní automatických hladinomerov predstavoval rozkyv hladiny vo vrte P-17 až 8,21 m, pričom v marcových dňoch vystúpila hladina podzemnej vody krátkodobo až na úroveň terénu a vo vrte P-19 bol rozkyv v priebehu roku 2,89 m). Žiaľ, vzhľadom na to, že iné monitorovacie merania sa na lokalite neuskutočňujú, nemožno výsledky režimových pozorovaní porovnávať s inými meraniami. Podobná situácia je i na lokalite Slanec, kde sa vykonávajú iba režimové pozorovania, ktoré v hodnotenom roku nezaznamenali žiadne extrémne hodnoty. Na monitorovacích objektoch na lokalite Liptovská Mara neboli pozorované žiadne výrazne extrémny, ktoré by naznačovali pohybovú aktivitu na zosuvnom svahu. Podľa výsledkov meraní automatických hladinomerov bol však značný rozkyv úrovne hladiny podzemnej vody predovšetkým v transportačnej časti zosuvu (vo vrte J-10 dosiahol až 10,41 m), kým v odľučnej oblasti bol nižší (vrt J-19 zaznamenal v priebehu roku 2004 rozkyv 5,26 m).

Podobne ako v predchádzajúcom roku treba upozorniť na absenciu údržby monitorovacích objektov, ale aj sanačných opatrení na viacerých lokalitách, čo môže dlhodobo viesť k obnoveniu pohybovej aktivity (lokality Handlová – zosuv z roku 1960, Veľká Čausa, Ľubietová, Okoličné, Fintice; k určitej náprave došlo na lokalite Bojnice).

V rámci troch lokalít reprezentujúcich svahový pohyb typu plazenia naďalej pokračoval vertikálny zdvih okrajových blokov neďaleko Košického Klečenova. Celkový zdvih od konca roku 1990 dosiahol 5,6 mm (KK-1), resp. od polovice roku 1995 3,3 mm (KK-2) a bol doprevádzaný rozširovaním trhliny (cca 2,5 mm – KK-1). Trend rozširovania okrajových trhlín na lokalitách Veľká Izra (VI-2) a Sokol pokračoval i v roku 2004. Priemerná rýchlosť odkláňania oboch okrajových blokov od masívu za 14 rokov monitorovania dosahuje cca 0,6 mm/rok.

V roku 2004 neboli zaznamenané výrazné prejavy pohybovej aktivity na troch sledovaných lokalitách monitorovania stability skalných zárezov (prognózovanie pohybov typu rútenia). Deformácie, zistené na týchto lokalitách (Banská Štiavnica, Demjata a Harmanec) v roku 2004 dilatometrickými meraniami boli zanedbateľné. V rámci fotogrametrických meraní sa v roku 2004 prešlo na metódu digitálnej fotogrametrie, ktorá umožňuje získať komplexnejšie a presnejšie výsledky. V roku 2004 bolo na lokalitách realizované základné meranie

Možno teda konštatovať, že na základe výsledkov monitorovacích meraní v roku 2004 najzávažnejšie nepriaznivé zmeny, preukazujúce pokračujúci zosuvný pohyb boli zaznamenané na lokalitách Veľká Čausa, Bojnice, Okoličné a Ľubietová, lokálne i na zosuvoch Handlová – Kunešovská cesta, Malá Čausa a Hlohovec – Posádka.

Literatúra

- *predchádzajúce správy z monitoringu (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003)*

- Fussgänger, E., Jadroň, D., Banský, M.: Lubietová - prúdový zosun. Závěrečná správa z predbežného inžinierskogeologického prieskumu zosunu. IGHP Žilina. Manuskript, 79 s., 1978
- Fussgänger, E., Smolka, J., Jadroň, D.: Stabilizácia havarijných zosuvov hornej Nitry. In zborník konf. "Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku", Vyd. Iris, s.162-173, Nitrianske Rudno, 1996
- Hric, V., Pánek, M.: Vištuk – sanácia zosuvného územia. Podrobný prieskum. IGHP Žilina. Manuskript, 30 s., 1986
- Jadroň, D.: Svahové poruchy - Okoličné (okres Liptovský Mikuláš). Rigorózna práca. Prírod. fakulta UK, Katedra inž. geológie. Manuskript, 92 s., Bratislava, 1980
- Jadroň, D., Wagner, P., Jelínek, R.: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In zb. referátov z 1. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 83-86, Bratislava, 1998
- Jadroň, D., Mokrý, M.: Handlová – Kunešovská cesta, havarijný zosuv. Závěrečná správa. INGEO, a.s.. Manuskript, 31 s., Žilina, 1999
- Jadroň, D., Mokrý, M., Wagner, P., Fussgänger, E.: Sanácia aktívneho zosuvu vo Veľkej Čausi. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 29-33, Bratislava, 2001
- Korčák, P.: Geodetický monitoring PVE Ipeľ. Závěrečná správa. STU Bratislava, 2004
- Kopecký, M.: Vplyv klimatických a hydrogeologických pomerov na vznik zosuvov. Dizertačná práca. Archív Katedry inžinierskej geológie PRIF UK. Manuskript, 168 s., Bratislava, 2002
- Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha, 1986
- Míka, R., Bolha, E.: Závěrečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s. Bratislava, 2000
- Nemček, A.: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, vyd. Slov akademie vied, 319 s., Bratislava, 1982
- Ondrášik, R., 2004: Vyhodnotenie výsledkov geodetického monitoringu 2004 na lokalite PVE Ipeľ. Expertný posudok. Katedra inžinierskej geológie PRIF UK, 4 s., Bratislava
- Otepka, J., Menzelová, O., Mesko, M. a kol.: Hlohovec - Sereď - prieskum a sanácia zosuvov. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. 141 s. IGHP Bratislava, 1983
- Petro, E., Wagner, P., Polaščinová, E.: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 131-135, Bratislava, 2001
- Šimeček, J.: Zhrnutie výsledkov doterajšieho monitorovania, výsledky monitorovania objektov za rok 2000 a zhodnotenie doterajšieho prieskumu v oblasti Morovnianske sídlisko. Štúdia. Geoekoslužba Handlová. Manuskript, 24 s., 2000
- Wagner, P., Scherer, S., Jadroň, D., Mokrý, M., Vybíral, V.: Analysis of landslide monitoring results. Proceed. of the 1st European Conference on Landslides, A.A. Balkema Publishers, s. 471-476, Praha, 2002