

2.1 ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE

*Autori: P. Wagner, P. Ondrejka, L. Iglárová, L. Petro, P. Liščák, S. Scherer, R. Jelínek
Spolupracovali: D. Drotár, P. Paudiš, D. Magalová, K. Okoličányiová*

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, 2004, 2005). Kvôli úplnosti a zrozumiteľnosti textu preberáme v rámci úvodných podkapitol (2.1.1 až 2.1.3) prevažnú časť základných skutočností zo správ z predchádzajúcich rokov a dopĺňujeme ich aktuálnymi informáciami. Analogicky sú kvôli úplnosti z predchádzajúcich správ prebraté základné charakteristiky jednotlivých lokalít monitorovania (časť 2.1.4).

Riešenie úlohy sa v celom predchádzajúcom období (od roku 1993) vykonávalo formou bodového monitorovania reprezentatívnych lokalít svahových pohybov. Výber týchto lokalít bol založený na kritériu typologickom (podmieňujúcim zastúpenie základných typov svahových pohybov – zosúvania, plazenia a prognózovania pohybov typu rútenia), kritériu regionálno-geologickom (z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát – Matula, Pašek, 1986) a kritériu ekonomickom (podmieňujúcim výber takých lokalít, ktorých monitorovanie je z celospoločenského hľadiska najdôležitejšie a na ktorých je už k dispozícii aspoň základná sieť monitorovacích objektov).

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 aktuálny stupeň celospoločenskej významnosti reprezentatívnych lokalít.

Vzhľadom na to, že v roku 2005 došlo k úpravám štruktúry monitorovaných podsystémov a vznikli požiadavky zaradiť do súboru monitorovaných lokalít ďalšie aktuálne územia svahových pohybov, prehodnotilo sa v roku 2006 zloženie súboru reprezentatívnych lokalít svahových pohybov a vytvoril sa aktualizovaný súbor pre ďalší cyklus monitorovania, začínajúci v roku 2006. Do skupiny prognózovania svahových pohybov typu rútenia boli zaradené niektoré lokality, na ktorých sa v predchádzajúcom období vykonávalo monitorovanie procesov zvetrávania a nachádzajú sa v kontakte s dôležitými objektmi technosféry (cesty, železnice a pod.). Vzhľadom na to, že procesy zvetrávania výrazne oslabujú povrchové časti horninových masívov a podmieňujú postupné znižovanie ich stupňa stability, považujeme pokračujúce merania rýchlosti zvetrávania za nevyhnutnú podmienku objektívneho prognózovania dlhodobej stability stien zárezov a odrezov realizovaných v skalných a poloskalných masívoch.

Súbor reprezentatívnych lokalít, vyčlenený podľa typologického kritéria a dôsledne dodržiavaného kritéria regionálno-geologického je zhrnutý v tab. 2.1.1. Z tabuľky vyplýva pokrytie všetkých oblastí inžinierskogeologického členenia územia slovenských Karpát reprezentatívnymi lokalitami svahových porúch. Pokrytie jednotlivých územných celkov typovými lokalitami čiastočne odzrkadľuje hustotu výskytu svahových porúch v týchto územných jednotkách.

Treba však uviesť, že zaradenie lokalít do určitých inžinierskogeologických územných celkov nie je vždy celkom jednoznačné. Viacero monitorovaných svahových pohybov sa nachádza na hraniciach inžinierskogeologických celkov – v tab. 2.1.1 sú označené symbolom *. Napríklad lokalita Fintice sa nachádza v oblasti flyšových vrchovín avšak v odľučnej časti prúdového zosuvu vystupuje extruzívne teleso neogénnych amfibolicko-pyroxenických a

pyroxenických andezitov. Prevažná časť katastrofálneho handlovského zosuvu z rokov 1960/1961 leží v oblasti vulkanických hornatín avšak jeho akumulácia zasahuje do oblasti vnútrohorských kotlín. Vo veľmi komplikovanom prostredí vznikol zosuv na okraji obce Ľubietová. I keď územne patrí do oblasti vulkanických hornatín, jeho odľučná časť sa nachádza v neogénnom sedimentárno-vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky) s blokmi aglomerátových tufov a tufitov po okrajoch a s paleogénnymi sedimentmi flyšoidného charakteru pod takmer celým telom zosuvu. V podloží čela zosuvu vystupujú spodnotriasové hrubolavicovité až masívne kremence. Prevažná časť zosuvu vo Veľkej Čausi je síce situovaná do oblasti vnútrohorských kotlín, avšak pri jeho vzniku a vývoji mala zásadný význam prítomnosť rigidných vulkanických hornín v hornej časti svahu. Problematické je i zaradenie lokality Malá Čausa, ktorá sa nachádza v oblasti vnútrohorských kotlín. Napriek tomu, že v kvartérnom pokryve sa nachádzajú i úlomky vulkanických hornín, svahové poruchy vznikli v prostredí sedimentov šlirového súvrstvia miocénneho veku.

Vzhľadom na uvedené skutočnosti ako aj na fakt, že vývoj každého monitorovaného zosuvu primárne ovplyvňuje geologická stavba prostredia, v ktorom sa nachádza (a ktorá nemusí dostatočne vystihovať charakter danej oblasti podľa regionálneho inžinierskogeologického členenia) sme vytvorili niekoľko účelovo zjednodušených modelov prostredia, v ktorých sa nachádzajú vybrané monitorované lokality:

- Neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi;
- Neogénne sedimenty (piesky, íly, slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovcy);
- Sedimenty flyšového charakteru (striedanie pieskovcov a ílovcov prevažne paleogénneho veku);
- Skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku.

Okrem takéhoto účelového zjednodušenia geologickej stavby je nevyhnutné pri výbere reprezentatívnych lokalít zohľadniť ich aktuálnu celospoločenskú dôležitosť, ako aj stav monitorovacej siete. Uvedené skutočnosti podmieňujú rozsah aplikovaných monitorovacích metód, ako aj frekvenciu meraní. Na základe uvedených kritérií sme lokality rozdelili do troch skupín významnosti:

- Lokality veľmi významné (ide o svahové poruchy, ktoré aktuálne ohrozujú významné objekty technosféry, prejavy ich aktivity boli zaznamenané v nedávnej minulosti a existujúca monitorovacia sieť umožňuje aplikovať súbor monitorovacích meraní s dostatočnou frekvenciou);
- Lokality významné (predstavujú svahové poruchy čiastočne stabilizované alebo nachádzajúce sa mimo významných objektov technosféry s monitorovacou sieťou, umožňujúcou vykonávať iba niektoré zo základného sortimentu monitorovacích meraní);
- Lokality menej významné (ide o svahové poruchy, ktoré sú stabilizované a ich význam je z celospoločenského hľadiska v súčasnosti nižší, nemožno však vylúčiť ich opätovnú aktivizáciu v súvislosti s rôznymi činnosťami – napr. výstavbou nových objektov). Monitoring na týchto lokalitách má prevažne udržiavací charakter a v prípade potreby sa môže jeho rozsah i frekvencia zväčšiť a lokality môžu byť preradené do vyššej kategórie významnosti.

Zoradenie jednotlivých monitorovaných lokalít na základe zohľadnenia zjednodušených typových modelov horninového prostredia a celospoločenskej významnosti pozorovaných svahových porúch je v tab. 2.1.2, situovanie jednotlivých lokalít je na obr. 2.1.1. Vzhľadom na rozdielnosť monitorovacích metód, aplikovaných pre rôzne typy svahových porúch je práve typ svahovej poruchy primárnym kritériom členenia súboru lokalít. Rôznosť charakteru svahových pohybov v rôznych geologických prostrediach podmieňuje druhú úroveň členenia súboru hodnotených lokalít. Konečným kritériom je rozdelenie lokalít podľa celospoločenskej

dôležitosti. V súlade s poradím reprezentatívnych lokalít, uvedeným v [tab. 2.1.2](#) je aj postupnosť ich opisu v podkapitole 2.1.4.

Vzhľadom na pokrytie všetkých územných jednotiek inžinierskogeologického členenia slovenských Karpát modelovými lokalitami svahových porúch, ako aj na zistené analógie v ich správaní v rôznych typoch horninového prostredia zostáva naďalej odôvodnenou predstava postupného prechodu od bodového k celoplošnému monitorovaniu aktivity svahových porúch na celom území Slovenska.

2.1.2 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

Súborný prehľad používaných metód monitorovania svahových pohybov je uvedený v [tab. 2.1.3](#).

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 poľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE) a režimové pozorovania, ktoré analyzujú vývoj hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody. Od roku 2005 sú na dvoch spoločensky najvýznamnejších lokalitách (Veľká Čausa a Okoličné) inštalované v nových hydrogeologických vrtoch automatické hladinometry s varovným systémom, ktoré počas roku 2006 pracovali v skúšobnej prevádzke. Súčasťou režimových pozorovaní je aj analýza zrážkových pomerov v príslušnom území.

Pri monitorovaní priečných deformácií prekrytého oceľového potrubia, prevádzajúceho tok Handlovky a Nepomenovaného potoka na lokalite Stabilizačného násypu v Handlovej sa okrem vyššie uvedených metód používajú i konvergenčné merania, ktoré vzhľadom na špecifickosť riešenej problematiky v [tab. 2.1.3](#) neuvádzame.

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).

Pri monitorovaní stability skalných zárezov sa v roku 2006 aplikovali metódy digitálnej fotogrametrie. Naďalej sa používali merania pomocou rôznych typov dilatometrov (tyčový dilatometer Somet a meradlo posuvov). V pomerne širokom rozsahu sa na lokalitách svahových pohybov typu rútenia aplikovalo meradlo mikromorfologických zmien povrchu horniny (Jánová, Liščák, 2002), ktorým možno zaznamenať rýchlosť úbytku hmôt, čo predstavuje cennú informáciu o stálosti a odolnosti hornín voči pôsobeniu exogénnych činiteľov a v konečnom dôsledku o dlhodobej stabilite horninového prostredia.

Z dôvodov väčšej prehľadnosti a zrozumiteľnosti výsledkov monitorovania z rôznych lokalít pokračovalo i v roku 2006 hodnotenie výsledkov meraní s použitím semikvantitatívnej hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť veľkosť nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilitného stavu v mieste meraného objektu. Škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný (nemieni sa) stav, druhý je typický pre mierne až stredné prejavy aktivity a tretí znamená výrazné prejavy aktivity, vedúce k nestabilite svahu. Pri grafickom vyjadrení sa pre merania, uskutočnené viackrát za rok (napríklad merania poľa PEE) zobrazovalo najmenej priaznivé hodnotenie v rámci daného obdobia (teda celého roku).

Hodnotiace kritériá sú zhrnuté v [tab. 2.1.4](#). 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 2005 a 2006 je uvedené v prílohovej časti a umožnilo na lokalitách s najhustejšou sieťou objektov a frekvenciou meraní vykonať i komplexné posúdenie stabilitného stavu, založené na výsledkoch monitorovacích meraní (lokality Veľká Čausa a Okoličné).

Pri spracovaní režimových pozorovaní sa v roku 2006 používal spôsob semikvantitatívneho hodnotenia, vypracovaný v roku 2004. Ide o hodnotenie hĺbky hladiny podzemnej vody (hpv) a jej zmien na základe tzv. referenčných hodnôt a frekvencie kolísania úrovne hladiny podzemnej vody. Spôsob odvodenia referenčných hodnôt je vyjadrený na obr. 2.1.2 a konečná stupnica pre posudzovanie aktuálneho stavu hpv z hľadiska stability svahu v hodnotenom období (napr. kalendárneho roka) je definovaná v tab. 2.1.5.

V nadväznosti na hodnotenia výsledkov ostatných monitorovacích meraní bola 7-stupňová škála zredukovaná do 3 základných stupňov (v prílohách k jednotlivým lokalitám sú uvedené v hodnotiacom stĺpci v zátvorke). Za určitú výnimku z hodnotenia považujeme prípad, ak väčší piezometrický tlak podzemnej vody spôsobuje, že voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu. I keď množstvo vytekajúcej vody by bolo možné hodnotiť podľa kritérií pre výdatnosť odvodňovacích zariadení, domnievame sa, že nepriaznivosť samotného javu z hľadiska stabilitných pomerov treba zvýrazniť samostatným hodnotiacim stupňom (stupeň 8 v hodnotiacej škále – tab. 2.1.5) a v grafickom výstupe vyjadriť najvyšším (najmenej priaznivým) – tretím základným stupňom.

V roku 2006 došlo k určitým spresneniam systému semikvantitatívneho hodnotenia hĺbky hladiny podzemnej vody v rámci odvodenia referenčných hodnôt. Preto na obrázkoch – situačných mapkách jednotlivých lokalít uvádzame iba výsledné hodnotenie za rok 2006, ktoré považujeme za základné a s ktorým budeme porovnávať hodnotenia v budúcich rokoch. Navyše, vyjadrenie stavu hladiny podzemnej vody iba za jeden rok sprehládni príslušný grafický výstup, ktorý sa tak stáva lepšie čitateľným, zvlášť na niektorých lokalitách (napr. Liptovská Mara, Handlová – Morovnianske sídlisko a na ďalších).

Vzhľadom na rôznu frekvenciu meraní na rôznych lokalitách, ako aj možné výpadky meraní sa do hodnotenia zaviedol i tzv. stupeň spoľahlivosti, vyjadrujúci hustotu meraní na jednotlivých lokalitách a teda i vierohodnosť získaných výsledkov.

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilitného stavu v podstate nie je možná. Zvýšenie výdatnosti objektov nemožno totiž jednoznačne hodnotiť ako priaznivý jav a naopak, zníženie výdatnosti môže znamenať priaznivú i nepriaznivú skutočnosť (suchý rok, alebo postupné zanášanie odvodňovacích objektov). Napriek tomu sa pri hodnotení zaviedla trojstupňová klasifikácia, vyjadrujúca priemernú výdatnosť objektu v hodnotenom období (priemerná výdatnosť do 1 l.min^{-1} , v rozmedzí 1 až 3 l.min^{-1} a nad 3 l.min^{-1} – tab. 2.1.5), ktorá sa však nevzťahuje na účelové hodnotenie aktuálnej stability svahu na základe stavu tohto parametra.

Problematická je i interpretácia a spôsob vyjadrenia hodnôt podľa PEE. Kým základné zhodnotené údaje sú kompletne uvedené v prílohových častiach, v grafickom vyjadrení v situačnej mapke pre aktuálny a predchádzajúci rok uvádzame najnepriaznivejšie hodnoty, zaznamenané v danom vrte v ľubovoľnej hĺbke a v ľubovoľnom čase. Pri vyjadrení priebehu zmien za dlhšie časové obdobie je upresnený časový údaj namerania danej nepriaznivej hodnoty ako aj zjednodušene hĺbka nameraného prejavu – merania sa interpretujú samostatne pre pripovrchový horizont (do hĺbky cca 5 m) a pre hĺbku masívu nad úrovňou predpokladanej šmykovej plochy.

2.1.3 Frekvencia zberu údajov

Frekvencia zberu údajov je podmienená viacerými faktormi:

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

Vo všeobecnosti platí, že frekvencia pozorovaní je o to hustejšia, čím je lokalita z celospoločenského hľadiska dôležitejšia. Najväčšia frekvencia meraní sa aplikuje vtedy, ak ide o aktívne sa rozvíjajúci pohyb. V takomto prípade sa i finančne najnáročnejšie metódy (geodetické a inklinometrické) používajú v kratších intervaloch (týždenných, mesačných). V prípade ukľudnenia pohybu sa pravidelné monitorovacie merania aplikujú s podstatne menšou frekvenciou (nákladnejšie merania zvyčajne až s ročným intervalom). Výnimkou sú iba režimové pozorovania. Najvhodnejšou metódou na získanie kontinuálnej informácie o kolísaní hladiny podzemnej vody sú merania automatickými hladinomerami, z hľadiska pohotovosti získania informácií opatrené on-line systémom prenosu údajov.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 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 správach z predchádzajúcich rokov. Preto sa pri opise jednotlivých lokalít sústreďujeme na hodnotenie výsledkov monitorovania za obdobie roku 2006. Štruktúra opisu je podobne, ako v hodnotiacich správach z predchádzajúcich rokov nasledujúca:

- Stručná charakteristika lokality (uvádza sa iba z dôvodu úplnosti a zrozumiteľnosti textu a je v podstate zhodná s opisom z predchádzajúcich rokov);
- Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006, spravidla 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 2006 alebo – pri niektorých typoch meraní – do momentu posledného merania, uskutočneného v roku 2006. V rámci každej monitorovacej metódy sa najprv hodnotia výsledky meraní za roky 2005 a 2006 (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 – obr. 2.1.3) vystupujú rigidné vulkanické horniny (andezity, aglomerátové tufy), ktoré ležia na plastickom súvrství neogénnych sedimentov, prevažne ílov a ílovcov. Neogénne súvrstvie je subhorizontálne uložené na paleogénnych flyšových horninách. V dôsledku takejto geologickej stavby zrážková voda preniká cez puklinovo priepustné vulkanické horniny, hromadí sa na kontakte s nepriepustnými neogénnymi polohami a vytvára viacero tlakových horizontov. Náchylnosť územia na zosúvanie sa prejavila opakovanými aktivizáciami svahových pohybov (v rokoch 1969, 1974 až 1975, 1985). Prieskumné, sanačné i monitorovacie aktivity boli v rámci širšieho zosuvného územia sústredené iba na tú jeho časť, ktorá bezprostredne ohrozuje obec. 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 2005 a 2006

Pohybová aktivita zosuvného územia sa krátkodobo monitorovala počas predchádzajúcich etáp prieskumu a sanácie svahu (prakticky od roku 1969) a postupne sa kompletizovala i sieť monitorovacích objektov. Systematické monitorovanie aktívneho zosuvného územia a jeho okolia sa vykonáva od roku 1995 (Wagner et al., 2002). Aktuálna sieť monitorovacích objektov na lokalite je znázornená na obr. 2.1.4 A, B, C.

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006, sú zhrnuté v tab. 2.1.6.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2005 boli zaznamenané celkovo málo výrazné hodnoty premiestnení meracích bodov. Najvýraznejší posuv nastal pri bodoch P-13 (27,51 mm) a P-21 (17,26 mm) za obdobie 12,5 mesiaca; v bode P-27 bol zaznamenaný pokles 18 mm za rovnako dlhé obdobie (obr. 2.1.4A a príl. 1.1). Vektor pohybu bodu P-13 je však v smere proti sklonu svahu, čo dokumentuje buď lokálny posuv alebo podklzavanie meracieho bodu, resp. vonkajší zásah.

V roku 2006 boli väčšie pohyby zaznamenané severozápadne od hraníc aktívneho zosuvu (bod P-2 polohová zmena 33,24 mm a bod P-11 pokles 24 mm za obdobie cca 13 mesiacov, čo predstavuje rýchlosť pohybu 29,79 mm.rok⁻¹, resp. 22,15 mm.rok⁻¹). Uvedené pozorovanie môže indikovať obnovujúcu sa aktivitu prostredia a náznaky rozširovania zosuvného územia v miestach, kde neboli vykonané žiadne sanačné opatrenia. Priamo v prostredí monitorovaného zosuvu bolo najvýraznejšie premiestnenie zistené v bode P-17 (pokles 23 mm, čo predstavuje rýchlosť poklesu 21,23 mm.rok⁻¹ – Němec in Grenčíková et al., 2006). Zaznamenaná hodnota poklesu ilustruje celkový trend poklesávania zosuvného územia, ktorý vyplýva i z vizuálnych terénnych pozorovaní.

Z dlhodobejšieho hľadiska po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich 20 rokoch dosiahli pri bodoch P-16 a P-17 sumárnu hodnotu až okolo 2 metrov nastal v ostatných rokoch útlm pohybovej aktivity. Výsledky merania, uskutočneného v rokoch 2005 a 2006 ilustrujú celkovú zníženu pohybovú aktivitu v zosuvnom území (obr. 2.1.5).

b/ Inklinometrické merania

V roku 2005 boli najväčšie deformácie zaznamenané vo vrtoch VE-4 (5,25 mm.rok⁻¹ v hĺbke 4 m), VČ-10 (4,19 mm.rok⁻¹ v hĺbke 6,4 m) a VČ-8 (3,83 mm.rok⁻¹ v hĺbke 12,7 m). Vrt VČ-11 bol priechodný iba do hĺbky 8,9 m a pre ďalšie merania metódou presnej inklinometrie sa stal nepoužiteľný.

V roku 2006 boli najväčšie deformácie namerané vo vrte VČ-8 (11,95 mm v hĺbke 6,7 m za obdobie cca 15 mesiacov, čo predstavuje rýchlosť pohybu 8,81 mm.rok⁻¹, ale i v hĺbke 12,7 m rýchlosť pohybu 7,5 mm.rok⁻¹ – Lenková in Grenčíková et al, 2006). Významnejšie pohyby boli namerané i vo vrtoch VE-4 a VČ-1 (obr. 2.1.4A, príl. 1.1). Možno konštatovať, že po ustrihnutí vrtu VČ-11 v roku 2005 najvýraznejšia pohybová aktivita svahového pohybu je sústredená v západnej časti monitorovaného zosuvu.

Z analýzy vývoja pohybovej aktivity, zaznamenatej inklinometrickými meraniami vyplýva, že po extrémne veľkých pohyboch (výrazne presahujúcich rýchlosť 20 mm. rok⁻¹,

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. 2.1.5). Určitá pohybová aktivita pretrváva v západnej časti zosuvného územia na hlbšie položených šmykovej ploche, čo potvrdili i merania v rokoch 2005 a 2006 (predovšetkým vo vrte VČ-8, ale i vo vrtoch VE-4 a VČ-1).

c/ Merania povrchových reziduálnych napätí

V roku 2005 bol zaznamenaný celkový mierny nárast tlakových napätí v strednej časti svahu (najväčší v bode RN-05). Výrazná zmena charakteru napätia z tlaku na ťah bola zistená v bode RN-32 (obr. 2.1.4B, príl. 1.1). Najvyššia absolútna hodnota napätia bola nameraná v bode RN-35, avšak v porovnaní s predchádzajúcim meraním nejde o veľmi výrazný nárast.

V roku 2006 bol práve v bode RN-35 zaznamenaný výrazný pokles tlakového napätia a jeho zmena na ťahové napätie. Podobný priebeh napätí, avšak v menšom absolútnom rozsahu hodnôt bol nameraný i v bode RN-12 (Grenčíková et al., 2006). Ide pravdepodobne o proces rozvolňovania hmoty, ktorá sa porušila v dôsledku pôsobenia vysokých tlakových napätí, čo v konečnom dôsledku viedlo k vzniku ťahových trhlín.

Vývoj povrchovej napätosti ilustrujú jej dlhodobé zmeny vo vybraných bodoch (obr. 2.1.5). Dlhodobou prevláda tendencia zachovania až mierneho znižovania tlakových napätí, prechádzajúca až do zmeny tlaku na ťah. V roku 2006 možno konštatovať ustálený stav napätosti s tendenciou mierneho znižovania tlakových napätí a prechodu k nízkym hodnotám ťahového napätia.

d/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Jarným meraním v roku 2005 bola preukázaná najvyššia aktivita poľa PEE vo vrte VČ-11 v hĺbke 9 m. Vysoká hodnota aktivity v tomto vrte pretrvávala i pri jesennom meraní, keď bola zaznamenaná vyššia hodnota poľa i vo vrtoch VČ-12 a VČ-13 (obr. 2.1.4B a príl. 1.1).

V roku 2006 zotrval najvyšší napätostný stav v okolí vrtu VČ-11. Pomerne vysoký stupeň aktivity napätostného poľa bol zaznamenaný i vo vrtoch VE-4 a VČ-9 (prakticky v celej hĺbke vrtovej – Vybíral, 2006), čo potvrdzuje predstavu o väčšej aktivite svahového pohybu v západnej časti zosuvu. Rozdiely vo výsledkoch jarného a jesenného cyklu merania sú málo výrazné, mierne vyšší napätostný stav bol zaznamenaný počas jesenného merania.

Dlhodobý vývoj poľa PEE v pripovrchovej zóne (do hĺbky cca 5 m) i v hĺbke masívu vo vybratých vrtoch je znázornený na obr. 2.1.5. Vo všeobecnosti možno konštatovať značný rozkyv napätí od roku 1999, spôsobený pravdepodobne reakciou masívu na jeho odvodnenie horizontálnymi vrtnami. I v rokoch 2005 a 2006 bol nameraný v jednotlivých vrtoch značný rozkyv hodnôt, bez prevládajúceho spoločného trendu vývoja napätí, pričom rozkyv hodnôt sa pohybuje hlavne v rámci stupňov aktivity 2 a 3.

e/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Priemerná hodnota hĺbky hladiny podzemnej vody v meraných vrtoch v roku 2006 (oproti roku 2005) pomerne výrazne stúpila (z 6,95 m na 6,09 m, teda o 0,86 m). Kým v roku 2005 bol zaznamenaný najväčší rozkyv hladiny vo vrte VČ-4 (6,89 m), v roku 2006 boli najvyššie rozkyvy namerané vo vrtoch M-14 (8,63 m) a ŠS-1 (7,45 m). Semikvantitatívne zhodnotenie kolísania hladiny podzemnej vody v roku 2006 je na obr. 2.1.4C a primárne údaje sú spracované v príl. 1.1. Uvedené základné informácie potvrdzujú, že rok 2006 bol podstatne nepriaznivejší z hľadiska hydrogeologických pomerov, ovplyvňujúcich stabilitu svahu. V úrovni podzemnej vody sa nepriaznivo prejavilo náhle (v týždni na prelome marca a apríla) roztopenie veľkého množstva snehu po dlhotrvajúcej tuhej zime.

Kolísanie úrovne hladiny podzemnej vody v roku 2006, zaznamenané automatickými hladinomerami, umiestnenými vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 je znázornené na obr. 2.1.6. Výrazné

kolísanie vrchného horizontu podzemnej vody zachytil hladinomer vo vrte VČ-8 (rozkyv až 3,67 m). Celkove je priebeh hladín v obidvoch hladinomeroch podobný – vysoká úroveň hladiny bola zaznamenaná v období až do začiatku júla. Trend poklesu úrovne hladiny trval až do konca októbra (napriek zvýšeným zrážkam, ktoré sa však v letnom období v značnej miere odparili). Podobný charakter úrovne hladiny podzemnej vody počas roku 2006 zaznamenal i automatický hladinomer s varovným systémom vo vrte AH-1 (obr. 2.1.7). Vzhľadom na extrémne stavy hladiny podzemnej vody v roku 2006 predpokladáme, že úroveň, zaznamenaná na prelome mesiacov marec a apríl 2006 bude považovaná za kritickú pri nastavovaní hodnôt pre spustenie varovnej signalizácie (hodnota 2,27 m pod povrchom terénu, dosiahnutá 29.3.2006). Zmeny úrovne hladiny podzemnej vody názorne ilustrujú i zmeny jej teploty – od minimálnych hodnôt v období roztopenia snehu (okolo 7 °C) až po maximálne hodnoty v období poklesu úrovne hladiny (až takmer 10 °C – obr. 2.1.7).

Z dlhodobého hľadiska je pomerne pravidelný ročný cyklus zmien hĺbok hladiny podzemnej vody 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. 2.1.8). Počas roku 2005 možno pozorovať, že účinok odvodnenia svahu z roku 1998 podľa piezometra VČ-4 (Z časť svahu) sa znižuje a v októbri 2005 nadobudla hladina podzemnej vody krátkodobo vyšší stav ako pred odvodnením, v roku 2006 však neboli zaznamenané výraznejšie extrémny (čo pravdepodobne súvisí so zvýšenými výdatnosťami odvodňovacích zariadení, zachytávajúcimi nárazové zvýšenia hladiny podzemnej vody pri jarnom topení snehu). Vo vrte VČ-7 vo vrchnej časti svahu (nad trojicou horizontálnych vrto VV-107 až 109) je hladina podzemnej vody po úspešnom odvodnení svahu v roku 1998 trvale poklesnutá. Hladina podzemnej vody vo vrte VČ-5 (V časť svahu v blízkosti bázy zosuvu) stúpala počas zimných období rokov 2005 i 2006 a veľkosť maxima dosiahla podobné hodnoty ako v predchádzajúcich rokoch, ale priemerná hladina podzemnej vody je bližšie k povrchu, čo odzrkadľuje nižší odvodňovací efekt horizontálneho vrtu VV-110, ktorého výdatnosť od polovice roku 2004 výrazne poklesla.

f/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení preukázali výrazný rozdiel medzi hydrogeologickými pomermi v roku 2005 a 2006. Priemerná výdatnosť 7 meraných odvodňovacích vrto stúpala v roku 2006 o viac ako 10 l.min⁻¹ oproti roku 2005 (z 10,5 na 21,23 l.min⁻¹). Najvyššiu výdatnosť dlhodobo dosahujú vrty VV-108, VV-109 a predovšetkým VV-110 (až 10,66 l.min⁻¹ v roku 2006). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.1 a semikvantitatívne sú vyjadrené na obr. 2.1.4C.

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.8. Vplyvom úspešných odvodňovacích vrto začala od októbra 1998 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov výrazne stúpať. Predpokladáme, že nerovnovážny stav, teda pokles hladiny podzemnej vody a zníženie zásob podzemnej vody v súvislosti s realizáciou podpovrchového drenážneho systému trval až do konca roku 1999. 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 stúpala na 20,52 l.min⁻¹; v roku 2003 poklesla na 19,5 l.min⁻¹ a v roku 2004 pokles pokračoval na 12,36 l.min⁻¹. Pokles výdatnosti meraných drenážnych prvkov na zosuve

pokračoval i v roku 2005 a priemerná výdatnosť bola $10,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Výrazný nárast celkovej výdatnosti bol zaznamenaný v roku 2006, keď dosiahol približne úroveň roku 2000.

g/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno.

Ak porovnáme priemerný zrážkový úhrn za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2004 zo stanice Prievidza (660,9 mm) a zo stanice Ráztočno (predstavuje 759,1 mm) so zrážkovým úhrnom v roku 2005 (ktorý bol 799,9 mm v Prievidzi a 889,6 mm v Ráztočne), predstavuje 121,0 % (Prievidza), resp 117,2 % (Ráztočno) dlhodobého priemeru, čo podľa zaužívanej metodiky charakterizuje rok 2005 ako vlhký. Ročný úhrn zrážok v roku 2006 na stanici Prievidza bol 565,9 mm (85,58 % dlhodobého priemeru), čo charakterizuje suchý rok a na stanici Ráztočno bol 722,6 mm (95,2 % dlhodobého priemeru), čo charakterizuje normálny rok.

Uvedené skutočnosti názorne ilustrujú, že ročné úhrny zrážok majú z hľadiska vhodnosti (resp. nevhodnosti) podmienok na aktivizáciu svahových pohybov veľmi nízku výpovednú hodnotu. Bez analýzy aspoň mesačných úhrnov zrážok a príslušných hodnôt evapotranspirácie nemožno usudzovať, či v danom roku boli priaznivé podmienky na vznik zosuvných udalostí. Extrémne rýchle roztopenie veľkého množstva snehu v jarných mesiacoch roku 2006 vytvorilo veľmi priaznivé podmienky pre vznik a aktivizáciu zosuvov, čo sa prejavilo prakticky na celom území Slovenska. Hodnotenie roku 2006 na základe ročného zrážkového úhrnu je preto z daného účelového hľadiska veľmi málo výstižné.

Zhodnotenie stabilitného stavu zosuvného svahu

Stabilitné pomery zosuvného územia sa modelovali v dvoch paralelných profiloch (1-1' a 2-2'), orientovaných v smere spádnic svahu (obr. 2.1.4A). Východnejší profil 1-1' v severnej časti svahu ohraničuje výrazná morfológická elevácia. V južnej, vyššie položenej časti svahu je profil ohraničený kótu 340,0 m n. m.. Dĺžka profilu je 183,6 m a jeho celkové prevýšenie dosahuje 21,0 m. O niečo dlhší je profil 2-2' v západnejšej časti svahu, ktorý je vedený od severnej, najnižšie položenej časti svahu so zástavbou, naprieč príhľadným zosuvným svahom, cez aktívnu odľučnú oblasť, až po kótu 346,0 m n. m.. Celková dĺžka profilu je 256,7 m s prevýšením 29,8 m.

Stupeň bezpečnosti bol určovaný na piatich šmykových plochách, pričom v profile 1-1' sa uvažovalo s jednou šmykovou plochou a v profile 2-2' so štyrmi parciálnymi šmykovými plochami.

V rámci generalizácie inžinierskogeologických vlastností zemín sa v obidvoch profiloch uvažovalo len s jedným litologickým typom hornín. Profil 1-1' prechádza deluviálnymi sedimentmi, ktoré sú tvorené ílom tuhej až mäkkej konzistencie s polohami štrkov. Pre toto prostredie sa po generalizácii existujúcich údajov dosadili zovšeobecnené parametre vlastností – objemovej tiaže ($\gamma = 19,7 \text{ kNm}^{-3}$), uhla vnútorného trenia ($\varphi = 11,0^\circ$) a súdržnosti ($c = 0$). Profil 2-2' podobne ako profil 1-1' prechádza delúviom (obr. 2.1.9), no nachádza sa v ňom väčší obsah úlomkov z podložných ílovcov. V súlade s tým boli upravené i vstupné hodnoty parametrov vlastností zeminy ($\gamma = 19,1 \text{ kNm}^{-3}$, $\varphi = 11,0^\circ$ a $c = 0 \text{ kPa}$).

Záznam o režime hladiny podzemnej vody (h_{pv}) pochádza z viacerých vrtov, ktorých počet je počas hodnoteného obdobia veľmi premenlivý. Najpravidelnejšie boli merané vrty v profile 1-1' (VČ-5, VČ-6, M-14, VČ-7 a VČ-11). V profile 2-2' je počas celého hodnoteného obdobia kompletná informácia o hladine podzemnej vody len z vrtu VČ-8, v ktorom meranie zabezpečuje automatický hladinomer s hodinovým intervalom záznamu.

Vstupné parametre pre zostavenie výpočtového modelu sú uvedené v samostatnej štúdii (Míka, Ondrejka, 2006).

Stupeň bezpečnosti (Fs) bol počítaný Sarmovou metódou na vybraných šmykových plochách vo vytýčených profiloch v období cca desiatich kalendárnych rokov (1997 až 2006) pre viaceré stavy hladiny podzemnej vody (Míka, Ondrejka, 2006). Hlavnú pozornosť venujeme hodnote stupňa bezpečnosti pre stav, keď hladina podzemnej vody v hodnotenom období predstavovala najväčšie riziko aktivizácie svahového pohybu. Ide o hodnoty keď priemerná hladina podzemnej vody, zmeraná vo všetkých objektoch v rovnakom čase na celej lokalite bola najvyššie (teda najbližšie k povrchu terénu, tzv. „najnepriaznivejšia hladina“) v porovnaní s priemernými hodnotami hladiny podzemnej vody, zistenými pri meraniach v iných časových obdobiach.

V profile 2-2' sa vzhľadom na nedostatok vstupných údajov neuvažovalo s takýmto najnepriaznivejším stavom hladiny podzemnej vody, ale stabilita sa posudzoval na základe dosiahnutých maximálnych stavov hladiny podzemnej vody z obdobia rokov 1997 – 2000. V porovnaní s hodnotou takzvaného najnepriaznivejšieho stavu má maximálna hodnota nižšiu výpovednú hodnotu, pretože dosiahnuté maximálne stavy hpv neboli zaznamenané počas jedného merania, ale sú rozptýlené v rámci hodnoteného ročného obdobia.

V profile 1-1' je stupeň bezpečnosti počítaný kontinuálne od roku 1997 až do roku 2006 (obr. 2.1.10). Počas tohto obdobia je možné sledovať postupný pokles stupňa stability. Aj keď ani v jednom prípade nedošlo vplyvom zmien hpv k dosiahnutiu medznej stability, od roku 2001 najnepriaznivejšie stavy hladiny podzemnej vody každoročne predstavujú čoraz väčšie riziko jeho dosiahnutia. Ako stabilítne najnepriaznivejší sa javí rok 2006. V profile 2-2' v období rokov 2001 až 2004 pre nedostatok informácií o vývoji hpv, stupeň bezpečnosti nebol stanovený. Pokles stupňa bezpečnosti vplyvom maximálnej zaznamenatej hladiny podzemnej vody bol najvýraznejší v období rokov 1997 – 2000. Aj keď stupeň bezpečnosti na I. II. a IV. šmykovej ploche sa počas viacerých hodnotených období nachádza pod úrovňou medznej rovnováhy, reálny stupeň bezpečnosti je o niečo vyšší. Dokazuje to aj vývoj stupňa bezpečnosti, ktorý bol stanovený v profile 1-1' na základe tzv. najnepriaznivejšej hladiny podzemnej vody (obr. 2.1.10a) a na základe dosiahnutých maxím počas hodnoteného roku (obr. 2.1.10b). Vysvetlenie tohto rozdielu spočíva v tom, že namerané maximá hpv neboli dosiahnuté v jeden moment, ale počas celého hodnoteného roku. Hodnotený rok 2006 kopíruje stav s predošlého roku ako i z roku 2001 (obr. 2.1.10).

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. 2.1.4](#). Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na [obr. 2.1.11](#). Pre porovnanie uvádzame i výsledky hodnotenia podľa tých istých kritérií pre stav z predchádzajúceho obdobia.

Z komplexného hodnotenia za obdobie od júna 2005 po september 2006 vyplýva, že najvýraznejšie prejavy pohybovej aktivity zosuvu sa sústredili do jeho odlučnej oblasti, predovšetkým v západnej časti zosuvného územia. Vo východnej časti odlučnej oblasti dochádza k určitému doznievaniu zvýšeného napätostného stavu po ustrihnutí vrtu VČ-11. Aktivizácia v miestach odlučnej oblasti zosuvu je viazaná prevažne na hlbšie šmykové plochy. Celkovo však treba konštatovať, že realizované hĺbkové odvodnenie svahu sa prejavilo veľmi pozitívne v extrémnych podmienkach, ktoré boli na celom území Slovenska v jarných mesiacoch roku 2006 a viedli k vzniku množstva nových zosuvných udalostí. Odvodňovacie vrty na lokalite Veľká Čausa dokázali v podmienkach, ktoré vznikli na prelome marca a apríla 2006 odvieť nadbytočné množstvo vody (čo sa prejavilo na výraznom zvýšení ich výdatnosti) a eliminovať tak vznik výraznejších pohybov, o čom svedčia výsledky geodetických a inklinometrických meraní.

Napriek tomuto pozitívnemu konštatovaniu treba opätovne zdôrazniť, že na území zosuvu sa stále nevykonala jeho dôsledná rekultivácia a napriek viacerým upozorneniam sa nerealizuje údržba sanačných zariadení (pritom starnutie, teda zanášanie odvodňovacích vrtov je zákonité a ich funkčnosť je bez údržby – pravidelného prečisťovania – časovo ohraničená). V dôsledku týchto nepriaznivých skutočností sa morfológia terénu vyvíja nepriaznivo – prehlbujú sa bezodtokové depresie, v ktorých je trvalo sústredená voda. Nepriaznivé dôsledky tohto stavu sa prejavujú i na výsledkoch výpočtového hodnotenia stupňa stability (jeho postupné znižovanie preukázané v profile 1-1').

Vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality a jej aktuálny stav považujeme za potrebné ponechať rozsah i frekvenciu monitorovania na rovnakej úrovni. Na základe výsledkov skúšobnej prevádzky a skúseností z roku 2006, ktorý bol z hľadiska hydrogeologických podmienok extrémny, bude možné nastaviť limitnú úroveň hladiny podzemnej vody pre varovné signalizačné zariadenie inštalované vo vrte AH-1.

Orgány miestnej samosprávy (starosta obce) boli na nepriaznivý vývoj morfológie zosuvného terénu a nevyhnutnosť vykonania údržby sanačných zariadení upozornené listom dňa 29. mája 2006.

2.1.4.2 Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko

Stručná charakteristika lokality

Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová (obr. 2.1.12). 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. 2.1.13). 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, ktoré sú označené písmenom P – obr. 2.1.13).

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. 2.1.13):

- 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 2005 a 2006

Z monitorovacích metód sa na lokalite vykonávali iba režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtov. Počty a označenia

jednotlivých monitorovacích objektov sú zhrnuté v tab. 2.1.7. Existujúca sieť geodetických bodov sa neudržiava a geodetické merania sa nevykonávajú.

Vyhodnotenie režimových pozorovaní za roky 2005 a 2006

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Výrazný rozkyv hladiny v roku 2005 (až takmer 8 m) zaznamenal automatický hladinomer umiestnený vo vrte P-17. Najvýraznejšia zmena bola zachytená koncom marca, keď podzemná voda sa počas niekoľkých dní nachádzala nad úrovňou terénu. Po dlhodobom poklese úrovne hladiny došlo k veľmi prudkému stúpnutiu v prvých dňoch decembra 2005. Podobný priebeh hladiny zaznamenal i automatický hladinomer vo vrte P-19, avšak absolútne zmeny úrovne neboli tak výrazné. Analogický charakter kolísania hladiny podzemnej vody zachytili obidva hladinometry i v roku 2006 (vo vrte P-17 hodnota rozkyvu presiahla 8 m). Po maximálnych úrovniach, dosiahnutých v druhej polovici marca 2006 pokles úrovne hladiny podzemnej vody trval až do konca decembra (obr. 2.1.14). Z novších vrtov, meraných pozorovateľom bol najväčší rozkyv hladiny zaznamenaný vo vrte P-15 (až 15,05 m – príl. 1.2). V rámci 35 novších vrtov (označených písmenom P) stúpila priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2006 (oproti roku 2005) o 1,17 m (z hodnoty 7,47 m na hodnotu 6,31 m pod úrovňou terénu). Toto výrazné stúpnutie hladiny v celom zosuvnom území indikuje zo stabilného hľadiska nepriaznivú skutočnosť, ktorá sa môže prejaviť v aktivizácii pohybu zosuvných hmôt. Výrazné stúpnutie hladiny podzemnej vody vo viacerých pozorovacích vrtoch na jar 2006 ilustruje obr. 2.1.15.

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2005 boli maximálne výdatnosti namerané na jar (marec, apríl). V roku 2006 bolo zaznamenané krátkodobé maximum výdatnosti odvodňovacích zariadení na prelome rokov a v januári. Dlhodobá vysoká výdatnosť bola zaznamenaná od začiatku marca až po koniec júna. Sumárna priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení stúpila z 280,21 l.min⁻¹ (v roku 2005) na 316,74 l.min⁻¹ (v roku 2006), teda o 36,53 l.min⁻¹ (príl. 1.2). Napriek tomuto stúpnutiu je to iba viac ako polovica výdatnosti, nameranej v roku 2003 (526,2 l.min⁻¹). Vzhľadom na to, že rok 2003 bol z hľadiska zrážkových úhrnov veľmi suchý možno predpokladať, že vysoké hodnoty výdatnosti boli výsledkom prečistenia odvodňovacích zariadení v roku 2002 a odvedenia značnej časti akumulovaných zásob podzemných vôd z prostredia zosuvu. V rokoch 2004 a 2005 (normálny a vlhký rok) odvádzali drenážne zariadenia iba nadbytočný objem vôd, ktoré sa dostali do prostredia zrážkovou činnosťou. Možno teda konštatovať, že prečistenie odvodňovacích zariadení bolo úspešné a odvodňovacie objekty v súčasnosti pôsobia v ustálenom režime (obr. 2.1.15).

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn v roku 2005 na stanici SHMÚ Handlová bol 913,9 mm, čo v porovnaní s dlhodobým priemerným ročným úhrnom na tejto stanici (predstavujúcim 815,5 mm za obdobie 12 rokov – od 1.1.1993 do 31.12.2004) predstavuje 112,1 % (vlhký rok). V roku 2006 zrážkový úhrn klesol na 707,4 mm, čo predstavuje 86,77 % dlhodobého priemeru. Uvedená hodnota charakterizuje rok 2006 ako suchý 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 v oblasti Malá Hôrka.

Rok 2006 bol z hľadiska hydrogeologických pomerov veľmi priaznivý pre vznik svahových pohybov. I keď podľa ročných zrážkových úhrnov išlo o suchý rok, extrémne zvodnenie prostredia nastalo po krátkodobom prudkom oteplení na prelome marca a apríla 2006, keď sa vytvorili veľmi priaznivé podmienky pre vznik a ďalšiu aktivizáciu svahových pohybov. Táto skutočnosť sa prejavila aj vo výsledkoch monitorovacích pozorovaní. Meraniami bolo zaznamenané stúpnutie priemernej hladiny podzemnej vody (o viac ako 1 m oproti roku 2005) i priemernej výdatnosti odvodňovacích zariadení. Významné bolo stúpnutie hladiny podzemnej vody v jarných mesiacoch (zaznamenané hladinomeri), pri ktorom došlo i k lokálnym pohybom, zaznamenaným pri terénnych obhliadkach územia (napr. vychýlenie pažnice vrtu P-10 od osi o 6 cm).

Z analýzy kriviek výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva, že po ich prečistení vytiekla značná časť akumulovaných zásob vody a stav odvodnenia je v posledných rokoch ustálený.

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

Zosuvné územie Handlová – Morovnianske sídlisko zaraďujeme k veľmi významným monitorovaným svahovým pohybom vzhľadom na nespornú celospoločenskú dôležitosť lokality. Ide o zosuvné územie, nachádzajúce sa v bezprostrednom kontakte s veľkou aglomeráciou obyvateľstva a s preukázanými prejavmi pohybovej aktivity v predchádzajúcom období. Žiaľ, úroveň monitorovania nezodpovedá významu tejto lokality. Okrem hydrogeologických pozorovaní sa nevykonávajú žiadne iné merania, ktoré by exaktne zaznamenali veľkosť pohybu hmôt (geodetické, resp. inklinometrické). Vzhľadom na náročnosť obnovenia monitorovacej siete i meraní možno takéto aktivity realizovať iba v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy na vytypovaných problémových častiach zosuvného územia. V režimových pozorovaniach je potrebné pokračovať s rovnakou frekvenciou a s prvoradým sústredením na výsledky meraní v novších vrtoch. Dôležitý súbor informácií poskytujú záznamy automatických hladinomerov, umožňujúce vytvoriť reálnu predstavu o kolísaní hladiny podzemnej vody v zosuvnom území.

2.1.4.3 Lokalita Handlová – Kunešovská cesta

Stručná charakteristika lokality

Zosuv na Kunešovskej ceste sa nachádza v intraviláne mesta Handlová, na jeho JV okraji (obr. 2.1.16). 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 vrtní. 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. V kontaktnej zóne čela zosuvu a obytných domov boli umiestnené dva geodetické pozorovacie body (obr. 2.1.17A, B, C).

Samotný zosuvný svah je mierne sklonený (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 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 sú zhrnuté v tab. 2.1.8.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2003 boli inštalované v oblasti zosuvu, nachádzajúcej sa v kontakte s obývanou zónou 2 meracie body (1, 2 – obr. 2.1.17A). Pravdepodobne v dôsledku vonkajších zásahov namerané výškové zmeny obidvoch pozorovacích bodov v roku 2004 boli málo pravdepodobné a nebolo možné ich pri zhodnotení aktuálneho stavu svahu použiť. Preto za základné považujeme jaré meranie v roku 2005 a v príl. 1.3 uvádzame hodnoty posuvov, ktoré boli zistené pri meraní v novembri 2005 a v máji 2006. Okrem pozorovacích bodov 1 a 2 sú uvedené i hodnoty posunov pripojovacích bodov MK-2 a 46 (Chribík, 2006). Najvýraznejšie premiestnenie pozorovacích bodov pri meraní v roku 2006 bolo zaznamenané v bode 2 (polohová zmena 12,21 mm a výšková zmena 24 mm za obdobie pol roka). Vzhľadom na to, že pozorovacie body 1 a 2 nie sú hĺbkovo stabilizované, presnosť merania je do určitej miery ovplyvnená viacerými vonkajšími faktormi. V porovnaní s výsledkami merania z roku 2005 ide však o zmenšenie pohybovej aktivity v čele zosuvu.

b/ Inklinometrické merania

Pri meraní v máji 2005 bola najvýraznejšia deformácia (2,32 mm za rok v hĺbke 2 m) zaznamenaná vo vrte JK-3. Meranie v júli 2006 (Lenková in Grenčíková et al., 2006) preukázalo celkové ukľudnenie pohybu zosuvných hmôt; najvýraznejšia deformácia bola zaznamenaná vo vrte JK-1 v hĺbke 1,5 m ((2,21 mm za cca 14 mesiacov – obr. 2.1.17A, príl. 1.3).

Inklinometrické merania na lokalite sú krátkodobé, avšak názorne ilustrujú pozitívny vplyv uskutočnenej sanácie na stabilitu svahu (obr. 2.1.18).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Vyššie hodnoty poľa PEE boli v roku 2005 zaznamenané vo vrte JK-3 pri jesennom meraní. V roku 2006 boli trvalo vyššie aktivity poľa PEE zaznamenávané vo vrtoch JK-1 a MK-8 (obr. 2.1.17B, príl. 1.3)

Stav poľa PEE je veľmi premenlivý (Vybíral, 2006) a aktívnejšie sa javia hlbšie polohy zosuvného svahu (obr. 2.1.18).

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

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

V roku 2006 bol maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody nameraný vo vrte MK-8 (3,93 m). Najvyššie (najmenej priaznivé) úrovne dosahovala podzemná voda vo vrtoch JK-1 až 3 a MK-4, 6 a 8 (obr. 2.1.17C). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v meraných 10 objektoch v roku 2006 (oproti roku 2005) mierne poklesla (o cca 28 cm – príl. 1.3)

Ako vyplýva z obr. 2.1.19, kolísanie hladiny podzemnej vody vo vybratých monitorovaných vrtoch malo v rokoch 2005 a 2006 podobný charakter v rámci absolútnych dosiahnutých hĺbok hladiny, ako aj časového priebehu kolísania.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Okrem výdatnosti odvodňovacích vrtov HV-1, 3 a 4 sa meria i výtok z kanalizácie, vyúsťujúcej do potoka. Počas suchšieho obdobia sa voda z horizontálnych vrtov HV-1, HV-3 a HV-4 stráca v podzemnom zvode ktorý ju odvádza do kanalizácie. Počas väčšej vodnosti podzemný zvod kanalizácie drénuje podzemnú vodu i z iných zdrojov drenáže.

Priemerná sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení dosiahla v roku 2006 13,57 l.min⁻¹, oproti roku 2005 teda stúpila o viac ako 6 l.min⁻¹. V roku 2005 klesla na 7,45 l.min⁻¹ (príl. 1.3). Z pozorovaní spoločnej výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov vyplýva zákonité zvýšenie prítoku v jarných mesiacoch, po ktorom nasleduje pokles výdatnosti v letnom a jesennom období (obr. 2.1.19). Výrazné zvýšenie výdatnosti v jarných mesiacoch roku 2006 pravdepodobne súvisí s rýchlym roztopením veľkého množstva snehu.

f/ Merania zrážkových úhrnov

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

Priemerný dlhodobý úhrn na stanici Handlová – totalizátor za 12 rokov (od 1.1.1993 do 31.12.2004) je 995,9 mm. Zrážkový úhrn v roku 2005 bol 1142 mm, čo predstavuje 114,6 % (vlhký rok). V roku 2006 bol zrážkový úhrn iba 699 mm, teda 70,18 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok). Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.19.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie merania, uskutočnené v roku 2006 potvrdili stabilizovaný stav svahu po uskutočnení sanačných opatrení. Zaznamenaný málo výrazný nárast poľa PEE v okolí vrtu JK-1 však naznačuje možné prerozdelenie napätí vo vyšších častiach svahu a s tým súvisiacu možnosť aktivizácie staršieho zosuvu po hlbšie situovaných šmykových plochách. Vzhľadom na bezprostredný kontakt zosuvného svahu s obytnou zónou je potrebné jeho aktuálny stabilný stav overovať naďalej monitorovacími meraniami v zaužívanom rozsahu i frekvencii.

2.1.4.4 Lokalita Fintice

Stručná charakteristika lokality

Prúdový zosuv sa nachádza 1 km S až SV od obce Fintice, ktorá leží asi 5 km SSV od Prešova (obr. 2.1.20). 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. 2.1.21A). Priemerný sklon zosuvného územia je 7°. V dôsledku reaktivizácie pohybov v spodnej časti zosuvu došlo k opakovanému pretrhnutiu vysokotlakového plynovodu Prešov – Bardejov (v rokoch 1986 a 1998) a poškodeniu štátnej cesty II. tr. Fintice – Záhradné. Ohrozené sú i dva stožiare VVN. Trasa plynovodu bola v roku 2001 preložená mimo aktívnu časť zosuvu.

Pre získanie informácií o stave zosuvu v jeho najcitlivejšej akumuláčnej oblasti bol v roku 2003 realizovaný inklinometrický vrt K-2B. O aktivite pohybu v čele zosuvu svedčí skutočnosť, že tento vrt bol pohybom hmôt porušený a v roku 2006 už nebol pre inklinometrickú sondu priechodný.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006, sú zhrnuté v tab. 2.1.9.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2005 bola zaznamenaná mierna pohybová aktivizácia pozorovaných bodov. Najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná v bode P-1 (posuv 21,09 mm za 14 mesiacov) a v bode P-5 (posuv 24,69 mm za rovnaké obdobie).

V roku 2006 bol najvýraznejší pohyb nameraný v bode P-5 (až takmer 114 mm za 11 mesiacov – Márton, Kavulič, 2006, čo predstavuje hodnotu 117,16 mm/rok – obr. 2.1.21A, príl. 1.4). Uvedená hodnota pohybu je veľmi výrazná a ilustruje stálu pohybovú aktivitu akumuláčnej časti zosuvu. Vzhľadom na smer pohybu možno predpokladať, že ide o vytvorenie dielčej odlučnej oblasti v telese zosuvu.

Výrazný posuv bodu P-5 vyplýva aj z dlhodobej analýzy pohybu geodetických bodov (obr. 2.1.22). V ostatných bodoch bol zaznamenaný vcelku ustálený stav pohybovej aktivity, bez výraznejších zmien oproti minulému obdobiu.

b/ Inklinometrické merania

V roku 2005 bol ustrihnutý vrt K-2b v úrovni aktívnej šmykovej plochy (deformácia v hĺbke 12,5 m dosiahla takmer 25 mm). Jednoznačne sa tak potvrdila pokračujúca pohybová aktivita akumuláčnej časti zosuvu. Žiaľ, po ustrihnutí vrtu K-2b sa v tejto časti zosuvu nenachádza žiadny inklinometrický vrt a budovanie nového pozorovacieho objektu tohto charakteru nemá bez uskutočnenia sanačných opatrení zmysel.

V roku 2006 bol vrt K-2b už pre inklinometrickú sondu nepriechodný (Lenková in Grenčíková, 2006) a vrt K-4 bol v dôsledku lesných úprav neprístupný. V meraných dvoch vrtoch K-3 a K-5 bol zaznamenaný vcelku ustálený stav – najväčšia deformácia bola nameraná vo vrte K-5 v hĺbke 11 m (2,52 mm za 14 mesiacov) – obr. 2.1.21A, príl. 1.4-G, I).

Z dlhodobého hľadiska merania v dvoch uvedených vrtoch ilustrujú ustálený stav zosuvných hmôt v ich okolí (obr. 2.1.22).

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Meranie v júli 2005 potvrdilo stredný stupeň aktivity poľa vo vrte K-2b pre hĺbkový interval 0 až 8 m (Vybíral, 2006). Pri jesennom meraní poľa PEE v roku 2006 bol mierne aktívny stav zaznamenaný v hornej časti transportnej oblasti zosuvu v okolí vrtu K-4 (obr. 2.1.21B, príl. 1.4).

Z vývoja poľa PEE za celé obdobie meraní vyplýva pre posledné obdobie vcelku ustálený charakter poľa pri povrchu i v hĺbke masívu (obr. 2.1.22).

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Najväčší rozkyv bol zaznamenaný vo vrte K-1; kým v roku 2005 predstavoval necelé 4 m, v roku 2006 presiahol 6 m. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v pozorovaných vrtoch v roku 2006 mierne poklesla (o 0,6 m oproti roku 2005 – [príl. 1.4](#)).

Obidva automatické hladinomery zaznamenali veľmi podobný charakter zmien hladiny podzemnej vody. Po dlhodobom trvajúcom vysokom stave úrovne podzemnej vody v jarých mesiacoch nastal jej postupný pokles od júna až po koniec roku ([obr. 2.1.23](#)). Rozdiel je iba v absolútnych hodnotách rozkyvu obidvoch hladinomerov – vo vrte K-1a rozkyv hladín presahuje 3 m, kým vo vrte K-2a sa pohybuje do 1,5 m ([príl. 1.4](#)).

e/ Merania zrážkových úhrnov

V roku 2005 bol ročný zrážkový úhrn na stanici Kapušany 916,8 mm (čo predstavuje 142,2 % dlhodobého zrážkového úhrnu) a na stanici Prešov – planetárium 851,3 mm (139,4 %). V prípade stanice Kapušany išlo teda o mimoriadne vlhký rok a v prípade stanice Prešov – planetárium o veľmi vlhký rok). V roku 2006 zrážkový úhrn na stanici Kapušany dosiahol 592,4 mm (čo predstavuje 91,8 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok) a na stanici Prešov bolo nameraných 544,6 mm (teda 89,1 % dlhodobého priemeru – suchý rok).

Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

Stabilitný výpočet bol realizovaný v profile 1-1', ktorý je situovaný na juhovýchodnej časti zosuvu v línii juhovýchod – severozápad ([obr. 2.1.21A](#)). Profil má dĺžku 1000,0 m s celkovým prevýšením 102,0 m.

Pri výpočte sa uvažovalo s jednou parciálnou šmykovou plochou, ktorá v prevažnej časti kopíruje kontakt zosuvného delúvia s podložnými paleogénnymi ílovcami. V odľučnej oblasti šmyková plocha pretína nadložnú deluviálnu suť, zosuvné hlinité delúvium a dostáva sa na kontakt paleogénnych ílovcov ([obr. 2.1.24](#)). Ako vstupné parametre sme uvažovali objemová tiaž (γ) pre všetky tri litologické typov hornín zhodnú s hodnotou 20 kNm^{-3} , väčšie rozdiely sa predpokladali medzi hodnotami šmykovej pevnosti. Najvyššiu šmykovú pevnosť majú podložné ílovce ($\varphi = 21,0^\circ$ a $c = 25 \text{ kPa}$), o niečo nižšie parametre má deluviálna suť ($\varphi = 20,6^\circ$ a $c = 23 \text{ kPa}$), ktorá je tvorená štrkovitým ílom tuhej až pevnej konzistencie. Najnižšie parametre šmykovej pevnosti boli zadané zosuvnému delúviu, pre ktoré sa uvažovalo s dvoma hodnotami uhla vnútorného trenia a to $6,0^\circ$ a $8,5^\circ$ (k dispozícii je viacero rozdielnych informácií o šmykovej pevnosti zemín na úrovni šmykovej plochy.) a so súdržnosťou 2 kPa.

Informáciu o vývoji hladiny podzemnej vody v tomto území zabezpečujú merania na monitorovacích objektoch K-1, K-1a, K-2 a K-2a, ktoré sú sústredené do centrálnej časti profilu, čo do značnej miery skresľuje znalosť hydrogeologických pomerov celého hodnoteného zosuvného územia. Navyše, počas obdobia monitorovania hladiny podzemnej vody sa na monitorovacích objektoch vykonávali merania s pomerne malou frekvenciou (1-krát za 2 mesiace). Od mája 2005 tento stav zlepšili dva automatické hladinomery (inštalované vo vrtoch K-1a a K-2a), ktoré poskytujú hodinový záznam o úrovni hladiny podzemnej vody. Z dôvodu nedostatku údajov o režimových zmenách hladiny podzemnej vody bol hodnotený stupeň bezpečnosti stanovený pre tri vybrané roky, ktoré charakterizujú najnepriaznivejší stav za obdobie 1997 až 2000 a za obdobie 2001 až 2006. Kritériom pri výbere rokov bola hustota meraní hladiny podzemnej vody ako i samotné namerané hodnoty. Vybraté boli roky, počas ktorých bolo vykonaných viac ako päť záznamov a zároveň bola dosiahnutá aj tzv. najnepriaznivejšia hladina.

Údaje potrebné na zostavenie výpočtového modelu sú uvedené v samostatnej správe (Míka, Ondrejka, 2006). Stupeň bezpečnosti bol počítaný Sarmovou metódou na polygonálnej šmykovej ploche.

V prípade ak uvažujeme s uhlom vnútorného trenia $\varphi = 8,5^\circ$, získavame menšie rozdiely medzi stupňom bezpečnosti v jednotlivých hodnotených rokoch (obr. 2.1.25). Za stabilitne vyrovnaný stav možno považovať len rok 2003, kedy počas obdobia najnepriaznivejšej hladiny podzemnej vody stupeň bezpečnosti dosiahol hodnotu medznej rovnováhy ($F_s = 1$). Počas hodnotených rokov 2000 a 2006 hľadaný stupeň bezpečnosti sa nachádzal pod limitnou hodnotou $F_s = 1$. Ak by sme uvažovali s uhlom vnútorného trenia $\varphi = 6,0^\circ$, potom celý svah by sa nachádzal v nestabilnom stave. Vypočítané výsledky pri oboch rozdielnych hodnotách uhla vnútorného trenia potvrdzujú nestabilitu úpätia zosuvného svahu, v ktorej bol aktívny pohyb zosuvných hmôt preukázaný aj inklinometrickými a čiastočne i geodetickými meraniami.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Najvýznamnejším poznatkom, získaným monitorovacími meraniami v roku 2005 bola nameraná deformácia inklinometrickej pažnice vrtu K-2b, dosahujúca až 25 mm. V dôsledku takejto deformácie vrt prestáva byť funkčný, čo znamená ukončenie dôležitých meraní v akumuláčnej časti zosuvu, ktorá je v priamom kontakte s viacerými objektmi technosféry. Jednoznačne sa preukázalo, že táto časť zosuvu je v pokračujúcom pohybe kríповého charakteru.

Uvedenú skutočnosť potvrdil výrazný posuv bodu P-5, presahujúci až hodnotu 10 cm, ktorý bol nameraný v roku 2006. I keď môže ísť o prejav lokálneho zátrhu (čomu nasvedčujú i výsledky ďalších monitorovacích metód), ilustruje výrazné zmeny napätostno-deformačných pomerov v čele zosuvnej akumulácie. Žiaľ, po ustrihnutí vrtu K-2b chýbajú z tejto najaktívnejšej časti zosuvu ďalšie informácie.

Vzhľadom na geologickú stavbu čela zosuvu, v ktorej prevládajú ílové zeminy značných hrúbok je návrh sanácie územia pomerne komplikovaný (hlbkové odvodnenie takéhoto prostredia môže byť technicky náročné a povrchové odvodňovacie zariadenia nemusia zabezpečiť požadovaný efekt). Riešenie problematiky by preto malo zahrňovať ekonomickú úvahu, v ktorej by sa porovnali náklady na stálu údržbu cesty a zabezpečenie stožiarov s cenou ich prípadného premiestnenia do stabilnejšieho prostredia a s cenou sanačných opatrení, ktoré by boli v danom prostredí dosť náročné. Príkladom je premiestnenie trasy plynovodu (ktorá bola opakovane porušovaná) mimo zosuvné územie.

Pokračujúce monitorovacie merania môžu vychádzať iba zo zaznamenania pohybu povrchových bodov geodetickej siete a z informácií o stave hladiny podzemnej vody, ktorá je pre akumuláčnú oblasť zosuvu podstatne kvalitnejšia po inštalácii automatických hladinomerov. Pre ďalšie monitorovanie odporúčame pokračovať v meraniach s rovnakým rozsahom i frekvenciou a v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy posúdiť optimálne možnosti sanácie zosuvu, resp. iné opatrenia na zabezpečenie stability cesty a stožiarov elektrického vedenia.

2.1.4.5 Lokalita Dolná Mičiná

Stručná charakteristika lokality

Zosuv na severnom okraji obce Dolná Mičiná (cca 10 km južne od Banskej Bystrice – obr. 2.1.26) 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. 2.1.27A, B) s hlboko lokalizovanou šmykovou plochou (v hĺbke až 27,5 m pod úrovňou terénu – Jadroň et al., 1998), ktorý ohrozoval štátnu cestu, miestne komunikácie a niekoľko obytných domov s príľahlými pozemkami.

Z geologického hľadiska zosuv vznikol v prostredí neogénnych pyroklastických hornín charakteru tufov a tufítov, 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 podložja podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery na lokalite. Ďalšími nepriaznivými faktormi sú kontakt dvoch odlišných geologických útvarov, možnosť stálej dotácie zosuvu zrážkovými vodami a v minulosti i erózne pôsobenie Mičinského potoka. Po inžinierskogeologickom prieskume územia, v rámci ktorého boli realizované i odvodňovacie vrty, sa v lete roku 1996 uskutočnila rozsiahla sanácia svahu (prísypy, zárubný a oporný múr). Systematický monitoring sa na lokalite uskutočňuje prakticky od počiatku prieskumných prác (jar 1995).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 na lokalite Dolná Mičina, sú zhrnuté v tab. 2.1.10.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie, vykonané po cca 2 rokoch v októbri 2006 potvrdilo stabilný stav svahu po uskutočnenej sanácii. Oproti meraniu z roku 2004 určité náznaky aktivizácie pohybu boli zaznamenané iba vo vrte JM-14 (Lenková in Grenčíková et al., 2006) v plytkých polohách (do 3 m pod úrovňou terénu – obr. 2.1.27A, príl. 1.5).

Celková stabilizácia prostredia vyplýva aj zo záznamu inklinometrických meraní za celé obdobie pozorovania od roku 1995 (obr. 2.1.28). Od uskutočnenia sanačných opatrení a po ustálení napätostno-deformačného stavu sú posuny, zaznamenané inklinometrickými meraniami minimálne.

b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2005 bola pri jarňom meraní najvyššia aktivita poľa PEE zaznamenaná vo vrte JM-7 v polohe 22 až 24 m. Zvýšená aktivita poľa sa prejavovala vo vrtoch JM-2, 3 a 8. Pri jesennom meraní boli najvyššie hodnoty poľa PEE namerané v okolí vrtoch JM-8, 14 a 18.

V roku 2006 bolo pri jarňom cykle merania najaktívnejšie pole PEE zaznamenané vo vrte JM-7 v hĺbke 22 až 24 m (Vybíral, 2006). Aktívne pole (stredný stupeň aktivity) bolo zachytené i vo vrtoch JM-2, 8, 14 a 18. V jesennom cykle merania bola celková aktivita poľa PEE nižšia. Stredné hodnoty aktivity boli namerané iba vo vrtoch JM-3 a JM-18 (obr. 2.1.27A, príl. 1.5).

Dlhodobejšie pozorovania preukazujú relatívne ustálený stav poľa PEE, predovšetkým v prípoверхovej časti masívu. Výraznejšie zmeny poľa PEE sú viazané skôr na hlbšie polohy masívu (vrty JM-2, JM-7 – obr. 2.1.28).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2006 boli vykonané 3 série režimových meraní, ktorých výsledky sú spoločne s meraniami z roku 2005 znázornené na obr. 2.1.29 a spracované na obr. 2.1.27B a v príl. 1.5.

Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že základné zákonitosti režimu podzemných vôd pozorované z minulosti sa zachovávajú. Úroveň hladiny podzemnej vody

kulminuje počas roka v 2 obdobiach, najskôr v jarných mesiacoch, čo je spôsobené oteplením a následným topením snehu, neskôr dochádza k ďalšej kulminácii počas jesenných dažďov. Z hľadiska zmien úrovne hladín podzemnej vody v jednotlivých vrtoch možno vo všeobecnosti hodnotiť rok 2006 ako nevýrazný, pretože hladiny kolísali iba mierne, a to v rozmedzí od 0,30 do 1,10 m. Výnimkou je iba vrt JM-2, kde bol zaznamenaný najväčší rozkyv a to 2,70 m. Vypočítané limitné hodnoty hladín podzemnej vody neboli prekročené v žiadnom pozorovacom vrte a celková priemerná hladina podzemnej vody oproti roku 2005 poklesla o 0,21 m. Pri hodnotení režimu podzemnej vody na zosuve v Dolnej Mičinej je potrebné brať do úvahy nízku frekvenciu pozorovaní, preto ucelenejšiu predstavu získame z výsledkov kontinálnych meraní pomocou hladinomerov vo vrtoch JM-6 a JM-19.

Priebeh kolísania hladiny podzemnej vody zaznamenaný pomocou hladinomeru vo vrte JM-6 (obr. 2.1.30) bol počas roku 2006 v podstate identický, ako tomu bolo po minulé roky. Oproti roku 2005 je však možné pozorovať dve výrazné obdobia maximálnych piezometrických výšok hladín podzemnej vody z 14.1.2006 a 6.4.2006. Po kulminácii dochádza k postupnému poklesávaniu hladín, s občasnými stúpnutiami, až k dosiahnutiu jej minimálnej úrovne zaznamenatej zvyčajne začiatkom nového roka. Celkové kolísanie hladiny vo vrte JM-6 predstavovalo 10,35 m, pričom v 2 obdobiach došlo ku krátkodobému prekročeniu limitnej hladiny podzemnej vody.

Z priebehu záznamov hladinomeru inštalovaného vo vrte JM-19 (obr. 2.1.30) vyplýva značné kolísanie piezometrickej výšky hladiny podzemnej vody, pozorované v zhruba pravidelných mesačných cykloch od januára do júla (s výnimkou februára). Tento rozkyv hladín vizuálne korešponduje s dennými zrážkovými úhrnmi zaznamenanými na stanici SHMÚ Banská Bystrica. Po tomto období, zhruba od začiatku júla 2006 dochádza k postupnému poklesávaniu hladiny, až na jej minimálnu úroveň. Túto zákonitosť zmien hladín možno pozorovať za celé pozorovacie monitorovania od roku 2002. V roku 2006 bola vo vrte JM-19 zaznamenaná najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody (1,72 m pod povrchom terénu dňa 28. 3. 2006), pričom celkový rozkyv hladiny v priebehu roka predstavuje až 12,2 m. Podobný priebeh ako pri zmenách hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný aj pri meraní teploty, ktorá výrazne reagovala na zmenu hladiny podzemnej vody (zaznamenaný rozkyv bol až 5,5 °C).

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výsledky meraní výdatnosti odvodňovacích vrtov za roky 2005 a 2006 sú spracované v príl. 1.5 a znázornené na obr. 2.1.29. Celková priemerná ročná výdatnosť meraných objektov predstavovala 13,16 l.min⁻¹, čo je o 3,36 l.min⁻¹ menej oproti predchádzajúcemu roku. Opäť je potrebné zdôrazniť nízku frekvenciu meraní.

Počas 3 vykonaných meraní vodu odvádzali iba vrty HV-2, HV-4 a HV-5. Najvyššiu výdatnosť si zachoval vrt HV-2, maximum 6,69 l.min⁻¹ dosiahol počas merania z 10. októbra 2006. Výdatnosť vrtov HV-4 a HV-5 je pomerne stabilná (jej priemerná hodnota je okolo 3,38 respektíve 3,71 l.min⁻¹). Vrty HV-1 a HV-3 zvyčajne odvádzajú vodu iba po jarnom topení snehu alebo intenzívnych zrážkach, pričom meraniami v roku 2006 nebolo toto obdobie zachytené. Drenážny rigol DM-1, ako aj vrty HV-6 a HV-7 boli počas celého pozorovacieho obdobia suché.

V príl. 1.5 sú zhrnuté výsledky merania vodivosti a teploty vody vytekajúcej z horizontálnych vrtov za roky 2005 a 2006. V roku 2006 boli vykonané 3 kompletne hydrogeologické merania v 3 odvodňovacích vrtoch HV-2, HV-4 a HV-5. Vo vrte HV-4 sa udržiava najvyššiu vodivosť (366 μS/cm), pričom vodivosť v ostatných vrtoch býva menšia (do 205 μS/cm). Najvyššia teplota vody (15,0 °C), ako aj jej najvyšší rozkyv (5,7 °C) bol nameraný vo vrte HV-5.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica. Úhrn zrážok za rok 2005 bol 830 mm (97,9 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok) a za rok 2006 658,3 mm, čo predstavuje 77,6 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok). Vzťah denných zrážok k stavu podzemnej vody i k výdatnosti odvodňovacích zariadení je znázornený na obr. 2.1.29.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Inklinometrické merania preukázali i v roku 2006 celkove stabilný stav sanovaného zosuvu. Merania poľa PEE však naznačujú určité zmeny napätostného stavu prostredia a jeho premenlivosť pri meraniach v rôznych ročných obdobiach.

Základné zákonitosti režimu podzemných vôd pozorované z minulosti sa zachovávajú. Najväčší rozkyv hladín v priebehu roka bol zaznamenaný v obidvoch hladinomeroch, pričom hladinomer vo vrte JM-19 zaznamenal najvyššiu a zároveň aj najnižšiu úroveň hladiny podzemnej vody pod terénom za celé pozorované obdobie od roku 2002. V obidvoch vrtoch s hladinomerom došlo aj ku krátkodobému prekročeniu limitných hladín podzemnej vody.

Celkový trend poklesu výdatnosti odvodňovacích zariadení pokračuje aj v roku 2006, je však potrebné brať do úvahy, že vodu počas meraní odvádzali iba 3 vrty. Dôvodom poklesu výdatnosti môže byť celkové zníženie hladín podzemnej vody v jednotlivých vrtoch, ako aj postupné starnutie realizovaných odvodňovacích vrtoch (čo si vyžaduje technické obnovenie ich funkčnosti).

Z praktického hľadiska veľmi nepriaznivou skutočnosťou je rozsiahly progresívny postup procesov výmoľovej erózie v strednej časti zosuvného telesa, ktoré sa rozvíjajú v materiáli násypu a devastujú značnú časť sanovaného územia. Nepriaznivé dôsledky tohto javu možno riešiť kombináciou rôznych technických opatrení (zarovnanie svahu a vybudovanie objektov na odvádzanie povrchovej vody).

Vzhľadom na existujúci stav sanovaného zosuvu a jeho stály kontakt s cestnou komunikáciou a obytnými domami je potrebné pokračovať v monitorovacích meraniach s doterajším rozsahom, ale vyššou frekvenciou (aspoň 5 – 6 režimových pozorovaní ročne). S orgánmi miestnej samosprávy je potrebné vyriešiť problematiku sanovania pokračujúceho vývoja erózných javov na svahu a prípadnej údržby monitorovacích i odvodňovacích objektov.

2.1.4.6 Lokalita Ľubietová

Stručná charakteristika lokality

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová (okres Banská Bystrica – obr. 2.1.31). V rámci širšieho zosuvného územia v okolí Ľubietovej ide o prúdový zosuv dĺžky cca 1200 m, so šírkou v odlučnej oblasti 500 m, ktorá sa v smere po svahu zužuje na 50 až 80 m (obr. 2.1.32A, B). Hrúbka zosunutých hmôt sa znižuje od cca 30 m v odlučnej oblasti po 6 až 8 m v čele (Nemčok, 1982). Zosuv sa aktivizoval v dôsledku zrážkovej anomálie (december 1976 až február 1977) a v období február až apríl 1977 boli zosúvajúcimi hmotami zničené 4 nové obytné domy a hrozilo prehradenia potoka Hutná, ktoré mohlo spôsobiť zatopenie časti obce. Zosuv sa vyvinul vo veľmi pestrom geologickom prostredí. Odlučná oblasť sa nachádza v neogénnom sedimentárno - vulkanickom komplexe (íly, tufity, piesky). Aglomerátové tufy a tufity vytvárajú mohutné bloky, ktoré lemujú zosuv zhora a z obidvoch strán. Polymiktné štrky v najvyšších partiách svahu dotujú zosuv vodou. Pod takmer celým telom zosuvu sa nachádzajú paleogénne sedimenty flyšoidného charakteru (prevažne ílovce a prachovce). V podloží čela zosuvu vystupujú spodnotriasové

hrubolavicovité až masívne kremence, ktoré v značnej miere stabilizovali pohyb hmôt v 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 2005 a 2006

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2005 a 2006 uskutočnilo geodetické meranie premiestnení pozorovacích bodov (v roku 2006) a pokračovalo sa v režimových pozorovaniach s malou frekvenciou (3 až 4 merania za rok). Prehľad o uskutočnených monitorovacích meraniach je zhrnutý v tab. 2.1.11.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

Meranie v roku 2006 v porovnaní s výsledkami merania z roku 2004 preukázalo pokračujúcu stabilizáciu prostredia. Najväčšie premiestnenia bodov boli zistené v bodoch P-8A (25,1 mm za dva roky, teda 12,55 mm/rok) a v bode P-9A (32 mm za dva roky, teda 16 mm/rok – Mrosko, 2006a). Treba však pripomenúť, že ide o body, ktoré boli vybudované iba v poslednom období a ich pohyb môže byť čiastočne ovplyvnený neukončenou konsolidáciou prostredia v ich okolí. Z dlhodobého meraných bodov bol najväčší pohyb zaznamenaný v bode P-21 (26,4 mm za dva roky, teda 13,2 mm/rok – obr. 2.1.32A, príl. 1.6). Pohyb žiadneho z pozorovaných bodov neprekročil limitnú úroveň 20 mm/rok, potrebnú pre zaradenie do 2 stupňa klasifikačnej škály podľa tab. 2.1.4.

Celková stabilizácia prostredia vyplýva aj z výsledkov dlhodobých pozorovaní, keď v roku 2006 prevláda trend zníženia pohybovej aktivity bodov, monitorovaných geodetickými meraniami (obr. 2.1.33).

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2006 boli vykonané 3 merania hĺbky hladiny podzemnej vody, ich výsledky spolu s meraniami za rok 2005 sú zhrnuté v príl. 1.6 a znázornené na obr. 2.1.32B a 2.1.34.

Ani v roku 2006 nedošlo k výraznejším zmenám v kolísaní hladiny podzemnej vody. Je však potrebné poukázať na nízku frekvenciu meraní, keď lokálne maximá resp. minimá nemusia byť zachytené. Celkový priaznivý trend poklesávania hladín pokračuje, čo potvrdzuje aj vypočítaná priemerná hodnota hĺbky hladiny podzemnej vody, ktorá je oproti predchádzajúcemu roku nižšia o 1,06 m. Vo vrtoch V-1 a V-8 boli zachytené najnižšie úrovne hladín podzemnej vody za celé pozorované obdobie od roku 1995 (8,76 a 19,31 m pod úrovňou terénu). V ostatných vrtoch sa hladina podzemnej vody pohybovala v úrovniach približne rovnakých ako po minulé roky. Dlhodobu nepriechodnosť sú vrty V-3 a V-6, v ktorých sa merania ďalej nevykonávajú. Podobne je to aj v prípade vrtu V-3A, ktorý je pravdepodobne zničený. Vrt V-5 je upchatý v hĺbke 5,41 m, hoci na jeho dne je zvyčajne 10 až 20 cm vody.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosti zaznamenané v roku 2006 mali podobný priebeh ako po minulé roky, maximálne hodnoty boli namerané v jarnom období (meranie z mája), potom nasledoval ich mierny pokles (meranie z júla) a opätovné stúpnutie zachytené v októbromeraní. Výsledky meraní výdatnosti sú znázornené na obr. 2.1.32B a 2.1.34 a zhrnuté v príl. 1.6.

V pozorovanom období neboli zaznamenané žiadne výrazné extrémny, pričom boli zachytené pomerne rovnomerné hodnoty výdatnosti. Najväčšiu výdatnosť vykazovali odvodňovacie vrty HV-5 (max. 3,6 l.min⁻¹), HV-7 (max. 2,25 l.min⁻¹) a HV-8 (max. 1,65 l.min⁻¹). Vrty HV-6 a HV-11 boli suché, alebo voda z nich iba kvapkala. V ostatných vrtoch sa maximálna výdatnosť pohybovala v rozsahu od 0,2 do 0,75 l.min⁻¹. Oproti roku 2005 došlo k zvýšeniu celkovej priemernej výdatnosti meraných objektov z 5,35 na 8,65 l.min⁻¹, teda o 3,3 l.min⁻¹.

V roku 2006 boli v rámci režimového pozorovania vykonané 3 kontrolné merania mernej elektrickej vodivosti vody a teploty vody v jednotlivých horizontálnych vrtoch (príl. 1.6). Hodnoty vodivosti vody boli rôzne pre jednotlivé odvodňovacie vrty, pretože sú odrazom pestrej geologickej stavby zosuvu a jeho okolia. Najvyššie hodnoty vodivosti majú dlhodobé vrty HV-3 a HV-4 nachádzajúce sa v čele zosuvu, v ktorého podloží vystupujú mezozoické horniny. Teplota vytekajúcej vody vo všetkých vrtoch sa pohybuje v rozmedzí od 7,5 do 13,0 °C.

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2005 a 2006 zo stanice SHMÚ Ľubietová. Po zrážkovom úhrne v roku 2005 (789,9 mm, čo predstavovalo 108,6 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok), bol v roku 2006 nameraný ročný zrážkový úhrn 566,0 mm, čo zodpovedá 77,8 % dlhodobého zrážkového priemeru (ide teda o veľmi suchý rok). Vzťah mesačných zrážok k zmenám hladiny podzemnej vody a k zmenám výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.34.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky monitorovacích pozorovaní, predovšetkým geodetických meraní vykonaných v roku 2006 potvrdili celkove stabilný stav sanovaného zosuvu. Režimové pozorovania preukázali nevýrazné kolísanie hladín podzemnej vody na tejto lokalite, ako aj pretrvávajúci trend ich poklesu. Vo vrtoch V-1 a V-8, boli zachytené najnižšie úrovne hladín podzemnej vody počas celého pozorovacieho obdobia od roku 1995.

Hodnoty výdatnosti mali podobný priebeh ako po minulé roky. V roku 2006 neboli zaznamenané žiadne výrazné výdatnostné extrémny, avšak celková priemerná ročná výdatnosť bola oproti predchádzajúcemu roku vyššia.

Trvalým problémom ostáva sfunkčnenie a údržba existujúcich sanačných opatrení. Uvedený problém treba riešiť s orgánmi miestnej samosprávy. Voda vytekajúca z odvodňovacích vrtoch HV-5 až HV-10 je odvádzaná mimo rigolov, pričom priamo infiltruje do telesa zosuvu alebo sa hromadí vo forme bezodtokových zamokrení. Tieto svojou hmotnosťou priťažujú svah čo môže zapríčiniť vznik nových odlučných oblastí. Ľubietovský zosuv postupne zarastá lesným porastom, čo má na jednej strane pozitívny vplyv na jeho stabilizáciu, avšak táto skutočnosť postupne sťažuje prístup k monitorovacím objektom.

Úplnejšie údaje o hydrogeologickom režime na tejto lokalite (hlavne zachytenie ročných extrémnych stavov hladiny podzemnej vody i výdatnosti odvodňovacích zariadení) možno získať iba zvýšením frekvencie meraní (na minimálne 5 meraní ročne).

2.1.4.7 Lokalita Slanec-TP

Stručná charakteristika lokality

Lokalita Slanec-TP (svah na JZ okraji obce – obr. 2.1.35) 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, čím overujú jej funkčnosť.

Z geologického hľadiska územie tvoria sedimenty a vulkanity neogénneho veku (sarmat) a ich kvartérny zvetralinový plášť.

Sedimentárne horniny neogénu sú zastúpené stretavským súvrstvom 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 skĺznutých 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. Stabilitné pomery sú významne ovplyvnené i viacnásobnými zárezmi líniových stavieb do svahu.

Vzhľadom na zistené prejavy deformácií na jednotlivých líniách plynovodov možno predpokladať na svahu veľmi pomalý pohyb kríповého charakteru, významne ovplyvňovaný podzemnou vodou, ktorý prebieha na úrovni podložných nepriepustných ílov alebo vo vrstvách so vztlakovými horizontmi podzemnej vody (Míka, Bolha, 2000).

Opis monitorovacej siete a spôsobu monitorovania lokality

Monitorovacia sieť pozostáva z 11 vertikálnych pozorovacích vrtov na meranie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a z 5 vejárov vrtov V-1 (päť vrtov), V-2 (päť vrtov), V-3 (tri vrty), V-4 (tri vrty), V-5 (štyri vrty), v ktorých sa meria výdatnosť odvodňovacích vrtov a ktoré sú sústredené v zberných betónových šachtách (obr. 2.1.36). 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 2005 a 2006 sú zhrnuté v tab. 2.1.12.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody v priebehu roku 2005 bol zaznamenaný vo vrte J-12 (3,89 m). V roku 2006 bol nameraný najväčší rozkyv vo vrte J-4 (3,27 m).

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vypočítaná zo všetkých meraných objektov poklesla oproti roku 2005 o 0,66 m a predstavovala 5,32 m pod úrovňou terénu (príl. 1.7).

V rámci dlhodobého kolísania sa vo väčšine pozorovaných vrtov prejavil nižší zrážkový úhrn v roku 2006 a možno pozorovať určitý pokles hladín (obr. 2.1.37).

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2005 sumárna priemerná výdatnosť odvodňovacích vrtov bola 24,83 l.min⁻¹. V roku 2006 klesla na 19,63 l.min⁻¹, teda sa znížila o 5,2 l.min⁻¹ (príl. 1.7).

Dlhodobý pokles výdatnosti vyplýva aj zo zhodnotenia výdatností horizontálnych vrtov za celé obdobie pozorovania (obr. 2.1.37).

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na zrážkomernej stanici SHMÚ v Slanskej Huti poklesol z hodnoty 803,7 mm v roku 2005 na 636,1 mm v roku 2006. Ak porovnáme úhrny z rokov 2005 a 2006 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (710,68 mm za roky 1993 až 2004), predstavuje úhrn za rok 2005 113,1 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a za rok 2006 89,5 % (suchý rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov monitorovacích meraní vyplýva už dlhšie trvajúci celkový pokles výdatnosti odvodňovacích zariadení, ktorý pokračoval i v roku 2006. Táto skutočnosť môže byť spôsobená ustálením hydrogeologického režimu po extrémnych zmenách v predchádzajúcich rokoch alebo ich postupným starnutím. V prípade pokračujúceho poklesu treba overiť technický stav odvodňovacích zariadení a upozorniť príslušné orgány na nevyhnutnosť uskutočniť pravidelnú údržbu objektov vrátane prečistenia horizontálnych vrtov.

Lokalitu Slanec-TP považujeme z celospoločenského hľadiska za veľmi dôležitú a domnievame sa, že by sa na nej mal aplikovať širší sortiment monitorovacích meraní, pre ktoré je však nutné dobudovať monitorovaciu sieť.

2.1.4.8 Lokalita Handlová – zosuv z roku 1960

Stručná charakteristika lokality

Handlovský zosuv z prelomu rokov 1960/1961, ktorý sa aktivizoval v JV časti mesta (obr. 2.1.38) patrí k najrozsiahljším prírodným katastrofám, ktoré sa udiali na našom území. Zosuv zničil časť mesta a komunikačné línie (diaľkové elektrické vedenie a štátnu cestu z Handlovej do Žiaru nad Hronom). Vyvinul sa v prostredí paleogénnych ílovcov až slienitých bridlíc (podložie zosuvných hmôt v spodnej časti zosuvu), nad ktorými sa nachádzajú súvrstvia hornín neogénneho veku – bádenské íly, ílovce a slieňovce (tvoria podložie v strednej časti zosuvného svahu) a v najvyššej časti tzv. štrková séria, tvorená hrubozrnným pieskom až štrčíkom, ktorá vystupuje v odľučnej časti zosuvu. Nad týmito sedimentami sú vulkanické príkrovy andezitov a aglomerátových tufov, tvoriace súčasť 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. 2.1.39) 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 hmôt v lete roku 1961 boli ďalšie pohybové aktivity zaznamenané v rokoch 1967, 1970 i 1977.

Na zosuve sa vykonal súbor sanačných prác, zameraných predovšetkým na odvodnenie svahu. 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 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 na lokalite katastrofálneho handlovskeho zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.13.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

Meraním v roku 2005 bol preukázaný najvýraznejší pohyb bodu P-123 (69,2 mm za obdobie 2 rokov). Výraznejšie polohové zmeny boli zaznamenané pri bodoch P-182 a P-143 (nad 30 mm za 2 roky – príl. 1.8). Pri hodnotení dlhodobejšieho vývoja geodetických meraní možno vo vybraných bodoch konštatovať pri poslednom meraní určitú stabilizáciu oproti zaznamenaným pohybom v predchádzajúcich rokoch.

V roku 2006 sa geodetické meranie neuskutočnilo.

b/ Inklinometrické merania

Meranie v roku 2005 zaznamenalo pokračujúcu deformáciu vo vrte GI-1 (až 15 mm v hĺbke 16,5 m za 2 roky). Pomerne veľká deformácia bola zaznamenaná i vo vrte GI-2 (v hĺbke 3,5 m deformácia 8,46 mm za 2 roky).

V roku 2006 bola najväčšia hodnota deformácie nameraná opäť vo vrte GI-1 v hĺbke 16,5 m (8,78 mm za cca 15 mesiacov, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu 6,72 mm/rok – obr. 2.1.39, príl. 1.8). Významný posuv bol zaznamenaný aj vo vrte GI-4 v hĺbke 4,5 m (4,57 mm/rok – Lenková in Grenčíková et al., 2006).

Z dlhodobého vývoja deformácií (obr. 2.1.40), meraných metódou presnej inklinometrie vyplýva vcelku ustálený stav pohybovej aktivity.

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2005 bol pri jarnom i jesennom meraní zaznamenaný stredný stupeň aktivity poľa PEE vo vrtoch GI-1 a GI-3 v hĺbke cca 12 až 16 m. Pri jesennom meraní bola stredná aktivita poľa PEE nameraná i v pripovrchovej zóne vrtu HI-5.

V roku 2006 boli najvyššie hodnoty poľa PEE zaznamenané pri jarnom meraní vo vrte GI-1 v hĺbke 15 až 27 m (šmyková zóna) a v pripovrchovej zóne vrtu HI-5 (Vybíral, 2006). Pri jesennom meraní bolo najaktívnejšie pole PEE namerané vo vrte HI-5 v hĺbke 7 až 17 m (obr. 2.1.39, príl. 1.8).

Pri analýze výsledkov merania za dlhšie časové obdobie (obr. 2.1.40) možno konštatovať, že hodnoty poľa sa ustálili na úrovni nízkej, ojedinelo strednej aktivity, bez výraznejších anomálií, ktoré sa objavovali v predchádzajúcom období. Celkovo väčšia aktivita poľa PEE sa prejavuje v povrchovej zóne (v porovnaní s väčšími hĺbkami masívu).

d/ Režimové pozorovania

Stav hladiny podzemnej vody i stav odvodňovacích zariadení sa zisťuje pri meraniach podľa PEE. Nejde teda o režimové pozorovania ale skôr o kontrolu funkčnosti existujúcich monitorovacích objektov. Na základe opakovaných terénnych obhliadok možno konštatovať, že najväčší rozkyv hladiny podzemnej vody je vo vrtoch GI-4 a HI-5. Pri hodnotení stavu odvodňovacích zariadení treba upozorniť na zhoršujúci sa technický stav objektov, odvádzajúcich vodu zo stredisku VI. Všetky namerané údaje sú zhrnuté v príl. 1.8.

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).

f/ Merania mikromorfologických zmien

Celé údolie Handlovky na južnom okraji mesta je postihnuté svahovými pohybmi, ktoré sa iniciovali na obidvoch svahoch rieky. Vzhľadom na to, že jednou z príčin vzniku a aktivizácie pohybov je tlak nadložných vulkanických hornín, ku komplexnej informácii o stave prostredia patrí i poznanie vývoja zvetrávania a porušovania nadložných skalných a poloskalných hornín. Z uvedených dôvodov sa v predchádzajúcom období vybuďovalo pozorovacie stanovisko pre monitorovanie rýchlosti zvetrávania na náprotivnom svahu (oproti svahu katastrofálneho handlovského zosuvu), asi 800 m východne od Bane Handlová (obr. 2.1.38) vo výrazne vyvinutej odľučnej hrane zosuvu. Vzhľadom na príbuznosť litologického zloženia i fyzického stavu vulkanických hornín na obidvoch svahoch údolia (prítom polohy hornín nad katastrofálnym zosuvom prakticky nie sú odkryté) sa v monitorovaní rýchlosti ich zvetrávania pokračuje s cieľom komplexného poznania prostredia v širšom okolí handlovského zosuvu.

Sledovaná lokalita má pravidelný priamkový tvar, výška hrany dosahuje okolo 25 m (obr. 2.1.41). Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú epiklastické vulkanické pieskovce s polohami brekcií a tufov kamenského súvrstvia (báden, Šimon et al., 1997). Horniny sú zložené z angulárnych, subangulárnych a sférických fragmentov andezitov, pemzy a vulkanického materiálu.

S monitoringom lokality sa začalo v lete v roku 2002. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období. Z pohľadu procesov zvetrávania a rozvoľňovania horninového masívu pokračovali merania mikronivelačných zmien s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne. V roku 2006 v dôsledku technických problémov nebolo možné vykonané merania vyhodnotiť. Preto na obr. 2.1.42 uvádzame výsledky monitorovania iba do konca roku 2005. Z celkového zhodnotenia vyplýva, že namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, ich rozsah sa pohybuje od +0,05 do -0,85 mm/rok (obr. 2.1.42, príl. 1.8). Celkový priemerný úbytok za sledované obdobie 5 rokov dosiahol -1,41 mm. Ústup masívu je relatívne rovnomerný v rámci celého monitorovacieho obdobia.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V rokoch 2005 a 2006 boli zaznamenané pokračujúce prejavy aktivity v hornej časti svahu (na základe výsledkov inklinometrických meraní vo vrte GI-1, meraní podľa PEE vo vrte GI-1 a čiastočne i GI-3). Ide pravdepodobne o lokálne prejavy nestability v dôsledku absencie údržby odvodňovacích zariadení (znefunkčnenie odvodňovacích stredísk IV a V a zlý technický stav strediska VI).

Katastrofálny handlovský zosuv je nesporne najznámejšou zosuvnou lokalitou na Slovensku a jeho monitorovanie má bohatú tradíciu. Z praktického hľadiska však možno konštatovať, že vďaka dosypávaniu stabilizačného násypu je svah ako celok stabilizovaný a v jeho spodnej časti (ktorá je v kontakte s trasou štátnej cesty a ďalšími objektmi technosféry) nehrozí v súčasnosti významná pohybová aktivizácia zosuvu.

Preto pri jeho ďalšom monitorovaní odporúčame aplikovať predovšetkým menej náročné metódy a upozorňovať predovšetkým na nevyhnutnosť opráv objektov, ktorých funkčnosť sa výrazne znížila.

2.1.4.9 Lokalita Okoličné

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza na SV okraji mesta Liptovský Mikuláš (obr. 2.1.43) a je súčasťou rozsiahleho zosuvného územia, ktoré sa vyvinulo v horninovom prostredí centrálnokarpatského paleogénu (charakteru jemno až hrubo rytmického flyša s prevahou ílovcov). Takýto charakter geologickej stavby podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery (prítomnosť tlakových horizontov podzemnej vody, vysoký hydraulický spád, filtračnú heterogenitu). Základným faktorom zosúvania bola v minulosti erózna činnosť rieky (podrezávanie svahov) a neskôr nesprávne antropogénne zásahy do svahu (realizácia odrezu v akumuláčnej časti zosuvu pri rozširovaní železničnej trate v roku 1949, prevádzka na železnici). Bezprostredné oživenie aktivity svahových pohybov súvisí zvyčajne so zrážkovými anomáliami. Pozorovaný zosuv (s rozlohou cca 0,16 km², celkovej dĺžky 750 m) sa vyvíjal v niekoľkých etapách a po rozšírení železničnej trate periodicky už po dobu 50 rokov ohrozuje prevádzku na hlavnej trati Žilina-Košice a na jeho stabilizáciu bola v niekoľkých etapách použitá celá séria sanačných opatrení (Jadroň, 1980). Monitorovacie merania sa na lokalite vykonávali krátkodobo počas prieskumov a sanácií (výnimkou sú iba geodetické merania, vykonávané po dobu viac, ako 30 rokov); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006, sú zhrnuté v tab. 2.1.14.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2005 bol najvýraznejší posuv zaznamenaný v bodoch 111 (32,4 mm za rok), P-25 (24,2 mm) a 132 (23,1 mm).

Výsledky geodetického merania v júni 2006 poukázali na veľmi nepriaznivý stav čela zosuvnej akumulácie v miestach nad železničnou traťou. Viacero bodov preukázalo veľmi výrazné pohyby, dosahujúce až okolo 10 cm/rok (Bitterer, 2006). Najväčší pohyb bol zaznamenaný pri bode 133 s nameraným zdvihom 116 mm (99,41 mm/rok). Zdvih bodov 111 a 112 presiahol tiež 40 mm a aj polohové zmeny všetkých troch spomínaných bodov boli väčšie ako 30 mm za obdobie cca 14 mesiacov. Výrazná polohová zmena bola nameraná aj v bode P-17 (viac ako 37 mm/rok – obr. 2.1.44A, príl. 1.9). Možno konštatovať, že namerané hodnoty ilustrujú najnepriaznivejší stabilitný stav svahu (posudzovaný na základe geodetických meraní) za celé obdobie pozorovania; zvlášť závažný je výrazný zdvih viacerých bodov.

Prejavy pohybovej aktivity v roku 2006 ilustruje aj porovnanie pohybových zmien v rámci dlhodobého záznamu výsledkov monitorovania (obr. 2.1.45).

b/ Inklinometrické merania

V máji 2005 boli najvýraznejšie deformácie inklinometrickej pažnice zistené vo vrte JO-1 (10,49 mm za 13 mesiacov) a vo vrte M-2 (6,66 mm za rovnaké obdobie). V oboch prípadoch ide o preukázanie pomalého, plazivého pohybu v transportnej časti zosuvu ale i v čele akumulácie nad železničnou trasou.

Vzhľadom na výrazné posuvy geodetických bodov, zaznamenané meraním v roku 2006 sa očakávali analogické výsledky aj pri inklinometrických meraniach. Skutočnosť však bola odlišná. Inklinometrické meranie, uskutočnené v júli 2006 preukázalo iba vo vrte M-2 deformáciu väčšiu ako 2 mm za cca 14 mesiacov, čo po prepočte predstavuje 1,78 mm/rok (obr. 2.1.44A, príl. 1.9). Všetky ostatné inklinometricky namerané deformácie boli menšie (Lenková in Grenčíková et al., 2006).

Z dlhodobého vývoja deformácií vyplýva pre rok 2006 skôr celkový pokles intenzity pohybu, čo je v značnom nesúlade s hodnotami geodeticky zaznamenaných pohybov (obr. 2.1.45).

c/ Merania povrchových reziduálnych napätí

V roku 2005 bol nameraný celkový vzrast tlakových napätí (najmä v bodoch RN-1, RN-13 a RN-6). Zmena tlakového napätia na ťahové bola nameraná v bode RN-3.

V roku 2006 boli zmeny z tlaku na ťah zaznamenané v bodoch RN-6 a RN-7 (v centrálnom úseku transportnej časti zosuvu), z ťahu na tlak v bode RN-3 a najvýraznejší nárast tlakových napätí bol nameraný v bode RN-5 (obr. 2.1.44B, príl. 1.9 – Grenčíková et al., 2006).

Z dlhodobého vývoja povrchových reziduálnych napätí (obr. 2.1.45) vyplýva určité ustálenie napätostného stavu v posledných rokoch. V roku 2006 prevládala skôr pokles tlakových napätí a prechod k napätiam ťahového charakteru.

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Maximálny rozkyv hladiny podzemnej vody bol v roku 2005 zaznamenaný vo vrte M-2 (12,85 m). V roku 2006 bol najväčší rozkyv opäť vo vrte M-2 (10,23 m) a vo vrte JP-44 až 11,96 m – príl. 1.9). Z uvedeného vyplýva, že najväčšia dynamika zmien hladiny podzemnej vody je práve v čele zosuvnej akumulácie nad železničnou traťou.

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v pozorovaných vrtoch v roku 2006 mierne stúpala (o cca 20 cm, z 7,2 m na 7 m pod úrovňou terénu).

Zo záznamov automatických hladinomerov vyplýva, že podstatne citlivejšie na zmeny hladiny reaguje hladinomer, umiestnený vo vrte AH-2, i keď v celkovom rozkyve hladín nie sú výrazné rozdiely (obr. 2.1.46).

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 vrtoch M-2 a JP-44, kde pravidelne v jarných mesiacoch hladina v priebehu niekoľkých dní výrazne stúpne až o cca 10 m a viac – obr. 2.1.47). Absolútna hodnota stúpnutia úrovne hladiny v roku 2006 bola však v týchto vrtoch menšia.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Celková priemerná výdatnosť 10 meraných odvodňovacích zariadení v roku 2006 (oproti roku 2005) mierne poklesla (o 2,5 l.min⁻¹ – obr. 2.1.44C, príl. 1.9).

Zmeny spoločnej výdatnosti odvodňovacích vrtov sú znázornené na obr. 2.1.47. Z grafu vyplýva pokračujúca zákonitosť zmien v priebehu roka – výdatnosť stúpa v jarňých mesiacoch, v strede leta sa prejavuje jej postupný pokles a menej výrazné stúpanie nastáva na jeseň. V roku 2006 sa jesenné stúpnutie prakticky neprejavilo – po maxime v jarňých mesiacoch výdatnosť postupne klesala až do konca roka. Dlhodobá spoločná priemerná ročná výdatnosť drenážnych prvkov (1996 až 2004) na tejto lokalite je $55,6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Funkčnosť drenážnych prvkov je dobrá, ale odvedenie drénovanej vody mimo zosuvné územie 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 2005 na stanici Liptovský Mikuláš bol 681,7 mm a v roku 2006 iba 479,8 mm. Na stanici Liptovský Mikuláš – Ondrášová bol ročný zrážkový úhrn v roku 2005 788,2 mm a v roku 2006 iba 564,2 mm. V porovnaní s dlhodobým zrážkovým priemerom za roky 1993 až 2004 (ktorý je 641,6 mm) ide na stanici Liptovský Mikuláš o 106,3 %, resp. 74,78 % dlhodobého priemeru, čo charakterizuje v prvom prípade normálny rok a v druhom prípade veľmi suchý rok. Na stanici Liptovský Mikuláš - Ondrášová (s dlhodobým priemerom 654,9 mm) ide v roku 2005 o 120,35 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a v roku 2006 o 86,1 % (suchý rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.47.

Zhodnotenie stabilného stavu zosuvného svahu

Stupeň bezpečnosti zosuvného svahu bol modelovaný na profile 1-1', ktorý vedie od päty svahu v juhozápadnej časti cez železničný násyp a príľahlý zosuvný svah po kótu 718,0 m n. m. (obr. 2.1.44A) v severovýchodnej časti územia. Profil je päťkrát lomený s celkovou dĺžkou 720 m a s celkovým prevýšením 127,2 m (obr. 2.1.48).

Stupeň bezpečnosti bol počítaný na piatich čiastkových šmykových plochách. Prvá a druhá šmyková plocha sa nachádzajú na juhozápadnej, akumuláčnej časti svahovej deformácie. Tretia šmyková plocha sa vytvorila v transportačnej časti zosuvu a štvrtá a piata šmyková plocha prechádzajú odľučnou časťou hodnotenej svahovej deformácie. Šmykové plochy pretínajú (v smere od povrchu územia do hĺbky svahu) deluviálne hliny s objemovou tiažou (γ) 20 kNm^{-3} , uhlom vnútorného trenia (ϕ) $15,0^\circ$ a súdržnosťou (c) 10 kPa a výrazne zvetraný horizont ílovcov ($\gamma = 21 \text{ kNm}^{-3}$, $\phi = 14,1^\circ$ a $c = 0 \text{ kPa}$). Bázu porušenia predstavujú podložné paleogénne ílovce vo flyšovom vývoji ($\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$, $\phi = 15^\circ$ a $c = 0 \text{ kPa}$). Stabilitu svahu pozitívne ovplyvňujú delúviom prekryté sedimenty aluviálnej nivy Váhu ($\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$, $\phi = 30^\circ$, $c = 0,0 \text{ kPa}$) a železničný násyp ($\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$, $\phi = 15,0^\circ$, $c = 10 \text{ kPa}$).

Profil bol navrhnutý tak, aby bolo možné čo najlepšie sledovať zmeny hladiny podzemnej vody. Pri výpočte sa uvažuje s „najnepriaznivejšou hladinou“ podzemnej vody z desiatich vrtov M-4, M-2, J-1, JP-44, M-3, J6-B, JO-1, JH-14, J3-A a J3-B (pre hodnotenie roku 2006 pribudla informácia aj z automatického hladinomeru AH-2, ktorý bol inštalovaný v X.2005).

Údaje vstupujúce do výpočtového modelu sú zhrnuté v samostatnej štúdií (Míka, Ondrejka, 2006).

Ako najnepriaznivejšie obdobie, z hľadiska stavu hladiny podzemnej vody, je označený koniec marca roku 2001 (obr. 2.1.49). Práve počas tejto etapy merania hvp modelovaná medzná rovnováha bola prekročená na štyroch šmykových plochách. Naopak, stabilne najpriaznivejšie bol zhodnotený rok 2004, kedy aj počas obdobia s najvyššou priemernou hladinou podzemnej vody modelovaný stupeň bezpečnosti klesol pod hodnotu „1“ len na I. šmykovej ploche. Počas hodnoteného roku 2006 bola prekročená modelovaná medzná

rovnováha na dvoch šmykových plochách (I. a II.). Celkovo, z hľadiska dlhodobšieho vývoja stupňa bezpečnosti, bol v roku 2006 preukázaný jeho pokles na všetkých šmykových plochách. Spôsobilo to stúpnutie hladiny podzemnej vody z konca apríla, kedy bola zaznamenaná tretia najvyššia priemerná hladina počas celého monitorovaného obdobia.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podobne ako v predchádzajúcich rokoch sme všetky výsledky monitorovacích meraní spracovali metódu multikriteriálneho hodnotenia v súlade s tab. 2.1.4. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.50. Pre porovnanie je na tomto obrázku vyjadrené hodnotenie aktivity územia podľa tých istých kritérií i za predchádzajúci rok.

V hodnotení pre rok 2006 sa výrazne prejavili výsledky geodetických meraní, ktoré preukázali nestabilitu čela akumuláčnej časti zosuvu nad železničnou traťou. V porovnaní s rokom 2005 sa výrazne aktívnejšou javí i východná časť zosuvu v jeho akumuláčnej až odlučnej oblasti. Stav v čele zosuvu možno i na základe komplexného hodnotenia považovať za veľmi nepriaznivý.

Možno teda zhrnúť, že merania v roku 2006 preukázali významnú pohybovú aktivitu zosuvných hmôt predovšetkým v čele zosuvnej akumulácie. Pokles bodu 133 predstavuje najvýraznejší vertikálny pohyb, zaznamenaný za celú dobu merania. Merania presnej inklinometrie i reziduálnych povrchových napätí zasa preukázali určitú aktivitu v centrálnej časti transportnej zóny zosuvu. Súčasne preukázali, že nepriaznivé prejavy zosuvnej aktivity, zaznamenané rôznymi metódami nie sú časovo synchronizované a nasýtenie hlbších polôh masívu vodou sa môže prejaviť až s určitým časovým oneskorením.

V roku 2006 bolo významné i stúpnutie hladiny podzemnej vody v jarných mesiacoch, pričom už dlhodobšie je jej najväčší rozkyv pozorovaný vo vrtoch, nachádzajúcich sa v čele zosuvu. Na základe výsledkov pozorovaní možno stav svahu v roku 2006 považovať za stabilného hľadiska za veľmi nepriaznivý.

Vzhľadom na uvedené skutočnosti je potrebné zachovať doterajší rozsah a frekvenciu meraní, prípadne v spolupráci s ŽSR frekvenciu meraní zvýšiť.

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.

Na všetky zistené nepriaznivé skutočnosti bolo GR ŽSR upozornené listom dňa 7. septembra 2006. Kópie listu boli odoslané na MŽP SR, Sekciu geológie a prírodných zdrojov, na Úrad civilnej ochrany MV SR a na Okresný úrad v Liptovskom Mikuláši.

2.1.4.10 Lokalita Liptovská Mara

Stručná charakteristika lokality

Veľkomarský zosuv sa nachádza na pravostrannom zaviazaní zemnej hrádze VD Liptovská Mara (na jej návodnej strane) – obr. 2.1.51. 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 2005 a 2006

Z hľadiska monitorovania má lokalita veľkomarského zosuvu osobitné postavenie. Vlastné monitorovacie merania – geodetické (raz do roka) a režimové (raz za 2 týždne) – sú vykonávané pracovníkmi VD Liptovská Mara. V rámci riešenia úlohy sa spracovávajú a vyhodnocujú. Prehľad meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 je zhrnutý v tab. 2.1.15.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

Na lokalite v priebehu meraní v minulosti došlo k zmene metodiky merania, navyše, preukázaná bola nestabilita pevných bodov. Situácia rozmiestnenia bodov geodetickej siete je na obr. 2.1.52. V komentári uvádzame iba najzávažnejšie skutočnosti zistené meraniami v rokoch 2005 a 2006 (Kopecký, 2006).

Výškové zmeny pevných a pozorovaných bodov. Všetky merané pevné body A-1, A-2 a A-6 vykázali za obdobie júl 2005 až august 2006 pokles od 0,3 mm do 7,6 mm. Ako celok vykazuje sieť pevných bodov od základného merania výškové zmeny od -1,0 mm do -15,5 mm.

Aj všetky pozorované body za rovnaké obdobie poklesli. Výrazný pokles bol zaznamenaný pri bodoch B-1 až B-6, ktoré sa nachádzajú v odľučnej časti zosuvného územia. Pri týchto bodoch bola hodnota poklesu od 6,9 do 12,2 mm (priemerne 9,8 mm). V transportačnej časti zosuvu (body B-9 až B-15) bol zaznamenaný pokles 1,2 až 4,0 mm (priemerne 1,9 mm). Pozoruhodné je, že pri bode B-2 bol zaznamenaný za posledné 3 roky celkový pokles až 25,7 mm. Súčtové čiary výškových zmien pevných a pozorovaných bodov za posledných 5 rokov sú na obr. 2.1.53.

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 B-12, B-13 a B-8). Túto skutočnosť potvrdzujú aj polohové zmeny pevných a pozorovaných bodov za obdobie júl 2005 až august 2006.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

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

Výsledky hodnotenia režimových pozorovaní v roku 2006 sú znázornené na obr. 2.1.54.

V roku 2006 bolo možné pozorovať výrazné maximum hladín podzemných vôd vyvolané topením snehu na jar 2006. Topenie snehu podľa priebehu denných teplôt a kolísania hladín podzemných vôd v automatických hladinomeroch (obr. 2.1.55) začalo 26.3. 2006, keď denná teplota vystúpila nad 10 °C a minimálna nad 0 °C. Zároveň v priebehu 3 dní (29.3. až 31.3.) spadlo 28,5 mm zrážok.

Vo vrte J-19 podľa záznamov automatického hladinomera hladina podzemnej vody stúpila v priebehu 29.3 o 3,28 m. Celkovo hladina podzemnej vody v dňoch 27.3. až 1.4. v tomto vrte vystúpila o 4,3 m (obr. 2.1.56) a dosiahla maximum za celú dobu merania, čo predstavuje 10 cm pod úroveň terénu. V ďalšom vrte s automatickým hladinomerom (J-10) hladina podzemnej vody vystúpila od 26.3. do 2.4. o 6,45 m čo taktiež predstavuje

maximum od roku 2003. TBD realizovalo meranie hladín podzemnej vody v piezometroch na zosuve 12.4. a výraznejší vzostup bol pozorovaný v prevažnej časti piezometrov. Vo vrte J-3B bola zaznamenaná maximálna hladina podzemnej vody od roku 1991 (obr.2.1.57). Maximá boli zaznamenané i vo vrte J-18 a J-20A

V ďalšom období nastal u väčšiny piezometrov pokles hladín, ktorý trval až do konca roka. Dňa 17.6. spadlo 36 mm zrážok, na čo veľmi slabo zareagovala hladina podzemnej vody vo vrte J-10, kedy vystúpila v priebehu 9 hodín o 43 cm (obr. 2.1.56). V období od 27.10. do 14.11. (12 dní) spadlo 75,1 mm zrážok. Na to zareagovali hladiny iba v niektorých piezometroch (J-9,14,16,25 – obr. 2.1.58). Najväčší rozkyv hladín podzemných vôd v roku 2006 bol zaznamenaný v piezometroch J-10 a J-16 (11,37 a 9,14 m) a najmenší v piezometroch J-6B, J-15 a J-7B (0,15, 0,11 a 0,13 m), čo pravdepodobne svedčí o ich nefunkčnosti.

Výpočtom bola zistená tzv. medzná (kritická) hladina podzemnej vody (MH) v niektorých piezometroch, ktorá nesmie byť dlhodobo prekročená, aby bola zabezpečená stabilita na zosuve. Výpočty boli vykonané podľa metodiky HYCO a metodiky M. Kopeckého (2002). Na obr. 2.1.58, kde sú znázornené priebehy hladín podzemných vôd v jednotlivých piezometroch, je vyznačený aj ich vzťah k medznej hladine.

Možno konštatovať, že hladina podzemnej vody v hodnotenom období (rok 2006) bola trvalo nad medznou hladinou v piezometri J-7A a podľa metodiky M. Kopeckého (MHK) aj v piezometri J-11A (vzhľadom na jeho stav sa hladina podzemnej vody nemeria, ale voda vyteká nad terén cez hrdzavú pažnicu). V piezometri J-10 sa hladina podzemnej vody nachádza nad medznou hladinou počas prevažnej časti roka, podľa MHK však medzná hodnota bola prekročená iba počas jarného topenia snehu. Výraznejšie bola prekročená medzná hladina ešte v piezometri J-9 a J-16. V ostatných piezometroch možno pozorovať výstup hladiny podzemnej vody nad kritickú (medznú) hladinu iba jednorázovo (J-17 a J-2), prípadne vôbec (J-6A, J-12 a J-3A).

Z uvedeného vyplýva, že hladinu podzemnej vody pod tzv. medznou hladinou sa stále nedarí udržať v piezometroch J-7A a J-11A. 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 (Kopecký, 2006).

Priemerná hladina podzemnej vody v meraných piezometroch v roku 2006 mierne stúpla (o 15 cm oproti roku 2005 – príl. 1.10).

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Vo všeobecnosti možno povedať, že výdatnosť odvodňovacích horizontálnych vrtov sleduje celkový stav hladín podzemných vôd v piezometroch. Na obr. 2.1.59 je znázornené porovnanie súčtovej hladiny podzemnej vody (súčet hladiny v piezometroch, ktoré v danom období mali merateľnú hladiny podzemnej vody) a sumárnej výdatnosti všetkých horizontálnych vrtov na zosuve.

Z obr. 2.1.59 je zrejmé, že maximálne stavy hladín podzemných vôd 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 vztlačového účinku podzemných vôd (Kopecký, 2006).

Z obr. 2.1.60 vyplýva, 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 priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení bola v roku 2006 približne rovnaká ako v roku 2005 (17,21 l.min⁻¹ – príl. 1.10).

d/ Merania zrážkových úhrnov

V roku 2005 bol zrážkový úhrn na zrážkomernej stanici umiestnenej na hrádzi Liptovská Mara 582,6 mm, v roku 2006 predstavoval 452 mm. Priemerný ročný úhrn, vypočítaný pre obdobie rokov 1991 až 2003 je 527,2 mm. Z porovnania vyplýva, že úhrn za rok 2005 bol 103,8 % dlhodobého priemeru (normálny rok) a za rok 2006 85,7 % (suchý rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Záverom zhodnotenia stability lokality možno povedať, že v roku 2006 vykazovali merania na monitorovacích zariadeniach určité výraznejšie anomálie, ktoré by mohli naznačovať oživenie svahových pohybov.

Predovšetkým išlo o výškové zmeny geodetických bodov, ktoré vykazovali znaky sadania. Výrazný pokles zaznamenali body B-1 až B-6, ktoré sa nachádzajú v odľučnej časti zosuvného územia. Pri týchto bodoch bola hodnota poklesu zaznamenaná od 6,9 do 12,2 mm (priemerne 9,8 mm). Ak došlo k určitým pohybom na zosuve, ktorého nepriamym indikátorom môžu byť výškové zmeny, tak sa to udialo v prvý aprílový týždeň, kedy sa rozpustila hrubá snehová pokrývka a zároveň intenzívne pršalo. V dôsledku tejto extrémnej klimatickej situácie došlo v neďalekom Prosieku k vzniku zosuvu.

Nepriamo o extrémnych vztlakových pomeroch podzemnej vody v zosuvnom území hovorí fakt, že na obidvoch kontinuálnych meračoch boli zaznamenané maximálne hladiny podzemnej vody za merané obdobie (v rokoch 2003 až 2006 – obr. 2.1.61).

V ďalšom období odporúčame naďalej vykonávať režimové pozorovania na vybraných objektoch s väčšou hustotou. Inštalácia 2 ks automatických hladinomerov sa plne osvedčila. Predovšetkým náhle extrémny, ktoré sú často spúšťačom pohybov, by neboli pri tradičnom intervale meraní zachytené.

Na základe údajov o efektívnych zrážkach a hladinách podzemných vôd je možné potom zostaviť korelačný diagram pre závislosť vzostupu hladín podzemných vôd od efektívnych zrážok. Pretože maximálne stavy hladín podzemných vôd nastávajú po topení snehu, odporúčame na zosuve v zimných mesiacoch merať výšku snehovej pokrývky a jej vodnú hodnotu.

Zvýšená pozornosť by sa mala venovať údržbe monitorovacích zariadení. V niektorých horizontálnych vrtoch bude potrebné prečistiť ich vyústenie, prípadne zabezpečiť plynulé odvádzanie vytekajúcej vody. Podobne je veľmi potrebné zaoberať sa zanesením piezometrov, pretože mnohé z nich už majú len polovicu zo svojej pôvodnej hĺbky. Je to dôležité najmä pri piezometroch, v ktorých hladina podzemnej vody sa nachádza hlbšie (J-26, J-23). Niektoré piezometre sú už upchaté a takmer nefunkčné. Piezometer J-11A, z ktorého voda vyteká nad terén je upchatý a vyčnievajúca pažnica je prederavená a hrdzavá.

Zásadné zmeny by sa mali urobiť v systéme meraní pohybov geodetických bodov, t.j. mal by sa prebudovať systém základných pevných bodov. Pre doplnenie informácií o pohybe hmôt vo väčších hĺbkach by bolo potrebné vybudovať cca 5 inklinometrických vrtoch (v spolupráci s TBD). Pretože predpokladáme zvýšené pohyby v odľučnej oblasti zosuvného územia, bolo by vhodné zhotoviť i 3 profily pre meranie pohybov pásom (extenzometrom). Súbor monitorovacích pozorovaní by vhodne doplnili i výsledky geofyzikálnych meraní.

2.1.4.11 Lokalita Bojnice

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnícami a Opatovcami nad Nitrou (obr. 2.1.62) 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. 2.1.63A) a ohrozili viacero objektov – 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 stabilného 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 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 sú zhrnuté v tab. 2.1.16.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

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 roku 2005 preukázalo výraznú pohybovú aktivitu časti zosuvu v okolí bodu 6 (polohová zmena až 102,18 mm za rok), čo sa prejavilo i na povrchu vznikom zosuvnej trhliny. Pomerne veľké polohové zmeny boli namerané aj v bodoch 7 (32,2 mm za rok) a B-2 (polohová zmena 33,6 mm). Významné poklesy boli zaznamenané pri bodoch 2 (pokles 44 mm za rok), 4 (37 mm), 10 (36 mm) a vo viacerých ďalších.

V roku 2006 bol najväčší posuv nameraný v bode 10 (33,34 mm/rok – Němec in Grenčíková et al., 2006). Posuvy okolo hodnoty 30 mm/rok boli zaznamenané v bodoch B, B1 a B3, nachádzajúcich sa vo východnej časti zosuvu (obr. 2.1.63A, príl. 1.11).

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. Posuv bodu 6, nameraný v roku 2005 je však najvýraznejší za celé obdobie pozorovania lokality (obr. 2.1.64).

b/ Inklinometrické merania

Pri meraní v máji 2005 boli zaznamenané minimálne zmeny. Táto skutočnosť poukazuje na to, že došlo k lokálnej aktivizácii pohybu zosuvných hmôt v okolí geodetického bodu 6. V miestach situovania inklinometrických vrtov pohyb zaznamenaný nebol. V roku 2006 určité náznaky pohybovej aktivity boli zaznamenané v plytkých polohách (do 3 m od povrchu terénu) vrtu JB-2 (obr. 2.1.63A, príl. 1.11 – Lenková in Grenčíková, 2006).

Z analýzy vývoja aktivity za dlhšie obdobie vyplýva jej pokles a relatívne stabilný stav, charakterizovaný deformačnými zmenami pažnice, dosahujúcimi hodnotu do cca 3 mm za rok (obr. 2.1.64).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody reagovala v jednotlivých piezometroch rozdielne. V roku 2006 bol najväčší rozkyv hladiny (blížiaci sa k hodnote 3 m) zaznamenaný vo vrtoch B-4 a JB-2.

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vo všetkých meraných objektoch v roku 2006 mierne poklesla oproti predchádzajúcemu roku (o 0,10 m – obr. 2.1.63B, príl. 1.11).

Na základe dlhodobějších meraní možno konštatovať, že relatívne ustálený režim kolísania hladiny podzemnej vody na lokalite pretrváva už niekoľko rokov (obr. 2.1.65).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza. Ročný zrážkový úhrn v roku 2005 bol 799,9 mm, v roku 2006 klesol na 565,9 mm. Ak porovnáme namerané zrážkové úhrny s hodnotou dlhodobého priemeru (1993 až 2004), predstavujúceho 660,9 mm, potom v roku 2005 ide o 121 % dlhodobého priemeru (veľmi vlhký rok) a v roku 2006 o 85,85 % dlhodobého zrážkového priemeru (suchý rok). Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.65.

Zhodnotenie stabilitného stavu zosuvného svahu

Stabilita zosuvného svahu bola posudzovaná v dvoch profiloch, 1-1' a 2-2'. Profil 1-1' prechádza západnou časťou územia s orientáciou juh – sever. V smere od najnižšieho miesta (277,3 m n. m.) po najvyššie (287,0 m n. m.) profil prechádza telesom cestného násypu, odvodňovacím rigolom a príľahlým zosuvným svahom (obr. 2.1.63A). Dĺžka profilu je 37,1 m s celkovým prevýšením 9,7 m. Druhý profil 2-2' je vedený východnejšou časťou územia, približne s rovnakou orientáciou ako profil 1-1'. Najnižší bod v južnej časti profilu predstavuje päta cestného násypu (280,0 m n. m.), profil ďalej prechádza cestným násypom, rigolom a zosuvným svahom. Najvyššie položený bod profilu sa nachádza nad odľučnou hranou vo výške 292,5 m n. m.. Celková dĺžka profilu je 52,9 m a jeho prevýšenie dosahuje 12,5 m.

V obidvoch profiloch bol stupeň bezpečnosti počítaný na troch parciálnych šmykových plochách (obr. 2.1.66)

V rámci generalizácie vlastností zemín je v celom profile uvažované len s jednou ílovito-piesčitou deluviálnou vrstvou, ktorej hodnota objemovej tiaže bola uvažovaná $21,0 \text{ kNm}^{-3}$, uhol vnútorného trenia $18,0^\circ$ a súdržnosť mala zadanú nulovú hodnotu.

Profily sú navrhnuté tak, aby v rámci možností čo najrealistickejšie charakterizovali hydrogeologické pomery hodnoteného územia. Informáciu o hladine podzemnej vody v prvom profile zabezpečujú tri pozorovacie objekty (B-4, J-4, JB-2) a v profile 2-2' päť pozorovacích objektov (B-2, B-3, B-1, JB-1, J-9).

Všetky údaje vstupujúce do výpočtového modelu (súradnice jednotlivých rozhraní) sú uvedené v samostatnej správe (Míka, Ondrejka, 2006).

Samotný stupeň bezpečnosti (Fs) bol aj na tejto lokalite počítaný Sarmovou metódou na vybraných šmykových plochách vo vytýčených profiloch za obdobie cca desiatich kalendárnych rokov (1997 až 2006) pre viaceré stavy hladiny podzemnej vody. V predkladanom súhrne sa sústreďujeme len na stupeň bezpečnosti zodpovedajúci stavu, keď hladina podzemnej vody v hodnotenom období predstavovala najväčšie riziko aktivizácie svahového pohybu. Ide o taký stav, keď priemerná hladina podzemnej vody zmeraná vo všetkých objektoch na celej lokalite bola najvyššie (teda najbližšie k povrchu terénu, tzv. „najnepriaznivejšia hladina“) v porovnaní s priemernými hodnotami hladiny podzemnej vody, zistenými pri meraniach v iných časových obdobiach.

Na základe uvedeného metodického postupu možno konštatovať, že počas desiatich hodnotených rokov maximálna priemerná hladina podzemnej vody zaznamenali značné kolísanie. Táto skutočnosť sa odzrkadlila aj na výsledných hodnotách stupňa bezpečnosti. Celkovo najnižší, ale zároveň aj najvyrovnanější priebeh stupňa bezpečnosti má tretia šmyková plocha v profile 1-1'. Počas hodnoteného obdobia sa na tejto šmykovej ploche

hodnoty stupňa bezpečnosti pohybovali v intervale 0,97 – 1,05, pričom najnižšia hodnota bola dosiahnutá práve v roku 2006 (21. február). Podľa výpočtov v rokoch 1998 a 2000 došlo k prekročeniu medzného stavu aj v profile 2-2' a to na I. a II. šmykovej ploche.

Na základe porovnania stavu v roku 2006 s predchádzajúcim rokom možno konštatovať, že na druhej a tretej šmykovej ploche v profile 1-1' došlo k výraznému poklesu stupňa bezpečnosti. Opačná situácia nastala vo východnejšej časti územia (profil 2-2'), keď počas hodnoteného roku 2006 došlo k nečakane pozitívnemu vývoju stupňa stability (obr. 2.1.67).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Nameraná veľmi veľká hodnota posuvu geodetického bodu 6 a vznik zosuvnej trhliny v jeho blízkosti svedčia o lokálnom aktívnom pohybe časti zosuvného územia. Jeho príčinou je nesporne pokračujúca technická závada na potrubí splaškovej kanalizácie, v dôsledku ktorej dochádza k únikom vody (v okolí šachty pri vrte JB-1) a jej hromadeniu v zosuvných hmotách. O tejto skutočnosti boli opakovane informované orgány miestnej samosprávy (list zo dňa 29. mája 2006).

Merania v roku 2006 nezaznamenali extrémne veľké pohyby, avšak posuvy niektorých geodetických bodov (10, B, B-1, B-3) indikujú náznaky pohybovej aktivity.

Vzhľadom na aktívny stav časti zosuvného územia považujeme za potrebné pokračovať v pozorovaniach minimálne s rovnakým rozsahom a frekvenciou meraní, ako v minulom roku.

2.1.4.12 Lokalita Kvašov

Stručná charakteristika lokality

Obec Kvašov leží v doline Kvašovského potoka na Strednom Považí, v blízkosti údolia Váhu (obr. 2.1.68). V zmysle geomorfologického členenia SR (Lukniš a Mazúr, 1980) patrí územie obce a jej okolia do oblasti Slovensko-moravské Karpaty, celku Biele Karpaty, podcelku Vršatské bradlá, časti Vršatské predhorie.

Geologické pomery širšej oblasti hodnoteného územia sú veľmi pestré. Na geologickej stavbe územia sa podieľajú dve alpínske tektonické jednotky – bradlové a flyšové pásmo. Tieto jednotky sú budované mezozoickými a paleogénnymi horninami, na ktorých ležia pokryvné útvary kvartéru.

Geologická stavba územia, priaznivá na vznik svahových pohybov podmienila skutočnosť, že prakticky celá obec leží v rozsiahlom zosuvnom území. Zosuvy neustále devastujú poľnohospodársku pôdu, ohrozujú hlavnú cestu prechádzajúcu obcou ako aj obytné či hospodárske budovy. Vzhľadom na túto skutočnosť sa v priestore obce a jej okolia uskutočnilo viacero inžinierskogeologických prieskumov a hodnotení stabilitného stavu prostredia. Najrozsiahlejší bol prieskum, vykonaný v osemdesiatych rokoch (Hric a Sikora, 1985) počas ktorého bolo uskutočnených viacero prieskumných i sanačných diel (horizontálnych odvodňovacích vrtov) a bola zostavená mapa rozšírenia svahových pohybov v obci a v jej širšom okolí (obr. 2.1.69).

Vzhľadom na aktivizáciu prúdového zosuvu na severozápadnom ohraničení obce pod osadou Ščamba a poškodenie viacerých obytných domov i štátnej cesty bol v roku 2004 uskutočnený podrobný inžinierskogeologický prieskum (Laurenčík, 2004) tohto zosuvu. Zosuv má rozmery 380 x 150 m, jeho odlučná časť sa nachádza v nadmorskej výške cca 380 m, akumulčná časť vo výške okolo 330 m n. m. Cieľom prieskumu bolo komplexné zhodnotenie geologických pomerov zosuvu a návrh jeho sanácie. Zosuv bol preskúmaný prieskumnými dielami (vrtmi JK-10 až JK-16) už počas predchádzajúceho prieskumu (Hric a Sikora, 1985). Tieto prieskumné diela boli doplnené o dva nové inklinometrické vrty

(KHI-1 a KHI-2) na pozorovanie aktivity zosuvného pohybu a režimové pozorovania. Prieskumnými prácami bolo preukázané, že pod povrchovými kvartérnymi hlinami sa nachádzajú íly, pochádzajúce z rozložených podložných paleogénnych ílovcov. V íloch charakteru ílov štrkovitých až ílov s vysokou plasticitou sa vytvorilo teleso zosuvu.

Na základe výsledkov podrobného inžinierskogeologického prieskumu sa v roku 2004 uskutočnila rozsiahla sanácia prúdového zosuvu. Cieľom sanačných prác bolo zníženie hladiny podzemnej vody jej odvedením z telesa zosuvu drenážnym systémom a tým aj zabezpečenie jeho stability. Odvodňovací systém pozostával z hlavného nosného drénu umiestneného v osi zosuvu, do ktorého ústi 10 bočných drénov (obr. 2.1.70). Celý systém je zvedený do Kvašovského potoka. Výkop pre drenážny systém bol v odľučnej a transportačnej časti zosuvu hlboký 6 m, v akumuláčnej časti zosuvu až 10 m.

Vzhľadom na aktuálnosť problematiky bola lokalita v roku 2006 zaradená do súboru monitorovaných lokalít svahových pohybov v rámci riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov SR. Pôvodné predstavy o monitorovaní celého zosuvného územia v okolí obce sa po rekognoskácii terénu ukázali ako nereálne. Prakticky všetky vrty z prieskumu z osemdesiatych rokov sú nefunkčné a značne poškodená je i sieť geodetických bodov, vybudovaná v tomto období. Z nových vrtov bol vrt KHI-2 poškodený počas realizácie sanačných prác. Monitoring sa preto sústredil iba na pozorovanie stavu sanovaného prúdového zosuvu (inklinometrickými meraniami vo vrte KHI-1 a pravidelnou obhliadkou terénu) a funkčnosti odvodňovacieho systému (režimovými pozorovaniami v tom istom vrte a pozorovaním výtok z odvodňovacieho systému).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2006

Metódy a frekvencia monitorovacích meraní uskutočnených v roku 2006 sú zhrnuté v tab. 2.1.17.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2006

a/ Inklinometrické meranie

Meranie uskutočnené v apríli 2006 preukázalo pokračujúce deformácie inklinometrickej pažnice v úrovni šmykovej plochy (cca 2,5 až 3,5 m pod povrchom terénu – obr. 2.1.70, príl. 1.12 – Turovský, 2006). V porovnaní s predchádzajúcimi meraniami (základné meranie bolo uskutočnené v júni 2004, v apríli 2006 išlo o piate kontrolné meranie) ide však o trend ustálenia pohybovej aktivity. Najvýraznejšie zmeny boli inklinometrickými meraniami zaznamenané v období realizácie výkopu drenážneho systému (meranie v decembri 2004).

b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody bola pravidelne pozorovaná iba vo vrte KHI-1 (príl. 1.12). Možno konštatovať, že po uskutočnení sanačných opatrení došlo k poklesu hladiny podzemnej vody a jej stav vo svahu je počas roka vyrovnaný (zaznamenaný bol rozkyv iba 0,44 m – obr. 2.1.71).

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch (mesačné úhrny zrážok) sú preberané z dvoch najbližších staníc SHMÚ – Horná Maríková (indikatív 26 220) a Lazy pod Makytou (indikatív 26 260). Dlhodobý zrážkový priemer za roky 1993 až 2004 na stanici Horná Maríková je 944,6 mm a na stanici Lazy pod Makytou 866,5 mm. V roku 2005 bol na stanici Horná Maríková nameraný ročný úhrn 1052,1 mm (111,3 % dlhodobého priemeru, teda vlhký rok) a na stanici Lazy pod Makytou 955,1 mm (110,2 %, teda normálny rok). V roku 2006 bol

na stanici Horná Maríková nameraný ročný úhrn 1013,2 mm (107,2 %, teda normálny rok) a na stanici Lazy pod Makytou 906,6 mm (104,6 %, taktiež normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovanie lokality nadväzuje na vykonanie rozsiahlych sanačných prác, uskutočnených koncom roku 2004. Monitorovanie sa sústreďuje iba na stav sanovaného zosuvu. Žiaľ, jediným funkčným objektom na ňom je iba jeden inklinometrický vrt KHI-1. Pre získanie úplnejších výsledkov by bolo preto nevyhnutné sieť monitorovacích bodov zhustiť.

Napriek tomu možno konštatovať, že sanácia územia bola úspešná, o čom svedčia výsledky inklinometrického merania i ustálený stav podzemnej vody vo svahu. Nepriamym dôkazom funkčnosti sanačných opatrení je zvládnutie extrémneho stavu podzemnej vody v jarých mesiacoch roku 2006, kedy sa výrazne zvýšila výdatnosť odvodňovacieho zariadenia (na základe pravidelných pozorovaní). Znamená to, že drenážny systém je pri zvýšených stavoch podzemnej vody schopný odvieť nadbytočné množstvo vody zo svahu.

Vzhľadom na priamy kontakt zosuvu s obytnými objektmi v obci je potrebné pokračovať v monitorovaní pohybovej aktivity zosuvu a v spolupráci s miestnou samosprávou sa pokúsiť o rozšírenie siete monitorovacích bodov.

2.1.4.13 Lokalita Hlohovec - Posádka

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou (obr. 2.1.72) 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 2005 a 2006

Na lokalite Hlohovec – Posádka sa v rokoch 2005 a 2006 uskutočnilo päť cyklov merania podľa PEE v 12 vrtoch (tab. 2.1.18). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13. V roku 2006 bolo vykonané meranie premiestnení 16 vybraných geodetických bodov. Naďalej pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ v Siladiciach.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

Oproti meraniu z roku 2004 (v roku 2005 sa geodetické meranie na lokalite neuskutočnilo) možno v roku 2006 konštatovať celkové ukludnenie pohybovej aktivity zosuvných hmôt. Najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná v bode PB-124 v severnej

časti územia (príl. 1.13), najväčší pokles bol zaznamenaný v bode PB-148 na okraji strmého zosuvného svahu (Mrosko, 2006b). Po prepočte na priemernú rýchlosť pohybu za rok však žiadna z nameraných zmien nepresiahla kritériá na zaradenie do druhého stupňa klasifikačného hodnotenia výsledkov monitorovacích meraní (podľa tab. 2.1.4).

b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

Merania v roku 2005 preukázali najvyššiu aktivitu poľa v severnej časti monitorovaného územia. Výrazný rozdiel bol zistený medzi jarným a jesenným meraním.

Z meraní v roku 2006 bola najvýraznejšia aktivita poľa zaznamenaná počas júnového merania (hlavne vo vrtoch HSJ-25 a HSJ-33 v severnej časti územia – Vybíral, 2006). Vo vrte HSJ-37 je zaznamenávaný trvalý pokles hladiny podzemnej vody (až o 16 m).

Možno teda konštatovať, že predstava o zvýšenej aktivite pozorovaného územia v jeho severnej časti sa meraniami, uskutočnenými v roku 2006 potvrdila (obr. 2.1.73B, príl. 1.13). Ako sme uviedli už v predchádzajúcich analýzach, zvýšené hodnoty poľa PEE nie sú iba odrazom napätostného stavu, spôsobeného gravitačným pohybom, ale vyjadrujú pravdepodobne tektonický neklud, charakteristický pre túto časť územia.

Analýza dlhodobějších meraní poľa PEE (obr. 2.1.74) potvrdzuje predpoklad, že v hodnotenom území sa nachádzajú tri celky s odlišným charakterom aktivity poľa PEE. Najvyššie stupne aktivity sú zaznamenávané vo vrtoch v severnej časti územia (vrty HSJ-26, HSJ-33). Stabilizovanejšia je stredná časť územia (vrt HSJ-37 na obr. 2.1.73B). Aktivitu poľa na okraji strmého zosuvného svahu nárazového brehu Váhu v južnej časti územia zachytáva vrt HSJ-49, v ktorom je však v posledných rokoch zaznamenaný trend ukludnenia poľa PEE. Pre merania v roku 2006 je charakteristické stúpnutie hodnôt poľa PEE pri júnovom meraní a ich všeobecný pokles pri meraní na konci septembra.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Siladice v roku 2005 bol 645,6 mm, v roku 2006 klesol na 452,2 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2005 a 2006 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (za obdobie od roku 1993 až do konca roku 2004 je 584,2 mm), predstavuje úhrn za rok 2005 110,5 % dlhodobého priemeru (normálny rok) a úhrn za rok 2006 iba 77,4 % dlhodobého priemeru (veľmi suchý rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podobne ako v predchádzajúcich rokoch možno konštatovať, že prejavy zvýšeného napätostného stavu (na základe výsledkov meraní poľa PEE) boli identifikované v severnej časti pozorovaného územia. Zvýšené hodnoty poľa boli namerané i vo vrtoch, lokalizovaných v blízkosti zosuvného nárazového brehu Váhu. Túto skutočnosť potvrdili i výsledky geodetického merania, ktoré však zaznamenali celkové ukludnenie zosuvného pohybu.

Zosuvné pohyby v pozorovanom území v súčasnosti negatívne ovplyvňujú možnosti využitia poľnohospodárskej pôdy. V prípade výstavby vodného diela bude nevyhnutné rozšíriť sieť geodetických bodov a aplikovať širší sortiment monitorovacích meraní s hustejšou frekvenciou.

2.1.4.14 Lokalita Vištuk

Stručná charakteristika lokality

Frontálny zosuv v intraviláne obce Vištuk (okres Pezinok – obr. 2.1.75) 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 vrtov, z ktorých časť sa využíva i pri pokračujúcom monitoringu. Pretože žiadne rozsiahlejšie sanačné práce sa v území neuskutočnili, zosuv sa naďalej periodicky aktivizuje v závislosti od zrážkových anomálií. Jeho aktuálny stav sa hodnotí na základe výsledkov monitorovania, z ktorých sa na lokalite aplikuje iba metóda merania poľa PEE pri ktorej sa súčasne zaznamenáva hĺbka hladiny podzemnej vody.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Na lokalite Vištuk sa 16 monitorovacích vrtov premeralo metódou PEE v roku 2005 2-krát (v máji a v októbri) a v roku 2006 tiež 2-krát (v apríli a v septembri – tab. 2.1.19). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.14. I v roku 2006 pokračoval zber údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Modre.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2005 bola najvýznamnejšia aktivita poľa PEE zaznamenaná vo vrte J-26 na úrovni staršej šmykovej plochy. V ostatných vrtoch boli vo vybraných polohách zaznamenané tiež prejavy druhého stupňa aktivity (J-17, J-20, J-23), avšak celkove neboli namerané žiadne zmeny, ktoré by indikovali zhoršenie stabilného stavu pozorovaného svahu.

V roku 2006 sa výrazne vyššia aktivita poľa PEE prejavila pri jesennom meraní (Vybíral, 2006). Kým na jar bol najvyšší stupeň aktivity nameraný iba vo vrte J-23, počas septembrového merania sa takýto stupeň aktivity zaznamenal vo vrtoch J-21, i J-25 a častejšie bol nameraný i druhý stupeň aktivity (obr. 2.1.76, príl. 1.14). Vo všetkých prípadoch ide o vrty nachádzajúce sa v priestore odlučnej oblasti zosuvu.

Z dlhodobého hľadiska bol vo všeobecnosti zaznamenaný výraznejší nárast napätí v roku 2000. Odvtedy je napätostno-deformačný stav prostredia vcelku ustálený na relatívne nižších úrovniach (obr. 2.1.77).

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 2005 bol 810 mm, v roku 2006 klesol na 673,5 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2005 a 2006 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (680,5 mm), predstavuje úhrn za rok 2005 119 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a úhrn za rok 2006 98,9 % (normálny 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. V roku 2006 však boli výraznejšie úrovne napätostného poľa namerané v jeseni. Najviac náznakov aktivizácie svahového pohybu bolo zaznamenaných na úrovni hlbších, teda starších šmykových plôch.

Vzhľadom na kontakt zosuvu s obývanou oblasťou a vodnou nádržou považujeme za potrebné zachovať doterajší rozsah i frekvenciu monitorovania, ktoré možno rozšíriť o spracovanie údajov o zmenách hladiny podzemnej vody, zisťovaných pri meraní poľa PEE.

2.1.4.15 Lokalita Malá Čausa

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza na JZ okraji obce Malá Čausa (okres Prievidza – obr. 2.1.78), v bočnom údolí s bezmenným potokom. Ide o staršie zosuvné územie s výskytom viacerých potenciálnych plošných a prúdových zosuvov, z ktorých sa niektoré aktivizovali po zrážkovej anomálii na jar roku 1995. Zosuvy sa vyvinuli v prostredí miocénneho šlírového súvrstvia, pokrytého kvartérnymi hlinami s výskytom andezitových úlomkov. Okrem geologickej stavby, podmieňujúcej vznik zosuvov, pôsobí na stabilitu svahov nepriaznivo i erózna činnosť vodného toku, podrezávajúceho svah. V zosuvnom území možno odlišiť dva zosuvy – menší, rozmerov 90 x 70 m, ohrozujúci širšie územie možnosťou prehradenia vodného toku a väčší, rozmerov 190 x 210 m, ktorý pretrhol vodovodné potrubie (obr. 2.1.79). Na lokalite bolo realizovaných viacero sanačných opatrení (Fussgänger et al., 1996) a aktuálny stav zosuvov sa v súčasnosti hodnotí na základe výsledkov režimových pozorovaní.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006, sú zhrnuté v tab. 2.1.20.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania sa uskutočňujú v 10 objektoch, v ktorých však v dvoch (MČ-3, MČ-6) voda trvalo vyteká na povrch územia, infiltruje do zosuvných hmôt a znižuje stabilitný stav prostredia. Značnú časť roka voda vytekala i z vrtu MČ-7.

Najväčší rozkyv hladín v priebehu roku 2006 bol zaznamenaný vo vrte Z-6 (4,3 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v siedmich meraných objektoch (bez zohľadnenia prelivových vrtoch) bola v roku 2005 2,73 m pod úrovňou terénu a v roku 2006 mierne stúpila na hodnotu 2,68 m pod terénom, teda o 5 cm (príl. 1.15).

Na základe analýzy dlhodobých meraní (obr. 2.1.80) možno konštatovať, že hladina podzemnej vody i v roku 2006 mala úroveň blízku priemerným hodnotám a ročné extrémny boli nižšie ako dlhodobo zistené.

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Jediným merateľným odvodňovacím zariadením na lokalite je výtok drenážneho rebra DR-2. Ako už bolo uvedené, výtok z vrtoch MČ-3, MČ-6 a MČ-7 neznamena odvádzanie vôd zo zosuvu, ale má opačný efekt – voda vyteká do prostredia zosuvu a znižuje jeho stabilitu. Preto, aj keď výtok z vrtoch je merateľný, nemožno v tomto prípade hovoriť o výdatnosti odvodňovacích zariadení.

Priemerná výdatnosť drénu sa v roku 2006 zvýšila. Kým v roku 2006 predstavovala 2,58 l.min⁻¹, v roku 2006 stúpila na 3,83 l.min⁻¹. Priemerná dlhodobá výdatnosť drénu je 3,5 l.min⁻¹ (extrémy 0,4 až 30 l.min⁻¹ – príl. 1.15).

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v roku 2006 zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Hodnotenie zrážkových pomerov je rovnaké, ako na lokalite Veľká Čausa (časť 2.1.4.1).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.80.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Vzhľadom na neúplnú sanáciu zosuvu zostáva spodná časť svahu trvalo zamokrená. Z viacerých vertikálnych vrtov vyteká pretlaková voda do telesa zosuvu. Úroveň hladiny podzemnej vody v roku 2006 je približne rovnaká ako v roku 2005. Väčší zosuv sa stále dotvára a dochádza k lokálnym prejavom pohybovej aktivizácie zosuvných hmôt. V podstatne stabilnejšom stave sa nachádza menší zosuv.

I keď na základe vonkajších prejavov, ako aj výsledkov monitorovania je zosuvný svah potenciálne nestabilný, treba upozorniť na skutočnosť, že v súčasnosti už akútne neohrozuje žiadne významné objekty (vďaka preloženiu trasy vodovodu a spevneniu brehu potoka, ohrozovaného menším zosuvom s potenciálnou možnosťou prehradenia toku). Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa postupne redukoval i počet aplikovaných monitorovacích metód (po znefunkčnení inklinometrického vrtu sa v roku 2004 ukončili i merania reziduálnej povrchovej napätosti). Monitorovanie sa obmedzilo iba na režimové pozorovania a vzhľadom na celospoločenský význam bola lokalita zaradená medzi menej významné. Potrebnosť monitorovania a jeho ďalší rozsah by mali vyplývať z porovnania s dôležitosťou hodnotenia iných aktuálnych lokalít. Súčasný stav zodpovedá úrovni udržiavacieho monitoringu a môže sa ďalej upravovať zmenami frekvencie meraní.

2.1.4.16 Lokalita Veľká Izra

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná na okraji stratovulkánu Veľký Milič (južná časť Slanských vrchov – obr. 2.1.81) 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. 2.1.82), 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 2005 a 2006 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Veľká Izra sa v rokoch 2005 a 2006 uskutočnilo po 8 odčítaní hodnoty deformácie, zaznamenananej oboma prístrojmi TM-71 (tab. 2.1.21, príl. 1.16), pričom jeden z nich bol prestavený 1x (VI-1) a druhý 5x (VI-2). Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.83. I v rokoch 2005 a 2006 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Prístrojmi VI-1 neboli za obdobie rokov 2005 a 2006 zistené výraznejšie pohyby horného bloku oproti masívu. Pokračovala stagnácia posunu prakticky vo všetkých osiach. Naopak, prístroj VI-2 potvrdil za uplynulé dva roky doterajší trend otvárania trhliny kombinovaný so šikmým poklesom odtrhnutého okrajového bloku. O intenzite pohybu svedčí aj vysoký počet prestavení prístroja (5x za 2 roky). Od začiatku roku 2005 došlo k rozšíreniu trhliny medzi okrajovým a susedným blokom o viac než 3 mm. Trhlina sa od roku 1992 rozšírila o 12 mm (obr. 2.1.83).

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Slanská Huta bol v roku 2005 803,7 mm, v roku 2006 klesol na 746,1 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. Celkové rozšírenie trhliny medzi okrajovým a susedným blokom dosiahlo od roku 1992 12 mm, pričom blok poklesol celkom o 3 mm. Aktivita vyššieho bloku je v porovnaní so susedným okrajovým blokom podstatne nižšia. Jeho celkový zdvih od roku 1992 dosiahol 2,5 mm.

Hlavným cieľom pokračujúcich meraní je predovšetkým prognóza potenciálnych náhlých pohybov, predovšetkým deštrukcie okrajového bloku, ktorý tvorí súčasť prírodnej pamiatky Miličská skala.

2.1.4.17 Lokalita Sokol

Stručná charakteristika lokality

Na lokalite Sokol, ktorá sa nachádza na okraji centrálnej vulkanickej zóny stratovulkánu Strechový vrch v doline Bačkovského potoka (východný okraj Slanských vrchov na S od obce Dargov – obr. 2.1.84) boli koncom roku 1990 inštalované dva dilatometre TM-71 (S-1 a S-2). Prístroje boli osadené v trhlínach medzi okrajovými blokmi (bloková rozpadlina) budovanými andezitmi lávového prúdu, striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity (obr. 2.1.85). 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 2005 a 2006 a ich celkové zhodnotenie

Odčítanie hodnôt, zaznamenaných dilatometrom, bolo v období rokov 2005 a 2006 vykonané 7-krát (tab. 2.1.22, príl. 1.17). Za obidva roky bol prístroj prestavený iba raz, čo svedčí o spomalení pohybu bloku oproti predchádzajúcemu obdobiu. Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.86. V rokoch 2005 a 2006 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Dargov.

a/ Meranie deformácií dilatometrom

Dilatometrom S-1 bol v roku 2005 a v prvej polovici roku 2006 potvrdený pokles rýchlosti otvárania trhliny medzi okrajovým blokom a masívom. V druhej polovici roku 2006 sa pohyb opäť zrýchlil na úroveň predošlých rokov. Od konca roku 1990 sa okrajový blok oddelil od masívu o takmer 9 mm (obr. 2.1.86).

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov bol v roku 2005 728,3 mm, v roku 2006 klesol na 661,4 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky zistené meraniami priebežne preukazujú svahový pohyb, pri ktorom sa okrajový blok vzdďaľuje od masívu (rozširovanie trhliny) a posúva pozdĺž trhliny. Do polovice roku 2006 zaznamenal dilatometer stagnáciu plazivého pohybu vo všetkých meraných

smeroch (x, y, z). V druhom polroku 2006 sa pohyb v smere osí x a y zrýchlil na úroveň pred rokom 2005. Posun bloku za uvedené dva roky narástol o 0,5 mm na celkových 4,5 mm. Rozšírenie trhliny za rok 2006 dosiahlo 1,8 mm a celkovo narástlo na 8,8 mm. Na základe doterajších výsledkov meraní možno orientačne predpovedať možnosť zrútenia bloku v rámci danej lokality, ktorá je súčasťou národnej prírodnej rezervácie Bačkovská dolina.

2.1.4.18 Lokalita Košický Klečenov

Stručná charakteristika lokality

Na lokalite Košický Klečenov, ktorá sa nachádza na okrajovej časti stratovulkánu Strechový vrch (západný okraj Slanských vrchov na S od obce Košický Klečenov – obr. 2.1.87), 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. 2.1.88).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006 a ich celkové zhodnotenie

V rokoch 2005 a 2006 sa na lokalite vykonalo 8 odčítaní deformácií, zaznamenaných dilatometrami (tab. 2.1.23, príl. 1.18). Dilatometer KK-1 bol prestavený každý rok raz, dilatometer KK-2 raz v roku 2005. Vývoj deformácií za celé obdobie pozorovania je na obr. 2.1.89. V rokoch 2005 a 2006 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Zaujímavosťou lokality je správanie oboch blokov na západnom okraji Slanských vrchov. Dva prístroje TM-71 (KK-1 a KK-2) preukazujú kontinuálny vertikálny zdvih obidvoch blokov voči masívu. Tento trend pokračoval i v rokoch 2005 a 2006. Celkový zdvih krajného bloku dosiahol od konca roku 1990 7,7 mm (KK-1), susedného bloku od polovice roku 1995 4,8 mm (KK-2 – obr. 2.1.89). Okrajová trhlina sa za posledné dva roky rozšírila o cca 1,5 mm. Nápadné je zvýšenie rýchlosti zdvihu obidvoch blokov od začiatku roku 2005, ktoré sa koncom roku 2006 znížilo. Okrajový blok vykazuje okrem zdvihu aj permanentný posun pozdĺž trhliny (celkovo 2,5 mm) a odklon od vedľajšieho bloku (rozširovanie trhliny – celkovo 3,8 mm). V susednom bloku bol zaznamenaný zdvih a od konca roku 2005 aj nárast posunu o 0,7 mm. 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. vytláčanie blokov.

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany bol v roku 2005 744,4 mm. V roku 2006 nebol zmeraný zrážkový úhrn za mesiac september. Bez údajov z tohto mesiaca bol ročný úhrn 669,3 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zistené zvislé posuny okrajových blokov v rámci danej lokality za obdobie 1993 až 2006 naznačujú, že relatívny pohyb po trhlínach je buď odrazom neotektonickej aktivity v okolí neďalekého S-J zlomu alebo zmien v plastickom podloží blokov. Merania v roku 2005 zaznamenali dvojnásobné zrýchlenie zdvihu obidvoch blokov, ktoré sa koncom roku 2006 znížilo a nadobudlo trend ako pred rokom 2005. Merania v nasledujúcom období môžu pris-

pieť spolu s ďalšími poznatkami získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými metódami k objasneniu recentného vývoja územia a do-
tvárania jeho reliéfu.

2.1.4.19 Lokalita Banská Štiavnica

Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami (obr. 2.1.90) 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, ako aj meraním mikromorfometrických zmien na vybranej časti skalnej steny.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Na lokalite Banská Štiavnica pokračovala v rokoch 2005 a 2006 aplikácia metód digitálnej fotogrametrie (základné stereofotogrametrické meranie profilov bolo uskutočnené v roku 2004). Dilatometrické meranie premiestnení osadených bodov meradlom Somet i meradlom posuvov bolo uskutočnené dvakrát v roku 2005 i v roku 2006. S rovnakou frekvenciou boli aplikované i merania mikromorfologických zmien na povrchu horniny (tab. 2.1.24).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Fotogrametrické merania

Rôzne spôsoby spracovania zmien konfigurácie skalnej steny, ktoré umožňuje metóda digitálnej fotogrametrie, možno ilustrovať na základe opakovaných meraní v rokoch 2005 a 2006. Aplikovaná bola metóda stereofotogrametrického merania na 8 charakteristických profiloch (obr. 2.1.91).

Profily spracované v roku 2006 boli porovnané s profilmi z rokov 2005 a 2004 (Bartoš, Fraštia, 2006). Vzhľadom na strednú chybu určenia polohy každého profilového bodu v smere osi záberu a v smere vertikálnej osi referenčného súradnicového systému (ktorá predstavuje 3, resp. 5 cm) možno konštatovať, že merania v uvedených rokoch nepreukázali výraznejšie zmeny v medziach presnosti merania. Najvýraznejšie rozdiely boli zaznamenané v profiloch PF4 a PF5, kde boli identifikované vypadnutia niekoľkých menších skalných blokov (obr. 2.1.92)

b/ Dilatometrické merania

b1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na dvoch stanoviskách, inštalovaných v južnej časti svahu (horninový blok s nainštalovanými bodmi tretieho stanoviska sa zrútil). Na prvom stanovisku

sa premeriavajú body, umiestnené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou s orientáciou smeru sklonu 326° a sklonom 44° (bod B1 je na jednom bloku a body B2 a B3 na druhom). Na druhom stanovisku sa meria pohyb bodov B4 a B5, umiestnených na blokoch, oddelených puklinou so smerom sklonu 350° a sklonom 50° (obr. 2.1.91).

V roku 2005 boli polročne merané zmeny vzdialenosti medzi párami monitorovacích bodov do 0,11 mm. V roku 2006 pohyb bodov na oboch monitorovacích stanoviskách neprekročil hodnotu 1,2 mm (obr. 2.1.93, príl. 1.19). Pokračujúci trend pohybu nebol zaznamenaný na žiadnom stanovisku. Vzhľadom na presnosť meraní ako aj vplyv teplotných zmien na objemovú stálosť hornín, výsledky meraní z rokov 2005 a 2006 nepreukázali pohybovú aktivitu pozorovaných blokov.

b2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých stanoviskách, ako body pre meradlo Somet. Pri meraniach touto metódou pozorovaná zmena vzdialenosti medzi monitorovacími bodmi sa v roku 2005 pohybovala od 0,06 do 0,6 mm a ani v roku 2006 nepresiahla 0,7 mm (príl. 1.19). V pohybe bodov S1 a S2 možno identifikovať náznaky rozširovania pukliny ktoré od počiatku meraní v roku 2001 dosiahlo hodnotu 1,22 mm. Pri bodoch S3 a S4 prevláda striedavo trend rozširovania a zužovania pukliny v rozsahu do 0,7 mm od predchádzajúceho merania. Celková pozorovaná hodnota rozšírenia od pôvodného stavu v roku 2004 bola 0,34 mm pri jesennom meraní 2006. Vzhľadom na vplyvy teplotných zmien ako aj veľmi malé hodnoty nameraných posuvov nemožno na základe výsledkov meraní predpokladať prejavy pohybovej aktivity pozorovaných horninových blokov.

c/ Merania mikromorfologických zmien

Z hľadiska petrografického aj inžinierskogeologického andezity, odkryté v záreze cesty predstavujú veľmi nerovnorodé horninové prostredie s výraznými prejavmi selektívneho zvetrávania. Produkty zvetrávania majú charakter ílovito-piesčitých hĺn rôznych farebných odtieňov, strednej až vysokej plasticity. V alterovaných úsekoch odkryvu sa okrem zvetrávania uplatňuje erózia, výsledkom ktorej sú pomerne rýchlo sa prehĺbujúce erózne ryhy. Splavovaný a opadávajúci materiál sa hromadí na konci týchto rýh v podobe suťových kužeľov, ktoré sú však odstraňované pri údržbe komunikácie.

Opakované merania mikromorfologických zmien boli uskutočnené na vybranej časti skalného odkryvu (obr. 2.1.91). V rokoch 2005 a 2006 boli realizované 4 merania (tab. 2.1.24). Výsledky meraní za celé pozorované obdobie sú v príl. 1.19. Z výsledkov meraní vyplýva, že priemerný ústup masívu za celé obdobie pozorovania je $-75,3$ mm, čo predstavuje priemerný ústup masívu za rok $-6,85$ mm. Ústup masívu v rokoch 2005 – 2006 dosiahol priemerne $-0,91$ mm. Je zrejmé, že v období 2005 až 2006 došlo k markantnej zmene v oblasti bodov 2 a 3, kde vypadol z profilu úlomok horniny. Tento spôsob zvetrávania v sledovanom úseku dominuje, ako vidieť z priebehu ústupu masívu na obr. 2.1.94, resp. z príl. 1.19.

d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260) v roku 2005 bol 890,2, v roku 2006 stúpol na 954 mm.

Počet mrazových dní v zime 2004/2005 bol 117 dní a v zime 2005/2006 stúpol na 129 dní (podľa meraní stanice SHMÚ Banská Štiavnica, indikatív č. 11901).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky fotogrametrických i dilatometrických meraní nepreukázali v roku 2006 žiadne významné zmeny stabilitného stavu skalnej steny. V rámci merania mikromorfologických

zmien došlo v meracích bodoch 2 a 3 k výraznej zmene, spôsobenej vypadnutím úlomku horniny z meraného profilu. V súvislosti s dilatometrickými meraniami treba opätovne upozorniť na známu skutočnosť, že body pre tieto merania možno osadiť iba na relatívne pevnejších blokoch hornín (teda v stabilnejších častiach odkryvu) a namerané hodnoty nemusia charakterizovať stav celej skalnej steny.

Vzhľadom na priamy kontakt skalnej steny s telesom frekventovanej komunikácie a pretrvávajúcu možnosť jej ohrozenia uvoľňovaním blokov považujeme za potrebné pokračovať v monitorovaní pohybov blokov na vybudovaných stanoviskách s rovnakou alebo hustejšou frekvenciou. Pozornosť treba sústrediť na aplikáciu širšieho súboru fotogrametrických metód.

2.1.4.20 Lokalita Demjata

Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty 1. triedy medzi Prešovom a Bardejovom sa nachádza cca 700 m severne od obce Demjata (obr. 2.1.95). Zárez dĺžky cca 300 m a výšky do 15 m bol otvorený začiatkom deväťdesiatych rokov v prostredí paleogénneho flyšového súvrstvia, v ktorom prevládajú pieskovce nad ílovcami. Vplyvom nepriaznivej priestorovej orientácie východnej steny zárezu 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 hlíny. 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 2005 a 2006

Na lokalite Demjata bola v roku 2005 v rámci metód pozemnej fotogrametrie aplikovaná automatická bloková aerotriangulácia, pričom bol vytvorený snímkový pás (12 snímok) a 6 vertikálnych profilov bolo vyhodnotených v 11 priestorových modeloch. Počty dilatometrických meraní v rokoch 2005 a 2006 sú zhrnuté v tab. 2.1.25.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

a/ Fotogrametrické merania

Meranie z roku 2005 nadviazovalo na základné meranie metódou digitálnej fotogrametrie, ktoré bolo uskutočnené v roku 2004. Rôzne spôsoby spracovania zmien konfigurácie skalnej steny, ktoré umožňuje metóda digitálnej fotogrametrie, možno ilustrovať na základe tohto merania i druhého opakovaného merania v roku 2006 (Bartoš, Fraštia, 2006). Zostavených bolo 6 vertikálnych profilov PF1 až PF6 (obr. 2.1.96).

Profily spracované v roku 2006 boli porovnané s profilmi z rokov 2005 a 2004. Vzhľadom na strednú chybu určenia polohy každého profilového bodu v smere osi záberu a v smere vertikálnej osi referenčného súradnicového systému (ktorá polohovo predstavuje cca 3 cm a výškovo cca 5 cm) možno konštatovať, že merania v uvedených rokoch

nepreukázali výraznejšie zmeny v medziach presnosti merania. Všeobecne vykazujú profily dobrú zhodu; prípadné rozdiely sú zapríčinené nepresnosťami merania alebo nevhodným sklonom terénu (napr. profil PF2 – obr. 2.1.97).

V roku 2006 bol skalný zárez meraný aj terestrickým laserovým skenerom s presnosťou určenia bodu 1 cm na vzdialenosť skenovania 30 m. Vytvorený bol digitálny model terénu, cez ktorý boli interpolované hodnotené fotogrametrické profily. Celkovo bola dosiahnutá dobrá zhoda v konfigurácii profilov, zostrojených rôznymi metódami.

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. 2.1.96). Body E1, E2 a E3 sú inštalované pre meradlo dĺžky 25 cm a vzdialenosť bodov E1 – E2' je pre meradlo dĺžky 70 cm. Stanovisko 4 (body E4 a E5) sa nachádza na opačnej stene zárezu cesty. Merania na všetkých stanoviskách v rokoch 2005 a 2006 preukázali rozdiely medzi polohou bodov menšie ako 1 mm (obr. 2.1.98, príl. 1.20). Veľkosť pozorovanej celkovej vzdialenosti od počiatku monitorovania v roku 2000 je najvýraznejšia medzi meranými bodmi E1 – E2', ktorá pri jesennom meraní v roku 2006 dosiahla 2,873 mm. 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) a na stanovisku 1 (body D8 a D9 – obr. 2.1.96). Skalný blok, na ktorom bol umiestnený bod stanoviska 2 sa zrútil. Na každom zo stanovísk sú body nainštalované tak, aby zachytávali posuv blokov, oddelených výraznou diskontinuitou.

Namerané hodnoty posuvov sú väčšie ako v prípade meraní dilatometrom Somet. Na stanovisku 3 boli medzi meracími bodmi D1-D2 zaznamenané posuny v rozsahu do 4,66 mm, ktoré však mali opačný trend pohybu a celková vzájomná poloha meraných blokov od počiatku monitorovania nepresiahla 1 mm. Preto predpokladáme, že tento záznam súvisí s prejavmi zmien sezónnych podmienok na dynamiku štruktúry zárezu a teplotnými vplyvmi na presnosť merania. V roku 2006 celková hodnota posuvov na stanoviskách 1 a 3 nepresahovala 2 mm (oproti stavu z roku 2005). Od počiatočného merania v roku 2003 na stanovisku 1 dosiahla hodnotu 3,8 mm a 5,38 mm na okrajovom bloku stanoviska 3 (obr. 2.1.98, príl. 1.20).

c/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany (indikatív 59220) v roku 2005 bol 842,4 mm, v roku 2006 sa znížil na 592,4 mm.

Počet mrazových dní v zime 2004/2005 bol 132 dní (stanica Bardejov – indikatív 11962), resp. 138 dní (stanica Prešov – vojsko, indikatív 11955). V zime 2005/2006 bol počet mrazových dní na stanici Bardejov 129 a na stanici Prešov-vojsko 128 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z výsledkov fotogrametrických i dilatometrických meraní nevyplývajú v roku 2006 žiadne významné zmeny. Zaznamenané premiestnenia skôr ilustrujú vplyv teplotných zmien a presnosti merania. Azda najdôležitejšou preukázanou skutočnosťou je zrútenie horninového bloku na stanovisku 2. Od počiatku dilatometrických meraní však možno pozorovať trend uvoľňovania niektorých pozorovaných horninových blokov.

Opätovne treba zopakovať, že pohyb každého horninového bloku je individuálny a monitorovacie merania nemôžu zaznamenať zmeny povrchu celej skalnej steny. Prognózovanie rúťových 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. Považujeme preto za dôležité v ďalších rokoch rozšíriť sortiment týchto meraní na lokalite. Pre poznanie rýchlosti zvetrávania výrazne odlišných typov hornín na odkryve by bolo vhodné obnoviť merania meradlom mikromorfologických zmien povrchu masívu.

2.1.4.21 Lokalita Starina

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza severovýchodne od mesta Snina, východne od vodnej nádrže Starina v záreze štátnej cesty Snina – Príslop (obr. 2.1.99). Leží na východnom okraji Nízkych Beskýd v celku Laborecká vrchovina. Predmetom monitoringu je hlboký zárez cesty. Na geologickej stavbe svahov zárezu a jeho okolí sa podieľajú horniny dukelskej jednotky vonkajšieho flyšového pásma. Vystupujú tu na povrch sivé až okrové vápnité ílovce s vložkami hnedých ílovcov, vápnité laminované jemnozrnné pieskovce čergovských vrstiev (spodný oligocén), resp. čierne a hnedé vápnité i nevápnité ílovce menilitových vrstiev (vrchný eocén-spodný oligocén). Ílovce majú typický úlomkovitý až ihličkovitý rozpad. Miestami majú charakter ílovitých zemín, ktoré tvoria pokryv podložných hornín. Pieskovce majú charakter dosiek a lavíc vo vnútri ílovcového komplexu.

Flyšové súvrstvie predstavuje komplex hornín s veľmi rozdielnymi charakteristikami zvetrávania. Pieskovce sú hrubolavicovité, rozpukané systémom puklín kolmých k vrstevnatosti, čím je daná ich kvádritá odľučnosť. Podliehajú hlavne mechanickej dezintegrácii, úlomky rozličnej veľkosti sa akumulujú v päte svahu. Na povrchu horniny možno sledovať nepatrné vypadávanie zrn a svetlo žltouhnedú patinu, ktorá je výsledkom pomalého chemického rozkladu.

Pelity predstavujú širšiu škálu horninových typov od ílovcov, sivých ílovitých bridlíc, cez čierne bridlice až po piesčité bridlice. V zdravom stave sú relatívne odolné hlavne piesčité bridlice, ostatné členy po odkrytí rýchlo podliehajú dezintegrácii a dekompozícii. Rozpad majú čriepkovitý, miestami ihličkovitý, tyčinkovitý až platničkovitý. Uvoľnené úlomky sa hromadia v päte svahu v podobe mohutných suťových kužeľov. Na styku s vodou podliehajú objemovým zmenám a pomerne rýchlo sa menia na ílovito-piesčitú zeminu strednej až vysokej plasticity.

Vzhľadom na priamy kontakt cesty s rozsiahlym odkryvom hornín, podliehajúcich intenzívnemu zvetrávaniu a potenciálne znižovanie stability skalnej steny (s možnosťou uvoľňovania blokov a úlomkov hornín) sa pravidelne pomocou meradla mikromorfologických zmien monitoruje rýchlosť zvetrávacích procesov.

Prehľad monitorovacích aktivít

S monitoringom lokality sa začalo v roku 1995. Všetky jednorázové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období. Z pohľadu procesov zvetrávania a stability skalnej steny pokračovali merania mikromorfologických zmien na vybranej časti skalnej steny (obr. 2.1.100), frekvencia zberu údajov je 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

V rokoch 2005 a 2006 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien: 30. júna, 24. novembra 2005, 6. júla a 22. novembra 2006. Namerané hodnoty indikujú rýchlosť procesov zvetrávania flyšového súvrstvia. Pre pieskovce sa rýchlosť procesov pohybuje v rozmedzí 0,8 – 3 mm/rok, pre ílovcy sú hodnoty vyššie, ich rozsah sa pohybuje od 1,8 do 13 mm/rok (obr. 2.1.101, príl. 1.21). Nápadný je vývoj za posledné dva roky v oblasti bodu 8, kde dochádza k vytláčaniu bloku horniny, čo skresľuje hodnotu priemerného ústupu masívu (dokonca boli namerané pozitívne hodnoty). Nápadné rozdiely v sume mikromorfologických zmien povrchu horniny (mm) za obdobie 1995 – 2006 sú dané litologickým zložením flyšového komplexu, kde podstatne väčší ústup masívu pozorujeme najmä v bodoch 6 a 7, ktoré predstavujú ílovcovú lavicu.

Po vyčíslení nameraných údajov možno konštatovať, že priemerný ústup masívu predstavuje -14,34 mm (od počiatku vykonávania merania), čo je priemerný ústup masívu za rok -1,30 mm. V rokoch 2005 a 2006 bol ústup masívu 3,90 mm, čo v porovnaní s hodnotou predstavuje mierne zrýchlenie postupu zvetrávacích procesov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Nestabilné prostredie skalných a poloskalných hornín, vystupujúcich v cestnom záreze podmieňuje potrebnosť monitorovania vývoja procesov zvetrávania s prognózou stabilného stavu prostredia. Navyše, na danej lokalite ide o možnosť priameho porovnania vývoja týchto procesov v rozdielnom prostredí pieskovcov a ílovcov. Zistené skutočnosti možno aplikovať v analogických prostrediach pri praktických návrhoch zabezpečenia odkrytých stien skalných a poloskalných hornín.

2.1.4.22 Lokalita Slovenský raj – Suchá Belá

Stručná charakteristika lokality

Lokality v Národnom parku Slovenský raj boli zaradené do súboru monitorovaných lokalít v roku 2006 z iniciatívy spoločnosti Uranpres, spol. s r. o., Spišská Nová Ves a po súhlase Sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR. Pri riešení úlohy „Vplyv prírodných katastrôf na geodynamické procesy v Slovenskom raji“ spoločnosť Uranpres identifikovala lokality s možnosťou zrútenia skalných blokov, ktoré sa nachádzajú nad turistickými chodníkmi a potenciálne ohrozujú návštevníkov Národného parku. Po spoločnej rekognoskácii viacerých lokalít boli do súboru monitorovaných lokalít potenciálnych rúťivých pohybov zaradené skalné svahy v tiesňave Suchá Belá a v prielome Hornádu. Vzhľadom na to, že charakter monitorovania na obidvoch vybraných lokalitách je odlišný, opisujeme ich samostatne.

Národný park Slovenský raj je ukážkou typického horského krasového územia. Pôvodná vápencová planina bola činnosťou vody rozdelená na viacero planín, horských chrbtov a kaňonovitých roklín s bohatým výskytom rôznych povrchových i podzemných krasových javov (skalné veže, vodopády, priepasti a jaskyne). Z geologického hľadiska sa na stavbe Slovenského raja podieľa päť tektonických jednotiek – veporikum, hronikum, gemerikum, meliatikum a silicikum (Mello et al., 2000). Najdôležitejšou jednotkou územia Slovenského raja je silicikum. Hrubé komplexy stredno a vrchnotriasových vápencov a dolomitov sú faktormi, ktoré určujú krasový tvar tohto pohoria. V jednotke silicika sa rozlišuje vernársky a stratenský príkrov. Obidve lokality vybrané do monitorovacieho systému sa nachádzajú

v stratenskom príkrove, v prostredí stredotriasových lagunárnych wettersteinských vápencov.

V doline Suchá Belá bol na pozorovanie vybratý skalný blok, nachádzajúci sa nad turistickým chodníkom, cca 800 m od vstupu do doliny (obr. 2.1.102). Skalný blok rozmerov cca 10 x 15 m je z jednej strany uvoľnený od vlastného masívu výraznou priebežnou diskontinuitou (obr. 2.1.103).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2006

Na základe terénnej obhliadky sa konštatovalo, že stabilitný stav skalného bloku je najvhodnejšie monitorovať fotogrametrickými metódami, t.j. určovaním relatívnych posunov skalného bloku oproti okolitej, teoreticky stabilnej hornine. Vzťažnú sústavu preto tvorí hornina v okolí pozorovaného bloku. Na vlastnom bloku bolo stabilizovaných 9 bodov (2001 až 2009) a mimo bloku 6 vzťažných bodov (1001 až 1006 – Bartoš, Fraštia, 2006).

Ako meracia metóda bola zvolená blízka digitálna fotogrametria s metódou snímkovania – konvergentným snímkaním so všeobecnou orientáciou osí záberu.

Snímkovanie bolo realizované 10. októbra 2006. Snímky boli vyhodnotené a spracované v referenčnom súradnicovom systéme, definovanom bodmi 1001, 1002 a 1006. Vzhľadom na podmienky pri snímkaní možno reálne uvažovať o presnosti merania cca 0,5 mm pre každú súradnicovú os.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2006 bolo vytvorené pole meracích bodov a uskutočnené základné meranie ich súradníc v referenčnom súradnicovom systéme. Stabilita skalného bloku, odčleneného od masívu priebežnou diskontinuitou sa bude overovať opakovanými meraniami, nadväzujúcimi na vykonané základné meranie. Vzhľadom na záujem orgánov miestnej samosprávy o výsledky merania je vhodné prvé opakované meranie uskutočniť v jarných mesiacoch roku 2007.

2.1.4.23 Lokalita Slovenský raj – Pod večným dažďom

Stručná charakteristika lokality

V prielome Hornádu bol na pozorovanie vybratý rozsiahly skalný blok, nachádzajúci sa nad turistickým chodníkom v miestach označenej zastávky „Pod večným dažďom“. Lokalita sa nachádza cca 2500 m od vstupu do doliny (obr. 2.1.104). Potenciálne nestabilný skalný blok je rozsiahly (niekoľko desiatok metrov na šírku i výšku), pozostáva z viacerých dielčích blokov a jeho kontúry sú v dôsledku hustého zalesnenia miestami nejasné.

Ako už bolo uvedené pri predchádzajúcej lokalite, z geologického hľadiska ide o prostredie stredotriasových lagunárnych wettersteinských vápencov, patriacich k stratenskému príkrovu.

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2006

Na rozsiahlom skalnom bloku boli zriadené dve monitorovacie stanoviská, na ktorých boli inštalované pozorovacie body pre merania dilatometrom Somet.

Na stanovisku, nachádzajúcom sa v spodnej časti skalného bloku (nad turistickým chodníkom) bola inštalovaná trojica bodov. Body R12 a R13 sa nachádzajú na jednom bloku a bod R11 na bloku, oddelenom výraznou diskontinuitou so smerom sklonu 52° a sklonom 70° na povrchu skalnej steny je diskontinuita otvorená v rozsahu od 3 – 15 cm, ktorá sa do hĺbky masívu cca 30 cm postupne uzatvára (obr. 2.1.105).

Druhé stanovisko sa nachádza v hornej časti skalného bloku. Ide o strmú skalnú stenu, na ktorej sa nainštalovali dva body (R14 a R15), oddelené výraznou, nepriaznivo uklonenou diskontinuitou so smerom sklonu 282° a sklonom 87° .

Inštalácia bodov bola vykonaná 3. októbra 2006 a prvé, základné meranie ich vzdialenosti dilatometrom Somet bolo uskutočnené 4. októbra 2006.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2006 boli osadené monitorovacie body pre dilatometrické merania meradlom Somet na dvoch miestach potenciálne nestabilného skalného bloku nad turistickou zastávkou „Pod večným dažďom“. V októbri bolo uskutočnené prvé meranie vzdialenosti medzi inštalovanými bodmi. I keď vybrané miesta pozorovania nemôžu obsiahnuť stabilný stav celého rozsiahleho skalného bloku, vzhľadom na charakter terénu nemožno na danej lokalite aplikovať iné typy pozorovaní (napríklad fotogrametrické). Bodové informácie z pozorovaných stanovísk však môžu včas upozorniť na trend znižovania stability horninového bloku.

Dilatometrické merania by sa mali vykonávať predovšetkým na jar, prípadne i v jeseni a o výsledkoch merania je potrebné informovať orgány miestnej samosprávy a Správu Národného parku.

2.1.4.24 Lokalita Harmanec

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaná lokalita sa nachádza vo vybranom úseku rozsiahleho zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným (obr. 2.1.106). Výška zárezu v monitorovanom úseku je cca 25 m. Vytvorený je v prostredí strednotriasových chočských dolomitov, zdanlivo celistvých, avšak silne tektonicky porušených a po odkrytí veľmi rýchlo podliehajúcich rozpadu. Úlomky horniny sa celoplošne osypávajú a vytvárajú rozsiahle akumulácie pri päte svahu. Proces osypávania je veľmi intenzívny predovšetkým v jarnom období a vyžaduje si stálu údržbu cestnej komunikácie. Vzhľadom na prítomnosť výrazných poruchových dislokačných zón nemožno vylúčiť ani uvoľňovanie väčších blokov hornín, ktoré by mohlo spôsobiť vážne dopravné problémy. Práve na hodnotenie pohybovej aktivity pozdĺž výraznej tektonickej línie sa zamerali monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie (od roku 1995), ako aj dilatometrické merania (od roku 2000). Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov je na obr. 2.1.107.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2005 a 2006

Na lokalite Harmanec sa v roku 2005 i v roku 2006 uskutočnilo jedno stereofotogrametrické meranie vybraných horizontálnych profilov a každý rok sa vykonali dve merania dilatometrom Somet (tab. 2.1.26).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

Na lokalite Harmanec sa monitorovacie pozorovania fotogrametrickými metódami sústreďujú na zaznamenávanie zmien výraznej eróznej ryhy, z ktorej je vynášaný rozpadnutý materiál dolomitov až na cestnú komunikáciu. Konfigurácia ryhy sa pozoruje v sústave horizontálnych profilov. Dilatometrickými meraniami sa určuje vzdialenosť medzi dvoma bodmi, ktoré sú osadené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou.

a/ Fotogrametrické merania

Digitálnou fotogrametriou bolo spracovaných 15 horizontálnych profilov, vedených výraznou eróznou ryhou v skalnej stene v rôznych výškových úrovniach (Bartoš, Fraštia, 2006). Najvýraznejšie zmeny boli zaznamenané v profiloch PF-23,5, PF-18,5 a PF-16,5 (obr. 2.1.108). Rozširovanie oblasti odnášania materiálu pokračuje i v najvyššej polohe (PF-25,0). Rozdiely medzi meraniami v rokoch 2004 až 2006 sú však v rámci presnosti merania (1 až 2 cm).

b/ Dilatometrické merania

Meraniami meradlom Somet neboli v rokoch 2005 a 2006 zaznamenané žiadne významnejšie zmeny v polohe meracích bodov (obr. 2.1.109, príl. 1.22).

c/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dolný Harmanec v roku 2005 bol 1163,1 mm. V roku 2006 mal hodnotu 954 mm.

Počet mrazových dní v zime 2004/2005 bol 121 dní (stanica Banská Bystrica – Zelená). V zime 2005/2006 predstavoval 122 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Meraniami v roku 2006 bol zaznamenaný pokračujúci vývoj eróznej ryhy, pričom najintenzívnejšie sa prehĺbuje jej horná časť. Zmeny pozdĺž tektonickej poruchy, zaznamenané dilatometrom boli minimálne. Táto skutočnosť pravdepodobne vyplýva z toho, 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.

Vzhľadom na priamy kontakt nestabilnej skalnej steny s frekventovanou cestnou komunikáciou je potrebné pokračovať v monitorovacích meraniach minimálne v rovnakom rozsahu ako doteraz, prípadne ich rozšíriť o meranie mikromorfologických zmien skalnej steny.

2.1.4.25 Lokalita Jakub

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v odreze železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub (obr. 2.1.110). V zmysle geomorfologického členenia zaraďujeme územie do Fatransko-tatranskej oblasti, do celku Starohorské vrchy. Odrez má oblúkovitý tvar, jeho výška je 18 m, šírka je 47 m. Úlomky hornín uvoľnené v dôsledku tektonického porušenia a mechanického zvetrávania hornín opadávajú do blízkosti železničnej trate a môžu negatívne ovplyvniť zariadenia zabezpečovacej techniky trate, aj samotnú trať.

Na geologickej stavbe lokality sa podieľajú horniny titón–neokómu krížňanského príkrovu. Ide o doskovité až tenkolavicovité slienité vápence, intenzívne tektonicky porušené až zvrásnené. Sú svetlosivej až hnedasto sivej farby, zvetrávaním nadobúdajú na povrchu žltkastú patinu. Celý odkryv je prestúpený hustou sieťou puklín, prevažne uzavretých a bez výplne, pozdĺž ktorých možno sledovať hrdzavé povlaky oxidov železa.

Prehľad monitorovacích aktivít

S monitoringom lokality sa začalo v roku 1997. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli

vykonané v predchádzajúcom období. Z pohľadu procesov zvetrávania a prognóz stability skalného odrezu pokračovali v rokoch 2005 a 2006 merania mikromorfologických zmien na vybranom úseku povrchu skalnej steny (obr. 2.1.111). Frekvencia zberu údajov bola 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

V rokoch 2005 a 2006 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien: 28. apríla, 4. októbra 2005, 8. apríla a 2. októbra 2006. Rýchlosť procesov zvetrávania (vyjadrená hodnotou „ústupu“ masívu sa pohybuje v rozmedzí od +0,13 do -0,22 mm/rok). Markantne rozdielny vývoj bol zaznamenaný v bode 2, kde v roku 2005 došlo k náhlemu vypadnutiu úlomku s hodnotou úbytku -23,36 mm (obr. 2.1.112, príl. 1.23). Tento vývoj bol naznačený už v období 2004 – 2005, kedy dochádzalo akoby k napučiavaniu masívu v danom bode, čo je v rozpore s prirodzeným trendom ústupu masívu. Logicky, táto anomália vzhľadom na magnitúdu výrazne skresľuje hodnotu priemerného ústupu masívu, ktorá predstavuje -0,39 mm/rok. V prípade abstrahovania od tejto hodnoty by priemerný ústup masívu za rok bol len -0,06 mm/rok, resp. -0,58 mm za celé sledované obdobie.

Podobný vývoj možno očakávať tiež v bode 5, kde už od roku 2002 sa prejavuje trend postupného „napučiavania masívu“ s pravdepodobným vypadnutím bloku v blízkej budúcnosti. V zásade možno teda pre slienité vápence titón-neokómu z lokality Jakub identifikovať dva odlišné typy zvetrávania – pomalé rozpúšťanie kombinované s veternou eróziou a rádo vo vyššie mechanické zvetrávanie, pravdepodobne odvodené od zimných cyklických zamŕzaní/rozmrzání masívu, kedy v dôsledku zamŕzania vody v puklinách a klinového účinku prítomného ľadu dochádza k vytláčaniu separovaných fragmentov a v konečnom dôsledku k ich vypadávaniu. Tento proces podmieňuje periodické stavy nestability v rôznych častiach skalnej steny.

Po zhodnotení nameraných údajov možno konštatovať, že priemerný ústup masívu od počiatku vykonávania meraní je -3,86 mm, čo predstavuje priemerný ústup masívu za rok -0,39 mm. V rokoch 2005 a 2006 bol ústup masívu -3,47 mm, čo v porovnaní s priemernou hodnotou znamená zrýchlenie postupu zvetrávacích procesov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V prostredí vápencov sa okrem pomalého procesu rozkladu sporadicky prejavujú i dôsledky mechanického zvetrávania náhlým vypadávaním úlomkov zo skalnej steny. Vzhľadom na bezprostredný kontakt skalnej steny s trasou železnice je potrebné kontinuálne pokračovať v meraniach s rovnakou frekvenciou so zameraním na prognózu možných uvoľnení nestabilných úlomkov a blokov horniny.

2.1.4.26 Lokalita Bratislava – Železná studnička

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v záreze železnice približne 120 m západne od staničnej budovy železničnej zastávky Bratislava-Železná studnička (obr. 2.1.113). V zmysle geomorfologického členenia patrí lokalita do Fatransko-tatranskej oblasti, do celku Malé Karpaty.

Železničný zárez vybudovaný v granodioritoch bratislavského masívu má dĺžku cca 150 m, má tvar písmena V so svahmi orientovanými na sever a na juh. Sklon svahov sa pohybuje od 50 do 70°. Odkryvy v granodioritoch majú nepravidelný tvar, čiastočne sú zarastené vegetáciou.

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú neskoroorogénne jemno až strednozrnne biotitické a dvojsľudné granodiority bratislavského masívu. Textúra týchto granitoidov je všesmerná, štruktúra väčšinou rovnomerne zrnitá, len lokálne možno pozorovať typy s nevýrazne porfyrickou štruktúrou. Na minerálnom zložení sa podieľajú plagioklas, kremeň, K-živec, biotit a muskovit. Z akcesorických minerálov sú prítomné zirkón, apatit, monazit, ilmenit±granát. V dôsledku silného tektonicko-deformačného postihnutia sa horniny v záreze vyznačujú sekundárnymi minerálnymi premenami.

V dôsledku selektívneho zvetrávania heterogénnych granitoidných hornín a oslabovania väzieb medzi skalnými blokmi môže dôjsť k ich uvoľňovaniu a ohrozeniu premávky na frekventovanej železničnej trati.

Prehľad monitorovacích aktivít

S monitorovaním lokality sa začalo na jeseň v roku 1997. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu boli vykonané v predchádzajúcom období. Z pohľadu procesov zvetrávania a prognóz stability skalného svahu pokračovali v rokoch 2005 a 2006 merania mikromorfologických zmien na vybranom úseku povrchu skalnej steny (obr. 2.1.114). Frekvencia zberu údajov bola 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

V rokoch 2005 a 2006 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien: 6. mája, 4. novembra 2005, 1. júna a 24. októbra 2006.

Rýchlosť procesov zvetrávania granitoidných hornín (teda rýchlosť ústupu masívu) v jednotlivých meracích bodoch sa pohybuje v rozmedzí od +0,0025 do -0,21 mm/rok, celkový priemerný ročný ústup masívu je -0,06 mm (obr. 2.1.115, príl. 1.24). Veľmi podobná hodnota priemerného ročného ústupu masívu bola zaznamenaná aj v období rokov 2005 – 2006 a predstavovala -0,07 mm. Priemerný ústup masívu za celé obdobie pozorovania bol -0,52 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Procesy zvetrávania a rozvoľňovania skalnej steny sa v prostredí granitoidných hornín prejavujú menej intenzívne (o čom svedčia i namerané hodnoty ústupu masívu). Napriek tomu, vzhľadom na kontakt vysokej skalnej steny s frekventovanou železničnou traťou je potrebné rozvoj procesov naďalej pozorovať s rovnakou frekvenciou a zamerať sa na možné dlhšie prejavy nestability na skalnej stene.

2.1.27 Lokalita Pezinská Baba

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza vo svahu asi 1200 m západne od horského sedla Baba smerom na obec Pernek (obr. 2.1.116). Na základe regionálneho geomorfologického členenia (Mazúr a Lukniš, 1980) patrí do Fatransko-tatranskej oblasti, celku Malých Karpát, podcelku Pezinských Karpát, časti Kuchynská hornatina. Predmetom monitoringu je odrez exponovanej hlavnej cesty č. 503 spájajúcej Pezinok so Záhorím. Sledovaný odrez má nepravidelný tvar, výška hrany zárezu dosahuje miestami až 10 m.

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú biotitické svorové ruly a pararuly v rozličnom stupni zvetrania – od slabo zvetraných hornín cez silne zvetrané až po regolit. Uvedené horniny vznikli v dôsledku kontaktnej metamorfózy pôvodných psamitických

a pelitických sedimentov. Textúry sú výrazne bridličnaté, usmernené a páskované, čo podmieňuje výraznú anizotropiu inžinierskogeologických vlastností a takisto pomerne rýchle procesy zvetrávania a uvoľňovania skalných úlomkov až blokov.

Prehľad monitorovacích aktivít

S monitoringom lokality sa začalo v lete v roku 2000. Všetky jednorazové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období. Navyše, na lokalite sa v rokoch 2002 – 2003 vykonala pilotná štúdia zmeny izotopového zloženia horninotvorných minerálov v dôsledku zvetrávania. V roku 2004 bola lokalita znehodnotená vypadnutím celého bloku horniny. V roku 2005 bolo na lokalite vybudované nové stanovisko a bolo vykonané základné meranie v decembri 2005 (príl. 1.25, obr. 2.1.117)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006

V rokoch 2005 a 2006 sa uskutočnili 3 merania zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien: 13. decembra 2005, 12. apríla a 24. októbra 2006.

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, navyše, ide o merania za pomerne krátke obdobie. Ich grafické spracovanie je na obr. 2.1.118.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Vzhľadom na priamy kontakt skalnej steny odrezu s frekventovanou cestnou komunikáciou považujeme za potrebné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach. Pretože prostredie skalnej steny je veľmi heterogénne bolo by vhodné vybudovať ďalšie pozorovacie stanovisko vo vybranej exponovanej časti steny.

2.1.28 Lokalita Lipovník

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza v odreze štátnej cesty 1. triedy v úseku Lipovník - Jabložov nad Turňou (obr. 2.1.119). Podľa mapy geomorfologických jednotiek leží v oblasti Slovenského rudohoria, v celku Slovenský kras. Predmetom monitoringu je rozsiahly odrez cesty, ktorý nie je žiadnym spôsobom zabezpečený proti opadávaniu horninových úlomkov priamo na komunikáciu. Sledovaná lokalita má nepravidelný oblúkovitý tvar, jej výška dosahuje 25 – 30 m, šírka v spodnej časti je okolo 100 m (obr. 2.1.120).

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú spodnotriasové slienité bridlice (skýt), slienité vápence a vápence sinských vrstiev silicika Slovenského krasu (Mello, et al., 1997). Slienité bridlice a vápence majú svetlosivú farbu, miestami s žltohnedou až hrdzavohnedou patinou a zátekmi pozdĺž puklín. Sú bridličnaté, zvrásnené, intenzívne rozpukané. Pukliny staršej generácie sú vyhojené bielym, miestami ružovkastým kalcitom.

Procesy zvetrávania a rozvoľňovania skalnej steny na lokalite závisia od litologického zloženia hornín. Odolnosť hornín klesá v postupnosti vápence – slienité vápence – slienité bridlice. Vápence a slienité vápence v zdravom stave vykazujú veľmi dobrú odolnosť proti zvetrávaniu. Podliehajú hlavne mechanickej dezintegrácii. Silno zvetrané slienité vápence a slienité bridlice sú na styku s vodou nestále, rýchlo sa rozpadávajú a rozkladajú.

Prehľad monitorovacích aktivít

S monitoringom lokality sa začalo v lete v roku 1995. Všetky jednorázové merania, ktoré definovali iniciálny stav horninového masívu v úvodných štádiách monitoringu, boli vykonané v predchádzajúcom období. Z pohľadu procesov zvetrávania a hodnotenia stability skalného svahu pokračovali v rokoch 2005 a 2006 merania mikromorfologických zmien na vybranom úseku povrchu skalnej steny (obr. 2.1.120). Frekvencia zberu údajov bola 2-krát ročne.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

V rokoch 2005 a 2006 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien: 30. júna, 24. novembra 2005, 6. júla a 22. novembra 2006.

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, ich rozsah sa pohybuje od -0,054 do -0,59 mm/rok (obr. 2.1.121, príl. 1.26). Celkový priemerný úbytok za sledované obdobie 11 rokov predstavuje -3,08 mm, priemerný ústup masívu za rok je -0,28 mm. V období 2005 – 2006 táto hodnota bola v rozmedzí od +0,01 do -0,76 mm/rok. Ústup masívu je relatívne rovnomerný v rámci celého monitorovacieho obdobia, skúšky odolnosti voči zvetrávaniu (Slake durability skúška) naznačujú rozhodujúci podiel mechanického zvetrávania – odlupovanie šupiniek zbridlčených hornín.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podľa výsledkov merania je postup zvetrávania hornín a rozvoľňovania masívu pomerne pomalý. Napriek tomu, vzhľadom na kontakt skalnej steny s frekventovanou cestnou komunikáciou je potrebné v meraniach pokračovať a pri terénnych hodnoteniach sa sústrediť na polohy menej odolných slienitých bridlíc.

2.1.29 Lokalita Stabilizačný násyp Handlová

Stručná charakteristika lokality

Po katastrofálnom zosuve na východnom svahu rieky Handlovky, ktorý vznikol v decembri 1960 a viackrát sa aktivizoval a po preukázaní nestability ďalších úsekov svahov na obidvoch brehoch Handlovky vznikla nutnosť stabilizácie celého územia v priestore pod Svetlým vrchom. Ako najvhodnejšie opatrenie bola vybraná realizácia Stabilizačného násypu, ktorý po preložení vôd Handlovky a Nepomenovaného potoka do potrubia sa začal naväzovať z banskej hlušiny, vznikajúcej pri ťažbe v bani Handlová. Stabilizačný násyp (SN) rozopiera obidva zosuvné svahy a má stabilizačný účinok na prevádzku štátnej cesty i bezpečnosť obytnej zástavby v najbližšom okolí (obr. 2.1. 38).

Materiál vlastného stabilizačného násypu pozostáva z nehomogénnych, veľmi rôznorodých navážok. Ide prevažne o íly s premenlivým obsahom pevných úlomkov vulkanických hornín, menej pieskocov a zlepcov. Hrúbka navážok závisí od konfigurácie telesa násypu; maximálna je v mieste pôvodného koryta Handlovky a vzhľadom na pokračujúce ukladanie materiálu sa postupne zväčšuje.

V podloží materiálu navážok sa sporadicky a okrajovo nachádzajú pôvodné deluviálne, fluviálne, prípadne proluviálne sedimenty a pozdĺž celého toku Handlovky a Nepomenovaného potoka sú to hlavne zosuvné delúviá rôzneho veku a litologického charakteru (Mokrá et al., 2004). Kvartérne sedimenty a zosuvné delúviá dosahujú v pozdĺžnom smere celého SN hrúbku 8 až 14 m. Podložné horniny paleogénneho veku majú

charakter flyšoidných súvrství – striedajúcich sa ílovcov, prachovcov a slieňovcov. Nachádzajú sa priamo pod navážkami SN alebo pod kvartérnymi sedimentmi.

Prehľad monitorovacích aktivít v minulosti a súčasný stav monitorovania

Po začatí zasypávania údolia Handlovky bol v roku 1984 vybudovaný počiatočný pozorovací systém, na ktorom sa začal vykonávať monitoring, ktorý kontinuálne pokračuje do súčasnosti.

Monitorovacie pozorovania pozostávali z aplikácie nasledujúcich okruhov metód:

- geodetické merania (realizované na troch úrovniach geodetickej siete – sieť vzťažných referenčných bodov, sieť účelových pripojovacích bodov a sieť indikačných bodov na jednotlivých objektoch). Sieť indikačných bodov pôvodne pozostávala zo 77 meraných objektov, 8 bolo v priebehu pozorovania zničených a sieť bola doplnená 24 nivelačnými značkami;
- inklinometrické merania vykonávané pôvodne v 13 vrtoch, rozmiestnených prevažne v hodnotených stabilitných profiloch;
- režimové pozorovania, vykonávané pôvodne v 59 objektoch na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody a v 2 objektoch na meranie výdatnosti;
- súbor ďalších špeciálnych meraní (geofyzikálnych, deformetrických, presiometrických a ďalších), ktorých výsledky dotvárali predstavu o aktuálnom stave prostredia SN a o jeho zmenách.

Súbor výsledkov z uvedených meraní bol komplexne zhrnutý v záverečnej správe Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky (Mokrá et al., 2004).

Okrem uvedeného súboru meraní sa na lokalite realizovali viaceré špeciálne pozorovania, zamerané predovšetkým na technické objekty tohto diela. Išlo o nasledujúce činnosti:

- meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka;
- presná nivelácia hlavných indikačných bodov a zameranie presnej priestorovej zmeny polohy hlavného indikačného bodu na výtokovom objekte Handlovky.

Výsledky týchto meraní za celé obdobie pozorovania sú spracované v samostatnej správe (Hagara, Nagy, 2006).

Plynulé pokračovanie monitorovania Stabilizačného násypu zabezpečilo zaradenie tejto lokality do aktuálne riešenej úlohy ČMS GF v roku 2005. V auguste roku 2005 sa obnovili režimové pozorovania na vybraných vrtoch, lokalizovaných na násype (ktoré v minulosti pozorovali pracovníci INGEO, Žilina) a v októbri 2005 sa uskutočnili merania pohybov prekrytia Handlovky a Nepomenovaného potoka a merania priečných deformácií potrubia, ktoré vykonali Banské projekty, spol. s r. o., Bratislava.

Na základe minimálnych a maximálnych úrovní hladiny podzemnej vody, nameraných v rokoch 2003, 2004 a 2005 boli v roku 2005 uskutočnené stabilitné výpočty v profiloch 1-1', 5-5' (v čele SN) a 6-6' (v ľavostrannom zosuvnom svahu SN).

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2005 a 2006 sú zhrnuté v tab. 2.1.27.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006 a za celé obdobie pozorovania

Situovanie pozorovaných objektov je na obr. 2.1.122 a 2.1.123. Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v roku 2006 sú zhrnuté v príl. 1.27.

a/ Merania pohybov podložia pod prekrytím Handlovky a Nepomenovaného potoka

Na prekrytí obidvoch tokov je v podloží násypu inštalovaných po celej dĺžke recipientu 6 indikačných bodov, ktorých polohové a výškové pohyby boli merané od roku 1991 až do roku 2004, 3-krát v priebehu každého roka.

Na základe vyhodnotenia výsledkov meraní bola poverenou organizáciou pre technicko bezpečnostný dohľad pôvodná druhá kategória stavby SN preradená do tretej, s odporúčenou frekvenciou meraní raz ročne.

V rokoch 2005 a 2006 boli na všetkých šiestich indikačných bodoch (obr. 1.122) prekrytia vykonané výškové merania. Polohové meranie bolo vykonané iba na výtokovom objekte na bode VO.

Tento indikačný bod, situovaný na najexponovanejšom objekte prekrytia Handlovky sa posunul v pozdĺžnom smere v roku 2005 v porovnaní s jeho polohou pred rokom o 0,5 mm a jeho celkový posun v rovnakom smere oproti roku 1991 bol 7,9 mm. Výškové meranie preukázalo, že bod VO sa v priebehu roka zdvihol o 1 mm. V roku 2006 sa bod v pozdĺžnom smere posunul proti násypu o 1,7 mm a v priečnom smere východným smerom o 6,4 mm. Oproti meraniu z roku 2005 poklesol o 3,3 mm.

Z ďalších meraných bodov najväčší medziročný pokles vykázal indikačný bod OŠ2 (24,1 mm). I keď ide o výraznejší pokles ako v minulosti, jeho hodnota je dostatočne vzdialená od medzného stavu pretvárania podložia, ktorá predstavuje 170 mm podľa technicko - bezpečnostných kritérií (Hagara, Nagy, 2006).

Prehľad výsledkov meraní indikačných bodov za roky 2004 až 2006 je v príl. 1.27. Z analýzy pohybov za celé obdobie monitorovania vyplýva, že všetky monitorované body v porovnaní s polohou v dobe nultého merania vykazujú pomalý pohyb približne severozápadným smerom s rýchlosťou 1 mm.rok⁻¹. Tento posuv pravdepodobne súvisí s dotlačaním zemín z doby katastrofálneho handlovského zosuvu. Výškové zmeny meraných bodov sú v relácii s priťahovaním povrchu postupne sa zvyšujúcim násypom.

b/ Meranie priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka

Meranie priečných deformácií prekrytia oboch tokov sa vykonáva od roku 1992. Meranie sa uskutočňovalo až do roku 2004 každoročne 2- krát v priebehu roka.

V roku 2005, po prekategORIZOVANÍ stavby, bolo dohodnuté meranie uskutočniť 1- krát v priebehu roka.

Každá skupina merania konvergencií podzemných konštrukcií, presnejšie kruhových pancierov, pozostávala z dvoch meraní; z jedného merania v základnej polohe a z merania s pootočeným konvergometrom o 90° okolo pozdĺžnej osi. Meranie konvergencií patrí medzi špeciálne geodetické merania.

Meranie priečných rozmerových zmien oceľového potrubia sa v rokoch 2005 a 2006 vykonalo na vybudovaných 48-mich meracích staniách (obr. 2.1.122), vrátane novej lokalizácie dutín medzi pancierom a nosným železobetónom. Okrem toho sa presne zmerala teplota panciera a ovzdušia. Výsledky merania sú zhrnuté v príl. 1.27. Z výsledkov vyplýva, že najväčšie deformácie ľavého potrubia boli podobne ako v roku 2005 zaznamenané v bode 2L (rozšírenie v horizontálnom smere + 4,425 mm) a v pravom potrubí v bode 12P (stlačenie vo vertikálnom smere - 3,275 mm i v horizontálnom smere - 4,625 mm).

Vzhľadom na koróziu meraných dotkových terčov na meracích staniách sa pôvodná stredná chyba merania zmenila z hodnoty $\pm 0,07$ mm na hodnotu $\pm 0,15$ mm. Na základe spracovania údajov možno konštatovať, že merania v rokoch 2005 a 2006 potvrdili rastúcu tendenciu záporných deformácií v smere horizontálnom (rozširovanie) a kladných deformácií v smere vertikálnom (stlačovanie). Ide o narastajúce prejavy deformácie oceľového potrubia od zvyšujúceho sa priťahu nárypom.

V grafickom zobrazení dlhodobého priebehu deformácií výrazne vystupujú roky 1995 až 1996 (obr. 2.1.124), keď došlo ku zmierneniu nárastu a poklesu priebehov, pri zachovaní všetkých postupov pri vyhodnocovaní. I z dlhodobého štatistického spracovania vyplýva trend nárastu kladných hodnôt deformácií vo vertikálnom smere a záporných v smere horizontálnom.

Vzhľadom na ustálenie veľkosti rozdielov za posledné 4 roky boli prognózy deformácií definované lineárnymi rovnicami, ktoré lepšie vystihujú prognózované veličiny. Ukážka hodnotenia staníc 2L, 2P a 12L, 12P za posledné obdobie je na obr. 2.1.125.

V rámci riešenia úlohy bol podrobne zdokumentovaný stav potrubia Handlovky a Nepomenovaného potoka. Dôraz bol kladený najmä na výskyt trhlin na zvarových spojoch. Na starých trhlínach nebol zaznamenaný výrazný progres. Zistený však bol výskyt nových trhlín v stropnej časti. Tieto prejavy na potrubí, ktoré sa objavovali už pri prehliadkach v minulých rokoch naznačujú potrebu zavedenia presného výškového merania v potrubí. Preto boli v roku 2006 na strop oceľového potrubia osadené v pravidelných intervaloch výškové značky, ktoré sa budú premeriavať v nasledujúcich rokoch (Hagara, Nagy, 2006).

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania hladiny podzemnej vody sa začali vykonávať v auguste 2005 v nadväznosti na dlhodobé predchádzajúce merania (spracované v práci Mokrý et al., 2004). Na základe inventarizácie stavu pozorovaných objektov bolo do súboru zaradených 50 vertikálnych piezometrických vrtov; 9 pôvodných objektov bolo poškodených a merania v nich neboli realizovateľné (obr. 2.1.123). Vybraných 26 objektov sa premeriavalo s týždenným intervalom a 24 objektov s mesačným intervalom (tab. 2.1.27).

Výsledky meraní, uskutočnených v roku 2006 sú zhrnuté v príl. 1.27. Rozkyv nad 5 m bol v priebehu roku 2006 zaznamenaný vo vrtach PV-19A (7,96 m), PV-19B (7,88 m), H-5 (5,23 m) a NV-3 (5,02 m).

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výtok vody z hlavného drénu bolo potrebné technicky upraviť a jeho merania sa začali až v roku 2006.

Priemerná hodnota výdatnosti hlavného drénu z 36 meraní, uskutočnených v roku 2006 je $6,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Hodnotenie zrážkových úhrnov zo zrážkomernej stanice Handlová je analogické ako pri lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko (kap. 2.1.4.2).

f/ Stabilitné výpočty

Výsledky meraní kolísania hladiny podzemnej vody za rok 2005 spoločne s neúplnými meraniami za roky 2003 a 2004 boli použité pri stabilitných výpočtoch vo vybraných rezoch telesom SN. Výpočty sa uskutočnili v roku 2005 a ich výsledky pre úplnosť sumarizujeme i v tohtoročnej správe. Vzhľadom na krátkosť obdobia merania sa v roku 2006 stabilitné výpočty neopakovali.

Stabilitné výpočty sa vykonali v rovnakých profiloch, aké boli riešené v predchádzajúcom období, avšak so stavom hladiny podzemnej vody, odvodeným z meraní v rokoch 2003, 2004 a 2005. Ako reprezentatívne boli vybrané stabilitné profily 1-1', 5-5' a 6-6' (obr. 2.1.123), riešené v súbornej správe o SN v údolí Handlovky (Mokrý et al., 2004).

Stabilitný stav sa riešil pre minimálnu a maximálnu úroveň hladiny podzemnej vody, nameranú vo vrtach daného profilu v uvedenom období na overených šmykových plochách.

Výpočtové modely sú znázornené na obr. 2.1.126, vstupné údaje pre výpočty sú uvedené v príl. 1.27 spoločne s výsledkami výpočtov.

Možno konštatovať, že stupeň stability vo všetkých riešených profiloch je pomerne vysoký – dosahuje hodnotu nad 1,5 (najnižšie hodnoty stupňa stability boli vypočítané v profile 6-6' a dosahovali pri maximálnej úrovni hladiny podzemnej vody hodnoty 1,57 až 1,59).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Obnovené monitorovacie pozorovania na SN v Handlovej preukázali aktuálny stabilitný stav vlastného telesa násypu, jeho hlavných konštrukčných prvkov, ako i bezprostredného okolia tohto vodohospodárskeho diela. Merania uskutočnené Banskými projektmi preukázali, že pohyby indikačných bodov v podloží násypu nedosahujú medzné hodnoty, avšak pri meraniach v oceľovom potrubí boli identifikované nové výskyty trhlín, zapríčinené pravdepodobne nerovnomerným lokálnym sadaním konštrukcie v pozdĺžnom smere. Je preto nevyhnutné v monitorovacích pozorovaniach pokračovať a sústrediť sa prednostne na tieto kritické miesta. V roku 2006 bola vytýčená a stabilizovaná nivelečná trať v celom prekrytom potrubí.

Z výsledkov stabilitných výpočtov vyplynul dostatočne vysoký stupeň stability prostredia. Vzhľadom na rozhodujúci význam hydrogeologických pomerov na stabilitu svahov je nevyhnutné v režimových pozorovaniach pokračovať a zachytiť (a vo výpočtoch zohľadniť) extrémne stavy hĺbky hladiny podzemnej vody.

2.1.4.30 Lokalita Ipeľ

Stručná charakteristika lokality

Na lokalite Ipeľ ide o komplexné posúdenie stability väčšieho územného celku, v ktorom sa predpokladá realizácia prečerpávacej vodnej elektrárne.

Širšie územie projektovanej PVE Ipeľ sa nachádza severne od Málnica v katastri obce Ipeľský Potok (obr. 2.1.127). Z geologického hľadiska ide o prostredie veporského kryštallického masívu. Horný tok Ipeľa v záujmovom území pretína horninové sekvencie kráľovohoľského a kohútskeho pásma veporika a sleduje regionálnu, tzv. muránsko-divínsku poruchovú zónu. Kým v kráľovohoľskom pásme (SZ od poruchovej línie) prevládajú rôzne typy granitoidov, v kohútskom pásme (JV od poruchového pásma) sú prítomné najmä migmatity.

Podľa projektového riešenia sa uvažuje s realizáciou dolnej nádrže v údolí Ipeľa (teda vlastne v priestore regionálnej tektonickej poruchy) a hydraulický obvod vrátane kaverny vodnej elektrárne má byť umiestnený v masíve, budovanom prevažne migmatitmi kohútskeho pásma. V tomto prostredí má byť lokalizovaná i horná nádrž PVE v priestore obce Ďubákovo (obr. 2.1.128).

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2005 a 2006

Komplexný monitoring horninového prostredia PVE Ipeľ sa realizuje od roku 1993 v nadväznosti na výsledky predbežného inžinierskogeologického prieskumu. Monitorovanie vykonáva firma Geofos, spol. s r. o. Lokalita bola zaradená do ČMS GF v súvislosti s možnosťou hodnotenia výsledkov geodetických meraní regionálneho charakteru a posudzovania stability väčšieho územného celku. Súčasne sa vykonávajú pravidelné terénne obhliadky predmetného svahu a zhromažďujú sa údaje o zrážkových úhrnoch zo staníc SHMÚ.

V rámci monitorovania horninového prostredia sa aj v roku 2006 monitorovali a zhodnocovali klimatické a hydrologické pomery, hydrogeologické pomery, kvalita podzemných vôd a geodynamické pomery. Ich výsledky sú zhrnuté v priebežnej správe (Matejček a kol., 2006).

Z hľadiska posudzovania stability územného celku sa v rokoch 2005 a 2006 nevykonalo žiadne geodetické meranie a jeho realizácia sa predpokladá až v nasledujúcom roku. Preto v stručnosti sumarizujeme výsledky doteraz uskutočnených meraní a hodnotíme hydrologický charakter roku 2006.

a/ Geodetické merania

Geodetická sieť PVE Ipeľ pozostáva z 26 polohových (10 základných a 16 podrobných), 26 výškových a 26 gravimetrických bodov. Sieť bodov bola doplnená v rokoch 2001 – 2002 o body č. 27, 28, 29 (v oblasti ľavých svahov dolnej nádrže, v profile prístupového tunela), 30, 31 a 32.

Geodetický monitoring bodov lokálnej geodetickej siete PVE Ipeľ vykonávali v predchádzajúcich epochách pracovníci Katedry geodetických základov (KGZA) Stavebnej fakulty (SvF) Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave. Sledovanie priestorových zmien pozorovaných bodov v záujmovej lokalite sa vykonalo opakovanými meraniami v nasledujúcich epochách:

Polohové merania:		Výškové merania:	
jeseň 1989	0. epocha,	jeseň 1989	
jeseň 1990	1. epocha,	jeseň 1990	0. epocha,
jeseň 1992	2. epocha,	jeseň 1992	1. epocha,
jeseň 1995	3. epocha,	jeseň 1995	2. epocha,
jeseň 1997	4. epocha,	jeseň 1997	3. epocha,
jeseň 2001	5. epocha,	jeseň 2001	4. epocha.
jeseň 2004	6. epocha,	jeseň 2004	5. epocha.

Výsledky meraní na jeseň 2004 (obr. 2.1.128) 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. Pri bode 1 bola 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 to bolo $-0,37$ mm za rok, t.j. -37 mm za 100 rokov (podľa výsledkov z roku 2001 to bolo $-0,43$ mm za rok, resp. -43 mm za 100 rokov). Pri bode 5 bola určená hodnota $0,04$ mm za rok, t.j. 4 mm za 100 rokov (podľa výsledkov z roku 2001 to bol iba zanedbateľný rozdiel).

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. Potvrďuje to odôvodnené predpoklady o určitej tektonickej aktivite územia (Ondrášik, 2004).

b/ Terénna obhliadka

Na základe terénnej obhliadky v lete 2006 možno konštatovať, že v roku 2006 neboli v teréne identifikované žiadne príznaky zmien stability svahu s projektovaným hydraulickým obvodom PVE.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové pomery územia charakterizujú údaje zo zrážkomerných staníc Lom nad Rimavicou, Málinec, Detvianska Huta a Kokava nad Rimavicou. Napriek relatívnej blízkosti staníc k lokalite prejavujú sa v ich meraniach značné rozdiely (lokálny vplyv polohy staníc). Preto za najobjektívnejšie možno považovať hodnotenie zo zriadenej zrážkomernej stanice Ďubákovo (Soták in Matejček a kol., 2006).

Hydrologický rok 2006 (11/2005-10/2006) bol v oblasti Ďubákovo dostatočne vlhovo prebytkovým. Vyskytla sa kladná vlhová bilancia 597 mm, v dôsledku dostatku zrážok s ročným úhrnom 915 mm a s úbytkom vlhavy výparom s ročným úhrnom 318 mm. Kladná vlhová bilancia bola v priebehu roka mierne narušená len v suchých mesiacoch september a október. Podnormálne úhrny zrážok boli zaznamenané v novembri, v septembri a októbri. Vlhký priebeh počasia s nadbytkom zrážok bol v máji, v júni a v auguste. Mimoriadne nadnormálny mesačný úhrn zrážok sa vyskytol v decembri 2005.

V hydrologickom roku 2006 sa vyskytlo v oblasti Ďubákovo 149 mrazových dní, v ktorých minimálna teplota vzduchu poklesla pod 0 °C. Celodenný mráz bol zaznamenaný v 61 dňoch. Teplota vzduchu poklesla najnižšie na -21 °C dňa 26. 1. 2006. V letnom období sa vyskytlo 23 letných dní, v ktorých maximálna teplota vzduchu vystúpila na 25 °C a viac. Najvyššia teplota vzduchu vystúpila na 28 °C v dňoch 21 a 22.7. 2006.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky geodetických meraní z 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 cca 3 ročný interval meraní až do doby, keď budú zistené významnejšie rozdiely medzi jednotlivými pozorovaniami. Preto je vhodné nasledujúce geodetické meranie uskutočniť v roku 2007 alebo 2008.

3. Vyhodnotenie kvality sledovaných ukazovateľov v rámci Európy – porovnanie

Zosuvy a iné svahové deformácie

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 aktivitu 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 roku 2005 bola nadviazaná spolupráca s uvedeným pracoviskom s cieľom vypracovať podklady pre riešenie spoločného projektu zameraného na uvedenú problematiku. 14. a 15. marca 2006 sa v Ispre uskutočnil pracovný seminár o mapovaní rizík (Risk mapping workshop), na ktorom bola podaná i informácia o mapovaní zosuvov na Slovensku a o hodnotení náchylnosti územia na zosúvanie pomocou štatistických metód s použitím GIS (P. Wagner a P. Pauditš). V obidvoch príspevkoch sa venovala pozornosť metodike monitorovania svahových pohybov na Slovensku a praktického využitia výsledkov monitoringu. Vytvorená pracovná skupina sa zameriava prednostne na mapovanie rizika a zo slovenskej strany bolo pre ďalšie rozpracovanie problematiky navrhnutých niekoľko modelových území zosuvného hazardu, medzi nimi i územie medzi Hlohovcom a Sereďou, na ktorom sa už dlhodobo vykonávajú monitorovacie pozorovania. Ďalšie stretnutia pracovnej skupiny sa predpokladajú v nasledujúcom roku.

V súvislosti s prechodom monitorovacích pozorovaní na vyššiu úroveň – vytváraním systémov včasného varovania, ktoré boli v rámci monitorovania uvedené do skúšobnej prevádzky koncom roku 2005 na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné, sa v roku 2006 začali realizovať aktivity súvisiace s prezentáciou výsledkov monitorovania a zapojením týchto činností do medzinárodného programu systémov včasného varovania. V nadväznosti na tieto skutočnosti sa zástupcovia riešiteľskej organizácie (A. Klukanová, P. Wagner) zúčastnili Tretej medzinárodnej konferencii o včasnom varovaní (EWC III), ktorá sa konala v Bonne v dňoch 27.03 až 29.03. 2006. V rámci konferencie prebiehali súbežne dve odborné podujatia – Fórum projektov, zameraných na tematické okruhy Zem, Voda a Vzduch a Vedecko – technické sympóziu, zamerané na problematiku multihazardov, megaudalostí a na otázky politiky a ekonomiky v súvislosti s včasným varovaním pred prírodnými hazardmi. Zameranie projektov podávaných na 3. konferencii sa v prevažnej miere týkalo prírodných megaudalostí (zemetrasenia, cunami), avšak z rokovania Vedecko – technického sympózia vyplynul celosvetový trend zriaďovania varovných systémov v rámci riešenia problematiky multihazardov. Pre konferenciu bola pripravená informáciu o varovných systémoch, ktoré začíname na Slovensku uplatňovať na zosuvných územiach v rámci riešenia úlohy ČMS geologických faktorov SR.

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

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

4. Záver

Zosuvy a iné svahové deformácie

V rámci podsystému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2006 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvanie, plazenie a hodnotenie stability skalných zárezov s cieľom prognózovania gravitačných pohybov typu

rútenia. Samostatnú skupinu špecifických prípadov monitorovania tvoria lokality územia projektovanej PVE Ipel' a Stabilizačného násypu v Handlovej.

Z najdôležitejších výsledkov, zistených meraniami v roku 2006 treba v rámci zosúvania uviesť:

- jednoznačne najzávažnejšou zistenou skutočnosťou bola pohybová aktivizácia čelnej časti zosuvného telesa na lokalite Okoličné, nachádzajúcej sa v tesnej blízkosti hlavnej železničnej trate. Extrémne posuvy boli zaznamenané v miestach bodov 111 (polohovo 48 mm za rok, zdvih 46 mm), P-17 (polohovo 44 mm), 133 (polohovo 36 mm, zdvih až 116 mm). Ide zrejme o reakciu na tuhú zimu s bohatou pokrývkou snehu a prudké oteplenie, ktoré nastalo na prelome marca a apríla. O nepriaznivom stabilitnom stave svahu sme písomne informovali Riaditeľstvo železníc SR s kópiami pre MŽP SR, Úrad civilnej ochrany MV SR, a Okresný úrad v Liptovskom Mikuláši;
- výrazné prejavy pohybovej aktivity boli zaznamenané i na zosuvnom svahu pri Bojniciach. Pravdepodobne ide o doznievanie zosuvného pohybu, ktorý bol zaznamenaný na lokalite v predchádzajúcom roku (vznik zosuvnej trhliny v okolí geodetického bodu č. 6). V roku 2006 boli najvýraznejšie pohyby zaznamenané v okolí geodetických bodov 10 (36,12 mm za rok), B3 (33,97 mm), B (31,76 mm) a ďalších, prevažne vo východnej časti územia. Dlhodobu nepriaznivý stabilitný stav svahu je zapríčinený pravdepodobne únikmi vody z kanalizácie, infiltrujúcej do zosuvných hmôt. O výsledkoch monitorovania, aktuálnom stave zosuvného svahu a príčinách nestability sme informovali písomne primátora mesta;
- na lokalite Fintice bol najvýraznejší pohyb nameraný v bode P-5 (až takmer 114 mm za 11 mesiacov, čo predstavuje hodnotu 117,16 mm/rok). Uvedená hodnota pohybu je veľmi výrazná a ilustruje stálu pohybovú aktivitu akumuláčnej časti zosuvu. Vzhľadom na smer pohybu možno predpokladať, že ide o vytvorenie dieľčej odľučnej oblasti v telese zosuvu;
- potenciálna nestabilita západnej časti zosuvného územia pri obci Veľká Čausa bola i v roku 2006 preukázaná predovšetkým inklinometrickými meraniami vo vrtoch VČ-8 (deformácia 12,39 mm za rok v hĺbke 3,5 m a 10,18 mm v hĺbke 13,5 m) a VE-4 (6 mm v hĺbke 4 m). Veľmi nepriaznivý stav bol zaznamenaný aj režimovými pozorovaniami v období marec – apríl. V dôsledku toho, že povrch sanovaného zosuvu nebol upravený a funkčnosť odvodňovacích zariadení sa znižuje, dochádza k hromadeniu vody v bezodtokových depresiách a nepriaznivým zmenám konfigurácie povrchu územia. O aktuálnom stave zosuvného územia a nevyhnutnosti údržby sanačných opatrení sme informovali písomne starostu obce;
- nepriaznivý stav hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný meraniami, vrátane automatických hladinomerov na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko. Jeho dôsledky sa prejavili v lokálnych pohyboch hmôt (napr viditeľné vychýlenie vrtu P-10 od osi asi o 6 cm);

Pohyby charakteru plazenia sa monitorujú mechanicko-optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanických Slanských vrchov – Veľká Izra, Sokol a Košický Klečenov. V roku 2006 bolo preukázané pokračovanie doterajšieho trendu pohybov skalných blokov, z ktorých najväčšiu pozornosť upútava pokračujúci prevládajúci vertikálny pohyb na lokalite Košický Klečenov.

Stabilita skalných stien s hodnotením prejavov potenciálnych rútivých pohybov sa monitoruje metódami digitálnej fotogrametrie a meraniami dilatometrom SOMET, ako aj meradlom posuvov na lokalitách Banská Štiavnica, Demjata a Harmanec. V roku 2006 boli do súboru lokalít zaradené i vybrané nestabilné skalné svahy v Národnom parku Slovenský raj a ďalšie lokality, na ktorých sa doposiaľ pozornosť sústreďovala na monitorovanie rýchlosti procesov zvetrávania a v súlade s tým na prognózy postupného rozvoľňovania skalných svahov a straty ich stability.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability zaraďujeme perspektívne územie výstavby PVE Ipeľ, kde sa v roku 2006 vykonali iba terénne obhliadky územia.

Na lokalite Stabilizačného násypu v Handlovej pokračovali geodetické merania pohybov prekrytia, ako aj merania konvergencie potrubia na 48 meracích pozíciách. Merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody sa uskutočňovali v 50 vrtoch a merania výdatnosti v centrálnom dréne.

Možno konštatovať, že rok 2006 (i napriek tomu, že podľa celoročných zrážkových úhrnov z väčšiny zrážkomerných staníc bol hodnotený ako suchý) patril z hľadiska vzniku a aktivizácie svahových pohybov k veľmi nepriaznivým. Táto skutočnosť na väčšine územia bola podmienená tým, že po tuhej zime s množstvom snehovej pokrývky došlo k prudkému otepleniu na prelome mesiacov marec a apríl. V tomto relatívne krátkom období sa sneh roztopil, čo spolu so sprievodnými zrážkami spôsobilo prudké zvýšenie hladiny podzemnej vody v horninovom prostredí. V uvedenom období vzniklo veľké množstvo zosuvných udalostí na celom území Slovenska a nepriaznivé prejavy boli zaznamenané i na monitorovaných lokalitách (predovšetkým na zosuvoch Okoličné, Fintice, Bojnice a ďalších). Z nameraného stavu hladiny podzemnej vody začiatkom apríla 2006 budeme preto vychádzať i pri nastavení kritických hladín podzemnej vody v automatických hladinometroch a budú sa zohľadňovať i pri stabilitných výpočtoch.

V súvislosti s budovaním varovných systémov (z ktorých sú zatiaľ v skúšobnej prevádzke zariadenia na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné) treba uviesť, že po viacerých rokovaníach bola s platnosťou od 15. septembra 2006 uzavretá medzi Úradom civilnej ochrany Ministerstva vnútra Slovenskej republiky a Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra v Bratislave Zmluva o spolupráci pri poskytovaní a využívaní geologických informácií. Predmetom zmluvy je záväzok ústavu poskytovať úradu aktuálne informácie o geologickej stavbe územia a geologických hazardoch, potrebné na analyzovanie možného ohrozenia obyvateľstva mimoriadnou udalosťou a umožňujúce prijímať opatrenia na znižovanie rizík ohrozenia mimoriadnou udalosťou vrátane včasného varovania obyvateľstva prostredníctvom informačného systému civilnej ochrany, ako aj na určenie postupov a činností zameraných na odstraňovanie následkov mimoriadnej udalosti. Na základe tejto zmluvy je Úrad civilnej ochrany Ministerstva vnútra Slovenskej republiky informovaný o všetkých dôležitých výsledkoch monitorovania a tieto sa stávajú súčasťou informačného systému civilnej ochrany, operujúceho v rámci celého územia Slovenskej republiky.

Literatúra

Predchádzajúce správy z riešenia úlohy ČMS GF (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005)

Bartoš, P., Fraštia, M.: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006

Bitterer, L.: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006

Fussgänger, E., Jadroň, D., Banský, M.: Lubietová - prúdový zosun. Záverečná správa z predbežného inžinierskogeologického prieskumu zosunu. IGHP Žilina. Manuskript, 79 s., 1978

- Fussgänger, E., Smolka, J., Jadroň, D.: Stabilizácia havarijných zosuvov hornej Nitry. In zborník konf. "Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku", Vyd. Iris, s.162-173, Nitrianske Rudno, 1996
- Grenčíková, A., Lenková, M., Smoleňák, J.: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory – 01 Zosuvy a iné svahové deformácie. Čiastková záverečná správa. INGEO-ighp, spol. s r. o., Žilina, 23 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Hagara, R., Nagy, Z.: Meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a prítoku Nepomenovaného potoka. Banské projekty, spol. s r. o., I. časť 96 s., II. časť 18 s., III. Časť 14 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Hric, V., Pánek, M.: Vištuk – sanácia zosuvného územia. Podrobný prieskum. IGHP Žilina. Manuskript, 30 s., 1986
- Hric, V., Sikora, J.: Kvašov - zosuv, Orientačný IG prieskum. Žilina: IGHP, 1985. 47 s., 34 príloh.
- Chribík, J.: Správa z merania pozorovacích bodov v lokalite Kunešov. 2 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Jadroň, D.: Svahové poruchy - Okoličné (okres Liptovský Mikuláš). Rigorózna práca. Prírod. fakulta UK, Katedra inž. geológie. Manuskript, 92 s., Bratislava, 1980
- Jadroň, D., Wagner, P., Jelínek, R.: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In zb. referátov z 1. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 83-86, Bratislava, 1998
- Jadroň, D., Mokrý, M.: Handlová – Kunešovská cesta, havarijný zosuv. Záverečná správa. 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
- Jánová, V., Liščák, P.: Aplikácia pozemnej fotogrametrie pre monitoring procesov zvetrávania. In zb. referátov z konf.: „Interdisciplinárne aplikácie fotogrametrie a inžinierskej geodézie“. STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, s. 69 – 74 , Bratislava, 2002
- Korčák, P.: Geodetický monitoring PVE Ipeľ. Záverečná 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
- Kopecký, 2006: Monitoring lokality Liptovská Mara. STU v Bratislave, Fakulta stavebná, Katedra geotechniky. 13 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Laurenčík, J.: Sanácia zosuvu nad obcou Kvašov. Geologická správa. GEO, spol. s r.o., Nitra, 21 s., 2004
- Lukniš, M., Mazúr, E.: Atlas SSR, súbor 866 máp (v mierke 1:500 000). Vydala SAV a SÚGK. Vyd. Veda, Bratislava, 1980
- Márton, M., Kavulič, J.: Fintice – meranie posunov – úloha IG2/1, 11 etapa. Geotop Košice, spol. s r.o., Košice, 4 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha, 1986
- Matejček, A.: PSP PVE Ipeľ 2006 – monitoring horninového prostredia. Geofos, spol. s r. o., 59 s., Žilina, 2006
- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivan, P., Ivanička, J., Madarás, J., Németh, Z., Polák, M., Pristaš, J., Vozár, J., Vozárová, A., Liščák, P., Kubeš, P., Scherer, S., Siránová, Z.,

- Szalaiová, V., Žáková, E.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny v mierke 1:50 000. ŠGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, 303 s., Bratislava, 2000
- Mello, J. (ed), Elečko, M., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko L., Vass, D., Vozárová, A., Gaál, L., Hanzel, V., Hók, J., Kováč, P., Slavkay, M., Steiner, A.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000. GS SR, Vyd. D. Štúra, 256 s., Bratislava, 1997
- Míka, R., Bolha, L.: Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s., Bratislava, 2000
- Míka, R., Ondrejka, P.: Posúdenie vývoja stability svahov na lokalitách Bojnice, Fintice, Okoličné, Veľká Čausa. AWG, spol. s r. o., Bratislava, 47 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Mokrá, M., Jadroň, D., Beracko, I., Zuberec, M.: Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky. Záverečná správa. Archív INGENIO – ighp, spol. s r.o. Manuskript, 92 s. a prílohy, Žilina, 2004
- Mrosko, J.: Ľubietová – geodetické určenie priestorových zmien zosuvného územia. ŠGÚDŠ, RC Spišská Nová Ves, 31 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006a
- Mrosko, J.: Hlohovec – geodetické určenie priestorových zmien zosuvného územia. ŠGÚDŠ, RC Spišská Nová Ves, 12 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006b
- Nemčok, A.: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, vyd. Slov akadémie 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, L., Wagner, P., Polaščinová, E.: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. D. Štúra, s. 131-135, Bratislava, 2001
- 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
- Šimon, L. (ed.), Elečko, M., Lexa, J., Kohút, M., Halouzka, R., Gross, P., Pristaš, J., Konečný, V., Mello, J., Polák, M., Vozárová, A., Vozár, J., Havrila, M., Köhlerová, M., Stolár, M., Jánová, V., Marcin, D., Szalaiová, V.: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1:50 000. GS SR, Vyd. D. Štúra, 281 s., Bratislava, 1997
- Turovský, F.: Výsledky kontrolného merania, Kvašov – zosuv. Geoexperts, spol. s r. o. Žilina, 8 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Vybíral, V.: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 31 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2006
- Wagner, P., Scherer, S., Jadroň, D., Mokrá, 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