

## 2.1 ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE 2008

*Autori: P. Wagner, P. Ondrejka, L. Iglárová, L. Petro, P. Liščák, 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, 2006, 2007). Kvôli úplnosti a zrozumiteľnosti textu správy za rok 2008 opakujeme v rámci úvodných podkapitol (2.1.1 až 2.1.3) niektoré základné zásady metodiky monitorovania a metód spracovania výsledkov. Analogicky sú z predchádzajúcich správ kvôli úplnosti prebraté základné charakteristiky jednotlivých lokalít monitorovania (v časti 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, ktorá sa však musí udržiavať, prípadne dopĺňať novými objektmi).

Výber monitorovaných lokalít však nie je nemenný a v priebehu riešenia sa ich počet a lokalizácia upravujú podľa aktuálnych celospoločenských požiadaviek i podľa monitorovaním zhodnoteného stavu lokalít. Podľa tých istých kritérií sa upravuje i rozsah metód a frekvencia monitorovania, ako aj aktuálny stupeň celospoločenskej významnosti reprezentatívnych lokalít. Pri výbere monitorovaných lokalít pre rok 2008 sa vychádzalo zo štruktúry podsystemu, ktorá bola spracovaná v roku 2006 v súlade s aktualizovaným cyklom monitorovania.

Ako už bolo uvedené, jedným z hlavných kritérií výberu reprezentatívnych lokalít je ich rozmiestnenie vo všetkých oblastiach inžinierskogeologickej rajonizácie územia slovenských Karpát. Ak však berieme do úvahy skutočnosť, 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), vytvorilo sa niekoľko, účelovo zjednodušených modelov prostredia, v ktorých sa nachádzajú vybrané monitorované lokality:

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

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

- Lokality veľmi významné – stupeň dôležitosti III. (ide o svahové poruchy, ktoré aktuálne ohrozujú významné objekty technosféry, prejavy ich aktivity boli

zaznamenané v nedávnej minulosti a existujúca monitorovacia sieť umožňuje aplikovať súbor monitorovacích meraní s dostatočnou frekvenciou);

- Lokality významné – stupeň dôležitosti II. (predstavujú svahové poruchy čiastočne stabilizované alebo nachádzajúce sa mimo významných objektov technosféry s monitorovacou sieťou, umožňujúcou vykonávať iba niektoré zo základného sortimentu monitorovacích meraní);
- Lokality menej významné – stupeň dôležitosti I. (ide o svahové poruchy, ktoré sú stabilizované a ich význam je z celospoločenského hľadiska v súčasnosti nižší, nemožno však vylúčiť ich opätovnú aktiváciu v súvislosti s rôznymi činnosťami – napr. výstavbou nových objektov). Monitoring na týchto lokalitách má prevažne udržiavací charakter; v prípade potreby sa môžu 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. 2.1.1, situovanie lokalít je na obr. 2.1.1. Oproti roku 2007 bola vynechaná lokalita Slovenský raj – Suchá Belá (na základe výsledkov monitorovania boli na lokalite uskutočnené opatrenia na zamedzenie ohrozenia turistického chodníka uvoľneným skalným blokom) a ako samostatná bola vyčlenená lokalita Handlová (svah oproti katastrofálnemu zosuvu z rokov 1960/1961), na ktorej sa monitoruje rýchlosť zvetrávania a rozpadu horninového masívu.

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. Poradie reprezentatívnych lokalít, uvedené v tab. 2.1.1 zodpovedá postupnosti 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. 2.1.2.

Pri monitorovaní zosuvov sa používajú metódy, zaznamenávajúce veľkosť deformácie, ktorá prebehla za určitý časový interval (metódy geodetické a metóda presnej inklinometrie), ďalej metódy, zaznamenávajúce napätostný stav prostredia v momente merania (merania povrchových reziduálnych napätí a poľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE) a režimové pozorovania, ktoré zaznamenávajú zmeny hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody (priamymi meraniami, vykonávanými pozorovateľom alebo automatickými hladinomeri). 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 rokov 2006 až 2008 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 deformácií

ocelového potrubia, ktoré vzhľadom na špecifickosť riešenej problematiky v [tab. 2.1.2](#) nie sú uvedené. Na 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 2008 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 z povrchu skalných svahov.

Z dôvodov väčšej prehľadnosti a zrozumiteľnosti výsledkov monitorovania z rôznych lokalít pokračovalo i v roku 2008 hodnotenie výsledkov meraní s použitím semikvantitatívnej hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť veľkosť nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilného stavu v mieste meraného objektu. Škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný (nemeniaci sa) stav, druhý vyjadruje 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. 2.1.3](#). V závislosti od dôležitosti meraného parametra sa pri komplexnom hodnotení jednotlivým stupňom aktivity udeľovala váha (jej hodnoty sú uvedené v zátvorkách). Semikvantitatívne hodnotenie nameraných primárnych veličín z monitorovania jednotlivých lokalít v rokoch 2007 a 2008 je uvedené v prílohovej časti a umožnilo na lokalitách s najhustejšou sieťou objektov a frekvenciou meraní vykonať i komplexné posúdenie stabilného stavu, založené na výsledkoch monitorovacích meraní (lokality Veľká Čausa a Okoličné).

Pri spracovaní režimových pozorovaní sa i v roku 2008 používal spôsob semikvantitatívneho hodnotenia, ktorý v rámci riešenia úlohy vypracoval v roku 2004 S. Scherer. 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. 2.1.4](#).

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 stabilných pomerov treba zvýrazniť samostatným hodnotiacim stupňom (stupeň 8 v hodnotiacej škále – [tab. 2.1.4](#)) a v grafickom výstupe vyjadriť najmenej priaznivým stupňom.

Na základe hodnotiacich kritérií, zhrnutých v [tab. 2.1.4](#) bolo v roku 2008 spracované účelové hodnotenie stavu hydrogeologických pomerov zosuvného územia a stupňa ich vhodnosti (resp. nevhodnosti) na aktiváciu svahového pohybu. Semikvantitatívne hodnotenia jednotlivých vrtov za obdobie roku 2008 sa spracovali štatistickými interpolačnými metódami a na ploche posudzovanej svahovej deformácie sa vyčlenili oblasti s rôznym stupňom vhodnosti hydrogeologických pomerov na aktiváciu svahového pohybu v hodnotenom roku 2008. Vzhľadom na to, že hydrogeologické pomery sú zvyčajne hlavnou príčinou svahových pohybov, nepovažovalo sa za odôvodnené zahrnúť ich vplyv do komplexného hodnotenia stabilného stavu svahu v danom období, ktoré je založené na zhodnotení výsledkov

nameraných napätí a deformácií. Účelové zhodnotenie stavu hydrogeologických pomerov v roku 2008 bolo vykonané na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné.

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

Problematická je i interpretácia a spôsob vyjadrenia hodnôt poľa PEE. Kým základné zhodnotené údaje sú kompletne uvedené v prílohách, v grafickom vyjadrení v situačnej mapke pre aktuálny a predchádzajúci rok sa uvádzajú najnepriaznivejšie hodnoty, zaznamenané v danom vrte (bez ohľadu na hĺbku zaznamenania nepriaznivej hodnoty a termín merania – jarný alebo jesenný). Pri vyjadrení priebehu zmien za dlhšie časové obdobie je v obrázkoch s vývojom poľa PEE spresnený 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 hlbšie polohy masívu nad úrovňou predpokladanej šmykovej plochy. S cieľom zachovať v najväčšej možnej miere výsledky primárnych meraní je v prílohách uvedené pôvodné hodnotenie aktivity poľa PEE (stupne od 1 do 6) a v zátvorke je generalizované hodnotenie aktivity podľa trojstupňovej škály v súlade s tab. 2.1.3.

### 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 monitorovania (geodetické a inklinometrické) používajú v kratších intervaloch (týždenných, mesačných). V prípade upokojenia 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 hladinormi, z hľadiska pohotovosti získania informácií opatrené on-line systémom prenosu údajov.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 na jednotlivých lokalitách je uvedená v prehľadnej tabuľke pri opise každej z pozorovaných lokalít. Na základe zhodnotenia výsledkov meraní za určité obdobie sa odvodzuje rozsah a frekvencia meraní pre ďalší rok.

### 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 pozornosť sústreďuje na hodnotenie výsledkov monitorovania za obdobie roku 2008 a pre porovnanie v prílohách a niektorých obrázkoch sa

uvádzajú i výsledky meraní z roku 2007. 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; podrobnejšie údaje s obrázkom situovania lokality na príslušnom mapovom liste sa nachádzajú v správe za rok 2006);
- Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008, 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 2008 alebo – pri niektorých typoch meraní – do momentu posledného merania, uskutočneného v roku 2008. V rámci každej monitorovacej metódy sa najprv hodnotia výsledky meraní za roky 2007 a 2008 (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 opisu výsledkov monitorovania každej lokality.

#### **2.1.4.1 Lokalita Veľká Čausa**

##### *Stručná charakteristika lokality*

V hornej časti zosuvného svahu, nachádzajúceho sa v intraviláne obce Veľká Čausa (okres Prievidza) vystupujú rigidné vulkanické horniny (andezity, aglomerátové tufy), ktoré ležia na plastickom súvrství neogénnych sedimentov, prevažne ílov a ílovcov. Neogénne súvrstvie je subhorizontálne uložené na paleogénnych flyšových horninách. V dôsledku takejto geologickej stavby zrážková voda preniká cez puklinovo priepustné vulkanické horniny, hromadí sa na kontakte s nepriepustnými neogénnymi polohami a vytvára viacero tlakových horizontov. Náchylnosť územia na zosúvanie sa prejavila opakovanými aktiváciami 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 poslednej významnej aktivácii 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 2007 a 2008*

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).

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008, sú zhrnuté v tab. 2.1.5.

## *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

### *a/ Geodetické merania*

V roku 2007 boli polohové i výškové zmeny všetkých bodov, nachádzajúcich sa v priestore pozorovaného zosuvu menšie, ako je hodnota chyby merania (príl. 1.1). Najväčšie zmeny boli namerané mimo pozorovanej časti zosuvného územia (napr. bod P2 s polohovou zmenou 22,09 mm za rok).

V roku 2008 boli najvýraznejšie polohové zmeny zaznamenané v centrálnej časti zosuvného územia, kde v bode P-16 bola nameraná priemerná rýchlosť posuvu až 22,32 mm.rok<sup>-1</sup>. Najvýraznejšie výškové zmeny boli zaznamenané v bodoch P13 (22,81 mm.rok<sup>-1</sup>), P26 (20,68 mm.rok<sup>-1</sup>) a P29 (24,82 mm.rok<sup>-1</sup>). V ostatných bodoch namerané hodnoty deformácií nepresiahli chybu merania. Vzhľadom na to, že autori merania (Němec, 2008) v sprievodnej správe upozornili na obmedzenia vo viditeľnosti bodov a odporučili ďalšie merania realizovať metódou GPS, vykonali sme v lete roku 2008 zásadnú zmenu v spôsobe geodetického merania tejto lokality. V júni bolo uskutočnené základné meranie GPS, doplnené overovacím terestrickým meraním (Fraštia, 2008). Opakované meranie GPS bolo uskutočnené v septembri 2008 (príl. 1.1). Po porovnaní výsledkov realizovaných meraní sme sa rozhodli nadviazať na doterajšie merania výsledkami overovacieho terestrického merania (informácie o tomto meraní sú uvedené v tab. 2.1.5) a samostatne zaznamenávať výsledky meraní GPS, ktoré by sa mali uskutočňovať s hustejšou frekvenciou. Vzájomné porovnanie výsledkov oboch spôsobov merania bude možné už v nasledujúcom roku. Na obr. 2.1.3A sú preto znázornené výsledky overovacieho terestrického merania a v príl. 1.1 sú uvedené aj hodnoty meraní GPS. Overovacie terestrické meranie nepreukázalo v období od júna 2007 do júna 2008 žiadne výrazné zmeny v pohybovej aktivite zosuvných hmôt; v rámci vertikálnych pohybov boli vo všetkých bodoch namerané iba poklesy.

Výsledky meraní GPS, uskutočnených v roku 2008 ilustrujú celkovú nízku pohybovú aktivitu zosuvného územia. Vo všetkých pozorovaných bodoch boli počas trojmesačného obdobia najvýraznejšie posuny zaznamenané vo vertikálnom smere (pokles). Najväčšie zmeny boli namerané v bodoch P17, P18, P19, P22 a P24 (zaznamenaný posun presiahol 40 mm, čo predstavuje dvojnásobok chyby merania použitej metódy).

Z dlhodobejšieho hľadiska po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich 20 rokoch dosiahli v bodoch P16 a P17 sumárnu hodnotu presahujúcu 2 metre nastal v ostatných rokoch útlm pohybovej aktivity. Výsledky merania, uskutočneného v rokoch 2007 a 2008 ilustrujú celkovú nízku pohybovú aktivitu v zosuvnom území (obr. 2.1.4). Upozorniť však treba na celoplošne zaznamenaný vertikálny pokles všetkých meraných bodov na zosuvnom území.

### *b/ Inklinometrické merania*

V roku 2007 bol najvýraznejší pohyb zaznamenaný na JZ okraji pozorovaného územia, predovšetkým vo vrte VČ-8 (v hĺbke 12,7 m bol nameraný posuv 22,47 mm za obdobie od septembra 2006 do júna 2007). Táto deformácia spôsobila porušenie vrty, ktorý v roku 2008 už nebol merateľný.

V roku 2008 boli najvýraznejšie deformácie zaznamenané v západnej časti zosuvného územia (vo vrte VČ-9 v hĺbke 2,4 m bola nameraná rýchlosť pohybu 5,4 mm. rok<sup>-1</sup>, vo vrte VE-4 v hĺbke 4 m rýchlosť 6,7 mm. rok<sup>-1</sup>) a v centrálnej časti zosuvu vo vrte VČ-10 (v hĺbke cca 10 m rýchlosť pohybu 8,2 mm.rok<sup>-1</sup> – Grenčíková, Lenková, 2008). Všetky uvedené vrty sa nachádzajú v blízkosti záhrad obývanej časti obce a ilustrujú tendenciu presunu pohybových aktivít do centrálnej a spodnej časti zosuvného územia (obr. 2.1.3A, príl. 1.1).

Z analýzy vývoja pohybovej aktivity, zaznamenatej inklinometrickými meraniami vyplýva, že po extrémne veľkých pohyboch (výrazne presahujúcich rýchlosť  $20 \text{ mm.rok}^{-1}$ , 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. 2.1.4). Extrémne veľká deformácia bola v roku 2007 zaznamenaná vo vrte VČ-8 a možno predpokladať jej ďalšie narastanie i po poškodení vrtu.

#### c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2007 bolo meraniami preukázané, že v priestore odlučnej oblasti (vrty VČ-11, VČ-12, VČ-13 a VČ-7) boli najväčšie zmeny namerané v blízkosti úrovne hladiny podzemnej vody. Z charakteru kriviek poľa PEE vyplýva, že ide o typ povrchového až hlbinného plazenia, pri ktorom hodnoty poľa do hĺbky postupne klesajú. Vo vrtoch VČ-4 a VČ-9 sa maximálny nárast hodnôt poľa PEE sústredil do polohy rozhrania zosuvného materiálu a podložných štrkov v hĺbke cca 12 až 15 m.

Počas jarného merania v roku 2008 bola zvýšená aktivita zaznamenaná v spodnej časti vrtu VČ-9. V jesenných mesiacoch bolo aktívne prostredie namerané pri vrtoch VČ-4 a VČ-9. Trvalo vysokú úroveň poľa PEE preukazuje okolie vrtu VE-4 (Vybíral, 2008). Do programu merania boli od roku 2008 zaradené i nové vrty PO-1 a PO-2 nachádzajúce sa tesne nad odlučnou hranou zosuvu; z nich pomerne vysoké hodnoty poľa PEE v hĺbke cca 3 až 6 m boli namerané vo vrte PO-2 (obr. 2.1.3B, príl. 1.1).

Dlhodobý vývoj poľa PEE v pripovrchovej zóne (do hĺbky cca 5 m) i v hĺbke masívu vo vybratých vrtoch je znázornený na obr. 2.1.4. Vo všeobecnosti možno konštatovať značný rozkyv napätí od roku 1999, spôsobený pravdepodobne reakciou masívu na jeho odvodnenie horizontálnymi vrtmi. I v rokoch 2007 a 2008 bol nameraný v jednotlivých vrtoch značný rozkyv hodnôt, bez prevládajúceho spoločného trendu vývoja napätí, pričom rozkyv hodnôt sa pohybuje hlavne v rámci stupňov aktivity 1 až 4.

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Priemerná hodnota hĺbky hladiny podzemnej vody v 13 meraných vrtoch v roku 2007 bola 7,92 m pod povrchom terénu. V roku 2008 bolo meraných celkovo 14 vrtoch, z toho 2 boli trvalo suché a jeden bol prevažnú časť roka prelivový. Priemerná hĺbka HPV bola 6,97 m pod povrchom terénu, teda oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,95 m. Maximálny rozkyv HPV bol nameraný vo vrtoch VČ-13 (6,41 m) a VČ-4 (5,64 m). Semikvantitatívne zhodnotenie kolísania HPV v rokoch 2007 a 2008 je na obr. 2.1.3C a primárne údaje sú spracované v príl. 1.1. V roku 2008 sa už hodnotili aj vrty PO-1 a PO-2, realizované v roku 2007.

Vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 boli v apríli 2008 nainštalované nové hladinometry. Vzhľadom na nepresnosti, ktoré mohli vzniknúť pri inštalácii nových prístrojov, uvádzame na obr. 2.1.5 iba priebeh meraní, uskutočnených od momentu spustenia hladinometra do vrtu (teda od 23. apríla 2008). Na obr. 2.1.5 je znázornený i priebeh zmien HPV a teploty, zaznamenaný hladinometerom vo vrte AH-1 spoločne s informáciou o zrážkovom úhrne a teplote vzduchu, ktoré sú merané zariadením, umiestneným na tomto vrte. Priebeh HPV, zaznamenaný všetkými tromi automatickými hladinometermi je vcelku analogický – po maximálnych stavoch v jarných mesiacoch hĺbka HPV klesala na minimálnu úroveň, ktorú dosiahla v novembri a posledné týždne roka došlo k jej stúpnutiu. Ak porovnáme priemernú hĺbku HPV vo všetkých troch hladinometroch, vypočítanú z neúplných záznamov hladinometerov vo vrtoch VČ-2 a VČ-8 a celoročného záznamu vo vrte AH-1, môžeme konštatovať, že hladina mierne poklesla (z hodnoty 5,57 m pod úrovňou terénu na hodnotu 5,73 m). Zaujímavé sú zmeny teploty vody, zaznamenané v priebehu roka. Kým voda v terasových sedimentoch vo vrte VČ-2 mala prakticky konštantnú teplotu, vo vrtoch VČ-8 a AH-1 citlivo reagovala na zmeny vonkajšej

teploty.

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 v máji 1998, priamu reakciu na odvodňovací vrt VV-110 ilustruje náhly pokles hladiny vody vo vrte VČ-7 v októbri 1998 (obr. 2.1.6). V roku 2008 bolo oproti predchádzajúcemu roku v niektorých pozorovaných vrtoch zaznamenané mierne stúpnutie HPV, avšak bez výraznejších extrémov.

e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčší rozkyv výdatnosti bol v rokoch 2007 a 2008 zaznamenaný vo vrte VV-109 (9,0, resp. 21,0 l.min<sup>-1</sup>). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov stúpla oproti r. 2007 o 3,13 l.min<sup>-1</sup> a v roku 2008 bola 18,59 l.min<sup>-1</sup>. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.1 a semikvantitatívne sú vyjadrené na obr. 2.1.3C.

Vývoj celkového odvodnenia zosuvného územia, vyjadrený spoločnou výdatnosťou všetkých meraných drenážnych prvkov je znázornený na obr. 2.1.6. Vplyvom úspešných odvodňovacích vrtov začala od októbra 1998 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov výrazne stúpať a maximálne hodnoty dosiahla v júli 1999. Po roku 1999 nastal relatívne rovnovážny stav hladín podzemnej vody, ktorý je ovplyvnený už len zrážkovými pomermi a dobou zdržania. Po roku 1999 spoločná výdatnosť drenážnych prvkov klesla, ale zostala stále pomerne vysoká. V roku 2008 bolo zaznamenané výrazné stúpnutie spoločnej výdatnosti odvodňovacích zariadení na prelome marca a apríla (obr. 2.1.6).

f/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Prievidza (indikatív 30120) a Ráztočno (indikatív 30100).

Namerané zrážkové úhrny za rok 2008 pri všetkých lokalitách porovnávame s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Prievidza bol dlhodobý zrážkový priemer 671,55 mm. Za rok 2007 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 762,5 mm, čo predstavuje 113,54 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako vlhký rok. Zrážkový úhrn za rok 2008 predstavoval 654,7 mm, čo predstavuje 97,49 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako normálny rok.

Na stanici Ráztočno bol dlhodobý zrážkový priemer 769,18 mm. Za rok 2007 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 829,2 mm, čo predstavuje 107,8 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2008 predstavoval 738,8 mm čo predstavuje 96,05 % a je hodnotené ako normálny rok.

Z hľadiska ročných zrážkových úhrnov bol rok 2008 na zrážky menej výdatný, avšak ide o málo výrazný rozdiel. Treba však opätovne zdôrazniť, že ročné úhrny zrážok majú z hľadiska vhodnosti (resp. nevhodnosti) podmienok na aktiváciu svahových pohybov veľmi nízku výpovednú hodnotu a podstatne významnejšie sú krátkodobé intenzívne zrážkové udalosti.

*Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Podľa rovnakých kritérií, ako v predchádzajúcom roku bolo za rok 2008 spracované schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody (ktoré vychádzalo z hodnotenia jednotlivých vrtov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4). Podstata tohto hodnotenia je zameraná na amplitúdu kolísania, dobu a početnosť prekročenia určitých limitných stavov (pozri obr. 2.1.2). Podľa týchto kritérií bol rok 2008 nepriaznivejší, než predchádzajúci rok. Táto skutočnosť sa najvýraznejšie prejavuje v západnej časti územia, v miestach hlavnej

odlučnej hrany zosuvu, ale i v oblasti iniciálneho zosuvu v blízkosti obývanej časti obce (obr. 2.1.7).

V snahe vyjadriť prehľadnou formou výsledky monitorovacích meraní pohybu a zmien napätostného stavu v hodnotenom území, použila sa pri ich spracovaní metóda multikriteriálneho hodnotenia v súlade s kritériami, uvedenými v tab. 2.1.3. Výsledky tohto hodnotenia sú znázornené na obr. 2.1.8. Pre porovnanie sú uvedené i výsledky hodnotenia podľa tých istých kritérií pre stav z roku 2007. Z porovnania obidvoch hodnotení vyplýva mierne zvýšená pohybová aktivita prostredia v roku 2008, spôsobená predovšetkým deformáciami, nameranými v inklinometrických vrtoch. Aktívne časti územia sa nachádzajú v nižších častiach svahu, čo je však podmienené i skutočnosťou, že ustrihnutý vrt VČ-8 nebol v roku 2008 už hodnotený.

Monitorovacími meraniami v roku 2008 boli zaznamenané pokračujúce prejavy pohybovej aktivity zosuvných hmôt. Z hydrogeologického hľadiska sa rok 2008 výrazne neodlišoval od predchádzajúceho roku, ročný zrážkový úhrn bol v roku 2008 nižší.

Viacero výsledkov monitorovacích meraní, ako i pozorovaní naznačuje, že pohybová aktivita zosuvných hmôt sa postupne prenáša do nižších častí zosuvného územia, nachádzajúcich sa na kontakte s intravilánom obce. Vzhľadom na pokračujúcu absenciu údržby sanačných zariadení sa nepriaznivo mení i morfológia terénu a naďalej dochádza k prehĺbovaniu bezodtokových depresí s trvalo akumulovanou vodou.

Vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality a jej aktuálny stav odporúčame ponechať rozsah i frekvenciu monitorovania na rovnakej úrovni a doplniť merania inštaláciou kontinuálneho inklinometra do vrtu KI-1, ktorý bol pre tento účel vyhlbený dňa 13. 10. 2008 do hĺbky 18 m v blízkosti porušeného vrtu VČ-8 (príl. 1.1).

O aktuálnom stave zosuvného svahu na základe výsledkov monitorovania, ako aj o návrhu potrebných opatrení na jeho stabilizáciu (vrátane pravidelnej údržby existujúcich sanačných opatrení) bol starosta obce informovaný listom zo dňa 26.11.2008.

#### **2.1.4.2 Lokalita Handlová – Morovnianske sídlisko**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová. 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 vrtoch. V súvislosti s tým bolo vybudovaných 6 základných šachiet (jám) A až F, do ktorých vyúsťujú vejárovite usporiadané horizontálne odvodňovacie vrty. V jeseni 2002 sa uskutočnilo rozsiahle prečistenie horizontálnych vrtoch (celkom 47 ks), dobudovanie ďalších odvodňovacích vrtoch (8 vrtoch z jám a 2 vrty v oblasti Jánošíkovej cesty) a doplnenie siete pozorovacích piezometrických vrtoch (celkom 37 monitorovacích vrtoch, ktoré sú označené písmenom P – obr. 2.1.9A).

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

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

- 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 (v južnej časti pozorovaného územia – obr. 2.1.9A).

## Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008

Z monitorovacích metód sa na lokalite vykonávali iba režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtoch. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov sú zhrnuté v [tab. 2.1.6](#) a ich rozmiestnenie je znázornené na [obr. 2.1.9A](#). Existujúca sieť geodetických bodov sa neudržiava a geodetické merania sa nevykonávajú.

### Vyhodnotenie režimových pozorovaní za roky 2007 a 2008

#### a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody sa na lokalite meria v troch skupinách objektov – v starších vrtoch realizovaných prevažne v osemdesiatych rokoch (7 objektov), vo vrtoch z roku 2002 (35 objektov) a v dvoma automatickými hladinomerami (inštalovanými vo vrtoch P-17 a P-19).

Funkčnosť starších vrtoch sa postupne znižuje. Vrty HG-351 a VP-40 boli celoročne suché, značnú časť roka 2008 boli suché i vrty VP-44 a J-317. V ostávajúcich troch vrtoch najväčšie kolísanie HPV bolo zaznamenané vo vrte J-318 ([príl. 1.2](#)).

V skupine novších vrtoch (vrty označené písmenom P) bol v roku 2008, podobne, ako v predchádzajúcom roku najväčší rozkyv zaznamenaný vo vrte P-28 (11,39 m). Voda z vrtoch P-11, P-16 a P-18 vyteká do prostredia zosuvu a zhoršuje jeho stabilitný stav. Viacero vrtoch bolo v priebehu roka 2008 určitú časť obdobia suchých (P-15, 18, 25, 26, 27, 30, 37). Ak berieme do úvahy iba celoročne merateľné vrty, priemerná hĺbka HPV v roku 2008 oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,93 m a predstavovala 5,56 m pod úrovňou terénu. Menej priaznivé hydrogeologické pomery v roku 2008 vyplývajú aj z [obr. 2.1.9B](#), v ktorom je prevažná časť pozorovaných objektov hodnotená rovnakým stupňom, ako v predchádzajúcom roku, avšak časť objektov je charakterizovaná menej priaznivým stavom hydrogeologických pomerov.

Priemerná hĺbka HPV zaznamenaná hladinomerami sa v roku 2008 oproti predchádzajúcemu roku prakticky nezmenila (predstavovala 3,96 m pod úrovňou terénu). V marci 2008 hladina podzemnej vody v oboch hladinomerach dosiahla úroveň terénu. Rozkyv hladiny bol podstatne väčší v hladinomeri vo vrte P-17 (8,9 m), vo vrte P-19 predstavoval 3,84 m ([obr. 2.1.10](#), [príl. 1.2](#)).

Dlhodobé kolísanie HPV vo vybraných pozorovaných objektoch je znázornené na [obr. 2.1.11](#). Z obrázku vyplýva, že cyklus kolísania HPV v pozorovaných vrtoch bol v rokoch 2007 a 2008 veľmi podobný a neodlišoval sa od priebehu v predchádzajúcich rokoch.

#### b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Najväčšiu priemernú výdatnosť mal podobne ako v predchádzajúcom roku objekt E (13,04 l.min<sup>-1</sup>), najväčší rozkyv výdatností bol zistený v objektoch C a D (nad 37 l.min<sup>-1</sup>). Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov na lokalite oproti r. 2007 mierne poklesla (o 1,23 l.min<sup>-1</sup>) a predstavovala 76,95 l.min<sup>-1</sup> ([príl. 1.2](#)).

Dlhodobé zmeny výdatnosti odvodňovacích jám sú znázornené na [obr. 2.1.11](#). Sumárna výdatnosť hlavných odvodňovacích zariadení je v rokoch 2007 a 2008 približne rovnaká a podstatne nižšia, než v predchádzajúcom období. Na sumárnej krivke výdatnosti sa v posledných dvoch rokoch neprejavujú ani výraznejšie sezónne zmeny. Zníženie výdatnosti odvodňovacích zariadení je okrem iných vplyvov spôsobené ich starnutím, z čoho vyplýva nevyhnutnosť prečistenia vrtoch v blízkej budúcnosti.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Handlová (indikatív 30080).

Na stanici Handlová bol dlhodobý zrážkový priemer (1993 – 2006) 826,72 mm. Zrážkový úhrn za rok 2007 predstavoval 861,3 mm, čo predstavuje 104,18 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako normálny rok. V roku 2008 bol ročný zrážkový úhrn 789,6 mm, čo predstavuje 95,51 % dlhodobého priemeru a je hodnotené tiež ako normálny rok.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

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

Z meraní HPV vyplýva, že hydrogeologický režim prostredia sa v rokoch 2007 a 2008 výrazne neodlišoval. Priemerná hĺbka HPV v roku 2008 mierne stúpila a priemerná hĺbka HPV, zaznamenaná automatickými hladinomerami bola v obidvoch rokoch prakticky rovnaká. I v roku 2008 vystúpila HPV vo vrtoch s hladinomerami na jar až na úroveň terénu. Sumárna priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení mierne poklesla. Kvantitatívne príbuzný bol i zrážkový charakter obidvoch rokov.

Z hľadiska novej náhlej aktivizácie svahových pohybov je stále najmenej priaznivý stav v oblasti Jánošíkovej cesty.

Zosuvné územie Handlová – Morovnianske sídlisko sa nachádza v bezprostrednom kontakte s veľkou aglomeráciou obyvateľstva. Úroveň monitorovania však nezodpovedá významu tejto lokality a bolo by potrebné ho rozšíriť o ďalšie metódy. Navyše, za akútne potrebné považujeme prečistenie odvodňovacích vrtov, ústiacich do jám A až F. O všetkých spomínaných skutočnostiach bol v novembri 2008 písomne informovaný primátor mesta Handlová.

#### **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. Ide o staré zosuvné územie, ktoré v rokoch 1961, 1966, 1969, 1992 a 1998 vykazovalo významné prejavy aktivácie svahového pohybu ohrozujúceho rodinné domy, hospodárske budovy, elektrické vedenie, cestnú komunikáciu a nepriamo i železničnú trať. V súvislosti s poslednou aktiváciou zosuvu bol na lokalite v období jeseň 1998 – jar 1999 vykonaný inžinierskogeologický prieskum (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 subhorizontálnymi vrtmi. V rámci prieskumu bola vybudovaná sieť objektov, umožňujúcich vykonávať inklinometrické a PEE merania vo vrtoch, ako aj režimové pozorovania. V kontaktnej zóne čela zosuvu a obytných domov boli v roku 2003 umiestnené dva geodetické pozorovacie body.

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 prehnetené 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 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.7.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 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. 2.1.12A). 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 jarne meranie v roku 2005. V príl. 1.3 uvádzame hodnoty posuvov, ktoré boli zistené pri meraní v máji 2007 a máji 2008. Okrem pozorovacích bodov 1 a 2 sú uvedené i hodnoty posuvov pripojovacích bodov MK-2 a 45 (Chribík, 2008). Bod č. 46 bol zničený. Výrazné premiestnenia pri meraní v roku 2008 boli zaznamenané v bodoch 1, 2 a 45 (až okolo 80 mm). Ide o veľmi vysoké hodnoty premiestnení, ktoré môžu byť ovplyvnené tým, že pozorovacie body 1 a 2 nie sú hĺbkovo stabilizované. Navyše, smer vektora posuvu je v obidvoch pozorovaných bodoch (1 a 2) proti spádnici svahu (obr. 2.1.12A). Vzhľadom na pretrvávajúce problémy s presnosťou geodetických meraní na tejto lokalite považujeme za účelné prejsť od budúceho roku na merania metódou GPS.

#### *b/ Inklinometrické merania*

V roku 2007 bola najväčšia deformácia zaznamenaná v centrálnej časti zosuvu vo vrte JK-2 (obr. 2.1.12A, príl. 1.3). Deformácie, zaznamenané v máji 2008 (vo vrte JK-6 bolo meranie realizované v júni) boli v porovnaní s predchádzajúcim rokom podstatne menšie (v žiadnom z meraných vrtoch priemerná rýchlosť pohybu neprekročila hodnotu  $2 \text{ mm.rok}^{-1}$  – Grenčíková, Lenková, 2008). Smery deformácie sú vo väčšine prípadov pravdepodobnejšie, ako v predchádzajúcom roku (obr. 2.1.12A).

Inklinometrické merania na lokalite sú krátkodobé, avšak názorne ilustrujú pozitívny vplyv uskutočnenej sanácie na stabilitu svahu (obr. 2.1.13). Po miernom zvýšení pohybovej aktivity v roku 2007 boli deformácie, namerané v roku 2008 menšie a charakterizujú celkovo stabilizovaný stav prostredia.

#### *c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

Pri meraniach v roku 2007 boli vyššie hodnoty poľa PEE namerané počas jesenného merania vo vrtoch JK-2, JK-7 a JK-6 pod úrovňou hladiny podzemnej vody a predovšetkým vo vrte MK-8 (v ktorom však merania nie sú kontinuálne). V roku 2008 pri jarňom meraní bola najvyššia hodnota aktivity poľa nameraná vo vrte JK-3 v pripovrchovom horizonte. Jesenné meranie preukázalo najvyššiu koncentráciu napätí vo vrte JK-2 v polohe od cca 5 do 12 m, pod hladinou podzemnej vody (obr. 2.1.12B, príl. 1.3).

Stav poľa PEE na lokalite je veľmi premenlivý (Vybíral, 2008) a z dlhodobého hľadiska sa aktívnejšie javia hlbšie polohy zosuvného svahu. V porovnaní s predchádzajúcim obdobím bolo v roku 2008 namerané vcelku stabilizované pole PEE s pomerne nízkymi hodnotami stupňa aktivity (obr. 2.1.13).

#### d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové pozorovania s frekvenciou jedného merania za týždeň sa na lokalite vykonávajú priebežne od roku 2000. Vrty JK-4 a JK-5 sa nachádzajú za západným okrajom aktívneho zosuvu v priestore zástavby (mimo priestoru, znázorňovaného na obrázkoch).

V roku 2007 bol maximálny rozkyv HPV zaznamenaný vo vrte MK-8 (4,04 m). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v meraných 9 objektoch (vrt MK-6 bol v určitých obdobiach roka suchý) predstavovala 3,47 m pod úrovňou terénu. V roku 2008 bol najväčší rozkyv HPV nameraný opäť vo vrte MK-8 (4,52 m). Vrt MK-4 bol značnú časť roka suchý a priemerná hĺbka HPV v zostávajúcich 8 vrtoch sa oproti predchádzajúcemu roku prakticky nezmenila (predstavovala 3,45 m pod úrovňou terénu – obr. 2.1.12C, príl. 1.3).

Ako vyplýva z obr. 2.1.14, kolísanie HPV vo vybratých monitorovaných vrtoch malo v rokoch 2007 a 2008 veľmi podobný charakter.

#### e/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Okrem výdatnosti odvodňovacích vrtoch HV-1, 3 a 4 sa na lokalite meria i výtok z kanalizácie, vyúsťujúcej do potoka. Počas suchšieho obdobia sa voda z horizontálnych vrtoch HV-1, HV-3 a HV-4 stráca v podzemnom zvođe, ktorý ju odvádza do kanalizácie.

Priemerná sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení dosiahla v roku 2007 hodnotu cca 6 l.min<sup>-1</sup>. V roku 2008 mierne stúpla na 6,61 l.min<sup>-1</sup> (príl. 1.3).

Časový i hodnotový priebeh výdatnosti odvodňovacích vrtoch bol v roku 2008 veľmi podobný predchádzajúcemu roku (obr. 2.1.14).

#### 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 13 rokov je 1007,15 mm. Zrážkový úhrn v roku 2007 dosiahol hodnotu 1004 mm, teda 99,68 % (normálny rok). Zrážkový úhrn v roku 2008 predstavoval 873 mm (86,68 %, teda suchý rok). Vzťah zrážok k zmenám stavu podzemnej vody a k zmenám výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.14.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Funkčnosť uskutočnených sanačných opatrení a z toho vyplývajúci vcelku stabilizovaný stav svahu preukázali v roku 2008 inklinometrické merania i režimové pozorovania. Veľmi príbuzné hodnoty mali i ročné zrážkové úhrny v rokoch 2007 a 2008. Mierne zvýšenie napätostného poľa bolo zistené meraniami PEE v transportačnej časti zosuvu. Výrazné posuvy geodetických bodov sú pravdepodobne výsledkom vplyvu viacerých vonkajších faktorov a preto v nasledujúcom období sa na lokalite bude aplikovať metóda GPS.

I keď bol na základe výsledkov meraní konštatovaný vcelku stabilný stav prostredia zosuvu v roku 2008, vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality je potrebné i naďalej pokračovať v monitorovacích meraniach rovnakého rozsahu a s rovnakou frekvenciou. O výsledkoch doterajšieho monitorovania lokality bol písomne informovaný primátor mesta Handlová listom zo dňa 26. 11. 2008.

#### **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. 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. Priemerný sklon zosuvného územia je 7°. V dôsledku reaktivácie pohybov v spodnej časti zosuvu došlo k opakovanému pretrhnutiu vysokotlakového plynovodu Prešov – Bardejov (v rokoch 1986 a 1998) a k poškodeniu štátnej cesty II. tr. Fintice – Záhradné. Ohrozené sú i dva stožiare VVN. Trasa plynovodu bola na základe inžinierskogeologického zhodnotenia územia (Petro, Stercz, 1998), opierajúceho sa o výsledky monitorovania lokality preložená v roku 2001 mimo aktívnu časť zosuvu (obr. 2.1.15A).

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008, sú zhrnuté v tab. 2.1.8.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/Geodetické merania*

Po ročnej absencii boli v roku 2008 obnovené geodetické merania na 5 pozorovaných bodoch (Márton, 2008). Z výsledkov meraní vyplýva, že zosuvný svah sa v období od júna 2006 po júl 2008 nachádzal v celkovo stabilnom stave. Najväčší posuv bol nameraný v bode P5 (24,41 mm za cca 2 roky, čo predstavuje 11,7 mm.rok<sup>-1</sup> – obr. 2.1.15A, príl. 1.4).

Z dlhodobého hľadiska možno konštatovať, že predchádzajúci trend nárastu pohybovej aktivity bol na základe výsledkov merania z roku 2008 utlmený a to súčasne na všetkých pozorovaných bodoch (obr. 2.1.16).

##### *a/ Inklinometrické merania*

V roku 2007 bola najvýraznejšia deformácia z troch premeraných vrtoch (K-3, K-4 a K-5) nameraná vo vrte K-4 (až 16,39 mm v hĺbke 2,5 m, avšak za obdobie až cca 26 mesiacov). Deformácie zistené v ostatných vrtoch nepresiahli za obdobie cca 1 roka hodnotu 5 mm. V roku 2008 priemerná rýchlosť pohybu prekročila hodnotu 2 mm.rok<sup>-1</sup> iba vo vrtoch K-3 (maximálna hodnota 2,75 mm.rok<sup>-1</sup> v hĺbke 2,5 m) a K-5 (pohyb 2,09 mm.rok<sup>-1</sup> v hĺbke až 25 m – Grenčíková, Lenková, 2008). Informácie o inklinometricky nameraných deformáciách sú spracované na obr. 2.1.15A a v príl. 1.4.

Z dlhodobého hľadiska merania v pozorovaných vrtoch poukazujú na upokojený stav zosuvných hmôt (obr. 2.1.16).

##### *b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

V roku 2007 bolo mierne aktívne pole PEE zaznamenané v okolí všetkých meraných vrtoch, avšak vo vrtoch v akumuláčnej časti zosuvu prevládal zvýšený napätostný stav v povrchovej zóne, kým vo vrte K-5 (v odľučnej časti zosuvu) vo väčšej hĺbke masívu. V roku 2008 bol nameraný zvýšený stav poľa PEE prakticky vo všetkých vrtoch (obr. 2.1.15B, príl. 1.4), najvýraznejšie hodnoty boli zaznamenané vo vrchnom horizonte vrtoch do hĺbky cca 8 m a vo vrte K-5 až do hĺbky cca 20 m (Vybíral, 2008).

Z dlhodobého hľadiska pole PEE v povrchovej zóne, po celkovo ustálenom stave z predošlého obdobia (2001 až 2007), malo v roku 2008 zvýšený stav; v masíve pretrváva i naďalej ustálený stav poľa bez výraznejších zmien (obr. 2.1.16).

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 10 vrtoch s frekvenciou cca 1 mesiac a od roku 2005 kontinuálne dvomi hladinomerami.

V roku 2008 bolo najväčšie kolísanie HPV zaznamenané vo vrte K-1 (2,66 m). Vo vrtoch K-1 a K-2 bola najvyššia úroveň HPV zaznamenaná v jarných mesiacoch, vo vyššie položených vrtoch okrem jarnýchmesiacov (apríl – máj) aj v lete (júl – august). Vrt K-2 bol v jarných mesiacoch zaliaty vodou z povrchu a hodnoty meraní vo vrte K-4 sú pravdepodobne skreslené nepriepustnosťou inklinometrickej pažnice. V porovnaní s rokom 2007 priemerná úroveň HPV stúpila o 0,41 m a dosiahla hodnotu 6,02 m pod úrovňou terénu (obr. 2.1.15C, príl. 1.4).

Kolísanie hladiny zaznamenané automatickým hladinomerom vo vrte K-1a dosiahlo 1,91 m a vo vrte K-2a 0,92 m. Priemerná hĺbka HPV v hladinomeroch oproti roku 2007 stúpila o 0,6 m (v roku 2008 predstavovala 3,93 m – obr. 2.1.17).

#### d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Kapušany (indikatív 59220) a Prešov-planetárium (indikatív 59160).

Na stanici Kapušany bol dlhodobý zrážkový priemer 667,01 mm. Za rok 2007 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 739,1 mm, čo predstavuje 110,8 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2008 bol 746,8 mm, čo predstavuje 111,96 % dlhodobého priemeru a je hodnotený ako vlhký rok.

Na stanici Prešov-planetárium bol dlhodobý zrážkový priemer 638,21 mm. Za rok 2007 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 693,4 mm, čo predstavuje 108,65 % dlhodobého priemeru a podľa zaužívanej metodiky sa hodnotí ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2008 predstavoval 605,8 mm, čo predstavuje 94,92 % dlhodobého priemeru a je hodnotený ako normálny rok.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Geodetickými meraniami bola preukázaná pokračujúca, i keď menej výrazná aktivita akumuláčnej oblasti zosuvu, indikovaná premiestnením bodu P5 i P1. Vysoký stav poľa PEE bol zistený taktiež predovšetkým v spodnej časti svahu (vrt K-1). Z režimových pozorovaní vyplýva iba mierne stúpnutie priemernej úrovne HPV. Ročné zrážkové úhrny sa v rokoch 2007 a 2008 výrazne neodlišovali. Na základe výsledkov monitorovania v roku 2008 možno konštatovať vcelku stabilizovaný stav pozorovaného svahu.

Napriek tomuto priaznivému konštatovaniu považujeme za potrebné – vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality – naďalej pokračovať v monitorovacích meraniach rovnakého rozsahu i frekvencie. O stave zosuvného svahu a o doterajších výsledkoch monitorovania bola písomne informovaná starostka obce v novembri 2008. Práve v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy je potrebné posúdiť optimálne možnosti sanácie zosuvu.

### 2.1.4.5 Lokalita Dolná Mičiná

#### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuv na severnom okraji obce Dolná Mičiná (cca 10 km južne od Banskej Bystrice) sa aktivoval v dôsledku zrážkovej anomálie v jeseni roku 1994 v priestore staršieho zosuvného územia. Išlo o plošný zosuv rozmerov 220 x 200 m 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 príslušnými pozemkami.

Z geologického hľadiska zosuv vznikol v prostredí neogénnych pyroklastických hornín charakteru tufov a tufitov, pričom v severnej okrajovej časti zosuvného územia prebieha tektonický styk s karbonatickými mezozoickými horninami chočského príkrovu (wettersteinské vápence, dolomitické vápence a dolomity). Možno predpokladať, že časť územia je pri povrchu budovaná pliocénymi sedimentmi (štrky, piesky, zlepenca, íly). Kvartérny pokryv je tvorený svahovými ílovito-piesčitými hlinami. Heterogenita stavby neogénneho podložia 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 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 na lokalite Dolná Mičiná, sú zhrnuté v tab. 2.1.9.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Inklinometrické merania*

V roku 2007 bola najvýraznejšia deformácia nameraná vo vrte JM-14 (okolo 5 mm za obdobie 8 mesiacov v hĺbke 3 až 8 m). Významnejšie hodnoty deformácií boli zaznamenané ešte vo vrte JM-8. Pri meraní v roku 2008 bola zistená nepriechodnosť vrtu JM-14 v hĺbke cca 1 m (Grenčíková, Lenková, 2008). Najvýraznejšie deformácie boli zaznamenané vo vrte JM-18, situovanom nad zárubným múrom (v hĺbke 6,2 m bola zistená rýchlosť pohybu  $4 \text{ mm.rok}^{-1}$ , avšak vektor deformácie má smer proti spádnicí svahu, čo možno vysvetliť práve pôsobením zárubného múru). Vypočítaná rýchlosť pohybu v ostatných vrtoch neprekročila hodnotu  $3 \text{ mm.rok}^{-1}$  (obr. 2.1.18A, príl. 1.5).

Celková stabilizácia prostredia vyplýva aj zo záznamu inklinometrických meraní za celé obdobie pozorovania od roku 1995 (obr. 2.1.19). Zvýšená hodnota deformácie vo vrte JM-14, zaznamenaná v roku 2007 pravdepodobne spôsobila jeho porušenie. Namerané posuvy v ostatných vrtoch sú veľmi malé.

##### *b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

V roku 2007 bola výrazne zvýšená aktivita poľa PEE počas jarného merania zaznamenaná vo vrtoch JM-2 a JM-8. Počas jesenného merania bola aktivita poľa PEE nižšia, najvyššie hodnoty napätostného stavu boli zistené vo vrtoch JM-3 a JM-8. V roku 2008 bola opäť trvalo vysoká úroveň poľa PEE zistená v okolí vrtov JM-2, JM-8 a JM-9 (Vybíral,

2008), situovaných blízko okraja aktívneho zosuvu, ako aj vo vrte JM-18 (obr. 2.1.18A, príl. 1.5). Celkovo vyššie hodnoty poľa boli zistené v jesennom cykle merania.

Dlhodobejšie pozorovania preukazujú stúpnutie napätostného stavu vo vrte JM-18 nad zárubným múrom. Určitý trend nárastu napätí sa prejavuje aj vo vrte JM-7. V ostatných meraných vrtoch pretrváva relatívne ustálený stav poľa PEE (obr. 2.1.19). Jeho výraznejšie zmeny sú viazané skôr na hlbšie polohy masívu (vrty JM-2, JM-7).

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 12 vrtoch s frekvenciou cca 3 až 4 merania ročne a kontinuálne v 2 automatických hladinomeroch (tab. 2.1.9).

V roku 2008 boli vykonané 3 merania HPV. Výsledky meraní HPV za roky 2007 a 2008 sú znázornené na obr. 2.1.18B, obr. 2.1.20 a zhrnuté v príl. 1.5.

Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že na území zosuvu nastal oproti predchádzajúcemu roku mierny pokles hladiny podzemnej vody. Najvyššia úroveň HPV bola vo väčšine vrtoch zistená pri májovom meraní. Maximálny rozkyv hladiny bol zaznamenaný vo vrtoch JM-2 a JM-13 (1,3 m). Vo vrtoch JM-2, JM-7, JM-8 a JM-16 bola zaznamenaná najnižšia úroveň hladiny podzemnej vody pod terénom počas celého pozorovaného obdobia od roku 1996. Stabilitnými výpočtami určené limitné hodnoty HPV ani v roku 2008 prekročené neboli. Pri hodnotení režimu podzemnej vody na základe meraní pozorovateľa treba však stále brať do úvahy nízku frekvenciu pozorovaní. Podstatne bohatšia informácia sa získava z výsledkov kontinuálnych meraní pomocou hladinomerov, umiestnených vo vrtoch JM-6 a JM-19.

Priemerná hĺbka HPV v hladinomeroch oproti roku 2007 klesla o cca 30 cm (v roku 2008 predstavovala 13,36 m – príl. 1.5). Rozkyv hladiny vo vrte JM-19 bol veľmi výrazný a presahoval 10 m. Po analýze dlhodobejšieho záznamu z tohto hladinomera sme došli k záveru, že vrt, v ktorom sa nachádza, nie je pravdepodobne dostatočne izolovaný a prejavujú sa v ňom vplyvy vody, vtekajúcej z povrchu. Preto sú v záznamoch zachytené výrazné kolísania úrovne HPV, ktoré sú iba dôsledkom nevyhovujúceho stavu vrtu. Hladinomer sa preto z vrtu v najbližšom období demontuje a osadí sa vo vhodnejšom objekte. Oveľa plynulejší bol záznam z hladinomera, umiestneného vo vrte JM-6, ktorý v priebehu roka zachytil kolísanie HPV v rozsahu cca 3 m (maximálne stavy boli namerané v apríli) a až koncom novembra a v decembri došlo k výraznému stúpnutiu HPV (obr. 2.1.21). Pomerne malé zmeny teploty vody v tomto vrte preukazujú, že ide o hlboký horizont podzemnej vody. Podľa záznamu zmien HPV, v oboch objektoch došlo k prekročeniu limitnej hladiny HPV, určenej stabilitným výpočtom.

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výsledky meraní výdatnosti za sledované obdobie rokov 2007 a 2008 sú uvedené v príl. 1.5 a znázornené na obr. 2.1.20. Rovnako, ako v prípade piezometrických hladín, aj vo výdatnosti odvodňovacích zariadení bol zaznamenaný pokles. Celková priemerná ročná výdatnosť vypočítaná zo série 3 meraní bola iba 8,37 l.min<sup>-1</sup>, čo je o 2,62 l.min<sup>-1</sup> menej oproti predchádzajúcemu roku a zároveň najmenej za celé sledované obdobie. Meranie z 21. novembra 2008 zachytilo najnižšiu sumárnu výdatnosť od začiatku meraní, predstavujúcu hodnotu iba 7,47 l.min<sup>-1</sup>. Vodu počas všetkých realizovaných meraní odvádzali iba vrty HV-2, HV-4 a HV-5. Najvyššiu výdatnosť si zachoval vrt HV-2, z ktorého voda tiekla počas celého roku v rozpätí 4,1 – 5,31 l.min<sup>-1</sup>. Drenážny rigol DM-1, ako aj vrty HV-1, HV-6 a HV-7 boli počas celého pozorovacieho obdobia suché, vrt HV-3 počas jarných mesiacov iba kvapkal. V súvislosti s tým treba upozorniť na pravdepodobnosť postupného zanášania odvodňovacích vrtoch. Výsledky pozorovaní sú značne skreslené nízkou frekvenciou vykonávaných meraní.

V roku 2008 boli vykonané aj 3 kompletne merania teploty a vodivosti vody, vytekajúcej z odvodňovacích vrtoch HV-2, HV-4 a HV-5. Výsledky za roky 2007 a 2008 sú zhrnuté v príl. 1.5. Oproti roku 2007 došlo k miernemu nárastu vodivosti vo všetkých vrtoch, avšak tieto hodnoty neprekračujú rámec dlhodobých meraní. Najvyššia vodivosť vody bola nameraná vo vrte HV-4 (412  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pričom maximálna vodivosť v ostatných vrtoch bola približne o polovicu nižšia (do 211  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Najvyššia teplota vody (14 °C), ako aj jej najvyšší rozkyv (4,8 °C) boli namerané vo vrte HV-5.

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia doplňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer 855,15 mm. Úhrn zrážok za rok 2007 bol 869,3 mm (101,65 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok) a za rok 2008 bol 916,8 mm, čo predstavuje 107,21 % dlhodobého priemeru (normálny rok). Vzťah denných zrážok k stavu podzemnej vody i k výdatnosti odvodňovacích zariadení je znázornený na obr. 2.1.20.

#### Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie merania preukázali v roku 2008 mierny nárast deformácií i napätostného poľa. Najnepriaznivejším poznatkom z inklinometrických meraní je zistenie nepriechodnosti vrtu JM-14 a významnejšia hodnota deformácie vo vrte JM-18. Trvalo vysoké hodnoty poľa PEE sa prejavujú v niektorých vrtoch blízko okraja zosuvu. Napriek vyšším zrážkovým úhrnom nastal mierny pokles hladiny podzemnej vody, ako aj pokles výdatnosti odvodňovacích zariadení na celom území zosuvu. Vo vrtoch JM-2, JM-7 a JM-16 bola zaznamenaná najnižšia úroveň hladín počas celého pozorovaného obdobia od roku 1996. Celková priemerná ročná výdatnosť bola najnižšia za celé sledované obdobie, čo môže indikovať postupné znefunkčnenie sanačných opatrení (nepretržité tečú iba 3 odvodňovacie zariadenia).

Rovnako, ako minulý rok je potrebné zdôrazniť progresívny vývoj procesov výmoľovej erózie v strednej časti zosuvného telesa, ktoré sa rozvíjajú v materiáli prísypu a devastujú značnú časť sanovaného územia.

Vzhľadom na to, že výsledky monitorovania preukázali určitú pohybovú aktivitu zosuvných hmôt, považujeme za potrebné v pozorovaniach pokračovať a v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy zvýšiť frekvenciu režimových meraní. O výsledkoch monitorovania, ako aj o stave sanačných opatrení bol písomne informovaný starosta obce v novembri 2008.

#### 2.1.4.6 Lokalita Ľubietová

##### *Stručná charakteristika lokality*

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová (okres Banská Bystrica). V rámci širšieho zosuvného územia v okolí Ľubietovej ide o prúdový zosuv dĺžky cca 1200 m, so šírkou v odlučnej oblasti 500 m, ktorá sa v smere po svahu zužuje na 50 až 80 m (obr. 2.1.22). Hrúbka zosunutých hmôt sa znižuje od cca 30 m v odlučnej oblasti po 6 až 8 m v čele zosuvu (Nemčok, 1982). Zosuv sa aktivizoval na jar 1977 a v období február až apríl 1977 boli zosúvajúcimi hmotami zničené 4 nové obytné domy a hrozilo prehradenie 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 oboch strán. Polymiktné

štrky v najvyšších partiách svahu dotujú zosuv vodou. Pod takmer celým telom zosuvu sa nachádzajú neogénne a paleogénne sedimenty flyšoidného charakteru (prevažne ílovce a prachovce). V podloží čela zosuvu vystupujú spodotriasové 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, 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 2007 a 2008*

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2007 a 2008 vykonávali iba režimové pozorovania. Prehľad o uskutočnených monitorovacích meraniach je zhrnutý v tab. 2.1.10.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody*

V roku 2008 bolo na lokalite vykonaných 11 meraní úrovne HPV. Merania boli realizované pracovníkmi Univerzity Mateja Bela (UMB) v Banskej Bystrici na základe "Dohody o zapožičaní prístrojov" medzi ŠGÚDŠ RC Banská Bystrica a UMB. Výsledky meraní spolu s meraniami za rok 2007 sú zhrnuté v príl. 1.6 a znázornené na obr. 2.1.23. Na obr. 2.1.22 je vyjadrené semikvantitatívne hodnotenie kolísania HPV v jednotlivých objektoch za posledné dva roky.

Najvýraznejší rozkyv HPV bol v roku 2008 zaznamenaný vo vrtoch V-5A (1,85 m) a V-2 (1,43 m). V ostatných vrtoch HPV kolísala do 1 m. Vo vrte V-4 bola nameraná najnižšia úroveň HPV za celé pozorované obdobie (8,89 m). Stúpnutia hladiny korešpondujú s mesačným zrážkovým úhrnom a to hlavne vo vrtoch, v ktorých sa hladina nachádza v blízkosti povrchu terénu (V-2, V5-A a V6-A). Dlhodobo nepriechodné sú vertikálne vrty V-3, V-5 a V-6, preto sa v nich merania ďalej nevykonávajú. Vrt V-3A je pravdepodobne zničený. Priemerná HPV vypočítaná zo všetkých vrtov oproti predchádzajúcemu roku mierne stúpla o 0,11 m.

##### *b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení*

V roku 2008 bolo vykonaných 10 meraní výdatnosti odvodňovacích zariadení spolu s meraním teploty a vodivosti podzemnej vody. Výsledky meraní výdatnosti za roky 2007 a 2008 sú znázornené na obr. 2.1.23 a zhrnuté v príl. 1.6. Semikvantitatívne hodnotenie výdatnosti podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4 je znázornené na obr. 2.1.22.

Sumárna priemerná výdatnosť oproti r. 2007 poklesla a predstavovala v roku 2008 hodnotu 4,87 l.min<sup>-1</sup>. Vo vrte HV-3 bola nameraná najnižšia výdatnosť za celé obdobie pozorovania. Voda vo vrte HV-6 iba kvapkala a vrt HV-11 bol v celom ročnom priebehu meraní suchý.

Hodnoty vodivosti vody v roku 2008 sa pohybovali v rovnakom rozsahu ako v predchádzajúcom roku, avšak ich celková priemerná vodivosť poklesla o cca 10,1 %. Rôznorodosť hodnôt vodivosti v rozmedzí od 92,2 do 640  $\mu\text{S}/\text{cm}$  v jednotlivých vrtoch (príl. 1.6) odzrkadľuje pestrú geologickú stavbu zosuvu a jeho okolia. Dlhodobo najvyššie hodnoty vodivosti v rozsahu od 457 do 640  $\mu\text{S}/\text{cm}$  má voda vytekajúca z vrtov HV-3 a HV-4, ktoré sa nachádzajú v čele zosuvu a zasahujú do prostredia mezozoických hornín.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v rokoch 2007 a 2008 zo stanice SHMÚ Ľubietová, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer 736,04 mm. Po zrážkovom úhrne v roku 2007 (754,7 mm, čo predstavovalo 102,53 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok), bol v roku 2008 nameraný ročný zrážkový úhrn 817,5 mm, čo zodpovedá 111,07 % dlhodobého zrážkového priemeru (ide teda o vlhký rok). Vzťah mesačných zrážok k zmenám HPV a k zmenám výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.23.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Z výsledkov režimových meraní vykonaných v roku 2008 vyplýva, že v uvedenom roku neboli zaznamenané žiadne výrazné zmeny hladiny podzemnej vody pod terénom. Vo všetkých sledovaných objektoch došlo k poklesu maximálnych výdatnosti oproti predchádzajúcemu roku, čo môže indikovať zhoršujúcu sa funkčnosť odvodňovacích zariadení. Vo vrte V-4 bola zaznamenaná najnižšia úroveň HPV za celé pozorované obdobie od roku 1995.

Treba zopakovať odporúčania z predchádzajúcich rokov týkajúce sa nevyhnutnosti sfunkčnenia sanačných opatrení, ktoré na zosuve nie sú udržiavané. Voda vytekajúca zo skupiny odvodňovacích vrtov HV-5 až HV-10 je odvádzaná mimo rigolov, pričom priamo infiltruje do telesa zosuvu alebo sa hromadí vo forme bezodtokových zamokrení.

Ľubietovský zosuv postupne zarastá lesným porastom, čo má na jednej strane pozitívny vplyv na jeho stabilizáciu, avšak postupne to sťažuje prístup k monitorovacím objektom. Na získanie komplexnejšej informácie o stabilitnom stave svahu je nevyhnutné zvýšiť frekvenciu režimových meraní a obnoviť geodetické pozorovania.

#### **2.1.4.7 Lokalita Slanec-TP**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita Slanec-TP (svah na JZ okraji obce) bola do súboru monitorovaných lokalít zaradená v roku 2003 v súvislosti s tým, že na predmetnom zosuvnom svahu sa nachádza viacero podzemných vedení (5 tranzitných plynovodov – TP, medzištátny plynovod Bratstvo, 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). V súčasnosti vykonávané 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 tvoreným pelitickými a detritickými fáciami sedimentov s polohami redeponovaných ryolitových a andezitových vulkanoklastík. Vulkanické horniny reprezentujú prevažne lávové prúdy a brekie andezitového zloženia. Pochádzajú z drobných extrúzií a efúzií stratovulkánu Bradlo (napr. kóta Čatorňa) a zo sklznutých blokov tohto stratovulkánu. Kvartérne sedimenty sú v skúmanom území zastúpené predovšetkým deluviálnymi uloženinami (prevažne charakteru ílovitých zemín, ktorých hrúbka miestami dosahuje až 10 m); úzky pruh územia v okolí potoka je budovaný fluviaálnymi sedimentmi.

Pomalý (plazivý) pohyb andezitových blokov, resp. podložných nepriepustných ílov, významne ovplyvňovaného podzemnou vodou, ktorý prebieha na úrovni šmykových plôch v samotných íloch alebo po vrstvách so vztlakovými horizontmi podzemnej vody bol s veľkou pravdepodobnosťou jednou z hlavných príčin havárie plynovodu zo 17. marca 2008, ku ktorej došlo na úseku medzištátneho vysokotlakového plynovodu pri západnom okraji monitorovaného zosuvného územia.

#### *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 vejárrov 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. 2.1.24). 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 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.11.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody*

Maximálne kolísanie HPV (väčšie, ako 2 m) bolo v roku 2008 namerané vo vrtoch J-4, J-14 a J-16. Vrt J-6 v priebehu roka dvakrát vyschol. Hladina podzemnej vody v prevažnej väčšine vrtov bola najvyššie v marci a apríli, najviac zaklesnutá bola v novembri. V porovnaní s rokom 2007 priemerná HPV zo všetkých meraných objektov stúpila o 0,8 m a dosiahla 4,76 m pod úrovňou terénu (príl. 1.7). Celoročné hodnotenie stavu podzemnej vody je v roku 2008 menej priaznivé (obr. 2.1.24).

V rámci dlhodobého kolísania HPV (obr. 2.1.25) boli v jarňých, ale i jesenných mesiacoch zaznamenané pomerne výrazné stúpnutia HPV vo viacerých vrtoch. Maximálne hodnoty stúpnutí HPV boli na úrovni rokov 2006 a 2004.

##### *b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení*

Najväčší rozptyl výdatností bol nameraný vo vrte V2/1 (až 10,8 l.min<sup>-1</sup>). Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov v roku 2008 oproti roku 2007 stúpila o 4,19 l.min<sup>-1</sup> a predstavovala 9,0 l.min<sup>-1</sup>. Zvýšenie priemernej výdatnosti vyplýva z výrazného zvýšenia zrážkovej činnosti v letných mesiacoch, ktorá podmienila nárast výdatnosti niektorých odvodňovacích vrtov v tomto období (obr. 2.1.25).

Napriek zvýšeniu výdatnosti odvodňovacích zariadení v roku 2008 možno na základe dlhodobých pozorovaní konštatovať, že výdatnosť po roku 2006 výrazne poklesla. Nepriaznivé sú výrazné výkyvy niektorých odvodňovacích vrtov, ktoré zrejme odvádzajú vodu v prípade jej vysokých stavov, avšak po znížení hladiny vody v horninovom prostredí sa ich výdatnosť veľmi prudko znižuje až do úplného vyschnutia (napr. vrty V2/1, V2/5, V4/1, V5/1, V5/3 – príl. 1.7). Okrem výrazných zmien úrovne HPV svoju úlohu v tomto procese zohráva i postupné starnutie odvodňovacích vrtov.

##### *c/ Merania zrážkových úhrnov*

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Huti (indikatív 51160) je 725,7 mm. V roku 2007 bol zrážkový úhrn 722 mm, čo predstavuje 99,49 % dlhodobého priemeru (normálny rok). V roku 2008 bol ročný zrážkový

úhrn 780,1 mm, čo predstavuje 107,5 % dlhodobého zrážkového priemeru (taktiež teda ide o normálny rok).

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Režimové pozorovania preukázali v roku 2008 mierny nárast úrovne HPV oproti predchádzajúcemu roku. Stúpla i celková priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení. Z hľadiska ročných zrážkových úhrnov boli roky 2007 a 2008 veľmi podobné. Možno teda konštatovať, že z výsledkov režimových pozorovaní nevyplývajú pre rok 2008 žiadne výrazné zmeny v stave prostredia. Opakovane však treba upozorniť na zhoršujúci sa technický stav monitorovacích objektov, predovšetkým horizontálnych odvodňovacích vrtov (V4/1-V4/3).

Napriek vcelku ustálenému stavu prostredia, vyplývajúcejmu z výsledkov režimových pozorovaní došlo v marci 2008 k vážnej havárii plynovodu (k jeho pretrhnutiu) v území, nachádzajúcom sa v blízkosti monitorovaného zosuvného svahu (obr. 2.1.26). Je vysoko pravdepodobné, že porušenie plynovodu spôsobil okrem iných vplyvov i pomalý gravitačný pohyb zosuvných hmôt po svahu. Preto sa domnievame, že by sa na lokalite mal okrem rekonštrukcie existujúcich pozorovacích objektov aplikovať širší sortiment monitorovacích meraní (geodetických, prípadne inklinometrických), pre ktorý je však nutné sieť monitorovacích bodov rozšíriť. O výsledkoch monitorovania i návrhu rozšírenia monitorovacej siete boli písomne informovaní zástupcovia Slovenského plynárenského priemyslu i miestnej samosprávy listom dňa 26. 11. 2008.

Vzhľadom na mimoriadne riziko spojené s potenciálnym pretrhnutím predovšetkým tranzitného plynovodu alebo ropovodu treba zdôrazniť naliehavú potrebu komplexnej sanácie celého zosuvného územia (svahov po oboch stranách miestneho potoka). Jej realizácia by si vyžiadala združené investície subjektov – vlastníkov či prevádzkovateľov všetkých produktovodov a inžinierskych sietí (diaľkového a optického kábla).

#### **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 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 sedimentmi 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 aktivácie 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 sprostredkovaná stále nasycovanie zosuvných hmôt vodou.

Celková dĺžka hlavného zosuvného prúdu bola 1800 m (kubatúra zosunutých hmôt predstavovala okolo 14,5 mil. m<sup>3</sup>). Prúd na východnom okraji hlavného zosuvu (obr. 2.1.27) sa začal pohybovať asi o 14 dní neskôr; jeho dĺžka dosiahla 1 km a kubatúra zosunutím postihnutých hornín predstavovala asi 5,7 mil. m<sup>3</sup> (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 aplikujú iba niektoré monitorovacie metódy.

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 na lokalite katastrofálneho handlovského zosuvu, sú zhrnuté v tab. 2.1.12.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Inklinometrické merania*

V roku 2007 boli najväčšie deformácie namerané vo vrte GI-1 (takmer 11 mm za 8,5 mesiaca v hĺbke od 16 do 20 m). Podľa tohto merania došlo k aktivácii pohybu na staršej šmykovej zóne. Deformácie nad 5 mm boli namerané i vo vrtoch GI-3 a GI-4 v transportačnej oblasti zosuvu.

V roku 2008 bola veľmi výrazná deformácia zaznamenaná opäť vo vrte GI-1 (takmer 43 mm za 13 mesiacov v hĺbke od 16 do 20 m). Ide o tak výraznú deformáciu, že na základe skúseností z iných lokalít možno predpokladať, že v danej hĺbke došlo k porušeniu vrtu. Nameraná deformácia vyjadruje aktívny pohyb v odlučnej oblasti zosuvu (obr. 2.1.27, príl. 1.8). Vzhľadom na to, že v ostatných vrtoch meraného profilu neboli zaznamenané deformácie analogického rozsahu, domnievame sa, že ide o lokálny prejav pohybu bloku andezitov, resp. aglomerátových tufov po plastickom podloží neogénnych ílov. Významnejšia deformácia bola nameraná ešte vo vrte GI-4 (cca 10 mm za 13 mesiacov), avšak v plytšej polohe (v hĺbke 4,5 m) a so smerom pohybu proti spádu svahu (Grenčíková, Lenková, 2008).

Z dlhodobého vývoja deformácií (obr. 2.1.28), meraných metódou presnej inklinometrie vyplýva, že po celkovom miernom náraste pohybovej aktivity v roku 2007 vo všetkých pozorovaných vrtoch došlo v roku 2008 k určitému poklesu aktivity. Výnimkou je iba vrt GI-1, v ktorom nárast deformácie, zaznamenaný v roku 2007 pokračoval a deformácia nameraná v roku 2008 je najväčšia za celú históriu inklinometrického merania na tejto lokalite.

##### *b/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

Aktivita poľa PEE bola pri meraniach v roku 2007 relatívne nízka. Určitá aktivácia sa prejavovala najmä v pripovrchovom horizonte (vo vrtoch GI-2 a HI-7). Prejavy aktivácie poľa PEE vo väčších hĺbkach boli zistené vo vrte GI-3 (v hĺbke okolo 12 m) a GI-4 (v hĺbke až okolo 35 m).

Vcelku ustálené pole PEE bolo namerané aj počas roku 2008 (Vybíral, 2008). Mierne zvýšená aktivita poľa PEE bola zaznamenaná v jeseni vo vrtoch GI-1 (v hĺbkovom intervale 0 až 27 m), GI-2 (v hĺbke do 6 m) a HI-5 (0 až 11 m – obr. 2.1.27, príl. 1.8).

Pri analýze výsledkov merania za dlhšie časové obdobie (obr. 2.1.28) možno konštatovať, že hodnoty poľa sa ustálili na úrovni nízkej, ojedinele strednej aktivity, bez výraznejších anomálií, ktoré sa objavovali v predchádzajúcom období. Prevláda ročný cyklus zvýšených hodnôt napätia na jar a znížených na jeseň, i keď v prípade poľa PEE pri povrchu boli vyššie hodnoty v roku 2008 namerané prevažne v jeseni.

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Stav hladiny podzemnej vody i stav odvodňovacích zariadení sa zisťuje pri meraniach poľa PEE a nepravidelne i pri kontrole funkčnosti existujúcich monitorovacích objektov. V roku 2007 sa HPV nachádzala podstatne vyššie počas jarného merania (vo vrtoch GI-4 a HI-5 to bolo o 6 až 7 m bližšie k povrchu oproti meraniam z jesene).

V roku 2008 okrem vrtu GI-1 (s hĺbkou HPV cca 13 m) sa voda vo všetkých ostatných vrtoch nachádzala plytko pod terénom (do priemernej hĺbky cca 4,5 m). Najväčšie kolísanie hladiny bolo zaznamenané vo vrte HI-5 (6 m), priemerná HPV oproti roku 2007 poklesla a dosahuje 4,1 m pod úroveň terénu. Hladina podzemnej vody sa nachádzala bližšie k povrchu terénu počas jarných meraní. Všetky namerané údaje o hĺbke HPV sú zhrnuté v príl. 1.8).

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2008 bola vykonaná obhliadka stavu odvodňovacích objektov spoločne s meraním ich výdatnosti dňa 25. apríla. Z 19 meraných objektov boli 4 úplne suché a ďalšie štyri mali výdatnosť menšiu, ako  $0,2 \text{ l.min}^{-1}$ . Najvyššiu výdatnosť mali vrty v stredisku III. (JV-1 až  $26 \text{ l.min}^{-1}$ , JV-3 až  $10,5 \text{ l.min}^{-1}$ ).

Oproti jarnému meraniu z roku 2005 sumárna výdatnosť všetkých odvodňovacích zariadení výrazne poklesla (až o viac ako  $100 \text{ l.min}^{-1}$ ) a na jar 2008 predstavovala iba  $58,94 \text{ l.min}^{-1}$  – príl 1.8).

Opätovne treba konštatovať zhoršujúci sa technický stav objektov odvádzajúcich vodu, predovšetkým zo strediska VI. Strediská IV. a V. sú už dlhodobejšie neprístupné.

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

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

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Inklinometrickým meraním zaznamenaná deformácia vo vrte GI-1, presahujúca 42 mm charakterizuje aktívny svahový pohyb dielčieho horninového bloku. Ide o veľmi výraznú deformáciu, ktorá pravdepodobne spôsobí i porušenie monitorovacieho vrtu. V ostatných vrtoch takéto výrazné deformácie zaznamenané neboli. Zvýšená aktivita poľa PEE bola nameraná v okolí vrtu GI-1 v hornej časti svahu, ale i v ďalších vrtoch.

Z obhliadky a kontrolného merania objektov na meranie hĺbky HPV a výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplynulo, že voda sa v prevažnej časti zosuvného územia nachádza pomerne plytko pod úrovňou terénu. Výrazne sa zhoršuje stav povrchových odvodňovacích rigolov (ich vysychanie a porušenie), ako aj horizontálnych odvodňovacích vrtov (znižovanie ich výdatnosti, upchávanie ústia vrtov).

Na základe výsledkov monitorovacích meraní možno konštatovať, že horné časti zosuvného svahu v okolí odľučnej oblasti zosuvu boli v roku 2008 v kritickom stave. Vďaka rozsiahlym sanačným opatreniam a dosypávaniu stabilizačného násypu však nedošlo k prejavom pohybovej aktivity na celom svahu. Zlepšenie stabilitných pomerov je podmienené vykonaním údržby existujúcich odvodňovacích sanačných opatrení. O týchto skutočnostiach a o aktuálnom stave zosuvného územia bol písomne informovaný primátor mesta Handlová v novembri 2008.

#### 2.1.4.9 Lokalita Okoličné

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuv sa nachádza na SV okraji mesta Liptovský Mikuláš a je súčasťou rozsiahleho zosuvného územia, ktoré sa vyvinulo v horninovom prostredí centrálnokarpatského paleogénu (charakteru jemno až hrubo rytmického flyša s prevahou ílovcov). Takýto charakter geologickej stavby podmieňuje komplikované hydrogeologické pomery (prítomnosť tlakových horizontov podzemnej vody, vysoký hydraulický spád, filtračnú heterogenitu). Základným faktorom zosúvania bola v minulosti erózna činnosť rieky (podrezávanie svahov) a neskôr nesprávne antropogénne zásahy do svahu (realizácia odrezu v akumuláčnej časti zosuvu pri rozširovaní železničnej trate v roku 1949, prevádzka na železnici). Bezprostredné oživenie aktivity svahových pohybov súvisí zvyčajne so zrážkovými anomáliami. Pozorovaný zosuv (s rozlohou cca 0,16 km<sup>2</sup>, celkovej dĺžky 750 m) sa vyvíjal v niekoľkých etapách a po rozšírení železničnej trate periodicky už po dobu viac ako 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, realizované priebežne po dobu viac, ako 30 rokov); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993.

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008, sú zhrnuté v tab. 2.1.13.

##### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

###### *a/ Geodetické merania*

V roku 2007 boli namerané veľmi veľké vertikálne zmeny (poklesy) v čele zosuvu (body 111, 112, 132) s hodnotou v rozsahu 46 až 80 mm. Najväčší pokles bol nameraný v bode 133 (až 127 mm). Ide teda o vertikálne pohyby približne rovnakej veľkosti, no opačného smeru, ako v predchádzajúcom roku. Najvýraznejšie polohové zmeny (až okolo 40 mm za cca 10 mesiacov) boli zaznamenané v bodoch P7 a P8, nachádzajúcich sa v menšom zosuve v západnej časti zosuvného územia.

Oproti predchádzajúcim dvom rokom bolo meraniami v roku 2008 preukázané celkové utíšenie pohybu pozorovaných bodov (Bitterer, 2008). Najväčšia polohová zmena bola nameraná v bode 111 (27,3 mm za cca 11 mesiacov), najvýraznejšia výšková zmena (pokles 17 mm za rovnaké obdobie) v bode P19 (obr. 2.1.29A, príl. 1.9).

Určitú stabilizáciu pohybov v roku 2008 po výrazných výškových zmenách opačného charakteru, zaznamenaných v rokoch 2006 a 2007 ilustruje i dlhodobý vývoj pohybov geodetických bodov (obr. 2.1.30).

###### *b/ Inklinometrické merania*

V roku 2007 boli najväčšie deformácie zaznamenané vo vrtoch v transportačnej časti zosuvu: M-3 (deformácia 7,8 mm v hĺbke 13,6 m za cca 10 mesiacov) a JO-1 (deformácia 7,18 mm v hĺbke 12,05 m za rovnaké obdobie).

V roku 2008 bol nevýrazný nárast deformácie nameraný vo vrte M-2 (rýchlosť pohybu stúpla z 4,11 mm.rok<sup>-1</sup> na 4,63 mm.rok<sup>-1</sup> v hĺbke 3,65 m – obr. 2.1.29A, príl. 1.9). Dôležitý vrt JO-1, v ktorom bola v posledných rokoch zaznamenávaná aktivita transportačnej časti zosuvu bol porušený vonkajším zásahom. Vrt bol v lete 2008 opravený, žiaľ, nemožno v ňom

nadväzovať na predchádzajúce merania a v lete 2008 bolo v ňom vykonané základné inklinometrické meranie (Grenčíková, Lenková, 2008).

Po výraznejšom stúpnutí pohybovej aktivity v roku 2007 možno na základe výsledkov meraní konštatovať celkove stabilizovaný stav v roku 2008 (obr. 2.1.30). Veľmi dôležité informácie možno očakávať z meraní vrtu JO-1, v ktorom sa po oprave začne nový cyklus meraní.

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody sa na lokalite meria v 10 objektoch s týždennou frekvenciou a kontinuálne dvomi hladinomerami, z ktorých jeden je opatrený varovným signalizačným systémom. Z 10 meraných objektov sú 2 vrty trvalo prelivové, voda z nich vyteká do prostredia zosuvu a zhoršuje jeho stabilitný stav.

V roku 2007 bolo maximálne kolísanie namerané vo vrte JP-44 (7,39 m), v roku 2008 vo vrte JO-1 (iba 2,35 m). Priemerná hĺbka HPV (ak nerátame vplyv prelivových vrtov a vrtu M-2, ktorý v roku 2007 bol suchý) oproti roku 2007 klesla a bola 10,64 m pod úrovňou terénu (obr. 2.1.29B, príl. 1.9).

Záznamy z automatických hladinomerov sa v roku 2008 oproti predchádzajúcemu roku výrazne neodlišovali. Vo vrte J-1 bola nameraná priemerná úroveň HPV 6,17 m pod úrovňou terénu (v roku 2007 to bolo 6,29 m) a vo vrte AH-2 predstavovala priemerná hĺbka HPV v roku 2008 hodnotu 3,79 m (v roku 2007 to bolo 3,8 m). I celkové kolísanie hladiny počas obidvoch rokov je hodnotené rovnako (obr. 2.1.31, príl. 1.9).

Na základe dlhodobých meraní je pre lokalitu charakteristický výrazný rozdiel úrovní hladiny podzemnej vody v piezometroch v rôznych ročných obdobiach. Kolísanie hladiny bolo však v roku 2008 podstatne menej výrazné, ako v predchádzajúcom období; vo vrtoch JP-44 a M-2 došlo dokonca k celoročnej stagnácii až poklesu HPV (obr. 2.1.32).

#### d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Ak do sumárnej výdatnosti objektov nezarátavame prelivové vrty JH-14 a JH-17, potom celková priemerná výdatnosť 10 odvodňovacích objektov, meraných s týždennou frekvenciou bola v roku 2007 24,68 l.min<sup>-1</sup> a v roku 2008 mierne stúpla na 26,35 l.min<sup>-1</sup> (obr. 2.1.29B, príl. 1.9).

Zmeny spoločnej výdatnosti odvodňovacích vrtov sú znázornené na obr. 2.1.32. Z grafu vyplýva pokračujúca zákonitosť zmien v priebehu roka – výdatnosť stúpa v jarňoch mesiacoch, v strede leta sa prejavuje jej postupný pokles a menej výrazné stúpanie nastáva zvyčajne na jeseň. Pomerne prudký nárast výdatnosti bol zaznamenaný na jar 2007 (nad 100 l.min<sup>-1</sup>), v apríli 2008 bola celková výdatnosť podstatne nižšia (iba okolo 70 l.min<sup>-1</sup>). Funkčnosť drenážnych prvkov je dobrá, i keď sa na viacerých prejavuje vplyv starnutia. Nevyhovujúce je však odvedenie drénovanej vody mimo zosuvné územie – veľká jej časť sekundárne infiltruje späť do telesa zosuvu a nepriaznivo vplýva na jeho stabilitu.

Špecifické postavenie z tohto hľadiska majú vertikálne vrty JH-14 a JH-17, ktoré nemôžeme považovať za odvodňovacie objekty, pretože tlaková voda, ktorá z nich vyteká, v plnom rozsahu infiltruje do zosuvného územia. Výdatnosť týchto vrtov bola v roku 2008 podstatne nižšia, než v predchádzajúcom roku – vrt JH-14 mal v roku 2008 maximálnu výdatnosť 20,2 l.min<sup>-1</sup>, ktorá bola nameraná 13. apríla (oproti 48 l.min<sup>-1</sup> v roku 2007) a minimálnu výdatnosť mal 0,05 l.min<sup>-1</sup> (nameraná 30. novembra 2008). Vrt JH-17 mal maximálnu výdatnosť 1,04 l.min<sup>-1</sup>, nameranú dňa 20. apríla (oproti 9,0 l.min<sup>-1</sup> v roku 2007) a minimálnu výdatnosť 0,64 l.min<sup>-1</sup> (14. decembra 2008).

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Liptovský Mikuláš (indikatív 21060) a Liptovský Mikuláš - Ondrášová (indikatív 21130).

Namerané zrážkové úhrny za roky 2007 a 2008 porovnávame s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Liptovský Mikuláš bol dlhodobý zrážkový priemer 644,68 mm. V roku 2007 bol zrážkový úhrn 657,1 mm, čo predstavuje 101,93 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako normálny rok. Zrážkový úhrn za rok 2008 bol 569,3 mm (čo predstavuje 88,31 % dlhodobého priemeru a hodnotí sa ako suchý rok).

Na stanici Liptovský Mikuláš - Ondrášová bol dlhodobý zrážkový priemer 667,82 mm. Za rok 2007 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 756,2 mm, čo predstavuje 113,23 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako vlhký rok. V roku 2008 predstavoval zrážkový úhrn 655,2 mm (čo predstavuje 98,11 % dlhodobého zrážkového priemeru a hodnotí sa ako normálny rok).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení vyplýva z obr. 2.1.32.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Podobne, ako na lokalite Veľká Čausa, aj na lokalite Okoličné sme sa pokúsili o schematizované zhodnotenie stavu podzemnej vody za obdobie rokov 2007 i 2008. Vychádzali sme z hodnotenia jednotlivých vrtov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4. Z výsledkov hodnotenia vyplýva, že trvalo nepriaznivý stav je v centrálnej časti transportačnej oblasti zosuvu, čo spôsobujú prelivové vrty JH-17 a JH-14. V roku 2008 sa táto nepriaznivá oblasť zmenšila a celkový stav hladiny podzemnej vody v celom zosuvnom území vyznieva podstatne priaznivejšie (obr. 2.1.33). Priaznivo sú hodnotené i zmeny HPV v akumulačnej časti zosuvu, vrátane automatického hladinomeru vo vrte J-1.

Zmeny deformácií i napätostného stavu sú prehľadnou formou vyjadrené metódou multikritériálneho hodnotenia (v súlade s tab. 2.1.3) na obr. 2.1.34. Výsledky hodnotenia za obdobie VI. 2007 až VIII. 2008 charakterizujú podstatne stabilnejší stav prostredia v porovnaní s predchádzajúcim hodnoteným obdobím. Výrazne „optimistické“ hodnotenie aktivity svahovej deformácie však môže byť dosť zásadne ovplyvnené skutočnosťou, že v roku 2008 sa v dôsledku poškodenia nevykonali inklinometrické merania vo vrte JO-1, v ktorom boli v poslednom období zaznamenávané najvýraznejšie prejavy pohybovej aktivity. Veľmi dôležité budú z tohto hľadiska výsledky prvého etapového merania v tomto vrte (v roku 2009) po jeho rekonštrukcii a po uskutočnenom základnom meraní v roku 2008.

Z výsledkov monitorovania vyplýva, že po výrazných vertikálnych pohyboch bodov geodetickej siete v čele zosuvu, zaznamenaných v predchádzajúcich dvoch rokoch, bola meraniami v roku 2008 preukázaná celková stabilizácia zosuvného svahu. Určité prejavy pohybu boli namerané opäť v čele zosuvného prúdu nad železničnou traťou – v inklinometrickom vrte M-2 a na geodetickom bode 111. V roku 2008 bolo zaznamenané menšie kolísanie HPV v meraných objektoch a celkové zníženie úrovne HPV na lokalite. Poklesla i výdatnosť odvodňovacích zariadení. Ročný zrážkový úhrn bol na lokalite nižší. Dôsledky výrazných vertikálnych pohybov v čele zosuvu v predchádzajúcich rokoch sa však zachovali – v určitých úsekoch zosuvnej akumulácie je výrazne deformovaná poľná cesta pri trati a zvýraznili sa i deformácie odvodňovacieho rigolu, umiestneného paralelne so železničnou traťou.

Napriek vcelku pozitívnemu hodnoteniu stabilného stavu prostredia v roku 2008 treba na lokalite – vzhľadom na jej vysoký celospoločenský význam – ponechať doterajší rozsah i frekvenciu monitorovacích meraní. Celkovú informovanosť o stave prostredia môžu

významne doplniť výsledky merania z obnoveného vrtu JO-1. O stave lokality a doterajších výsledkoch monitorovania bolo v novembri 2008 písomne informované GR ŽSR v Bratislave.

#### **2.1.4.10 Lokality Liptovská Mara**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Veľkomarský zosuv sa nachádza na pravostrannom zaviazaní zemnej hrádze VD Liptovská Mara (na jej návodnej strane). Zosuvné územie pozostáva z viacerých čiastkových 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. Zosuv má 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. m<sup>3</sup>. 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 2007 a 2008*

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 2007 a 2008 je zhrnutý v tab. 2.1.14.

##### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 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. 2.1.35. V komentári uvádzame skutočnosti zistené meraniami v rokoch 2007 a 2008 (Kopecký, 2008).

A) Výškové zmeny pevných a pozorovaných bodov boli zisťované metódou veľmi presnej nivelácie (VPN).

Merané pevné body A-1, A-2 a A-6 vykázali za obdobie VII.2007 – IX.2008 výškové zmeny od -0,1 mm do 1,8 mm. Ako celok vykazujú merané 3 pevné body od základného merania výškové zmeny od -0,7 mm do -14,9 mm.

Všetky pozorované body zaznamenali za obdobie VII.2007 – IX.2008 nevýrazné výškové zmeny od -3,0 mm do 1,8 mm (priemerne iba 0,2 mm – príl. 1.10). Výškovým meraním bolo preukázané, že extrémny výškový pokles bodov v odľučnej oblasti, zistený v roku 2006 (cca 1cm – obr. 2.1.36) sa v posledných dvoch rokoch zastavil, čo preukazujú súčtové čiary výškových zmien pevných a pozorovaných bodov za posledných 8 rokov, ktoré sú znázornené na obr. 2.1.37.

B) Polohové zmeny pevných a pozorovaných bodov boli merané trigonometrickou metódou. Polohové merania sú ovplyvnené značnou nestabilitou pevných bodov. Je zrejmé, že ak pevné body vykazujú pohyby, výrazne to ovplyvňuje presnosť merania pohybov

blízkyh pozorovaných bodov (vplyv pevného bodu A-6 na pozorované body B-12, B-13 a B-8). Túto skutočnosť potvrdzujú aj polohové zmeny pevných a pozorovaných bodov za obdobie VII.2007 – IX.2008.

C) Po prvom polohovom meraní metódou GPS (ktoré sa uskutočnilo v dňoch 30.7. – 3.8.2007) bolo v septembri 2008 vykonané druhé meranie. Na meranie boli použité dve dvojfrekvenčné GPS aparatúry Leica rady 1200. Vlastné meranie bolo uskutočnené v 30 minútových observáciách s intervalom ukladania dát 10 sekúnd. Do siete meraných bodov bol zahrnutý aj bod zo siete vzťažných bodov priehrady Liptovská Mara, kde bola umiestnená vlastná referenčná stanica. Uvedený bod bol zároveň vo vyrovnaní označený ako fixný, čím sa získala predstava o polohových zmenách všetkých pozorovaných a vzťažných bodov na zosuve. Na prepočet súradníc určených systémom GPS do miestneho súradnicového systému bol použitý transformačný kľúč z roku 2007, ktorý bol vypočítaný z 29. merania GPS a 29. polohového merania (merané terestricky). Z výsledkov merania vyplýva, že najväčšie polohové zmeny boli namerané na bode A-4 ( $dY=+11,1$  mm,  $dX=10,4$  mm), ktorý bol pri terestrickom meraní považovaný za vzťažný bod.

Výsledné celkové polohové zmeny z merania GPS a terestrického merania vykazujú rovnakú tendenciu posunov, avšak rozdiely medzi nimi sa rádovo líšia do 30 mm (príl. 1.10). Na spresnenie družicového merania je potrebné vyrezať v blízkosti bodov (ide najmä o body B-2, B-9, B-14) všetky stromy aj kríky, aby boli čo najpriaznivejšie observačné podmienky.

Pre ďalšie sledovanie a monitorovanie zosuvného územia odporúčajú pracovníci TBD vykonávať merania zvislých posunov metódou VPN a polohové zmeny sledovať použitím technológie GNSS (GPS), kde sú schopní zaručiť pri použití rýchlej statickej metódy presnosť určenia polohovej zmeny do 3 mm. Vzhľadom na stav siete geodetických bodov nie sú v príl. 1.10 vykonané hodnotenia v súlade s tab. 2.1.3.

#### b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Z priebehu hladín podzemných vôd možno konštatovať, že kolísanie HPV je odrazom klimatických pomerov na zosuve a v jeho širšom okolí (vplyv zrážok, topenia snehu, vegetačného obdobia a teploty ovzdušia). Priemerná hĺbka HPV v roku 2008 oproti roku 2007 mierne stúpla (z 6,94 m na 6,61 m pod úrovňou terénu).

Výsledky hodnotenia režimových pozorovaní v rokoch 2007 a 2008, vykonané v súlade s tab. 2.1.4 sú znázornené na obr. 2.1.38 (v jeho časti A je znázornená situácia pozorovaných objektov a v časti B sú graficky vyjadrené výsledky hodnotenia).

Zima 2008 bola pomerne „teplá“ a k vytvoreniu snehovej pokrývky mohlo dôjsť iba koncom januára až začiatkom februára (obr. 2.1.39). Sneh sa viackrát aj roztopil, pričom k hlavnej fáze topenia došlo koncom februára.

V období miernej zimy (mimovegetačné obdobie a nezamrznutá pôda) dochádza takmer k okamžitej infiltrácii zrážok do horninového prostredia. Najobjektívnejší prehľad o kolísaní HPV podávajú záznamy z kontinuálnych hladinomerov, umiestnených vo vrtoch J-10 a J-19 (obr. 2.1.40).

V hladinomeri J-10 došlo k výraznejšiemu nárastu HPV 1. – 3. marca 2008, keď úroveň hladiny vody vystúpila v priebehu 2 dní o 3 m (obr. 2.1.40). Dôvodom na vzostup HPV boli zrážky a topenie málo hrubej snehovej pokrývky, vytvorenej v januári a februári. V hladinomeri J-19 došlo takisto v tomto období k vzostupu HPV. Neskôr nasledoval jej pokles, ktorý trval takmer až do konca novembra, hoci napr. júl bol z hľadiska zrážok nadnormálny – 118,4 mm (140 % dlhodobého priemeru tohto mesiaca). Ani na pomerne intenzívne zrážky, ktoré spadli dňa 21. 7. (32,3 mm) HPV nezareagovala. Dňa 6. 12. bolo v hladinomeri J-10 zaregistrované stúpnutie HPV o 4 m v priebehu 12 hodín. Táto zaznamenaná skutočnosť bola vyvolaná pravdepodobne roztopením snehovej pokrývky, vytvorenej koncom novembra a zároveň dažďovými zrážkami z 5. 12. 2008 (12 mm). Druhý

a trvalejší vzostup HPV bol zaznamenaný koncom roka 2008 v obidvoch hladinomeroch. Z analýzy dostupných klimatických údajov však nie je zrejmá príčina uvedeného vzostupu, pretože teplota vzduchu sa pohybovala v tomto období celodenne pod 0 °C a zrážky, ktoré vtedy spadli, by mali byť snehové.

Najväčšie kolísanie HPV v roku 2008 bolo zaznamenané ako zvyčajne v piezometroch J-10 a J-16 (9,72 a 7,25 m) a najmenšie v piezometroch J-6B, J-15, J-7B a J-22, čo pravdepodobne svedčí o ich nefunkčnosti – dokazuje to aj kolísanie HPV v nich za roky 1991 – 2008 (obr. 2.1.41).

Výpočtom bola zistená tzv. medzná (kritická) hladina podzemnej vody v niektorých piezometroch, ktorá nesmie byť dlhodobo prekročená, aby bola zabezpečená stabilita zosuvu (príl. 1.10). Na obr. 2.1.42, na ktorom sú znázornené priebehy HPV v jednotlivých piezometroch, je vyznačený aj ich vzťah k medznej hladine.

Možno konštatovať, že HPV v hodnotenom období (rok 2008) bola trvalo nad medznou hladinou v piezometri J-7A a podľa metodiky Kopeckého (2002) aj v piezometri J-11A (vzhľadom na jeho stav sa HPV nemeria, ale voda vyteká nad terén cez hrdzavú pažnicu). V piezometri J-10 sa HPV nachádza nad medznou hladinou počas prevažnej časti roka, podľa metodiky Kopeckého (2002) však medzná hodnota bola prekročená iba počas 1 mesiaca. Podobne bola prekročená medzná hladina ešte v piezometroch J-9, J-16 a J-17. V piezometroch J-6A, J-2 a J-3A HPV nad kritickú (medznú) hladinu nevystúpila vôbec.

Z uvedeného vyplýva, že hladinu podzemnej vody pod tzv. medznou hladinou sa stále nedarí udržať v piezometroch J-7A a J-11A, z ktorého voda vyteká takmer počas celého roka.

#### c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Vo všeobecnosti možno povedať, že výdatnosť odvodňovacích horizontálnych vrtov sleduje celkový stav hladín podzemných vôd v piezometroch. V celkovej priemernej výdatnosti všetkých meraných odvodňovacích vrtov nebol zistený prakticky nijaký rozdiel medzi rokmi 2007 a 2008 (v roku 2008 bola 14,86 l. min<sup>-1</sup>).

Na obr. 2.1.43 je znázornené porovnanie súčtovej hladiny podzemnej vody (súčet HPV v piezometroch, ktoré v danom období mali merateľnú HPV) so sumárnou výdatnosťou všetkých horizontálnych vrtov na zosuve. Z obrázku vyplýva, 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 zo zosuvu odvádzané horizontálnymi vrtmi krátkodobo v čase maximálnych stavov podzemných vôd, čím si horizontálne vrty plnia funkciu znižovania vztlačového účinku podzemných vôd (Kopecký, 2008).

Z obr. 2.1.44 vyplýva, že funkčnosť niektorých odvodňovacích horizontálnych vrtov sa dlhodobo znižuje (napr. V-20). Niektoré vrty sú zasa funkčné iba v čase extrémnych stavov hladín podzemných vôd (HV-10).

#### d) Meranie hladiny vody v nádrži

Hladina vody v nádrži sa zaznamenáva automatickým kontinuálnym zapisovačom. V roku 2008 hladina vody v nádrži dosiahla dvakrát maximálne úrovne a to v júni a v auguste (564,08 m n. m.). Počas celého roka nebolo zaznamenané vystúpenie hladiny vody v nádrži nad úroveň HPV v päte zosuvu (ktorú zachytávajú merania vo vrte J-5).

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn za rok 2008 bol 559 mm, čo predstavuje 99,7 % dlhoročného priemeru (normálny rok). Vysoko nadnormálny bol december – 55,3 mm (až 214 % dlhodobého priemeru tohto mesiaca). Oproti minulému roku (126,1 % dlhodobého

priemerného zrážkového úhrnu – veľmi vlhký rok) bol zrážkový úhrn v roku 2008 na lokalite výrazne nižší.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Na základe zhodnotenia monitorovacích pozorovaní uskutočnených v roku 2008 možno konštatovať, že v tomto roku neboli zaznamenané žiadne výraznejšie anomálie, ktoré by mohli naznačovať oživenie svahových pohybov.

Výškovým meraním bolo preukázané, že extrémny výškový pokles bodov v odľučnej oblasti zistený v roku 2006 (cca 1 cm) sa úplne zastavil, čo preukazujú súčtové čiary výškových zmien pevných a pozorovaných bodov za posledných 7 rokov, ktoré sú znázornené na obr. 2.1.37. Zastavenie pohybov môže byť odrazom nižšej napätosti v dôsledku hlbšie položenej HPV v zosuvnom svahu v rokoch 2007 a 2008 oproti roku 2006 (obr. 2.1.45).

Druhý raz boli na zosuve realizované polohové meranie aj metódou GPS. Výsledné celkové polohové zmeny z merania GPS a terestrického merania vykazujú rovnakú tendenciu posunov. Merania sa však medzi sebou rádovo odlišujú až do hodnoty 30 mm. Meraním GPS bolo preukázané, že body, ktoré sa považujú pri terestrickom meraní za pevné, vykazujú zreteľný pohyb (najviac bod A-4).

Pre skvalitnenie monitorovania by bolo potrebné (i v spolupráci s TBD vodného diela):

- naďalej pozorovať hladiny podzemnej vody a výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtoch. Interval meraní funkčných vrtoch by bolo dobre upraviť tak, aby bolo možné presnejšie charakterizovať predovšetkým extrémne stavy. Hustejší interval meraní by sa uplatňoval iba na vybraných vrtoch. Inštalácia 2 ks automatických hladinomerov sa plne osvedčila. Predovšetkým náhle extrémny, ktoré sú často spúšťačom pohybov, by neboli pri tradičnom intervale meraní zachytené;

- inštalovať aj vo vrte J-5 kontinuálny hladinomer. Je totiž veľmi dôležité vedieť, aká je korelácia medzi HPV v päte zosuvu (ktorú reprezentuje práve piezometer J-5) a hladinou v nádrži, ktorá sa meria tiež kontinuálne;

- venovať zvýšenú pozornosť údržbe monitorovacích zariadení. V niektorých horizontálnych vrtoch bude potrebné prečistiť ich vyústenie, prípadne zabezpečiť plynulé odvádzanie vytekajúcej vody;

- zaoberať sa zanesením piezometrov, pretože mnohé z nich už majú len polovicu svojej pôvodnej hĺbky. Je to dôležité najmä v piezometroch, kde sa HPV 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 prederavená a hrdzavá;

- skvalitniť systém merania pohybov geodetických bodov, t. j. musí byť prebudovaný systém základných pevných bodov a takisto bude nutné prejsť vo všetkých meraniach na iné, ako miestne súradnice;

- realizovať cca 5 ks inklinometrických vrtoch za účelom poznania pohybov v telese zosuvu. Pretože predpokladáme zvýšené pohyby v odľučnej oblasti zosuvného územia, bolo by vhodné zhotoviť 3 profily pre meranie pohybov pásmom (extenzometrom);

- realizovať aj v ďalších rokoch merania metódou PEE, prípadne inými geofyzikálnymi metódami, aby sa overilo plošné rozdelenie napätostno-deformačného poľa. Na overenie reálnejšej hĺbky šmykových plôch a heterogenity horninového masívu vykonať elektrické odporové merania metódou multikábla.

### **2.1.4.11 Lokalita Bojnice**

#### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnicami a Opatovcami nad Nitrou. Na základe výsledkov prieskumných prác možno predpokladať, že v podloží svahu je kontakt pliocénnych ílovitých a piesčitých sedimentov s flyšovým súvrstvom paleogénnych ílovcov a pieskovcov. Kvartérne deluviálne sedimenty tvoria najvrchnejšiu časť svahu do hĺbky cca 2 m (Jadroň, Mokrá, 2001).

Staršie formy svahových porúch na predmetnom svahu vznikli pravdepodobne v dôsledku bočnej erózie rieky Nitry. Z recentných prejavov nestability boli zaznamenané svahové poruchy z rokov 1974 – 75, ktoré sa aktivizovali pri hĺbení zárezu cesty do hotela Régia. V nadväznosti na výsledky prieskumu sa v tomto období vykonali i sanačné práce. Nová aktivácia zosuvného pohybu na jar roku 1995, ktorá sa prejavila vo forme dvoch plošných zosuvov (ohrozujúcich trasu cestnej komunikácie, plynovod a splaškovú kanalizáciu), pôvodný sanačný systém čiastočne porušila (Fussgänger et al., 1996). Stabilizovanie svahu bolo zabezpečené súborom nových sanačných opatrení počas leta 1996. Sanačné práce pozostávali z vybudovania príťažovacieho prísypu v päte zosuvného svahu a z 10 stabilizačno – odvodňovacích rebier vyplnených drveným andezitom, siahajúcich pod aktívnu šmykovú plochu (do hĺbky 3 až 3,5 m, lokálne až 4 m). Na zachytávanie zrážkovej vody bol vybudovaný povrchový zberný rigol (Jadroň a Mokrá, 2001). V roku 1997 bola na svahu vybudovaná sieť monitorovacích bodov (piezometrické a inklinometrické vrty a geodetické body). Na jar roku 1999 sa východne od pozorovaných zosuvov vytvoril ďalší zosuv rozmerov cca 20 x 15 m a zosuvný je i protíahlý svah zárezu cesty; v roku 2005 sa rozšírila spodná časť východného z obidvoch pozorovaných zosuvov.

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.15.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Geodetické merania*

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

V roku 2007 boli polohové zmeny väčšie, ako 20 mm namerané v bodoch B\_1, B\_12, B-1 a JB-1, najviac v bode B-2 (32,56 mm) v centrálnej časti zosuvného územia. Vertikálne pohyby charakteru poklesov, väčšie ako 20 mm boli namerané v bodoch B\_5 až B\_11 a B-2, najviac v bode B\_A (33 mm) na Z okraji zosuvného územia.

V roku 2008 boli polohové zmeny väčšie, ako 20 mm za obdobie 12,5 mesiaca namerané v bodoch B\_6, B\_7, B\_8, B\_B a B-2. Výrazný posuv bodu B\_5 (až 62,37 mm v smere proti svahu) bol spôsobený pravdepodobne jeho poškodením (obr. 2.1.46A). Výškové zmeny (zdvihy), väčšie ako 20 mm boli namerané v bodoch B\_1, B\_B, B-1, B-2, B-4 a JB-1 (príl. 1.11). Z výsledkov geodetických meraní vyplýva mierna pohybová aktivácia zosuvu vo východnej časti územia (Němec, 2008).

Najvýraznejšie zmeny za celé pozorované obdobie boli zistené v roku 1998 a doznievali v roku 1999. Samostatný výraznejší posuv bol zaznamenaný v bode B\_8 pri meraní v roku 2003 a najvýraznejší v bode B\_6 pri meraní v roku 2005, ktorý ilustroval rozšírenie

východnejšieho z obidvoch pozorovaných zosuvov (obr. 2.1.47). Meranie v roku 2008 preukázalo celkové utíšenie pohybovej aktivity zosuvného územia s náznakmi miernej aktivácie jeho východnej časti (body B\_7 a B\_8).

#### b/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa vykonávajú s približne ročnou frekvenciou v dvoch vrtoch – JB-1 a JB-2.

V roku 2007 neboli inklinometrickými meraniami zaznamenané výraznejšie deformácie (prakticky všetky deformácie v pozorovaných hĺbkach boli menšie, ako 2 mm).

Podobný stav bol zaznamenaný i meraniami v roku 2008 (obr. 2.1.46A). Deformácie v obidvoch vrtoch boli ešte menšie, ako v predchádzajúcom roku a v pozorovaných hĺbkach nepresiahli hodnotu 0,5 mm za obdobie cca 14 mesiacov (Grenčíková, Lenková, 2008).

Na základe dlhodobých výsledkov inklinometrických meraní možno konštatovať súčasný relatívne stabilný stav monitorovaného svahu (obr. 2.1.47).

#### c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody reagovala v jednotlivých piezometroch rozdielne. V rokoch 2007 i 2008 bolo najväčšie kolísanie hladiny (väčšie, ako 2 m) zaznamenané vo vrtoch B-4 a JB-2.

Priemerná hĺbka HPV z meraní vo všetkých vrtoch na lokalite bola v roku 2008 prakticky rovnaká, ako v predchádzajúcom roku (predstavovala 2,82 m pod úrovňou terénu). Rozdiely medzi stavom podzemnej vody v obidvoch hodnotených rokoch sa neprejavili ani pri celoročnom hodnotení zmien HPV v pozorovaných vrtoch (obr. 2.1.46B, príl. 1.11).

Na základe dlhobojších meraní možno konštatovať, že relatívne ustálený režim kolísania hladiny podzemnej vody na lokalite pretrváva už niekoľko rokov bez výraznejších zmien a extrémov (obr. 2.1.48).

#### d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza. Ročný zrážkový úhrn v roku 2007 bol 762,5 mm, a v roku 2008 klesol na 654,7 mm. Ak porovnáme namerané zrážkové úhrny s hodnotou dlhodobého priemeru (1993 až 2005), predstavujúceho 671,55 mm, potom v roku 2007 ide o 113,54 % dlhodobého priemeru (suchý rok) a v roku 2008 o 97,49 % dlhodobého zrážkového priemeru (normálny rok). Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody vyplýva z obr. 2.1.48.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Po vzniku zosuvnej trhliny v blízkosti bodu B\_6 v roku 2005 nastalo v nasledujúcich rokoch určité upokojenie svahového pohybu. Najvýraznejšie prejavy pohybovej aktivity, zaznamenané geodetickými meraniami sú sústredené prevažne vo východnej časti územia. Inklinometrickými meraniami bol preukázaný stabilizovaný stav okolia meraných vrtoch a z hydrogeologického hľadiska nedošlo k žiadnym výrazným zmenám oproti predchádzajúcemu roku. Problematika únikov vody zo splaškovej kanalizácie sa na sklonku roku 2008 začala aktívne riešiť.

Napriek konštatovaniu celkove stabilizovaného stavu svahu v roku 2008, odporúča sa pokračovať v pozorovaniach s rovnakým rozsahom i frekvenciou. O stave zosuvného svahu bol písomne informovaný primátor mesta v novembri 2008.

#### **2.1.4.12 Lokalita Kvašov**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Obec Kvašov leží v doline Kvašovského potoka na Strednom Považí, v blízkosti údolia Váhu. 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 realizovaných viacero prieskumných i sanačných diel (horizontálnych odvodňovacích vrtov) a bola zostavená mapa rozšírenia svahových pohybov v obci a v jej širšom okolí.

Vzhľadom na aktiváciu 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. V nadväznosti na predchádzajúce prieskumné diela boli realizované 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. 2.1.49). Celý systém je zvedený do Kvašovského potoka.

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 rokoch 2007 a 2008*

Metódy a frekvencia monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.16.

## *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

### *a/ Inklinometrické meranie*

Meranie v auguste 2007 potvrdilo pomalé dotvarovanie zosuvných hmôt, prebiehajúce v hĺbke cca 2,5 m. V tejto hĺbke bola nameraná deformácia 3,21 mm za obdobie cca 16 mesiacov.

V roku 2008 (27. mája) bolo v úrovni šmykovej plochy zaznamenané ďalšie zníženie intenzity pohybu (na hodnotu 2,21 mm za obdobie 10 mesiacov – Turovský, 2008). Výraznejšia pohybová aktivita bola nameraná v hĺbke 0,5 m (5 mm – obr. 2.1.49, príl. 1.12).

Postupnú stabilizáciu ilustruje vývoj pohybovej aktivity na šmykovej ploche (obr. 2.1.50). V porovnaní s predchádzajúcimi meraniami je v posledných rokoch stav pohybovej aktivity ustálený. 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 (raz týždenne) pozorovaná iba vo vrte KHI-1. V roku 2007 bola maximálna úroveň HPV nameraná v decembri a minimálna v auguste. Priemerná hĺbka HPV bola v roku 2007 4,42 m pod úrovňou terénu.

V roku 2008 maximálna úroveň HPV bola nameraná v decembri (3,2 m pod úrovňou povrchu) a minimálna v januári 2008 (4,09 m pod terénom). Priemerná hĺbka HPV oproti roku 2007 stúpila o 0,7 m a v roku 2008 bola 3,72 m. Príčina stúpnutia HPV nie je jednoznačne vysvetliteľná a vyžaduje ďalšie pozorovania. Na základe kritérií, zhrnutých v tab. 2.1.4, je rok 2008 z účelového hydrogeologického hľadiska hodnotený nepriaznivo (príl. 1.12, obr. 2.1.50).

### *c/ Meranie zrážkových úhrnov*

Informácie o zrážkových pomeroch (mesačné úhrny zrážok) sú preberané z dvoch najbližších staníc SHMÚ – Horná Mariková (indikatív 26 220) a Lazy pod Makytou (indikatív 26 260).

Namerané zrážkové úhrny za rok 2008 z týchto zrážkomerných staníc porovnávame s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Horná Mariková bol dlhodobý zrážkový priemer 953,46 mm. Zrážkový úhrn za rok 2007 predstavoval 1157,5 mm, čo predstavuje 121,4 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako veľmi vlhký rok. V roku 2008 bol zrážkový úhrn 896,2 mm (93,99 % dlhodobého priemeru, teda normálny rok).

Na stanici Lazy pod Makytou bol dlhodobý zrážkový priemer 808,84 mm. Zrážkový úhrn za rok 2007 predstavoval 941,5 mm, čo predstavuje 116,4 % dlhodobého priemeru a je hodnotené ako vlhký rok. V roku 2008 bol ročný zrážkový úhrn nižší, predstavoval 775,4 mm, čo je 95,87 % dlhodobého priemeru a charakterizuje 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 inklinometrický vrt KHI-1. Pre získanie úplnejších výsledkov by bolo preto nevyhnutné sieť monitorovacích bodov zhustiť.

Inklinometrické meranie preukázalo stabilizáciu pohybovej aktivity zosuvu po uskutočnení sanačných opatrení. Nepriaznivou skutočnosťou, zaznamenanou v roku 2008 je

však stúpnutie priemernej úrovne HPV oproti roku 2007 a to i napriek zníženiu ročného zrážkového úhrnu, zaznamenaného na obidvoch zrážkomerných stanicích.

Vzhľadom na polohu zosuvu v husto obývanom území intravilánu obce je potrebné naďalej monitorovacími meraniami overovať aktuálny stabilný stav svahu po uskutočnení rozsiahlych sanačných opatrení. O doterajších výsledkoch monitorovania bol písomne informovaný starosta obce v novembri 2008.

#### **2.1.4.13 Lokalita Hlohovec - Posádka**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou sa vytvorili v prostredí neogénnych sedimentov v dôsledku abrázie rieky Váh, komplikovaných hydrogeologických pomerov (striedanie nepriepustných a priepustných polôh sedimentov s viacerými tlakovými horizontmi vody), ako aj neotektonickej aktivity územia. Celková šírka zosuvného územia je až 18 km, dĺžka zosuvov nepresahuje 700 až 800 m (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 dosiaľ 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 2007 a 2008*

Na lokalite Hlohovec – Posádka sa v rokoch 2007 a 2008 uskutočnili štyri cykly merania poľa PEE v 12 vrtoch (tab. 2.1.17). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13. Pri meraniach poľa PEE sa súčasne zisťovala hĺbka HPV. Naďalej pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ v Siladiciach.

##### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

###### *a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

Z dvoch meraní, uskutočnených v roku 2007 bola zvýšená úroveň poľa PEE zistená počas jarného merania vo vrtoch HSJ-32 a HSJ-39. Celkovo vyššia aktivita poľa bola zaznamenaná počas jesenného merania, predovšetkým v severnej časti monitorovaného územia (hlavne vo vrtoch HSJ-25, HSJ-26 a HSJ-32). Vo vrte HSJ-37 bol nameraný pokračujúci výrazný pokles úrovne HPV (obr. 2.1.51, príl. 1.13).

Pomerne vysoká úroveň poľa PEE bola v roku 2008 zistená počas jarného merania vo viacerých vrtoch, najvýraznejšie vo vrtoch HSJ-26, HSJ-32 a HSJ-33. V jeseni bolo najaktívnejšie okolie vrtov HSJ-25, HSJ-26, HSJ-32, HSJ-33, HSJ-46 a HSJ-49 (Vybíral, 2008 – obr. 2.1.51 a príl. 1.13).

Možno teda konštatovať, že predstava o zvýšenej aktivite pozorovaného územia v jeho severnej časti sa meraniami, uskutočnenými v rokoch 2007 a 2008 opäť potvrdila. Jesenné meranie z roku 2008 však preukázalo zvýšenú napätostnú aktivitu prostredia i v južnej časti územia (hodnoty poľa PEE vo vrtoch HSJ-46 a HSJ-49).

Analýza dlhodobějších meraní poľa PEE (obr. 2.1.52) potvrdzuje predpoklad, že v hodnotenom území sa nachádzajú tri celky s odlišným charakterom aktivity poľa PEE. Najvyššie stupne aktivity sú zaznamenané vo vrtoch v severnej časti územia (HSJ-26, HSJ-

33). Nižšia aktivita poľa je charakteristická pre strednú časť územia (vrt HSJ-37). V južnej časti územia (vrt HSJ-49 na obr. 2.1.52) bola práve v roku 2008 pri jesennom meraní zaznamenaná zvýšená aktivita poľa PEE, čo však môže byť spôsobené jeho lokalizáciou na okraji strmého zosuvného svahu.

#### b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania HPV boli realizované iba počas meraní poľa PEE. Vo väčšine prípadov sa úroveň HPV nachádzala vyššie počas jesenného merania. Vrty HSJ-25, 26, 31, 38 boli suché, priemerná hĺbka HPV vo vrtoch HSJ-32, 33, 37, 39, 46, 49 bola 30,9 m pod úrovňou terénu, vo vrtoch HSV-35 a 40 sa HPV nachádzala podstatne plytšie (v hĺbke okolo 3 m – príl. 1.13).

#### c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Siladice v roku 2007 bol 674,3 mm, v roku 2008 klesol na 584,9 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2007 a 2008 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (za obdobie od roku 1993 až do konca roku 2005 bol 593,49 mm), predstavuje úhrn za rok 2007 113,62 % dlhodobého priemeru (vlhký rok) a úhrn za rok 2008 98,55 % dlhodobého priemeru (normálny rok).

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Merania poľa PEE preukázali i v roku 2008 väčšie koncentrácie napätí v severnej časti pozorovaného územia, kde prejavy pohybovej aktivity možno identifikovať i pri terénnych obhliadkach územia. HPV sa na väčšine územia nachádza pomerne hlboko (cca desiatky metrov) pod úrovňou terénu.

Zosuvné pohyby v pozorovanom území v súčasnosti negatívne ovplyvňujú možnosti využitia poľnohospodárskej pôdy. V súvislosti s pokračujúcou projektovou prípravou vodného diela sa v budúcom roku predpokladá prehodnotenie výberu území, ktoré budú najviac dotknuté výstavbou diela a postupné rozširovanie siete geodetických bodov i frekvencie vykonávaných meraní.

O doterajších výsledkoch monitorovania i predpokladaných ďalších aktivitách boli v novembri 2008 písomne informovaní starostovia obcí Bojničky a Vinohrady nad Váhom.

#### **2.1.4.14 Lokalita Vištuk**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Frontálny zosuv v intraviláne obce Vištuk (okres Pezinok) sa vyvinul v neogénnych íloch a prachovcoch, pokrytých polohami pieskov a štrkov. Zosuv ohrozoval a stále ohrozuje obytné domy v obci, štátnu cestu a znehodnocuje poľnohospodársku pôdu (Hric, Panek, 1986). Počas niekoľkých etáp inžinierskogeologického prieskumu sa realizovalo v zosuvnom území viacero prieskumných vrtoch, z ktorých časť sa využíva i pri pokračujúcom monitoringu. Pretože žiadne rozsiahlejšie sanačné práce sa v území neuskutočnili, zosuv sa naďalej periodicky aktivuje v závislosti od zrážkových pomerov. 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 2007 a 2008*

Na lokalite Vištuk sa 16 monitorovacích vrtoch premeralo metódou PEE v roku 2007 dvakrát (vo februári a v septembri) a v roku 2008 tiež dvakrát (v apríli a v septembri). Prehľad uskutočnených monitorovacích pozorovaní je zhrnutý v tab. 2.1.18. Výsledky meraní sú

uvedené v príl. 1.14. I v roku 2007 pokračoval zber údajov o zrážkach zo zrážkomernej stanice SHMÚ v Modre.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

#### *a/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií*

V roku 2007 bola vyššia aktivita poľa nameraná v jesennom cykle predovšetkým vo vrtoch J-10, J-17, J-22 a J-23. Oproti jarnému meraniu sa aktivita poľa zvýšila vo vrte J-11.

V roku 2008 bola počas obidvoch meraní zaznamenaná výrazná aktivácia okrajových častí zosuvu. Stredná až pomerne vysoká aktivita poľa PEE bola nameraná vo vrtoch J-10, J-11, J-12, J-13, J-20, 21, 23, 25, 26 a 27 (obr. 2.1.53, príl. 1.14). Najvyšší stupeň aktivity poľa bol nameraný vo vrtoch J-23 a J-26. Celkovo bola aktivita poľa PEE, predovšetkým počas jesenného merania na lokalite vyššia, než v predchádzajúcom roku (Vybíral, 2008).

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 o čom svedčí i vývoj zmien napätostného stavu v rôznych hĺbkových úrovniach vybraných monitorovaných vrtoch. Mierny nárast aktivity poľa bol zaznamenaný iba v plytších polohách vrty J-12 (obr. 2.1.54).

#### *b/ Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody*

Merania HPV boli aj na tejto lokalite realizované iba počas meraní poľa PEE. Vrty J-11, 15, 16, 17, 19, 20 boli suché. Priemerná hĺbka HPV, určená zo všetkých meraných vrtoch je 7,8 m. Najbližšie k povrchu terénu je voda vo vrtoch J-14 a J-22, nachádzajúcich sa prakticky v alúviu Vištuckého potoka (príl. 1.14).

#### *c/ Merania zrážkových úhrnov*

Ročný zrážkový úhrn zaznamenaný na stanici SHMÚ Modra (indikatív 18060) v roku 2007 bol 750,3 mm, v roku 2008 mierne klesol na 736,0 mm. Ak porovnáme úhrny z rokov 2007 a 2008 s dlhodobým priemerným ročným úhrnom (694,88 mm), predstavuje úhrn za rok 2007 hodnotu 107,97 % dlhodobého priemeru (normálny rok) a úhrn za rok 2008 hodnotu 105,92 % (tiež 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 jarných mesiacov. Podľa výsledkov merania v roku 2008 pole PEE výrazne stúplo vo viacerých vrtoch na okrajoch zosuvu, z čoho vyplýva pravdepodobnosť lokálnej aktivácie niektorých častí zosuvného územia.

Vzhľadom na kontakt zosuvu s obývanou oblasťou považujeme za potrebné zachovať doterajší rozsah i frekvenciu monitorovania. Komplexnejšie posúdenie aktuálneho stabilného stavu zosuvného svahu je však možné iba po rozšírení sortimentu monitorovacích meraní. O výsledkoch monitorovania bol v novembri 2008 písomne informovaný starosta obce.

#### **2.1.4.15 Lokalita Malá Čausa**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zosuvné územie sa nachádza na JZ okraji obce Malá Čausa (okres Prievidza), v bočnom údolí bezmenného potoka. Ide o staršie zosuvné územie s výskytom viacerých

potenciálnych plošných a prúdových zosuvov, z ktorých sa niektoré aktivovali 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 odlíšiť dva zosuvy – menší, rozmerov 90 x 70 m, ohrozujúci širšie územie možnosťou prehradenia vodného toku a väčší, rozmerov 190 x 210 m, ktorý pretrhol vodovodné potrubie (obr. 2.1.55). Na lokalite bolo realizovaných viacero sanačných opatrení (Fussgänger et al., 1996). Aktuálny stav zosuvov sa v súčasnosti hodnotí iba na základe výsledkov režimových pozorovaní.

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.19.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody*

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

V roku 2007 bolo maximálne kolísanie HPV namerané vo vrte Z-6 (3,97 m). Priemerná hĺbka HPV, vypočítaná zo všetkých 7 pozorovaných objektov, bola 2,64 m pod úrovňou terénu. V roku 2008 bolo maximálne kolísanie HPV opäť namerané vo vrte Z-6 (4,14 m). Priemerná hĺbka HPV oproti roku 2007 iba mierne klesla a predstavovala hodnotu 2,69 m pod úrovňou terénu (príl. 1.15).

Na základe analýzy dlhodobých meraní (obr. 2.1.56) možno konštatovať, že hladina podzemnej vody má v ostatných rokoch úroveň blízku priemerným hodnotám a ročné extrémny boli i v roku 2008 nižšie, ako dlhodobo zistené. Výrazné stúpnutia HPV boli zaznamenané vo väčšine vrtov iba počas jarných meraní (február – apríl).

##### *b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení*

Jediným merateľným odvodňovacím zariadením na lokalite je výtok drenážneho rebra DR-2. Ako už bolo uvedené, výtok z vrtov 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 sú uvedené objekty z hľadiska stabilitného stavu prostredia hodnotené nepriaznivo (obr. 2.1.55).

Priemerná výdatnosť drénu v roku 2007 bola 3,03 l.min<sup>-1</sup>. V roku 2008 dosť výrazne poklesla a bola iba 1,63 l.min<sup>-1</sup> (príl. 1.15).

##### *c/ Merania zrážkových úhrnov*

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch v roku 2007 zo staníc SHMÚ Prievidza a Ráztočno. Hodnotenie zrážkových pomeroch je rovnaké, ako na lokalite Veľká Čausa (časť 2.1.4.1).

Vzťah zrážok k stavu podzemnej vody na lokalite vyplýva z obr. 2.1.56.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Meraniami v roku 2008 bol preukázaný iba mierny pokles úrovne HPV oproti roku 2007 a zaznamenaný bol výraznejší pokles výdatnosti meraného odvodňovacieho objektu.

Vzhľadom na neúplnú sanáciu zosuvu zostáva spodná časť svahu trvalo zamokrená. Z viacerých vertikálnych vrtov vyteká pretlaková voda do telesa zosuvu. Väčší zosuv sa stále dotvára a dochádza k lokálnym prejavom pohybovej aktivácie zosuvných hmôt. V podstatne stabilnejšom stave sa nachádza po vykonaní sanačných opatrení menší zosuv.

I keď na základe vonkajších prejavov, ako aj výsledkov monitorovania je zosuvný svah potenciálne nestabilný, 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. O stave zosuvného svahu, výsledkoch jeho monitorovania a návrhu skončiť aktívne monitorovacie činnosti bol informovaný starosta obce v novembri 2008. Po súhlase miestnej samosprávy (list zo dňa 12.01.2009) bude od roku 2009 aktívne monitorovanie zosuvu v Malej Čausi skončené, avšak všetky získané výsledky za predchádzajúce roky budú uložené v databáze a v prípade potreby možno monitorovanie znova obnoviť.

#### **2.1.4.16 Lokalita Veľká Izra**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita je situovaná na okraji stratovulkánu Veľký Milič (južná časť Slanských vrchov) na J od obce Slanská Huta. Do dvoch paralelných trhlín medzi okrajovými blokmi, tvorenými striedajúcimi sa andezitmi a brekciami lávových prúdov s autochtónnymi pyroklastikami, ležiacimi na plastických ílovitých sedimentoch (obr. 2.1.57), boli v lete roku 1992 situované dva dilatometry typu TM-71 (VI-1 a VI-2). Horná trhlina (VI-1) reprezentuje styk bloku s kvázi neporušeným masívom, dolná (VI-2) styk okrajového bloku s predchádzajúcim blokom.

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008 a ich celkové zhodnotenie*

Na lokalite Veľká Izra sa v uvedených rokoch uskutočnilo po 8 odčítaní hodnôt deformácií, zaznamenaných oboma prístrojmi TM-71 (tab. 2.1.20, príl. 1.16). Dilatometer VI-2 bol v roku 2008 prestavený 2-krát. I v rokoch 2007 a 2008 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

##### a/ Meranie deformácií dilatometrami

Prístrojom VI-1 neboli za obdobie rokov 2007 a 2008 zistené výraznejšie pohyby horného bloku oproti masívu. Vyplýva to nielen z grafu posunov  $x$ ,  $y$ , a  $z$  (obr. 2.1.58), ale aj z absencie prestavení prístroja (žlté zvislé čiary). Od roku 2007 došlo iba k minimálnemu nárastu poklesu (cca 0,2 mm) horného (vyššieho) bloku oproti masívu. Čo sa týka rotácií, v období leto – jeseň 2008 bol zaznamenaný mierny pohyb v rovine  $xz$  (cca 0,5 gr). Naopak, prístroj VI-2 potvrdil aj za uplynulé dva roky doterajší trend pohybu okrajového bloku vo všetkých troch osiach  $x, y$ , a  $z$  (obr. 2.1.59). Od roku 2007 sa šmykový posun zvýšil o cca 0,8 mm, vertikálny o cca 0,5 mm. Otvorenie trhliny narástlo za posledné dva roky o 0,5 mm a dosiahlo celkovo 12,6 mm. Koncom roku 2007 došlo k výraznému rotačnému pohybu bloku, a to v oboch rovinách, vodorovnej (cca 1,6 gr) i horizontálnej (cca 0,6 gr).

##### b/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Huti (indikatív 51160) je 725,7 mm. V roku 2007 bol ročný zrážkový úhrn 722 mm, čo predstavuje 99,49 % dlhodobého zrážkového priemeru (ide o normálny rok). V roku

2008 ročný zrážkový úhrn stúpol na 780,1 mm, čo predstavuje 107,49 % (ide tiež o normálny rok).

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že pohyb blokov po plastickom ílovitom podloží zaznamenaný v posledných rokoch je vcelku plynulý. Výrazný je najmä priestorový pohyb spodného bloku. Jeho celkový pokles za sledované obdobie (od roku 1992) dosiahol cca 3 mm, celkový posun pozdĺž trhliny cca 4,7 mm. Aktivita vyššieho bloku je v porovnaní so susedným okrajovým blokom podstatne nižšia.

Hlavným cieľom pokračujúcich meraní je predovšetkým prognóza potenciálnych náhlych 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) 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. 2.1.60). 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 2007 a 2008 a ich celkové zhodnotenie:

Odčítanie hodnôt, zaznamenaných dilatometrom, bolo v uvedenom období vykonané 8-krát (tab. 2.1.21, príl. 1.17). Koncom roku 2007 (november) bol prístroj poškodený vandalmi. Vzhľadom na neporušenie oboch konzol sa ho podarilo rekonštruovať do takej miery, že bola zachovaná kontinuita s meraniami v predošlých rokoch. Za obidva roky bol prístroj prestavený iba raz, čo svedčí o stagnácii pohybu bloku oproti predchádzajúcemu obdobiu. V rokoch 2007 a 2008 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Dargov.

##### a/ Meranie deformácií dilatometrom

Dilatometrom S-1 bolo v roku 2008 potvrdené takmer úplné spomalenie, resp. stagnácia posunu vo všetkých troch osiach (x, y, z). Hodnoty posunu v smere žiadnej osi nepresiahli 0,1 – 0,2 mm. Pozoruhodná je náhla zmena rotácie bloku v rovine xz (0,8 gr) a čiastočne aj xy (0,1 gr), ktorá nastala medzi augustom a novembrom (obr. 2.1.61).

##### b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov v roku 2007 bol 596 mm, v roku 2008 klesol na 554,0 mm.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Výsledky zistené monitoringom priebežne preukazujú svahový pohyb, pri ktorom sa okrajový blok vzdďaľuje od masívu (rozširovanie trhliny) a posúva pozdĺž trhliny. Spomalenie pohybu v posledných rokoch je evidentné vo všetkých osiach. Celkové rozšírenie trhliny dosiahlo cca 9 mm, posun bloku pozdĺž trhliny cca 4,5 mm a jeho pokles cca 1 mm. Hrozba

odtrhnutia monitorovaného bloku pri zrýchlení pohybu je stále reálna. Keďže je lokalita súčasťou národnej prírodnej rezervácie, navrhujeme pokračovať v jej monitorovaní.

#### **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) boli v roku 1990 a 1995 inštalované dva dilatometre TM-71. Prvý z nich bol označený KK-1, druhý KK-2. Prístroje sú situované v hlbokých trhlinách na okraji andezitového lávového prúdu, presnejšie v hornej časti rozsiahlej svahovej deformácie, ktorá má charakter blokovej rozpadliny (obr. 2.1.62).

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008 a ich celkové zhodnotenie*

V uvedených rokoch sa na lokalite vykonalo po 8 odčítaní deformácií oboma dilatometrami (tab. 2.1.22, príl. 1.18). Vzhľadom na veľkosť pohybu bol dilatometer KK-1 (dolný) prestavovaný raz ročne, dilatometer KK-2 len raz za dva roky (apríl 2007). V rokoch 2007 a 2008 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

##### *a/ Meranie deformácií dilatometrami*

Obidva prístroje TM-71 (KK-1 a KK-2) preukazujú kontinuálny vertikálny pohyb voči sebe i masívu (obr. 2.1.63 a 2.1.64). Obidva bloky v absolútnom ponímaní klesajú, vyšší blok však o niečo rýchlejšie. Pri vzájomnom porovnaní sa preto vertikálny pohyb okrajového bloku voči susednému (vyššiemu) javí ako pokles. Vyšší blok voči masívu vykazuje stály pokles. Ten v roku 2007 dosiahol 0,6 mm, v roku 2008 cca 0,2 mm. Celkový pokles od roku 1997 dosiahol cca 5,75 mm. V smere osi x nedošlo s výnimkou 0,5 mm posunu (prechodné zúženie trhliny v lete 2008) k významnejšej zmene oproti doterajšiemu trendu – šírka trhliny zostáva konštantná. Od významného skokovitého posunu bloku o cca 1,9 mm (leto 2007) nedošlo k ďalšiemu nárastu šmykovej zložky pohybu (KK-2 – obr. 2.1.64).

Kým pokles okrajového bloku v roku 2007 stagnoval, v roku 2008 sa zvýšil o cca 0,25 mm a dosiahol celkovo 8,25 mm. Šmykový posun (v smere osi y) v roku 2007 dosiahol cca 0,2 mm, v roku 2008 cca 0,5 mm a celkovo 2,9 mm. Otváranie trhliny v smere osi x pokračovalo v rokoch 2007 aj 2008 približne rovnako (cca 0,2 – 0,25 mm ročne) a dosiahlo celkovo cca 4,0 mm (obr. 2.1.63).

Zaujímavý je vývoj rotácií, zaznamenaný v oboch prístrojoch. V apríli 2007 došlo k výraznej zmene rotácií v oboch sledovaných rovinách (xy aj yz). V období máj – november došlo k opačnému rotačnému pohybu v rovine xy (obr. 2.1.64). Keďže sa nepreukázala súvislosť so žiadnym silnejším zemetrasením, možno považovať tieto rotačné pohyby blokov za aseizmické.

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany v roku 2007 bol 535,3 mm (bez zrážkového úhrnu za mesiac júl). V roku 2008 predstavoval 634,2 mm.

##### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Najpravdepodobnejším vysvetlením recentného pohybu oboch blokov je kombinovaný vplyv tektoniky (zdvih masívu pozdĺž S-J okrajového zlomu) a plazivého pohybu blokov. Vplyv zmien v plastickom podloží, vyvolávajúcich nerovnomerné zabáranie, resp. vytláčanie blokov taktiež nemožno vylúčiť. Merania v nasledujúcom období môžu prispieť spolu

s ďalšími poznatkami získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými metódami k objasneniu recentného vývoja územia a dotvárania jeho reliéfu.

Na zistenie ďalšieho vývoja plazivého pohybu je potrebné pokračovať v pravidelnom odčítavaní hodnôt na inštalovaných dilatometroch aspoň 4-krát ročne.

#### **2.1.4.19 Jaskyňa pod Spišskou**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita je situovaná na severovýchodnom okraji Levočských vrchov, SSV od obce Brutovce, asi 300 m južne od kóty Spišská (1056,5 m n. m.) v nadmorskej výške 1022 m. Ide o jaskyňu, objavenú v novembri 2004, ktorá je podľa posledných údajov najdlhšou pseudokrasovou jaskyňou na Slovensku. Jej celková dĺžka je 740 m.

Jaskyňa vznikla v paleogénnych pieskovcoch bielopotockého súvrstvia podtatranskej skupiny centrálnych Západných Karpát. Hrubé polohy pieskovcov sa tu striedajú s tenkými (cm až dm) polohami ílovcov, miestami zvetraných na íl. Sklon celého súvrstvia je cca 20 – 30° na juhovýchod. Pôsobením gravitácie došlo k porušeniu povrchového, asi 50 m hrubého súvrstvia pieskovcov a k vzniku zosuvnej štruktúry typu blokovej rozpadliny. Jednotlivé bloky majú výšku decimetrov až metrov, šírku niekoľko metrov a dĺžku niekoľko desiatok metrov. Pomalým plazivým zosúvaním blokov po vrstevných plochách sa vytvorila jaskynná sieť chodieb. Šmykové plochy tvoria práve tenké vrstvičky zvetraných ílovcov (obr. 2.1.65). V hlavnej chodbe severovýchodnej (spišskej) časti jaskyne bol v apríli 2007 inštalovaný jeden dilatometer TM-71 (obr. 2.1.66).

Hlavným dôvodom pri výbere tejto lokality bola skutočnosť, že zosuvná štruktúra je obdobná, ako na lokalite Tichý potok (dolina Torysy na S od kóty Spišská), v ktorej sa uvažuje s výstavbou vodného diela. Poznanie mechanizmu a charakteru pohybu blokov môže poskytnúť cenné informácie pri návrhu protizosuvných opatrení v prípade realizácie vodnej nádrže.

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008 a ich celkové zhodnotenie*

Na lokalite sa od roku 2007 vykonávajú dilatometrické merania a od roku 2008 sa preberajú údaje o mesačných zrážkach zo stanice SHMÚ Brezovica nad Torysou (indikatív 59040).

##### *a/ Meranie deformácií dilatometrami*

Na lokalite Jaskyňa pod Spišskou sa v roku 2007 uskutočnili tri a v roku 2008 štyri odčítania hodnôt posunov zaznamenaných prístrojom TM-71 (tab. 2.1.23, príl. 1.19). Vzhľadom na relatívne krátku dobu monitorovania je zatiaľ možné iba predbežne interpretovať namerané hodnoty a teda potvrdiť pohyb blokov vo svahu. Z grafov posunov je zrejmé (obr. 2.1.67), že posuny v smere osí y a z sú takmer nulové, v smere osi x je viditeľný malý posun (do 0,1 mm), ktorý naznačuje veľmi pomalé otváranie trhliny. Vývoj rotácii blokov nie je možné zatiaľ jednoznačne interpretovať.

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Brezovica nad Torysou v roku 2008 bol 856,7 mm.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Vzhľadom na podobnosť so zosuvnou štruktúrou na lokalite Tichý Potok, kde sa uvažuje s výstavbou vodného diela, majú merania posunu blokov v Jaskyni pod Spišskou aj praktický význam. Analýza vývoja plazivých pohybov v ďalších rokoch môže preto priniesť viacero nových teoretických i praktických poznatkov.

Na získanie ďalších informácií o pohybe bloku je potrebné pokračovať v pravidelnom odčítavaní hodnôt na inštalovanom dilatometri aspoň 4-krát ročne.

#### **2.1.4.20 Lokalita Banská Štiavnica**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zárez cesty II. triedy č. 524 medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami dĺžky cca 80 m s výškou do 12 m bol otvorený v prostredí pyroxenických andezitových porfýrov (vystupujú na východnej strane) a silno hydrotermálne a tektonicky porušených argilitizovaných andezitov až argilitov (vystupujú v západnom svahu zárezu a sú zabezpečené záchytným múrom). Pôvodne celistvý horninový masív sa po vytvorení zárezu progresívne dezintegruje. Intenzita dezintegrácie horninového prostredia je podmienená predovšetkým stupňom puklinovitosti masívu a prejavuje sa úplným rozpadom horniny na zeminu v zónach intenzívneho tektonického a hydrotermálneho porušenia, resp. rozvoľňovaním rigidného masívu s posunmi až opadávaním blokov a úlomkov rôznych rozmerov. Uvoľnený materiál sa hromadí pri päte zárezu, lokálne sa dostáva i na komunikáciu a ohrozuje premávku na jej východnom pruhu. Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa na lokalite vykonávajú od roku 1995 pravidelné monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie, ktoré sa od roku 2000 doplnili geodetickými i dilatometrickými meraniami vo vybraných úsekoch východnej steny zárezu, ako aj meraním mikromorfologických zmien na vybranej časti skalnej steny.

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Na lokalite Banská Štiavnica pokračovala v rokoch 2007 a 2008 aplikácia metód digitálnej fotogrametrie, nadväzujúcich na základné stereofotogrametrické meranie profilov, uskutočnené v roku 2004. Dilatometrické meranie premiestnení osadených bodov meradlom Somet i meradlom posuvov bolo uskutočnené dvakrát v roku 2007 i v roku 2008. S rovnakou frekvenciou boli aplikované i merania mikromorfologických zmien na povrchu horniny (tab. 2.1.24).

##### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

###### *a/ Fotogrametrické merania*

Merania sa vykonali na 8 reprezentatívnych profiloch (obr. 2.1.68). Pre vyhodnotenie profilov bola zvolená metóda pozemnej stereofotogrametrie. Snímky boli po zoskenovaní vyhodnotené technológiou digitálnej fotogrametrie. Po zhodnotení bola v osiach  $x$  a  $y$  dosiahnutá subcentimetrová presnosť a v osi  $z$  presnosť 2 – 3 cm.

Profily spracované v roku 2008 boli porovnané s profilmi z roku 2007 i z roku 2004 (Fraštia, 2008). Vo všeobecnosti bola preukázaná dobrá zhoda konfigurácie profilov zhotovených v rôznych časových obdobiach. Najväčšie rozdiely medzi meraniami v roku 2007 a 2008 boli zaznamenané v profile 1 (vo výške 13,2 a 15 až 16 m), v profile 3 (vo výške 8,2 m), v profile 5 (vo výške 13,7 m) a v profile 7 (vo výške 18,6 m). V profile 1 bola zmena zaznamenaná v hornej a v profile 3 v spodnej časti svahu (obr. 2.1.69). Profily 5 a 7

zaznamenávajú vypadnutie blokov horniny zo strednej a hornej časti svahu (obr. 2.1.70). V profile 3 je zachytená i výrazná akumulácia suťového materiálu pri päte svahu.

Pri porovnávaní konfigurácie profilov z roku 2008 s konfiguráciou z roku 2004 boli výraznejšie zmeny zaznamenané v profiloch 1 a 6 (uvoľnenie materiálu v horných častiach profilov) a v profile 4 (presunutie materiálu a vyrovnanie sklonu steny v strednej časti profilu).

V roku 2008 boli zamerané súradnice 46 pozorovaných bodov pre aplikáciu konvergentnej fotogrametrie. Kontrolné meranie zmien oproti základnému meraniu z roku 2007 nepreukázalo posuny väčšie, ako je presnosť merania.

## 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  $326^\circ$  a sklonom  $44^\circ$  (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  $350^\circ$  a sklonom  $50^\circ$  (obr. 2.1.68).

V roku 2007 bola najväčšia zmena zaznamenaná pri jarnom meraní medzi bodmi B1 a B3 (1,15 mm). Zmeny za obdobie medzi jarným a jesenným meraním boli zanedbateľné. V roku 2008 pohyb monitorovaných horninových blokov neprekročil na obidvoch meraných stanoviskách hodnotu 0,3 mm (obr. 2.1.71, príl. 1.20). Vzhľadom na výsledky meraní z rokov 2007 a 2008 možno konštatovať, že v tomto období nebola preukázaná pohybová aktivita 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 bola v roku 2007 najväčšia zmena vzdialenosti zaznamenaná pri jarnom meraní medzi bodmi S3 a S4 (1,16 mm). V roku 2008 boli zaznamenané posuvy horninových blokov v rozsahu do 1,1 mm (obr. 2.1.71, príl. 1.20).

Z dlhodobého hľadiska možno na obidvoch stanoviskách pozorovať veľmi nevýrazný trend rozširovania puklín (teda zväčšovania vzdialenosti medzi bodmi – obr. 2.1.71).

## 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 prehlbujúce 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. 2.1.68 – stanovisko 3). V rokoch 2007 a 2008 boli realizované 4 merania (tab. 2.1.24). Výsledky meraní za celé pozorované obdobie sú v príl. 1.20. Z výsledkov meraní vyplýva, že priemerný ústup masívu za celé obdobie pozorovania je -79,72 mm, čo predstavuje priemerný ústup masívu za rok -6,64 mm. Ústup masívu v rokoch 2007 až 2008 dosiahol priemerne -1,875 mm. Najväčší ústup – úbytok materiálu (16,2 mm) bol zaznamenaný v priebehu roku 2008 v bode 3 meraného profilu (číslovanie bodov je vždy zľava od 1 do 8 pri orientácii čelom k masívu). Celkovo je profil ohrozený deštrukciou, ľavý

kolík pre nasadenie meracieho ramena je takmer uvoľnený. V sledovanej časti masívu dominuje vypadávanie úlomkov a blokov, ako vidno z priebehu ústupu masívu na obr. 2.1.72, resp. z údajov v príl. 1.20.

V záujme zlepšenia prehľadnosti je na obr. 2.1.72 vynechané jarné meranie v niektorých rokoch, príl. 1.20 však obsahuje všetky doteraz realizované merania v tabuľkovej forme.

d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260) bol v roku 2007 674,8 mm, v roku 2008 stúpol na 764,9 mm.

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 69 dní, v zime 2007/2008 stúpol až na 116 dní (podľa meraní stanice SHMÚ Banská Štiavnica, indikatív č. 11901).

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V profiloch meraných digitálnou fotogrametriou sa v roku 2008 neprejavili žiadne významné zmeny oproti predchádzajúcemu roku, okrem vypadnutých menších častí horniny v horných partiách skalnej steny (profily č. 1, 5 a 7), zriedkavejšie v jej spodných častiach (profil č. 3). Podľa výsledkov časového radu dilatometrických pozorovaní sa prejavuje trend pomalých posunov. V období ročného monitorovacieho cyklu bol na oboch stanoviskách pozorovaný ustálený stav, jednotlivé záznamy pohybu blokov sú však ovplyvnené zmenami teplotných pomerov počas merania. 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. Pri meraniach mikromorfologických zmien boli konštatované náznaky deštrukcie meracieho profilu v dôsledku uvoľnenia upínacieho kolíka, na ktorý sa nasadzuje meradlo mikromorfologických zmien.

Výrazné zmeny stavu skalnej steny sa v roku 2008 neprejavili i napriek chladnejšej zime (podstatne vyšší počet mrazových dní v porovnaní s predchádzajúcou zimou). Nemožno však vylúčiť vznik nových mikrotrhlín a pokračujúceho rozvoľnenia masívu, ktoré sa môže prejavovať pri opakovanom pôsobení nepriaznivých klimatických podmienok.

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.

#### **2.1.4.21 Lokalita Handlová**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Celé údolie Handlovky na južnom okraji mesta je postihnuté svahovými pohybmi, ktoré sa iniciovali na obidvoch svahoch rieky. Vzhľadom na to, že jednou z príčin vzniku a aktivácie 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 vybuďovalo pozorovacie stanovisko pre monitorovanie rýchlosti zvetrávania na svahu oproti svahu katastrofálneho handlovského zosuvu, asi 800 m východne od Bane Handlová v odkrytej skalnej stene.

Sledovaná lokalita má pravidelný priamkový tvar (obr. 2.1.73), výška steny dosahuje okolo 25 m. Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú epiklastické vulkanické pieskovce s polohami brekcií a tufov kamenského súvrstvia (báden – Šimon et al., 1997).

Horniny sú zložené z angulárnych, subangulárnych a sférických fragmentov andezitov, pemzy a vulkanického materiálu.

### *Prehľad monitorovacích aktivít*

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 mikromorfologických zmien s frekvenciou zberu údajov 2-krát ročne.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

V roku 2007 boli uskutočnené dve merania – 18. apríla a 22. októbra a v roku 2008 dve merania 17. apríla a 17. septembra. Z celkového zhodnotenia vyplýva, že namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, napriek tomu však treba konštatovať, že v období rokov 2007 až 2008 bola identifikovaná výrazná zmena v bode 7, kde došlo k vydutiu masívu, resp. fragmentu v masíve, o 2,96 mm. Tento fakt rezultuje v priemernej hodnote „vydutia masívu“ o 0,33 mm; v prípade abstrahovania tejto extrémnej hodnoty v bode 7 však nameraná priemerná hodnota približne zodpovedá predchádzajúcim priemerným hodnotám, konkrétne -0,04 mm. Z grafu na obr. 2.1.74 i z príl. 1.21 vyplýva, že v rámci celého sledovaného profilu je ústup masívu relatívne rovnomerný.

Informácie o zrážkových pomeroch na lokalite sú spracované pri opise lokalít Handlová – Morovnianske sídlisko a Handlová – Kunešovská cesta (kap. 2.1.4.2 a 2.1.4.3).

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Meraniami v roku 2008, okrem spomínaného lokálneho vydutia masívu v bode 7, neboli preukázané žiadne anomálne prejavy postupu procesov zvetrávania. Vzhľadom na dôležitosť štúdia zvetrávania skalných a poloskalných hornín i vo vzťahu k celkovej nestabilite prostredia Handlovskej kotliny považujeme za potrebné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach i v nasledujúcom období s rovnakou frekvenciou meraní.

#### **2.1.4.22 Lokalita Demjata**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Zárez cesty 1. triedy Prešov – Bardejov č. 5/15 sa nachádza cca 700 m severne od obce Demjata. 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 voči polohe vrstevnatosti i voči významným systémom diskontinuit, ako aj vplyvom intenzívneho pôsobenia exogénnych činiteľov majú bloky pieskovcov tendenciu uvoľňovať sa a vypadávať z masívu. Polohy ílovcov intenzívne selektívne zvetrávajú a miestami sú degradované až na materiál charakteru ílovitej hliny. Vzhľadom na akútne ohrozenie premávky na ceste bol pozdĺž obidvoch stien zárezu vybudovaný záchytný múr výšky cca 2 m. Rozvoľňovanie vyšších partií zárezu však naznačuje, že pri uvoľnení väčších blokov horniny by mohlo dôjsť k opätovnému priamemu ohrozeniu premávky. Priestor medzi múrom a svahom je totiž na viacerých miestach prakticky zaplnený úlomkami horniny a bloky väčších rozmerov, uvoľnené z vyšších častí svahu, sa môžu zrútiť priamo na cestnú komunikáciu. Monitorovacie

pozorovania, sústredené na južnú časť východnej steny zárezu sa na lokalite vykonávajú metódami fotogrametrie od roku 1995. Od roku 2000 sa rozsah meraní rozšíril o dilatometrické pozorovania vo vybraných úsekoch monitorovanej steny zárezu a obnovili sa i merania mikromorfologických zmien skalnej steny.

#### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Na lokalite Demjata pokračovala v rokoch 2007 a 2008 aplikácia metód digitálnej fotogrametrie, nadväzujúcich na základné stereofotogrametrické meranie profilov, uskutočnené v roku 2004. Počty dilatometrických meraní, ako aj meraní mikromorfologických zmien v rokoch 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.25.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Fotogrametrické merania*

Merania sa vykonali na 6 reprezentatívnych profiloch (obr. 2.1.75). Pre vyhodnotenie profilov bola zvolená metóda pozemnej stereofotogrametrie. Snímky boli po zoskenovaní vyhodnotené technológiou digitálnej fotogrametrie. Po zhodnotení bola v osiach  $x$  a  $y$  dosiahnutá subcentimetrová presnosť a v osi  $z$  presnosť 2 – 3 cm.

Profily spracované v roku 2008 boli porovnané s profilmi z roku 2007 a z roku 2004 (Fraštia, 2008). Vo všeobecnosti bola preukázaná dobrá zhoda konfigurácie profilov zhotovených v rôznych časových obdobiach, ktorá sa pohybovala v rámci presnosti merania. Azda najvýraznejší rozdiel sa prejavuje v profile 6, avšak iba pri porovnaní so stavom z roku 2004 (obr. 2.1.76). Prevažná časť zmien je však podmienená nevhodným sklonom reliéfu voči snímkovej základnici alebo prítomnosťou a zmenami vegetácie na skalnej stene.

Posuny zameraných 72 diskretných bodov budú určené ako rozdiely referenčných súradníc v roku 2009. Vzhľadom na to, že metódou časovej základnice neboli v roku 2008 zistené žiadne štatisticky významné zmeny, bude v budúcnosti aplikovaná metóda konvergentného snímkovania. Táto metóda je vhodnejšia vzhľadom na možnosť určenia posunov vo všetkých troch osiach a homogénnu presnosť pre každú os.

##### *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. 2.1.75). 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. Najvýraznejší celkový posuv medzi monitorovanými bodmi bol pozorovaný na okrajovom bloku stanoviska 3 s hodnotou 3,8 mm od počiatku merania v roku 2000. Merania na všetkých stanoviskách v rokoch 2007 a 2008 preukázali rozdiely medzi polohou bodov menšie ako 0,5 mm (príl. 1.22).

Z výsledkov dlhodobých meraní je možné pozorovať trend vývoja polohovej zmeny okrajového bloku na stanovisku 3 (obr. 2.1.77).

###### *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. 2.1.75). 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.

Hodnota posuvov v roku 2008 na stanoviskách 1 a 3 nepresiahla od predchádzajúceho merania 1 mm; na stanovisku 1 dosiahla od počiatočného merania v roku 2003 hodnotu 4,82 mm v jarnom meraní a 4,29 mm na jeseň. Na okrajovom bloku stanoviska 3 predstavovala od počiatočného merania v roku 2000 hodnotu 6,82 mm.

Z dlhodobého hľadiska bol určitý trend zväčšovania vzdialenosti bodov zaznamenaný medzi pozorovacími bodmi D3 a D5 (obr. 2.1.77). V zmenách vzdialeností ostatných bodov sa prejavujú skôr sezónne klimatické vplyvy.

Možno konštatovať, že dilatometrickými meraniami v roku 2008 neboli preukázané žiadne významnejšie zmeny vo vzdialenostiach medzi všetkými pozorovanými bodmi.

#### c/ Merania mikromorfologických zmien

S monitorovaním mikromorfologických zmien sa na lokalite začalo v roku 1995. Mikromorfologický profil bol v roku 1999 zničený skalným zrútením. Merania sa obnovili v roku 2007 na novovybudovaných stanoviskách, pričom boli vytvorené dva meracie profily (profil umiestnený v rámci stanoviska 3 s bodmi Z3 a Z3') a nový profil v stanovisku 5 (s okrajovými bodmi Z5 a Z5' na umiestnenie meradla mikromorfologických zmien – obr. 2.1.75).

Merania mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny na oboch profiloch sú uvedené v príl. 1.22 a znázornené na obr. 2.1.78. Paradoxne, na oboch profiloch bolo zaznamenané „vydutie“ masívu – na profile Z3 a Z3' priemerná hodnota predstavuje +0,71 mm a na profile Z5 a Z5' je to +0,44 mm.

Na uvedených profiloch sme sa pokúsili o merania tzv. metódou „farebnej steny“. Žiaľ, použitá farba sa ukázala ako nevhodná, keďže vytvára na meranej ploche súvislý film a odlupovala sa nie súbežne s uvoľňovanými časticami horniny, ale v lupienkoch farby (obr. 2.1.75 – oranžové kruhy v stanoviskách 3 a 5).

#### d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany (indikatív 59220) v roku 2007 bol 739,1 mm, v roku 2008 sa mierne zvýšil na 746,8 mm.

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 70 dní (stanica Bardejov – indikatív 11962), resp. 103 dní (stanica Prešov-vojsko, indikatív 11955). V zime 2007/2008 bol počet mrazových dní na stanici Bardejov 109 a na stanici Prešov-vojsko 104 dní.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V profiloch meraných digitálnou fotogrametriou sa neprejavili žiadne významné zmeny. Zaznamenané zmeny boli iba vo vegetáciou zarastených a sut'ových partiách masívu. Dilatometrické merania nepreukázali významné rozdiely oproti minulému roku. Selektívne zvetrávanie a rozvoľňovanie masívu však pokračovalo o čom svedčia výsledky časového radu dilatometrických pozorovaní (zvlášť ide o posuvy bodov na okrajovom bloku stanoviska 3), ako aj výsledky merania mikromorfologických zmien na novovybudovaných stanoviskách. K intenzívnejším prejavom zvetrávania prispela i chladnejšia zima 2007/2008.

Na posúdenie aktuálneho stabilného stavu skalného svahu je potrebné pokračovať v dilatometrických i fotogrametrických meraniach metódou digitálnej fotogrametrie s rovnakou frekvenciou. Aktuálnu informáciu o stave skalného odkryvu vhodne dopĺňujú pravidelné merania mikromorfologických zmien i obnovené merania postupu zvetrávania metódou farebnej steny.

### 2.1.4.23 Lokalita Starina

#### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita sa nachádza severovýchodne od mesta Snina, východne od vodnej nádrže Starina v záreze štátnej cesty Snina – Príslop. Leží na východnom okraji Nízkych Beskýd v celku Laborecká vrchovina. Predmetom monitoringu je hlboký zárez cesty. Na geologickej stavbe svahov zárezu a jeho okolia sa podieľajú horniny dukelskej jednotky vonkajšieho flyšového pásma. Vystupujú tu na povrch sivé až okrové vápnite ílovce s vložkami hnedých ílovcov, vápnite laminované jemnozrnné pieskovce čergovských vrstiev (spodný oligocén), resp. čierne a hnedé vápnite i nevápnite 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 na vrstevnatosť, čím je daná ich kvádritá odlučnosť. Podliehajú hlavne mechanickej dezintegrácii.

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. Uvoľnené úlomky sa hromadia pri päte svahu v podobe mohutných sutinových 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 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. 2.1.79). Frekvencia zberu údajov je 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období). V rokoch 2007 a 2008 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Starina (indikatív 43320), ako aj informácií o počte mrazových dní zo stanice Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993).

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Merania mikromorfologických zmien*

V rokoch 2007 a 2008 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien: 5. apríla a 9. novembra 2007 a 20. marca a 1. decembra 2008. Namerané hodnoty indikujú rozdielnu rýchlosť procesov zvetrávania flyšového súvrstvia. Pre pieskovce priemerná hodnota ústupu masívu dosahuje  $-1,755$  mm za sledované obdobie, t. j. do  $-0,15$  mm za rok (pri vylúčení bodu 8), pre ílovce sú hodnoty podstatne vyššie, dosahujú v priemere  $-3,38$  mm.rok<sup>-1</sup> s maximom  $-55,82$  mm za celé sledované obdobie (obr. 2.1.80, príl. 1.23). Naďalej pokračuje vytlačanie bloku horniny v oblasti bodu 8, čo skresľuje hodnotu priemerného ústupu masívu ( $-12,79$  mm).

Nápadné rozdiely v sume mikromorfologických zmien povrchu horniny (mm) za obdobie 1995 – 2008 sú dané litologickým zložením flyšového komplexu, kde podstatne väčší ústup masívu možno pozorovať najmä v bodoch 6 a 7, ktoré sa nachádzajú v ílovcovej lavici.

Po vyčíslení nameraných údajov možno konštatovať, že priemerný ústup masívu v rokoch 2007 a 2008 bol paradoxne +1,155 mm, čo je však veľmi skreslená hodnota vzhľadom na výrazné „vydutie“ hornín v bode 7.

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Starina (indikatív 59220) v roku 2007 bol 785 mm, v roku 2008 sa zvýšil na 888,8 mm.

Počet mrazových dní, zaznamenaných na stanici SHMÚ Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993) v zime 2006/2007 bol 76 dní a v zime 2007/2008 sa zvýšil na 104 mrazových dní (teda dní s minimálnou teplotou nižšou, ako 0 °C).

#### *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.

#### **2.1.4.24 Lokalita Slovenský raj – Pod večným dažďom**

##### *Stručná charakteristika lokality*

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

Z geologického hľadiska sa skalný blok nachádza v prostredí stredotriasových lagunárnych wettersteinských vápencov, patriacich k stratenskému príkrovu.

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

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

Na stanovisku, nachádzajúcom sa v spodnej časti skalného bloku (nad turistickým chodníkom) bola inštalovaná trojica bodov. Body R12 a R13 sa nachádzajú na jednom bloku a bod R11 na bloku, oddelenom výraznou diskontinuitou so smerom sklonu 52° a sklonom 70°. Na povrchu skalnej steny je diskontinuita otvorená v rozsahu od 3 do 15 cm, smerom do hĺbky masívu sa postupne uzatvára (obr. 2.1.81).

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. V roku 2007 sa meranie bodov na stanovisku 1 uskutočnilo dňa 11. júna 2007 a v roku 2008 merania boli vykonané 6. mája a 24. októbra. Na stanovisku 2 došlo k technickým problémom pri realizácii merania, vyplývajúcim zo spôsobu osadenia meracích bodov, merania sa na ňom neuskutočnili a bude

potrebné vykonať technickú úpravu, ktorá by umožnila prikladať meradlo k stanovisku v oboch smeroch.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008*

##### *a/ Dilatometrické merania*

Z opakovaného merania na stanovisku v spodnej časti skalného bloku vyplýva, že nedošlo prakticky k žiadnemu posuvu horninového bloku (najväčší posuv bol zaznamenaný medzi bodmi R11 a R13 a jeho hodnota nepresiahla 0,2 mm od počiatku merania – príl. 1.24, obr. 2.1.82).

Merania na druhom stanovisku (body R14 a R15) budú pokračovať v nasledujúcom roku až po technickej úprave stanoviska.

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Hrabušice (indikatív 56100) v roku 2008 bol 743,3 mm.

Počet mrazových dní, zaznamenaných na stanici SHMÚ Spišské Vlachy (indikatív 11949) bol v zime 2006/2007 122 dní a v zime 2007/2008 sa zvýšil na 149 dní.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

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

#### **2.1.4.25 Lokalita Harmanec**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Monitorovaná lokalita sa nachádza vo vybranom úseku rozsiahleho zárezu cesty medzi Dolným Harmancom a Čremošným. Výška zárezu v monitorovanom úseku je cca 25 m. Vytvorený je v prostredí stredotriasových chočských dolomitov, zdanlivo celistvých, avšak silne tektonicky porušených a po odkrytí veľmi rýchlo podliehajúcich rozpadu. Úlomky horniny sa celoplošne osypávajú a vytvárajú rozsiahle akumulácie pri päte svahu. Proces 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 a postupu prehlbovania výraznej eróznej ryhy sa zamerali monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie (od roku 1995 do roku 2006). V roku 2007 sa fotogrametrické meranie neuskutočnilo (vzhľadom na nevyhnutnosť merania na aktuálnej lokalite Slovenský raj) a pokračovalo sa iba v dilatometrickom meraní (ktoré sa vykonáva od roku 2000). Rozmiestnenie pozorovaných bodov je na obr. 2.1.83.

##### *Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2007 a 2008*

Na lokalite Harmanec sa v rokoch 2007 a 2008 vykonali po dve merania dilatometrom Somet (17. apríla a 23. októbra 2007 a 16. apríla a 13. októbra 2008). Fotogrametrické meranie steny zárezu v miestach výraznej eróznej ryhy sa v roku 2008 pre nepriaznivé klimatické podmienky neuskutočnilo a bolo preložené na jar 2009. V roku 2008 pokračoval zber údajov o zrážkových úhrnoch a počte mrazových dní zo staníc SHMÚ.

## *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

### *a/ Dilatometrické merania*

Na lokalite Harmanec sa dilatometrickými meraniami určovala vzdialenosť medzi dvoma dvojicami bodov (H1, H1', H2, H2'), ktoré sú osadené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou.

Meraniami meradlom Somet neboli zaznamenané žiadne významnejšie zmeny v polohe meraných bodov. Najväčšie zmeny polohy bodov, zistené meraniami v rokoch 2007 a 2008 nepresiahli hodnotu 0,5 mm (príl. 1.25).

Z analýzy dlhodobých meraní (obr. 2.1.84) nevyplýva výraznejší trend vývoja pohybov pozorovacích bodov na lokalite Harmanec.

### *b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dolný Harmanec (indikatív 34160) v roku 2007 bol 1006,3 mm, v roku 2008 bol približne rovnaký (1002,3 mm).

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 59 (stanica Banská Bystrica – Zelená, indikatív 11898), v zime 2007/2008 sa zvýšil na 118 dní.

### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Dilatometrickými meraniami v roku 2007 neboli zaznamenané žiadne výrazné zmeny pozdĺž tektonickej poruchy. 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 dilatometrických monitorovacích meraniach. Ich frekvencia však môže byť nižšia – 1-krát za 2 až 3 roky, najvhodnejšie na jar. Merania horizontálnych profilov digitálnou fotogrametriou vo vybranej časti steny (v miestach eróznej ryhy) sa obnovia v roku 2009 a nadviažu na meranie z roku 2006.

### **2.1.4.26 Lokalita Jakub**

#### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita je situovaná v odreze železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub. V zmysle geomorfologického členenia patrí 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 opadávajú do blízkosti železničnej trate a môžu negatívne ovplyvniť zariadenia zabezpečovacej techniky trate, aj samotnú trať.

Na geologickej stavbe lokality sa podieľajú horniny titón–neokomu 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 sa nachádzajú 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 roku 2008 merania mikromorfologických zmien na vybranom úseku povrchu skalnej steny (obr. 2.1.85). Frekvencia zberu údajov bola 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období). Pokračoval zber údajov o zrážkových úhrnoch a počte mrazových dní zo staníc SHMÚ.

*Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

a/ Merania mikromorfologických zmien

V rokoch 2007 a 2008 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien: 17. apríla a 23. októbra 2007 a 16. apríla a 13. októbra 2008. V rokoch 2007 a 2008 bol ústup masívu +0,42 mm, čo indikuje „vydutie“ masívu. Priemerná hodnota ústupu masívu za celé sledované obdobie dosiahla -3,55 mm. Markantne rozdielny vývoj bol zaznamenaný v bode 2, kde v roku 2005 došlo k náhlemu vypadnutiu úlomku s hodnotou úbytku hmoty -23,36 mm (obr. 2.1.86, príl. 1.26). Tento vývoj bol naznačený už v období rokov 2004 – 2005, kedy dochádzalo akoby k napučievaniu masívu v danom bode, čo je v rozpore s prirodzeným trendom ústupu masívu. Logicky, táto anomália vzhľadom na amplitúdu výrazne skresľuje hodnotu priemerného ústupu masívu, ktorá predstavuje  $-2,66 \text{ mm.rok}^{-1}$ . V prípade abstrahovania od tejto hodnoty by priemerný ústup masívu za rok predstavoval len  $-0,03 \text{ mm.rok}^{-1}$ , resp.  $-0,32 \text{ mm}$  za celé sledované obdobie.

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300) v roku 2007 bol 869,3 mm, čo pri dlhodobom priemere 855,15 mm predstavuje 101,65 % (išlo teda o normálny rok). V roku 2008 bol zrážkový úhrn 916,8 mm (107,21 %, teda išlo tiež o normálny rok).

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 59 (stanica Banská Bystrica - Zelená, indikatív 11898), v zime 2007/2008 sa zvýšil na 118 dní.

*Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

V prostredí vápencov sa okrem pomalého procesu rozkladu sporadicky prejavujú i dôsledky mechanického zvetrávania náhlým vypadávaním úlomkov zo skalnej steny. Podľa výsledkov meraní z roku 2008 zvetráva horninový masív pomerne rovnomerne. 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.

#### **2.1.4.27 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. 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 strednozrnné biotitické a dvojsľudné granodiority bratislavského masívu. Textúra týchto granitoidov je všesmerná, štruktúra väčšinou rovnomerne zrnitá, len lokálne možno

pozorovať typy s nevýrazne porfyrickou štruktúrou. V dôsledku silného tektonicko-deformačného postihnutia sa horniny v záreze vyznačujú sekundárnymi minerálnymi premenami.

Vzhľadom na selektívne zvetrávanie heterogénnych granitoidných hornín a oslabovanie väzieb medzi skalnými blokmi môže dôjsť k ich uvoľňovaniu a ohrozeniu premávky na frekventovanej železničnej trati.

#### *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 2007 a 2008 merania mikromorfologických zmien na vybranom úseku povrchu skalnej steny (obr. 2.1.87). Frekvencia zberu údajov bola 2-krát ročne (v jarnom a jesennom období). V roku 2008 pokračoval i zber údajov o zrážkových úhrnoch a počte mrazových dní zo staníc SHMÚ.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Merania mikromorfologických zmien*

V rokoch 2007 a 2008 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien: 16. apríla a 6. decembra 2007, 5. mája a 27. októbra 2008.

Rýchlosť procesov zvetrávania granitoidných hornín (teda rýchlosť ústupu masívu) v jednotlivých meracích bodoch sa pohybuje v rozmedzí od +0,028 do -0,096 mm.rok<sup>-1</sup>, celkový priemerný ročný ústup masívu je -0,028 mm (obr. 2.1.88, príl. 1.27). V rokoch 2007 a 2008 bol ústup masívu +0,0825 mm, čo indikuje nepatrné „vydutie“ masívu.

Priemerný ústup masívu za celé obdobie pozorovania bol -0,28 mm.

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Bratislava-Mudroňova ul. (indikatív 17100) bol v roku 2008 608,7 mm bez úhrnu zrážok za december (v decembri stanica prerušila prevádzku).

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 27 (stanica Bratislava-Mlynská dolina, indikatív 11810), v zime 2007/2008 sa zvýšil na 65 dní.

#### *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 parciálne prejavy nestability na skalnej stene.

#### **2.1.4.28 Lokalita Pezinská Baba**

##### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita sa nachádza vo svahu asi 1200 m západne od horského sedla Baba smerom na obec Pernek. Na základe regionálneho geomorfologického členenia (Lukniš a Mazúr, 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 svahu dosahuje miestami až 10 m.

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú biotitické svorové ruly a pararuly v rozličnom stupni zvetrania – od slabo zvetraných hornín cez silno zvetrané až po regolit. Uvedené horniny vznikli v dôsledku kontaktnej metamorfózy pôvodných psamitických a pelitických sedimentov. Textúry sú výrazne bridličnaté, usmernené a páskované, čo podmieňuje výraznú anizotropiu inžinierskogeologických vlastností a takisto pomerne rýchle procesy zvetrávania a uvoľňovania skalných úlomkov až blokov.

#### *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 (2) a v októbri roku 2006 stanovisko 3, na ktorom bolo v tom istom mesiaci vykonané základné meranie (obr. 2.1.89, príl. 1.28). V rokoch 2007 a 2008 pokračovali merania mikromorfologických zmien na oboch stanoviskách, ako aj zber údajov o zrážkových úhrnoch a počte mrazových dní zo staníc SHMÚ.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008*

##### *a/ Merania mikromorfologických zmien*

V rokoch 2007 a 2008 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien: 16. apríla a 10. septembra 2007, 5. mája a 28. októbra 2008.

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú zatiaľ výrazne rozdielne vzhľadom na krátkosť monitorovacieho obdobia. Na stanovisku 2 (obr. 2.1.90) bol za obdobie rokov 2006 až 2008 zaregistrovaný ústup masívu - 0,93 mm, čo predstavuje priemerne -0,31 mm/rok. V rokoch 2007 a 2008 bol priemerný ústup masívu +0,01 mm, čo indikuje nepatrné „vydutie“ masívu; avšak v bode 1 už došlo k výraznému vypadnutiu úlomku, pričom hodnota ústupu masívu v tomto bode dosiahla -1,62 mm a za celé sledované obdobie -4,1 mm.

Na stanovisku 3 v monitorovacom období v rozpätí rokov 2006 až 2008 je priemerná hodnota zmeny morfológie masívu +2,69 mm, čo svedčí o výraznom „napučívaní“ masívu, t. j. otváraní diskontinuití bridličnatosti, zrejme v dôsledku mrazového pôsobenia rozpínajúceho sa ľadu v puklinách, s predpokladom vypadávanie odseparovaných fragmentov v blízkej budúcnosti. Najvýraznejšiu zmenu možno pozorovať v bode 3 (obr. 2.1.90), kde „vydutie“ masívu dosiahlo +12,44 mm. V rokoch 2007 a 2008 bol priemerný ústup masívu -0,08 mm.

##### *b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní*

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Pernek (indikatív 16180) v roku 2008 bol 780,7 mm.

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 47 (stanica Modra-Piesok, indikatív 11833), v zime 2007/2008 sa zvýšil na 87 dní.

## *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Výsledky meraní potvrdzujú predpoklad, že v záreze cesty treba rátať so zvýšeným opadávaním úlomkov, ktoré môže v blízkej budúcnosti ohroziť dopravu na frekventovanej komunikácii.

Vzhľadom na to možno považovať za účelné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach s rovnakou frekvenciou (t. j. vykonávať jarne a jesenné meranie obidvoch stanovísk).

### **2.1.4.29 Lokalita Lipovník**

#### *Stručná charakteristika lokality*

Lokalita sa nachádza v odreze štátnej cesty 1. triedy v úseku Lipovník – Jabložov nad Turňou. 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. 2.1.91).

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.

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 jednorazové 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 2007 a 2008 merania mikromorfologických zmien na vybranom úseku povrchu skalnej steny. Frekvencia zberu údajov bola 2-krát ročne. Súčasne sa vykonával zber údajov o zrážkových úhrnoch a počte mrazových dní zo staníc SHMÚ.

#### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

##### *a/ Merania mikromorfologických zmien*

V rokoch 2007 a 2008 sa uskutočnili 4 merania zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien: 5. apríla a 9. novembra 2007 a 17. marca a 1. decembra 2008.

Namerané hodnoty mikromorfologických zmien povrchu terénu v rámci jednotlivých meracích bodov sú pomerne nízke, ich rozsah sa pohybuje od -0,18 do -0,96 mm.rok<sup>-1</sup> (obr. 2.1.92, príl. 1.29). V záujme zlepšenia prehľadnosti sú na obr. 2.1.92 vynechané jarne merania v niektorých rokoch, príl. 1.29 však obsahuje všetky doteraz realizované merania v tabuľkovej forme.

Celkový priemerný úbytok hmoty masívu za celé pozorované obdobie 13 rokov predstavuje -6,49 mm, priemerný ústup masívu za rok je -0,50 mm. V období rokov 2006 až

2008 však táto hodnota bola v rozmedzí od +1,46 do -10,66 mm, čo signalizuje výrazné vypadávanie úlomkov. Priemerná hodnota ústupu masívu za posledný rok bola -2,76 mm, čo svedčí o akcelerácii odlupovania úlomkov. Ústup masívu je relatívne rovnomerný v rámci celého monitorovacieho obdobia, skúšky odolnosti voči zvetrávaniu (Slake durability test) naznačujú rozhodujúci podiel mechanického zvetrávania – odlupovanie šupiniek zbridlíchnatených hornín.

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180) v roku 2007 bol 705,9 mm, v roku 2008 klesol na 658,7 mm.

Počet mrazových dní v zime 2006/2007 bol 80 (stanica Rožňava, indikatív 11944), v zime 2007/2008 sa zvýšil na 114 dní.

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Podľa výsledkov merania sa zvetrávanie hornín a rozvoľňovanie masívu začína v poslednom období zrýchľovať. Preto sa domnievame, že v meraniach je potrebné pokračovať, pri terénnych hodnoteniach sa sústrediť na polohy menej odolných slienitých bridlíc a identifikovať prípadné potenciálne bloky, ktoré by mohli vypadnúť zo steny a ohroziť premávku na frekventovanej cestnej komunikácii.

#### **2.1.4.30 Lokality 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 oboch 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. 2.1.93).

Materiál vlastného stabilizačného násypu pozostáva z nehomogénnych, veľmi rôznorodých navážok. Ide prevažne o íly s premenlivým obsahom pevných úlomkov vulkanických hornín, menej pieskocov a zlepcov. Hrúbka navážok závisí od konfigurácie telesa násypu; maximálna je v mieste pôvodného koryta Handlovky a vzhľadom na pokračujúce ukladanie materiálu sa postupne zväčšuje (obr. 2.1.94). Žiaľ, v poslednom období dochádza k nekoordinovanému ukladaniu rôznych nevhodných materiálov, v dôsledku čoho boli napríklad v roku 2008 na západnom okraji násypu (neďaleko od vtokového objektu Nepomenovaného potoka) identifikované akumulácie neznámych viskózných látok (obr. 2.1.95).

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, prachocov a slieňocov. 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 počiatkový 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, 2008).

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

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 2007 a 2008 sú zhrnuté v tab. 2.1.26.

### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008 a za celé obdobie pozorovania*

Situovanie pozorovaných objektov je na obr. 2.1.96 a 2.1.97. Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2007 a 2008 sú zhrnuté v príl. 1.30.

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 2007 a 2008 boli na všetkých šiestich indikačných bodoch prekrytia (obr. 2.1.96) vykonané výškové merania. Polohové meranie bolo vykonané iba na výtokovom objekte na bode VO.

Namerané hodnoty posunov bodov sa porovnávajú s medznými pozdĺžnymi (v smere údolia) a priečnymi (kolmo na smer údolia) posunmi, definovanými v každom roku v technicko – bezpečnostných kritériách. V roku 2008 predstavoval medzný pozdĺžny posun hodnotu -34 mm a medzný priečny posun  $\pm 43$  mm. Poloha hlavného indikačného bodu VO preukázala v roku 2008 posunutie (v porovnaní s polohou v roku 1991) v priečnom smere +8,5 mm a v pozdĺžnom smere -9,9 mm (príl. 1.30). Tieto hodnoty majú bezpečný odstup od definovaných medzných posunutí.

Výškové zmeny indikačných bodov OŠ1, OŠ2 a OŠ3 nepresahujú veľkosťou a smerom pozdĺžny posun bodu VO. Jeho posun v smere toku má veľkosť asi 1 mm za 2 roky. Ak predpokladáme, že priečna tuhosť prekrytia je približne štvornásobná v porovnaní s pozdĺžnou tuhosťou, potom priečne posuvy bodov OŠ1, OŠ2 a OŠ3 sú menšie ako priečny pohyb hlavného indikačného bodu VO. Bod VO za uplynulý rok poklesol o 0,3 mm, bod OŠ2 o 54,5 mm a v bodoch OŠ2 a OŠ3 bol zaznamenaný zdvih (0,8 mm, resp. 1,1 mm). Priemerná intenzita medziročných poklesov bodu OŠ2 za posledných päť rokov je 6,6 mm. Možno predpokladať, že intenzita medziročných poklesov hlavných indikačných bodov sa vo všetkých meraných bodoch bude trvalo znižovať (Hagara, Nagy, 2008).

b/ Meranie priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka

Meranie priečných deformácií prekrytia oboch tokov sa vykonáva od roku 1992, keď bolo v potrubí vybudovaných 48 meracích staníc. Meranie sa uskutočňovalo až do roku 2004 každoročne 2-krát v priebehu roka. V roku 2005, po prekategORIZOVANÍ stavby, bolo dohodnuté meranie uskutočňovať 1- krát v priebehu roka.

Každá skupina merania konvergencií podzemných konštrukcií 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.

V roku 2005 sa meracie stanice 5L, 9L a 10L stali nepoužiteľnými v dôsledku silnej kalcifikácie obvodového plášťa. Meranie priečných rozmerových zmien ocelového potrubia sa v rokoch 2007 a 2008 teda vykonalo na 45-tich meracích staniach (obr. 2.1.96, príl. 1.30), vrátane novej lokalizácie dutín medzi pancierom a nosným železobetónom. Okrem toho sa presne zmerala teplota panciera a ovzdušia. Vzhľadom na koróziu meraných dotkových terčov na meracích staniach sa pôvodná stredná chyba merania zmenila z hodnoty  $\pm 0,07$  mm na hodnotu  $\pm 0,15$  mm. Výsledky merania sú zhrnuté v príl. 1.30.

Zo štatistického spracovania výsledkov meraní vyplýva, že vplyvom deformačnej voľnosti ocelového potrubia a postupným narastaním vrstvy prekrytia sa vertikálny diameter potrubia znižuje a horizontálny narastá (obr. 2.1.98).

Najväčšie deformácie ľavého potrubia boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch zaznamenané v bode 2L (rozšírenie v horizontálnom smere +4,725 mm a stlačenie vo vertikálnom smere -3,575 mm) a v pravom potrubí v bode 12P (stlačenie vo vertikálnom smere -4,850 mm i v horizontálnom smere -3,225 mm). Z posledných šiestich meraní bola vyčíslená prognóza očakávaných deformačných veličín pre rok 2009 na všetkých meraných staniach (obr. 2.1.99). Vzhľadom na ustálenie veľkosti rozdielov za posledné 4 roky boli

prognózy deformácií definované lineárnymi rovnicami, ktoré lepšie vystihujú prognózované veličiny (Hagara, Nagy, 2008).

V rámci riešenia úlohy bol podrobne zdokumentovaný stav potrubia Handlovky a Nepomenovaného potoka. Na základe zistených skutočností možno konštatovať, že potrubia plnia v plnom rozsahu svoju funkciu. Trhliny, zistené pri prehliadkach potrubia neovplyvňujú zatiaľ statickú únosnosť konštrukcie, avšak indikujú pozície so zvýšenou pozdĺžnou deformačnou aktivitou (pozdĺžnym zakrivovaním). Únik vody cez porušené zvary skracaje životnosť panciera a nosnej železobetónovej konštrukcie (Hagara, Nagy, 2008).

#### 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 z pôvodných 59 meracích objektov v roku 2008 merateľných 40 objektov, 11 objektov bolo zapchatých a 2 zničené. 6 objektov bolo prevažnú dobu suchých, avšak ponechaných na pozorovanie (obr. 2.1.97, príl. 1.30). Z funkčných objektov sa vybraných 26 premeriavalo s týždenným intervalom a 20 s mesačným intervalom (tab. 2.1.26).

Výsledky meraní, uskutočnených v roku 2007 i 2008 sú zhrnuté na obr. 2.1.100 a v príl. 1.30. Kolísanie hladiny vody nad 5 m bolo v priebehu roku 2008 zaznamenané vo vrtoch H-5 (5,06 m), NV-110 (10,68 m), PV-19A (7,72 m) a PV-19B (7,91 m). V porovnaní s rokom 2007 bolo kolísanie vody vo vrtoch väčšie. Priemerná hĺbka HPV určená zo všetkých pozorovaných objektov sa oproti roku 2007 prakticky nezmenila a v roku 2008 predstavovala 8,03 m pod povrchom terénu.

#### 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 sa oproti roku 2007 prakticky nezmenila – mierne poklesla z  $491,48 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  v roku 2007 na  $486,40 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  v roku 2008 (obr. 2.1.100 a príl. 1.30).

#### e/ Merania zrážkových úhrnov

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

#### *Zhrnutie výsledkov a upozornenia*

Monitorovacie pozorovania na SN v Handlovej preukázali v roku 2008 stabilný stav vlastného telesa násypu, jeho hlavných konštrukčných prvkov, ako i bezprostredného okolia tohto vodohospodárskeho diela.

K najdôležitejším zisteným skutočnostiam za rok 2008 patrí z hľadiska merania pohybov podložia preukázanie prakticky nulových pozdĺžnych pohybov všetkých pozorovaných bodov. Veľkosť sadania podložia pod násypovým telesom prebieha v medziach pružno-plastických a nachádza sa v dostatočne veľkej vzdialenosti od medzného stavu konečného pretvorenia podložia. Priebežné navážanie vyťažovaných materiálov z bane na Stabilizačný násyp si vynucuje potrebu vo všetkých doterajších meraniach pokračovať s minimálne doterajšou frekvenciou.

Z hľadiska deformácií oceľového potrubia možno i v roku 2008 konštatovať rastúcu tendenciu záporných hodnôt deformácií v smere horizontálnom a kladných hodnôt v smere vertikálnom. Vzhľadom na variabilitu nameraných výsledkov nie je zatiaľ možné definovať medzné deformácie potrubia. Z vykonaných analýz a štatistického spracovania výsledkov

vyplýva, že príčinou väčších zmien diametru panciera môže byť okrem teploty vzduchu a panciera i nepravidelné rozloženie vzduchových medzier za pancierom a pôsobiaci tlak vzduchu. Trhliny zistené pri prehliadkach potrubia neovplyvňujú zatiaľ statickú únosnosť konštrukcie.

Z hľadiska odvodnenia Stabilizačného násypu treba upozorniť predovšetkým na nepriaznivý stav pravostrannej priekopy medzi štátnou cestou I/50 a východným okrajom Stabilizačného násypu, ktorá je od roku 2004 zanesená prívalovým bahnom z násypu a jej funkčnosť sa podstatne znížila. V dôsledku zmien postupu pri budovaní násypu v posledných rokoch vznikla v jeho strednej časti rozsiahla plocha s pozdĺžnym spádom menším, ako 2 %, ktorá je prakticky pre všetky malé i veľké vodné zrážky neschopná odvádzať vodu. Napriek odpareniu značná časť tejto vody vsakuje do podlažia, čo vedie k postupnému zvyšovaniu HPV v násype. Tieto skutočnosti je preto nevyhnutné zohľadňovať pri plánovaní spôsobu ďalšieho ukladania materiálu. Odvodnenie prostredia a jeho bezpečnosť podmieňuje i technické obnovenie funkčnosti pravostrannej záchytnej priekopy pri ceste I/50 (Hagara, Madaj, 2008).

Monitorované dielo zodpovedá tretej kategórii stavby v súlade s vyhláškou 524/2002 Z.z., z čoho vyplýva nevyhnutnosť vykonávania pozorovaní v definovanom rozsahu. Ide teda i v budúcnosti o pokračovanie merania pohybov prekrytia i meranie priečných rozmerových zmien potrubia, ako aj o režimové pozorovania zmien HPV a výdatnosti hlavného drénu.

#### **2.1.4.31 Lokality 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. Z geologického hľadiska ide o prostredie veporského kryštallického masívu. Horný tok Ipeľa v záujmovom území pretína horninové sekvencie kráľovoohľského a kohútskeho pásma veporika a sleduje regionálnu, tzv. muránsko-divínsku poruchovú zónu. Kým v kráľovoohľskom pásme (SZ od poruchovej línie) prevládajú rôzne typy granitoidov, v kohútskom pásme (JV od poruchového pásma) sú prítomné najmä migmatity.

Podľa projektového riešenia sa uvažuje s realizáciou dolnej nádrže v údolí Ipeľa (teda vlastne v priestore regionálnej tektonickej poruchy) a hydraulický obvod vrátane kaverny vodnej elektrárne má byť umiestnený v masíve, budovanom prevažne migmatitmi kohútskeho pásma. V tomto prostredí má byť lokalizovaná i horná nádrž PVE v priestore obce Ďubákovo (obr. 2.1.101).

##### *Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2007 a 2008*

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. Lokality 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 monitoringu zložiek geologického prostredia sa aj v roku 2008 pozorovali a zhodnocovali klimatické a hydrologické pomery, hydrogeologické pomery, kvalita podzemných vôd a geodynamické pomery. Výsledky pozorovaní sú zhrnuté v priebežnej správe (Matejček, 2008).

Z hľadiska posudzovania stability územného celku sa v rokoch 2007 a 2008 nevykonalo žiadne geodetické meranie. Preto v stručnosti iba opakujeme výsledky doteraz uskutočnených meraní a hodnotíme hydrologický charakter roku 2008.

#### 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 (obr. 2.1.101).

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 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. V 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). V 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). V 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. Potvrdzuje to odôvodnené predpoklady o určitej tektonickej aktivite územia (Ondrášik, 2004). Vzhľadom na skutočnosť, že vývoj tektonických pohybov nie je rovnomerný, ale prebieha zvyčajne skokovite (najčastejšie v obdobiach zvýšenej seizmickej aktivity, ktoré sa prejavovali i v roku 2008) bude opakované meranie geodetickej siete uskutočnené v roku 2009.

#### b/ Terénna obhliadka

Na základe terénnej obhliadky v lete 2008 možno konštatovať, že ani v tomto roku neboli identifikované žiadne povrchové zmeny, indikujúce zhoršenie stabilitných pomerov v priestore projektovaného hydraulického obvodu PVE.

#### c/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Málinec v roku 2007 bol 730,2 mm. V roku 2008 mierne klesol na 712,6 mm.

## Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky geodetických meraní z roku 2004 boli zhodnotené už v predchádzajúcich správach – možno zopakovať, že 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 pravidelne opakovaných terénnych pozorovaní stabilný.

V geodetickom monitoringu je potrebné pokračovať i naďalej. Vzhľadom na to, že ide o náročné a nákladné meranie a zistené posuvy bodov sú relatívne malé, v budúcnosti možno zachovávať dlhší interval medzi jednotlivými etapami merania. Nové premeranie geodetickej siete sa pripravuje na rok 2009.

## 3 Záver

### Zosuvy a iné svahové deformácie

V rámci pod systému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2008 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvania (15 pozorovaných lokalít), plazenia (4 lokality) a náznakov aktivácie rútvých pohybov (10 lokalít). Samostatnú skupinu špecifických prípadov hodnotenia stability prostredia tvoria lokality územia projektovanej PVE Ipeľ a Stabilizačného násypu v Handlovej. Celkovo sa teda v rámci pod systému 01 monitorovalo 31 lokalít.

Lokality zo skupiny **zosúvania** sa monitorovali súborom metód (geodetických, inklinometrických, meraniami poľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE a režimovými pozorovaniami), ktoré sa aplikovali v rôznom počte a s rôznou frekvenciou v závislosti od celospoločenského významu pozorovanej lokality. Na 6 lokalitách sú umiestnené automatické hladinomery (celkovo 13 ks), zaznamenávajúce kontinuálne v intervale 1 hodiny hĺbku hladiny podzemnej vody, z toho 2 sú opatrené systémom včasného varovania, prepojeným on-line so strediskom monitorovania. Z najdôležitejších výsledkov monitorovania zosuvov v roku 2008 treba uviesť:

- Azda najvýraznejšie zmeny oproti meraniam z predchádzajúceho roku boli zistené na lokalite **katastrofálneho handlovského zosuvu**. V nadväznosti na pomerne veľkú deformáciu, ktorá bola metódou presnej inklinometrie nameraná vo vrte GI-1 v predchádzajúcom roku, pri meraní v júni 2008 bola za obdobie 13 mesiacov zistená deformácia až 42,78 mm. Takáto deformácia charakterizuje aktívny svahový pohyb v odľučnej oblasti zosuvu, ktorý je viazaný pravdepodobne na samostatný blok, v ktorom je situovaný predmetný inklinometrický vrt. Možno odôvodnene predpokladať, že aktívnym pohybom bol tento monitorovací vrt porušený a merania v ďalšom období v ňom už nebude možné realizovať. Výrazné zvýšenie napätostného poľa v okolí vrtu GI-1 preukázali i merania PEE uskutočnené koncom septembra. V ostatných vrtoch, umiestnených v nižších častiach svahu takéto anomálne prejavy zaznamenané neboli, čo svedčí o priaznivom stabilizačnom vplyve rozsiahlych sanačných opatrení, predovšetkým Stabilizačného násypu, zabezpečujúceho pätu zosuvného svahu.
- Stále prejavy pohybovej aktivity sú zaznamenávané na zosuve pri obci **Veľká Čausa**. Najvýraznejšia deformácia, nameraná inklinometricky v predchádzajúcom roku vo vrte VČ-8 spôsobila porušenie tohto vrtu a teda jeho nemerateľnosť v roku 2008. Výraznejšie nárasty deformácií boli zachytené vo vrtoch v priestore transportačnej a akumuláčnej oblasti zosuvu v blízkosti obývanej časti obce (vrty VČ-9, VČ-10 a VE-4). Náznaky pohybovej aktivity zosuvného územia boli čiastočne potvrdené i výsledkami geodetických

meraní (polohová zmena bodu P16, poklesy bodov P13, P26 a P29). Nárast napätostnej aktivity v rovnakých častiach zosuvu ilustrujú aj výsledky meraní poľa PEE. Viacero výsledkov monitorovacích meraní naznačuje, že pohybová aktivita zosuvných hmôt sa postupne prenáša do nižších častí zosuvného územia, nachádzajúcich sa na kontakte s obývaným areálom obce. Absencia údržby sanačných zariadení spôsobuje nepriaznivé zmeny morfológie terénu, prejavujúce sa prehlbovaním bezodtokových depresíí.

- Mierny nárast deformácií i hodnôt napätostného poľa bol zaznamenaný na zosuve pri **Dolnej Mičinej**. Vo vrte JM-14 v centrálnej časti zosuvu bola zistená jeho nepriechodnosť už od hĺbky 1 m. Trend mierneho zvýšenia deformácií (oproti predchádzajúcemu roku) bol zistený inklinometrickými meraniami vo vrtoch JM-8 a JM-15 a trvalo vysoké hodnoty poľa PEE sa prejavujú v okolí vrtoch JM-2 a JM-18, čiastočne i JM-9. Na lokalite naďalej pokračuje intenzívny rozvoj procesov erózie, ktoré výrazne znehodnocujú sanovanú časť svahu.
- Azda najväčšiu pozornosť nielen odbornej, ale i laickej verejnosti vyvolala havária plynovodu v zosuvnom území neďaleko obce **Slanec** v marci 2008. Haváriu spôsobil celý súbor príčin, no nesporne jednou z nich bol pomalý pohyb zosuvných hmôt, v ktorých je potrubie uložené. Napriek tomu, že havária bola lokalizovaná mimo monitorovaného zosuvného územia, skutočnosť, že nastala v rovnakom geologickom prostredí a v nevelkej vzdialenosti od pozorovaného územia, vyvolala zaslúženú pozornosť. Žiaľ, na lokalite Slanec-TP (tranzitný plynovod) sa vykonávajú iba režimové pozorovania, ktorými v roku 2008 neboli zaznamenané žiadne výraznejšie anomálie. Vzhľadom na dôležitosť lokality boli zástupcovia Slovenského plynárenského priemyslu písomne upozornení na nevyhnutnosť aplikovať na tejto lokalite komplex pozorovacích metód.
- Po extrémnych deformáciách, nameraných geodeticky v rokoch 2006 a 2007 na lokalite **Okoličné**, možno na základe monitorovacích meraní v roku 2008 (inklinometrických i geodetických) konštatovať určitú stabilizáciu územia. Pokles pohybových aktivít (v porovnaní s predchádzajúcim rokom) bol inklinometrickými meraniami zaznamenaný aj na lokalite **Bojnice**. Treba však upozorniť, že na tejto lokalite boli geodetickými metódami zistené polohové zmeny až nad 30 mm (v bodoch B\_7 a B\_8) v priestore východného dielčieho zosuvu. Stagnácia až pokles polohových zmien (oproti predchádzajúcemu roku) boli namerané inklinometrickými a geodetickými meraniami na lokalite **Fintice**.
- Nárast hodnôt poľa PEE bol zistený v niektorých vrtoch (JK-2 a JK-3) v transportačnej oblasti zosuvu **Handlová-Kunešovská cesta**. Na lokalite **Hlohovec-Posádka** sa vysoké hodnoty poľa PEE koncentrujú v spodných častiach vrtoch HSJ-25, HSJ-26 a HSJ-32 a predovšetkým vo vrte HSJ-33 v severnej časti monitorovaného územia, v ktorom bol v hĺbke 20 až 35 m počas jarného merania zistený pomerne vysoký stav napätosti. Na lokalite **Vištuk** bol vysoký stupeň aktivity poľa PEE nameraný počas jarného merania vo vrtoch J-25 a J-26 (v centrálnej časti zosuvného územia) a výrazné stúpnutie hodnôt poľa na jeseň bolo zistené vo vrtoch J-12 a J-23 v západnej časti zosuvného územia.
- Na lokalite **Handlová-Morovnianske sídlisko** vystupuje hladina podzemnej vody vo vrtoch s automatickými hladinomermi opakovane na úroveň terénu počas jarných mesiacov. Na lokalite **Lubietová** boli na požiadanie starostu obce zhodnotené výsledky monitorovania za predchádzajúce roky. Na základe meraní v roku 2008 bol stabilizovaný stav konštatovaný na sanovanom zosuve v obci **Kvašov** i na lokalite **Liptovská Mara**. Konečne, stav zosuvného územia v intraviláne obce **Malá Čausa** sa výrazne nemení a vzhľadom na to, že pozorované zosuvné územie v súčasnosti stratilo prvoradý celospoločenský význam, navrhli sme aktívne monitorovanie v roku 2008 skončiť.

Pohyby charakteru **plazenia** sa monitorovali mechanicko-optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanických Slanských vrchov – **Veľká Izra, Sokol**

**a Košický Klečenov.** V roku 2007 bol dilatometer inštalovaný i na lokalite **Jaskyňa pod Spišskou** v Levočských vrchoch. Merania na týchto lokalitách sa vykonávajú pravidelne cca 4-krát za rok. Na všetkých pozorovaných lokalitách pokračuje doterajší trend posunov. Kým na lokalite Sokol možno konštatovať určitú stagnáciu pohybu, na lokalitách Košický Klečenov a Veľká Izra bola zaznamenaná skokovitá zmena pri koncoročnom meraní, čo možno považovať i za reakciu na seizmickú udalosť v širšom regionálnom merítku.

Náznaky aktívácie **rúťivých pohybov** sa monitorovali metódami digitálnej fotogrametrie, dilatometrickými meraniami, ako aj meraniami mikromorfologických zmien povrchu skalných odkryvov.

Na lokalitách s najväčším počtom aplikovaných monitorovacích metód (**Banská Štiavnica, Demjata a Harmanec**) neboli v roku 2008 zaznamenané žiadne výrazné zmeny. Uvoľňovanie skalných úlomkov bolo zistené v priestore monitorovania mikromorfologických zmien na východnom okraji monitorovaného zárezu v Banskej Štiavnici (identifikovaný bol vypadnutý úlomok hrúbky 16,2 mm). Na ďalších lokalitách monitorovania mikromorfologických zmien povrchu skalných stien boli najvýraznejšie zmeny zaznamenané na **Pezinskej Babe** (na stanovisku 3) a **Starine**. Na ďalších lokalitách (**Handlová, Slovenský raj – Pod večným dažďom, Jakub, Bratislava – Železná studnička a Lipovník**) prebehli merania v štandardnom režime, pričom v roku 2008 neboli identifikované žiadne výrazné zmeny.

Do **špecifickej skupiny** lokalít hodnotenia stability zaraďujeme perspektívne územie výstavby **PVE Ipeľ**, kde ani v roku 2008 neboli uskutočnené geodetické merania a monitorovanie sa redukovalo iba na terénne obhliadky územia. Ďalšia etapa geodetického premerania siete pozorovaných bodov by sa mala uskutočniť v roku 2009.

Na lokalite **Stabilizačného násypu v Handlovej** bolo na základe výsledkov geodetických meraní konštatované, že veľkosť sadania podložia pod násypovým telesom prebieha v rámci pružno-plastických deformácií a nachádza sa v dostatočnej vzdialenosti od medzného stavu konečného pretvorenia podložia. Treba však zdôrazniť, že priebežné navážanie vyťažených materiálov z bane na Stabilizačný násyp podmieňuje nevyhnutnosť ďalšieho pokračovania a vyhodnocovania meraní. Deformácia samotného oceľového potrubia, prevádzajúceho vody Handlovky a Nepomenovaného potoka pod násypom sa postupne v dôsledku sadania objektu prekrytia od priťažovacieho násypu začína prejavovať čoraz zreteľnejšie. Dôležitou podmienkou dlhodobej bezporuchovej prevádzky Stabilizačného násypu je obnovenie funkčnosti jeho odvodnenia; meraniami a obhliadkou bola zistená nefunkčnosť viacerých povrchových odvodňovacích zariadení.

Okrem uvedených konkrétnych výsledkov monitorovania treba upozorniť na ďalšie skutočnosti a poznatky, získané počas riešenia úlohy v roku 2008.

Súčasťou riešenia bolo zabezpečenie viacerých technických opatrení na skvalitnenie samotného procesu monitorovania. V rámci týchto činností treba uviesť opravu a opätovné sfunkčnenie dôležitého inklinometrického vrtu JO-1 na lokalite Okoličné, ktorý bol poškodený vonkajším zásahom v roku 2007. Na lokalite Veľká Čausa bol v exponovanej časti zosuvu v októbri 2008 realizovaný nový vrt, v ktorom sa pripravuje v spolupráci s firmou Geoexperts, Žilina inštalácia kontinuálneho inklinometra začiatkom roku 2009. Ide o prvú pokusnú prevádzku tohto originálneho prístroja na Slovensku.

Počas monitorovania v roku 2008 boli opätovne konštatované viaceré skutočnosti, na ktoré sme upozorňovali už v predchádzajúcich rokoch – ide predovšetkým o pokračujúce zhoršovanie stavu monitorovacích a sanačných zariadení na viacerých pozorovaných lokalitách v dôsledku ich starnutia, ale aj vonkajšími zásahmi. Tieto nepriaznivé skutočnosti vedú často k zhoršovaniu stabilitného stavu pozorovaných svahov.

Prvoradou snahou riešiteľov úlohy je v čo najširšej miere oboznamovať zodpovedné orgány i obyvateľov postihnutých území o aktuálnych výsledkoch monitorovania\_zosuvných

svahov. V rámci týchto aktivít je úplná informácia o výsledkoch monitorovania za predchádzajúce roky umiestnená a pravidelne aktualizovaná na webovej stránke ŠGÚDŠ. Navyše, v roku 2008 boli starostovia príslušných obcí, resp. správcovia objektov oboznámení s aktuálnym stabilným stavom svahov a súčasne bol navrhnutý optimálny spôsob ďalšieho monitorovania s prípadným priamym spolupôsobením miestnych samospráv. Písomné informácie boli v novembri 2008 poslané primátorom miest Handlová a Bojnice, starostom obcí Bojničky a Vinohrady nad Váhom (lokalita Hlohovec-Posádka), Dolná Mičiná, Fintice, Kvašov, Malá Čausa, Veľká Čausa a Vištuk, ako aj na Generálne riaditeľstvo ŽSR (lokalita Okoličné), Slovenský plynárenský priemysel (lokalita Slanec-TP) a Slovenskému vodohospodárskemu podniku (lokalita Liptovská Mara). Kópie týchto informácií boli odoslané na Sekciu geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia SR a na Úrad civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR.

## Literatúra

### *Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007)*

- Antonická, B., Fussgänger, E.: Olšavica – vrch Spišská a okolie, svahové poruchy. Manuscript - Geofond, Bratislava, s. 1 – 17, 1998
- Bitterer, L.: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. 54. etapove meranie. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Fraštia, M.: Fotogrametrické vyhodnotenie stability skalných zárezov. Lokality Banská Štiavnica a Demjata. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 14 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Fraštia, M.: Monitoring havarijných zosuvov na Hornej Nitre. Lokalita Veľká Čausa. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 12 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- 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.: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory – 01 Zosuvy a iné svahové deformácie. Čiastková záverečná správa. INGEO-ighp, spol. s r. o., Žilina, 18 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Gross, P. (ed.), Buček S., Ďurkovič, T., Filo, I., Maglay, J., Halouzka, R., Karoli, S., Nagy, A., Spišák, Z., Žec, B., Vozár, J., Borza, V., Lukáčik, E., Janočko, J., Jetel, J., Kubeš, P., Kováčik, M., Žáková, E., Mello, J., Polák, M., Siráňová, Z., Samuel, O., Snopková, P., Raková, J., Zlinská, A., Vozárová, A., Žecová, K.: Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1:50 000. Vyd. ŠGÚDŠ Bratislava, 1999
- 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, (Meranie pohybov podložia) 18 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008

- Hagara, R., Madaj, M.: Správa o stave potrubí Handlovky a Nepomenovaného potoka. Správa o odvodnení stabilizačného násypu. Banské projekty, spol. s r. o., III. časť, 19 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Hric, V., Panek, M.: Vištuk – sanácia zosuvného územia. Podrobný prieskum. IGHP Žilina. Manuskript, 30 s., 1986
- Hric, V., Sikora, J.: Kvašov - zosuv, Orientačný IG prieskum. Žilina: IGHP, 47 s., 34 príloh, 1985
- Imrich, P., Kováčik, M., Bóna, J., Majerníčková, F.: Geological control of the gravitational processes in the Spišská Hill pseudokarst region (Levočské Vrchy Mts., Slovakia). Nature Conservation, 63, 47 – 55, 2007
- Chribík, J.: Správa z merania pozorovacích bodov v lokalite Kunešov. 2 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- 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. INGENIO, a.s.. Manuskript, 31 s., Žilina, 1999
- Jadroň, D., Mokrý, M.: Monitoring sanovaného zosuvu na štátnej ceste Bojnice – Opatovce/Nitrou. In zborník referátov z 5. Slovenskej geotechnickej konferencie „Optimalizácia geotechnických štruktúr“. Stav. fakulta STU, s. 61 – 68, Bratislava, 2001
- 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
- Kopecký, M.: Vplyv klimatických a hydrogeologických pomerov na vznik zosuvov. Dizertačná práca. Archív Katedry inžinierskej geológie PRIF UK. Manuskript, 168 s., Bratislava, 2002
- Kopecký, M.: Monitoring lokality Liptovská Mara. STU v Bratislave, Fakulta stavebná, Katedra geotechniky. 15 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- 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.: Fintice – meranie posunov. 12. etapa. Geotop Košice, spol. s r. o., 5 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha, 1986
- Matejček, A.: PSP PVE Ipeľ 2008 – monitoring horninového prostredia. Geofos, spol. s r. o., 61 s., Žilina, 2008
- 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, Ľ.: Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s., Bratislava, 2000
- Mokrá, M., Jadroň, D., Beracko, I., Zuberec, M.: Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky. Záverečná správa. Archív INGEO – ighp, spol. s r.o. Manuskript, 92 s. a prílohy, Žilina, 2004
- Nemčok, A.: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, vyd. Slov akadémie vied, 319 s., Bratislava, 1982
- Němec, R.: Monitoring havarijných zosunov na Hornej Nitre. Katastrálne územie Bojnice. Hornonitrianske bane, Prievidza, 5 s. a príloha, Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Němec, R.: Monitoring havarijných zosunov na Hornej Nitre. Katastrálne územie Veľká Čausa. Hornonitrianske bane, Prievidza, 5 s. a príloha, Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- 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.: Hlohovec - Sered' - prieskum a sanácia zosuvov. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. 141 s. IGHP Bratislava, 1983
- Petro, Ľ, Stercz, M.: Inžinierskogeologické posúdenie lokality Fintice. Manuskript, 7 s., GS SR, Regionálne centrum, Košice, 1998
- Petro, Ľ., 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
- 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, 10 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Vybíral, V.: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava, 2008
- Wagner, P., Scherer, S., Jadroň, D., Mokrá, M., Vybíral, V.: Analysis of landslide monitoring results. Proceed. of the 1<sup>st</sup> European Conference on Landslides, A.A. Balkema Publishers, s. 471-476, Praha, 2002