

**MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

**ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA**

817 04 Bratislava, Mlynská dolina 1, tel.:421-7-59375 111, fax:421-7-54771 940



**ČIASTKOVÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM  
GEOLOGICKÉ FAKTORY**

**Stav k 31.12.2002**

Vypracoval: RNDr. Alena Klukanová, CSc

Schválil: Doc. RNDr. Michal Kaličiak, CSc.  
riaditeľ ŠGÚDŠ

Bratislava, január 2003

## Úvod

Z rozboru stavu monitorovania životného prostredia vyplýva, že monitorovacie činnosti sú zabezpečované vzájomne previazanými čiastkovými monitorovacími systémami (ČMS), ktoré plnia prevažne rezortné úlohy. Cieľom bolo dobudovať čiastkové monitorovacie systémy tak, aby tvorili homogénny, previazaný celok schopný podať čo najobjektívnejšiu výpoveď o stave životného prostredia. Uznesenie vlády č. 7 zo dňa 12.1.2000 prijalo koncepciu dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí a uložilo príslušným ministrom aktualizovať projekty čiastkových monitorovacích systémov v súlade s prijatou Koncepciou dobudovania a v nich termínovo vyjadriť technické, organizačné, metodické a finančné zabezpečenie dobudovania monitorovacieho systému. Na základe jednotnej osnovy boli pripravené projekty jednotlivých ČMS. Z takto pripravených projektov vznikol jeden súborný.

Čiastkový monitorovací systém geologické faktory je súčasťou Monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. Je systémom otvoreným a v súčasnej dobe pozostáva z 13 podsystémov.

Monitorovanie geologických faktorov pokračovalo v roku 2002 v zmysle projektu prác ZoD 152/2000/7.2. a v súčasnej dobe sa spracováva správa za rok 2002.

### 01/ Zosuvy a iné svahové deformácie

Najdôležitejšie výsledky, získané počas monitorovania v roku 2002 možno v stručnosti zhrnúť do prehľadu uvedenom v tabuľke 1. Zo zhodnotenia výsledkov monitorovania v roku 2002 vyplývajú nasledujúce poznatky a závery: Vzhľadom na významnosť tohto subsystému uvádzame prehľad výsledkov monitorovania za rok 2002 v tab. 1. V rámci svahových pohybov typu zosúvania sa najväčšia pozornosť už dlhodobo sústreďuje na havarijné zosuvy Hornej Nitry (Veľká a Malá Čausa, Bojnice), na zosuvy v Okoličnom, Finticiach i na sanovaný zosuv v Dolnej Mičinej. Na uvedených lokalitách bol aplikovaný najširší sortiment monitorovacích pozorovaní s najhustejšou frekvenciou uskutočňovaných meraní. V roku 2002 bola zaznamenaná aktivizácia svahového pohybu po hlbších šmykových plochách na lokalite Veľká Čausa (ustrihnutie inklinometrického vrtu VČ-4 v hĺbke 10,3 m, zaznamenaný posuv viac ako 8 mm v hĺbke cca 13 m vo vrte VČ-8, výrazné posuvy vo vrtoch VČ-1 a 2) a aktivizácia pripovrchovej zóny na lokalite Bojnice (deformácia inklinometrického vrtu JB-1 v hĺbke 1,6 m dosahujúca cca 5 mm), spôsobená pravdepodobne únikmi vody z kanalizácie.

Náznaky zvýšenia pohybovej aktivity vyplývajú z výsledkov monitorovania i na lokalite Malá Čausa (zamokrenie územia, vznik ťahových trhlín, ustrihnutie inklinometrického vrtu MČ-1 v hĺbke cca 5.5 m). Naopak z praktického hľadiska treba konštatovať ukludnenie pohybu menšieho zosuvu na lokalite Okoličné, ktorý sa v roku 2000 nachádzal v kritickom stave. Celkové zníženie napätostného stavu (oproti roku 2001) bolo zaznamenané aj na lokalite Dolná Mičiná (na základe výsledkov meraní povrchovej reziduálnej napätosti i meraní poľa PEE). Vzhľadom na preukázanú výraznú dynamiku režimu podzemných vôd boli na tejto lokalite v roku 2002 inštalované dva automatické hladinomery. Na viacerých lokalitách je trvalým problémom údržba monitorovacích objektov, ale aj sanačných opatrení, ktorej absencia môže viesť k obnoveniu pohybovej aktivity (lokality Bojnice, Ľubietová, Dolná Mičiná, Okoličné, Fintice).

Z lokalít svahových pohybov typu plazenia boli i v roku 2002 najzaujímavejšie výsledky zaznamenané na lokalite Košický Klečenov, kde sa dilatometrom zachytáva pokračujúci výlučne vertikálny výzdvih okrajového bloku oproti masívu. Treba však konštatovať, že pri zotrúvajúcom trende sa samotný pohyb v tomto období spomalil.

Veľmi výrazné prejavy pohybovej aktivity boli v roku 2002 zaznamenané na lokalitách monitorovania stability skalných zárezov (prognózovanie pohybov typu rútenia). Pokračujúce výrazné porušenie skalnej steny zárezu s priamym ohrozením štátnej cesty I. triedy bolo konštatované na lokalite Demjata. O zistených skutočnostiach bola v predchádzajúcom roku písomne informovaná Slovenská správa ciest v Prešove. Zrútenie viacerých skalných blokov bolo zaznamenané i na lokalite Banská Štiavnica. Naopak, deformácie, zistené na lokalite Harmanec sú zanedbateľné a vyplývajú pravdepodobne z krehkého správania tohto typu hornín, ktoré sa prejavuje náhlým prekročením pevnosti.

Možno teda konštatovať, že na základe výsledkov monitorovacích meraní v roku 2002 najzávažnejšie nepriaznivé zmeny, vedúce k aktivizácii zosuvných pohybov boli zaznamenané na lokalitách Veľká Čausa, Malá Čausa a Bojnice. Na viacerých lokalitách bol konštatovaný zhoršujúci sa stav monitorovacej siete. V rámci monitorovania stability skalných zárezov bol veľmi nepriaznivý stabilitný stav preukázaný na lokalite Demjata a čiastočne i na lokalite Banská Štiavnica.

## **02/ Erózne procesy**

Monitoring erózných procesov je realizovaný hodnotením erózných procesov pomocou leteckých meračských snímok na šiestich lokalitách a na ďalších dvoch sa erózia hodnotí

meraním odnosu pôdy, obhliadkou lokalít a hodnotením zmeny krivky zemín vrchného pôdneho horizontu. Práce v roku 2002 boli zamerané na lokality Osrbľie, Dudince, školský pozemok Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre a Varhaňovce.

Na lokalite Osrbľie sme realizovali pravidelnú obhliadku a fotografickú dokumentáciu. Podobne ako v roku 2001, ani v roku 2002 sme na tejto lokalite nepozorovali významnejší priebeh akcelerovanej erózie. Táto a ani iné geodynamické javy neboli pozorované ani po augustových intenzívnych zrážkach s následnými povodňami a to aj napriek tomu, že ich v médiách avizovali. Prejavy erózie sú pozorované len na vrchnom okraji zárezu lesnej cesty vedenej po vrstevnici v spodnej časti pozorovaných svahov. Obavy z významnejších procesov erózie na monitorovaných svahov sa nepotvrdili ani v tomto roku.

V rámci prác na lokalite Dudince boli ortorektifikované a následne vyhodnotené dve sady leteckých meračských snímok z roku 1949 a 1991. Na základe výsledkov štúdií dvoch sád leteckých meračských snímok vyplýva, že za obdobie 42 rokov sa na monitorovanom území Dudince celková dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 9,754 km, a ich celková plocha zväčšila o 0,088 km<sup>2</sup>. To znamená, že vzhľadom na východiskový stav z roku 1949 sa erózne ryhy na monitorovanom územia skrátili o 23,5% z pôvodnej dĺžky a ich plocha sa zväčšila o 9,1%.

Na lokalite Varhaňovce bol zdigitalizovaný topografický podklad na vytvorenie digitálneho modelu reliéfu potrebného pre vyrátanie morfometrických parametrov a pre ortorektifikáciu leteckých meračských snímok.

Za účelom monitorovania plošnej erózie na poľnohospodárskej pôde boli realizované práce na školskom pozemku Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Okrem inštalácie monitorovacích prvkov, odberu vzoriek a pravidelného čítania zmeny výšky povrchu poľnohospodárskej pôdy práce zahŕňali aj kompletizáciu a analýzu podkladových údajov a materiálov a terénny prieskum záujmového územia. Výsledky monitoringu na tejto lokalite potvrdili, vzťah medzi pozíciou monitorovacieho prvku na svahu a prírastkom (úbytkom) zeminy na mieste tohto prvku. K odnosu zeminy dochádza vo vrchnej časti svahu a k sedimentácii zeminy v dolnej časti svahu, respektíve na jeho úpäti.

### **03/ Procesy zvetrávania**

V roku 2002 monitoring procesov zvetrávania pokračoval v pravidelných meraniach a v získavaní doplňujúcich údajov na už vybudovaných lokalitách. Na všetkých lokalitách už bol dokončený celý komplex pôvodne navrhnutých fyzikálno-mechanických meraní doplnený

o komplexné opisy monitorovaných lokalít. Ťažisko prác sa presúva smerom k chemickým a izotopovým analýzám poskytujúcim detailný pohľad na zmeny v chemickom a mineralogickom zložení posudzovaných hornín. Monitoring procesov zvetrávania bol realizovaný tak ako v predchádzajúcich rokoch v zásade dvoma spôsobmi:

- a/ procesy zvetrávania boli sledované v prirodzených podmienkach, t. j. na vybraných lokalitách, kde v dôsledku antropogénnych zásahov došlo k odkrytiu horninových komplexov,
- b/ experimentálne sledovanie procesov zvetrávania v podmienkach prírodného laboratória, v ktorom sú exponované vzorky poloskalných a alterovaných skalných hornín odobraté z vrtov a odkryvov z rôznych oblastí Slovenska. Pre expozíciu bola odobratá nová sada 38 vzoriek poloskalných hornín, vzorky boli spracované a testované v Laboratóriu inžinierskej geológie ŠGÚDŠ v Bratislave a následne vystavené v prírodnom laboratóriu. V lete 2002 sme vykonali štandardné merania za účelom zistenia straty ich hmotnosti v dôsledku zvetrávania, zmeny fyzikálno-mechanických vlastností a zmeny morfológie povrchu vzoriek.

Na lokalite Vydrica – modelové územie sledujeme hmotovú bilanciu chemických zložiek uvoľňovaných do geologického prostredia v dôsledku zvetrávania. V roku 2002 sa pokračovalo v monitorovacom systéme povrchových a zrážkových vôd, založený bol monitorovací systém podzemných vôd. Odber vzoriek zrážok bol v približne mesačných intervaloch v areáli meteorologickej stanice Malý Javorník súčasne s meraním kvantity a bezprostredným meraním pH a vodivosti. Boli stanovené vysoké obsahy  $\text{NO}_3^-$ , ktoré v priebehu roka mierne kolíšu v závislosti na prietoku, pričom sa prejavuje mierna pozitívna závislosť na výdatnosti. Pôvod je pravdepodobne kombináciou sekundárneho znečistenia, prínosu atmosférickými zrážkami, ako aj možnosti vyplavovania z pôdneho pokryvu vplyvom zvýšenej acidifikácie.

Komplementárnou zložkou uvedeného výskumu sú izotopové analýzy pomerov  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , ktoré na základe detailného štúdia zmien pomerov týchto izotopov, ako aj rubídia, umožňujú detailne posúdiť postupnosť zvetrávacích procesov v rámci horninotvorných minerálov. Izotopový výskum sme situovali do granitoidných hornín Malých Karpát a veporidného kryštalinika a tiež do andezitov na lokalite Banská Štiavnica. Z petrografických, mineralogických a izotopových meraní rúl na lokalite Pezinská Baba vyplýva, že sledovanie koncentrácií hlavných a minoritných oxidov v horninách rôzneho typu chemickej a mechanickej degradácie nie je v tomto prípade objektívnym kritériom na

posúdenie stupňa zvetrania. Naopak, veľmi citlivým indikátorom je sledovanie zmien izotopového pomeru  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  v kombinácii s pomerom  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ , čo je v podstate Rb/Sr pomer. Študované ruly v profile zvetrania na Pezinskej Babe sa hlavne prejavujú výraznou zmenou Rb/Sr pomeru, z čoho vyplýva, že z hľadiska ich modálneho zloženia je dominantnou zmenou strata Sr, ktorá sa prejavila zvyšovaním Rb/Sr pomeru. Príčina tejto straty je hlavne zvetrávanie plagioklasu a jeho premena na illit. Keďže plagioklas má veľmi nízky Rb/Sr pomer, dominantná strata spočíva hlavne v uvoľňovaní tzv. obyčajného Sr. Zvetrávanie plagioklasu určuje aj zmenu mechanických vlastností hornín, ktoré so zvyšujúcim sa stupňom zvetrania výrazne degradujú.

#### **04/ Objemovo nestále zeminy**

V roku 2002 sa pokračovalo v regionálnej identifikácii výskytu objemovo nestálych sedimentov. Na území Trnavskej pahorkatiny bola vykonaná registrácia poškodených objektov a vyhotovené záznamové listy s údajmi o registrovaných porušených objektoch - lokalizácia porušeného objektu, popis, príčina, priebeh poruchy, profil základovej pôdy, spôsob a hĺbka založenia objektu, údaje o hladine PV, vlastnosti základových pôd, analýza vonkajších faktorov presadavostia. Taktiež boli monitorované pukliny a ich zmeny na vybratých objektoch. Väčšinou dochádza k opakujúcim sa trhlinám rádovo desatiny milimetra až milimetre. Ojedinele aj niekoľko centimetrov. Boli odobraté porušené a neporušené vzorky. V laboratóriu inžinierskej geológie boli stanovené fyzikálne vlastnosti vzoriek a ich náchylnosť na objemové zmeny. V oedometrických prístrojoch boli stanovené hodnoty pomerného napučievania  $B_0$ , veľkosť tlaku z napučievania  $P_n$  a jeho časový priebeh. Zmrašiteľnosť sme stanovili na vzorkách ílov predovšetkým smektitov. Boli stanovené aj deformačné vlastnosti charakterizované modulom deformácie a súčinitele filtrácie sledovaných vzoriek zemín z Východoslovenskej nížiny.

Zo vzoriek z Východoslovenskej nížiny bolo metódou práškovej rontgenovej difrakčnej analýzy stanovené minerálne zloženie. Vo všetkých skúmaných zeminách dominujú minerály zo skupiny smektitov. Prítomný je aj illit, kremeň, živce. Na základe analýzy scanovým elektronovým mikroskopom bola mikroštruktúra definovaná ako voštinovo-matricová.

#### **06/ Zmeny antropogénnych sedimentov**

V roku 2002 sme na odkaliskách ENO Nováky „Pôvodné“ a „Definitívne“ odobrali a analyzovali 8 neporušených vzoriek a 22 porušených vzoriek popolčeka. Odvrtali sme spolu 8

vrtoV spolu 53 bm, realizovali 53 presiometrických skúšok, urobili RTG analýzy na 6 odseparovaných vzorkách popolčekov a geofyzikálne merania.

Na základe laboratórnych skúšok sa zistilo, že elektrárenské popolčky sú svojim zrnitosným zložením podobné zeminám triedy S3 symbol S – F, S5 SC a F4 CS. Objemová hmotnosť sa pohybuje v rozpätí od  $0,992 \text{ g.cm}^{-3}$  do  $1,47 \text{ g.cm}^{-3}$ . Výsledky mechanických vlastností popola na odkalisku zistené pomocou presiometrických skúšok preukázali, že dochádza vplyvom času od ich zabudovania či naplavenia ku kvalitatívnemu i kvantitatívnemu zlepšeniu a teda i k nárastu stability odkalísk. To je z hľadiska spoľahlivosti a stability týchto odkalísk pozitívne zistenie.

#### **07/ Stabilita horninových masívov pod historickými objektami**

V roku 2002 sme sa zamerali na nasledovné lokality - Spišský, Strečniansky, Oravský, Uhrovský a Lietavský hrad, kláštorňý komplex Skalka pri Trenčine. Na Plaveckom hrade, Pajštúnskom a Čachticiach boli monitorovacie zariadenia inštalované v poslednom roku a vykonané počiatočné merania.

- *Spišský hrad*

V súčasnosti sú na Spišskom hrade funkčné 4 prístroje typu TM-71 a 5 stanovísk, kde sa realizujú merania prenosnými meradlami SOMET. V priestore tzv. Perúnovej skaly, ktorá dlhodobo vykazuje zámky nestability máme situované tri monitorovacie stanoviská. Na jednom z nich (TM-71-1) za posledný rok došlo k otvoreniu trhliny o 0,4 mm. Celkove sa trhlina od leta 1992 otvorila o 4,3 mm. Pootočenia nie sú významné a dosahujú asi 0,1 mm/rok. Celková hodnota pohybu je cca 3,3 mm. Na prístroji TM-71-2 za posledný rok došlo k ustáleniu pohybu v smere osi x. Trhlina sa otvorila o 0,6 mm, čo predstavuje opačnú tendenciu vývoja ako za posledné roky. Podobný vývoj pozorujeme aj v smere osi y, kde za rok 2002 došlo k zmene o  $-0,6 \text{ mm}$ . Za posledné dva roky teda došlo k celkovej zmene len o 0,1 mm. Na treťom prístroji TM-71-h1 sme zistili, že trhlina sa postupne zatvára, pričom charakter zmien je výrazne oscilačný. Pohyb v smere osi y a z je minimálny. Ak by sme teda mali vyjadriť sumárny pohyb monitorovaného horninového bloku tzv. Perúnovej skaly je zrejmé, že tento sa vykláňa smerom na JV, pričom z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca.

- *Hrad Strečno*

Za posledný rok pozorujeme nárast pohybu v smere osi x o 0,5 mm, čo predstavuje dlhodobý trend pohybu v tomto smere. Celkové otvorenie trhliny od roku 1996 dosiahlo 1,5 mm. V prípade nárastu pohybov v tomto smere môže dojsť k odkloneniu skalného brala a ohrozeniu štátnej cesty 1. triedy Bratislava-Košice.

- *Kláštor Skalka*

Na tomto historickom komplexe je pozorovaný minimálny pohyb, ktorý sa pohybuje rádovo vo všetkých troch osiach v rozpätí 0,05 mm za posledný rok

Na ostatných lokalitách sú umiestnené meracie stanoviská pre prenosné meradlo typu SOMET. Na serióznú vedeckú interpretáciu získaných výsledkov je potrebné merania vykonávať minimálne v rozsahu troch po sebe nasledujúcich rokov, čo zatiaľ nezodpovedá dobe inštalácie meracích stanovísk.

Získané výsledky meraní z monitorovaných lokalít preukázali opodstatnenosť navrhnutých meraní. V ďalšom období bude potrebné upresniť metodiku merania prenosným meradlom SOMET a korelovať s výsledkami meraní pomocou terčových meradiel TM-71.

## **08/ Pochované antropogénne sedimenty**

Podsystém je zameraný na lokality budované antropogénnymi materiálmi, ktoré vznikali v minulosti ako odpadový materiál vznikajúci pri rôznej ľudskej činnosti. V súčasnosti sú vizuálne znaky miest budovaných takýmito materiálmi zastreté. Z toho dôvodu je potrebné takéto miesta v prvom rade identifikovať.

Pre antropogénne sedimenty pochované (ASP) boli definované základné skupiny materiálov, vychádzajúce z reálneho výskytu na území SR. Bolo vytvorených päť základných skupín ASP, a to:

- zakryté skládky odpadov
- sedimenty v centrách miest ako výsledok dlhodobého osídlenia (pracovne nazvané mestské sedimenty)
- priemyselné sedimenty v areáloch veľkých priemyselných podnikov
- antropogénne sedimenty ako dôsledok povrchovej a podpovrchovej ťažobnej činnosti (pracovne nazvané banské sedimenty)
- produkty energetických a spaľovacích zariadení, zariadení na úpravu, alebo vedľajší produkt spracovania (pracovne nazvané zakryté škváry, popoly a kaly).



Uvedené skupiny ASP boli hodnotené v týchto vybraných územiach: oblasť mesta Bratislavy z hľadiska výskytu všetkých vyčlenených skupín, oblasť Žitného ostrova vzhľadom na vysoký počet zakrytých skládok, oblasť mesta Košice pre výskyt všetkých skupín, oblasť stredného Slovenska s výskytom najmä bankých a priemyselných ASP, oblasť severného Slovenska – okr. Spišská Nová Ves vzhľadom na výskyt bankých sedimentov.

Základnými sledovanými prvkami každej lokality budovanej ASP sú: lokalizácia, údaje o materiálovom zložení, údaje o horninovom prostredí, parametre preskúmanosti, prieskumu a monitoringu, hodnotenie vplyvu na životné prostredie a návrh na ďalší postup. súčasťou je fotodokumentácia a dokumentácia stavu reliéfu.

Zmenené postavenie skládok odpadov v SR v súvislosti s prísnejšími právnymi požiadavkami vytvorilo novú skupinu skládok odpadov na území SR, ktorých prevádzka je ukončená. Následne sa uzatvárajú v zmysle definovaných požiadaviek. Tieto skládky odpadov sa stávajú antropogénnymi sedimentami zakrytými. V roku 2002 pokračovali práce na identifikácii lokalít ASP na území severného Slovenska - v okrese Spišská Nová Ves, a to najmä identifikáciou zakrytých skládok. Táto identifikácia vychádzala zo zmenených legislatívnych podmienok v odpadovom hospodárstve.. Na území okresu Spišská Nová Ves bolo zaregistrovaných 66 skládok, z ktorých z vyššie uvedených dôvodov bolo uzavretých 48 skládok a začlenených do monitorovacieho systému ASP.

## **09/ Tektonická a seizmická aktivita územia**

Predmetom monitorovania tektonickej a seizmickej aktivity územia je dokumentácia pohybovej aktivity vrchnej časti zemskej kôry na základe sledovania vertikálnych pohybov povrchu, aktivity pohybov pozdĺž zlomov a seizmickej aktivity územia. Cieľom riešenia je vymedzenie tých častí štátneho územia, v ktorých možno očakávať zvýšenú aktivitu tektonických pohybov, ako aj území s rovnakou prognózovanou seizmickou intenzitou.

V roku 2002 sa monitoring seizmotektonických javov sústredil najmä na oblasť stredoslovenského zlomového pásma (SZP). V tomto území sa na Slovensku vyskytujú najväčšie rozdiely v tendencii vertikálnych pohybov povrchu a v ostatnom období sa tu vo zvýšenej miere prejavuje tiež seizmická aktivita. Bola zostavená Mapa recentných vertikálnych pohybov v mierke 1:500 000. Najvyššia rýchlosť pohybov (až 1,8 mm.rok<sup>-1</sup>) bola zaznamenaná v Banskej Bystrici, v časti Jakub a Kostiviarska. Táto rýchlosť vyzdvihovania je súčasne najvyššia zistená v celých Západných Karpatoch a svedčí o značnej lokálnej pohybovej aktivite zemskej kôry.

Poklesy povrchu o rýchlosti nad 1mm za rok, boli zaznamenané v SV časti Krupinskej planiny a v priľahlej časti Štiavnických vrchov – až po Banskú Štiavnicu. Najvýraznejšie rozdiely v orientácii i rýchlosti pohybov, indikujúce pohyby pozdĺž zlomov a možnosť vzniku zemetrasenia bola zaznamenané medzi Hornými a Dolnými Mladonicami, kde sa výzdvihy o rýchlosti 0.3-0.6 mm za rok menia náhle na poklesy o rýchlosti až 1.8 mm za rok. V tejto časti územia boli v októbri 1999 zaznamenané zemetrasenia o intenzie 4,5-5,5<sup>0</sup>EMS. Pozoruhodné je, že v tomto území sa podľa historických záznamov nevyskytlo v minulosti žiadne makroseizmicky pozorované zemetrasenie. V dôsledku uvedeného vývoja seizmotektonickej aktivity v SZP došlo zrejme v jeho severnej časti k poklesu napätí, ktoré sa začali v ostatnom období mobilizovať v južnejších zónach a aktivizovať pohyby doprevádzané otrasmi. V SZP možno zrejme očakávať zvýšenú seizmickú aktivitu aj v ďalšom období, a to aj v jeho južnej časti, ktorá bola donedávna seizmicky neaktívna.

V ostatných rokoch sa aj na území Slovenska pristúpilo k budovaniu nových geodetických sietí a využívaniu nových metód založených na geodetických observáciách družíc, ktoré na rozdiel od nivelácie umožňujú sledovať i horizontálne pohyby. Koordinátorom týchto prác je Geodetický a kartografický ústav (GKÚ) v Bratislave. Od roku 2002 sa v spolupráci s pracovníkmi GKÚ začalo s využívaním týchto monitorovacích systémov aj v rámci tohto podsystemu.

## **10/ Monitorovanie kvality snehovej pokrývky**

Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky na Slovensku nadväzuje na predchádzajúci výskum, ktorý sa realizuje od roku 1976.

Ak hodnotíme celkovú mineralizáciu snehu ako výsledok kumulatívneho vplyvu od vzniku až po globálne a lokálne faktory, potom distribúcia najnižších priemerných hodnôt je viazaná na horské oblasti a pohybuje sa okolo 10 mg/l. Maximálne priemerné hodnoty sú silno ovplyvnené lokálnou antropogénnou činnosťou viazanou na mestské aglomerácie a ich okolie. Výsledný efekt antropogénnych aktivít vedie ku dvom základným dopadom. Snehový roztok má kyslý charakter (pH 5,0–6,0), alebo výrazne alkalický s hodnotami pH okolo 8,0–9,0 pri celkove vysokých priemerných hodnotách celkovej mineralizácie. Prvý typ sa vyskytuje hlavne v okolí Bratislavy (M=21–30 mg/l) s extrémnymi hodnotami až 67 mg/l, oblasti Patiniec, Ružomberku, Nítry, Vojan, Handlovej, Novák, a pod. Druhý typ je predovšetkým spojený s výrobou cementu a spracovaním magnezitu. Sem patria lokality Pezinská Baba, Zádielska dolina a oblasť Jelšavy s priemernými hodnotami celkovej

mineralizácie okolo 27 mg/l a maximálnymi obsahmi nad 100 mg/l, čo naznačuje na rozpúšťanie alkalických úletov z uvedených zdrojov v dôsledku čoho dochádza ku extrémnym nárastom hodnôt pH.

V zimnom období roku 2001/2002 bolo odobratých 44 vzoriek snehu, čo bolo dané dobrými podmienkami tohto zimného obdobia a dĺžkou trvania trvalej snehovej pokrývky na území Slovenska. Celková mineralizácia snehu sa pohybovala v rozmedzí 5.131 – 32.986 mg/l s najnižšími hodnotami na lokalite Čertovica, Štrbské pleso a najvyššími na lokalite Bratislava - Slovnaft. V uvedených lokalitách sa prejavili aj jedny z najnižších hodnôt pH a najvyššia, až 8.92 v odberového miesta Bratislava - Slovnaft. Uvedená skutočnosť zodpovedá charakteru snehových roztokov, v prípade Čertovice a Štrbského plesa s prevahou kyslých aniónov (sírany a dusičnany) a v prípade Bratislava - Slovnaft s výraznou prevahou bázičných kationov (obsah vápnika až 5.85 mg/l), ktorá naznačuje na vplyv alkalických emisií. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch hliník a zinok ako v priemerných, tak aj v absolútnych koncentráciách, ktoré boli zistené v oblasti Bratislavy, Horného Tisovníka, Vojan, Lokce a Banského Studenca. V prípade hliníka je zaujímavé, že jeho vysoká koncentrácia nebola zaznamenaná v oblasti Patiniec, kde je dlhoročne prítomný v najvyšších koncentráciách. Najvyšší obsah zinku bol prekvapujúco zistený na lokalitách Donovaly, Tatranská Lomnica a Lomnický štít. Z ostatných stopových prvkov nie je urobená základná štatistická analýza z dôvodu ich nízkych koncentrácií, resp. koncentrácií pod detekčný limit aplikovaných analytických techník. Zaujímavé však sú obsahy arzénu až 0.0139 mg/l v oblasti Podhradia pri Novákoch a Vojanoch (pravdepodobný dopad vplyvu tepelných elektrární), a tiež koncentrácia olova v oblasti Cejkova.

Možno povedať, že z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne až 4.96 mg/l na lokalite Branisko.

Z hľadiska celkového zaťaženia atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) môžeme hovoriť oproti priemerným koncentráciám o nižšej záťaži s lokálnymi anomáliami vyššími ako priemerné obsahy.

## **11/ Monitorovanie seizmických javov na území SR**

Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV na Slovensku v období od 1.11.2001 do 31.10.2002 zaznamenala 1694 zemetrasení a priemyselných explózií. Počas tohto obdobia došlo k 3 makroseizmicky pozorovaným zemetraseniam. Všetky mali epicentrum na východnom Slovensku. Seizmometricky boli zaznamenané a lokalizované 3 mikrozemetrasenia s epicentrom na území SR. Celkovo bolo zo záznamov seizmických staníc NSSS identifikovaných 4836 fáz, bolo určených 470 amplitúd a periód vybraných fáz, 527 predbežných epicentrálnych vzdialeností, 317 magnitúd a 275 azimutov a uhlov dopadu.

Ku všetkým 3 makroseizmicky pozorovaným zemetraseniam s epicentrom na území Slovenska došlo v seizmickej zdrojovej zóne východné Slovensko - 29.11.2001 v okolí Čiernej nad Tisou a 22.1.2002 a 5.3.2002 v okolí Michaloviec. Z dôvodu nedostatočného pokrytia územia východného Slovenska seizmickými stanicami NSSS však tieto zemetrasenia neboli seizmometricky zaznamenané a pre nedostatok potrebných údajov nebolo možné vykonať ich lokalizáciu.

Všetky lokalizované mikrozemetrasenia mali epicentrum v juhozápadnej časti Slovenska (2 priamo v zdrojovej zóne Dobrá Voda). Tento fakt súvisí so skutočnosťou, že v okolí lokalít Atómových elektrární Bohunice a Mochovce sú v prevádzke lokálne siete seizmických staníc, ktorých údaje boli použité pri lokalizácii mikrozemetrasení. Pre iné zdrojové zóny na území Slovenska podobné informácie neexistujú.

Nízky počet lokalizovaných mikrozemetrasení (3) nevystihuje skutočnú mikrosezimickú aktivitu územia SR. Súčasná Národná sieť seizmických staníc umožňuje lokalizáciu len tých zemetrasení, ktoré majú lokálne magnitúdu väčšie ako 2.5-3. To však znamená, že táto sieť neumožňuje monitorovať mikrosezimickú aktivitu v jednotlivých aktívnych zónach a lokalizovať slabé javy zaznamenané len jednou - dvoma zo súčasných seizmických staníc. Mikrosezimická aktivita pritom existuje a absencia údajov o nej má viaceré negatívne dôsledky.

V dokumentovanom období došlo k významným zmenám v technickom vybavení seizmických staníc MODS, VYHS a SRO. Na seizmickej stanici MODS bol vybudovaný nový vodotesný kryt, bola vykonaná príprava na inštaláciu širokopásmových seizmometrov SKD a začiatkom augusta 2002 bola uvedená do prevádzky kontinuálna registrácia. Na seizmickej stanici VYHS bol vybudovaný nový pilier, bola vykonaná príprava na inštaláciu veľmi širokopásmového seizmometra STS-2 a bola nainštalovaná a do skúšobnej prevádzky uvedená nová zberná aparátúra. Po spomenutých technických úpravách boli obidve stanice zaregistrované v medzinárodnom seizmologickom centre ISC. Na seizmickej stanici SRO

bola nainštalovaná a do prevádzky uvedená nová zberná aparátúra, ktorá bude slúžiť ako zberné subcentrum pre 5 lokálnych seizmických staníc v tejto lokalite. V júni 2002 bola ukončená registrácia na seizmickej stanici kos. Namiesto tejto seizmickej stanice sa buduje nová seizmická stanica v lokalite opálových baní v Červenici. V rámci prác v roku 2002 bola vyhlbená štôľňa, boli vykonané prípravy na inštaláciu veľmi širokopásmového seizmometra STS-2 a bola nainštalovaná nová zberná aparátúra.

Nadalej pokračuje spolupráca so spoločnosťou Progseis, ktorá prevádzkuje lokálne siete seizmických staníc v okolí lokalít Atómových elektrární Bohunice a Mochovce. Vzájomná výmena dát a poznatkov poskytuje informácie o mikroseizmickej aktivite zmienených lokalít, najmä však ohniskovej zóny Dobrá Voda a zlepšuje možnosť lokalizovať slabé zemetrasenia na území celého západného a stredného Slovenska.

## **12/ Monitorovanie kvality riečnych sedimentov**

Realizovaných bolo sedem monitorovacích cyklov v rokoch 1996-2002, s intervalom odberu jedenkrát ročne. Celkovo je sledovaných 47 referenčných odberových miest. Výsledky sú priebežne ukladané do databázového systému v prostredí programu MS Access, ktorý je prepojený s grafickým systémom programu MapInfo Professional.

Z časového hľadiska sa z doterajšieho pohľadu prejavujú ako najstabilnejšie obsahy Al, K, Fe, Na, Mg, Ni a Cr, teda prvky, ktorých distribúcia je v prevažnej miere ovplyvňovaná geogénnymi faktormi. Pôsobenie týchto faktorov je v čase pomerne stabilné a v najväčšej miere podmienené geologickou stavbou znosovej oblasti povodia, čo sa odráža aj v obsahoch prvkov. Hlavné prvky Ca a Mn vykazovali z hľadiska časovej stability určitú premenlivosť pravdepodobne spôsobenú zvýšenou citlivosťou týchto prvkov na hydrodynamické a geochemické podmienky v sledovaných lokalitách (napr. pH, oxidačno-redukčné podmienky). Obsahy stopových prvkov Pb, Hg, Cd, Cu, As sú v čase premenlivejšie. Dôvodom sú geochemické vlastnosti týchto prvkov ako aj to, že na ich distribúciu vo výraznejšej miere pôsobia premenlivé antropogénne faktory. Detailnejšie vývojové trendy v obsahoch prvkov sedimentoch bude možné urobiť po získaní dlhšieho radu meraní.

V rámci hodnotenia obsahov kontaminujúcich látok vzhľadom na limitné hodnoty (Metodický pokyn MP SR a MŽP SR) bol určený sumárny stupeň prekročenia referenčných hodnôt triedy A (pre prvky As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn) a stupeň znečistenia na základe limitnej hodnoty „triedy B a C“. Prakticky vo všetkých monitorovaných lokalitách (s výnimkou troch) bolo zaznamenané prekročenie referenčnej hodnoty A aspoň pre jednu

zložku. Najčastejšie prekračujúcimi parametrami boli Cu, Zn, Hg, As. Časový vývoj stupňa prekročenia je pomerne premenlivý, trvale prekračujúcim charakterom sa vyznačujú najmä vzorky z monitorovaných úsekov riek: M. Dunaj, Morava, Nitra, Hron, Ipeľ, Štiavnica, Slaná, Hornád, Hnilec. V prípade limitných hodnôt triedy B došlo aspoň raz k prekročeniu limitu pre niektorý z hodnotených prvkov na 18 lokalitách, čo predstavuje takmer 40 % celkovo monitorovaných lokalít. To znamená, že sedimenty vykazujú pomerne vysokú mieru kontaminácie, čo je jeden z dôvodov pre pokračovanie monitorovania. Väčšina týchto lokalít je situovaná v monitorovaných úsekoch povodí riek Štiavnica, Hornád, Hnilec, Hron, Ipeľ, Nitra. Najčastejšie prekračujúcimi parametrami boli Hg, As, Cu. Limitná hodnota pre sanáciu C bola prekročená na 4 lokalitách (Nitra, Hornád, Štiavnica a Hnilec).

Záver o vzťahoch medzi formami prvkov v riečnych sedimentoch a nadložnom vodnom stĺpci povrchových tokov sú limitované nekompletnosťou rozsahu sledovaných parametrov v povrchových tokoch vo všetkých lokalitách monitorovania riečnych sedimentov. Napriek tomu medzi prvky s určitou pozitívnou koreláciou v oboch médiách možno zaradiť Ca, Mg, Fe, Cu, As, ako nekorelujúce sa prejavujú Ni, Cr, Na, K.

### **13/ Monitorovanie radónu v geologickom prostredí na území SR**

V roku 2002 bolo realizované ako doposiaľ: pôdny radón na referenčných plochách (RP), na tektonických poruchách a radón vo vodách.

Celkový počet meraní na referenčných plochách predstavoval 26 RP. RP na lokalite Novoveská Huta bola monitorovaná 6x (marec, apríl, jún, júl, august, október). RP na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko, zatiaľ najvyššie v SR) bola meraná 4x (marec, máj, júl, september). Najväčší rozsah monitorovacích prác bol urobený na RP v lokalite Teplička, ktorá bola monitorovaná 2x denne (ráno a na poludnie) 8x za rok (marec, apríl, máj, jún, júl, august, september, november).

Monitoring radónu na tektonike pokračoval na lokalite Grajnár 1x za rok na dvoch paralelných profiloch dlhých 500 m s celkovým počtom meraných sond 92.

Monitorovanie radónu vodných zdrojov bolo na 5 prameňoch: pr. Mária – Bratislava, pr. Zbojnička – Bratislava, pr. Himligárka – Bratislava, pr. Boženy Němcovej – Bacúch, pr. sv. Ondreja – Spišské Podhradie (Sivá Brada). Radón vo vodách bol sledovaný 2x za rok. Dva pramene (prameň sv. Ondreja – Sivá Brada a prameň B. Němcovej – Bacúch) boli monitorované so zvýšenou frekvenciou meraní 6 až 12 krát za rok.

Monitorovacie práce naďalej potvrdzujú existenciu variácií radónu v geologickom prostredí. Výsledky meraní objemovej aktivity radónu v pôdach na RP dokazujú, že variácie nie sú celkom zhodné na rôznych lokalitách, nakoľko prírodné podmienky klimatické resp. meteorologické pri realizácii terénnych prác nie sú rovnaké. Dôležitý je tiež poznatok, že hodnoty OAR ráno sú vyššie ako na poludnie.

Maximálne hodnoty OAR boli namerané v období intenzívnejších zrážok a tým i zvýšenej vlhkosti pôdy. Naproti tomu suché počasie sa prejavuje znížením OAR v pôdach, niekedy v takom rozsahu, že sa zníži aj kategória radónového rizika (lokalita Teplica 23.05.02 a 09.07.02). Minimálne hodnoty OAR pri nástupe prvých mrazov v jeseni a pri výskyte prízemných mrazov na jar (lokalita N. Huta 21.03.02 a 08.10.02) tiež znižujú kategóriu radónového rizika plochy. Týmto sa potvrdzuje predpoklad z monitorovania predchádzajúcich rokov. Je to dôsledok značného teplotného gradientu medzi ešte (resp. už) nepremrznutou relatívne teplou pôdou a nízkou teplotou ovzdušia, čím dochádza k silnému odsatiu radónu z pôdy do atmosféry. Meranie v týchto podmienkach môže viesť k významným chybám pri stanovení kategórie radónového rizika hlavne ak ide o „Úradné meranie“ za účelom vydania posudku pod stavby podľa požiadaviek zákona a Vyhlášky ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 12/2001 Z.z. O požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany.

Radón vo vodách tiež podlieha sezónnym variačným zmenám s maximom objemovej aktivity radónu na konci zimy a minimom v lete. Variácie majú pozvoľnejší sinusoidný priebeh počas roka. Zaujímavý poznatok z monitorovania OAR vo vodách v roku 2002, pri porovnaní s predchádzajúcimi rokmi, je lokálne minimum radónu vo fáze stúpania sínusoidy (prameň sv. Ondreja 10.12.02).

## **Záver**

Monitorovanie pokračuje v rámci Monitorovania životného prostredia SR v súlade s uznesením vlády SR č. 7 zo dňa 12.1.2000.

Tab. 1.: Prehľad výsledkov monitorovania subsystému 01 Zosuvy a iné svahové deformácie za rok 2002

Lokalita (úroveň jej význam-nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
1. Veľká Čausa (III.)	<p><b>GD</b> – jedno meranie v auguste 20 bodov);</p> <p><b>RN</b> – jedno meranie v septembri (14 b);</p> <p><b>IN</b> – jedno meranie v septembri (13 vrt);</p> <p><b>PEE</b> – jedno meranie v marci (11 vrtov);</p> <p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (11 meranie hĺbky hladiny podzemnej vody - hpv 8 meranie výdatnosti - Q) raz za týždeň (priebežne 2 aut. hladinomery vo vrtoch VČ-2 a VČ-8)</p> <p><b>ZÚ</b> – denné úhrny z dvoch staníc SHMÚ</p>	<p><u>Geodetickým meraním</u> bol preukázaný vcelku ukludnený stav povrchovej časti zosuvu. Najvýraznejšie premiestnenie bolo zaznamenané v bode P-20 (30,61 mm od posledného merania, čo predstavuje rýchlosť pohybu 24,5 mm/rok) a najvýraznejší pokles pri bode P-11 (až 51 mm).</p> <p><u>Meraniami povrchových reziduálnych napätí</u> boli preukázané výrazné zmeny z tlakového na ťahové napätie v bodoch RN-22 a RN-17 a nárast ťahového napätia v bode RN-34. Najzávažnejšie výsledky boli zaznamenané <u>inklinometrickými meraniami</u>. Vo vrte VČ-4 došlo k ustrihnutiu pažnice v hĺbke cca 10,3 m. Výrazná deformácia bola zaznamenaná i vo vrtoch VČ-2 a VČ-1 v hĺbke cca 5 m. Vo vrte VČ-8 dochádza k narastaniu deformácie až v hĺbke okolo 13 m.</p> <p><u>Merania PEE</u> preukázali pomerne vysoký stupeň pripovrchovej napätosti v okolí vrtu M-11, iné významnejšie zmeny neboli zaznamenané.</p> <p><u>Z režimových pozorovaní</u> vyplýva všeobecne znížená úroveň hladiny podzemnej vody v celom zosuvnom území.</p>	<p>GD, RN, IN – raz ročne (apríl),</p> <p>PEE – 2-krát ročne (jar a jeseň),</p> <p>RP – iba vo vybraných objektoch raz týždenne (plus 2 aut. hladinomery)</p>
2. Malá Čausa (II.)	<p><b>RN</b> – jedno meranie v septembri (9 skúšok);</p> <p><b>IN</b> – jedno meranie v septembri (1 vrt);</p> <p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (8 hpv plus 1 Q) raz za 2 týždne</p> <p><b>ZÚ</b> – denné úhrny z dvoch staníc SHMÚ</p>	<p><u>Merania povrchovej reziduálnej napätosti</u> preukázali nárast ťahových napätí v bodoch RN-10 a RN-13.</p> <p><u>Inklinometrické meranie</u> vo vrte MČ-1 preukázalo jeho nepriechodnosť v hĺbke 5,5 m.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> zaznamenali extrémne vysoký stav hladiny podzemnej vody v jarných mesiacoch. Výrazné stúpnutie hladiny podzemnej vody bolo zachytené meraniami i v lete počas extrémnych zrážok.</p>	<p>IN, RN – raz ročne (apríl) – potreba obnovenia vrtu MČ-1,</p> <p>RP – vo vybraných objektoch raz za 2 týždne</p>
3. Handlová – Morov-nianske sídlisko (III.)	<p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (7 hpv plus 14 Q) 1x za týždeň</p> <p><b>ZÚ</b> – denné úhrny z jednej stanice SHMÚ</p>	<p><u>Režimovými pozorovaniami</u> boli zaznamenané výrazné stúpnutia hladiny podzemnej vody v letných mesiacoch počas extrémnych zrážkových úhrnov. Najväčšie výdatnosti drenážnych prvkov boli dosiahnuté vo februári.</p>	<p>GD – raz ročne (apríl),</p> <p>RP – vo väčšom počte objektov raz za týždeň</p>



Lokalita (úroveň jej význam-nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
4. Handlová – Kunešovská cesta (III.)	<p><b>IN</b> – jedno meranie v septembri (7 vrtov);</p> <p><b>PEE</b> – jedno meranie v auguste (3 vrty);</p> <p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (11 hpv plus 4 Q) 1x za týždeň</p> <p><b>ZÚ</b> – denné a mesačné úhrny z dvoch staníc SHMÚ</p>	<p><u>Inklinometrickými meraniami</u> boli preukázané výrazné deformácie vo vrtoch JK-2 a JK-3 v hĺbke cca 3 m pod povrchom terénu (deformácia až cca 30 mm za obdobie 3 rokov). Deformácie v ostatných vrtoch, nachádzajúcich sa mimo územia aktívneho zosuvu, boli rádoovo nižšie.</p> <p>I merania <u>poľa PEE</u> zaznamenali mierne zvýšenú napätosť v okolí vrtu JK-2, ktorý sa nachádza v priestore aktívneho zosuvu.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> hĺbky hladiny podzemnej vody zaznamenávajú pomerne prudké stúpnutie hladiny v jarých mesiacoch, kulminujúce v období marec až máj. Nasledujúci postupný pokles úrovne hladiny neovplyvnili ani extrémne zrážky v letných mesiacoch. I výdatnosť odvodňovacích zariadení je najvyššia na jar, kým v ďalšom období má ustálený charakter s takmer zanedbateľnou reakciou na zrážkovú činnosť.</p>	<p>IN – raz ročne (apríl);</p> <p>PEE – raz až dvakrát ročne (jar, jeseň);</p> <p>RP – vo vybraných objektoch raz za týždeň</p>
5. Handlová – zosuv z roku 1960 (II.)	<p><b>PEE</b> – jedno meranie v apríli (6 vrtov);</p> <p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (8 hpv plus 25 Q) 11 meraní</p> <p><b>ZÚ</b> – denné a mesačné úhrny z dvoch staníc SHMÚ</p>	<p><u>Meranie poľa PEE</u> preukázalo vysokú úroveň napätostného stavu v spodných častiach vrtu HGI-02, čo súvisí s aktivitou v hornej časti svahu. V ostatných vrtoch bol zaznamenaný mierny pokles napätí.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u>, vykonávané s väčšou hustotou v období leta a jesene preukázali minimálnu reakciu kolísania úrovne hladín podzemnej vody na zrážkovú činnosť v tomto období. Všeobecné zvýšenie výdatnosti odvodňovacích vrtov bolo zaznamenané v jesenných mesiacoch.</p>	<p>IN – raz za 2 roky (apríl);</p> <p>GD – raz za 2-3 roky (apríl);</p> <p>PEE – 1-2x roč. (jar a jeseň);</p> <p>OB – zhustiť (4x r.)</p>
6. Dolná Mičiná (II.)	<p><b>RN</b> – jedno meranie v auguste (8 skúšok);</p> <p><b>PEE</b> – jedno meranie v apríli (14 vrtov);</p> <p><b>RP, OB</b> – 4 merania v 13 objektoch hpv a 6 objektoch Q plus dva aut. hladinometry, inštal. 16. apríla;</p> <p><b>ZÚ</b> – denné úhrny z jednej stanice SHMÚ</p>	<p>Meraniami <u>povrchovej reziduálnej napätosti</u> bol zaznamenaný všeobecný pokles tlakových napätí. Lokálny nárast tlakového napätia bol zachytený skúškou RN-25, situovanou na JV okraji zosuvného územia.</p> <p><u>Merania PEE</u> naznačili celkovo ukludnený stav územia s výnimkou koncentrácie napätia v úrovni hladiny podzemnej vody vo vrte JM-2. Mierne zvýšené hodnoty napätí sa trvalo prejavujú v čelnej časti zosuvu.</p> <p><u>Režimovými pozorovaniami</u> bolo zaznamenané najvýraznejšie stúpnutie hladiny po augustových extrémnych zrážkach, keď boli prekročené limitné hladiny podzemnej vody vo vrtoch JM-6, JM-18 a JM-19. Analogicky najvyššie výdatnosti odvodňovacích vrtov boli zaznamenané v mesiaci august.</p>	<p>RN – raz ročne (apríl);</p> <p>PEE – raz až dvakrát ročne (jar a jeseň);</p> <p>RP, OB – 4 až 6 krát ročne plus prevádzka dvoch automat. hladinometerov (vrty JM-6 a JM-19)</p>
7. Lubietová (II.)	<p><b>GD</b> – jedno meranie v októbri (12 bodov);</p> <p><b>RP, OB</b> – tri merania v 7 objektoch hpv a 9 objektoch Q</p> <p><b>ZÚ</b> – mesačné úhrny z jednej stanice SHMÚ</p>	<p><u>Geodetické meranie</u> preukázalo pokračujúcu pohybovú aktivitu pozorovacieho bodu P-12. Premiestnenia bodov za okrajom odľučnej hrany zosuvu sa stabilizovali.</p> <p><u>Režimovými pozorovaniami</u> boli preukázané najvýraznejšie zmeny po letných intenzívnych dažďoch. Frekvencia meraní je však pomerne nízka a nemôže zachytiť všetky zmeny, ktoré sa prejavujú v priebehu roka.</p>	<p>GD – jedno meranie za 2 až 3 roky (najlepšie na jar);</p> <p>RP, OB – aspoň 4-krát ročne</p>

Lokalita (úroveň jej význam-nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
8. Fintice (III.)	<p><b>GD</b> – jedno meranie v septembri (5 bodov);</p> <p><b>IN</b> – jedno meranie v septembri (3 vrty);</p> <p><b>RP, OB</b> – 5 meraní na 11 objektoch hpv;</p> <p><b>ZÚ</b> – mesačné úhrny z 2 staníc SHMÚ</p>	<p><u>Geodetické meranie</u> potvrdilo celkovú stabilizáciu pohybu v akumulačnej časti zosuvu. Najvýraznejší posuv (7 mm za cca 16 mesiacov) je podstatne menší než v predchádzajúcich rokoch.</p> <p><u>Inklinometrickými meraniami</u> boli najvýraznejšie posuvy preukázané vo vrte K-5 v hĺbke 6,5 m (cca 13 mm za 15 mesiacov). Deformácia má však opačný smer, ako pri predchádzajúcom meraní. Vrty v najaktívnejšej, akumulačnej časti zosuvu sú ustrihnuté.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> vo všetkých vrtoch nepreukázali žiadne výrazné anomálie. Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané v letných mesiacoch.</p>	<p>GD, IN – raz ročne (jar);</p> <p>PEE –1-2xročne (jar, jeseň),</p> <p>RP a OB – 6-8x ročne.</p>
9. Bojnice (II.)	<p><b>GD</b> – jedno meranie v auguste (14 bodov);</p> <p><b>IN</b> – jedno meranie v septembri (2 vrty);</p> <p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (8 objektov hpv) raz za týždeň</p>	<p>Z <u>geodetického merania</u> vyplýva v porovnaní s predchádzajúcim rokom vyššia pohybová aktivita celého zosuvného územia. Najväčšie premiestnenia (nad 30 mm za obdobie 14 mesiacov) boli zaznamenané u bodov 1, 4, 6, 7 a 10.</p> <p><u>Inklinometrickými meraniami</u> bola preukázaná pomerne veľká deformácia vo vrte JB-1 v hĺbke 1,6 m (cca 6 mm za obdobie 15 mesiacov).</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> zaznamenali maximálne stavy hladiny podzemnej vody v zimnom období, keď hladina dosiahla v niektorých častiach až úroveň terénu.</p>	<p>IN, GD - raz ročne (apríl);</p> <p>RP – vo vybraných objektoch raz týždenne</p>
10. Okoličné (III.)	<p><b>GD</b> – jedno meranie v septembri (27 bodov);</p> <p><b>RN</b> – jedno meranie v septembri (11 bodov);</p> <p><b>IN</b> – jedno meranie v septembri (4 vrty);</p> <p><b>RP</b> – vo vybraných objektoch (8 hpv a 13 Q) raz za týždeň plus priebežne 2 aut. hladinometry vo vrtoch J-1 a JH-29;</p> <p><b>ZÚ</b> – denné úhrny z 2 staníc SHMÚ</p>	<p><u>Geodetické meranie</u> potvrdilo relatívne ukladnený stav svahu po výraznej aktivizácii, zaznamenananej v roku 2000. Najväčšie premiestnenia (nad 15 mm za rok) boli zaznamenané v čele zosuvnej akumulácie (body 132 a 133).</p> <p>Merania <u>povrchovej reziduálnej napätosti</u> zaznamenali výrazné zmeny z tlakových na ťahové napätia v bodoch RN-1, 6 a 9, čo môže naznačovať vytváranie dielčích ťahových trhlin.</p> <p><u>Inklinometrické merania</u> preukázali mierny útlm pohybovej aktivity v okolí vrtoch M-3 a JO-1 (max. 5 mm za 13 mesiacov).</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> už dlhodobu zachytávajú veľmi prudké stúpnutie hladiny podzemnej vody v jarých mesiacoch, jej mierny pokles v lete a menej výrazné stúpnutie v jeseni, po ktorom dochádza k prudkému poklesu hladiny. V zime 2001 až 2002 bola zaznamenaná nepriaznivá skutočnosť, že pomerne vysoká úroveň hladiny sa zachovala i v zimných mesiacoch. Stúpnutie spoločnej výdatnosti odvodňovacích zariadení, zaznamenané v roku 2002 ilustruje väčšie zrážkové úhrny a preukazuje dobrú funkčnosť drenážnych prvkov.</p>	<p>GD – jeden až dvakrát ročne (jar, jeseň);</p> <p>RN, IN – raz ročne (apríl, alebo máj);</p> <p>RP – vo vybraných objektoch raz týždenne (plus aut. hladinomer)</p>
11. Liptovská Mara (II.)	<p><b>GD</b> – jedno meranie v júni (18 bodov);</p> <p><b>RP</b> – jedenkrát za 2 týždne vo vybraných (24 hpv a 28 Q) objektoch;</p> <p><b>ZÚ</b> – denné úhrny zo zrážkomernej stanice na hrádza</p>	<p>Na lokalite sa hodnotí stav na základe výsledkov meraní, uskutočňovaných TBD L. Mara za rok 2002.</p> <p>V <u>geodetických meraniach</u> sa prejavuje pretrvávajúca nestabilita pevných bodov. Celkové zaznamenané premiestnenia ilustrujú pomalý charakter pohybu bez výraznejších zmien.</p> <p><u>Režimové merania</u> potvrdili, že v niektorých piezometroch (J-7A, J-11A, J-6B a ďalšie, umiestnených vo východnej časti územia) dochádza k opakovanému prekročeniu limitných hodnôt.</p>	<p>Spracovanie Pokračujúcich meraní TBD</p>

Lokalita (úroveň jej význam-nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
12. Hlohovec Posádka (I.)	<b>GD</b> – jedno meranie v októbri (11 bodov); <b>PEE, OB</b> – jedno meranie vo februári (11 vrtov); <b>ZÚ</b> – mesačné úhrny z 1 stanice SHMÚ	<u>Geodetickým meraním</u> bolo zaznamenané extrémne vysoké poklesávanie bodov PB-137 a 138 (až 75 mm za 2 roky) v severnej časti monitorovaného územia. Ostatné zaznamenané premiestnenia naznačujú ukludnenie pohybovej aktivity. <u>Merania PEE</u> preukázali zníženie hodnôt poľa PEE i v severnej, najaktívnejšej časti územia.	GD – raz za 2 až 3 roky; PEE, OB – 2 až 4-krát ročne
13. Vištuk (I.)	<b>PEE, OB</b> – jedno meranie v januári (15 bodov); <b>ZÚ</b> – mesačné úhrny z 1 stanice SHMÚ	<u>Merania PEE</u> preukázali v roku 2002 celkove stabilizovaný stav prostredia iba s lokálnymi prejavmi nestability. Miesta zvýšených napätí sú pravdepodobne ovplyvnené i významnou tektonickou líniou, prebiehajúcou priestorom zosuvu.	PEE, OB – 2 až 3-krát ročne
14. Veľká Izra (I.)	<b>TM-71</b> 3 odčítania (apríl, júl, september) na dvoch prístrojoch	Z meraní na <u>dilatometroch</u> vyplýva, že trend roztvárania trhliny – odklápania hornej časti bloku smerom dolu svahom - pokračuje. Celkové otvorenie trhliny je v súčasnosti cca 8 mm.	TM-71 – odčítavanie 4 až 6-krát ročne
15. Sokol (I.)	<b>TM-71</b> 3 odčítania (apríl, júl, september) na jednom prístroji	<u>Meraniami na prístroji TM-71</u> v roku 2002 bol potvrdený doterajší trend, t. j. smer a rýchlosť pohybu andezitového bloku na východnom okraji neovulkanitov Slanských vrchov. Výsledné otvorenie trhliny presahuje v súčasnosti 6 mm.	TM-71 – odčítavanie 4 až 6-krát ročne
16. Košický Klečenov (II.)	<b>TM-71</b> 3 odčítania (apríl, júl, september) na dvoch prístrojoch	Meraniami na <u>prístrojoch TM-71</u> bol zistený vertikálny zdvih blokov voči masívu na západnom okraji Slanských vrchov. Trend postupného vertikálneho zdvihu však v roku 2002 stagnoval, výraznejšie bol zaznamenaný prístrojom KK-2 (cca 0,2 mm).	TM-71 – odčítavanie 4 až 6-krát ročne
17. Banská Štiavnica (II.)	<b>FG</b> – 1 meranie profilov (8) a 1mer. metódou časovej základnice (14 b.) august; <b>GD</b> – jedno meranie v auguste (16 bodov); <b>DM</b> – 2 merania dilatometrom Somet (5 bodov) a 2 mer. meradlom posuvov (4 body)	<u>Fotogrametrickými meraniami</u> profilov bolo preukázané, že najväčšie zmeny nastali na okraji južnej časti zárezu (profil 8), kde rozmery vypadnutých blokov presahujú až 1 m <sup>3</sup> . Metódou časovej základnice i geodetickými <u>meraniami</u> bola identifikovaná nová zóna rozvoľnenia v spodnej časti centrálnej zóny masívu. <u>Dilatometrické merania</u> zachytávali detailné polohové zmeny pozdĺž významných diskontinuit. Zmeny, zaznamenané meraniami v roku 2002 sú málo významné, nepresahujúce hodnotu 1 mm.	FG, GD – 1-krát ročne, DM – 3 až 4-krát ročne
18. Demjata (II.)	<b>FG</b> – jedno meranie profilov (5) a jedno meranie metódou čas. základnice (15 bodov) v auguste; <b>GD</b> – jedno meranie v auguste (9 bodov); <b>DM</b> – jedno meranie dilatometrom Somet (4 body) a meradlom posuvov (9 bodov)	<u>Fotogrametrickými meraniami</u> profilov boli najväčšie zmeny preukázané v strednej časti profilu 1, ktorý je umiestnený v centrálnej časti monitorovanej steny. Posuvy bodov zachytené metódou časovej základnice a <u>geodetickými meraniami</u> poukazujú na veľkú nerovnomernosť veľkosti pohybov v rôznych častiach skalnej steny. Veľkosť zmien, zaznamenaných <u>dilatometrickými meraniami</u> je aj na tejto lokalite pomerne malá – dosahuje maximálnu úroveň iba okolo 1 mm. V roku 2002 však bolo zničené stanovisko č.1 pre meradlo posuvov zrútením skalného bloku (bod D9).	FG, GD – 1-krát ročne, DM – 3 až 4-krát ročne

Lokalita (úroveň jej význam-nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
19. Harmanec (I.)	<b>FG</b> – jedno meranie profilov (14 horizontálnych) v auguste; <b>DM</b> – dve merania dilatometrom Somet (4 body)	Fotogrametrické merania preukázali veľmi nerovnomerné zmeny v rôznych výškových úrovniach pozorovanej eróznej ryhy. Najvýraznejší úbytok materiálu (hrúbky cca 30 cm) bol zaznamenaný vo východnej časti ryhy v horných polohách steny. Merania <u>dilatometrom</u> Somet nepreukázali prakticky žiadne zmeny (maximálne do 0,1 mm)	FG, OB – raz za rok, alebo raz za 2 roky, DM - 3 až 4-krát ročne
20. Ipeľ (II.)	<b>OB</b> – štvrťročne	Na lokalite sa vykonáva súbor meraní rôzneho charakteru Z hľadiska stability územia sú najdôležitejšie geodetické merania vykonávané s dvoj až trojročným intervalom a pravidelné (štvrťročné) obhliadky terénu za účelom posúdenia rozvoja geodynamických javov.	GD – raz za 2 až 3 roky, OB - štvrťročne

#### Vysvetlivky:

GD - geodetické merania, RN - merania povrchovej reziduálnej napätosti, IN - inklinometrické merania, PEE - merania poľa pulzných elektromagnetických emisií, RP - režimové pozorovania, ZÚ – merania zrážkových úhrnov, OB - pochôdzkované s obhliadkou a overením stavu a funkčnosti monitorovacích objektov, TM-71 – mechanicko-optický dilatometer, FG – fotogrametrické merania, DM – dilatometrické merania

Označenie stupňa významnosti jednotlivých lokalít z celospoločenského hľadiska: III – celospoločensky i z hľadiska riešenia úlohy najdôležitejšie lokality, II – dôležité lokality, I – v súčasnosti menej dôležité lokality.