

*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

***Informácia o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia
s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám***

Vypracoval: **RNDr. Alena Klukanová, CSc,**
Doc. RNDr. Peter Wagner, CSc
Ing. Rudolf Hagara, Banské projekty, s. s r.o.

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

Bratislava, február 2006

1. Úvod

Tvorba monitorovacieho systému životného prostredia vyplýva zo značného množstva dohôd, dohovorov a medzinárodných požiadaviek vyplývajúcich z integrácie Slovenskej republiky do medzinárodného systému ochrany životného prostredia (Rio de Janeiro, 1992 Johannesburg, 2002 a pod.). Systém monitorovania a informačný systém je najdôležitejším nástrojom pre zabezpečenie kvality životného prostredia, ktorý je súčasne základom pre rozhodovanie o súčasných aktivitách a tiež o perspektívnych zámeroch v oblasti životného prostredia. Monitoring životného prostredia je systematické, v čase a priestore definované pozorovanie presne určených charakteristík zložiek životného prostredia (spravidla v bodoch, tvoriacich monitorovaciu sieť), ktoré s určitou mierou výpovednej schopnosti reprezentujú sledovanú oblasť a v súhrne potom väčší územný celok. Monitorovanie slúži k objektívnemu poznaniu charakteristík životného prostredia a hodnoteniu ich zmien v sledovanom priestore.

Čiastkový monitorovací systém (ČMS) - Geologické faktory je súčasťou Monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. Zameraný je hlavne na tzv. geologické hazardy, t.j. škodlivé prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú prírodné prostredie, a v konečnom dôsledku človeka.

Vzhľadom na nepriaznivé pôsobenie prírodných síl narastá v posledných rokoch počet mimoriadnych udalostí - živelných pohrôm, ktoré majú negatívny vplyv na život a zdravie ľudí, alebo ich majetok. Ide hlavne o často sa opakujúce zosuvy na rôznych miestach SR. Výsledky monitorovania poskytujú včasnú informovanosť na prijatie opatrení, umožňujúcich mimoriadnym udalostiam včas predchádzať.

Uznesením vlády SR č.907 z 21. augusta 2002 bola schválená koncepcia trvalo udržateľného využívania zdrojov horninového prostredia, kde okrem iných v ukladacej časti, v bode B.3, vláda SR uložila ministrovi životného prostredia SR k 30. aprílu 2003 a potom každoročne „predkladať na rokovanie vlády informáciu o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám“.

Intimátom č. 212 minister ŽP SR prikázal zabezpečiť plnenie uznesenia vlády SR č. 803 z 12. októbra 2005 zabezpečovať naďalej na stabilizačnom násype v údolí Handlovky merania a pozorovania vodohospodárskych objektov a výsledky pozorovaní každoročne zahrnúť do správy o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám.

Koncepcia aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu na roky 2005-2010 bola schválená OPM MŽP SR uznesením č.42 z 4.4.2005. Podľa tejto Koncepcie sa od 1.1.2006 pokračovalo v meraniach v nasledovných podsystémoch:

- 01 Zosuvy a iné svahové deformácie
- 02 Tektonická a seizmická aktivita územia
- 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží
- 04 Vplyv ťažby na životné prostredie
- 05 Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí
- 06 Stabilita horninových masívov pod historickými objektami
- 07 Monitorovanie riečnych sedimentov
- 08 Objemovo nestále zeminy

Monitorovanie podsystému 09 „Erózne procesy“ bolo ukončené k 31.12.2005. V prípade výskytu významného rozvoja výmoľovej erózie bude tento jav monitorovaný v rámci podsystému 01 „Zosuvy a iné svahové deformácie“. Do 31.12.2005 boli údaje monitorované v 13 podsystémoch. Podľa novej štruktúry podsystémy: „Procesy zvetrávania“, „Zmeny antropogénnych sedimentov“, „Kvalita snehovej pokrývky“ a „Seizmické javy na území SR“ sa prestali monitorovať ako samostatné podsystémy. Pôvodné podsystémy

„Tektonická a seizmická aktivita územia“ a „Monitorovanie seizmických javov“ boli zlúčené do nového podsystemu „Tektonická a seizmická aktivita územia“ (02). Pôvodné podsystemy „Zmeny antropogénnych sedimentov“ a „Antropogénne sedimenty pochované“ sú čiastočne sledované v rámci náplne nového podsystemu „Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží“ (03). Pôvodné podsystemy „Monitoring procesov zvetrávania“ a „Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky“ sú čiastočne sledované v rámci náplne nových podsystemov „Zosuvy a iné svahové deformácie“ (01) a „Monitorovanie riečnych sedimentov“ (07).

V ďalšom uvádzame prehľad výsledkov za rok 2006 po jednotlivých podsystemoch.

01 - Zosuvy a iné svahové deformácie

V rámci podsystemu „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2006 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvanie, plazenie a náznaky aktivizácie rútvých pohybov. Samostatnú skupinu špecifických prípadov hodnotenia stability prostredia tvoria lokality územia projektovanej PVE Ipeľ a Stabilizačného násypu v Handlovej.

15 lokalít zo skupiny **zosúvania** sa monitorovalo súborom metód, ktoré sa aplikovali v rôznom počte a s rôznou frekvenciou v závislosti od celospoločenského významu pozorovanej lokality (príl. 1)

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

- Jednoznačne najzávažnejšou zistenou skutočnosťou bola pohybová aktivizácia čelnej časti zosuvnej akumulácie na lokalite Okoličné, nachádzajúcej sa v tesnej blízkosti hlavnej železničnej trate. Extrémne posuvy boli zaznamenané v miestach bodov 111 (polohová zmena 48 mm za rok, zdvih 46 mm), P-17 (polohovo 44 mm), 133 (polohovo 36 mm, zdvih až 116 mm). Ide zrejme o reakciu prostredia na tuhú zimu s bohatou pokrývkou snehu a prudké oteplenie, ktoré nastalo na prelome marca a apríla. O nepriaznivom stabilitnom stave svahu sme písomne informovali Riaditeľstvo železníc SR s kópiami informácie pre MŽP SR, Úrad civilnej ochrany MV SR, a Okresný úrad v Liptovskom Mikuláši;
- Výrazné prejavy pohybovej aktivity boli zaznamenané i na zosuvnom svahu pri Bojniciach. Pravdepodobne ide o doznievanie zosuvného pohybu, ktorý bol zaznamenaný na lokalite v predchádzajúcom roku (vznik zosuvnej trhliny v okolí geodetického bodu č. 6). V roku 2006 boli najvýraznejšie pohyby zaznamenané v okolí geodetických bodov č. 10 (36,12 mm za rok), B3 (33,97 mm), B (31,76 mm) a ďalších, prevažne vo východnej časti územia. Dlhodobu nepriaznivý stabilitný stav svahu je zapríčinený pravdepodobne únikmi vody z kanalizácie a jej infiltráciou do zosuvných hmôt. O výsledkoch monitorovania, aktuálnom stave zosuvného svahu a príčinách nestability sme písomne informovali primátora mesta;
- Potenciálna nestabilita západnej časti zosuvného územia pri obci Veľká Čausa bola i v roku 2006 preukázaná predovšetkým inklinometrickými meraniami vo vrtoch VČ-8 (deformácia 12,39 mm v hĺbke 2,7 m a 10,18 mm v hĺbke 12,7 m za obdobie 16 mesiacov) a VE-4 (6 mm v hĺbke 4 m za rovnaké obdobie). Veľmi nepriaznivý stav bol zaznamenaný aj režimovými pozorovaniami v období marec – apríl. V dôsledku toho, že povrch sanovaného zosuvu nebol upravený a funkčnosť odvodňovacích zariadení sa znižuje, dochádza k hromadeniu vody v bezodtokových depresiách a k nepriaznivým zmenám konfigurácie povrchu územia. O aktuálnom stave zosuvného územia a nevyhnutnosti údržby sanačných opatrení sme písomne informovali starostu obce;
- Veľmi nepriaznivé hodnoty boli zistené geodetickými meraniami na lokalite Fintice.

Posuv bodu P-5 (113,95 mm za 11 mesiacov) je veľmi výrazný a ilustruje pokračujúci pohyb akumuláčnej časti prúdového zosuvu. Tento pohyb v predchádzajúcom roku spôsobil deštrukciu inklinometrického vrtu K-2b. Žiaľ, geologické podmienky na lokalite sú pre jednoduché spôsoby sanácie veľmi komplikované a preto treba zvážiť viacero možností riešenia preukázanej nepriaznivej situácie;

- Nepriaznivý stav hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný meraniami, vrátane automatických hladinomerov na lokalite Handlová – Morovnianske sídlisko. Jeho dôsledky sa prejavili v lokálnych pohyboch hmôt (napr. viditeľné vychýlenie vrtu P-10 od osi asi o 6 cm). Na lokalite Liptovská Mara bola v niektorých vrtoch (J-19, J-3B) zaznamenaná najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody za celé obdobie merania od roku 1991;
- Menej výrazné prejavy pohybovej aktivity boli zaznamenané geodetickými meraniami na lokalite Ľubietová – bod P-9A (32 mm za 2 roky), bod P-21 (26,4 mm za rovnaké obdobie), Hlohovec – Posádka (bod PB-124 v severnej časti územia sa posunul takmer 30 mm za obdobie 2 rokov). Na lokalite Dolná Mičiná bola vo vrte JM-14 v hĺbke 3 m zaznamenaná deformácia inklinometrickej pažnice 6,02 mm za obdobie 2,5 roka a na lokalite Handlová – zosuv z rokov 1960/61 zostáva najaktívnejšou odlučnou oblasťou zosuvu (deformácia inklinometrickej pažnice vo vrte GI-1 v hĺbke 16,5 m dosiahla 8,78 mm za obdobie jeden a štvrt roka). Na lokalite Vištuk boli namerané prejavy napätostnej aktivity metódou PEE na hlbších šmykových plochách zosuvu. Nepriaznivé hydrogeologické pomery boli zaznamenané v jarných mesiacoch na viacerých ďalších lokalitách (Malá Čausa, Handlová – Kunešovská cesta, Slanec, Kvašov).

Pohyby charakteru **plazenia** sa monitorujú mechanicko – optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanických Slanských vrchov – Veľká Izra, Sokol a Košický Klečenov. V roku 2006 bolo preukázané pokračovanie doterajšieho trendu pohybov skalných blokov – na lokalite Veľká Izra došlo k rozšíreniu pukliny o cca 2 mm a na lokalite Košický Klečenov bol obidvoma dilatometrami zaznamenaný ďalší nárast vertikálneho pohybu okrajových blokov masívu.

Náznaky aktivizácie **rútivých pohybov** sa monitorujú metódami digitálnej fotogrametrie (DF), meraniami dilatometrom SOMET (DS), meradlom posuvov (DP), ako aj meradlom mikronivelačných zmien (MZ) na lokalitách Banská Štiavnica, Demjata a Harmanec. V roku 2006 boli osadené pozorovacie body a vykonané základné merania na dvoch vybraných lokalitách v Národnom parku Slovenský raj, kde nestabilné skalné bloky ohrozujú turistický chodník.

V roku 2006 došlo k najvýraznejším zmenám na lokalite Demjata, kde bol meraniami zaznamenaný pokračujúci trend uvoľňovania niektorých horninových blokov. Skalný blok s meracími bodmi pre merania DP na stanovisku č. 2 sa zrútil. Zaznamenaný bol pokračujúci vývoj hornej časti eróznej ryhy na lokalite Harmanec so súčasným odnosom a opadávaním materiálu na cestnú komunikáciu.

Do **špecifickej skupiny** lokalít hodnotenia stability zaraďujeme perspektívne územie výstavby PVE Ipeľ, kde sa v roku 2006 vykonali iba terénne obhliadky územia. Geodetické meranie siete bodov sa uskutoční pravdepodobne až v roku 2007 (cca 3 ročný cyklus meraní).

Na lokalite Stabilizačného násypu v Handlovej (príl. 2) boli geodetickými meraniami preukázané výraznejšie poklesy niektorých indikačných bodov. Na základe výsledkov merania konvergencie nedošlo k priečnym deformáciám potrubia, avšak zaznamenaný bol vznik nových trhlin v jeho strope. Merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody sa uskutočňovali v 51 vrtoch (v týždenných intervaloch) spoločne s meraniami výdatnosti hlavného drénu. V roku 2006 bolo oproti predchádzajúcemu roku zaznamenané priemerné stúpnutie hladiny podzemnej vody v meraných objektoch o 0,52 m, čo je zrejme dôsledok nefunkčnosti odvodnenia východnej časti Stabilizačného násypu.

02 - Tektonická a seizmická aktivita územia

V rámci sledovania tektonických pohybov boli v roku 2006 dokumentované pohyby povrchu územia metódou GIS, sčasti i presnou niveláciou, i pohyby pozdĺž zlomov. Podrobne bola zhodnotená makroseizmická aktivita na území severného Slovenska a v priľahlej časti Poľska. Bola zhodnotená seizmická aktivita územia Slovenska.

V roku 2006 bola uvedená do testovacej prevádzky Slovenská priestorová observačná služba na využívanie prístrojov Globálnych navigačných satelitných systémov (SKPOS - GNSS), cez ktorú je realizovaný monitoring na 21 geodetických bodoch. Jeden z týchto bodov – Gánovce je zároveň začlenený do európskeho monitorovacieho systému. Na bode sa od roku 2004 permanentne observuje prístrojmi GNSS a z výsledkov monitoringu sú určené rýchlosti jeho pohybu. Obdobné výsledky sú z permanentnej stanice pri Modre, ktorá je prevádzkovaná Slovenskou technickou univerzitou od roku 1997. SKPOS pri viacročnom využívaní umožní kvalitný permanentný geodynamický monitoring územia a interpretáciu priestorových zmien na observovaných bodoch.

Metódou presnej nivelácie boli v roku 2006 merané geodetické body troch nivelačných profiloch štátnej nivelačnej siete:

- Liptovský Mikuláš – Zuberec – Tvrdošín – Liesek
- Starina – Snina – Svidník
- Poľana – Kriváň – Veľký Krtíš

Na týchto tratiach bola realizovaná opakovaná nivelácia po viac ako desaťročí. Výsledky merania na niektorých geodetických bodoch preukázali značné výškové zmeny. Zlomová tektonika bola dokumentovaná v mapách mierky 1 : 50 000 v širšej oblasti Malých Karpát. Súčasne bol doplnený i príslušný katalóg zlomov.

Na severnom Slovensku, východne od Tatier, sa makroseizmické otrasy vyskytovali od 17. storočia, pričom sa sústredili do oblasti Pienin, Podtatranskej kotliny a Hornádskej kotliny. Posledné makroseizmicky pozorované otrasy sú tu datované na začiatku 20. storočia. Intenzita otrasov dosahovala prevažne 4-6°EMS, ojedinelo až 7°EMS. Od roku 1915 tu neboli makroseizmicky zaznamenané žiadne otrasy. Vzhľadom na intenzívne horizontálne pohyby a relatívne dlhé obdobie bez makroseizmických otrasov možno predpokladať, že seizmické otrasy, až do intenzity 7°EMS, sa tu môžu aktivizovať v dohľadnej dobe.

Západne od Tatier, v oblasti Oravskej kotliny a pri obvode Chočských vrchov sa až do roku 1964 nevyskytli žiadne makroseizmicky pozorované otrasy. Od tohto obdobia až do roku 2002 tu boli zaznamenané otrasy o intenzite 3-4,5°EMS. Podobne ako východne od Tatier aj tu boli zistené zvýšené rýchlosti horizontálnych pohybov povrchu. Zistené údaje dokumentujú presun napätí a pohybov doprevádzaný vznikom nových epicentier zemetrasení (podobne ako v rokoch 2002-2004 južne od Vihorlatu). Otrasy o intenzite 3-7°EMS sa v rokoch 1966-2004 vyskytli aj severne od Tatier a Oravskej kotliny, v relatívne úzkej oblasti tiahnucej sa od Zakopaného po Bukovinu-Podskle. Svedčí to o aktivizácii seizmotektonických javov v širšej oblasti.

Nepretržitá registrácia seizmických javov bola v roku 2006 vykonávaná na 12 seizmických stanicích Národnej siete seizmických staníc – Bratislava Železná studnička (ZST), Modra – Piesok (MODS), Vyhne (VYHS), Šrobárová (SRO), Červenica (CRVS), Kečovo (KECS), Hurbanovo (HRB), Likavka (LIKS), Kolonické sedlo (KOLS), Iža (SRO1), Moča (SRO2) a Stebnícka Huta (STHS). Všetky seizmické stanice zaznamenávajú kontinuálne rýchlosť seizmického pohybu pôdy a poskytujú zaznamenané údaje v reálnom čase. Všetky stanice sú registrované v International Seismological Centre (ISC), vo Veľkej Británii. V prípade potreby sú na vyžiadanie k dispozícii aj trigrované záznamy seizmického

pohybu zo staníc lokálnych seizmických sietí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice.

Dátové a spracovateľské centrum Národnej siete seizmických staníc je v GFÚ SAV Bratislava. Centrum zhromažďuje zaznamenané údaje v reálnom čase z 12 staníc Národnej siete a z vybraných staníc okolitých krajín. Celkovo sú v reálnom čase zhromažďované a analyzované údaje z 75 seizmických staníc. Týchto 75 seizmických staníc tvorí Regionálnu virtuálnu seizmickú sieť GFÚ SAV. Dátové a spracovateľské centrum vykonáva automatické lokalizácie, ktoré sú k dispozícii do 10 minút po zaznamenaní seizmického javu. Tieto lokalizácie sú automaticky umiestňované na internet a sú posielané e-mailom na vybrané e-mailové adresy a Úradu civilnej ochrany.

Pre verejnosť sú automatické lokalizácie zemetrasení k dispozícii na web stránke www.seismology.sk. Okrem automatických lokalizácií sa na spomenutej stránke nachádzajú aj aktuálne seizmogramy staníc Národnej siete seizmických staníc (okrem HRB) a staníc Smolenice a Kolačno, ktoré patria do lokálnej seizmických sietí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice, ktoré sú prevádzkované spoločnosťou Progseis. Tiež sú na web stránke www.seismology.sk k dispozícii archívne záznamy seizmických staníc pre posledných 30 dní. Počet návštev stránky bol v roku 2006 približne 38 500.

V roku 2006 bolo zo záznamov seizmických staníc interpretovaných viac ako 6 140 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov. Lokalizovaných bolo cca 70 mikrozemetrasení (zemetrasení bez makroseizmických účinkov) s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska v roku 2006 pozorovaných 5 zemetrasení. Všetky makroseizmicky pozorované zemetrasenia boli seizmometricky lokalizované. Epicentrá 4 z týchto zemetrasení sa nachádzali na území Slovenska (2 v zdrojovej zóne Dobrá voda a 2 v zdrojovej zóne Považský Inovec). Okrem toho bolo na území Slovenska pozorované 1 zemetrasenie s epicentrom na Ukrajine.

03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'azí

Staré skládky odpadu

V roku 2006 bolo spracovaných 145 záznamových listov starých skládok odpadov v okresoch Prievidza, Liptovský Mikuláš, Poprad, Rožňava, Michalovce, Sobrance a Trebišov, z ktorých bolo vybraných 10 najrizikovejších prekrytých skládok. Kritéria rizikovosti boli: vysoká hodnota objemu skládkovaného materiálu, prítomnosť vodných zdrojov v blízkosti skládky, blízkosť k obci či mestu, prítomnosť svahových deformácií, potencionálne riziko kontaminácie podzemnej vody, vzťah k ovzdušiu.

Okrem 10 vybraných skládok odporúčame pokračovať v monitoringu na 3 skládkach.

Názov okresu	Počet spracovaných skládok	Monitoring skládok
Liptovský Mikuláš	44	2 pokračovať v monitoringu
Poprad	10	
Rožňava	36	1 pokračovať v monitoringu
Michalovce	14	3
Sobrance	17	2
Trebišov	19	5
Prievidza	5	
Spolu	145	13

Boli navrhnuté aj lokality, ktoré predstavujú veľké riziko ohrozenia zložiek životného prostredia Ich prehľad je v tabuľke. Ide o nasledovné lokality: Budmerice, Bratislava – Devínska Nová Ves – Srdce, Myjava – Holičov vrch, Šulekovo – Fe kaly, Nové mesto nad Váhom, Košice – Rozhanovce, Kráľova Lehota, Spišská Belá, Gemerská Hôrka, Spišská Nová Ves – Kudelnik, Malá Lúč, Topolníky – Lapagoš, Zlaté Klasy, Veký Meder, Horný Bar – Šuľany.

Odkaliská

Na Slovensku je veľa odkalísk, na ktorých sa uskladňujú najčastejšie plavením rôzne sedimenty, najmä elektrárenské popolčky, jemnozrné sedimenty z chemických fabrík, kaly z úpravni rudných baní a iné, ktoré majú charakter antropogénnych sedimentov a predstavujú možné ohrozenie životného prostredia. Sú to špecifické materiály, ktorých správanie je iné ako prirodzene sedimentovaných zemín. V roku 2006 boli sledované zmeny mechanických vlastností na odkaliskách flotačného odpadu úpravovne rúd na odkaliskách Lintich a Sedem žien v blízkosti Banskej Štiavnice. Na uvedených lokalitách boli sledované nasledovné charakteristiky: z geofyzikálnych meraní základným monitorovaným prvkom je merný elektrický odpor v [Ωm], z presiometrických skúšok p_{lim} medza presiometrického tlaku (odpovedá medznej pevnosti skúšaného prostredia), presiometrický modul E_p [MPa] a efektívna hodnota uhla vnútorného trenia φ_{ef} [$^{\circ}$]. Okrem toho sa odoberali pri monitorovaní týchto vlastností aj neporušené a porušené vzorky antropogénnych sedimentov pre určenie objemovej hmotnosti, zrnitosti a pre špeciálne skúšky RTG.

V roku 2006 bolo na odkaliskách Lintich a Sedem žien odobraných a analyzovaných 10 neporušených a 20 porušených vzoriek popolčka. Bolo odvítaných 50 bm vrtov, realizovaných 48 presiometrických skúšok, urobené RTG analýzy po rozseparovaní vzoriek na viaceré zložky podľa zloženia frakcií, ťažkých, ílových a ľahkých minerálov.

Na oboch odkaliskách sa ukladajú popolčky zrnitostným zložením odpovedajúce pieskom a zeminám piesčitým až prachovitým triedy S4 symbol SM až F3 symbol MS, bola indikovaná aj zrnitosť S3 S-F.

Monitorované lokality sú: Nováky – ENO dočasné, Nováky – ENO pôvodné, Nováky – ENO definitívne, Banská Štiavnica – Lintich, Banská Štiavnica – Sedem žien, Duslo Šaľa – Amerika 1, Duslo Šaľa – RSTO.

04 - Vplyv ťažby na životné prostredie

Medzi najvážnejšie dôsledky ťažby nerastných surovín patrí vytvorenie veľkých vyťažených priestorov v podzemí aj na povrchu, s čím sú spojené prejavy podrúbania územia. Ďalšími nepriaznivými dosahmi na životné prostredie sú odvodňovanie horninových komplexov, zníženie výdatnosti využívaných zdrojov podzemnej vody, nahromadenie veľkého množstva zostatkových materiálov s obsahom kontaminantov na haldách a odkaliskách a s tým súvisiaca kontaminácia povrchových a podzemných vôd.

Vzhľadom na vážnosť danej problematiky vláda SR schválila uznesenie č. 661 z 5. septembra 1995 o surovinovej politike SR v oblasti nerastných surovín. Z tohto uznesenia vyplynula úloha vypracovať systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich banskou činnosťou. Navrhnutý bol systém zisťovania škôd na životnom prostredí a z neho odvodená kategorizácia lokalít a činností podľa rozsahu vplyvov na životné prostredie, vrátane návrhu postupu pre budovanie systému monitorovania. Z hľadiska informačného bolo podstatou riešenia zisťovacej fázy vytvorenie databázy lokalít s evidenciou zdrojov a prejavov environmentálnych impaktov. Navrhnutý bol spôsob relatívneho ohodnocovania rizikovosti jednotlivých lokalít ako aj spracovanie informácií o existujúcich monitorovacích a sanačných prácach na najrizikovejších lokalitách. V roku

2006 boli prebrané vstupné údaje do informačného systému Čiastkového monitorovacieho systému – Geologické faktory a nasledovné lokality boli navrhnuté na ďalšie monitorovanie:

- Oblasť ťažby hnedého uhlia (Horná Nitra – Handlová, Cígeľ, Nováky)
- Oblasť ťažby magnезitu a mastenca (Jelšava – Lubeník – Hnúšťa; Košice – Bankov)
- Oblasti rudných ložísk (Spredný Spiš – Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta; Rožňava – Nižná Slaná; Banská Štiavnica – Hodruša – Kremnica; Špania Dolina; Dúbrava – Magurka; Pezinok).

05 - Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí

Monitoring koncentrácií radónu v geologickom prostredí v roku 2006 prebiehal v súlade so schválenou koncepciou pre roky 2005 – 2010. V porovnaní s predošlým rokom bol rozsah monitorovania rozšírený o ďalšie lokality obnovením monitorovania pôdneho radónu na lokalite Košice a radónu vo vodách na lokalite Oravice a Ladmovce.

Monitorovanie tu predstavuje hlavne geofyzikálne merania v terénnych a laboratórnych podmienkach a ich vyhodnocovanie na 14 lokalitách rozložených na celom území Slovenska. Monitorovanie radónu prebiehalo v oblasti: pôdny radón v miestach zvýšeného radónového rizika, pôdny radón na tektonických poruchách a radón vo vodách.

Monitorovacie merania radónu v pôde roku 2006 sa uskutočnili s rôznou frekvenciou meraní na piatich lokalitách s výskytom stredného až vysokého radónového rizika (Bratislava-Vajnory, Banská Bystrica-Podlavice, Novoveská Huta, Teplička, Hnilec a Košice). Celkový počet odobratých vzoriek a meraní objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu na všetkých lokalitách spolu, v tomto roku predstavoval 408 sond na referenčných plochách. Merania radónu nad tektonickými poruchami boli realizované v objeme 104 sond na lokalite Grajnár.

Objemová aktivita radónu vodných zdrojov bola sledovaná v prameňoch: v prímestskej oblasti Bratislava - prameň Mária, prameň Zbojnička a prameň Himligárka; prameň sv. Ondreja – Sivá Brada pri Spišskom Podhradí; prameň Boženy Němcovej – Bacúch; prameň Jašterčie pri vrte OZ-1 v Oraviciach a výtok z vrtu na konci obce Ladmovce. Celkový počet monitorovaní radónu vo vodách predstavuje 28 terénnych monitorovacích dní v priebehu roka a 56 odobratých vzoriek podzemných vôd, ktoré boli následne merané a analyzované v laboratórnych podmienkach.

Výsledky dokumentujú nestálosť obsahov radónu v pôdach i v podzemných vodách s odlišnými zákonitostami.

06 - Stabilita horninových masívov pod historickými objektami

V roku 2006 sme sa zamerali na monitorovanie nasledovných lokalít: Spišský, Strečniansky, Oravský, Uhrovský a Lietavský hrad, kláštorň komplex Skalka pri Trenčíne a hrad Devín. Na Plaveckom hrade, Pajštúnskom a Čachticiach boli monitorovacie zariadenia inštalované v roku 2003, na hrade Devín bol nainštalovaný komplexný monitorovací systém v novembri 2005 a v rovnakom mesiaci bolo pridané ďalšie, plnoautomatizované monitorovacie zariadenie (typ GEOKON-2, zapožičané na dva roky od fi GEOEXPERTS Žilina) na Spišskom hrade. V júni 2006 sme nainštalovali aj meracie zariadenia na Trenčianskom hrade.

Spišský hrad

V súčasnosti sú na Spišskom hrade funkčné 4 prístroje typu TM-71 a 5 stanovisk, kde sa realizujú merania prenosnými meradlami SOMET. V priestore tzv. Perúnovej skaly, ktorá dlhodobo vykazuje známky nestability, máme situované tri monitorovacie stanoviská.

Monitorovacie zariadenie TM-71-1 vykazuje otváranie trhliny. Celkove sa trhlina od

leta 1992 otvorila o 5,76 mm, rýchlosť pohybu je v priemere 0,41 mm/rok (t.j. 0,0011 mm/deň). Trend pohybu má lineárny charakter s relatívne miernymi sezónnymi výkyvmi. V priebehu roku 2006 došlo k cyklickej zmene v rozpätí 0,77 mm, s minimom v júli (zúženie), ku koncu roka nastalo opätovné mierne otváranie trhliny a prístroj bolo nutné prestaviť. Prístroj TM-71-2 zaznamenal, že trhlina sa za posledné dva roky uzatvorila o 0,555 mm. Celkový pohyb zatvorenia trhliny dosiahol 3,985 mm, priemerná rýchlosť pohybu je 0,28 mm/rok (t.j. $7,67 \cdot 10^{-4}$ mm/deň). Celkovo možno konštatovať, že vo všetkých troch osiach v rozpätí roku 2006 nedošlo k výraznej, ani klimaticky podmienenej oscilácii, a trend pohybov je viacmenej konštantný s minimálnym trendom spomalenia v roku 2005 a opätovnou zmenou v smere zmenšenia trhliny s hodnotou 0,42 mm. TM-71-h1 až do roku 1997 vykazoval jednoznačné otváranie trhliny (celkové rozšírenie dosiahlo 4,69 mm). V rovnakom roku, až do konca monitorovaného obdobia – 2006, nastala náhla zmena v trende pohybu a trhlina vykazuje postupné zatváranie, pričom charakter pohybu je výrazne oscilačný s relatívne veľkou amplitúdou jedného cyklu (asi 0,5 mm). Signifikantná cykličnosť sa opakuje už od roku 1997 s výrazným trendom ku kompresii v zimných chladných mesiacoch a s opačným trendom pohybov v mesiacoch teplých. Celkové zatvorenie pukliny od roku 1997 dosiahlo hodnotu 5,84 mm, pričom priemerná rýchlosť pohybu je 0,64 mm/rok (t.j. 0,002 mm/deň). Pohyb v smere osi *y* a *z* je minimálny.

Ak by sme mali vyjadriť sumárny pohyb monitorovaného horninového bloku tzv. Perúnovej skaly je zrejme, že tento sa v hornej časti vykláňa smerom na SSVZ, spodná časť zasa k JJV, pričom z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca.

Hrad Strečno

Pohyby na tejto lokalite majú výrazne oscilačný charakter, čo je v zhode s dlhodobým trendom. Výsledky meraní od roku 1996 potvrdili trend pohybu v osi *x*. Za obdobie pozorujeme výraznú osciláciu pohybov, tá je však odrazom klimatických zmien s výrazným posunom v letných mesiacoch smerom k zavretiu trhliny cca o 1, 11 mm. V osi *y* a *z* sú pohyby minimálne s miernou tendenciou nárastu šmykových napätí. V smere osi *z* sme zaznamenali posun, ktorý indikuje pokles s hodnotou 0,3 mm, čo znamená mierne odklonenie monitorovaného bloku od vlastného horninového masívu.

Kláštor Skalka

Na tomto historickom komplexe bol doposiaľ pozorovaný minimálny pohyb, ktorý sa za posledné roky pohyboval rádovo vo všetkých troch osiach okolo 0,05 mm. Aj na tejto lokalite bola pozorovaná výrazná oscilácia, keď pohyb dosiahol v júni až 0, 21 mm v osi *y* (horizontálny šmyk), i v oboch ďalších osiach viac ako 0,07 mm. Prirodzene je to pohyb minimálny, avšak vzhľadom na doposiaľ známe údaje z tejto lokality, pohyby z roku 2003 môžeme považovať za intenzívnejšie, ako v minulosti. Na tejto lokalite, došlo k stavebným úpravám, ktoré znemožnili prístup k monitorovaciemu stanovisku. Aj preto v roku 2004 bolo vykonané iba 1 meranie. Vzhľadom na vyššie uvedené fakty sme boli nútení v roku 2005 meradlo TM odinštalovať a zotrvať iba na meraniach prenosným meradlom SOMET.

Na ostatných lokalitách, máme umiestnené meracie stanoviská pre prenosné meradlo typu SOMET. Na týchto meradlách, resp. na monitorovaných lokalitách neboli zistené výraznejšie pohyby ohrozujúce stabilitu monitorovaných pamiatkových objektov.

07 - Monitorovanie riečnych sedimentov

Tento monitorovací podsystem je zameraný nielen na riečne sedimenty, ale i na monitorovanie vybraných geochemických faktorov, ktoré priamo, resp. nepriamo súvisia s hodnotením kvalitatívnej stránky abiotickéj zložky prírody v podmienkach Slovenskej republiky. Objektmi monitorovania sú riečne sedimenty, tuhé zrážky, povrchová, podzemná

a pôdna voda. Výstupy predstavujú významné environmentálne geochemické parametre procesov tvorby chemického zloženia povrchovej, podzemnej, pôdnej vody a procesov zvetrávania.

V roku 2006 bolo odobraných a analyzovaných všetkých 48 referenčných odberových miest pre monitoring riečnych sedimentov. Stupeň kontaminácie C_d bol vypočítaný vo väčšine prípadov do hodnoty 1,0. Prekročenie referenčnej hodnoty vo väčšine prípadov reprezentuje koncentrácie na úrovni, resp. len málo vyššie od predpokladaných pozadových koncentrácií. Z tohto pohľadu je možné za prakticky nekontaminované považovať riečne sedimenty v znosových oblastiach Váhu, Oravy a Kysuce (lokality č. 5-13, 48, 49, 58), väčšiny tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí (34-40, 42-43, 45, 54-55), hornej časti Hrona (18, 19, 51), Moravy (2-4), Muráňa (28) a Dunaja (46, 47), Popradu (30-31) a Rimavy (27). Mierna kontaminácia prejavujúca sa prekročeniami referenčných koncentrácií zvyčajne dvoch a viac ukazovateľov bola indikovaná na odberových miestach Malý Dunaj (lokality č. 1), Morava (3), Váh (13), Hron (20, 52), Ipeľ (26), Slaná (29), Poprad (30), Hornád (35, 36), Myjava (56), Turiec (57) a Kysuca (58). Silné znečistenie riečnych sedimentov bolo zaznamenané na odberových miestach Nitra – Chalmová (Cu, Zn, Hg, As, Se), Nitra – Lužianky (Hg), Nitra – pod Šuranmi (Cu, Zn, Hg), Štiavnica – ústie (Cu, Zn, Cd, Pb), Hornád (Cu, Hg) a Hnilec (Cu, Zn, Hg, As, Pb, Sb). Najvyššia miera kontaminácie bola zistená na lokalite Nitra – Chalmová (Hg, As) – pre porovnanie v roku 2005 to bolo na troch lokalitách.

Monitorovanie kvality tuhých zrážok bolo v roku 2006 realizované na 43 odberových miestach. Z opakovaných technických príčin nebola odobraná vzorka na lokalite Lomnický štít. Zimné obdobie 2005/2006 bolo charakterizované dlhodobým trvaním snehovej pokrývky, preto ho pokladáme za veľmi reprezentatívne. Z hľadiska potenciálnej acidifikácie prostredia bola zistená najnižšia hodnota pH snehových roztokov na lokalite Dukla. V tzv. pozadových horských lokalitách, kde sú mnohé ióny (najmä Cl, NH_4 a SO_4) zo zrážok zdrojové pre tvorbu podzemných a povrchových vôd sa hodnoty pH pohybovali okolo 4,5. Naopak najvyššie hodnoty pH boli zaznamenané v najviac lokálne ovplyvnených oblastiach s najvyššou hodnotou na lokalite Bratislava – Slovnaft. Distribúcia celkovej mineralizácie ako sumárneho ukazovateľa zdrojovej vody pre tvorbu zásob podzemných vôd sa pohybovala v rozmedzí 2,2 – 18,7mg/l s obsahmi nad 17mg/l na lokalitách Zádielska dolina (s typicky vysokým obsahom vápnika), Nitra – Zobor a Bratislava – Slovnaft. Oblasť s obsahom amónnych iónov nad 1mg/l boli v roku 2006 zistené na Dukle, južných a východných častiach Slovenska (Remetské Hámre, Cejkov, Vojany) s maximom na lokalite Nitra – Zobor. Podobnú distribúciu mala aj ďalšia forma dusíka – NO_3 , čo nasvedčuje o lokálnom a v prípade južnej časti Slovenska až regionálnom zvýšení emisií NO_x . Obsah chloridov nad 1mg/l bol zistený na lokalitách Dukla a Starý Hrozenkov. Dlhodobo sú najvyššie obsahy arzénu viazané na oblasť Hornej Nitry, čo sa potvrdilo aj v roku 2006 na lokalitách Podhradie pri Novákoch (0,00348mg/l) a Lehôtka pod Brehy (0,00238mg/l). Z ďalších stopových prvkov boli v tuhých zrážkach zistené najvyššie obsahy olova na lokalite Bratislava – Slovnaft a hliník na lokalite Lehôtka pod Brehy.

V roku 2006 sa ďalej pokračovalo v monitorovaní chemického zloženia zrážkových, podzemných a povrchových vôd za účelom odhadu hmotových bilancií a toku látok pre zistenie intenzity zvetrávania v modelovom povodí Vydrica. V roku 2006 sa vykonali odbery vzoriek a stanovený počet chemických analýz nasledujúcich typov prírodných vôd v modelovom povodí Vydrica:

- odber a analýza vzoriek povrchových vôd (záverečný profil povodia) 11 vzoriek , odber a analýza vzoriek zrážkových vôd (vstup do povodia) 10 vzoriek, odber a analýza vzoriek podzemných vôd 9 vzoriek odbery, pričom sú tieto vykonávané v mesačnom intervale, vždy začiatkom mesiaca.

- vzorky pôdnej vody, resp. vody z nenasýtenej zóny sa kontrolovali v pravidelných intervaloch pri odbere ostatných typov vôd. V závislosti na klimatických podmienkach, však bolo možné vzorku odobrať len pri priaznivých klimatických podmienkach. Celkovo bolo v hodnotenom období odobraných 15 vzoriek vôd.

Z chemického hľadiska sa zrážky naďalej prejavujú zvýšeným priemerným obsahom z kationov K^+ , NH_4^+ a Ca^{2+} . Z aniónov sú najvýraznejšie zastúpené HCO_3^- ióny, ďalej SO_4^{2-} a Cl^- . Hodnota priemernej mineralizácie za obdobie roku 2006 je $66,5 \text{ mg.l}^{-1}$, čo predstavuje mierny pokles v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Podobne ako v predchádzajúcom období obsah väčšiny prvkov mierne koreluje s množstvom zrážok, prípadne počtom daždivých dní v hodnotenom období.

Chemické zloženie podzemnej vody v roku 2006 výrazne reagovalo na sezónne zmeny, čo sa prejavuje na výdatnosti pozorovaného prameňa „Pod Panovou lúkou“. Jeho priemerná výdatnosť za obdobie monitorovania v roku 2006 bola $0,29 \text{ l.s}^{-1}$. Chemické zloženie podzemnej vody predstavuje typické silikátogénnej vody Ca-Mg- HCO_3 typu. Vo všeobecnosti je naďalej pozorovaná najmä nepriama závislosť výdatnosti prameňa a základných zložiek chemizmu vody. Špecifickým je časový priebeh hodnôt obsahu dusičnanov, ktorý vykazoval od začiatku roku 2002 klesajúci trend do roku 2005. V roku 2006 sa zaznamenal opäť mierny vzostup ich koncentrácií.

Mineralizácia vôd povrchového toku v záverečnom profile povodia dosiahla priemernú hodnotu 167 mg l^{-1} , s maximom 229 mg l^{-1} a minimom 130 mg l^{-1} . Z hľadiska prevládajúcich iónov možno vodu označiť ako Ca-Na- HCO_3 - SO_4 typ s priemernou hodnotou pH 6,7. Zvýšenie obsahu NO_3^- v odtoku, ktoré svoje maximálne koncentračné hodnoty (18 mg.l^{-1} , bez prítomnosti výrazných antropogénnych zdrojov v povodí) dosahuje v období zvýšených prietokov je možné považovať za overenú skutočnosť.

08 - Objemovo nestále zeminy

Objemová nestabilita sa prejavuje buď znížením objemu zeminy, označovaným ako presadanie, alebo zväčšením objemu, označovaným ako napúčanie. K objemovo nestálym zeminám na Slovensku patria presadavé zeminy (kvartérne eolické sedimenty), napúčavé íly (neogénneho alebo kvartérneho veku. Pri registrovaní porušených objektov na území Východoslovenskej nížiny sa zistilo, že poruchy na objektoch nie sú zapríčinené len presadavosťou základových pôd, ale aj ich napúčaním a zmrašťovaním. Celkovo na území Podunajskej nížiny boli registrované porušené objekty v 94 obciach, na území Východoslovenskej nížiny v 58 obciach. Boli monitorované zmeny veľkosti puklín na vybratých objektoch. Väčšinou dochádza k opakujúcim sa trhlinám rádovo desatiny milimetra až milimetre, ojedinele aj niekoľko centimetrov. Odobraté boli porušené a neporušené vzorky pre stanovenie fyzikálnych a mechanických vlastností zemín a ich náchylnosti na objemové zmeny. V oedometrických prístrojoch boli stanovené hodnoty pomerného napučievania B_0 , veľkosť tlaku z napučievania P_n a jeho časový priebeh. Zmrašťiteľnosť bola stanovená na vzorkách ílov, predovšetkým smektitov. Stanovené boli aj deformačné vlastnosti charakterizované modulom deformácie a súčinitele filtrácie sledovaných vzoriek zemín. Ďalej bolo realizované naplnenie informačného systému.

09 - Erózne procesy

Monitorovanie tohoto pod systému bolo ukončené k 31.12.2005. V roku 2006 bola spracovaná záverečná správa za tento pod systém.

Parciálny informačný systém ČMS GF

Hlavné ťažisko prác parciálneho informačného systému ČMS GF okrem pravidelnej aktualizácie údajov sa v roku 2006 sústredilo na návrh a tvorbu novej verzie informačnej web stránky, ktorá spĺňa požiadavku na spracovanie údajov z monitoringu podľa koncepcie prijatej v roku 2005. Na zabezpečenie kompability poskytovaných informácií o výsledkoch monitorovania životného prostredia SR bola pre všetky jeho systémy dohodnutá a schválená obsahová náplň web stránok, ktorá zahŕňa základné informácie o monitorovaní ako sú: cieľ, zámer, koncepcia monitorovacieho systému, monitorovacia sieť lokalít, metódy monitorovania, merané veličiny, štruktúra dátovej základne parciálneho informačného systému a kontakt na stredisko ČMS GF. Medzi verejne prístupné informácie patria ročné správy ČMS GF vystavené na web stránke v digitálnej forme a vizualizácia výsledkov monitorovania na platforme technológií PHP vo forme grafov a tabuliek (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>). Pre sprístupnenie meraných ukazovateľov pomocou interaktívnych web máp, s použitím technológie ArcIMS od firmy ESRI, sa v roku 2006 dohodla a začala spolupráca so Slovenskou agentúrou životného prostredia v Banskej Bystrici, na server ktorej sú pre tento účel postupne odovzdávané jednotlivé databázy ČMS GF.

Záver

Na základe uznesenia OPM MŽP SR č.82 z 15.7.2004 bola vypracovaná Koncepcia aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu na roky 2005-2010. Uznesením OPM MŽP SR č.42 z 4.4.2005 bola táto Koncepcia schválená.

Podľa tejto Koncepcie sa od 1.1.2006 pokračovalo v meraniach v nasledovných podsystémoch:

- 01 Zosuvy a iné svahové deformácie
- 02 Tektonická a seizmická aktivita územia
- 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží
- 04 Vplyv ťažby na životné prostredie
- 05 Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí
- 06 Stabilita horninových masívov pod historickými objektami
- 07 Monitorovanie riečnych sedimentov
- 08 Objemovo nestále zeminy

V septembri bola podpísaná zmluva o spolupráci pri poskytovaní a využívaní geologických informácií medzi Úradom civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR a Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra. Účinnosť zmluvy je od 15.9.2006.

ČMS Geologické faktory poskytujú nasledovné realizačné výstupy:

- každoročne vypracovaná Správa o realizácii monitoringu životného prostredia za predchádzajúci rok a predložená do OPM MŽP SR v termíne do 31.3. nasledujúceho roku,
- každoročne vypracovaná Informácia o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám za predchádzajúci rok a predložená na rokovanie vlády SR v termíne do 30.4. nasledujúceho roku,
- štruktúra bázy dát, ktorá je súčasťou katalógu dátových zdrojov metainformačného systému životného prostredia, zverejneného na internetovej stránke SAŽP, na Enviroportále a na internetovej stránke ŠGÚDŠ,
- okamžité informácie pre dotknuté subjekty.