

**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***

Vypracovali: RNDr. Alena Klukanová, CSc.  
RNDr. Ľubica Iglárová  
Doc. RNDr. Peter Wagner, CSc.  
Doc. RNDr. Miroslav Hrašna, CSc.  
RNDr. Peter Labák, CSc.  
Ing. Jana Frankovská, CSc.  
RNDr. Augustín Gluch  
Doc. RNDr. Ján Vlčko, CSc.  
RNDr. Dušan Bodiš, CSc.  
Ing. Rudolf Hagara

Bratislava, február 2010

## 1. Úvod

Tvorba monitorovacieho systému životného prostredia vyplýva zo značného množstva dohôd, dohovorov a medzinárodných požiadaviek podmienených integráciou 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 sledovania kvality životného prostredia, ktorý je 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 určitým spôsobom reprezentujú sledovanú oblasť a v súhrne potom aj väčší územný celok. Monitorovanie slúži na objektívne poznanie charakteristík životného prostredia a hodnotenie ich zmien.

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 aj človeka.

Vzhľadom na nepriaznivé pôsobenie prírodných síl narastá v posledných rokoch počet mimoriadnych udalostí, ktoré majú negatívny vplyv na život a zdravie ľudí alebo na majetok. Ide hlavne o často sa opakujúce zosuvy na rôznych miestach SR. Výsledky monitorovania poskytujú informácie 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, v ktorom okrem iných požiadaviek vláda SR v ukladacej časti v bode B.3. uložila ministrom 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“.

Uznesenie vlády SR č. 803 z 12. októbra 2005 uložilo úlohu naďalej merať a pozorovať vodohospodárske objekty na stabilizačnom násype v údolí Handlovky a výsledky pozorovaní každoročne zahrnúť do správy o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám ([Príloha 2](#)).

V septembri 2006 bola podpísaná zmluva o spolupráci pri poskytovaní a využívaní geologických informácií medzi Úradom civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR (teraz sekcia krízového manažmentu a civilnej ochrany) a Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ).

Na jar 2007 vznikla pri EuroGeoSurveys pracovná skupina pre geologické hazardy EGS (Geohazards Working Group), na práci ktorej sa podieľa aj ŠGÚDŠ. Boli dohodnuté základné pracovné dokumenty a strategický plán hodnotenia a prevencie geologických hazardov v európskych štátoch.

V roku 2009 sa na základe Koncepcie aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu pokračovalo v meraniach v siedmich podsystemoch. V podsysteme 08 – Objemovo nestále zeminy v roku 2009 neboli realizované žiadne práce. Uvádzame prehľad výsledkov za rok 2009 po jednotlivých podsystemoch.

### 01 - Zosuvy a iné svahové deformácie

V rámci podsystemu „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2009 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvania (14 pozorovaných lokalít), plazenia (4 lokality) a náznakov aktivácie rúťových 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

podsystemu 01 v roku 2009 monitorovalo 30 lokalít. Prehľad aplikovaných metód monitorovania, frekvencie ich použitia a najdôležitejších výsledkov meraní na všetkých pozorovaných lokalitách je zhrnutý v súbornej tabuľke ([Príloha 1](#)), v ktorej sú lokality rozdelené podľa stupňa dôležitosti do troch kategórií – od kategórie III. (celospoločensky najvýznamnejšie lokality) po kategóriu I. (lokality, ktorých význam je v súčasnosti nižší).

Lokality zo skupiny zosúvania sa monitorovali súborom metód zaznamenávajúcich posuny alebo deformácie meraných objektov (metódy geodetické a inklinometrické), zmeny napätostného stavu prostredia (merania podľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE) a stav najdôležitejších zosuvotvorných faktorov (režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení, ako aj spracovávanie informácií o zrážkach). Okrem tradičných spôsobov merania bolo v roku 2009 na 6 lokalitách umiestnených celkovo 13 automatických hladinomerov, zaznamenávajúcich kontinuálne hĺbku hladiny podzemnej vody, z ktorých 2 (na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné) sú opatrené systémom včasného varovania, prepojeným on-line so strediskom monitorovania.

V priebehu roku 2009 neboli monitorovacími meraniami svahových pohybov charakteru zosúvania zaznamenané žiadne extrémne hodnoty, signalizujúce vznik alebo výrazný nárast aktívneho pohybu. Napriek tomu, na viacerých lokalitách bol často niekoľkými metódami potvrdený pokračujúci, lokálne i zrýchlený pohyb zosuvných hmôt.

- Oproti predchádzajúcemu roku boli najvýraznejšie posuny zaznamenané geodetickým meraním na lokalite *Bojnice*. Polohové zmeny väčšie ako 40 mm za obdobie cca 10 mesiacov boli namerané v troch bodoch: B-2 (46,49 mm, teda 58,31 mm/rok), B-5 (134,09 mm/rok) a B-6 (66,68 mm/rok). Výškové zmeny (poklesy), väčšie ako 40 mm boli namerané za rovnaké obdobie tiež v troch bodoch (B-1, B-2 a JB-1). Po opakovaných upozorneniach bola v marci roku 2009 na lokalite vykonaná dôsledná oprava objektov splaškovej kanalizácie vedenej cez teleso zosuvu (opravu vykonala Stredoslovenská vodárenská prevádzková spoločnosť, a. s. Banská Bystrica, závod 03 Prievidza) a súčasne bol zmenený systém geodetického merania na lokalite. Vzhľadom na uvedené skutočnosti, ako aj na málo významné zmeny, zaznamenané režimovými pozorovaniami i inklinometrickými meraniami, za kľúčové pre ďalší postup monitorovania možno považovať výsledky monitorovacích meraní, ktoré sa uskutočnia v roku 2010.
- Aktívny svahový pohyb časti katastrofálneho zosuvu v *Handlovej*, zistený inklinometrickým meraním vo vrte GI-1 v roku 2008, viedol k porušeniu tohto vrta a k jeho nepriechodnosti pri meraní v roku 2009. Inklinometrickými meraniami v apríli 2009 boli najväčšie deformácie (dosahujúce po prepočte okolo 8 mm.rok<sup>-1</sup>) zaznamenané v plytších polohách vrtovej GI-2 (v hĺbke 3 až 3,5 m) a GI-4 (v hĺbke 4,5 m), nachádzajúcich sa v strednej časti zosuvného svahu. Opakovane treba konštatovať výrazne sa zhoršujúci stav odvodňovacích zariadení na tejto lokalite.
- Trvalo najpodrobnejšie monitorovaným je zosuvné územie na južnom okraji obce *Veľká Čausa*. Vzhľadom na rozsah a tvar územia je celkový obraz o aktuálnom stave pohybovej aktivity výrazne premenlivý v čase i priestore. V roku 2009 boli najvýraznejšie deformácie inklinometrickej pažnice (presahujúce hodnotu 5 mm.rok<sup>-1</sup>) zaznamenané vo vrtoch VČ-9 (v hĺbke 4,4 m od povrchu terénu) a VE-4 (v hĺbke 4 m) na západnom okraji zosuvu a vo vrte VČ-12 (v hĺbke 2,3 m) pri jeho odlučnej hrane. Kontinuálny inklinometer, umiestnený vo vrte KI-1 zaznamenal najvýraznejší posun na šmykovej ploche dňa 29. marca 2009. Menej výrazné boli posuny bodov zmerané geodeticky. Na základe súboru vykonaných meraní, ale i priamych pozorovaní v teréne možno konštatovať pokračujúcu tendenciu poklesávania častí územia predovšetkým v okolí odlučnej oblasti aktívneho zosuvu a vo viacerých bezodtokových depresiách, ako aj náznaky pohybovej aktivácie za východným ohraničením aktívneho zosuvu.
- Na lokalite *Okoličné* treba upozorniť na posuny bodov 111 (27,89 mm za cca 14 mesiacov, čo predstavuje 24,47 mm.rok<sup>-1</sup>) a 133 (20,01 mm.rok<sup>-1</sup>), nachádzajúcich sa na svahu bezprostredne nad železničnou traťou. O aktivite transportačnej časti zosuvu

svedčia namerané deformácie inklinometrickej pažnice v obnovenom vrte JO-1A (v hĺbke 10,4 m deformácia predstavovala 7,64 mm za cca 10 mesiacov).

- Kým na predchádzajúcich lokalitách boli meraniami zaznamenané výraznejšie zmeny, potvrdené zvyčajne viacerými typmi monitorovacích pozorovaní, v prípade nasledujúcich lokalít ide skôr o upozornenia na menšie zmeny, zistené často iba niektorou z pozorovacích metód. Napríklad, na lokalite *Dolná Mičiná* bola najvýraznejšia deformácia inklinometrickej pažnice nameraná vo vrte JM-18 nad okrajom stabilizačného prísypu v hĺbke okolo 5 m od povrchu terénu (rýchlosť deformácie predstavovala 5,9 mm.rok<sup>-1</sup>). Najcitlivejšia akumulčná a časť transportačnej oblasti zosuvu vo *Finticiach* bola podľa geodetických meraní z júna 2009 vo vcelku stabilizovanom stave (najväčší posun nepresiahol po prepočte hodnotu 15 mm/rok). Určité zvýšenie aktivity poľa PEE ilustrujú výsledky merania na lokalite *Hlohovec - Posádka*, kde pomerne vysoká aktivita poľa PEE bola nameraná v jarnom cykle vo vrtoch HSJ-37 (v hĺbke 0 – 15 m) a HSJ-39 (v polohe 11 – 13 m) a v jesennom cykle vo vrte HSJ-35 v hĺbke 3 – 6 m. Vcelku stabilizovaný stav prostredia ilustrujú výsledky meraní na lokalitách *Handlová - Kunešovská cesta*, *Kvašov* a *Vištuk*.
- Na viacerých lokalitách sa vykonávajú prevažne iba režimové pozorovania, ktorých výsledky nie sú dostatočné a treba ich rozšíriť o ďalšie typy monitorovacích meraní. Na túto skutočnosť sme zatiaľ neúspešne upozorňovali napríklad v prípade lokality *Slanec-Tranzitný plynovod*, v blízkosti ktorej došlo v marci 2008 k havárii plynovodu. Režimové pozorovania sú jediným zdrojom informácií o aktuálnom stave lokalít *Handlová-Morovnianske sídlisko*, *Lubietová* a čiastočne aj *Liptovská Mara*, i keď na posledne spomínanej lokalite dochádza v poslednom období k inovácii metód i frekvencie monitorovania svahovej deformácie.

*Úpravy metodiky monitorovania a technické opatrenia.* Okrem aktualizovaných upozornení o stave monitorovaných zosuvov, uverejňovaných na internetovej stránke ([www.geology.sk](http://www.geology.sk) – ČMS GF – Publikácie a správy) sa v rámci úprav a doplnenia metód alebo metodiky monitorovania svahových pohybov charakteru zosúvania realizovali v roku 2009 nasledujúce činnosti:

- V súvislosti s projektovou prípravou vodného diela Hlohovec – Sereď boli najrozsiahlejšie opatrenia vykonané na lokalite *Hlohovec - Posádka*. V novembri 2009 bol na lokalite realizovaný inklinometrický vrt (LP-1) do hĺbky 32 m a v priebehu roka boli vo vybraných reprezentatívnych stabilitných profiloch vybudované 4 geodetické body, stabilizované do hĺbky 1,8 – 1,9 m. Navyše, do monitorovacej geodetickej siete boli zaradené už nefunkčné piezometrické vrty na troch vytýčených profiloch. Na lokalite *Veľká Čausa* bola v spolupráci s firmou Geoexperts, Žilina vo vrte KI-1, realizovanom v októbri 2008 vykonaná inštalácia kontinuálneho inklinometra dňa 26. marca 2009. Na tej istej lokalite sa po úvodnom geodetickom zameraní vybraných bodov metódou GPS v roku 2008 uskutočnili v roku 2009 dve etapy ich opakovaného premerania.
- Po viacerých upozorneniach na možnosť reaktívacie svahového pohybu a nevyhovujúci stav i kvalitu monitorovacej siete na lokalite *Liptovská Mara* zabezpečil Technicko-bezpečnostný dozor vodného diela v roku 2009 inštaláciu 12 ks automatických hladinomerov do vybraných vrtov. Na odvodňovacích horizontálnych vrtoch sa vykonala ich inšpekcia kamerou. Jeden automatický hladinomer sme premiestnili z porušeného vrtu JM-19 na lokalite Dolná Mičiná (demonťovaný bol dňa 23. apríla 2009) a inštalovali ho do vrtu J-5 na lokalite Liptovská Mara (dňa 18. júna 2009).

Svahové pohyby charakteru plazenia sa monitorujú mechanicko-optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanického pohoria Slanské vrchy – *Veľká Izra* (2 meracie prístroje), *Sokol* (1 prístroj) a *Košický Klečenov* (2 prístroje). V roku 2007 bol jeden prístroj TM-71 inštalovaný i na lokalite *Jaskyňa pod Spišskou* v Levočských vrchoch. Na všetkých lokalitách boli v roku 2009 vykonané 4 merania. Najvýraznejšie pohyby blokov boli preukázané na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-2, poklesávanie). Pri meraní dňa

27. marca 2009 bolo na lokalite Veľká Izra zistené zničenie prístroja VI-2. V dôsledku toho sa celkový počet mechanicko-optických dilatometrov, pozorovaných v rámci svahových pohybov charakteru plazenia znížil v roku 2009 na 5 ks.

Náznaky aktivácie rútvých pohybov sa monitorujú metódami fotogrametrie, dilatometrickými meraniami, ako aj meraniami mikromorfologických zmien povrchu skalných odkryvov. V rámci pozorovaných lokalít sa spracovávajú aj informácie o niektorých zosuvotvorných faktoroch (zrážkach a počte mrazových dní). Najväčší počet monitorovacích metód sa aplikuje na skalných stenách zárezov v *Banskej Štiavnici*, pri obci *Demjata* a čiastočne i pri *Harmanci*. Na uvedených lokalitách boli v roku 2009 vyhotovené digitálne fotogrametrické snímky na vyhodnotenie metódami reálnej základnice a konvergentnej fotogrametrie a aplikovali sa aj dva typy dilatometrických meraní. Dilatometrické merania na dvoch stanoviskách na lokalite *Slovenský raj - Pod večným dažďom* nepreukázali v prostredí vápencov výrazné zmeny.

Na súbore lokalít zo skupiny monitorovania náznakov aktivácie rútvých pohybov sa pozorujú iba zmeny povrchu skalnej steny meradlom mikromorfologických zmien a spracovávajú sa informácie o zrážkach a počte mrazových dní z najbližšej stanice SHMÚ. Takýmto spôsobom sa v roku 2009 monitorovali lokality *Handlová - Baňa*, *Starina*, *Jakub*, *Bratislava - Železná studnička*, *Pezinská Baba* (2 stanoviská) a *Lipovník*. Merania sa vykonávali dvakrát ročne – na jar a na jeseň. Najvýraznejšie zmeny boli zaznamenané na lokalite *Pezinská Baba* (profil 3), kde v priebehu 12 mesiacov došlo v bode 6 k ústupu masívu o 8,38 mm a na lokalite *Handlová - Baňa* na pravom okraji meraného profilu (body 7 a 8). Najvýznamnejším poznatkom z monitorovania náznakov aktivácie rútvých pohybov počas roku 2009 je výrazné rozvoľnenie skalného masívu na lokalite *Banská Štiavnica*, ktoré sa prejavilo uvoľnením a pádom viacerých skalných blokov až do priestoru cestnej komunikácie. O tejto skutočnosti bola informovaná Slovenská správa ciest, Odbor prípravy, výstavby, správy a údržby v Bratislave listom zo dňa 28. apríla 2009.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability prostredia zaraďujeme perspektívne územie výstavby PVE *Ipeľ* a objekt i okolie Stabilizačného násypu v *Handlovej*. Na lokalite *PVE Ipeľ* bolo v auguste roku 2009 uskutočnené po piatich rokoch geodetické meranie lokálnej siete. Meranie potvrdilo indície miernych vertikálnych tektonických pohybov na *Muráňskej zlomovej línii* v priestore projektovanej PVE v súlade s geomorfologickými a geologickými predstavami.

Na základe výsledkov merania priečných deformácií potrubia bolo na lokalite *Stabilizačného násypu v Handlovej* konštatované, že hodnoty deformácií, namerané v roku 2009 zodpovedajú v prevažnej miere očakávaniam a prognózovaným hodnotám deformácií z roku 2008, čo však súčasne dokumentuje pokračujúcu deformáciu potrubia. Presná nivelácia hlavných indikačných bodov na povrchu a v šachtách na objekte násypu preukázala, že voči minulosti došlo k utlmeniu výškových pohybov meraných bodov. Dôležitou podmienkou dlhodobej bezporuchovej prevádzky Stabilizačného násypu je obnovenie funkčnosti jeho odvodnenia. Vzhľadom na dôležitosť lokality Stabilizačného násypu v *Handlovej* sú výsledky jej monitorovania v roku 2009 zhrnuté v samostatnej [Prílohe 2](#).

V priebehu rokov 2008 a 2009 boli zaznamenané a čiastočne i riešené nové svahové pohyby na lokalitách: *Dolný Kubín - sídlisko Banisko* – zosuv nad miestnou komunikáciou a nad garážami. Na lokalite v minulosti už bol vykonaný inžinierskogeologický prieskum, boli realizované inklinometrické a geofyzikálne merania, avšak na ďalšie riešenie sanácie už nie sú finančné prostriedky. Ďalšími ohrozenými územiami, na ktorých boli vykonané orientačné inžinierskogeologické prieskumy je lokalita *Banská Bystrica - Urpín, Kalvária*, kde v rekreačnej zóne dochádza k vypadávaniam úlomkov zo skalných stien, lokalita *Stránske* s havarijným zosuvom ohrozujúcim severný okraj obce a lokalita *Chmiňany*, kde v oblasti potencionálneho zosuvu vznikol aktívny zosuv po odkopaní päty svahu v súvislosti s výstavbou domov pre rómskych obyvateľov. Zosuv je v blízkosti plánovaného diaľničného úseku D1 *Fričovce – Svinia*. Na západnom okraji katastrofálneho *handlovského zosuvu* došlo

k aktivizácii svahových pohybov. Na tejto lokalite sa začal inžinierskogeologický prieskum. Rovnako v súčasnosti sa realizuje prieskum aj aktívneho zosuvu na lokalite *Čadca – mestská časť Rieka – U Rebroša*. Zosuv v oblasti *Banská Bystrica-Sásová* v decembri 2009 odrezal na týždeň prístupovú cestu pre miestnych obyvateľov.

## 02 - Tektonická a seizmická aktivita územia

V roku 2009 boli pomocou navigačných satelitných systémov monitorované pohyby povrchu územia a pohyby pozdĺž zlomov. Podrobne bola zhodnotená makroseizmická aktivita na území stredného Slovenska. Na základe nepretržitej registrácie seizmických javov na stálych seizmických stanicích Národnej siete seizmických staníc bola hodnotená seizmická aktivita územia Slovenska.

*Pohyby povrchu územia* – v súčasnosti je využívaná najmä technológia na určovanie priestorovej polohy bodov pomocou globálnych navigačných družicových systémov (GNSS). Táto technológia sa využíva aj na permanentné geodetické meranie na geodetických bodoch, ktoré sú súčasťou SGRN (Slovenskej geodynamickéj referenčnej siete). Dosahovaný odhad presnosti v polohových zložkách x, y je v úrovni milimetrov, ale vo výškovej zložke je to asi trojnásobok. Do siete je zaradených zatiaľ 5 špecializovaných geodetických bodov, ktoré sú realizované ako hĺbkové stabilizácie ukotvené až do 10 m. Body sú na lokalitách *Liesek* (LIES), *Partizánske - Malé Bielice* (PART), *Gánovce pri Poprade* (GANP), v *Banskej Bystrici* (BBYS) a *Modre - Piesku* (MOPI). Údaje GNSS staníc sú posielané aj do európskej permanentnej siete (EPN -Euref Permanent Network), ktorú riadi Európska komisia pre referenčné rámce (EUREF). Výsledky monitoringu sú spracúvané pre jednotlivé body EPN vzhľadom na Medzinárodný terestrický referenčný rámec - ITRF2000, Európsky terestrický referenčný rámec - ETRF89 a ako voľné (merané) údaje (RAW). V súlade s prijatým dvojročným intervalom sa i v roku 2009 realizovali merania GNSS. Podľa predbežných vyhodnotení meraní povrch územia Slovenska pokračuje v pomalom pohybe na severovýchod, pričom rýchlosť pohybu v jednotlivých bodoch je rôzna (0,5 až 2 mm za rok) a vyskytujú sa i odchýlky od generálneho smeru.

*Pohyby pozdĺž zlomov* - sledovanie pohybov pozdĺž zlomov, na ktorých sú osadené dilatometre TM 71, bolo v roku 2009 realizované na 6 lokalitách: *Branisko*, *Demänovská jaskyna*, *Banská Hodruša*, *Vyhne*, *Ipel*, *Dobrá Voda*. Na väčšine lokalít došlo k útlmu pohybov. Významnejšie pohyby boli zaznamenané na zlome v lokalite *Vyhne*, kde od druhej polovice roka 2008 do konca roka 2009 dosiahol posun 0,47 mm. V rámci dokumentácie zlomov v ohniskových oblastiach na území Slovenska boli dokumentované zlomové poruchy v mierke 1:50 000 a doplnený katalóg zlomov v oblasti severnej časti Malých Karpát.

Vykonávalo sa *monitorovanie lokálnych, regionálnych a teleseizmických seizmických javov* (zemetrasení a priemyselných explózií) a ich analýza, lokalizácia zemetrasení s epicentrom na území Slovenska alebo zemetrasení makroseizmicky pozorovaných na území Slovenska, tvorba národnej seizmologickej databázy a pravidelná medzinárodná výmena údajov. Nepretržitá registrácia seizmických javov bola v roku 2009 vykonávaná na 9 seizmických stanicích Národnej siete seizmických staníc – *Bratislava Železná studnička* (ZST), *Modra – Piesok* (MODS), *Vyhne* (VYHS), *Červenica* (CRVS), *Kečovo* (KECS), *Hurbanovo* (HRB), *Likavka* (LIKS), *Kolonické sedlo* (KOLS) a *Stebnícka Huta* (STHS). Všetky stanice sú registrované v International Seismological Centre (ISC) vo Veľkej Británii. K dispozícii sú aj trigrované záznamy seizmického pohybu zo staníc lokálnych seizmických sietí atómových elektrární *Mochovce* a *Jaslovské Bohunice* a kontinuálne záznamy zo staníc lokálnej seizmickej siete na východnom Slovensku. Jedna seizmická stanica bola poškodená počas silnej búrky a neskôr vykradnutá. 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 k dispozícii údaje z 81 seizmických staníc, tvoriacich 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 posielané na vybrané e-mailové adresy a na sekciu krízového manažmentu a civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR.

Pre verejnosť sú údaje z Národnej siete seizmických staníc dostupné na internetovej stránke [www.seismology.sk](http://www.seismology.sk).

V roku 2009 bolo zo záznamov seizmických staníc interpretovaných viac ako 4990 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov. Lokalizovaných bolo cca 90-100 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmické údaje o pozorovaných zemetraseniach na území Slovenska v roku 2009 máme k dispozícii pre 5 zemetrasení. Všetky makroseizmicky pozorované zemetrasenia boli seizmometricky lokalizované. Epicentrá štyroch zemetrasení sa nachádzali na východnom Slovensku (12.1.2009, 18.1.2009, 5.10.2009 a 20.11.2009) a epicentrum jedného na území Rakúska (7.5.2009). Najsilnejšie z nich bolo zemetrasenie s epicentrom na území Rakúska, pre ktoré máme k dispozícii 49 makroseizmických hlásení zo 7 lokalít na území Slovenska.

### 03 - Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží

Do tohto pod systému sú zaradené lokality antropogénnych sedimentov, vrátane odkalísk, ktoré ohrozujú jednotlivé zložky životného prostredia. V roku 2009 boli sledované ukazovatele pH, vodivosť,  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$ , rozpustené látky, chloridy, Cu, Zn, Fe, amónne ióny na lokalitách: Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy – Halňa, Šaľa, Zemianske Kostolany a Poša. Prejavy kontaminácie na lokalitách Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná a Šaľa pochádzajú zo skládok odpadov. Boli zistené veľmi vysoké koncentrácie rozpustených organických a anorganických látok, mineralizácia kontaminovanej vody je až 5000 krát vyššia od nekontaminovanej vody. Cieľom je znečistenie identifikovať a ohraničiť v priestore a v čase, objektívne zhodnotiť dopad na hydrosféru na sledovanej lokalite. Odborné miesta na lokalitách sú lokalizované v informačnom systéme monitoringu.

Na lokalite *Šaľa* bolo odporovým meraním, sledovaním zonálností a laboratórnymi analýzami zistené, že v časti okolia skládky sa vyskytuje podzemná voda so zvýšenou vodivosťou. Vzájomné korelácie vodivosti vody z vrtoch a analýz dokazujú, že ide o vodu znečistenú materiálom skládky. Boli zistené vysoké obsahy chloridov, síranov a  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$ . Na lokalite *Modra* je sledovaný dopad rekultivačných prác na množstvo a zloženie priesakovej a podzemnej vody. Pribeh vodivosti dokazuje prítomnosť znečistenia podzemnej vody, ktorá by mala byť skládkou neovplyvnená. Na lokalite *Šulekovo* vývojové tendencie vodivosti,  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$  a chloridov signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch, situovaných na severnej strane skládky je trvale znečisťovaná. Na lokalite *Bojná* je v priestore pod starou aj novou skládkou dlhodobo výrazná kontaminácia podzemnej vody. Prejavuje sa v hodnotách vodivosti, obsahu chloridov, amónnych iónov, síranov a bóru, ktoré prekračujú limitné hodnoty, platné pre podzemnú vodu. Dôležitým monitorovacím prvkom sú aj hodnoty  $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ ,  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$  a pH. Hlavnými zložkami kontaminácie sú chloridy a amónne ióny. Tieto migranty nepredstavujú zvýšené riziko pre širšie okolie, pretože sa prirodzene nariedujú vodou z okolia. Hodnoty sledovaných fyzikálno-chemických parametrov vôd na lokalite *Myjava – Surovín* potvrdzujú, že kontaminácia, ktorá sa šíri zo skládky do okolia a z úložiska galvanických kalov je dlhodobo stabilizovaná. Hlavnou zložkou kontaminácie je  $\text{NH}_4^+$ , Zn a Ni. Problémom sú erózne ryhy hlboké až po podložné geotextílie skládky. Do priestoru skládky tak vniká voda zo zrážok a aj podzemná voda z bočných častí. Na lokalite *Krompachy – Halňa* bolo monitoringom podzemnej vody zistené prekročenie povolených limitov nasledujúcich prvkov: As, Cd, Ni, B, Zn, Sb. Tvorba plynov ohrozuje aj ovzdušie.

V roku 2009 boli realizované odbery vzoriek antropogénnych sedimentov na lokalite *Zemianske Kostolany* a chemickými analýzami bola potvrdená vysoká miera zaťaženia lokality arzénom. Nachádzajú sa tam súvislé polohy naplaveného popola hrubé lokálne viac ako 2 m prekryté len 20-30 cm vrstvou zeminy. Zistené koncentrácie arzénu kolíšu od 127 do 1264  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (v polohách čistého popola), čo mnohonásobne prekračuje limity pre pôdu.

Okrem arzénu boli zaznamenané aj zvýšené koncentrácie ortuti ( $0,14-0,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Na lokalite Poša boli v roku 2009 realizované odbery povrchovej vody a riečného sedimentu potoka Kyjov, ktoré potvrdili klesajúci trend vymývania hlavného kontaminantu v lokalite - arzénu. Vzorky boli odobrané z dvoch miest – výpusť z odkaliska a z povrchu odkaliska pri hrádzi.

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk boli vypracované identifikačné listy pre ďalších päť odkalísk. Rudné odpady uložené na odkalisku *Smolník* (okres Spišská Nová Ves), priemyselné odkaliská: *Gemerská Hôrka* (Rožňava); *Konvertorové kaly-Velká Ida* (Košice); *Mokrú haldu, Velká Ida* (Košice); popolové odkalisko: *Šaľa – Amerika, Trnovec n. Váhom, Šaľa*. Odkaliská sú definované (podľa kategorizácie ICOLD) ako vodné stavby I. až IV. kategórie a podliehajú povinnému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Na Slovensku je registrovaných viac ako 50 odkalísk. Sleduje sa aj fyzikálna stabilita vybraných antropogénnych sedimentov odkalísk. Zmeny mechanických vlastností v roku 2009 boli sledované na lokalite *Banská Štiavnica - odkalisko Sedem žien* a *odkalisko Lintich*. Uskutočnené boli presiometrické skúšky, odber porušených a neporušených vzoriek, geofyzikálne merania a RTG skúšky. Boli sledované: merný elektrický odpor v [ $\Omega\text{m}$ ], z presiometrických skúšok  $p_{\text{lim}}$  - medza presiometrického tlaku (odpovedá medznej pevnosti skúšaného prostredia), presiometrický modul  $E_p$  [MPa] a efektívna hodnota uhla vnútorného trenia  $\varphi_{\text{ef}} [^\circ]$ , zrnitostné analýzy a skúšky RTG.

Z hľadiska dlhodobej stability je potrebné upozorniť na zvýšené riziko porušenia fyzikálnej stability rudných odkalísk *Slovinky*, okres Spišská Nová Ves a *Nižná Slaná*, okres Rožňava z dôvodu nevykonávania dohľadu a nerealizovania stabilizačných opatrení. Na týchto odkaliskách odporúčame vykonať prieskum na zhodnotenie ich stability a prijatie opatrení. V súčasnom stave svojou existenciou odkalisko *Slovinky* najviac ohrozuje lokalitu *Krompachy*, pričom v priamom ohrození sú aj životy obyvateľov mesta.

#### 04 - Vplyv ťažby na životné prostredie

Monitorovanie prebieha na lokalitách z oblasti ťažby hnedého uhlia, ťažby magnezitu a mastenca a z oblasti rudných ložísk, ktoré boli v roku 2007 vytypované ako rizikové, na základe výsledkov ukončenej geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“.

*Oblasti ťažby hnedého uhlia.* V oblasti Hnedouhoľného hornonitrianskeho revíru boli sledované systémy štyroch najvýznamnejších štôlní (*Handlová pri Rybe, baňa Cígeľ, Hlboká a Lehota pod Vtáčnikom*). Z uvedených výtokov zo štôlní boli zdokumentované zvýšené hodnoty celkových mineralizácií vôd (v rozpätí  $500 - 750 \text{ mg.l}^{-1}$ ), tieto sú však porovnateľné s vodami v miestnych recipientov ( $400 - 650 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Obsahy potenciálne toxických prvkov (As, Se, Cu, Zn, Pb, Hg) vo vodách sú relatívne nízke. Sú dokonca pod medznými hodnotami pre pitnú vodu. Aj obsahy ďalších, antropogénne podmienených častí chemického zloženia vôd sú relatívne nízke, nedosahujú hraničné hodnoty normy pre pitnú vodu. Zvýšené sú len obsahy síranov s maximom  $186 \text{ mg.l}^{-1}$  v štôlni z bane Cígeľ. Tieto obsahy aj obsahy ďalších stopových prvkov sú porovnateľné s ich obsahmi v predchádzajúcich rokoch. V sedimentoch z baní z Hornonitrianskej oblasti boli v roku 2009 zdokumentované vysoké obsahy As ( $1\ 382 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) v štôlni bane Cígeľ. Tieto obsahy sú však porovnateľné s doterajšími pozorovaniami a sú v súlade s prírodným hydrogeochemickým režimom lokality. Z ďalších potenciálne toxických prvkov sú zvýšené obsahy Hg (s maximom  $6.1 \text{ mg.l}^{-1}$  v štôlni v Handlovej). Obsahy ostaných potenciálne toxických prvkov sú v danej oblasti zvýšené, približne 2 – 3 krát nad celoslovenský priemer. Celú oblasť Hornej Nitry hodnotíme v zmysle environmentálneho rizika ako oblasť so stredným rizikom.

*Oblasti ťažby magnezitu a mastenca.* Spomedzi existujúcich ťažených ložísk magnezitu a mastenca boli do štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie zaradené nasledovné lokality: *Jelšava, Lubeník, Hnúšťa – Mútnik* a *Košice - Bankov*. Spoločným hlavným environmentálnym problémom oblastí ťažby a spracovania magnezitu



a mastenca regionálneho rozsahu je pretrvávajúca alkalizácia pôd a poškodenie vegetácie, ako dôsledok desaťročia trvajúceho emisného zaťaženia pri vysokotepelnej úprave magnezitu v ťažbových a rotačných peciach. Environmentálny stav lokalít dobre indikuje kvalita vody povrchových tokov, odvodňujúcich najviac zaťažené časti postihnutých regiónov kumulatívnym účinkom imisného zaťaženia, skládkovania odpadov z ťažby a spracovania suroviny, primárnou a sekundárnou prašnosťou a samotnou prevádzkou týchto technológií. Ďalším významným environmentálnym problémom je stabilita povrchu nad vyťaženými časťami ložiska a rozsah povrchových závalov. Ide o priestorový rozsah vyrúbaných priestorov v podzemí, ohraničenie povrchových závalov a výsledky geodetických meraní stability povrchu. Tu možno konštatovať, že v roku 2009 sa nevyskytli nové závaly, ani významné zmeny existujúceho rozsahu závalových pásiem.

*Oblasti ťažby rúd.* Spomedzi veľkého počtu lokalít postihnutých ťažbou rúd sú do monitoringu zahrnuté lokality: *Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta, Rožňava, Nižná Slaná, Banská Štiavnica, Hodruša, Kremnica, Špania dolina, Dúbrava, Pezinok.* Ťažobná činnosť na týchto monitorovaných lokalitách je ukončená. Výnimkou je ťažené sadrovcové ložisko Tollstein v Novoveskej Hute, zbytkové zásoby baritu sa ťažia i v bani Rudňany nad úrovňou štôlne Rochus (baňa pod touto úrovňou je zatopená). Ťažba je ukočená i na Fe ložisku Nižná Slaná, avšak ložisko je dosiaľ odvodňované čerpaním. Pretrvávajúcimi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi na týchto lokalitách sú nestabilita horninového masívu, ktorej dôsledkom sú závaly nad vydobytými priestormi a bankskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi bankských vôd, priesakmi z hál a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia. Monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov spočíval v opakovanom meraní kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov bankských, drenážnych a povrchových vôd na monitorovaných objektoch. Spolu bolo laboratórne spracovaných 117 vzoriek vôd, pričom rozsah zisťovaných parametrov kvality je volený s prihliadnutím na geochemický typ ložiska a sprievodných hornín, technológiu úpravy suroviny, špecifikáciu dosiaľ zistených kontaminantov.

Na Fe, Cu, Hg a BaSO<sub>4</sub> ložisku *Rudňany* sú monitorované 3 profily Rudnianskeho potoka, výtok banskej vody z dedičnej štôlne Rochus, drenáž z odkaliska pri Novom priemyselnom závode (NPZ) a prameň Olšo. Výtok banskej vody, priesaky z odkaliska a z haldového materiálu a dlhoročné imisné zaťaženie lokality prašným spádom z úpravne rúd spôsobujú kontamináciu Rudnianskeho potoka antimónom, meďou, báriom a mangánom (III. trieda kvality povrchovej vody podľa STN 75 7221 Klasifikácia povrchových vôd).

Na Cu ložisku *Slovinky* sú monitorované 3 profily Slovinského potoka a ústie Poráčskeho potoka, výtok banskej vody z dedičnej štôlne Alžbeta, výtoky z drenáže nového i starého odkaliska. Výtoky banskej vody z prítomných štôlní, priesaky odkaliska a hald, dosiaľ spôsobujú zhoršenie kvality Slovinského potoka v obsahu As, Sb, Mn (tr.III) a Cu (tr.II). Výsledky sledovania poklesov v oblasti *Slovinského ložiska* do r. 2005 preukázali, že na žiadnom z jedenástich miest pozorovaných závalov/prepadlísk nedochádza k pohybu, ani k negatívnemu ovplyvňovaniu okolia. V období roku 2007 došlo v danej oblasti k vzniku drobných závalov, ktoré boli vzápätí zavázané, preto je ich podrobnejšia dokumentácia nemožná. K takýmto závalom patrí i zával neďaleko ťažby Adam Eva. Uvedené geodynamické javy nedosahovali veľké rozmery a v súčasnosti nepredstavujú nebezpečenstvo, nachádzajú sa v zálomovom pásme, ktoré je neobývané a nevedú tam ani významné komunikácie. Dosypávanie poklesov terénu bude prebiehať i v okolí Jamy Dorota, ktorá má hĺbku asi 500 metrov a je zasypaná takmer do tretiny. Po dodatočnom sadnutí v jarných mesiacoch sa bude povrch dosypávať, následne sa povrch zarovná a osadí sa železobetónová platňa pre trvalé zabezpečenie. Rovnako bola svojho času uzavretá aj jama Emil 2. Aj tu už prebehli likvidačné práce. Jama má hĺbku 470 metrov a rovnako bude opätovne zasypávaná a zabezpečená železobetónovou platňou. V posudzovanej ložiskovej

oblasti je dodatočná dokumentácia nových závalov pomerne komplikovaná, pretože závaly sú priebežne zasypávané. Navrhujeme priebežne dokumentovať nové závaly v spolupráci s ObBÚ. Na lokalite sa objavuje i problém erózie a odnosu haldového materiálu prívalovými vodami Slovinského potoka. Situáciu má v pláne riešiť na jar 2010 organizácia Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica, výstavbou ochranného múru v inkriminovanom takmer 1 km dlhom úseku toku.

Vplyv pyritového a Cu ložiska *Smolník* na hydrosféru sa monitoruje v dvoch profiloch Smolníckeho potoka, odvodňovacej šachte Pech a v dvoch drenážnych výtokoch z odkaliska v Smolníckej Hute. Smolnícky potok pod ložiskom po ústie do Hnilca je silno kontaminovaný hliníkom, železom, mangánom (tr.V), meďou a zinkom (tr.IV). *Smolnícke ložisko* bolo otvárané, preskúmané a ťažené značným počtom historických a novodobých diel a na povrchu terénu sa nachádza veľké množstvo povrchových dobývok, odvalov, ústí štôlní, šácht, komínov a prepádľísk. V tejto oblasti mladšie haldy často pokrývajú staré banské diela. Haldy často pokrývajú i nedokumentované staré banské diela, resp. i v samotnom haldovom materiáli boli prieskumné štôlne, ktoré sa postupne zavaľujú.

Ložisková oblasť *Novoveská Huta*, s výskytom stratiformného U-Mo ložiska, medených hydrotermálnych žíl a sadrovca, je monitorovaná na 2 profiloch potoka Holubnica, 2 profiloch Suchohorského potoka, výtoku banskej vody z Vodnej štôlne, výveru pri jame č.1 i čerpanej banskej vody z ťaženého ložiska sadrovca Tollstein. Koncentrácie rádia v miestnych povrchových tokoch sa pohybujú na hranici I. a II. triedy kvality povrchových vôd, lokálne dosahujú triedu III. Zvýšené obsahy tu pozorovať i u medi a bária. Podrobnejšie bola pozorovaná oblasť ústia Novej štôlne pri Tepličke nad Hornádom, kde zával sadrovcového súvrstvia spôsobil vzduť banskej vody v komplexe banských diel a opakujúce sa prievaly nahromadenej banskej vody. Podľa realizovaného monitoringu výdatnosť výtoku z Novej štôlne kolíše v rozmedzí 3,6 – 4,6 l/s, prelivu z krátera 1,4 – 3,6 l/s a prelivu z vrtu 0 - 23 l/s, sumárne zo zatopenej bane teda vyteká 5,8 – 29,2 l/s banskej vody. Jej chemický typ je Ca-SO<sub>4</sub> s celkovou mineralizáciou okolo 2 g/l, čo svedčí o intenzívnom lúhovaní sadrovcového súvrstvia v okolí závalu. V ložiskovej oblasti *Novoveská Huta* bola podrobnejšie pozorovaná oblasť ústia Novej štôlne pri Tepličke nad Hornádom. Vznikol tu nový kráterovitý zával v sadrovcovom súvrství, zosunutím horniny do štôlne. Tento zamedzuje voľnému odtoku banskej vody štôľnou na povrch a vzdúva vodu v podzemnom komplexe banských diel minimálne o 62 výškových metrov. Ako dočasné preventívne opatrenie pred nebezpečnými dôsledkami prievalov postavili Rudné Bane š.p. Banská Bystrica v ústí štôlne protiprievalovú hrádzu, upravili odtok vzdutej banskej vody vytekajúcej prelivom zo vzniknutého krátera a odvrátili pozorovací a odľahčovací vrt nad uvedeným kráterom. Periodické prievalové vlny s množstvom 23 – 120 tis. m<sup>3</sup> uvoľnenej vody spôsobili v období 2008 - 2009 vážne erózne poškodenie prístupovej cesty na lokalitu i škody na majetku (pozemkoch a rodinných domoch) obyvateľov Tepličky.

V oblasti výskytu Fe-Cu rúd *Rožňava* je monitorovaný výtok banskej vody Dopravným prekopom z bane Mária, výtoky zo štôlní Sádlovska a Augusta odvodňujúcich nadabulskú časť ložiska a drenážnu vodu z kanálu K2 v Nadabule. U Dopravného prekopu intenzívna sedimentácia okru spôsobuje upchávanie odtokového potrubia z usadzovacej nádrže pred ústím, kedy časť odtoku steká po teréne, preto je potrebná jeho pravidelná kontrola a prečisťovanie (vykonáva RB š.p. Banská Bystrica).

Na ložisku metasomatického sideritu *Nižná Slaná* bola ťažba v septembri 2008 náhle ukončená pre platobnú neschopnosť ťažobnej organizácie Siderit Nižná Slaná. Majetok ťažobnej spoločnosti je v konkurze. Bol opakovane premeraný a ovzorkovaný výtok z drenáže odkaliska. Zvýšené koncentrácie sú zaznamenané hlavne u As, Mn a Fe. V roku 2009 sa monitoring zameril na opätovnú terénnu dokumentáciu prejavov poklesov terénu v ložisku *Nižná Slaná – Kobeliarovo*. Je dokumentovaná postupnosť vzniku závalov. K vzájomnému prepájaniu závalov dochádzalo po roku 2002, posledné zaznamenané prepojenie (závaly 9-19) bolo v roku 2005. Novovzniknuté závaly po tomto období

v existujúcom centrálnom závalovom pásme je už ťažké identifikovať ako samostatné objekty, pretože ich obrysy sú zastreté pohybom sutí a lokálnymi zosuvmi. Z tých istých dôvodov sa neidentifikovali vzájomné prepájania závalov. Závaly ležiace na severnom a južnom okraji závalového pásma sa javia pomerne stabilizované. Trhliny rozvoľňovania závalového pásma sa vytvárajú prevažne na jeho východnom a západnom okraji. Ťahové trhliny dosahujú výšku od 50 - 120 cm a majú čerstvé odlučné plochy, preto je opodstatnený predpoklad ďalšieho rozširovania závalového pásma hlavne týmito smermi. Najviac porušená je centrálna časť závalového pásma, kde ešte i v súčasnosti dochádza k prepadaniam nadložia do vydobytých priestorov, čo sa na povrchu územia prejavuje vytváraním nových závalov, ktoré sa postupne vzájomne prepájajú so staršími závalmi do jedného závalového pásma.

V oblasti *Španej doliny* sú monitorované tri profily miestnych povrchových tokov, priesak z odkaliska a výtoky banskej vody zo štôlne Ferdinand, Piesky a Denná. Prítomné zrudnenie uvoľňuje do vodného obehu hlavne meď, arzén a antimón, čo spôsobuje zhoršenie kvality miestnych povrchových tokov v najnepriaznivejších triedach kvality.

Na Sb ložisku *Dúbrava* je v 2 profíloch monitorovaný potok Paludžanka a 6 výtokov banskej vody zo štôlní. Banské vody kontaminujú Paludžanku najmä antimónom (V. trieda kvality).

V ložiskovej oblasti *Pezinok* je monitorovaný potok Blatina a výtoky zo štôlne Ryhová, Pyritová a Budúcnosť. Kontaminácia spôsobuje hlavne zvýšenie obsahu As a Sb vo vode potoka Blatina.

V ložiskovej oblasti *Kremnica* sa monitoruje Kremnický potok v profile pred ústím do Hrona, výtok z Hlavnej dedičnej štôlne pri Žiari nad Hronom, výtoky banskej vody z Hornoveskej a Hlbokej dedičnej štôlne a potok pod odkaliskom v Hornej Vsi. Zvýšené koncentrácie Hg na monitorovaných objektoch, ani kyanidov v potoku pod odkaliskom neboli zistené.

V oblasti *Banskoštiavnického rudného revíru* boli sledované systémy dvoch najväčších odvodňovacích štôlní (Voznická dedičná štôlna, Nová odvodňovacia štôlna), ďalej jednej zo starých štôlní (Zlatý stôl) a odkalisko v Hodruši. S ohľadom na polymetalický charakter zrudnenia boli vo vodách a v sedimentoch zdokumentované nadlimitné obsahy prakticky všetkých sledovaných kovov najmä: Fe, Mn, Zn, Pb, Cu a Cd. Najmä vo výtoku z Voznickej dedičnej štôlne pretrváva enormne vysoký obsah Zn ( $3,51 \text{ mg.l}^{-1}$ ), ktorý je však porovnateľný s doterajšími pozorovaniami. Zo sledovaných systémov v tejto oblasti jednoznačne najnepriaznivejšie sú z hľadiska sedimentov Nová odvodňovacia štôlna (obsah Zn  $36\,320 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Voznická dedičná štôlna (obsah Zn  $56\,790 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), pričom limitná hodnota pre zdravé neznečistené životné prostredie je  $140 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Aj obsahy ďalších toxických kovov (Pb, Cd, Cu, Co a Hg) vysoko prekračujú platné limity pre životné prostredie a znamenajú najvyššiu záťaž. Celkovo však možno skonštatovať relatívne stabilný režim obsahov potenciálne toxických prvkov v sedimentoch banských diel. Z vôd vypadávajú a hromadia sa v riečnych sedimentoch, kde sú potenciálnym zdrojom znečistenia životného prostredia. Banskoštiavnickú oblasť môžeme na základe indexu environmentálneho rizika zaradiť medzi územie s extrémne vysokým environmentálnym rizikom.

## 05 - Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí

Hlavným prírodným zdrojom radónu je geologické prostredie, a preto je cieľom monitoringu zdokumentovať a komplexne zhodnotiť krátkodobé (sezónne) i dlhodobé variácie koncentrácií radónu v horninovom prostredí a v podzemných vodách. Boli realizované vzorkovania a merania OAR v terénnych a laboratórnych podmienkach na 14-tich lokalitách (po siedmich lokalitách pre pôdny radón a radón v podzemných vodách) vrátane ich komplexného spracovania, vyhodnotenia a porovnania výsledkov s predchádzajúcimi obdobiami a aktualizovania výsledných databáz.

Postupy stanovenia objemovej aktivity radónu (cA) v pôdnom vzduchu a plynopriepustnosti základových pôd odpovedajú ustanoveniam Zákona NR SR č. 355/2007

Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a v zmysle Nariadenia vlády SR č. 350 z 10. mája 2006, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na obmedzenie ožiarenia z prírodného žiarenia.

*Pôdny radón - zvýšené radónové riziko vybraných miest.* Monitoring OAR v pôdnom vzduchu na referenčných plochách (RP) bol v roku 2009 vykonávaný s rôznou frekvenciou monitorovania na rovnakých lokalitách ako v sezóne 2008. Najväčší rozsah monitorovacích prác pri meraniach OAR v pôdnom vzduchu na referenčných plochách bol v sezóne 2009 zrealizovaný na RP Novoveská Huta v období apríl – október (119 odberov a meraní vzoriek pôdneho vzduchu). Zrovnateľný monitoring (čo do obdobia, meteorologických podmienok a rozsahu prác) prebehol na RP Teplička (zhodne 119 odberov). Na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko) bolo monitorovanie RP v sezóne 2009 zrealizované 4x v období apríl – október (spolu 68 odberov a meraní vzoriek pôdneho vzduchu). Monitoring radónu v pôde na referenčných plochách v lokalite Bratislava – Vajnory a Banská Bystrica – Podlavice bol realizovaný dvakrát (máj a september), čo predstavuje 34 odberov a meraní vzoriek pôdneho vzduchu na každej z týchto lokalít. Monitorovanie OAR v pôdnom vzduchu 2x v monitorovacom období (jún a september; spolu 34 sond) sa uskutočnilo aj na referenčnej ploche v lokalite Košice – KVP. Celkový objem prác na všetkých šiestich RP v roku 2009 činil 408 sond so zhodným počtom odobraných, zmeraných a vyhodnotených vzoriek pôdneho vzduchu. Na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko) došlo v sezóne 2009 k poklesu hodnôt OAR v pôdnom vzduchu. Stredná hodnota OAR (3. kvartil) dosiahla  $620 \text{ kBq.m}^{-3}$ , pričom najnižšia úroveň ( $420 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) bola zaznamenaná v roku 2003 a až doposiaľ najvyššia hodnota ( $712 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) sa zistila v sezóne 2008. Dlhodobý priemer OAR (3. kvartil) za obdobie rokov 2001 – 2009 dosiahol  $559 \text{ kBq.m}^{-3}$ . Jedným z dôvodov je aj dôsledok poklesu vlhkosti pokryvných útvarov v tejto oblasti. Aj napriek tomu merania OAR v pôdnom vzduchu v danej lokalite dosahujú dlhodobo najvyššie hodnoty v rámci územia Slovenskej republiky. Priebeh sezónnych variácií OAR v pôdnom vzduchu závisí nielen od meteorologických a klimatických faktorov, ale aj od plynopriepustnosti a vlhkosti miestnych zemín a hornín a v nezanedbateľnej miere aj na samotnej geologickej stavbe a litologickej charakteristike konkrétnej lokality. To znamená, že aj v rovnakých meteorologických a klimatických podmienkach, ale v rôznom geologickom prostredí, nemusí byť charakter variácií zhodný. Príkladom sú dlhodobé výsledky monitoringu na RP Novoveská Huta (homogénne permské sedimenty strednej plynopriepustnosti) a RP Teplička (paleogénne sedimenty so strednou až nízkou plynopriepustnosťou, so zvýšeným podielom ílovitej frakcie), ktoré sú relatívne blízko seba (cca 5 km), prakticky v rovnakej klimatickej oblasti, ale s odlišným geologickým profilom, v ktorom je šírenie radónu sledované. Obe lokality boli v sezóne 2009 monitorované v ten istý monitorovací deň, teda v zrovnateľných meteorologických podmienkach, a napriek tomu majú výsledky meraní OAR odlišný priebeh. V letných mesiacoch boli na RP Novoveská Huta vysledované zväčša zvýšená a na RP Teplička znížená OAR v pôdnom vzduchu, a na jar a jeseň naopak: Novoveská Huta - minimum a Teplička - maximum OAR.

Výsledky monitoringu OAR v pôdnom vzduchu dokumentujú jeho variabilitu v pripovrchových častiach horninového prostredia. Variácie súvisia s atmosférickými podmienkami a ich zmenami. Potvrzuje sa určitá závislosť OAR na meteorologických podmienkach s nejednoznačným efektom na jednotlivých lokalitách, zrejme aj v dôsledku odlišnosti litologického zloženia.

V oblasti tektonicky porušenej zóny boli v auguste 2009 tak, ako v predošlých rokoch, zrealizované merania OAR v pôdnom vzduchu v oblasti tektonicky porušenej zóny na lokalite Grajnár. Pri monitorovaní OAR nad zlomovými štruktúrami bolo v uplynulom roku vyhlbených a premeraných 94 sond. V porovnaní s rokom 2008 (3. kvartil OAR =  $20 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) došlo na lokalite Grajnár v sezóne 2009 k poklesu hodnôt OAR na úroveň  $16 \text{ kBq.m}^{-3}$ , čo je prakticky na úrovni dlhodobého priemeru ( $17 \text{ kBq.m}^{-3}$ ) za obdobie rokov 2001 – 2009. Výsledky monitorovacích meraní pôdneho radónu na tejto lokalite opakovane potvrdzujú

výskyt dislokácií, ktoré pozitívne ovplyvňujú transport radónu do pripovrchových častí aj z väčších hĺbok, takže OAR v pôdnom vzduchu nad zlomami dosahuje anomálne hodnoty aj rádovo prevyšujúce pozad'ové hodnoty.

*Radón v podzemných vodách* - výsledky monitorovania OAR v podzemných vodách dokumentujú skutočnosť, že stredné hodnoty koncentrácií radónu pre pramene monitorované v sezóne 2009 (okrem prameňov Zbojnička a Himligárka z oblasti Malých Karpát) sú nižšie než v roku 2008. Pomerne výrazný pokles OAR v podzemných vodách bol dosiahnutý v prameni Boženy Němcovej (Bacúch), kde z doposiaľ najvyššej zaznamenatej hodnoty zo sezóny 2008 ( $299 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) došlo k poklesu na  $250 \text{ Bq.l}^{-1}$ , čo je pod úrovňou dlhodobého priemeru ( $256 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) za obdobie rokov 2001 – 2009. Relatívne najväčší nárast OAR vo vodách bol zaregistrovaný v prameni Zbojnička (oblasť Bratislava – Malé Karpaty), kde v porovnaní s rokom 2008 ( $254 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) došlo k nárastu OAR na  $288 \text{ Bq.l}^{-1}$ , čo je prakticky na úrovni maximálnej nameranej hodnoty ( $291 \text{ Bq.l}^{-1}$ ) zo sezóny 2007 a výrazne nad úrovňou dlhodobého priemeru ( $230 \text{ Bq.l}^{-1}$ ). Variácie objemovej aktivity radónu v sledovaných zdrojoch podzemných vôd majú skôr sezónny charakter. Na rozdiel od pôdneho radónu nie sú natoľko ovplyvňované náhodnými javmi resp. zmenami v atmosfére a nie sú natoľko „citlivé“ na rôzne krátkodobé zmeny počasia (teplota, atmosférický tlak). Maximálne hodnoty OAR v podzemných vodách sú spravidla v zime, resp. na jar a minimum v lete až jeseni.

Komplexné výsledky monitorovania radónu dokumentujú skutočnosť, že zmeny OAR v geologickom prostredí sú jednak krátkodobé (sezónne), dlhodobé (rádovo roky), ale aj náhodné (miestne, časové, klimatické).

## **06 - Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi**

V roku 2009 boli monitorované nasledujúce hrady: Spišský, Strečniansky, Plavecký, Uhrovský, Pajštún, Trenčín a Devín. Na Spišskom a Strečnianskom hrade je pohyb blokov horninového masívu monitorovaný okrem dilatometrov SOMET aj prístrojmi TM-71. Na hrade Devín bol v novembri 2005 nainštalovaný komplexný kontinuálny monitorovací systém, ktorý bol počas búrky v auguste 2008 znefunkčnený a majiteľ zariadenia PAMING Bratislava z finančných dôvodov nedal obnoviť monitorovanie. V roku 2005 bolo nainštalované plnoautomatizované monitorovacie zariadenie (typ GEOKON-2, zapožičané od fi GEOEXPERTS Žilina) na Spišskom hrade. V júni 2006 sa revitalizovali merania na ranogotickom kostolíku sv. Juraja v Kostol'anoch pod Tríbečom. V dôsledku rekonštrukčných prác a permanentného ničenia monitorovacích stanovísk boli na hrade Lietava a na hrade Čachtice merania skončené. Od roku 2009 je prenosné meradlo SOMET opatrené digitálnou meracou hlavicou japonskej výroby (zn. MITUTOYO), ktoré umožňuje zaznamenať pohyby o jeden rád presnejšie, vďaka čomu možno podstatne presnejšie interpretovať získané výsledky a ich grafickú prezentáciu a spoznať dynamiku pohybov, najmä ich cykličnosť. Tento jav pri staršom type meradla nebol identifikovateľný.

*Spišský hrad.* Monitorovanie prebieha na štyroch prístrojoch typu TM-71 a na 5 stanoviskách, kde sú merania realizované prenosnými meradlami SOMET. V priestore tzv. Perúnovej skaly, ktorá dlhodobo vykazuje známky nestability sú situované tri monitorovacie stanoviská. Na jednom z nich (TM-71-1) za posledný rok došlo k ďalšiemu otvoreniu trhliny - cca 0,2 mm, avšak roztvárание diskontinuity má výrazne oscilačný charakter s rozptylom cca 0,5 mm, závislý na klimatických cykloch. Celkove sa trhlina od leta 1992 otvorila asi o 7,00 mm. Pootočenia nie sú významné a dosahujú asi  $0,1 \text{ mm.rok}^{-1}$ . Na stanovisku TM-71-2 oproti predchádzajúcemu roku nastal výrazný posun v smere otvárania trhliny (v smere osi x). Celkové otvorenie trhliny za celé obdobie merania dosiahlo cca 4,75 mm. Podobný vývoj pozorujeme aj v smere osi y, pričom celkový pohyb dosiahol 3,80 mm; v osi z bol zaznamenaný v roku 2009 pohyb 0,36 mm a celková zmena polohy meracieho bodu v tomto smere dosiahla asi 3,9 mm. Celkove vo všetkých osiach pohyb nie je veľmi výrazný, avšak konštantný je v smere otvárania pukliny. Na treťom prístroji TM-71-h1 sme zistili, že trhlina sa od počiatku meraní otvára, pričom charakter zmien je výrazne oscilačný. V priebehu

roku 2009 sa trhlina otvorila s maximom cca 2,70 mm. Celkový posun za celé meracie obdobie dosiahol cca 7,2 mm, avšak maximum celkového otvorenia bolo registrované zhruba v polovici minulého roku, keď priemerná hodnota dosiahla cca 8,3 mm. Trend v otváraní má progresívny charakter, v zimnom období však prevláda opačná tendencia pohybu. Pohyb v smere osí y a z je minimálny, mierne cyklický s amplitúdou 0,6 mm v osi y, resp. 1,2 mm v osi z. Dilatometre typu Somet sú nainštalované na piatich monitorovacích stanoviskách, tri z nich sú v blízkosti meradiel TM (označené ako SM 1 až SM 3). Až do júna 2008 na nich nebol zaznamenaný žiadny posun. Od tohto dátumu až do konca roku 2009 došlo k výraznejšej oscilácii pohybov s rozptylom 1,5 až 2,0 mm. Tento jav môžeme pripísať použitiu presnejšieho meradla. Meracie stanoviská SM 4 a SM 5 sú umiestnené v SZ časti exteriéru hradného komplexu. Napriek očakávaniu, že práve tento skalný blok bude vykazovať pohyby, výsledky meraní poukazujú na minimálny cyklický trend v súlade s teplotnými zmenami.

*Hrad Strečno.* Pohyby na tejto lokalite, monitorované dilatometrom typu TM-71 majú výrazne oscilačný charakter, čo je v zhode s dlhodobým trendom. V priebehu rokov 2009 tento trend bol potvrdený, pričom hodnota relatívneho pohybu bloku – otvorenie trhliny dosiahlo až 1,50 mm, maximá boli registrované v chladných mesiacoch. Pohyby majú cyklický charakter a to bez výraznejšej zmeny od roku 2003, kedy celkové otvorenie dosiahlo 3,5 mm. *Plavecký hrad.* Na tejto lokalite sú osadené pozorovacie body na troch stanoviskách, na ktorých neboli zaznamenané výraznejšie pohyby až do júla 2008. Od tohto obdobia je na stanovisku Plavecký hrad - badateľný výrazný posun v smere otvárania trhliny s maximálnou hodnotou 0,6 mm. Ďalšie stanoviská nevykazujú výraznejšie pohybové tendencie, je však zrejmá cykličnosť pohybov s amplitúdou 0,1 až 0,5 mm. Väčšia a zreteľnejšia cykličnosť, i keď malých pohybov je daná presnosťou meraní novým meradlom. *Uhrovský hrad.* Meracie stanoviská sú situované v staticky narušenej a v súčasnosti rekonštruovanej kaplnke (SM 1 a SM 2), ako aj v exteriérovej časti. Najvýraznejšie pohyby boli zaregistrované v kaplnke (SM 2), keď kumulatívne pohyby dosiahli až 1,2 mm v roku 2009. *Hrad Pajštún.* Osadených je päť monitorovacích stanovísk. Všetky dosiaľ zistené pohybové tendencie na všetkých meraných stanoviskách svedčia o stabilite horninového masívu, pohyby sa nevýrazne cyklicky pohybujú v rozpätí 0 až 2,0 mm. Výnimku tvoria dve stanoviská s názvom 4-kový komín, kde za rok 2009 došlo k otvoreniu pukliny o 0,6 mm. Na *hrade Trenčín* sú meracie stanoviská osadené od r. 2006 na dvoch miestach pred vstupom do hradného areálu, na skalnom výbežku pod Zápoľského palácom a v obvode murive nad Zápoľského palácom. Pohyby až do roku 2008 mali vyrovnaný charakter, oscilovali s amplitúdou 0,1mm okolo počiatkovej hodnoty merania. Od roku 2008, i v priebehu roku 2009 nastali cyklické pohyby s maximom kolísania 0,4 mm. Výnimku tvorí Zápoľského palác, kde trend otvárania pukliny od roku 2008 progresívne pokračuje a dosiahol hodnotu 0,3 mm za predchádzajúci rok. *Devín.* Na hrade Devín sme začali vykonávať merania v r. 2004. Situovanie stanovísk bolo orientované prísne na statické poruchy, ktoré sme zmapovali pri prieskume objektov hradu, ako i vzhľadom na jeho prebiehajúcu sanáciu. Stanoviská boli situované na prirodzenom previse na strednom nádvorí, ďalej pri schodisku v relikte kruhovej stavby s výraznými statickými poruchami a v opevnení stredného hradu. Na hrade Devín, aj na základe výsledkov monitorovacích meraní, začali rekonštrukčné práce. V súčasnosti sú merania z technických dôvodov pozastavené. Jediné miesto, kde sa dajú vykonávať merania je na previse, kde však od počiatku meraní nebol zaznamenaný pohyb skalných blokov. Mierny výkyv nastal od konca roku 2008, keď došlo k otvoreniu trhliny do 1,0 mm. Tento fakt možno prisúdiť presnejšiemu meradlu a je potrebné vykonať ďalšie merania na zistenie tendencie pohybov tohto skalného bloku.

## **07 – Monitorovanie riečnych sedimentov**

Monitorovací subsystém je reprezentovaný 48 referenčnými odberovými miestami. Analyzovaná asociácia prvkov v riečnych sedimentoch predstavuje hlavné (Na, K, Mg, Ca,

Fe, Mn) a stopové (Cr, Cu, Al, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Se, Pb, Sb) prvky. Ako najstabilnejšie sa prejavujú obsahy hlavných prvkov Al, K, Na, Fe a Mg a stopových prvkov Ni a Cr. Vyššou variabilitou sa z hlavných prvkov vyznačuje Ca a zo stopových prvkov najmä Pb, Hg, Cd, Cu a As. V roku 2009 bolo zaznamenané prekročenie referenčnej koncentrácie (kategória A) na 32 lokalitách (zo 48) aspoň v prípade jednej posudzovanej zložky v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde. Stupeň (index) kontaminácie Cd vzťahujúci sa k prekročeniu referenčných koncentrácií A bol pre väčšinu lokalít pod hodnotou 2 (19 z 32 lokalít). Prekročené referenčné hodnoty vo väčšine prípadov reprezentujú koncentrácie na úrovni, resp. len málo vyššie od predpokladaných pozadových koncentrácií. Z tohto pohľadu je možné za prakticky nekontaminované považovať riečne sedimenty povodí Váhu, Oravy a Kysuce, väčšiny tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí, hornej časti Hrona, Moravy, Muráňa a Dunaja, Popradu a Rimavy. Na monitorovacích stanovištiach Malý Dunaj, Hron, Ipel', Hornád bola indikovaná kontaminácia prejavujúca sa prekročením referenčných koncentrácií zvyčajne dvoch aj viac ukazovateľov (najmä Cu, Zn, Cd, Ni, príp. Pb, Hg, As), resp. vyšším stupňom znečistenia Cd do 7. Silné znečistenie riečnych sedimentov z pohľadu prekročenia referenčných obsahov ( $Cd > 7$ ) bolo zaznamenané na monitorovaných stanovištiach Nitra – Chalmová (Cu, Zn, Hg, As), Nitra – Lužianky (Zn, Hg), Štiavnica – ústie (Cu, Zn, Cd, Pb), Slaná – Čoltovo (Cu, Zn, Hg, As, Ni, Sb), Hornád – Kolinovce (Cu, Zn, Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Zn, Hg).

Prekročenie limitných koncentrácií kategórie B (indikujúcich silné znečistenie) bolo v roku 2009 zaznamenané na stanovištiach Nitra – Chalmová (Hg), Nitra – Lužianky (Hg), Hron – Sliač (Cu), Ipel' – Rapovce (Zn), Štiavnica – ústie (Cu, Zn, Cd, Pb), Slaná – Čoltovo (As), Hornád – Kolinovce (Cu, Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, As, Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Hg), Hron – Kalná nad Hronom (Zn).

Prekročenie kategórie C (kontaminácia, kde sa predpokladajú sanačné opatrenia) bolo v roku 2009 pozorované na lokalitách Nitra – Chalmová (Hg) a Štiavnica – ústie (Pb).

Ak porovnáme kvalitatívne výsledky riečnych sedimentov s predchádzajúcim obdobím, v zásade sa plošná distribúcia kontaminujúcich látok výraznejšie nemení. Riečne sedimenty na riekach Váh (horný a stredný úsek), Hron (horný úsek), Muráň a Dunaj a väčšina tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí sú prakticky neznečistené a koncentrácie látok zväčša reprezentujú ich prírodné obsahy. Vzhľadom k dynamickým vlastnostiam riečnych sedimentov však boli v niektorých odberových snímkach zaznamenané zvýšené koncentrácie niektorých stanovených ukazovateľov, ktoré však nie sú trvalejšieho charakteru.

Z pohľadu kontaminácie má veľký význam porovnanie koncentrácií látok najmä voči kategórii B, resp. C v zmysle Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 (Anonym, 1994). Monitoring jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistené toky Nitra, Štiavnica, Hornád a Hnilec. Znečistenie riečnych sedimentov na Ondave prejavujúce sa v minulých rokoch zvýšenými obsahmi arzénu nebolo v roku 2009 zaznamenané. Z monitorovaných lokalít sledovaných od roku 2004 bola najvýraznejšia kontaminácia zaznamenaná na stanovištiach Nitra – Nitriansky Hrádok a Hron – Kalná nad Hronom, resp. Hron – Kamenica.

Znečistené toky Štiavnica, Hron, Hornád a Hnilec reprezentujú geogénno-antropogénne anomálie viazané na bansko-štiavnickú, resp. a spišsko-gemerskú rudnú oblasť. Anomálne koncentrácie niektorých kovov svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. Závažné sú obsahy látok (najmä Hg a As) na rieke Nitra (Chalmová, Lužianky) pochádzajúce z intenzívnej priemyselnej činnosti na Hornom Ponitří.

## 08 - Objemovo nestále zeminy

V roku 2009 v rámci tohto pod systému neboli realizované žiadne práce a neboli zistené žiadne nové významné porušenia zemského povrchu, ako sú napr. prepadliská v územiach s výskytom objemovo nestálych zemín.

## 2. Parciálny informačný systém

Údaje získané meraním monitorovacích bodov boli v roku 2009 priebežne ukladané a spracovávané v parciálnom informačnom systéme geologických faktorov (PISGF). Primárne dáta boli archivované a ďalej spracované. Na ich základe boli odvodené sekundárne dáta, ktoré slúžia na hodnotenie monitorovaných procesov a stavu životného prostredia. V roku 2009 boli aktualizované softvéry, ktoré sú súčasťou podrobnej úrovne PISGF. Pre podsystém 03-Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží bol softvér upravený z hľadiska hodnotenia prekročenia indexových kritérií.

Vybrané dáta z informačného systému sú sprístupnené pre všetkých záujemcov z radov odbornej aj laickej verejnosti na internetovej stránke Strediska ČMS – geologické faktory <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf>. Pomocou technológie PHP sú dáta vizualizované na základe požiadavky zadanej užívateľom internetu. Internetová stránka je prepojená a sprístupnená aj zo stránok ŠGÚDŠ ([www.geology.sk](http://www.geology.sk)) a enviroportálu (<http://enviroportal.sk/>).

## 3. Záver

V roku 2009 sa podľa Koncepcie aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu 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 objektmi
- 07 Monitorovanie riečnych sedimentov.

V septembri 2006 bola podpísaná zmluva o spolupráci pri poskytovaní a využívaní geologických informácií medzi Úradom civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR (teraz sekcia krízového manažmentu a civilnej ochrany) a ŠGÚDŠ.

V roku 2007 v rámci EGS boli dohodnuté strategické plány a prevencie geologických hazardov v európskych štátoch.

Monitorovanie geologických faktorov umožňuje upozorniť na hroziace havárie, to znamená, že vykonávané činnosti majú výrazne pozitívny vplyv na životné prostredie. Chceme však upozorniť, že v prípade havarijných stavov, hlavne pri svahových deformáciách, pri terajších podmienkach financovania nie je možné financovať sanačné opatrenia zo štátneho rozpočtu.