

ČIASTKOVÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM – GEOLOGICKÉ FAKTORY

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 najdôležitejší nástroj na zabezpečenie sledovania kvality životného prostredia. Je základom rozhodovania o súčasných aktivitách aj 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*. Je zameraný najmä 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 v posledných rokoch narastá počet mimoriadnych udalostí, ktoré majú negatívny vplyv na život a zdravie ľudí alebo na majetok. Ide najmä o často sa opakujúce zosuvy na rôznych miestach SR. Výsledky monitorovania poskytujú informácie potrebné 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. Okrem iných požiadaviek v nej vláda SR v 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.

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 jej práci sa podieľa aj ŠGÚDŠ. Dohodli sa 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* sa v roku 2009 nerealizovali žiadne práce. Uvádzame prehľad výsledkov za rok 2009 podľa jednotlivých podsystemov.

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 rútvých pohybov (10 lokalít). Samostatnú skupinu špecifických prípadov hodnotenia stability prostredia tvoria lokality územia projektovanej PVE Ipeľ a stabilizačného násypu v Handlovej. V rámci podsystemu 01 sa teda v roku 2009 monitorovalo celkovo 30 lokalít.

Všetky pozorované lokality sú rozdelené podľa stupňa dôležitosti na tri kategórie – od kategórie III (celospoločensky najvýznamnejšie lokality) po kategóriu I (lokality, ktorých význam je v súčasnosti nižší). Lokality zo skupiny zosúvania sa monitorovali pomocou súboru metód zaznamenávajúcich posuny alebo deformácie meraných objektov (geodetické a inklinometrické metódy), zmeny napäťového stavu prostredia (meranie poľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE) a stav najdôležitejších zosuvotvorných faktorov (režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení, ako aj spracúvanie informácií o zrážkach).

Okrem tradičných spôsobov merania sa v roku 2009 na 6 lokalitách umiestnilo 13 automatických hladinomerov, kontinuálne zaznamenávajúcich hĺbku hladiny podzemnej vody. Dva z nich (na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné) sú vybavené systémom včasného varovania, prepojeným on-line so strediskom monitorovania. V priebehu roku 2009 sa monitorovacími meraniami svahových pohybov charakteru zosúvania nezaznamenali žiadne extrémne hodnoty signalizujúce vznik alebo výrazný nárast aktívneho pohybu. Napriek tomu sa na viacerých lokalitách, často aj niekoľkými metódami, potvrdil pokračujúci, lokálne aj zrýchlený pohyb zosuvných hmôt.

Oproti predchádzajúcemu roku sa najvýraznejšie posuny zaznamenali geodetickým meraním na lokalite *Bojnice*. Polohové zmeny väčšie ako 40 mm za obdobie zhruba 10 mesiacov sa namerali 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 sa namerali za rovnaké obdobie tiež v troch bodoch (B-1, B-2 a JB-1). Po opakovaných upozneniach sa v marci roku 2009 na lokalite vykonala dôsledná oprava objektov splaškovej kanalizácie vedenej cez teleso zosuvu (opravu vykonala Stredoslovenská vodárenská prevádzková spoločnosť, a. s., Banská Bystrica, závod 03 Prievidza). Súčasne sa zmenil systém geodetického merania na lokalite. Vzhľadom na uvedené skutočnosti, ako aj na málo významné zmeny zaznamenané režimovými pozorovaniami a 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 vrtu a k jeho nepriechodnosti pri meraní v roku 2009. Inklinometrickými meraniami v apríli 2009 sa najväčšie deformácie (dosahujúce po prepočte okolo $8 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$) zaznamenali v plytších polohách vrtov 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, že stav odvodňovacích zariadení na tejto lokalite sa výrazne zhoršuje.

Trvalo najpodrobnejšie monitorované zosuvné územie je 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. Najvýraznejšie deformácie inklinometrickej pažnice (presahujúce hodnotu $5 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$) sa v roku 2009 zaznamenali 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

aj priamych pozorovaní v teréne možno konštatovať, že poklesávanie častí územia predovšetkým v okolí odlučnej oblasti aktívneho zosuvu a vo viacerých bezodtokových depresiách pokračuje. Náznaky pohybovej aktívácie sa zistili aj za východným ohraničením aktívneho zosuvu.

Na lokalite *Okoličné* treba upozorniť na posuny bodov 111 (27,89 mm zhruba za 14 mesiacov, čo predstavuje $24,47 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$) a 133 ($20,01 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$), 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 zhruba za 10 mesiacov).

Kým na predchádzajúcich lokalitách sa meraniami zaznamenali výraznejšie zmeny a potvrdili sa 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 Mičina* sa najvýraznejšia deformácia inklinometrickej pažnice namerala vo vrte JM-18 nad okrajom stabilizačného násypu v hĺbke okolo 5 m pod povrchom terénu (rýchlosť deformácie $5,9 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$). Najcitlivejšia akumulčná oblasť a časť transportačnej oblasti zosuvu vo *Finticiach* podľa geodetických meraní z júna 2009 bola vcelku v stabilizovanom stave (najväčší posun po prepočte nepresiahol hodnotu 15 mm/rok). Určité zvýšenie aktivity poľa PEE ilustrujú výsledky merania na lokalite *Hlohovec-Posádka*. Pomerne vysoká aktivita poľa PEE tam 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. Ich 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 jej blízkosti 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*, hoci na nej v poslednom období prebieha inovácia 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 – 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 sa najrozsiahlejšie opatrenia vykonali na lokalite *Hlohovec-Posádka*. V novembri 2009 sa na lokalite realizoval 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 sa zaradili už nefunkčné piezometrické vrty na troch vytýčených profiloch. Na lokalite *Veľká Čausa* v spolupráci s firmou Geoexperts Žilina vo vrte KI-1 realizovanom v októbri 2008 sa 26. marca 2009 inštaloval kontinuálny inklinometer. Na tej istej lokalite po úvodnom geodetickom zameraní vybraných bodov metódou GPS, ktoré sa urobilo v roku 2008, sa v roku 2009 uskutočnili dve etapy ich opakovaného premerania.

Po viacerých upozorneniach na možnosť reaktívácie svahového pohybu a nevyhovujúci stav a kvalitu monitorovacej siete na lokalite *Liptovská Mara* technicko-bezpečnostný dozor vodného diela zabezpečil v roku 2009 inštaláciu 12 automatických hladinomerov do vybraných vrtov. Na odvodňovacích horizontálnych vrtoch sa kamerou vykonala ich inšpekcia. Jeden automatický hladinomer sme z porušeného vrtu JM-19 na

lokalite Dolná Mičiná premiestnili (demonťovaný 23. apríla 2009) do vrtu J-5 na lokalite Liptovská Mara (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 aj na lokalite *Jaskyňa pod Spišskou* v Levočských vrchoch. Na všetkých lokalitách sa v roku 2009 vykonali merania. Najvýraznejšie pohyby blokov sa preukázali na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-2, poklesávanie). Pri meraní 27. marca 2009 sa na lokalite Veľká Izra zistilo zničenie prístroja VI-2. V dôsledku toho sa celkový počet mechanicko-optických dilatometrov na pozorovanie svahových pohybov charakteru plazenia znížil v roku 2009 na 5.

Náznyky aktivácie rúťivých pohybov sa monitorujú metódami fotogrametrie, dilatometrickými meraniami, ako aj meraniami mikromorfologických zmien povrchu skalných odkryvov. V rámci pozorovaných lokalít sa spracúvajú aj informácie o niektorých zosuvotvorných faktoroch (zrážkach a počte mrazivých dní). Najväčší počet monitorovacích metód sa aplikuje na skalných stenách zárezov v *Banskej Štiavnici*, pri obci *Demjata* a čiastočne aj pri *Harmanci*. Na uvedených lokalitách sa v roku 2009 vyhotovili 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 rúťivých pohybov sa pozorujú iba zmeny povrchu skalnej steny meradlom mikromorfologických zmien a spracúvajú sa informácie o zrážkach a počte mrazivých dní z najbližšej stanice SHMÚ. Takýmto spôsobom sa v roku 2009 monitorovali lokality *Handlová-Baňa*, *Starina*, *Jakub*, *Bratislava-Železná studienka*, *Pezinská Baba* (2 stanoviská) a *Lipovník*. Merania sa vykonávali dvakrát ročne – na jar a na jeseň. Najvýraznejšie zmeny sa zaznamenali na lokalite Pezinská Baba, kde v priebehu 12 mesiacov tam v bode 6 ustúpil masív o 8,38 mm, a na lokalite *Handlová-Baňa* na pravom okraji meraného profilu (body 7 a 8).

Najvýznamnejším poznatkom z monitorovania náznakov aktivácie rúťivých pohybov počas roku 2009 je výrazné rozvoľnenie skalného masívu na lokalite Banská Štiavnica. Prejavilo sa 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* sa v auguste roku 2009 uskutočnilo po piatich rokoch geodetické meranie lokálnej siete. Meranie potvrdilo indície miernych vertikálnych tektonických pohybov na muránskej zlomovej línii v priestore projektovanej PVE v súlade s geomorfologickými a geologickými predstavami.

Na základe výsledkov merania priečnych deformácií potrubia sa na lokalite *stabilizačného násypu v Handlovej* zistilo, že hodnoty deformácií namerané v roku 2009 v prevažnej miere zodpovedajú očakávaniam a prognózovaným hodnotám deformácií z roku 2008. To však súčasne dokumentuje pokračujúcu deformáciu potrubia. Presná nivelácia hlavných indikačných bodov na povrchu a v šachtách na objekte násypu preukázala, že oproti minulosti nastal útlm výškových pohybov meraných bodov. Dôležitou podmienkou dlhodobej bezporuchovej prevádzky stabilizačného násypu je obnovenie funkčnosti jeho odvodnenia.

V rokoch 2008 a 2009 sa zaznamenali a čiastočne sa aj riešili nové svahové pohyby na lokalitách *Dolný Kubín-sídlisko Banisko* – zosuv nad miestnou komunikáciou a nad garážami. Na lokalite sa už v minulosti vykonal inžinierskogeologický prieskum, realizovali sa

inklinometrické a geofyzikálne merania, ale na ďalšie riešenie sanácie už nie sú finančne prostriedky.

Ďalšími ohrozenými územiami, na ktorých sa vykonali orientačné inžinierskogeologické prieskumy, sú lokalita *Banská Bystrica-Urpín a Kalvária*. V rekreačnej zóne tam vypadávajú úlomky zo skalných stien. Na lokalite *Stránske* havarijný zosuv ohrozuje severný okraj obce a na lokalite *Chmiňany* v oblasti potenciálneho 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* sa aktivizovali svahové pohyby. Na tejto lokalite sa začal inžinierskogeologický prieskum. V súčasnosti sa realizuje aj prieskum 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 sa pomocou navigačných satelitných systémov monitorovali pohyby povrchu územia a pohyby pozdĺž zlomov. Podrobne sa zhodnotila makroseizmická aktivita na území stredného Slovenska. Na základe nepretržitej registrácie seizmických javov na stálych seizmických stanicích Národnej siete seizmických staníc (prevádzkovaných Geofyzikálnym ústavom SAV) sa hodnotila seizmická aktivita územia Slovenska.

Pohyby povrchu územia. – V súčasnosti sa využíva 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 a y je v úrovni milimetrov, ale vo výškovej zložke je to asi trojnásobok. Do siete je zaradených zatiaľ 5 špecializovaných geodetických bodov, ktoré sa realizujú ako hĺbkové stabilizácie, ukotvené až do hĺbky 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 staníc GNSS sa posielajú aj do európskej permanentnej siete (EPN – Euref Permanent Network), ktorú riadi Európska komisia pre referenčné rámce (EUREF). Výsledky monitoringu sa spracúvajú 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 aj v roku 2009 realizovali merania GNSS. Podľa predbežných vyhodnotení meraní povrch územia Slovenska (a celej európskej dosky) pokračuje v pomalom pohybe na severovýchod, pričom rýchlosť pohybu v jednotlivých bodoch je rôzna (0,5 až 2 mm za rok). Vyskytujú sa aj odchýlky od generálneho smeru.

Pohyby pozdĺž zlomov. – Sledovanie pohybov pozdĺž zlomov, na ktorých sú osadené dilatometre TM 71, sa v roku 2009 realizovalo na 6 lokalitách: *Branisko, Demänovská jaskyňa, Banská Hodruša, Vyhne, Ipeľ a Dobrá Voda*. Na väčšine lokalít nastal útlm pohybov. Významnejšie pohyby sa zaznamenali na zlome v lokalite *Vyhne*. Od druhej polovice roku 2008 do konca roku 2009 tam posun dosiahol 0,47 mm. V rámci dokumentácie zlomov v zemetrasných ohniskových oblastiach na území Slovenska boli dokumentované zlomové poruchy v mierke 1 : 50 000 a doplnil sa 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 sa v roku 2009 vykonávala na 9 seizmických staniciach Národnej siete seizmických staníc – Bratislava-Železná studienka (ZST), Modra-Piesok (MODS), Vyhne (VYHS), Červenica (CRVS), Kečovo (KECS), Hurbanovo (HRB), Likavka (LIKS), Kolonické sedlo (KOLS) a Stebnická 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 sa automaticky umiestňujú na internet a posielajú sa 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.

V roku 2009 sa zo záznamov seizmických staníc interpretovalo viac ako 4 990 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov. Lokalizovalo sa okolo 90 – 100 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmické údaje o pozorovaných zemetraseniach na území Slovenska v roku 2009 máme k dispozícii z 5 zemetrasení. Všetky makroseizmicky pozorované zemetrasenia boli seizmometricky lokalizované. Epicentrá štyroch zemetrasení boli 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, o ktorom máme k dispozícii 49 makroseizmických hlásení zo 7 lokalít na území Slovenska.

03 – Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží

Do tohto podsystemu sú zaradené lokality antropogénnych sedimentov vrátane odkalísk, ktoré ohrozujú jednotlivé zložky životného prostredia. V roku 2009 sa sledovali tieto ukazovatele: pH, vodivosť, CHSK_{Cr}, rozpustené látky, chloridy, Cu, Zn, Fe, amónne ióny, a to na lokalitách Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy-Halňa, Šaľa, Zemianske Kostoľany a Poša. Prejavy kontaminácie na lokalitách Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná a Šaľa pochádzajú zo skládok odpadu. Zistila sa veľmi vysoká koncentrácia rozpustených organických a anorganických látok. Mineralizácia kontaminovanej vody je až 5 000-krát vyššia oproti nekontaminovanej vode. Cieľom je znečistenie identifikovať a ohraničiť v priestore a v čase a objektívne zhodnotiť dosah na hydrosféru na sledovanej lokalite. Odborné miesta na lokalitách sú lokalizované v informačnom systéme monitoringu.

Na lokalite Šaľa sa odporovým meraním, sledovaním zonálnosti a laboratórnymi analýzami zistilo, 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. Zistil sa vysoký obsah chloridov, síranov a CHSK_{Cr}. Na lokalite Modra sa sleduje vplyv rekultivačných prác na množstvo a zloženie presakujúcej a podzemnej vody. Priebeh vodivosti dokazuje prítomnosť znečistenia podzemnej vody, ktorá by nemala byť ovplyvnená skládkou. Vývojové tendencie vodivosti, CHSK_{Cr} a chloridov na lokalite Šulekovo signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch situovaných na severnej strane skládky je trvale znečisťovaná. Na lokalite Bojná v priestore pod starou aj novou skládkou je dlhodobou 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 $CHSK_{Mn}$, $CHSK_{Cr}$ a pH. Hlavnými zložkami kontaminácie sú chloridy a amónne ióny. Tieto migranty nepredstavujú zvýšené riziko pre širšie okolie, pretože sa prirodzene riedia 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 NH_4^+ , Zn a Ni. Problémom sú erózne ryhy, hlboké až po podložné geotextílie skládky. Do priestoru skládky tak vniká voda zo zrážok aj podzemná voda z bočných častí. Na lokalite *Krompachy-Halňa* sa monitoringom podzemnej vody zistilo prekročenie povolených limitov týchto prvkov: As, Cd, Ni, B, Zn a Sb. Tvorba plynov ohrozuje aj ovzdušie.

V roku 2009 sa realizovali odbery vzoriek antropogénnych sedimentov na lokalite *Zemianske Kostolány* a chemickými analýzami sa potvrdila vysoká miera zaťaženia lokality arzénom. Nachádzajú sa tam súvislé polohy naplaveného popola, lokálne hrubé viac ako 2 m, prekryté len 20 – 30-centimetrovou vrstvou zeminy. Zistená koncentrácia arzénu kolíše od 127 do 1 264 mg · kg⁻¹ (v polohách čistého popola). Mnohonásobne prekračuje limity pre pôdu. Okrem arzénu sa zaznamenala aj zvýšená koncentrácia ortuti (0,14 – 0,9 mg · kg⁻¹). Na lokalite *Poša* sa v roku 2009 realizovali odbery povrchovej vody a riečného sedimentu potoka Kyjov. Potvrdili klesajúci trend vymývania arzénu, hlavného kontaminantu v lokalite. Vzorky sa odobrali z dvoch miest – výpustu z odkaliska a z povrchu odkaliska pri hrádzi.

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk sa vypracovali identifikačné listy pre ďalších päť odkalísk – rudný odpad uložený na odkalisku *Smolník* (okres Spišská Nová Ves), priemyselné odkaliská: *Gemerská Hôrka* (Rožňava), *konvertorové kaly Veľká Ida* (Košice), *Mokrú haldu*, *Veľká Ida* (Košice), popolové odkalisko *Šaľa-Amerika*, *Trnovec nad 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 sa sledovali na lokalite *Banská Štiavnica – odkalisko Sedem žien* a *odkalisko Lintich*. Uskutočnili sa presiometrické skúšky, odber porušených a neporušených vzoriek, geofyzikálne merania a rtg. skúšky. Sledovali sa tieto parametre: merný elektrický odpor [Ωm], z presiometrických skúšok p_{lim} – medza presiometrického tlaku (zodpovedá medznej pevnosti skúšaného prostredia), presiometrický modul E_p [MPa] a efektívna hodnota uhla vnútorného trenia φ_{ef} [°], zrnitostné analýzy a rtg. skúšky.

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, pretože sa nevykonáva dohľad a nerealizujú sa stabilizačné opatrenia. 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.



Odkalisko Slovinky (zdroj: Vodohospodárska výstavba, š. p., 2009)

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 skončenej geologickej úlohy *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou*.

Oblasti ťažby hnedého uhlia. – V oblasti Hornonitrianskeho hnedouhoľného revíru sa sledovali systémy štyroch najvýznamnejších štôlní (*Handlová pri Rybe, Baňa Cigeľ, Hlboká a Lehota pod Vtáčnikom*). Z uvedených výtokov zo štôlní sa dokumentovali zvýšené hodnoty celkovej mineralizácie vôd (v rozpätí 500 – 750 mg · l⁻¹), sú však porovnateľné s vodami v miestnych recipientoch (400 – 650 mg · l⁻¹). Obsah potenciálne toxických prvkov (As, Se, Cu, Zn, Pb a Hg) vo vodách je relatívne nízky, dokonca nižší ako medzné hodnoty pre pitnú vodu. Aj obsah ďalších, antropogénne podmienených častí chemického zloženia vôd je relatívne nízky a nedosahuje hraničné hodnoty normy pre pitnú vodu. Zvýšený je len obsah síranov s maximom 186 mg · l⁻¹ v štôlni z Bane Cigeľ. Tento obsah aj obsah ďalších stopových prvkov je porovnateľný s ich obsahom v predchádzajúcich rokoch.

V sedimentoch z baní v hornonitrianskej oblasti bol v roku 2009 dokumentovaný vysoký obsah As (1 382 mg · kg⁻¹) v štôlni Bane Cigeľ. Tento obsah je však porovnateľný s doterajšími pozorovaniami a je v súlade s prírodným hydrogeochemickým režimom lokality. Z ďalších potenciálne toxických prvkov je zvýšený obsah Hg (s maximom 6,1 mg · l⁻¹ v štôlni v Handlovej). Obsah ostatných potenciálne toxických prvkov v danej oblasti je zvýšený, približne 2 – 3-krát vyšší ako 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 tieto 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 regiónov, postihnuté kumulatívnym

účinkom imisného znečistenia, skládkovania odpadu z ťažby a spracovania suroviny, primárnou a sekundárnou prašnosťou a samotnou prevádzkou týchto zariadení. Ďalší významný environmentálny problém je stabilita povrchu nad vyťaženými časťami ložiska a rozsah povrchových závalov. Ide o rozsah vyrúbaných priestorov v podzemí, ohraničenie povrchových závalov a výsledky geodetických meraní stability povrchu. Môžeme 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 tieto lokality: *Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta, Rožňava, Nižná Slaná, Banská Štiavnica, Hodruša, Kremnica, Špania Dolina, Dúbrava a Pezinok.* Ťažobná činnosť na týchto monitorovaných lokalitách sa skončila. Výnimkou je ťažené sadrovcové ložisko Tollstein v Novoveskej Hute, zvyškové zásoby baritu sa ťažia v bani Rudňany nad úrovňou štôlne Rochus (baňa pod touto úrovňou je zatopená). Ťažba sa skočila aj na ložisku Fe Nižná Slaná, ložisko sa však dosiaľ odvodňuje čerpaním. Pretrvávajúce negatívne environmentálne vplyvy na týchto lokalitách sú nestabilita horninového masívu, ktorej dôsledkom sú závaly nad vydobytými priestormi a bankskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi bankských vôd a presakovaním z hald a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy aj 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 sa laboratórne spracovalo 117 vzoriek vôd, pričom rozsah zisťovaných parametrov kvality sa volí s prihliadnutím na geochemický typ ložiska a sprievodných hornín, technológiu úpravy suroviny a špecifikáciu dosiaľ zistených kontaminantov.

Na Fe-Cu-Hg a BaSO₄ ložisku *Rudňany* sa monitorujú 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, presakovanie z odkaliska a z haldového materiálu a dlhoročné imisné zaťaženie lokality prašným spadom z úpravne rúd spôsobujú kontamináciu Rudnianskeho potoka antimónom, meďou, bariom a mangánom (III. trieda kvality povrchovej vody podľa STN 75 7221 *Klasifikácia povrchových vôd*).

Na Cu ložisku *Slovinky* sa monitorujú 3 profily Slovinského potoka a ústie Poráčskeho potoka, výtok banskej vody z dedičnej štôlne Alžbeta a výtoky z drenáže nového i starého odkaliska. Výtoky banskej vody z prítomných štôlní a presakovanie z odkaliska a hald dosiaľ spôsobujú zhoršovanie kvality vody Slovinského potoka – obsah 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 roku 2007 v tejto oblasti vznikli drobné závaly, ktoré sa vzápätí zavážali, preto ich podrobnejšia dokumentácia nie je možná. K takýmto závalom patrí aj zával neďaleko šachty Adam-Eva. Uvedené geodynamické javy nedosahovali veľké rozmery a v súčasnosti nepredstavujú nebezpečenstvo. Nachádzajú sa v závalovom pásme, ktoré nie je obývané, a nevedú tam ani významné komunikácie. Dosypávanie jám vzniknutých poklesom terénu bude prebiehať aj 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 kvôli trvalému zabezpečeniu sa osadí železobetónová platňa. Svojho času bola uzavretá aj šachta Emil 2. Aj tu už prebehli likvidačné práce. Šachta má hĺbku 470 metrov a rovnako sa opätovne zasype a zabezpečí železobetónovou platňou. V posudzovanej ložiskovej oblasti je dodatočná dokumentácia nových závalov pomerne komplikovaná, pretože závaly sa priebežne zasypávajú. Navrhujeme, aby sa nové závaly priebežne dokumentovali v spolupráci s ObBÚ. Na lokalite sa objavuje aj 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 úseku toku dlhom takmer 1 km.

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* sa otvorilo, preskúmalo a ťažilo značným počtom historických a novodobých diel. Na povrchu terénu sa nachádza veľké množstvo povrchových dobývacích miest, odvalov, ústí štôlní, šacht, komínov a prepahlísk. V tejto oblasti mladšie haldy často prekrývajú staré banské diela. Haldy často prekrývajú aj nedokumentované staré banské diela. Aj v samotnom haldovom materiáli boli prieskumné štôlne, ktoré sa postupne zavalujú.

Ložisková oblasť *Novoveská Huta* s výskytom stratiformného U-Mo ložiska, medených hydrotermálnych žíl a sadrovca sa monitoruje na 2 profiloch potoka Holubnica, 2 profiloch Suchohorského potoka, z výtoku banskej vody z Vodnej štôlne, výveru pri Jame č. 1 a z čerpanej banskej vody z ťaženého ložiska sadrovca Tollstein. Koncentrácia rádia v miestnych povrchových tokoch sa pohybuje na hranici I. a II. triedy kvality povrchových vôd, lokálne dosahujú triedu III. Zvýšený obsah tu pozorujeme aj v prípade medi a bária. Podrobnejšie sa pozorovala oblasť ústia Novej štôlne pri Tepličke nad Hornádom. Zával sadrovcového súvrstvia tam spôsobil vzdutie 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, preliv z krátera je 1,4 – 3,6 l/s a preliv z vrtu 0 – 23 l/s. Zo zatopenej bane teda sumárne vyteká 5,8 – 29,2 l/s banskej vody. Jej chemický typ je Ca-SO₄, s celkovou mineralizáciou okolo 2 g/l. Svedčí to o intenzívnom lúhovaní sadrovcového súvrstvia v okolí závalu.

V ložiskovej oblasti *Novoveská Huta* sa podrobnejšie pozorovala oblasť ústia Novej štôlne pri Tepličke nad Hornádom. Zosunutím horniny do štôlne tu vznikol nový kráterovitý zával v sadrovcovom súvrství. Tento zával zamedzuje voľnému odtoku banskej vody štôľňou na povrch a vzdúva vodu v podzemnom komplexe banských diel do výšky minimálne o 62 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 uskutočnili pozorovací a odľahčovací vrt nad týmto kráterom. Periodické prievalové vlny s množstvom 23 – 120 tis. m³ uvoľnenej vody spôsobili v období 2008 – 2009 vážne erózne poškodenie prístupovej cesty na lokalitu a škody na majetku (pozemkoch a rodinných domoch) obyvateľov Tepličky.

V oblasti výskytu Fe-Cu rúd *Rožňava* sa monitoruje výtok banskej vody dopravným prekopom z bane Mária, výtoky zo štôlní Sádlovska a Augusta odvodňujúcich nadabulskú časť ložiska a drenážnu vodu z kanála K2 v Nadabule. V prípade dopravného prekopu intenzívna sedimentácia okra spôsobuje upchávanie odtokového potrubia z usadzovacej nádrže pred ústím, keď časť odtoku steká po teréne. Preto je potrebná jeho pravidelná kontrola a prečisťovanie (vykonávajú RB, š. p., Banská Bystrica).

Na ložisku metasomatického sideritu *Nižná Slaná* sa ťažba v septembri 2008 náhle skončila pre platobnú neschopnosť ťažobnej organizácie Siderit Nižná Slaná. Majetok ťažobnej spoločnosti je v konkurze. Opakovane sa premeral a výtok z drenáže odkaliska a odobrali sa vzorky. Zaznamenala sa zvýšená koncentrácia najmä As, Mn a Fe. V roku 2009 sa monitoring zamerlal na opätovnú terénnu dokumentáciu prejavov poklesov terénu v ložisku *Nižná Slaná-Kobeliarovo*. Dokumentuje sa postupnosť vzniku závalov. Vzájomné prepájanie závalov nastalo po roku 2002, posledné prepojenie (závaly 9 – 19) sa zaznamenalo v roku 2005. Novovzniknuté závaly v existujúcom centrálnom závalovom pásme je po tomto období už ťažké identifikovať ako samostatné objekty, pretože ich obrysy sú zastreté pohybom sutín

a lokálnymi zosuvmi. Pre tieto isté príčiny sa neidentifikovali ani vzájomné prepájania závalov. Závaly ležiace na severnom a južnom okraji závalového pásma sa javia ako pomerne stabilizované. Trhliny rozvoľňovania závalového pásma sa vytvárajú prevažne na jeho východnom a západnom okraji. Ťahové trhliny dosahujú výšku od 50 do 120 cm a majú čerstvé odlučné plochy. Preto je opodstatnený predpoklad, že ďalšie rozširovania závalového pásma sa uskutočnia najmä týmito smermi. Najviac porušená je centrálna časť závalového pásma, kde sa ešte aj v súčasnosti prepadá nadložie do vydobytých priestorov. Na povrchu územia sa to prejavuje vytváraním nových závalov, ktoré sa postupne vzájomne prepájajú so staršími závalmi do jedného závalového pásma.

V oblasti *Španej Doliny* sa monitorujú tri profily miestnych povrchových tokov, presakovanie z odkaliska a výtoky banskej vody zo štôlní Ferdinand, Piesky a Denná. Prítomné zrudnenie uvoľňuje do vodného obehu najmä meď, arzén a antimón. Spôsobuje to zhoršenie kvality miestnych povrchových tokov, ktoré tak dosahujú najnepriaznivejšiu triedu kvality.

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

V ložiskovej oblasti *Pezinok* sa monitoruje potok Blatina a výtoky zo štôlní Ryhová, Pyritová a Budúcnosť. Kontaminácia spôsobuje najmä 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. Zvýšená koncentrácia Hg ani kyanidov na monitorovaných objektoch v potoku pod odkaliskom sa nezistila.

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

05 – Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí

Hlavným prírodným zdrojom radónu je geologické prostredie. Preto je cieľom monitoringu dokumentovať a komplexne zhodnotiť krátkodobé (sezónne) i dlhodobé variácie koncentrácie radónu v horninovom prostredí a v podzemných vodách. Realizovali sa vzorkovania a merania OAR v terénnych a laboratórnych podmienkach na 14 lokalitách (na 7 lokalitách pôdny radón a na 7 lokalitách radón v podzemných vodách) vrátane ich komplexného spracovania, vyhodnotenia, porovnania výsledkov s predchádzajúcimi

obdobiami a aktualizovania výsledných databáz. Postupy stanovenia objemovej aktivity radónu (cA) v pôdnom vzduchu a plynopriepustnosti základových pôd zodpovedajú ustanoveniam zákona NR SR č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a 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) sa v roku 2009 vykonával s rôznou frekvenciou monitorovania na rovnakých lokalitách ako v sezóne 2008. Najväčší rozsah monitorovacích prác pri meraniach OAR v pôdnom vzduchu na referenčných plochách sa v sezóne 2009 realizoval na RP Novoveská Huta v období apríl – október (119 odberov a meraní vzoriek pôdneho vzduchu). Porovnateľný monitoring (obdobie, meteorologické podmienky a rozsah prác) prebehol na RP Teplička (zhodne 119 odberov).

Na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko) sa monitorovanie RP v sezóne 2009 uskutočnilo 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 sa vykonal dvakrát (máj a september). Predstavuje to 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 predstavuje 408 sond so zhodným počtom odobraných, zmeraných a vyhodnotených vzoriek pôdneho vzduchu.

Na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko) v sezóne 2009 hodnoty OAR v pôdnom vzduchu poklesli. Stredná hodnota OAR (3. kvartil) dosiahla $620 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$, pričom najnižšia úroveň ($420 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$) sa zaznamenala v roku 2003. Dosiaľ najvyššia hodnota ($712 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$) sa zistila v sezóne 2008. Dlhodobý priemer OAR (3. kvartil) za obdobie 2001 – 2009 dosiahol $559 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$. Jednou z príčin je aj pokles 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 od samotnej geologickej stavby a litologickej charakteristiky konkrétnej lokality. To znamená, že ani 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 so strednou plynopriepustnosťou) a RP Teplička (paleogénne sedimenty so strednou až nízkou plynopriepustnosťou, so zvýšeným podielom ílovitej frakcie). Sú relatívne blízko seba (asi 5 km), prakticky v rovnakej klimatickej oblasti, ale s odlišným geologickým profilom, v ktorom sa šírenie radónu sleduje. Obe lokality sa v sezóne 2009 monitorovali v ten istý monitorovací deň, teda v porovnateľných meteorologických podmienkach, a napriek tomu majú výsledky meraní OAR odlišný priebeh.

V letných mesiacoch sa na RP Novoveská Huta zistilo zväčša zvýšené a na RP Teplička znížené OAR v pôdnom vzduchu a na jar a jeseň naopak – v Novoveskej Hute minimum a v Tepličke maximum.

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

V oblasti tektonicky porušenej zóny sa v auguste 2009, rovnako ako v predchádzajúcich rokoch, realizovali merania OAR v pôdnom vzduchu v oblasti tektonicky porušenej zóny na lokalite Grajnár. Pri monitorovaní OAR nad zlomovými štruktúrami sa v uplynulom roku vyhlbilo a premeralo 94 sond.

V porovnaní s rokom 2008 (3. kvartil OAR = 20 kBq · m⁻³) na lokalite Grajnár v sezóne 2009 poklesli hodnoty OAR na úroveň 16 kBq · m⁻³, čo je prakticky na úrovni dlhodobého priemeru (17 kBq · m⁻³) za obdobie 2001 – 2009. Výsledky monitorovacích meraní pôdneho radónu na tejto lokalite opakovane potvrdzujú výskyt dislokácií, ktoré pozitívne ovplyvňujú transport radónu do pripovrchových častí aj z väčšej hĺbky. OAR tak v pôdnom vzduchu nad zlomami dosahuje anomálne hodnoty, ktoré aj rádovo preyšujú pozad'ové hodnoty.

Radón v podzemných vodách. – Výsledky monitorovania OAR v podzemných vodách dokumentujú, že stredné hodnoty koncentrácie radónu v prameňoch monitorovaných v sezóne 2009 (okrem prameňov Zbojníčka 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). Z dosiaľ najvyššej zaznamenatej hodnoty zo sezóny 2008 (299 Bq · l⁻¹) tam hodnota poklesla na 250 Bq · l⁻¹. Je to pod úrovňou dlhodobého priemeru (256 Bq · l⁻¹) za obdobie 2001 – 2009.

Relatívne najväčší nárast OAR vo vodách bol zaregistrovaný v prameni Zbojníčka (oblasť Bratislava – Malé Karpaty). V porovnaní s rokom 2008 (254 Bq · l⁻¹) hodnota OAR vzrástla na 288 Bq · l⁻¹. Je to prakticky na úrovni maximálnej nameranej hodnoty (291 Bq · l⁻¹) zo sezóny 2007 a výrazne nad úrovňou dlhodobého priemeru (230 Bq · l⁻¹). Variácie objemovej aktivity radónu v sledovaných zdrojoch podzemných vôd majú skôr sezónny charakter. Na rozdiel od pôdneho radónu, náhodné javy, resp. zmeny v atmosfére ich natoľko neovplyvňujú 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), jednak dlhodobé (rádovo roky), ale môžu byť aj náhodné (miestne, časové, klimatické).

06 – Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi

V roku 2009 sa monitorovali tieto hrady: Spišský, Strečno, Plavecký, Uhrovský, Pajštún, Trenčiansky a Devín. Na Spišskom a Strečnianskom hrade sa pohyb blokov horninového masívu monitoruje 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 firmy GEOEXPERTS Žilina) na Spišskom hrade. V júni 2006 sa revitalizovali merania na ranogotickom Kostole sv. Juraja v Kostol'anoch pod Tribečom. V dôsledku rekonštrukčných prác a permanentného ničenia monitorovacích stanovísk sa na hrade Lietava a na hrade Čachtice merania skončili. Od roku 2009 je prenosné meradlo SOMET vybavené digitálnou meracou hlavicom japonskej výroby (zn. MITUTOYO), ktoré umožňuje zaznamenať pohyby o jeden rád presnejšie. Vďaka tomu možno získané výsledky a ich grafickú prezentáciu interpretovať podstatne presnejšie a spoznať dynamiku pohybov, najmä ich cyklickosť. Tento jav pri staršom type meradla nebol identifikovateľný.

Spišský hrad. – Monitorovanie prebieha na štyroch prístrojoch typu TM-71 a na 5 stanoviskách, kde sa merania realizujú 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 (asi 0,2 mm). Roztváranie diskontinuity má výrazne oscilačný charakter, s rozptylom asi 0,5 mm, závislý od klimatických cyklov. Od leta 1992 sa trhlina otvorila asi o 7,00 mm. Pootočenia nie sú významné a dosahujú asi 0,1 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 zhruba 4,75 mm. Podobný vývoj pozorujeme aj v smere osi y, pričom celkový pohyb dosiahol 3,80 mm. V osi z sa v roku 2009 zaznamenal 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, je však konštantný 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 asi 2,70 mm. Celkový posun za celé meracie obdobie dosiahol zhruba 7,2 mm, no maximum celkového otvorenia sa zaregistrovalo zhruba v polovici minulého roku. Priemerná hodnota vtedy dosiahla asi 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 sa na nich nezaznamenal žiadny posun. Od tohto dátumu až do konca roku 2009 nastala výraznejšia oscilácia 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. Je to v zhode s dlhodobým trendom. V priebehu roku 2009 sa tento trend potvrdil, pričom hodnota relatívneho pohybu bloku – otvorenie trhliny – dosiahla až 1,50 mm. Maximá boli registrované v chladných mesiacoch. Pohyby majú cyklický charakter, a to bez výraznejšej zmeny od roku 2003, keď celkové otvorenie dosiahlo 3,5 mm.

Plavecký hrad. – Na tejto lokalite sú osadené pozorovacie body na troch stanoviskách. Až do júla 2008 sa na nich nezaznamenali výraznejšie pohyby. 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 zrejma cyklickosť pohybov s amplitúdou 0,1 až 0,5 mm. Väčšia a zreteľnejšia cyklickosť, aj keď ide o malé pohyby, 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 sa zaregistrovali v kaplnke (SM 2), keď kumulatívne pohyby v roku 2009 dosiahli až 1,2 mm.

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 prejavujú v rozpätí 0 až 2,0 mm. Výnimku tvoria dve stanoviská s názvom *štvorkový komín*. Na nich sa v roku 2009 otvorila puklina s veľkosťou 0,6 mm.

Trenčiansky hrad. – Meracie stanoviská sú 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 0,1 mm okolo počiatkovej hodnoty merania. Od roku 2008 aj 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 za predchádzajúci rok dosiahol hodnotu 0,3 mm.

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 aj vzhľadom na jeho prebiehajúcu sanáciu. Stanoviská boli situované na prirodzenom previse na strednom nádvorí, pri schodisku v relikte kruhovej stavby s výraznými statickými poruchami a v opevnení stredného hradu. Na hrade Devín sa aj na základe výsledkov monitorovacích meraní začali rekonštrukčné práce. V súčasnosti sú merania pre technické príčiny pozastavené. Jediné miesto, kde sa dajú vykonávať merania, je na previse. Tam sa však od počiatku meraní pohyb skalných blokov nezaznamenal. Mierny výkyv nastal od konca roku 2008. Vtedy sa otvorila trhlina do 1,0 mm. Možno to prisúdiť presnejšiemu meradlu. Na zistenie tendencie pohybov tohto skalného bloku je potrebné vykonať ďalšie merania.

07 – Monitorovanie riečnych sedimentov

Monitorovací subsystém reprezentuje 48 referenčných odberových miest. Analyzovaná asociácia prvkov v riečnych sedimentoch predstavuje hlavné (Na, K, Mg, Ca, Fe a Mn) a stopové prvky (Cr, Cu, Al, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Se, Pb a Sb). Ako najstabilnejší sa prejavuje obsah hlavných prvkov Al, K, Na, Fe a Mg a stopových prvkov Ni a Cr. Vyššou variabilitou sa spomedzi hlavných prvkov vyznačuje Ca a zo stopových prvkov najmä Pb, Hg, Cd, Cu a As.

V roku 2009 sa zaznamenalo prekročenie referenčnej koncentrácie (kategória A) na 32 lokalitách (zo 48) aspoň v prípade jednej posudzovanej zložky posudzovanej v zmysle rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde. Stupeň (index) kontaminácie Cd vzťahujúci sa na prekročenie referenčnej koncentrácie A bol na väčšine lokalít nižší ako 2 (19 z 32 lokalít). Prekročené referenčné hodnoty vo väčšine prípadov reprezentujú koncentráciu na úrovni predpokladanej požadovanej koncentrácie, resp. len o málo vyššiu. Z tohto pohľadu je možné za prakticky nekontaminované považovať riečne sedimenty povodia Váhu, Oravy a Kysuce, väčšiny tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí, hornej časti Hrona, Moravy, Muráňa, Dunaja, Popradu a Rimavy. Na monitorovacích stanovištiach Malý Dunaj, Hron, Ipeľ a Hornád bola indikovaná kontaminácia, ktorá sa prejavuje prekročením referenčných hodnôt zvyčajne dvoch aj viac ukazovateľov (najmä Cu, Zn, Cd a Ni, prípadne Pb, Hg a As), resp. vyšším stupňom znečistenia Cd (do 7). Silné znečistenie riečnych sedimentov z pohľadu prekročenia referenčného obsahu ($Cd > 7$) sa zaznamenalo na monitorovaných stanovištiach Nitra-Chalmová (Cu, Zn, Hg a As), Nitra-Lužianky (Zn a Hg), Štiavnica-ústie (Cu, Zn, Cd a Pb), Slaná – Čoltovo (Cu, Zn, Hg, As, Ni a Sb), Hornád – Kolinovce (Cu, Zn a Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni a Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Zn a Hg). Prekročenie limitnej koncentrácie kategórie B (indikujúcej silné znečistenie) sa v roku 2009 zaznamenalo na stanovištiach Nitra-Chalmová (Hg), Nitra-Lužianky (Hg), Hron – Sliach (Cu), Ipeľ – Rapovce (Zn), Štiavnica-ústie (Cu, Zn, Cd a Pb), Slaná – Čoltovo (As), Hornád – Kolinovce (Cu a Hg), Hnilec – prítok do nádrže Ružín (Cu, Zn, As a Sb), Nitra – Nitriansky Hrádok (Hg) a Hron – Kalná nad Hronom (Zn). Prekročenie kategórie C (kontaminácia, kde sa predpokladajú sanačné opatrenia) sme v roku 2009 pozorovali na lokalitách Nitra-Chalmová (Hg) a Štiavnica-ústie (Pb). Ak porovnáme kvalitatívne výsledky riečnych sedimentov s predchádzajúcim obdobím, zistíme, že plošná distribúcia kontaminujúcich látok sa výraznejšie nemení. Riečne sedimenty na riekach Váh (horný a stredný úsek), Hron (horný úsek), Muráň a Dunaj a na väčšine tokov Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí prakticky nie sú znečistené. Koncentrácia látok zväčša reprezentuje ich prírodný obsah. Vzhľadom na dynamické vlastnosti riečnych sedimentov sa však v niektorých odberových snímkach zaznamenala zvýšená koncentrácia niektorých stanovených ukazovateľov. Tie však nemajú trvalejší charakter. Z pohľadu kontaminácie má veľký význam porovnanie

koncentrácie látok najmä v kategórii B, resp. C v zmysle rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 (1994).

Monitoring jasne poukazuje na výrazne a trvalo znečistené toky Nitra, Štiavnica, Hornád a Hnilec. Znečistenie riečnych sedimentov na Ondave, ktoré sa v minulých rokoch prejavovalo zvýšeným obsahom arzénu, sa v roku 2009 nezaznamenalo. Z monitorovaných lokalít sledovaných od roku 2004 sa najvýraznejšia kontaminácia zaznamenala 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 banskoštiavnickú, resp. spišsko-gemerskú rudnú oblasť. Anomálna koncentrácia niektorých kovov svedčí o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálne nebezpečnými látkami, ktoré pretrváva aj po útlme baníctva na Slovensku. Závažný je obsah látok (najmä Hg a As) na rieke Nitra (Chalмовá, Lužianky) pochádzajúcich z intenzívnej priemyselnej činnosti na Hornom Ponitří.

V zimnom období roku 2008/2009 sa odobrali vzorky zimných zrážok z 37 odberových miest. Bolo to dané špecifickými podmienkami tohto zimného obdobia, najmä krátkym trvaním až absenciou snehovej pokrývky na území Slovenska. V niektorých lokalitách prakticky celé sledované zimné obdobie nebola vytvorená súvislá snehová pokrývka. Celková mineralizácia zimných zrážok sa pohybovala v rozmedzí 0,7 – 52,4 mg/l a priemerná hodnota zo všetkých odberových miest bola 21,8 mg/l. V porovnaní s predchádzajúcimi pozorovaniami sú to hodnoty rovnajúce sa dlhodobému priemeru z celého radu pozorovaní. Najnižšie hodnoty celkovej mineralizácie v intervale 0,7 – 1,93 mg · l⁻¹ sa zistili na lokalitách Muránska planina, Banský Studenec, Handlová-Nová Lehota a Homôľka. Uvedené veľmi nízke hodnoty naznačujú výskyt epizód oteplenia, keď v prvých fázach dochádza k vyplavovaniu väčšiny kationov a aniónov zo snehovej pokrývky. Tomu zodpovedajú aj hodnoty pH vyššie ako 5. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,5) sa zistili na lokalitách Ošadnica, Remetské Hámre, Trenčianske Jastrabie a Železná studienka. Sú to najnižšie zistené hodnoty obsahu vápnika a horčíka a je to prejav potenciálnej acidifikácie prostredia. Najvyšší obsah amónnych iónov sa zistil na lokalitách Opavská hora, Remetské Hámre a Železná studienka. Z hľadiska obsahu stopových prvkov v snehových roztokoch v tomto zimnom období lokálne dominuje zinok, hliník a olovo. Ostatné sledované stopové prvky vykazujú rádovo nižšiu koncentráciu, resp. sa pohybujú na úrovni medze stanovenia. Organické látky sú lokálne zastúpené v pomerne vysokej koncentrácii. Indikujú to zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSKMn, ktoré dosahujú maximálnu koncentráciu až 8,54 mg · l⁻¹ na lokalite Hajnáčka a 5,04 mg · l⁻¹ na lokalite Slanec. Priemerná hodnota obsahu ChSKMn v sledovanom zimnom období bola 1,34 mg · l⁻¹.

08 – Objemovo nestále zeminy

V roku 2009 sa v rámci tohto podsystemu nerealizovali žiadne práce a nezistili sa 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 sa v roku 2009 priebežne ukladali a spracúvali v parciálnom informačnom systéme geologických faktorov (PISGF). Primárne údaje sa archivovali a ďalej spracúvali. Na ich základe sa odvodili sekundárne údaje, ktoré slúžia na hodnotenie monitorovaných procesov a stavu životného prostredia. V roku 2009 sa aktualizoval softvér, ktorý je súčasťou podrobnej úrovne PISGF. Pre podsystem 03 – *Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží* sa softvér upravil z hľadiska

hodnotenia prekročenia indexových kritérií. Vybrané údaje 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 sa údaje vizualizujú na základe požiadavky zadanej užívateľom internetu. Internetová stránka je prepojená aj s webovou stránkou ŠGÚDŠ a je z nej sprístupnená (www.geology.sk), rovnako aj z enviroportálu (<http://enviroportal.sk/>).

3. Záver

V roku 2009 sa podľa *Koncepcie aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu* pokračovalo v meraniach v týchto podsystemoch:

- 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 sa dohodli strategické plány a prevencia geologických hazardov v európskych štátoch. Monitorovanie geologických faktorov umožňuje upozorniť na hroziace havárie, to znamená, že vykonávané činnosti majú výrazný pozitívny vplyv na životné prostredie. Chceme však upozorniť na to, že v prípade havarijných stavov, najmä pri svahových deformáciách, v terajších podmienkach financovania nie je možné sanačné opatrenia financovať zo štátneho rozpočtu.