

# Čiastkový monitorovací systém geologické faktory

Koncepcia Čiastkového monitorovacího systému geologických faktorov (ČMS GF) vychádza z celkovej koncepcie monitorovania životného prostredia Slovenskej republiky. ČMS GF je zameraný na tzv. geologické hazardy, t. j. škodlivé, prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú prírodné prostredie a v konečnom dôsledku človeka. Monitoring slúži na sledovanie a vyhodnocovanie mechanizmu negatívnych zmien v geologickom prostredí. Odborným garantom ČMS GF je sekcia geológie a prírodných zdrojov MŽP SR. ČMS GF je tvorený samostatnými podsystemami, pre ktoré je charakteristickým odlišujúcim znakom pôsobenie špecifického geologického procesu, aktivovaného prírodnými alebo antropogénnymi faktormi. K riešeniu každého podsystemu sa pristupuje samostatne, avšak optimálnym riešením je vzájomné prepojenie častí monitoringu geologických faktorov tak, aby jednotlivé merania sa navzájom dopĺňali a podávali ucelený obraz o stave geologického prostredia ako celku. Tejto základnej filozofii monitoringu je podriadený výber monitorovacích miest, frekvencia odberu vzoriek a zberu dát, ako aj spôsoby spracovania vzoriek hornín a najmä spôsob získavania údajov.

## Prehľad najvýznamnejších výsledkov monitorovania

Zosuvy a iné svahové deformácie patria k plošne najrozšírenejším a z celospoločenského hľadiska najobávanejším geodynamickým javom. Celospoločenskú dôležitosť vybraných reprezentatívnych lokalít rozhoduje o počte aplikovaných metód monitorovania, ako aj o frekvencii realizovaných meraní. Monitorovanie sa v posledných rokoch vykonávalo na 22 lokalitách. Primárne merania sa ukladajú do databázy, ktorá je súčasťou podrobného informačného systému. K 31. decembru 2005 sa v databáze nachádzalo viac než 900 000 záznamov získaných z monitorovacích meraní.

Pre svahové pohyby typu zosúvania uvádzame nasledujúce najdôležitejšie výsledky monitorovania. V akumuláčnej oblasti rozsiahleho prúdového zosuvu pri obci Fintice sa prejavovali príznaky aktivity už v minulosti, v dôsledku čoho došlo k postupnému znefunkčneniu (ustrihnutiu) inklinometrických vrtov v tejto časti územia. V snahe obnoviť tok informácií o stave prostredia, bol v najaktívnejšej časti zosuvu v roku 2003 realizovaný nový inklinometrický vrt. Kým jeho prvé premeranie v roku 2004 nepreukázalo žiadne významné deformácie, meranie v roku 2005 zaznamenalo v hĺbke od 6 do 13 m deformáciu až 25 mm v smere spádnicie svahu. Pretrvávanie takejto intenzity pohybov môže viesť k nepriaznivým prejavom zosúvania na teleso štátnej cesty z Fintice do Záhradného a k ohrozeniu stability stožiarov vysokého napätia, nachádzajúcich sa v tejto časti územia. Vďaka výsledkom monitorovania bola pred dvoma rokmi preložená trasa plynovodu do stabilnejšej časti územia a takto sa odstránila potenciálna možnosť jeho prerhnutia. Na zosuve Bojnice napriek upozorneniam boli vykonané len čiastočné úpravy terénu a nebola technicky



Datalogger MARS5i na zosuvnom území Veľká Čausa. A - umiestnenie prístroja v ochrannom zariadení vo vrte AH-1, B - datalogger a meracia sonda

spoľahlivo odstránená hlavná príčina prejavov pohybovej aktivity zosuvných hmôt – úniky vody zo splaškovej kanalizácie v miestach šachty nachádzajúcej sa pri odľučnej časti zosuvu. Táto nepriaznivá skutočnosť sa prejavila na výsledkoch geodetického merania, ktoré v roku 2005 zaznamenalo v jednom bode posuv až 102,18 mm za obdobie 1 roka, sprevádzaný vznikom dlhšej odľučnej hrany s trhlinou šírky 2 až 5 cm. V prípade, ak nebude vykonaná dôsledná oprava kanalizácie, možno predpokladať, že zosuv bude v budúcnosti opäť aktívne ohrozovať premávku na štátnej ceste do Opatoviec nad Nitrou.

Na zosuve Veľká Čausa (pozri obr., príloha, s. 4) boli zaznamenané trvalé prejavy pomalého plazivého pohybu v západnej a čiastočne i centrálnej časti zosuvného územia. Nepriechnosť vrtu VČ-11 od hĺbky 9,5 m naznačuje možnosť aktivizácie pohybu na úrovni hlbších šmykových plôch (pozri obr., príloha, s. 5). Prejavy plazivého pohybu v transportačnej časti zosuvu boli zaznamenané inklinometrickými meraniami i na lokalite Okoličné, kde bola vo vrte JO-1 v hĺbke 10 m nameraná deformácia 10,49 mm. Pokračujúci stav dotvarovania zosuvného prúdu Handlová (zosuv z roku 1960) bol zistený inklinometrickými meraniami v hornej časti územia. Trvalo nepriaznivý stav akumuláčnej oblasti s prítomnosťou zamokrených území bol konštatovaný na zosuve Malá Čausa. Na lokalite Handlová - Morovnianske sídlisko sa podľa záznamov automatických hladinomerov hladina podzemnej vody v druhej polovici marca 2005 dostala až na úroveň terénu. Podobne na lokalite Dolná Mičiná automatické hladinometry zaznamenali veľmi veľký rozkyv hladiny podzemnej vody (viac ako 10 m). Zaznamenávané sú aj dlhodobé prejavy napätostnej aktivity horninového prostredia v severnej časti monitorovaného územia na lokalite Hlohovec - Posádka. Potvrдили sa meraniami

poľa pulzných elektromagnetických emisií (PEE).

Na ďalších zosuvných lokalitách, ako aj na lokalitách reprezentujúcich svahový pohyb typu plazenia a prognózovanie pohybov typu rútenia neboli v roku 2005 zaznamenané žiadne výrazné zmeny.

Do programu monitorovania bolo v roku 2005 zaradené pozorovanie stavu stabilizačného násypu v Handlovej. Obnovili sa režimové pozorovania vo vybraných vrtoch a uskutočnili sa merania pohybov prekrytia Handlovky a nepomenovaného potoka a merania priečnych deformácií potrubia. Merania preukázali, že pohyby indikačných bodov v podloží násypu nedosahujú medzné hodnoty, avšak v oceleťovom potrubí bolo identifikovaných až 14 miest s výskytom trhlín, zapríčinených pravdepodobne nerovnomerným sadaním konštrukcie v pozdĺžnom smere.

V súlade s celospoločenskými požiadavkami a trendmi vývoja vo svete sa metodika monitorovania zamerala na postupný prechod k odvodeniu kritických úrovní pre vybrané pozorované parametre a k pohotovému spôsobu zaznamenania a odovzdania informácií o ich prekročení vyslaním varovných signálov. Vzhľadom na to, že podzemná voda je v geologických a klimatických podmienkach Slovenska najdôležitejším z faktorov, ktoré podmieňujú vznik, resp. aktivizáciu svahových pohybov, v prvej etape sa pozornosť sústredila na analýzu režimových pozorovaní a odvodenie kritických úrovní hladiny podzemnej vody, ktorých prekročenie s vysokým stupňom pravdepodobnosti môže viesť k aktivizácii svahového pohybu. Pohotovosť monitorovania zabezpečujú automatické hladinometry, opatrené signalizačným zariadením nastaveným na odvodenú kritickú úroveň hladiny podzemnej vody a prepojené on-line s centrom monitorovania a v budúcnosti so zodpovednými orgánmi miestnej samosprávy, resp. civilnej ochrany. V súlade

s uvedenými skutočnosťami boli na celospoločensky najdôležitejších zosuvných lokalitách **Veľká Čausa** a **Okolice** uvedené do skúšobnej prevádzky automatické hladinomyery s on-line prepojením, čo v rámci režimových pozorovaní a priamej aplikácie ich výsledkov predstavuje zásadný prechod na vyššiu úroveň monitorovania. S cieľom dosiahnuť čo najvyššiu kvalitu pozorovaní boli zariadenia inštalované v nových, špeciálne vystrojených hydrogeologických vrtoch. Po overení funkčnosti zariadení v rôznych podmienkach predpokladáme, že koncom roku 2006 dokážeme čo najobjektívnejšie nastaviť limitné stavy hĺbky hladiny podzemnej vody i rýchlosti jej stúpnutia, ktoré budú iniciovať vysielanie varovných signálov.

Automatický hladinomer MARS5i umožňuje automaticky merať, zaznamenávať do pamäti a diaľkovo prenášať údaje o hĺbke hladiny podzemnej vody, jej teplote, o teplote vzduchu a o zrážkach. V prípade prekročenia nastavených kritických úrovní vysielala datalogger alarm na vybrané telefónne čísla (s možnosťou výberu až 10 adresátov). Spojenie s dataloggerom je možné cez počítač napojený na telefónnu linku alebo priamym telefonickým spojením, pri ktorom dostane užívateľ hlasovú informáciu o aktuálnom stave pozorovaných parametrov. Varovné signály možno nastaviť na základe prekročenia určitej limitnej hĺbky hladiny podzemnej vody alebo na základe prekročenia určitej rýchlosti stúpnutia úrovne hladiny. Postupné rozšírenie siete automatických hladinomerov s varovným signalizačným zariadením umožní zabezpečiť vysokú kvalitu a pohotovosť monitorovania režimových pozorovaní na vybraných dôležitých zosuvných lokalitách.

Cieľom **monitoringu erózných procesov** bolo stanovenie rozvoja (resp. zániku) výmolinej erózie na základe porovnania leteckých fotografií vyhotovených s odstupom 42 až 46 rokov. Na zber dát pre vyhodnotenie vývoja erózie slúžili ortorektifikované letecké fotografie, digitálny model reliéfu a topometrické prvky, geologické mapy a údaje o inžinierskogeologických vlastnostiach hornín a zemín monitorovaných území, ktoré boli uložené na spracovanie do GIS databázy. Najväčší prírastok plochy aj dĺžky erózných rýh bol nameraný na lokalite **Plaveč** nachádzajúcej sa vo flyšových horninách Spišsko-šarišského medzihoria. Za 43 rokov sa plocha erózných rýh na tejto lokalite zväčšila o 58 % (1,3 % za rok) a predĺžila o 11 % (0,26 % za rok). Najmenší rozvoj erózných rýh bol zaznamenaný na lokalite **Dudince**, ktorá sa nachádza v neovulkanitoch Krupinskej pahorkatiny, a to i napriek tomu, že táto lokalita má zo všetkých lokalít najväčšiu dĺžku erózných rýh na kilometer štvorcový (2,88 km.km<sup>2</sup>). Plocha erózných rýh lokality Dudince sa zväčšila o 9 % (0,2 % za rok) a dĺžka sa zmenšila o 23,5 % (0,56 % za rok). Monitoring erózných procesov bol v roku 2005 ukončený. V prípade výskytu významného rozvoja výmolinej erózie bude tento jav monitorovaný v rámci podsystému *Zosuvy a iné svahové deformácie*.

**Monitoring procesov zvetrávania** je realizovaný metódou opakovaných meraní prostredníctvom merača mikromorfologických zmien povrchu terénu na lokalitách: Lipovník, Starina, Demjata, Banská Štiavnica, Málinec, Podtureň, Bratislava – Železná studnička, Banská Bystrica – Jakub, Huty, Handlová, Pezinská Baba. Na uvedených lokalitách sa s presnosťou 0,02

mm zisťujú mikromorfologické zmeny povrchu odkrytých hornín spôsobené procesmi zvetrávania a následným odnosom. Chemické a izotopové analýzy poskytujú detailný pohľad na zmeny v chemickom a mineralogickom zložení posudzovaných hornín.

Objemová nestabilita **objemovo nestálych zemín** sa prejavuje buď znížením objemu zeminy – vtedy ide o presadanie, v niektorých prípadoch zmršťovanie, alebo zväčšením objemu, označovaným ako napúčanie. Pri registrovaní porušených objektov na území Východoslovenskej nížiny sa zistilo, že poruchy na objektoch nie sú zapríčinené len presadavosťou základových pôd, ale aj ich napúčaním a zmršťovaním. Celkovo na území Podunajskej nížiny boli registrované porušené objekty v 94 obciach, na území Východoslovenskej nížiny v 58 obciach. Na vybraných objektoch sú monitorované pukliny a ich zmeny. Ide o sledovanie vývoja trhlín dosahujúcich rozmery rádoovo desiatiny milimetra až milimetre, ojedinele niekoľko centimetrov.

Pre **sledovanie vplyvu ťažby na životné prostredie** bol navrhnutý systém zisťovania škôd na životnom prostredí vplyvom banskej činnosti a z neho odvodená kategorizácia lokalít a činností podľa rozsahu vplyvov na životné prostredie, vrátane návrhu postupu pre budovanie systému monitorovania. Podstatou riešenia bolo vytvorenie databázy lokalít s evidenciou zdrojov a prejavov environmentálnych impaktov.

**Zmeny antropogénnych sedimentov** sa na Slovensku sledujú na 7 odkaliskách. Na troch odkaliskách elektrárenského odpadu, dvoch flotačného odpadu po ťažbe rúd a dvoch popolčekových, s ukladaním chemického odpadu. Zmeny vlastností sa monitorujú raz za 3 roky, predovšetkým presiometrickými skúškami vo vrtoch a geofyzikálnymi elektroodporovými metódami. Merania sa dopĺňajú sledovaním fyzikálnych vlastností antropogénnych sedimentov laboratórnymi skúškami. Taktiež sa sledujú zmeny minerálneho zloženia - RTG a DTA analýzami vnútornej stavby pomocou scanovacieho elektrónového mikroskopu. Zmeny vo vlastnostiach upresňujú poznatky o dlhodobej stabilite odkalísk. Tým sa predchádza ekologickým katastrofám, akou bolo napr. pretrhnutie hrádze odkaliska v Zemianskych Kostolnoch v roku 1965. Zatiaľ čo v odkaliskách flotačného odpadu (Lintich, Sedem žien) a elektrárenských popolčekov (ENO Nováky - 3 odkaliská) dochádza k pozvoľnému zlepšovaniu mechanických vlastností, vlastností popolčekov s chemicky znečistenými látkami (rôznymi, ale s prevahou ropných odpadových látok) nevykazujú zlepšenie, naopak, pri šírení týchto látok v odkalisku RSTO Šaľa bola zaznamenaná mierna tendencia zhoršenia vlastností materiálov. Na tých odkaliskách, ktoré sú stále prevádzkované overujeme vlastnosti aj v najvyšších etážach a porovnáваме ich s vlastnosťami predpokladanými.

Predmetom monitorovania **Stability horninových masívov pod historickými objektmi** sú skalné horninové masívy porušené svahovými deformáciami creepového charakteru, ktoré tvoria podložie významných historických objektov. Súčasťou monitorovacej siete sú tieto lokality - Spišský, Strečiansky, Uhrovský a Lietavský hrad, kláštorň komplex Skalka pri Trenčíne, v roku 2002 pribudli Plavecký hrad, Pajštún, Borinka, Čachtický hrad, Devín, Kostolany pod Tribečom a v roku 2006 pribudol hrad Trenčín. V roku 2005 bolo

na hrade Devín a na Spišskom hrade nainštalované plnoautomatizované monitorovacie zariadenie (typ GEOKON-2, zapožičané na dva roky od spoločnosti GEOEXPERTS Žilina). Najvýznamnejšie pohyby boli zaregistrované v priestore tzv. Perúnovej skaly na Spišskom hrade, ktorá dlhodobou vykazuje známky nestability, kde sú situované tri monitorovacie stanoviská. Na jednom z nich (TM-71-1) za posledný rok došlo k postupnému zatvoreniu a následnému spätnému otvoreniu trhliny, amplitúda pohybu bola 0,27 mm. Celkovo sa trhlina od leta 1992 otvorila o 5,034 mm. Perúnova skala sa vykláňa smerom na SSZ, spodná časť zasa k JVV, čo z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca.

**Antropogénne sedimenty pochované** zaraďujeme k starým environmentálnym záťažiam. Cieľom bolo indikovanie lokalít budovaných antropogénnymi sedimentmi pochovanými (ďalej ASP), dokumentovanie vývoja reliéfu, charakteristika antropogénneho materiálu a podložia, na ktorom sa nachádza, hodnotenie možného vplyvu na životné prostredie, výber lokalít na ďalšie monitorovanie ich vplyvu na jednotlivé zložky životného prostredia, ako aj spracovanie údajov do parciálneho informačného systému. Podrobné monitorovanie vybraných lokalít sa začalo realizovať v roku 2006. Do roku 2005 bolo preferované regionálne zameranie, t. j. evidencia lokalít budovaných ASP na území celého Slovenska (Bratislava, Žitný ostrov, stredné Slovensko, severné Slovensko a východné Slovensko). Pre lokality ASP boli definované základné skupiny materiálov, vychádzajúce z ich reálneho výskytu na území SR. Vytvorených bolo päť základných skupín ASP: zakryté skládky odpadov, sedimenty v centrách miest ako výsledok dlhodobého osídlenia (pracovne nazvané mestské sedimenty), priemyselné sedimenty v areáloch veľkých priemyselných podnikov, antropogénne sedimenty ako dôsledok povrchovej a podpovrchovej ťažobnej činnosti (pracovne nazvané banské sedimenty), produkty energetických a spaľovacích zariadení, zariadení na úpravu, alebo vedľajší produkt spracovania (pracovne nazvané zakryté škvary, popoly a kaly).

V rámci podsystému **Tektonická a seizmická aktivita územia** boli sledované vertikálne pohyby povrchu, pohyby pozdĺž zlomov a seizmická aktivita územia. Hlavným cieľom riešenia je stanoviť vzájomné vzťahy uvedených javov a na ich základe vykonať rajonizáciu územia Slovenska, t. j. vymedziť územné celky s rovnakou aktivitou pohybov povrchu a rovnakou intenzitou seizmických otrasov. Predpokladá sa permanentná aktivizácia rajonizácie v intervale päť rokov. Vertikálne pohyby povrchu boli vyhodnocované na základe výsledkov meraní v celoštátnej nivelačnej sieti (spracovaných Geodetickým a kartografickým ústavom Bratislava - GKÚ) a podrobnejšie v územiach so zvýšenou seizmickou aktivitou. Na základe výsledkov hodnotenia bola v roku 1999 v mierke 1:1 000 000 vykonaná rajonizácia územia podľa tendencie a rýchlosti pohybov. Mapa rajonizácie bola doplnená o epicentrá zemetrasení zistených v rokoch vykonávania meraní vertikálnych pohybov povrchu (t. j. od roku 1947). Takto zostavená mapa územia preukázala spätosť pohybov povrchu so seizmickou aktivitou územia i so základnou geologicko-tektonickou stavbou územia a priebehom hlavných zlomových pásiem na území Slovenska. Od roku 2003 sa po dohode s GKÚ začali

vyhodnocovať vertikálne i horizontálne pohyby povrchu sledované metódou GPS v sieti SLOVGERENET.

V roku 2005 sa pohyby povrchu začali hodnotiť na základe observácií družíc, čo umožňuje hodnotiť i horizontálne pohyby povrchu v sieti SGRN (Slovak Geodynamic Reference Network) a v sieti CERGOP (Central Europe Regional Geodynamics Project). Pri dokumentácii pohybov pozdĺž zlomov boli všetky väčšie zlomy na území Slovenska zakreslené do máp mierky 1:200 000 a bol zostavený katalóg zlomov s údajmi o ich aktivite. Vo významnejších epicentrálnych oblastiach boli zlomy zakreslené i do máp mierky 1:50 000. Napr. epicentrálna oblasť Komárno je spracovaná na deviatich mapách mierky 1:50 000; zakreslených bolo 151 zlomov, ktorých rozsah a aktivity sú zaznamenané v záznamových listoch katalógu zlomov. Podrobne bola zhodnotená seizmotektonická aktivita územia v severnej časti Malých Karpát, kde boli hodnotené vertikálne pohyby povrchu územia. Na základe analýzy uvoľňovania seizmickej energie možno konštatovať, že pri súčasnom tektonickom režime nie je v epicentrálnej oblasti Dobrá Voda v súčasnosti pravdepodobný výskyt silnejšieho zemetrasenia. Za účelom priameho sledovania pohybov pozdĺž zlomu bol v roku 2003 osadený dilatometer TM-71 na zlome v lome Prepadlé – neďaleko Borinky (pri Bratislave), ktorý preukázal intenzívne pohyby. Dilatometre boli osadené aj na: šindliarskom zlome (štôlna Branisko), jaloveckom zlome (Demänovská jaskyňa Slobody), zlome paralelnom s hlavným muránskym zlomom (Ipeľ), v území pri obci Dobrá Voda a v jaskyni Driny. Na základe údajov o energii zemetrasení bola v mierke 1:1 000 000 zostavená Seizmotektonická mapa Slovenska.

Nepretržitá registrácia **seizmických javov** je vykonávaná na 12 seizmických staniách Národnej siete seizmických stanic: Bratislava Železná studnička (ZST), Modra-Piesok (MODS), Vyhne (VYHS), Šrobárová (SRO), Červenica (CRVS), Kečovo (KECS), Hurbanovo (HRB), Likavka (LIKS), Kolonické sedlo (KOLS), Iža (SRO1), Moča (SRO2) a Stebnická Huta (STHS). Všetky seizmické stanice zaznamenávajú kontinuálne rýchlosť seizmického pohybu pôdy a poskytujú zaznamenané údaje v reálnom čase. Všetky stanice sú registrované v International Seismological Centre, ISC, vo Veľkej Británii. V období od 1. 1. 1995 do 31. 12. 2005 bolo na území Slovenska makroseizmicky pozorovaných 57 zemetrasení, z toho 48 s epicentrom na území Slovenska. Seizmometricky bolo lokalizovaných 140 mikrozemetrasení (t. j. zemetrasení, ktoré neboli makroseizmicky pozorované) s epicentrom v záujmovej oblasti SR.

**Monitoring kvality snehovej pokrývky** sa od roku 1976 realizuje pravidelne raz ročne na 44 sledovaných odberových miestach na Slovensku. Po roztopení snehu sú vzorky homogenizované a následne analyzované na nasledujúcu asociáciu prvkov: Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>, Sr, Al, Zn, Cu, Pb, Fe, Mn, Cl, F, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>. Pri odbere vzorky je v teréne stanovená teplota vzduchu/snehu a výška nového a starého snehu. Bezprostredne po roztopení snehu sú stanovené pH, acidita a alkalita. Distribúcia najnižších priemerných hodnôt celkovej mineralizácie snehu je viazaná na horské oblasti a pohybuje sa okolo 10 mg.l<sup>-1</sup>. Maximálne priemerné hodnoty sú silno ovplyvnené lokálnou antropogénnou činnosťou viazanou na mestské aglomerácie a

ich okolie. Výsledný efekt antropogénnych aktivít vedie k dvom základným dopadom. Snehový roztok má kyslý charakter (pH 5,0 - 6,0), alebo výrazne alkalický s hodnotami pH okolo 8,0 - 9,0 pri celkovo vysokých priemerných hodnotách celkovej mineralizácie. Prvý typ sa vyskytuje hlavne v okolí Bratislavy (M = 21 - 30 mg.l<sup>-1</sup>) s extrémnymi hodnotami až 67 mg.l<sup>-1</sup>, oblasti Patiniec, Ružomberku, Nitra, Vojan, Handlovej-Novák. Druhý typ je spojený predovšetkým s výrobou cementu a spracovaním magnezitu. Sem patria lokality Pezinská Baba, Zádielska dolina a oblasť Jelšava s priemernými hodnotami celkovej mineralizácie okolo 27 mg.l<sup>-1</sup> a maximálnymi obsahmi nad 100 mg.l<sup>-1</sup>, čo naznačuje rozpúšťanie alkalických úletov z uvedených zdrojov s následným extrémnym nárastom hodnôt pH.

Cieľom monitorovania **chemického zloženia riečnych sedimentov** je identifikácia časových zmien a priestorových rozdielov obsahov vybraných prvkov v aktívnom riečnom sedimente hlavných tokov Slovenska a to vplyvom primárnych (geogénnych), ako aj antropogénnych podmienok. Z hodnotenia výsledkov monitoringu je možné poukázať na potenciálne riziko ohrozenia prirodzenej rovnováhy vo vodnom ekosystéme v danej lokalite. Zriadená monitorovacia sieť predstavuje 47 referenčných odberových miest. Pri výbere reprezentatívnych lokalít sa zohľadňovalo situovanie odberových miest v oblastiach s predpokladaným antropogénnym zaťažením, ako aj v oblastiach s rozhodujúcim vplyvom prírodných faktorov na chemické zloženie stanovovaných parametrov. Odberové miesta charakterizujú približne každý 70. km významného toku v hlavných povodiach Slovenska a sú situované v miestach odberov v rámci národného monitoringu povrchových tokov realizovaného SHMÚ. Monitoring riečnych sedimentov je realizovaný od roku 1996. 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. Monitorovaním sa zistilo, že vo väčšine monitorovaných lokalít bolo zaznamenané prekročenie referenčnej hodnoty A (Rozhodnutie MP SR č. 531/1994-540) aspoň pre jednu zložku. Z pohľadu kontaminácie analyzovaných parametrov sú prakticky neznečistené vážske sedimenty a niektoré lokality na riekach Hron, Muráň, Torysa, Topľa a Dunaj. Najčastejšie prekračujú referenčnú hodnotu A prvky Cu, Zn, Hg, Pb, Ni a As. Lokality s parametrami prekračujúcimi triedu B (indukujúcu znečistenie) sú situované najmä v monitorovaných úsekoch povodi riek Štiavnica, Hornád, Hnilec a Nitra (najčastejšie prekračujúcimi parametrami sú prvky Hg, As, Zn a Cu). Prekročenie limitných hodnôt triedy C indukujúce veľmi silné znečistenie bolo zaznamenané na tokoch Štiavnica (Pb), Hnilec (As) a Nitra (Hg).

**Monitoring objemovej aktivity radónu** je pravidelne realizovaný na referenčných plochách vo vybraných mestách so zvýšeným radónovým rizikom, na tektonicky porušených zónach a vo vodných zdrojoch. Monitorovanie bolo realizované na piatich lokalitách (referenčných plochách) s výskytom stredného až vysokého radónového rizika: Bratislava-Vajnory, Banská Bystrica-Podlavice, Novoveská Huta, Teplička, Hnilec. Dlhé zimné obdobie a časté zrážky vplyvajú na zvýšenú vlhkosť pôdy, a tým aj na šírenie radónu v horninách. V dôsledku toho dosiahli merania objemovej

aktivity radónu v roku 2005 vyššie hodnoty ako v roku 2003. Distribúciu radónu v danom prostredí počas roka ovplyvňuje tiež charakter horniny (pôd) a homogenita horninového prostredia v závislosti od vonkajších meteorologických podmienok. Lokalita Grajnár predstavuje tektonicky porušenú zónu. Pôdny vzduch je odoberaný v sondách s krokom 10 m na dvoch paralelných profiloch dlhých 500 m. Súbežne je realizované povrchové meranie spektrometrie gama za účelom komplexnejšieho štruktúrnogeologického zhodnotenia. Radón vo vodných zdrojoch je monitorovaný v prameňoch: Mária - Bratislava, Zbojnička - Bratislava, Himligárka - Bratislava, Sv. Ondreja - Sivá Brada a B. Němcovej - Bacúch. Radón vo vodách všetkých monitorovaných zdrojov má variabilný priebeh s maximom objemovej aktivity radónu na konci zimy, resp. na jar a s minimom v lete až jeseni. Zvýšené zrážky počas roka sa prejavili na vyšších výdatnostiach sledovaných prameňov. Údaje z meraní objemovej aktivity radónu sú vyhodnocované a štatisticky spracované vo forme tabuľkových prehľadov a grafov, zostavovaná je databáza údajov v schválenej štruktúre.

### **Záver**

Koncepcia dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí bola schválená uznesením vlády SR č. 7 z 12. 1. 2000. Na jej základe sa monitorovanie geologických faktorov vykonávalo vo vyššie uvedených 13 podsystemoch. Na základe uznesenia OPM MŽP SR č. 82 z 15. 7. 2004 bola vypracovaná Koncepcia aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu na roky 2006 - 2010. Uznesením OPM MŽP SR č. 42 z 4. 4. 2005 bola táto koncepcia schválená. Podľa tejto koncepcie od 1. 1. 2006 pokračuje monitorovanie geologických faktorov v nasledovných podsystemoch: (01) Zosuvy a iné svahové deformácie, (02) Tektonická a seizmická aktivita územia, (03) Antropogénne sedimenty zakryté charakteru starých environmentálnych záťaží, (04) Vplyv fažby na životné prostredie, (05) Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí, (06) Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi, (07) Monitorovanie riečnych sedimentov, (08) Objemovo nestále zeminy.

Podľa takto upravenej štruktúry podsystemy: Procesy zvetrávania, Zmeny antropogénnych sedimentov, Kvalita snehovej pokrývky a Seizmické javy na území SR sa k 31. 12. 2005 prestali monitorovať ako samostatné podsystemy. Pôvodné podsystemy Tektonická a seizmická aktivita územia a Seizmické javy sa zlúčia do nového podsystemu 02 a pôvodné podsystemy Zmeny antropogénnych sedimentov a Antropogénne sedimenty pochované budú monitorované v rámci nového podsystemu 03. Pôvodné podsystemy Procesy zvetrávania a Chemické zloženie snehovej pokrývky budú čiastočne pozorované v rámci náplne nových podsystemov 01 a 07. Ako už bolo spomenuté, monitorovanie podsystemu Erózne procesy bolo ukončené k 31. 12. 2005 a jeho prípadné významné výskyt sa budú pozorovať v rámci podsystemu 01. Podsystem 04 Vplyv fažby na životné prostredie sa začal monitorovať od roku 2006.

RNDr. Alena Klukanová, CSc., doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., ŠGÚŠ  
RNDr. Boris Antal, CSc., MŽP SR