

ČIASTKOVÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM – GEOLOGICKÉ FAKTORY

Tvorba monitorovacieho systému životného prostredia vyplýva zo značného množstva dohôd, dohovorov a medzinárodných požiadaviek vyplývajúcich z integrácie Slovenskej republiky do medzinárodného systému ochrany životného prostredia (Rio de Janeiro, 1992 a Johannesburg, 2002). Systém monitorovania a informačný systém chápeme ako najdôležitejší nástroj pre zabezpečenie kvality životného prostredia, ktorý je súčasne základom pre rozhodovanie o súčasných aktivitách a tiež o perspektívnych zámeroch v oblasti životného prostredia.

Monitoring životného prostredia je systematické, v čase a priestore definované pozorovanie presne určených charakteristík zložiek životného prostredia alebo vplyvov naň pôsobiacich (spravidla v bodoch, tvoriacich monitorovaciu sieť), ktoré s určitou mierou výpovednej schopnosti reprezentujú sledovanú oblasť a v súhrne potom väčší územný celok. Monitorovanie slúži k objektívnemu poznaniu charakteristík životného prostredia a hodnoteniu ich zmien v sledovanom priestore.

Čiastkový monitorovací systém (ČMS) – Geologické faktory je zameraný hlavne na tzv. geologické hazardy, t.j. škodlivé prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú prírodné prostredie, a v konečnom dôsledku človeka.

Systém Geologické faktory tvorí neodmysliteľnú súčasť národnej environmentálnej monitorovacej siete a poskytuje údaje pre ostatné čiastkové monitorovacie systémy životného prostredia SR. Systém je v plnom rozsahu funkčný a v priebehu svojej existencie zhromaždil a spracoval rozsiahly súbor závažných, odborných údajov. Z praktického hľadiska stálymi odberateľmi získaných informácií z monitoringu sú orgány štátnej správy a samosprávy všetkých stupňov a zainteresované právnické a fyzické osoby.

V ďalšom uvádzame prehľad výsledkov za rok 2005 po jednotlivých podsystémoch.

01/ Zosuvy a iné svahové deformácie

V roku 2005 bolo pozorovaných 14 lokalít typu zosúvania, 3 lokality typu plazenia a 3 lokality, na ktorých sa hodnotila stabilita skalných zárezov s cieľom prognózovania gravitačných pohybov typu rútenia. Špecifické postavenie mali lokality hodnotenia stability väčšieho územného celku (územie projektovanej prečerpávacej vodnej elektrárne Ipeľ) a posúdenia stavu Stabilizačného násypu v Handlovej (táto lokalita bola do súboru zaradená v roku 2005).

V rámci monitorovania svahových pohybov typu zosúvania boli v roku 2005 podľa závažnosti pozorovaní lokality rozdelené do troch skupín – zosuvy so zaznamenanými veľmi nepriaznivými príznakmi (A.), zosuvy s niektorými nepriaznivými hodnotami monitorovacích meraní (B.) a zosuvy, ktoré boli na základe pozorovaní v relatívne stabilnom stave (C).

A. Územie v čele rozsiahleho prúdového zosuvu pri obci *Fintice* prejavovalo 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 tejto najaktívnejšej časti zosuvu v roku 2003 realizovaný nový inklinometrický vrt K-2B. 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 spádnice svahu. Takýto posuv za obdobie jedného roka hodnotíme ako veľmi nepriaznivý a jeho pokračovanie môže viesť nielen k znefunkčneniu monitorovacieho vrtu, ale aj k nepriaznivým prejavom zosúvania na teleso štátnej cesty z Fintíc 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 odstránená potenciálna možnosť jeho pretrhnutia. Významné povrchové premiestnenia pozorovacích bodov, potvrdzujúce aktívny stav tejto časti zosuvu, boli zaznamenané i geodetickými meraniami (v bode 1 bol nameraný posuv 21,09 mm a v bode 5 až 24,69 mm). Na zosuve *Bojnice* napriek upozorneniam v predchádzajúcom roku a čiastočným úpravám terénu nebola technicky spoľahlivo odstránená hlavná príčina prejavov pohybovej aktivity zo-

suvných hmôt – úniky vody zo splaškovej kanalizácie v miestach šachty, nachádzajúcej sa pri odlučnej časti zosuvu. Táto nepriaznivá skutočnosť sa prejavila na výsledkoch geodetického merania, ktoré v roku 2005 zaznamenalo v bode 6 posuv až 102,18 mm za obdobie 1 roka, sprevádzaný vznikom dielčej odlučnej hrany s trhlinou šírky 2 až 5 cm. V prípade, ak nebude vykonaná dôsledná oprava alebo preloženie kanalizácie mimo zosuvné územie, možno predpokladať, že zosuv bude v budúcnosti opäť aktívne ohrozovať premávku na štátnej ceste do Opatoviec nad Nitrou a náklady, vynaložené v minulosti na jeho sanáciu, neprinesú predpokladaný efekt.

B. Niektoré nepriaznivé skutočnosti boli zaznamenané na zosuve Veľká Čausa. Ide o trvalé prejavy pomalého plazivého pohybu v západnej a čiastočne i centrálnej časti zosuvného územia (deformácie cca 5 mm v hĺbke 4 m vo vrtoch VČ-10 a VE-4 za obdobie 1 roka). Nepriechodnosť vrtu VČ-11 od hĺbky 9,5 m, overená v tomto roku inklinometrickým meraním bola v predchádzajúcom období prognózovaná iba prítomnosťou anomálie pri meraniach poľa pulzných elektromagnetických emisií (PEE), čo naznačuje možnosť aktivizácie pohybu na úrovni hlbších šmykových plôch, ktorú je však potrebné overiť ďalšími meraniami. Prejavy plazivého pohybu v transportačnej časti zosuvu boli zaznamenané inklinometrickými meraniami i na lokalite *Okoličné*, kde vo vrte JO-1 bola v hĺbke 10 m nameraná deformácia 10,49 mm. Určitú aktivitu čelnej časti zosuvného prúdu ilustrujú výsledky inklinometrických meraní vo vrte M-2 (6,66 mm v hĺbke 4 m za obdobie 1 roka) i posuvy geodetických bodov (v bode P-25 bolo namerané premiestnenie 24,2 mm za rok, v bode 111 posuv až 32,4 mm). Pokračujúci stav dotvarovania zosuvného prúdu *Handlová (zosuv z roku 1960)* bol zistený inklinometrickými meraniami v hornej časti územia v blízkosti odlučnej hrany zosuvu (vo vrte GI-1 v hĺbke do 16,5 m bola nameraná deformácia 15 mm za obdobie 1 roka. Naopak, povrchové premiestnenia geodetických bodov boli najvýraznejšie prevažne vo východnej časti akumuláčnej oblasti zosuvu neďaleko cestnej komunikácie (napr. premiestnenie bodu P-123 dosiahlo až 69,2 mm za obdobie 2 rokov). Trvalo nepriaznivý stav akumuláčnej časti je konštatovaný na zosuve *Malá Čausa*, kde v dôsledku neúplných sanačných opatrení sú časti územia zamokrené a podzemná voda sa nachádza blízko povrchu. Aj na lokalite *Handlová – Morovnianske sídlisko* sa podľa záznamov automatických hladinomerov hladina podzemnej vody v druhej polovici marca dostala až na úroveň terénu (pričom rozkvyv úrovne hladiny v priebehu roka vo vrte P-17 dosiahol až 8 m). Na lokalite *Dolná Mičina* režimové pozorovania preukázali vo väčšine vrtov určitý pokles hladiny podzemnej vody, avšak automatické hladinometry zaznamenali jej veľmi veľký rozkvyv (v obidvoch pozorovaných vrtoch viac ako 10 m). Náznaky aktivizácie pohybu po hlboko uloženej šmykovej ploche naznačili výsledky meraní poľa PEE vo vrte JM-7, kde bola zaznamenaná výrazná anomália poľa v hĺbke 22 m. Dlhodobé prejavy napätostnej aktivity horninového prostredia v severnej časti monitorovaného územia na lokalite *Hlohovec – Posádka* sa potvrdili i v roku 2005 meraniami poľa PEE. Kým v strednej časti územia je pole PEE ustálené, v severnej časti sú výrazné rozdiely medzi stavom poľa na jar a na jeseň.

C. Režimové pozorovania na lokalite *Eubietová* nepreukázali žiadne výrazné zmeny oproti predchádzajúcemu obdobiu. Značný pokles výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite *Slanec* môže byť spôsobený ustálením hydrogeologického režimu po hydrologicky veľmi odlišných rokoch 2003 a 2004 alebo dochádza k zníženiu funkčnosti odvodňovacích vrtov. Stav bez výraznejších prejavov pohybovej aktivity bol na základe výsledkov inklinometrických meraní konštatovaný na lokalite *Handlová – Kunešovská cesta* (najväčší posuv zaznamenaný metódou presnej inklinometrie predstavoval 2,32 mm vo vrte JK-3 v hĺbke 2,5 m). Ani na zosuvnom území Liptovská Mara nebolo badať v roku 2005 žiadne známky po aktivizácii, avšak na základe vyhodnotenia meraní hĺbky hladiny podzemnej vody z automatických hladinomerov možno konštatovať jej pomerne vysoký stav; vo vrte J-19 bola zistená dokonca najvyššia úroveň hladiny za obdobie rokov 1991 až 2005 (0,32 m pod úrovňou terénu). Na základe meraní poľa PEE neboli v roku 2005 zaznamenané žiadne výrazné anomálie na zosuve vo *Vištuku*.

V rámci troch lokalít reprezentujúcich svahový pohyb typu *plazenia* naďalej pokračoval vertikálny zdvih okrajových blokov neďaleko *Košického Klečenova*. Celkový zdvih od konca roku 1990 dosiahol 6,5 mm, t. j. 0,9 mm za rok 2005 (KK-1), resp. od polovice roku 1995 4,0 mm, t. j. 0,7 mm za rok 2005 (KK-2) a bol sprevádzaný rozširovaním trhliny (celkovo cca 3,0 mm – KK-1). Kým

trend rozširovania trhlín na lokalite *Veľká Izra* (VI-1 a VI-2) ustal, pomalé poklesávanie oboch blokov pokračovalo. Na lokalite *Sokol* pokračoval trend rozširovania trhliny aj v roku 2005, hoci iba v malej miere.

Po prechode z metód analytickej na digitálnu fotogrametriu nepreukázalo prvé opakované meranie v roku 2005 žiadne výrazné prejavy pohybovej aktivity na troch lokalitách monitorovania *stability skalných zárezov* (prognózovanie pohybov typu rútenia). Diferencie medzi profilmi ako aj posuvy hrán skalných blokov na lokalitách *Banská Štiavnica* a *Demjata* sa nachádzali v medziach presnosti merania (ktorá predstavuje 1 až 2 cm, v prípade profilov 3 až 5 cm). Na lokalite *Harmamec* bolo namerané najvýraznejšie prehlbovanie eróznej ryhy v hornej časti skalnej steny (profily od 25,0; do 16,5 m); jeho veľkosť sa však nachádzala tiež iba v medziach presnosti merania (1 až 2 cm). Výraznejšie posuvy neboli namerané na žiadnej z pozorovaných lokalít ani dilatometrickými meraniami.

Podobne ako v predchádzajúcom roku treba upozorniť na absenciu údržby monitorovacích objektov, ale aj sanačných opatrení na viacerých lokalitách, čo môže dlhodobo viesť k obnoveniu pohybovej aktivity (lokality *Bojnice*, *Handlová* – zosuv z roku 1960, *Veľká Čausa*, *Okoličné* a ďalšie).

Prehľad všetkých monitorovacích aktivít, vykonaných v roku 2005 a ich najdôležitejších výsledkov je zhrnutý v tabuľke 1.

Do programu monitorovania bolo v roku 2005 zaradené pozorovanie stavu Stabilizačného násypu (SN) v Handlovej. Od augusta 2005 sa obnovili režimové pozorovania vo vybraných vrtoch, lokalizovaných na násype (ktoré v minulosti pozorovali pracovníci INGEO, Žilina) a v októbri 2005 sa uskutočnili merania pohybov prekrytia Handlovky a Nepomenovaného potoka a merania priečnych deformácií potrubia, ktoré uskutočnili Banské projekty, spol. s r. o., Bratislava. Na základe minimálnych a maximálnych úrovní hladiny podzemnej vody, nameraných v rokoch 2003, 2004 a 2005 boli uskutočnené stabilitné výpočty v profiloch 1-1' a 5-5' (v čele SN) a 6-6' (v ľavostrannom zosuvnom svahu SN). Z ich výsledkov vyplýva dostatočne vysoký stupeň stability (najnižšie hodnoty stupňa stability boli vypočítané v profile 6-6' a dosahovali pri maximálnej úrovni hladiny podzemnej vody hodnoty 1,57 až 1,59). Merania uskutočnené Banskými projektmi preukázali, že pohyby indikačných bodov v podloží násypu nedosahujú medzné hodnoty, avšak pri meraniach v oceľovom potrubí bolo identifikovaných až 14 miest s výskytom trhlín, zapríčinených pravdepodobne nerovnomerným lokálnym sadaním konštrukcie v pozdĺžnom smere.

V súlade s celospoločenskými požiadavkami a trendmi vývoja vo svete sa metodika monitorovania v roku 2005 zamerala na postupný prechod k odvodu varovných úrovní vybraných pozorovaných parametrov a k pohotovému spôsobu zaznamenania a odovzdania informácií o ich prekročení. Vzhľadom na to, že podzemná voda je v geologických a klimatických podmienkach Slovenska najdôležitejším faktorom, podmieňujúcim vznik, resp. aktivizáciu svahových pohybov, v prvej etape sa pozornosť sústredila na analýzu režimových pozorovaní a odvedenie kritických úrovní hladiny podzemnej vody, ktorých prekročenie s vysokým stupňom pravdepodobnosti môže viesť k aktivizácii svahového pohybu. Pohotovosť monitorovania potom zabezpečujú automatické hladinomery, opatrené signalizačným zariadením nastaveným na odvedenú 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 uvedenou metodikou monitorovania boli v roku 2005 na celospoločensky najdôležitejších zosuvných lokalitách *Veľká Čausa* a *Okoličné* uvedené do skúšobnej prevádzky automatické hladinomery 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.

Na lokalite *Veľká Čausa* bol hydrogeologický vrt AH-1 realizovaný dňa 27. júla 2005. Jeho lokalizácia vychádzala zo série stabilitných výpočtov uskutočnených v profile, vedenom v západnej, najviac aktívnej časti svahovej deformácie. Automatický hladinomer MARS5i doplnený lokálnou zrážkomernou stanicou bol do vrtu nainštalovaný a uvedený do skúšobnej prevádzky dňa 12. októbra 2005.

Na lokalite *Okoličné* bol hydrogeologický vrt AH-2 zrealizovaný dňa 29. septembra 2005. Vrt bol situovaný v línii charakteristického profilu, prechádzajúceho centrálnou časťou svahovej deformácie a predpokladané hydrogeologické pomery v mieste jeho situovania boli overené sériou stabilitných výpočtov. Automatický hladinomer s varovným signalizačným zariadením bol uvedený do prevádzky dňa 13. októbra 2005.

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 (ich množstve a intenzite). Funkčnosť dataloggera zabezpečujú batérie so životnosťou cca 2 roky. 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, o ich stave o 6 hod. ráno a o priemerných a extrémnych hodnotách, zaznamenaných v predchádzajúcom dni. Varovné signály možno nastaviť na základe prekročenia určitej limitnej hĺbky hladiny podzemnej vody alebo na základe prekročenia určitej rýchlosti stúpnutia úrovne hladiny.

Vzhľadom na špecifický charakter hydrogeologických pomerov v každom novovybudovanom vrte ponechávame inštalované hladinomy MARS5i na oboch lokalitách zatiaľ v skúšobnej prevádzke. Po overení ich funkčnosti v rôznych podmienkach (predovšetkým po jarnom topení snehu) a po aktualizovaných stabilitných výpočtoch predpokladáme, že v jesenných mesiacoch roku 2006 dokážeme čo najobjektívnejšie nastaviť limitné stavy úrovne i rýchlosti stúpnutia hladiny podzemnej vody, ktoré budú iniciovať vysielanie varovných signálov.

Domnievame sa, že postupné rozšírenie siete automatických hladinomerov s varovným signalizačným zariadením umožní zabezpečiť vysokú kvalitu a pohotovosť režimových pozorovaní na vybraných dôležitých zosuvných lokalitách. Na dosiahnutie celkovo vyššieho stupňa monitorovania je nevyhnutné v budúcnosti zabezpečiť adekvátnu kvalitatívnu i pohotovostnú úroveň ďalších monitorovacích pozorovaní, predovšetkým meraní zmien polohy pozorovacích bodov.

02/ Erózne procesy

Cieľom monitoringu erózných procesov bolo stanovenie rozvoja (resp. zániku) výmoľovej erózie na deviatich lokalitách: 1 Brezová pod Bradlom (Myjavská pahorkatina), 2 Nováky (Hornonitrianska kotlina), 3 Dudince (Krupinská planina), 4 Klenovec (Stolické vrchy), 5 Plaveč (Spišsko-Šarišské medzihorie), 6 Varhaňovce (Prešovská kotlina), 7 Osrbie (Veporské vrchy).

Na lokalitách 1 až 6 bol zhodnotený vývoj výmoľovej erózie na základe leteckých fotografií spravených s odstupom 42 až 46 rokov. Na zber dát pre vyhodnotenie vývoja erózie slúžili ortorektifikované letecké fotografie, digitálny model reliéfu a topometrických prvkov, geologické mapy a dáta o inžinierskogeologických vlastnostiach hornín a zemín monitorovaných území, ktoré boli uložené na spracovanie do GIS databázy.

Všetky zozbierané dáta boli v roku 2005 podrobené záverečnému spracovaniu a vyhodnoteniu. Vyhodnotenie dát potvrdilo priebežne získané výsledky. 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). Nepomer medzi prírastkom plochy a dĺžky pravdepodobne súvisí so zosúvaním sa okrajov rýh, čo zväčšuje ich plochu oveľa viac oproti zväčšovaniu dĺžky rýh. Najmenší rozvoj erózných rýh bol zaznamenaný na lokalite *Dudince* nachádzajúcej sa 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 · km²). Plocha erózných rýh lokality Dudince sa zväčšila o 9 % (0,2 % za rok) a dĺžka sa zmenšila o 23,5 % (0,56 % za rok). Zaujímavým výsledkom získaným z porovnania starých a nových leteckých fotografií je aj porovnanie využitia krajiny. Najväčšia zmena bola zaznamenaná v prírastku lesných porastov. Na všetkých lokalitách pribudlo v priemere 10% zalesnenej plochy (najviac na lokalite *Klenovec* v Stolických vrchoch – 21 %) a najviac ubudlo obrábaných poľnohospodárskych plôch – v priemere 10 % (naj-

viac na lokalite Klenovec 22 %). Možno teda konštatovať, že na monitorovaných plochách v priebehu monitorovacieho obdobia ustupovala poľnohospodárska pôda lesným porastom.

Na lokalite č. 7 *Osrblie* nebola zaznamenaná zmena vo vývoji erózie v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi. Prejavy erózie sú pozorované len na vrchnom okraji zárezu lesnej cesty vedenej po vrstevnici v spodnej časti pozorovaných svahov. Lokalita postupne zarastá novou vegetáciou, len extrémne strmé svahy, na ktorých sa nachádza iba štrk bez jemnozrnnej súdržnej zeminy ostávajú bez vegetácie. Na záver možno konštatovať, že monitoring erózných procesov bol v roku 2005 ukončený. V prípade výskytu významného rozvoja výmoľovej erózie bude tento jav monitorovaný v rámci podsystému 01 „Zosuny a iné svahové deformácie“.

03/ Monitoring procesov zvetrávania

Monitoring procesov zvetrávania pokračoval v roku 2005 pravidelnými meraniami na vybudovaných lokalitách. Ťažisko prác sa presunulo smerom k chemickým a izotopovým analýzám poskytujúcim detailný pohľad na zmeny v chemickom a mineralogickom zložení posudzovaných hornín.

Monitorovanie procesov zvetrávania v prirodzených podmienkach je založené na metóde opakovaných meraní prostredníctvom merača mikronivelačných zmien povrchu terénu. Frekvencia zberu dát dvakrát ročne je podriadená výberu metódy sledovania zvetrávacích procesov takým spôsobom, aby zachytila merateľné zmeny zvolených charakteristík a taktiež zachytila sezónne vplyvy (napr. účinky mrazového zvetrávania). Od začiatku sledovania mikronivelačných zmien sme založili profily na 15 lokalitách. Na viacerých sledovaných lokalitách zvetrávacie procesy boli natoľko intenzívne, že došlo k vypadnutiu zabudovaných pevných bodov, v jednom prípade zničili profil vandali. V roku 2005 sme opätovne zabudovali lokalitu *Pezinská Baba*. Použitie metód pozemnej fotogrametrie pokračovalo hlavne na lokalite *Harmanec*, ďalej v spolupráci so subsystémom zosuny a iné svahové deformácie boli uskutočnené merania na lokalitách *Demjata* a *Banská Štiavnica*.

Monitorovanie procesov zvetrávania vo vybranom modelovom území pokračovalo v oblasti povodia horného toku Vydrice. Prostredníctvom povrchových, podzemných a zrážkových vôd sa sleduje hmotová bilancia 34 chemických parametrov uvoľňovaných do geologického prostredia v dôsledku zvetrávania. V hodnotenom období boli odobrané a analyzované vzorky zrážkových, podzemných a povrchových vôd v mesačnom intervale. Odber vzoriek zrážok sa realizoval v areáli meteorologickej stanice Malý Javorník súčasne s meraním kvantity a bezprostredným meraním pH. Z chemického hľadiska sa zrážky naďalej prejavujú zvýšeným priemerným obsahom z kationov K^+ , NH_4^+ a Ca^{2+} . Z aniónov sú najvýraznejšie zastúpené HCO_3^- ióny, ďalej SO_4^{2-} , Cl^- . Hodnota priemernej mineralizácie za hodnotené obdobie je $69,8 \text{ mg.l}^{-1}$. Tieto zrážky zahŕňajú aj prašný spád. Pokračovanie monitorovania chemizmu povrchového toku zahŕňalo pravidelné odbery vzoriek. Z hľadiska prevládajúcich iónov možno vodu označiť ako Ca-Na- HCO_3 - SO_4 typ s priemernou hodnotou pH 7,08, čiže neutrálnou reakciou. V období zvýšenej zrážkovej činnosti sa na tvorbe chemického zloženia povrchových vôd vo zvýšenej miere podieľa priamy povrchový odtok, resp. plytký podpovrchový odtok v nenasýtenej zóne, čo spôsobuje nariedovanie väčšiny látok (napríklad Li^+ , Ca^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^-) a naopak poskytuje možnosť vyplavovania niektorých látok z mechanickeho a chemicky nestabilného pôdneho pokryvu (najmä NO_3^-).

Stanovenie izotopového zloženia v závislosti od stupňa zvetrania vybraných typov hornín. Indikátorom chemických zmien v horninách je tiež kontrola radiačného systému Rb-Sr. Z hľadiska izotopového zloženia hornina predstavuje heterogénny systém, ktorý citlivo reaguje na chemickú dekompozíciu horninotvorných minerálov, napr. biotitu a plagioklasu, ktoré sú bežnou súčasťou magmatických a metamorfovaných hornín. V roku 2005 boli vykonané izotopové analýzy (na 31 vzorkách) v laboratóriách Poľského geologického ústavu vo Varšave. Analýzy sa vykonávajú jednorázovo. Výsledky analýzy chemického a izotopového zloženia v horninách, obsahujúcich horninotvorné minerály plagioklas a biotit, indikujú citlivý relačný vzťah medzi stupňom chemickej (izotopickej) a mechanickej alterácie.

04/ Objemovo nestále zeminy

Objemová nestabilita sa prejavuje buď znížením objemu zeminy, označovaným ako presadenie, alebo zväčšením objemu, označovaným ako napúčanie. K objemovo nestálym zeminám na Slovensku patria presadavé zeminy (kvartérne eolické sedimenty), napúčavé íly (neogénneho alebo kvartérneho veku) a silno prekonsolidované ílovité zeminy charakteru ílových bridlíc, ílovcov a pod. Pri registrowaní 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. Boli vyhotovené záznamové listy s údajmi o registrovaných porušených objektoch. Obsahujú lokalizáciu porušeného objektu, opis, príčinu, priebeh poruchy, profil základovej pôdy, spôsob a hĺbku založenia objektu, údaje o hladine podzemnej vody, vlastnosti základových pôd, analýzu vonkajších prejavov objemovej nestálosti a vlhkosti, veľkosť puklín a ďalšie zmeny na vybratých objektoch.

V roku 2005 boli tiež monitorované pukliny a ich zmeny na vybratých objektoch. Väčšinou dochádza k opakujúcim sa trhlinám rádovo desatiny milimetra až milimetre, ojedinele aj niekoľko centimetrov. Odobraté boli porušené a neporušené vzorky pre stanovenie fyzikálnych a mechanických vlastností zemín a ich náchylnosti na objemové zmeny. V oedometrických prístrojoch boli stanovené hodnoty pomerného napučovania B_0 , veľkosť tlaku z napučovania P_n a jeho časový priebeh. Zmršťiteľnosť bola stanovená na vzorkách ílov, predovšetkým smektitov. Stanovené boli aj deformačné vlastnosti charakterizované modulom deformácie a súčinitele filtrácie sledovaných vzoriek zemín.

05/ Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

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

Vzhľadom na vážnosť danej problematiky vláda SR schválila uznesenie (č. 661 z 5. septembra 1995) o surovinovej politike SR v oblasti nerastných surovín. Z tohto uznesenia vyplynula úloha vypracovať systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich banskou činnosťou. Na riešenie úlohy bolo urobené výberové konanie, ktoré vyhral Geocomplex, a.s. Navrhnutý bol systém zisťovania škôd na životnom prostredí a z neho odvodená kategorizácia lokalít a činností podľa rozsahu vplyvov na životné prostredie, vrátane návrhu postupu pre budovanie systému monitorovania. Z hľadiska informačného je podstatou riešenia zisťovacej fázy vytvorenie databázy lokalít s evidenciou zdrojov a prejavov environmentálnych impaktov. Navrhnutý bol spôsob relatívneho ohodnocovania rizikovosti jednotlivých lokalít ako aj spracovanie informácie o existujúcich monitorovacích a sanačných prácach na najrizikovejších lokalitách. Vstupné údaje do informačného systému Čiastkového monitorovacieho systému – Geologické faktory – budú prebraté od Geocomplexu, a. s. v roku 2006 po schválení záverečnej správy.

06/ Zmeny antropogénnych sedimentov

V rámci tohto pod systému sa sledujú zmeny antropogénnych sedimentov na siedmich odkaliskách na Slovensku, z toho troch odkaliskách elektrárenských popolčiekov, dvoch flotačného odpadu po ťažbe rúd a dvoch popolčiekových s ukladaním chemického odpadu. Zmeny vlastností sa monitorujú raz za 3 roky, predovšetkým presiometrickými skúškami vo vrtoch a geofyzikálnymi elektroodporovými metódami. Merania sa dopĺňujú sledovaním fyzikálnych vlastností antropogénnych sedimentov laboratórnymi skúškami. Taktiež sa sledujú zmeny minerálneho zloženia (RTG a DTA

analýzami) a vnútornej stavby pomocou skenovacieho elektrónového mikroskopu. Zistené zmeny vlastností upresňujú poznatky o dlhodobej stabilite odkalísk. Tým sa predchádza ekologickým katastrofám, akou bolo napr. pretrhnutie hrádze odkaliska v Zemianskych Kostolnoch v roku 1965.

V roku 2005 boli monitorované zmeny mechanických vlastností materiálu na odkaliskách ENO Zemianske Kostolany, a to odkalisko „Pôvodné“ a odkalisko „Definitívne“.

Na oboch odkaliskách sa ukladajú popolčeky zrnitostného zloženia, ktoré zodpovedajú pieskom triedy S5 symbol SC až jemnozrnným zeminám F4 CS (spolu 26 vzoriek), jediná vzorka indikovala zrnitosť S3, symbol S-F. Vlhkosť popolčekov je v rozpätí 14 % až 40 %. Dochádza k znižovaniu vlhkosti oproti predchádzajúcim etapám meraní. Objemová hmotnosť popola v prírodnom uložení je $\rho = 8,1$ až $11,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, po vysušení $\rho_d = 6,1$ až $8,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Na pôvodnom odkalisku ENO bolo na základe presiometrických skúšok zistené zlepšenie mechanických vlastností od roku 1999 do roku 2005 pri p_{lim} z hodnoty 0,714 MPa na hodnotu 1,042 MPa, pri uhle vnútorného trenia z $29,5^\circ$ na $31,8^\circ$ a pri presiometrickom module z $E_p = 9,8 \text{ MPa}$ na 10,02 MPa (4 trojice meraní) pri úrovni medzi 295 až 298 m n. m. Ak porovnáme mechanické vlastnosti odkaliska a ich zmenu od roku 2002 od úrovne 264 do 304 m n. m., v medznom presiometrickom tlaku sa zistila priemerná hodnota z 21 meraní v roku 2002 0,714 MPa vo vrtoch P-1 až P-3 a hodnota 0,834 MPa v roku 2005, uhol vnútorného trenia vzrástol z hodnoty $29,66^\circ$ na $30,6^\circ$ a priemerný presiometrický modul sa zvýšil z 10,36 MPa na 11,95 MPa.

Na definitívnom odkalisku ENO sa zistili zlepšené priemerné hodnoty medze presiometrického tlaku od roku 1998 do roku 2005, ktoré vzrástli z hodnoty 0,855 MPa na hodnotu 0,867 MPa, uhol vnútorného trenia z $30,1^\circ$ na $31,1^\circ$ a hodnota priemerného presiometrického modulu vzrástla z hodnoty 9,9 MPa na hodnotu 12,85 MPa vo vrte L-1 a D-3. Ak porovnáme výsledky z rokov 2002 a 2005 bez nadvyšovacej ostatnej etáže (úroveň 283 až 288 m n. m), tak z nich vyplýva, že priemerné hodnoty p_{lim} a uhla vnútorného trenia sa takmer nezmenili, hodnota presiometrického modulu vzrástla taktiež nepatrne len z hodnoty 12,9 na hodnotu 13,3 MPa. Nadvyšovacia etáž ešte nekonsoľidovala, nie je priťažaná a výsledky mechanických vlastností sú teda ovplyvnené hlavne heterogenitou zloženia odkaliska a miestom skúšania, prípadne spevnenia povrchovej vrstvy pojazdami mechanizmov alebo inými technologickými postupmi zvyšovania odkaliska.

Geofyzikálne merania boli realizované metódami VES (vertikálne elektrické sondovanie) a MES (multielektródové sondovanie) na definitívnom odkalisku ENO, na pôvodnom odkalisku ENO boli z technických dôvodov realizované merania iba metódou VES. Na definitívnom odkalisku ENO merania v roku 2005 boli robené na rovnakých miestach a profiloch ako v r. 2002. Z porovnania rezov možno konštatovať, že rezistivita pripovrchovej vrstvy sa zvýšila a rezistivita podložnej vrstvy sa znížila. Príčinou je zrejme odlišné rozloženie vlhkosti v telese odkaliska. Kým v roku 2002 bola väčšia časť vlhkosti sústredená v pripovrchovej vrstve, v roku 2005 je to naopak. Navyše je potrebné počítat s tým, že v podzemnej vode je z populovín rozpustený určitý podiel solí, ktoré zvyrazňujú tento kontrast rezistivity a je možné tiež predpokladať, že pohybom podzemnej vody vo vertikálnom smere sa presúva časť solí z horných horizontov do spodných. Na pôvodnom odkalisku ENO boli zistené výsledky podobné ako na definitívnom odkalisku. Predpokladáme, že uvedené zmeny v hodnotovej úrovni rezistivity sú spôsobené predovšetkým odlišnou históriou zrážkovej činnosti v období predchádzajúcom realizácii meraní.

Z výsledkov RTG analýz vyplýva obdobné minerálne zloženie popolčeka ako v predchádzajúcich etapách monitoringu. Minerálne zloženie a obsah minerálov popolčeka je závislý od miesta odobratia vzorky, heterogenity plavenia, zrnitostného zloženia i od kvality spaľovaného uhlia a technologického postupu spaľovania. Možno však konštatovať, že v popolčeku sa nachádza aj amorfná fáza. Tá časom rekryštalizuje a je zdrojom zlepšenia mechanických vlastností uloženého popola.

07/ Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi

V roku 2005 sme sa zamerali na monitorovanie nasledovných lokalít – Spišský, Strečniansky, Oravský, Uhrovský a Lietavský hrad, kláštorný komplex Skalka pri Trenčíne a hrad Devín. Na Pla-

veckom hrade, Pajštúnskom a Čachticiach boli monitorovacie zariadenia inštalované v roku 2003, na hrade Devín bol nainštalovaný komplexný monitorovací systém v novembri a v rovnakom mesiaci bolo pridané ďalšie, plnoautomatizované monitorovacie zariadenie (typ GEOKON-2, zapožičané na dva roky od fi GEOEXPERTS Žilina) na Spišský hrad.

Spišský hrad

V súčasnosti sú na Spišskom hrade funkčné 4 prístroje typu TM-71 a 5 stanovísk, kde sa realizujú merania prenosnými meradlami SOMET. V priestore tzv. Perúnovej skaly, ktorá dlhodobo vykazuje známky nestability máme 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. Celkove sa trhlina od leta 1992 otvorila o 5,034 mm. Pootočenia nie sú významné a dosahujú asi 0,1 mm/rok. Na prístroji TM-71-2 za posledný rok došlo k ustáleniu pohybu v smere osi x. Trhlina sa zatvorila o 0,26 mm. Celkový pohyb zatvorenia trhliny dosiahol 3,56 mm. Podobný vývoj pozorujeme aj v smere osi y a dosiahol 0,34 mm, v osi z došlo za rok 2005 k zmene asi o 0,3 mm. Celkove v oboch osiach (y, z) je pohyb minimálny, avšak už temer konštantný za posledné štyri roky. Na treťom prístroji TM-71-h1 sme zistili, že trhlina sa postupne zatvára, pričom charakter zmien je výrazne oscilačný. V priebehu roku 2005 sa trhlina otvorila s maximom 1,6 mm v auguste a postupne sa zatvárala, pričom v októbri 2005 dosiahla hodnotu 0,026 mm. Trend v zatváraní má progresívny charakter najmä v zimnom období a je predpoklad, že dosiahne minimum na konci kalendárneho roku 2005. Pohyb v smere osi y a z je minimálny, cyklický s amplitúdou rozkyvu 0,4 mm. Ak by sme teda mali vyjadriť sumárny pohyb monitorovaného horninového bloku tzv. Perúnovej skaly je zrejme, že tento sa v hornej časti vykláňa smerom na SSVZ, spodná časť zasa k JJV, pričom z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca.

Hrad Strečno

Pohyby na tejto lokalite majú výrazne oscilačný charakter, čo je v zhode s dlhodobým trendom. Hodnota relatívneho pohybu bloku – otvorenie trhliny dosiahlo 0,7 mm s maximom v júni, potom nastala opačná tendencia pohybu, puklina sa zatvorila o temer 0,23 mm v novembri a od novembra je vidno opäť pohyb v smere zatvárania pukliny. Pohyby nie sú dramatické a možno konštatovať, že majú cyklický charakter a to bez výraznejšej zmeny od roku 1999, keď oscilácia sa pohybuje okolo hodnoty 3,0 mm. V smere osi z sme zaznamenali po dlhšej dobe výraznejší skok, ktorý indikuje pokles s hodnotou 0,57 mm, čo znamená mierne odklonenie monitorovaného bloku od vlastného horninového masívu. V smere osi y bol pozorovaný mierny cyklický pohyb, hodnoty z konca roku 2004 sa rovnajú hodnotám koncom roku 2005.

Kláštor Skalka

Na tomto historickom komplexe bol doposiaľ pozorovaný minimálny pohyb, ktorý sa za posledné roky pohyboval rádovo vo všetkých troch osiach okolo 0,05 mm. Aj na tejto lokalite bola pozorovaná výrazná oscilácia, keď pohyb dosiahol v júni až 0,21 mm v osi y (horizontálny šmyk), i v oboch ďalších osiach viac ako 0,07 mm. Prirodzene je to pohyb minimálny, avšak vzhľadom na doposiaľ známe údaje z tejto lokality, pohyby z roku 2003 môžeme považovať za intenzívnejšie, ako v minulosti. Na tejto lokalite došlo k stavebným úpravám, ktoré znemožnili prístup k monitorovaciemu stanovisku. Aj preto v roku 2004 boli vykonané iba 2 merania. Vzhľadom na vyššie uvedené fakty sme boli nútení v roku 2005 meradlo TM odinštalovať a zotrvať iba na meraniach prenosným meradlom SOMET.

Hrad Trenčín

V rámci prípravy monitorovania bolo po dohode so statikom (ing. Závackým) vybratých niekoľko miest na monitorovanie tak prírodného horninového masívu, ako aj objektov hradu. Žiaľ, relikty hradobných múrov, ktorému hrozilo bezprostredné zrušenie, začali v roku 2005 z hľadiska

potrieb jeho statického zabezpečenia rozoberať, čo spôsobilo, že zanikla možnosť monitorovania tohto ohrozeného objektu hradu. Vzhľadom na aktuálnu situáciu na lokalite bolo vybratých niekoľko stanovísk na osadenie bodov pre meranie prenosným dilatometrom typu SOMET. V predpolí Barborinho paláca, v skalnom defilé je lokalizované miesto na osadenie opticko-mechanického dilatometra TM-71. Predpokladáme, že osadenie meracích bodov i dilatometra TM-71 sa uskutoční na jar roku 2006.

Na ostatných lokalitách, máme umiestnené meracie stanoviská pre prenosné meradlo typu SOMET.

08/ Antropogénne sedimenty pochované

Zaraďujeme ich k starým ekologickým záťažiam, ktoré možno definovať ako človekom vytvorené objekty v prírodnom prostredí s predpokladaným vplyvom na vybrané zložky životného prostredia. Cieľom je 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 sledovanie a monitorovanie ich vplyvu na jednotlivé zložky životného prostredia, ako aj spracovanie údajov do parciálneho informačného systému.

Vypracované boli záznamové listy pre vybrané ASP s vyhodnotením rizikovosti lokalít jednotlivých ASP (kvalitatívne hodnotenie, založené na odstupňovaní rizika: vysoké, stredné a nízke na základe vlastností ukladaného materiálu a kvantitatívne hodnotenie, ktoré vychádza z konkrétnych nameraných hodnôt alebo analýz a ich porovnania s normatívne stanovenými hodnotami a limitmi, vyjadrené ako vysoké, stredné a nízke riziko materiálu), hodnotením rizikovosti uloženého materiálu na lokalitách a hodnotením rizika ohrozenia podzemnej vody, povrchovej vody, ovzdušia a horninového prostredia.

V roku 2005 boli spracované záznamové listy v okresoch Prešovského kraja – Kežmarok, Stará Ľubovňa, Sabinov, Prešov a rozpracované sú okresy Poprad, Rožňava a Prievidza. Spracovanie registra divokých skládok v okresoch Kežmarok, Stará Ľubovňa, Sabinov, Prešov a Prievidza bolo pre neúplnosť a nejednotnosť existujúcej databázy pomerne komplikované a časovo náročné. Uvedené okresy boli spracované na základe podkladov archívnej excerptie a štúdia dostupných materiálov. Až po tejto etape bola možná realizácia terénnych prác a samotné spracovanie záznamových listov.

Pre terénne zhodnotenie boli vybraté tie skládky, ktorých objem bol väčší ako 300 m³, obsahovali rizikový odpad a zároveň ležali v oblastiach s možným sekundárnym rizikom. Na ďalšie spracovanie boli zaradené i skládky, kde je predpoklad primárneho rizika a nie je dokumentovaná jeho veľkosť, ale skládka sa nachádza v oblasti so zvýšeným sekundárnym rizikom. Pre takto vybrané skládky boli vypracované záznamové listy s doplnením údajov v teréne. Terénne práce pozostávali z lokalizácie skládky pomocou GPS, overovania údajov z existujúcich podkladov resp. ich dopĺňania a zaznamenávania nových údajov. V tabuľke 2 sú uvedené počty spracovaných a vybraných skládok v jednotlivých okresoch.

Tab. 2 Počty spracovaných a vybraných skládok v jednotlivých okresoch

Okres	Spolu skládky	Záznamové listy pre vybrané ASP	Návrh monitorovať	Rozpracované záznamové listy
Kežmarok	197	13	3	
Stará Ľubovňa	91	4	0	
Sabinov	98	18	1	
Poprad	180			10
Rožňava	152			36
Prievidza	163	21		11
Prešov	142	36	4	
Spolu:	1043	92	8	62

V okrese Kežmarok odporúčame pokračovať v monitorovaní skládok Spišská Belá a Ľubica a začať monitorovať skládku Lendak. V okrese Stará Ľubovňa nejavili skládky v terajšom stave zvýšené riziko znečistenia prostredia. V okrese Sabinov odporúčame monitorovať skládku Lipany. V okrese Prešov odporúčame monitorovať skládky Veľký Šariš, Vydumanec – Prešov, Tulčík, Teriakovce. V okrese Prievidza navrhujeme asanovať skládky Dlžín, Nevidzany a Poruba. V roku 2005 boli v rámci komplexného monitoringu odkalísk na Slovensku spracované vstupné údaje pre ďalších 5 odkalísk: 2 popolové (Poša a Košice), stabilizovaný násyp z popola v Handlovej a dve rudné odkaliská (Slovinky a Nižná Slaná).

09/ Tektonická a seizmická aktivita územia

V rámci tohto pod systému boli sledované vertikálne pohyby povrchu, pohyby pozdĺž zlomov a seizmická aktivita územia. Hlavným cieľom 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. Namiesto priestorovo obmedzených a časovo i finančne náročných presných nivelačných meraní sa pohyby povrchu v tomto roku začali hodnotiť na základe observácií družíc. Tento systém umožňuje na rozdiel od nivelácie hodnotiť i horizontálne pohyby povrchu, a to v sieti pozorovacích geodetických bodov rozmiestnených po celom území Slovenska. Tieto sa sledujú v sieti SGRN (Slovak Geodynamic Reference Network) a v sieti CERGOP (Central Europe Regional Geodynamics Project). V súčasnosti sú k dispozícii merania za roky 1995 až 2005, čo umožňuje posúdiť dynamiku pohybov povrchu. Výsledky meraní sa spracúvajú v SKTRF (Slovenský Terestrický Referenčný Rámec) a následne sa konfrontujú v rámci ETRF (Európsky Terestrický Referenčný Rámec) čo umožňuje spresnenie odhadu lokálneho rýchlostného poľa pre územie Slovenska.

Pri dokumentácii pohybov pozdĺž zlomov boli do katalógu zlomov a máp mierky 1 : 200 000 doplnené ďalšie aktívne zlomové poruchy. V rámci podrobnejšej dokumentácie zlomov v epicentrálnych oblastiach na území Slovenska; v mapách mierky 1 : 50 000; bolo ukončené spracovanie epicentrálnej oblasti Komárno, kde na deviatich mapách uvedenej mierky bolo zakreslených 151 zlomov, ktorých rozsah a aktivita boli zaznamenané v príslušných záznamových listoch katalógu zlomov. Pokračovalo sa tiež v sledovaní pohybov na vybratých zlomoch, na ktorých boli osadené dilatometre: Šindliarsky zlom – Branisko, jalovecký zlom – Demänovská jaskyňa Slobody, zlom paralelný s hlavným muránskym zlomom – Ipeľ, lokalita Dobrá Voda a jaskyňa Driny.

Podrobne bola seizmotektonická aktivita územia zhodnotená v severnej časti Malých Karpát, kde boli v roku 2005 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.

10/ Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky

Monitoring kvality snehovej pokrývky sa realizuje od roku 1976. Odber vzoriek sa robí zo 44 sledovaných odberových miest na Slovensku. Vzorky sú zväčša odoberané koncom zimného obdobia (v druhej polovici januára až do konca februára) z celého profilu snehovej pokrývky tak, aby charakterizovali chemické zloženie vodných roztokov, vznikajúcich pri jarnom topení snehovej pokrývky, resp. pri epizódach oteplenia. Ich kvalita predstavuje vstupné (iniciálne) chemické zloženie tvorby podzemných vôd v podmienkach Slovenska. Celý odber je podmienený poveternostnou a teplotnou situáciou v jednotlivých zimných obdobiach.

Po prirodzenom roztopení snehu, sú vzorky homogenizované a následne analyzované na nasledujúcu asociáciu prvkov:

- Na, K, Mg, Ca, NH₄, Sr, Al, Zn, Cu, Pb, Fe, Mn, Cl, F, NO₃, SO₄, HCO₃,
- bezprostredne po roztopení snehu sú v teréne stanovené pH, acidita a alkalita,
- pri odbere vzorky je meraná teplota vzduchu/snehu a výška nového a starého snehu.

Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky vzhľadom na množstvo primárnych a sekundárnych faktorov, ktoré majú výrazný vplyv na jeho zmeny, je potrebné pozorovať spôsobom dlhodobých radov, aby bolo možné získané výsledky reprodukovateľne interpretovať.

V zimnom období roku 2004/2005 bolo odobraných 42 vzoriek snehu, čo bolo dané dobrými podmienkami tohto zimného obdobia a dĺžkou trvania snehovej pokrývky na území Slovenska. Dve vzorky z odberových miest Skalnaté pleso a Lomnický štít neboli odobrané z technických dôvodov. Celková mineralizácia snehu v tomto zimnom období sa pohybovala v rozmedzí 2,68 – 23,07 mg/l a priemerná hodnota zo všetkých odberových miest bola 6,75 mg/l. Hodnoty pod 3 mg/l boli zistené na lokalitách Banský Studenec a Chopok-Srdiečko, najvyššie na lokalite Vojany. Táto ako jediná presahovala 20 mg/l a vykazovala zjavné antropogénne ovplyvnenie. Snehové roztoky s najkyslejším charakterom (s hodnotami pH okolo 4,2) boli zistené na lokalitách Remetské Hámre, Slanec, Oščadnica, Železná studnička a Cejkov a najvyššia hodnota bola zistená v Dobšinej (6,60), pričom priemerná hodnota pH (4,80) naznačuje prevažnú väčšinu kyslých roztokov. Prevažnosť kyslých aniónov bola zistená na lokalitách Vojany (obsah síranov 4,75 mg/l) a Remetské Hámre, Zádiel, Plešivec (obsah dusičnanov 3,94 mg/l, 3,37 mg/l a 3,34 mg/l). Najvyšší obsah chloridov (7,25 mg/l) bol zistený na odberovom mieste Skalica. Najvyšší obsah amónnych iónov bol zaznamenaný na lokalitách Oščadnica, Lokca a Nitra. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch v tomto zimnom období hliník, nikel a zinok. V priemerných koncentráciách je poradie Al, Zn a Pb (0,024 mg/l, 0,0067 mg/l, resp. 0,0024 mg/l), ktoré boli najvyššie v oblasti Slovnafu, Lokce a Remetských Hámrov, čo je úplne iná distribúcia týchto prvkov oproti predchádzajúcim obdobiam monitorovania. Ostatné sledované stopové prvky vykazujú rádovo nižšie koncentrácie s najvyšším zastúpením v poradí Cu, Cr a As. Najvyšší obsah arzenu (0,005 mg/l) bol opakovane zistený na lokalite Podhradie pri Novákoch, čo dokumentuje pomerne vysoké zaťaženie prírodného prostredia regiónu Hornej Nitry arzénom. Vyšší obsah arzenu bol však zistený aj vo Vojanoch a Lehote pod Vtáčnikom ako najsilnejší prejav tepelných elektrární.

Základné štatistické parametre vybraných ukazovateľov snehových roztokov v zimnom období 2004/2005 sú nasledovné (údaje okrem pH v mg/l):

	pH	CHSK	Na	K	Ca	Mg	Fe
minimum	4,14	0,16	0,01	0,02	0,02	0,2	0,002
maximum	6,60	2,20	4,41	0,21	3,66	0,37	0,49
priemer	4,80	0,91	0,53	0,07	0,73	0,11	0,06
	NH ₄	F	Cl	SO ₄	NO ₃	Min.	
minimum	0,001	0,01	0,20	0,60	0,71	2,68	
maximum	0,46	0,04	7,25	4,75	3,94	23,07	
priemer	0,04	0,01	1,10	1,46	1,88	6,75	

Z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK_{Mn}, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne okolo 2 mg/l na lokalitách Zádielska dolina, Vojany a Remetské Hámre.

Celkové zaťaženie atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) je oproti priemerným koncentráciám nižšie.

11/ Monitorovanie seizmických javov

Jedným z cieľov tohto subsystému je 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 2005 vykonávaná na 12 seizmických staniách Národnej siete seizmických staníc – Bratislava Železná studnička (ZST), Modra-Piesok

(MODS), Vyhne (VYHS), Šrobárová (SRO), Červenica (CRVS), Kečovo (KECS), Hurbanovo (HRB), Likavka (LIKS), Kolonické sedlo (KOLS), Iža (SRO1), Moča (SRO2) a 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 prípade potreby sú na vyžiadanie k dispozícii aj trigrované záznamy seizmického pohybu zo staníc lokálnych seizmických sietí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice.

Dátové a spracovateľské centrum Národnej siete seizmických staníc je v GFÚ SAV Bratislava. Centrum zhromažďuje zaznamenané údaje v reálnom čase z 12 staníc Národnej siete a z vybraných staníc okolitých krajín. Celkovo sú v reálnom čase zhromažďované a analyzované údaje z 55 seizmických staníc. Týchto 55 seizmických staníc tvorí Regionálnu virtuálnu seizmickú sieť GFÚ SAV. Dátové a spracovateľské centrum vykonáva automatické lokalizácie, ktoré sú k dispozícii do 10 minút po zaznamenaní seizmického javu. Tieto lokalizácie sú automaticky umiestňované na internet a sú posielané e-mailom na vybrané e-mailové adresy a Úradu civilnej ochrany.

Pre verejnosť sú automatické lokalizácie zemetrasení k dispozícii na web stránke www.seismology.sk. Okrem automatických lokalizácií sa na spomenutej stránke nachádzajú aj aktuálne seizmogramy staníc Národnej siete seizmických staníc (okrem HRB) a staníc Smolenice a Kolačno, ktoré patria do lokálnych seizmických sietí atómových elektrární Mochovce a Jaslovské Bohunice, ktoré sú prevádzkované spoločnosťou Progseis. Tiež sú na web stránke www.seismology.sk k dispozícii archívne záznamy seizmických staníc za posledných 30 dní.

V roku 2005 bolo zo záznamov seizmických staníc interpretovaných viac ako 5100 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov. Lokalizovaných bolo 78 zemetrasení s epicentrom v záujmovej oblasti Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska pozorované 1 zemetrasenie v komárňanskej zdrojovej zóne.

12/ Monitorovanie chemického zloženia riečnych sedimentov

Riečny sediment reprezentuje častice odvozené z hornín alebo biologických materiálov, ktoré boli transportované kvapalnou fázou, alebo pevnú, resp. suspendovanú fázu usadzovanú z vody. Dôvodom zvýšeného záujmu o riečne sedimenty nielen u nás, ale aj vo svete, sú ich vlastnosti a genéza. Ich štúdium umožňuje robiť dôležité závery v rámci prospektorských, geochemických a v poslednom období veľmi významných environmentálnych hodnotení. Cieľom monitorovacieho subsystému 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.

Analyzovaná asociácia prvkov predstavuje hlavné (Na, K, Mg, Ca, Fe, Mn) a stopové (Cr, Cu, Al, Zn, Hg, Co, As, Cd, Ni, Se, Pb, Sb) prvky. Pri stanovení jednotlivých ukazovateľov (totálne obsahy) boli použité analytické techniky: plameňová AAS, generovanie hydridov a ortuťový analyzátor TMA 254. Výsledky chemických analýz sú kompletne počítačovo spracované v digitálnej forme, georeferencované a uložené v databázovom programe MS ACCESS vo forme databázy.

Obsah kontaminujúcich látok vyhodnotený na základe porovnania s limitnými hodnotami platnými pre pôdy (Rozhodnutie MP SR č. 531/1994-540 *o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde*) poukazuje na fakt, že vo väčšine monitorovaných lokalít bolo zaznamenané prekročenie referenčnej hodnoty A 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 povodí 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 v roku 2005 zaznamenané na tokoch Štiavnica (Pb), Hnilec (As) a Nitra (Hg).

13/ Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí

Monitoring radónu v roku 2005 bol realizovaný v zrovnateľných klimatických pomeroch s predchádzajúcim rokom, a to:

- pôdny radón na referenčných plochách (RP) – zvýšené radónové riziko vybraných miest,
- pôdny radón na tektonických poruchách,
- radón vo vodách.

Pôdny radón – zvýšené radónové riziko na referenčných plochách

Merania sa uskutočnili s rôznou frekvenciou na piatich lokalitách s výskytom stredného až vysokého radónového rizika (Bratislava-Vajnory, Banská Bystrica-Podlavice, Novoveská Huta, Teplička, Hnilec).

Najväčší rozsah meraní bol na RP Teplička, ktorá bola monitorovaná počas roka celkom 13x v období apríl – november (spolu 136 odberov a meraní ranných vzoriek pôdneho vzduchu a 85 vzoriek realizovaných na poľudnie). Na lokalite Novoveská Huta bola referenčná plocha meraná podobne ako v predošlom roku - 6x od apríla do októbra (spolu 102 odberov a meraní vzoriek pôdneho vzduchu) a RP Hnilec v extrémne vysokom radónovom riziku bola predmetom monitorovania tiež v období apríl – október 4x (spolu 68 odberov a meraní vzoriek pôdneho vzduchu). Okrem toho bol v tomto roku obnovený monitoring radónu v pôde na referenčných plochách na lokalite Bratislava – Vajnory a Banská Bystrica – Podlavice. Celkový počet odobratých vzoriek a meraní objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu v roku 2005 predstavoval 443 sond.

Pomerne dlhé obdobie zimy a tiež časté zrážky počas jari a leta vplývali na zvýšenú vlhkosť pôdy a tým aj na šírenie radónu v horninách. V dôsledku toho dosiahli merania objemovej aktivity radónu pomerne vysoké hodnoty, ktoré boli vyššie ako v predošlých dvoch rokoch a to prakticky na všetkých lokalitách. Výsledky meraní objemovej aktivity pôdneho radónu na referenčných plochách potvrdzujú existenciu jeho variácií v pôdach v priebehu roka. Variácie sú závislé na meteorologických podmienkach, avšak s určitými odlišnosťami v jednotlivých lokalitách, v dôsledku rozdielnosti geologického zloženia prostredia, ktorým radón prechádza. Aj v tomto monitorovacom roku sa zopakoval významný faktor poklesu obsahov objemovej aktivity radónu v pôde následkom prudkého ochladenia v jeseni pri prvom mraze, kedy sú koncentrácie radónu v pôde tak nízke, že znižujú kategóriu radónového rizika referenčnej plochy (lokalita Novoveská Huta).

Na základe komplexného zhodnotenia výsledkov monitoringu radónu všetkých referenčných plôch sa ukazuje, že distribúciu radónu v danom prostredí počas roka ovplyvňuje tiež charakter horniny (pôd) a homogenita resp. nehomogénnosť horninového prostredia a to v závislosti od vonkajších meteorologických podmienok.

Pôdny radón na tektonických poruchách

V roku 2005 sa uskutočnilo tiež monitorovanie pôdneho radónu na tektonicky porušenej zóne v lokalite Grajnár na dvoch paralelných profiloch v celkovej dĺžke cca 1 km. Sondy pre odber pôdneho vzduchu boli hĺbené s krokom 10 m, spolu 94 sond. Monitoring pôdneho radónu na tejto lokalite potvrdzuje jednoznačný prejav kontaktnej zóny a to výraznými anomálnymi koncentraciami objemovej aktivity.

Radón vo vodách

Radón vodných zdrojov bol v roku 2005 monitorovaný v prameňoch:

- 2x za rok (jar a jeseň) v troch prameňoch prímestskej oblasti Bratislavy – prameň Mária, prameň Zbojnička a prameň Himligárka,
- 12x v priebehu celého roka – každý mesiac 1x prameň sv. Ondreja – Sivá Brada pri Spišskom Podhradí,
- 6x za rok bol monitorovaný prameň Boženy Němcovej – Bacúch.

Radón vo vodách všetkých monitorovaných zdrojov má variačný priebeh s maximom objemovej aktivity radónu na konci zimy resp. na jar a s minimom v lete až jeseni s určitými odlišnosťami

v rámci jednotlivých lokalít. Zvýšené zrážky počas roka sa prejavili na vyšších výdatnostiach sledovaných prameňov.

Všetky údaje z meraní objemovej aktivity radónu v pôdach, na tektonických poruchách i v zdrojoch podzemných vôd sú vyhodnocované a štatisticky spracovávané vo forme tabuľkových prehľadov a grafov, zostavovaná a napĺňaná je databáza údajov.

Monitoring radónu poskytuje informácie o špecifickej oblasti rádioaktivity z prírodných zdrojov, ktorá je považovaná za významnú z hľadiska možnej expozície obyvateľstva. Pre účinné zavádzanie opatrení na ochranu zdravia ľudí a zvýšenie celkovej kvality života sú dôležité hodnoverné informácie, ktoré sa môžu získať len štatistickým spracovaním dlhodobejšie realizovaných monitorovacích systémov a následne môžu dať relevantný podklad pre prijatie obecnějších záverov a pre rozhodovacie procesy v tejto sfére.

Záver

Koncepcia dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí bola schválená uznesením vlády SR č. 7 z 12. januára 2000. Na jej základe sa monitorovanie geologických faktorov vykonáva vo vyššie uvedených 13 podsystémoch. Na základe uznesenia OPM MŽP SR č. 82 z 15. 07. 2004 bola vypracovaná Koncepcia aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu na roky 2005-2010. Uznesením OPM MŽP SR č. 42 z 04. 04. 2005 bola táto Koncepcia schválená.

Podľa tejto Koncepcie sa bude od 01. 01. 2006 pokračovať v meraniach v nasledovných podsystémoch:

- 01 Zosuvy a iné svahové deformácie
- 02 Tektonická a seizmická aktivita územia
- 03 Antropogénne sedimenty zakryté charakteru starých 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
- 08 Objemovo nestále zeminy

Monitorovanie podsystému 09 „Erózne procesy“ bolo ukončené k 31. 12. 2005. V prípade výskytu významného rozvoja výmolinej erózie bude tento jav monitorovaný v rámci podsystému 01 „Zosuny a iné svahové deformácie“. Podsystém 04 „Vplyv ťažby na životné prostredie“ sa začne monitorovať od roku 2006.

Doteraz sa monitorovali údaje v 13 podsystémoch. Podľa novej štruktúry podsystémy: „Procesy zvetrávania“, „Zmeny antropogénnych sedimentov“, „Kvalita snehovej pokrývky“ a „Seizmické javy na území SR“ sa prestanú monitorovať ako samostatné podsystémy. Pôvodné podsystémy 09 a 11 sa zlúčia do nového podsystému 02. Pôvodné podsystémy 06 a 08 budú čiastočne sledované v rámci náplne nového podsystému 03. Pôvodné podsystémy 03 a 10 budú čiastočne sledované v rámci náplne nových podsystémov 01 a 07.

Realizačné výstupy:

- každoročne vypracovaná Správa o realizácii monitoringu životného prostredia za predchádzajúci rok a predložená do OPM MŽP SR v termíne do 31. 03. nasledujúceho roku,
- každoročne vypracovaná Informácia o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukazaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám za predchádzajúci rok a predložená na rokovanie vlády SR v termíne do 30. 04. nasledujúceho roku,
- štruktúra bázy dát, ktorá je súčasťou katalógu dátových zdrojov metainformačného systému životného prostredia, zverejneného na internetovej stránke SAŽP, na Enviroportále a na internetovej stránke ŠGÚDŠ,
- okamžité informácie pre dotknuté subjekty.