

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Z rozboru stavu monitorovania životného prostredia vyplýva, že monitorovacie činnosti sa zabezpečujú vzájomne previazanými čiastkovými monitorovacími systémami (ČMS), ktoré plnia prevažne rezortné úlohy. Cieľom bolo dobudovať čiastkové monitorovacie systémy tak, aby tvorili homogénny previazaný celok, schopný podať čo najobjektívnejšiu výpoveď o stave životného prostredia. Uznesenie vlády č. 7 zo dňa 12. 1. 2000 prijalo koncepciu dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému v životnom prostredí. Uložilo príslušným ministrom aktualizovať projekty čiastkových monitorovacích systémov v súlade s prijatou koncepciou dobudovania a v nich termínovo vyjadriť technické, organizačné, metodické a finančné zabezpečenie dobudovania monitorovacieho systému. Na základe jednotnej osnovy sa pripravili projekty jednotlivých ČMS. Z takto pripravených projektov vznikol jeden súborný projekt.

Monitorovanie geologických faktorov pokračovalo v roku 2002 v zmysle projektu prác ZoD 152/2000/7.2. V súčasnosti sa spracúva správa za rok 2002.

Čiastkový monitorovací systém *Geologické faktory ŽP* je súčasťou monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. Je systémom otvoreným a v súčasnosti pozostáva z 13 podsystémov:

01) Zosuvy a iné svahové deformácie

Najdôležitejšie výsledky získané počas monitorovania v roku 2002 možno v stručnosti zhrnúť do prehľadu uvedeného v tabuľke 1. Zo zhodnotenia výsledkov monitorovania v roku 2002 vyplývajú nasledujúce poznatky a závery: Vzhľadom na významnosť tohto subsystemu uvádzame prehľad výsledkov monitorovania za rok 2002 v tab. 1. V rámci svahových pohybov typu zosúvania sa najväčšia pozornosť už dlhodobo sústreďuje na havarijné zosuvy Hornej Nítry (Veľká a Malá Čausa, Bojnice), na zosuvy v Okoličnom, Finticiach a na sanovaný zosuv v Dolnej Mičinej. Na uvedených lokalitách sa aplikoval najširší sortiment monitorovacích pozorovaní s najhustejšou frekvenciou uskutočňovaných meraní. V roku 2002 bola zaznamenaná aktivizácia svahového pohybu po hlbších šmykových plochách na lokalite Veľká Čausa (odstrihnutie inklinometrického vrtu VČ-4 v hĺbke 10,3 m, zaznamenaný posuv viac ako 8 mm v hĺbke, cca 13 m vo vrte VČ-8, výrazné posuvy vo vrtoch VČ-1 a 2). Zaznamenali sme aj aktivizáciu pripovrchovej zóny na lokalite Bojnice (deformácia inklinometrického vrtu JB-1 v hĺbke 1,6 m dosahujúca cca 5 mm), spôsobenú pravdepodobne únikmi vody z kanalizácie. Náznaky zvýšenia pohybovej aktivity vyplývajú z výsledkov monitorovania aj na lokalite Malá Čausa (zamokrenie územia, vznik ťahových trhlín, odstrihnutie inklinometrického vrtu MČ-1 v hĺbke cca 5,5 m). Naopak, z praktického hľadiska treba konštatovať upokojenie pohybu menšieho zosuvu na lokalite Okoličné, ktorý bol v roku 2000 v kritickom stave. Celkové zníženie napätostného stavu (oproti roku 2001) sa zaznamenalo aj na lokalite Dolná Mičiná (na základe výsledkov meraní povrchovej reziduálnej napätosti a meraní poľa PEE). Vzhľadom na preukázanú výraznú dynamiku režimu podzemných vôd boli na tejto lokalite v roku 2002 inštalované dva automatické hladinomery. Na viacerých lokalitách je trvalým problémom údržba monitorovacích objektov, ale aj sanačných opatrení. Ich absencia môže viesť k obnoveniu pohybovej aktivity (lokality Bojnice, Lubietová, Dolná Mičiná, Okoličné, Fintice).

Z lokalít svahových pohybov typu plazenia sa aj v roku 2002 najzaujímavejšie výsledky zaznamenali na lokalite Košický Klečenov. Dilatometrom sa tam zachytáva

pokračujúci, výlučne vertikálny výzdvih okrajového bloku oproti masívu. Treba však konštatovať, že pri zotrúvajúcom trende sa samotný pohyb v tomto období spomalil.

Veľmi výrazné prejavy pohybovej aktivity sa v roku 2002 zaznamenali na lokalitách monitorovania stability skalných zárezov (prognózovanie pohybov typu rútenia). Pokračujúce výrazné porušenie skalnej steny zárezu s priamym ohrozením štátnej cesty I. triedy sa zistilo na lokalite Demjata. O zistených skutočnostiach sme v predchádzajúcom roku písomne informovali Slovenskú správu ciest v Prešove. Zrútenie viacerých skalných blokov sa zaznamenalo aj na lokalite Banská Štiavnica. Naopak, deformácie zistené na lokalite Harmanec sú zanedbateľné. Pravdepodobne vyplývajú z krehkého správania tohto typu hornín, ktoré sa prejavuje náhlým prekročením pevnosti.

Na základe výsledkov monitorovacích meraní v roku 2002 najzávažnejšie nepriaznivé zmeny vedúce k aktivizácii zosuvných pohybov sa teda zaznamenali na lokalitách Veľká Čausa, Malá Čausa a Bojnice. Na viacerých lokalitách sa zistil zhoršujúci stav monitorovacej siete. V rámci monitorovania stability skalných zárezov veľmi nepriaznivý stabilný stav sa preukázal na lokalite Demjata a čiastočne aj na lokalite Banská Štiavnica.

02) Erózne procesy

Monitoring erózných procesov sa realizuje hodnotením pomocou leteckých meračských snímok na šiestich lokalitách. Na ďalších dvoch sa erózia hodnotí meraním odnosu pôdy, obhliadkou lokalít a hodnotením zmeny krivky zemín vrchného pôdneho horizontu. Práce v roku 2002 boli zamerané na lokality Osrblie, Dudince, školský pozemok Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre a Varhaňovce.

Na lokalite Osrblie sme realizovali pravidelnú obhliadku a fotografickú dokumentáciu. Podobne ako v roku 2001, ani v roku 2002 sme na tejto lokalite nepozorovali významnejší priebeh akcelerovanej erózie. Erózia a ani iné geodynamické javy neboli zaznamenané ani po augustových intenzívnych zrážkach s následnými povodňami, a to aj napriek tomu, že ich v médiách avizovali. Prejavy erózie badáme len na vrchnom okraji zárezu lesnej cesty vedenej po vrstevnici v spodnej časti pozorovaných svahov. Obavy z významnejších procesov erózie na monitorovaných svahoch sa nepotvrdili ani v tomto roku.

V rámci prác na lokalite Dudince sa ortorektifikovali a následne vyhodnotili dve sady leteckých meračských snímok z roku 1949 a 1991. Na základe výsledkov štúdií dvoch sád leteckých meračských snímok vyplýva, že za obdobie 42 rokov na monitorovanom území Dudince sa celková dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 9,754 km a ich celková plocha sa zväčšila o 0,088 km². To znamená, že vzhľadom na východiskový stav z roku 1949 sa erózne ryhy na monitorovanom území skrátili z pôvodnej dĺžky o 23,5 % a ich plocha sa zväčšila o 9,1 %.

Na lokalite Varhaňovce bol zdigitalizovaný topografický podklad na vytvorenie digitálneho modelu reliéfu potrebného na vyrátanie morfometrických parametrov a na ortorektifikáciu leteckých meračských snímok.

S cieľom monitorovania plošnej erózie na poľnohospodárskej pôde sa realizovali práce na školskom pozemku Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Okrem inštalácie monitorovacích prvkov, odberu vzoriek a pravidelného čítania zmeny výšky povrchu poľnohospodárskej pôdy práce zahŕňali aj kompletizáciu a analýzu podkladových údajov a materiálov a terénny prieskum sledovaného územia. Výsledky monitoringu na tejto lokalite potvrdili vzťah medzi pozíciou monitorovacieho prvku na svahu a prírastkom (úbytkom) zeminy na mieste tohto prvku. K odnosu zeminy dochádza vo vrchnej časti svahu a k sedimentácii zeminy v dolnej časti svahu, respektíve na jeho úpätí.

03) Procesy zvetrávania

Monitoring procesov zvetrávania v roku 2002 pokračoval pravidelnými meraniami a získavaním doplnujúcich údajov na už vybudovaných lokalitách. Na všetkých lokalitách sa už dokončil celý komplex pôvodne navrhnutých fyzikálno-mechanických meraní doplnený o komplexné opisy monitorovaných lokalít. Ťažisko prác sa presúva smerom k chemickým a izotopovým analýzám poskytujúcim detailný pohľad na zmeny v chemickom a mineralogickom zložení posudzovaných hornín. Monitoring procesov zvetrávania sa realizoval tak ako v predchádzajúcich rokoch, a to dvoma spôsobmi:

a) procesy zvetrávania sa sledovali v prirodzených podmienkach, t. j. na vybraných lokalitách, kde sa v dôsledku antropogénnych zásahov odkryli horninové komplexy;

b) experimentálne sledovanie procesov zvetrávania v podmienkach prírodného laboratória, v ktorom sú exponované vzorky poloskalných a alterovaných skalných hornín odobrané z vrto a odkryvov z rôznych oblastí Slovenska. Na expozíciu sa odobrala nová sada 38 vzoriek poloskalných hornín; vzorky sa spracovali a testovali v laboratóriu inžinierskej geológie ŠGÚDŠ v Bratislave a následne sa vystavili v prírodnom laboratóriu. V lete 2002 sme vykonali štandardné merania s cieľom zistiť straty ich hmotnosti v dôsledku zvetrávania, zmeny fyzikálno-mechanických vlastností a zmeny morfológie povrchu vzoriek.

Na lokalite Vydrica, modelové územie, sledujeme hmotovú bilanciu chemických zložiek uvoľňovaných do geologického prostredia v dôsledku zvetrávania. V roku 2002 pokračoval monitorovací systém povrchových a zrážkových vôd a bol založený monitorovací systém podzemných vôd. Vzorky zrážok sa odoberali v približne mesačných intervaloch v areáli meteorologickej stanice Malý Javorník. Súčasne sa merala kvantita a prebiehalo bezprostredné meranie pH a vodivosti. Bol stanovený vysoký obsah NO_3^- , ktorý v priebehu roka mierne kolíše v závislosti od prietoku, pričom sa prejavuje mierna pozitívna závislosť od výdatnosti. Pôvod je pravdepodobne kombináciou sekundárneho znečistenia, prínosu atmosférickými zrážkami, ako aj možnosti vyplavovania z pôdneho pokryvu vplyvom zvýšenej acidifikácie.

Komplementárnou zložkou uvedeného výskumu sú izotopové analýzy pomerov $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Na základe detailného štúdia zmien pomerov týchto izotopov, ako aj rubídiu, umožňujú detailne posúdiť postupnosť zvetrávacích procesov v rámci horninotvorných minerálov. Izotopový výskum sme situovali do granitoidných hornín Malých Karpát, veporidného kryštalinika a do andezitov na lokalite Banská Štiavnica. Z petrografických, mineralogických a izotopových meraní rúl na lokalite pezinská Baba vyplýva, že sledovanie koncentrácie hlavných a minoritných oxidov v horninách rôzneho typu chemickej a mechanickej degradácie nie je v tomto prípade objektívnym kritériom na posúdenie stupňa zvetrania. Naopak, veľmi citlivým indikátorom je sledovanie zmien izotopového pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v kombinácii s pomerom $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, čo je v podstate pomer Rb/Sr. Študované ruly v profile zvetrania na pezinskej Babe sa prejavujú najmä výraznou zmenou pomeru Rb/Sr. Z toho vyplýva, že z hľadiska ich modálneho zloženia je dominantnou zmenou strata Sr, ktorá sa prejavila zvyšovaním pomeru Rb/Sr. Príčinou tejto straty je najmä zvetrávanie plagioklasu a jeho premena na illit. Keďže plagioklas má veľmi nízky pomer Rb/Sr, dominantná strata spočíva najmä v uvoľňovaní tzv. obyčajného Sr. Zvetrávanie plagioklasu určuje aj zmenu mechanických vlastností hornín, ktoré sa so zvyšujúcim stupňom zvetrania výrazne degradujú.

04) Objemovo nestále zeminy

V roku 2002 pokračovala regionálna identifikácia výskytu objemovo nestálych sedimentov. Na území Trnavskej pahorkatiny sa vykonala registrácia poškodených objektov a vyhotovili sa záznamové listy s údajmi o registrovaných porušených objektoch – lokalizácia porušeného objektu, opis, príčina, priebeh poruchy, profil základovej pôdy, spôsob a hĺbka

založenia objektu, údaje o hladine PV, vlastnosti základových pôd, analýza vonkajších faktorov presadavosti. Monitorovali sa aj pukliny a ich zmeny na vybraných objektoch. Väčšinou vznikajú opakujúce sa trhliny veľké rádovo desiatiny milimetra až milimetre, ojedinele aj niekoľko centimetrov. Odobrali sa porušené a neporušené vzorky. V laboratóriu inžinierskej geológie sa stanovili fyzikálne vlastnosti vzoriek a ich náchylnosť na objemové zmeny. V oedometrických prístrojoch sa stanovili hodnoty pomerného napúčania B_0 , veľkosť tlaku z napúčania P_n a jeho časový priebeh. Zmrašťiteľnosť sme stanovili na vzorkách ílov, predovšetkým smektitov. Stanovili sa aj deformačné vlastnosti charakterizované modulom deformácie a súčinitele filtrácie sledovaných vzoriek zemín z Východoslovenskej nížiny.

Zo vzoriek z Východoslovenskej nížiny sa metódou práškovej röntgenovej difrakčnej analýzy stanovilo minerálne zloženie. Vo všetkých skúmaných zeminách dominujú minerály zo skupiny smektitov. Prítomný je aj illit, kremeň a živce. Na základe analýzy skenovým elektrónovým mikroskopom bola mikroštruktúra definovaná ako voštinovo-matricová.

06) Zmeny antropogénnych sedimentov

V roku 2002 sme na odkaliskách ENO Nováky – pôvodné a definitívne – odobrali a analyzovali 8 neporušených vzoriek a 22 porušených vzoriek popolčeka. Odvrtali sme spolu 8 vrtov, spolu 53 bm, realizovali 53 presiometrických skúšok, urobili RTG analýzy na 6 separovaných vzorkách popolčeka a geofyzikálne merania.

Na základe laboratórnych skúšok sa zistilo, že elektrárenský popolček je svojím zrnitostným zložením podobný zeminám triedy S3, symbol S – F, S5 SC a F4 CS. Objemová hmotnosť sa pohybuje v rozpätí od $0,992 \text{ g.cm}^{-3}$ do $1,47 \text{ g.cm}^{-3}$. Výsledky mechanických vlastností popola na odkalisku zistené pomocou presiometrických skúšok preukázali, že vplyvom času od ich zabudovania či naplavenia sa kvalitatívne i kvantitatívne menia, zlepšujú, a teda zvyšuje sa stabilita odkalísk. Z hľadiska spoľahlivosti a stability týchto odkalísk je to pozitívne zistenie.

07) Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi

V roku 2002 sme sa zamerali na tieto lokality: Spišský, Strečniansky, Oravský, Uhrovský a Lietavský hrad a kláštorný komplex Skalka pri Trenčíne. Na Plaveckom hrade, Pajštúne a v Čachticiach sa monitorovacie zariadenia inštalovali v minulom roku a vykonali sa počiatkové merania.

- *Spišský hrad*

V súčasnosti sú na Spišskom hrade funkčné 4 prístroje typu TM-71 a 5 stanovišť, kde sa realizujú merania prenosnými meradlami SOMET. V priestore tzv. Perúnovej skaly, ktorá dlhodobo vykazuje zámky nestability, sú situované tri monitorovacie stanovištia. Na jednom z nich (TM-71-1) sa za posledný rok otvorila trhlina veľká 0,4 mm. Celkove sa trhlina od leta 1992 otvorila o 4,3 mm. Pootočenia nie sú významné a dosahujú asi 0,1 mm/rok. Celková hodnota pohybu je cca 3,3 mm. Na prístroji TM-71-2 sa za posledný rok ustálil pohyb v smere osi x. Trhlina sa otvorila o 0,6 mm. Predstavuje to opačnú tendenciu vývoja ako za posledné roky. Podobný vývoj pozorujeme aj v smere osi y, kde za rok 2002 nastala zmena o $-0,6 \text{ mm}$. Za posledné dva roky teda nastala celková zmena len o 0,1 mm. Na treťom prístroji, TM-71-h1, sme zistili, že trhlina sa postupne zatvára, pričom charakter zmien je výrazne oscilačný. Pohyb v smere osi y a z je minimálny. Keby sme mali vyjadriť sumárny pohyb monitorovaného horninového bloku tzv. Perúnovej skaly, je zrejmé, že sa vykláňa smerom na JV, pričom z vnútornej strany porušuje murivo dolného paláca.

- *Hrad Strečno*

Za posledný rok pozorujeme nárast pohybu v smere osi x o 0,5 mm. Predstavuje to dlhodobý trend pohybu v tomto smere. Celkové otvorenie trhliny od roku 1996 dosiahlo 1,5 mm. V prípade nárastu pohybov v tomto smere sa môže skalné bralo odkloniť a ohroziť štátnu cestu 1. triedy Bratislava – Košice.

- *Kláštor Skalka*

Na tomto historickom komplexe pozorujeme minimálny pohyb, ktorý sa prejavuje vo všetkých troch osiach v rozpätí rádove 0,05 mm za posledný rok.

Na ostatných lokalitách sú umiestnené meracie stanovištia pre prenosné meradlo typu SOMET. Na serióznú vedeckú interpretáciu získaných výsledkov je potrebné vykonávať merania minimálne v rozsahu troch po sebe nasledujúcich rokov. Vzhľadom na čas inštalácie meracie stanovištia túto podmienku zatiaľ nespĺňajú.

Získané výsledky meraní z monitorovaných lokalít preukázali opodstatnenosť navrhnutých meraní. V ďalšom období bude potrebné spresniť metodiku merania prenosným meradlom SOMET a merania korelovať s výsledkami meraní pomocou terčových meradiel TM-71.

08) Pochované antropogénne sedimenty

Podsystem je zameraný na lokality budované antropogénnymi materiálmi, ktoré vznikali v minulosti ako odpadový materiál pri rôznej ľudskej činnosti. V súčasnosti sú vizuálne znaky miest budovaných takýmito materiálmi zastreté. Preto je potrebné takéto miesta v prvom rade identifikovať.

Pre pochované antropogénne sedimenty (PAS) boli definované základné skupiny materiálov vychádzajúce z reálneho výskytu na území SR. Vytvorilo sa päť základných skupín PAS, a to:

- zakryté skládky odpadu,
- 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).

Uvedené skupiny PAS sa hodnotili v týchto vybraných územiach: oblasť mesta Bratislavy z hľadiska výskytu všetkých vyčlenených skupín, oblasť Žitného ostrova vzhľadom na vysoký počet zakrytých skládok, oblasť mesta Košice pre výskyt všetkých skupín, oblasť stredného Slovenska s výskytom najmä banských a priemyselných PAS, oblasť severného Slovenska – okr. Spišská Nová Ves – vzhľadom na výskyt banských sedimentov.

Základné sledované prvky každej lokality budovanej PAS sú: lokalizácia, údaje o materiálovom zložení, údaje o horninovom prostredí, parametre preskúmanosti, prieskumu a monitoringu, hodnotenie vplyvu na životné prostredie a návrh na ďalší postup. Súčasťou je fotodokumentácia a dokumentácia stavu reliéfu.

Zmenené postavenie skládok odpadu v SR v súvislosti s prísnejšími právnymi požiadavkami podmienilo vytvorenie novej skupiny skládok odpadu na území SR, ktorých prevádzka sa skončila. Následne sa uzatvárajú v zmysle definovaných požiadaviek. Tieto skládky odpadu sa stávajú zakrytými antropogénnymi sedimentmi. V roku 2002 pokračovali práce na identifikácii lokalít PAS na území severného Slovenska – v okrese Spišská Nová Ves, a to najmä identifikáciou zakrytých skládok. Táto identifikácia vychádzala zo zmenených legislatívnych podmienok v odpadovom hospodárstve. Na území okresu Spišská

Nová Ves bolo zaregistrovaných 66 skládok, z ktorých 48 bolo z uvedených dôvodov uzavretých a začlenených do monitorovacieho systému PAS.

09) Tektonická a seizmická aktivita územia

Predmetom monitorovania tektonickej a seizmickej aktivity územia je dokumentácia pohybovej aktivity vrchnej časti zemskej kôry na základe sledovania vertikálnych pohybov povrchu, aktivity pohybov pozdĺž zlomov a seizmickej aktivity územia. Cieľom riešenia je vymedzenie tých častí štátneho územia, v ktorých možno očakávať zvýšenú aktivitu tektonických pohybov, ako aj území s rovnakou prognózovanou seizmickou intenzitou.

V roku 2002 sa monitoring seizmotektonických javov sústredil najmä na oblasť stredoslovenského zlomového pásma (SZP). V tomto území sa na Slovensku vyskytujú najväčšie rozdiely v tendencii vertikálnych pohybov povrchu a v ostatnom období sa tu vo zvýšenej miere prejavuje aj seizmická aktivita. Bola zostavená *Mapa recentných vertikálnych pohybov v mierke 1 : 500 000*. Najvyššia rýchlosť pohybov (až $1,8 \text{ mm.rok}^{-1}$) bola zaznamenaná v Banskej Bystrici, v časti Jakub a Kostiviarska. Táto rýchlosť vyzdvihovania je súčasne najvyššia zistená v celých Západných Karpatoch a svedčí o značnej lokálnej pohybovej aktivite zemskej kôry.

Poklesy povrchu s rýchlosťou nad 1mm za rok boli zaznamenané v sv. časti Krupinskej planiny a v priľahlej časti Štiavnických vrchov – až po Banskú Štiavnicu. Najvýraznejšie rozdiely v orientácii a rýchlosti pohybov indikujúce pohyby pozdĺž zlomov a možnosť vzniku zemetrasenia sa zaznamenali medzi Hornými a Dolnými Mladonicami, kde sa výzdvihy s rýchlosťou 0,3 – 0,6 mm za rok náhle menia na poklesy s rýchlosťou až 1,8 mm za rok. V tejto časti územia sa v októbri 1999 zaznamenali zemetrasenia s intenzitou 4,5 – 5,5° EMS. Pozoruhodné je, že v tomto území sa podľa historických záznamov nevyskytlo v minulosti žiadne makroseizmicky pozorované zemetrasenie. V dôsledku uvedeného vývoja seizmotektonickej aktivity v SZP došlo zrejme v jeho severnej časti k poklesu napätí, ktoré sa začali v ostatnom období mobilizovať v južnejších zónach a aktivizovať pohyby sprevádzané otrasmi. V SZP možno zrejme očakávať zvýšenú seizmickú aktivitu aj v ďalšom období, a to aj v jeho južnej časti, ktorá bola donedávna seizmicky neaktívna. V ostatných rokoch sa aj na území Slovenska pristúpilo k budovaniu nových geodetických sietí a využívaniu nových metód založených na geodetických observáciách družíc. Tie, na rozdiel od nivelácie, umožňujú sledovať aj horizontálne pohyby. Koordinátorom týchto prác je Geodetický a kartografický ústav (GKÚ) v Bratislave. Od roku 2002 v spolupráci s pracovníkmi GKÚ sa začali využívať tieto monitorovacie systémy aj v rámci tohto podsystemu.

10) Monitorovanie kvality snehovej pokrývky

Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky na Slovensku nadväzuje na predchádzajúci výskum, ktorý sa realizuje od roku 1976.

Ak hodnotíme celkovú mineralizáciu snehu ako výsledok kumulatívneho vplyvu od vzniku až po globálne a lokálne faktory, potom distribúcia najnižších priemerných hodnôt je viazaná na horské oblasti a pohybuje sa okolo 10 mg/l. Maximálne priemerné hodnoty sú silno ovplyvnené lokálnou antropogénnou činnosťou viazanou na mestské aglomerácie a ich okolie. Výsledný efekt antropogénnych aktivít vedie k dvom základným dosahom. Snehový roztok má kyslý charakter (pH 5,0 – 6,0), alebo výrazne alkalický, s hodnotami pH okolo 8,0 – 9,0 pri celkove vysokých priemerných hodnotách celkovej mineralizácie. Prvý typ sa vyskytuje najmä v okolí Bratislavy ($M = 21 - 30 \text{ mg/l}$) s extrémnymi hodnotami až 67 mg/l, v oblasti Patiniec, Ružomberku, Nitry, Vojan, Handlovej, Novák a pod. Druhý typ je spojený predovšetkým s výrobou cementu a spracovaním magnezitu. Sem patria lokality pezinská Baba, Zádielska dolina a oblasť Jelšavy s priemernými hodnotami celkovej mineralizácie

okolo 27 mg/l a maximálnym obsahom nad 100 mg/l. To naznačuje rozpúšťanie alkalických ũletov z uvedených zdrojov, v dôsledku čoho extrémne narastajú hodnoty pH.

V zimnom období roku 2001/2002 sa odobralo 44 vzoriek snehu. Umožnili to dobré podmienky tohto zimného obdobia a dĺžka trvania trvalej snehovej pokrývky na území Slovenska. Celková mineralizácia snehu sa pohybovala v rozmedzí 5,131 – 32,986 mg/l s najnižšími hodnotami na lokalite Čertovica a Štrbské pleso a najvyššími na lokalite Bratislava-Slovnaft. V uvedených lokalitách sa prejavili aj hodnoty pH patriace k najnižším a najvyšším hodnotám, až 8,92, v odberovom mieste Bratislava-Slovnaft. Uvedená skutočnosť zodpovedá charakteru snehových roztokov, v prípade Čertovice a Štrbského plesa s prevahou kyslých aniónov (sírany a dusičnany) a v prípade lokality Bratislava-Slovnaft s výraznou prevahou bázičných katiónov (obsah vápnika až 5,85 mg/l), ktorá naznačuje vplyv alkalických emisií. Z hľadiska obsahu stopových prvkov v snehových roztokoch dominujú hliník a zinok, a to tak v priemernej, ako aj v absolútnej koncentrácii. Zistili sa v oblasti Bratislavy, Horného Tisovníka, Vojan, Lokce a Banského Studenca. V prípade hliníka je zaujímavé, že jeho vysoká koncentrácia nebola zaznamenaná v oblasti Patiniec, kde je dlhoročne prítomný v najvyšších koncentráciách. Najvyšší obsah zinku sa prekvapujúco zistil na lokalitách Donovaly, Tatranská Lomnica a Lomnický štít. Z ostatných stopových prvkov nie je urobená základná štatistická analýza pre ich nízku koncentráciu, resp. koncentráciu pod detekčným limitom aplikovaných analytických techník. Zaujímavý je však obsah arzenu, až 0,0139 mg/l v oblasti Podhradia pri Novákoch a Vojanoch (pravdepodobný vplyv tepelných elektrární) a koncentrácia olova v oblasti Cejkova.

Organické látky sú zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokej koncentrácii. Indikujú to zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK, ktoré dosahujú maximálnu koncentráciu, až 4,96 mg/l, na lokalite Branisko.

Z hľadiska celkového zaťaženia atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) môžeme hovoriť o nižšej záťaži oproti priemernej koncentrácii s lokálnymi anomáliami vyššími ako priemerný obsah.

11) Monitorovanie seizmických javov na území SR

- Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV na Slovensku v období od 1. 11. 2001 do 31. 10. 2002 zaznamenala 1 694 zemetrasení a priemyselných explózií. Počas tohto obdobia sa vyskytli 3 makroseizmicky pozorované zemetrasenia. Všetky mali epicentrum na východnom Slovensku. Seizmometricky boli zaznamenané a lokalizované 3 mikrozemtrasenia s epicentrom na území SR. Zo záznamov seizmických staníc NSSS sa identifikovalo spolu 4 836 fáz, určilo sa 470 amplitúd a periód vybraných fáz, 527 predbežných epicentrálnych vzdialeností, 317 magnitúd a 275 azimutov a uhlov dopadu.
- K všetkým 3 makroseizmicky pozorovaným zemetraseniam s epicentrom na území Slovenska došlo v seizmickej zdrojovej zóne východné Slovensko – 29. 11. 2001 v okolí Čiernej nad Tisou a 22. 1. 2002 a 5. 3. 2002 v okolí Michaloviec. Pre nedostatočné pokrytie územia východného Slovenska seizmickými stanicami NSSS však tieto zemetrasenia neboli seizmometricky zaznamenané a pre nedostatok potrebných údajov nebolo možné vykonať ich lokalizáciu.
- Všetky lokalizované mikrozemtrasenia mali epicentrum v juhozápadnej časti Slovenska (2 priamo v zdrojovej zóne Dobrá Voda). Tento fakt súvisí so skutočnosťou, že v okolí lokalít atómových elektrární Bohunice a Mochovce sú v prevádzke lokálne siete seizmických staníc. Ich údaje sa použili pri lokalizácii mikrozemtrasení. O iných zdrojových zónach na území Slovenska podobné informácie neexistujú.
- Nízky počet lokalizovaných mikrozemtrasení (3) nevystihuje skutočnú mikrosezimickú aktivitu územia SR. Súčasná Národná sieť seizmických staníc umožňuje lokalizáciu len

tých zemetrasení, ktoré majú lokálne magnitúdo väčšie ako 2,5 – 3. To však znamená, že táto sieť neumožňuje monitorovať mikrosezimickú aktivitu v jednotlivých aktívnych zónach a lokalizovať slabé javy zaznamenané len jednou-dvoma zo súčasných seizimických staníc. Mikrosezimická aktivita pritom existuje a absencia údajov o nej má viaceré negatívne dôsledky.

- V dokumentovanom období nastali významné zmeny v technickom vybavení seizimických staníc MODS, VYHS a SRO. Na seizimickej stanici MODS bol vybudovaný nový vodotesný kryt, vykonala sa príprava na inštaláciu širokopásmových seizimometrov SKD a začiatkom augusta 2002 bola uvedená do prevádzky kontinuálna registrácia. Na seizimickej stanici VYHS bol vybudovaný nový pilier, vykonala sa príprava na inštaláciu veľmi širokopásmového seizimometra STS-2, nainštalovala sa nová zberná aparátúra a uviedla sa do skúšobnej prevádzky. Po spomenutých technických úpravách boli obidve stanice zaregistrované v medzinárodnom seizimologickom centre ISC. Na seizimickej stanici SRO bola nainštalovaná a uvedená do prevádzky nová zberná aparátúra, ktorá bude slúžiť ako zberné subcentrum pre 5 lokálnych seizimických staníc v tejto lokalite. V júni 2002 sa skončila registrácia na seizimickej stanici kos. Namiesto tejto seizimickej stanice sa buduje nová seizimická stanica v lokalite opálových baní v Červenici. V rámci prác v roku 2002 sa vyhlbila štôlna, vykonali sa prípravy na inštaláciu veľmi širokopásmového seizimometra STS-2 a nainštalovala sa nová zberná aparátúra.

Naďalej pokračuje spolupráca so spoločnosťou Progseis, ktorá prevádzkuje lokálne siete seizimických staníc v okolí lokalít atómových elektrární Bohunice a Mochovce. Vzájomná výmena údajov a poznatkov poskytuje informácie o mikrosezimickej aktivite spomínaných lokalít, najmä však ohniskovej zóny Dobrá Voda, a zlepšuje možnosť lokalizovať slabé zemetrasenia na území celého západného a stredného Slovenska.

12) Monitorovanie kvality riečnych sedimentov

Realizovalo sa sedem monitorovacích cyklov v rokoch 1996 – 2002 s intervalom odberu jedenkrát ročne. Celkovo sa sleduje 47 referenčných odberových miest. Výsledky sa priebežne ukladajú do databázového systému v prostredí programu MS Access, ktorý je prepojený s grafickým systémom programu MapInfo Professional.

Z časového hľadiska na základe doterajších poznatkov sa ako najstabilnejšie prejavujú hodnoty obsahu Al, K, Fe, Na, Mg, Ni a Cr, teda prvkov, ktorých distribúciu v prevažnej miere ovplyvňujú geogénne faktory. Pôsobenie týchto faktorov je v čase pomerne stabilné a v najväčšej miere podmienené geologickou stavbou znosovej oblasti povodia. To sa odráža aj v obsahu prvkov. Hlavné prvky, Ca a Mn, z hľadiska časovej stability vykazovali určitú premenlivosť, spôsobenú pravdepodobne zvýšenou citlivosťou týchto prvkov na hydrodynamické a geochemické podmienky v sledovaných lokalitách (napr. pH, oxidačno-redukčné podmienky). Obsah stopových prvkov Pb, Hg, Cd, Cu s As je v čase premenlivejší. Dôvodom sú geochemické vlastnosti týchto prvkov, ako aj to, že na ich distribúciu vo výraznejšej miere pôsobia premenlivé antropogénne faktory. Detailnejšie vývojové trendy v obsahu prvkov v sedimentoch bude možné charakterizovať po získaní dlhšieho radu meraní.

V rámci hodnotenia obsahu kontaminujúcich látok vzhľadom na limitné hodnoty (metodický pokyn MP SR a MŽP SR) sa určil sumárny stupeň prekročenia referenčných hodnôt triedy A (pre prvky As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se a Zn) a stupeň znečistenia na základe limitnej hodnoty triedy B a C. Prakticky vo všetkých monitorovaných lokalitách (s výnimkou troch) sa zaznamenalo prekročenie referenčnej hodnoty A aspoň v prípade jednej zložky. Najčastejšie to bolo v prípade Cu, Zn, Hg a As. Časový vývoj stupňa prekročenia je pomerne premenlivý. Trvale prekračujúcimi hodnotami sa vyznačujú najmä vzorky z monitorovaných úsekov riek Malý Dunaj, Morava, Nitra, Hron, Ipeľ, Štiavnica, Slaná,

Hornád a Hnilec. V prípade limitných hodnôt triedy B bol aspoň raz prekročený limit niektorého z hodnotených prvkov na 18 lokalitách. Predstavuje to takmer 40 % z celkového počtu monitorovaných lokalít. To znamená, že sedimenty vykazujú pomerne vysokú mieru kontaminácie. Je to jeden z dôvodov na pokračovanie monitorovania. Väčšina týchto lokalít je situovaná v monitorovaných úsekoch povodí riek Štiavnica, Hornád, Hnilec, Hron, Ipeľ a Nitra. Najčastejšie prekračujúcimi parametrami boli hodnoty týkajúce sa Hg, As a Cu. Limitná hodnota pre sanáciu C bola prekročená na 4 lokalitách (Nitra, Hornád, Štiavnica a Hnilec).

Záveru o vzťahoch medzi formami prvkov v riečnych sedimentoch a nadložnom vodnom stĺpci povrchových tokov sú limitované nekompletnosťou rozsahu sledovaných parametrov v povrchových tokoch vo všetkých lokalitách monitorovania riečnych sedimentov. Napriek tomu medzi prvky s určitou pozitívnou koreláciou v oboch médiách možno zaradiť Ca, Mg, Fe, Cu a As. Ako nekorelujúce sa prejavujú Ni, Cr, Na a K.

13) Monitorovanie radónu v geologickom prostredí na území SR

V roku 2002 bol predmetom výskumu, tak ako doteraz, pôdny radón na referenčných plochách (RP), na tektonických poruchách a radón vo vodách.

Uskutočnilo sa spolu 26 meraní na referenčných plochách. RP na lokalite Novoveská huta sa monitorovala 6x (marec, apríl, jún, júl, august a október). RP na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko, zatiaľ najvyššie v SR) sa merala 4x (marec, máj, júl a september). Najväčší rozsah monitorovacích prác sa urobil na RP v lokalite Teplička, ktorá sa monitorovala 2x denne (ráno a napoludnie) 8x za rok (marec, apríl, máj, jún, júl, august, september a november).

Monitoring radónu na tektonike pokračoval na lokalite Grajnár – 1x za rok na dvoch paralelných profiloch dlhých 500 m s celkovým počtom 92 meraných sond.

Monitorovanie radónu vodných zdrojov prebiehalo na 5 prameňoch: pr. Mária – Bratislava, pr. Zbojníčka – Bratislava, pr. Himligárka – Bratislava, pr. Boženy Němcovej – Bacúch, pr. sv. Ondreja – Spišské Podhradie (Sivá brada). Radón vo vodách sa sledovaný 2x za rok. Dva pramene (prameň sv. Ondreja – Sivá brada a prameň B. Němcovej – Bacúch) sa monitorovali so zvýšenou frekvenciou meraní, 6- až 12-krát za rok.

Monitorovacie práce naďalej potvrdzujú existenciu variácií radónu v geologickom prostredí. Výsledky meraní objemovej aktivity radónu v pôdach na RP dokazujú, že variácie na rôznych lokalitách nie sú celkom zhodné, pretože prírodné podmienky – klimatické, resp. meteorologické – pri realizácii terénnych prác nie sú rovnaké. Dôležitý je aj poznatok, že hodnoty OAR ráno sú vyššie ako napoludnie.

Maximálne hodnoty OAR sa namerali v období intenzívnejších zrážok a tým aj zvýšenej vlhkosti pôdy. Naproti tomu, suché počasie sa prejavuje znížením OAR v pôdach, a to niekedy v takom rozsahu, že sa zníži aj kategória radónového rizika (lokalita Teplička 23. 5. 2002 a 9. 7. 2002). Minimálne hodnoty OAR pri nástupe prvých mrazov v jeseni a pri výskyte prízemných mrazov na jar (lokalita Novoveská huta 21. 3. 2002 a 8. 10. 2002) tiež znižujú kategóriu radónového rizika plochy. Tým sa potvrdzuje predpoklad z monitorovania predchádzajúcich rokov. Je to dôsledok značného teplotného gradientu medzi ešte (resp. už) nepremrznutou, relatívne teplou pôdou a nízkou teplotou ovzdušia. Tým nastáva silné odsávanie radónu z pôdy do atmosféry. Meranie v týchto podmienkach môže viesť k významným chybám pri stanovení kategórie radónového rizika, najmä ak ide o „úradné meranie“ s cieľom vydania posudku pod stavby podľa požiadaviek zákona a vyhlášky ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 12/2001 Z. z. o požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany.

Aj radón vo vodách podlieha sezónnym variačným zmenám s maximom objemovej aktivity na konci zimy a minimom v lete. Variácie majú pozvoľnejší, sínusoidný

priebeh počas roka. Zaujímavý poznatok z monitorovania OAR vo vodách v roku 2002 v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi je lokálne minimum radónu vo fáze stúpania sínusoidy (prameň sv. Ondreja 10. 12. 2002).

Záver

Monitorovanie pokračuje v rámci monitorovania životného prostredia SR v súlade s uznesením vlády SR č. 7 zo dňa 12. 1. 2000.