

Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia je súčasťou Monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. Je systémom otvoreným a v súčasnej dobe pozostáva z 13 podsystémov.

Monitorovanie geologických faktorov pokračovalo v roku 2002 v zmysle projektu prác ZoD 152/2000/7.2.

## **01/Zosuvy a iné svahové deformácie**

Zo zhodnotenia výsledkov monitorovania v roku 2002 vyplývajú nasledujúce poznatky a závery: Vzhľadom na významnosť tohto subsystému 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 Nitry (Veľká a Malá Čausa, Bojnice), na zosuvy v Okoličnom, Finticiach i na sanovaný zosuv v Dolnej Mičinej. Na uvedených lokalitách bol aplikovaný 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 (ustrihnutie 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) a aktivizácia pripovrchovej zóny na lokalite Bojnice (deformácia inklinometrického vrtu JB-1 v hĺbke 1,6 m dosahujúca cca 5 mm), spôsobená pravdepodobne únikmi vody z kanalizácie. Náznaky zvýšenia pohybovej aktivity vyplývajú z výsledkov monitorovania i na lokalite Malá Čausa (zamokrenie územia, vznik ťahových trhlin, ustrihnutie inklinometrického vrtu MČ-1 v hĺbke cca 5.5 m). Naopak z praktického hľadiska treba konštatovať ukludnenie pohybu menšieho zosuvu na lokalite Okoličné, ktorý sa v roku 2000 nachádzal v kritickom stave. Celkové zníženie napätostného stavu (oproti roku 2001) bolo zaznamenané aj na lokalite Dolná Mičina (na základe výsledkov meraní povrchovej reziduálnej napätosti i meraní poľa PEE). Vzhľadom na preukázanú výraznú dynamiku režimu podzemných vôd boli na tejto lokalite v roku 2002 inštalované dva automatické hladinometry. Na viacerých lokalitách je trvalým problémom údržba monitorovacích objektov, ale aj sanačných opatrení, ktorej absencia môže viesť k obnoveniu pohybovej aktivity (lokality Bojnice, Ľubietová, Dolná Mičina, Okoličné, Fintice).

Z lokalít svahových pohybov typu plazenia boli i v roku 2002 najzaujímavejšie výsledky zaznamenané na lokalite Košický Klečenov, kde sa dilatometrom 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 boli v roku 2002 zaznamenané na lokalitách monitorovania stability skalných zárezov (prognózovanie pohybov typu rútenia). Pokračujúce výrazné porušenie skalnej steny zárezu s priamym ohrozením štátnej cesty I. triedy bolo konštatované na lokalite Demjata. O zistených skutočnostiach bola v predchádzajúcom roku písomne informovaná Slovenská správa ciest v Prešove. Zrútenie viacerých skalných blokov bolo zaznamenané i na lokalite Banská Štiavnica. Naopak, deformácie, zistené na lokalite Harmanec sú zanedbateľné a vyplývajú pravdepodobne z krehkého správania tohto typu hornín, ktoré sa prejavuje náhlým prekročením pevnosti.

Možno teda konštatovať, že na základe výsledkov monitorovacích meraní v roku 2002 najzávažnejšie nepriaznivé zmeny, vedúce k aktivizácii zosuvných pohybov boli zaznamenané na lokalitách Veľká Čausa, Malá Čausa a Bojnice. Na viacerých lokalitách bol konštatovaný zhoršujúci sa stav monitorovacej siete. V rámci monitorovania stability skalných zárezov bol veľmi nepriaznivý stabilitný stav preukázaný na lokalite Demjata a čiastočne i na lokalite Banská Štiavnica.

## 02/ Erózne procesy

Monitoring erózných procesov je realizovaný hodnotením erózných procesov pomocou leteckých meračských snímok na šiestich lokalitách a 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. Táto a ani iné geodynamické javy neboli pozorované ani po augustových intenzívnych zrážkach s následnými povodňami a to aj napriek tomu, že ich v médiách avizovali. Prejavy erózie sú pozorované len na vrchnom okraji zárezu lesnej cesty vedenej po vrstevnici v spodnej časti pozorovaných svahov. Obavy z významnejších procesov erózie na monitorovaných svahov sa nepotvrdili ani v tomto roku.

V rámci prác na lokalite Dudince boli ortorektifikované a následne vyhodnotené 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 sa na monitorovanom území Dudince celková dĺžka identifikovaných erózných rýh skrátila o 9,754 km, a ich celková plocha zväčšila o 0,088 km<sup>2</sup>. To znamená, že vzhľadom na východiskový stav z roku 1949 sa erózne ryhy na monitorovanom území skrátili o 23,5% z pôvodnej dĺžky a ich plocha sa zväčšila o 9,1%.

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

Za účelom monitorovania plošnej erózie na poľnohospodárskej pôde boli realizované 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 záujmového 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

V roku 2002 monitoring procesov zvetrávania pokračoval v pravidelných meraniach a v získavaní doplňujúcich údajov na už vybudovaných lokalitách. Na všetkých lokalitách už bol dokončený 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 bol realizovaný tak ako v predchádzajúcich rokoch v zásade dvoma spôsobmi:

- a/ procesy zvetrávania boli sledované v prirodzených podmienkach, t. j. na vybraných lokalitách, kde v dôsledku antropogénnych zásahov došlo k odkrytiu horninových komplexov,

- b/ experimentálne sledovanie procesov zvetrávania v podmienkach prírodného laboratória, v ktorom sú exponované vzorky poloskalných a alterovaných skalných hornín odobraté z vrto a odkryvov z rôznych oblastí Slovenska. Pre expozíciu bola odobratá nová sada 38 vzoriek poloskalných hornín, vzorky boli spracované a testované v Laboratóriu inžinierskej geológie ŠGÚDŠ v Bratislave a následne vystavené v prírodnom laboratóriu. V lete 2002 sme vykonali štandardné merania za účelom zistenia 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 sa pokračovalo v monitorovacom systéme povrchových a zrážkových vôd, založený bol monitorovací systém podzemných vôd. Odber vzoriek zrážok bol v približne mesačných intervaloch v areáli meteorologickej stanice Malý Javorník súčasne s meraním kvantity a bezprostredným meraním pH a vodivosti. Boli stanovené vysoké obsahy  $\text{NO}_3^-$ , ktoré v priebehu roka mierne kolíšu v závislosti na prietoku, pričom sa prejavuje mierna pozitívna závislosť na 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  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , ktoré 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 a veporidného kryštalinika a tiež do andezitov na lokalite Banská Štiavnica. Z petrografických, mineralogických a izotopových meraní rúl na lokalite Pezinská Baba vyplýva, že sledovanie koncentrácií 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 Rb/Sr pomer. Študované ruly v profile zvetrania na Pezinskej Babe sa hlavne prejavujú výraznou zmenou Rb/Sr pomeru, z čoho vyplýva, že z hľadiska ich modálneho zloženia je dominantnou zmenou strata Sr, ktorá sa prejavila zvyšovaním Rb/Sr pomeru. Príčina tejto straty je hlavne zvetrávanie plagioklasu a jeho premena na illit. Keďže plagioklas má veľmi nízky Rb/Sr pomer, dominantná strata spočíva hlavne v uvoľňovaní tzv. obyčajného Sr. Zvetrávanie plagioklasu určuje aj zmenu mechanických vlastností hornín, ktoré so zvyšujúcim sa stupňom zvetrania výrazne degradujú.

#### **04/ Objemovo nestále zeminy**

V roku 2002 sa pokračovalo v regionálnej identifikácii výskytu objemovo nestálych sedimentov. Na území Trnavskej pahorkatiny bola vykonaná registrácia poškodených objektov a vyhotovené záznamové listy s údajmi o registrovaných porušených objektoch - lokalizácia porušeného objektu, popis, príčina, priebeh poruchy, profil základovej pôdy, spôsob a hĺbka založenia objektu, údaje o hladine PV, vlastnosti základových pôd, analýza vonkajších faktorov presadavostia. Taktiež boli monitorované pukliny a ich zmeny na vybratých objektoch. Väčšinou dochádza k opakujúcim sa trhlinám rádovo desiatiny milimetra až milimetre. Ojedinele aj niekoľko centimetrov. Boli odobraté porušené a neporušené vzorky. V laboratóriu inžinierskej geológie boli stanovené fyzikálne vlastnosti vzoriek a ich náchylnosť na objemové zmeny. V oedometrických prístrojoch boli stanovené hodnoty pomerného napučievania  $B_0$ , veľkosť tlaku z napučievania  $P_n$  a jeho časový priebeh. Zmrašiteľnosť sme stanovili na vzorkách ílov predovšetkým smektitov. Boli stanovené aj deformačné vlastnosti charakterizované modulom deformácie a súčinitele filtrácie sledovaných vzoriek zemín z Východoslovenskej nížiny.

Zo vzoriek z Východoslovenskej nížiny bolo metódou práškovej rontgenovej difrakčnej analýzy stanovené minerálne zloženie. Vo všetkých skúmaných zeminách dominujú minerály zo skupiny smektitov. Prítomný je aj illit, kremeň, živce. Na základe analýzy scanovým elektronovým 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 odseparovaných vzorkách popolčekov a geofyzikálne merania.

Na základe laboratórnych skúšok sa zistilo, že elektrárenské popolčeky sú svojim zrnitostným zložením podobné 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 dochádza vplyvom času od ich zabudovania či naplavenia ku kvalitatívnemu i kvantitatívnemu zlepšeniu a teda i k nárastu stability odkalísk. To je z hľadiska spoľahlivosti a stability týchto odkalísk pozitívne zistenie.

## **07/Stabilita horninových masívov pod historickými objektami**

V roku 2002 sme sa zamerali na nasledovné lokality - Spišský, Strečniansky, Oravský, Uhrovský a Lietavský hrad, kláštorň komplex Skalka pri Trenčíne. Na Plaveckom hrade, Pajštúnskom a Čachticiach boli monitorovacie zariadenia inštalované v poslednom roku a vykonané počiatkové merania.

### 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 zámky nestability máme situované tri monitorovacie stanoviská. Na jednom z nich (TM-71-1) za posledný rok došlo k otvoreniu trhliny o 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 za posledný rok došlo k ustáleniu pohybu v smere osi x. Trhlina sa otvorila o 0,6 mm, čo predstavuje opačnú tendenciu vývoja ako za posledné roky. Podobný vývoj pozorujeme aj v smere osi y, kde za rok 2002 došlo k zmene o – 0,6 mm. Za posledné dva roky teda došlo k celkovej zmene 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. Ak by sme teda mali vyjadriť sumárny pohyb monitorovaného horninového bloku tzv. Perúnovej skaly je zrejmé, že tento 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, čo predstavuje dlhodobý trend pohybu v tomto smere. Celkové otvorenie trhliny od roku 1996 dosiahlo 1,5 mm. V prípade nárastu pohybov v tomto smere môže dojsť k odkloneniu skalného brala a ohrozeniu štátnej cesty 1. triedy Bratislava-Košice.

## **Kláštor Skalka**

Na tomto historickom komplexe je pozorovaný minimálny pohyb, ktorý sa pohybuje rádovo vo všetkých troch osiach v rozpätí 0,05 mm za posledný rok

Na ostatných lokalitách sú umiestnené meracie stanoviská pre prenosné meradlo typu SOMET. Na serióznú vedeckú interpretáciu získaných výsledkov je potrebné merania vykonávať minimálne v rozsahu troch po sebe nasledujúcich rokov, čo zatiaľ nezodpovedá dobe inštalácie meracích stanovísk.

Získané výsledky meraní z monitorovaných lokalít preukázali opodstatnenosť navrhnutých meraní. V ďalšom období bude potrebné upresniť metodiku merania prenosným meradlom SOMET a 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 vznikajúci pri rôznej ľudskej činnosti. V súčasnosti sú vizuálne znaky miest budovaných takýmito materiálmi zastreté. Z toho dôvodu je potrebné takéto miesta v prvom rade identifikovať.

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

- 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 škváry, popoly a kaly).

Uvedené skupiny ASP boli hodnotené 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 ASP, oblasť severného Slovenska – okr. Spišská Nová Ves vzhľadom na výskyt banských sedimentov.

Základnými sledovanými prvkami každej lokality budovanej ASP 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 odpadov v SR v súvislosti s prísnejšími právnymi požiadavkami vytvorilo novú skupinu skládok odpadov na území SR, ktorých prevádzka je ukončená. Následne sa uzatvárajú v zmysle definovaných požiadaviek. Tieto skládky odpadov sa stávajú

antropogénnymi sedimentami zakrytými. V roku 2002 pokračovali práce na identifikácii lokalít ASP 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 z vyššie uvedených dôvodov bolo uzavretých 48 skládok a začlenených do monitorovacieho systému ASP.

## **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 tiež 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 o rýchlosti 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 i rýchlosti pohybov, indikujúce pohyby pozdĺž zlomov a možnosť vzniku zemetrasenia bola zaznamenané medzi Hornými a Dolnými Mladonicami, kde sa výzdvihy o rýchlosti 0.3-0.6 mm za rok menia náhle na poklesy o rýchlosti až 1.8 mm za rok. V tejto časti územia boli v októbri 1999 zaznamenané zemetrasenia o intenzite 4,5-5,5<sup>0</sup>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 doprevádzané 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, ktoré na rozdiel od nivelácie umožňujú sledovať i horizontálne pohyby. Koordinátorom týchto prác je Geodetický a kartografický ústav (GKÚ) v Bratislave. Od roku 2002 sa v spolupráci s pracovníkmi GKÚ začalo s využívaním týchto monitorovacích systémov 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 ku 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 celkove vysokých priemerných hodnotách celkovej mineralizácie. Prvý typ sa vyskytuje hlavne v okolí Bratislavy (M=21–30 mg/l) s extrémnymi hodnotami až 67 mg/l, oblasti Patiniec, Ružomberku, Nítry, Vojan, Handlovej, Novák, a pod. Druhý typ je predovšetkým spojený 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 maximálnymi obsahmi nad 100 mg/l, čo naznačuje na rozpúšťanie alkalických úletoz z uvedených zdrojov v dôsledku čoho dochádza ku extrémnym nárastom hodnôt pH.

V zimnom období roku 2001/2002 bolo odobratých 44 vzoriek snehu, čo bolo dané dobrými podmienkami tohto zimného obdobia a dĺžkou 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, Štrbské pleso a najvyššími na lokalite Bratislava - Sloznaft. V uvedených lokalitách sa prejavili aj jedny z najnižších hodnôt pH a najvyššia, až 8.92 v odberového miesta Bratislava - Sloznaft. Uvedená skutočnosť zodpovedá charakteru snehových roztokov, v prípade Čertovice a Štrbského plesa s prevahou kyslých aniónov (sírany a dusičnany) a v prípade Bratislava - Sloznaft s výraznou prevahou bázických katiónov (obsah vápnika až 5.85 mg/l), ktorá naznačuje na vplyv alkalických emisií. Z hľadiska obsahu stopových prvkov dominujú v snehových roztokoch hliník a zinok ako v priemerných, tak aj v absolútnych koncentráciách, ktoré boli zistené 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 bol prekvapujúco zistený na lokalitách Donovaly, Tatranská Lomnica a Lomnický štít. Z ostatných stopových prvkov nie je urobená základná štatistická analýza z dôvodu ich nízkych koncentrácií, resp. koncentrácií pod detekčný limit aplikovaných analytických techník. Zaujímavé však sú obsahy arzénu až 0.0139 mg/l v oblasti Podhradia pri Novákoch a Vojanoch (pravdepodobný dopad vplyvu tepelných elektrární), a tiež koncentrácia olova v oblasti Cejkova.

Možno povedať, že z hľadiska obsahu organických látok sú tieto zastúpené v mnohých oblastiach v pomerne vysokých koncentráciách, čo indikujú zvýšené hodnoty sumárneho ukazovateľa ChSK, ktoré dosahujú koncentrácie maximálne 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 oproti priemerným koncentráciám o nižšej záťaži s lokálnymi anomáliami vyššími ako priemerné obsahy.

## **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 1694 zemetrasení a priemyselných explózií. Počas tohto obdobia došlo k 3 makroseizmicky pozorovaným zemetraseniam. Všetky mali epicentrum na východnom Slovensku. Seizmometricky boli zaznamenané a lokalizované 3 mikrozemetrasenia s epicentrom na území SR. Celkovo bolo zo záznamov seizmických staníc NSSS identifikovaných 4836 fáz, bolo určených 470 amplitúd a períod vybraných fáz, 527 predbežných epicentrálnych vzdialeností, 317 magnítud a 275 azimutov a uhlov dopadu.

Ku 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. Z dôvodu nedostatočného pokrytia územia východného Slovenska seizmickými stanicami NSSS však tieto zemetrasenia neboli seizmometricky zaznamenané a pre nedostatok potrebných údajov nebolo možné vykonať ich lokalizáciu.

Všetky lokalizované mikrozemetrasenia 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, ktorých údaje boli použité pri lokalizácii mikrozemetrasení. Pre iné zdrojové zóny na území Slovenska podobné informácie neexistujú.

Nízky počet lokalizovaných mikrozemetrasení (3) nevystihuje skutočnú mikroseizmickú 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 mikroseizmickú aktivitu v jednotlivých aktívnych zónach a lokalizovať slabé javy zaznamenané len jednou - dvoma zo súčasných seizmických staníc. Mikroseizmická aktivita pritom existuje a absencia údajov o nej má viaceré negatívne dôsledky.

V dokumentovanom období došlo k významným zmenám v technickom vybavení seizmických staníc MODS, VYHS a SRO. Na seizmickej stanici MODS bol vybudovaný nový vodotesný kryt, bola vykonaná príprava na inštaláciu širokopásmových seizmometrov SKD a začiatkom augusta 2002 bola uvedená do prevádzky kontinuálna registrácia. Na seizmickej stanici VYHS bol vybudovaný nový pilier, bola vykonaná príprava na inštaláciu veľmi širokopásmového seizmometra STS-2 a bola nainštalovaná a do skúšobnej prevádzky uvedená nová zberná aparátúra. Po spomenutých technických úpravách boli obidve stanice zaregistrované v medzinárodnom seizmologickom centre ISC. Na seizmickej stanici SRO bola nainštalovaná a do prevádzky uvedená nová zberná aparátúra, ktorá bude slúžiť ako zberné subcentrum pre 5 lokálnych seizmických staníc v tejto lokalite. V júni 2002 bola ukončená registrácia na seizmickej stanici kos. Namiesto tejto seizmickej stanice sa buduje nová seizmická stanica v lokalite opálových baní v Červenci. V rámci prác v roku 2002 bola vyhlásená štôľňa, boli vykonané prípravy na inštaláciu veľmi širokopásmového seizmometra STS-2 a bola nainštalovaná nová zberná aparátúra.

Nadalej pokračuje spolupráca so spoločnosťou Progseis, ktorá prevádzkuje lokálne siete seizmických staníc v okolí lokalít Atómových elektrární Bohunice a Mochovce. Vzájomná výmena dát a poznatkov poskytuje informácie o mikroseizmickej aktivite zmienených 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**

Realizovaných bolo sedem monitorovacích cyklov v rokoch 1996-2002, s intervalom odberu jedenkrát ročne. Celkovo je sledovaných 47 referenčných odberových miest. Výsledky sú priebežne ukladané do databázového systému v prostredí programu MS Access, ktorý je prepojený s grafickým systémom programu MapInfo Professional.

Z časového hľadiska sa z doterajšieho pohľadu prejavujú ako najstabilnejšie obsahy Al, K, Fe, Na, Mg, Ni a Cr, teda prvky, ktorých distribúcia je v prevažnej miere ovplyvňovaná geogénnymi faktormi. Pôsobenie týchto faktorov je v čase pomerne stabilné a v najväčšej miere podmienené geologickou stavbou znosovej oblasti povodia, čo sa odráža aj v obsahoch prvkov.

Hlavné prvky Ca a Mn vykazovali z hľadiska časovej stability určitú premenlivosť pravdepodobne spôsobenú zvýšenou citlivosťou týchto prvkov na hydrodynamické a geochemické podmienky v sledovaných lokalitách (napr. pH, oxidačno-redukčné podmienky). Obsahy stopových prvkov Pb, Hg, Cd, Cu, As sú v čase premenlivejšie. Dôvodom sú geochemické vlastnosti týchto prvkov ako aj to, že na ich distribúciu vo výraznejšej miere pôsobia premenlivé antropogénne faktory. Detailnejšie vývojové trendy v obsahoch prvkov sedimentoch bude možné urobiť po získaní dlhšieho radu meraní.

V rámci hodnotenia obsahov kontaminujúcich látok vzhľadom na limitné hodnoty (Metodický pokyn MP SR a MŽP SR) bol určený sumárny stupeň prekročenia referenčných hodnôt triedy A (pre prvky As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn) a stupeň znečistenia na základe limitnej hodnoty „triedy B a C“. Prakticky vo všetkých monitorovaných lokalitách (s výnimkou troch) bolo zaznamenané prekročenie referenčnej hodnoty A aspoň pre jednu zložku. Najčastejšie prekračujúcimi parametrami boli Cu, Zn, Hg, As. Časový vývoj stupňa prekročenia je pomerne premenlivý, trvale prekračujúcim charakterom sa vyznačujú najmä vzorky z monitorovaných úsekov riek: M. Dunaj, Morava, Nitra, Hron, Ipeľ, Štiavnica, Slaná, Hornád, Hnilec. V prípade limitných hodnôt triedy B došlo aspoň raz k prekročeniu limitu pre niektorý z hodnotených prvkov na 18 lokalitách, čo predstavuje takmer 40 % celkovo monitorovaných lokalít. To znamená, že sedimenty vykazujú pomerne vysokú mieru kontaminácie, čo je jeden z dôvodov pre pokračovanie monitorovania. Väčšina týchto lokalít je situovaná v monitorovaných úsekoch povodí riek Štiavnica, Hornád, Hnilec, Hron, Ipeľ, Nitra. Najčastejšie prekračujúcimi parametrami boli Hg, As, Cu. Limitná hodnota pre sanáciu C bola prekročená na 4 lokalitách.

Záver 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, As, ako nekorelujúce sa prejavujú Ni, Cr, Na, K.

### **13/Monitorovanie radónu v geologickom prostredí na území SR**

V roku 2002 bolo realizované ako doposiaľ: pôdny radón na referenčných plochách (RP), na tektonických poruchách a radón vo vodách.

Celkový počet meraní na referenčných plochách predstavoval 26 RP. RP na lokalite Novoveská Huta bola monitorovaná 6x (marec, apríl, jún, júl, august, október). RP na lokalite Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko, zatiaľ najvyššie v SR) bola meraná 4x (marec, máj, júl, september). Najväčší rozsah monitorovacích prác bol urobený na RP v lokalite Teplica, ktorá bola monitorovaná 2x denne (ráno a na poludnie) 8x za rok (marec, apríl, máj, jún, júl, august, september, november).

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

Monitorovanie radónu vodných zdrojov bolo na 5 prameňoch: pr. Mária – Bratislava, pr. Zbojníčka – Bratislava, pr. Himligárka – Bratislava, pr. Boženy Nemcovej – Bacúch, pr. sv. Ondreja – Spišské Podhradie (Sivá Brada). Radón vo vodách bol sledovaný 2x za rok. Dva pramene (prameň sv. Ondreja – Sivá Brada a prameň B. Němcovej – Bacúch) boli monitorované 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 nie sú celkom zhodné na rôznych lokalitách, nakoľko prírodné podmienky klimatické resp. meteorologické pri

realizácii terénnych prác nie sú rovnaké. Dôležitý je tiež poznatok, že hodnoty OAR ráno sú vyššie ako na poľudnie.

Maximálne hodnoty OAR boli namerané v období intenzívnejších zrážok a tým i zvýšenej vlhkosti pôdy. Naproti tomu suché počasie sa prejavuje znížením OAR v pôdach, niekedy v takom rozsahu, že sa zníži aj kategória radónového rizika (lokalita Teplička 23.05.02 a 09.07.02). Minimálne hodnoty OAR pri nástupe prvých mrazov v jeseni a pri výskyte prízemných mrazov na jar (lokalita N. Huta 21.03.02 a 08.10.02) tiež znižujú kategóriu radónového rizika plochy. Týmto 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, čím dochádza k silnému odsatiu radónu z pôdy do atmosféry. Meranie v týchto podmienkach môže viesť k významným chybám pri stanovení kategórie radónového rizika hlavne ak ide o „Úradné meranie“ za účelom vydania posudku pod stavby podľa požiadaviek zákona a Vyhlášky ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 12/2001 Z.z. O požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany.

Radón vo vodách tiež podlieha sezónnym variačným zmenám s maximom objemovej aktivity radónu na konci zimy a minimom v lete. Variácie majú pozvoľnejší sinusoidný priebeh počas roka. Zaujímavý poznatok z monitorovania OAR vo vodách v roku 2002, pri porovnaní s predchádzajúcimi rokmi, je lokálne minimum radónu vo fáze stúpania sínusoidy (prameň sv. Ondreja 10.12.02).