

**MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

817 04 Bratislava, Mlynská dolina 1, tel.:421-7-59375 111, fax:421-7-54771 940



**ČIASTKOVÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM - GEOLOGICKÉ
FAKTORY**

SPRÁVA ZA ROK 2001

Vypracoval: **RNDr. Alena Klukanová, CSc,**
Doc. RNDr. P. Wagner, CSc

Schválil: **Doc. RNDr. Michal Kaličiak, CSc.**
riaditeľ ŠGÚDŠ

Bratislava, január 2002

Úvod

23. júla 1993 bol schválený projekt geologických úlohy: "Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia SR" a 4. augusta 1995 prvá zmena projektu, ktorá sa týkala zaradenia dvoch podsystémov, a to monitorovania kvality snehovej pokrývky a seizmických javov na území Slovenskej republiky.

21. júla 1997 bola schválená 2. zmena projektu, ktorá sa týkala všetkých podsystémov - zmeny doby riešenia, zmeny počtu monitorovacích lokalít i zmeny sledovaných prvkov. Úloha bola doplnená o 12. podsystém, a to monitorovanie aktívnych riečnych sedimentov. Niektoré postupy uvádzané v pôvodnom projekte sa ukázali nevhodné. Problematické sa ukázali zmenené cenové relácie. Preto sa projekt úplne prebudoval (Klukanová, 1997).

27. augusta 1997 bola schválená 3. zmena projektu, ktorá sa týkala zaradenia 13. podsystému - Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí na území Slovenskej republiky.

Z rozboru stavu monitorovania životného prostredia vyplýva, že monitorovacie činnosti sú zabezpečované 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 a 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 boli pripravené projekty jednotlivých ČMS. Z takto pripravených projektov vznikol jeden súborný.

Počas riešenia úlohy boli spracované 3 čiastkové záverečné správy – na začiatku riešenia v roku 1993, stav k 31.12.1997 a stav k 31.12.1999. (Klukanová et al., 1993, 1998, 2000).

V roku 2001 rozpočtovým opatrením č. 1 boli na zabezpečenie aktualizovaného projektu ČMS Geologické faktory bežným transférom pridelené finančné prostriedky zo štátneho rozpočtu.

Zo záverov kontrolného dňa (KD) úlohy, konanom 18.7.2001 vyplynulo skončiť úlohu záverečnou správou, aby nedošlo k duplicite prác. 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.

Geologická časť

Monitorovanie geologických faktorov pokračovalo v roku 2001 v zmysle projektu prác ZoD 152/2000/7.2. a v rámci pridelených DOV bola vypracovaná záverečná správa za roky riešenia 1993 – 2000.

01/Zosuvy a iné svahové deformácie

Najdôležitejšie výsledky, získané počas monitorovania v roku 2001 možno v stručnosti zhrnúť do prehľadu uvedenom v tabuľke 1. Na základe zhodnotenia výsledkov monitorovania v roku 2001 možno konštatovať, že v porovnaní s predchádzajúcim rokom boli vo všeobecnosti zaznamenané menšie pohybové aktivity pozorovaných svahových pohybov.

V rámci svahových pohybov typu zosúvania sme zaznamenali ukludnenie pohybových aktivít prakticky na všetkých pozorovaných lokalitách. Z praktického hľadiska treba zvlášť zdôrazniť ukludnenie pohybu menšieho zosuvu na lokalite Okoličné, ktorý sa v predchádzajúcom roku nachádzal v kritickom stave. Žiaľ, na viacerých lokalitách bolo zaznamenané pokračujúce zhoršovanie funkčnosti siete monitorovacích bodov (lokality Harvelka, Oravský Podzámok a ďalšie) a trvalým problémom je údržba sanačných opatrení, ktorej absencia môže viesť k obnoveniu pohybovej aktivity (lokality Bojnice, Ľubietová, Dolná Mičiná, Okoličné). Špeciálnym prípadom je lokalita Malá Čausa, na ktorej rozsah vykonaných sanačných opatrení bol evidentne nedostačujúci. Zaujímavé výsledky boli získané z lokality Dolná Mičiná, kde napriek rozsiahlej sanácii je zaznamenávané dotvarovanie svahu s prenosom napätostno – deformačných aktivít do rôznych jeho častí a z lokality Fintice, kde na základe výsledkov monitorovania sa uskutočnila prekládka plynovodu do stabilnejšej časti územia.

Z lokalít svahových pohybov typu plazenia boli i v roku 2001 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 roku 2001 spomalil (v porovnaní s predchádzajúcim obdobím).

Na rozdiel od svahových pohybov typu zosúvania a plazenia boli v roku 2001 veľmi výrazné prejavy pohybovej aktivity zaznamenané na lokalitách monitorovania stability skalných zárezov (prognózovanie pohybov typu rútenia). Najvýraznejšie porušenie steny zárezu s priamym ohrozením štátnej cesty I. triedy bolo zaznamenané na lokalite Demjata. O zistených skutočnostiach bola písomne informovaná Slovenská správa ciest v Prešove. Zrútenie viacerých skalných blokov bolo zaznamenané i na lokalite Banská Štiavnica. Výsledky monitorovania uvedených dvoch lokalít možno považovať z praktického hľadiska za najzávažnejšie konštatovania, zaznamenané v roku 2001.

02/ Erózne procesy

Monitoring erózných procesov sa robí na siedmich lokalitách. Práce v roku 2001 sa sústredili na lokality: Osrblie a Dudince. Súčasťou prác v roku 2001 bola aj realizácia monitorovania plošnej erózie na poľnohospodárskej pôde – lokalita Turá Lúka v Myjavskej pahorkatine.

Na lokalite Osrblie nebol v roku 2001 pozorovaný významnejší priebeh akcelerovanej erózie, a to ani po letných intenzívnych zrážkach, ktoré v doline vodného toku Osrblianka spôsobili povodne. Táto sa prejavuje len miestami na vrchnom okraji čerstvých zárezov lesnej cesty vedenej po vrstevnici v spodnej časti pozorovaných svahov. Obavy z významnejších procesov erózie na monitorovaných svahov sa nepotvrdili, nakoľko k tomu nie sú priaznivé geologické a ani morfometrické pomery.

Na lokalite Dudince bol zostavený digitálny výškový model územia (3D model), digitálny model krivosti terénu po vrstevnici, digitálny model krivosti terénu po spádnici, digitálny model dĺžky svahov, digitálny model špecifických prispievajúcich plôch a digitálny model sklonitosti svahov. Súčasne boli letecké snímky prevedené do digitálnej podoby a pripravené na ortorektifikáciu.

Za účelom monitoringu plošnej erózie na poľnohospodárskej pôde boli realizované prípravné práce na navrhovanom povodí bezmenného pravostranného prítoku Svacenického potoka v Myjavskej pahorkatine pri obci Turá Lúka. Kompletizovala sa a sprevádzkovala sa vodomerná stanica v najspodnejšej časti monitorovaného povodia, čo zahŕňalo montáž a nastavenie merného zariadenia (elektronického hladinomeru) na Parshalovom žľabe; zabudovanie zariadenia na kontinuálny odber vzoriek vody; osadenie ombrografu. Súčasne sa

vyhodnotil predchádzajúci monitoring vodnej erózie na záujmovom území, na ktoré súčasný monitoring nadväzuje a vyrátal sa model intenzity vodnej erózie na záujmovom území.

03/ Procesy zvetrávania

Monitoring procesov zvetrávania bol realizovaný tak, ako v predchádzajúcich rokoch dvoma spôsobmi:

- procesy zvetrávania boli sledované v prirodzených podmienkach, t. j. na vybraných lokalitách, kde v dôsledku antropogénnych zásahov došlo k odkrytiu horninových komplexov
- experimentálne sledovanie procesov zvetrávania v podmienkach prírodného laboratória, v ktorom sú exponované vzorky poloskálnych a alterovaných skalných hornín odobraté z vrtovej a odkryvovej z rôznych oblastí Slovenska.

Monitoring procesov zvetrávania v prirodzených podmienkach pokračoval metódou opakovaných meraní prostredníctvom merača mikronivelačných zmien povrchu terénu: Harmanec, Lipovník, Starina, Demjata, Banská Štiavnica, Málinec, Podtureň, Bratislava – Železná studnička, Banská Bystrica – Jakub, Huty, Handlová, Pezinská Baba. Na uvedených lokalitách sa s presnosťou na stotinu milimetra zisťujú zmeny povrchu odkrytých hornín spôsobené procesmi zvetrávania a následným odnosom.

Na lokalite Pezinská Baba (ruly) sme začali sledovať zmeny rubídium-stroncium – $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotopového systému. Cieľom bolo kvantitatívne stanovenie chemickej degradácie rezíduí. Použitej metóde predchádzali výsledky chemického zloženia sledovaných vzoriek. Z meraní 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. Štúdané 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.

Ďalej bolo v modelovom území - v hornej časti toku Vydrice v pezinskom kryštaliniku Malých Karpát – sledované chemické zvetrávanie. Metódou hmotovej geochemickej bilancie boli sledované toky chemických látok, t.j. hromadenie, resp. vyplavovanie chemických prvkov zo sledovaného územia po stránke kvantitatívnej i kvalitatívnej. Frekvencia merania bola 1x mesačne, celkovo bolo v roku 2001 urobených 10 odberov. Ukázalo sa, že dochádza k odnosu hlavne týchto prvkov: Ca, Na, Si, S, a hromadeniu predovšetkým K, NO_3 , PO_4 . Intenzita v priebehu roka výrazne kolíše, k najintenzívnejšiemu odnosu dochádza v období zvýšených prietokov Vydrice, najmä v jarnom období.

04/ Objemovo nestále zeminy

V roku 2001 sa pokračovalo v regionálnej identifikácii výskytu objemovo nestálych sedimentov. Porušené a neporušené vzorky boli odobraté z lokalít: Devínska Nová Ves (Záhorská nížina), Levice (Podunajská nížina – Trnavsko – dubnická panva), Preseľany (Podunajská nížina – Ipeľská pahorkatina), Hrnčiarске Zálužany a Gortva (Juhoslovenská kotlina).

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. Pomerné napučievanie B_0 sa pohybovalo v rozsahu 1,08 až 4,79 % a tlak z napučievania P_n dosahoval hodnoty od 150 do 550 kPa.

Zmrašiteľnosť sme stanovili na vzorkách ílu z Devínskej Novej Vsi a získali sme nasledovné parametre: medzu zmraštenia w_s (7,2 – 8,3), medzu lineárneho zmraštenia w_s' (8,3 – 9,0) a súčiniteľ lineárneho zmraštenia s_l (2,23 – 2,62).

Boli stanovené aj deformačné vlastnosti charakterizované modulom deformácie a súčinitele filtrácie sledovaných vzoriek zemín.

Zo vzoriek z Devínskej Novej Vsi a Levíc bolo metódou práškovej rontgenovej difrakčnej analýzy. 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.

V okrese Michalovce 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 presadavosti.

Poškodené objekty boli registrované aj v regióne trnavsko-dubnickej panvy, dolného Hrona. Väčšinou dochádza k opakujúcim sa trhlinám rádovo desatiny milimetra až milimetre.

Identifikácia presadavých sedimentov pokračovala na území juhoslovenskej nížiny od rieky Ipel' smerom k Lučencu.

06/ Zmeny antropogénnych sedimentoch

V roku 2001 sme realizovali monitorovacie pozorovania na lokalitách odkalisko Šaľa RSTO a odkalisko Šaľa Amerika. Obe odkaliská sú síce odkaliskami Duslo Šaľa a. s., ale zatiaľ čo odkaliská Šaľa Amerika sú prevažne odkaliskami teplárenských popolčiekov, RSTO je odkalisko popolčiekov po výrobe chemických látok.

Vo vybranom odkalisku Amerika I. sme v jednom profile zhotovili vrty za účelom zistenia charakteru a zloženia popolčiekov. Odobrali sme neporušené a porušené vzorky. Vo vrtoch sme v popolčekom nad hladinou priesakovej vody vykonali presiometrické skúšky. Vrty sme dočasne stabilizovali drevenými kolíkmi tak, aby bolo možné vykonať ďalšie terénne merania (geofyzikálne, a pod.). Predchádzajúce merania na tejto lokalite boli v roku 1994 a 1997. Je to zatiaľ jediné zo 7 monitorovaných odkalísk, kde nedochádza k zlepšeniu vlastností v čase. Je to spôsobené chemickým znečistením, ktoré sa dokonca v skládke šíri vzhľadom na použitý systém vnútorného čerpania podzemných a vsakovacích vôd.

Na odkalisku RSTO sme urobili doplňujúce a porovnávacie merania v profile, ktorý sme začali merať v roku 1994. Najprv sa urobili geofyzikálne merania, následne sa urobili vrtné práce s odberom vzoriek a vo vrtoch presiometrické skúšky. Na lokalite nedošlo k merateľným zmenám vlastností popolčeka.

07/ Stabilita horninových masívov pod historickými objektami

Monitorovanie bolo zamerané na pomalé dlhodobé pohyby v podzákladi historických objektov. Vychádzajúc z charakteru sledovaných javov sme doterajšie merania porúch na historických objektoch, realizovali pomocou zabudovaných terčových meradiel TM – 71 a prenosných značky SOMET.

V súčasnosti sú súčasťou monitorovacej siete tieto lokality: kláštorň komplex Skalka a Spišský hrad; na týchto dvoch lokalitách sa využívajú oba typy meradiel, Strečniansky a Oravský hrad len meradlá TM-71, Uhrovský hrad, Lietavský hrad, Kostolík v Kostol'anoch pod Tríbečom, Kaštieľ v Hlohovci. - prenosné meradlá:

V súčasnom štádiu môžeme výber lokalít realizovaný na 7 stanoviskách s TM meradlami a 9 stanoviskami s prenosnými meradlami považovať za reprezentatívny, pretože tieto sa nachádzajú v rozdielnych typoch geologického prostredia s takými typmi svahových gravitačných javov, ktorých prejavy nám umožňujú monitorovať prístrojové vybavenie, ktoré máme k dispozícii.

08/ Pochované antropogénne sedimenty

V roku 2001 boli uskutočnené nasledovné práce:

- vypracovanie softwaru kompatibilného s ArcView
- včleňovanie existujúcich údajov o ASP do tohto softwaru
- bol realizovaný výber 120 hálď pre ďalšie spracovanie
- v súlade s novými poznatkami o starých ekologických záťažiacich boli spracované nové formy hodnotenia lokalít.

09/ Tektonická a seizmická aktivita územia

Zámerom je sledovanie pohybovej aktivity vrchnej časti zemskej kôry na základe sledovania vertikálnych pohybov zemskeho povrchu, aktivity pohybov pozdĺž zlomov a seizmickej aktivity územia.

V roku 2001 boli zhodnotené pohyby v ďalších úsekoch nivelačných tratí jednotnej nivelačnej siete na území Slovenska. Výsledky meraní potvrdzujú v predošlých správach dokumentovanú tendenciu vertikálnych pohybov povrchu na území Slovenska:

- pomalé výzdvihy centrálnej oblasti vnútorných Západných Karpát
- poklesávanie západnej a východnej oblasti vnútorných Západných Karpát
- pomalé výzdvihy flyšového a bradlového pásma v úseku od Bytče po Bardejov
- prevažne poklesávanie ostatných častí flyšového a bradlového pásma

Uvedené rozdiely rýchlostí vertikálnych pohybov povrchu oproti doterajším predstavám budú počas ďalšieho monitoringu preverené a zakomponované do novej seizmotektonickej mapy Slovenska, ktorá bude predložená po roku 2002.

Oproti predošlej etape, kedy sa zlomové poruchy dokumentovali najmä za účelom zostavenia seizmotektonických máp v mierke 1:1 000 000, v súčasnosti sa vytvára vo vybratých územiach Slovenska podrobnejšia databáza zlomov s presnosťou mapy mierky 1:50 000. Výber území bol orientovaný na širšie okolie epicentrálnych oblastí, v ktorých bola zaznamenaná intenzita zemetrasenia nad 6⁰ MSK.

V roku 2001 dokumentácia zlomových porúch pokračovala v ostatných dvoch územiach. Obsahom databázy je katalóg zlomov a zdigitalizované mapy mierky 1:50 000 s vykreslenými overenými a predpokladanými zlomami. Každému zlomu je pridelené poradové číslo, pod ktorým je uvedený i v katalógu zlomov.

10/ Monitorovanie kvality snehovej pokrývky

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

Pravidelne je realizovaný odber vzoriek snehovej pokrývky zo 44 sledovaných odberových miest. Vzorky boli odobraté 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.

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 stanovená teplota vzduchu/snehu a výška nového a starého snehu.

Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky má dlhodobý charakter vzhľadom na množstvo primárnych a sekundárnych faktorov, ktoré majú výrazný vplyv na jeho zmeny.

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 celkovo 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, Nitry, Vojan, Handlová - Nováky, 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 úletov z uvedených zdrojov v dôsledku čoho dochádza ku extrémnym nárastom hodnôt pH.

V trávci monitoringu kvality snehovej pokrývky boli identifikované globálne a lokálne vplyvy na chemické zloženie snehu a zákonitosti medzi jednotlivými iónmi. V hlavnej miere globálnymi vplyvmi sú charakterizované tzv. horské lokality ako Čertovica, Chopok-J a S, Donovaly, Lomnický štít, Tatranská Lomnica, Skalnaté a Štrbské pleso. Lokálnymi vplyvmi sú najviac postihnuté tzv. nížinné oblasti ako oblasť Bratislavy, Patince, Prievidza-Handlová, Žiar, Vojany a pod.

Výsledky sledovania dlhodobějších zmien možno v súčasnosti zhrnúť nasledovne:

- hodnoty celkovej mineralizácie majú náznak cyklických zmien s intervalom cca 12 rokov, t.j. v rozsahu od začiatku pozorovania – 1976 do roku 1989 (kedy boli hodnoty celkovej mineralizácie podobné ako na začiatku monitorovania). Nasledovný cyklus je však vo svojom priebehu nižší v maxime, okolo 15 mg/l. Príčina je pravdepodobne v poklese priemyselných aktivít, teda lokálneho vplyvu po roku 1989, ale tiež zavádzaním ochranných prvkov pri vypúšťaní exhalátov.
- priebeh hodnôt pH má počas monitorovacieho obdobia výrazne cyklický charakter s charakteristickým zvýšením pH po roku 1989 až nad hodnoty pH 5. Nasvedčuje to hlavne o znížení podielu aniónov silných kyselín, hlavne síranov a dusičnanov, čo súvisí so znižovaním emisií SO_x a NO_x v tejto perióde.
- v priebehu obsahov síranov možno pozorovať ich pokles a v rokoch 1996 a 1997 mierny nárast.
- podobný charakter koncentrácií počas monitoringu vykazuje aj obsah dusičnanov.
- hodnoty koncentrácie amónnych iónov, možno povedať majú klesajúci trend v celom monitorovacom období s rozdielom až 1 mg/l na začiatku a v roku 1997.

11./Monitorovanie seizmických javov na území SR

Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV na Slovensku v období od 1.11.2000 do 31.10.2001 zaznamenala 2004 zemetrasení a priemyselných explózií. Počas sledovaného obdobia sa vyskytli 4 zemetrasenia, ktoré boli makroseizmicky pozorované na území SR, z toho 3 z nich boli zemetrasenia s epicentrom na území SR. Okrem týchto prírodných javov bola makroseizmicky pozorovaná na území SR 1 priemyselná explózia. Seizmometricky zaznamenaných a lokalizovaných mikrozemetrasení s epicentrom na území SR bolo 11.

K 2 makroseizmicky pozorovaným zemetraseniam s epicentrom na území Slovenska došlo v seizmickej zdrojovej zóne Komárno, k 1 zemetraseniu v seizmickej zdrojovej zóne Dobrá Voda. Okrem týchto 3 zemetrasení bolo na území Slovenska makroseizmicky pozorované zemetrasenie s epicentrom v Rakúsku a priemyselná explózia v Košiciach, lom Podhradová.

Väčšina lokalizovaných mikrozemetrasení (8) mala epicentrum 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 spomenutých mikrozemetrasení. Bohužiaľ, pre iné zdrojové zóny na území Slovenska podobné informácie neexistujú.

Počet lokalizovaných mikrozemetrasení (11) nevystihuje skutočnú mikroseizmickú aktivitu územia SR. Súčasná Národná sieť seizmických staníc GFÚ SAV 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 - dvomi zo súčasných seizmických staníc. Mikroseizmická aktivita pritom existuje a absencia údajov o nej má viaceré negatívne dôsledky.

V dokumentovanom období došlo k zmene v prenose zaznamenaných údajov medzi seizmickou stanicou Šrobárová a spracovateľským centrom GFÚ SAV. Od 15.8.2001 sú údaje na seizmickej stanici zaznamenávané priamo na PC a prenášané do spracovateľského centra GFÚ SAV pomocou telefónneho spojenia 6-krát za deň. V auguste 2001 bol na seizmickej stanici Modra uvedený do prevádzky prenos zaznamenaných údajov do spracovateľského centra GFÚ SAV v pravidelných 15-minútových intervalov. V prípade blízkeho zemetrasenia s epicentrom na území SR alebo zemetrasenia makroseizmicky pozorovaného na území SR je možné mať zaznamenané údaje z obidvoch seizmických staníc na vyžiadanie v priebehu niekoľkých minút. Spolu so seizmickou stanicou Železná studnička sú to tri seizmické stanice s prístupom k zaznamenaným údajom v blízko-reálnom čase. V štádiu realizácie je projekt modernizácie a rozšírenia Národnej siete seizmických staníc SR.

Naďalej pokračuje úzka spolupráca medzi GFÚ SAV a 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. Na monitorovanie mikroseizmickej aktivity na území Slovenska je však nevyhnutné vybudovať hustejšiu a modernejšiu sieť seizmických staníc a vybudovať lokálne seizmické siete v jednotlivých známych ohniskových zónach.

12/ Monitorovanie kvality riečnych sedimentov

V súčasnosti poznáme model distribúcie prvkov v riečnych sedimentoch Slovenska z výsledkov regionálneho geochemického mapovania, ktoré vyústilo do robustnej bázy dát (24 432 vzoriek, analyzovaných na 35 prvkov) a monografického spracovania výsledkov (Bodiš – Rapant, 1999). Ďalšie poznatky o časových zmenách koncentrácií prvkov, koeficientoch distribúcie v systéme sediment – voda a z toho vyplývajúce aplikácie je možné dosiahnuť monitorovaním chemického zloženia riečnych sedimentov.

Realizovaných bolo päť monitorovacích cyklov v rokoch 1996-2000, s intervalom odberu jedenkrát ročne. Sledovaných je 47 referenčných odberových miest s časovým intervalom pozorovania 1 raz ročne. Výsledky sú priebežne ukladané do databázového systému v prostredí Access, ktorý je prepojený s grafickým systémom MapInfo.

Z časového hľadiska sa z doterajšieho pohľadu prejavujú ako najstabilnejšie obsahy Al, K, Fe, Na, Mg, Ni, Cr, Mn, Ca, teda prvkov 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. Zatiaľ čo obsahy Pb, Hg, Cd, Cu, As sú v čase premenlivejšie. Dôvodom je geochemická povaha týchto prvkov ako aj to, že na ich distribúciu vo výraznejšej miere pôsobia antropogénne faktory, ktorých vplyv na prírodné prostredie je v čase premenlivé. Detailnejšie vývojové trendy v obsahoch prvkov sedimentoch bude možné urobiť po získaní dlhšieho radu meraní.

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 monitoringu 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.

Z doterajšieho radu pozorovaní možno vyčleniť lokality, ktoré prejavujú atribúty kontaminácie prevažne stopovými prvkami. Sú Nitra - Chalmová, Hron - Sliač, Štiavnica - ústie do Ipľa, Hornád - Kolinovce a Hnilec - prítok do nádrže Ružín.

V rámci hodnotenia obsahov kontaminujúcich látok vzhľadom na limitné hodnoty (Metodický pokyn MSNMP SR a MŽP SR) bol určený sumárny stupeň prekročenia referenčných hodnôt normatívu A (pre prvky As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn) a stupeň znečistenia na základe limitnej hodnoty normatívu B. 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, trvalo prekračujúcim charakterom sa vyznačujú najmä lokality: M. Dunaj, Morava, Nitra, Hron, Ipeľ, Štiavnica, Slaná, Hornád, Hnilec. V prípade limitných B hodnôt došlo aspoň raz k prekročeniu limitu pre niektorý z hodnotených prvkov v 18 lokalitách, čo predstavuje takmer 40 % z monitorovaných lokalít. To znamená, že sedimenty vykazujú pomerne vysokú mieru kontaminácie. Väčšina kontaminovaných lokalít je situovaná v monitorovaných úsekoch povodia riek Štiavnica, Hornád, Hnilec, Hron, Ipeľ, Nitra. Najčastejšie prekračujúcimi prvkami boli Hg, As, Cu.

13/Monitorovanie radónu v geologickom prostredí na území SR

Monitorovanie radónu v geologickom prostredí v r.2001 bolo realizované ako dosiaľ: pôdny radón na referenčných plochách (RP), na tektonike a radón vo vodách. V roku 2001 boli monitorované 2RP v lokalite Bratislava, 2RP Banská Bystrica, 8RP lokalita Spišská Nová Ves-Novoveská Huta, 1 RP lokalita Spišská Nová Ves – Šulerloch, 4RP lokalita Hnilec (extrémne vysoké radónové riziko, zatiaľ najvyššie v SR). Monitoring radónu na tektonike pokračoval na lokalite Grajnár. Radón vo vodách bol sledovaný na lokalitách Bratislava, Oravice, Šumiac, Zemplín 2x za rok. Dva pramene (pr.sv.Ondreja – Sivá Brada a pr.B.Němcovej – Bacúch) boli monitorované so zvýšenou frekvenciou meraní 6 –12x za rok.

Monitorovacie práce potvrdzujú existenciu variácií radónu v geologickom prostredí. Výsledky objemovej aktivity radónu v pôdach na RP, ktoré mali jedno meranie v roku, dokazujú iba to, že variácie existujú a že nie sú rovnaké v rôznych lokalitách, pretože prírodné podmienky (klimatické, meteorologické, ..) pri realizácii terénnych prác sú rôzne. Závažný je poznatok z celosezónneho monitorovania pôdneho radónu a to zistenie, že nielen pri nástupe prvých ranných mrazov v jeseni, ale aj na jar po rozmrznutí (oteplení) pôdy nastáva zrejme krátkodobá, ale tak výrazný pokles objemovej aktivity radónu, že sa mení - znižuje - aj kategória radónového rizika meranej plochy.

Obsahy radónu vo vodách tiež podliehajú sezónnym variačným zmenám, avšak s odlišným charakterom. Variácie majú pozvoľnejší sinusoidný priebeh počas roka s maximom na konci zimy a minimom objemovej aktivity radónu v lete.

Zaujímavý poznatok z monitorovania v roku 2001, pri porovnaní s predchádzajúcimi rokmi je, že radón v pôdach zaznamenával celkový nárast hodnôt a radón v pôdach pokles hodnôt.

Dosiahnuté výsledky monitorovania dokumentujú existenciu variácií radónu v geologickom prostredí a prinášajú aj nové poznatky, ktoré si vyžiadali určité korekcie v prístupe k monitoringu radónu smerujúce k lepšiemu a kvalitnejšiemu naplneniu cieľov daných projektom. Metodika prác a základne ciele stanovené projektom sa nemenili. Celkový rozsah vzoriek merania pôdneho radónu i vôd v roku bol zrovnateľný s pôvodným projektom resp. s predchádzajúcimi rokmi.

Záver

Monitorovanie pokračuje v rámci Monitorovania životného prostredia SR v súlade s uznesením vlády SR č. 7 zo dňa 12.1.2000.

Tab. 1.: Prehľad výsledkov monitorovania za rok 2001

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
<p>1. Veľká Čausa (III.)</p>	<p>IN – jedno meranie (07.06. vo vrtoch VČ-5, 11, 12; 08.06. vo vrtoch VČ-6, 7, 13; 19.06. vo vrtoch VČ-1, 4, 8, 10 a VE-4; 20.06. vo vrte VČ-9 a 04.09. vo vrte VČ-2), RN – 14 skúšok realizovaných 19. a 20. 06., GD – jedno meranie 28. a 29.05 PEE – 3 merania (15.05., 31.07. a 30.10.), RP – vo vybraných objektoch raz za týždeň (plus priebežne 2 aut. hladinometry vo vrtoch VČ-2 a VČ-8) GF – metóda multikábľa (18.10.)</p>	<p>V porovnaní s predchádzajúcim rokom zaznamenali <u>inklinometrické merania</u> celkové ukludnenie pohybovej aktivity v celom zosuvnom území. Ojedinelé, veľmi mierne zvrýchlenie pohybu bolo konštatované iba v najvrchnejších polohách (do hĺbky cca 3.5 m) vo východnej časti zosuvného územia (vrty VČ-7, 11 a 12, čiastočne i VČ-13). Celkové ukludnenie pohybovej aktivity v celom zosuvnom území vyplýva i z výsledkov merania <u>povrchových reziduálnych napätí</u>, pri ktorom sa zaznamenal celkový mierny pokles. Lokálne najvyššie napätia boli zaznamenané v miestach skúšok RN-22, 30 a 35, taktiež vo východnej časti územia. <u>Geodetickým meraním</u> bol preukázaný posun bodov P-18, 19, 20 a 21, pričom najväčšia hodnota posunu za obdobie od novembra 2000 bola 24.35 mm (bod P-19). V jeho blízkosti sa nachádza bod RN-35 so zaznamenanými vysokými hodnotami napätosti. Ide o kontaktnú zónu medzi relatívne stabilizovanou a aktívnou časťou zosuvného územia. <u>Merania PEE</u> preukázali rozdielny charakter poľa PEE v SZ časti zosuvného územia (vrty VČ-1,2,3,4,9 a VE-4), kde ide o charakteristické zosúvanie po šmykovej ploche s mierne narastajúcou aktivitou vo vrtoch VČ-1 a 9, v strednej časti (VČ-7, 11, 12, 13) s pohybom charakteru plazenia a s celkovým poklesom aktivity v roku 2001 a v čelnej východnej časti (vrt VČ-10) s črtami zosúvania po hlboko situovanej šmykovej ploche. Výsledky <u>režimových pozorovaní</u> potvrdzujú výraznú dynamiku kolísania hladín podzemnej vody predovšetkým v miestach dosahu vplyvu odvodňovacích horizontálnych vrtov (vo vrte VČ-11 došlo v septembri k stúpnutiu hladiny o cca 5 m, podobné prudké stúpnutie o cca 3 m bolo zaznamenané vo vrte J-107). Prudké stúpnutie hladiny v septembri zaznamenal i hladinomer VČ-8 (v priebehu 4 dní až o cca 3 m). Ide pravdepodobne o reakciu na najvyšší zrážkový úhrn, zaznamenaný v septembri (stanica SHMÚ Prievidza 143 mm, stanica Ráztočno až 160.3 mm). <u>Zhodnotenie:</u> V porovnaní s predchádzajúcim obdobím možno v roku 2001 konštatovať celkové zníženie pohybovej aktivity v zosuvnom území. Podľa výsledkov meraní poľa PEE sa zvýšená aktivita opäť sústreďuje v západnej časti územia, do ktorej nezasahujú objekty hĺbkového odvodnenia zosuvu.</p>	<p>GD, RN, IN – raz ročne (apríl, alebo október), PEE – 2-krát ročne (jar a jeseň), RP – iba vo vybraných objektoch raz týždenne (plus 2 aut. hladinometry)</p>

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
2A. Malá Čausa (II.)	<p>IN – meranie 07.06; RN – 8 skúšok v dňoch 07.06. a 08.06.; RP – vo vybraných objektoch raz za 2 týždne</p>	<p><u>Inklinometrické meranie</u> vo vrte MČ-1 (menší zosuv) preukázalo v porovnaní s predchádzajúcim obdobím výrazný pokles pohybovej aktivity v celom hĺbkovom dosahu vrty.</p> <p><u>Merania povrchovej reziduálnej napätosti</u> (6 skúšok na ploche väčšieho a 2 skúšky na menšom zosuve) preukázali celkový pokles tlakových napätí v celom rozsahu pozorovaného územia.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> zaznamenali vo všeobecnosti najvyššiu úroveň hladiny podzemnej vody v marci, jej pokles v letných mesiacoch a stúpnutie v septembri a novembri (zrážkové úhrny v októbri boli extrémne nízke - okolo 7 mm). Najvýraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte Z-6 (v marci bola hladina v hĺbke cca 0.1 m pod úrovňou terénu a v auguste hlbšie, než 4 m).</p> <p><u>Zhodnotenie:</u> I keď uskutočnené merania preukázali zníženie pohybovej aktivity v porovnaní s predchádzajúcim rokom, na pokračujúcu nestabilitu väčšieho zosuvu poukazuje pokračujúce vytváranie ťahových trhlin v jeho spodnej časti. Výsledky inklinometrického merania preukázali výrazné ukludnenie pohybovej aktivity v celej meranej hĺbke menšieho, sanovaného zosuvu.</p>	<p>IN, RN – raz ročne (apríl, alebo október); RP – vo vybraných objektoch raz týždenne</p>
2B. Bojnice (II.)	<p>IN – meranie 07.06.; GD – meranie 08.06.; RP – vo vybraných objektoch raz za týždeň</p>	<p><u>Inklinometrickými meraniami</u> bola preukázaná približne rovnaká intenzita pohybu, ako v predchádzajúcom roku (najväčší posuv bol zaznamenaný v povrchovej zóne do hĺbky cca 2 m vo vrte JB-1; posuv mal hodnotu 6.10 mm za obdobie od novembra 2000 do júna 2001). Z <u>geodetického merania</u> vyplýva, že vzhľadom na určenú polohovú chybu 20 mm nebol preukázaný pohyb u žiadneho z pozorovaných geodetických bodov. Poklesy niektorých zo zámerných bodov boli spôsobené pravdepodobne pri povrchových úpravách svahu.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> zaznamenali vo všeobecnosti rovnaký charakter kolísania hladiny podzemnej vody, ako na lokalite Malá Čausa. Najplytšie pod úrovňou terénu sa voda nachádzala v marci, v ďalších mesiacoch nastáva postupný pokles úrovne hladiny. V jesenných mesiacoch k výraznejšiemu stúpnutiu hladiny nedošlo a voda vo všetkých pozorovaných vrtoch sa nachádzala podstatne hlbšie oproti marcovému stavu.</p> <p><u>Zhodnotenie:</u> Vykonané monitorovacie merania preukázali celkové ukludnenie zosuvu v porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Pretrvávajúce povrchové dotvarovanie zosuvného územia podmieňuje potrebu údržby monitorovacích objektov a sanačných prvkov.</p>	<p>IN, GD - raz ročne (apríl, alebo október) RP – vo vybraných objektoch raz týždenne</p>

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
2C. Diviaky n. Nitricou (0. – I.)	V roku 2001 neboli realizované žiadne monitorovacie aktivity. Na lokalite navrhujeme monitorovanie <u>ukončiť</u> a vykonávať OB a RP iba v prípade výrazných klimatických zmien a zrážkových anomálií.		
3. Handlová (II.)	<p>IN – meranie 01.08.;</p> <p>GD – meranie v októbri;</p> <p>PEE – 3 merania (15. 05., 01.08. a 14.11.);</p> <p>OB – 15.05, 01.08</p>	<p><u>Inklinometrickými meraniami</u> bol zaznamenaný postupne sa spomaľujúci pohyb po šmykovej zóne vo vrtoch GI-1 (cca 5 mm za rok v hĺbke 16.5 m) a HI-7 (cca 6.5 mm za rok v hĺbke 6 m). V ostatných vrtoch sú zaznamenané deformácie menšie a nachádzajú sa v plytších polohách zosuvného územia.</p> <p><u>Geodetické meranie</u> po 7 rokoch preukázalo najvýraznejší pohyb v odľučnej časti zosuvu (profily č. 1 a 2). Najväčší absolútny pohyb za uvedené obdobie bol zaznamenaný u bodov P-91 (501 mm) a P-101 (402,8 mm). Smer pohybu bodov nie je jednotný, odráža pravdepodobne lokálne posuvy v určitých častiach zosuvného územia.</p> <p><u>Merania PEE</u> – taktiež identifikovali najvyššiu aktivitu v odľučnej časti zosuvu (vrt GI-1), avšak zvýšená aktivita bola zistená aj vo vrtoch GI-4 a HI-5. Z charakteru poľa PEE vyplýva typ zosúvania po hlboko situovanej šmykovej ploche.</p> <p><u>Pochôdzkovaním a meraniami hĺbky hladiny podzemnej vody</u>, ako aj výdatnosti vybraných odvodňovacích objektov neboli v roku 2001 preukázané žiadne výrazné zmeny. V porovnaní s rokom 2000 bol podstatne nižší zrážkový úhrn v marci (58.3 mm oproti 118.5 mm v roku 2000), naopak, zrážkový úhrn v septembri bol v roku 2001 viac ako trojnásobne vyšší (153.1 mm oproti 45.6 mm).</p> <p><u>Zhodnotenie:</u> Prakticky všetkými monitorovacími meraniami bola preukázaná najvyššia pohybová aktivita v hornej, odľučnej časti zosuvného územia. Z praktického hľadiska ide o tú časť územia, ktorá neohrozuje žiadne objekty technosféry. Spodná časť zosuvu je vďaka sanačným opatreniam (stabilizačný násyp) dostatočne stabilizovaná.</p>	<p>IN – raz ročne (apríl, alebo október),</p> <p>GD – raz za 2 až 3 roky),</p> <p>PEE – 2-krát ročne (jar a jeseň),</p> <p>OB – zhustiť (aspoň 4-krát ročne vo vybranom profile)</p>

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
4. Dolná Mičiná (II.)	<p>RN – 7 skúšok (25.07.);</p> <p>PEE – 3 merania (16.05., 30.05. a 17.10.);</p> <p>RP – merania 27.03., 13.06., 03.09., 22.10.</p>	<p>Meraniami <u>povrchovej reziduálnej napätosti</u> bol preukázaný celkový nárast tlakových napätí, najvýraznejší v strednej časti sanovaného zosuvu (skúšky RN-13 a RN-19). Trvalejšie zmeny v napätosti treba potvrdiť ďalšími meraniami; spôsobené môžu byť aj tým, že merania sa uskutočnili po dlhodobých zrážkach. <u>Merania PEE</u> naznačili, že i keď po uskutočnenej sanácii výrazne poklesla aktivita v čele zosuvu, napätostno-deformačný stav zosuvných hmôt nie je stabilizovaný a jeho zvýšené prejavy sú zaznamenávané v rôznych častiach územia. Po identifikácii zvýšenej aktivity v okolí vrtov JM-6, 7, 8 a 18 v roku 2000 sa v roku 2001 najvyššie aktivity presunuli do okolia vrtov JM-14, 19 a 17.</p> <p><u>Režimovými pozorovaniami</u> bolo zaznamenané výrazné stúpnutie hladiny podzemnej vody i výdatnosti odvodňovacích vrtov na jar (meranie 27.03.). Limitná hladina bola pri tomto meraní prekročená vo vrtov JM-6 o cca 3 m) a JM-19 (o viac, ako 6 m).</p> <p><u>Zhodnotenie:</u> Výsledky všetkých monitorovacích meraní v roku 2001 naznačujú celkové zhoršenie stabilitného stavu zosuvného územia. Je potrebné odlíšiť, či ide o pomalé vytváranie nového napätostno-deformačného stavu svahu, alebo o jednoznačný postupný trend jeho zhoršovania. V prípade, ak by dlhodobejším monitorovaním bol preukázaný tento nepriaznivý trend (predovšetkým dlhodobé prekračovanie limitných hladín), treba uvažovať o doplňujúcich sanačných opatreniach (ide predovšetkým o nahradenie dlhodobo nefunkčných odvodňovacích vrtov HV-6 a HV-7).</p>	<p>RN – raz ročne (apríl, alebo október),</p> <p>PEE – 2-krát ročne (jar a jeseň),</p> <p>RP, OB – 4 až 6 krát ročne, montáž automat. hladinomerov vo vybraných vrtov v roku 2002.</p>

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
5. Ľubietová (II.)	<p>GD – meranie v októbri;</p> <p>RP – merania 27.03., 15.06., 03.09., 22.10</p>	<p><u>Geodetické meranie</u>, uskutočnené po 2 rokoch preukázalo opäť najvýraznejšiu pohybovú aktivitu na severnom okraji zosuvu (body P-10 až P-12 a P-14 a P-15 s najvýraznejším premiestnením bodu P-15, dosahujúcim až 87.4 mm za 2 roky). Nezanedbateľná aktivita bola zaznamenaná aj v odlučnej časti zosuvu (body P-23 až P-25, posun cca 60 mm za 2 roky).</p> <p><u>Režimovými pozorovaniami</u> bol preukázaný najnepriaznivejší stav pri jarom meraní (27.03). Vo vrtoch HV-4 a HV-8 bola nameraná ich najvyššia výdatnosť za celé merané obdobie (1.2, resp. 2.4 l/min). Hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte V-2 bola 0.96 m a vo vrte V-5A dokonca 0.29 m pod povrchom terénu. Pri ostatných meraniach sa hladina podzemnej vody nachádzala podstatne hlbšie (najhlbšie pri meraní dňa 03.09.).</p> <p><u>Zhodnotenie</u>: Monitorovacie merania potvrdili pokračujúce dotvarovanie zosuvného územia, najintenzívnejšie na jeho severnom okraji. Súčasne preukazujú postupnú stratu funkčnosti viacerých monitorovacích i sanačných objektov. Aktuálnym stále zostáva problém sfunkčnenia povrchových odvodňovacích rigolov, odvádzajúcich vodu zo zosuvného územia.</p>	<p>GD – jedno meranie za 2 až 3 roky (najlepšie na jar),</p> <p>RP, OB – aspoň 4-krát ročne</p>

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
6. Fintice (III.)	<p>IN – meranie 11.06; GD – meranie 16.05.; PEE – meranie 30.05.; RP – 6 meraní (01.03, 27.04, 11.06., 27.07., 25.09., 20.11.)</p>	<p><u>Inklinometrickými meraniami</u> bola potvrdená pokračujúca pohybová aktivita po šmykovej ploche (v hĺbke do 9 m) vo vrtoch v spodnej, akumuláčnej časti zosuvu (K-1, K-2A). Veľmi výrazná deformácia (cca 16 mm za obdobie necelých 9 mesiacov) bola zaznamenaná vo vrte K-5 v hĺbke 6,5 m; azimut deformácie v tomto vrte je však premenlivý.</p> <p><u>Geodetické meranie</u> preukázalo spomalenie pohybu v spodnej, aktívnej časti zosuvu. Najvýraznejší posuv (6.5 mm za necelých 8 mesiacov) je podstatne menší než v predchádzajúcich rokoch.</p> <p><u>Merania PEE</u> potvrdili najvýraznejšiu aktivitu v spodnej časti prúdového zosuvu (vrty K-1 a K-1a). Merania vo vrte K-5 dlhodobo zaznamenávajú kríповý, rôzne orientovaný pohyb andezitového bloku s prejavmi zmien v značnej hĺbke (až okolo 20 m).</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> vo všetkých vrtoch nepreukázali žiadne výrazné anomálie. V zrážkových úhrnoch v rokoch 2000 a 2001 nebol výrazný rozdiel (úhrn zrážok za prvých desať mesiacov v roku 2000 bol 509.2 mm a v roku 2001 bol 606.4 mm – stanica SHMÚ Kapušany).</p> <p><u>Zhodnotenie:</u> V roku 2001 bolo zaznamenané celkové spomalenie pohybovej aktivity v spodnej časti zosuvu. Výrazný posuv vo vrte K-5 je potrebné analyzovať na základe výsledkov ďalších meraní. Na jeseň roku 2001 bola uskutočnená prekládka trasy plynovodu podľa návrhu, odvodeného z výsledkov monitorovania. Správnosť a efektívnosť tohto opatrenia je potrebné overiť pokračujúcimi monitorovacími pozorovaniami.</p>	<p>GD, IN – raz ročne (jar, alebo jeseň); PEE – 2-krát ročne (jar, jeseň), RP a OB – 6 až 8 krát ročne. Aktuálnym zostáva doplnenie monit. siete v spodnej, aktívnej časti zosuvu.</p>
7. Slanec (0.)	<p>Monitorovacie merania (režimové pozorovania) boli na lokalite <u>ukončené</u> v roku 1998. Sieť geodetických bodov bola porušená a je nefunkčná.</p>		

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
8. Okoličné (III.)	<p>IN – meranie 14.08.; vo vrte JO-1 dňa 05.09.</p> <p>GD – meranie 18.09.;</p> <p>RN – celkove 11 skúšok, 26.07. skúšky RN -1, 3, 4, v dňoch 05. a 11.09 skúšky RN-5, 6, 7, 8, 9, 11, 23 a 13;</p> <p>RP – vo vybraných objektoch raz za týždeň (plus priebežne 2 aut. hladinometry vo vrtoch J-1 a JH-29)</p> <p>GF – metóda multikábľa (19.07.)</p> <p>SV – pre západný, menší zosuv</p>	<p><u>Inklinometrické merania</u> potvrdili predstavu o pomalom, krípvom dotvarovaní zosuvných hmôt. Najväčšie deformácie boli zaznamenané vo vrtoch M-2 (3.3 mm za cca 10 mesiacov v hĺbke 3.7 m) a M-3 (4.4 mm za to isté obdobie v hĺbke 2.6 m). Prakticky rovnaká hodnota deformácie bola zaznamenaná i vo vrte JO-1, situovanom v hornej časti reprezentatívneho profilu.</p> <p>Z praktického hľadiska bola veľmi dôležitou informácia o výsledkoch <u>geodetického premerania</u> siete pozorovacích bodov. Kritický stav menšieho zosuvu v západnej časti územia, ktorý signalizovali výsledky merania v jeseni 2000 sa v roku 2001 zmenil na ukludnený. Vďaka zmierneniu pohybovej aktivity môžeme pre obidva zosuvné prúdy konštatovať stav relatívneho ukludnenia (maximálne namerané posuny bodov nepresiahli 20 mm).</p> <p>Merania <u>povrchovej reziduálnej napätosti</u> preukázali mierny nárast tlakových napätí v strednej časti zosuvu a prejavy ťahových napätí v spodnej časti svahu. Výrazné zmeny v stave povrchových napätí oproti predchádzajúcej etape merania však neboli zaznamenané.</p> <p><u>Režimové pozorovania</u> preukázali vo väčšine pozorovaných vrtoch najvyšší stav hladiny podzemnej vody v apríli (pravdepodobne dôsledok topenia snehu; zrážkový úhrn za mesiace marec a apríl bol priemerný – okolo 50 mm za mesiac). Túto skutočnosť zaznamenali aj automatické hladinometry (vo vrte J-1A bola hĺbka hladiny o cca 2 m hlbšie v novembri oproti záznamom z konca apríla). Najvýraznejší rozkyv úrovne hladín bol zaznamenaný vo vrte JP-44 (hĺbka hladiny v januári cca 18 m pod povrchom terénu, v apríli 7.5 m a v auguste 11 m). Opakované a nedostatočne vysvetlené je pozorovanie z vrty M-2 (hĺbka hladiny v januári a februári je cca 16 m pod úrovňou terénu, kým v jarných a letných mesiacoch sa pohybuje od 2 do 4 m; ide pravdepodobne o zachytenie pripovrchového horizontu, ktorý sa sporadicky vytvára v heterogénnych zosuvných sedimentoch). Z porovnania zrážkových úhrnov za prvých desať mesiacov zo staníc SHMÚ Liptovský Mikuláš a Liptovský Mikuláš – Ondrašová vyplýva, že v rokoch 2000 a 2001 boli približne rovnaké (okolo 600 mm).</p> <p>Vzhľadom na kritický stav menšieho zosuvu bol vykonaný i aktualizovaný <u>stabilitný výpočet</u>, založený na výsledkoch <u>geofyzikálnych meraní</u> (metóda multikábľa), uskutočnených v júli 2001. Výpočet preukázal, že stupeň stability je nízky a aktivita pohybu sa môže pri zmenených hydrogeologických podmienkach obnoviť.</p> <p><u>Zhodnotenie</u>: V roku 2001 došlo k celkovému ukludneniu pohybovej aktivity obidvoch zosuvných prúdov. Potenciálne nebezpečenstvo ohrozenia železničnej trate však pretrváva zvlášť v prípade výskytu anomálnych zrážok.</p>	<p>GD – 2-krát ročne (v prípade jedného merania uskutočňovať ho na jar – v apríli, resp. máji), RN, IN – raz ročne (jar alebo jeseň), RP – vo vybraných objektoch raz týždenne (plus 2 aut. hladinometry)</p> <p>Po získaní aktuálnych hydrogeol. údajov aktualiz. výpočtové riešenie.</p>

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
9. Liptovská Mara (II.)	GD (1 meranie v júli 2001); RP – vykonávané TBD L. Mara	Na lokalite sa hodnotí stav na základe výsledkov meraní, uskutočňovaných TBD L. Mara za rok 2001. V januári 2001 sa <u>režimové merania</u> vykonávali každých 3 až 5 dní (pokračovanie z r. 2000). Hodnoty hladín podzemných vôd a výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov nedosiahli extrémne hodnoty z roku 2000. <u>Zhodnotenie:</u> Spracovanie meraní nepreukázalo žiadne výrazné anomálie, ktoré by naznačovali oživenie svahového pohybu.	Spracovanie meraní TBD.
10. Žilina - Dubeň (0.)	Monitorovanie metódou PEE <u>ukončené</u> k 31.12.1997. Na lokalite sa vykonáva podrobné monitorovanie, koordinované Vodohospodárskou výstavbou, š.p. Bratislava		
11. Oravský Podzámok (0.)	OB – vykonaná dňa 14. 06.	<u>Obhliadka</u> potvrdila nefunkčnosť siete monitorovacích objektov. Obnovenie monitorovania závisí od záujmu prevádzkovateľa ohrozenej cestnej komunikácie, ktorý by zabezpečil sfunkčnenie monitorovacích objektov. V prípade realizácie výstavby preložky cesty je tento predpoklad málo pravdepodobný. <u>Zhodnotenie:</u> Vzhľadom na náročnosť sfunkčnenia monitorovacej siete sa navrhuje monitorovanie lokality ukončiť.	<u>Ukončenie</u> monitorova- cích aktivít
12. Harvelka (0.)	OB – vykonaná dňa 14. 06	<u>Obhliadka</u> konštatovala zhoršujúci stav siete monitorovacích objektov (nepriechodnosť vertikálnych vrtov, upchatie niektorých horizontálnych vrtov, nefunkčnosť odvodňovacích rigolov). Dlhodobo neudržiavaná je sieť geodetických bodov. I keď ide o aktívne zosuvné územie, prejavy nestability nie sú z celospoločenského hľadiska významné <u>Zhodnotenie:</u> Vzhľadom na zhoršujúci sa stav monitorovacej siete a celospoločenskú neaktuálnosť lokality navrhuje sa monitorovanie ukončiť.	<u>Ukončenie</u> monitorova- cích aktivít.
13. Klieštiná (0. – I.)	OB – vykonaná dňa 11. 07.	<u>Obhliadka</u> konštatovala celkovo ukludnený stav zosuvného územia. Sieť geodetických bodov je dlhodobo neudržiavaná a objekty na režimové pozorovania nie sú na lokalite vybudované. Svahový pohyb v súčasnosti priamo neohrozuje žiadne objekty technosféry. <u>Zhodnotenie:</u> Vzhľadom na neúplnosť monitorovacej siete a malú aktuálnosť lokality z celospoločenského hľadiska navrhuje sa monitorovanie ukončiť.	<u>Ukončenie</u> monitorova- cích aktivít.

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
14. Hlohovec Posádka (II.)	PEE – merania 16.03, 13.06, 31.07. a 20.09.	Merania PEE preukázali, že pole PEE je v rozsahu pozorovaného územia veľmi nehomogénne. Z hľadiska aktivity pohybu sa vyčleňujú tri hĺbkové horizonty – pripovrchový s pomerne nízkymi hodnotami poľa PEE (ilustrujúcimi proces pomalého plazenia), stredný (hlbšie, ako 10 až 20 m) s najväčšími amplitúdami hodnôt poľa PEE, ktorý predstavuje ťažiskový priestor aktivizácie zosuvných procesov (aj v dôsledku aktívnych neotektonických prejavov) a spodný, nachádzajúci sa pod šmykovými plochami, neaktívny. Základná predstava o prevládajúcej aktivite v severnej časti pozorovaného územia (vrty HSJ-25 a 26, ale i HSJ-32 a HSJ-33) zostáva nezmenená. Charakter anomálií a ich priestorové rozloženie naznačujú, že môže ísť o aktivizáciu zosuvu väčšieho rozsahu. <u>Zhodnotenie:</u> Meraniami sa potvrdzuje stála aktivizácia severnej časti pozorovaného územia, vyžadujúca pokračovanie pozorovaní.	GD – raz za 2 až 3 roky (aktuálne v roku 2002); PEE, OB – 2 až 4-krát ročne.
15. Vištuk (I.)	PEE – merania 13.02. a 01.10.	Merania PEE preukázali výrazný rozdiel medzi stabilným stavom na jar a v jeseni. Kým vo februári bolo v celom zosuvnom území namerané relatívne rovnomerné pole PEE bez anomálnych prejavov (s mierne zvýšenými hodnotami poľa iba v strednej časti – vrty J-17, 23 a 26), pri jesennom meraní sa zaktivizovala centrálna zóna územia (lína vrtov J-10, 17, 25 a 21), paralelná s priebehom budmerického zlomu. Namerané anomálie poľa PEE vyjadrujú pravdepodobne prejavy aktivity tohto zlomu (analogické pozorovanie bolo zaznamenané pri minuloročných meraniach). <u>Zhodnotenie:</u> Výrazná premenlivosť napätostno-deformačného stavu spôsobená klimatickými zmenami sa na lokalite komplikuje i s pravdepodobnými vplyvmi tektonickej aktivity regionálneho zlomu. Vzhľadom na aktuálnosť lokality (priamy kontakt zosuvu s obcou) je potrebné v pozorovaniach pokračovať v doterajšom rozsahu a frekvencii.	PEE, OB – 2 až 3-krát ročne.
16. Veľká Izra (II.)	TM-71 (4 odčítania): 30.03, 11.06, 26.07 a 26.10	Z dvoch osadených prístrojov potvrdili <u>merania na dilatometri</u> VI-2, situovanom medzi okrajový a susedný vyšší andezitový blok, doterajší trend roztvárania trhliny (odklápanie hornej časti bloku smerom dolu svahom) spojený so zdvihom päty bloku. Hodnota celkového otvorenia trhliny je v súčasnosti takmer 8 mm. Prístroj VI-1 preukázal stagnáciu rozširovania trhliny na úrovni cca 1 mm a približne rovnaký zdvih jeho päty. <u>Zhodnotenie:</u> Zaznamenaný je pokračujúci krípy pohyb okrajového skalného bloku v smere dolu svahom.	TM-71 – odčítavanie 4 až 6-krát ročne.

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
17. Sokol' (II.)	TM-71 (4 odčítania): 30.03, 11.06, 01.08. a 26.10	Meraniami na prístroji TM-71 v roku 2001 bol potvrdený doterajší trend, t. j. smer a rýchlosť pohybu andezitového bloku na východnom okraji Slanských vrchov. Výsledné otvorenie trhliny, presahujúce 6 mm, reprezentuje odklon bloku od masívu. Okrem toho sa zistil jeho pozdĺžny posun v smere osi trhliny (cca 3 mm). <u>Zhodnotenie:</u> Zaznamenaný je pokračujúci odklon okrajového andezitového bloku od masívu.	TM-71 – odčítavanie 4 až 6-krát ročne.
18. Košický Klečenov (II.)	TM-71 (4 odčítania): 30.03, 11.06, 01.08. a 26.10	Dvoma prístrojmi TM-71 bol zistený vertikálny zdvih blokov voči masívu na západnom okraji Slanských vrchov. Trend doterajšieho postupného vertikálneho zdvihu však v roku 2001 stagnoval. Celkový zistený posun od roku 1990 je 4.4 mm (prístroj KK-1). Rovnako stagnovalo v tomto roku aj rozširovanie trhliny, ktoré sa ustálilo na hodnote cca 2 mm. Prístroj KK-2 potvrdil pretrvávajúci zdvih aj v roku 2001 (cca 0.2 mm) pričom celkový posun dosiahol od roku 1995 viac než 2 mm. Pravdepodobným vysvetlením zdvihu obidvoch blokov je neotektonická aktivita S-J okrajového zlomu, prebiehajúceho v bezprostrednej blízkosti lokality. <u>Zhodnotenie:</u> Meraniami potvrdený pokračujúci, i keď spomalený trend vertikálneho zdvihu okrajových blokov voči masívu.	TM-71 – odčítavanie 4 až 6-krát ročne.
19. Lubochňa Havran (0.)	Demontáž prístroja TM-71 dňa 01.06.	Vzhľadom na neaktuálne situovanie dilatometra (zmena projektu vedenia trasy tunela), jeho neprístupnosť a minimálne pohyby bloku za celé obdobie pozorovania (cca 4 roky) bol prístroj demontovaný a bude osadený na aktuálnejšej lokalite. Monitorovanie na lokalite bolo <u>ukončené</u> .	
20. Banská Štiavnica (II.)	FG - meranie 13.07. TD a MP – merania 13.07.	Uskutočnené fotogrametrické merania preukázali pomerne výraznú pohybovú aktivitu skalných blokov v niektorých častiach zárezu. Zosunulo sa 5 skalných blokov, jeden aj s osadenými meracími bodmi pre meranie tyčovým dilatometrom, zrútenie horniny na cestnú komunikáciu vyžaduje kontrolu bezpečnosti premávky predovšetkým v jarných mesiacoch, alebo jej zabezpečenie sanačnými prácami.	FG – 1-krát ročne, TD a MP – 3 až 4-krát ročne.
21. Demjata (II.)	FG - meranie 12.07. TD a MP – merania 12.07., 27.07	Merania osadených pozorovacích bodov v J časti zárezu preukázali výraznú pohybovú aktivitu vybraných blokov 12. Pri obhliadke celého odkryvu dňa 12.07. boli identifikované uvoľnené bloky i v S časti zárezu a vytypovali sa miesta osadenia ďalších pozorovacích značiek. Dňa 27.07. bolo však konštatované, že uvoľnené bloky na S okraji zárezu sa zrútili a prakticky vyplnili priestor medzi skalnou stenou a ochranným múrom komunikácie. Na veľmi aktívne prejavy nestability celej východnej steny zárezu cesty I. triedy bola upozornená Slovenská správa ciest, Prešov listom dňa 30. augusta 2001.	FG – 1-krát ročne, TD a MP – 3 až 4-krát ročne na rozšírenej sieti pozorovacích bodov.

Lokalita (úroveň význam- nosti)	Uskutočnené monitorovacie merania	Hlavné výsledky monitorovania	Návrh ďalšieho postupu monitorovania
22. Huty	Po sanácii zárezu bolo monitorovanie lokality v roku 1997 ukončené.		
23. Harmanec (II.)	FG - meranie 13.07. TD - merania 13.07.	Vzhľadom na litologický charakter a fyzický stav horniny (extrémne rozpadavé, drobné dolomity) prevažná časť pozorovaní sa vyhodnocuje v rámci monitorovania procesov zvetrávania (sústredené sú na detailné zachytenie zmien výraznej eróznej ryhy v masíve dolomitov). Premeranie bodov, osadených v roku 2000 v priestore výraznej priebežnej diskontinuity tyčovým dilatometrom sa pohybovalo v rozsahu chyby v presnosti odčítania údajov.	FG, OB – 1-krát ročne, doplnenie meraniami TD (3 až 4-krát ročne).

Vysvetlivky:

GD - geodetické merania, RN - merania povrchovej reziduálnej napätosti, IN - inklinometrické merania, PEE - merania poľa pulzných elektromagnetických emisií, RP - režimové pozorovania, OB - pochôdzkovanie s obhliadkou a overením stavu a funkčnosti monitorovacích objektov, GF – geofyzikálne merania metódou multikábľa, SV – stabilný výpočet, TM-71 – mechanicko-optický dilatometer, FG – fotogrametrické merania, TD – tyčový dilatometer, MP – meradlo posuvov