

## Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov a jeho odpovede na potreby spoločnosti

PAVEL LIŠČÁK<sup>1</sup>, ALENA KLUKANOVÁ<sup>1</sup> a VLASTA JÁNOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

<sup>2</sup>Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Nám. L. Štúra 1, 812 35 Bratislava

### Partial Monitoring System of Geological Factors and Its Responses to the Public Needs

Partial Monitoring System of Geological Factors (PMS-GF) is a component of the Monitoring System of the Environment of the Slovak Republic. Its main objective is to provide timely information on the so-called geological hazards – harmful natural or human-induced geological processes, which pose a threat to the environment, including the quality of life of the population. Accounting for an obviously increasing adverse impact of natural forces recently, the Slovak population has experienced a rising number of emergency phenomena, like catastrophic floods and landslides of 2010, but also an effect of degraded quality of hydro-geo-chemical environment with distinct effect upon the health status of the inhabitants, due to, for instance, old environmental burdens or former and recent mining activities. All these issues are in a focus of the PMS-GF with a goal to provide for the decision makers and the wider publics the information inevitable for effective prevention/protection against the geohazards, and to implement the early warning systems, eventually.

**Key words:** Partial Monitoring System of Geological Factors, environment, geohazard, prevention and protection, early warning systems

### Úvod

V zmysle čl. 4 Ústavy Slovenskej republiky sú neživá príroda, vodné zdroje a nerastné suroviny národným bohatstvom. Povinnosťou štátu je tieto zdroje poznať, chrániť a vytvárať podmienky na ich racionálne využitie v prospech rozvoja spoločnosti. Preto je v záujme štátu iniciovať a vytvárať podmienky v oblasti vyhľadávania a prieskumu kvalitných vodných zdrojov, nových zdrojov nerastných surovín a hodnotenia geologických faktorov a tým prispievať ku skvalitňovaniu životného prostredia.

Jednou zo základných úloh spoločnosti z hľadiska zabezpečenia trvalej prosperity je doceliť vysokú kvalitu základných zložiek životného prostredia. Geológia, ktorá sa zaoberá geologickými zložkami životného prostredia, a to vrátane historického aspektu vývoja Zeme, je kľúčom k poznaniu prírodného prostredia. V tomto smere hrá nezastupiteľnú úlohu pri formovaní stratégie trvalo udržateľného rozvoja spoločnosti. Komplexné geologické informácie sú nielen podkladom na pochopenie prírodných procesov a ekosystémov, ale aj nevyhnutným predpokladom hodnotenia a racionálneho využívania obyčajných, minerálnych a termálnych podzemných vôd, ako aj surovinových zdrojov. Geologické informácie sú potrebné z hľadiska optimálneho využívania a ochrany životného prostredia, riešenia problémov ukladania odpadu, hodnotenia geologických rizík a hazardov, hodnotenia územia z hľadiska inžinierskogeologických faktorov, urbanizácie a zakladania veľkých stavieb, hodnotenia

stavu znečistenia prostredia nebezpečnými látkami, ako aj hodnotenia vplyvov ľudskej činnosti na životné prostredie, a teda celkový socio-ekonomický dosah geologického prostredia na kvalitu života obyvateľstva.

Systém monitorovania a naň naviazaný informačný systém sú dôležitými nástrojmi na zabezpečenie ochrany a tvorby životného prostredia SR. Efektívny informačný systém vybudovaný na účelnom, koordinovanom a metodicky zjednotenom monitorovacom systéme je nevyhnutným predpokladom fungovania systému riadenia starostlivosti o životné prostredie (Klukanová, 2002). Harmonizáciou jednotlivých monitorovacích aktivít, realizovaných v rámci disponibilných zdrojov, je možné urobiť podstatný krok vpred v kvalite poznania stavu a trendov životného prostredia územia Slovenskej republiky. Samozrejme, do popredia vystupuje tiež otázka informovania nielen orgánov štátnej správy a miestnych samospráv, ale aj slovenskej verejnosti o geologických hazardoch a rizikách s dôrazom na prognózu ich budúceho vývoja, tvorbu systémov včasného varovania a návrhu predchádzania geologickým rizikám.

### Monitoring geologických faktorov

Monitorovanie geologických faktorov životného prostredia je dlhodobou úlohou Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (od roku 1993). Vláda Slovenskej republiky vo svojom uznesení č. 623 z 21. 12. 1990 konštatovala, že na Slovensku nie je vybudovaný ucelený monitorovací systém životného prostredia. Vtedajšiemu

predsedovi Slovenskej komisie pre životné prostredie uložila v spolupráci s príslušnými ministrami úlohu vypracovať koncepciu monitorovania životného prostredia Slovenskej republiky vrátane organizačného, technického a finančného zabezpečenia. To vytvorilo podnet na širokú odbornú diskusiu, na základe ktorej vznikla koncepcia schválená vládou Slovenskej republiky uznesením č. 449 z 26. 5. 1992. Následne, uznesením vlády SR č. 620/1993 bolo v ŠGÚDŠ vybudované Stredisko Čiastkového monitorovacieho systému Geologické faktory (ČMS GF), ktoré je súčasťou celoplošného monitorovacieho systému životného prostredia SR. Odborným garantom ČMS GF je sekcia geológie a prírodných zdrojov MŽP SR.

Monitoring životného prostredia pozostáva z 10 systémov, ktoré podľa svojho zamerania patria pod organizácie rezortu životného prostredia a rezortu pôdohospodárstva:

Okrem každoročného predkladania výsledkov monitorovania na rokovanie vlády (uznesenie vlády SR č. 907/2002) sú všetky dôležité výsledky monitorovania odovzdávané formou ročných správ do sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR a výsledky sú zapracúvané tiež do informačného systému civilnej ochrany.

Uznesením vlády SR č. 907 z 21. augusta 2002 bola schválená Koncepcia trvalo udržateľného využívania zdrojov horninového prostredia, v ktorej – okrem iných požiadaviek – vláda SR v ukladacej časti v bode B.3. uložila ministrom životného prostredia SR k 30. aprílu 2003 a potom každoročne „predkladať na rokovanie vlády SR informáciu o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám“.

Uznesenie vlády SR č. 803 z 12. októbra 2005 uložilo naďalej merať a pozorovať vodohospodárske

Systém	Garant	Stredisko
Ovzdušie	MŽP SR	Slovenský hydrometeorologický ústav
Meteorológia a klimatológia	MŽP SR	Slovenský hydrometeorologický ústav
Voda	MŽP SR	Slovenský hydrometeorologický ústav
Geologické faktory	MŽP SR	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Pôda	MP SR	Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy
Biota (fauna a flóra)	MŽP SR	Štátna ochrana prírody
Lesy	MP SR	Lesnícky výskumný ústav
Odpady	MŽP SR	Slovenská agentúra životného prostredia
Cudzorodé látky v požívatinách a krmovinách	MP SR	Výskumný ústav potravinársky
Rádioaktivita životného prostredia	MŽP SR	Slovenský hydrometeorologický ústav

Medzi jednotlivými systémami existujú logické prepojenia a vzájomné väzby. Stačí si uvedomiť vplyv zrážok a ďalších klimatických faktorov na horninové prostredie, či už z hľadiska generovania zosuvov, erózie, formovania zásob podzemnej vody a pod..

Štruktúra monitorovacieho systému geologických faktorov sa počas riešenia úlohy upravovala.

V roku 1993 bol ČMS GF rozdelený na 9 podsystémov, postupnými zmenami sa ich počet zvýšil na 13 (Klukanová, 2002). Na základe zhodnotenia výsledkov monitorovania a reálnych potrieb spoločnosti sa optimalizoval výber používaných metód, reprezentatívnych lokalít a frekvencia zberu dát. V roku 2005 boli na základe „Koncepcie aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu“ niektoré z podsystémov zlúčené a v súčasnosti je funkčných osem podsystémov:

- 01 Zosuvy a iné svahové deformácie,
- 02 Tektonická a seizmická aktivita územia,
- 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží,
- 04 Vplyv ťažby na životné prostredie,
- 05 Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí,
- 06 Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi,
- 07 Monitorovanie riečnych sedimentov,
- 08 Objemovo nestále zeminy.

objekty na stabilizačnom násype v údolí Handlovky a výsledky pozorovaní každoročne zahrnúť do správy o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám.

V septembri 2006 bola podpísaná zmluva o spolupráci pri poskytovaní a využívaní geologických informácií medzi Úradom civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR (teraz sekcia krízového manažmentu a civilnej ochrany) a Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra).

### Informovanie štátnej správy a verejnosti

*Zosuvy a iné svahové deformácie* predstavujú najrozsiahljší podsystém monitorovania geologických faktorov životného prostredia. Výber monitorovacích metód bol postupne rozširovaný a aktualizovaný so snahou zvýšiť kvalitu monitorovania. Od roku 2005 bola zavedená skúšobná prevádzka varovných systémov v lokalitách Okoličné a Veľká Čausa, inštalované boli kontinuálne hladinometry v lokalitách Okoličné, Veľká Čausa, Handlová-Morovnianske sídlisko, Dolná Mičiná, Fintice, Liptovská Mara a v roku 2009 aj prvý kontinuálny inklinometer (Veľká Čausa). O nepriaznivom stave na monitorovaných svahových deformáciách, ale aj o zhoršovaní stavu sanačných prvkov boli priebežne informované orgány miestnej samosprávy (Wagner et al., 2012). Na základe výsledkov monitoringu

boli realizované viaceré opatrenia, ktoré významne prispeli k stabilizácii potenciálne ohrozených lokalít:

- v lokalite Huty na ceste II. triedy č. 584 bola na základe monitorovacích aktivít, ktoré boli začaté v roku 1997, vykonaná sanácia zárezu v hrubolavicovitých numulitických piesčitých vápencoch (spodný eocén), spočívajúca v ukotvení nestabilných blokov v kombinácii s gabiónovým múrom (Wagner et al., 2002);

- v lokalite Fintice bola po dvoch identifikovaných poruchách vysokotlakového plynovodu (v rokoch 1986 a 1988) spôsobených aktívnym svahovým pohybom trasa plynovodu preložená mimo aktívneho zosuvu (Petro et al., 2001);

- na zosuve pri Bojniciach bola vykonaná kompletná oprava a utesnenie splaškovej kanalizácie s cieľom zamedziť prieniku odpadových vôd do zosuvného telesa (Ondrejka a Wagner, 2008);

- v lokalite Okoličné (Liptovský Mikuláš) prispeli výsledky dlhodobého monitorovania k rozhodnutiu o preložení trasy železnice Žilina – Košice mimo územia trvalo ohrozovaného periodickou aktivizáciou zosuvných hmôt;

- v lokalite Demjata bola vykonaná úprava svahu po vyhodnotení nestability skalných blokov, ohrozujúcich cestu II. triedy č. 545 (Iglárová et al., 2005);

- v Slovenskom raji (v doline Suchá Belá) vzhľadom na potenciálnu nestabilitu skalného bloku, ohrozujúceho turistický chodník, bol na základe opakovaného fotogrametrického zhodnotenia chodník preložený mimo dosahu tohto bloku.

V podsysteme *Tektonická a seizmická aktivita územia* sú od roku 2003 aplikované nové metódy monitorovania. Okrem presnej nivelácie sú pohyby povrchu sledované globálnymi navigačnými družicovými systémami (GPS). Podľa výsledkov meraní pohyb povrchu územia Slovenska smeruje na severovýchod, pričom rýchlosť pohybu v jednotlivých meraných bodoch je rôzna (0,5 až 2 mm za rok) a vyskytujú sa aj odchýlky od generálneho smeru. Ide však o globálny pohyb veľkej časti Európy v rámci eurázijskej litosférickej dosky voči africkej litosférickej doske a na možné regionálne pohyby jednotlivých bodov nemá vplyv. Od roku 2003 sú pohyby pozdĺž zlomov monitorované opticko-mechanickými dilatometrami TM-71. Významnejšie pohyby boli zaznamenané v Demänovskej jaskyni Slobody (Petro et al., 2011) a v lokalite Vyhne (v roku 2008 posun o 0,47 mm). Stálymi seizmickými stanicami v rokoch 2006 – 2009 bolo lokalizovaných 310 zemetrasení s epicentrom na území Slovenska, z nich bolo 13 pozorovaných aj makroseizmicky.

V prieskumnej štôlni tunela Branisko bol potvrdený pretrvávajúci trend narastania šmykového pohybu pozdĺž šindliarskeho zlomu (v smere osi *y*). Napríklad v roku 2012 jeho celková hodnota dosiahla 1,35 mm. Posun už v minulosti spôsobil vznik niekoľkých trhlin po oboch stranách zlomu v samotnej tunelovej rúre (Petro et al., 2004). Vzhľadom na významnosť lokality je potrebné ďalšie sledovanie pohybu na zlome. Prevádzkovateľ tunela (Národná diaľničná spoločnosť) je každoročne oboznamovaný s vývojom pohybov na zlome formou

krátkej správy. V prípade výrazného zvýšenia pohybovej aktivity bude prevádzkovateľ tunela okamžite informovaný.

V rámci podsystemu *Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží* sú v monitorovaných lokalitách sledované ukazovatele znečistenia. Monitorujú sa zmeny vlastností sedimentov odkalísk pomocou geofyzikálnych meraní a presiometrických skúšok a vykonáva sa postupná pasportizácia odkalísk.

V roku 2010 bola do monitoringu zaradená revízia stavu environmentálnej záťaže – odkaliska Slovinky – Kalligrund a bol vypracovaný návrh na monitorovanie tejto lokality. Význam monitoringu odkalísk vystúpil do popredia vďaka katastrofe na odkalisku červeného kalu v Ajke\*.

\*Po prudkých dažďoch sa 4. októbra 2010 pretrhla hrádza na odkalisku v maďarskej obci Ajka. Viac ako sedemtisíc metrov kubických červeného kalu, ktorý zadržovala, sa dostalo do životného prostredia. Toxické bahno priamo zničilo desiatky domov, zasiahlo sedem obcí a miest. Katastrofa si vyžiadala desať obetí a vyše 150 zranených.

Podsystem *Vplyv ťažby na životné prostredie* pomáha identifikovať riziká a odhaliť negatívne trendy súvisiace s vplyvom zostatkov po ťažobnej činnosti. Od roku 2007 sú monitorované najrizikovejšie lokality, prevzaté z ukončenej geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). Špecifickým problémom je nebezpečenstvo náhlych prievalov banskej vody z opustených banských diel (Nová Štôlna v lokalite Pod Tepličkou v Spišskej Novej Vsi v roku 2008) alebo náhlych prepadov nadložia nad vyťaženými priestormi (Vyšná Boca, Kremnica v roku 2010).

V rokoch 2008 – 2009 došlo v lokalite Nová štôlna, vzdialenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcovej bane Tollstein, k neočakávaným havarijným udalostiam. Išlo o prievaly banskej vody z Novej štôlny, ktorou sa v minulosti ťažila medená ruda zo žily Gezwäng, lokalizovanej južnejšie v oblasti Hnilčíka, a predtým aj železná ruda z V. grételskej žily prebiehajúcej hrebeňom Grétla. Náhle prevalenie závalu v opustenej štôlni vodou v dôsledku vysokého hydrostatického tlaku spôsobilo vznik extrémnej prietokovej vlny, ktorá po dosiahnutí povrchu zničila ústie štôlny, poškodila cestu vedúcu k Novej štôlni a spôsobila aj škody v záhradách a príbytkoch obyvateľov Tepličky v spádovom povodí Tepličského Brusníka. Takéto prievaly sa opísaným spôsobom opakovali štyrikrát: pri prvom 26. 9. 2008 vytieklo zo štôlny cca 95,8 tis. m<sup>3</sup> vody, pri druhom 7. 12. 2008 72,1 tis. m<sup>3</sup>, pri treťom 30. 1. 2009 23,3 m<sup>3</sup> a pri poslednom 17. 2. 2009 až približne 120 tis. m<sup>3</sup> (Daniel a Jančura, 2009).

V uvedenej lokalite organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica realizovala monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila protiprievalovú hrázu pri ústí štôlny s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom hrázy je stlmiť účinok prievalovej vlny pri ďalšom vzniku prievalu. Za definitívne riešenie vzniknutej havarijnej situácie sa považuje obnovenie pôvodnej výškovej úrovne

odtoku banskej vody obídením závalu. Neskôr, vzhľadom na závažnosť situácie, boli k dovtedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta doplnené aj štyri monitorovacie objekty v okolí ústia Novej štôlne: samotné ústie Novej štôlne (T1), zával nad ústím Novej štôlne s výtokom banskej vody (T2), monitorovací vrt MV-1 (T3) a profil miestneho potoka nad ústím Novej štôlne (T4). Na týchto objektoch sú od 3. 12. 2009 merané prietok, merná elektrická vodivosť vody a teplota vody, s frekvenciou 1- až 2-krát týždenne podľa meteorologickej situácie.

Riešenie podsystému *Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí* sa vykonáva v lokalitách s potvrdeným výskytom zvýšeného radónového rizika s cieľom zaznamenať a zhodnotiť jeho zmeny, resp. variácie. Zistený bol výrazný nárast hodnôt objemovej aktivity radónu v lokalite Hnilec. Stredná hodnota meraní dosiahla v roku 2008 až  $712 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$  (absolútne najvyššie namerané hodnoty od roku 2000).

Pre podsystém *Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi* bol v roku 2005 nainštalovaný komplexný kontinuálny monitorovací systém na hrade Devín, ktorý bol v roku 2008 zničený elektrickým skratom počas búrky. V lokalite Strečno bol dilatometrom TM-71 potvrdený trend rozširovania (os x) monitorovanej trhliny. Jej celkové rozšírenie dosiahlo v apríli 2012 hodnotu 3,088 mm (Petro et al., 2012). Stabilita skalného previsu nad štátnou cestou I. triedy Žilina – Martin je ohrozená do takej miery, že si vyžaduje sanáciu. Správcovi hradu (Považské múzeum) bol zaslaný list upozorňujúci na vzniknutý stav.

V podsystéme *Monitorovanie riečnych sedimentov* sa v pravidelnej monitorovacej sieti sledujú zmeny kvality aktívnych riečnych sedimentov. Súčasťou podsystému je aj sledovanie kvality tuhých zrážok. Od roku 2004 bola zaznamenaná najvýraznejšia kontaminácia riečnych sedimentov na toku Nitra – lokalita Nitriansky Hrádok a na toku Hrona – lokalita Kalná nad Hronom a Kamenica. Z chemických analýz snehovej pokrývky vyplýva, že výsledný efekt antropogénnych aktivít na životné prostredie vedie k dvom základným dosahom/dôsledkom – snehový roztok má kyslý charakter (pH 5,0 – 6,0) v oblasti Bratislavy, Patiniec, Ružomberka, Nitra, Vojan, Handlovej – Novák, alebo pri celkovo vysokých priemerných hodnotách celkovej mineralizácie výrazne alkalický charakter (pH okolo 8,0 – 9,0) spojený predovšetkým s výrobou cementu a spracovaním magnezitu. Sem patria lokality Pezinská Baba, Zádielska dolina a oblasť Jelšava.

V podsystéme *Objemovo nestále zeminy* boli na území Podunajskej nížiny registrované porušené objekty v 94 obciach, na území Východoslovenskej nížiny v 58 obciach. Za najčastejšiu príčinu porušenia väčšiny kontrolovaných objektov možno považovať objemové zmeny zemín v podzákladi spôsobené vníkaním dažďovej vody do základov v dôsledku jej nevhodného odvádzania zvislými odkvapmi, resp. dodatočným statickým alebo dynamickým zaťažením. K presadnutiu územia dochádza aj na miestach nad porušenými produktovodmi.

Parciálny informačný systém geologické faktory (PIS GF) je integrovaný v informačnom systéme monitoringu (ISM), ktorý združuje informačné zdroje celého Monitorovacieho

systému životného prostredia Slovenskej republiky. ISM zabezpečuje prístup k údajom prevádzkovateľov všetkých ČMS cez navzájom prepojené web servery.

PIS GF podáva komplexné informácie o meraniach v monitorovaných lokalitách Čiastkového monitorovacieho systému geologické faktory. Obsahuje databázy primárnych meraní, vygenerovaných výpočtových hodnôt a agregovaných dát potrebných na zhodnotenie aktuálneho stavu geologických faktorov životného prostredia. PIS GF je aj nástrojom na zobrazovanie výsledného hodnotenia monitorovaných procesov. Dostupnosť výsledkov monitorovania je zabezpečená sprístupnením informácií pomocou internetových technológií vo forme tabuliek, grafov, mapových výstupov a textových správ na vlastnej internetovej stránke (<http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>), ktorá je prepojená na internetové stránky ŠGÚDŠ ([www.geology.sk](http://www.geology.sk)), a na informačnom portáli rezortu MŽP SR ([www.enviroportal.sk](http://www.enviroportal.sk)).

V roku 2011 sa PIS GF prispôbil zmenenému stavu siete monitorovaných lokalít. Medzi vybrané monitorované lokality podsystému 01 (Zosuvy a iné svahové deformácie) bolo zaradených 16 zosuvných lokalít, ktoré po povodňovej situácii v roku 2010 ohrozovali životy a majetok ľudí a bol na nich vykonaný orientačný inžinierskogeologický prieskum, a zosuv Handlová – Žiarska ul.. Pre tento podsystém bolo inovované aj užívateľské softvérové prostredie. Do PIS GF boli zavedené nové procesy hodnotenia trendov stavu životného prostredia založené na analýze výsledkov ročného cyklu monitorovania a dlhodobých trendov vývoja monitorovaného geologického faktora.

V roku 2011 bolo vykonané komplexné hodnotenie výsledkov monitorovania za obdobie 2002 – 2009, ktoré iniciovalo návrhy na optimalizáciu siete lokalít a monitorovaných ukazovateľov, ako aj nové prístupy k hodnoteniu údajov. Výsledky komplexného hodnotenia sú spracované v záverečnej správe (Klukanová et al., 2011). Pre verejnosť sú tieto výsledky prístupné v ŠGÚDŠ v archíve Geofondu a na internete.

## Záver

Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia sa počas dvoch dekád stal neoddeliteľnou súčasťou monitoringu životného prostredia Slovenskej republiky. Výber podsystémov je účelovo zameraný na tie geologické faktory (geohazardy) a na takú formu výstupov, ktoré poskytujú relevantnú informáciu pri riešení problémov ochrany životného prostredia a optimalizácie využívania geopotenciálov krajiny. Samozrejme, úloha zohľadňuje aktuálny stav lokalít a ich socio-ekonomický význam, čo sa prejavilo aj v optimalizácii a zlučovaní niektorých podsystémov. Ťažisko monitoringu sa pri obzvlášť významných lokalitách presúva do systémov včasného varovania. Pomerne dlhý čas monitorovania vybraných lokalít umožňuje identifikovať aj také zmeny geologického prostredia, ktoré predstavujú reálnu hrozbu pre obyvateľstvo a infraštruktúru. V uvedených prípadoch sú okamžite informované orgány štátnej správy, obce

a ďalšie zodpovedné inštitúcie, spravidla aj s návrhom primeraných preventívnych alebo sanačných opatrení.

V ďalších príspevkoch v tejto publikácii má čitateľ možnosť detailnejšie sa oboznámiť s metódami a výsledkami monitoringu geologických faktorov v rámci jednotlivých podsystémov.

## References

- DANIEL, J. & JANČURA, M., 2009: Prípad Nová štôlna – periodické výrony banských vôd z opustenej bane. *Montanrevue*, 2, 18 – 19.
- IGLÁROVÁ, L., WAGNER, P. & BARTOŠ, P., 2005: Metódy monitoringu stabilného stavu skalného zárezu na príklade lokality Demjata. *Miner. Slov.*, 37, 413 – 415.
- KLUKANOVÁ, A., 2002: Čiastkový monitorovací systém Geologické faktory ako súčasť monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. *Geol. Práce, Spr.*, 106, 9 – 14.
- KLUKANOVÁ, A., IGLÁROVÁ, L., WAGNER, P., HRAŠNA, M., CIPCIAR, A., FRANKOVSKÁ, J., MIKITA, S., BAJTOŠ, P., SMOLÁROVÁ, H., GLUCH, A., VLČKO, J., BODÍŠ, D., ONDRÁŠIK, M., ONDREJKA, P., LIŠČÁK, P., PAUDITŠ, P., PETRO, L., DANANAJ, I., HAGARA, R., MOCZO, P., LABÁK, P., KRISTEKOVÁ, M., FERIANC, D., VANKO, J., KOVÁČIKOVÁ, M., ZÁHOROVÁ, L., MATYS, M., GAJDOŠ, V., MASAROVIČOVÁ, M., SLÁVIK, I., VYBÍRAL, V., RAPANT, S., GREIF, V., BRČEK, M., KORDÍK, J. & SLANINKA, I., 2011: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory. Správa za obdobie 2002 – 2009. Čiastková záverečná správa. *MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava*.
- ONDREJKA, P. & WAGNER, P., 2008: Analýza vývoja stabilného stavu zosuvného územia. In: Frankovská, J., Liščák, P. & Ondrášik, M. (eds.): *Geológia a životné prostredie. Zbor. vedeckých prác zo 6. slovenskej konferencie s medzinárodnou účasťou. Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava*, 132 – 137.
- PETRO, L., WAGNER, P. & POLAŠČINOVÁ, E., 2001: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In: Klukanová, A. & Wagner, P. (eds.): *Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 2. konferencie. SGÚDŠ, Vyd. D. Štúra, Bratislava*, 131 – 135.
- PETRO, L., KOŠŤÁK, B., STEMBERK, P. & VLČKO, J., 2011: Geodynamic reactions to recent tectonic events observed on selected sites monitored in Slovakia. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 8, 4, 164, 453 – 467.
- PETRO, L., VLČKO, J., ONDRÁŠIK, R. & POLAŠČINOVÁ, E., 2004: Recent tectonics and slope failures in the Western Carpathians. *Engng Geol. (Amsterdam)*, 74, 1 – 2, 103 – 112.
- PETRO, L., BRČEK, M., VLČKO, J., ŠIMKOVÁ, I., BALÍK, D. & ŽILKA, A., 2012: Výsledky monitorovania stability vybraných historických objektov na území SR. *Miner. Slov.*, 44, 4, 403 – 422.
- VRANA, K., KÚŠIKOVÁ, S., PUCHNEROVÁ, M., LANČ, J., NAŠTICKÝ, J., VOJTAŠKO, I., ŽÁK, D. & PIVOVARČI, M., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. *Manuskript. Archív Geofond, Bratislava*.
- WAGNER, P., IGLÁROVÁ, L., PETRO, L. & SCHERER, S., 2002: Monitorovanie zosuvov a iných svahových deformácií. *Geol. Práce, Spr.*, 106, 21 – 42.
- WAGNER, P., ONDREJKA, P. & BJEL, D., 2006: Systémy včasného varovania na zosuvných územiach. In: Wagner, P., Klukanová, A. & Frankovská, J. (eds.): *Geológia a životné prostredie. Zbor. abstraktov z V. konferencie. Bratislava*, 14 s.
- WAGNER, P., ONDREJKA, P., IGLÁROVÁ, L. & FRAŠTIA, M., 2010: Aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov. *Miner. Slov.*, 42, 2, 229 – 240.

Rukopis doručený 30. 1. 2013

Revidovaná verzia doručená 8. 2. 2013

Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

## Partial Monitoring System of Geological Factors and Its Responses to the Public Needs

The creation of the monitoring system of the environment is based on a relatively large number of agreements, treaties and international requirements, first of all those facilitating their harmonisation with the "Acquis" of the Slovak Republic within the European Union. We perceive the monitoring system and information system as the tools of the utmost importance to secure the protection and creation of the SR environment. At the same time the monitoring system provides the groundwork for decisions-making on recent activities and perspectives in the sphere of environment. The monitoring of the environment is a systematic temporal and spatial observation of well-defined characteristics of the environmental compounds or the impacts of geological processes affecting them.

The selection of the environmental compounds within the individual countries depends, naturally, on specific conditions of each country (climatic, hydrologic, geological, etc.). Slovakia is typical of quite dissected morphology and variegated geological setting and the most serious geological hazards are mass movements, seismicity and neotectonics, collapsibility of loess, but also human-

-induced hazards, e.g. undermining with subsidence as a consequence.

The Partial Monitoring System of Geological Factors is derived from the overall Concept of the Monitoring System of the Environment of the Slovak Republic Territory, which comprises 10 autonomous systems. However, some of these systems are mutually interlinked and for the assessment of geological factors monitoring vital are data from the systems Climate, Meteorology, Water, Wastes, and Radioactivity.

Almost 20 years of the monitoring has already provided immense series of well-justified data, which allow us to identify the outliers in the values of observed characteristics. In several cases these excesses led to informing the respective bodies of state administration, self-governments and other relevant institutions about impending danger of, for instance, landslides, onrushes of water from abandoned mining works, aggravation of potable groundwater quality, etc. Moreover, in some landslides sites, the early warning systems have been developed (Velká Čausa and Okoličné; Wagner et al., 2006).

The monitoring data and their interpretation are yearly submitted to the Section of Geology and Natural Resources of the Ministry of Environment in the form of annual reports, which are regularly opposed and after their approval published on the project website <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>. The website is linked with the State Geological Institute of Dionýz Štúr website [www.geology.sk](http://www.geology.sk) and the Slovak Environmental Agency [www.sazp.sk](http://www.sazp.sk).

This monothematic publication presents in detail the methodology and the results of the individual subsystems

of the Partial Monitoring System of Geological Factors. Of course the monitoring of the observed factors is carried out at various levels. Some subsystems have reached a level of one-step measurement, with inventories of the factors studied, for instance inventory of tailings. However most of the subsystems have already developed a series of measured results, retrieved with various frequency – landslides and other slope failures, seismicity, radon emanation, snow pack quality, alluvial sediments quality and the others.