salpe, odkud OPPEL (1863) původně popsal charakteristickou dogerskou faunu. Nové nálezy poskytly tyto druhy:

„Terebratula" fylgia OPP., *Karadagithyris gerda* (OPP.), *Linguithyris curviconcha* (OPP.), *Linguithyris* cf. *redii* (DI-STEF.), *Apringia atla* (OPP.), *Septocrurella* (?) *defluxa* (OPP.), *Septocrurella* (?) cf. *micula* (OPP.), „*Rhynchonella*" aff. *etalloni* (OPP.), *Capillirhynchia brentoniaca* (OPP.), *Striirhynchia berchta* (OPP.), *Striirhynchia subechinata* (OPP.).

Pokračovaly také terénní výzkumy v j. části pohoří Totes Gebirge s. od Bad Mitterndorfu, vedené G. W. Mandlem z ústavu Geologische Bundesanstalt ve Vídni. Byla vysbírána řada nových fosiliferních lokalit hierlatzského vápence (sinemur) s převažujícím podílem brachiopodové fauny, a to v oblasti mezi vrcholy Flodring (1385 m) a Zwicker (1353 m), a dále sz. od samoty Plankeraualm. K běžnějším nálezům patří druhy rodů *Prionorhynchia, Cuneirhynchia, Cirpa, Liospiriferina* a *Zeilleria* ex gr. *mutabilis* (OPP.). K ojedinělým výskytům fauny středního liasu (pliensbachu ?) patří lokalita v tmavočervených mikritech s ojedinělými krinoidy na jz. svahu komplexu Flodringu. Z brachiopodů tam bylo zjištěno společenstvo obsahující vůdčí druhy *Securithyris adnethensis* (SUESS) a velmi vzácný *Viallithyris gozzanensis* (PAR.), z dalších pak *Apringia paolii* (CAN.), *Prionorhynchia flabellum* (MENEGH. in GEMM.), *Linguithyris aspasia* (ZITT.), *Bakonyithyris apenninica* (ZITT.) a *Bakonyithyris ovimontana* (BÖSE). K nečekaných nálezům patřilo i zjištění poněkud tektonicky postiženého svrchního triasu (nór–rét) ve vývoji šedých zrnitých vápenců s početnými lamelibranchiáty, a to v zářezu nové lesní cesty na z. svahu Zwickeru. Svrchnotriasové stáří lokality potvrdily i vzácné nálezy brachiopodů *Rhaetina gregaria* (SUESS) a *Fissirhynchia fissicostata* (SUESS).

Práce probíhaly v rámci Vědeckého záměru Geologického ústavu AVČR AVOZ 30130516. Výzkumy v pohoří Totes Gebirge byly finančně podporovány GBA Vídeň.

Literatura

GEYER, G. (1894): Eine neue Fundstelle von Hierlatz-Fossilien auf dem Dachsteingebirge. – Verh. Geol. Reichsanst., 5, 156–162. Wien.

KRYSTYN, L. (1971): Stratigraphie, Fauna und Fazies der Klaus-Schichten (Aalenium-Oxford) in den Östlichen Nordalpen. – Verh. Geol. B.-A. , 3, 486–509. Wien.

OPPEL, A. (1861): Über die Brachiopoden des untern Lias. – Z. Dtsch. geol. Gesell., 13, 529–550. Berlin.

OPPEL, A. (1863): Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen. – Z. Dtsch. geol. Gesell., 15, 188–216. Berlin.

SIBLÍK, M. (2002): Další informace o brachiopodové fauně mezozoika Severních vápencových Alp. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2001, 104–105. Praha.

SIBLÍK, M. (2004): Nové výsledky studia brachiopodové fauny triasu a jury Severních vápencových Alp. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2003, 146–147. Praha.

SIBLÍK, M. (2005): Brachiopoda triasu a jury Severních vápencových Alp: nové výsledky. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2005, 156–157. Praha.

SIMONY, F. (1850): Bericht über die Arbeiten der Sektion V. – Jb. Geol. Reichsanst., 1 (4), 651–657. Wien.

AKTUÁLNE PROBLÉMY MONITOROVANIA SVAHOVÝCH DEFORMÁCIÍ NA SLOVENSKU

Actual problems of the slope deformations monitoring in Slovakia

PETER WAGNER – PETER ONDREJKA – ALENA KLUKANOVÁ

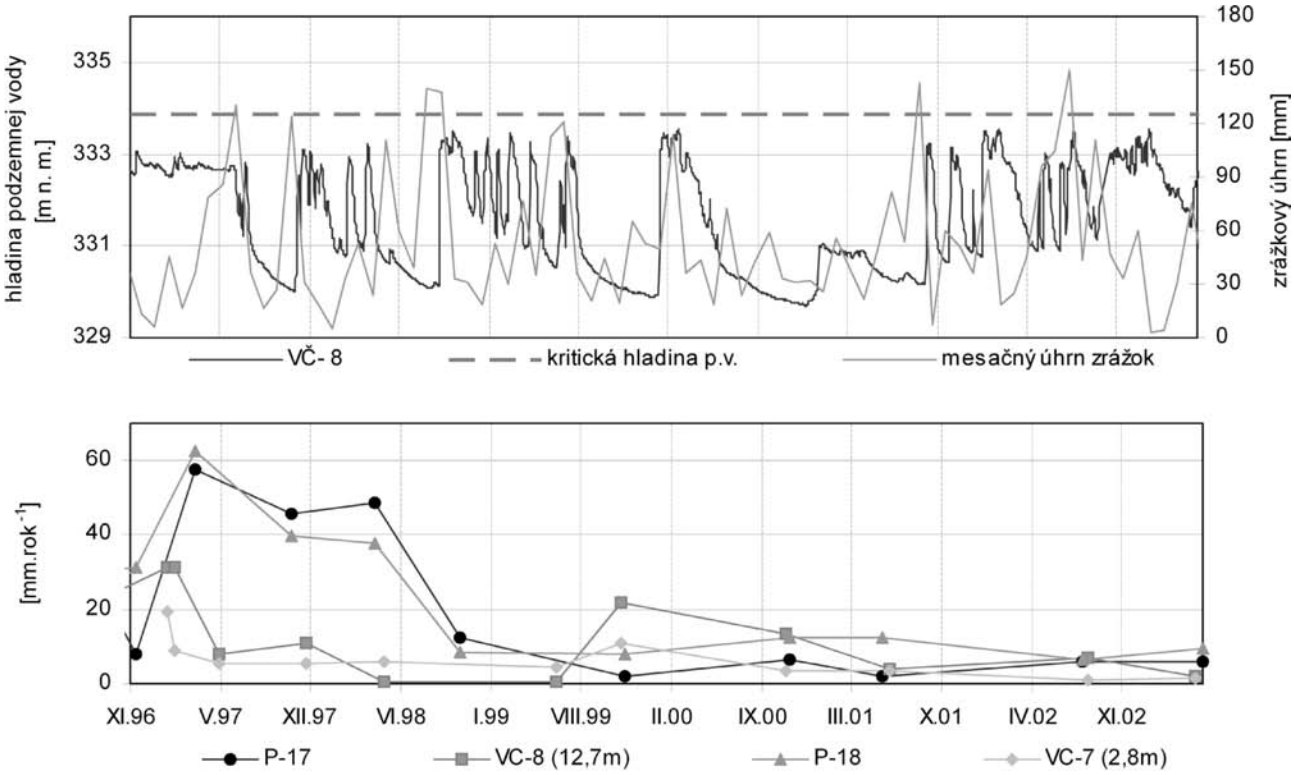
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovenská republika; wagner@gssr.sk

Key words: Slovakia, monitoring, slope deformations

Abstract: Systematic monitoring of slope deformations is a part of geological hazard monitoring in Slovakia. The project (under way since 1993) is funded by The Ministry of the Environment of the Slovak Republic and is carried out by the State Geological Institute of Dionýz Štúr. Principal tasks of the methodology of monitoring with accent to actual problems are analyzed. Finally, the ways of future development of monitoring (including installation of the early warning systems on the important landslides) are described.

Příspěvek byl prezentován na odborném semináři České geologické služby a Ústavu struktury a mechaniky hornin Akademie věd České republiky „Svahové deformace a pseudokras" 10.–13. 5. 2006 v Ostravici.

Úlohu Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory rieši Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) na základe objednávky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) od roku 1993. Monitorovanie sa zameriava na hodnotenie tých geologických faktorov, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú celkovú kvalitu životného prostredia. Pôvodne sa riešenie sústredilo na 13 typov vybraných geologických faktorov, ktoré sa hodnotili v rámci samostatných subsystémov; v súčasnosti (od roku 2006) po prehodnotení čiastkových výsledkov a v snahe súborne zaznamenávať vzájomne súvisiace pôsobenie niektorých faktorov došlo k redukcii počtu subsystémov na 9. Ide o subsystémy: 01- Zosuvy a iné svahové deformácie, 02 – Tektonická a seizmická aktivita územia, 03 – Antropogénne sedimenty charakteru starých environmentálnych záťaží, 04 – Vplyv ťažby na životné prostredie, 05 – Objemová aktivita radónu v geologickom prostredí, 06 – Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi, 07 – Riečne sedimenty, 08 – Objemovo nestále zeminy a 09 – Erózne procesy.



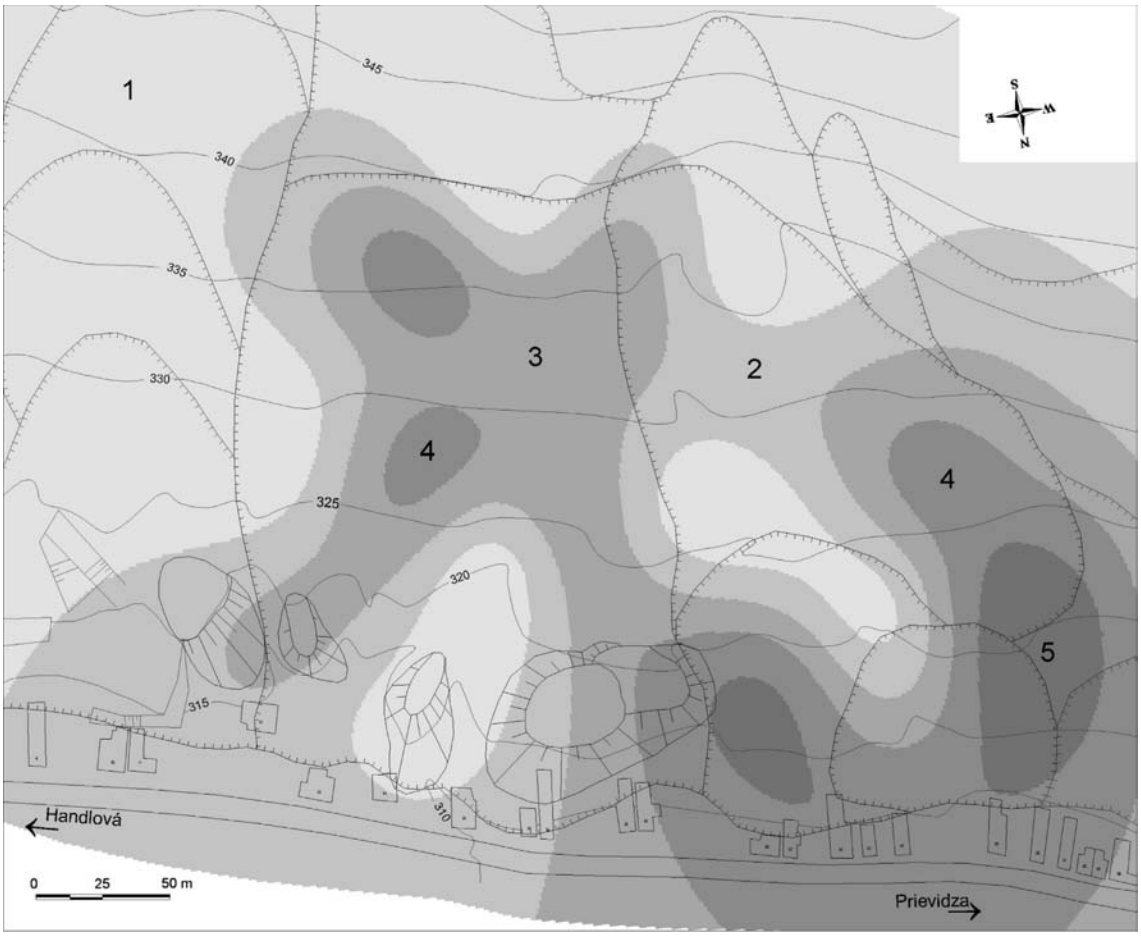
Obr. 1. Časový priebeh zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, pohybov geodetických bodov a deformácií zaznamenaných presnou inklinometriou vo vybraných objektoch monitorovacej siete na zosuvnom území v intraviláne obce Veľká Čausa. P – geodetické body, VC – inklinometrické vrty (číslo označuje hĺbku najvýraznejšieho pohybu). Bod P-17 je od vrtu VČ-8 vzdialený 10 m, bod P-18 od vrtu VČ-7 35 m. Kritická hladina podzemnej vody bola odvodená na základe výsledkov stabilitných výpočtov (spracoval P. Ondrejka).

Vzhľadom na to, že informácie o štruktúre monitoringu geologických faktorov i o dosiahnutých dielčich výsledkoch sú zhrnuté vo viacerých publikáciách (KLUKANOVÁ – LIŠČÁK 1998, KLUKANOVÁ 2002, a v rade ďalších), sústreďujeme sa v príspevku iba na metódy a metodiku riešenia 1. subsystému (Zosuvy a iné svahové deformácie) s dôrazom na aktuálnu problematiku a metodické inovácie riešení.

Metodika riešenia úlohy pozostáva zo štyroch základných etáp (WAGNER et al. 1996): 1. Výber reprezentatívnych lokalít pre monitorovanie, 2. Vytvorenie systému monitorovania (metódy, frekvencia), 3. Spôsoby spracovania a prezentácie výsledkov a 4. Regionálna aplikácia výsledkov. Ide o etapy, ktoré sa definovali v úvode riešenia úlohy a s postupom získavania nových informácií sa ich náplň spresňovala. K súčasnému stavu riešenia možno uviesť nasledujúce aktuálne poznámky:

Základný výber lokalít pre monitorovanie sa riadil zásadou, aby do hodnoteného súboru boli vybraté lokality, nachádzajúce sa v základných inžinierskogeologických regiónoch Západných Karpát a aby typologicky boli v súbore zastúpené základné typy svahových pohybov (zosúvanie, plazenie, príznaky rútenia). Ďalším, nemenej dôležitým bolo kritérium celospoločenskej dôležitosti vybraných lokalít – do súboru boli zaraďované zosuvné územia, bezprostredne ohrozujúce významné objekty technosféry. Vzhľadom na premenlivosť vývoja svahových porúch – t.j. stabilizácia starších javov a vznik, resp. aktivizácia nových – tvorí súbor pozorovaných lokalít dynamický systém, v ktorom, v závislosti od celospoločenských požiadaviek, sa frekvencia monitorovania niektorých stabilizovaných svahových pohybov postupne znižuje a do súboru sa zaraďujú nové, aktuálne svahové poruchy. V súčasnosti sa v súbore nachádza 22 pozorovaných lokalít svahových pohybov.

V rámci vytvorenia systému monitorovania sa pri odvodení metód monitorovacích meraní vychádzalo predovšetkým z typu pozorovaného svahového pohybu (WAGNER et al. 2000). Pohyby charakteru plazenia sa už dlhodobo zaznamenávajú dilatometrom TM-71. Príznaky pohybov charakteru rútenia, resp. zaznamenávanie zmien konfigurácie skalných stien sa vykonáva viacerými metódami – 2 typmi dilatometrov a metódami analytickej fotogrametrie (metóda stereofotogrametrická a metóda časovej základnice). V súčasnosti (od roku 2004) sa začali aplikovať metódy digitálnej fotogrametrie, ktoré majú viacero výhod, či už z hľadiska vlastného snímkovania, ako aj z hľadiska možností spracovania a dosiahnutej presnosti merania (IGLÁROVÁ et al. 2005). Najväčší súbor metód sa používa pri monitorovaní zosuvov – ide o merania pohybu zosuvných hmôt na povrchu územia geodetickými metódami, merania pohybu v hĺbke masívu metódami presnej inklinometrie, merania napätostného stavu povrchu zosuvného územia metódou reziduálnych povrchových napätí a merania napätostného stavu v hĺbke masívu geofyzikálnou metódou pulzných elektromagnetických emisií. Z hľadiska pohotovosti monitorovania sa najväčšia pozornosť venuje hlavnému zosuvotvornému faktoru – podzemnej vode (ide o režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny



Obr. 2. Ukážka komplexného hodnotenia pohybovej aktivity zosuvu (zosuvné územie Veľká Čausa, obdobie medzi IX. 2002 a VI. 2003). 1 – stabilné časti zosuvného územia, 2 – náznaky aktivity, 3 – mierna pohybová akivita, 4 – aktívne časti územia, 5 – výrazné prejavy pohybovej aktivity (spracovali P. Wagner a P. Pauditš).

podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení). Práve v spôsoboch merania týchto parametrov došlo v poslednom období k významnému zdokonaleniu metodiky meraní – od ručných pozorovaní hĺbky hladiny, vykonávaných pozorovateľmi na jednotlivých lokalitách, cez umiestnenie automatických hladinomerov, zaznamenávajúcich zmeny hĺbky a teploty podzemnej vody v nastavených intervaloch (zvyčajne každú hodinu) s možnosťou odobratia súboru dát priamo do laptopu až po automatické hladinomery, spojené on-line s centrálou monitoringu a nastaviteľné na určité kritické úrovne hladiny podzemnej vody, po prekročení ktorých dôjde k odoslaniu varovného signálu na vybrané telefónne čísla. Čo sa týka frekvencie meraní, v princípe sa dodržuje zásada, že náročnejšie prístroje a väčšia frekvencia meraní sa aplikujú úmerne s celospoločenským významom pozorovanej lokality.

V rámci spôsobov spracovania a prezentácie výsledkov monitorovania sa tradične používajú grafy zmien pozorovaného parametra v čase. Tento spôsob vyjadrenia výsledkov monitorovania je najnázornejší pri spracovaní meraní, vykonávaných s hustou frekvenciou. Informačná hodnota časového priebehu sa podstatne zvyšuje pri súčasnom znázornení viacerých pozorovaných parametrov, čo môže vyústiť do odvodenia vzájomných vzťahov medzi nimi. Príklad spoločného znázornenia viacerých typov pozorovaní je na obr. 1. Žiaľ, frekvencia geodetických a inklinometrických meraní v súčasnosti značne zaostáva za hustotou získavania údajov o zmenách hĺbky hladiny podzemnej vody. Z ďalších metód znázornenia výsledkov monitorovania sa používa vyjadrenie zmien pozorovaného parametra v mapách a rezoch. Najčastejšie ide o znázornenie vektorov premiestnenia geodetických bodov v topografických (alebo geologických) mapách. Konečne, najnázornejším a jednoducho zrozumiteľným je komplexné vyjadrenie výsledkov monitorovacích meraní v rajónovej mape pohybovej aktivity zosuvného územia za určité časové obdobie. Pri takomto grafickom výstupe sa vychádza zo semikvantitatívneho hodnotenia jednotlivých pozorovaných parametrov, zostaveného do jednoduchej (zvyčajne trojstupňovej alebo päťstupňovej škály). Výsledky meraní v hodnotenom období sa podľa tejto škály oklasifikujú, pričom hodnoteniam možno, v závislosti od dôležitosti merania priradiť aj určité váhy. Výsledkom je množina čísel (predstavujúcich stupne hodnotenia parametra v mieste jeho merania) na mape, z ktorých sa štatistickými metódami interpolácie odvodia oblasti s rovnakým stupňom aktivity (Jadroň et al. 1998, Wagner – Pauditš 2002). I keď je postup hodnotenia z mnohých aspektov veľmi zjednodušený, výsledná mapa dáva komplexnú predstavu o miestach rôznej aktivity zosuvného pohybu v hodnotenom období. Porovnanie takto

zostavených máp z rôznych časových období umožňuje analyzovať časový vývoj pohybovej aktivity zosuvného územia. Príklad výslednej komplexnej mapy pohybovej aktivity zosuvného územia Veľká Čausa v období september 2002 až jún 2003 je na obr. 2. Pri hodnotení sa do úvahy brali iba výsledky meraní pohybu a napätostného stavu zosuvných más.

Regionálna aplikácia výsledkov monitorovania sa skúšobne realizovala pri zostavovaní máp náchylnosti územia na svahové pohyby. Detailné výsledky monitorovania konkrétneho územia pri takomto prístupe predstavujú bázu pre prognózovanie stavu území, nachádzajúcich sa v rovnakom rajóne náchylnosti na svahové pohyby. Príkladom takejto mapy je Mapa náchylnosti územia Handlovskej kotliny na svahové pohyby (PAUDITŠ – BEDNARIK 2002), v ktorej sa zužitkovali informácie z viacerých monitorovaných lokalít.

Možno konštatovať, že v súčasnom období v snahe zvýšiť pohotovosť monitorovania dochádza k tvorbe nadstavby k opísanej základnej metodike. Ide o realizáciu systémov včasného varovania, ktoré pohotovo, na báze on-line spojenia informujú zodpovedné orgány o nepriaznivom stave pozorovaného parametra, ktorý môže spôsobiť aktivizáciu svahového pohybu. Základným prvkom takýchto systémov sú už spomínané automatické hladinomery so zabudovaným systémom včasného varovania. Ich pokusnú prevádzku sme iniciovali na najdôležitejších pozorovaných lokalitách (zosuvné územia Veľká Čausa a Okoličné) na jeseň roku 2005. Inštalácia a prevádzkovanie varovných systémov predstavuje samostatný okruh problémov, ktoré si vyžadujú hlbšiu analýzu (WAGNER et al. 2006). Z inžinierskogeologického hľadiska najdôležitejšou otázkou je správne nastavenie kritických hodnôt pozorovaných parametrov (v súčasnosti ide iba o kritickú hĺbku hladiny podzemnej vody), ktoré vychádza zo zhodnotenia výsledkov dlhodobého monitoringu. Domnievame sa, že napriek technickej náročnosti zariadení s varovnou signalizáciou ako aj problémom s ich správnym nastavením a prevádzkovaním ide o najaktuálnejší trend vo vývoji monitorovania svahových pohybov, ktorý predstavuje celospoločensky požadovanú nadstavbu základných monitorovacích pozorovaní.

Literatúra

IGLÁROVÁ, Ľ. – WAGNER, P. – BARTOŠ, P. (2005): Metódy monitoringu stabilitného stavu skalného zárezu na príklade lokality Demjata. – Mineral. slov., 3/37, 413–415.

JADROŇ, D. – WAGNER, P. – PAUDITŠ, P. – VYBÍRAL, V. (1998): Evaluation of slope movement activity based on the results of monitoring. In: MOORE, D. P. – HUNGR, O. (Eds): Proceed. of the 8th Int. Congress IAEG, Vancouver. – A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1653–1659.

KLUKANOVÁ, A. (2002): Čiastkový monitorovací systém Geologické faktory ako súčasť monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. – Geol. Práce, Správy, 106. 9–14.

KLUKANOVÁ, A. – LIŠČÁK, P. (1998): Monitoring of geological hazards of the Slovak Republic. In: MOORE, D. P. – HUNGR, O. (Eds): Proceed. of the 8th Int. Congress IAEG, Vancouver. – A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1113–1120.

PAUDITŠ, P. – BEDNARIK, M. (2002): Using GIS in evaluation of landslide susceptibility in Handlovská kotlina basin. In: RYBÁŘ, J. – STEMBERK, J. – WAGNER, P. (Eds): Landslides-Proceedings of the 1st European Conference on Landslides, Prague, Czech Republic, June 24–26, 2002. – Swets & Zeitlinger, 437–441. Lisse.

WAGNER, P. – IGLÁROVÁ, Ľ. – PETRO, Ľ. (2000): Methodology and some results of slope movement monitoring in Slovakia. – Mineral. slov., 32, 359–367.

WAGNER, P. – KRIPPEL, M. – JELÍNEK, R. (1996): Monitorovanie svahových pohybov na vybraných lokalitách Slovenska. In: WAGNER, P. (Ed.): Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. Nitrianske Rudno, 2.–4. októbra 1996. – Vyd. IRIS, Bratislava, 146–154.

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, 5, Bratislava, 14. –15. júna 2006. – Vyd. Št. geol. úst. D. Štúra, Bratislava, s. 14, CD-ROM, 13 s.

WAGNER, P. – PAUDITŠ, P. (2002): Complete evaluation of landslide activity. – Geol. carpath., 53, Spec. issue. Proc. of the XVII. Congress of CBGA, Bratislava. CD-ROM, 6 s.