

Aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov

P. Wagner, P. Ondrejka, L. Iglárová

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, peter.wagner@geology.sk

Svahové pohyby patria popri zemetraseniach a povodniach k najobávanejším prírodným javom, ktoré negatívne ovplyvňujú vývoj ľudskej spoločnosti a nezriedka priamo ohrozujú životné prostredie človeka, jeho majetok a v extrémnych prípadoch i život. Po viacerých negatívnych skúsenostiach so svahovými pohybmi (ktorých nepriaznivý dosah sa do povedomia verejnosti dostal hlavne po katastrofálnom handlovskom zosuve z roku 1960, patriacom medzi najrozsiahljšie prírodné katastrofy, zaznamenané na našom území) si odborníci, štátne orgány i široká verejnosť uvedomili, že i v prostredí Západných Karpát môže dôjsť k rozsiahlym gravitačným pohybom či už pri extrémnych klimatických podmienkach alebo v dôsledku širokej škály ľudských zásahov do horninového prostredia. Bohaté skúsenosti zo zahraničnej i domácej praxe však poukazujú na to, že stabilizácia vzniknutých alebo aktivovaných svahových pohybov, ako aj odstránenie ich dôsledkov je technicky i ekonomicky podstatne náročnejšie, než prevencia, vychádzajúca z poznania vývoja stabilného stavu svahov a zo znalosti príčin jeho zmien. Získanie takýchto informácií možno zabezpečiť len dlhodobým monitorovaním rôznych prejavov svahových pohybov alebo stavu tých činiteľov, ktoré stabilný stav svahov najviac ovplyvňujú.

Význam monitorovania svahových pohybov vzrástol s realizáciou náročných technických diel, ktorých výstavba nestabilitu svahov spôsobuje a súčasne sú potenciálnou nestabilitou trvalo ohrozené (ide predovšetkým o hydrotechnické diela a dopravné stavby). Po viacerých skúsenostiach preukazujúcich význam a dôležitosť monitorovania stabilného stavu svahov prevláda v súčasnosti snaha vybudovať monitorovaciu sieť ako súčasť každej väčšej stavby, ktorej výstavba i prevádzka môže byť ohrozená svahovými pohybmi.

Okrem spomínaných, účelovo zameraných monitorovacích aktivít vykonáva celoplošné monitorova-

nie zosuvov a iných svahových deformácií ŠGÚDŠ v rámci riešenia úlohy „Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia SR“, ktorej objednávateľom je MŽP SR. Počas riešenia sa od roku 1993 monitoruje viacero reprezentatívnych lokalít rôznych typov svahových pohybov, ktoré sa nachádzajú na celom území Slovenska. Súbor monitorovaných lokalít nie je však nemenný a upravuje sa podľa celospoločenských potrieb – významné lokality novovzniknutých svahových pohybov sa do súboru dopĺňujú a na lokalitách, ktorých dôležitosť poklesla, sa frekvencia monitorovacích meraní znižuje (Klukanová, 2002)

Spôsoby monitorovania vychádzajú z dlhodobých tradícií a sú odlišné pre rôzne typy svahových pohybov. V rámci pohybov typu zosúvania sa pozornosť prednostne sústreďuje na zaznamenávanie vlastného pohybu (geodetickými meraniami na povrchu územia a v hlbších horizontoch zosuvného telesa meraniami presnej inklinometrie), zmien napätostného stavu zosuvných hmôt (meraniami poľa pulzných elektromagnetických emisií v hĺbke masívu) a na sledovanie zmien hlavného zosuvotvorného činiteľa – podzemnej vody (režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení). Monitorovanie pomalých svahových pohybov charakteru plazenia sa vykonáva dilatometrickými meradlami (mechanicko-optický dilatometer TM-71) a pri pozorovaní náznakov aktivácie pohybov charakteru rútenia v prostredí skalných stien sa okrem dilatometrických meraní používa široká škála fotogrametrických metód (reálnej i časovej základnice). Počet meracích metód a frekvencia meraní závisia od dôležitosti jednotlivých lokalít a od objemu prostriedkov určených na riešenie úlohy.

Aplikácia uvedených metód monitorovania na súbore lokalít z celého územia Slovenska za cca 15 rokov umožnila získať dlhé časové rady zmien pozorovaných hodnôt, analyzovať ich a hľadať medzi

jednotlivými pozorovanými ukazovateľmi vzájomné závislosti. Takáto analýza je podmienkou prechodu na vyšší stupeň monitorovania, ktorým je budovanie a prevádzkovanie systémov včasného varovania.

Pri vytváraní systémov včasného varovania pred zosuvmi sa v našich klimatických podmienkach vychádza z predstavy, že pohybová aktivita zosuvných hmôt prednostne závisí od režimu podzemnej vody vo svahu. Meranie úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích vrtoch je pomerne jednoduché a po inštalácii automatických hladinomerov (ktoré sú v rámci riešenia úlohy osadené už na 6 zosuvných lokalitách) možno získať prakticky kontinuálnu informáciu o zmenách hladiny podzemnej vody vo svahu. Ak by sa odvodila spoľahlivá závislosť medzi stavom podzemnej vody a zodpovedajúcim pohybom zosuvných hmôt, bolo by možné stanoviť kritické hladiny podzemnej vody, pri ktorých dochádza k akútnemu nebezpečenstvu aktivácie zosuvného pohybu. Spomínaná vysoká kvalita informácie o stave podzemnej vody by podmieňovala vysokú citlivosť a spoľahlivosť varovných systémov, založených na takomto princípe. Žiaľ, vykonané analýzy poukazujú i na skutočnosť, že závislosť medzi stavom hladiny podzemnej vody vo svahu a pohybovou aktivitou zosuvných hmôt nie je vždy úplne jednoznačná. Vzhľadom na to je v súčasnosti riešený jeden z najaktuálnejších problémov monitorovania zosuvov, a to spôsob získavania dostatočne spoľahlivej informácie o pohybe zosuvných hmôt. Vďaka zvýšeniu frekvencie meraní zosuvnej aktivity až na úroveň kontinuálneho záznamu sa vytvára priestor pre dokonalejšiu analýzu vzťahu podzemnej vody a zosuvnej aktivity, čo zároveň umožní odvodiť spoľahlivejšie limitné hodnoty pre budovaný systém včasného varovania.

I pri monitorovaní náznakov aktivácie pohybov charakteru rútenia sa pozornosť aktuálne sústreďuje na tvorbu systémov včasného varovania pred

pádov skalných blokov s možnosťou ohrozenia priľahlých objektov. Existujúce varovné systémy (Vlčko et al., 2006) sú založené prevažne na meraní pohybu medzi exponovanými blokmi a odvodení hodnoty, ktorej prekročenie s veľkou pravdepodobnosťou môže spôsobiť uvoľnenie bloku. Treba však zdôrazniť, že vo všeobecnosti takýto spôsob odvodenia kritických hodnôt pohybu nemá univerzálnu platnosť a zvlášť v krehkých skalných horninách môže dôjsť k náhlym deštrukciám bez akýchkoľvek indikácií. Navyše, zásadnou otázkou geologickej časti riešenia problému je vhodná lokalizácia meracích zariadení s nastavenými kritickými hodnotami pre včasné varovanie v najviac ohrozených častiach skalného odkryvu. V súvislosti s tým možno v súčasnosti za najdôležitejší problém monitorovania stability skalných stien považovať odvodenie optimálnych spôsobov celoplošného snímkovania pozorovaných odkryvov, ktoré pri opakovaných záznamoch umožní objektívne vyčleniť časti s najväčšími hodnotami zaznamenaných deformácií. Perspektívnou je z tohto hľadiska predovšetkým metóda terestrického laserového skenovania hodnotenej skalnej steny (Fraštia, 2009).

V záverečnom zhrnutí možno konštatovať, že azda najaktuálnejším problémom monitorovania svahových pohybov v súčasnosti je odvodenie optimálnych postupov pre objektívnu a spoľahlivú činnosť systémov včasného varovania. V prípade zosuvov ide predovšetkým o spôsob dostatočného a objektívneho získania informácií o pohybe zosuvných hmôt. V prípade monitorovania náznakov aktivácie pohybov charakteru rútenia sa pozornosť zameriava prednostne na odvodenie optimálnych spôsobov vyčlenenia najviac ohrozených častí pozorovanej skalnej steny. Pohyby charakteru plazenia sú pomalé a doterajší spôsob ich monitorovania je i v budúcnosti postačujúci.

Literatúra:

- Fraštia, M., 2009: Produkcia modelov horninových masívov s rozlíšením a presnosťou vyššími ako 1 cm. In: Geotechnický monitoring. Zb. 9. medzinárodnej geotechnickej konferencie. STU Bratislava, s. 263-268
- Klukanová, A., 2002: Čiastkový monitorovací systém Geologické faktory ako súčasť monitorovacieho systému životného prostredia SR. Geol. práce, Správy 106, s. 9-14
- Vlčko, J., Greif, V., Henčelová, L., 2006: Inžinierskogeologické posúdenie stability hradného brala NKP Devín. In: Geológia a životné prostredie 5, ŠGÚDŠ, Bratislava, s. 15