

Atlas zosuvov

Geologická stavba Slovenska vytvára vhodné podmienky na vznik a rozvoj svahových pohybov. Potvrďuje to vysoký počet zaznamenaných svahových deformácií (ďalej SD) na svahoch našich pohorí a kotlín, ktoré mali neraz katastrofálne následky. Poznanie ich rozšírenia, zákonitosti vzniku a vývoja umožňuje predchádzať mnohým rizikám pri využívaní postihnutých území, resp. toto využívanie racionalizovať.

S cieľom súborne spracovať všetky doterajšie registrácie svahových deformácií a ich výskumy v digitálnej forme systémom GIS, bola v období 1997 – 2006 riešená geologická úloha Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky s názvom: **Atlas máp stability svahov SR v mierke 1:50 000**. Na jej riešení sa okrem pracovníkov INGEO - ighp, spol. s r. o., Žilina (zhotoviteľ geologických prác) podieľali aj odborníci z Katedry geotechniky SvF STU Bratislava, ŠGÚDŠ Bratislava, Geokonzultu Košice a PRIF UK Bratislava. Zodpovednými riešiteľkami geologickej úlohy boli RNDr. Júlia Šimeková a Ing. Tamara Martinčeková.

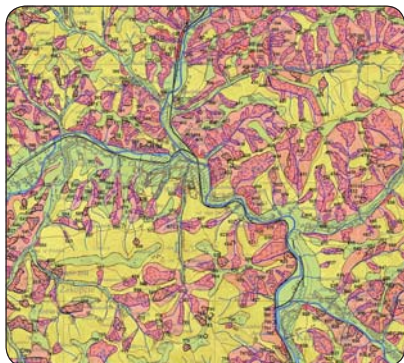
Metodika riešenia geologickej úlohy

Pri riešení uvedenej geologickej úlohy sa vychádzalo predovšetkým zo štúdia všetkých archívnych materiálov zaoberajúcich sa problematikou SD. Terénne práce sa vykonávali len za účelom: zosúladenia hodnotenia porušených území; mnohé SD boli spracované rôznymi pracoviskami na úrovni, ktorá bola ovplyvnená úrovňou skúseností, ako aj vývojom poznatkov o SD u nás; overenia nedostačujúcich, resp. sporných údajov o SD, prebratých z archívnych materiálov; a rekognoskácie v nepreskúmanom území na zistenie nebezpečných SD, najmä tých, ktoré už v súčasnosti ohrozujú inžinierske diela.

Výstupy z riešenia geologickej úlohy

Rajónové mapy stability svahov

Atlas máp stability svahov SR bol zostavený pre celé územie Slovenska a pozostáva zo 132 listov rajónových máp stability svahov mierky 1: 50 000 (obr. 1). Každá svahová deformácia je v mape označená číslom, obrysom, resp. bodovou značkou (SD menších rozmerov). Predpokladaná aktivita SD je vyjadrená farebne. Typ SD v zmysle zjednodušenej klasifikácie Nemčoka, Pašeka, Rybára (1976) je znázornený šrafovo uvnútri SD. Náchylnosť územia na vznik svahových pohybov je vyjadrená v týchto mapách v rámci troch rajónov (obr. 1): (a) rajón nestabilných území (červené plochy); (b) rajón potenciálne nestabilných území (žlté plochy); (c) rajón stabilných území (zelené plochy).



Obr. 1: Výsek z 1. listu (26 - 32 - Čadca) rajónových máp stability svahov

Súčasťou každého mapového listu stability svahov sú „doplnkové mapky“, ktoré prehľadne (v zmenšenej mierke) zobrazujú: rozmiestnenie registrovaných SD na liste; regionálne inžinierskogeologické členenie územia listu; geomorfologické členenie územia listu; regionálnu inžinierskogeologickú preskúmanosť na liste.

Záznamový list svahovej deformácie

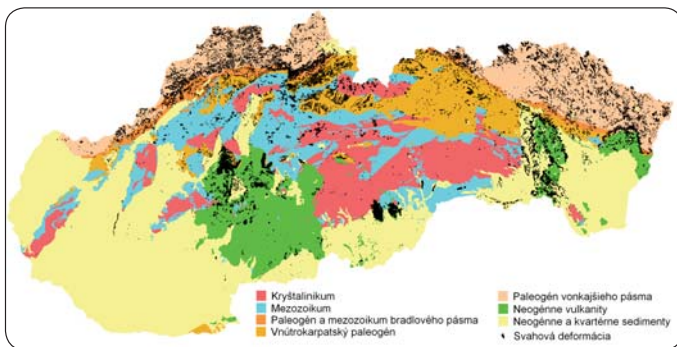
Ku každej SD bol spracovaný záznamový list (pasport), v ktorom sú základné informácie rozdelené do 28 kolóniek a zaznamenané príslušným indexom alebo číslom. Pasport obsahuje veľa informácií, ako príklad možno uviesť geomorfologickú jednotku, inžinierskogeologickú oblasť, identifikačné číslo v registri zosuvov, zdroj informácií, typ svahovej deformácie, stupeň aktivity, geologický útvar, geologickú stavbu, hydrogeologické pomery, rozlohu, sklon svahu, ohrozené objekty, príčiny vzniku, sanáciu a ďalšie.

Záverečná správa

V záverečnej správe je podrobná regionálna analýza svahových deformácií vo vzťahu k územným jednotkám inžinierskogeologických regiónov a oblastí. Pre potreby okresných úradov je veľmi užitočná prehľadne vypracovaná informácia o porušenosti okresov SD vo forme pasportov a sumárnych tabuliek. Súčasťou záverečnej správy je aj DVD, na ktorom sú všetky podstatné údaje. Z nich sú pre bežného užívateľa najzaujímavejšie pasporty SD vo formáte xls a dbf a rajónové mapy stability svahov v mierke 1:50 000 vo formáte jpg. Pre užívateľa so skúsenosťami s prácou v GIS prostredí sa tu nachádzajú projektové kompozície rajónových máp stability svahov editovateľné v prostredí ArcGIS, pričom každá kompozícia tvorí samostatný mapový list mierky 1:50 000. Samotné dátové vrstvy so svahovými deformáciami a rajónmi máp stability svahov sú vo formáte shp. Nachádzajú sa v jednom súbore, ale aj v samostatných súboroch rozdelených podľa mapových listov mierky 1:50 000. K ďalším, rozhodne zaujímavým dátovým vrstvám v shp formáte, patrí aj precízne spracované regionálne členenie územia Slovenska a inžinierskogeologická mapová preskúmanosť so stavom k roku 2007. Všetky dáta sa nachádzajú v nezemskej S-JTSK projekcii.

Porušenosť územia SR svahovými deformáciami

Registráciou SD v rámci riešenej geologickej úlohy bolo sumárne zaevidovaných 21 190 SD, ktoré porušu-



Obr. 2: Schematická geologická mapa Slovenska s rozložením zaregistrovaných svahových deformácií

jú územie celkovej rozlohy 257 591,2 ha, čo je 5,25 % rozlohy územia Slovenskej republiky (obr. 2). Nemčok v roku 1982 odhadoval, že SD (zaregistrovaný počet 9 194) postihujú 3,06 % rozlohy SR. Oproti doterajším predstavám sme vďaka výsledkom projektu zaznamenali „nárast“ rozlohy SD o vyše 2 %. Tento nárast však nebol spôsobený vznikom nových deformácií, ale predovšetkým zaregistrovaním 2 102 SD až v rámci riešenia tejto úlohy a presnejším spracovaním všetkých zaregistrovaných SD výpočtovou technikou v prostredí GIS. V rámci prezentovaného projektu bolo ďalších 13 012 SD prevzatých z archívnych materiálov bez ich konfrontácie so stavom v teréne a ďalších 6 076 SD bolo za rôznym účelom konfrontovaných so skutočnosťou v teréne (určenie typu, aktivity, doplnenie údajov o ohrozených objektoch a pod.).

Z jednotlivých geologických útvarov nachádzajúcich sa na území Slovenska (obr. 2) sú najviac porušené svahovými deformáciami paleogén a mezozoikum bradivého pásma – 14,8 % a paleogén vonkajšieho flyšového pásma – 12,7 % (percentá sú z celkovej plochy útvaru). Nasledujú neogénne vulkanity – 9,3 % a vnútrokarpatský paleogén 7,2 %. Najmenej sú poškodené mezozoické horniny – 2,4 %, neogénne a kvartérne sedimenty – 1,5 % a kryštalické horniny 1,5 %. Prehľad typov SD najčastejšie sa vyskytujúcich v konkrétnych geologických útvaroch je v tab. 1.

Tab. 1: Percentuálne zastúpenie jednotlivých typov SD vzhľadom ku geologickým útvarom

Typ SD	Počet SD	Geologický útvar	Priemerný sklon svahu
roztrhanie a rozvoľnenie masívu	128 (0,6 %)	75,0 % - paleozoikum	26,7°
blokové rozpadliny	291 (1,4 %)	68,0 % - neogén	-
blokové polia	472 (2,2 %)	61,2 % - neogén	15,2°
zosuvy	19 104 (90,2 %)	65,9 % - paleogén	13,3°
svahové prúdy	908 (4,3 %)	55,6 % - paleozoikum	25,2°
skalné zrútenia	152 (0,7 %)	40,7 % - neogén	27,6°

Z hľadiska hodnotenia stupňa aktivity najväčší počet SD je potenciálnych – 63 %. Stabilizovaných je 24,9 % a aktívnych 11,6 % (obr. 3). Ostatných 0,5 % SD je kombinovaných. Aktívne formy sú typické najmä pre zosuvy (94,9 %) a prúdy (3,5 %), podobne aj pre potenciálne formy sú typické zosuvy 92,8 % a prúdy 6 %. Stabilizované formy sú charakteristické pre SD zo skupiny svahových pohybov



Obr. 3 Aktivný zosuv v obci Prosiek (jar 2006)

typu plazenia, rútenia a zosúvania.

Z prírodných príčin na vznik porúch mali najväčší vplyv klimatické faktory s eróznou činnosťou – 45,2 %; klimatické faktory s vývermi podzemných vôd – 17 %; klimatické faktory – 17 %; vývery podzemnej vody a vztlakové účinky podzemnej vody v kombinácii s eróznou činnosťou riek – 9,8 %. Z antropogénnych príčin išlo najmä o podkopanie svahu – 49 %; poddolovanie – 18 % a prifaženie svahu – 16,3 %.

Plošná porušenosť územia SR svahovými deformáciami je spracovaná v tab. 2. Na jej devastácii sa až 90 % podieľajú zosuvy, resp. ich kombinácie s inými typmi. Na devastácii lesnej pôdy (46,7 %) sa podieľajú nielen zosuvy (67,4 %), ale nezanedbateľnou mierou (32,6 %) aj svahové deformácie vznikajúce plazením, tečením a rútením. Iné plochy, t. j. zastavané územia (2,7 %) sú ohrozované hlavne zosuvmi.

Tab. 2 Plošná porušenosť územia SR zaregistrovanými svahovými deformáciami

Plocha	Plocha	Porušená plocha	Porušenosť [%]	
	[ha]	[ha]	k neporušenej ploche	k celkovej porušenej ploche
Celková plocha SR	4 903 347	257 591,2	5,25	-
Poľnohospodárska pôda	2 436 876	130 289,9	5,35	50,6
Lesná pôda	2 004 100	120 243,3	6,00	46,7
Iná plocha	462 371	7 058,1	1,53	2,7

Plochy nad hranicou lesa sú ohrozené najmä deformáciami zo skupiny plazenia, rútenia a tečenia.

Prehľad ohrozených antropogénnych objektov a stavieb je uvedený v tab. 3. Líniové stavby (cesty I., II. a III. triedy, diaľnice, železnice) sú najviac ohrozované a poškodzované zosuvmi – až okolo 99 %. Z celkovej dĺžky diaľnic a ciest I. triedy až 12,9 % je ohrozovaných, prípadne poškodzovaných aktívnymi zosuvmi. Na ohrození a poškodzovaní ciest II. a III. triedy sa aktívne zosuvy podieľajú 11,2 %, na ohrození železníc 10,1 %, na ohrození, prípadne poškodení pozemných stavieb 5,1 %, ostatných

stavieb 6,5 %, nadzemných produktovodov 3,7 %, plynovodov 6,8 %, vodovodov 4,2 %.

Bolo zistených 168 lokalít, v ktorých je počet ohrozených objektov (pozemných stavieb – obytných, hospodárskych a iných budov) vyšší ako 50. Ide o ohrozené obce, mestské časti, chatové a záhradkárске oblasti, ktoré buď úplne alebo čiastočne ležia na SD. K najčastejšie ohrozeným iným objektom patria vodojemy (38,5 %), cintoríny (32 %), vleky a lanovky (6,9 %), vodné nádrže, rybníky, hate (6,3 %), ihriská (3,8 %), skládky (1,8 %), mosty (6 %) a tunelové portály (0,6 %).

Z celkového počtu 21 190 zaregistrovaných SD sanačné opatrenia boli zaevidované v 625 SD (3 %). Pre časovú a finančnú náročnosť získania týchto informácií uvedený údaj má len informatívnu hodnotu. Z hľadiska typu sanačných metód k najčastejším patria odvodnenie – 34,2 %; stabilizačné konštrukcie – 22,5 %; kombinácie stabilizačných konštrukcií a odvodnenia – 16,0 %; zemné úpravy tvaru svahu – 11,5 %; kombinácia zemných úprav svahu a odvodnenia – 6,6 %; kombinácia

Tab. 3: Objekty ohrozené SD a rozsah ohrozenia

Ohrozený objekt	Rozsah ohrozenia
Cesty I. triedy a diaľnice	98 816 m
Cesty II. a III. triedy	571 408 m
Železnice	67 210 m
Nadzemné vedenia	11 161 km
Ropovody	3 500 m
Plynovody	101 350 m
Vodovody	291 625 m
Pozemné stavby (objekty)	27 920 ks
Ostatné stavby	600 ks

zemných úprav a stabilizačných konštrukcií – 3,5 %. Zvyšných 5,7 % pripadá na ostatné metódy.

Záver

Predkladaný Atlas máp stability svahov SR v mierke 1: 50 000 predstavuje ucelené mapové dielo, ktoré hodnotí najrizikovejší geologický činiteľ na Slovensku. Jeho užívateľmi sa okrem širokej odbornej verejnosti môžu stať všetky organizácie zaoberajúce sa prípravou stavieb všetkého druhu. Za jeho hlavný význam a prínos považujeme:

- zjednotenie často rozporuplných údajov o SD z rôznych etáp registrácie,
- doplnenie súčasného Registra zosuvov o nové SD,
- vznik komplexného digitalizovaného výstupu o rozmiestnení SD, ktorý možno neustále aktualizovať, spresňovať a prakticky využívať,
- získanie cenného a rozsiahleho štatistického súboru, ktorý umožňuje ďalšie podrobnejšie analýzy o rozsahu a vplyve SD na našom území.

Zostavené mapy a GIS databáza poskytujú informáciu o stave porušenosti územia k určitému obdobiu a teda je nevyhnutná ich priebežná aktualizácia.

Príspevok je jedným z výstupov grantových úloh č. 1/0599/08 agentúry VEGA.

Miloslav Kopecký, Martin Ondrášik,

Katedra geotechniky SvF STU Bratislava

Tamara Martinčeková, GEOFOS, spol. s r. o., Žilina

Júlia Šimeková, Geotrend, spol. s r. o., Žilina

Výstava RemTech Expo 2008 vo Ferrare

2. medzinárodná výstava RemTech Expo 2008, zameraná na remediačné technológie v životnom prostredí, spojená s medzinárodnou vedeckou konferenciou, sa uskutočnila vo Ferrare v Taliansku od 24. do 26. septembra 2008. Hlavnými témami výstavy boli metódy prieskumu a monitoringu životného prostredia, sanácia skládok odpadov, manažment opustených skládok odpadov, hnedé polia a environmentálne záťaž, remediačné technológie – technológie sanácie životného prostredia – zaužívané aj inovatívne.

Počas výstavy prebiehala vedecká konferencia, na ktorej vystúpili renomovaní odborníci z mnohých talianskych univerzít a tiež zástupcovia Európskej environmentálnej agentúry.

Organizátori pozvali na výstavu zahraničné delegácie zo Slovenska, Českej republiky, Poľska a Ruska, ktoré okrem prezentácie svojej krajiny a poskytnutia



Slovenská delegácia s partnermi vo Ferrare

informácií o manažmente kontaminovaných území sa oboznámili aj s vystavovateľmi a vymenili si informácie z oblasti environmentálnych záťaž a ich odstraňovania. Slovensko zastupovali Vlasta Jánová (MŽP SR), Jana Frankovská (ŠGÚDŠ), Zuzana Makišová, Anna Patschová a Miroslav Holubec (VÚVH).

Celkovo sa výstavy zúčastnilo 75 firiem, ktoré sa venujú prieskumu, monitoringu a sanácii environmentálnych záťaž, prípadne výrobe produktov slúžiacich pri týchto aktivitách. Termín budúročnej výstavy je 23. – 25. september 2009. Podrobnejšie informácie sú dostupné na webstránke: www.remtechexpo.com.

RNDr. Vlasta Jánová, MŽP SR

Ing. Jana Frankovská, CSc., ŠGÚDŠ