

KVANTIFIKÁCIA VÝZNAMNOSTI VPLYVU PRÍRODNÝCH VLASTNOSTÍ KRAJINY NA NESTABILNÉ SVAHY VO FLYŠOVOM ÚZEMÍ KYSÚC

Mária BARANČOKOVÁ, Zdena KRNÁČOVÁ, Silvia CHASNÍKOVÁ

Ústav krajinej ekológie SAV, Štefánikova 3, P. O. Box 254, 814 99 Bratislava,
e-mail: maria.barancokova@savba.sk, zdena.krnacova@savba.sk,
silvia.chasnikova@savba.sk

Abstract: *The flysch areas belong to the territories with the highest occurrence of the landslides in Slovakia. Almost 67 % of all landslides in Slovakia take place within the Carpathian flysch. It is a type of slope deformation that sensitively responds to the quality of the individual elements, that make up the landscape and to the change of natural conditions. In this paper we evaluated the statistical significance of selected natural landscape elements in relation to the unstable slopes in the area of Kysuce region and we statistically evaluated areas of unstable slopes in individual landscape elements. A significant correlation between geological and hydrogeological factors, i.e. the properties of the geological substrate in cooperation with water activity was confirmed. Unstable slopes occur on up to 34.62 % of the area. Due to the occurrence of unstable slopes in individual landscape elements, we can say that within the whole cadastral area the unstable slopes occur mainly in geological-substrate complex: GSK_fh (28.47 %), hydrogeological background: HG_pf (26.19 %), morphometric types of relief: FR_st (21.75 %), cover landscape: KP_il (20.47 %), soil subtype: P_KMma (17.11 %), etc.*

Key words: *slope instability, landscape-ecological complex, statistical methods*

Úvod

Región karpatského flyšu tvorí súvislý pás pri vonkajšom okraji Západných Karpát a zasahuje rozsiahlymi výbežkami aj do vnútorných Karpát. Dominantné postavenie tu majú horninové komplexy flyšovej formácie, z ktorých najrozšírenejší je rytmicky ílovcovo-pieskovcový flyš. Flyšové územie patrí medzi najzosuvnejšie územia Slovenska. Zosuvy v karpatskom flyši predstavujú až okolo 67 % všetkých zosuvov na Slovensku. Je to typ svahových deformácií, ktorý citlivo reaguje na kvalitu jednotlivých prvkov tvoriacich krajinu a na zmenu prírodných podmienok. Výskyt rôznych geodynamických javov možno chápať ako geobariéru znižujúcu alebo úplne znemožňujúcu využívanie prírodného prostredia a negatívne ovplyvňujúcu život spoločnosti a územný rozvoj.

Väčšinu územia na Kysuciach budujú paleogénne komplexy zvetrávajúceho drobnorytmického flyšu, ktoré sú dobrým predpokladom pre vytváranie mocných deluviálnych pokryvov. Tie potom rozsiahlymi procesmi soliflukcie s vytvorením šmykových plôch s predkvartérnym podkladom môžu pri vhodných hydrogeologických

podmienkach aktivovať svahové pohyby. Nestabilné svahy na Kysuciach pokrývajú takmer 235 km².

Príčiny vzniku zosuvov ako uvádza Húska (1981), sú spôsobované porušením rovnováhy medzi stabilizačnými silami (súdržnosťou) a gravitáciou. Zmeny v rovnovážnom stave môžu spôsobiť zmenu sklonu, zaťaženie povrchu svahu, porušenie úpätia svahu, zvýšený obsah pôdnej vody, zvýšenie množstva presakujúcej vody po nepriepustnom podloží.

Dôležitou úlohou pri zisťovaní príčin svahových pohybov je zhodnotiť podmienky v ktorých vznikajú a uskutočňujú sa a testovať výber predpokladaných korelujúcich faktorov ktoré podmieňujú ich vznik. Medzi podmieňujúce faktory vzniku a vývoja svahových pohybov možno zaradiť geologické, geomorfologické, hydrogeologické, hydrologické a klimatické pomery. Faktory, ktoré vyvolávajú alebo ovplyvňujú zmeny prírodných podmienok (zmena sklonu svahu, zmena výšky svahu, zmeny obsahu vody, pôsobenie prúdenia podzemnej vody, činnosť mrazu, zvetrávanie, zmena vegetačného krytu, atď.) majú prírodný a antropogénny charakter. Uvedené príčiny sa kombinujú, pričom však vždy spolupôsobí činnosť vody, ktorá vniká do priepustných vrstiev svahu, rozmáča zeminu a vytvára na nepriepustnom podloží klznú plochu, po ktorej nadložné vrstvy vlastnou váhou sklzájú.

Za relevantné faktory odrážajúce priaznivé podmienky pre vznik zosuvov je možné považovať geologickú stavbu (litológiu, seizmicko-tektonické a štruktúrne pomery), geomorfologické pomery a charakter georeliéfu (morfometrické charakteristiky, najmä sklon svahu), hydrologicko-klimatické a s nimi súvisiace hydrogeologické pomery územia ako aj antropogénne faktory reprezentované nevhodným využívaním krajiny človekom.

Medzi najvýznamnejšie práce zaoberajúce sa zosuvným hazardom patria aj práce Carrara a kol. (1991, 1995), Klimeš (2007), Metelka, Kycl (2007), Havlín a kol. (2009, 2011), atď. Hodnotením zosuvného hazardu sa na Slovensku v poslednom období zaoberali rôzne práce, napr. Pauditš, Bednarik (2002; 2006), Bednarik a kol. (2005), Magulová (2009), atď. Pauditš a kol. (2005) hodnotili vo svojej práci 11 vstupných parametrov, ktoré boli odvodené z geologických pomerov územia, klimatických a hydrologických pomerov, morfometrie georeliéfu a súčasnej krajinej štruktúry. Vyhodnotenie spracovali bivariačnou metódou s váhou parametra ako celku.

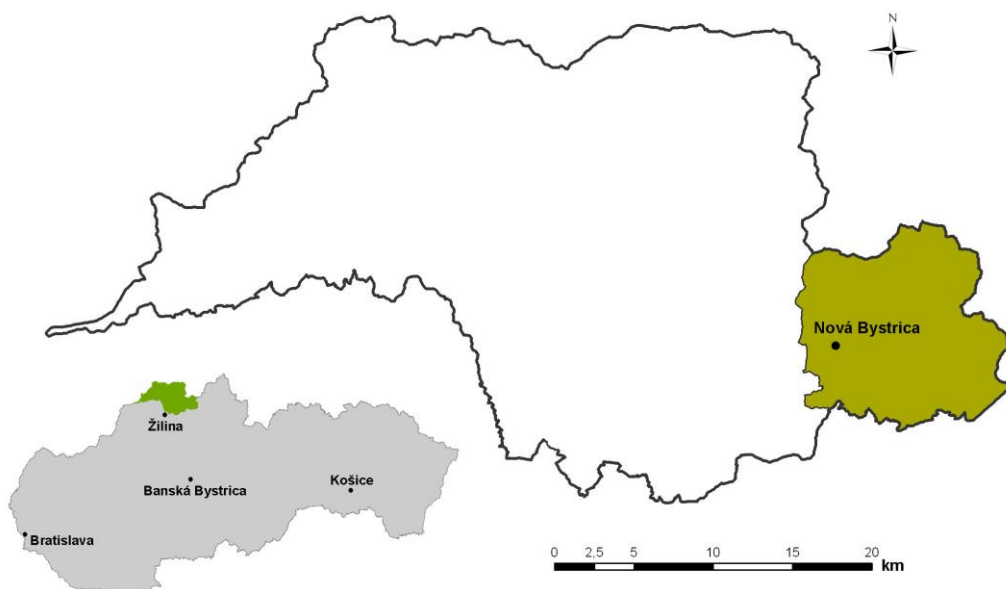
V predloženej práci hodnotíme štatistickú významnosť vybraných prírodných prvkov krajiny vo vzťahu k vyskytujúcim sa nestabilným svahom na území Kysúc a štatisticky hodnotíme aj rozšírenie nestabilných svahov v jednotlivých krajinných prvkoch.

Charakteristika územia

Zo sledovaného územia sme vybrali katastrálne územie (k. ú.) Nová Bystrica (mapa 1), ktoré je charakteristické rôznorodosťou abiotických a biotických zložiek územia. Kataster obce Nová Bystrica má rozlohu 125 km², patrí medzi najväčšie obce na Slovensku, pretože boli k nej pričlenené obce Riečnica a Harvelka, ktoré boli zatopené v dôsledku vybudovania vodárenskej nádrže na pitnú vodu. Celé územie patrí do povodia rieky

Bystrica. Z geomorfologického hľadiska sa nachádza v 5 geomorfologických celkoch, najväčšiu plochu zaberajú Kysucká vrchovina (9 038 ha) a Kysucké Beskydy (2 463 ha). Podbeskydská vrchovina, Oravská Magura a Oravské Beskydy zaberajú 1 033 ha. Územie má vrchovinový až hornatinový charakter s nadmorskou výškou od 490 m do 1226 m n. m., najväčšiu plochu zaberajú svahy so sklonom od 17° do 25° (42,1 %) a od 12° do 17° (32,5 %). Z geologického hľadiska buduje toto územie pieskovcový flyš tvorený najmä bystrickými vrstvami (bystrické ílovce, pieskovce, arkózové pieskovce) a kýčerskými vrstvami (drobové pieskovce, menej ílovce). Z pôd je najrozšírenejšia kambizem modálna, ktorá zaberá 49,4 % plochy katastra a kambizem dystrická 18,5 %. V území sú najrozšírenejšie ihličnaté lesy, ktoré zaberajú 58,4 % plochy katastra. Lúky a pasienky pokrývajú 16,3% plochy a orná pôda má iba 1 %.

Mapa 1: Sledované územie – k. ú. Nová Bystrica



Použité metódy

Pre sledované územie sme vychádzali z údajovej databázy prvkov krajinoekologického komplexu (KEK), ktoré predstavujú vektorovú reprezentáciu syntetických jednotiek vyjadrujúce relevantné vlastnosti abiotickej zložky krajiny spolu s prvkami krajiny pokrývky. Z vybraných predpokladaných korelujúcich prvkov vo forme vektorových vrstiev sme zostavili údajovú maticu, ktorá bola vyhodnotená viacrozmernou štatistickou metódou v programe CANOCO.

Z celej oblasti Kysúc sme získali 52 054 dát krajinného ekologického komplexu a nestabilných svahov. Na účely našej analýzy sme vybrali jedno katastrálne územie (Nová Bystrica – 7608). Analýza a záverečné grafy boli vypracované v programe

CANOCO 5.0 (ter Braak, Šmilauer, 2012). Aby sme zistili rozdielnosť prvkov krajiny, použili sme nepriamu gradientovú analýzu – PCA (hlavná analýza komponentov). Na vyhodnotenie interakcie medzi jednotlivými faktormi a určenie ich významnosti sme použili RDA (redundantná analýza) analýzu (tab. 7 v prílohe 1). Pre RDA analýzu sme na výpočet použili 499 permutácií korelačných koeficientov ($p = 0,002$). Parametre uvedené v tabuľkách 1 až 5 a zrnitosť pôdy boli použité ako kategorické premenné. Parametre – sklon svahu, hĺbka hladiny podzemnej vody, hĺbka pôdy a skeletnosť sú semikvantitatívne a boli transformované pomocou zodpovedajúcich úrovní (Šmilauer, Lepš, 2014). Vo výstupnom ordinačnom grafe môžeme potom interpretovať blízkosť dvoch bodov (súradnic jednotlivých vzoriek) ako ich príbuznosť v zložení.

Prehľad vybraných parametrov formou vektorových vrstiev KEK:

- **Morfograficko-morfometrické typy reliéfu** – vrstva bola vytvorená digitalizáciou podkladových vrstiev s ohľadom na morfografické typy a polohové formy reliéfu, ohraničované boli tzv. elementárne formy georeliéfu – morfotopy (tab. 1).
- **Sklon svahu** (v stupňoch) – vyjadruje spojité pole gradientu nadmorských výšok, je kľúčovým morfometrickým parametrom určujúcim okamžitú intenzitu gravitačne podmienených geomorfologických procesov. Sklon svahu bol rozdelený do nasledujúcich kategórií: **1** - (0, 1), **2** - (1, 3), **3** - (3, 7), **4** - (7, 12), **5** - (12, 17), **6** - (17, 25), **7** - (25, 35), **8** - (35, 90).
- **Hydrogeologická jednotka (HG)** – hydrogeologický komplex s charakterom horniny (Malík a kol., 2007), (tab. 2).
- **Geologicko-substrátový komplex (GSK)** – vrstva základných genetických typov kvartérnych sedimentov (typológia kvartérnych uloženín) (tab. 3).
- **Hĺbka hladín podzemnej vody pod povrchom (PZV)** – údaje o úrovniach hladín podzemných vôd pod terénom boli získavané z hydrogeologických vrtov. Pre odľahlé oblasti bola vykonaná korelácia dát s morfometrickými charakteristikami reliéfu. V oblastiach dotknutých hydrogeologickým prieskumom boli hodnoty extrapolované interpolačným algoritmom (Malík a kol., 2007). Hĺbka hladiny podzemnej vody bola rozdelená do nasledujúcich kategórií (v m) : do 1; 1,0 – 1,5; 1,5 – 2,0; 2,0 – 3,0; 3,0 – 4,0; 4,0 – 6,0; 6,0 – 8,0; 8,0 – 10,0; 10,0 – 12,0; 12,0 – 15,0; 15,0 – 20,0; 20,0 – 25,0; 25,0 – 30,0; 30,0 – 50,0; 50,0 – 100,0.
- **Pôdny subtyp (P)** – komplex pôdnych jednotiek z hľadiska pôdneho subtypu, podľa VUPOP, 2000, (tab. 4).
- **Zrnitosť pôdy (Zr)** – vrstva pôdnej zrnitosti vznikla na základe vstupných dát obsiahnutých v pôdnych sondách (zrnitostné frakcie – piesok, prach, il) a mapy lesných pôd, použitá bola viacnásobná lineárna regresia a interpolácia v geograficky homogénnom prostredí s dostatočnou hustotou vstupného bodového poľa. Zrnitosť pôdy bola rozdelená na kategórie: **Zr_ph** (piesčito-hlinitá), **Zr_h** (hlinitá), **Zr_prh** (prachovito-hlinitá), **Zr_pih** (piesčito-ílovito-hlinitá) a **Zr_ih** (ílovito-hlinitá).

- **Hĺbka pôdy** (v m) – rozdelená do kategórií: **do 0,3 m** (plytké pôdy), **0,3-0,6 m** (stredne hlboké pôdy) a **viac ako 0,6 m** (hlboké pôdy).
- **Skeletnosť pôdy** (v %) – rozdelená do kategórií: **do 10 %** (bez skeletu), **10-25 %** (slabo skeletovité pôdy), **25-50 %** (stredne skeletovité pôdy) a **nad 50 %** (silne skeletovité pôdy).
- **Krajinná pokrývka (KP)** – predstavuje zhmotnený priemet prírodných priestorových daností a zároveň súčasného využívania krajiny, jej prejav sa na zemskom povrchu diferencuje predovšetkým svojím vzhľadom a morfoštruktúrnymi vlastnosťami (tab. 5).
- **Nestabilné svahy** (mapa 2) – údaje spracované na základe výstupov Žabková a kol. (2003) a Šimeková, Martinčeková a kol. (2006), ktoré vychádzali z databáz a terénneho mapovania.

Mapa 2: Výskyt nestabilných svahov v k. ú. Nová Bystrica



Tab. 1: Morfograficko-morfometrické typy reliéfu (FR)

Legenda	Popis
FR_pv	plochy vrchol
FR_kv	kupolovitý vrchol
FR_ch	chrbát
FR_sn	široká poriečna niva
FR_un	úzka niva horských potokov
FR_nk	vejár (náplavový kužel)
FR_sup	svah v upadanej polohe
FR_s	sedlo
FR_dvn	dno vodnej nádrže
FR_dsd	dno svahovej doliny
FR_sd	svahová dolina vcelku
FR_st	svah transportný
FR_sp	svahová plošina

Tab. 2: Hydrogeologický podklad (HG)

Legenda	Popis
HG_ss	svahoviny a sutiny
HG_sk	sutinové kužele a úsypy
HG_z	hlinito-karénité a balvanovité uloženiny zosuvov
HG_dk	hlinito-karénité dejekčné kužele
HG_nk	hlinité, piesčité, štrkovité nívne náplavové kužele
HG_t	piesky, piesčité štrky, štrky nív a terás
HG_ivi	ílovce, vápnite ílovce a slieňovce
HG_if	ílovcový flyš (s prevahou ílovcov, siltovcov, slieňovcov)
HG_nf	normálny flyš (ílovce/slieňovce, siltovce, pieskovce)
HG_pf	pieskovcový flyš (prevaha pieskovcov)

Tab. 3: Geologicko-substrátový komplex (GSK)

Legenda	Popis
GSK_ns	škľovitohlinité až štrkovité nívne sedimenty
GSK_ts	škľovitohlinité terasové sedimenty
GSK_ps	škľovitohlinité až štrkovito prolúvalne sedimenty
GSK_ds	škľovitohlinité delúvalne sedimenty
GSK_ks	štrkovitobalvanovité koluvalne sedimenty
GSK_z	zosuvy
GSK_ih	hlinité zvet. na spevnených ílovcovo-prachovcových horninách
GSK_fh	hlinité zvetraliny na flyšoidných horninách

Tab. 4: Pôdny subtyp (P)

Legenda	Popis
P_KMma	kambizem modálna s nízkym výskytom kambizemí kultizemných
P_KMfa	kambizem psefitická
P_KMd	kambizem dystrická
P_KMgn	kambizem pseudoglejová
P_GLm	glej modálna
P_FlIm	fluvizem modálna

Tab. 5: Krajinná pokrývka (KP)

Legenda	Popis
KP_s	sídlná zástavba
KP_pa	priemyselné, obchodné a dopravné areály
KP_op	orná pôda
KP_tk	trvalé kultúry
KP_lp	lúky a pasienky
KP_ll	listnaté lesy
KP_zl	zmiešané lesy
KP_il	ihličnaté lesy
KP_l	iné lesy
KP_arv	areály s riedkou vegetácia
KP_vp	vodné plochy

Výsledky

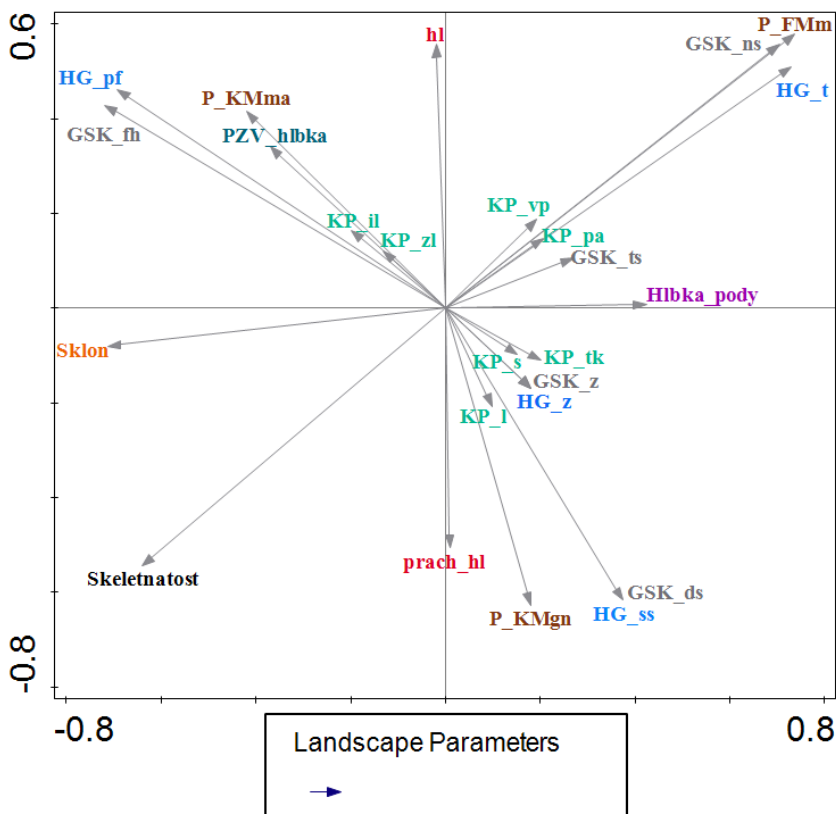
a) vyhodnotenie korelačných väzieb medzi vybranými prvkami krajiny a nestabilnými svahmi

V našej práci sa potvrdili významné korelačné väzby medzi geologickými a hydrogeologickými faktormi, teda vlastnosťami geologického podkladu v spolupôsobení s činnosťou vody. Potvrdzujú to významné väzby medzi premennými GSK_fh a HG_pf ($R=0,882$, $p=0,002$), teda medzi hlinitými zvetralinami na flyšoidných horninách a pieskovcovom flyši (prevaha pieskovcov) s výskytom kambizemí kultizemných. Významné významné väzby v korelačnej matici potvrdzujú výskyt svahových pohybov na podklade GSK_ds (štrkovitohlinitých deluviálnymi sedimentami) a HG_ss (svahoviny a sutiny) $R=0,99$, $p=0,002$, ktoré sa plošne takmer úplne prekrývajú. V týchto polohách sa vyvinuli kambizeme pseudoglejové.

Komplex hornín v pieskovcovom vývoji je hlavným kolektorom podzemných vôd, charakterizovaný puklinovo-medzizrnnou priepustnosťou a zvodnenie tohto komplexu je značne premenlivé. Ide o horniny s dosť slabou priepustnosťou. Na rozdiel od tohto komplexu, horniny v pieskovcovo-ílovcovom vývoji sa vyznačujú rytmickým striedaním pieskovcov a ílovcov (resp. prevahou pieskovcov, v niektorých častiach súvrstvia), čiže hornín s kolektorskými vlastnosťami s izolátormi, ktoré obmedzujú cirkuláciu podzemných vôd v komplexe. Ílovcový podklad je málo priepustný, preto väčšina zrážkových vôd odtieká po povrchu, nastáva intenzívnejší rozvoj erózie, najmä v odlesnených častiach a následný vznik svahových zosunov. Významné väzby medzi premennými GSK_ns a HG_t pri hodnotách korelačných koeficientov $R=0,789$, $p=0,002$ potvrdzujú výskyt geodynamických nepriaznivých procesov aj v oblastiach výskytu štrkovitohlinitých až štrkovitých a nivných sedimentov s prevahou fluvizemí modálnych (významná väzba medzi premennými P_FMm a GSK_ns je $R=0,941$, $p=0,002$).

V sledovanom území na základe mapovania a analýz krajinnej pokrývky (premenná KP) nie sú zaznamenané v súvislosti s výskytom nestabilných svahov žiadne významnejšie korelačné väzby. Indikuje to skutočnosť, že príčiny vzniku a aktivácie svahových pohybov v sledovanom území majú dominantne prírodný charakter. Výraznejšia činnosť človeka na základe mapovania krajinnej štruktúry nebola zaznamenaná a nie je príčinou aktivácie svahových zosuvov.

Obr. 1: Ordinačný graf znázorňujúci závislosť vybraných prvkov krajiny s nestabilnými svahmi



b) vyhodnotenie superpozície vybraných prvkov krajiny a nestabilných svahov

Pri hodnotení sme vychádzali z rozšírenia daného prírodného prvku v území a z rozšírenia nestabilných svahov, ktoré sa v ňom vyskytujú (tab.6). Do úvahy sme zobrali iba tie faktory krajiny, v ktorých sa nestabilné svahy vyskytujú najviac. Z celkovej rozlohy územia, nestabilné svahy v sledovanom území zaberajú 34,62 % plochy (mapa 2).

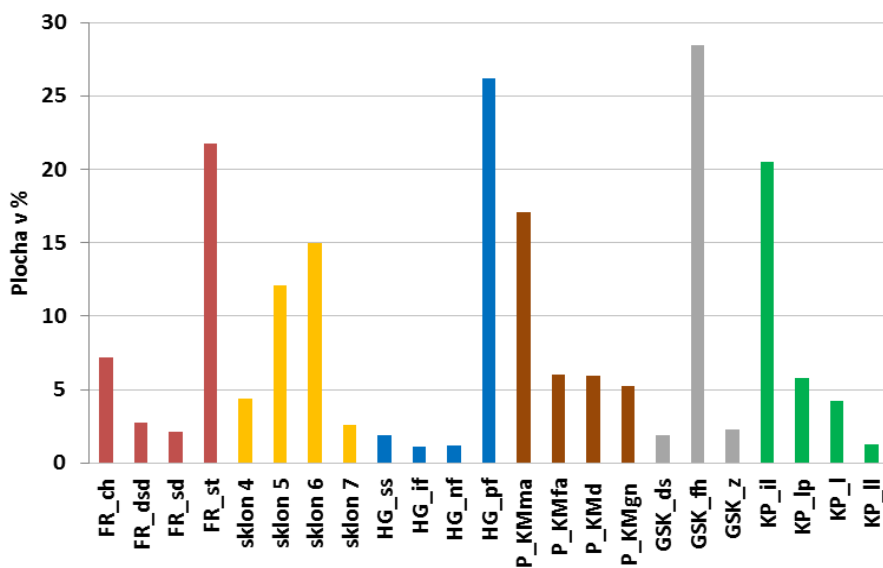
V rámci vyhodnotenia prvkov formy reliéfu, nestabilné svahy sú viazané najmä na FR_st (transportný svah), kde zaberajú 36,16 % plochy v rámci prvku a na FR_ch (chrbát) zaberajú 39,15 % plochy (tab. 6). Z celkovej rozlohy k. ú. majú nestabilné svahy prevahu

na FR_st, zaberajú 21,74 % plochy (obr. 2). Nestabilnosť územia bola vyhodnotená aj na základe faktora sklonu svahu. V sledovanom území sa nachádzajú aj svahy nad 35°, tu je zaznamenaná ich nestabilita na 50 %, ale v rámci celého k. ú je to iba 0,01 % územia. Najviac nestabilných svahov má kataster v kategórii od 17° do 25°, ide o 38,78 % územia (v rámci celého katastra ide o 15,01 % plochy).

Z hľadiska krajinného prvku HG je územie budované najmä pieskovcovým flyšom (HG_pf), až 71,96 % z celého územia. Nestabilné svahy tu zaberajú 36,40 % plochy prvku, čo z celkového katastra predstavuje 26,19 % plochy (obr. 2). Nestabilné svahy, z pôdneho hľadiska, sa nachádzajú najmä na kambizemi modálnej (P_KMma), kde v rámci tohto prvku zaberajú 34,57 % plochy (z celkovej plochy k. ú. je to 17,11 %) a na kambizemi pefitickej (P_KMfa) je to 43,77 % (v rámci k. ú. to predstavuje 6,00 % plochy) (obr. 2). Geologicko-substrátový komplex je zastúpený kvartérnymi sedimentami. V sledovanom území ho tvoria najmä hlinité zvetraliny na flyšoidných hominách (GSK_fh). Nestabilné svahy tu zaberajú až 76,38 % plochy v danom prvku, v rámci katastra je to 28,47 %.

Podstatnú časť krajinej pokrývky tvoria ihličnaté lesy (KP_il), kde sú aj najväčšie plochy nestabilných svahov (tab. 6). V rámci tohto krajinného prvku sú nestabilné svahy na 35,05 % (z plochy k. ú je to 20,47 %). V listnatých lesoch zaberajú nestabilné svahy 38,70 % (v rámci k. ú. je to iba 1,30 %) a na lúkach a pasienkoch (K_lp) 35,41 % (v rámci k. ú. je to 5,78 %).

Obr. 2: Zastúpenie nestabilných svahov na vybraných prvkoch krajiny



Tab. 6: Zastúpenie nestabilných svahov v rámci vybraných prvkov krajiny

Krajinný prvok	CP ⁽¹⁾ (km ²)	ZP ⁽²⁾ (km ²)	CP ⁽³⁾ (%)	ZP ⁽⁴⁾ (%)	Krajinný prvok	CP ⁽¹⁾ (km ²)	ZP ⁽²⁾ (km ²)	CP ⁽³⁾ (%)	ZP ⁽⁴⁾ (%)
FR_ch	22,98	8,99	18,35	39,15	P_KMma	62,06	21,46	49,49	34,57
_dsd	9,66	3,48	7,74	36,06	_KMfa	17,19	7,53	13,75	43,77
_sd	8,57	2,68	6,87	31,24	_KMd	23,28	7,45	18,58	31,99
_st	75,40	27,27	60,14	36,16	_KMgn	17,19	6,55	13,72	38,05
_sp	1,40	0,35	1,11	25,64	P iné	5,59	0,43	4,46	7,73
_v	0,02	-	0,01	-					
FR iné	7,25	0,62	5,78	8,56					
Sklon 3	2,33	0,31	1,87	13,32	GSK_ts	0,47	0,15	0,38	32,18
4	17,30	5,44	13,79	31,42	_ps	0,25	0,02	0,25	7,52
5	40,73	15,13	32,49	37,15	_ds	5,74	2,34	4,58	40,65
6	52,80	18,82	42,15	38,78	_ks	3,57	1,10	2,84	30,93
7	8,49	3,29	6,79	38,78	_z	11,35	2,85	9,06	25,15
8	0,02	0,01	0,02	50,73	_ih	2,44	0,78	1,94	31,87
Sklon 1+2	3,64	0,40	2,89	11,00	_fh	95,76	35,70	76,38	37,28
					GSK iné	5,74	0,45	4,57	7,79
HG_ss	5,74	2,34	4,59	40,65	KP_s	1,18	0,20	0,96	17,66
_sk	3,21	1,04	2,57	32,57	_pa	0,17	0,04	0,13	22,69
_z	11,34	2,85	9,06	25,15	_op	1,29	0,60	1,04	46,26
_ivi	2,44	0,79	1,94	32,69	_tk	4,50	1,19	3,59	26,46
_if	2,47	1,40	1,98	56,66	_lp	20,48	7,25	16,35	35,41
_nf	3,07	1,46	2,44	47,40	_ll	4,21	1,63	3,36	38,70
_pf	90,21	32,85	71,96	36,40	_zl	4,51	1,37	3,59	30,43
HG iné	6,82	0,67	5,46	9,91	_il	73,23	25,67	58,42	35,05
					_l	13,83	5,31	11,03	38,40
					_arv	0,17	0,09	0,15	54,42
					KP iné	1,73	0,03	1,38	2,26

Vysvetlivky: ⁽¹⁾– celá plocha (CP) krajinného prvku v km²; ⁽²⁾ – zosuvná plocha (ZP) krajinného prvku v km²; ⁽³⁾ – % celej plochy krajinného prvku; ⁽⁴⁾ – % zosuvnej plochy krajinného prvku

Záver

Na to, aby stabilizačné práce boli účinné, je potrebné dokonale spoznať a oboznámiť sa s príčinami vzniku a priebehu zosuvu, premyslieť si následné kroky úpravy a navrhnuť sústavu opatrení pre trvalé zabezpečenie územia. Prezentovaná práca je zameraná na kvantifikáciu významnosti jednotlivých vlastností krajiny alebo ich kombinácií, ktoré v konkrétnom území podmieňujú vznik svahových deformácií a ktoré je potrebné poznať pred začatím sanačných prác. Tieto poznatky sú východiskovým materiálom pred

samotným riešením sanačných prác s logickým usporiadaním úkonov podľa naliehavosti, ktoré je potrebné vykonať. Každé územie je však špecifické vzhľadom na prírodné popr. antropogénne podmienky, preto pre každé územie je potrebné vykonať podobné hodnotenie ešte pred začatím sanačných prác. Pre územia, ktoré sú charakteristické vysokým výskytom nestabilných svahov je potrebné kvantifikovať ich vplyv na prírodné prvky krajiny a zamedziť tak nežiaducim vplyvom, ktoré môžu mať prípadné zosuvy v území.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou grantového projektu VEGA 2/0078/15 „Ekologická optimalizácia využívania zosuvných území vo vybraných častiach flyšového pásma, so zreteľom na ich tradičné obhospodarovanie“.

Literatúra

BEDNARIK, M., CLERICI, A., TELLINI, C., VESCOVI, P., 2005: Using GIS GRASS in evaluation of landslide susceptibility in Termina valley in the Northern Appennines (Italy). In: M. Moser (ed.), Proceedings of the Conference on Engineering Geology: Forum for young engineering geologists, 6-9 April 2005. DGGT Erlangen-Nürnberg, Fridrich-Alexander-University of Erlangen-Nürnberg, p. 19 – 24.

CARRARA, A., CARDINALLI, M., DETTI, R., GUZZETTI, F., PASQUI, V., REICHENBACH, P., 1991: GIS techniques and statistical models in evaluating landslide hazard. Earth Surface Processes and Landforms, 16 (5), p. 427 – 445.

CARRARA, A., CARDINALLI, M., GUZZETTI, F., REICHENBACH, P., 1995: GIS technology in mapping landslide hazard. Geographical information systems in assessing natural hazards, 5, p. 135 – 175.

HAVLÍN, A., BEDNARIK, M., URBANOVÁ, K., 2009: Hodnocení sesuvného rizika na Slezsko-Slovenském pomezí aneb sesuvy nerespektují státní hranice. In: I. Baroň, J. Klimeš (eds.), Sborník Svahové deformace a pseudokras, 13-15 máj 2009, Vsetín: Česká geologická služba, Ústav struktury a mechaniky hornin, AVČR, p. 1 – 28.

HAVLÍN, A., BEDNARIK, M., MAGULOVÁ, B., VLČKO, J., 2011: Použití logistické regrese pro hodnocení náchylností s sesouvaní ve střední části Chřibu (Česká republika). Acta geologica Slovaca, 3 (2), p. 153 – 161.

HÚSKA, D., 1981: Lesotechnické meliorácie. SPU Nitra, 172 p.

KLIMEŠ, J., 2007: Analýza podmínek vzniku svahových deformací ve Vsetínských vrších. Dizertační práce, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 151 p.

MALÍK, P., BAČOVÁ, N., HRONČEK, S., IVANIČ, B., KÁČER, Š., KOČICKÝ, D., MAGLAY, J., MARSINA, K., ONDRÁŠIK, M., ŠEFČÍK, P., ČERNÁK, R., ŠVASTA, J.,

- LEXA, J., 2007: Zostavovanie geologických máp v mierke 1:50 000 pre potreby integrovaného manažmentu krajiny. ŠGÚDŠ, Geofond, Bratislava, 552 p.
- MAGULOVÁ, B., 2009: Použitie GIS pre tvorbu máp geohazardov ako podklad pre urbanizačné plánovanie. *Acta Geologica Slovaca*, 1(1), p. 25 – 32.
- METELKA, V., KYCL, P., 2007: Mapování náchylností svahů k sesouvání v prostředí GIS, Miramar, Kostarika. In: I. Baroň, J. Klimeš, D. Kašperová (eds.) *Sborník Svahové deformace a pseudokras 2007* Vsetín: Česká geologická služba, Ústav struktury a mechaniky hornin, AVČR, p.1 – 15.
- PAUDITŠ, P., BEDNARIK, M., 2002: Using GIS in evaluation of landslide susceptibility in Handlovská kotlina basin. In: J. Rybář, J. Stemberk, P. Wagner (eds.) *Proceedings of the 1st European conference on landslide* Praha: Swets & Zeitlinger, Lisse, p. 437 – 441.
- PAUDITŠ, P., VLČKO, J., JURKO, J., 2005: Využívanie štatistických metód pri hodnotení náchylností územia na zosúvanie. *Mineralia Slovaca*, 37 (4), p. 529 – 538.
- PAUDITŠ, P., BEDNARIK, M., 2006: Rôzne spôsoby interpretácie svahových deformácií v štatistickom hodnotení zosuvného hazardu. *Geológia a životné prostredie*, ŠGÚDŠ, Bratislava, p. 1 – 10.
- ŠIMEKOVÁ, J., MARTINČEKOVÁ, T., ET AL., 2006: Atlas máp stability svahov SR v mierke 1:50000. Záverečná správa. Geofond, Bratislava: MŽP SR, 155 p.
- ŠMILAUER, P., LEPŠ, J., 2014: *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5*. Cambridge University Press. Cambridge, ISBN 9781107694408.
- TER BRAAK C. J. F., ŠMILAUER P., 2012: *Canoco 5, Windows release (5.00)*. Software for multivariate data exploration, testing, and summarization. Biometris, Plant Research International, Wageningen.
- ŽABKOVÁ, E., GREŇČÍKOVÁ, A., VRÁBEL, P., SLUKA, V., FRLIČKOVÁ, M., MOLČAN, T., LENKOVÁ, M., BUČEK, L., FLIMMEL, J., 2003: Povodie Kysuce – svahové deformácie. Geofond, Bratislava: MŽP SR, 85 p.
- VÚPOP, 2000: Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava, 74 p.

Príloha 1

Tab. 7: Významné krajinné prvky ($p=0.002$) v rámci datasetu nestabilných svahov podľa analýzy RDA (postupný výber, 499 permutácií)

Name	Explains %	Contribution %	pseudo-F	P
P_FMm	10,7	10,7	128	0,002
GSK_fh	9,8	9,8	132	0,002
GSK_z	6,7	6,7	99	0,002
Zr_prach_hl	6,3	6,3	102	0,002
GSK_ks	5,4	5,4	95,3	0,002
P_KMma	5,2	5,2	98,8	0,002
GSK_ts	3,8	3,8	76,9	0,002
KP_il	3,7	3,7	82,1	0,002
KP_ip	3,4	3,4	79,5	0,002
HG_pf	3,1	3,1	78,3	0,002
KP_l	3	3	82,7	0,002
HG_if	3	3	88,8	0,002
HG_v	3	3	88,8	0,002
Zr_hl	2,9	2,9	93,2	0,002
KP_tk	2,9	2,9	101	0,002
KP_op	2,8	2,8	108	0,002
KP_zl	2,7	2,7	118	0,002
KP_arv	2,7	2,7	131	0,002
KP_s	2,7	2,7	149	0,002
KP_vp	2,6	2,6	169	0,002
Zr_pi_il_hl	2,6	2,6	198	0,002
Zr_il_hl	2,6	2,6	198	0,002
Hlbka_pody	2,6	2,6	242	0,002
KP_ll	2,5	2,5	296	0,002
KP_pa	2,5	2,5	296	0,002
P_RAm	2,4	2,4	397	0,002
PZV_HLBKA	2	2	475	0,002
P_KMfa	2	2	856	0,002
P_KMgn	2	2	856	0,002
Sklon	1,2	1,2	1063	0,002
Skeletnatost	0,9	0,9	2676	0,002
GSK_ns	0,3	0,3	1,964	0,002