VÝZNAM VEGETÁCIE PRI SANÁČII ZOSUVU: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA ĽUBIETOVÁ

Katarína Rišová, Martina Škodová

Abstract

The presented paper deals with connection between vegetation and slope stability. It looks for possibilities of landslide sanation by means of approximately selected vegetation. The objects of the research are selected phytocenoses located on the Ľubietová landslide. The results include identification of phytocenoses, their environmental analysis and comparison of their effectiveness of landslide sanation. Effectiveness of the landslide sanation is compared on the basis of criteria which are succession-level, representation of vegetation layers and properties of the roots.

Keywords: landslides, secondary succession, slope stability, role of vegetation, Ľubietová

Úvod

Zosuvy pôdy sú v geomorfologickej oblasti Slovenského stredohoria častým procesom a neraz majú fatálne následky. Ak sa navyše zosuvná činnosť odohráva v blízkosti ľudského sídla, ohrozuje bezpečnosť človeka, zvierat, stabilitu stavieb, priechodnosť cestných komunikácií a pod. Nebezpečná situácia môže taktiež nastať pri prehradení vodného toku.

Sanácia zosuvu spravidla zahŕňa odvodnenie svahu. To môže spôsobiť dlhodobé zmeny vo vodnom a trofickom režime pôd. V najhoršom prípade môže dôjsť k likvidácii ekosystému (Sklenička, Kuneš, 1998). Vegetácia má v zosuvných územiach dôležitý význam, ktorý spočíva vo funkciách, ktorými na krajinu pôsobí. Funkciami vegetácie sa z domáчих autorov zaoberali napríklad Midriak a kol. (1981), Rakovská (1998), Špulerová (2006), Novák (2012), Čaboun (2013) a iní.

Protizosuvná funkcia vegetácie sa realizuje cez mechanické posilnenie svahov koreňmi rastlín aj zmenou rozloženia pôdnej vlhkosti a vnútorného vodného tlaku. Vegetácia taktiež tlačí svojou váhou na svah, čo môže stabilitu svahu znižovať, zvyšovať alebo na ňu nemať žiadny vplyv. Dospelý les s vyššou hmotnosťou vyvíja na pôdu vyšší tlak, čím sa zvyšuje šmykové napätie. Existujú však názory, že hmotnosť stromov je takmer zanedbateľná v porovnaní s hmotnosťou pôdy, a tak má tlak vyvinutý vegetáciou len malý negatívny vplyv na stabilitu svahu (Ziemer, 1981). Korene stromov držia svah aj po vyrúbaní lesa, a to až dokým sa nerozpadnú. Menšie korene sa rozpadnú rýchlejšie ako väčšie

korene. Po odstránení koreňov trvá 26 rokov, kým nové korene nahradia silu starých koreňov (Ziemer, 1981). Kvôli možnosti zarastania koreňov do drenážneho systému by sa však v jeho blízkosti mali nachádzať len stromy s menej rozsiahlym koreňovým systémom. V prípade poškodenia drenážneho zariadenia môže dôjsť k zamokreniu. Dreviny, ktoré do drenáže zarastajú najčastejšie, sú najmä topol, jaseň, vrbá, jelša a javor (Sklenička, Kuneš 1998). Ďalším faktorom pozitívne ovplyvňujúcim stabilitu svahu je evapotranspirácia. Vegetácia významne prispieva k úprave vodného režimu svahu. Rastlinné spoločenstvá sa vyznačujú vysokou spotrebou vody. Zrážky zachytené listami sa z veľkej časti vyparia, zvyšné zrážky spotrebuje rastlina na svoje fyziologické procesy. Takto vegetácia pomáha predchádzať škodlivému presýteniu pôdy vodou. Cieľom predkladaného príspevku je vzájomné porovnanie sledovaných spoločenstiev z hľadiska ich sanačného potenciálu, a to na základe stupňa sukcesie, hĺbky koreňového systému a náročnosti na vlhkosť.

Vymedzenie a charakteristika skúmaného územia

Objektom práce je najväčší zosuv v Ľubietovej, ktorý bol zároveň aj jedným z najkatastrofálnejších zosuvov na Slovensku. Nachádza sa vo východnej časti geomorfologického podcelku Povraznícka brázda patriaceho do geomorfologického celku Zvolenská kotlina (Mazúr, Lukniš, 1980). Z hľadiska administratívnych celkov sa zosuv nachádza vo východnej časti okresu Banská Bystrica, v katastrálnom území obce Ľubietová (mapa1).

Má tvar prúdového zosuvu, zloženého z troch prúdov, ktoré sa v centrálnej časti zosuvu spájajú do jedného prúdu. Zosuv má maximálnu dĺžku 1200 metrov a maximálnu šírku 500 metrov. Plocha zosuvu predstavuje 320 000 m². Zatiaľ čo zosunutý materiál tvoria prevažne holocénné pieskovo-hlinité a ílovité pôdy, podložná základňa je tvorená nepriepustnými neogénnymi ílmi a bridlicami (Prokešová et al., 2012). Potenciálnou prirodzenou vegetáciou sú dubovo-hrabové lesy karpatské (*Carici pilosae-Carpenion*) (Maglocký, 2002). Zosuv sa aktivoval vo februári v roku 1977. Nasledovali sanačné práce, ktoré zahŕňali odvodnenie územia prostredníctvom hydromelioračných kanálov a presmerovanie toku Hutná cez betónový tunel (Prokešová et al., 2014). Taktiež boli osadené takzvané kontrolné body, podľa ktorých sa sleduje pohyb zosuvu.

Sledované územie je bohaté na mikroformy reliéfu. Pestré fyzicko-geografické podmienky, akými sú napríklad rôzna vlhkosť pôdy, rôzna expozícia a nerovnaký prístup slnečného žiarenia, tvoria predpoklad pre výskyt rozličných spoločenstiev. Z nich má každé iný vplyv na sanáciu svahu.

Mapa 1: A – poloha zosuvu v Ľubietovej v rámci Slovenska. B – Poloha sledovaných rastlinných spoločenstiev v rámci zosuvu v Ľubietovej

Map 1: A – the Ľubietová landslide location in Slovakia. B – plant communities location on the Ľubietová landslide

Zdroj: vlastné spracovanie

Materiál a metodika

Vlastný prieskum sa venoval len niekoľkým vybraným spoločenstvám. Využili sme terénny prieskum študentov odboru geografia na Katedre geografie a geológie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, ktorý prebiehal pod vedením RNDr. Martiny Škodovej, PhD. a Mgr. Alžbety Medveďovej, PhD. Počas tohto prieskumu boli zhotovené fytocenologické zápisy na území skúmaného zosuvu. Terénny fytocenologický prieskum bol realizovaný na vybraných plochách s homogénnym porastom. Veľkosť každej skúmanej plochy bola stanovená na základe charakteru jednotlivého porastu. Pri lesoch išlo o štvorec so stranami dlhými 15 metrov. Kroviny boli skúmané na ploche štvorca so stranou 5 metrov a lúky so stranou 4 metre. Na týchto plochách boli určené rastlinné druhy, ich zastúpenie v jednotlivých etážach a ich pokryvnosť podľa Braun-Blanquetovej stupnice početnosti a pokryvnosti (Braun-Blanquet et al., 1932). Údaje boli zapísané do formulára.

Takéto formuláre sme následne spracovali. Správnosť názvov sme overili v Zozname nižších a vyšších rastlín Slovenska (Marhold, Hindák, 1998). Podľa Katalógu biotopov Slovenska (Stanová, Valachovič, 2002) sme určili, o aké spoločenstvá sa jedná.

Údaje uvedené vo formulároch sme zapísali do databázy TurboWin (Hennekens, Schaminée, 2001). Následne sme použili program JUICE 7.0 (Tichý 2012), v ktorom sme vypočítali ekologickú náročnosť jednotlivých spoločenstiev, vyjadrenú Ellenbergovými číslami (Ellenberg et al., 1992). Hodnoty Ellenbergových čísel pre svetlo, teplo, kontinentalitu, vlhkosť, pôdnu reakciu a dusík sme zaokrúhlili na celé číslo.

V závere prieskumu sme vypracovali porovnanie efektívnosti vybraných spoločenstiev pri sanácii svahu. Kritériá použité pri porovnávaní boli hĺbka a kvalitatívne charakteristiky koreňového systému, stupeň sukcesie a náročnosť na vlhkosť.

Analýza fytoecologických zápisov vybraných spoločenstiev

Kvôli stručnosti príspevku spomenieme iba druhy s najvyššou pokryvnosťou. Podľa druhového zloženia uvádzaného vo fytoecologických zápisoch a podľa pokryvnosti jednotlivých druhov rastlín sme identifikovali nasledovné spoločenstvá:

Spoločenstvo 1, nížinné a podhorské kosné lúky (*Arrhenatherion elatioris*) bolo tvorené výlučne bylinnou etážou. Najväčšie zastúpenie s pokryvnosťou 3 (25-50 %) mali psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis*) a ovsica páperistá (*Avenula pubescens*). Ďalej, s pokryvnosťou 2 (5-25 %), nasledovali lipnica lúčna (*Poa pratensis*), trojstet žltkastý (*Trisetum flavescens*), kostrava červená (*Festuca rubra*), trebulka lesná (*Anthriscus sylvestris*).

Spoločenstvo 2, podmáčané lúky horských a podhorských oblastí (*Calthion*) bolo určené na vlhkom stanovišti s pôdou, ktorá vysychá len zriedka. Z poschodí bola zastúpená len bylinná etáž E1. Druhové zloženie bolo veľmi pestré. Najvyššiu pokryvnosť 2 (5-25 %) mali druhy lipnica močiarna (*Poa palustris*), iskerník plazivý (*Ranunculus repens*), pakost močiarny (*Geranium palustre*), psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis*). Pokryvnosť 1 (pod 5 %) mali rastlinné druhy psinček poplázový (*Agrostis stolonifera*), veronika obyčajná (*Veronica chamaedrys*) aostřica srstnatá (*Carex hirta*) a mnoho ďalších.

V **spoločenstve 3**, ktorým boli podhorské krovinné vrbiny (*Salicion eleagni*), sa nachádzala stromová, krovinná aj bylinná etáž. Táto fyzocenóza bola lokalizovaná v bezprostrednej blízkosti odvodňovacieho kanála. V stromovej etáži E3 boli dominantnými druhmi vŕba krehká (*Salix fragilis*) s pokryvnosťou 4 (50-75 %) a čremcha obyčajná (*Prunus padus*) s pokryvnosťou 3 (25-50 %). Krovinná etáž E2 bola tvorená nižšími (s2) aj vyššími (s1) krovínami. Nenachádzali sa tu žiadne dominantné druhy. S pokryvnosťou 1 (pod 5 %) sa na stanovišti nachádzali slivka trnková (*Prunus spinosa*), kalina obyčajná (*Viburnum*

opulus). V bylinnej etáži mala najvyššiu pokrývnosť s hodnotou 2 (5-25 %) kozonoha hostcová (*Aegopodium podagraria*).

Spoločenstvo 4, horské jelšové lužné lesy (*Alnion incanae*) bolo určené vo vlhkom prostredí zosuvu s nedostatkom slnečného žiarenia a v blízkosti malého vodného toku. V tomto spoločenstve sa prejavovali všetky poschodia vegetácie.

V stromovej etáži E3 s pokrývnosťou 3 (25-50 %) dominovala jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*). Tú dopĺňali s pokrývnosťou 1 (pod 5 %) vŕba biela (*Salix alba*) a smrek obyčajný (*Picea abies*). V krovinovej etáži mala najvyššie zastúpenie s pokrývnosťou 2 (5-25 %) baza čierna (*Sambucus nigra*).

Bylinný podrast bol tvorený prevažne prhl'avou dvojdomou (*Urtica dioica*), s pokrývnosťou 3 (25-50 %) a kozonohou hostcovou (*Aegopodium podagraria*) s pokrývnosťou 2 (5-25 %).

Spoločenstvo 5, vŕbové kroviny stojatých vôd (*Salicion cinereae*), bolo identifikované v jednej z mnohých zamokrených depresii. Stromová etáž absentovala. Dominantným druhom v krovinovej etáži bola vŕba biela (*Salix alba*) s pokrývnosťou 4 (50-75 %). Druhové zloženie v tejto etáži dopĺňali ostružina malinová (*Rubus idaeus*) a slivka trnková (*Prunus spinosa*), obe s pokrývnosťou 1 (pod 5 %). Bylinná etáž E1 sa prejavovala iba na obnažených miestach s dostatkom slnečného žiarenia.

Analýza ekologickej náročnosti sledovaných spoločenstiev

Odlišnosti Ellenbergových ekoindexov sa môžu použiť na vysvetlenie rozdielov medzi jednotlivými spoločenstvami. Z hľadiska protizosuvnej funkcie vegetácie považujeme za kľúčové Ellenbergove číslo pre vlhkosť. Čím vyššiu hodnotu toto číslo dosahuje, tým väčšie množstvo vody dokážu rastliny na zosuve spotrebovať. Takýmto spôsobom sa podieľajú na odvodňovaní svahu.

Tab. 1: Priemerné hodnoty Ellenbergových čísel v analyzovaných spoločenstvách
Table 1: The average Ellenberg values valid for observed plant communities

spoločenstvo	svetlo	teplo	kontinentalita	vlhkosť	pôdna reakcia	dusík
1	7	6	4	5	7	6
2	7	6	4	6	7	6
3	6	5	4	5	7	6
4	5	5	4	6	7	6
5	6	5	4	6	7	7

Zdroj: vlastné spracovanie

V prípade spoločenstva 1 a spoločenstva 3 môžeme hovoriť o biotopoch, ktorých pôdy sú označované ako čerstvo vlhké. Ich pôdna vlhkosť je normálna, resp. stredná, čo je vyjadrené priemerným ekočísлом pre vlhkosť 5. Spoločenstvo

2, spoločenstvo 4 a spoločenstvo 5 podľa ekočísła 6 nachádzajú na stanovištiach s čerstvými až vlhkými pôdami, ktoré nevysychajú (Ellenberg et al., 1992).

Porovnanie efektívnosti vybraných spoločenstiev pri sanácii zosuvu

Na porovnanie efektívnosti vegetácie pri sanácii zosuvu sme brali do úvahy hĺbku a charakter koreňového systému, dosiahnutý stupeň sukcesie a náročnosť spoločenstva na vlhkosť podľa Ellenbergovho indexu pre vlhkosť.

Vegetácia má vplyv aj na povrchový odtok vody. Ten síce priamo nesúvisí so stabilitou svahu, ale keďže spôsobuje eróziu, má na krajinu rušivý vplyv. Vegetácia povrchový odtok spomaľuje, čím zabraňuje nadmernému odnosu pôdy.

Efektívnosť vegetácie pri sanácii zosuvu z hľadiska hĺbky koreňov – V spoločenstve 1 a spoločenstve 2 bolo druhové zloženie tvorené výlučne bylinnou etážou. Pre túto etáž sú charakteristické korene siahajúce do hĺbky približne 20 centimetrov. Na mechanickú stabilizáciu svahu táto hĺbka koreňov nie je dostatočná. Pozitívne však vplyva na ochranu pred eróziou.

Spoločenstvo 3 disponovalo vysokým zastúpením rastlín v stromovom poschodí (minimálne 75 %). Koreňový systém stromovej etáže vo všeobecnosti väčšinou siaha do hĺbky aspoň 1 meter a zo všetkých rastlinných poschodí má na svahu najlepšie mechanické stabilizačné účinky. V spomínanom poschodí mala vysoké zastúpenie vŕba krehká (*Salix fragilis*), ktorej koreňový systém podľa Skleničku a Kuneša (1998) siaha najčastejšie do hĺbky 1-1,5 metrov, pričom ide o stredne hustý koreňový systém s hustotou koreňov do 300 m.m⁻². Druhové zloženie dopĺňali kry, so strednou hĺbkou koreňového systému 20-100 cm, avšak s najmenším zastúpením spomedzi všetkých etáží. Nachádzala sa tu aj bylinná etáž, s najmenším vplyvom na stabilizáciu svahu koreňmi.

V spoločenstve 4 prevládala v stromovom poschodí jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*), ktorá je podľa Skleničku a Kuneša (1998) charakteristická stredne hlbokými koreňmi siahajúcimi do hĺbky 1 meter, s maximálnou hustotou koreňového systému 100 m.m⁻². Napriek týmto pomerne nízkym hodnotám má však tento rastlinný druh silné vertikálne korene, čo je prínosné pri kotvení svahu. Z krovinného poschodia mala najvyššie zastúpenie baza čierna (*Sambucus nigra*). Táto disponuje koreňmi, ktoré siahajú do hĺbky 0,3-0,5 metra, pričom jej koreňový systém je charakteristický hustou sieťou postranných koreňov. Spolu s lieskou obyčajnou (*Corylus avellana*), ktorá má porovnateľnú hĺbku koreňov, majú vplyv len na stabilizáciu vrchných vrstiev pôdy. Ďalšie dva druhy v krovinnej etáži javor poľný (*Acer campestre*) a vŕba rakytová (*Salix caprea*) majú potenciál dosiahnuť hĺbku koreňového systému viac ako 1 meter. Oba tieto druhy disponujú bohato vetvenými postrannými koreňmi (Sklenička, Kuneš, 1998). Tieto vlastnosti ich predurčujú na úlohu významnejšieho stabilizačného faktora.

V spoločenstve 5 absentuje stromové poschodie. V spoločenstve výrazne prevláda podielom 50-75 % vŕba biela (*Salix alba*). Krovinné vŕby majú podľa

Skleničku a Kuneša (1998) korene siahajúce do hĺbky 1-1,5 meter, čo pri porovnaní s inými krovínami predstavuje vysoké číslo. Tento koreňový systém býva navyše bohato rozvetvený, čím výrazne prispieva k mechanickej stabilizácii svahu. Význam hĺbky koreňového systému však treba posudzovať v súvislosti s polohou spoločenstva. Tá je v prípade spoločenstva 5 priťažujúcou okolnosťou, keďže sa tieto kroviny nachádzali v bezprostrednej blízkosti odvodňovacieho kanála. V takomto prípade je vhodné kroviny odstrániť, aby sa zaistila priechodnosť odvodňovacieho systému.

Efektívnosť vegetácie pri sanácii zosuvu z hľadiska stupňa sukcesie – Vo všeobecnosti možno konštatovať, že vysušovanie pôdy je priamoúmerné stupňu sukcesie. Čím vyšší stupeň sukcesie spoločenstvo predstavuje, tým lepšie pomáha odvádzať prebytočnú vodu zo svahu. Tým prispieva k stabilizácii svahu. Čím vyšší stupeň sukcesie spoločenstvo predstavuje, tým účinnejšie pôsobí na stabilitu svahu. Spoločenstvo číslo 1 vykazuje známky 2. stupňa sukcesie. Prevažujú v ňom dvojročné buriny a trvalky. Spoločenstvo 2 taktiež vykazuje známky 2. stupňa sukcesie, avšak je dôležité spomenúť, že na sledovanej lokalite bol nájdený aj semenáčik hlohu obyčajného (*Crataegus laevigata*). Výskyt tohto druhu by mohol indikovať, že spoločenstvo čoskoro prejde do 3. štádia sukcesie. Spoločenstvo 3 sa vyznačovalo 4. stupňom sukcesie. Spoločenstvo 4 javí známky 5. stupňa sukcesie. Na sledovanom stanovišti sa v bylinnej etáži nachádzal vysoký podiel sciofytov (tieňomilných druhov). Spoločenstvo 5 zodpovedá 4. stupňu sukcesie. Na základe vyššie uvedeného môžeme skonštatovať, že najviac pozitívny vplyv na stabilizáciu svahu z hľadiska stupňa sukcesie majú spoločenstvá číslo 3, 4 a 5.

Efektívnosť vegetácie pri sanácii zosuvu z hľadiska náročnosti na vlhkosť – Vlhkomilné spoločenstvá spotrebujú významné množstvo vody, čím pomáhajú čiastočne odvodňovať zosuv. Tým pomáhajú pri jeho sanácii. Spoločenstvo 1 a spoločenstvo 3 boli podľa Ellenbergových čísel pre vlhkosť charakterizované ako spoločenstvá vyhľadávajúce normálne pôdy. Zvyšné tri spoločenstvá vyhľadávajú normálne až vlhké pôdy, ktoré nevysychajú. Tieto spoločenstvá majú teda na sanáciu zosuvu z hľadiska náročnosti na vlhkosť väčší pozitívny vplyv. Je však potrebné pripomenúť, že vlhkomilné druhy lokalizované v blízkosti odvodňovacieho systému narušajú drenážny systém, čím zabraňujú otekaniu vody zo zosuvu.

Záver

V predkladanom príspevku sme dospeli k nasledovným poznatkom:

Je dôležité zdôrazniť, že na stabilitu svahu vplývajú pozitívne všetky spoločenstvá (spotrebou vody, zdrsnením povrchu pôdy a pod.). Podľa prieskumu však na sanáciu zosuvu najviac pozitívne vplýva spoločenstvo 4. Vegetáciu tvorí z veľkej časti stromové poschodie, ktoré má silnejšie a hlbšie korene ako ostatné etáže. Spomínané spoločenstvo je vlhkomilné, čím sa významne podieľa na

odvodňovaní lokality. Vykazuje 5. stupeň sukcesie, čo v podmienkach sledovanej lokality predpokladá zvýšenú spotrebu vody.

Sporné sa javia účinky spoločenstva 5. V tomto prípade sme určili 4. stupeň sukcesie. V danom prostredí sa v čase mapovania nenachádzalo stromové poschodie, avšak vegetácia tu bola tvorená vyššími krovinami vrby bielej (*Salix alba*), ktoré majú z hľadiska hĺbky koreňov a náročnosti na vlhku vysoký sanačný potenciál. To však len v prípade, ak nebudú zarastať do odvodňovacieho systému. V prípade zarastania môže dôjsť k nepriechodnosti hydromelioračných kanálov. To by malo za následok nedostatočné odvádzanie prebytočnej vody zo svahu, čo by mohlo ohroziť jeho stabilitu.

Spoločenstvo 3 malo na sanáciu pozitívny vplyv najmä vďaka 4. stupňu sukcesie a väčšej hĺbke koreňov vďaka mimoriadne vysokému zastúpeniu stromovej etáže. Opäť však platí, že by sa podobné spoločenstvá nemali nachádzať v bezprostrednej blízkosti odvodňovacieho systému.

Spoločenstvo 2 sa vyznačuje náročnosťou na vlhkosť. Prítomnosť výlučne bylinnej etáže však k sanácii prispieva len veľmi nevýrazne.

Najmenej prínosné z hľadiska stability svahu je spoločenstvo 1. Predstavuje 2. stupeň sukcesie, nevyznačuje sa vysokou spotrebou vody a hĺbka jeho koreňov je zanedbateľná.

Náš návrh na stabilizáciu zosuvu prostredníctvom vegetácie je nasledovný:

Oproti existujúcemu stavu odporúčame iba zmeny týkajúce sa odvodňovacieho systému a jeho okolia. Odvodňovacie kanály sú na mnohých úsekoch zarastené vrbinami, čo znemožňuje vode plynule odtekať zo zosuvu. Tieto rigoly sú taktiež na viacerých miestach zahádzané haluzím a iným biologickým materiálom, čo tiež znemožňuje ich priechodnosť. Navrhujeme preto častejšie vytínanie vrb v okolí odvodňovacieho systému, ako aj pravidelné čistenie rigolov. Odporúčame v okolí kanálov zachovať lúčne porasty, a to do takej vzdialenosti, aby ani najdlhšie korene okolitých stromov nezasahovali drenážny systém.

Literatúra

- BRAUN-BLANQUET, J. et al. 1932. *Plant sociology. The study of plant communities*. New York and London: McGraw-Hill Book co., 1932.
- ČABOUN, V. – PRIWITZER, T. 2013. Využitie lesných drevín pri revitalizácii krajiny. In Bednárová, D. (ed.) *Aktuálne problémy v zakladaní a pestovaní lesa*. 2013. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie, 17.-18.10. 2013 v Novom Smokovci, 2013. Zvolen: NLC, s. 68-67.
- ELLENBERG, H. et al. 1992. Indicator values of plants in central Europe. In *Scripta geobotanica*. Gotingen: Goltze KG, 1992. 248 p.
- HENNEKENS, S. M. – SCHAMINÉE, J. H. J. 2001. TURBOWEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. In Bruelheide, H. (ed.): *Journal of Vegetation Science*. IAVS; Opulus press Uppsala 12, 2001.

- pp. 589-591.
- MAGLOCKÝ, Š. 2002. Potenciálna prirodzená vegetácia. Mierka 1: 500 000. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002. 344 s.
- MARHOLD, K. – HINDÁK, F. 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. [online]. Bratislava: Botanický ústav SAV. [cit. 2015.06.02.]. Dostupné na: <http://ibot.sav.sk/checklist/>
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. 1980. Geomorfologické jednotky. Mierka 1: 500 000. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002. 344 s.
- MIDRIAK, R. a kol. 1981. *Diferencované obhospodarovanie lesa podľa integrovaných funkcií*. Bratislava: Príroda, 1981. 224 s.
- NOVÁK, J. 2012. Ekologická obnova horských pasienkov a lúk po nadmernom košarovaní. In *Životné prostredie*. Bratislava: Ústav krajinnej ekológie SAV, 2012. s. 124-128.
- PROKEŠOVÁ, R. – KARDOS, M. – TÁBORÍK, P. – MEDVEDOVÁ, A., STACHE, V. – CHUDÝ, F. 2014. Kinematic behaviour of a large earthflow defined by surface displacement monitoring, DEM differencing, and ERT imaging. In *Geomorphology*. 2014, vol. 224, pp. 86-101.
- PROKEŠOVÁ, R. – MEDVEDOVÁ, A. – TÁBORÍK, P. – SNOPOKOVÁ, Z. 2012. Towards hydrological triggering mechanisms of large deep-seated landslides. In *Landslides*. 2012, no. 10, pp. 239-254.
- RAKOVSKÁ, A. 1998. Význam a funkcie vegetácie v poľnohospodárskej krajine. In Gábriš, Ľ. (ed): *Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve*. Nitra: SPU, 1998, s 282-303.
- SKLENIČKA, P. – KUNEŠ, K. 1998. Zakládání a rekonstrukce biotopů na odvodněných pozemcích. In *Ochrana přírody*. 1998, č. 10, s. 306-308.
- STANOVÁ, V. – VALACHOVIČ, M. 2002. *Katalóg biotopov Slovenska*. Bratislava: DAPHNE – inštitút aplikovanej ekológie, 2002. 225 s.
- ŠPULEROVÁ, J. 2006. Functions of the Non-Forest Vegetation in the Landscape. In *Životné Prostredie*. Bratislava: Ústav krajinnej ekológie SAV, 2006. s. 37-40.
- TICHÝ, L. 2002. JUICE, software for veg. Classification. In *Journal of Vegetation Science*. IAVS; Opulus press Uppsala, 2002. pp. 451-453.
- ZIEMER, R. R. 1981. The role of vegetation in the stability of forested slopes. In *Proceedings of the International Union of Forestry Research Organizations*, XVII World Congress, 6-17 September 1981, Kyoto, Japan, 1981. pp. 297-308.

THE ROLE OF THE VEGETATION IN LANDSLIDE RECONSTRUCTION: THE ĽUBIETOVÁ CASE STUDY

Summary

The paper deals with a relationship between the slope stability and vegetation characteristics, focused on the Ľubietová landslide, located in the central Slovakia. On the basis of the field survey, selected phytocenoses was compared, according to their ability to stabilize the slope.

For the phytocenoses comparison of effectiveness by the landslide sanation, the criteria of depth and qualitative characteristics of the roots, the succession stage and moisture demand were used.

These five phytocenoses were identified: *Arrhenatherion elatioris* (Plant community 1), *Calthion* (Plant community 2), *Salicion eleagni* (Plant community 3), *Alnion incanae* (Plant community 4), *Salicion cinereae* (Plant community 5)

According to Shannon's diversity index, the highest diversity had plant community 2 with an index value of 2.88. It has been followed by plant community 3 with an index value of 2.53 and plant community 1 with an index value of 2.45. Plant community 4 was placed on the location with a lack of sunlight. It caused the relatively low value of Shannon index of 2.10. According to Ellenberg's light value of 5, this phytocenosis consists of shade-loving plants.

Plant community 5 had the lowest value of the Shannon index of 0.80. In this phytocenosis, willow was the dominant species, making it impossible to other plant species compete for light and nutrients.

The next step was environmental analysis of phytocenoses. Ellenberg's values for light demand, heat demand, continentality demand, moisture demand, soil reaction demand and nitrogen demand were calculated. For the research, moisture demand was the key factor. It has been found out, that plant community 2, plant community 4 and plant community 5 were hydrophilous.

Effectiveness in terms of roots depth – In plant community, 1 and plant community 2, species composition was made up wholly of the herbaceous layer, with root depth of approximately 0.2 m. In the plant community 3.70% of species composition was made up with tree layer, mainly willows, whose roots go to the depth of 1.0 – 1.5 m. Plant community 4 is characterized by the dominant tree layer with its root depth of approximately 1.0 m. 50-70 % of plant community 5 is created by willow bushes with roots with the depth of approximately 1.0 – 1.5 m. The potential threat became from the location near the drainage system.

Effectiveness in terms of succession stage – In general, the higher the succession stage of phytocenosis is achieved, the better it helps to remove the water from landslide. The highest succession stage and the most positive impact on the slope stabilization have plant community 3, plant community 4 and plant community 5.

Effectiveness in terms of moisture demand – hygrophilic plant communities are due to the higher water consumption able to remove water from landslide more effectively than the other plant communities. On the other hand, hydrophilic plant species located near the drainage system could disturb it.

In conclusions, the plant communities can be sorted by efficiency as follows: According to research, the most effective plant community in terms of slope stability is plant community 4 (*Alnion incanae*). Plant community 5 (*Salicion cinereae*) has questionable effect on slope stability due to its closeness to drainage system. Following plant communities are plant community 3 (*Salicion eleagni*) – effective for its root system depth, and plant community 2 (*Caltion*) – effective for its moisture demand. The least effective is plant community 1 (*Arrhenatherion elatioris*).

Mgr. Katarína Rišová

Geografický ústav SAV

Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

E-mail: geogriso@savba.sk

RNDr. Martina Škodová, PhD.

Katedra geografie a geológie

Fakulta prírodných vied

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

E-mail: martina.skodova@umb.sk