

Simulácia najtragickejšej lavíny na Slovensku a posúdenie možnosti jej výskytu v dnešných podmienkach

Simulation of the most tragic avalanche in Slovakia and estimation of possibility
its occurrence at present conditions

Martin Bartík, Matúš Hribík, Jaroslav Škvarenina

Katedra prírodného prostredia, Lesnícka Fakulta, Technická univerzita vo Zvolene

Abstrakt

V našej práci sa zaoberáme rekonštrukciou najtragickejšej lavíny na Slovensku. S využitím modelu ELBA+ sme sa pokúsili o čo najvernejšiu rekonštrukciu lavíny zo 6. 2. 1924. Pri simulácii sme použili historické dochované údaje o lavíne. Ďalej sme nasimulovali lavínu, za predpokladu ak by nebola lavínová dráha zahataná predchádzajúcou lavínou z Rizní. V poslednom kroku sme zhodnotili ohrozenosť daného územia za dnešného stavu odtrhového pásma. Pri zhodnotení výsledkov môžeme konštatovať vernú zhodu modelu so skutočnosťou. Pri overovaní predpokladu pádu lavíny bez zbrzdújúceho účinku bočnej lavíny sme došli k záveru, že škody by boli výrazne vyššie a osada by bola s väčšej časti zničená. Za dnešného stavu odtrhového pásma predpokladáme výrazné zníženie veľkosti možných lavín.

Kľúčové slova: ELBA+ , Rybô, Veľká Fatra

Abstract

This thesis is focused on reconstruction of the most tragic avalanche in Slovakia. We reconstruct avalanche from 6th February 1924 by using model ELBA+. For its simulation we use historical data of avalanche parameters. In the next step we simulate avalanche without retarding effect of other avalanche, which fell a few days before from site slope "Rizne". Finally we estimate the vulnerability of this landscape at present state of release zones. Results show true conformity with historical data. The simulation of avalanche without retarding effect shows extensive damage and settlement would be destroyed from major part. At present state of release zones we estimate noticeable decrease of potential avalanche.

Keywords: ELBA+, Rybô, Velká Fatra Mts.

Úvod

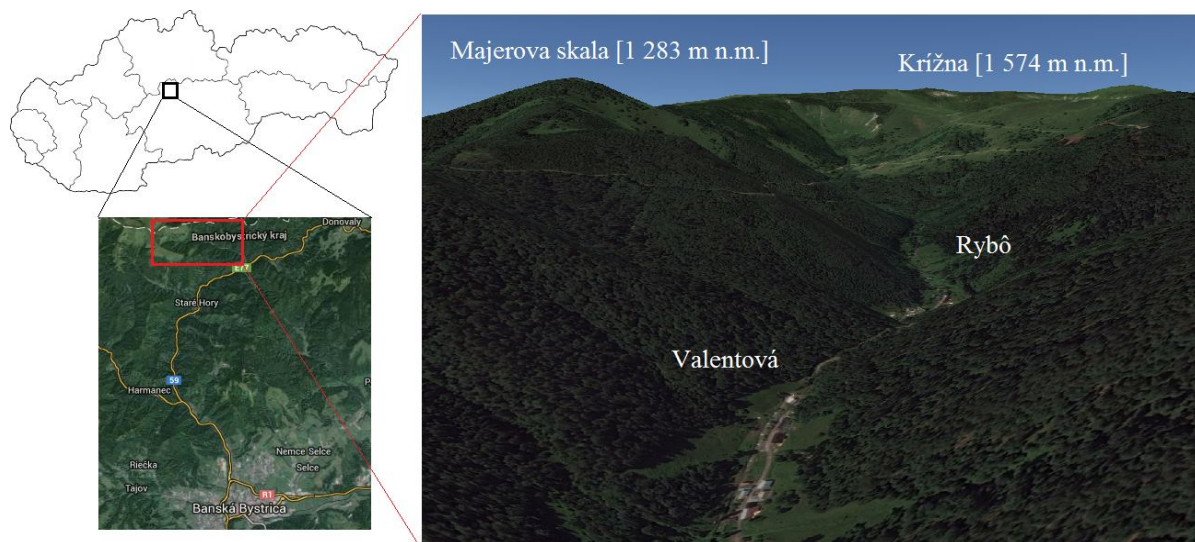
Voda v krajine má mnoho podôb. Jednou s nich je aj snehová pokrývka, ktorá okrem viacerých pozitívnych vlastností môže spôsobovať škody. Ak sa dostane do pohybu predstavuje prírodný fenomén - lavínu, ktorá môže mať pre návštevníkov ako aj obyvateľov hôr fatálne následky. V mnohých prípadoch človek sám svojimi činnosťami v horskom prostredí podporil iniciáciu podmienok vhodných pre vznik lavín, najmä svojou aktivitou v pásme hornej hranice lesa. Pre získanie nových plôch pre stáda oviec a rožného dobytká pastieri často odstraňovali les a kosodrevinu v pásme hornej hranice lesa a nad ňou, čím vytvárali rozsiahle trávnaté plochy, ktoré tvoria ideálny sklzný podklad (PLESNÍK 1971). Nižšie položené, nechránené lesy nedokážu už zadržať rútiace sa masy snehu a lavíny ich často krát rozvracajú. Ujímanie lesa na danom stanovišti je problematické, keďže otvorené plochy sú periodicky zničené opakujúcimi sa lavínami, ktoré už nemajú žiadnu prekážku. V takýchto prípadoch je často krát potrebná kombinácia zalesňovania s technickými opatreniami, ako sú rôzne zábrany a podporné prvky, lokalizované hlavne do odtrhových pásiem lavín (MIDRIAK 1977).

Najtragickejšou lavínovou nehodou na území Slovenska bola lavína zo 6. februára 1924 v osade Rybô. Jej odtrhové pásmo sa nachádzalo pod svahmi Krížnej, vo Veľkej Fatre. Lavína si vyžiadala 18 ľudských životov, keď zasiahla tri domy v hornej časti osady (BUKOVČAN 1960). Cieľom nášho príspevku je rekonštrukcia danej historickej lavíny. Následne sme sa snažili zodpovedať otázku, čo by sa stalo ak by lavína cestou nenarazila na lesný porast a nemala cestu zahatanú predchádzajúcou lavínou, ktorá spadla z bočnej dolinky. Celé desiatky rokov po lavínovej nehode prebiehali zalesňovacie práce v odtrhovom pásme. Posledný krok je odpoveďou na otázku, čo ak by situácia z roku 1924 nastala dnes? Ako by sa dané zalesnenie prejavilo na veľkosti potenciálnej lavíny.

Materiál a metódy

Opis územia

Osada Rybô leží vo Veľkej Fatre, pod východným svahmi Krížnej (1574 m n.m.) v Hornojeleneckej doline spolu s osadami Valentová a Horný Jelenec. Administratívne tieto osady patria k obci Staré hory, pričom osada Rybô je najvyššie položenou s nich (Obr.1).



Obr. 1 Poloha osady Rybô (zdroj: Google Earth 2014)

Z geologického hľadiska je územie tvorené horninami mezozoika vnútorných Karpát a to v spodnej časti gutensteinskými vápencami a dolomitmi, ktoré sú v hornej časti doliny prechádzajú do vrstevnatých ílovitých vápencov, slieňovcov a brekcií. V lavínových kotloch sa ostrovčekovito vyskytujú piesčité a škvrnité vápence a rádiolarity (BIELY *et al.* 2002). Z pedologickej stránky sa na nich vyskytujú pôdy typu kambizemných a ontogonálnych rendzin, ktoré sú sprevádzané litozemnými redzinami, ktoré v hornej časti sú nahradené kambizemami (ŠÁLY, ŠURINA 2002). V nižších častiach nachádzame bučiny ako aj zmiešané lesy buka lesného, smreka obyčajného, jedle bielej, ktoré sú sprevádzané javorom horským, smrekovcom opadavým, jaseňom štíhlym a vrbou bielou. Vo vyšších nadmorských výškach prístupuje kosodrevina (NLC 2012).

Dňa 4. februára 1924 sa z kotliny Machov uvoľnila lavína, ktorá zasiahla hornú časť osady Rybô. Odrhové pásmo lavíny bolo 800 000 m² a dĺžka lavíniska 2,5 km. Lavína pri svojej ceste údolím narazila na lesný porast o rozlohe 4 ha, ktorý zničila a lavínu, ktorá spadla niekoľko dní pred touto udalosťou z Rizní (BUKOVČAN 1960).

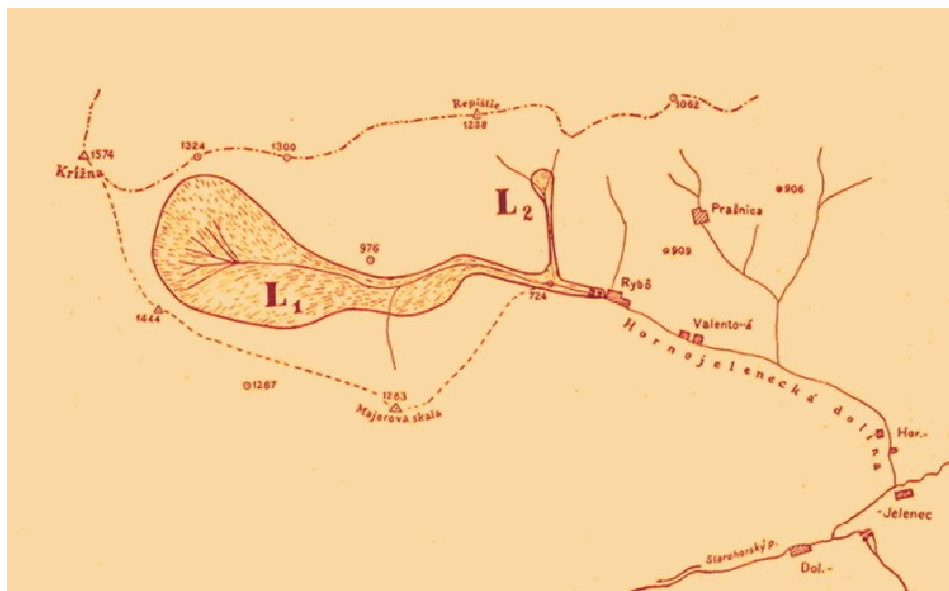
Model ELBA+

Viacdimenzionálny model založený na rastrovej interpretácii. Umožňuje nám simuláciu tečúcich lavín, pričom pri výpočte používa Voellmyho a Mohr-Columbovu schému trenia. Model je samostatný program, ktorý je prepojený s ArcGIS 10 pomocou Add-inu, skrz ktorého vkladáme vstupné údaje ako digitálny model reliéfu (DMR), polohu odtrhového pásma, lesa, zadávame výšku odtrhu a vlastnosti snehovej pokrývky. Ďalej je potrebné

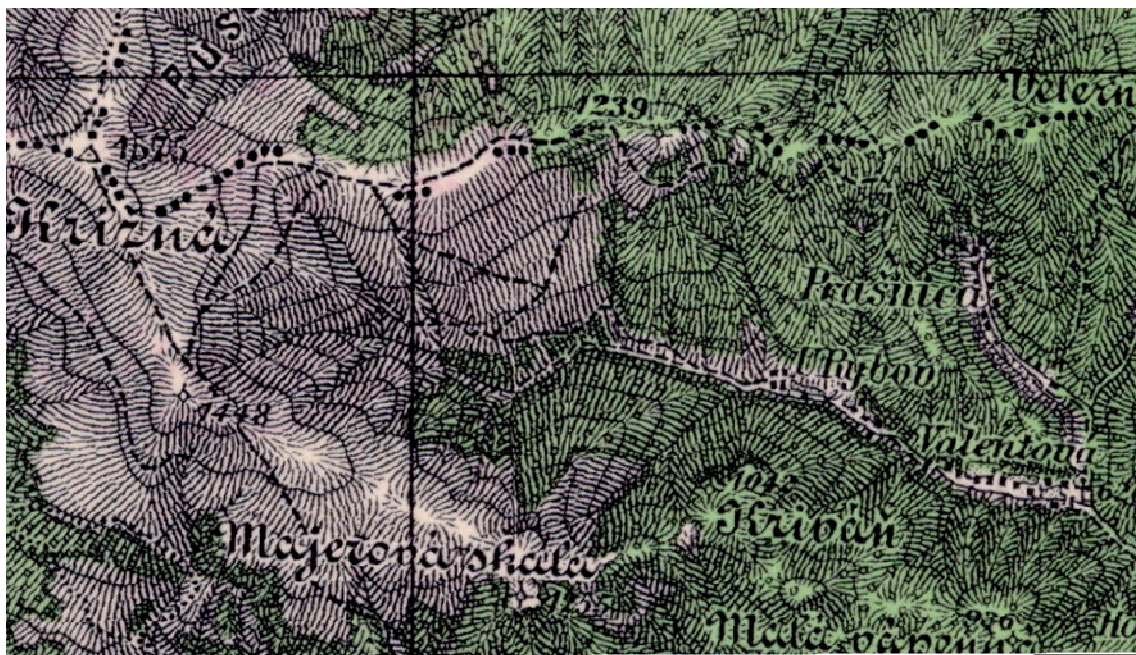
ohraničit' územie, v ktorom má prebiehať simulácia. Výstupom sú rýchlosť lavíny, poloha depozitu ako aj jeho výška, maximálny tlak (VOLK 2005). K jej nedostatkom patrí, že nezohľadňuje nárast hustoty ani neumožňuje simuláciu prachovej lavíny (HEISER 2011)

Metodika práce s modelom ELBA+

Keďže sa jednalo o simuláciu historickej lavíny s pred 90 rokov, údaje o nej boli značne obmedzené. Jediným možným prameňom bol jej náčrt (obr. 2) a niekoľko historických snímok. Pri simulácii sme použili DMR s rozlíšením 5 m. Odtrhové pásmo sme určili na základe zhodnotenie už spomínaného náčrtu a sklonových pomerov oblasti. Údaje o polohe lesa sme získali z historickej vojenskej mapy (obr. 3).

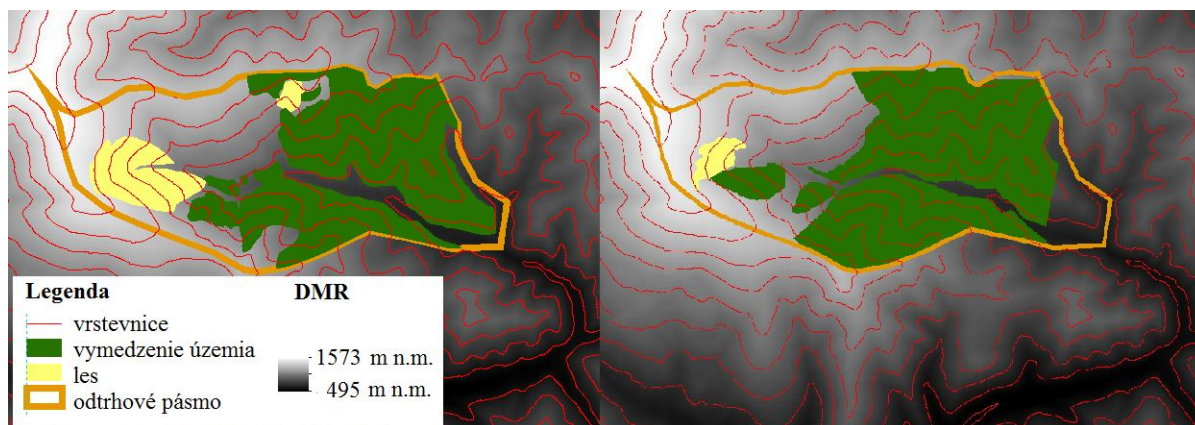


Obr. 2 Náčrt lavíny zo 6. 2. 2014 (L1) aj s bočnou lavínou z Rizní (L2) (BUKOVČAN 1960)



Obr. 3 Historická vojenská mapa (SAZP 2014)

Pre simuláciu sme použili štandardné nastavenia pre lavíny tohto typu, a to výšku snehu v odtrhu 1,5 m, hĺbku strhávania snehu 0,2 m a koeficientom drsnosti pre les 1 a mimo lesa 0,1. Ako už bolo spomínané pár dní pred tragédiou padla lavína z bočného žľabu z oblasti Ryzná, ktorá čiastočne zahatala cestu tragickej lavíny, preto sme niektoré parametre pri simulácií upravili aby sa čo najvernejšie priblížili dochovaným údajom, a to tým, že došlo k úprave koeficienta trenia v poslednej fáze, vo fáze ukladania. Následne sme nasimulovali lavínu zo štandardným nastavením, čím sme chceli overiť hypotézu, že ak by nebolo bočnej lavíny a lesa lavína zničila celú osadu (BUKOVČAN 1960). My sme lavínu nasimulovali bez bočnej lavíny, stav lesa sme však zachovali. Zo skúseností z našich predchádzajúcich prác (BARTÍK 2012) môžeme deklarovat' obmedzený vplyv lesa v transportnom pásme pri tak rozsiahlej lavíne. Ďalej sme sa zaoberali súčasným stavom odtrhového pásma a nasimulovali lavínu o vhodných parametroch pri dnešnom potenciálnom odtrhovom pásme, čím chceme načrtnúť význam zalesnenia v pásme odtrhu. Grafické zobrazenie vstupných údajov pre rekonštrukciu historickej lavíny a simuláciu lavíny v súčasnosti nám ponúka obr. 4.



Obr. 4 Grafické zobrazenie vstupných údajov použitých pri rekonštrukcii historickej lavíny (vľavo) a simulácií pri dnešných podmienkach (vpravo)

Výsledky

Model ELBA+ nám ponúka výsledky v grafickej forme. Ich bližším analyzovaním môžeme potvrdiť, že rekonštrukcia lavíny (obr. 5 a 8) sa verne priblížila skutočnej lavíne, čo sa týka najmä dosahu. Rozdiel medzi nami rekonštruovanou lavínou a skutočným dosahom je cca. 50 m. Bližšie výsledky a porovnanie môžeme nám ponúka tab. 1.

Tab. 1 Porovnanie výsledkov simulácie s dochovanými historickými údajmi (BUKOVČAN 1960)

| Názov | Plocha odtrhového pásma [m ²] | Dĺžka lavíniska [km] | Max. výška nánosu [m] | Objem depozitu [m ³] |
|-------------------------------------|---|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Lavína zo 6. 2. 1924 | 600 000 | 2,50 | 35 | 580 000 |
| Rekonštrukcia historickej lavíny | 507 380 | 2,55 | 27 | 812 000 |
| Lavína bez bočnej lavíny | 507 380 | 2,70 | 23 | 815 000 |
| Lavína zo zhodnými parametrami dnes | 127 | 2,00 | 16 | 246 000 |

Pri zhodnotení výsledkov by sme radi upozornili aj na kvalitu historických dát z roku 1924 a možnú mieru chyby odhadu parametrov lavíny. Mierne podhodnotenie výšky nánosu mohlo byť spôsobené aj faktom, že lavína narazila svojej ceste aj na les o rozlohe 4 ha a v jej obsahu bolo 1 118 prn dreva (BUKOVČAN 1960). Tým sa zmenili parametre vnútorného trenia lavíny, čím mohlo dôjsť k vyššiemu nakopaniu masy, čo však program ELBA + nevie zahrnúť do simulácie. S podhodnotením výšky nánosu sme sa stretli aj pri iných podobných prípadoch (BARTÍK 2012) prípadne aj u iných simulačných modelov (BISKUPIČ *et al.* 2012). Čo sa týka odhadovaného objemu nánosu výsledok simulácie deklaruje 40 % navýšenie. Ako sme už spomínali v úvode k možným zdrojom odchýlky radíme málo dochovaných historických dát ako aj možné nepresnosti modelu. V dnešnej dobe každá väčšia lavína je podrobne zmapovaná, čiže minimálne máme celkom presné údaje o polohe lavínovej dráhy ako aj odtrhového pásma. Dokonca je vyvíjaná aj ich detekcia pomocou diaľkového prieskumu Zeme (SOLBERG *et al.* 2012).

Ak by počas pádu lavíny nebola táto zbrzdená bočnou lavínou z oblastí Rizní, pravdepodobne by došlo k zničeniu takmer celej osady (obr. 6 a 9). Lavína by bola o 200 m dlhšia, avšak výška nánosu by sa znížila, lavína by sa viac roztekla do okolia, keďže osada leží v mieste mierne rozšíreného údolia, čelo lavíny by sa miene sploštilo.

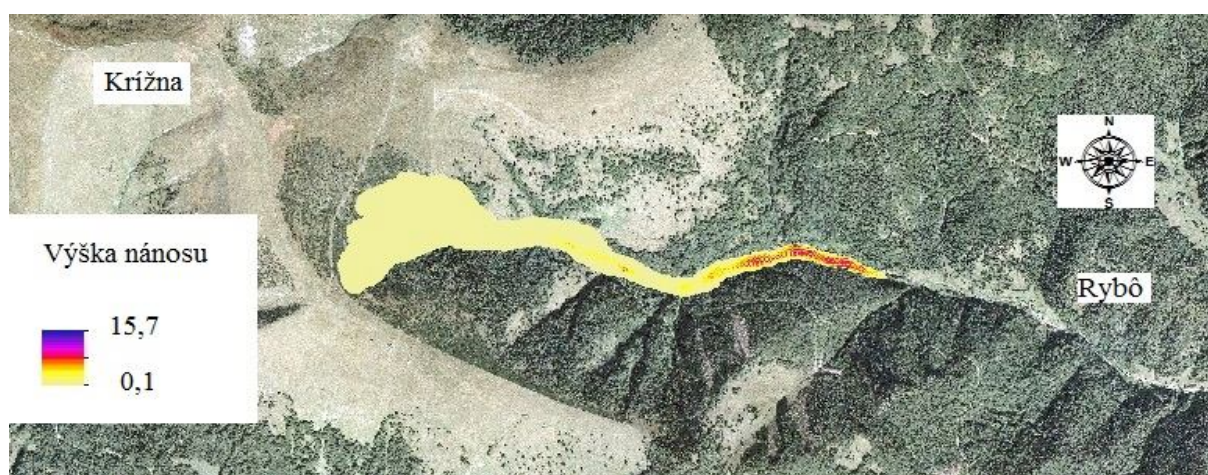
Pri zhodnotení súčasného stavu, by lavína o zhodných rozmeroch (výška odtrhu 1,5 m) bola kratšia o 500 m (obr. 7). Svojím objemom by bola zhruba o dve tretiny menšia. Je to spôsobené hlavne tým, že za potenciálne odtrhové pásmo sme označili len lokality, ktoré sa doposiaľ nepodarilo zalesniť a pravdepodobne pre exponovanosť podmienok k ich zalesneniu v dohľadnej dobe ani nedôjde. Tým sa rozloha odtrhového pásma zmenila s pôvodných BUKOVČANOM (1960) uvádzaných 600 000 m² na 127 630 m².



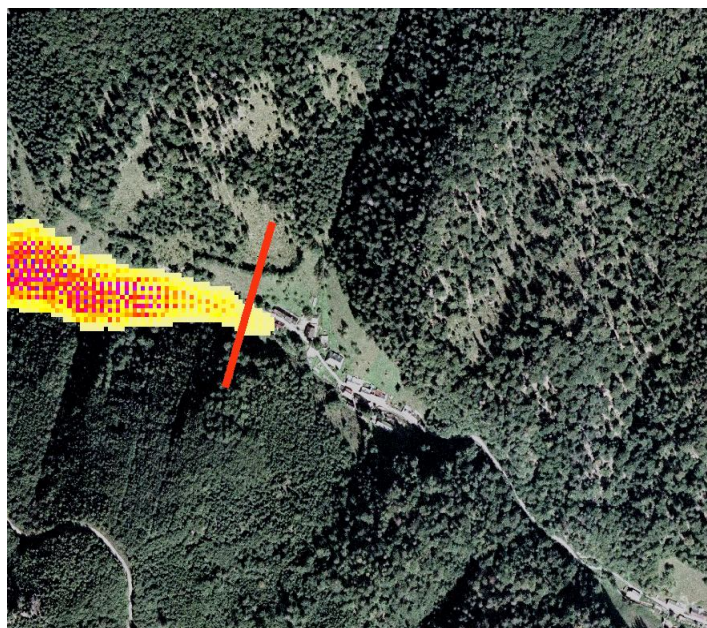
Obr. 5 Rozloženie nánosů rekonštruovanej lavíny



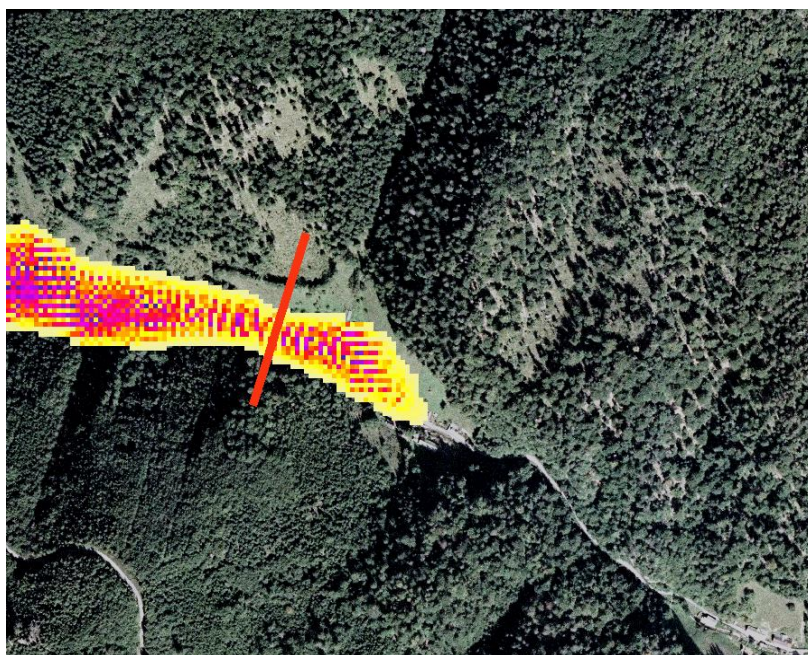
Obr. 6 Predpokladaná výška nánosů a dosah lavíny bez bočnej lavíny z Rizní



Obr. 7 Predpokladaná výška nánosů a dosah lavíny zo zhodnými parametrami v dnešných podmienkach



Obr. 8 Osada Rybô a detail čela rekonštruovanej lavíny (červená línia predstavuje polohu čela historickej lavíny)



Obr. 9 Osada Rybô a detail čela simulovanej lavíny, ak by nebola zbrzdená bočnou lavínou (červená línia predstavuje polohu čela historickej lavíny)

Záver

V minulosti si lavíny vyžiadali obeť hlavne z radou obyvateľov horských osád, prípadne lesných robotníkov. S rozmachom turistiky a zimných športov v dnešných časoch sa stávajú ich obeťami najmä turisti, horolezci a v čoraz väčšej miere vyznávači skialpinizmu. Pri predchádzaní lavínovým nehodám nám môžu poslúžiť aj simulačné programy. My sme sa v našom príspevku venovali modelu ELBA+. Výsledky potvrdzujú vysokú mieru zhody s realitou, najmä čo sa týka dosahu lavíny. Pri overovaní hypotézy, čo by sa stalo ak by pár dní pred tým nepadla bočná lavína, sme došli k záveru, že pravdepodobne takmer celá osada Rybô by bola zasiahnutá. Zalesnením odtrhového pásma by sa veľkosť zhodnej lavíny výrazne znížila (na tretinu) a dosah by sa skrátil o cca. 500 m. Na záver ešte pripomínáme, že kvalita výstupu, teda miera jeho zhody s reálnym stavom je daná predovšetkým kvalitou vstupných dát. Model sa snaží priblížiť realite avšak výsledok je vždy potrebné reálne zhodnotiť.

Literatúra

BARTÍK, M. 2012. Simulácia ohrozenosti horského prostredia lavínami v okolí Magurky s použitím modelu ELBA+. Diplomová práca. LF TU Zvolen.2012. 74 p.

BIELY, A *et al.* 2002. Geologická stavba. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: MŽP SR. 2002. ISBN 80-88833-27-2. 74 - 75 p.

BISKUPIČ, M., *et al.* 2011. Rekonštrukcia historickej lavíny s využitím moderných nástrojov GIS. In *Životné prostredie*. 2011. 45. 2. p. 83-88.

BUKOVČAN, V. 1960. *Lavíny a lesy*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry n. p. 1960. 196 p.

HEISER, M. 2011. *Schnee- und Lawinengefahren: Analyse und Bewertung*. [online] 2011. [cit.02-04-2012] Dostupné na internete <https://online.boku.ac.at/BOKUonline/LV_TX.wbDisplaySemplanDoc?pStpSplDspS=8908>

MIDRIAK, R. 1977. *Protilavínová ochrana lesa*. Bratislava: Príroda. 1977. 218 p.

NLC 2012. *Lesnícky informačný systém*. [online] 2012. [cit.02-04-2012] Dostupné na internete <<http://lvu.nlcsk.org/lgis/>>

PLESNÍK, P.1971. *Horná hranica lesa vo Vysokých a Belianskych Tatrách*. Bratislava: SAV.1971. p. 238

SAZP 2014. *Geoportál NIPÍ – Špecialna mapa 1 : 75 000*. [online] 2014. [cit. 15.2.2014]
Dostupné na internete <<http://geoportal.sazp.sk/web/guest/map?wmc=http://geoportal.sazp.sk/php/wmc/data/4ee52ab9-1dd0-4429-ab58-597ac0a80139.wmc&id=4ee52ab9-1dd0-4429-ab58-597ac0a80139>>

SOLBERG, R., FRAUENFELDER, R., LARSEN, S., SALBERG, A. 2012. Experiments with remote sensing in the context of avalanche warning and detection. In *Advances in avalanche forecasting* (eds. J. Richnavský, M. Biskupič, F. Kyzek). 2012. p. 56 - 57

ŠÁLY, R., ŠURINA, B. 2002. Pôdy. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: MŽP SR. 2002. ISBN 80-88833-27-2. p.106 - 107

VOLK, G. 2005. *ELBA+*. Pressbaum: NiT Technisches Buero GmbH. 2005. 94 p.

PodĎakovanie

Tento príspevok je výsledkom realizácie projektov VEGA č.: 1/1130/12 , VEGA 1/0281/11, VEGA 1/0463/14 MŠVVaŠ SR a SAV; a Agentúry na podporu výskumu a vývoja v rámci zmluvy č.: APVV-0423-10, a APVV-0303-11. Autori ďakujú agentúram za podporu.

Kontakt:

Martin Bartík, Ing.

Katedra prírodného prostredia, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene

T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

00421 908 220 636, bartikmartin@gmail.com