

Využitie GIS pri modelovaní vzniku lavín v oblasti Vysoké Tatry

Lenka Gregušová

Inštitút geoinformatiky
Hornicko-geologická fakulta
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
17. listopadu 15
Ostrava – Poruba
Česká republika
leanna83@gmail.com

Vedúci práce: Ing. David Vojtek, Ph.D.

Abstrakt. V predkladanej práci sa zaoberáme vypracovaním digitálnych mapových podkladov a ich využitím v programe ArcGIS 9.2 na stanovenie lavínového ohrozenia oblasti Vysoké Tatry. Oblasť bola zvolená na základe žiadosti Horskej záchranej služby – konkrétne Strediska lavínovej prevencie v Jasnej, s ktorým na práci spolupracujeme. Práca vychádza z doterajších poznatkov autorov, ktorí sa touto problematikou zaoberali, prezentuje analýzu lavínovej hrozby a prírodných procesov ovplyvňujúcich vznik lavín, predovšetkým vzťah morfometrických parametrov reliéfu (sklony, orientácie, výškové stupne a tvary reliéfu) a lavínovej hrozby. Výsledkom práce sú stupne lavínovej ohrozenosti v lokalite, ktoré sú vizuálne viditeľné v samotnom programe ako aj na mapových výstupoch. Výsledné ohrozené územia odtrhov sa zhodujú s lavínovým katastrom zaznamenaným počas dlhých rokov, a je možné ich praktické využitie v predikcii vzniku lavín

Kľúčové slová: lavíny, lavínová ohrozenosť, lavínový monitoring, Vysoké Tatry, geografické informačné systémy, GIS

Abstract. The subject of this thesis is the development of maps for predicting avalanches and their application using the Arcgis 9.2 computer program in the region of High Tatras. The High Tatras region was chosen upon request of the Centre for Preventing Avalanches in Jasna, with whom we work in close cooperation. The thesis draws on the knowledge of several well-known authors in this field. It presents an analysis of avalanche warning, natural processes that influence the creation of avalanches, and most of all, the relation of topographic parameters of terrain, such as orientation, altitude levels, shapes of landscape and avalanche risk. The outcome of this thesis shows the degrees of an avalanche risk in the region, which can be seen in the above mentioned computer program as well as on the maps developed. This results in localizing the territories with the highest risk of avalanche danger, which are the same as those historically observed by avalanche "kataster" throughout the years. and can be practically used in predicting avalanches.

Keywords: avalanches, risk of avalanches, monitoring of avalanches, High Tatras, Geographic Information Systems (GIS)

1 ÚVOD

Lavíny sú prírodným javom vyskytujúcim sa hlavne v horstvách v zimnom období a ľudstvo sa stretáva s nimi odjakživa. *Lavíny predstavujú jednu z najvýznamnejších hrozieb vysokohorského prostredia nad a v blízkosti hornej hranice lesa.* (HREŠKO, 1998). Lavínou označujeme náhly pohyb snehu z odtrhového, cez transportné až po akumulčné pásma. Odtrhy snehu s menšou dráhou ako 50 m nazývame snehové zosuny alebo splazy. K odtrhu a pádu lavíny dôjde vtedy, ak je napätie na určitom mieste väčšie ako pevnosť snehovej pokrývky a keď sa prekoná odpor trenia snehovej vrstvy o jej podklad. Príčinou uvoľnenia lavíny môže byť zvýšenie napätia spôsobené prírastkom snehovej pokrývky, zaťažením človekom, zverstvom, výbuchom a pod. alebo zníženie pevnosti snehovej pokrývky spôsobené premenou snehových zrn, zvlášť tvorbou pohyblivého snehu a premenou topením pri silnom oteplení alebo daždi.

2 PODMIENKY VZNIKU LAVÍN

Podľa (VOJTEK, 2002) sa za faktory vplývajúce na odtrh lavín považujú: meteorologické prvky, topografické prvky a vlastnosti snehu.

Meteorologické prvky - získané z pozorovaní a meraní na meteorologických staniách: atmosférické zrážky, teplota vzduchu, veterné pomery, slnečný svit, oblačnosť, vlhkosť vzduchu apod. *Topografické prvky* - v čase sa nemenia, prípadne len pomaly: nadmorská výška, sklon svahu, expozícia, vegetačný kryt a pod. *Vlastnosti snehu* - ovplyvnené vývojom počasia: (teplotný profil snehu, štruktúra jednotlivých vrstiev, zloženie snehu, a pod.). Môžeme sa na ne pozerat' ako na sekundárne meteorologické prvky odrážajúce spolupôsobenie meteorologických a topografických prvkov, avšak kvôli zložitým vzťahom ich uvažujeme zvlášť.

Z predchádzajúcich uvedených faktorov sa táto práca zaoberá topografickými prvkami. Zjednodušene môžeme povedať, že z celého radu faktorov ovplyvňujúcich vznik lavín sú najzávažnejšie tieto tri : terén, počasie, štruktúra a uloženie snehu.

3 POSTUP PRÁCE A VÝSLEDKY

Pri postupnom modelovaní vzniku lavín v oblasti Vysoké Tatry sme pracovali s programom ArcGIS 9.2, hlavne s aplikáciou ArcMap. Celý projekt je riešený v súradnicovom systéme WGS 84 UTM zone 34.

2.1 PREDSPRACOVANIE ZDROJOVÝCH DÁT

V predprípravnej fázy práce bola vybraná záujmová oblasť a získaval sa čo možno najväčší počet vstupných dát. Ich spracovanie bolo realizované v programe ArcGIS 9.2. Digitálny model reliéfu DMR tvoril podklad pre vytvorenie morfometrických máp, ktoré sme využili v prekrývaní a vložení do vzorca na výpočet A_v – teda lavínovej ohrozenosti a identifikácii miest vzniku lavín. DMR bol dodaný vo formáte ascii, v mierke podkladu 1: 10 000.

Ďalej sme spracovávali vektorovú vrstvu Corine LandCover, ktorá sa týkala krajinej pokrývky, a z ktorej sme do rovnice na určenie miest vzniku lavín odvodzovali faktor

Rg – tj. faktor drsnosti povrchu. Vrstva Corine LandCover bola v úvode orezaná podľa záujmového územia a prevedená do rastrovej formy (POLYGON TO RASTER). Pomocou nomenklatúry získanej od ŠOP, sme následne porovnávali úrovne, ktoré sa nachádzali na nami získanej vrstve krajinnej pokrývky s kategóriami, ktoré sme potrebovali na vytvorenie faktora drsnosti povrchu (rg faktor). Keďže reklasifikačná tabuľka (Tabuľka 12) pre vytvorenie rg faktora je podrobnejšia a zjavne je tvorená pre väčšie mierky, museli sme 2 kategórie z reklasifikácie vynechať.

2.2 IDENTIFIKÁCIA MIEST VZNIKU LAVÍN

Pre identifikáciu miest vzniku lavín (BARKA, RYBÁR, 2003) sme použili model, založený na morfometrických parametroch a drsnosti reliéfu. Jeho rovnica je nasledovná: $Av = (AI + Ex + Fx) * S * Rg$ [1], kde: *Av* je hrozba vzniku lavíny, *AI* je faktor nadmorskej výšky, *Ex* predstavuje faktor orientácie reliéfu, *Fx* faktor horizontálnej krivosti, *S* faktor sklonu reliéfu a *Rg* je faktor drsnosti povrchu.

Najdôležitejšie postavenie v rovnici majú sklon a drsnosť povrchu. Podmieňujú možnosť vzniku lavíny, kým ostatné faktory ovplyvňujú len frekvenciu vzniku lavín. Jednotlivé faktory by mali nadobúdať hodnoty v rozpätí 0 – 2, resp. 0 – 3 (pri drsnosti povrchu). Príslušné hodnoty sú uvedené v Tabuľke 1. Následným použitím mapovej algebry v rastrove orientovanom GIS podľa uvedenej rovnice a reklasifikáciou vypočítaných hodnôt (podľa Tabuľky 2) vznikne mapa hrozby miest vzniku lavín.

Tabuľka 1: Hodnoty reklasifikácie pre jednotlivé faktory vstupujúce do rovnice na určenie miest vzniku lavín

Faktor nadmorskej výšky		Faktor orientácie (S = 0°, V = 90°)		Faktor horizontálnej krivosti	
0	do 1 300 m n. m.	1	0° - 90° 270.1° - 360°	0	1 - 0.001
1	1 300 - 1 500 m n. m.	2	90.1° - 270°	1	0.001 - -0.001
2	nad 1 500 m n. m.			2	-0.001 - -1
Faktor sklonu			Faktor drsnosti povrchu		
0	0° - 10°	70° - 90°	0.5	les - ihličnatý, listnatý zmiešaný	
0.4	10° - 19°	60° - 70°	1.2	nesúvislý les zmiešaný s kosodrevinou, hrubá balvanitá suť a svahy s menšími blokmi	
0.8	19° - 25°	55° - 60°	1.4	krovinatý porast	
1.2	25° - 30°	50° - 55°	1.5	riedky les - tráva a stromy	
1.6	30° - 35°	45° - 50°	2.5	súvislá kosodrevina, svahy s výčnelkami skalného podložia do 50 cm	
2	35° - 45°		2.8	nesúvislá kosodrevina, drobno úlomkovité sutinové svahy	
			3	trávnatý porast, kremenové skalné moria, sklané platne	

(Zdroj: BARKA a RYBÁR, 2003)

Tabuľka 2: Reklasifikácia výsledkov rovnice na určenie miest vzniku lavín

Reklasifikácia výsledkov	
Výsledok rovnice	Hrozba vzniku miest lavín
(0 - 15>	Mala
(15 - 22.5>	Stredná
(22.5 - 30>	Velka
(30 - 36>	Katastroficka

(Zdroj: BARKA a RYBÁR, 2003)

2.2.1 MODEL NA IDENTIFIKÁCIU MIEST VZNIKU LAVÍN

LOKALIZÁCIA:

Toolbox: Lavinova Hrozba

Model: Miesta vzniku lavín

VSTUPY: (adresár vstup_T)

DMR: digitálny model reliéfu záujmového územia v rastrovom formáte (dmr)

Krajinná pokrývka: typy pokryvu záujmového územia v rastrovom formáte (rg_faktor prípadne rg_faktor_F pre Furkotskú dolinu)

Pracovný adresár 1: zvolíme umiestnenie medzivýsledkov a výstupov

VÝSTUPY:

Miesta vzniku lavín: oblasti, kde je možnosť vzniku miesta, odkiaľ sa môže spustiť lavína; rastrový formát (miesta_lavin)

2.2.1.1 VYTVORENIE MAPY VÝŠKOVÝCH STUPŇOV, FAKTOR AI

Údaje o nadmorskej výške záhrňa priamo DMR. Za účelom vytvorenia mapy výškových stupňov, resp. faktora AI vstupujúceho do rovnice na určenie miest lavínového nebezpečenstva sme pomocou funkcie RECLASSIFY existujúcim hodnotám buniek priradili hodnoty faktora nadmorských výšok (podľa Tabuľky 3), čím došlo k zjednoteniu oblastí s rovnakými klasifikačnými kritériami.

Tabuľka 3: Reklasifikačná tabuľka pre faktor nadmorskej výšky (AI)

Faktor nadmorskej výšky (upravený podľa SLP)	
0	do 1 450 m n. m.
1	1 450 – 1 650 m n. m.
2	nad 1 650 m n. m.

(Zdroj: SLP, 2008)

2.2.1.2 VYTVORENIE MAPY SKLONU RELIÉFU, S FAKTOR

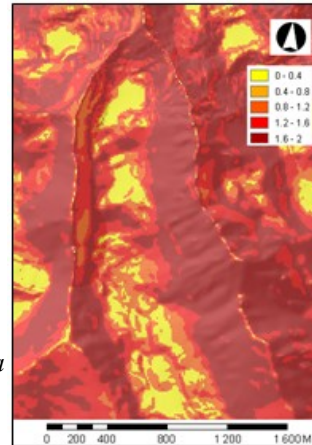
Lavínové svahy v našich podmienkach majú najčastejšie sklon odtrhového územia 28° až 45°, najkritickejšia oblasť z toho je 35° až 45°. Sklon reliéfu je v podstate charakterizovaný ako zmena nadmorských výšok v smere spádovej krivky a je vyjadrený v stupňoch. Na získanie hodnôt sklonu reliéfu vo VT sme využili funkciu SLOPE. Pri reklasifikácii sme však nemohli pracovať s desatinnými číslami, ako uvádza reklasifikačná Tabuľka 4, tak sme do reklasifikácie priradili desaťnásobok faktora sklonu. K správnych – tabuľkovým – hodnotám faktora sklonu sme sa napokon dopracovali vydelením výsledného rastra sklonov reálnym číslom 10.0 pomocou SINGLE OUTPUT MAP ALGEBRY.

Tabuľka 4: Reklasifikačná tabuľka pre faktor sklonu (S)

Faktor sklonu		
0	0° - 10°	70° - 90°
0.4	10° - 19°	60° - 70°
0.8	19° - 25°	55° - 60°
1.2	25° - 30°	50° - 55°
1.6	30° - 35°	45° - 50°
2	35° - 45°	

(Zdroj: BARKA, 2003)

Obrázok 1: Ukážka faktora sklonu S zobrazujúca Furkotskú dolinu



2.2.1.3 VYTVORENIE MAPY ZAKRIVENIA POVRCHU, F_x FAKTOR

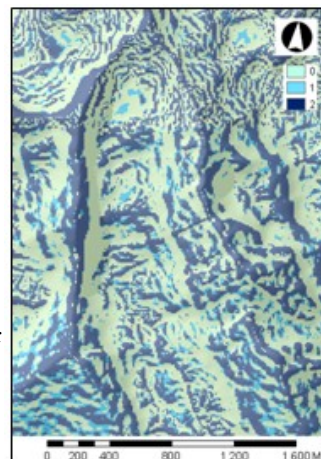
Horizontálna krivosť reliéfu všeobecne predstavuje zakrivenie reliéfu v smere vrstevnice (normálová krivosť v smere dotyčnice k vrstevnici). Kladné hodnoty krivosti sa označujú ako konvexné a záporné ako konkávne. Na určenie krivosti reliéfu VT sme využili funkciu CURVATURE, ktorá nám ponúka celkovú krivosť, ale aj planárnu a profilovú samostatne. V našom prípade sa hodnoty planárnej krivosti pohybovali v intervale od - 400 do 400. Funkcia SINGLE OUTPUT MAP ALGEBRA, ktorej vstupom je Krivosť planarna nám vydělila krivosť hodnotou 100.0, aby sme dostali hodnoty vhodné ako vstup do funkcie RECLASSIFY. Na základe nami získaných hodnôt krivosti reliéfu, sme si upravili aj nasledujúcu reklasifikačnú tabuľku:

Tabuľka 5: Reklasifikačná tabuľka pre faktor zakrivenia povrchu (F_x)

Faktor horizontálnej krivosti	
0	4 - 0.001
1	0.001 - -0.001
2	-0.001 - -4

(Upravené podľa: BARKA, 2003)

Obrázok 2: Ukážka faktora zakrivenia povrchu F_x zobrazujúci Furkotskú dolinu



2.2.1.4 VYTVORENIE MAPY ORIENTÁCIE VOČI SVETOVÝM STRANÁM, Ex FAKTOR

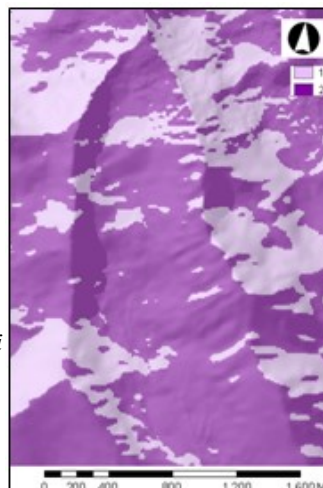
Expozícia reliéfu predstavuje orientáciu voči svetovým stranám vyjadrenú v stupňoch v rozmedzí od 0° do 360°. Severná expozícia ma hodnotu 0°, ostatné smery sú priradované vzostupne v smere hodinových ručičiek.

Pri orientácii terénu (expozícii) sme previedli aj *štatistické skúmanie závislosti* medzi dĺžkami dráh lavín v oblasti Vysoké Tatry a expozíciou reliéfu. Výsledkom bola potvrdená závislosť medzi dĺžkou dráhy lavíny a expozíciou reliéfu. Mapu expozície reliéfu sme získali použitím funkcie ASPECT a následnou reklasifikáciou pomocou funkcie RECLASSIFY na základe Tabuľky 6 a tak sme získali ďalší vstup – faktor Ex - do rovnice na zistenie miest vzniku lavín.

Tabuľka 6: Reklasifikačná tabuľka pre faktor expozície (Ex)

Faktor orientácie	
1	0° - 90° 270° - 360°
2	90° - 270°

(Zdroj: Barka, 2003)



Obrázok 3: Ukážka faktora expozície Ex zobrazujúci Furkotskú dolinu

2.2.1.5 VYTVORENIE MAPY DRSNOSTI POVRCHU, Rg FAKTOR

Pri analýzách drsnosti reliéfu sme vychádzali z podkladov, ktoré nám poskytla ŠOP vo vektorovom formáte, ktorý sme museli pretransformovať na raster. Každý oblasti bolo podľa priloženého kľúča priradené číslo podľa faktora drsnosti povrchu. Tieto hodnoty sme potom reklasifikovali na základe Tabuľky 7, ale podľa desaťnásobku príslušného faktora a následne sme výsledný raster pomocou funkcie Raster Calculator vydělili konštantou 10.0. Situácia v ModelBuilderi bola riešená tak, že do modelu vstupoval už Rg faktor predpripravený priamo do rovnice na identifikáciu miest so vznikom lavínového nebezpečenstva.

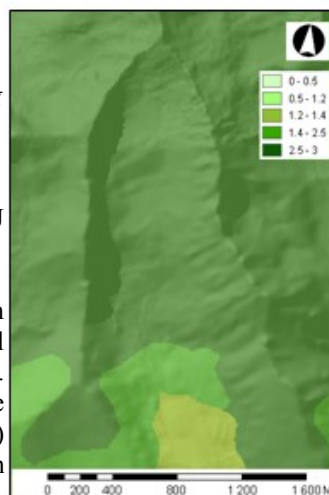
Tabuľka 7: Reklasifikačná tabuľka pre faktor drsnosti povrchu (Rg)

Faktor drsnosti povrchu	
0.5	les - ihličnatý, listnatý zmiešaný
1.2	nesúvislý les zmiešaný s kosodrevinou, hrubá balvanitá suť a svahy s menšími blokmi
1.4	krovinatý porast
1.5*	niedky les - tráva a stromy
2.5	súvislá kosodrevina, svahy s výčnelkami skalného podložia do 50 cm
2.8*	nesúvislá kosodrevina, drobno úlomkovité sutinové svahy
3	trávnatý porast, kremencové skalné moria, sklané platne

(Upravené podľa: BARKA, 2003)

pozn.: * tieto hodnoty boli z našej reklasifikácie vynechané

Obrázok 4: Ukážka faktora drsnosti povrchu Rg zobrazujúca Furkotskú dolinu



2.2.1.6 VÝPOČET ROVNICE LAVÍNOVEJ OHROZENOSTI

Po spracovaní výsledkov analýz jednotlivých vlastností terénu – resp. faktorov, sme vytvorili model pomocou ModelBuilderu v programe ArcGIS 9.2. Tento model na základe funkčných vzťahov z rovnice na výpočet miest vzniku lavín (Barka, 2003) vygeneroval miesta potenciálne ohrozené vznikom lavín.

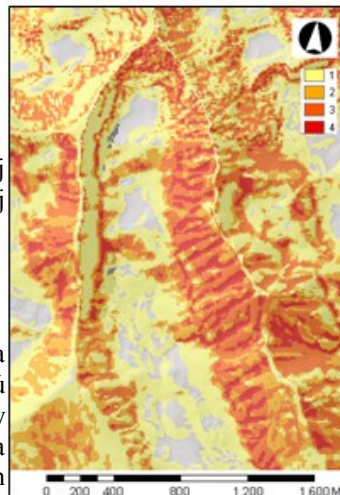
Rg faktor je parametrom vstupujúcim do modelu. Spolu s faktorom sklonu S pomocou funkcie TIMES sa vynásobia. Ex, Fx, a A1 faktory sa sčítajú pomocou funkcií PLUS a následne sú vynásobené výsledkom $Rg * S$. Dostávame tak miesta vzniku lavín, ktoré musíme ešte reklasifikovať pomocou funkcie RECLASSIFY na základe Tabuľky 8. Tak dostávame 4 kategórie miesta vzniku lavín.

Tabuľka 8: Reklasifikačná tabuľka pre výsledné miesta vzniku lavín

Reklasifikácia výsledkov	
Výsledok rovnice	Hrozba vzniku miest lavín
(0 - 15>	Malá
(15 - 22.5>	Stredná
(22.5 - 30>	Veľká
(30 - 36>	Katastrofická

(Zdroj: BARKA, 2003)

Obrázok 5: Miesta vzniku lavín (Furkotská dolina)



2.3 URČENIE LAVÍNOVÝCH DRÁH

Po získaní miest vzniku lavín na základe upravenej Hreškovej rovnice (Barka, 2003) sme ďalej pokračovali vo vytváraní lavínového katastra.

2.3.1 MODEL LAVÍNOVÉHO KATASTRA

Vzhľadom na získané materiály, ktoré nám poskytla HZS – SLP, sme pracovali modely, ktorého základnú verziu vytvorili autori z Washingtonskej univerzity (GABRISCH, REYNOLDS, 2005). Model je založený na funkciách používaných pri hydrologickom modelovaní (funkcie: Flow direction, Flow length apod.). Tieto funkcie sú využité práve preto, lebo sneh má v podstate podobné vlastnosti, čo sa týka napríklad jeho tečenia po svahu, ako voda.

LOKALIZÁCIA:

Toolbox: Lavinova Hrozba

Model: Lavinovy kataster

VSTUPY: (adresár vstup_T)

DMR: digitálny model reliéfu záujmového územia v rastrovom formáte (dmr)

Krajinná pokrývka: typy pokryvu záujmového územia v rastrovom formáte (rg_faktor prípadne rg_faktor_F pre Furkotskú dolinu)

Pracovný adresár 1: zvolíme umiestnenie medzivýsledkov a výstupov

Pracovný adresár 2: ide o pracovný adresár používaný pri modely Miesta vzniku lavín

VÝSTUPY:

Lavinový kataster: zobrazujúci lavínové dráhy; vektorový formát (lav_kataster)

Pre zjednodušenie modelu nebola časť na určenie miest vzniku lavín rozpisovaná, ale priamo vložená ako model.

2.3.2 MODEL INTERAKTÍVNEHO LAVÍNOVÉHO KATASTRA

V tejto časti sme sa venovali vytvoreniu modelu, ktorý by bol schopný na základe interaktívneho vstupu (myšou zadaný polygón = odtrh laviny), vygenerovať lavínový svah, prípadne pri zadaní viacerých odtrhov – viaceré lavínové svahy.

LOKALIZÁCIA:

Toolbox: Lavinova Hrozba

Model: Interaktívny lavinovy kataster

VSTUPY: (adresár vstup_T)

DMR: digitálny model reliéfu záujmového územia v rastrovom formáte (dmr)

Krajinná pokrývka: typy pokryvu záujmového územia v rastrovom formáte (rg_faktor prípadne rg_faktor_F pre Furkotskú dolinu)

Miesta vzniku lavín: reklasifikovaný na 2 kategórie; ide o oblasti, kde je pravdepodobnosť vzniku miesta, odkiaľ sa môže spustiť lavína; rastrový formát (miesta_laviny)

Pracovný adresár 1: zvolíme umiestnenie medzivýsledkov a výstupov

VÝSTUPY:

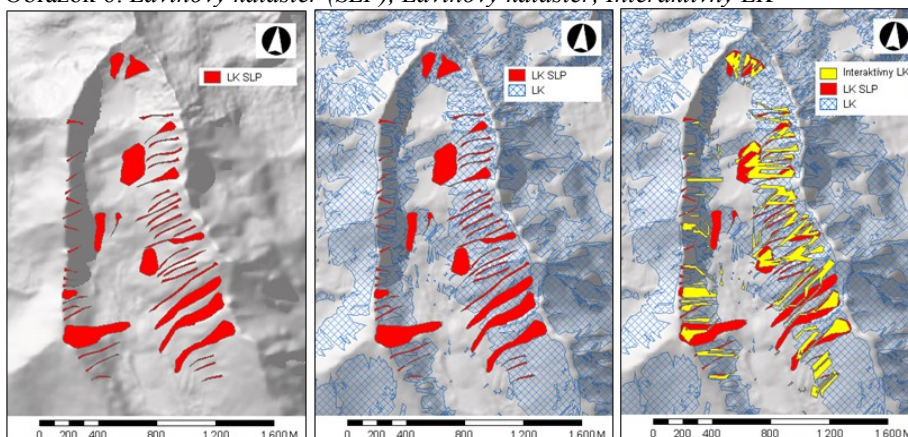
Interaktívny lavínový kataster: zobrazujúci dráhy lavín; vektorový formát (interakt_lk)

Treba poznamenať, že interaktívny model spúšťame len vtedy, keď už máme vygenerované miesta vzniku lavín reklasifikované na dve kategórie (miesta_laviny), kde sme 4 pôvodné kategórie rizika miest vzniku lavín preklasifikovali pomocou funkcie RECLASSIFY nasledovne: najnižšie riziko vzniku miest odtrhu lavín sme reklasifikáciu vylúčili, pretože toto riziko pokrývalo rozsiahle územia až po dná dolín – čo môžeme vysvetliť tak, že ide len o interpretáciu terénu, čo je len jedna z troch predpokladov vzniku lavín (ďalej sú to meteorologické podmienky a fyzikálne vlastnosti snehu). 2. stupeň rizika vzniku lavín sme ponechali a riziko 3 a 4 sme reklasifikáciu zlúčili. Ďalej musíme nainportovať do modelu – konkrétne do premennej Feature Set – schému a symbológiu zo súboru miestaOdtrhu.mdb.

2.4 PRESNOSŤ VÝSLEDKOV

V tejto časti sa zaoberáme verifikáciou nami vymodelovaného lavínového katastra (LK) na základe modelov: Lavínový kataster (LK), Interaktívny lavínový kataster v porovnaní s lavínovým katastrom (LK SLP), ktorý nám poskytlo SLP (všetky Obrázok 6). Pri porovnávaní budeme skúmať na základe doporučenia SLP Furkotskú dolinu, v ktorej sa nachádza 51 lavínových svahov.

Obrázok 6: Lavínový kataster (SLP), Lavínový kataster, Interaktívny LK



Predchádzajúce výstupy môžeme zhodnotiť len vizuálne. (Aj z toho dôvodu, že nemáme žiadnu istotu, že poskytnutý LK od SLP je skutočne presný.)

V druhom prípade sme porovnávali výsledky LK SLP a interaktívneho LK, ktorý sme vytvorili na základe interaktívneho vstupu odtrhových zón. Odtrhové zóny, ktoré interaktívne vstupovali do modelu sme prebrali z LK SLP. Ako môžeme usúdiť z Obrázka 6, nami vytvorené lavínové katastrofe sa v odtrhových pásmach poväčšine zhodujú s LK SLP a to hlavne v JV, JZ a S časti skúmaného územia. Ďalej môžeme usúdiť, že vo väčšine prípadov sa nezhodujú dosahy lavín.

Treba pripomenúť ešte dôležitý fakt, že nami vytvorené modely vychádzajú len z morfolometrických charakteristík reliéfu (topografické prvky) a z krajinej pokrývky a neberú do úvahy, o akú lavínu z hľadiska klasifikácie ide, prípadne nezohľadňujú ani meteorologické prvky.

Keď si zhrnieme celú problematiku porovnávaní výsledkov a ich presnosti, tak dospejeme k tomu, že v našom prípade je značná závislosť výstupov na vstupných dátach a ich presnosti.

2.4.1 SIMULÁCIE

Vzhľadom na to, že sa nám podarilo získať informácie o chybovosti nami využívaného DMR Vysokých Tatier, mohli sme tento poznatok využiť pri snahe dosiahnuť na základe uvedenej chyby, čo najvyššiu presnosť pri vygenerovaní lavínových katastrof zvoleného územia – Furkotskej doliny.

LOKALIZÁCIA:

Toolbox: Lavínova Hrozba

Model: Simulácie – Raster 0, Simulácie

VSTUPY: (adresár vstup_T)

DMR: digitálny model reliéfu záujmového územia v rastrovom formáte (dmr)

Krajinná pokrývka: typy pokryvu záujmového územia v rastrovom formáte (rg_faktor prípadne rg_faktor_F pre Furkotskú dolinu)

Raster 0: raster s konštantnou hodnotou 0, rastrový formát (raster0)

Pracovný adresár 1: zvolíme umiestnenie medzivýsledkov a výstupov

Pracovný adresár 2: ide o pracovný adresár používaný pri modeli Miesta vzniku lavín

VÝSTUPY:

Lavína SUM: pravdepodobnosti miest vzniku lavínových katastrof pre konkrétny počet iterácií; rastrový formát (lavina_suma)

Dôležitá pri tomto modeli je funkcia CREATE RANDOM RASTER, do ktorej vstupuje položka s názvom Distribution, kde sme si naštvovali normálnu distribúciu resp. rozdelenie so strednou hodnotou 0 a smerodajnú odchylku s hodnotou 2.5, pretože takú chybu sme zistili v získanom DMR na základe informácií z TOPU ASR. Ďalším dôležitým krokom bolo vygenerovanie rastra 0 - ide o raster, ktorý svojou veľkosťou pokrýva naše záujmové územie a navyše má v každej bunke hodnotu 0.

Tento raster je vygenerovaný pomocou funkcie TIMES, do ktorej vstupuje nulová hodnota a DMR Furkotskej doliny.

Dôležité je nastavenie si počtu iterácií, resp. opakovaní danej simulácie. V našom prípade sme vygenerovali 515 iterácií. Pričom výsledkom je mapa, ktorá zobrazuje pravdepodobnosť miest vzniku lavínových dráh - katastrof. Zobrazované

pravdepodobnosti sme zvolili pre hodnoty: 0 – 10, 10 – 25, 25 – 50, 50 – 75 a 75 - 100 %. Pravdepodobnosť, že bude v záujmovom území miesto, odkiaľ sa so 100% istotou spustí lavína, môžeme lokalizovať hlavne na západných a severozápadných svahoch Furkotskej doliny – konkrétne vo vyššie až stredne položených žľaboch, čo korešponduje so záznamami SLP.

3 ZÁVER

Zatiaľ čo vo vyspelých krajinách je digitálne stanovenie lavínovej ohrozenosti územia bežné a efektívne, Slovenská republika za týmto svetovým trendom zaostáva. A aj tento negatívny trend bol jednou z výziev, aby sme sa zaoberali práve touto problematikou.

Práca sa uberala cestou zisťovania lavínovej ohrozenosti na základe morfometrických charakteristík – zaoberali sme sa vlastnosťami reliéfu, kde sme zahrnuli aj krajinnú pokrývku územia. Podarilo sa nám dopracovať k výsledkom v podobe miest vzniku lavín, lavínových katastrov a vytvoriť nástroj pre interaktívne zadávanie odtrhových miest lavín, ktorý bude dostupný pre účastníkov cestovného ruchu aj vďaka ArcGIS serveru.

REFERENCIE

BARKA, I. - RYBÁR, R. 2003. Identifikácia miest vzniku lavín pomocou GIS. In: Nové trendy v krajinskej ekológii. Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou. [CD-ROM]. UK Bratislava, 2003.

CAMPBELL, C. JAMIENSON, B. 2003. Spatial variability of stability and fractures in avalanche start zones, University of Calgary : Department of Geology and Geophysics, 2003. 247 s. Dostupné na internete: www.schulich.ucalgary.ca/Civil/Avalanche/papers_variability.htm

GABRISCH, G. REYNOLDS, J. 2005. Using GIS to Predict Snow Avalanche Paths Using a Combined Surface Analysis of Ten-Meter Digital Elevation Models, Western Washington University, Bellingham

Dostupné na internete: web1.spatial.wvu.edu/~gis/05_projects/AVALANCHE/index.ht

McCLUNG, D. M. 2001. Characteristics of terrain, snow supply and forest cover for avalanche initiation caused by logging. In : Anals og glaciology vol. 32. International glaciological society, 2001. s. 223-229

VOJTEK, M. 2002. Meteorologické podmienky vzniku lavín vo Vysokých Tatrách a ich modelovanie : Diplomová práca. Bratislava : Univerzita Komenského, 2002. 44 s