



Fórum

Mladých

Geoinformatikov

Zborník príspevkov a prezentácií z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou

Martin Zápotocký

Michal Antal

Zuzana Slatkovská

2017

Názov: Fórum mladých Geoinformatikov 2017

Zborník príspevkov a prezentácií z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou

Editori: Martin Zápotocký, Michal Antal, Zuzana Slatkovská

Vydavateľ: Technická Univerzita vo Zvolene

Vydanie: I. 2017

Vydané: elektronicky na CD

Grafická úprava: Michal Antal

Náklad: 50 kusov

Za vedeckú úroveň zodpovedajú autori. Rukopis neprešiel jazykovou úpravou

© Technická Univerzita vo Zvolene

© Ing. Martin Zápotocký – Ing. Michal Antal – Ing. Zuzana Slatkovská

Lesnícka fakulta, Katedra hospodárskej úpravy lesa a geodézie, T. G. Masaryka 2117/24, 960 53
Zvolen

ISBN 978-80-228-2787-4

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu ani ilustrácií nemôže byť použitá na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autora alebo vydavateľa.

Obsah

Porovnanie presnosti bodových mračien vytvorených v rôznych softvérových prostrediach	2
Toponomastická mapa vysokých Tatier.....	8
Terrénna a technologická typizácia s využitím SDSS a GIS.....	14
The Role of Geographical Information Systems in Urban and Inner Cities Development in Ghana	26
Identifikácia ležiacich kmeňov v NPR Badínsky prales	32

Príloha: Prezentácie príspevkov

POROVNANIE PRESNOSTI BODOVÝCH MRAČIEN VYTVORENÝCH V RÔZNYCH SOFTVÉROVÝCH PROSTREDIACH

Alžbeta GRZNÁROVÁ¹,

¹ Katedra hospodárskej úpravy lesov, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Ul. T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, *alzbetagrznarova@gmail.com*

Abstrakt

Príspevok je zameraný na porovnanie presnosti mračna bodov vytvorených z fotografického materiálu získaného pomocou diaľkovo ovládaného leteckého systému v rôznych softvérových prostrediach. Spracovávaný fotografický materiál pochádza z lesného porastu po veternej kalamite v lokalite Vysoké Tatry. Výskumná plocha bola snímokovaná pomocou kvadrokoptéry DJI Phantom 3 Professional. Po testovaní viacerých softvérov sme pre porovnanie vybrali dva komerčné softvéry, v ktorých bolo možné vytvoriť všetky potrebné výstupy, konkrétne Agisoft Photoscan a Pix4D. Ďalej sa fotografie spracovali vo voľne dostupných a open source softvéroch tak, aby bolo možné vytvoriť všetky cieľové výstupy, bola použitá kombinácia Visual SFM a CloudCompare. Porovnávané boli vytvorené mračná bodov a zároveň sme porovnali potrebný čas a užívateľskú prívetivosť všetkých troch použitých prístupov.

Abstract

The paper is focused on compare the accuracy of cloud of points made from photographic material aquired by remotely piloted aircraft system in different software packages. The research photographic material comes from a forest stand damaged by wind disturbance in locality the High Tatras. The plot was UAV imagery using DJI Phantom 3 Professional Quadcopter. For comparison, two commercial softwares were selected in which all the required outputs could be created, namely Agisoft Photoscan and Pix4D. Furthermore, photos were processed in free and open source software so that all the outputs, namely Visual SFM and CloudCompare, could be created. Clouds were compared and we compared time and user friendliness of all three approaches.

Kľúčové slová: bodové mračno, diaľkovo ovládané letecké systémy, fotogrametrický softvér, georeferencovanie, presnosť

Keywords: point cloud, , remotely piloted aircraft system, photogrammetric software, georeferencing, accuracy

ÚVOD

V súčasnosti sa na získavanie fotografických dát čoraz viac používajú bezpilotné letecké prostriedky, ktoré je možné definovať ako letecké prostriedky bez posádky na palube, ktoré sú ovládané manuálne na diaľku alebo môžu lietať automaticky podľa vopred nadefinovaných letových plánov alebo pomocou zložitejších dynamických autonómnych systémov [2]. Delia sa na základe viacerých kritérií ako sú zameranie, pohon, typ platformy či váhová kategória. Zameranie vyjadruje akej skupine ľudí sú určené, môžu byť určené bežným užívateľom, pokročilým užívateľom alebo profesionálom. Sú poháňané buď elektricky (batériou) alebo spaľovacím motorom. Podľa typu platformy sa delia na multikoptéry a letúne. [3]. Rozdelenie podľa váhovej kategórie najčastejšie určuje priamo Letecký úrad.

Dáta získané pomocou bezpilotných prostriedkov sú ďalej spracovávané vo fotogrametrických softvéroch, či už komerčných alebo voľne dostupných. Softvéry ponúkajú rôzne možnosti výstupov počnúc bodovým mračnom, 3D modelom z rozličným povrchom, napr. trojuholníkovou sieťou, až po ortofotosnímku, či ortofotomozaiku. Uvedené výstupy sa vyhotovujú v rozličnej úrovni presnosti. A práve porovnanie presnosti sme si zvolili za cieľ našej práce.

1 METODIKA

1.1 Spracovanie dát v softvéri Agisoft Photoscan

Ako prvý komerčný softvér sme využívali softvér Agisoft Photoscan. Spracovanie fotografických dát v ňom pozostáva z nasledovných krokov. Ako prvé sa po založení projektu funkciou „Add Photos“ vložia do projektu snímky mapovaného územia. Ďalším krokom je vzájomné vyrovnanie snímok voči sebe a vytvorenie prvotného mračna bodov „Sparse Cloud“ pomocou funkcie „Align Photos“. Pred spustením procesu sa nastaví presnosť „Accuracy“ a spôsob vyrovnania „Pair Preselection“, a tiež maximálny počet kľúčových bodov na snímku vo výslednom bodovom mračne „Key point limit“. V našom prípade sme zvolili najvyššiu presnosť, spôsob vyrovnania „Generic“ a počet kľúčových bodov 40 000. Tretím krokom je generovanie hustého mračna bodov pomocou funkcie „Build Dense Cloud“. Pred spustením procesu sme v nastaveniach vybrali najvyššiu kvalitu a spôsob filtrovania „Aggressive“ [1].

Aby bolo možné výsledné mračno bodov porovnávať s mračnami bodov získaných z ďalších softvérov, bolo ho potrebné georeferencovať pomocou vlícovacích bodov s presne určenými súradnicami. Pre georeferencovanie boli vykonané nasledovné kroky. Najprv sa pomocou funkcie „Clear Cameras“ vymazali súradnice stredov snímok pochádzajúce z EXIF dát snímok a nastaví sa koordinačný systém, v ktorom boli vlícovacie body merané. Následne sa vlícovacie body vyhľadali na snímkach a označili sa príslušným číslom pomocou funkcie „Create marker“. Každý vlícovací bod sa označil na troch snímkach, pričom sa použili snímky, na ktorých bol daný vlícovací bod umiestnený približne v strede snímky, aby sa tak predišlo skresleniu. Nakoniec sa každému vlícovaciemu bodu priradili súradnice. Podobným spôsobom sme postupovali aj pri vkladaní kontrolných bodov tzv. Check points, ktoré slúžia na zistenie presnosti výsledného mračna bodov. Na rozdiel od vlícovacích bodov sme použili 10 kontrolných bodov, kým vlícovacie boli 4. Posledným krokom spracovania dát je exportovanie bodového mračna, v našom prípade vo formáte LAS.

1.2 Spracovanie dát v softvéri Pix4D

Ako druhý komerčný softvér sme využívali softvér Pix4D. Spracovanie fotografických dát v ňom prebieha podobne ako v softvéri Agisoft Photoscan, preto budeme popisovať iba rozdiely oproti spomínanému softvéru. Vzájomné vyrovnanie snímok voči sebe a vytvorenie prvotného mračna bodov prebieha v prvom procese „Initial Processing“ a generovanie hustého mračna bodov v druhom procese „Point Cloud and Mesh“. Na rozdiel od vyššie popisovaného softvéru sa georeferencovanie vykonáva pred generovaním hustého mračna bodov [4].

1.3 Spracovanie dát v softvéri VisualSFM

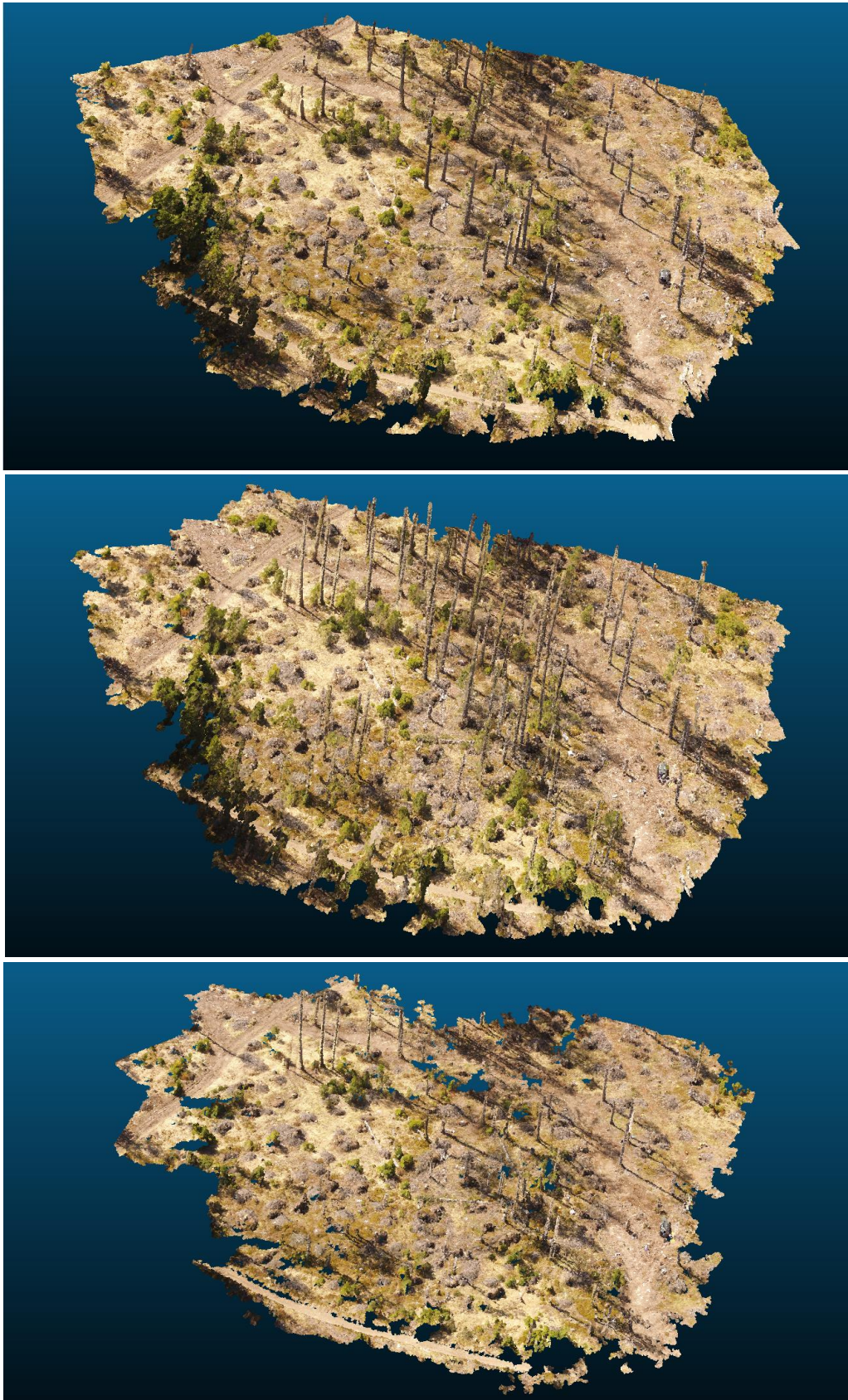
Ako posledný softvér sme si zvolili voľne dostupný softvér Visual SFM. Zo začiatku je následnosť krokov spracovania fotografických dát podobná ako pri predchádzajúcich softvéroch. Avšak nie je možné nastavovať presnosť a kvalitu výsledných bodových mračien a medzi kroky nie je možné ukladať. Proces spracovania sa skladá so štyroch krokov, ktorými sú: Vloženie snímok „Add some images“, Vzájomné vyrovnanie snímok „Match the images“, Generovanie riedkeho mračna bodov „Sparse Reconstruction“ a Generovanie hustého mračna bodov „Dense Reconstruction“. Výsledkom opísaného procesu bolo mračno bodov rozdelené na 3 časti vo formáte PLY. Softvéri Visual SMF neumožňuje georeferencovanie, preto sme výsledné bodové mračná následne georeferencovali v softvéri Cloud Compare

2 VÝSLEDKY

2.1 Porovnanie z hľadiska výsledného počtu bodov

Pri vytváraní výsledných bodových mračien sme volili najvyššiu možnú kvalitu a zachovávali plné rozlíšenie vstupných fotografických dát, aby sme dosiahli porovnateľné výstupy. Mračno bodov z najvyšším počtom bodov 34 820 616 vygeneroval softvér Pix4D. Na mračne je možné pozorovať väčší detail vrátane kmeňov stromov a neobsahuje takmer žiadne diery. Stredne veľké bodové mračno vygeneroval Softvér Agisoft s

počtom bodov 22 065 960. V porovnaní VisualSMF neobsahuje žiadne diery a v porovnaní s bodovým mračnom zo softvéru Pix4D je menej detailnejšie. Najmenšie bodové mračno bodov s počtom bodov 22 065 960 vygeneroval voľne dostupný softvér Visual SMF, čo sa prejavilo hlavne na vzniknutých dierach v mračne.



Obr.1 Bodové mračná so softvérov a) Agisoft Photoscan b) Pix4D c) VisualSFM

2.2 Porovnanie z hľadiska času

Časy potrebné na vytvorenie prvotného mračna bodov pomocou softvérov Agisoft a Pix4D sú približne rovnaké 2h 24min a 2h 8min, avšak softvér Agisoft vyžaduje omnoho viac času na vytvorenie hustého bodového mračna 9h 37min ako Pix4D 1h 11min. Preto Pix4D možno považovať za najrýchlejší softvér. Najpomalším softvérom je softvér VisualSFM, síce husté bodové mračno „Dense cloud“ vytvorí len za hodinu a pol, ale v porovnaní s prvými dvoma softvérmi generuje oveľa menší počet bodov a na vytvorenie prvotného mračna bodov „Sparse cloud“, potrebuje až desať hodín.

Tab.1 Porovnávanie softvérov z hľadiska času

	Agisoft	Pix4D	VisualSFM
No. Points	22,065,960	34,820,616	2,541,727
Align	2h 24min	2h 8min	10h
Dense	9h 37min	1h 11min	1h 30min
Suma	12h 1min	3h 19min	11h 30 min

2.3 Porovnanie presnosti na základe kontrolných bodov

Na porovnanie presnosti bodových mračen sme použili 10 kontrolných bodov. Presnosť bodového mračna z voľne dostupného softvéru VisualSFM nie je možné zistiť, preto sme porovnávali len komerčné softvéry. V softvéroch Agisoft Photoscan a Pix4D bola dosiahnutá podobná presnosť s hodnotami RMS chyby 0.30 a 0.29 metrov.

Tab.2 Kontrolné body – Pix4D

Číslo bodu	X	Y	Z
502	-0.102	0.131	0.179
503	-0.081	0.140	0.167
505	-0.029	0.062	-0.247
506	-0.035	0.070	-0.280
512	0.057	0.019	-0.380
514	0.072	0.040	-0.409
519	0.052	0.065	-0.180
520	0.048	0.025	-0.367
521	0.043	0.082	-0.173
522	-0.003	0.070	0.269
RMS chyba	0.059	0.080	0.279
Výsledná RMS chyba			0.296

Tab.3 Kontrolné body - Agisoft

Číslo bodu	X	Y	Z
502	0.058	-0.103	-0.202
503	0.018	-0.144	-0.277
505	-0.013	-0.064	0.179
506	0.018	-0.080	0.167
512	-0.070	-0.021	0.400
514	-0.133	-0.029	0.399
519	-0.077	-0.091	-0.008
520	-0.059	-0.038	0.324
521	-0.559	-0.074	-0.058
522	0.002	-0.058	-0.446
RMS chyba	0.063	0.078	0.284
Výsledná RMS chyba			0.301

2.4 Porovnávanie vzdialenosti medzi mračnami bodov

Na porovnávanie vzdialeností bodových mračen sme využívali voľne dostupný softvér Cloud Compare. Vzhľadom na veľký objem dát, sme neporovnávali celé bodové mračná, ale len ich časti, 4 výrezy. Auto, cestu a 2 výrezy z plochy porastu. Najprv sme porovnávali len zgeoreferencované mračná, hodnoty v žltých poliach, následne sme bodové mračná vzájomne vyrovnali a porovnávanie vykonali opäť (hodnoty v zelených poliach). Pri prvom prístupe sú výsledky ovplyvňované chybou z georeferencovania jednotlivých bodových mračen pochádzajúcich z rôznych softvérov. Vzájomným vyrovnaním bodových mračen sa táto

chyba odstránila, to môžeme vidieť na príklade výrezu cesty z bodových mračien softvérov Agisoft a VisualSFM, ktoré sú boli pred vyrovnaním od seba vzdialené (Obr.2) a po vyrovnaní len 7 cm. Vo všeobecnosti sú od seba najmenej vzdialené bodové mračnami softvérov Agisoft a Pix4D, napríklad pri výreze cesty, hodnota posunu dosahuje len 0,1 cm (Obr.3), čo dokazuje, že porovnávané bodové mračnami dosahujú podobnú presnosť.

Tab.4 Priemerné vzdialenosti medzi mračnami bodov pri výreze auta

	Agisoft	Pix4D	VisualSFM
Agisoft		0.03663	0.11698
Pix4D	0.01283		0.07046
Visual	0.10895	0.06124	

Tab.5 Priemerné vzdialenosti medzi mračnami bodov pri výreze cesty

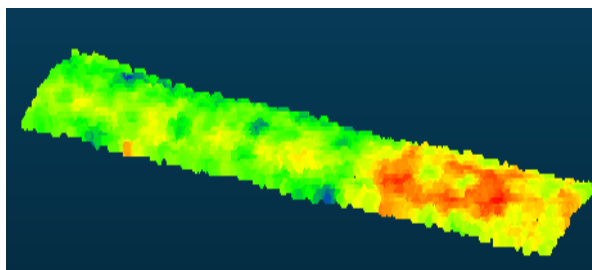
CESTA	Agisoft	Pix4D	VisualSFM
Agisoft		0.02185	0.07169
Pix4D	0.00126		0.03716
Visual	0.44971	0.42964	

Tab.6 Priemerné vzdialenosti medzi mračnami bodov pri výreze plochy č.1

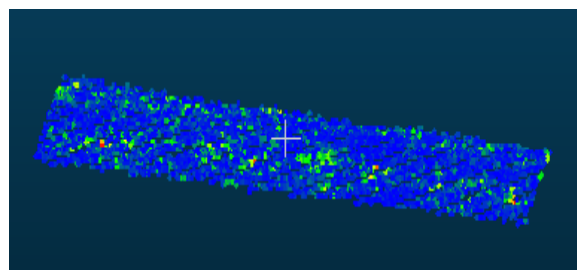
PLOCHA1	Agisoft	Pix4D	Visual
Agisoft		0.03801	0.10098
Pix4D	0.01752		0.07173
Visual	0.25995	0.33246	

Tab.7 Priemerné vzdialenosti medzi mračnami bodov pri výreze plochy č.2

PLOCHA2	Agisoft	Pix4D	Visual
Agisoft		0.03783	0.04230
Pix4D	0.00825		0.07469
Visual	0.15326	0.12542	



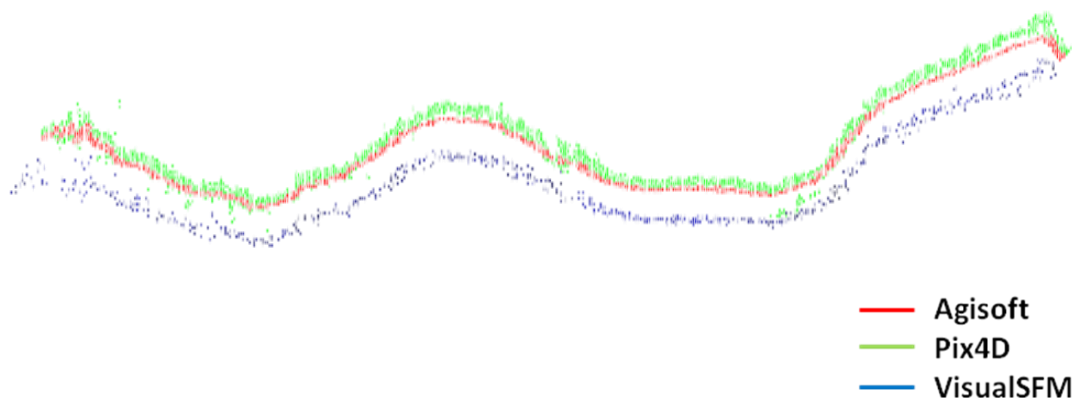
Obr.2 Výrez cesty z bodových mračien softvérov VisualSFM a Pix4D najviac od seba vzdialených



Obr.3 Výrez cesty z bodových mračien softvérov Agisoft a Pix4D najmenej od seba vzdialených

2.5 Porovnanie pomocou profilovej línie

Profilovú líniu sme vytvorili výrezom z plochy porastu č. 2. Červená línia predstavuje profilovú líniu bodového mračnami zo softvéru Agisoft, zelená zo softvéru Pix4D a modrá zo softvéru VisualSFM (Obr.4). Priebeh profilovej línie bodových mračien z komerčných softvérov Agisoft a Pix4D je veľmi podobný, čo je ďalší dôkaz ich podobnej presnosti. V rovnakom záveru dospeli aj autori článku, tiež sa zaoberajúcom porovnaním bodových mračien vyhotovených rôznymi softvérmi [5]. Rovnako ako pri predchádzajúcich analýzach, najhorší výsledok preukázal softvér Visual SFM, bodové mračnami vyhotovené pomocou neho je najviac posunuté oproti obom predchádzajúcim a obsahuje najväčší šum.



Obr.4 Profilová línia bodových mračien

ZÁVER

Po spracovaní fotografického materiálu vyhotoveného pomocou diaľkovo ovládaného systému do bodových mračien v rôznych softvérových prostrediach a vykonaní následných analýz vo voľne dostupnom softvéri Cloud Compare sme zistili, že komerčné softvéry Agisoft a Pix4D dosahujú porovnateľné výsledky. Softvér Pix4D dosiahol výslednú polohovú presnosť s hodnotou RMS chyby 0,29 metrov a softvér Agisoft o málo nižšiu presnosť s hodnotou RMS chyby 0,30 metrov. Avšak z hľadiska rýchlosti je softvér Pix4D lepší, vytvorenie hustého bodového mračna mu zabralo len tri hodiny, kým softvéru Agisoftu až dvanásť hodín. Rýchlosť spracovania, sa však odráža na jeho cene 6 500 eur, kým 3 499 USD. Oba softvéry považujeme za vhodné pre použitie v lesnom hospodárstve, kde sa bodové mračná vyhotovené pomocou nich a následne spracované ďalšími vhodnými softvérmi môžu použiť na odhadovanie lesnej zásoby a ďalších dendrometrických veličín. Porovnaním voľne dostupného softvéru Visual SFM s komerčnými softvérmi sme zistili, že voľne dostupný softvér nie je schopný konkurovať komerčným softvérom. Vo všetkých vykonaných analýzach dosiahol omnoho horšie výsledky, ako komerčné softvéry Pix4D a Agisoft, preto ho nepovažujeme za vhodný pre tvorbu bodových mračien používaných pri odhadovaní dendrometrických veličín.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. AGISOFT LLC. *Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 0.9.1*.Petrohrad, 2013, 62 s.
2. EISENBEISS, H. 2009.*UAV Photogrammetry: dizertčná práca* Curych,. ETH Curych, 2009. 190 s.
3. KARAS, J., TICHÝ,T. *Drony*. Computer Press, 2017, 264 s. ISBN 978-80-251-4680-4
4. PIX4D SA. *Pix 4Dmapper 3.1 User Manual*, Lausanne, 2016, 301 s.
5. NIEDERHEISER, R. ET ALL. 2016. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*.Prague, 685-692

TOPONOMASTICKÁ MAPA VYSOKÝCH TATIERJakub Chromčák ¹, Tomáš Cesnek ²¹ Katedra Geodézie, Stavebná Fakulta, Žilinská Univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovenská republika, jakub.chromcak@fstav.uniza.sk² Katedra Geodézie, Stavebná Fakulta, Žilinská Univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovenská republika, tomas.cesnek@fstav.uniza.sk**Abstrakt**

V dnešnej dobe existuje veľa máp Vysokých Tatier, ktoré obsahujú viac či menej podrobné názvoslovie tohto pohoria. Väčšinou sa však venujú problematike názvoslovia zvlášť pre slovenskú a zvlášť pre poľskú časť Vysokých Tatier. Jedným z najväčších problémov v každej toponomastickej mape je jej nekomplexnosť a nekompletnosť. Cieľom práce je vytvorenie kompaktnej toponomastickej mapy Vysokých Tatier, nielen pre oblasť Slovenska, ale aj pre celú oblasť Poľska, nakoľko podklady v Poľskej časti nie sú vždy úplne. Najväčším problémom pri tvorbe tejto mapy, boli rozdiely v pomenovaní niektorých prírodných objektov v národných jazykoch oboch krajín a neúplné mapové podklady. Vytvorenie georeferencovanej toponomastickej mapy je ťažké nielen z hľadiska spracovania, ale aj z pohľadu kompletizácie údajov.

Kľúčové slová: Toponomastická mapa, Vysoké Tatry, GIS, Kartografia, Topografia

1. ÚVOD

Vysoké Tatry (pl. Wysokie Tatry), najvyššie pohorie dvoch európskych krajín – Slovenskej republiky a Poľska, patrí s rozlohou 341 km² (260 km² - Slovenská časť a 81 km² - Poľská časť) k najmenším veľhorám sveta. Pohorie tvorí spoločnú štátnu hranicu týchto štátov v dĺžke približne 32 km. Najvyšší vrch Poľska, Rysy (2499 m n. m.), je najvyšším bodom hranice oboch štátov a celý úsek hranice prebiehajúci pohorím Vysoké Tatry patrí k najnáročnejším úsekom s nadmorskými výškami nad 2000 m n. m. Kvôli náročnosti terénu a častým politickým sporom o toto územie nebol priebeh štátnej hranice v minulosti presne určený a často sa menil. Prvé spoločné premeranie štátnej hranice sa uskutočnilo až v rokoch 1994 až 1998. K dnešnému dňu neexistuje mapa Slovenskej a Poľskej časti Vysokých Tatier s zjednoteným názvoslovím.

2. HISTÓRIA

Pôvod a význam názvu Tatry nie je doteraz spoľahlivo objasnený. Historici ho pripisujú obyvateľom, ktorí sídlili na našom území ešte pred príchodom Slovanov. Najpravdepodobnejšou mienkou je, že názov Tatry pochádza zo slovanského slova „trtri“, čo znamená bralá.

Okrem národnosti horolezcov, ktorí dobývali/objavovali Vysoké Tatry mali výrazný vplyv na tatranské názvoslovie aj politické zmeny v krajine a zmeny v osídlení územia. Po rozpade Veľkej Moravy začína obdobie postupného začleňovania slovenského územia do Uhorska. Po odchode Mongolských kmeňov z Uhorska v 1242, boli niektoré časti Slovenska úplne vyľudnené. Aby sa zaplnili tieto oblasti, začal sem uhorský kráľ pozývať nemeckých kolonistov. Toto rozhodnutie ovplyvnilo aj oblasť Vysokých Tatier, ktoré boli dovtedy využívané hlavne na ťažbu dreva, pasenie dobytku a lov zvierat. S príchodom nemeckých osadníkov sa začala rozvíjať intenzívna banícka činnosť na celom území Tatier. Aj niektoré dnešné pomenovania pripomínajú niekdajšiu banícku činnosť (Podbanské, Štôla, Meďodoly, Železná kotlina, či Granátové lávky, kde sa aj dnes dá v skalnej sutine nájsť červený granát).

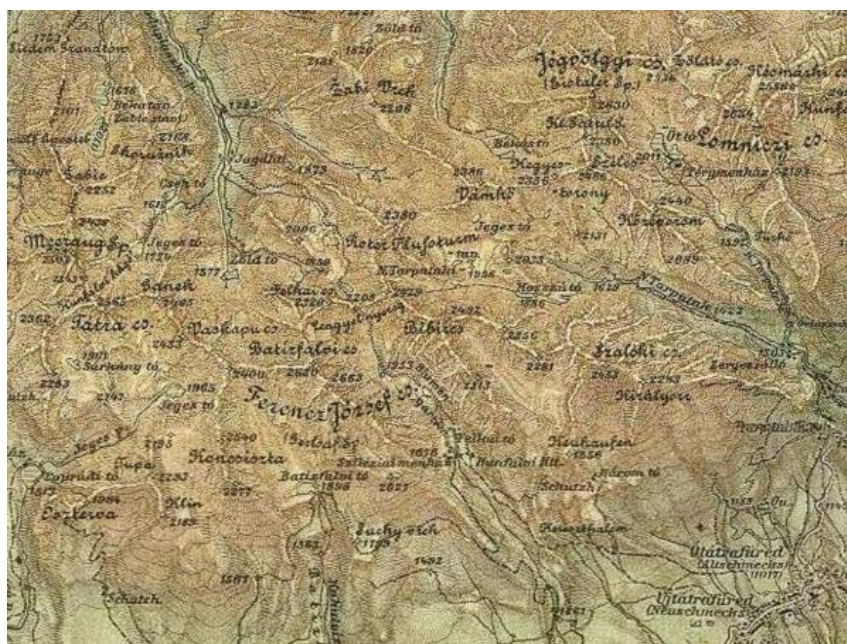
Ďalším výrazným vplyvom na názvoslovie Tatier boli zmeny úradného jazyka v Uhorsku. Aj keď bolo zastúpenie slovanských jazykov (neskôr najmä slovenčiny) v Uhorsku vysoké, žiadny z nich nebol nikdy úradným jazykom. Prvýkrát sa stala slovenčina úradným jazykom až po 1. svetovej vojne. Ako úradný jazyk sa od vzniku Uhorska používala Latinčina, neskôr nemčina a dlhé obdobie maďarčina. Po rakúsko-uhorskom vyrovaní v roku 1867, boli za úradný jazyk ustanovené všetky tri jazyky (maďarčina, latinčina aj nemčina). Od konca 18. storočia sa na území Uhorska začína obdobie silnej maďarizácie nemaďarsky hovoriaceho obyvateľstva.

Prvé mapy Vysokých Tatier začali vznikať v 18. storočí. Prvou zdokumentovanou mapou bola Karayova mapa Spiša z roku 1715, kde boli po prvý raz viditeľne zakreslené aj Vysoké Tatry. Ďalší príklad je mapa z roku 1865 (Obr. č.1), teda z obdobia tesne pred vytvorením Rakúsko-Uhorska, niektoré názvy sú tu v slovenčine, iné zasa po nemecky (Vysoky Vrch (orig.) = Vysoký Vrch, Tupa (orig.) = Tupá, Gerlsdorfer Spitze (orig.) = Gerlach, Schlagendorfer Spitze (orig.) = Slavkovský štít).



Obr. č.1: Mapa Vysokých Tatier (1865)

Podrobnú mapu Tatier, ale s maďarskými názvami vyhotovil v roku 1912 Cisársky a kráľovský zemepisný ústav so sídlom vo Viedni (Obr. č.2). Gerlachovský štít je zaznamenaný pod názvom štít Františka Jozefa, ale aj tu ostali pomenovania aj v slovenčine (Ferencz József-csúcs (orig.) = Gerlachovský štít, Lomniczi cs. (orig.) = Lomnický štít, Jégvölgyi cs. (orig.) = Ladový štít, Suchy vrch (orig.) = Suchý vrch (Slovak), Žabi vrch (orig.) = Žabí vrch Javorový).



Obr. č. 2: Mapa Vysokých Tatier (1912)

Gerlach najvyšší vrch Slovenska (predtým Československa), bol v dejinách častou obeťou premenovania. V minulosti mal rôzne názvy:

- do roku 1896: **Gerlach**, (Gerlsdorfer Spitze, Gerlachspitze, Gerlachfálvi-csúcs, Gierlach, Gerlachovka)
- 1896 – 1919: **Štít Františka Jozefa**, (Franz Josef Spitze, Ferencz József-csúcs)

- 1919 – 1923: **Gerlach, Gerlachovka** (počas trvania plebiscitu na území severného Spiša aj poľský názov: **Szczyt Polski**)
- 1923 – 1932: **Štít Legionárov**, (Štít Legionářů, Spitze der Legionäre)
- 1932 – 1939: **Gerlachovský štít**, Gerlachovka, Gerlach,
- 1939 – 1945: **Slovenský štít** (Slowakische Spitze)
- 1945 – 1949: **Gerlachovský štít**, Gerlach,
- 1949 – 1959: **Stalinov štít**
- 1959 – : **Gerlachovský štít**

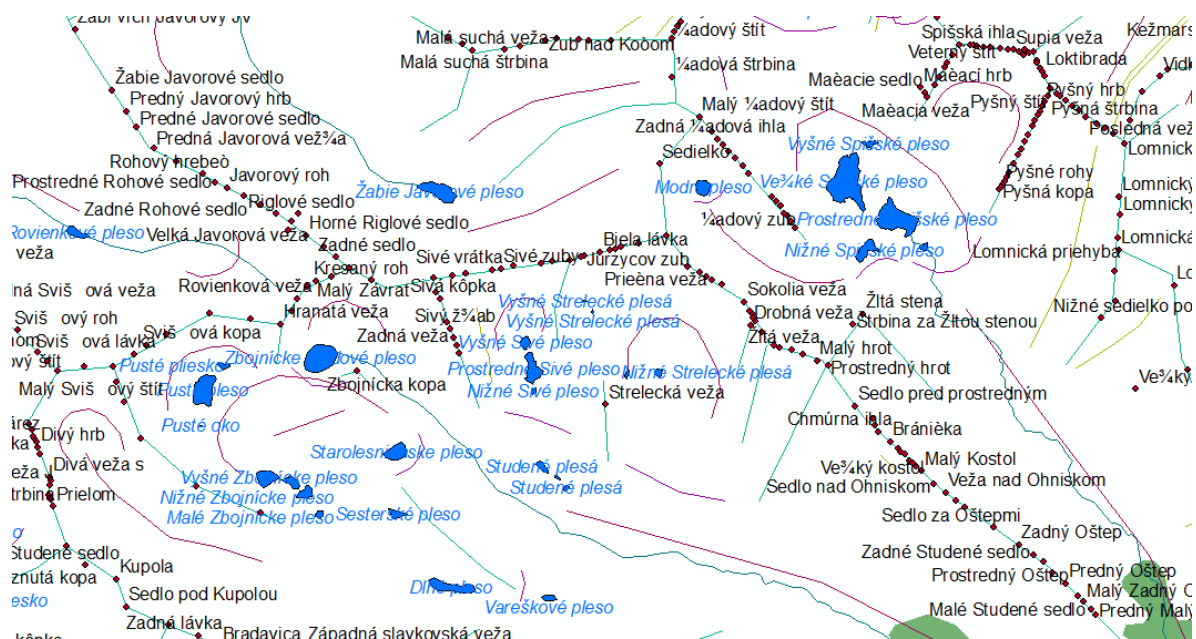
3. VÝVOJ NÁZVOSLOVIA

- Podľa podtatranských obcí a miest: Kežmarský štít (Kežmarok), Popradské pleso (Poprad), Štrbské pleso (Štrba), Žiarska dolina (Žiar)
- Podľa nerastných surovín a banskej činnosti: Baníkov, Predné Meďodoly, Granátová veža, Kôprová veža
- Podľa rozprávkových bytostí: Dračí štít, Satan, Čertov hrb, Pekelník
- Podľa významných osobností: Wahlenbergové plesá (švédsky botanik Wahlenderg, skúmal tatranskú flóru 1813 – 1814), Veľké Hincovo pleso, Daxnerové sedlo, Kmeťov vodopád
- Podľa tatranskej fauny a flóry: Jastrabia veža, Svišťovský štít, Baranie sedlo, Kačací štít, Baranec, Šalviový prameň, Javorová dolina.
- Podľa klimatických podmienok: Zelené pleso, Červená dolina, Čierny štít, Ladový štít, Veľká studená dolina, Veterný štít
- Podľa charakteristických tvarov: Priečne sedlo, Ostrý Roháč, Klin, Bradavica, Kriváň, Wielki Staw, Morskie Oko
- Nezaradené: Rysy, Ganok, Zlobiva, Svinica

Vývoj tatranského názvoslovia sa však nezastavil ani v dnešnej dobe. Pomenúvajú sa aj drobné vežičky a ďalšie menej významné útvary.

4. PROBLÉMY S TVORBOU TOPONOMASTICKEJ MAPY

Rovnako ako v iných toponomastických mapách aj toponomastická mapa Vysokých Tatier má problémy s hustotou textov. V mape sú miesta s príliš veľkou hustotou názvov vrcholov, sediel, hrebeňov, trhlín a ľadovcov/ľadovcových kotlov na jednom mieste. Prvým krokom pri tvorbe takejto mapy je vybrať jej správnu mierku. Veľkosť mapy je podmienená jej praktickosťou a použiteľnosťou. Keďže sa musí dať držať v rukách, najväčšia možná veľkosť mapy je formát A0 s veľkosťou 841x1189 mm. [1]



Obr. č. 3: Hustota mapových údajov

Zobrazené územie pohoria Vysoké Tatry je ohraničené zo západu Kôprovou dolinou, dolinou rozdeľujúcou Vysoké Tatry od Západných Tatier, z juhu Cestou Slobody, cestou 2. triedy, ktorá spája dediny Podbanské a Lysá Poľana. Z východu územie začína Belianskymi Tatrami, najvýchodnejšou časťou tohto pohoria. Zo severu nie je hranica riešenej mapy presne stanovená, pretože nie je úplne jasné kde končí pohorie a nebolo potrebné zobrazovať územie severnejšie od mesta Zakopané na území Poľska.

Ďalším krokom bol výber vhodného písma, konkrétne jeho najmenšej veľkosti. Najmenšia veľkosť textu, ktorá je ešte čitateľná voľným okom, je veľkosť 1,6 mm [2]. Táto veľkosť bola nakoniec aj použitá.

S tým, ale prichádza problém s množstvom zobrazených dát. Na celej zobrazovanej ploche sa nachádza 866 vrcholov, 684 sediel, 115 hrebeňov, 200 údolí a dolín, 172 plies, 286 horských potokov, 20 vodopádov atď. Pretože je tvorená toponomastická mapa, je potrebné zobrazovať kompletne všetky názvy v mape. Niektoré z názvov sú však prídlhé a zložité na zobrazenie. Prirodzene sa na mape nachádza množstvo údajov, ktoré sa často opakujú, ako napríklad slová Sedlo, Pleso, Štít a podobne. Pri tvorbe skratiek sa vyskytol problém s dvojjazyčnosťou pojmov, napr. slovenský pojem Pleso je v poľštine nahradený pojmom „Staw“ a nie je jednoduché vytvoriť skratku tak aby bolo jasné, že sa jedná o rovnaký pojem. Ale to je len ukážka jedného z problémov spôsobených tvorbou skratiek.

Ďalším problémom je, že na území Slovenska sa nachádzajú objekty, ktoré nemajú názov v Slovenskom jazyku, ale majú pomenovanie v jazyku Poľskom. Je to z dôvodu historického vývoja a zvýšeného záujmu poľského obyvateľstva o pohorie Vysokých Tatier v minulosti. Podobný problém nastal pri spoločnej slovensko-poľskej hranici. Na hranici sa nachádzajú duplicitné poľské aj slovenské názvy a oba musia byť považované za platné. Do mapy boli však uvedené len názvy v slovenskom jazyku, pretože sa jedná o mapu, ktorá je určená predovšetkým slovenskej verejnosti. Ak sa na hranici nachádzal objekt, ktorý nemal pomenovanie v slovenčine, v takomto prípade bol použitý poľský názov.

Hustota objektov a ich názvov nie je rovnaká. Existujú doliny, ako napríklad Malá Studená Dolina, Veľká Studená Dolina alebo „Zadnie kolo“, kde je výskyt objektov častejší. V týchto prípadoch je zobrazenie názvov problematické. Jedným riešením by mohol byť posun názvov štítov a sediel, ktoré majú najhustejší výskyt do plôch dolín a kotlov, kde je viac priestoru na ich zobrazenie. Na druhú stranu, sa vynára iné riešenie, konkrétne vytvorenie toponomastického atlasu. Každá dolina by mala svoju vlastnú mapu, v svojej vlastnej mierke. Myšlienka by riešila problém hustoty textu, ale vznikli by problémy vyplývajúce zo zmeny mierky, hlavne v susediacich dolinách.

Popisy dolín, potokov, ľadovcových kotlov sú zakrivené, aby lepšie vystihli priebeh a smer objektu. Odlišnosť medzi objektmi je vyjadrená pomocou zmeny farieb textov, napríklad použitie zelenej farby pre doliny, modrej farby pre potoky, plesá, vodopády a pramene, čiernej farby názvov pre štíty a sedlá, červená farby pre cesty 1. triedy, žltej farby pre cesty 2. triedy a čiernej farby pre cesty 3. triedy. Dediny a osady majú popis v čiernej farbe. Dôležitejšie objekty sú popisované textami s väčším fontom. V mapách sa však nenachádzajú horské chaty, kvôli už aj tak priveľkej hustote iných, dôležitejších objektov. [3]

5. ZÁVER

V súčasnosti na Slovensku chýba úplná toponomastická mapa Vysokých Tatier, nie len zo slovenskej strany ale taktiež z tej poľskej. Počas jej tvorby je potrebné čeliť problémom vyplývajúcim z histórie územia, ktoré sa nachádza na slovensko-poľskom pohraničí. Vynárajú sa problémy s tvorbou skratiek alebo dualitou názvov. Najväčším problémom je hustota objektov a ich popis. Dĺžka textov by mohla byť riešená používaním akronymu. Problém s nahustením textov v niektorých oblastiach, môže byť riešený ich posunom alebo otočením. Iným riešením by mohlo byť vytvorenie toponomastického atlasu.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol v rámci projektu VEGA 1/0275/17 "Aplikácia numerických metód pri definovaní zmeny geometrickej polohy koľaje", ktorý je podporovaný Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskou akadémiou vied.

LITERATÚRA

- [1] Kořka V., Chromčák J., Actualization of large-scale maps symbols, 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, Albena, Bulharsko
- [2] Pravda J., Jazyk mapy, Univerzita Komenského, pp. 39-48, 1977, Bratislava, Slovakia
- [3] STN 01 3410 – Mapy veľkých mierok, Kresba a značky

TERRÉNNA A TECHNOLOGICKÁ TYPIZÁCIA S VYUŽITÍM SDSS A GISMichal Antal¹

¹ Katedra hospodárskej úpravy lesov, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01, Zvolen, Slovensko, *xantalm1@tuzvo.sk*

Abstrakt

Práca popisuje postupy popisu terénu vybraného územia podľa kritérií: sklonové pomery, únosnosť pôdy a ohrozenosť pôdy ťažbovo-dopravnou eróziou. Skupina porastov so sklonom od 20-40 % sa ukázala ako najzastúpenejšia a najvhodnejšia pre použitie LKT, únosnosť pôdy okrem oblastí kde sa vyskytovala ilimerizovaná pôda z vyšším obsahom ílu sa vo väčšine pohybovala nad hodnotou 100 kPa. Z hľadiska ohrozenosti porastov vznikom ťažbovo-dopravnej erózie (TDE) sa nevyskytujú na vybranom území porasty veľmi silne ohrozené a naopak porasty veľmi slabo ohrozené, avšak najviac zastúpených je porastov stredne ohrozených TDE (hodnota v intervale 0,5 – 0,7). Na vybranom území sú na základe týchto kritérií určované triedy vhodnosti použitia vybraných prostriedkov na sústreďovanie dreva v prostredí systému na podporu priestorového rozhodovania EMDS. Vybranými prostriedkami bol Lesný kolesový traktor (LKT) vo variante s klasickými a flotačnými pneumatikami, Univerzálny kolesový traktor (UKT) v rovnakých dvoch variantoch a lesnícka lanovka ako doplnok pre porasty nespĺňajúce limity použitia predchádzajúcich prostriedkov. Pod úvahou, že nie každé z vybraných kritérií vstupujú do hodnotenia vhodnosti na rovnakej úrovni im bola podľa metodiky pripísaná váha. Najväčšiu váhu dostalo kritérium svahovej dostupnosti prostriedku (0,49), ako druhé v poradí bola únosnosť pôdy s váhou 0,31 a ohrozenosť pôdy ťažbovo-dopravnou eróziou dostala hodnotu váhy 0,2. Ukázalo sa, že najväčšia zmena nastala v prípade použitia LKT s flotačnými pneumatikami, kde vyše 200 porastov prešlo do skupiny, kde najlepší prostriedok na použitie bola lesnícka lanovka. Teda v tomto prípade slúžili váhy na spresnenie obrazu o vhodnosti použitia konkrétnych prostriedkov. Varianty traktorov so štandardným vybavením (klasické pneumatiky) podľa určených limitov ukázali ako takmer nevhodné pre väčšinu uvažovaného územia.

Kľúčové slová: terénna klasifikácia, technologická typizácia, Ecosystem management decision support (EMDS)

Abstract

Article describes the procedures of described terrain area selected according to the criteria: slope conditions, soil bearing capacity and vulnerability to soil erosion harvesting and transport. Group stands with a slope of 20-40% proved to be the most-represented and most appropriate for use special forest tractor, strength soils except in areas where the ilimerized soil occurred with a higher clay content in most fluctuated over the value of 100 kPa. In terms of threat occurrence stands harvesting and transport erosion does not occur on the selected area stands very highly endangered stands and vice versa poorly threatened, but most abundant stands are moderately vulnerable by harvesting and transport erosion (value between 0.5 to 0.7). For the selected area are based on the following criteria determined by grade suitability for use of selected resources to gather wood in the area of spatial decision support EMDS. Was selected by means of special forest tractors (LKT) in the variant with classic and flotation tires, universal wheeled tractor (UKT) in the same two variants and forestry cable in addition to stands that do not meet the limits of using the foregoing means. Under the consideration, that not every eligible entry criteria assesses the suitability of the same level, they have been credited by weight methodology. The greatest weight was given slope criterion the availability of funds (0.49) Second to be load bearing capacity of the soil with a weight of 0.31 and vulnerability to soil erosion by harvesting and transport falls to 0.2 weight. It was found that the greatest change occurred in the case of the LKT with flotation tires, where over 200 stands crossed over to the group in which use of the best means to be forestry cable. In this case the scales were used to refine the image of suitability for use of specific funds. Variants of tractors with standard equipment (classic tires) as specified limits proved virtually unsuitable for the majority of the considered area.

Keywords: terrain classification, technological typization, ecosystem management decision support,

1 ÚVOD

Bežnou rutinou lesníckej činnosti v súčasnom období je využívanie progresívnych spôsobov realizovania ťažbových úkonov pomocou technológií, ktoré spĺňajú tie najnáročnejšie požiadavky na zachovanie ekologickej stability, trvalej udržateľnosti a podmienku zachovania stavu ekosystému aký bol pred začatím týchto úkonov. Uplatňovanie technológií v lesníctve, zásady ťažby, sústreďovania dreva a z toho vyplývajúce povinnosti vykonávateľov prác v oblasti dodržania ekologických princípov sa definujú už v zákone o lesoch, ktorý stanovuje ekologické limity ich použitia tak, aby nedochádzalo k poškodeniu lesných pozemkov a povinnosti napraviť vzniknuté škody.

Často krát sa však tieto požiadavky porušujú resp. neplnia a bežným dôvodom je neucelená koncepcia stavu ekosystému pred jeho narušením a pomenované konkrétne limity požiadaviek, ktoré nesmú byť prekročené za každú cenu (príkladom môže byť maximálny dovolený tlak pneumatík na pôdu alebo maximálny sklon pre využitie konkrétnej mechanizácie z hľadiska bezpečnosti).

Výskum v oblasti optimalizácie využitia technológií sa na Slovensku dynamicky rozvíja najmä s ohľadom na prudký rozvoj výpočtovej techniky, ktorá umožňuje komplexné riešenie zložitých problémov v oblasti LH pomocou viackriteriálneho hodnotenia založeného na báze systémov pre podporu priestorového rozhodovania.

Lesné hospodárstvo musí v neustále zložitejších spoločensko-politických podmienkach zabezpečovať užitočné funkcie lesa, význam ktorých neustále rastie, a plniť požiadavky spoločnosti na produkciu drevnej suroviny. Hlavnou úlohou lesného hospodárstva (ďalej LH) je zabezpečiť ekologickú stabilitu lesa v zmenených podmienkach, čo si vyžaduje predovšetkým intenzifikáciu pestovateľskej činnosti, znižovanie pôdnej erózie, zabezpečenie ozdravenia lesných porastov a predovšetkým ekologizáciu techniky a jednotlivých technológií realizovaných v LH (SLANČÍK, 2008)

Na Technickej univerzite vo Zvolene boli a sú riešené viaceré projekty a úlohy zamerané na sprístupňovanie lesov, terénnu a technologickú typizáciu ako i výber a optimalizáciu ťažbovo-dopravných technológií. Okrem iných je potrebné uviesť aspoň dve, ktorých riešenie bolo výrazne orientované na aplikáciu geoinformatiky. Prvou z nich bola krátkodobá výskumná úloha „Rozhodovacie analýzy pre optimalizáciu ťažbovo-dopravných technológií s využitím geoinformatiky“, riešenie ktorej zadalo Ministerstvo pôdohospodárstva, sekcia lesnícka ako tzv. referenčnú úlohu v roku 2002. Druhý, širšie koncipovaný projekt bol riešený na základe zmluvy o dielo uzatvorenej medzi Lesmi SR, š. p. a Technickou univerzitou vo Zvolene na vypracovanie prípadovej štúdie “Využitie geoinformatiky pre plánovanie ťažbovo-dopravných technológií a sprístupňovanie lesov v podmienkach podniku Lesy SR“ v roku 2007. (SLANČÍK A KOL. 2009)

Po týchto projektoch nasledovali diplomové práce, ktoré optimalizačné úlohy s využitím systému na podporu priestorového rozhodovania na základe poznatkovej bázy rozšírili okrem hodnotenia vhodnosti zavedenia technológie na základe ekologických faktorov (SLANČÍK, SUCHOMEL, TUČEK 2009) o ergonomické kritériá týkajúce sa bezpečnosti práce a intenzitou vzniku úrazov spojeným s použitím danej technológie (TOMAN 2010) a využitie rovnakých princípov pri hodnotení rizika hospodárenia na lesných pozemkoch s dôrazom na lesné požiare (SEDLIAK, 2014)

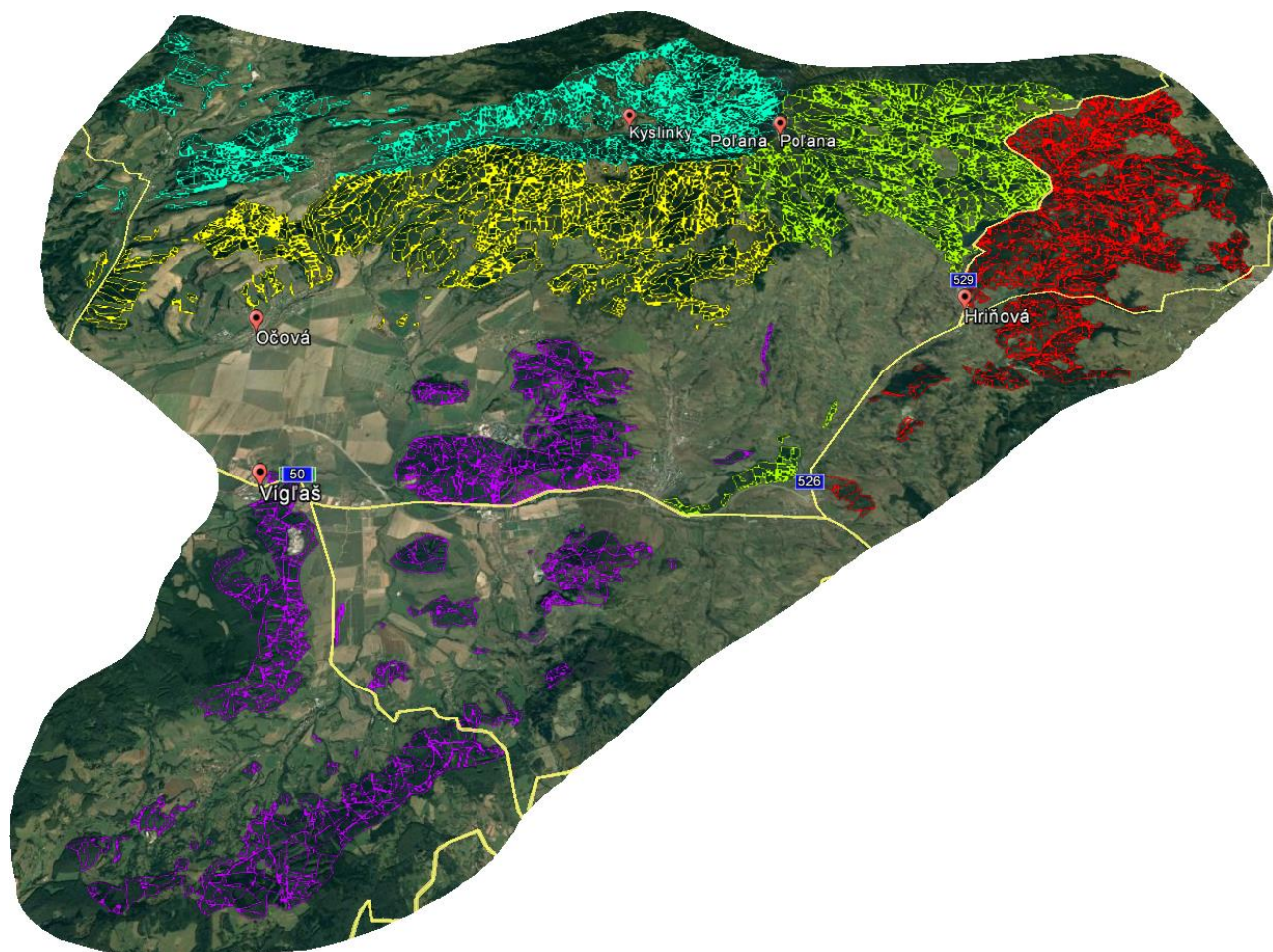
2 METODIKA PRÁCE

2.1 Objekt merania

Pre riešenie práce sme ako experimentálne územie zvolili celé územie Odštepného závodu Kriváň (Obr. 1). Údaje v databáze vznikli hlavne z prekrytu databáz Národného lesníckeho centra – Ústavu lesných zdrojov a informatiky vo Zvolene obsahujúcu redukované údaje databázy popisu porastov, lesných typologických máp a máp lesných pôdných typov. Prekryt ďalej obsahoval vrstvu digitálneho modelu reliéfu z Topografického ústavu v Banskej Bystrici. Údaje boli dodané vo formáte kompatibilnom so systémom ArcGIS teda z nich sa

hneď následne vytvárala geografická databáza. Údaje o sklonových podmienkach po porastoch boli odvodené z digitálneho modelu reliéfu. Pôdne charakteristiky, z ktorých sa zisťovala únosnosť pôdy

vyjadrená maximálnym povoleným tlakom pneumatík z databázy pôdnych typov. Miera ohrozenosti ťažbovo-dopravnou eróziou bola počítaná v rámci analýzy priamo v prostredí systému na podporu priestorového rozhodovania EMDS.



Obr. 1: Územie OZ Kriváň s vyznačeným rozdelením na lesné správy

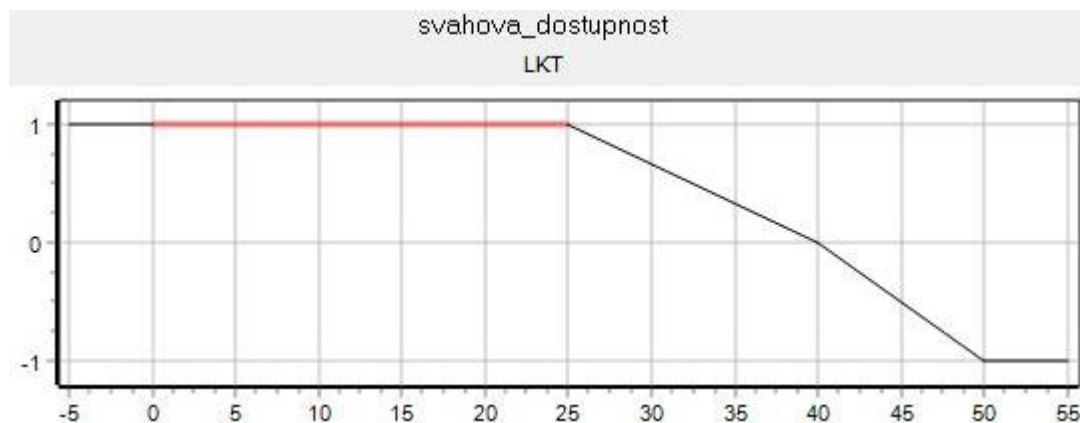
2.2 Výber konkrétnych uvažovaných prostriedkov a popis kritérií hodnotenia

Výber technológií na sústreďovanie dreva sa orientuje hlavne na bežne používané prostriedky v lesníckej praxi u nás. Teda sa jedná konkrétne o Lesný kolesový traktor (LKT) v dvoch variantoch: štandardné vybavenie s klasickými pneumatikami a špeciálne vybavenie flotačnými pneumatikami; Univerzálny kolesový traktor (UKT) s rovnakými variantmi ako predchádzajúci a ako doplňujúca technológia zabezpečujúca použitie v najextrémnejších podmienkach bola vybratá lesnícka lanovka. Táto technológia má teoreticky pokrývať územia nevhodné pre predchádzajúce dva prostriedky a tak vytvárať ucelený pohľad na meniace sa podmienky územia vzhľadom na použitie toho-ktorého prostriedku. Kritériá, podľa ktorých sa hodnotila vhodnosť použitia uvažovaných prostriedkov je dostupnosť prostriedku zahŕňajúca svahovú dostupnosť a výskyt prekážok viazaný na plochu porastu; únosnosť pôdy a mieru potenciálneho ohrozenia pôdy ťažbovo-dopravnou eróziou spôsobená použitím konkrétneho prostriedku.

2.3 Dostupnosť prostriedku

Dostupnosť prostriedku bola hodnotená na základe sklonových pomerov po porastoch a výskytom prekážok klasifikovaných do tried : bralá, skaly, sute, výmole určené v databáze binárnym číslovaním udávajúcim, či

sa v danom poraste niektorá prekážka nachádza alebo nie. Limity použitia prostriedkov podľa sklonu boli zadávané na podklade Normatívneho dokumentu LESY SR, š.p. do tried rozdelených do sklonov, ktoré sú úplne vhodné, vhodné, vhodné (nevylučujú sa) a nevhodné pre použitie daného prostriedku. Predposledná trieda vhodnosti bola do krivky zahrnutá (konkrétne od hodnoty sklonu 40 %), tak aby porasty presahujúce túto hodnotu mali pre daný prostriedok vhodnosť rádo vo mínusových číslach. Dostupnosť prostriedku LKT ako príklad limitov svahovej dostupnosti je znázornená na Obr. 2, kde je priamo zobrazené aj zakódovanie limitov sklonu vo fuzzy krivke.



Obr. 2: Fuzzy krivka svahovej dostupnosti LKT

2.4 Únosnosť pôdy

Klasifikácia únosnosti pôdy vyjadrená maximálnym dovoleným tlakom bola vypracovaná na základe publikácie Slančík et al. (2009) založená na zrnitosti pôdy a obsahu skeletu získaných z vrstvy digitálnej mapy pôdnych typov (Tab. 2) vypočítaná ako medián pre plochu jednotlivých porastov na základe vyskytujúceho sa pôdneho typu na ňom. Limity pre jednotlivé uvažované prostriedky boli rovnako editované ako pre svahovú dostupnosť.

Tab. 1: Klasifikácia únosnosti terénu v kPa (Slančík et al. 2009)

Pôdny typ	Neupravená LCS a zamrznutý terén	Suchá pôda	Mokrú pôda	Rozbahnená pôda
I. Organogénne uloženy (rašeliny, slatiny)	< 50	< 25	< 12	0
II. Pôdy súdržné alebo zmes súdržných a nesúdržných zemín s menším podielom štrku	50 – 140	25 – 100	12 – 50	< 25
III. Zmesi súdržných a nesúdržných zemín s menej kvalitným tmelom	140 – 300	100 – 220	50 – 140	25 – 70
IV. Pôdy súdržné, alebo zmes súdržných a nesúdržných zemín s kvalitným tmelom	300 – 600	220 – 450	140 – 300	70 – 150
V. Pôdy nesúdržné, silne kamenité	>600	450 – 600	300 – 500	150 – 300

2.5 Ťažbovo-dopravná erózia

Na hodnotenie ohrozenosti lesných pozemkov ťažbovo-dopravnou eróziou bola určená klasifikácia podľa publikácie ŠACH (1988). Pre klasifikáciu vybral kvantitatívne i kvalitatívne charakteristiky podmieňujúce mechanizmus ťažbovo-dopravnej erózie. Pre jednotlivé charakteristiky zostavil stupnice, v ktorých nula vyjadrovala stav maximálnej odolnosti a najvyššia číslovka stav maximálnej náchylnosti k ťažbovo-dopravnej erózii. Ohrozenosť lesných pozemkov ťažbovo-dopravnou eróziou potom vyjadril indexom:

$$I_{oe} = \frac{S_u}{S_m}$$

kde:

- S_u je súčet bodov získaných hodnotením konkrétnej lokality
- S_m je súčet najvyšších bodových hodnôt použitých charakteristík

Ohrozenosť lesných pozemkov ťažbovo-dopravnou eróziou potom navrhuje na základe hodnôt I_{oe} vyjadriť nasledovne (Tab. 2):

Tab. 2: Triedy ohrozenia TDE (Šach 1988)

Ohrozenosť lesných pozemkov TDE	I_{oe}	Ťažbovo-dopravná technológia	Vytváranie približovacích liniek a ciest
1. Veľmi slabá	0 – 0,20	Sústredovanie traktormi bez predchádzajúceho vytýčenia približovacích liniek, ale s ohľadom na minimálne narušenie pôdy	Nevzniká potreba vytvárania približovacích liniek a ciest
2. Slabá	0,21 – 0,35	Sústredovanie traktormi po vytýčených približovacích linkách, drevo s vlhkých miest vyťahovať lanom navijaka	Netrasovať linky vlhkými miestami ani korytami aj dočasných potokov, približovacie cesty upravovať dozérovou radlicou v suchom období, pritom sa vyhýbať vlhkým miestam
3. stredná	0,36 – 0,50	Sústredovanie dreva lanovými systémami v polozívise alebo koňmi, v terénoch so znižovanou únosnosťou alternatívne tiež traktormi vybavenými flotačnými pneumatikami, pri hodnotách I_{oe} blízko dolnej hranice je možné používať tiež traktory s klasickými pneumatikami, pritom z mokrých miest je nutné vyťahovať drevo lanom navijaka	Pre zriaďovanie traktorových približovacích ciest je nutné využívať terén s miernejším sklonom, menším počtom prekážok a tiež je treba sa vyhýbať vlhkým miestam, korytám aj dočasným, nežiaduce je tiež kolmé vyústenie liniek, prudké úseky liniek musia byť opatrené odrážkami, pri nevyhnutnom križení približovacej linky alebo cesty
4. Silná	0,51 – 0,70	Sústredovanie dreva lanovými systémami v polozívise alebo koňmi, v terénoch so znižovanou únosnosťou alternatívne tiež traktormi vybavenými flotačnými pneumatikami, pri hodnotách I_{oe} blízko hornej hranice nepoužívať stromovú metódu	Približovacie linky viesť mimo údolnice, pri zriaďovaní približovacích ciest nahradiť priečny presun zeminy pozdĺžnym, dozérovou radlicou upravovať približovacie cesty v suchom období, pritom sa vyhýbať vlhkým a mokrým miestam, minimalizovať zárezy a násypy a budovať ich v sklone, pri ktorom nedochádza k ich zosúvaniu, inštalovať priepusty, na vtoky do priepustov inštalovať zachytávače splavenín, na výtokoch dopadište
5. Veľmi silná	0,70 – 1	Vyhličiť holorubné obnovné postupy a stromovú ťažbovú metódu a metódu dlhých sortimentov, sústredovanie dreva len lanovkami v úplnom zívise	Vyhličiť budovanie približovacích liniek a približovacích ciest

Pre jednotlivé charakteristiky zostavili Slančík et al. (2009) stupnice, v ktorých rôzne úrovne charakteristík usporiadali vzostupne tak, aby nultá úroveň vyjadrovala stav maximálnej odolnosti a posledná úroveň stav maximálnej náchylnosti k erózii a takto bolo zapísané bodové hodnotenie pre každý porast uvažovaného územia. Pre určenie limitov použitia vybraných prostriedkov som vychádzal z odporúčaných hodnôt podľa tried ohrozenosti Šacha (1988) a následne boli editované rovnako ako predchádzajúce parametre.

2.6 Určovanie váh kritérií

Po určení súboru kritérií a zostavení hierarchickej štruktúry sa na všetkých úrovniach hodnotenia vzájomne porovnávajú rôzne alternatívy alebo kritériá, ktoré majú vplyv na hodnotenie prostredníctvom slovného vysvetlenia a číselných hodnôt (Tab. 3). Výsledok je daný váhou v pomernej stupnici pre alternatívy a kritériá (Roháčová, Marková 2009).

Tab. 3: Základná škála párového porovnávania kritérií

Intenzita dôležitosti	Definícia	Vysvetlenie
1	Rovnaká dôležitosť.	Dva prvky sa rovnako podieľajú na intervencii cieľa.
3	Menšia dôležitosť jedného prvku vzhľadom k druhému.	Skúsenosti a názory jemne preferujú jeden atribút pred druhým.
5	Podstatná alebo silná dôležitosť.	Skúsenosti a názory silne preferujú jeden atribút pred druhým.
7	Demonštrovateľná dôležitosť.	Jeden atribút je veľmi preferovaný a jeho dominancia je demonštrovaná v praxi.
9	Absolútna dôležitosť.	Evidentné favorizovanie jedného atribútu pred druhým je na najvyššom možnom stupni vyjadrenia.
2, 4, 6, 8	Stredné hodnoty medzi dvoma susednými posúdeniami.	Ak je potrebný kompromis vzhľadom k nejednoznačnosti priradenia k uvedeným definiciám dôležitosti.

Pri párovom porovnávaní sa dve kritériá umiestnia do protihľých koncov riadku proti sebe a sú porovnávané, ktoré je dôležitejšie. V strede riadku je číslo 1, čo znamená že porovnávané kritériá sú rovnako dôležité. Pozdĺž riadku sú čísla od 1 po 9, kde číslo 9 znamená, že kritérium na tomto príslušnom konci bolo dôležitejšie ako kritérium na opačnom konci. Ak je n celkový počet prvkov, ktoré sú porovnávané, potom platí, že počet porovnávaní je (Saaty, 1985):

$$[1] \quad n \cdot (n - 1) / 2$$

Údaje o významnosti kritérií, získané na základe ich párových porovnávaní sú hodnoty r_{ij} , udávajúce pomer významnosti hodnotiaceho kritéria k_1 ku kritériu k_2 , kde $i, j = 1, 2, \dots, m$. Požaduje sa, aby veličiny r_{ij} spĺňali pre všetky $i, j = 1, 2, \dots, m$, kde m je počet hodnotiacich kritérií, nasledovné podmienky (Ocelíková, 2004 In: Šaderová 2013):

$$[2] \quad r_{ij} > 0, r_{ij} = r_{ij}^{-1}, r_{ij} = 1$$

Veličiny r_{ij} , relatívne významnosti kritérií, sa usporiadajú do štvorcovej matice relatívnych významností R :

$$[3] \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & r_{2m} \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mm} \end{pmatrix}$$

Matica porovnávania kritérií v našom prípade vyzerá takto:

Tab. 4: Matica párového porovnávania kritérií a určené váhy kritérií

	Dostupnosť prostriedku	Únosnosť pôdy	Ťažbovo-dopravná erózia	Určené váhy kritérií (W)
Dostupnosť prostriedku	1	2	2	0,49
Únosnosť pôdy	0,5	1	2	0,31
Ťažbovo-dopravná erózia	0,5	0,5	1	0,2

na posúdenie, či vzájomné porovnanie kritérií dáva maticu s ešte prijateľnou mierou konzistencie, sa počíta konzistenčný pomer CI/RI , kde RI je hodnota získaná z veľkého počtu náhodných matíc (daného rádu n), ktorých prvky sú tvorené číslami od 1, . . . , 9, 1 2, . . . , 1 9. Ak je konzistenčný pomer najviac 0.1, tak maticu možno považovať za dostatočne konzistentnú, inak je potrebné vykonať prehodnotenie vzájomných porovnaní kritérií (Alonso, Lamata 2006). Hodnota RI pre 3 hodnotiace kritériá je 0,5245 a výsledný pomer vyšiel na úrovni hodnoty 0,05; ktorá spĺňa požiadavky konzistencie matice.

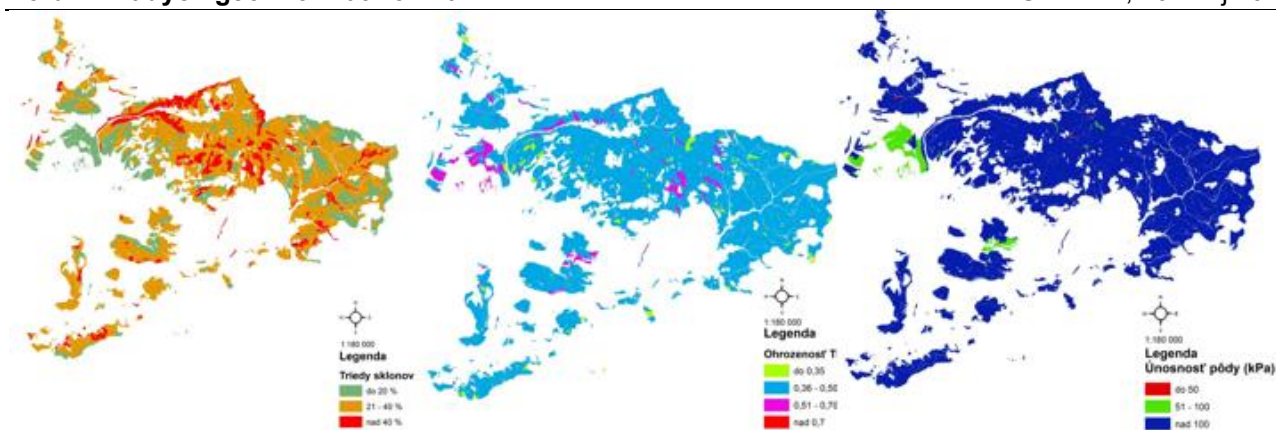
2.7 Ecosystem management decision support (EMDS) system

Pre každý typ prostriedku bola v úseku prostriedkových služieb vyčlenená sada funkcií, ktoré daný prostriedok podporuje a má dopytovo orientované prostredie na vyvolanie špecifických funkcií prostredníctvom .NET balíčkov (LPA, NWE.G.DLL, CDP.DLL). Tieto balíčky sú v menšej miere súčasťami programovacieho kódu prekladajúce prostredie existujúcej knižnice prostriedkov do jedného kompatibilného rozhrania systému EMDS. Táto možnosť bola vytvorená pre umožnenie kódom alebo rozličným dátovým formátom spolupracovať alebo umožniť prekrytie jazykov či súčinnosť viacerých programov. Databáza nebude potrebná iba na prepojenie mapových a atribútových dát, ale taktiež musí zahŕňať dodatočné metadáta umožňujúce systému narábať s každým z jednotlivých pracovných prostriedkov nachádzajúcich sa v schéme (Reynolds et al. 2015).

Systémy na tvorbu poznatkových báz existujú v rôznych formách, z ktorých väčšina typov je podmienkovo založených (angl. ruled-based). Reprezentácia znalostí v systéme NetWeaver, je založená na objektovo orientovaných sieťach závislostí s uplatnením fuzzy logiky. Tento typ sietí poskytuje viacero výhod v porovnaní s tradičnými reprezentáciami základe podmienok. Poznatkové bázy NetWeavera sa ľahšie vytvárajú, testujú a udržiavajú, lebo objektový prístup ich robí veľmi modulárnymi. Toto dovoľuje vývojárovi postupne rozvíjať zložité bázy poznatkov z jednoduchších cez čiastkové, postupné kroky. Modularita tiež dovoľuje interaktívne ladenie v ktorejkoľvek fáze vývoja. Fuzzy logika (Obr. 16) poskytuje formálne a výpočtové metódy nevyžadujúce bezpodmienečne jednoznačné vyjadrenia a sú oveľa úspornejšie ako používanie istoty (Reynolds et al. 2008 In: Tuček et al. 2011).

3 VÝSLEDKY PRÁCE

Prvou fázou riešenia bolo vytvoriť si obraz o podmienkach prostredia a na základe týchto podmienok interpretovať resp. zdôvodniť konečný výsledok práce a to ucelený pohľad na rozdelenie územia podľa vhodnosti použitia vybraných druhov prostriedkov na sústreďovanie dreva po porastoch. Tabuľková kvantifikácia porastov s konkrétnymi terénnymi podmienkami je uvedená v Tab. 5.



Obr. 3: Grafické zobrazenie územia podľa distribúcie jednotlivých parametrov hodnotenia

Tab. 5: Kvantifikácia terénnych podmienok porastov uvažovaného územia

Sklonové pomery [%]			Únosnosť pôdy kPa]			TDE		
Interval	Počet JPRL	%	Interval	Počet JPRL	%	Interval	Počet JPRL	%
< 20	2010	25,4	< 50	17	0,21	< 0,35	283	3,6
20 - 40	4893	61,7	51 - 100	341	4,3	0,36-0,5	7261	92
> 40	1023	12,9	>100	7568	95,5	0,51-0,70	382	4,8
Spolu:	7926	100	-	7926	100	-	7926	100

Ďalšou fázou riešenia práce bolo spustiť analýzu v prostredí EMDS na základe poznatkovej bázy obsahujúcej kritériá hodnotenia vhodnosti použitia konkrétneho prostriedku spolu so zadanými limitmi pre jednotlivé kritériá (určenie rozsahu metadát z databázy spĺňajúceho vhodnosť). V každom z týchto kritérií bola definovaná fuzzy logika určujúca mieru vhodnosti použitia prostriedku udaná v intervale od -1 po +1. Rozdelená bola do piatich tried (Tab. 6).

Tab. 6: Rozdelenie tried vhodnosti podľa intervalu fuzzy logiky

Vhodnosť	Interval
Veľmi nízka	od -1 do -0,6
Nízka	od -0,59 do -0,2
Stredná	od -0,19 do +0,2
Vysoká	od 0,21 do 0,6
Veľmi vysoká	od 0,6 do 1,0

Rozdelenie územia podľa vhodnosti bolo vykonané na základe hlbšieho spracovania výsledkov týkajúcich sa hlavne prípadov kedy na ploche jedného porastu sa prekrývali vhodnosti použitia viacerých prostriedkov (Tab. 14).

Tab. 7: Tabuľkové porovnanie zmeny zaradenia prostriedkov do tried vhodnosti s a bez prihliadnutia na váhu hodnotiacich kritérií

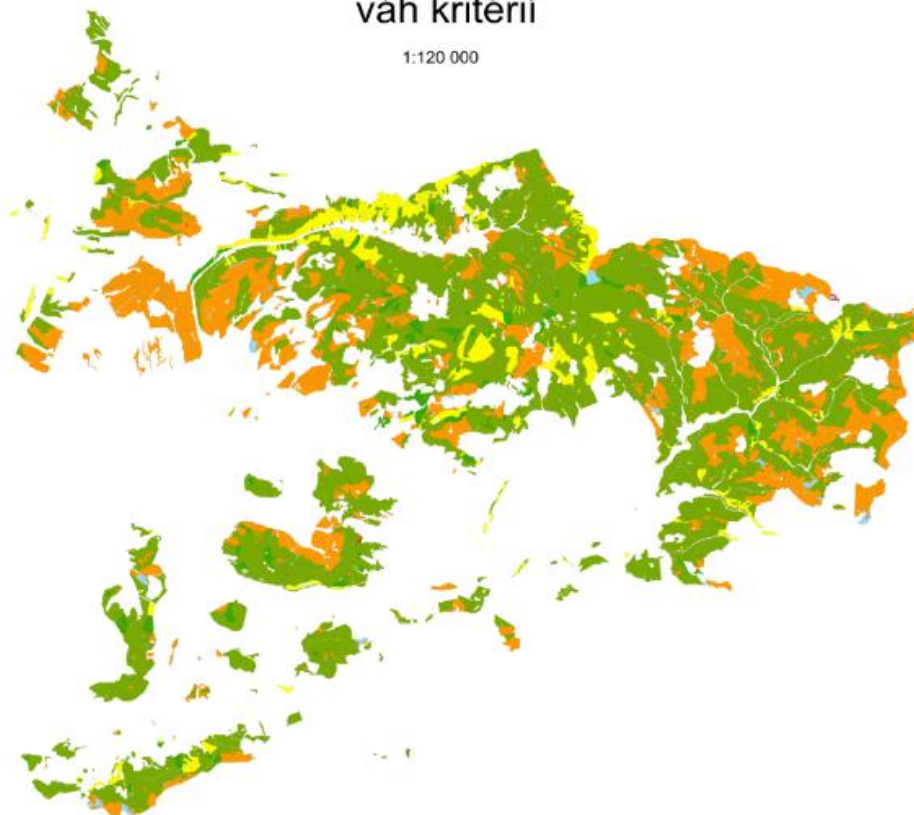
Technológia	Bez váh		S váhami	
	Počet JPRL	%	Počet JPRL	%
UKT št.	99	1,25	99	1,25
LKT št.	6	0,08	4	0,05
LKT flo	4971	62,72	4807	60,65
UKTflo/LKT flo	2157	27,21	2110	26,62
Lanovka	693	8,74	906	11,41
Spolu	7926	100	7926	100

Za vhodné som klasifikoval prostriedok v prípade, kedy hodnota vhodnosti sa pohybovala v intervaloch určených pre vysokú a veľmi vysokú vhodnosť (interval od 0,2 do 1,0). V prípadoch, kedy sa prekrývala vhodnosť LKT s flotačnými pneumatikami a lesníckou lanovkou sa tieto porasty automaticky zaradili do kategórie v prospech LKT keďže táto technológia má z hľadiska výšky nákladov prednosť. Podobne sa postupovalo v prípadoch, kedy sa tento prekryt spájal aj s prostriedkom UKT s flotačnými pneumatikami, ale s tým rozdielom, že bola vytvorená samostatná skupina zahrňujúca porasty s prekrytom UKT/LKT s flotačnými pneumatikami, v ktorej vidím priestor pre individuálne rozhodnutie technika ktorý z týchto prostriedkov vybrať podľa aktuálnych možností. Na grafickom zobrazení územia pred určením váh jednotlivým kritériám je ťažko rozpoznateľné, avšak je potrebné si uvedomiť veľkosť územia a počet jednotiek priestorového rozdelenia lesa (takmer 8 tisíc). Názornejšie je vyššie tabuľkové zobrazenie rozdielov v jednotlivých variantoch

Mapa vhodnosti použitia vybraných technológií
na sústreďovanie dreva bez zohľadnenia
váh kritérií



1:120 000



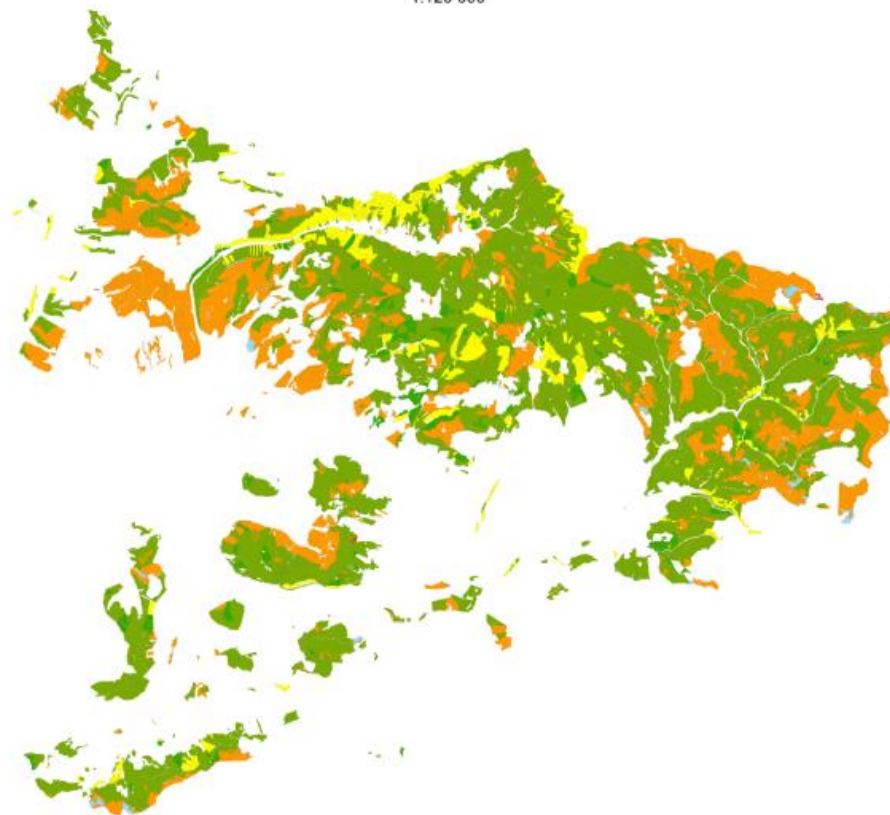
Legenda

- Technológia**
- UKT šl
 - LKT flo
 - Lanovka
 - LKT flo/ UKT flo
 - LKT klas

Mapa vhodnosti použitia vybraných technológií
na sústreďovanie dreva so zohľadnením váh kritérií



1:120 000



Legenda

- Technológia**
- UKT šl
 - LKT flo
 - Lanovka
 - LKT flo/ UKT flo
 - LKT klas

4 ZÁVER

Charakteristiky územia priamo vstupujúce do hodnotenia územia OZ Kriváň v rámci vhodnosti použitia vybraných prostriedkov na sústreďovanie dreva vo výsledkoch analýz ukazujú na použitie LKT vo variante vybaveného flotačnými pneumatikami ako najviac zastúpeného v súbore porastov. Táto skutočnosť hlavne nadväzuje na sklonové pomery daného územia, kde práve dominujú sklony priamo vhodné pre použitie tohto prostriedku. Faktor najviac obmedzujúci použitie variantu LKT s klasickými pneumatikami (iba 9 porastov s vhodnosťou aspoň v triede stredná vhodnosť) je ohrozenosť porastov TDE, kde väčšina presahuje dovolené limity pre tento variant pričom samotná únosnosť pôdy tento prostriedok neobmedzuje. V prípade UKT najviac obmedzuje jeho slabá svahová dostupnosť a v kombinácií s ohrozenosťou TDE je pre variant použitia klasických pneumatík tak ako pri LKT takmer nezastúpený avšak jeho nižšia pracovná hmotnosť otvára možnosti pre väčší počet porastov (99) vhodných pre jeho použitie.

Určovaním váh kritérií podľa metodiky dalo najväčšiu hodnotu svahovej dostupnosti ako najviac rozhodujúcim z vybraných kritérií (0,49). Sklon ako limitujúci faktor nepriamo slúži aj ako bezpečnostný faktor keďže s narastajúcim sklonom sa zvyšuje riziko vzniku pracovného úrazu v súvislosti s prevrátením prostriedku. Výsledky analýzy vhodnosti použitia technológií s prihliadnutím na váhy jednotlivých kritérií sa v porovnaní s klasickou analýzou, kedy kritéria do hodnotenia vstupujú na rovnakej úrovni a konkrétna hodnota ktoréhokoľvek kritéria pôsobila na výslednú hodnotu vhodnosti rovnako sa menili rádovo v triedach vhodnosti od strednej do najvyššej vhodnosti. Zmena v triede veľmi nízkej vhodnosti bola zaznamenaná v prípade LKT, kde sa v malej miere zvýšil počet porastov nevhodných pre tento prostriedok s nadštandardnou výbavou.

Dovolené hodnoty pre použitie konkrétneho prostriedku na sústreďovanie dreva boli udávané tak, aby zodpovedali čo najviac limitom spĺňajúcim podmienky pre splnenie certifikácie trvalo udržateľného hospodárenia. Avšak najväčšou výhodou využitia fuzzy logiky v procese rozhodovania je jej flexibilita v možnosti zadávania týchto limitov. V praxi to znamená, že ak sa technik rozhodne, že pre nejaký prostriedok povolí hodnoty akéhokoľvek kritéria v odlišnom intervale nie sú potrebné rozsiahle úpravy závislosti ale len zmena konkrétneho čísla udaného ako limit dovolenej či nedovolenej hodnoty v hodnotení. Taktiež rozšírenie bázy znalostí o ďalšie kritériá nie je náročným procesom. Táto skutočnosť najviac poskytuje priestor pre použitie technikmi v lesníckej praxi, ktorý nedisponujú pokročilejšími vedomosťami v oblasti podpory rozhodovania či geografických informačných systémov.

5 REFERENCIE

ALONSO, J. A.; LAMATA, M. T. : Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 2006, 14.04: 445-459. Karas, J., Tichý, T. 2016. *Drony*. Praha: Computer Press. 2016. 264 s. ISBN 978-8-02-514680-4.

REYNOLDS, K., et al.: Design features behind success of the ecosystem management decision support system and future development. *Forests*, 2015, 6.1: 27-46. STN 01 3410. 1990 *Mapy veľkých mierok*.

ROHÁČOVÁ, I., MARKOVÁ, Z.: Analýza metódy AHP a jej potenciálne využitie v logistike. *Acta Montanistica Slovaca*, ročník 14 (2009), číslo 1, s. 103-112

SAATY, T. L., KEARNS, K. P.: Analytical planning. First edition. Veľká Británia: Pergamon Press, 1985, 208 s. ISBN 0-08-032599-8

SEDLIAK M. : Návrh a implementácia rozhodovacieho modelu pre hodnotenie rizika hospodárenia na lesnej pôde s dôrazom na lesné požiare, 2014 [dizertačná práca] Zvolen, TU Zvolen: 167 s.

SLANČÍK et al. : Modelling and optimization of timber logging and transportation Technologies regarding the ecological criteria, In: *Woodworking technique, proceedings of the 3rd International scientific conference*, 2.-5. September 2009, 60 University of Zagreb, Faculty of Forestry, Zagreb, s. 257-265, ISBN 978-953-292-009-3

ŠADEROVÁ, J. : Príklad použitia multikriteriálneho hodnotenia pre výber dopravného systému. 2013. TU v Košiciach, F BERG, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, 8 s.

TOMAN, M. : Modelovanie a optimalizácia TVDT na základe vybraných ergonomických kritérií s využitím SDSS, 2010, článok, Fórum mladých geoinformatikov

TUČEK, J., et al. : Geoinformatika a geoinformačné technológie v precíznom lesníctve. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, 2011, 166 s. ISBN 978-80-228-2345-6

THE ROLE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN URBAN AND INNER CITIES DEVELOPMENT IN GHANA

Momo Amadu Alhassan, Miloslav Hub, Jitka Komárková

Faculty of Economics and Administrations, University of Pardubice, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Czech Republic.

(*amadualhassan@gmail.com, Miloslav.Hub@upce.cz, jitka.komarkova@upce.cz*)

Abstract

This study focused on urban development planning to help in addressing the various challenges facing the governments of Ghana in identifying hot spots for rapid urban development. Strategic allocation of resources to improve standard of living in zongos and inner cities. GIS will enable us choose the suitable lands for proper accessibility programs which will resolve the pressing social intervention needs in various communities in Ghana. Strategic Environmental Assessment (SEA) can be done base on the database captured through GIS and spartial data to allow quality land impact assesment for resettlement programs design to decongest major cities. Land administrations digital database and will help minimized land title conflicts which are slowing down development.

Keywords: GIS, Inner Cities, Zongos, Strategic Environmental Assesment, Planning ,Ghana.

1. Introduction

Geographical information system has become the right business tool for making better decisions using necessary geographic and spatial facts to achieve rapid results. GIS has a central mapping function which provide the relevant visual interpretation of data. The data GIS stores is represent visually in a mapped format. Inner cities development of every country is challenge for every governments and its citizenry becuae of the social-environmental impacts issues and threats to the society. MEST (2011) GIS technology can be used to analyze the urban growth and it direction of expansion, and to find suitable sities for further urban development. To identify inner cities/zongos to grow, certain factors have to be taking into consideration: accessibility of the land, flatness of the land, the land should have uninterrupted supply of water, eletricity, gas and certain basic necessities of life.

Karikari el at (2003), Ghana as a country is no exception of the challenges that faces inner cities and Zongos. Due to this fact the government of Ghana has formed a new ministry to tackle this pressing issues and to find the right solution to curb the spread of more Zongos and solve already competitive problems inner cities and zongos poses to country's economic development.

According to Ministry of local Government and Rural Developement (MOLGRD 2012), Zongos are no much different from Shanty towns, the features are the same except that zongos are normally occupied by people from the same tribe , religion, or occupation. The oxford definition of shatty towns is: An area in or on the edge of the city, in which poor people live small poorly built cheap houses with no availability of water, toilets eletricity etc.

According to Asamoah (2010) define zongo town as a group of unplanned shelters constructed from cheap waste materials such as cardboard, wood and clothes. The most populated zongos can be found in almost all the regional capitals of Ghana, mainly in Accra, Kumasi and Takoradi are the most high risk areas that faces serious economic challenges.

Strategic Environmental Impact Assesment of Ghana

According to the Environmental Protection Agency of Ghana (2004), SEA is increasingly emerging as a tool for developeing and analysing strategic actions plans and policies of the government of Ghana help achieve rapid urban sustainable development. The government of Ghana used SEA to measure the weakness in institutional component of policy formulation and implementation such as overlaps and capacity constriants. Using SEA requires certain lay down methodology to be followed, these includes: Understaning the context of what to be done, determining the objectives and how to achieve it, defining the base line conditions, monitoring and evaluation with a comprehensive reporting at the end of the entire SEA process.

GIS was used to effectively achieve sustainable urban planning policy for the various regions in the entire country. These areas of SEA includes: accessibility of portable water, accessibility of good land, revamping timber and forestry resources of the country, agriculture and wildlife and accessibility of non-timber products.

World Bank (2005 and 2008), SEA can be an effective approach for the implementation of policy and sector reforms that foster sustainable development.

SEA of Water and Environmental Sanitation(2006), SEA commensurate efforts made by city authorities to design a better sanitation programs for our inner cities and to ensure effective monitoring and continuous evaluation for necessary results.

Kemausuor et al (2012), one of the key development indicators for rapid urban planning is to create e-maps of various cities earmarked for the urban development transformation. Mapping will help the spatial data systems and technologies to function effectively and will reduce the cost involving hiring direct manpower needed for land-mark demarcation of major areas expected to be transformed. One of the biggest challenges facing urban planning is waste disposal, inner cities and zongos have been the most disturbing areas where solid waste and liquid disposal have failed to yield the necessary results Abdulai et al (2015).

Dai et al (2001) the most important geo-environmental evaluation and urban spatially related information will improve and provide the ability to integrate layers of vital information. City dwellers have the responsibility to make sure effective decentralization of the decision making process in the local government system is carefully designed to give enough power to metropolitan and municipal councils to execute projects and programs related to GIS and GPS of city planning effectively done immediately. GIS has become an integral part of natural resources management Nath et al (2000). Investing in GIS will not only enhance urban effective planning, but will also help improve social capital for individualistic development and the community as a whole. For this reason, it is very important to incorporate into the estimation procedure of acquiring GIS technology from the local government level.

2. Methods

This review paper used analysis from GIS and various strategic environmental impact assessment of Ghana, and focused on researches that used the Integrated Land & Water Information System(ILWIS) geoinformational software to help in capturing the most important landscape formation for urban planning, modernisation and development. The paper adopted the best practices of Strategic Environmental Assessment(SEA) practices around Africa and other parts of the world for achieving high impact results.

Data availability from GIS and spatial analysis was not included since the paper seeks to review previous researches on GIS and Strategic impact assessment policy documents for the government of Ghana. The SAGA GIS-system for automated geoscientific analysis is a spatially explicit decision tool that helps in answering most of the questions on finding suitable locations for resettlement programs under the urban decongestion approach schemes in Ghana. The Geo-map of Ghana taken from the Geological Survey Department of Ghana gave a clear picture of the water bodies and important landscape objects that form part of the integral decision making process and policy for sustainable urban planning and implementation. Livelihood support projects design for reducing human impact on environment. Standard geographic information technology helped in determining which exact areas form the inner cities and the level of its pace for development.

The rate of urban development cannot be left alone in the hands of government because of the rapid growth rate and demanding socio-economic attention it requires for faster solution in the short and long term. Urbanisation is spreading fast in Ghana than most of neighbouring West Africa countries, just assessment can be justified in the 2010 population and housing census of Ghana.

3. Discussion

After a critically analysing GIS and its technology advancements, it is clear what can be achieved using GIS as an effective urban planning tool. Urban planning relates the rights and duties of the population, it should be a critical dialogue between city planners and the local assembly. Metropolitan planning is slightly different in the fact that it goes beyond a single authority and takes the entire region into consideration when planning its actions. Ghana as a country needs a specific spatial data and GIS systems installed at various local, regional and national offices to help in the swift administration and decision making process when it comes to land and environment issues.

One of the aims of this paper is to use GIS to curb land title conflicts which is a major negative issue confronting Ghana, and delaying important development projects. It will be very difficult for city authorities to function effectively without the necessary legislative backing on data protection backing GIS functionality. Inner city and urban developments should not be our only focus for using GIS technology to resolve, but rather we should also look at environment, landscape, forestry, horticulture, Agriculture and fisheries etc. Urban

development planning requires more technologically advanced tools which can be set together with the GIS technology for the expected results.

The environmental impact assessment document of 2010 for urban and small cities planning should be one of the yardstick for town and country planners in measuring standards and operational capacity for achieving targeted objectives set by the government of Ghana in the strategic paper for growth and sustainable development. Case study about environmental impact assessment using GIS for six west African countries including Benin, Togo, Gambia, Nigeria, Ghana, and Cote d'Ivoire. Ghana's EIA was focus on registration of environmental projects with EPA through filling appropriate forms. Screening to determine what of impact assessment needed on the particular projects. Scoping the development of TOR for EIA study. Technical review of EIS documents including public disclosure and public hearing if necessary. Environmental Protection Agency approval of permits. If all these impact assessment listed above are followed, government of Ghana can reduce the negative impact of inner cities on the nationwide rapid development plan, and will be able to strategies for the pressing demand for excessive budget that goes into the building and sustaining of slums and zongos in Ghana. Optimal use of water management resources requires that the collected hydrological, meteorological and spatial data be stimulated and analyzed with appropriate models.

4. Conclusion

Rapid urbanization is reshaping the morphology and functions of cities and inner cities globally Benza et al (2016). Images from GIS and spatial data technology will enable government determine necessary boundaries needed to curb environmental problems caused by human impact or nature Boateng (2012). This paper and subsequent researches on Ghana has proven the importance of GIS and allied technologies, government of Ghana has to train more Geo-informaticians who can analyze the GIS and spatial data effectively for development programs. Application of remote sensing and GIS based modelling will enhance quality environmental assessment initiatives Gumma and Pavelic (2012).

Quality data on environment and agriculture will help reduce land degradation issues and will improve use of land for preferential projects. Zongos must be provided with state-of-the-art infrastructure to help provide equal opportunities to citizenry.

Geological survey department of Ghana should be provided with the necessary tools and high skilled manpower needed for execution of work. The land commissions of Ghana must have updated GIS images on lands and important landmarks in the country help avert unnecessary conflicts on land ownership. The ministry of Zongos and inner cities should be allocated with enough budget to help discharge their responsibilities.

Land use and land impact assessment should be done in reasonable intervals to help capture multi-directional impact on both human and natural system Teferi et al (2013).

According to Owusu et al (2013), Water vulnerability analysis be carried out periodically to help detect pollution and wastage. Land suitability model approach be adopted in allocating lands for projects with higher environmental impact Rhebergen et al (2015).

Acknowledgement

This research is supported by University of Pardubice, SGS_2017_17 project.

References

- Abdulai et al (2015) GIS Based Mapping and Analysis of Municipal Solid Waste Collection System in Wa, Ghana: *Journal of Geographic Information System*, 2015, 7, pp85-94.
- Addo Kwasi Appeaning (2012) Shoreline morphological changes and the human factor. Case study of Accra Ghana. *J Coast Conserv* (2013) 17. pp 85–91.
- Addo Kwasi Appeaning (2015) Monitoring sea level rise-induced hazards along the coast of Accra in Ghana 78,pp 1293–1307.
- Anthony Asamoah (2010), Project Intervention And Slum Improvement In Ghanaian Cities: A Case Study Of Kumasi Metropolitan Area. In *Development Policy and Planning* pp1-60.
- Appiah et al (2015) Application of Geo-Information Techniques in Land Use and Land Cover Change Analysis in a Peri-Urban District of Ghana. *ISPRS International Journal of GeoInformation*, ISSN 2220-9964.pp1-25.
- Basommi et al (2016) Dynamic of Land Use in Mining area: A Case Study of Nadwoli District in Ghana.pp663-642
- Benza et al (2015) A pattern-based definition of urban context using remote sensing and GIS: Remote sensing of environment journal pp250-264.
- Dai et al (2001), GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study; *Engineering Geology* Volume 61, Issue 4, September 2001, Pp 257–271.
- Environmental Protection Agency of Ghana (2005) Strategic Environmental Assessment Experience in Ghana.pp02-66.
- Gumma M. & Pavelic P. (2012) Mapping of groundwater potential zones across Ghana using remote sensing, geographic information systems, and spatial modeling, *Springer Science Business Media B. V.* 2012.pp3561–3579.
- Challenges facing land administrators in Ghana. *International Journal of Geographical Information Science* Vol. 19, No. 3, March 2005, pp343–362.
- Isaac Boateng (2012) An application of GIS and coastal geomorphology for large scale assessment of coastal erosion and management: a case study of Ghana.pp383-397.
- Karikari et al (2003b), The application of GIS in the lands sector of a developing country: Challenges facing land administrators in Ghana. *International Journal of Geographical Information Science*. Volume 19, 2005 - Issue , Pages 343-362.
- Katic Pamela & Morris Joanne (2016) Targeting Investments in Small-Scale Groundwater Irrigation using Bayesian Network for a data-scarce river basin in Sub-Saharan Africa. *Journal for Environmental Modelling and Software* 82, pp44-72.
- Kemausuor et al (2012), Gis-Based Support For Implementing Policies And Plans To Increase Access To Energy Services In Ghana.pp25-32.
- Ministry of Local Government on Rural Development and Environment (2006) Strategic Environmental Assessment of Water and Environmental Sanitation, A Practical Guide pp01-15.
- Ministry of Environmental Science and Technology (2011) Department of Town and Country Planning; Manual for the preparation of Spatial plans. Pp13-25.
- Ministry Of Local Gouvernement And Rural Development(2012)Ghana National Urban Policy Action Plan pp10-4.
- Nath et al (2000) Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural engineering journal* volume 23 issue 1-3,September 2000, Pages 233–278.

Owusu et al (2015) Analyses of freshwater stress with a couple ground and surface water model in the Pra Basin, Ghana. Pp137-153.

Rhebergen et al (2016) Climate, Soil and Land use-based land Suitability Evaluation for Oil Palm Production in Ghana. European Journal of Agronomy 81 pp1-14.

Sutherland et al (2010) Rationalizing the Environmental Impact Assessment Procedures in Ecowas Member Countries : An essential ingredient in promotinng regional integration through establishment of power pools interconnections in west african sub-region. Pp1-18.

Teferi et al (2013), Understanding recent Land use and Land cover dynamics in the source region of Upper Blue Nile, Ethiopia. Spatially explicit statistical modelling of systematic traditions. Journal of Agriculture, Ecosystem and Environment 165, pp98-117.

Word Bank (2005 & 2008) Strategic Environmental Assesment in Policy and Sector Reform: conceptual model and operational guide pp 7-21.

Figures and Tables..

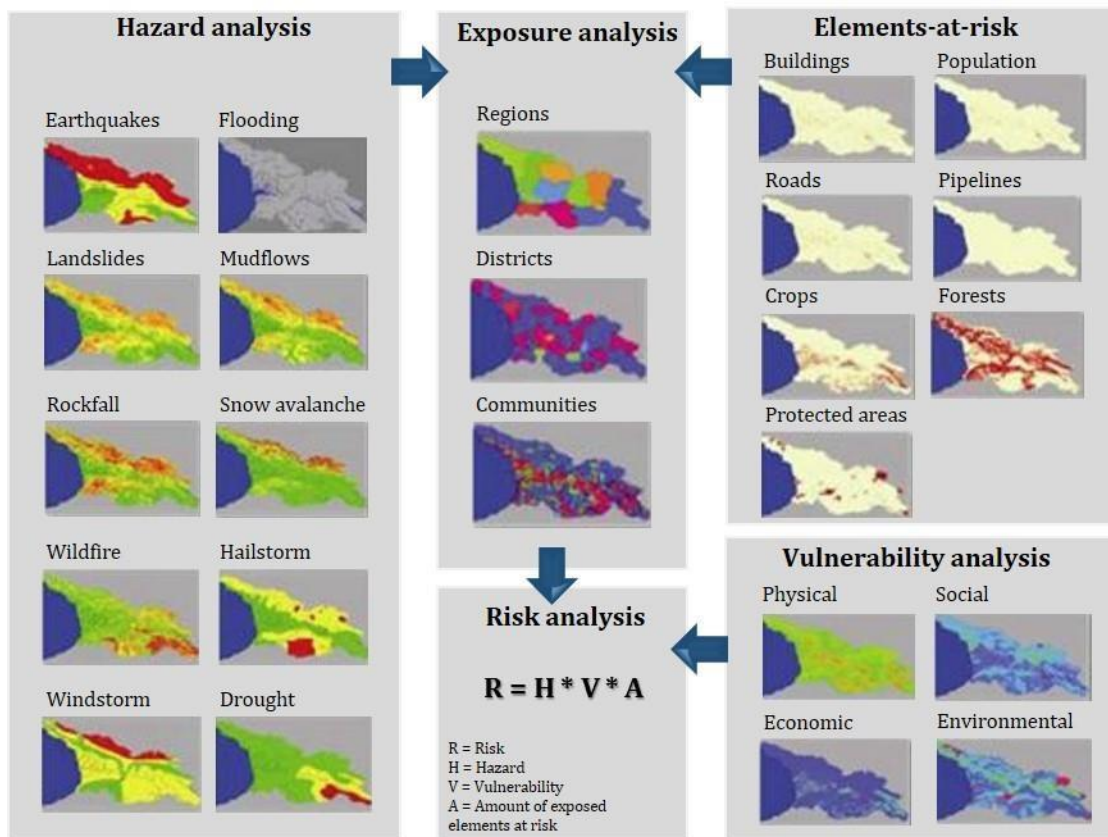


Figure 1 Images from ILWIS

Data Integrators	Description of Key features	Potential benefits	Efficiency Benefit	Effectiveness Benefit	Socialpolitical Benefit

<p>Integrated Land & Water Information System(ILWIS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Integrated raster and vector design. ➤ Import and export of widely used data for maps. ➤ Advanced modelling and spatial data analysis. 	<p>Accurate image and data reporting.</p> <p>Enables a more straight forward and time saving approach.</p>	<p>YES</p>	<p>YES</p>	<p>YES</p>
<p>SAGA GIS – system for automated geoscientific analysis.</p>	<p>(geo-)scientists an effective but easy learnable platform for the implementation of geoscientific methods.</p> <p>SAGA's unique Application Programming Interface (API).</p>	<p>Many modules exist for manipulation and analysis of vector data.</p> <p>Raster (or gridded) data can be created from point using nearest neighbour, triangulation and other interpolation techniques</p>	<p>YES</p>	<p>YES</p>	<p>YES</p>

Figure 2 Features of ILWIS & SAGA SYSTEMS

IDENTIFIKÁCIA LEŽIACICH KMEŇOV V NPR BADÍNSKY PRALESIng. Martin Lofaj ¹⁾, Ing. Zuzana Slatkovská ¹⁾, doc. Ing. Miroslav Kardoš, Phd. ¹⁾ –¹⁾Katedra Hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Ul. T. G. Masaryka 24, 960 53,

Zvolen, Slovenská republika

Abstrakt

Abstrakt v článku sa zaoberáme identifikáciou ležiacich kmeňov (mŕtveho dreva) na príklade časti územia národnej prírodnej rezervácie (NPR) Badínsky prales. Za týmto účelom boli použité údaje leteckého laserového skenovania, ktoré patrí medzi progresívne technológie diaľkového prieskumu Zeme. Nami popísaná metodika sa zaoberá aplikáciou objektovo orientovaných obrazových analýz, dostupných v GIS softvéroch, konkrétne Line Template Matching alebo hranových detektorov (Cannyho algoritmus). Spomínaná metodika ponúka automatizovanú a poloautomatizovanú metódu identifikácie mŕtveho dreva. Automatizovaná metóda je založená na vytvorení rastrovej reprezentácie digitálneho modelu reliéfu s prízemnou vrstvou, na ktorej sú identifikované ležiace kmene prostredníctvom hranového detektora. Poloautomatizovaná metóda je založená na normalizovanom výškovom reze mračnom bodov v zadanom výškovom intervale, filtráciou rezu a manuálnou selekciou bodov reprezentujúcich ležiace kmene.

Kľúčové slová: *obrazová analýza, letecké laserové skenovanie, mŕtve drevo, hranový detektor,**Line Template Matching***Abstract**

This paper is dealing with the detection and identification of lying stems (deadwood) in the part of the National Nature Reservation - Badin primeval forest. For this purpose, we used airborne data from airborne laser scanning, which belong to the group of progressive methods of remote sensing. Our methodology is dealing with application of object-oriented image analysis in GIS software, specifically Line Template Matching or edge detection algorithm (Canny's algorithm). This methodology use automated and semi-automated methods of dead wood identification. Automated method is based on creating raster representation of digital terrain model, with near-ground layer, where lying tree stems are identified by using edge detection algorithm. Semi-automated method is based on normalized height cross section through point cloud, filtration of cross section and manual selection of points which are representing lying tree stems.

Keywords: *image analysis, airborne laser scanning, deadwood, edge detection, Line Template Matching***1. Úvod**

V lesníckej praxi je potrebné chápať lesný ekosystém ako komplexný systém, na ktorý pôsobí viacero faktorov, preto je potrebné získavanie informácií metódami, ktoré charakterizujú lesný ekosystém komplexne (vrátane jeho horizontálnej a vertikálnej štruktúry), zároveň však s požadovanou presnosťou. V tomto kontexte práve letecké laserové skenovanie ako aktívna technológia diaľkového prieskumu Zeme ponúka možnosť rýchleho zhromažďovania údajov z rozsiahlych území, ktoré pokrývajú lesy (cca 2,1 mil. ha). Technológia leteckého laserového skenovania je v princípe založená na emisii elektromagnetického žiarenia a jeho spätnej detekcii po odraze od objektov na zemskom povrchu.

Každý lúč emitovaného žiarenia je charakterizovaný jeho plochou (stopou), ktorá dopadá na zemský povrch (beam footprint size). Následná registrácia viacnásobného odrazu od jednotlivých výškových etáží lesného porastu sa výhodne používa aj pri biometrických analýzach. V prípade lesných porastov je vždy časť svetelného impulzu odrazená od vrchnej časti koruny stromov.

Veľkosť stopy pri výške letu 500 m je okolo 30 cm a tak môže časť zväzku lúčov prechádzať medzerami medzi listami až na terén. Z údajov niekoľkonásobného odrazu možno určovať aj ďalšie charakteristiky lesa – objem, poškodenie, druhové zastúpenie, výška porastu, počet stromov. Laserové skenovanie je vhodné aj pre skúmanie priestorovej skladby a štruktúry jednotlivých vegetačných etáží. [1].

Mračno bodov ako výsledok leteckého laserového skenovania, predstavuje nespracovanú množinu bodov určitého objektu vrátane chýb, ktoré vznikli pri zlome alebo viac násobnom odraze. Tieto body je potrebné filtrovať alebo využiť špeciálne programy vytvorené pre určitý typ skeneru [2]. Výskum využitia mračien bodov v lesníctve síce neprebíha dlho ale v súčasnosti je známych už niekoľko preukázateľných možností ich využitia napr. v oblasti identifikácie lesa a hraníc jeho vnútorného členenia [3] [4], získavania presných informácií o zemskom reliéfe [3], mapovania lesnej cestnej siete [5] [6] [7], či zisťovania stromových a porastových charakteristík [8].

Ďalšou z aplikácií v tejto oblasti je aj prezentovaná metodika využitia údajov leteckého laserového skenovania na identifikáciu ležiacich kmeňov. Mŕtve resp. ležiace drevo je dôležitou stanovištnou charakteristikou v lesoch. Ide o drevo, ktoré po prirodzenom odumretí, ťažbe alebo kalamite zostáva v lese [9]. Problematikou identifikácie ležiacich kmeňov z údajov leteckého laserového skenovania sa zaoberalo viacero autorov. Výskum autorov bol založený na automatickej detekcii vyťažených stromov a zisťovania prírastku za porast z údajov leteckého laserového skenovania v dvoch časových obdobiach (1998 a 2000). Detekcia vyťažených stromov bola založená na rozdieloch obrazov normalizovaných digitálnych modelov povrchu. Hodnota pixela z modelu porastu z roku 2000 bola odpočítaná od jemu zodpovedajúceho pixela v obraze z modelu z roku 1998, pričom vysoké hodnoty diferencie reprezentujú vyťažené stromy. Počet a umiestnenie vyťažených stromov bol odvodený na základe segmentácie obrazu [10]. Ďalším riešením problematiky sa zaoberali iní autori, ktorí svoje testovanie vykonali na dvoch plochách, kde najprv identifikovali malé segmenty ležiacich kmeňov, ktoré v druhom kroku za použitia algoritmu. Normalizovaný rez (Normalized Cut) zlúčili do celých kmeňov [11]. Autori potvrdili, že základným pilierom úspešnosti je zabezpečenie kvalitných vstupných údajov, čiže získanie mračna bodov v čo najväčšej hustote bodov na m^2 , pričom sami používali údaje s priemernou hustotou 9 b/ m^2 .

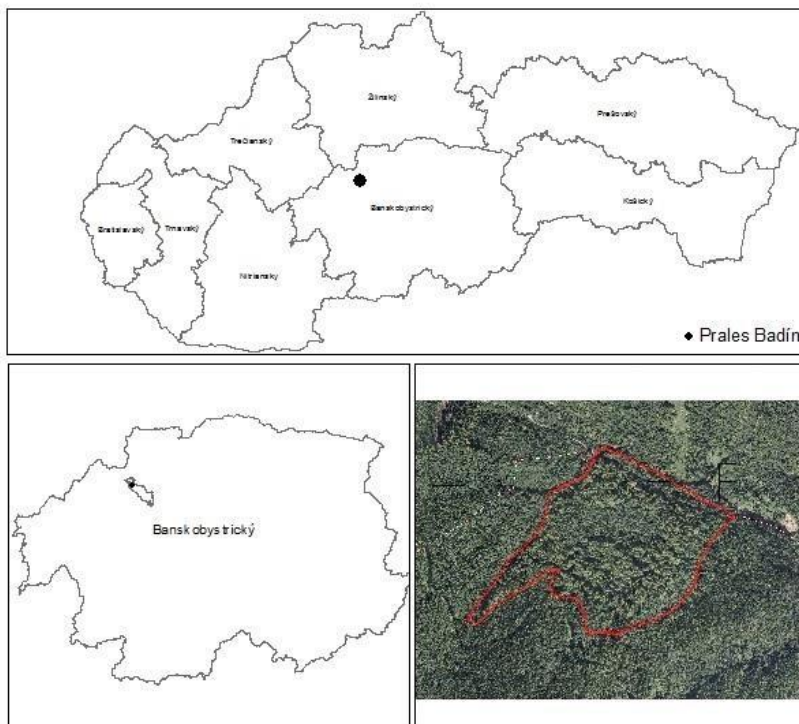
Ďalšou z využívaných metód identifikácie ležiacich kmeňov sú objektovo orientované obrazové analýzy, zamerané na diskrétné skupiny pixelov. Objektovo orientované analýzy umožňujú použitie viacerých dimenzií, rozmerov a priestorových jednotiek (susedstvo, topológia, funkcie, klasifikácie obrazu a iné) [12].

Metóda Line Template matching je priamo aplikovateľná na mračno bodov. Ide o metódu, pri ktorej algoritmus hľadá objekty na základe šablóny tvaru línie.

Iné možnosti identifikácie ležiaceho dreva poskytujú nástroje na detekciu hrán, ktoré sa aplikujú najčastejšie v rastrovej reprezentácii. Detekcia hrán predstavuje postup spracovania obrazu v digitálnej podobe, ktorý vyhľadá body s veľkou a náhlou zmenou jasu. Pomocou tejto metódy by bolo možné definovať hranu aj ako prechod medzi oblasťou z nízkou a vysokou frekvenciou. Definovaná je zmenou hodnoty obrazovej funkcie $f(x,y)$. Metódy sú založené na veľkosti prvej derivácie jasu, veľkosti druhej derivácie jasu alebo zachytenia zmeny znamienka derivácie [13].

2. Materiál a metodika

Ako reprezentatívna plocha nám slúžila časť územia NPR Badínsky prales, nachádzajúca sa v 5. stupni ochrany prírody v katastrálnom území obce Badín v Banskobystrickom kraji. Výmera záujmového územia predstavuje 30,6 ha. Prales Badín, spoločne s Dobročským pralesom sa radia k najstarším chráneným územiám na Slovensku. Badínsky prales je situovaný v juhovýchodnej časti Kremnických vrchov pričom výmera pralesa je 30,6 ha. Územie pralesa patrí do chladného horského klimageografického typu. Priemerná ročná teplota sa pohybuje v rozmedzí 5,3 až 5,8 °C a ročný úhrn zrážok predstavuje 850 až 950 mm [14].



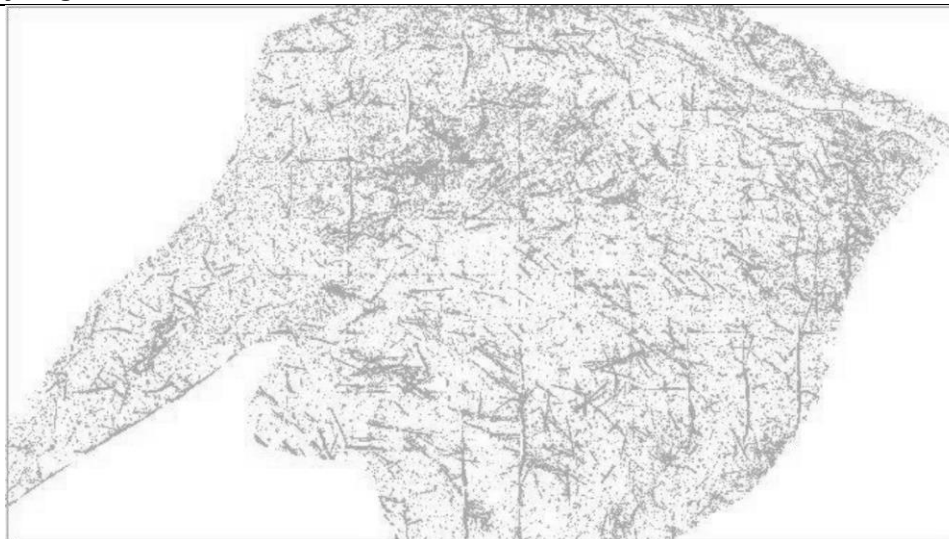
Obr. 1: Záujmové územie Badínsky prales

Mračno bodov bolo získané leteckým laserovým skenerom Riegl LMS Q680i. Výška letu sa pohybovala v závislosti od terénu od 600 do 900 m. Dáta boli získané v apríli 2012 na území Vysokoškolského lesníckeho podniku vo Zvolene. Spracovanie mračna bodov prebehlo v príslušnom softvéri skenera, ktorý relatívne a absolútne vyrovnal laserové pásy a takto upravené údaje boli exportované do formátu LAS 1.2. Pre identifikáciu kmeňov sme použili všetky body bodového mraku, ktoré mali priemernú hustotu 5 b/m².

2.1 Poloautomatizovaná metóda identifikácie stromov

Základným krokom tejto metódy je vytvorenie rezu mračna bodov v takej výške, aby segment rezu obsahoval body reprezentujúce ležiace drevo. Nasledujúcim krokom bolo vytvorenie mračna bodov reprezentujúceho záujmové územie, pomocou nástroja Lasclip, ktorý je súčasťou softvéru Lastools. Softvérový balík Lastools bol v celom procese spustený ako samostatná aplikácia. Výstupným súborom bolo mračno bodov vo formáte LAS. Pre rýchlejšie spracovanie sme tento súbor rozdelili na štvorcové dlaždice využitím nástroja Lastile. V tomto kroku zároveň prebehlo konvertovanie jednotlivých súborov dlaždíc z formátu LAS do formátu LAZ, ktorý je natívnym typom súboru pre softvérový balík Rapidlasso. Ďalším krokom bolo určenie jednotlivých bodov reliéfu, s použitím nástroja Lasground. Výsledkom klasifikácie tak boli body reprezentujúce reliéf.

Pre samotné vytvorenie rezu bol využitý nástroj Lasheight, ktorý funguje na základe výškovej normalizácie. Rez bol vytvorený tak, že body v zadanom výškovom intervale nad reliéfom klasifikuje ako samostatný segment mračna bodov. Kľúčové bolo určenie parametra hrúbka segmentu, ktorý odstránil všetky body terénu a vyššej vegetácie a zároveň neodstránil body ktoré reprezentujú mŕtve drevo. Pre konkrétne nastavenie parametrov sme použili metodiku prezentovanú v práci [15]. Ako optimálny pre identifikáciu bodov reprezentujúcich ležiace kmene sme zvolili výškový interval 10 až 90 centimetrov, kde hranica 10 cm odstránila body reliéfu a výšková hranica 90 cm odstránila body reprezentujúce nízku vegetáciu. V nasledujúcom kroku bola vykonaná extrakcia rezu z mračna bodov a klasifikácia bodov reprezentujúcich chybný odraz cez nástroj Lasnoise. Posledným krokom bolo spojenie mračien bodov nástrojom Lasmerge do uceleného súboru a konvertovanie do formátu las.



Obr. 2: Vizualizácia vybraného segmentu z bodového mračna vo výške 10 až 90 centimetrov, prostredníctvom aplikácie lastools

Pre filtráciu mračna bodov bol použitý nástroj SOR filter softvéru CloudCompare. Algoritmus vypočíta priemernú vzdialenosť každého bodu k jeho susedom – zohľadní sa parameter počet bodov. V druhom kroku algoritmus odstránil body, ktoré sa nachádzajú ďalej ako priemerná vzdialenosť a násobok smerodajnej odchýlky. Takto odfiltrované mračno bodov bolo následne spracované v prostredí aplikácie DTMaster spoločnosti Trimble, kde bola vykonaná manuálna časť poloautomatizovanej metódy. Jednalo sa o manuálne vyselektovanie bodov reprezentujúcich ležiace kmene. Samotná identifikácia bola vykonaná na podklade rastrovej vrstvy územia.



Obr. 3: Výsledná vrstva bodov ležiaceho mŕtveho dreva zobrazená v softvéri CloudCompare

2.2 Automatizovaná metóda

Pri automatizovanej metóde bola pre extrakciu bodovej vrstvy ležiaceho dreva využitá obrazová analýza. V našom prípade boli pri tejto metóde využité obrazové analýzy softvéru Geomatica spoločnosti PCI Geomatic, ktorá ponúka nástroj na detekciu a extrakciu hrán, resp. línií v obraze na základe Cannyho algoritmu. Pre lepšiu viditeľnosť ležiaceho dreva, bola potrebná redukcia mračna bodov resp. odstránenie bodov reprezentujúcich porast, prípadne vysokú vegetáciu a iné objekty. Tento krok bol vykonaný pomocou nástroja DTM Toolkit, ktorý je súčasťou softvéru Inpho spoločnosti Trimble.

Po vykonaní procesu bolo mračno bodov rozklasifikované do 5-tich hlavných tried:

- Ground – trieda reprezentuje zemský povrch (reliéf),

- Low Vegetation – reprezentuje nízku vegetáciu,
- Medium Vegetation – reprezentuje stredne vysokú vegetáciu
- High Vegetation – reprezentuje vysokú vegetáciu, □ Building – reprezentuje budovy.

V klasifikovanom mračne bodov boli interpolované jednotlivé body, za účelom vytvorenia homogénnej geometrie a vytvorenia spojitého modelu. Z mračna bodov boli postupne odstránené jednotlivé triedy okrem tried Ground a Low Vegetation, ktoré boli klasifikované ako vrstva ležiaceho dreva.

Pre vytvorenie rastra bol použitý algoritmus zostavený v module ModelBuilder implementovaný v aplikácii ArcMap, ktorý v prvom kroku pozostával z importu údajov funkciou las to multipoint. Ide o funkciu, ktorá má viac ako jednu fyzickú časť, ale každá odkazuje na práve jednu súpravu atribútov v databáze. Ďalším krokom k tvorbe rastrovej vrstvy bolo vytvorenie nepravidelnej trojuholníkovej siete – štruktúra TIN. Dôležitým krokom je vytvorenie správneho rastra (dostatočné rozlíšenie a parametre). Rastrová reprezentácia so štruktúrou TIN bola vytvorená interpolačnou metódou Natural Neighbour – metóda najbližšieho suseda. Posledným krokom v tvorbe rastrovej reprezentácie bolo použitie modulu Hillshade. Tento modul zabezpečuje hypotetické osvetlenie povrchu stanovením hodnoty osvetlenia pre každú bunku rastra. Operáciu vykonáva na základe pozície hypotetického zdroja svetla (v našom prípade slnka) a výpočtom hodnoty osvetlenia pre každú bunku vo vzťahu ku susedným bunkám [16].

Samotná identifikácia ležiacich kmeňov bola vykonaná v programe Geomatica spoločnosti PCI Geomatic pomocou modulu Line:Lineament Extraction. Modul je primárne určený na extrakciu línií z radarových snímok, avšak je možné použiť ho aj na optické snímky. Samotný nástroj pozostáva z troch krokov – detekcia hrán, prahovanie a extrakcia línií [17]. V druhom kroku je obraz s hodnotami gradientov a váh pre každý pixel spracovaný do binárneho obrazu. Každý pixel binárneho obrazu s hodnotou väčšou ako je určená prahová hodnota, tzv. „ON“ pixel, reprezentuje prvok hrany. V poslednom kroku nástroj extrahuje identifikované línie a krivky do vektorovej reprezentácie

3. Výsledky

Z predspracovaného a klasifikovaného mračna bodov v prostredí softvérového balíka INPHO bola interpolačnou metódou Natural Neighbour v softvéri ArcGIS spoločnosti Esri vytvorená reprezentácia reliéfu územia s vrstvou ležiacich kmeňov, ktoré boli vizuálne viditeľné. Ako referenčná vrstva bola využitá vrstva ležiacich kmeňov vytvorená poloautomatizovanou metódou a to manuálnou selekciou bodov na základe vizuálneho posúdenia. Výsledný štatistický výstup správnosti klasifikácie bol vyhodnotený v programe eCognition spoločnosti Trimble vo forme kontingenčnej tabuľky.

Softvér eCognition vyhodnocuje presnosť extrakcie na základe prekrytu vrstvy získanej automatizovanou metódou s referenčnou vrstvou čo ako už vyššie spomíname v našom prípade predstavuje vrstva získaná poloautomatizovanou metódou. Jedná sa o porovnanie dvoch rôznych vrstiev a je potrebné zdefinovanie tried v obraze pre odlíšenie objektov reprezentujúcich mŕtve drevo. V referenčnej vrstve na základe identifikátora boli zdefinované dve triedy 1 - drevo, 0 – pozadie. Kontingenčná tabuľka obsahuje niekoľko mier správnosti klasifikácie pre každú triedu a celkovú správnosť. Miery správnosti sú nasledovné: správnosť producenta, správnosť spotrebiteľa, celková správnosť a KHAT index.

KHAT index, predstavuje štatistickú mieru zhody medzi referenčnými a klasifikovanými (skúmanými) údajmi. Tento index vyjadruje proporcionálnu redukciu chyby, ktorá bola dosiahnutá pri klasifikácii a porovnáva ju s chybou, ktorá by vznikla pri náhodnom kvalifikátore. Nadobúda hodnoty 0 až 1. KHAT index je počítaný na základe vzťahu [18]:

$$KHAT(Triedy) = \frac{\left(\frac{n_s}{n} - \frac{n_r}{n}\right) * \frac{n_{st}}{n}}{\left(\frac{n_s}{n} - \frac{n_{st}}{n}\right) * \frac{n_{st}}{n}}$$

- n – celkový počet referenčných tried,
- ns – počet správnej klasifikácie, □ nr – celkový počet v riadku,
- nst – celkový počet v stĺpci.

Správnosť klasifikácie môžeme rozdeliť podľa klasifikačnej stupnice [19], kde hodnoty správnosti klasifikácie môžeme rozdeliť do nasledovných troch intervalov: □ hodnota nad 0,80 (80%) – výrazná zhoda,

- hodnota od 0,40 až 0,80 (40 až 80 %) – mierna zhoda, □ hodnota pod 0,40 (40%) – slabá zhoda.

Na obraze vytvorenom interpolačnou metódou Natural Neighbour bol KHAT index dosiahnutý na percentuálnej úrovni hodnotou 66,43%. Miera udáva, že pri interpretácii metódou maximálnej pravdepodobnosti bolo odstránených 66,43 % chýb, ktoré by vznikli pri úplne náhodnom procese klasifikácie. Môžeme konštatovať, že ide o miernu zhodu. Celková správnosť automatizovanej identifikácie mŕtveho dreva bola dosiahnutá na úrovni 96,1%. Celkové štatistické vyhodnotenie klasifikácie interpolačnej metódy Natural Neighbour je uvedené v tab.1.

Tab. 1: Štatistické vyhodnotenie správnosti klasifikácie na obraze vytvorenom interpolačnou metódou Natural Neighbour

Počet klasifikovaných pixelov v jednotlivých triedach			
Užívateľ/Ref. vrstva	Pozadie	Drevo	Suma
Pozadie	99246	4160	103406
Drevo	54	4540	4594
Suma	99300	8700	
Miery správnosti			
Celková správnosť KHAT index		0,961	0,6643262

4. Diskusia a Záver

V rámci riešenej problematiky sa jedná o aktuálnu tému, nakoľko čoraz viac stúpa záujem o informáciách o ležiacom, resp. mŕtvom dreve v poraste. Pri študovaní problematiky sme usúdili, že základom sú operácie s digitálnymi modelmi (DMR, DMT), ich produkcia a využitie. Pri riešení problematiky identifikácie ležiacich kmeňov z údajov leteckého laserového skenovania sa autorom podarilo dosiahnuť vysoké percento identifikovaných kmeňov [12], ktorý pomocou objektovo orientovaných analýz obrazu identifikoval 76 z celkového počtu 103 digitalizovaných kmeňov, čo predstavuje 73 % podiel. Autor ale skúmal problematiku na otvorenej ploche s malým zápojom korún a nízkym pôdnym pokrytom, avšak ležiace kmene boli lepšie viditeľné na snímkach a ľahšie identifikovateľné. Ďalší autori uvádzajú percento identifikovaných kmeňov na úrovni 74 % pri hustote skenovania 5 b/m² [10].

Pri riešení problematiky sa nám ponúka viacero riešení. Jedným z nich sú objektovo orientované analýzy, ktoré pracujú s rastrovými reprezentáciami. Progresívnejšou metódou je metóda Line Template Matching, ktorá vyhľadáva v mračne bodov na základe stanovených kritérií zhľady bodov ktoré sú tvarovo podobné zadanej šablóne (napr. čiara, valec, atď.). Poslednou spomínanou možnosťou je využitie hranových detektorov, ktoré na obrazovej reprezentácii dokážu identifikovať náhle zmeny jasu pixelov ako hrany a extrahovať ich do samostatnej vrstvy. Nami uvedená metodika sa zaoberá riešením problematiky prostredníctvom aplikácie nástrojov dostupných GIS softvérov a využitím hranových detektorov, konkrétne Cannyho algoritmu. Do určitej miery môžeme charakterizovať dosiahnuté výsledky správnosti klasifikácie za podhodnotenú, nakoľko hranový detektor vo viacerých prípadoch identifikoval ležiace drevo, avšak reprezentujúca vrstva sa neprekrývala s referenčnou vrstvou vytvorenou poloautomatizovanou metódou, takže bola v ďalších procesoch filtrácie odstránená a nezapočítala sa do výsledkov vyhodnotenia. Je potrebné zdôrazniť, že na rozdiel od ostatných autorov sme pracovali s menej hustým mračnom bodov (5 b/m²), takže identifikácia bola o to náročnejšia. Z uvedeného vyplýva, že sa jedná o pomerne dostupné riešenie identifikácie mŕtveho dreva s priemernou presnosťou a má potenciál pre jeho väčšie uplatnenie a ďalšie vylepšovanie.

Literatúra

- [1] DOLANSKÝ, T.: Lidary a letecké laserové skenovanie. *Acta Universitatis Purkynianae*, vol. 99, 2004, pp. 100.
- [2] PAVELKA, K.: Laserové skenovanie - nová technológia sběru prostorových dat: Laser scanning - a new technology for spatial data collecting. Praha, České vysoké učení technické, 2006, pp. 32 .
- [3] SAČKOV, I., KARDOŠ, M.: Point clouds from airborne laser scanning and aerial images for forestry. *Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie*, vol. 33, 2013, pp. 160-168.
- [4] KURČÍKOVÁ, M. Automatická identifikácia hraníc lesných porastov z materiálov digitálnej fotogrametrie a laserového skenovania. Záverečná práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2015. pp. 141.
- [5] TUČEK, J., KARDOŠ, M., KOREŇ, M., SMREČEK, R.: Lesné cesty ako objekt lesníckeho tematického mapovania a súčasť informačných systémov. *Kartografické listy*. vol. 21, 2013, no. 1, pp. 60-72 .
- [6] SAČKOV, I., SMREČEK, R., KARDOŠ, M.: Data sources from airborne laser scanning applicable in forest and landscape management decision support systems. *Implementation of DSS tools into the forestry practice*. 2013, pp. 71-79.
- [7] SAČKOV, I., KARDOŠ, M.: Forest delineation based on LiDAR data and vertical accuracy of the terrain model in forest and non-forest area. *Annals of Forest Research*. vol. 57, 2014, no. 1, pp. 119-136.
- [8] SAČKOV, I., SANTOPUOLI, G., BUCHA, T., LASSERRE, B., MARCHETTI, M.: Forest Inventory
- [9] Attribute Prediction Using Lightweight Aerial Scanner Data in a Selected Type of Multilayered Deciduous Forest. *Forests*, , vol. 7, 2016, no 12, pp. 307 [9] ŠMELKO, Š.: New methodical procedures for the quantification of deadwood and its components. *Forest ecosystems*, vol. 56, 2010, no. 2, pp. 155 – 175.
- [10] YU, X., HYYPPÄ, J., KAARTINEN, H., MALTAMO, M.: Automatic detection of harvested trees and determination of forest growth using airborne laser scanning. *Remote Sensing of Environment*, vol. 90, 2014, no 4, pp. 451-462.
- [11] POLEWSKI, P., YAO, W., HEURICH, M., KRZYSZEK, P., STILLA, U.: Detection of fallen trees in ALS point clouds of a temperate forest by combining point/primitive-level shape descriptors. *Gemeinsame Tagung*, vol. 23, 2014,
- [12] BLANCHARD, S., KELLY, M.: Object-Based Image Analysis of Downed Logs in Disturbed Forested Landscapes Using Lidar. *Remote Sensing*, vol. 3, 2011, no. 11, pp. 2420 – 2439.
- [13] HAFFNER, O., RAVAS, R.: Detekcia hrán v obraze. [online]. *Posterus*, vol. 4, 2011, no. 8, Available in: <<http://www.posterus.sk/?p=11234>> ISBN 978-80-2273508-7
- [14] SANIGA, M.: Štruktúra, vývoj, textúra, disturbančný režim a produkčné procesy Badínskeho pralesa. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, 2012. pp. 60.
- [15] LINDBERG, E., HOLLAUS, M., MÜCK, W., FRANSSON, J. E. S., PFEIFER, N.: Detection of lying tree stems from airborne laser scanning data using a line template matching algorithm. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 2, 2013, no. 5, pp. 169-174
- [16] Esri (2014). ArcGis 10.2.2
- [17] PCI Geomatic (2017) PCI Geomatica
- [18] ŽILHLAVNÍK, Š., SCHEER, L. Diaľkový prieskum Zeme v lesníctve. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2001, pp. 289.
- [19] LANDIS, J., KOCH, G.: The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. In *Biometrics*, vol. 33, 1977, no. 1, pp. 159-74