

KVANTIFIKÁCIA POZEMNÉHO PALIVA V LESE

Maroš Sedliak¹, Andrea Majlingová²

¹ Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene,
T. G. Masaryka 24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika
maros.sedliak@tuzvo.sk

² Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene,
T. G. Masaryka 24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika
andrea.majlingova@tuzvo.sk

Abstrakt

Práca sa zaoberá mapovaním pozemného paliva v lese s cieľom určiť palivové modely, použiteľné pre simulácie šírenia sa pozemného požiaru. Výskum prebiehal v lokalite obce Horný Jelenec vo Veľkej Fatre. Pre prvotné určenie palivového modelu bola použitá klasifikácia lesného územia na základe skupín lesných typov. Následne bol vykonaný terénny výskum pozostávajúci z kvantifikácie pozemného paliva na vybraných výskumných plochách. Celkovo bolo založených 21 výskumných plôch, na ktorých boli merané charakteristiky pozemného lesného paliva, ako sú hmotnosť a výška. Najvýznamnejším faktorom pre priestorovú distribúciu paliva bola krivosť reliéfu. Boli identifikované 4 typy reliéfu, 2 typy reliéfu s konkávnym tvarom a dva typy s konvexným tvarom reliéfu. Získané terénne výsledky boli spracované v prostredí ArcGIS Desktop 10, ktoré zároveň slúžilo pre vyhodnotenie výsledkov. Výsledky boli uložené vo forme tabuľky a rastrových vrstiev s priestorovým rozlíšením 2 metre a informujú o hmotnosti jednotlivých zložiek lesného paliva v jednotlivých tvaroch reliéfu, ktoré zároveň predstavovali palivové modely. Najviac materiálu sa ukladalo v dolinách s nižšou hodnotou krivosti, najmenej na hrebeňoch s vyššou hodnotou krivosti.

Abstract

Work deals with mapping of forest ground fuel. Goal of this mapping is defining of fuel models, which can be used for simulation of ground fire spreading. Mapping was established in Horný Jelenec area in Veľká Fatra mountains. For primary specifying of fuel model was used forest area classification based on group of forest type. In next step was performed quantification of forest ground fuel in research plots. 21 plots were performed in terrain. At these plots were measured weight and height of forest fuel. The most significant factor of fuel place distribution was curvature of terrain. There were identified four types of terrain, two of concave shape and two of convex shape. Measured data was processed by ArcGIS Desktop 10 environment. It was used for processing of obtained results based on mapping of forest ground fuel. Results were saved in table and raster layers with 2 m resolution. These results contain information about weights of ground forest fuel items in each type of terrain. The most fuel was stored on valleys with lower value of curvature, least fuel was stored at ridge with higher value of curvature.

Klíčová slova: lesný požiar, palivo, palivový model, GIS

Keywords: forest fire, fuel, fuel model, GIS

1. ÚVOD

V súčasnosti v podmienkach klimatickej zmeny sa čoraz viac do popredia dostávajú otázky vzniku mimoriadnych udalostí a pôsobenia škodlivých činiteľov, ktoré významne ovplyvňujú aj lesné ekosystémy a hospodárenie v nich. Aj keď lesný požiar, ako antropogénny škodlivý činiteľ, nepatrí k najčastejšie sa vyskytujúcim škodlivým činiteľom v lese, škody, ktoré spôsobuje, sú značné (Suchomel a kol. 2011).

Lesný požiar je náhla čiastočne alebo úplne neovládaná časovo a priestorovo ohraničená mimoriadna udalosť, ktorá má nepriaznivý dopad na všetky spoločenské funkcie lesa. Je to komplex fyzikálno-chemických javov, ktorých základom sú nestacionárne procesy horenia, výmeny plynov a prenosu tepla. Horenie pri lesnom požiari sa dá charakterizovať ako horenie celého súboru organických materiálov, z ktorých je zložený lesný porast (Krakovský 2004).

V poslednom desaťročí sa na zalesnenom území Slovenska vyskytujú stovky požiarov. Tieto požiare často zasahujú aj chránené časti lesov, čo potvrdzujú aj rozsiahle požiare v Národnom parku Slovenský raj a Staré hory v roku 2007 (Moravčík a kol. 2010). Lesné požiare spôsobujú značné škody a následne straty v lesnom hospodárstve. Priame škody súvisia so znehodnotením drevnej suroviny, t.j. obhorenie, alebo zhorenia stromov spracovaného, alebo uskladneného dreva v lese, ale aj na skladoch. K nepriamym škodám môžeme zaradiť straty na prírastku a kvalite drevnej suroviny. Medzi nepriame škody zahrňujeme aj zvýšené náklady na odstraňovanie následkov požiaru a sťažené obhospodarovanie, prípadne opätovné zalesnenie. Netreba zabúdať aj na ohrozenie ľudských životov pri požiaroch (Krakovský 2004).

Hlavným cieľom je kvantifikácia pozemného lesného paliva v blízkosti obce Horný Jelenec vo Veľkej Fatre. Zámerom je získanie informácií o množstve a priestorovej distribúcii jednotlivých zložiek povrchového paliva v lesa, ako sú humus, hrabanka, opad, mŕtve a živé časti bylinnej a drevnej vegetácie, ktoré predstavujú potenciálne nebezpečenstvo pre vznik alebo šírenie požiaru. Ďalším cieľom je spracovanie nameraných údajov pomocou GIS pre ďalšie využitie pri simulácii požiarov v simulátore šírenia požiaru FARSITE.

2. MATERIÁL

Skúmané územie sa nachádza v juhovýchodnej časti pohoria Veľká Fatra, v lokalite Horný Jelenec. Približná výmera skúmaného územia je 76 hektárov. Územie je charakteristické strmými svahmi s početným výskytom na povrch vystupujúcej vápencovej materskej horniny v podobe skalných bráľ. Reliéf je charakteristický striedaním bočných hrebeňov a dolín. Celé územie je porastené prevažne bukovými lesnými porastmi, ktoré plnia pôdochrannú funkciu a ich vek sa pohybuje v rozmedzí 140 až 180 rokov.

Pre spracovanie údajov bol použitý softvér ArcGIS Desktop 10 určený pre PC platformu. V súčasnosti predstavuje jeden z najpoužívanejších komplexných GIS, ktorý je určený pre samostatné pracoviská a obsahuje množstvo nástrojov pre import údajov, ich úpravu, dopytovanie, analyzovanie a publikovanie geografických informácií (Arcdata).

Pre určovanie polohy výskumných plôch založených počas terénnych meraní, bol použitý GNSS prístroj Trimble GeoXT, určený pre zber údajov pre GIS. Tento prístroj umožňuje príjem signálov systému GPS, ako aj GLONASS aj s možnosťou využitia korekčných signálov systému EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service). Integrovaná anténa umožňuje zamerať bod na povrchu Zeme s presnosťou 50 cm. Prístroj je vybavený operačným systémom Microsoft Windows Mobile 6, čo zaručuje užívateľsky príjemné prostredie. Samotné meranie polohy prebieha v softvéri TerraSync od spoločnosti Trimble (Trimble).

Pre zmeranie váhy paliva bola použitá závesná váha KERN HCB 20K10.

3. METODICKÝ POSTUP

3.1 SPRACOVANIE MAPOVÝCH PODKLADOV

Na základe mapových podkladov a predchádzajúcej obhliadky skúmaného územia boli navrhnuté lokality pre založenie výskumných plôch. Základným predpokladom, z ktorého sa vychádzalo, bola klasifikácia lesných porastov do palivových modelov podľa geobiocenologickej klasifikácie lesov Slovenska. Je to najpodrobnejšia klasifikácia lesov, ktorá vychádza z princípov vývojových, vegetačne indikačných, diferenciacných a indikačných podľa vlastností prostredia. Základnou jednotkou je lesný typ, charakteristický typom trvalých ekologických podmienok. Nadradenou jednotkou je skupina lesných typov (SLT), ktorá definuje prirodzené rozšírenia drevín v rámci ich areálu na Slovensku (Křížová 1995).

3.2 TERÉNNÉ MERANIE

Výskumné plochy boli v teréne rozmiestnené tak, aby vhodne zachytili heterogenitu lesného paliva v skúmanom území. Základnou podmienkou rozmiestnenia výskumných plôch bolo získanie informácií o množstve a druhu paliva nachádzajúceho sa v skúmanom území, pričom hlavným cieľom bolo zachytiť

charakteristiky paliva na odlišných tvaroch reliéfu – hrebene a doliny. Lesné palivo a jeho charakteristiky boli určované na základe metodiky Brown a kol. (1982). Vránci výskumnej plochy s veľkosťou 1 x 1 meter bola zmeraná výška jednotlivých druhov lesného paliva a ich váha. Medzi merané druhy paliva patrili: tráva, byliny, mach, konáriky a konáre, semená a plody stromov, korene, opad, hrabanka, humus. Poloha každej výskumnej plochy bola zameraná pomocou GNSS prijímača Trimble GeoXT v súradnicovom systéme S-JTSK.

3.3 SPRACOVANIE ÚDAJOV GIS

Keďže lesné porasty na celom území sú približne rovnako staré, s rovnakou druhovou skladbou a priestorovou štruktúrou, najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim množstvo a druh paliva bol tvar reliéfu. Vstupnými dátami pre odvodenie tvaru reliéfu boli výškopisné údaje topografickej mapy mierky 1 : 10 000. Prostredníctvom nástroja *CURVATURE*, dostupného v prostredí ArcGIS, boli následne z digitálneho modelu reliéfu (DMR) s priestorovým rozlíšením 2 metre vypočítané hodnoty krivosti reliéfu. Kladné hodnoty predstavovali konvexné tvary reliéfu, teda hrebene, záporné hodnoty predstavovali konkávne tvary, doliny. Hodnoty krivosti boli reklasifikované nástrojom *RECLASSIFY* na 4 skupiny hodnôt, dve skupiny reprezentovali konvexné tvary a dve skupiny konkávne tvary reliéfu. Dve skupiny pre každý typ tvaru reliéfu boli zvolené na základe hraničnej hodnoty krivosti. Tieto štyri skupiny reprezentujú štyri rôzne palivové modely identifikované na skúmanom území. Všetky vyššie popísané údaje boli uložené v podobe rastrových vrstiev vo formáte GRID a v tabuľke.

3.4 TVORBA VÝSTUPOV

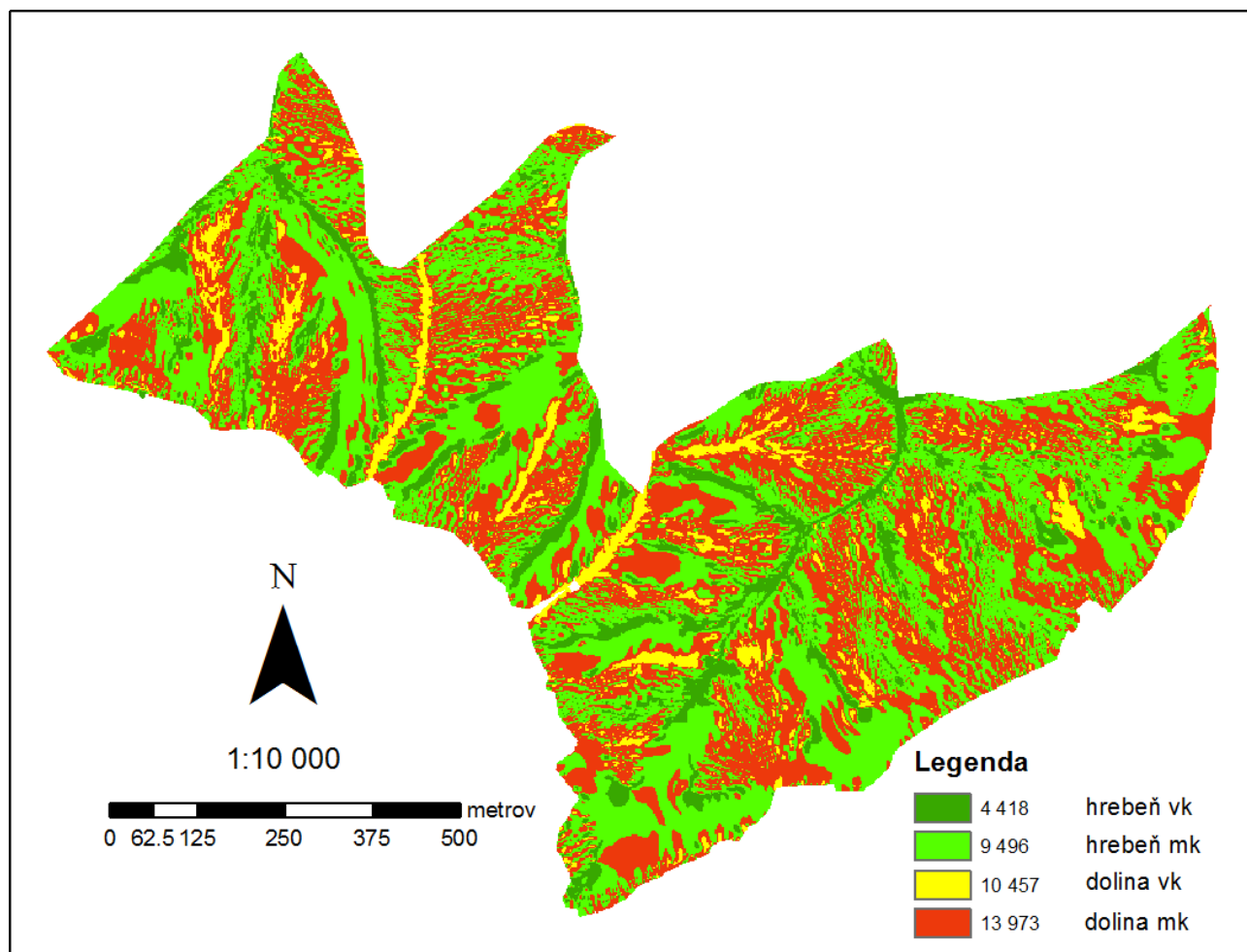
Na základe lokalizácie výskumných plôch v jednotlivých tvaroch reliéfu, boli namerané hodnoty hmotnosti a výšky paliva priradené zodpovedajúcemu palivovému modelu. Pre správu a tvorbu výstupov boli použité nástroje ArcGIS Desktop 10. Hodnoty hmotnosti a výšky paliva boli pre daný palivový model spriemerované z hodnôt prislúchajúcich výskumných plôch. Namerané hodnoty boli pre potreby tvorby výstupov prepočítané na jednotku $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

4. VÝSLEDKY

Na podklade mapových podkladov bolo zistené, že celé skúmané územie sa nachádza v jednom SLT – Vápencová bučina (*Fagetum dealpinum*). Lokalizácia výskumných plôch v teréne bola vykonaná na základe získania potrebných informácií o množstve a druhu lesného paliva. Celkovo bolo na území založených 21 výskumných plôch. Údaje získané o lesnom palive na týchto plochách tvorili podklad pre odvodenie charakteristiky lesného paliva na celom skúmanom území a teda na odvodenie charakteristík palivových modelov.

Výsledkom sú rastrové vrstvy vo formáte GRID s priestorovým rozlíšením 2 metre, zobrazujúce informácie o výške, hmotnosti a priestorovej distribúcii jednotlivých druhov lesného paliva. Hodnoty buniek predstavujú sumárne hodnoty výšky paliva, prípadne hmotnosti pre územie definované homogénnou skupinou buniek vyjadrených v tonách na hektár. Pre zachovanie prehľadu sú hmotnosti paliva uvedené v tabuľke 1.

Na obrázku 1 je zobrazená priestorová distribúcia opadu spolu s jeho celkovou hmotnosťou pre prislúchajúci palivový model v kilogramoch na 1 hektár plochy. Z výsledkov je zrejmé, že najmenšie množstvo opadu sa nachádza na území hrebeňov s vyššou krivosťou (hrebeň vk), teda s vypuklejším tvarom reliéfu. Najväčšie množstvo sa nachádza v dolinách s menšou krivosťou reliéfu (dolina mk). Obrázok 2 dva zobrazuje celkové hmotnosti lesného paliva v záujmovom území. Z neho je zrejmé, že najviac paliva sa nachádza v dolinách s menšou krivosťou, naopak najmenej na hrebeňoch s vyššou hodnotou krivosti. Dobré pozorovateľný je vysoký rozdiel celkových hmotností medzi jednotlivými tvarmi reliéfu, resp. palivovými modelmi.

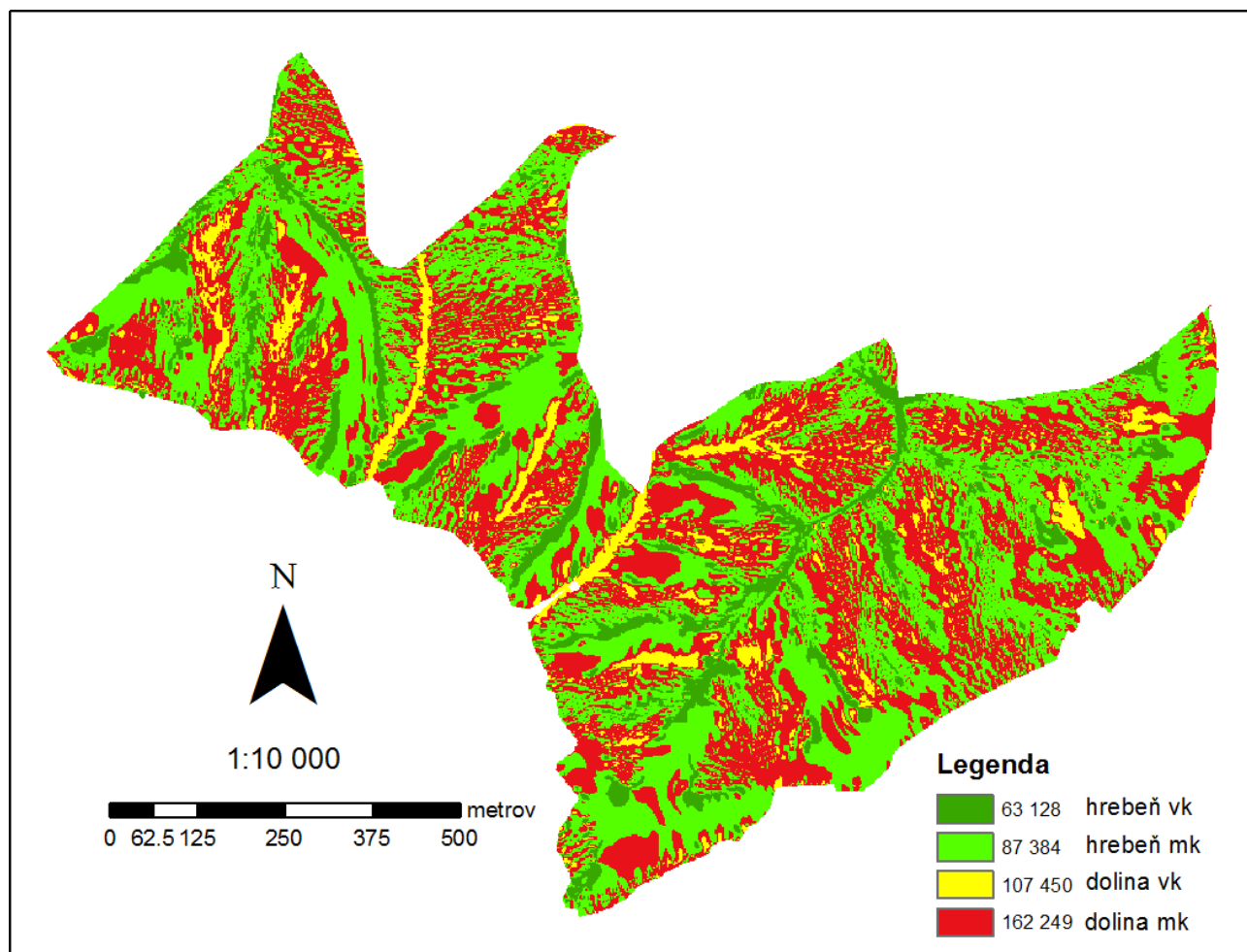


Obr. 1: Hmotnosť opadu v kg·ha⁻¹ a jeho priestorová distribúcia v záujmovom území

Tab. 1: Hmotnosť zložiek lesného paliva rozdelená podľa priestorovej distribúcie v teréne

	Byliny	Mach	Opad	Hrabanka	Humus	Konáre	Korene	Semená a plody	Tráva	Spolu
dolina vk	16.1	0.0	10457.1	48514.1	40054.5	7036.7	456.9	915.1	0.0	107450.5
dolina mk	138.3	39.3	13973.4	46204.9	88015.6	8911.8	4033.2	605.8	326.5	162248.7
hrebeň mk	668.8	1321.3	9496.4	14509.9	53488.3	5354.0	1655.1	493.5	397.3	87384.5
hrebeň vk	25.2	0.0	4417.5	39251.0	18187.6	64.4	0.0	0.0	1182.7	63128.4
spolu	848.4	1360.6	38344.4	148479.9	199746.0	21366.8	6145.1	2014.3	1906.5	420212.0

V tabuľke 1 sú uvedené hmotnosti zložiek pozemného lesného paliva rozdelené na základe ich lokalizácie v jednom zo štyroch tvarov reliéfu. Z výsledkov je zrejmé, že najviac materiálu sa ukladá v dolinách s nižšou hodnotou krivosti. Tento fakt je spôsobený prirodzeným pohybom materiálu vplyvom gravitácie, prípadne vplyvom meteorologických podmienok, ako sú vietor, dážď a sneh. Zároveň je možné pozorovať súvis medzi hmotnosťou tráv a bylín a opadu. Najvyššia hmotnosť tráv a bylín bola nameraná na hrebeňoch. Tento fakt je spôsobený väčším priestorom pre rast vegetácie, vzhľadom na menší výskyt opadu na týchto tvaroch reliéfu. Na hrebeňoch s vyššou krivosťou je možné pozorovať výrazne nižšiu hmotnosť humusovej vrstvy. Tento fakt je spôsobený výskytom materskej horniny v malej hĺbke pod povrchom, prípadne až na povrchu a taktiež aj prebiehajúcim transportom materiálu v smere spádu.



Obr. 2: Celková hmotnosť lesného paliva v $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a jeho v záujmovom území

5. ZÁVER

Práca je zameraná na určenie množstva povrchového paliva v lese. Tieto údaje, okrem iných, sú potrebné pre definovanie charakteristík palivových modelov simulátora šírenia sa požiaru FARSITE. Základom terénneho mapovania bola klasifikácia lesných porastov do palivových modelov na základe SLT (Vida, Tuček 2006, Majlingová, Vida 2008). Pre získanie konkrétnych informácií o priestorovom rozšírení, množstve a druhu lesného paliva na skúmanom území bol vykonaný terénny výskum s cieľom popísať dané územie z pohľadu lesného paliva. Pre získanie týchto informácií bola použitá metodika Brown a kol. (1982), ktorá poskytuje ucelený a dostatočný návod pre získanie potrebných informácií o množstve a druhu paliva. V teréne bolo založených 21 výskumných plôch. V procese spracovania mapových podkladov, ako aj pri spracovaní získaných údajov a tvorbe potrebných výstupov boli použité nástroje softvéru ArcGIS Desktop 10. Tento softvér poskytuje širokú a dostatočnú funkčnosť pre dosiahnutie cieľa práce. Priamy vplyv na dosiahnuté výsledky má digitálny model reliéfu, z ktorého boli odvodené ďalšie údaje o tvare reliéfu. So zvýšením presnosti tohto modelu, by bolo možné dosiahnuť aj presnejšie tvary reliéfu. Predovšetkým sa jedná o lokalizáciu skalných bráľ, ktoré sa na skúmanom území vyskytujú vo veľkom počte a ktoré DMR použitý v tejto práci nezohľadňuje. Pre zlepšenie výsledkov modelovania distribúcie pozemného paliva by bolo potrebné overiť vplyv ďalších faktorov, ktoré môžu mať vplyv na ukladanie a transport lesného materiálu, ako sú vietor, tok vody po povrchu a dĺžka svahu.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore projektu „Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine“, ITMS: 26220120069, Operačný program Výskum a vývoj, financovaný z prostriedkov ERDF.

LITERATURA

- Suchomel, J., Gejdoš, M., Tuček, J., Jurica, J. (2011) Analýza náhodných ťažieb dreva na Slovensku. *Vedecká štúdia*. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- Krakovský, A. (2004) Lesné požiare. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- Moravčík, M. a kol. (2010) Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2009. Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky, Bratislava.
- Arcdata. <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/arcgis/>, 2012.12.02
- Trimble. <http://www.trimble.com/geoxt3000.shtml>, 2012.12.08
- Krížová, E. (1995) Fytocenológia a lesnícka typológia. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- Brown, J.K., Oberheu, R.D., Johnston, C.M. (1982) Handbook for Inventorying Surface Fuels and Biomass in Interior West. General Technical Report INT-129. Forest Service.
- Vida, T., Tuček, J. (2006) Metodika identifikácie a kvantifikácie palivových modelov pre simulovanie lesných požiarov, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- Majlingová, A., Vida, T. (2008) Possibilities of forest fire modeling in Slovak conditions. Proceedings from the International Symposium GIS Ostrava 2008, Ostrava.