

POZNATKY O VÝSKYTE LESNÝCH POŽIAROV – TVORBA A APLIKÁCIE V PROSTREDÍ GIS A SDSS

Ján Tuček

Ján Holécy

Jaroslav Škvarenina

Jozef Mindáš

Summary:

Calculation of the forest fires occurrence risk within the GIS and SDSS environment.

The paper presents a proposal how to evaluate the probability of forest stands destruction by fire by using the conditional probability theory approach. As the tools of a primary data processing the ArcView (ESRI) as the GIS base and the EMDS (Environment Management Decision Support, USDA Forest Service) were applied. The number of iterations of the algorithm is not limited and the procedure enables to include in the evaluation as many geographic factors, as necessary. The proposed algorithm has been applied at the evaluation of the forest fire occurrence risk in the area of Slovak Paradise (the experimental territory of the WARM project in Slovakia) by tree-species composition of forest stands and their age and the aspect, slope and altitude as the most important geographic factors taking in consideration.

Úvod

Lesné požiare nemajú v miernom pásme taký význam z hľadiska frekvencie výskytu, rozsahu a veľkosti škôd ako v stredomorskej oblasti Európy. Napriek tomu sú trvalým negatívnym javom aj v podmienkach Slovenska a najmä s ohľadom na vyššiu cenu lesnej produkcie spôsobujú nemalé priame ekonomické škody, nehovoriac o dôsledkoch na prírodnom prostredí. Ešte častejšie sa vyskytujú požiare v prechodovej zóne medzi obývanými oblasťami, poľnohospodárskymi pozemkami a v koridoroch dopravných trás, najmä železníc. Spôsob využívania takýchto území je jednak jedným z dôležitých zdrojov požiarov a na druhej strane vedie k zvýšeniu škôd spôsobených požiarimi.

Po predbežnej analýze frekvencie a lokalizácie lesných požiarov v prechodovej zóne na území Slovenska sme ako experimentálne územie v rámci riešenia projektu WARM vybrali územie Národného Parku Slovenský Raj vrátane severnej časti jeho ochranného územia. Pre toto územie sme sústredili väčšie množstvo geograficky lokalizovaných informácií a vytvorili základy účelovo orientovaného systému pre podporu rozhodovania v oblasti lesných požiarov a požiarov v prechodovej zóne. Prístup

k budovaniu systému, detailný popis integrácie dát a základné možnosti jeho využívania sme prezentovali vo viacerých už publikovaných prácach (napr. zborník prác 1.WARM workshopu v Aténach). Cieľom tohoto príspevku je predstaviť metodický prístup k hodnoteniu údajov historickej databázy požiarov pre účely vytvorenia bázy poznatkov pre popis rizika vzniku lesných požiarov vzhľadom na základné lesnícke podmienky porastov (drevinové zloženie a vek) ako aj najdôležitejšie geografické podmienky (nadmorská výška, sklon a expozícia) terénu. Dokumentujeme tiež základné možnosti aplikácie odvodennej poznatkovej bázy na celé experimentálne územie.

1. Metodika hodnotenia rizika požiarov

Ako experimentálne územie sme pre účely riešenia projektu WARM vybrali a v príspevku popisujeme územie Národného Parku Slovenský Raj rozšírené o severnú časť jeho ochranného pásma. Územie sa nachádza v severovýchodnej časti Slovenského Rudohoria (Spišsko-Gemerský kras), zo severu je ohraničené Hornádkou kotlinou. Jeho výmera je 270 km², z čoho lesy tvoria 200 km², poľnohospodárska pôda 58 km², urbanizované a ostatné plochy cca 5 km². Sú

v ňom zastúpené jednak súvislé lesné komplexy rôzneho typu, rôzne poľnohospodárske kultúry, urbanizované oblasti obcí a osád ale aj rozptýlená zástavba rekreačných zariadení, chatových osád a koridory dopravných trás.

Ako zdroje údajov pre vytvorenie špeciálneho systému pre podporu priestorového rozhodovania na báze GIS, zameraného na spracovanie dát, predikciu a likvidáciu lesných požiarov sme sústredili, upravili a využili:

- digitálny model terénu územia s rozlišovacou schopnosťou 25 m,
- obsah základnej mapy Slovenska v mierke 1: 50 000,
- obsah lesníckych máp v mierke 1: 10 000,
- popis lesných porastov podľa LHP.

Ďalším zdrojom údajov je databáza všetkých požiarov v experimentálnom území za obdobie rokov 1976 až 2001 a databáza klimatických a meteorologických údajov pre toto obdobie pre meteorologické stanice Poprad a Telgárt umiestnené v bezprostrednej blízkosti experimentálneho územia.

Metodika vyhodnotenia pravdepodobnosti vzniku požiaru a následného zničenia lesa je založená na vyrovnaní pozorovaných údajov o zničených plochách lesných porastov v závislosti od ich drevinového zloženia a veku Weibullovým rozdelením pravdepodobnosti $W(c; \gamma)$ ako ho pre lesnícke aplikácie navrhujú používať KOUBA(2002) a von GADOW (2000). Získané pravdepodobnosti $p(t)$ zničenia porastov vo veku (t) pri jednotlivých drevinách boli vyhodnotené postupne pre najvýznamnejšie geografické podmienky. Algoritmus vyhodnotenia vplyvu týchto podmienok na riziko zničenia porastov vychádza z predpokladu, že existuje množina podmienených pravdepodobností zhorenia (B) lesného porastu vo veku (t), $P(B | F_{x,y})_t$ za prítomnosti (x) geografických faktorov ($F_{x,y}$) s možnými (y) existujúcimi stavmi.

Prvý krok 1. iterácie algoritmu spočíva v získaní bodových odhadov pravdepodobností $P(B | F_{1,y})_t$ pri vplyve prvého uvažovaného faktora ($F_{1,y}$) s pravdepodobnosťami jeho všetkých možných stavov (y).

Druhým krokom iterácie je výpočet aposteriorných pravdepodobností $P(F_{1,y} | B)$, že zhorený 1 ha bude patriť do plochy s geografickou vlastnosťou (y) pomocou Bayesovho vzorca.

Tretí krok iterácie pozostáva z výpočtu vektora podmienených pravdepodobností $p'(t)$, ktoré informujú o očakávanej deštrukcii lesa ohňom vyjadrenej pravdepodobnosťami $p(t)$ ale vo vzťahu ku všetkým uvažovaným (či možným) pravdepodobnostiam výskytu geografického faktora ($F_{1,y}$) na celom experimentálnom území.

Algoritmus pokračuje 2. iteráciou, v ktorej sa opakujú prvé 3 spomenuté kroky, pri ktorých sa ako vstupné údaje použijú hodnoty $p'(t)$ namiesto pôvodných hodnôt $p(t)$ a hodnoty pravdepodobností $P(B | F_{2,y})_t$ stavov (y) druhého uvažovaného faktora $F_{2,y}$ namiesto hodnôt $P(B | F_{1,y})_t$. Výsledkom je podrobnejšia informácia o riziku výskytu požiarov (uvažuje sa už s obidvoma faktormi), ktorú vyjadrujú prvky vektora $p''(t)$.

Počet iterácií v navrhovanom algoritme je neobmedzený a navrhovaný algoritmus umožňuje zobrať do úvahy všetky relevantné faktory, o ktorých existuje informačná vrstva vo forme digitálneho záznamu v GIS.

Z technologického hľadiska sme použili nástroje prostredia ArcView (ESRI) doplnené o Spatial Analyst a 3D Analyst. Informačné vrstvy vo formáte súborov .shp a .dbf tabuľky boli použité pre uloženie vektorových reprezentácií dát a formát ESRI grid sme použili pre štruktúrovanie rastrových reprezentácií. Špecifické analýzy a spätnú aplikáciu odvodených pravidiel výskytu požiarov na všetky porasty modelového územia sme vykonali s využitím prostredia Microsoft Access a IDRISI 32 (mapová algebra). Pri práci sme využívali vybavenie laboratória geoinformatiky LF TU vo Zvolene.

2. Výsledky

S využitím rôznych typov opísaných geografických a štatistických analýz sme sa pokúsili nájsť vzťah medzi lesníckymi a geografickými podmienkami a pravdepodobnosťou výskytu požiarov, ktoré sme použili ako základ pre formovanie bázy poznatkov o výskyte požiarov v experimentálnom území. V prvej skupine sme v súlade s metodikou analyzovali lesnícke a v druhej geografické podmienky.

Zraniteľnosť porastu lesným požiarom je popísaná cez pravdepodobnosti $p(t)$, ktoré udávajú pravdepodobnosť zničenia určitého druhu dreviny na základe veku v rámci jedného roka. Tieto pravdepodobnosti sme od-

vodili z empirickej distribučnej funkcie získanej spracovaním údajov o plochách zničených požiarom v sledovanom období. Výsledky štatistickej analýzy potvrdzujú vysokú významnosť zhody medzi empirickou distribučnou funkciou a funkciou Weibullovo rozdelenia pravdepodobnosti

$$F(t) = 1 - e^{-ct^\gamma} \quad (1)$$

kde (t) je vek lesných porastov jednotlivých drevín

(c) a (γ) sú parametre Weibullovo rozdelenia pravdepodobnosti

Tieto pravdepodobnosti sme odvodili pre skupiny drevín borovica, smrek, jedľa, smrekovec a listnaté dreviny. Tabuľky pravdepodobnosti výskytu požiaru podľa druhu dreveniny a veku sme potom použili v prostredí Microsoft Acces a GIS na výpočet zraniteľnosti každého lesného porastu v experimentálnom území čo umožnilo vytvoriť mapu zraniteľnosti územia lesným požiarom. Výsledky vyhodnotenia zraniteľnosti lesných porastov vyjadrenej pravdepodobnosťami ich zničenia ohňom ktoré sme získali použitím navrhnutého postupu uvádzame na obrázkoch 1 a 2.

3. Záver a diskusia

Navrhnutý postup sa prejavil v prínosoch pre nasledovné oblasti zvládnutia rizika výskytu lesných požiarov:

- zdokonalenie a rozvoj metód hodnotenia rizika výskytu krajinných požiarov,
- aplikácia v teoretických metód počtu pravdepodobnosti v praxi,

Podakovanie:

Práca bola podporená finančnými prostriedkami grantovej agentúry VEGA MŠ SR: číslo projektu: 1/2382/05, a projektu č.APVT-51-037902

LITERATÚRA:

- HEBÁK, P. – KAHOUNOVÁ, J. (1982): Počet pravdepodobnosti v príkladech. Praha, Redakce ekonomické a polytechnické literatury. 311 s.
- HOLÉCY, J. (2000): Forest property fire insurance problem in Slovakia and its solution by methods of elementary statistics. In: "Development Trends of Processes Managemet in Wood – processing Industry and in Forestry". Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene. s.53-60
- KLEIN, T. – BAHÝL, V. – VACEK, V.(2002): Základy pravdepodobnosti a matematickej štatistiky (Učebný text). Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene. 236 s.

- konfrontácia výsledkov navrhnutého postupu s výsledkami iných autorov.

Okrem v tomto príspevku špeciálne hodnotených výsledkov chceme zdôrazniť vytvorenie komplexnejšie chápaného systému pre podporu priestorového rozhodovania v rámci riešenia projektu. Komentované výsledky je z tohoto pohľadu možné považovať za základ bázy poznatkov systému.

Na základe komentovaných ale aj ďalších analýz sme tiež navrhli katalóg typických situácií pre vznik požiarov v experimentálnom území, ktorý predpokladá členenie územia na súvislé lesné porasty z rôznymi vlastnosťami, dopravné koridory železníc a ciest, poľnohospodárske pozemky s rôznou kultúrou, poľnohospodárske a priemyselné prevádzky, rozptýlenú zástavbu chat a rekreačných zariadení a súvislú zástavbu obcí. Pre všetky tieto kategórie sme vykonali dôkladnú dokumentáciu vo forme slovného popisu, fotodokumentácie ako i parametrizácie pre podmienky experimentálneho územia spolu s ich geografickým vymedzením a kvantifikáciou.

Vo vytvorenom systéme sú tiež lokalizované a parametrizované všetky potenciálne kapacity pre likvidáciu požiarov, výskyt rizikových objektov a zariadení, lokalizácia a vlastnosti prístupových komunikácií, prekážok ako aj umiestnenie mimoriadne cenných a zraniteľných objektov. Ďalšími, už syntetickými výsledkami sú okrem v príspevku komentovaných máp pravdepodobnosti výskytu požiarov aj mapy vzdialenosti a dostupnosti územia od ciest a lokalít požiarnej brigád a využiteľnosť kapacít pre boj s požiarom (protipožiarna zariadenie, zdroje vody, vybavenie pre likvidáciu).

- KOUBA, J. (2002): Das Leben des Waldes und seine Lebensunsicherheit (Forest Life and its Temporal Uncertainty). German Journal of Forest Science, 121, s.211-228
- PACÁKOVÁ, V. (2000): Aplikovaná poistná štatistika. 1. vydanie, Bratislava, Elita. 248 s.
- ŠMELKO, Š. (1974): Štatistické metódy v lesníctve (Učebný text). Zvolen, Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene. 475 s.
- Von GADOW, K. (2000): Evaluating risk in forest planning models. Silva Fennica 34 (2), s. 181-191
- Záznamy o výskyte lesných požiarov v rokoch 1987-1998 z archívov PRStŠL Žilina, Banská Bystrica a Košice.