

METEOROLOGICKÉ PODMIENKY, VÝVOJ, FREKVENCIA A PRÍČINY VZNIKU KRAJINNÝCH POŽIAROV NA ÚZEMÍ NÁRODNÉHO PARKU SLOVENSKÝ RAJ V OBDOBÍ 1976-2005

Tomáš Vida, Jaroslav Škvarenina, Ján Holécý

Technical University, Zvolen, Slovak Republic

(e-mail: vida.tomas@gmail.com, jarosk@vsld.tuzvo.sk, holecy@vsld.tuzvo.sk)

Abstract:

Forest and land fires represent prejudicial factor in the Slovak nature conditions. There are several levels of assessment of their negative influences. These fires cause important environmental damages like destruction or damage of ecosystems as well as not less relevant socio-economical damages – the loss of special public-beneficial functions of the land, the rape of property and many times the harm of the people.

Meteorological conditions have a dominant influence on ignition and spread of forest and land fires, on the base of their affect on fuel conditions. For this reason the climate change can significantly alter a frequency and intensity of the fires. However, the crucial influence on the fire ignition at this time in the country has a man.

The paper is focused on assessment of an annual trend and trend of the whole period 1976-2005 of fires in the Slovensky raj National park area. A data set is coming from archives of Fire and Rescue Services in Poprad, Spišská Nová Ves and Rožňava. There are 392 fires (327 of them burned during a fire season – March to October) taking into consideration, 133 of them occurred in the forest stand areas and 259 of them occurred in the agricultural land. There is a typical two-peak curve representing the course of the fire occurrence during the year. The first arise in March-April and the second in August.

During the thirty years an average frequency of the fire occurrence in the year was ten. However, there is a big disproportion between the fire frequency of the first (1976-1985) and the third (1996-2005) decade. There is arising of the fire occurrence 5 times in the forest stand areas and 6 times in the agricultural land.

The main reason of arise occurrence of fires in this area is a human factor. A common source of fires is a grass burning presents 30 % (and almost 44 % during the third decade) portion of the whole fire causes. On the other hand, the natural sources of the fire (flash, self-ignition) presents only 3 % portion of the whole fire causes.

On the base of meteorological fire index (Summational Meteorological Fire Index) the influence of meteorological situation on the fire ignition for selected years is assessed in this article, refer to the importance of appropriate weather conditions to the spreading of the fire, no matter the fire source.

Keywords: forest fires, land fires, Slovenský raj National Park, meteorological fire indices

1 Úvod

Výskyt požiarov je primárne závislý na počasí a klíme a to priamo, prostredníctvom meteorologických podmienok, ktoré umožňujú vývoj požiarov, a nepriamo, na množstve vegetácie (paliva) potrebnej na šírenie požiarov. Následne je dôležitý zdroj vzplanutia požiaru, ktorý môže mať prí-

rodný alebo antropogénny pôvod (Dwyer a kol. 2000).

Pre režim požiarov sú v rámci Európy dôležité dva limitujúce faktory. V podmienkach suchej Stredomorskej oblasti je limitujúcim faktorom množstvo paliva na rozdiel od vlhkej oblasti strednej a severnej Európy, kde je hlavným limitujúcim faktorom suché počasie (Päätaalo

1998). Územie Slovenska sa nachádza na rozhraní týchto území pričom limitujúcim faktorom je v súčasnosti viac suché počasie ako nedostatok množstva paliva. Tento stav sa ale môže v budúcnosti meniť v závislosti od klimatickej zmeny. Zmena režimu požiarov sa očakáva ako v stredozemnej oblasti (PIÑOL a kol. 1998), tak aj v oblasti lesov mierneho pásma (BADECK 2004) a boreálnych lesov (STOCK a kol. 1998).

Nemenej dôležitým faktorom limitujúcim vznik požiarov je zdroj ich vzniku. Tu treba konštatovať že hlavnou príčinou vzniku požiarov v európskych podmienkach je antropogénna činnosť (STOLINA a kol. 2000), ktorá významne mení prirodzený režim požiarov a vnáša do neho prvok náhodnosti (JAISWAL a kol. 2002). V oblasti severnej Európy je 80-95 % požiarov vznietených v dôsledku ľudskej činnosti (SUFFLING 1992) a v stredozemnej oblasti ročne 96 až 100 % zhoreného územia majú za následok požiare zavinené človekom (TRABAUT a kol. 1993).

V súčasných meniacich sa klimatických podmienkach je dôležité poznať a porozumieť zákonitostiam medzi požiarom a počasím, klímou a vegetáciou a príčinami jeho vzniku a z toho vyplývajúceho režimu požiarov na území Slovenska. Toto poznanie je nevyhnutné pri tvorbe stratégie boja s týmto žvlom a to hlavne na základe hodnotenia rizikovosti počasia s pomocou tvorby a modifikácie indexov požiarneho nebezpečenstva, hodnotenia náchylnosti územia na vznik požiarov a následnej tvorby manažmentu obhospodarovania a turizmu týchto území.

Článok si kladie za cieľ poukázať na vzťahy medzi požiarimi, počasím a človekom vytvárajúce požiarový režim v modelovom území Národného parku Slovenského raja (NP SR) rozšíreného o severnú časť ochranného pásma parku.

Vychádza pritom z databázy požiarov z daného územia za roky 1976-2005.

2 Materiál a metódy

2.1 Charakteristika územia

Národný park Slovenský raj je situovaný v severovýchodnej časti Slovenského Rudohoria, v Spišsko-Gemerskom Krase v blízkosti východnej časti Nízkyh Tatier. Severnú hranicu parku tvorí Hornádska kotlina. Územie odvodňujú dve väčšie rieky. Na severe je to Hornád a v južnej časti Hnilec s umelou nádržou Palcmanová Maša. Všetky menšie toky vytvárajúce pomerne hustú sieť sú prítokmi menovných riek.

Po klimatickej stránke patrí územie do mierne chladnej oblasti s priemernou ročnou teplotou 5–6 °C. Územie je charakterizované nízkym úhrnom zrážok. Vyššie položené oblasti v nadmorskej výške nad 650 m orientované k Hornádskej kotline patrí k mierne vlhkej zóne s chladnými zimami a priemernou ročnou teplotou 6–7°C. Rokliny a horské oblasti s nadmorskou výškou 650–900 m majú priemernú ročnú teplotu 4–5°C. Územie NP SR sa nachádza pod výrazným vplyvom zrážkového tieňa okolitých orografických celkov (Tatry, Nízke Tatry, Veporské, Stolické, Volovské a Leočské vrchy).

Geologické podložie je tvorené prevažne karbonátovými horninami (biele vápence, miestami i dolomity druhohôr) na ktorých vyvinuli prevažne pôdne typy rendziny, ktoré sú plytké a skeletnaté. Takéto podložie zväčša tvorí krasový povrchový reliéf, ktorý sa vyznačuje dobrou drenážou zrážok a povrchovej vody. Častá dutiny, praskliny a podzemné priestory krasu stimulujú ventiláciu a podzemné šírenie ohňa.

Existuje viacero dôvodov, prečo je celé územie národného parku Slovenský Raj

citlivé k horeniu a veľmi zraniteľné lesnými požiarimi.

1. Plytké pôdy na strmých sklonoch na vápencovom a krasovom podloží, ktoré sú často vysušené, zvlášť v priebehu vegetačného obdobia.
2. Prevalha ihličnatých, rovnovekých a plne zakmenených porastov, ktoré môžu slúžiť (za vhodných podmienok) ako perfektné média pre šírenie požiaru.
3. Takmer nedostupný terén v dôsledku nedostatku verejných ciest, ktorý extrémne sťažuje potláčanie požiarov.
4. Dažďový tieň Vysokých Tatier, ktorý ovplyvňuje najmä severnú časť územia národného parku.
5. Sociálne faktory, ktoré výrazne zvyšujú riziko vzniku a šírenia požiarov.

Územie NP SR je z dôvodu nedostatku poľnohospodársky využívaných pozemkov dôležitých pre hodnotenia aj požiarov, ktoré vznikli na PPF rozšírené o severnú časť ochranného pásma parku. Táto plocha je urbanizovaná a intenzívne poľnohospodársky využívaná najmä na produkciu obilnín a zemiakov. Má výmeru 73 km². Poľnohospodárska pôda národného parku sa využíva najmä na chov dobytka, oviec a koní alebo na produkciu sena.

V celom experimentálnom území sa nachádza 8 obcí. Z toho v ochrannom pásme je 5 obcí a ďalšie tri sú situované vo vnútri národného parku. V území je značný počet rozptýlených chat, ktoré vytvárajú menšie či väčšie skupiny, ubytovní a iných rekreačných objektov (TUČEK a MAJLINGOVÁ 2007).

2.2 Databáza požiarov

Predkladaný článok sa zameriava na analýzu databázy požiarov modelového územia Slovenského raja rozšíreného o severnú časť ochranného pásma parku.

Táto databáza vznikla pri riešení medzinárodného projektu WARM (Wildland-urban Area Fire Risk Management) riešeného v rokoch 2001-2004. Pôvodný rozsah databázy (1976-2001) bol v roku 2007 doplnený o roky 2002-2006 pričom vznikol súvislý 31-ročný rad záznamov o požiaroch daného územia z ktorých analyzujeme tridsať ročné obdobie (1976-2005). V databáze sa nachádzajú podrobné, hoci nie vždy úplné údaje o jednotlivých požiaroch, ktoré vznikli na lesnom pôdnom fonde (LPF) alebo poľnohospodárskom pôdnom fonde (PPF). Tieto dáta boli získané z archívov Hasičského a Záchraného Zboru (HaZZ) okresov Poprad, Spišská Nová Ves a Rožňava do ktorých spadá predmetné územie.

2.3 Príčiny a frekvencia požiarov

Údaje databázy sme rozdelili do dvoch súborov – požiare vzniknuté na lesnom pôdnom fonde (LPF) a požiare, ktoré vznikli na poľnohospodárskom pôdnom fonde (PPF). Pre tieto dva súbory, ako aj pre všetky požiare spolu uvádzame tabuľku príčin vzniku požiarov za jednotlivé dekády ako aj za celé sledované obdobie. Z týchto údajov vychádzame pri hodnotení frekvencie požiarov v jednotlivých mesiacoch počas roka.

2.4 Analýza trendu vývoja požiarov

Ako zdrojové meteorologické dáta pre hodnotenie trendu vývoja požiarov nám poslúžili údaje namerané na meteorologickej stanici Poprad (695 m n.m.). Táto stanica dobre monitoruje podmienky zrážkového tieňa Tatier, ktoré výrazne ovplyvňujú aj celú oblasť Slovenského raja (ŠKVARENINA a kol. 2004). Klimatická charakteristika tejto stanice za roky 1976-2005 je znázornená na klimadiagrame (Obr. 1).

STOLINA a kol. (2000) uvádza, že základným limitujúcim faktorom pri vzniku

ale aj šírení požiaru na našom území je vlhkosť paliva, ktorá sa priamo odvíja od množstva zrážok, teploty a vzdušnej vlhkosti počas roka. Obdobia sucha odvíjajúce sa od teplého počasia s nedostatkom zrážok, ktoré majú výrazný vplyv na potenciál vzniku a šírenie požiaru (DWYER a kol. 2000) hodnotíme v prvej fáze výskumu na základe ich prejavu v ročnom a mesačnom charaktere počasia. Na základe očakávania medziročnej variability počtu požiarov od medziročne sa meniacich priemerov jednotlivých meteorologických prvkov sme sa zamerali na analýzu korelácie tohto vzťahu. Použili sme lineárnu regresnú analýzu medzi dvoma premennými za pomoci softvéru Statistica. Keďže v sledovanom území sa požiare bežne vyskytujú od marca až do októbra, spomínané analýzy sme robili pre toto obdobie, tzv. požiaru sezónu. Hodnotili sme vplyv priemernej teploty vzduchu, množstva zrážok a priemernej relatívnej vlhkosti o 14. hodine na početnosť požiarov v jednotlivých rokoch, ako aj v jednotlivých mesiacoch počas požiarnej sezóny.

2.5 Meteorologické podmienky vzniku požiarov

Pri hodnotení aktuálneho nebezpečenstva vzniku požiarov je dôležité zamerať sa na meteorologické prvky ako na komplex, ktorý pôsobí jednotne. Kombináciou pozitívnych účinkov viacerých prvkov na vznik a šírenie požiaru sa ich sila môže znásobovať. Z tohto dôvodu sa v praxi používajú na hodnotenie meteorologických podmienok vzniku požiarov rôzne meteorologické požiarne indexy. V tejto práci používame Sumárny meteorologický požiaru index. Je to index ktorý vznikol kombináciou troch požiaru indexov (Baumgartner index – BI, Angstrom Index – AI a Nesterov Index – NI) pre hodnotenie požiarneho nebezpečenstva v podmienkach kalamitných plôch ($SMPI = BI + NI + AI$, $SPI_{max}=15$) (VIDA a kol. 2008). Jeho využi-

tie sa však očakáva aj pri hodnotení rizika vzniku iných krajinných požiarov. Keďže zatiaľ nemá vytvorenú stupnicu hodnotiacu reálne riziko, využívame len jeho grafickú podobu na hodnotenie vývoja počasia počas požiarnej sezóny. Tento index bol vybraný na základe komplexného hodnotenia meteorologických podmienok, keďže vychádza z teploty vzduchu, množstva zrážok, relatívnej vlhkosti, pri ktorých hodnotí ich aktuálny aj kumulatívny efekt. Najväčšia váha je pritom kladená na relatívnu vlhkosť vzduchu.

3 Výsledky a diskusia

3.1 Príčiny a frekvencia požiarov

Za sledované obdobie vzniklo na území Slovenského raja a jeho severného ochranného pásma 392 požiarov z toho bolo 133 lesných požiarov a 259 požiarov vzniklo na poľnohospodárskom pôdnom fonde (lúky, pasienky, polia). V tabuľke č. 1 je uvedené množstvo požiarov na základe príčiny ich vzniku. Ako je možné si všimnúť, odhliadnuc od požiarov, pri ktorých sa príčina vzniku nezistila (143 požiarov), väčšina požiarov vznikla či už úmyselným alebo neúmyselným zavinením človeka. Podľa archívov HaZZ len približne 3% požiarov v danom území vznikli vplyvom prírodných činiteľov (bleskom alebo samovznietením). Toto percento je ale pravdepodobne podhodnotené, pretože istá časť z požiarov, pri ktorých sa príčina nezistila, mohla vzniknúť práve týmto spôsobom. Aj napriek tomu sa táto príčina vzniku požiarov vyskytuje ojedinele, na čo v našich podmienkach poukazuje aj STOLINA a kol. (2000).

Frekvencia požiarov v jednotlivých mesiacoch za sledované obdobie je znázornená na obrázku č. 2, z ktorého môžeme odpozorovať dva vrcholy výskytu požiarov počas roka. Na takýto priebeh poukazuje v našich zemepisných šírkach aj STOLINA a kol. (2000). Jarné obdobie je pre vznik

požiarov ideálne z viacerých dôvodov. Najvýznamnejším je nedostatok zrážok v tomto období. Väčšie množstvo za sebou nasledujúcich slnečných dní môže aj pri nižšej teplote vzduchu výrazne vysušiť množstvo jemného organického materiálu nahromadeného v krajine po zimnom období. Prihliadnuc na fakt, že na jar sa môžeme najčastejšie stretnúť s vypaľovaním trávy, máme tu ideálne podmienky pre vznik požiarov. Druhý vrchol nastáva na prelome júla a augusta. Toto obdobie sa tak isto vyznačuje poklesom zrážkovej činnosti oproti predchádzajúcim mesiacom. K vysúšaniu krajiny dochádza aj z dôvodu vysokej evapotranspirácie. Zdrojom vzniku požiaru sa v tomto období stávajú okrem rekreačných aktivít aj búrky.

3.2 Analýza trendu vývoja požiarov

Pri hodnotení trendu vývoja (režimu) požiarov sme vychádzali iba z požiarov, ktoré vznikli v požiarnej sezóne (113 na LPF, 211 na PPF, spolu 324). Môžeme konštatovať, že v priemere za rok vznikne 10,8 požiarov z toho na LPF pripadá 3,8 požiarov a na PPF 7 požiarov. Ako je možné vidieť na obrázku č. 3, počet požiarov medzi jednotlivými dekádami narastá. Priemerný počet požiarov na LPF medzi dekádou 1976-85 a 1996-05 vzrástol o 5 % a na PPF o 6 %.

Pri zisťovaní príčiny tohto nárastu sme pristúpili k analýze korelačnej závislosti medzi počtom požiarov, ktoré vznikli v požiarnej sezóne v jednotlivých rokoch a meteorologickými prvkami – priemernou teplotou v požiarnej sezóne, sumou zrážok za požiaru sezónu a priemernou vlhkosťou vzduchu o 14. hodine v požiarnej sezóne. Výsledky tejto analýzy sú uvedené v tabuľke č. 2.

Z týchto výsledkov môžeme usúdiť, že narastajúci počet požiarov je len málo alebo vôbec nie je závislý na analyzovaných meteorologických charakteristikách.

Aj napriek faktu, že sa potvrdila významnosť korelačného koeficienta (jeho 95 percentná pravdepodobnosť) medzi sumou zrážok a celkovým počtom vzniknutých požiarov, jeho hodnota je nízka ($r = 0,37$) a teda je aj nízka závislosť týchto dvoch premenných. Priebeh jednotlivých prvkov počas 30-ročného obdobia je znázornený na obrázkoch č. 4, 5 a 6.

Následne sme hodnotili koreláciu medzi počtom požiarov v jednotlivých mesiacoch požiarnej sezóny za sledované obdobie a priemernou teplotou, sumou zrážok a priemernou relatívnou vlhkosťou o 14. v tých istých mesiacoch. Výsledky sú zosumarizované v tabuľke č. 3. Ako si môžeme všimnúť, korelačné koeficienty sú síce vyššie ako v predchádzajúcom prípade, no ich významnosť je podobne ako v predchádzajúcom prípade nízka alebo žiadna. Výnimkou sú v tomto prípade požiare, ktoré vznikli na PPF. Ich korelácia s priemernou teplotou pre jednotlivé mesiace je s 95 % pravdepodobnosťou pomerne výrazná (0,76). Táto korelácia má svoje opodstatnenie pravdepodobne v skutočnosti, že najviac požiarov na PPF vzniká v dôsledku vypaľovania trávy, ktoré sa deje prevažne v teplých a suchých obdobiach roka. No táto korelácia je osamotená a po prihliadnutí na skutočnosť ľudského vplyvu nemôžeme na jej základe prisúdiť veľký význam vzťahu medzi počtom požiarov v jednotlivých mesiacoch a sledovanými meteorologickými charakteristikami tých istých mesiacov za sledované obdobie.

Na základe vyššie spomenutých výsledkov sa javí, že v horizonte celej požiarnej sezóny alebo v horizonte jedného mesiaca počasie nemá veľký vplyv na vývoj požiarov. Ak pripustíme túto hypotézu, vyplynie nám z toho, že hlavným faktorom podmienujúcim nárast požiarovosti za sledované obdobie je človek. Tento každopádne svojou činnosťou vplýva na režim požiarnej udalostí a vnáša do neho istú náhodnosť

a nepredvídateľnosť na čo poukazujú aj štúdie zo Švédska (NIKLASSON a GRANSTRÖM 2000) a Fínska (LEHTONEN a HUTTUNEN 1997)

Je tu ale aj druhá hypotéza, ktorá vracia na scénu významný vplyvu počasia. Z dôvodu premenlivosti počasia v priebehu niekoľkých dní sa podobne rýchlo môžu meniť aj podmienky pre vznik a šírenie požiarov. Tieto výkyvy môžu byť v rámci mesiaca respektíve celej požiarnej sezóny vyrovnané a tým sa ich vplyv pri takomto hodnotení neprejaví. Nemenej významné je aj spolupôsobenie viacerých meteorologických prvkov na riziko vzniku požiaru. Preto sme hodnotili aj aktuálnu meteorologickú situáciu pre jednotlivé dni pomocou Sumárneho meteorologického požiarneho indexu, hoci len graficky a vizuálne.

Na obrázkoch č. 7, 8 a 9 môžeme vidieť priebeh indexu počas požiarnej sezóny a požiare ktoré vznikli v roku 2002 (priemerná teplota 11,2°C, priemerná relatívna vlhkosť o 14. hodine 55% a suma zrážok 582 mm v požiarnej sezóne) a 2003 (priemerná teplota 10,9°C, priemerná relatívna vlhkosť o 14. hodine 50% a suma zrážok 361 mm v požiarnej sezóne), ktoré reprezentujú teplé roky a v roku 2004 (priemerná teplota 10,4°C, priemerná relatívna vlhkosť o 14. hodine 58% a suma zrážok 593 mm v požiarnej sezóne), ktorý bol oproti priemeru chladnejší. Z obrázkov je zjavná ako premenlivosť počasia tak aj istá závislosť výskytu požiarov na priebehu počasia.

Netreba tiež zabúdať, že dôležitým faktorom vplývajúcim na vyššie spomenuté závislosti môže byť aj hodnotenie všetkých zaznamenaných požiarov bez ohľadu na veľkosť územia, ktoré zasiahli. Túto skutočnosť bude treba v budúcnosti podrobiť skúmaniu pretože podľa výsledkov viacerých prác (VIDA a kol. 2008, WESTERLING 2008) práve tento parameter výrazne ovplyvňuje korelačný vzťah medzi

veľkosťou plochy zasiahnutej požiarom a priebehom počasia. Tak isto aj priradenie jednotlivých požiarov k najbližšej meteorologickej stanici podľa miesta ich vzniku a následné analýzy berúce do úvahy lokálne meteorologické podmienky môžu dopomôcť k zmyslupnejším výsledkom.

V tejto fáze výskumu sme sa ešte nedostali k podrobnejšej analýze vplyvu krátkodobých zmien počasia na požiarovosť daného územia a ani k presnejšej charakteristike jednotlivých požiarov z pohľadu ich rozlohy a lokality vzniku. Z predkladanej práce síce vyplýva že činnosť človeka má významný vplyv na vznik požiarov a tiež na ich režim, no v tejto fáze výskumu by bolo ešte predčasné vyvodzovať jednoznačné závery a hodnotiť nastolené hypotézy.

4 Záver

Územie Národného parku Slovenský raj a jeho okolia je svojím prírodným charakterom, lokálnou klímou a sociologickou štruktúrou obyvateľstva zaujímavé z pohľadu štúdia požiarneho režimu krajiny. Časté požiare a rôznorodosť podmienok aj príčin ich vzniku vytvára vhodné podmienky na sledovanie ich vzájomných závislostí.

V sledovanom období tridsiatich rokov v danom území vzniklo 392 krajinných požiarov z toho bolo 133 lesných požiarov a 259 požiarov vzniklo na poľnohospodárskom pôdnom fonde. Za hlavnú príčinu vzniku požiarov môžeme označiť ľudskú činnosť v tomto území pričom najčastejším spôsobom vzniku požiaru, pri ktorom musel zasahovať HaZZ, bolo vypaľovanie trávy, s podielom 27 % z celkového počtu požiarov (40 % v dekáde 1996-2005).

Narastajúci počet požiarov medzi jednotlivými dekadami sme analyzovali pomocou lineárnej regresie medzi počtom požiarov v rámci roka aj v rámci jednotli-

vých mesiacov požiarnej sezóny a priemernými hodnotami jednotlivých meteorologických prvkov za rovnaké obdobie. Z výsledkov vyplýva len malá alebo žiadna závislosť, čo môže byť spôsobené jednak vysokým percentom požiarov spôsobených ľudskou činnosťou alebo krátkodobou vysokou premenlivosťou počasia vplývajúceho na vznik požiarov, ktorá sa pri našej analýze mesačných a ročných priemerov meteorologických prvkov vyrovnala a neprejavila. Na túto skutočnosť

poukazuje grafické hodnotenie priebehu počasia a jeho vzťahu k vzniknutým požiarom pomocou Sumárneho meteorologického požiarneho indexu pre vybrané roky.

Hoci hodnotenie vplyvu počasia a človeka na vznik požiarov v tomto článku nie je v tejto fáze výskumu komplexné, zistené skutočnosti naznačujú mnoho súvislostí a taktiež smer budúceho výskumu.

5 Acknowledgements

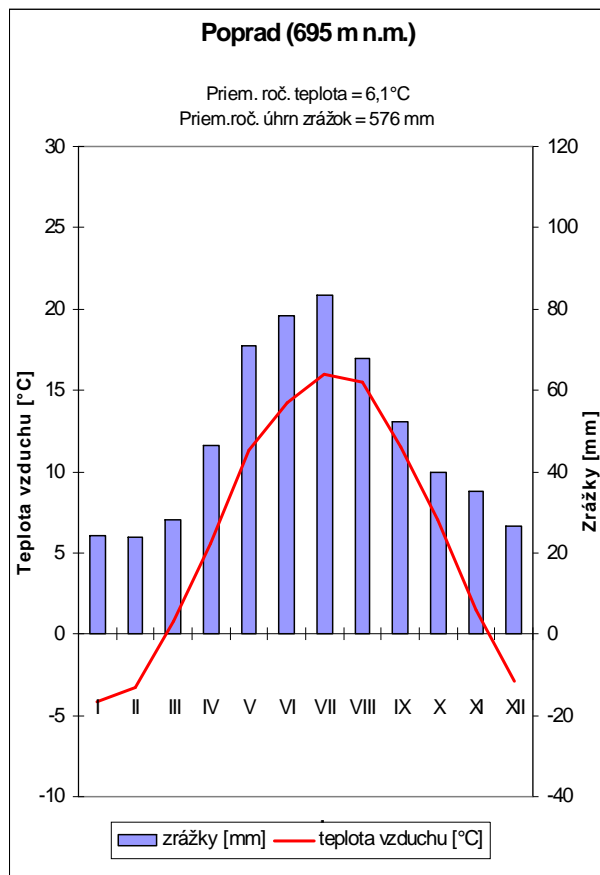
The study was supported by research grants VEGA No. 1/0515/08, 1/4393/07, 1/3283/06, 1/3528/06 from the Slovak Grant Agency for Science and by the APVT Project No. 51-037902.

6 Použitá literatúra

- BADECK, F.-W., LASCH, P., HAUF, Y., ROCK, J., SUCKOW, F., THONICKE, K., 2004: Steigen-des klimatisches Waldbrandrisiko, *Der Wald*, **2** (2004), pp. 90-93.
- DWYER, E., GRÉGOIRE, J.-M., PEREIRA, J.M.C., 2000: Climate and vegetation as driving factors in global fire activity. In: Innes, J.L., Verstraete, M.M., e Beniston, M. (Eds.), *Biomass Burning and its Inter-Relationships with the Climate System*, pp.171-191.
- JAISWAL, R.K., SAUMITRA, M., KUMARAN, D.R., RAJESH, S., 2002: Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* **4** (2002), pp. 1-10.
- LEHTONEN, H., HUTTUNEN, P., 1997: History of forest fires in eastern Finland from the fifteenth century AD – the possible effects of slash-and-burn cultivation, *The Holocene* **7** (1997) (2), pp. 223-228.
- NIKLISSON, M., GRANSTRÖM, A., 2000: Numbers and sizes of fires: long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape, *Ecology* **81** (2000) (6), pp. 1484-1499.
- PÄÄTALO, M.-L., 1998: Factors influencing occurrence and impacts of fires in northern European forests, *Silva Fennica* **32** (1998)(2), pp. 185-202.
- PIÑOL, J., TERRADAS, J., LLORET, F., 1998: Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain, *Climatic Change* **38** (1998), pp. 345-357.
- STOCKS, B.J., FOSBERG, M.A., LYNHAM, T.J., MEARN, L., WOTTON, B.M., YANG, Q., JIN, J.Z., LAWRENCE, K., HARTLEY, G.R., MASON, J.A., MCKENNEY, D.W., 1998: Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests, *Climatic Change* **38** (1998) (1), pp. 1-13.
- STOLINA, M., HLAVÁČ, P., KODRÍK, J., KONÔPKA, J., NOVOTNÝ, J., 2000: Ochrana lesa, skriptá TU Zvolen, (2000), s. 67-75.
- SUFFLING, R. 1992: Climate change and boreal forest fires in Fennoscandia and Central Canada. In: Boer, M. & Koster, E. (Eds), *Greenhouse impact on cold-climate ecosystems and landscapes*, Cate (1992), pp. 111–132.
- ŠKVARENINA, J., MINĎÁŠ, J., HOLÉCY, J., TUČEK, J., 2004: Analysis of the natural and meteorological conditions during two largest forest fire events in the slovak Paradise National

- Park In: Forest fires in the wildland-urban interface and rural areas in Europe: An integral planning and management challenge, Athens (2004), pp. 29-36.
- TRABAUD, L., CHRISTENSEN, N.L., GILL, A.M., 1993: Historical biogeography of fire in temperate and Mediterranean ecosystems, In: Crutzen, P.J., Goldammer, J.G. (Eds.), Fire in the environment. The ecological, atmospheric, and climatic importance of vegetation fires, Berlin (1993), pp. 277-296.
- TUČEK, J., MAJLINGOVÁ, A., 2007: Lesné požiare v Národnom parku Slovenský raj: Aplikácie geoinformatiky. TU Zvolen, Zvolen (2007), s. 45-50.
- VIDA, T., ŠKVARENINA, J., TUČEK, J., MAJLINGOVÁ, A., FLEISCHER, P., 2008: Analýza meteorologických podmienok a sucha pri vzniku lesných požiarov na kalamitných plochách TANAP-u v roku 2005, In: Šír, M., Tesař, M., Lichner, L. (Eds.), Hydrologie malého povodí, Praha (2008), s. 335-340.
- WESTERLING, A. L., 2008: Climate and Wildfire in the Western United States, *California Applications Program White Paper*, Climate Research Division, Scripps Institution of Oceanography. NOAA Regional Integrated Science and Assessment Program.

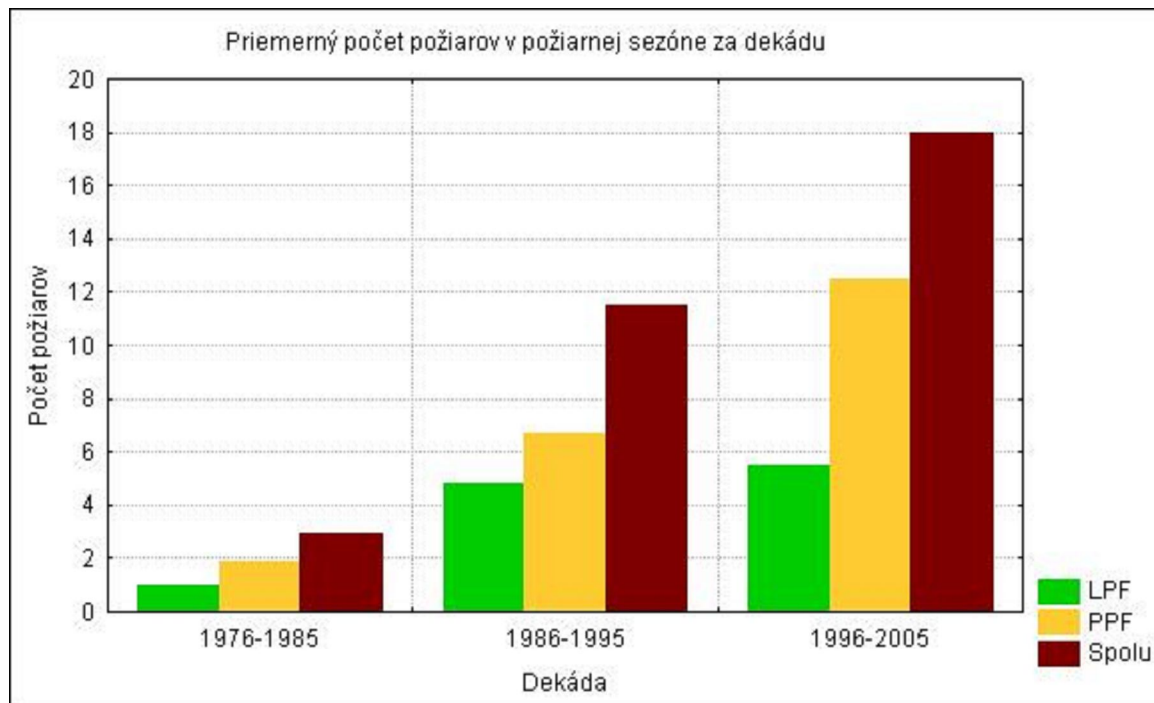
7 Tabuľková a grafická príloha



Obrázok č. 1 Klimadiagram pre meteorologickú stanicu Poprad za obdobie 1976-2005

Tabuľka č. 1 Príčiny a počet požiarov za sledované obdobie 1976-2005 na LPF, PPF a spolu

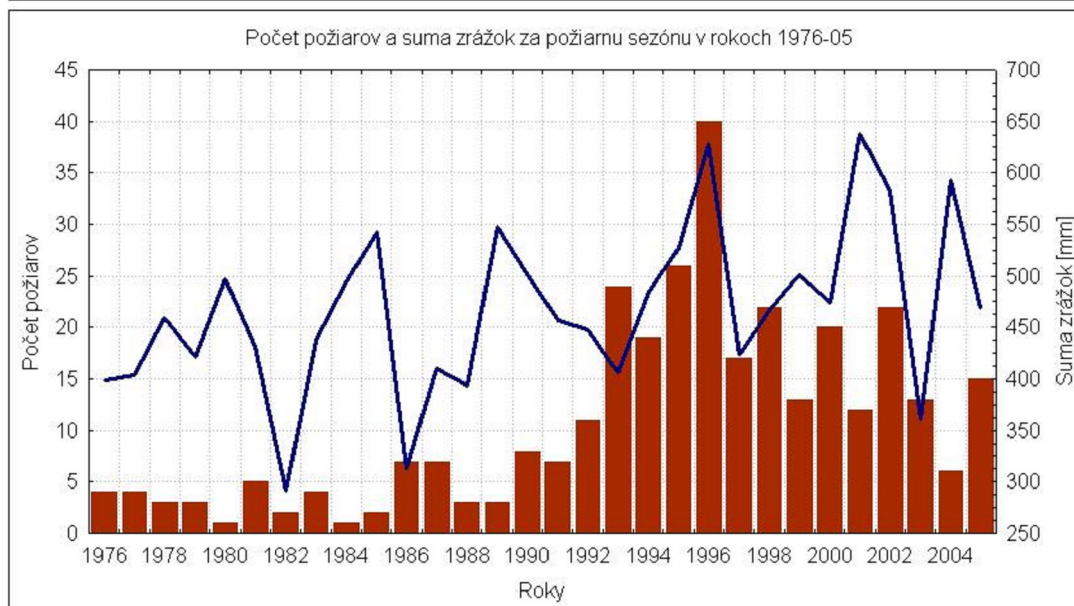
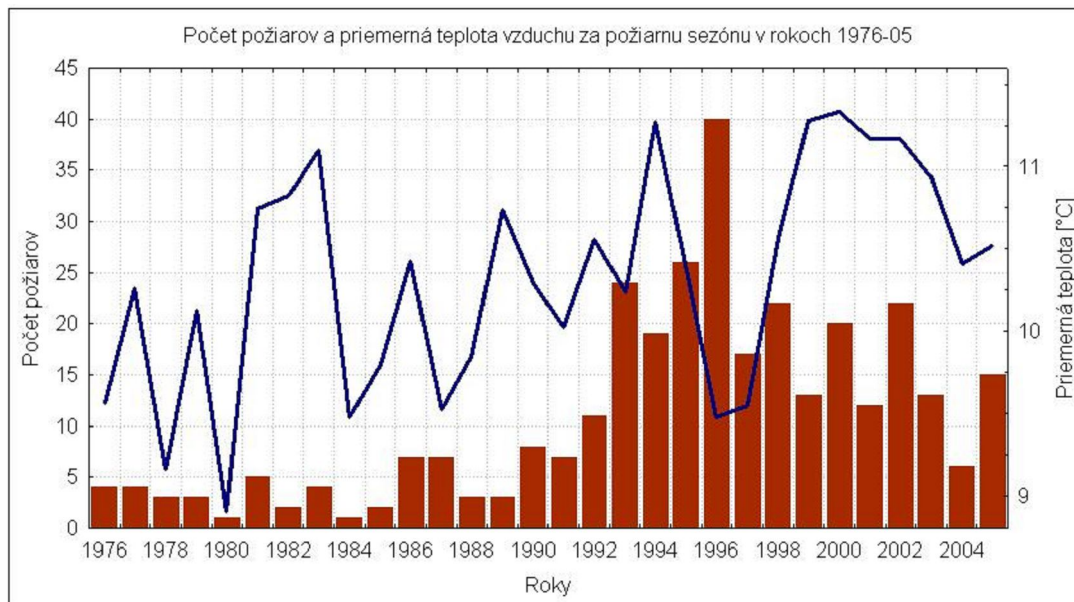
Príčina	LPF 76-85	PPF 76-85	Spolu 76-85	LPF 86-95	PPF 86-95	Spolu 86-95	LPF 96-05	PPF 96-05	Spolu 96-05	Spolu 76-05
Nezistená	4	10	14	30	32	62	16	51	67	143
Vypaľovanie trávy	1	1	2	3	15	18	13	71	84	104
Zakladanie ohňa	3	1	4	15	7	22	10	11	21	47
Detí		1	1	2	5	7	4	6	10	18
Spaľ. zbytkov po ťažbe			0	8		8	9		9	17
Skrat		4	4		5	5		5	5	14
Ohorok z cigarety		1	1	3	1	4	3		3	8
Úmysel		2	2		2	2		2	2	6
Samovznietenie		1	1		4	4			0	5
Búrka-blesk			0		1	1	3	1	4	5
Brzdy vlaku	2		2	1		1	1		1	4
Pálenie odpadu			0		2	2	1		1	3
Ostatné	1	4	5		9	9		4	4	18
Spolu	11	25	36	62	83	145	60	151	211	392

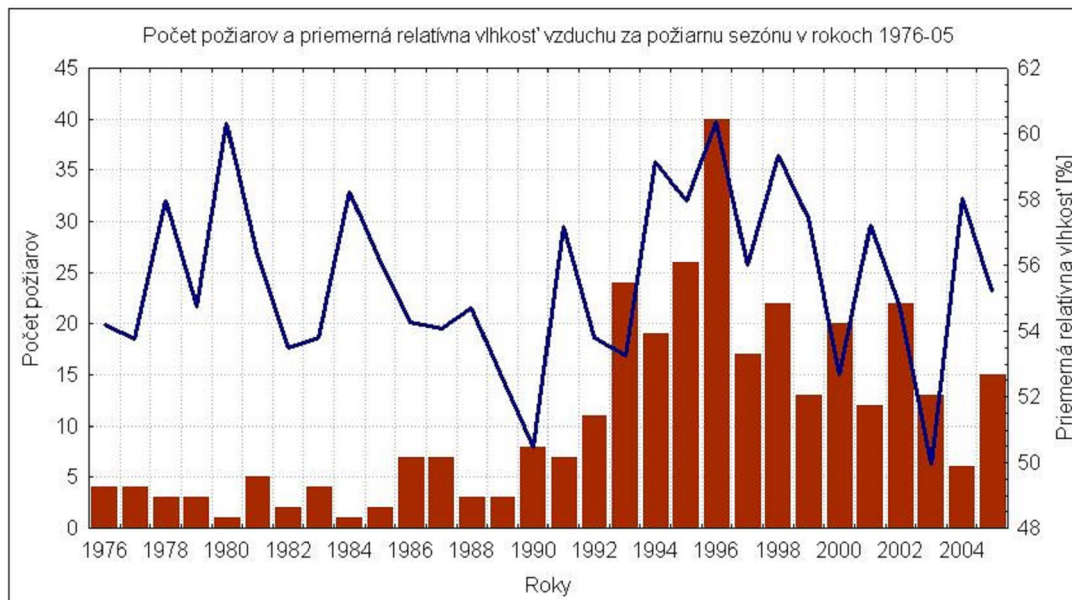


Obrázok č. 3 Priemerný počet požiarov v požiarnej sezóne osobitne pre jednotlivé dekády 1976-1985, 1986-1995, 1996-2005 na LPF, PPF a spolu

Tabuľka č. 2 Výsledky lineárnej regresnej analýzy medzi počtom požiarov v jednotlivých rokoch za sledované obdobie (závislá premenná) a meteorologickou charakteristikou (nezávislá premenná), kde r je korelačný koeficient, N je veľkosť výberového súboru a p je hladina významnosti.

Nezávislá premenná	Závislá premenná	r	N	p	Významnosť kor. koeficienta
Priemerná teplota	Počet požiarov LPF	0,05	30	>0,10	nevýznamný
Suma zrážok	Počet požiarov LPF	0,33	30	<0,10	málo významný
Priemer relatívnej vlhkosti	Počet požiarov LPF	0,24	30	>0,10	nevýznamný
Priemerná teplota	Počet požiarov PPF	0,30	30	>0,10	nevýznamný
Suma zrážok	Počet požiarov PPF	0,34	30	<0,10	málo významný
Priemer relatívnej vlhkosti	Počet požiarov PPF	0,20	30	>0,10	nevýznamný
Priemerná teplota	Počet požiarov spolu	0,21	30	>0,10	nevýznamný
Suma zrážok	Počet požiarov spolu	0,37	30	<0,05	významný
Priemer relatívnej vlhkosti	Počet požiarov spolu	0,23	30	>0,10	nevýznamný

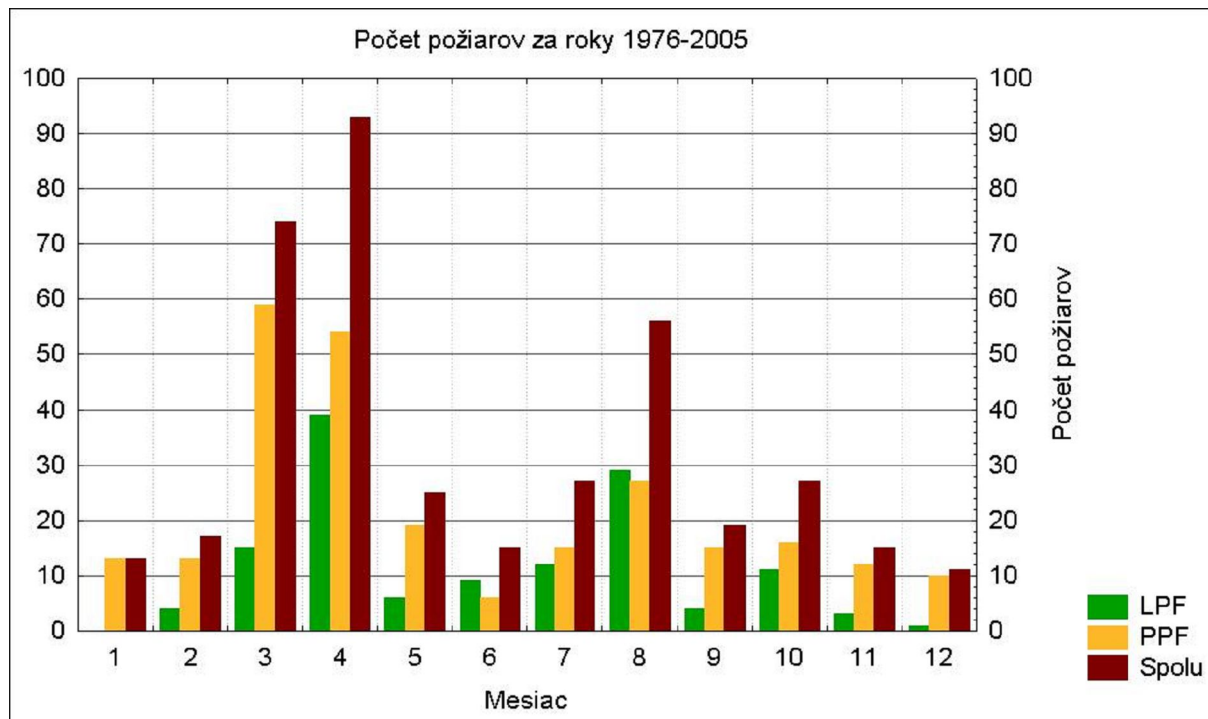




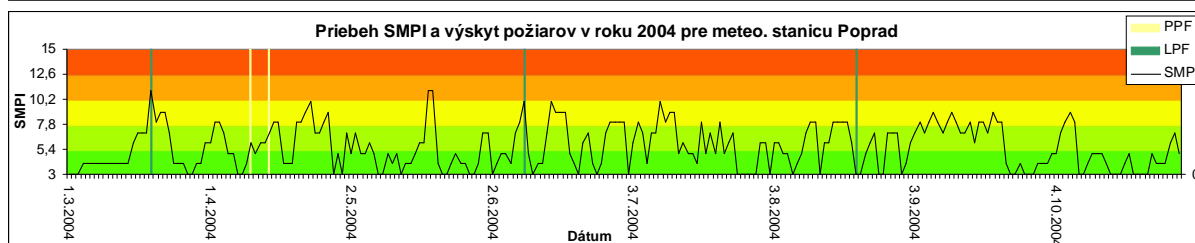
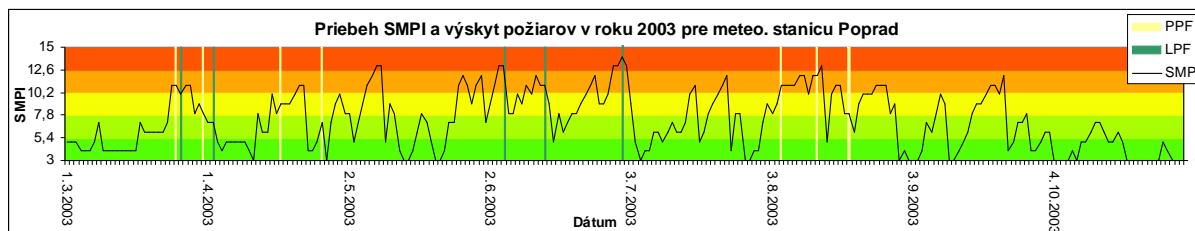
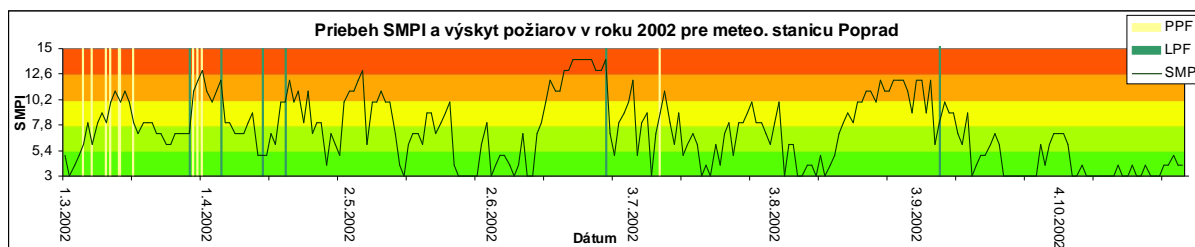
Obrázky č. 4, 5 a 6 Počet požiarov a priemerná teplota vzduch (navrchu), suma zrážok (v strede) a priemerná relatívna vlhkosť vzduchu (naspodu) za požiarnu sezónu v rokoch 1976-2005

Tabuľka č. 3 Výsledky lineárnej regresnej analýzy medzi počtom požiarov v jednotlivých mesiacoch požiarny sezóny za sledované obdobie (závislá premenná) a meteorologickou charakteristikou (nezávislá premenná), kde r je korelačný koeficient, N je veľkosť výberového súboru a p je hladina významnosti.

Nezávislá premenná	Závislá premenná	r	N	p	Významnosť kor. koeficientu
Priemerná teplota	Počet požiarov LPF	0,18	8	>0,10	nevýznamná
Suma zrážok	Počet požiarov LPF	0,19	8	>0,10	nevýznamná
Priemer relatívnej vlhkosti	Počet požiarov LPF	0,55	8	>0,10	nevýznamná
Priemerná teplota	Počet požiarov PPF	0,76	8	<0,05	významná
Suma zrážok	Počet požiarov PPF	0,68	8	<0,10	málo významná
Priemer relatívnej vlhkosti	Počet požiarov PPF	0,19	8	>0,10	nevýznamná
Priemerná teplota	Počet požiarov spolu	0,61	8	>0,10	nevýznamná
Suma zrážok	Počet požiarov spolu	0,56	8	>0,10	nevýznamná
Priemer relatívnej vlhkosti	Počet požiarov spolu	0,35	8	>0,10	nevýznamná



Obrázok č. 2 Počet požiarov v jednotlivých mesiacoch na LPF, PPF a spolu za sledované obdobie 1976-2005



Obrázky č. 7, 8 a 9 Priebeh SMPI počítaného pre meteo. stanicu Poprad a výskyt požiarov na LPF a PPF v rokoch 2002 (navrchu), 2003 (v strede) a 2004 (naspodu).