PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY
Katedra fyzické geografie a geoekologie

METEOROLOGICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ RIZIKO LESNÍCH POŽÁRŮ V ČR

(diplomová práce)

Petra Sehnalová

Vedoucí práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

PRAHA 2009

Ráda bych poděkovala RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc. za jeho věcné připomínky a odborné vedení mé diplomové práce. Zároveň bych mu chtěla poděkovat i za to, že mi dal dostatečný prostor pro vlastní nápady a metody. Také bych ráda poděkovala Dr. Križanovi z Ústavu fyzika atmosféry za zpracování některých dat.

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracovala sama a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje.

Praha 13. 8. 2009 podpis

……..

Meteorological factors influencing risk of forest fires in the Czech Republic

Abstract:

The aim of my work is to clarify the meteorological conditions which lead to forest fires and create a formula that would assessed the fire hazard on the basis of forecast of meteorological parameters. Main parts of this work are: definition and conditions of the emergence of forest fires, division of forest fires, methods of disposal of fires, methods and ways of predicting and detecting forest fires and the occurrence and areal extent of forest fires in the world and in our country, influence of drought and global warming.

I evaluated forest fires in terms of meteorological factors (average daily temperature, total daily precipitation - processed by method of effective precipitation and wind speed) in the Chomutov distrikt (from 3 climatological stations) from 1998 to 2008. First I analyzed impact of individual meteorological parameters on the occurrence of forest fires during last 11 years. I drew up several formulas for calculating the hazard of fires. The formula with the best results I have named Fire Hazard Index and set the limits, i.e. the degree of harard. The Fire Hazard Index is meteorological index and it does not work with the factors of vegetation, infrastructure and topography. Therefore Fire Hazard Index would be a suitable part of the overall General Hazard Index, which would take into account other factors.

1. Úvod 6
2. Lesní požáry 7
2.1. Ničivé požáry ve světě 7
2.1.1. Velké katastrofy způsobené ničivými požáry ve světě 8
2.1.2. Světové centrum pro monitoring požárů (GFMC) 10
2.2. Ničivé požáry v Evropě 10
2.2.1. Ničivé požáry v Evropské unii 11
2.2.1.1. Ničivé požáry ve Středomoří 11
2.2.1.2. Ničivé požáry mimo Středomoří 12
2.3. Lesní požáry v České republice 12
2.3.1. Největší zaznamenané lesní požáry v ČR v posledních letech 13
2.4. Teorie lesních požárů v ČR 14
2.4.1. Druhy lesních požárů 14
2.4.2. Příčiny a faktory vzniku lesních požárů 16
2.4.3. Prevence vzniku lesních požárů v ČR 17
2.4.4. Hašení lesních požárů v ČR 19
2.5. Možnosti předpovědi a detekce lesních požárů 20
2.5.1. European Forest Fires Risk Forecast System (EFFRFS) 20
2.5.2. Forest fire hazard model definition for local land use 22
2.5.3. The European Fire in Nature Conservation Network (EFNCN) 23
2.5.4. Index nebezpečí požárů na území ČR 24
2.5.5. Detekce lesních požárů 27
2.5.6. Detekce lesních požárů v ČR 29
2.6. Sucho 29
2.7. Lesní požáry a globální oteplování 33
3. Fyzicko-geografické podmínky okresu Chomutov 36
3.1. Geologický vývoj Chomutovska a přilehlých oblastí 37
3.2. Hydrologické charakteristiky okresu Chomutov 38
3.3. Klimatické charakteristiky okresu Chomutov 40
3.4. Biogeologické poměry okresu Chomutov 40
3.4.1. Flóra 41
3.4.2. Fauna 41
3.5. Chráněná území na Chomutovsku 41
3.6. Půdní poměry okresu Chomutov 42
3.7. Výběr okresu Chomutov 43
3.8. Rozdělení okresu Chomutov 44
4. Rozbor dat o lesních požárech na území okresu Chomutov 45
4.1. Klimatologické stanice 45
4.2. Databáze požárů 45
4.3. Data o požárech 46
4.4. Vliv meteorologických prvků na vznik požárů 49
4.5. Denní úhrn srážek 50
4.5.1. Metoda součtových řad 51
4.5.2. Metoda efektivní srážky 53
4.6. Metodika vlivu meteorologických prvků na vznik požárů 54
4.7. Výpočet metodou efektivní srážky 54
4.8. Teplota 57
4.9. Směr větru 58
4.10. Rychlost větru 59
4.11. Povětrnostní situace 63

5. Závislost meteorologických prvků při výskytu požárů.....64
5.1. Závislost teploty a efektivní srážky při výskytu požárů.....64
5.2. Závislost rychlosti větru a teploty při výskytu požárů.....66
6. Stanovení vzorce pro výpočet rizika požárů.....68
7. Diskuze.....75
8. Závěr.....78
9. Literatura a další zdroje.....79

1. Úvod

Zákon 133/1985 Sb., o požární ochraně říká: „Každý je povinen počínat si tak, aby nezavdal příčinu ke vzniku požáru, neohrozil život a zdraví osob, zvířat a majetek“. Kdyby každý dodržoval tento zákon, nebyl by důvod psát tuto práci. Přirozeně vzniká v ČR pouze asi 3% lesních požárů. V ostatních případech je příčinou požáru porušení výše zmíněného zákona, příčinou vzniku lesního požáru je člověk. Cílem této práce je vyjasnění meteorologických podmínek, při kterých porušení tohoto zákona vede ke vzniku lesního požáru.

Tato práce je rozdělena do několika tématických částí. V první části jsem shrnula znalosti o lesních požárech z dostupné literatury. V této části se budu věnovat hlavně definici a podmínkám vzniku lesního požáru, dělením lesních požárů a způsobu zneškodnění požárů. Dále se zaměřím na metody a způsoby předpovídání, detekci lesních požárů a přiblížím výskyt a plošný rozsah lesních požárů ve světě i na našem území. Samostatnou kapitolu budu věnovat pojmu sucho, a také souvislosti lesních požárů a globálního oteplování.

V druhé části se budu věnovat analyzování dat o lesních požárech v modelovém okrese Chomutov v období 1998-2008. Budu pracovat převážně s jednotkou den s požárem. Data nejprve zpracuji běžnými statistickými metodami v kalendářních jednotkách roků a měsíců. Zhodnotím vliv jednotlivých meteorologických prvků (denní úhrn srážek, průměrná denní teplota a průměrné denní hodnoty rychlosti a směru větru) na výskyt lesních požárů v 11 zkoumaných letech. Pak budu zkoumat souvislost meteorologických prvků při lesním požáru. Ke konci této části vytvořím několik vzorců, které budou hodnotit riziko lesních požárů. Pomocí pravděpodobnosti výskytu požárů v uplynulých 11 letech vyhodnotím nejvhodnější vzorec a nazvu ho Index rizika požáru.

2. Lesní požáry

Lesní požáry jsou jednou z nejčastějších přírodních katastrof, která každoročně poničí velké oblasti. V této kapitole se budu zabývat ničivými požáry ve světě a v Evropě, lesními požáry v ČR, možností detekce požárů a aplikací GIS, předpovědními modely lesních požárů a samostatnou kapitolu věnuji pojmu sucho a vlivu globálního oteplování na lesní požáry.

S definicí lesního požáru to není jednoduché. Můžeme najít jednoduchou definici dle kpt. Ing. Karla Jelínka (velitel HZS Rakovník): „Za lesní požár je považován každý požár, který vypukne v porostu vyšším než 1,8 m.“ Dle dalšího zdroje - Františka Davídka (oblastní inspektor Lesů ČR): „Lesní požár je oheň, který vypukne a šíří se v lese a na jiných lesních pozemcích nebo vypukne na jiných pozemcích a šíří se do lesa a na jiné lesní pozemky. Nezahrnuje: Předepsaný nebo řízený požár, obvykle za účelem redukce nebo eliminace množství nahromaděného palivového dříví, ležícího na zemi.“

Dle obecně přijímané lesnické definice se za les považuje plocha o rozloze alespoň 0,5 ha, na níž stromy dosahují výšky nejméně 5 m, a kde koruny stromů v souvislém zápoji pokrývají přinejmenším 10% této plochy (jiné zdroje uvádějí 25% plochy). Právní definice lesa (zákon č. 289/1995 Sb., o lesích) říká, že „Lesem se rozumí lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa.“

Já budu za lesní požár považovat i požár na travních porostech, proto není nutné se striktně držet definic lesa a lesního požáru. Navíc lesní požáry a požáry travních porostů mají tolik společného, že pro meteorologické účely není nutné tyto dvě kategorie rozlišovat. Samozřejmě se typy požáru liší rychlostí šíření, způsobem hoření a způsobem hašení, ale pro mou práci je důležitý pouze výskyt požáru v přírodním prostředí, bez ohledu na shořelou plochu.

2.1. Ničivé požáry ve světě

Termín ničivé požáry zahrnuje všechny nekontrolované, volně se šířící požáry (v anglické terminologii wildfires, bushfires). Dle Herbera (internetový zdroj) „Patří sem tedy nejen požáry, které vzplály volně v přírodě (např. účinky blesků), ale také požáry, které byly založeny člověkem, ať již úmyslně nebo v důsledku nezodpovědného jednání. Na celé planetě podlehne ročně plamenům asi 0,17% veškeré vegetace. A ačkoli některé oblasti (např. severní Amerika nebo Austrálie) jsou více náchylné k vzniku ničivých požárů, žádný kontinent s výjimkou Antarktidy není zcela zbaven nebezpečí této přírodní katastrofy. Pro vznik ničivých požárů je obecně příznivá kombinace vysokých teplot a dlouhotrvajících období sucha, která následují po periodě vegetačního růstu. To znamená, že nejvíce ohrožené jsou oblasti, v nichž převládá středozemní nebo kontinentální klima s převládajícím xerofylním nebo sklerofylním typem vegetace.“

Mezi regiony, které jsou nejvíce ohrožené požáry, patří oblasti při pobřeží Středozemního moře, Kalifornie a jihozápad USA a Austrálie. Australský kontinent je vůbec nejrizikovějším místem pro vznik ničivých požárů, a to díky kombinaci klimatických podmínek a charakteristice vegetačního

krytu (během jednoho roku může být spáleno až 15% celkového území Austrálie). Přestože ničivé požáry jsou řazeny mezi přírodní katastrofy, v poslední době je hlavním viníkem jejich vzniku člověk, který má na svědomí obecně asi 80 - 90% všech ničivých požárů. V Evropě připadají na přirozené příčiny požárů dokonce pouze 2% z celkového počtu, v Austrálii je to asi 25 %. Příčiny mohou být různé. Oheň může být založen v počátku jako kontrolovaná zemědělská činnost a následně přerůst v nekontrolovaný lesní požár (při vypalování tropických pralesů), mnoho rizikových oblastí jsou zároveň vyhledávanými turistickými destinacemi (neopatrní turisté) a v současnosti se také množí případy žhářství. Mezi přirozené příčiny požárů patří zapálení porostů bleskem nebo důsledkem vulkanické činnosti. Důležitým rozdílem mezi přirozenými a antropogenně podmíněnými požáry je také v rozsahu škod, protože přirozené požáry obvykle vznikají na hůře dostupném území a jejich uhašení trvá delší dobu.

Dle Herbera (internetový zdroj): „Hlavními faktory, které ovlivňují riziko vzniku ničivých požárů, jejich intenzitu, délku trvání a rozsah škod jsou typ vegetace, vlastnosti paliva (tedy materiálu, který hoří na daném území), klimatické a povětrnostní podmínky a chování ohně.“ Vlastnosti paliva ovlivňují intenzitu a rychlost šíření požárů a hlavní kategorie jsou travní porost a lesní porosty. To není pro moji práci důležité, protože já se budu zabývat pouze výskytem požáru, nikoli jeho intenzitou a do kategorie lesních požárů jsem zařadila i travnaté porosty. Pro vznik ničivých požárů jsou ideální takové typy klimatu, v nichž se střídají dlouhá období sucha s periodami vegetačního růstu (kontinentální nebo středozemní klima). Převážná část srážek vypadne v zimním období a v teplém létě je vegetace vystavena působení dlouhých období sucha. Klima ovlivňuje hlavně obsah vody v porostech. Suché periody mohou být také ovlivněny a znásobeny účinky jevu ENSO (El Niño-Southern Oscillation). Chování ohně a topografie území určují konečný rozsah škod.

Při požárech dochází také k narušování krajinných ekosystémů. Habitaty různých organismů bývají zcela zničeny, stejně jako množství půdních živin. Po požáru na svazích může nastat zrychlená eroze odkrytého půdního pokryvu. Negativně je dále ovlivněna těžby dřeva, stejně jako turismus a další aktivity, týkající se zasažené krajiny.

2.1.1. Velké katastrofy způsobené ničivými požáry ve světě

Wisconsin a Michigan, USA (říjen 1871) – považován za největší katastrofu tohoto druhu. Bylo zničeno asi 1 700 000 ha lesa a o život přišlo přes 1500 lidí. Požárům předcházela sucha na americkém středozápadě, která trvala již 14 týdnů.

Sibiř (červenec - srpen 1915) – největší požáry zaznamenané v historii, zničen les na ploše 1 milión km^2 od pohoří Ural až po centrální Sibiř, tedy neobydlené oblasti. Porosty tajgy byly zcela vysušeny, stejně jako více než 500000 km^2 rašelinišť, v nichž rašelina prohořela do hloubky 2 m. Hustý kouř se v atmosféře dostal až do výšky 12 km. Následkem tohoto se snížil přísun solární energie k povrchu a průměrná teplota klesla o 10°C.

Obrázek 1: Australská krajina po události Ash Wednesday roku 1983
zdroj: http://www.dse.vic.gov.au

Austrálie (16. březen 1983) - událost známá jako Ash Wednesday („popeleční středa“) byla nejznámějším požárem buše v australské historii. Teplota dosahovala 40°C a vál teplý vítr o rychlosti až 20 m/s. Krajina byla navíc již dlouho sužována velkými suchy v důsledku události ENSO 1982-83. Při požáru přišlo o život 76 lidí a přes 3500 bylo zraněno. Více než 1700 domů bylo zničeno, včetně částí Adelaide a Melbourne, a asi 8000 lidí tak přišlo o střechu nad hlavou. Celková škoda se tak za jediný den vyšplhala na 200 milionů australských dolarů.

Yellowstone, USA (červen - srpen 1988) - požáry vzplanuly v červnu a nejdříve byly asi měsíc ponechány bez dozoru, protože se jedná o národní park. V polovině července už shořelo asi 35 km^2 lesa, byl vydán příkaz, aby byly uhašeny. Přes snahu hasičů se ale zasažené území do týdne rozrostlo na 1600 km^2. Stalo se tak v důsledku ohni příznivým povětrnostním podmínkám. Vítr dosahoval rychlosti až 160 km/h a teploty se pohybovaly okolo 32°C. V tomto počasí se oheň šířil rychlostí až 20 km/h. Do poloviny srpna, kdy se požár konečně podařilo dostat pod kontrolu, shořelo celkem asi 5666 km^2 lesa.

Pralesní požáry v Indonésii (1996-1997) - požáry tropického pralesa v Indonésii byly způsobeny kombinací lidské příčiny a výjimečných povětrnostních podmínek. Jsou tak důkazem, jaký vliv může mít počasí na vznik této katastrofy a zároveň, že velké lesní požáry nejsou vázány pouze na porosty mírných a subtropických šířek. Událost El Nino 1996-7 způsobila v Indonésii největší sucha za posledních 50 let. Pralesy byly proto velice vysušené a zemědělské vypalování pralesa rychle přerostlo v rozsáhlé nekontrolované požáry tropických porostů. V plamenech zemřelo na 1000 lidí a zničeno bylo přes 50 000 km^2 pralesa.

Obrázek 2: Požár v jižní Austrálii 2009
Zdroj: www.ides.cz

Austrálie (7. únor 2009) - ohnivé stěny vysoké desítky metrů, silný vítr a maximální teploty kolem 50°C. Podmínky, které rozpoutaly v Austrálii nejhorší ohnivou katastrofu v dějinách země. Se zkázou marně bojovaly desítky tisíc hasičů, vojáků a nespočet dobrovolníků. V Austrálii zuřilo více než 400 požárů, zničeno bylo 22 měst. Plameny v mnoha případech dosahovaly výšky až třípatrového domu. Shořelo více než 750 domů a 340 000 hektarů porostů. Tisíce lidí přišly o střechu nad hlavou, v nemocnicích

skončily stovky dalších. V historii Austrálie, která je v letních obdobích na požáry zvyklá, se jedná o vůbec nejhorší zkázu. Letošní ohně mají mnohonásobně tragičtější bilanci, než požáry z tzv. Popeleční středy v roce 1983.

Austrálie přitom nemá dobré vyhlídky ani do budoucna. Řada vědců se domnívá, že za současnou katastrofou je také globální oteplování. Podle odborníků se průměrné teploty budou v Austrálii i nadále zvyšovat a požáry tak budou ještě častější a většího rozsahu.

2.1.2. Světové centrum pro monitoring požárů (GFMC)

Organizace GFMC (Global Fire Monitoring Center) byla zřízena v červnu r. 1998 v Německu na Freiburgské univerzitě v rámci Institutu chemie Maxe Plancka na základě doporučení několika mezinárodních organizací a je součástí Mezinárodní strategii pro omezování katastrof při OSN. Od r. 1998 tato organizace poskytuje informace o požárech v reálním čase i archivovaná data, která jsou denně aktualizována a dostupná on-line. Tato data jsou získávána z individuálních zdrojů i národních, regionálních a mezinárodních informačních systémů. Data jsou také zobrazována v mapách a najdeme zde také letecké snímky požárů. Na stránkách této organizace je i varování před požáry v podobě předpovědních map malého měřítka (celý svět či kontinent).

GFMC se zabývá požáry vegetace a jejich vlivem na životní prostředí v globálním měřítku, především se zajímá o atmosférické dopady požárů, měření emisí, modelů oblaků kouře a dopady na chemické složení atmosféry. GFMC úzce spolupracuje s organizací ECPC (Experimental Climate Prediction Centre), která je součástí organizace NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration - Národní úřad pro oceán a atmosféru), proto zde najdeme informace především z USA. ECPC se snaží převádět data z globálního měřítka na regionální. Systémy a předpovědní modely budou popsány v samostatné kapitole 2.5. Možnosti předpovědi a detekce lesních požárů.

2.2. Ničivé požáry v Evropě

Obrázek 3: Požár v Řecku
Zdroj: www.aktualne.cz

Lesní požáry jsou významným jevem, který postihuje lesy v mnoha zemích v až katastrofálních měřítkách. Problém lesních požárů je v Evropě považován za tak kritický, že k jeho analýze a řešení slouží rozsáhlé mezinárodní projekty. Jeden z nich byl řešen v 5. rámcovém programu Evropské unie s tématem prevence a boje s lesními požáry v osídlených územích (Wildland-Urban Area Fire Risk Management). Tento problém se týká především zemí ve Středomoří. Česká

republika nemá takové problémy s lesními požáry jako v oblasti Středomoří, ale ani jako např. v zemích se srovnatelným přírodně-porostním charakterem a klimatem (např. Skandinávské země, Kanada aj.).

2.2.1. Ničivé požáry v Evropské unii

Evropská Unie zřídila kvůli velkému nebezpečí požárů v jižní Evropě dne 17. listopadu 2003 instituci Forest Focus, která monitoruje lesy a stará se o životní prostředí a interakce v lese.

Forest Focus má několik základních pilířů (monitorování dopadů atmosférických znečištění na les, biodiverzita, půdní a klimatické změny) mezi něž také patří Monitorování a databáze lesních požárů a Ochrana před lesními požáry. Forest Focus také spravuje několik specifických programů:

a) European Forest Fires Information Systém (EFFIS) – informační systém lesních požárů v Evropě – slouží jako jádro databáze lesních požárů. Vyhodnocení nebezpečí lesních požárů probíhá pouze v období od 1.5. do 31.10. daného roku. Jsou brány v úvahu pouze požáry, které jsou větší než 50 ha (při největším požáru na území ČR shořelo 80 ha). Systém je založen na satelitních snímcích a analyzován pomocí GIS.
b) European Forest Fires Risk Forecast Systém (EFFRFS) – předpověď nebezpečí lesních požárů v Evropě – viz kapitola 2.5. Možnosti předpovědi a detekce lesních požárů.
c) European Forest Fires Damage Assessment Systém (EFFDAS) – Prevence před lesními požáry v Evropě.

2.2.1.1. Ničivé požáry ve Středomoří

Mezi státy středomoří (dle označení Forest Focus – jižní členské státy) patří: Portugalsko, Španělsko, Francie, Itálie a Řecko, což souvisí se středomořskou faunou a klimatickými podmínkami. Lesní požáry byly zkoumány v letech 1980 až 2003. Po rostoucím trendu v počtu požárů v letech 1990 až 1996 byl během let 2000 až 2003 trend stálý. Co se týká shořelé plochy při lesních požárech, není možné najít v dané periodě žádný trend. Průměrně největší počet lesních požárů v zemích Středomoří je v Portugalsku a Španělsku, pak v Itálii a Francii a nejméně požárů se vyskytuje v Řecku. Ve shořelé ploše je první Španělsko, dále Portugalsko a Itálie, Řecko opět poslední.

Největší požáry ve sledovaném období se odehrály v r. 2003 především v Portugalsku a Španělsku, kdy v těchto zemích shořelo 77 % z celé plochy (740 379 ha), která ten rok shořela v celém regionu Středomoří. Přesto počet požárů nebyl tento rok nejvyšší, byť byl nadprůměrný. Požáry byly způsobeny extrémním suchem s velmi vysokými teplotami (nad 40 °C) a silným větrem. Teploty byly od Ruska až po Iberský poloostrov o 10°C vyšší než dlouhodobý průměr. V Portugalsku shořelo 8,6 % plochy portugalských lesů, což může být způsobeno vysazováním monokultur. Korkové duby, které dobře odolávají ohni, byly postupně nahrazeny eukalyptovými monokulturami a země se kvůli tomu dostala na jednu z čelních příček žebříčku rozsahu lesních požáru. Ve Francii byl problém jen v jižní části státu, v Řecku a Itálii nebyla situace odlišná od jiných let. V srpnu r. 2007 byl velký požár

v Řecku, kdy se počet obětí lesních požárů na poloostrově Peloponés vyšplhal na pět desítek, oheň zničil téměř pět tisíc domů a sežehl plochu o rozloze 200 000 ha.

Obrázek 4: Satelitní snímek požárů v Řecku 2007
Zdroj: www.aktualne.cz

Podle údajů organizace OSN pro výživu a zemědělství (FAO) vypukne ročně ve středomořských lesích na 50 tisíc požárů a je při nich zničeno 800 tisíc až milion hektarů porostu, což odpovídá téměř rozloze Kréty nebo Korsiky.

2.2.1.2. Ničivé požáry mimo Středomoří

Dle Forest Focus státy, které nepatří do Středomoří, se nazývají severní státy. Sem patří: Německo, Rakousko, Finsko, Švédsko. Označení Rakouska jako severního státu mi přijde úsměvné, ale je třeba mít na paměti, že hovoříme o lesních požárech, jejichž největší počet je v jižní Evropě a dle Forest Focus zřejmě není nutné další dělení Evropy. Ostatní státy jsou vyčleněny jako noví členové a není jim věnována zvláštní pozornost. Za zmínku určitě stojí srovnání se Slovenskem. Největší počet požárů během roku vzniká v dubnu, pak v březnu a třetí v pořadí je srpen. Oproti České republice se zde vyskytuje velké množství požárů v březnu. V r. 2003 zde bylo zaznamenáno také velké množství požárů, ale není možné sledovat nějaký trend, protože data o požárech jsou na Slovensku zaznamenávána až od r. 1999.

2.3. Lesní požáry v České republice

Lesní požáry v ČR již nenazývám ničivými, protože se nedají plošně srovnávat s ničivými požáry v Evropě či ve světě. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR (pod Ministerstvem vnitra) provozuje systém statistického sledování všech událostí (včetně lesních požárů), ve kterém jsou shromažďovány údaje o mimořádných událostech s účastí jednotek požární ochrany (PO) a o požárech bez účasti jednotek PO, tato databáze také byla mým zdrojem informací pro zpracování v kapitole 4. Rozbor dat o lesních požárech na území okresu Chomutov.

Ze statistických údajů je patrný značný rozdíl počtu lesních požárů v jednotlivých kalendářních letech, který je způsoben především odlišnými klimatickými podmínkami, jež během daných let panovaly. V letech 2000 - 2007 tak jednotky PO zasahovaly celkem u 6497 lesních požárů,

Tabulka 1: Statistika lesních požárů v ČR
Zdroj: Statistická ročenka 2008 MV- HZS ČR

Rok	Počet požárů	Škoda v tis. Kč	Usmrceno osob	Zraněno osob
1994	1800	36911,7	1	34
1995	1 135	12 414,0	0	22
1991 - 1995	**7 710**	**131 414,8**	**6**	**158**
1996	1 081	34 197,2	2	38
1997	473	35 524,6	3	14
1998	989	23 958,8	1	42
1999	1 182	48 640,4	2	15
2000	1 317	26 432,5	0	32
1996 - 2000	**5 042**	**168 753,5**	**8**	**141**
2001	450	18 343,8	1	11
2002	569	27 238,3	1	10
2003	1 712	37 998,0	1	38
2004	846	32 146,6	6	23
2005	626	21 088,3	0	13
2001 - 2005	**4 203**	**136 815,0**	**9**	**95**
2006	679	22 475,5	0	17
2007	847	24 005,0	0	22
2008	504	14 861,6	3	10

což odpovídá průměru 928 požárů na jeden rok. Pokud však vezmeme v úvahu poslední patnáctileté období, pak je průměrný počet požárů v jednom roce 1410.

Tento značný rozdíl je způsoben relativně nízkým počtem požárů lesních porostů v letech 2001, 2002, 2004 až 2008 oproti předcházejícím letům, kdy několikrát počet požárů přesáhl číslo 2000. Je třeba zdůraznit, že samotný počet požárů v příslušném kalendářním roce dostatečně nevypovídá o jejich závažnosti. Průměrná přímá škoda způsobená lesními požáry v kalendářním roce ve sledovaném období činila 14,9 mil. Kč a průměrná přímá škoda na jeden požár lze vyčíslit na hodnotu 16,1 tis. Kč.

2.3.1. Největší zaznamenané lesní požáry v ČR v posledních letech

Největší požár v historii trvání Lesů ČR vznikl v Jihočeském kraji u obce Hrdlořezy u Suchdola dne 13. srpna 2003 při těžbě rašeliny. Likvidace požáru pokračovala dalších 8 dní. Na likvidaci tohoto požáru se podílelo 45 jednotek požární ochrany. Pro nepřístupnost požářiště a z důvodu nutnosti zabránit šíření požáru na další velký komplex lesních porostů bylo do hašení zahrnuto i hasební letadlo a vrtulník s hasebním vakem. Požár vznikl při těžbě rašeliny na pracovišti v Hrdlořezích a vzápětí se kvůli trvajícímu větru z rašelinových polí rozšířil na mladé, zejména borové lesní porosty vysázené na rekultivovaných plochách. Celkem byla zničena plocha o výměře více než 26 ha, čímž podniku LČR vznikla přímá škoda ve výši 4,5 mil. Kč. Vyšetřováním nebyl určen viník.

Tabulka 2: Přehled největších požárů v ČR
Zdroj: Statistická ročenka 1998 - 2008 MV- HZS ČR, www.aktualne.cz

datum	místo	okres	plocha v ha	škoda v tis. Kč	příčina
25.4.1993	Fryšták	Zlín	54	850	pálení klestu
16.4.1996	Nové Sedlo	Sokolov	80	130	otevřený oheň
19.5.1998	Arnoltice	Děčín	21	2 783	otevřený oheň
13.8.2003	Nové Hrady	Jindř. Hradec	26	4 686	neobjasněna
23.9.2003	vojenský prostor Brdy	Příbram	50	neuvedena	neobjasněna
14.3.2004	Malíkovice	Kladno	30	600	úmyslné zapálení
22.7.2006	Jetřichovice	Děčín	26	neuvedena	cigareta

V r. 2006 hořelo i v Národním parku České Švýcarsko. Plameny tam řádily na 26 ha ve skalnatém a těžko přístupném terénu. Po dobu plných sedmi dní s nimi bojovalo na 900 profesionálních i dobrovolných hasičů, práci hasičům komplikovalo šíření požáru pod zemí a především obtížně přístupný terén, který znemožňuje použít mobilní požární techniku. S hašením ze vzduchu pomáhaly dva vrtulníky Letecké služby Policie ČR a také letoun Letecké hasičské služby. Vrtulníky provedly celkem 340 shozů vody a letadlo pak 35 shozů hasební látky.

2.4. Teorie lesních požárů v ČR

Lesní požáry jsou způsobeny především nedbalostí a porušením předpisů z oblasti požární ochrany. Obsahem této kapitoly bude charakteristika lesních požárů, vlivy působící na lesní požáry a prevence lesních požárů v ČR. Nebudu se příliš zabývat těmito charakteristikami ve světě, protože je to problém poměrně odlišný díky jiným přírodním podmínkám. Zákon o lesích 289/1995 Sb., v § 20 (Zákaz některých činností v lesích) říká: „V lesích je zakázáno kouřit, rozdělávat nebo udržovat otevřené ohně, tábořit mimo vyhrazená místa a odhazovat hořící nebo doutnající předměty.“ Dále je také zakázáno rozdělávat nebo udržovat otevřené ohně do vzdálenosti 50 m od okraje lesa. Lesní požáry tvoří 1 – 7 % (dle jednotlivých let) z celkové plošné rozlohy abiotických a biotických poškození lesa a jsou řazeny mezi abiotické - antropogenní činitele.

2.4.1. Druhy lesních požárů

Francl (2007): „Požáry lesních porostů patří z hlediska podmínek lokalizace a likvidace požáru k nejsložitějším. Velmi často je plocha požárů rozsáhlá, těžko přístupná a hašení samotné je charakteristické nedostatkem vody a nedostatečným množstvím sil a prostředků jednotek požární ochrany na místě požáru. Nepřístupnost místa požáru bývá způsobena - přes rozvinutou síť lesních cest v České republice především nedostatečnou únosností terénu a dalšími terénními podmínkami.“

Dle Francla (2007) můžeme požáry dělit na pozemní, podzemní a korunové, v závislosti na rychlosti pohybu fronty (čela) požáru a výšce plamene pak požáry dělíme na slabé, střední a silné.

Pozemní požáry

Nejčastěji se vyskytují pozemní požáry, které tvoří v naší zeměpisné šířce téměř 90 % z celkového počtu požárů. Při pozemních požárech se oheň šíří pouze po vrchní vrstvě odumřelé vegetace (hrabanka, tráva, mech apod.), zachvacuje nižší části kmenů stromů a nad povrch půdy vystupující kořeny. Šíří se všemi směry rychlostí až 500 – 1500 m za hodinu. Pozemní požáry můžeme dále rozdělit na rychlé a trvalé. Při rychlém požáru shoří živý i mrtvý půdní příkrov, lesní podrost, spadlé listí a jehličí, ohoří kůra nižších částí kmenů stromů, obnažené kořeny a jehličnatý porost. Takový požár se šíří velmi rychle, přičemž se vyhýbá místům se zvýšenou vlhkostí lesního příkrovu, takže některé části lesa oheň vůbec nezasáhne. K rychlým požárům dochází nejčastěji na jaře, kdy proschne pouze vrchní vrstva drobných hořlavých materiálů. Pozemní požáry, likvidující živou hmotu podrostu a mrtvý pokryv humusu, mohou mít preventivní vliv na zabránění velkým ničivým požárům. Někdy se tento požár zakládá záměrně, kontrolovaný požár spodního lesního patra

odstraní odumřelé větve a křoví, porost se tak nemůže stát ohnivým mostem, který by umožnil přesun plamenů do korun stromu. Kdyby po této ozdravné kúře začal les skutečně hořet, měl by oheň méně potravy a vzrostlé stromy by zůstaly ušetřeny. Při pozemním trvalém požáru se oheň takzvaně prohlubuje, prohořívá vrchní vrstva půdy, značně ohoří kořeny a kůra stromů, zcela shoří mladý porost atd. K trvalým požárům dochází zpravidla uprostřed léta, kdy proschne vrchní vrstva půdy.

Podzemní požáry

Při podzemních požárech hoří rašelina nebo vrstvy hlubokého humusu, uložené pod rozsáhlými lesními celky. Přitom se obnažují a ohoří kořeny stromů. Požár je nenápadný, pouze kolem kořenů a pařezů se objevuje slabý dým. V lesích dochází k podzemním požárům velmi zřídka. Jejich vznik a rozšíření je zpravidla spojeno s pozemními požáry, při kterých oheň proniká do rašelinové vrstvy na nejsušších místech, nejčastěji u kmenů stromů, a postupně se rozšiřuje do stran. K podzemním požárům dochází zpravidla ve druhé polovině léta. Jejich výskyt se zvyšuje v suchých létech, kdy dostatečně proschnou rašelinové vrstvy.

Korunové požáry

Korunové požáry jsou charakteristické tím, že se šíří jak po lesním příkrovu, tak po korunách stromů, přičemž shoří jehličí, listí, drobné a někdy i silné větve stromů. K přechodu pozemního požáru na vzrostlé stromy dochází v porostech s nižšími korunami stromů, v porostech s rozdílným vzrůstem a též v hustém jehličnatém porostu. Lesní porost následkem korunového požáru zpravidla úplně uhyne. Korunové požáry vznikají nejčastěji v horských lesích při šíření ohně vzhůru po příkrých stráních. Do značné míry napomáhá jeho vzniku silný vítr. Oheň je naprosto neovladatelný.

Rozlišujeme korunový trvalý a korunový rychlý požár. Při korunovém trvalém požáru se oheň rozšiřuje po korunách v závislosti na rychlosti pohybu okraje pozemního požáru. Přitom shoří nejvrchnější vrstva pokrývající lesní půdu, mladý porost, větve včetně silných a značně ohoří kmeny stromů. Po takovém požáru zůstanou pouze zuhelnatělé zbytky kmenů.

Při korunovém rychlém požáru, ke kterému dochází pouze při silném větru, se oheň šíří obyčejně skoky a někdy značně předbíhá přední okraj pozemního požáru. Takové šíření ohně se vysvětluje tím, že se teplo vzniklé od hořících korun zvedá šikmo po směru větru, jen zčásti zasahuje koruny sousedních stromů a nepostačuje k jejich vzplanutí. Zahřívání čela požáru je způsobeno v podstatě teplem pozemního požáru. Působením větru toto teplo zahřívá z počátku koruny vpředu rostoucích stromů a potom, s přiblížením se hlavního požáru, koruny vzplanou. Při šíření ohně po korunách stromů roznáší vítr jiskry, hořící větve a jehličí, které vytvářejí ohniska nových požárů, vzdálených několik desítek a někdy i stovek metrů od základního ohniska. V okamžiku „skoku“ plamene se oheň šíří po korunách stromů rychlostí 15 až 20 km/h.

Dle Křístka (2002) a Stolina (1985) vymezujeme ještě další typ lesního požáru: **Požár dutého stromu** - tento typ zasahuje jednotlivé stromy, jedná se o hoření ztrouchnivělého dřeva uvnitř stromu. Přispívá k němu komínový efekt. Jeho hlavním nebezpečím je založení nového požáru z rozpadlého prohořelého stromu. Požár může být způsobem zasažením blesku.

2.4.2. Příčiny a faktory vzniku lesních požárů

Nejčastěji se jedná o nedbalostní příčiny vzniku lesních požárů. Nejvýznamnějšími nedbalostními příčinami je kouření, zakládání ohňů v přírodě a vypalování porostů. Další významnou skupinou jsou příčiny, kde hraje roli úmysl, nebo kde je požár založen dětmi do 15 let (dlouhodobě 8,7 %). Velké procento požárů (dlouhodobě 29,1 %) je neojasněných. Zajímavou příčinou je zapálení bleskem, které má podíl pouze 1,1 %.

Počet a charakter lesních požárů je ovlivňován množstvím faktorů klimatické, přírodně porostní a společenské povahy. V různých zemích je váha faktorů působících na riziko vzniku lesních požárů, jejich průběh, likvidaci a škody různá.

Mezi faktory vzniku požáru řadíme dle Tomáška (2007) a Šišáka (2005):

a) Klimatické podmínky a stav přízemní vegetace

Největší nebezpečí vzniku požáru v lesních porostech je při delším trvání suchého (a teplého) počasí beze srážek, když se v porostech nachází suchá vegetace trav. Tyto podmínky nastávají většinou na jaře po rozpuštění sněhové pokrývky v období trvajícím přibližně do konce května. Tyto dva faktory je vždy nutné brát v úvahu dohromady, protože suché období může nastat i v zimě, kdy ale nemá v lese co hořet. Z klimatických faktorů jsou důležité vlhkost vzduchu, půdy a porostů, teplota, rychlost a směr větru.

b) Věk porostů a dřevin

Požárem jsou nejvíce ohrožené jehličnaté kultury a mlaziny. Důležitá je skladba dřevin, porostní struktura, věk porostů, stav podrostu a půdní typ. V ČR jsou rizika vzniku a šíření požárů vyšší zejména u nejmladších věkových stupňů porostů a monokultur jehličnatých dřevin. Riziko u borovice je vyšší než u smrku. Různověké porosty znamenají vyšší riziko přechodu od požáru pozemního ke korunovému. Naopak střídání stejnověkých porostních skupin výrazně různého věku je určitou brzdou v šíření požárů. Čistota povrchu půdy beze zbytků dřeva, podrostu či nárostu lesních dřevin významně snižuje riziko vzniku, šíření a náročnosti hašení lesního požáru. Větší riziko je na vysýchavých stanovištích a prudkých svazích, ale kryt lesního porostu zvyšuje vlhkost půdy i podrostu a působí retardačně na vznik a šíření lesních požárů.

c) Nadmořská výška

Tento faktor je poměrně sporný, ale předpokládá se, že nadmořská výška společně s vyšší relativní a půdní vlhkostí pravděpodobně brání náhodnému vzniku požárů. Tento fakt je vysloven na základě studie pohraničních lesních porostů prováděnou Lesy České republiky v letech 1993 – 2007, která došla k závěru, že škoda způsobená v pohraničních lesích je výrazně nižší než v ostatních oblastech. Dle mého názoru je to způsobeno jinými faktory a to především návštěvností dané lokality lidmi. Jsou to jistě atraktivní oblasti pro cestovní ruch, ale návštěvnost lesa se nedá srovnávat s návštěvností lesa u přilehlé chatové oblasti v „houbové sezóně“.

d) Atraktivnost lokality z hlediska návštěvnosti

Nejčastější příčinou vzniku požáru je člověk, návštěvník lesa. K takto nejpostiženějším oblastem patří především: Frýdeckomístecko, Brněnsko, Křivoklátsko, Teplicko a Liberecko. Návštěvnost jednak zvyšuje riziko vzniku lesních požárů vzhledem k neadekvátnímu chování návštěvníků, na druhé straně však může zřejmě výrazněji snižovat riziko šíření lesních požárů a přispívat k účinnosti hasebních zásahů a k rychlosti likvidace lesních požárů. Rovněž hustota osídlení, která je v ČR na venkově stále poměrně vysoká, je jedním z faktorů, který v obecném důsledku snižuje riziko vzniku a šíření požárů, zejména urychluje jejich uhašení. V posledních přibližně 10 letech je možno vyloučit jako významnou příčinu lesních požárů vypalování suché trávy. Podle dosavadních poznatků způsobují podstatnou část lesních požárů turisté a osoby sbírající lesní plody.

e) Způsob hospodaření v lese

Podstatné pro snížení rizika vzniku a šíření požárů může být aktivní, pravidelné obhospodařování lesů, související s udržováním rozdělovacích linií (průseky a cesty) a jejich čistotou. Intenzivní pohyb pracovníků v lesích, lesního personálu a majitelů má význam pro rychlou reakci při vzniku požáru a jeho likvidaci. Důležité jsou jednotlivé technologie používané při obhospodařování lesů, např. omezení úklidu klestu pálením. Racionální a únosná síť lesních cest snižuje riziko šíření lesních požárů a umožňuje relativně dobrou dostupnost lesních porostů pro rychlý zásah těžké hasičské techniky. Ovšem bylo by třeba vypracovat digitální mapy cestní sítě s vyznačením únosnosti cest a poskytnout je příslušným útvarům pro eventuální zásahy. Zatím nebyly takové podklady zpracovány v potřebné kvalitě.

f) Legislativa

Legislativní opatření mohou minimalizovat riziko vzniku lesních požárů lidskou činností. Jedná se nejen o lesní zákon č. 289/1995 Sb., ale rovněž o provádění preventivních opatření proti vzniku lesních požárů a o povinnosti občanů podle zákona č. 133/1985 Sb. ve znění pozdějších předpisů, a o povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob podle zákona o požární ochraně č. 67/2001 Sb. Nezastupitelné jsou instituce jako požární hlídky, lesní stráž, státní správa a samospráva a státní požární dozor. V ČR je vybudován efektivní systém požární ochrany včetně letecké hasičské služby. Pokud se zamyslíme nad jednotlivými faktory, tak je evidentní, že většina z nich se nemění v krátkodobém časovém horizontu (nadmořská výška, návštěvnost), některé se mohou měnit v řádu několika let (legislativa, způsob hospodaření, věk porostů), ale nejdůležitější pro hodnocení rizika požárů jsou meteorologické faktory a stav přízemní vegetace, kterými se také budu v kapitole 4. zabývat.

2.4.3. Prevence vzniku lesních požárů v ČR

Prevence vzniku lesních požárů musí vycházet z teorie vzniku a šíření požárů a znalostí příčin vzniku požárů. Protipožární preventivní opatření u podniku Lesy České republiky, s. p., (dále jen Lesy ČR) vycházejí z praktických zkušeností a statistického šetření o požárech. Od vzniku podniku v roce

1992 jsou na základních organizačních jednotkách (lesních správách a polesích) sledovány kompletní údaje o požárech, poškozeném lese nebo jiném majetku, o šetření požárů a vinících. Pololetně jsou vybrané ukazatele o požárech sumarizovány na závodech a krajských pobočkách. Následně jsou údaje o požárech zaznamenávány do podnikové statistiky. Do šetření o požárech u Lesy ČR je tedy zahrnuto 17 let sledování. Ze statistického hlediska je to sice málo, ale již nyní lze vypozorovat některé závislosti, ovlivňující možnost vzniku požárů lesa.

Dle § 7 druhého odstavce Zákona č. 289/1995 Sb., o lesích: „Vlastník nebo uživatel lesů v souvislých lesních porostech o celkové výměře vyšší než 50 hektarů je povinen zabezpečit v době zvýšeného nebezpečí vzniku požáru opatření pro včasné zjištění požáru v lesích a proti jeho rozšíření pomocí hlídkové činnosti s potřebným množstvím sil a prostředků požární ochrany.“

Dle Tomáška (2007) vznikly lesní požáry v drtivé většině vinou člověka, a to buď z důvodu podcenění možného nebezpečí při zacházení s otevřeným ohněm, z nezkušenosti (většinou v případě dětí) nebo zlým úmyslem. Městský úřad může do lesů v dané lokalitě vyhlásit zákaz vstupu.

Po analýze příčin vzniku požárů provádí Lesy ČR preventivní opatření v následujících krocích:

a) Prvním je snaha působit na veřejnost. Nejdůležitější a pro budoucnost nejúčinnější je působení na děti ve školním věku. Formou besed, her a různých aktivit ve školách, na výstavách nebo přímo v lese jsou děti seznamovány s lesem, s chováním v lese a možnostmi, jak les chránit a zachovat. Na veřejnost Lesy ČR působí také budováním zařízení k odpočinku v lese a prostřednictvím informací, umístěných v místech vzniku velkých lesních požárů nebo v místech, kde požáry často vznikají.

b) Druhým preventivním krokem je příprava lesního personálu k požární ochraně a dále přijatá opatření k provádění požárně nejnebezpečnější činnosti v lese, ke které patří pálení klestu. V období od 1. 3. do 31. 10. (nebezpečí možného vzniku požáru) není pálení klestu prováděno.

Obrázek 5: Hašení požárů
Zdroj: www.aktualne.cz

c) Třetím, nejdůležitějším prvkem v prevenci proti vzniku požárů, je bezesporu letecká hasičská služba. Lesy ČR tuto službu při hlídkové i hasební činnosti využívají od roku 1993. Její účinnost se mnohokrát prokázala jak při hlídkové činnosti, tak při hasebních zásazích zejména v nepřístupných terénech. V současné době tvoří letecká hasičská služba, organizovaná MZe a GŘ HZS, nedílnou součást ochrany lesů proti vzniku požárů. Pouze výjimečně při trvání vysokého požárního nebezpečí je organizována hlídková činnost pozemní formou. Dle zvážení vedoucího příslušné organizační jednotky mohou zaměstnanci provádět hlídkovou činnost přímo v terénu nebo držet pohotovost, a to zejména na místech uváděných jako ohlašovny požárů.

2.4.4. Hašení lesních požárů v ČR

Dle Francla (2007) lze říci, že lesní požáry se hasičům obtížně likvidují. Tato skutečnost je způsobena především tím, že k nim často dochází v těžce přístupném terénu, kde nelze plně využít požární techniku a kde jsou ztížené možnosti zásobování hasební vodou. Chování ohně v lese je navíc mnohdy nevyzpytatelné, zásahy jsou časově velmi náročné.

Jednotky požární ochrany se nezřídka potýkají s tím, že dojde k uvíznutí požární techniky na nedostatečně únosném povrchu nebo polních a lesních cestách. Při náhlé změně směru nebo síly větru nebo při nesprávném umístění požární techniky mohou být požárem zasaženy nasazené síly a prostředky.

Při hašení lesního požáru je třeba zvolit vhodný druh požárního útoku nebo organizovat požární obranu s ohledem na šíření požáru a množství sil a prostředků na místě zásahu. Přitom je nezbytné se zaměřit zejména na směry šíření požáru k ohroženým objektům. Dále je třeba zajistit likvidaci po větru vznikajících dalších ohnisek a zabezpečit ochranu zasahujících sil a prostředků (nebezpečí obklopení požárem). Pokud to je možné a účelné, vytváří se v dostatečné vzdálenosti ochranný pás nebo proluka s využitím zemědělské a lesní techniky.

K hašení lesních požárů se v ČR používají jako hasební látky zejména voda nebo voda se smáčedlem. Při vypařování pohlcuje voda velké množství tepla, a tím ochlazuje oblast hoření. Vodní pára kromě toho významně snižuje poměr kyslíku ve vzduchu, což také oslabuje proces hoření. Problémovou vlastností vody je její velké povrchové napětí, v jehož důsledku voda špatně proniká do pórů hořícího materiálu, rychle z něj stéká a její značná část se pak na hašení nepodílí. Proto je účelné hasit požár rozptýleným proudem vody s přídavkem smáčedla. Smáčedlo výrazně snižuje povrchové napětí vody, a tím zvyšuje její hasební účinek. Použitím smáčedla při hašení lesních požárů dojde k úspoře vody o 30 až 50 %. V tomto případě jsou používána pouze smáčedla, která neškodí životnímu prostředí.

Jednou z možností snížení vlivu komplikací, spojených s hořením lesního porostu, na zdárný průběh zdolávání požáru a snížení škod je využití letecké techniky k včasnému zpozorování a ohlášení požáru a k hasebnímu zásahu v úvodních fázích požáru před jeho rozšířením do těžko zvladatelných rozměrů.

2.5. Možnosti předpovědi a detekce lesních požárů

V této kapitole se budu zabývat dvěma tématy, která mají zdánlivě stejnou náplň. Předpověď požáru si klade za cíl předpovědět podmínky vhodné pro hoření a požár v přírodním prostředí a požáru nejlépe předejít restriktivními opatřeními jako je přísný zákaz rozdělávání ohně v lese (a jeho kontrolou) či zákaz vstupu do lesa. Detekce požáru je pouze upozornění na již vzniklý požár, včasná detekce samozřejmě souvisí s celkovou shořelou plochou, a proto je neméně důležitá. V kapitole se budu zabývat především metodami, které jsou potencionálně použitelné v ČR nebo s předpovídáním či detekcí v ČR nějak souvisí. Nejdůležitější pro Českou republiku je v tomto směru spolupráce s Německem, protože tato země je naším sousedem, takže se dá předpokládat, že má velmi podobné fyzicko-geografické podmínky. Vzhledem k tomu, že na Freiburgské univerzitě se nachází institut, který přímo vyvíjí předpovědní modely pro lesní požáry, dá se předpokládat, že můžeme využít modely v Německu vyvinuté. Je třeba samozřejmě počítat s velmi rozdílnou plochou obou státu. Pokud se zaměříme na předpovědní mapy v evropském měřítku, tak na ČR připadá pouze asi 45 gridů, což znamená přibližně jedna hodnota nebezpečí vzniku požáru na 1700 km2, což je neskutečně mnoho.

2.5.1. European Forest Fires Risk Forecast System (EFFRFS)

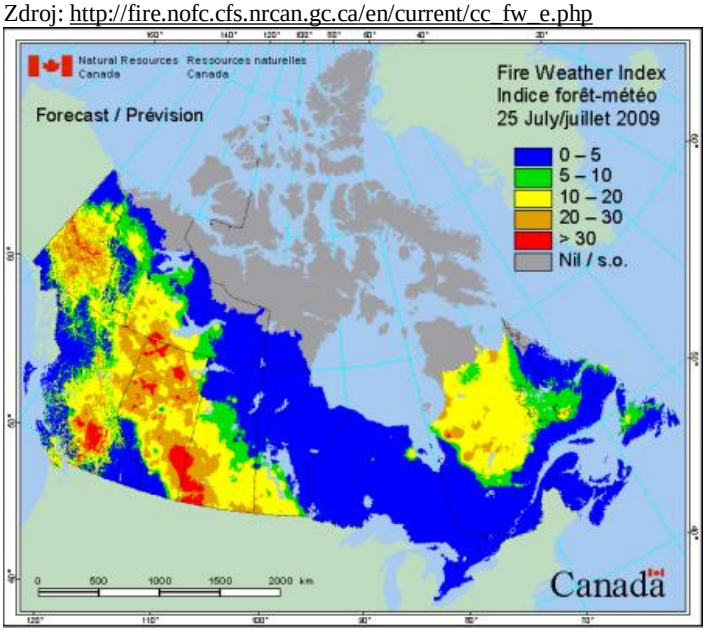
Tento systém slouží pro předpověď nebezpečí lesních požárů v Evropě, jak již bylo řečeno v kapitole 2.2.1. Ničivé požáry v Evropské unii. Systém byl zkušebně spuštěn od r. 2002 a od r. 2007 funguje vždy 6 měsíců v roce, tj. od 1. května do 31. října. Systém používá pro předpověď model Canadian Fire Weather Index (FWI), který byl testován během pěti let (2002 až 2007) a velmi se osvědčil. Předpovídá vždy na 1 až 6 dní dopředu a výsledek je zobrazen na mapách. Model používá předpovídaná data z Francie a Německa (Meteo-France a DWD). Prostorové rozlišení je 45 km u dat z Meteo-France a 36 km u DWD.

Tento systém je založen na aktivitách 24 států EU: Bulharsko, Chorvatsko, Kypr, Česká republika, Estonsko, Finsko, Francie, Německo, Řecko, Maďarsko, Itálie, Litva, Lotyšsko, Černá Hora, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Slovensko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Turecko a Velká Británie.

FWI se kromě Evropy používá i na severoamerickém kontinentu (Kanada i USA). V USA je možné ho použít v několika měřítkách (největší rozlišení je 25 km) a v různém časovém horizontu (od denního po měsíční či sezónní). FWI byl vyvinut na základě pozorování požárů za 50 let.

Canadian Fire Weather Index (FWI) je numerická hodnota intenzity nebezpečí požáru, která kombinuje několik dílčích indexů dohromady. Je vhodná a ověřená pro použití jako celkový index předpovídání nebezpečí požáru na lesních plochách. Index se skládá ze šesti dílčích komponent, které popisují vlhkost paliva (biomasy) a chování ohně.

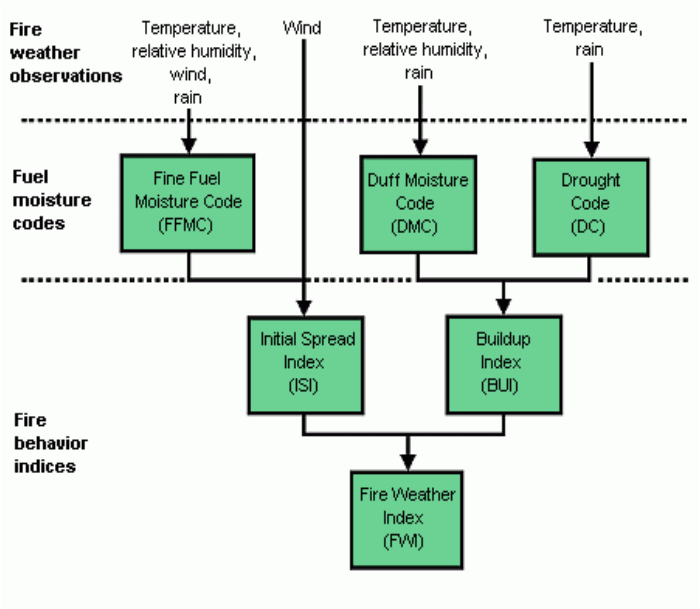
Obrázek 6: FWI v Kanadě 25.7.2009
Zdroj: http://fire.nofc.cfs.nrcan.gc.ca/en/current/cc_fw_e.php



Na obrázku 7 vidíme strukturu modelu FWI. První tři komponenty (FFMC, DMC a DC) určují vlhkost hrabanky, případně rašeliny a jiného paliva. Další komponenty (ISI a BUI) určují chování ohně, reprezentují hlavně rychlost šíření ohně a předpovídají plošné rozšíření požáru. Výpočty jednotlivých komponent jsou závislé na denních předpovídaných datech o teplotě, relativní vlhkosti, rychlosti větru a čtyřiadvacetihodinovém úhrnu srážek.

Z těchto komponent se počítá číselná hodnota relativního potencionálního rizika ničivých požárů. FFMC určuje aktuální míru hořlavosti materiálu (hrabanka, jiné palivo). DMC určuje míru hořlavosti rašeliny (v dostupné, mělké vrstvě) či jiných organických materiálů v hlubších vrstvách povrchu lesa (humus). DC určuje míru hořlavosti hluboké vrstvy organického materiálu v lese.

Obrázek 7: Struktura FWI
Zdroj: http://fire.nofc.cfs.nrcan.gc.ca/en/current/cc_fw_e.php



DC (drought code) je použitelný jako dobrý indikátor dlouhodobého sucha. ISI určuje možnost a rychlost šíření požárů. Počítá se pomocí FFMC a hodnot větru, ale nepočítá s vlivem paliva k hoření. BUI určuje množství paliva dostupného k hoření. FWI je tedy syntézou výše uvedených komponent, která se počítá ze vstupních dat o počasí a zahrnuje také údaje o nadmořské výšce. Výstupy se zpracovávají pomocí GIS software do map. Vstupní data jsou zpracována metodou IDW interpolace do gridů a hodnoty jsou opraveny o nadmořskou výšku. V Kanadě není určeno datum spuštění systému, ale systém začíná pracovat za několika možných podmínek, které závisí na přítomnosti sněhové pokrývky v daném území. Existuje více možností, kdy je systém spuštěn, ale vždy tak, aby ve chvíli, kdy je reálné nebezpečí požárů, systém již pracoval.

FWI nabývá hodnot od 0 do 100, s podmínkou, že pokud je hodnota vyšší než 100, tak se považuje za rovnou 100. FWI má pět kategorií nebezpečí požáru, které jsou zobrazeny barevnou škálou, ale v kanadském pojetí nejsou stupně nebezpečí pojmenované.

Index FWI původně sestrojit M. A. Fosberg v r. 1978, od té doby index prošel úpravami a posunuly se také kritické hodnoty pro vznik požáru. Původní kritická hodnota byla 50, nyní je 30. Původní Fosbergův vzorec je: $FWI = (1+W^2)^{1/2}(1-2a+1.5a^2-.5a^3)/3002$ kde:

W = rychlost větru (v mílích za hodinu v 10 m nad povrchem)

R = relativní vlhkost (v procentech 2 metry nad povrchem)

T = teplota (ve stupních Fahrenheita 2 metry nad povrchem)

a = m/30

m = 0.03229+0.281073R -0.000578RT R<10%

m = 2.22749+0.160107R -0.014784T 10%<R<50%

m = 21.0606+0.005565R2 -0.00035RT-0.483199R 50%<R

FWI závisí na jednotlivých veličinách rozdílně, zatímco FWI se stoupající teplotou roste jen mírně, tak se stoupající relativní vlhkostí či rychlostí větru roste hodnota FWI rychleji. Dá se říci, že hodnota FWI (nebezpečí požárů) je nejvyšší za větrného, relativně suchého a pokud možno i teplého počasí. Na rozdíl od podmínek v ČR mluvíme o ničivých požárech, což znamená, že jsou větší než 400 ha spálené plochy a také jsou rozdílné podmínky pro vznik požáru (hlavně hustota zalidnění). Například v Kanadě je příčinou lesního požáru v 45 % zapálení bleskem, jehož následkem shoří 81 % celkové spálené plochy.

2.5.2. Forest fire hazard model definition for local land use

Tento model je dobře použitelný pro předpovídání požáru malého měřítka a byl zkonstruován v Toskánsku v Itálii. Model rozděluje parametry na územní a meteorologické a vyčísluje vždy hodnotu jednotlivého parametru, sloučením těchto parametrů vzniká Konečný Index rizika požáru (Final Fire Hazard Index – FHI). Parametry jsou předně rozděleny na statické a dynamické. Statické riziko požárů shrnuje všechny faktory, které jsou neměnné nebo jen velmi málo proměnné a zahrnují přírodní rysy jako morfologie (sklon a orientace svahu), land use (využití země), přírodní pokryv a infrastruktura (síť silnic a zalidnění). Parametr sklon svahu předpokládá zvyšující se riziko vzniku požáru se vzrůstající svažitostí ze dvou důvodů. Pokud hoří na svahu, tak se výše položené svahy snáze vysušují a pak lépe hoří. Dále více sklonitý svah si hůře uchovává vodní zásobu v půdě. Parametr orientace svahu souvisí se slunečním zářením a tudíž teplotou, jižní svahy mají vždy větší přísun solární energie. Ve statickém riziku požáru má o něco vyšší váhu faktor svažitosti než orientace svahu. Přírodní pokryv se vyjadřuje pomocí fenologických fází vegetace, ale nezahrnuje dynamické složky vegetace (obsah vlhkosti). Parametr infrastruktury zahrnuje hustotu silniční sítě a vzdálenost od sídel. Dynamické riziko požárů vyjadřuje parametry s proměnlivou hodnotou v krátkém čase a zahrnuje dvě složky: klimatickou a mikroklimatickou a vegetační (podmínky k hoření). Jako meteorologické

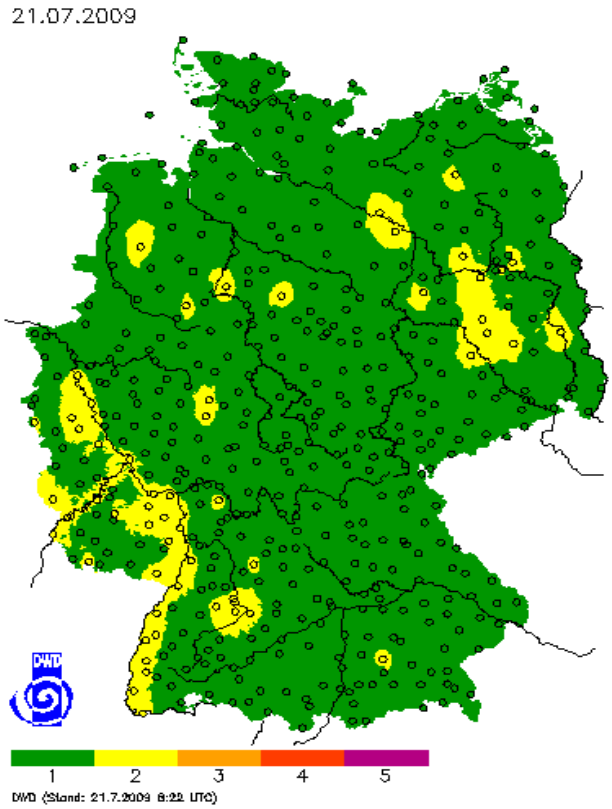
faktory jsou použity: teplota, srážky, počet dní od posledního deště a sluneční záření. V dalším vývoji modelu se počítá také s integrací relativní vlhkosti, vlhkosti půdy a vegetace.

Všechny výstupy jsou zpracovány do topografických map rastrového formátu. Na zkoumaném území je přibližně 90 % požárů založeno člověkem, což přibližně odpovídá i našim podmínkám. FHI má pět úrovní nebezpečí požáru. Vstupními parametry modelů jsou také digitální model terénu, regionální seznam lesů (klasifikováno na základě mapování CORINE – třídy krajinného pokryvu), infrastruktura a meteorologické parametry vycházející ze sítě regionálních meteorologických stanic.

Tento model byl však teprve od léta r. 2007 ve zkušebním provozu a zatím nejsou známy výsledky úspěšnosti modelu.

2.5.3. The European Fire in Nature Conservation Network (EFNCN)

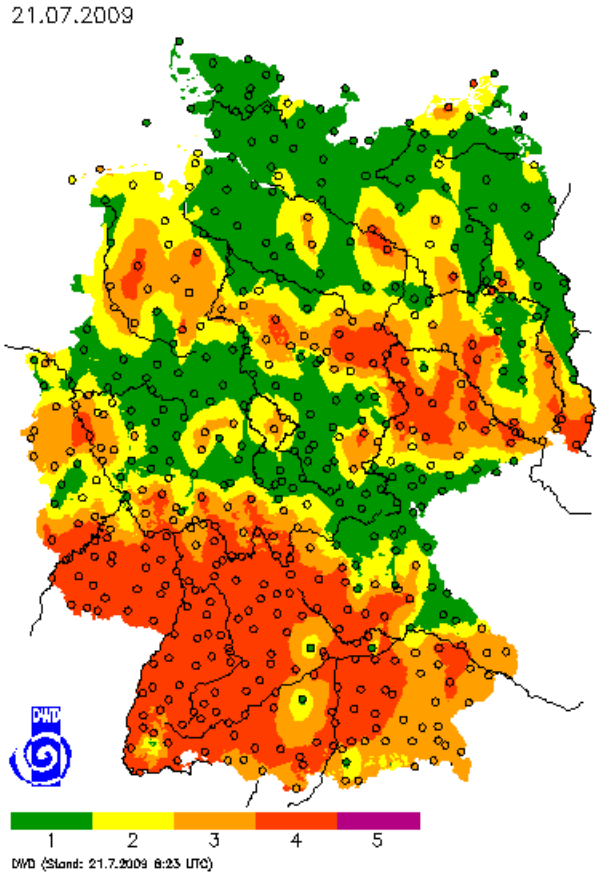
Obrázek 8: M-68 Forest Fire Danger Index Forecast z 21.7.2009
Zdroj: http://www.bkg.bund.de



Tento systém funguje také v Evropě pod záštitou GFMC (kapitola 2.1.2. Světové centrum pro monitoring požárů a řídí výzkum v oblasti přírodních požárů na Institutu Maxe Plancka pod Freiburgskou univerzitou. Tato instituce rozlišuje lesní a travní požáry, pro předpověď lesních požárů používá model M-68 Forest Fire Danger Index Forecast, který je spuštěn od 1. března do 31. října v Německu.

Index má také pět stupňů intenzity nebezpečí požáru (velmi nízké, nízké, mírné, vysoké a velmi vysoké nebezpečí), které jsou barevně rozlišeny dle legendy v obrázku 8. Jako vstupní hodnoty jsou použity meteorologické parametry: teplota vzduchu, relativní vlhkost a rychlost větru měřené ve 12 hodin v poledne a čtyřiadvacetihodinový úhrn srážek (nebo v jarním období výška sněhové pokrývky). Dalšími vstupními parametry jsou fenologické faktory: lesní vegetace (tráva, hrabanka), plocha korun stromů v lese a druh lesa. Podle fenologických faktorů se lesy dělí do tří skupin, dle jejich náchylnosti k hoření. Pro travní požáry je používán Grassland Fire Index, který je zatím prototypem. Tento index slouží pro předpověď požárů na otevřených, nezastíněných površích se suchou trávou.

Obrázek 9: Grassland Fire Index z 21.7.2009
Zdroj: http://www.bkg.bund.de



Současná verze (jež se stále vyvíjí) pracuje s meteorologickými hodnotami přibližně z 200 stanic, které automaticky posílají hodinová data, ale pro index jsou využity jen hodnoty měřené ve 12 hodin v poledne. Stejně jako předchozí index i tento má pět stupňů nebezpečí požáru se stejným slovním i barevným vyjádřením. Tento model na rozdíl od předchozího počítá se zásobou vody v půdním horizontu, zadržováním srážek v půdě nebo ve sněhové pokrývce, a také půdní vlhkostí. Vysoká vlhkost vrchního půdního horizontu a nízká rychlost větru velmi snižuje nebezpečí požáru. V porovnání s M-68 Forest Fire Danger Index Forecast vykazuje tento index vždy vyšší hodnoty, protože na otevřeném povrchu má radiace a vítr větší vliv na evaporaci (vypařování), což znamená více odumřelé biomasy, která samozřejmě lépe hoří. Většinou vykazuje tento index o tři stupně větší nebezpečí požáru. Data z obou modelů jsou vždy denně zobrazována ve všech německých městech.

Tento systém popisuji co nejpodrobněji proto, že model M-68 Forest Fire Danger Index Forecast je zřejmě dle ústního sdělení Dr. Možného podkladem pro systém používaný v České republice, který bude předmětem následující kapitoly.

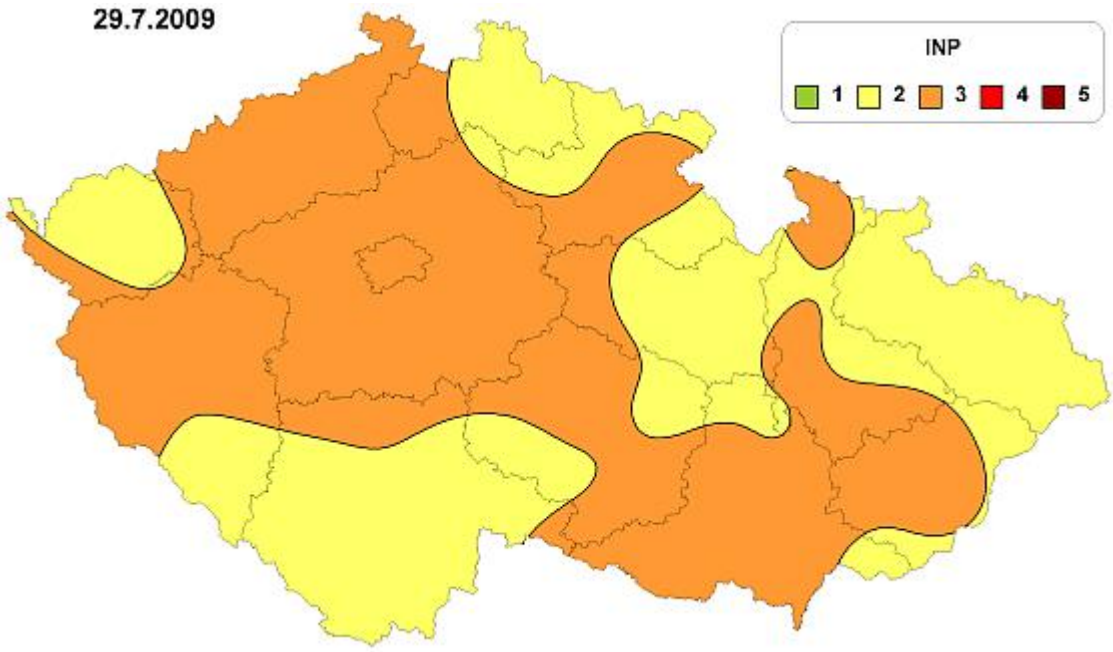
2.5.4. Index nebezpečí požárů na území ČR

Index nebezpečí požárů popisuje nebezpečí požárů pro otevřenou krajinu pokrytou vegetací od r. 2006. Ačkoli by tato kapitola měla být hodně obsáhlá, bohužel pro nedostatek publikovaných informací nebude. Index nebezpečí požárů **(INP)** vydává Dr. Ing. Martin Možný z observatoře Doksany v rámci ČHMÚ (Český Hydrometeorologický ústav). Observatoř Doksany zahájila svoji činnost v roce 1950 jako specializované pracoviště ČHMÚ pro agrometeorologii a fenologii.

Bohužel dle ústního sdělení Dr. Ing. Možného neexistuje žádná publikace ani článek, který by popisoval tento index a jeho konstrukci, pouze popis a výsledný produkt na internetových stánkách ČHMÚ (www.chmi.cz): „V observatoři je vyvíjen model výstrahy před požáry na základě hodnocení povětrnostních podmínek, vymezující 5 úrovní nebezpečí: 1 - velmi nízké, 2 – nízké, 3 – střední (hrozí nebezpečí požárů o rozloze desítek m^2, s dobou trvání řádově v hodinách), 4 – vysoké (hrozí nebezpečí požárů o rozloze stovek m^2, s dobou trvání řádově v desítkách hodin) a 5 – velmi vysoké

(hrozí nebezpečí požárů o rozloze několika ha, s několikadenní dobou trvání; doporučení: důrazně nedoporučujeme rozdělávat oheň na volném prostranství či v přírodě, dbát zvýšené pozornosti především v těžko přístupných oblastech a v lesích). Vstupními daty do modelu jsou naměřené údaje ze sítě stanic ČHMÚ a předpovězené hodnoty modelem ALADIN. V průběhu zpracování model počítá vlhkosti půdy pro svrchní profil, ovlhnutí povrchu a rychlost šíření požárů. Výstupy modelu INP se používají v Systému integrované výstražné služby. Aktualizace map se provádí každý den do 8.30 hod.“

Obrázek 10: Index nebezpečí požáru z 29.7.2009
Zdroj: www.chmi.cz



Dle ústního sdělení Dr. Ing. Možného mohu přidat ještě několik informací. „Model počítá vlhkost povrchu půdy (0 až 10cm pod povrchem). Index se skládá z několika faktorů: podmínky pro šíření ohně (vítr, relativní vlhkost a výpar), fenologické faktory (dostatek paliva) a lidský faktor (víkend, svátky, prázdniny, houby). INP používá vstupy z přibližně 50 stanic sítě ČHMÚ.“ Index je vydáván od 1.4. do 31.10.

Pokud se zaměříme na zjištěné informace, tak mě zaujaly především tři podstatné body a to, že výstraha je aktualizována až v daný den (v 8:30), že „vstupními daty do modelu jsou naměřené údaje ze sítě stanic ČHMÚ a předpovězené hodnoty modelem ALADIN“ a že jeho vydávání začíná až 1.4. Z toho všeho mi vyplývá, že tento model může předpovídat pouze na daný den a nikoli několik dní dopředu. Samozřejmě riziko vzniku požáru je poměrně specifický jev a nelze předpokládat jeho dobrou předpověď na týden dopředu, ale minimálně dva dny předem mi to přijde nutností. Je možné, že mám jen špatné informace a INP je některým institucím podáván s předstihem, ale pokud by takové informace byly k dispozici, proč by nebyly uveřejněny na internetových stánkách ČHMÚ? Jak můžou

příslušné orgány (Lesy ČR – hlídková činnost, letecká služba, či místní úřady – zákaz vstupu do lesa) reagovat na toto riziko s předstihem, když informace o možném riziku chybí? Tyto otázky mě vedou k zamyšlení, jestli je tento model skutečně vhodný pro použití v ČR. Dalším problémem je nepředpovídání v březnu, vždyť dle kapitoly 4.3. Data o požárech je březen na území přiřazeném stanici Tušimice průměrně 3. v pořadí počtu požárů za měsíc, na horském území stanic Měděnec a Nová Ves je průměrný počet požárů srovnatelný s měsíci září a červen. Ale dle ústního sdělení model INP pracuje pořád (celoročně), jen mapa je vydávána pouze od 1.4.

Měřeným údajem je nepochybně vlhkost půdy pod travnatým povrchem ve vrstvě 0 – 10 cm. ČHMÚ disponuje soustavnou řadou měření půdní vlhkosti pouze v observatoři Doksany, která byla zahájena již v r. 1970 (měření byla prováděna jen ve vegetačním období). Od r. 1991 zde bylo měření zautomatizováno s využitím snímačů VIRRIB a po r. 1998 bylo toto měření s využitím know-how Doksan postupně zaváděno na dalších stanicích ČHMÚ, v současné době se jedná již o 35 stanic. Pokud bychom vycházeli z těchto informací, pak by jedna naměřená hodnota vlhkosti půdy reprezentovala více jak 2000 km^2 našeho území. Moje spekulace o vhodnosti tohoto modelu vyplývají z nedostatku informací. Možná se jedná o model maximálně vhodný pro naše území, ale vzhledem k tomu, že nebyl publikován žádný zdroj informací ani přibližná procentuální úspěšnost modelu, mám právo na své pochybnosti a snahu o vlastní pojetí předpovědi rizika požáru na našem území.

Dále je určitě vhodné zmínit informace o výše uvedeném modelu pro předpověď počasí ALADIN. Dle ČHMÚ: „Model ALADIN (Aire Limitée, Adaptation Dynamique, Development International) je numerický předpovědní model počasí na omezené oblasti, určený pro krátkodobou předpověď (dva dny) atmosférických procesů v mezo-beta měřítku (řádově s rozměrem 10 km). Původně byl koncipován jako dynamická adaptace výsledků předpovědi globálního modelu ARPEGE na vyšší rozlišení, při kterém dochází jednak ke zpřesnění popisu intenzivních atmosférických procesů s velkou prostorovou proměnlivostí, jednak procesů vázaných na detailní popis parametrů zemského povrchu (výška terénu, půdní a vegetační parametry apod.). V posledních letech jsou v modelu rovněž intenzivně vyvíjeny metody zpřesnění počátečních podmínek jak asimilací pozorování (třídimensionální variační asimilace dat), tak sofistikovanou kombinací globální analýzy a simulace mezoměřítkových struktur (metody míchání - blending). ALADIN je založen na systému základních rovnic řešených spektrální metodou na omezené oblasti semi-implicitním semi-lagrangeovským schématem. Integrační oblast modelu je vytyčena na mapě v konformní projekci, ve vertikále je použit hybridní souřadnicový systém. Procesy, které nejsou popisovány základním dynamickým jádrem modelu, jsou simulovány v soustavě fyzikálních parametrizací.

Model je vyvíjen od roku 1991 v mezinárodní spolupráci vedené francouzskou povětrnostní službou Météo-France. Do současnosti se do vývoje zapojilo celkem patnáct evropských a afrických států. Model je v rutinním provozu v řadě členských zemí konsorcia ALADIN a jeho vývoj probíhá v rámci řady národních a evropských projektů. V současné době byl zahájen v rámci projektu ALADIN 2 vývoj nové generace modelu pro předpovídání v mezo-gamma měřítku (s prostorovým

krokem okolo 2km) AROME, určeného k operativnímu provozu okolo roku 2008-2010, jakož i inovované verze modelu pro předpovídání v mezo-beta měřítku (ALARO) - nástupce ALADINa pro příští desetiletí.“

Systém integrované výstražné služby (SIVS) provozovaný ČHMÚ slouží k vyhodnocení meteorologických a hydrologických dat, informací a prognózních materiálů, vydávání a rozšiřování výstražných informací. Ke každému jevu je na základě jeho intenzity vydán stupeň nebezpečí. V rámci SIVS může být výstražná informace vydána na celkem 26 nebezpečných jevů, rozdělených do 7 skupin: teplotní a vlhkostní podmínky, vítr, sněhové srážky a sněhové jevy spojené se zesíleným větrem, námrazové jevy, bouřky s doprovodnými jevy, dešťové srážky, povodňové jevy.

INP patří do skupiny teplotní a vlhkostní podmínky a výstraha je vydávána při 4. či 5. stupni INP (vysoké a velmi vysoké nebezpečí). Dříve se výstrahy na nebezpečí požárů vydávaly, pokud byla průměrná denní teplota několik dní po sobě větší než 25°C.

2.5.5. Detekce lesních požárů

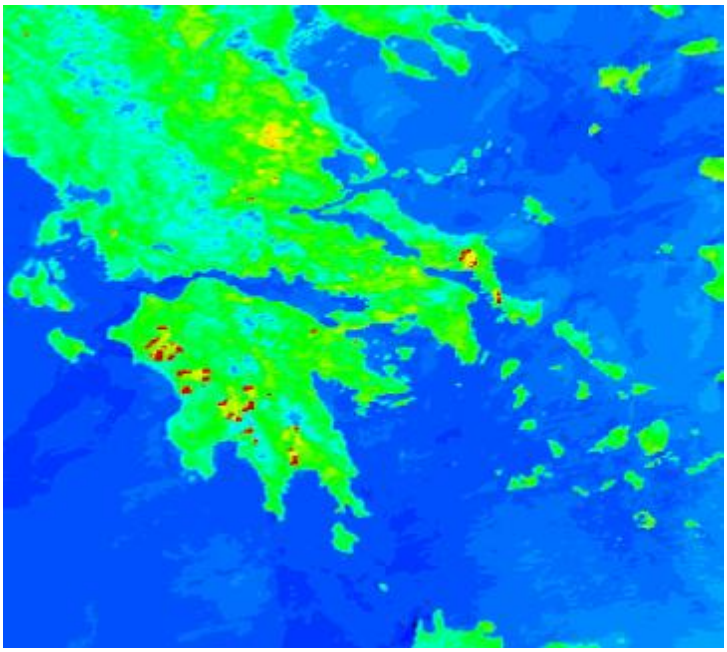
Stále více vědců se zabývá možností detekovat již vzniklé požáry. Díky včasné detekci a lokalizaci se zamezí rozšíření požáru, protože malý oheň se samozřejmě lépe likviduje. Nejčastěji se používá dálkový průzkum Země, tj. využití umělých družic Země. Pro předpověď požárů je možné také ze satelitních snímků družic určit území aktuálně náchylná k požáru. Satelitní snímky takto mohou pomoci při výběru strategie hašení požáru a zjištění jeho rozsahu. Zároveň je nutné říct, že tento způsob může detekovat pouze požáry velkého měřítka a zaměřuje se především na požáry probíhající v rozsáhlých neobydlených oblastech, neboť v místech s vysokou hustotou obyvatelstva jsou požáry zpravidla detekovány mnohem dříve, než je možné je zaznamenat družicemi na oběžné dráze Země.

Tímto problémem se také zabývali na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie Přírodovědecké fakulty UK v Praze, konkrétně Ing. Eva Štefanová, Ph.D. testovala metodu zvanou Hotspots and NDVI Differencing Synergy (HANDS), která kombinuje metody založené na vyhledávání míst s abnormálně vysokou teplotou s metodami založenými na hodnocení změn vegetačního pokryvu v důsledku požáru. Dle Štefanové (2009): „Detekční algoritmus HANDS byl prakticky aplikován na vybrané lesní požáry v Řecku (srpen 2007) a Kalifornii (říjen 2007), a také na území České republiky (duben 1996). Zpracování dat mělo charakter radiometrických a geometrických korekcí družicových snímku, na něž navazovala tvorba a následná aplikace interaktivního modelu v prostředí GIS, pomocí kterého byly realizovány jednotlivé kroky detekčního algoritmu HANDS.“

Za požáry velkého měřítka se dle evropských kritérií považují lesní požáry o ploše 1 km2 a více, dle amerických kritérií o ploše více než 4 km2. Jedná se tedy o požáry, které nejsou tak časté, ale mají na svědomí velkou část škod způsobenou lesními požáry. Nejdále ve výzkumu jsou země, kterých se lesní požáry nejvíce týkají (Řecko, Španělsko, USA a Kanada). Tyto detekční metody jsou

založeny na dvou základních projevech lesních požárů a to vysoké povrchové teplotě a poškození vegetace. Bližší přiblížení problému dle Štefanové (2009): „V prvním případě je možné v místě požáru detekovat abnormální množství tepelné energie, vyzařované zemským povrchem, jenž se v družicovém snímku (pořízeném ve vhodném spektrálním pásmu) projevuje přítomností tzv. hotspots. Teplota hořící vegetace je zpravidla cca 800 K. Podle Planckova zákona vyzařování odpovídá této teplotě maximum vyzařování na vlnové délce okolo 3,7 µm, což je zároveň vlnová délka, v níž je zemský povrch snímán radiometrem AVHRR (spektrální kanál 3B), umístěným na družicích NOAA a MetOp.“ Vzhledem k tomu, že tento radiometr není původně určen pro detekci požárů, jsou kromě skutečných požárů detekována i jiná místa – sluncem rozpálené plochy, vysoce odrazivá oblačnost, ale pomocí dalších spektrálních kanálů je možné tato falešná místa odstranit. Detekce poškození vegetace je založeno na vyhodnocení změn normalizovaného vegetačního indexu (NDVI). Pokud je povrch pokryt hustou vegetací, je NDVI vysoký, následkem požáru se však jeho hodnota velmi snižuje. Výhoda této metody je v jednoduchosti a snadnosti výpočtu.

Obrázek 11: Hotspots na družicovém snímku pořízený družicí NOAA z 26.8.2007
Zdroj: Štefanová (2009)



Starší metody vždy pracovaly jen s jedním druhem projevu (změna NDVI nebo hotspots). Algoritmus je založen na principu řetězce na sebe navazujících podmínek a teprve po splnění všech podmínek je možné dané místo určit jako aktivní požár. Model byl aplikován na požáry v Řecku, v Kalifornii a České republice. Uvedená metoda velmi dobře detekuje požáry velkého měřítka. Hodnoty NDVI můžou být značně zkresleny oblaky kouře. Možnost aplikace této detekční metody na požáry v ČR se ukázala jako velmi nevhodná, protože na našem území nevznikají požáry velkého měřítka. Požáry malého měřítka jsou chybně klasifikovány jako falešné hotspots, protože při nich nedochází k viditelné změně NDVI (chybí dostatečné poškození vegetace). Ani větší požáry na území ČR nemůžou být detekovány, protože na změnu NDVI musí být odpovídající shořelá plocha. Paradoxně na našem území (díky vysoké hustotě zalidnění) dojde k uhašení požáru dřív, než je možné ho touto metodou detekovat.

2.5.6. Detekce lesních požárů v ČR

V současné době cílená detekce požárů probíhá především pomocí letecké služby a hlídek konajících pochůzky v lesích za velmi vysokého rizika vzniku požárů. Další možností detekce požárů je tzv. Fire Watch. Lesy ČR zkoušejí nové možnosti v zabezpečení lesních porostů proti požárům. Je znám monitorovací systém, který je schopen zjišťovat požár v jeho počáteční fázi, kdy je hasební zásah nejsnadnější a škody nejnižší. Systém se jmenuje FIRE WATCH a Lesy ČR podnikají přípravné kroky k jeho zkušebnímu provozu v oblasti vymezené Teplicemi a Libercem, která byla vybrána z důvodu častého vzniku požárů lesa. Pokud se systém osvědčí, bude použit k pokrytí státních lesů v celé České republice. Systém funguje takto: na věži je umístěn otáčející se snímač, který je schopen monitorovat území o poloměru cca 20 km. Signál ze 3–5 snímačů je veden na pracoviště, kde obsluha na monitoru vyhledává vznik kouře. Místu, kde byl kouř zaznamenán, systém automaticky přiděluje zeměpisné souřadnice a vyznačuje ho na mapě, přičemž stálé zdroje kouře může obsluha ze sledování vyřadit. V případě zjištění kouře obsluha provede předem připravená opatření, počínající ověřením místa předpokládaného vzniku a končící hašením požáru.

Systém, který vznikl v Německu, používá od roku 2000 tamní lesní správa Brandenburg. Lesní správa hospodaří v oblasti s písčitým podložím, kde jsou z důvodu rychlého odtoku povrchové vody lesní porosty náchylné ke vzniku požárů. Požární ochranu zde v minulosti řešili hlídkováním zaměstnanců ze speciálně vybudovaných věží. V současné době jsou na věžích umístěny snímače FIRE WATCH, díky kterým podle údajů lesní správy poklesly škody způsobené požárem na 15 % původního rozsahu.

2.6. Sucho

Tomuto tématu jsem se rozhodla věnovat samostatnou kapitolu, protože výskyt lesních požárů je s touto tématikou velmi spjatý. Můj přehled o této problematice však bude velmi stručný, přestože o tomto tématu by se dal napsat stoh knih a ještě by nebyl obsažen celý problém. Sucho je často velmi podceňovaný jev. Když jsou dopady sucha zřejmé, je pozdě na jakoukoli reakci, jež by mohla zmírnit následky.

Dle Meteorologického slovníku výkladového a terminologického (1993) je sucho „neurčitý, avšak v meteorologii (i odborné praxi) často užívaný pojem, znamenající v zásadě nedostatek vody v půdě, rostlinách, nebo i v atmosféře. Jednotná kriteria pro kvantitativní vymezení sucha neexistují s ohledem na rozmanitá hlediska meteorologická, hydrologická, zemědělská, bioklimatologická a celou řadu dalších i s ohledem na škody v různých oblastech národního hospodářství.“ Pokud bychom se zaměřili na definici sucha, tak jich najdeme více než 150. Sucho ovlivňuje různé složky krajinné sféry. Neexistuje proto žádná univerzální a všeobecně uznávaná definice sucha. Autoři jednotlivých studií také nejsou jednotní ve vymezení druhů sucha. Dle Meteorologického slovníku výkladového a terminologického (1993), Bagara (2003) a Blinky (2009) můžeme vymezit tyto pojmy:

- **Sucho atmosférické** je sice nevhodný, ale často užívaný název pro sucho meteorologické. Termín zavedl W. Knochenhauer v r. 1937, jenž ho používal k vyjádření míry sucha v daném místě maximální denní teplotou vzduchu a poměrnou vlhkostí vzduchu podle odpoledního pozorování.
- **Sucho fyziologické** představuje nedostatek vody z hlediska potřeb jednotlivých druhů rostlin. Některé druhy půd, např. půdy rašelinné, jílovité, dále pak zmrzlá půda a jiné jsou někdy fyziologicky suché, i když přitom obsahují dostatečné množství půdní vody.
- **Sucho hydrologické** je sucho definované pro povrchové toky určitým počtem za sebou jdoucích dní, týdnů, měsíců i roků s výskytem relativně velmi nízkých průtoků vzhledem k dlouhodobým měsíčním či ročním normálům. Vyskytuje se zpravidla ke konci déle trvajícího období sucha, ve kterém nenapadaly kapalné, ani smíšené srážky. Obdobná kriteria lze použít i pro stavy hladin podzemních vod a vydatnost pramenů. Sucho hydrologické se často vlivem retardačních účinků vyskytuje i v době, kdy již meteorologické sucho dávno odeznělo. Naopak při výskytu meteorologického sucha se ještě vůbec nemusí projevovat sucho hydrologické.
- **Sucho meteorologické** je sucho definované nejčastěji časovými a prostorovými srážkovými poměry, např. výskytem suchého (časový úsek, v němž se nevyskytly žádné nebo se vyskytly jen nepatrné atmosférické srážky) nebo vyprahlého období (suché období delší než 20 dní). Vyjadřuje tedy jednu z primárních příčin sucha. Kromě množství a intenzity spadlých srážek vztažených k dlouhodobým srážkovým normálům pro dané místo a roční dobu, stanovili mnozí autoři různé definice sucha meteorologického v závislosti i na dalších meteorologických prvcích, a to hlavně na výparu, teplotě vzduchu, rychlosti větru, vlhkosti vzduchu aj., pomocí klimatologických indexů.
- **Sucho nahodilé** je nepravidelně se vyskytující období podnormálních srážek, trvající několik týdnů, měsíců i roků. Ve vegetačním období bývá srážkový deficit doprovázen často i nadnormálními teplotami, nižší poměrnou vlhkostí vzduchu, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Tyto meteorologické faktory mají pak za následek větší evapotranspiraci, čímž se dále zvyšuje nedostatek vody. Sucho nahodilé je velice nebezpečné právě svým neočekávaným a nepravidelným výskytem.

Dále můžeme vymezit ještě další druhy sucha, např. **sucho agronomické (zemědělské)**, jedná se o nedostatek vody v půdě, ovlivněný předchozím, nebo nadále trvajícím výskytem meteorologického sucha. Z dalších vlivů mají značný význam vlastnosti půdy, úroveň zemědělské techniky, která se v dané oblasti používá a celá řada dalších faktorů. Definice sucha agronomického je

velmi diskutovaným problémem, který předpokládá podrobnější znalosti z hydropedologie, rostlinné fyziologie, zemědělské ekonomiky, atd.

Meteorologické sucho ve smyslu nedostatku srážek je primární příčinou sucha. Kvůli nedostatku vody v půdě se postupně objevuje sucho agronomické. Pokud deficit srážek nadále pokračuje, vzniká hydrologické sucho, vztahující se k zásobám povrchových vod. Podzemní vody jsou obvykle ovlivněny naposled a jako poslední se také vracejí k normálu. Sucho se obvykle vysvětluje v daném regionu abnormálním charakterem atmosférické cirkulace, ve kterém převládají procesy subsidence (sesedání vzduchových hmot). Subsidenční procesy v oblasti vysokého tlaku vzduchu zabraňují výstupným pohybům vzduchu a tvorbě oblaků. Sucho je velmi specifický problém i z hlediska srážek, protože nezáleží pouze na celkovém úhrnu srážek, ale i na jejich intenzitě. Pokud jsou přívalové deště, tak se voda nestačí do půdy vsáknout a pouze odtéká po povrchu (překročení infiltrační rychlosti či kapacity), pro lesy jsou mnohem vhodnější mírnější, ale dlouhotrvající srážky. Takže některé roky mohou vykazovat nadprůměrný roční úhrn srážek, přesto mohlo v průběhu roku být větší sucho, než v letech s podprůměrným úhrnem. Samozřejmě je také důležité rozložení srážek během roku.

Blinka (2004) říká: „ Sucho řadíme mezi přírodní rizika. Liší se však od nich v několika směrech. Většina přírodních rizik vzniká velmi rychle (někdy úplně bez jakéhokoliv varování) a má rychlý průběh. Sucho se vyznačuje pomalým vznikem i vývojem, který trvá měsíce. Někdy se může vyskytovat v průběhu celé sezóny, roků a dokonce i dekád. Stanovení začátku a konce sucha je velmi obtížné a vyžaduje řadu meteorologických, ale také hydrologických proměnných. Efekty působení sucha mají kumulativní charakter, velikost intenzity sucha se zvyšuje s každým dalším dnem. S dopady po suchu se setkáváme ještě několik let po výskytu normálních dešťů.“ Dopady sucha jsou méně nápadné, ale postihují větší území než jiná přírodní rizika.

Sucho je přechodná anomálie počasí. Může se vyskytovat ve všech klimatických zónách či srážkových režimech, a tím se liší od pojmu **aridita**, což je trvalý znak klimatu.

Dle Blinky (2004) sucho můžeme hodnotit z prostorového (plošný rozsah) a časového hlediska (začátek, konec a délka trvání), určujeme také jeho intenzitu, která je závislá na vysoké teplotě, síle větru či nízké relativní vlhkosti. Obtížné je v některých případech rozhodnout, zda se sucho vyskytuje či nikoliv. Pro stanovení začátku, konce a intenzity sucha známe celou řadu objektivních metod (např. Metoda součtových řad). Do výpočtu indexů sucha vstupují různé faktory jako srážky, teplota, evapotranspirace, půdní vláha, odtok, zásoby sněhu a vody v řekách a nádržích apod. Existuje celá řada publikací, které se týkají problematiky přehledu a klasifikace metod hodnocení sucha. Nejpřehlednější je zejména publikace WMO s názvem Drought and Agriculture, kde v příloze nalezneme přehled definic sucha a s nimi souvisejících přístupů založených na meteorologických a hydrologických proměnných, charakteristikách půdní vláhy a rostlin. Publikace rozlišuje pět kategorií definic sucha podle vstupních parametrů: srážky (meteorologické sucho),

kombinace teploty a srážek (odhad evapotranspirace), kombinace půdní vláhy a rostlinných parametrů, klimatické indexy a odhady evapotranspirace a poslední kategorií jsou obecné definice.

Metod hodnocení sucha existuje mnoho, podle druhu sucha a podle přístupu jednotlivých autorů.

Nejpoužívanějším indexem je PDSI (Palmer Drought Severity Index), který sestrojil W.C. Palmer v 60. letech. Původně byl navržen jen pro zemědělství a řadíme ho mezi meteorologické indexy sucha. Je poměrně náročný na výpočet. Index vychází z rovnice vodní bilance a měří velikost zásob půdní vláhy, které jsou standardizovány, což umožňuje srovnání mezi různými místy a měsíci. Počítá se s využitím srážkových a teplotních dat, zahrnut je také obsah dosažitelné vody v půdě. Do výpočtu vstupují všechny členy rovnice vodní bilance jako jsou evapotranspirace, vsak a zásoby vody v půdě, odtok a výpar z povrchu. Palmer také odvodil kritéria, podle kterých lze určit začátek a konec sucha na základě PDSI. PDSI se počítá typicky pro měsíce, ve vegetačním období i pro jednotlivé týdny a je široce používán zejména pro vysokou úspěšnost při měření půdní vlhkosti.

H. R. Byun a D. A. Wilhite navrhli jiné indexy sucha, které se snaží řešit nedostatky současných metod hodnocení sucha. Denní úbytek vodních zdrojů reprezentuje efektivní srážka (EP), k jejímuž určení potřebujeme pouze denní průměry srážek na stanici. Úbytek vodních zásob v čase vyjadřuje časově závislá redukční funkce, z níž odhadujeme aktuální vodní deficit. Z EP vychází řada dalších indexů, které dovolují stanovit délku a intenzitu sucha, akumulovaný srážkový deficit (odchylku od normálu), srážku nutnou pro návrat k normálu a standardizovaný index intenzity sucha (srovnání mezi různými místy). Rovnice efektivní srážky vychází z úvahy, že srážka je přidána k celkovým zásobám vody a její způsob vážení je závislý na čase, který uběhl od jejího výskytu (počet dní, které uplynuly od výskytu srážky). Kromě této rovnice lze úbytek vodních zdrojů v čase vyjádřit také dalšími rovnicemi, ale výběr nejlepší rovnice však nadále zůstává nevyřešeným problémem, protože zde vystupuje velmi mnoho parametrů (topografie, vlastnosti půdy, schopnost zadržovat vodu ve vodních nádržích, teplota a vlhkost vzduchu, rychlost větru a další). Všechny zmiňované faktory ovlivňují úbytek vody v přírodě odtokem a evapotranspirací. Modifikaci této metody jsem použila pro zpracování dat o srážkách, více je uvedeno v kapitole 4.5.2. Metoda efektivní srážky.

Další možností je využití metody součtových řad, jejíž popis je v kapitole 4.5.1. Metoda součtových řad. Více o metodách hodnocení sucha najdeme například v Blinka (2009).

2.7. Lesní požáry a globální oteplování

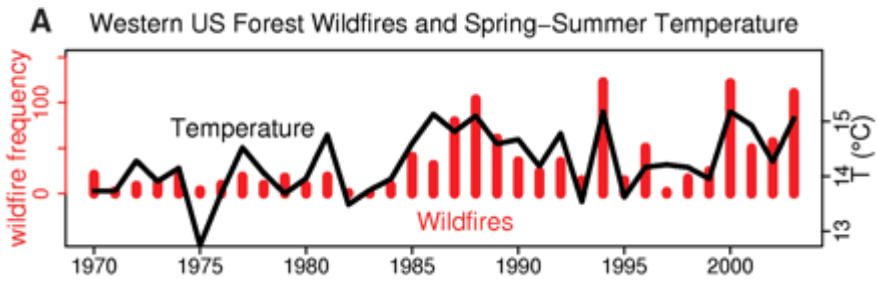
Globální oteplování je oblast zájmu, kterou nelze v mé diplomové práci opominout. Globálnímu oteplování je přičítána řada fenoménů, jež současnému lidstvu komplikují život. Kromě tání polárních i vysokohorských ledovců nebo zvětšování pouští bývá oteplování pozemského klimatu spojováno se šířením některých infekčních chorob nebo narůstáním hrozby extrémně silných hurikánů.

Souvislostí lesních požárů a globálního oteplování se v posledních letech zabývá velký počet vědců, hlavně ze zemí, kterých se to nejvíce týká, tj. USA, Rusko a Austrálie. Uvedu dále i názory na vývoj požárů v souvislosti s globálním oteplováním v Evropě.

Studie (WESTERLING, A. L. ; HIDALGO, H. G. (2006)) amerických vědců zveřejněná také ve vědeckém časopise Science spojuje globální oteplování s nárůstem četnosti i síly lesních požárů. Do ovzduší se při nich uvolňuje stále více oxidu uhličitého, který dále zesiluje skleníkový efekt. Horské lesy se tak ocitají v „začarovaném ohnivém kruhu“. V horských oblastech oteplování vede k časnějšímu tání zimních zásob sněhu a rychlému vysychání lesů, které se v létě mění na zápalnou bombu plnou suchého dřeva.

Analýze bylo podrobeno celkem 1.166 požárů, které se vyskytly v posledních 34 letech na západě USA a postihly porosty na ploše větší než 400 hektarů. Za tuto dobu se prodloužila sezóna lesních požárů o 78 dnů. Narostla také průměrná délka trvání jednotlivých požárů. Dříve trval velký lesní požár asi týden, dnes je to v průměru 37,1 dne.

Obrázek 12: Roční frekvence velkých lesních požárů (nad 400 ha) a průměrné teploty od března do srpna na západě USA
Zdroj: WESTERLING, A. L. ; HIDALGO, H. G. (2006)



Příčinu tohoto dramatického posunu vidí autoři studie v narůstajících teplotách ovzduší, které se v pozorovaném období zvýšily o 0,9°C, což vede k uspíšenému tání sněhu na horách o 1 až 4 týdny. Sníh je v horských oblastech na západě USA hlavním zdrojem vody v krajině. Sněhová pokrývka chrání hory před požáry. Jakmile sníh roztaje a krajina vyschne, změní se suché lesy v zápalnou bombu. Pak stačí blesk, nebo lidská nedbalost při manipulaci s ohněm. Suché, horké a větrné počasí udrží požár při životě po dlouhé týdny.

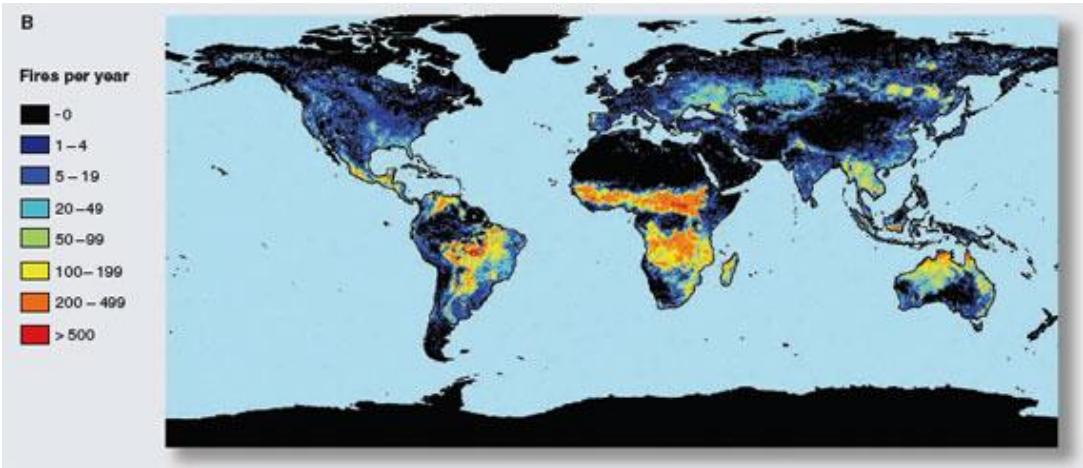
Velké ničivé lesní požáry jsou na západě USA celkem běžné. Lesní požáry do života lesa neodmyslitelně patří. Oheň je hlavním likvidátorem mrtvého dřeva. Bez přispění plamenů zůstává v suchých krajích mrtvá dřevní hmota v lesích neuvěřitelně dlouho. Kláda tu může ležet déle než sto let bez nejmenších známek rozkladu. Každoroční drobné požáry les přirozeně čistí, a proto preventivní ochrana před lesními požáry spočívá právě v drobných, kontrolovaných požárech. Čím déle se daří

nevpustit oheň do lesa, tím více mrtvého dřeva se v něm nahromadí, a tím větší požár hrozí. Procesy globálního oteplení riziko ještě dále zvyšují.

Lesní požáry už dnes roztáčejí začarovaný kruh. Každoročně se při nich uvolní do atmosféry 3,5 x 1015 g uhlíku ve formě oxidu uhličitého. To je asi 40% emisí uhlíku vzniklých při spalování fosilních paliv (jiní autoři uvádějí rozdílná čísla v rozpětí 20 až 50 %). Lesní požáry tak čím dál tím více přispívají k zesílení skleníkového efektu a globálnímu oteplování. Vzestup teplot naopak zvyšuje četnost i rozsah lesních požárů.

Podle studií H. Balztera (vedoucí katedry fyzické geografie na universitě v Leicasteru – UK), jež se zabývá především Sibiří, globální oteplování vysušuje močály, narušuje permafrost a způsobuje rozsáhlé požáry, během nichž je uvolňováno obrovské množství oxidu uhličitého. Od počátku 60. let se na Sibiři teplota zvýšila o 3°C. Kvůli oteplení se intenzita sibiřských požárů zvýšila za posledních 20 let přibližně desetinásobně. Během rekordních veder v roce 2003 shořelo na Sibiři téměř 22 miliónů hektarů lesa. V červnu r. 2003 zachytily americké družice v jediném okamžiku 157 lesních požárů na 11 miliónech hektarů. Vědec dokonce vyjádřil obavy, že v příštích letech by se požáry mohly úplně vymknout kontrole. Sibiřské lesy jsou největší souvislou lesní plochou na světě a mají zásadní význam pro celý klimatický systém. Nikde jinde na severní polokouli není ve dřevě vázáno tolik uhlíku. V tomto směru konkurují tajze pouze tropické deštné pralesy. Na Sibiři zakládají požáry často sami dřevorubci, protože na spáleništi se novým stromům daří a rychleji rostou. Na druhou stranu spotřebují stromy během delšího léta více oxidu uhličitého, který odnímají z ovzduší a po přeměně v organické látky jej ukládají do dřevní hmoty. Cyklus lesních požárů a následné obnovy je přirozený, avšak globální oteplování přirozenou rovnováhu narušuje, neboť jakmile se požáry vyskytují častěji, tak vegetace nemá čas vzrůst. Tím uniká do ovzduší více CO_2, než je systém schopný před dalšími požáry zpětně absorbovat.

Obrázek 13: Průměrný počet požárů za roky 2001 až 2006
Zdroj: BOWMAN, D.M.; BALCH, J.K.(2009)



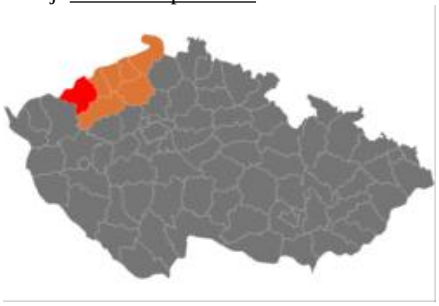
Studie Fire in the Earth System (BOWMAN, D.M.; BALCH, J.K.(2009)) upozorňuje na nutnost zahrnout velké lesní požáry do modelů globálního oteplování a přikládá jim nebývalý význam. Zpráva je určena především pro Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC). Bowman říká: „ Máme velké obavy z toho, že požáry nebyly odpovídajícím způsobem začleněny do klimatických modelů. Je pozoruhodné, že jev, který je nedílnou součástí krajiny, byl takto odsunut do pozadí.“ Zároveň také upozorňuje na roli požárů v boreální zóně, která je všeobecně podceňována. Studie také obsahuje několik map o lesních požárech, jedna z nich je na obrázku 13. Studie dále vyjasňuje souvislosti mezi lesními požáry a emisemi CO2 a dalších plynů (oxid dusný, metan), albedem (odrazivostí zemského povrchu) a uvolňováním aerosolů.

Poslední mnou uvedená studie se týká také střední Evropy, ale především změny výskytu, počtu a lokalizace požárů (KRAWCHUK, M.A. a kol. (2009)). Klimatologové z Mezivládního panelu pro klimatické změny (IPCC), který funguje při OSN, se shodují: „Vinou globálního oteplování budou plošné požáry čím dál tím častější. Změny klimatu se ale projeví i jinak. Mapa míst, kde se v plamenech ocitnou rozlehlé oblasti, se v budoucnu zásadně promění. K nově ohroženým regionům bude patřit i střední Evropa.“

Vědci z Kalifornské univerzity v Berkeley sestavili detailní mapu světa (obrázek 13), v níž jsou zakresleny plošné požáry z uplynulých několika let. S pomocí modelů a na základě dat evropského vesmírného úřadu ESA pak vypočítali, kde se bude oheň šířit v příštích desetiletích. Přestože bude záležet na mnoha regionálních proměnných, trend je podle nich jasný: zatímco v Austrálii, jižní Evropě či Amazonii se situace oproti dnešku zlepší, jinde riziko zničujících požárů naopak výrazně vzroste. Ve střední Evropě požáry umocní dostatek vegetace, ale i stále častější sucha a horka. S tvrzením, že se globální oteplování nadprůměrně projeví právě v zemích střední Evropy, přišli před časem i meteorologové z Německa. "Změna klimatu bude ve Spolkové republice v příštích desetiletích postupovat mnohem rychleji, než je celosvětový průměr," říká předseda Německé meteorologické společnosti (DMG) Herbert Fischer. V roce 2040 má být teplota ve střední Evropě v průměru o 1,7 stupně Celsia vyšší než v roce 1900. "Intenzivnější a častější vlny veder zvyšují i riziko lesních požárů," shodují se experti z Německa. Předpovědi pro sousední Německo jsou logicky platné i pro ČR.

3. Fyzicko-geografické podmínky okresu Chomutov

Obrázek 14: Lokalizace okresu Chomutov
Zdroj: www.wikipwdia.cz



Okres Chomutov je okresem v Ústeckém kraji. Jeho sídlem je město Chomutov. Rozloha okresu je 935,30 km², počet obyvatel je 125 231 osob (hustota zalidnění je 134 obyvatel na 1 km²). V okrese Chomutov je 44 obcí, z toho 8 měst. Sousedí s ústeckými okresy Most a Louny a karlovarským okresem Karlovy Vary. Jeho severozápadní hranice je státní hranicí s Německem. Z celkové plochy je 41,93 % zemědělských pozemků, kterou z 60,72 % tvoří orná půda (25,46 % rozlohy okresu). Dále 58,07 % jsou ostatní pozemky, z toho 63,41 % lesy (36,82 % rozlohy okresu). Svým charakterem patří mezi regiony průmyslově - zemědělské. Pro region jsou charakteristická tři hlavní územní pásma - horské, podhorské a nížinné. Tato pásma se od sebe výrazně odlišují. Na severu a severozápadě se nachází horské pásmo Krušných hor, jež prakticky vytváří státní hranici. Krušnohorská část Chomutovska je z hlediska životního prostředí charakteristická klasickým horským reliéfem, výskytem krystalických hornin a nízkobonitních půdních profilů, semihumidním klimatem, vodohospodářskou důležitostí, vysokou lesnatostí a extenzivním horským zemědělstvím. Rozsáhlá rašeliniště v okolí tohoto území jsou vybavena ekologicky významným biotopem a jsou součástí systému zvláště chráněných území. Významnou environmentální charakteristikou tohoto území jsou extrémně negativní ekologické zátěže minulých období způsobené průmyslovými emisemi, jejichž množství sice již dramaticky kleslo, avšak dosud je celorepublikově nejvyšší. Důsledkem je výrazná kontaminace půd a vod, s následným postižením lesních a zemědělských ekosystémů.

V podhorské části je soustředěna těžba surovin, výroba elektrické energie a rozhodující část společenské a technické infrastruktury. Je to část silně urbanizovaná se sídly městského charakteru. V jižní až jihovýchodní části regionu se nachází nížinná zóna s nadmořskou výškou od 260 do 400 metrů nad mořem, kde jsou vhodné podmínky pro zemědělskou činnost. Zemědělství je provozováno zhruba na 40 tisících hektarech zemědělské půdy. Oblast Podkrušnohoří a území na jihu regionu leží v takzvaném "dešťovém stínu" Krušných hor a Doupovských vrchů.

Přírodní poměry Chomutovska jsou pestré především díky velkému rozdílu v nadmořských výškách od 230 metrů nad mořem v údolí Ohře po vrcholky Krušných hor s nejvyšším bodem, vrcholem Macechy ve výšce 1113 metrů n.m.

3.1. Geologický vývoj Chomutovska a přilehlých oblastí

Základ geologické stavby Chomutovska byl položen v prvohorách, kdy v období karbonu a permu došlo k mohutnému variskému vrásnění spojenému s výstupy hlubinných i výlevných magmatických hornin a silnou přeměnou usazených a vulkanických hornin starohor a starších prvohor. Vlivem horkého podnebí karbonu a permu docházelo k rychlému zvětrávání okolních pohoří a vyplňování pánví usazeninami i organickým materiálem, který dal vzniknout dnešním černouhelným slojím.

Počátkem druhohor v triasu byl celý Český masív souší a panovalo zde horké pouštní klima. Na počátku jury začalo moře postupovat do vnitrozemí. Poté došlo vlivem mladokimerského vrásnění opět k vyzdvižení Českého masívu a moře se na jeho území vrátilo až v průběhu křídy. Tehdy se pobřeží nacházelo přibližně u Teplic a moře zaplavilo celou SV část bývalého krušnohorského variského pohoří. V průběhu křídy došlo k dalšímu vzestupu hladiny moře, které překonalo bariéru variských vulkanických hornin u Teplic a zaplavilo území budoucí chomutovské pánve a postoupilo až do oblasti Žatecka a Podbořanska.

V době starších třetihor byl celý Český masív souší a probíhalo zde intenzivní zvětrávání, při němž byla značná část druhohorních usazenin odplavena, nebo povětrnostními vlivy přeměněna. V českém masívu se alpínské vrásnění projevilo obnovením pohybů na starých variských zlomech i vznikem zlomů nových. V důsledku těchto pohybů započal vznik podkrušnohorské pánve. Zlomy pronikly do značných hloubek, čímž umožnily výstup vulkanických hornin v Českém středohoří a Doupovských horách. Příkladem vulkanické činnosti v Chomutově je Černý vrch. V některých místech pronikly vulkanické horniny i krystalickými břidlicemi bývalého variského pohoří. V poklesávající podkrušnohorské pánvi se usadila souvrství třetihorních písků a jílů. Zhruba v polovině mladších třetihor došlo ke značnému zpomalení poklesu pánve, čímž došlo k přerušení rychlého ukládání usazenin. To mělo za následek velmi dlouhé a pomalé ukládáni rostlinného materiálu v pánevních močálech, ze kterého později vznikla mocná hnědouhelná sloj. Koncem třetihor došlo k obnovení pohybů a do poklesávající pánve porušené mnoha zlomy přinášely řeky velké množství materiálu, který vytvořil mocné nadloží uhelné sloje. Několikrát došlo i k opakování vulkanické činnosti a na některých místech se pomalu začaly z původní roviny zvedat Krušné hory. Zajímavá byla v této době i říční síť, která se téměř celá sbíhala na území Žatecka, odkud zásobovala podkrušnohorskou pánev. Odtok z této oblasti nebyl jako dnes přes Ústí nad Labem a Děčín, ale přímo od Chomutova a Sokolova na SZ.

Čtvrtohory se vyznačují střídáním teplých a studených období a velkou intenzitou tektonických pohybů s převahou stoupání nad poklesy. V této době byla vyzdvižena okrajová pohoří Českého masivu, včetně Krušných hor a jeho geografie dostala přibližně dnešní podobu. Zdvih masivu krystalických břidlic chomutovské části Krušných hor probíhal podle zlomu (Krušnohorského) procházejícího jejich úpatím. Společně s masivem krystalických břidlic byly do vyšších poloh vyzdviženy také druhohorní a třetihorní pánevní usazeniny, jejichž pozůstatky jsou na některých

místech dodnes patrné (Kamenný vrch, Hradiště u Černovic). Porušena byla také uhelná sloj, která byla místy doslova vyvlečena na úpatí hor. Ukázkou eroze může být například Bezručovo údolí, které vyhloubila říčka Chomutovka na místě oslabeném zlomem. Přestože v období čtvrtohor značně převažoval odnos horninového materiálu nad jeho ukládáním, vznikly v údolích a říčních nivách polohy nových usazenin. Za další nově vzniklé útvary je možno považovat sutě na svazích hor, které v celé délce zakrývají Krušnohorský zlom.

3.2. Hydrologické charakteristiky okresu Chomutov

Systém vodních toků na Chomutovsku byl činností člověka v minulosti značně upraven. Zpočátku tomu bylo z důvodů vodohospodářských, později z důvodů ochrany povrchových hnědouhelných lomů a energetických důvodů. Dnes se tento vodní systém skládá ze čtyř povodí: Chomutovky, Bíliny, Ohře a Podkrušnohorského převaděče.

Chomutovka je říčka v severozápadních Čechách, levostranný přítok Ohře s charakteristikami povodí: délka toku 50,43 km, plocha povodí 185,7 km², průměrný průtok 1,02 m³/s, pramen pod Novoveským vrchem (Krušné hory) 863,32 m n. m., ústí do Ohře u Postoloprt 181,17 m n. m. Říčka pramení v rašeliništích na náhorní rovině v okolí Hory svatého Šebestiána a jako horský potok protéká přírodním parkem „Bezručovo údolí“ až na samotný okraj Chomutova. Nejvýznamnějšími přítoky jsou Křimovský potok a Kamenička, na kterých byly vybudovány přehrady. Poblíž soutoku stojí také vodárna zásobující oblast Chomutova pitnou vodou. Na okraji Chomutova se říčka Chomutovka kříží s akvaduktem Podkrušnohorského převaděče. Dále protéká centrem města a přes několik dalších obcí teče jako pomalá nížinná říčka směrem na jih, kde se poblíž Postoloprt vlévá do řeky Ohře.

Bílina vytéká z přehrady v Telčském údolí poblíž Jirkova, která byla vybudována na místě soutoku horských potoků jako zdroj pitné vody. Na okraji Jirkova se podobně jako říčka Chomutovka kříží s Podkrušnohorským převaděčem a regulovaným korytem odtéká do Kyjické přehrady. Z Kyjické přehrady je přes oblast dolů vedena několik kilometrů dlouhým potrubím až do správního území města Mostu. Jako říčka pak dále pokračuje až do Ústí nad Labem a vlévá se do Labe. Z důvodu ochrany povrchových hnědouhelných dolů byl v celé oblasti Chomutovska vybudován vodní systém odvádějící horské potoky úplně, nebo částečně mimo důlní území. Páteří celého systému je Podkrušnohorský převaděč, který umožňuje plynule rozdělovat vody horských potoků mezi jejich původními koryty a říčkami Chomutovkou a Bílinou. Prakticky celý průtok řeky byl dříve používán jako technologická voda v chemických závodech v Záluží u Litvínova. Vytékala jako chemický odpad, voda byla zcela bez života po celém toku a silně znečištěná fenoly a dalšími chemickými látkami. V 90. letech 20. století se situace radikálně zlepšila a dnes se do Bíliny vrací život a koryto se postupně pročišťuje. Průtok je také zvyšován Podkrušnohorským přivaděčem a Průmyslovým vodovodem Nechranice z řeky Ohře do Jirkova.

Ohře (německy Eger) je řeka na severozápadě České republiky s prameny v Německu. Je dlouhá 316 km (z toho 246,55 km v České republice). Povodí má rozlohu 5614 km² (z toho 4601,05 km² v České republice). Pramení v Bavorsku pod horou Schneeberg v přírodní rezervaci Smrčiny. Až do Kadaně protéká kopcovitou krajinou, po průtoku Nechranickou přehradou vytváří četné meandry. Vysoký průtok má na jaře. Průměrný průtok v ústí v Litoměřicích činí 37,94 m³/s. Celý dolní tok leží v oblasti, která má nejnižší hodnoty průměrných ročních srážkových úhrnů v Česku (méně než 500 mm). Využívá se na zavlažování a k zisku vodní energie. Na jejím toku je možno nalézt dvě přehradní nádrže: Skalka (postavena v letech 1962–1964 s celkovou plochou 378 ha) a Nechranice (postavena v letech 1961–1968 s celkovou plochou 1338 ha). Samotná řeka je zdrojem vody pro mnoho průmyslových areálů. Čerpací objekt pod Nechranickou přehradou odebírá vodu pro průmyslový vodovod Nechranice, ze kterého se napouští i budoucí jezero Most.

Podkrušnohorský přivaděč nebo Přivaděč Ohře–Bílina je vodní dílo, soustava vodních kanálů, potrubí a nádrží, které chrání podkrušnohorské povrchové doly před povodněmi z menších krušnohorských toků, zásobuje vodou z řeky Ohře průmysl v oblasti města Chomutov a celoročně přivádí dostatek vody do řeky Bíliny. Stavba přivaděče začala v roce 1957 a byla dokončena v roce 1982. Celé dílo o délce 33,8 km je rozprostřeno téměř od města Klášterec nad Ohří až za Jirkov. Vlastníkem a správcem přivaděče je Povodí Ohře, státní podnik. V Chomutově přivaděč přetéká po akvaduktu přes Chomutovku. Mezi Chomutovem a Jirkovem vede pod Březencem v podzemí a je na něm malá vodní elektrárna.

Liboc (německy Aubach) je pravostranný přítok Ohře s parametry: délka toku 47 km, plocha povodí 340,1 km², průměrný průtok u ústí 1,55 m³/s, pramen Doupovské hory 685 m n. m., ústí do Ohře 210 m n. m. Pramení v Doupovských horách ve slatinách pod vrchem Pilíř (760 m). Pramen se nachází ve vojenském prostoru Hradiště. V hlubokém údolí se nachází minerální pramen u vojenské kasárny Obrovice. Až do 20. let 20. století žily na horním toku říčky nad Pětipsy perlorodky, v současné době je Liboc z velké části upravena kamenným pohozem nebo rovnatinou s četnými jezy a stupni.

Přirozené vodní plochy na Chomutovsku prakticky neexistují. Převážná většina z nich vznikla činností člověka k vodohospodářským účelům, nebo v souvislosti s hornickou činností. Jako zdroje pitné vody na Chomutovsku slouží přehrady Křimovská, Kamenička a Jirkovská, které zároveň plní funkci ochrannou. Další vodní díla jako Zaječická přehrada a Újezd (Kyjická přehrada) slouží k regulaci toku Bíliny, Podkrušnohorského přivaděče a ochraně povrchových dolů.

Další vodní plochy vznikly zatopením, nebo umělým přehrazením povrchových lomů zbylých po dobývání surovin a na výchozech uhelné sloje. Hlubinná těžba uhlí a kamenečných břidlic po sobě zanechala rozsáhlá pokleslá území, která postupně zaplavila spodní voda. Další vodní plochou je unikátní Kamencové jezero vzniklé v poddolovaném území bývalého hlubinného kamencového dolu a dnes slouží k rekreaci a vodním sportům. Kamencové Jezero je jediné kamencové jezero na světě. Vzniklo zatopením dolů, v nichž se v letech 1558–1785 těžil kamenec a síra. Plocha jezera je 15,95 ha,

šířka je 240 m a délka 676 m, největší hloubka je 3,4 m. Složení vody vylučuje jakýkoliv organický život kromě prvoků. Lidskému zdraví je však tato voda velmi prospěšná. Na území Chomutova leží také Filipovi a Otvické rybníky sloužící k chovu ryb. Velký Otvický rybník slouží i k rekreaci. Na okraji Chomutovska leží největší vodní plocha celého regionu – Nechranická přehrada. Byla vybudována jako zdroj vody pro okolní tepelné elektrárny a ochranu níže ležících obcí a měst. Dnes slouží také k rekreaci, vodním sportům a chovu ryb.

Podle základní hydrogeologické mapy je mělký oběh **podzemní vody** na většině území Chomutovska vázaný na kvartérní kolektor fluviálních štěrků a písků würmského, risského, mindelského až günzského stáří s průlinovou propustností, s volnou hladinou podzemní vody. U vyšších terasových stupňů závisí zvodnění převážně na infiltraci srážek. Podzemní vodu lze také najít v terciérním – neogením kolektoru tvořeným limnickými sedimenty s puklinově propustnými kolektory v hnědouhelných slojích a průlinově propustných píscích, které překrývají nepropustné jíly nadložního souvrství. Směr proudění podzemní vody ve fluviálních sedimentech je možné očekávat totožný s odtokem vody v povrchových tocích.

3.3. Klimatické charakteristiky okresu Chomutov

Zájmové území leží v mírně teplé klimatické oblasti (v okrsku mírně teplém, mírně suchém), pro kterou je typické dlouhé, teplé a suché léto a krátká, mírně teplá a až velmi suchá zima. Průměrné roční teploty se pohybují mezi 7 až 8 °C. Území se nalézá ve srážkovém stínu Krušných hor, průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 2000 činí 516,8 mm. Doba trvání slunečního svitu činí cca 1440 h/rok. Pro podkrušnohorské oblasti jsou charakteristické časté výskyty inverzních dějů ovzduší.

Kvalita ovzduší na Chomutovsku je dána emisemi ze stacionárních (bodových a plošných) a liniových-mobilních zdrojů znečišťování ovzduší. Stacionární bodové zdroje jsou většinou průmyslová spalovací a technologická zařízení, jejichž počet není velký, ale roční produkce emisí pro jednotlivé zdroje je značná. Za nepříznivých klimatických podmínek vytvářejí imisní příkrov pro velké území oblasti.

3.4. Biogeologické poměry okresu Chomutov

Zájmové území je na rozhraní pánve a svahů Krušných hor, kde se střetává silně ovlivněná urbanizovaná a průmyslová krajina. Svůj podíl zde mají lidská sídla, plochy dopravy, povrchové těžby, zemědělství, těžkého průmyslu, a relativně přirozené a cenné ekosystémy Krušných hor. Ovlivnění výskytu přirozených přírodních ekosystémů se zde děje především zastavěním plochy (úbytek přirozených ekotypů), odvodněním území (změna půdních a mikroklimatických vlastností území), odstraněním nebo nahrazením původního horninového substrátu navážkami (produkcí cizorodých látek a fyzikálních polí), znečištěním ovzduší, narušením chemizmu půd ukládáním imisí vzdušných polutantů (okyselení a nitrofizace půd), zanášením těžkých kovů a jiných toxických látek do potravních řetězců původem z průmyslové výroby, produkcí tepla, hluku a světelných emisí.

3.4.1. Flóra

Na území nížinatého Chomutovska původně převládaly společenstva dubohabřin. Dubohabřiny představovaly klimatický klimax stanovišť rovin nebo mírných svahů a představují jednotku značné ekologické variability. Vznikají na půdách na geologických substrátech od kyselých půd krystalinika po krystalické vápence, svahoviny, spraše nebo aluviální náplavy. Jsou typické dominantním dubem zimním a habrem obecným, s častou příměsí lípy, dubu letního a stanovištně náročnějších listnáčů jasan ztepilý, javor klen, javor mléč, třešeň ptačí. Ve vyšších nebo inverzních polohách najdeme buk lesní a jedli bělokorou. Keřové patro tvoří druhy opadavých listnatých lesů. Bylinné patro tvoří rovněž mezofilní druhy. V současnosti tato společenstva často nahrazují smrkové monokultury. Na hřebenech byly původní pralesovité porosty, tvořené smíšenými lesy, jež byly většinou během intenzivní těžby a zpracování rud vykáceny a nahrazeny smrkovými monokulturami, které byly koncem 20. století těžce poškozeny průmyslovými imisemi (tzv. kyselé deště) a následným přemnožením hmyzích škůdců, vichřicemi se silnou námrazou. To vedlo k postupné likvidaci velké části lesů. Tyto holiny jsou v poslední době systematicky zalesňovány dřevinami, které lépe snášejí zdejší klimatické podmínky, a to břízami, modříny a stříbrnými smrky.

3.4.2. Fauna

Na území najdeme především obvyklá živočišná společenstva savců, ptáků, plazů, obojživelníků a hmyzu. Žijí zde zajíci, ježci, jezevci, jeleni. Druhové složení na území Chomutovska je však lokálně velmi odlišné. Výskyt zákonem chráněných druhů je možné očekávat v územích, která jsou součástí ptačích oblastí a významných evropských lokalit NATURA 2000, v území významných krajinných prvků, přírodních památek, rezervací a dalších zvláště chráněných území.

3.5. Chráněná území na Chomutovsku

Národní přírodní rezervace Novodomské rašeliniště je rozsáhlé rašeliniště o rozloze 388,9 ha (plus ochranné pásmo). Rašeliniště se nachází v nadmořské výšce 830 m.n.m. a národní přírodní rezervací bylo vyhlášeno r. 1967. Rozvodnicové vrchoviště s mohutnými podzemními prameny je tvořeno dvěma samostatnými rašeliništi - Načetínským a Jezerním, která propojuje podmáčená smrčina, tvořící ochranné pásmo. I když smrkové porosty Krušných hor jsou silně poškozeny imisemi, patří komplex Jezerního a Načetínského rašeliniště k nejlépe zachovalým v Evropě. Mohutná vrstva čtvrtohorních organických rašelinných sedimentů má mocnost až 7 m. V okolí vlastního rašeliniště převládají podzolové lesní půdy. Rezervaci charakterizují především rozsáhlé porosty borovice kleče, které si přes dílčí negativní zásahy zachovávají svou přirozenou skladbu i značnou biodiverzitu. V podrostu nalezneme zvláště chráněné a typicky rašelinné druhy rostlin - rojovník bahenní, břízu trpasličí, kyhanku sivolistou, rosnatku okrouhlolistou, klikvu bahenní a šichu černou. V sušších partiích s řidším porostem kleče se uplatňují mohutné exempláře břízy karpatské a v bylinném patře se kromě rašelinných druhů vyskytují i druhy rašelinných luk - zvláště chráněné: ostřice mokřadní a prstnatec listenatý. Mimo rozsáhlého rašeliniště zde najdeme také

kompaktní porost borovice kleče a borovice blatky, občas je velmi poškozený smrk ztepilý, břízu bělokorou a olši lepkavou. Celé území je vyňato z hospodářské činnosti a ponecháno přirozenému vývoji. Rezervace si zachovává vysokou stabilitu a biodiverzitu. Rezervace je pravidelným hnízdištěm tetřívka obecného, v nedávné minulosti zde byl potvrzen výskyt tetřeva hlušce. Ze zvláště chráněných druhů obratlovců se zde dále vyskytuje např. zmije obecná.

Národní přírodní rezervace Jezerka se rozkládá na příkrých svazích údolí Vesnického potoka a jižním svahu vrchu Jezeří na rozloze o 136 ha, národní přírodní rezervací byla vyhlášena v r. 1969. V rezervaci je chráněn nejpřirozenější a nejzachovalejší smíšený porost na jižních svazích východní části Krušných hor. Bukové porosty dosahují stáří zhruba 250 let, na vrcholu Jezeří se nachází jedna z nejvýše položených doubrav v České republice.

Vegetaci Jezerky představují především bučiny. V menší míře se uplatňuje acidofilní doubrava, suťový a roklinový les i maloplošně se vyskytující ostrůvky s porostem borovice lesní, břízy, jeřábu ptačího (reliktní bory) a okrajové smrkové monokultury. V podrostu roste řada chráněných druhů rostlin včetně velmi bohaté populace měsíčnice vytrvalé, udáván je výskyt oměje vlčího, okrotice dlouholisté, lilie zlatohlávku. Lokalita je známa početným výskytem obratlovců vázaných na staré bukové porosty. Z kategorie kriticky ohrožených je to zmije obecná, silně ohrožené obojživelníky charakterizuje mlok skvrnitý. Ze silně ohrožených druhů ptáků zde hnízdí holub doupňák, krahujec obecný, lejsek malý a žluva hajní. Na složení stromového patra se podílí kromě buku lesního i javor klen, zřídka jilm horský. Keřové patro chybí, nebo tvoří jen malé ojedinělé skupiny. V horních partiích rezervace jsou holiny po vytěženém smrku znovu zalesněny bukem a smrkem, zčásti samovolně se šířící břízou. Ochranné pásmo leží v dubovém a bukovém vegetačním stupni. Lesní porosty jsou silně zatěžovány imisemi a drsnými klimatickými podmínkami na svazích Krušných hor.

Rezervace je ovlivněna provozem rozsáhlého lomu Čs. Armády, ležící asi 50 m od jižní hranice rezervace, který tvoří několik desítek metrů hluboký a více než 3 km široký zářez o délce více než 10 km. I když byla v předstihu učiněna příslušná opatření k zajištění stability svahu a vodohospodářských poměrů (a přes trvalý monitoring), patří tato rezervace k nejohroženějším v ústeckém regionu.

Z dalších chráněných území jen vyjmenuji 4 přírodní rezervace (Buky a javory v Gabrielce, Bučina na Kienhaidě, Buky nad Kameničkou a Na loučkách), 6 přírodních památek (Hradiště u Černovic, Krásná Lípa, Lokalita břízy ojcovské u Volyně, Merkur, Slanisko u Škrle a Střezovská rokle) a přírodní park Bezručovo údolí a Prunéřovské údolí.

3.6. Půdní poměry okresu Chomutov

Půdní poměry v okrese jsou poměrně důležitou charakteristikou pro mou práci, protože silně ovlivňují infiltrační vlastnosti (kapacitu a rychlost) při vstřebávání atmosférických srážek, což ovlivňuje zásobu vody v půdě, a tím i riziko lesních požárů.

Na území okresu najdeme z půdních typů především v Krušných horách podzoly (velmi chudé půdy, které jsou typické pro jehličnaté lesy) a organozemě (rašeliniště), v Podkrušnohoří hlavně kambizemě – hnědé lesní půdy a antropozemě (povrchové doly) a v nížinatých oblastech smonice a černozemě (nejúrodnější půdy) a kolem Ohře i nivní půdy (fluvizemě).

Půdy jsou v mé práci důležité kvůli půdní vlhkosti, což je fyzikální vlastnost, která ovlivňuje možnost půdy nasytit se a uchovávat vodu. Z pedologického hlediska se termínem vlhkost půdy vyjadřují významné vlhkostní charakteristiky (tvz. půdní vodní konstanty a hydrolimity, polní vodní kapacita, bod snížení dostupnosti vody a bod vadnutí). V agrometeorologickém pojetí slovem vlhkost půdy rozumíme obsah vody v půdě. Půdní vlhkost je ovlivňována atmosférickou teplotou, množstvím srážek, infiltrací, retenční kapacitou půdy, preferenčními cestami, propustností a především zrnitostí půdy. Na základě zrnitosti půdy (velikosti půdních zrn) stanovujeme půdní druhy (od písčitých přes hlinité k jílovitým či štěrkovitým a kamenitým - existuje 9 druhů půd). Je všeobecně známo, že nejlépe vážou vodu jílovité částice, nejhůře písčité. Poohří spolu s jihovýchodní Moravou patří k oblastem s dlouhodobě nízkou vlhkostí půdy. Je to dáno faktem, že na horním Poohří vypadává malé množství srážek vlivem srážkového stínu Krušných hor a půdy jsou zde převážně hlinité, písčité až štěrkovité.

3.7. Výběr okresu Chomutov

Tento okres jsem si vybrala z několika důvodů:

- má různorodé fyzicko-geografické podmínky (Krušné hory, podkrušnohorské nížiny)
- dlouhodobě vykazuje vysoký počet lesních požárů dle statistických ročenek HZS ČR
- půdní druh ho předurčuje k vhodnějším podmínkám pro hoření
- má nízký roční úhrn atmosférických srážek
- najdeme zde jak jehličnaté monokultury (Krušné hory), tak smíšené i listnaté lesy (nížiny)
- má kvalitní meteorologické pozorování

3.8. Rozdělení okresu Chomutov

Okres Chomutov jsem rozdělila dle fyzicko-geografických podmínek na území přilehlá ke stanicím. Hlavním kriteriem byla vzdálenost od stanice, charakter terénu (hory x nížina) a zachování celých území obcí, neboť data o požárech jsou zpracována právě v těchto územních jednotkách. Hranicí byl zvolen příkrý svah Krušných hor (přibližně vrstevnice 400 m.n.m.) a řeka Chomutovka, která vytváří velmi hluboké, zaříznuté údolí, a tím rozděluje horské území Chomutovska na dvě části. Stanice Měděnec reprezentuje horskou část území o rozloze 363,5 km2 a 11 obcí. Stanice Nová Ves také reprezentuje horskou část území o rozloze 152 km2 a 5 obcí, stanice Tušimice reprezentuje nížinatou část území o rozloze 423,7 km2 a 25 obcí. Rozlohu u jednotlivých částí území přiřazených ke stanici uvádím z důvodu pozdějšího zpracování meteorologických dat, neboť je potřeba vzít v úvahu, že počet požárů vyskytujících se na větší ploše bude nutně vyšší. Bohužel nebylo možné data přepočítat například na plochu lesa a travních porostů, protože tyto údaje v mapách jsou velmi generalizované a výsledky by pak byly zavádějící. Proto budu charakteristiky meteorologické prvků uvádět pouze pro daná území bez přepočtu na plochu lesa a travnatých ploch či objem biomasy, která se stejně během roku mění.

4. Rozbor dat o lesních požárech na území okresu Chomutov

V další části své diplomové práce budu analyzovat data o lesních požárech v okrese Chomutov na základě dat z centrální evidence požárů a dat ze tří klimatologických stanic. Budu zkoumat souvislosti mezi výskytem požárů a povětrnostními podmínkami na datech za posledních 11 let, tj. od r. 1998 do r. 2008. Do jednotky lesních požárů budu zařazovat také požáry travních porostů, jako jsou louky a pastviny.

4.1. Klimatologické stanice

Data ze tří stanic Měděnec, Nová Ves v Horách a Kadaň, Tušimice byla vyžádána u Českého hydrometeorologického ústavu (pobočka Ústí nad Labem). Nejprve jsem chtěla zpracovávat pouze data průměrné denní teploty a denní úhrn srážek, ale dále jsem si vyžádala ještě průměrná denní data o větru.

Pro jednoduchost budu dále v textu, grafech i tabulkách uvádět zkrácená jména stanic: Měděnec, Nová Ves a Tušimice. Měděnec je základní stanice, Nová Ves je automatická základní stanice a Tušimice je profesionální meteorologická stanice. Na území okresu Chomutov se nachází ještě klimatologická stanice Otvice, která nebyla do zpracování dat zahrnuta, protože se jedná pouze o základní stanici a myslím, že data z profesionální stanice jsou důvěryhodnější a fyzicko-geografické podmínky stanic Tušimice a Otvice jsou stejné. Na rozdíl od stanice Měděnec, která je sice také pouze základní, ale má mírně rozdílné fyzicko-geografické podmínky než Nová Ves a reprezentuje věrně území k ní přiřazené. Stanice Nová Ves není na území okresu Chomutov, ale v těsném sousedství, bude tak lépe vystihovat část území okresu Chomutov.

4.2. Databáze požárů

Data o požárech mi byla poskytnuta Generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru České republiky ve formě databáze centrální evidence požárů. Vyžádala jsem si data za co nejdelší dobu zaznamenávání požárů, ale to je pouze od r. 1998, takže budu zpracovávat data jen za posledních 11 let. Data o požárech byla samozřejmě zpracovávána určitým způsobem již dřív, ale nebyla centrální databáze a způsob zaznamenání byl velmi odlišný a data tak nesourodá, že je raději Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky neposkytuje.

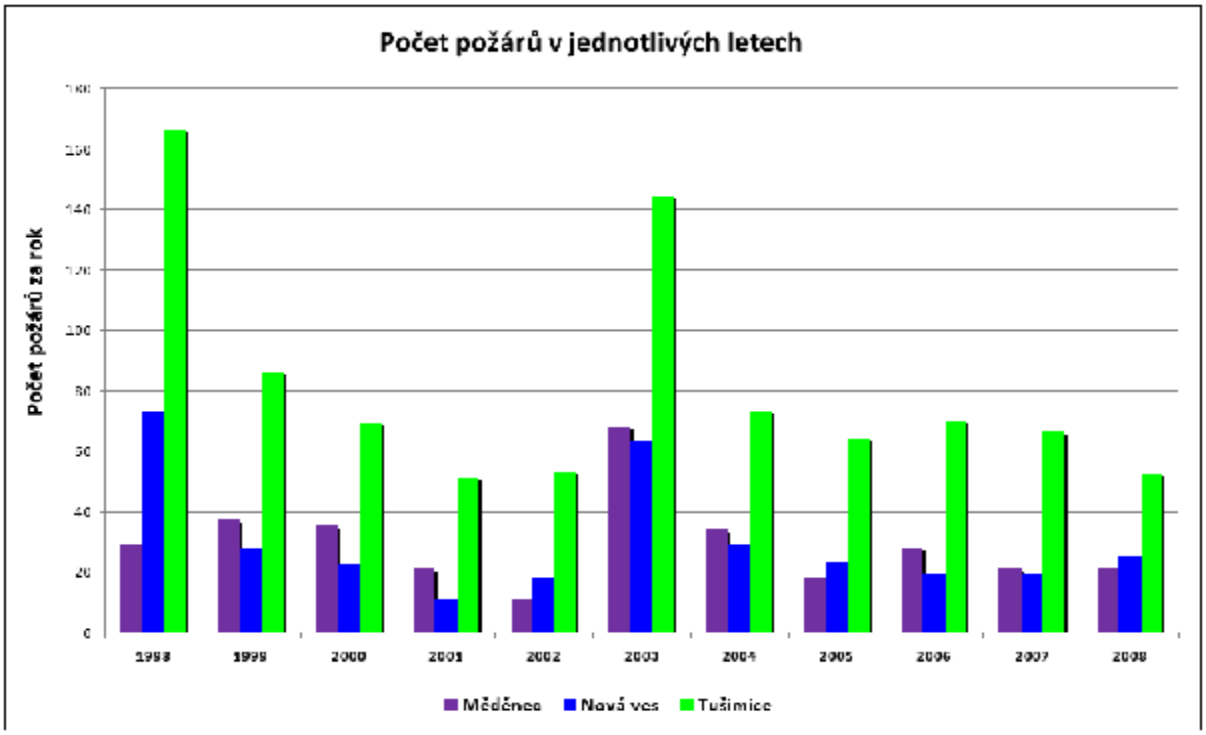
Databáze je velmi rozsáhlá a zaznamenává každý výjezd hasičské jednotky nebo i nahlášený požár bez výjezdu hasičů. Pomocí číselného kódu je možné zjistit, do jaké skupiny požárů daný požár patří. Já jsem si vyžádala pouze data o lesních požárech a travních porostech (louky, pastviny). Z této databáze zjistíme mnoho údajů o požáru z pohledu hasičů, tj. počet jednotek při výjezdu, způsob hašení, příčina požáru, plocha zasaženého území, čas vzniku a uhašení požáru, atd. Dle mého názoru velkou nevýhodou databáze je určení místa požáru pouze pomocí lokalizace v území obce a většinou i popis místa. V obci je to ulice a číslo popisné, ale mimo obec jen slovní popis, např. „vlevo od silnice

směrem na Chomutov“, což je nedostatečné. Pro další použití by bylo vhodné mít zeměpisné souřadnice, ale pro hasiče to není zřejmě ani nutné, ani účelné, nemluvě o finančních nákladech na GPS vybavení. Proto není možné data o požárech zpracovat do map vhodnějším způsobem, než jsou kartogramy a kartodiagramy.

4.3. Data o požárech

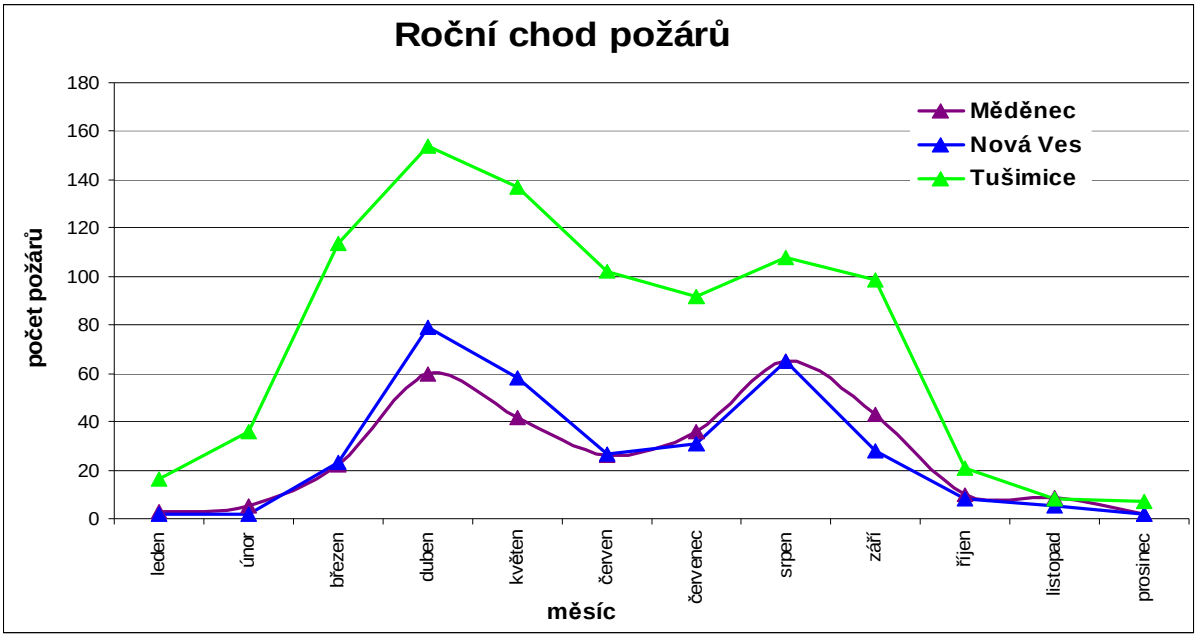
V této kapitole budu pracovat s jednotkou požár, tzn. pokud se v daný den v území přiřazeném stanici (území vymezené dle kapitoly 3.8.) vyskytlo více požárů než jeden, tak to bude zohledněno.

Graf 1: Počet požárů v jednotlivých letech



Nejvíce požárů za rok se vyskytlo na území přiřazeném stanici Měděnec v r. 2003, zatímco na území přiřazeném stanicím Nová Ves a Tušimice to bylo v roce 1998. V r. 1998 je na území přiřazeném stanici Měděnec až 5. největší počet požárů za rok. Zajímavé je, že největší počet požárů za rok na jednotlivých územích přiřazeným stanicím je několikanásobně vyšší oproti průměrným hodnotám. Nejméně požárů za rok se vyskytlo na území přiřazeném stanici Měděnec v r. 2002, což souhlasí s velkým srážkovým úhrnem a povodněmi v tomto roce. Nejmenší počet požárů přirazených stanici Nová Ves a Tušimice bylo v. 2001. Zatímco stanice Nová Ves a Tušimice si odpovídají v nejnižším a nejvyšším počtu výskytu požáru za rok, Měděnec má jiné charakteristiky výskytu požárů. Předpokládala bych, že více si budou odpovídat data z území přiřazených Měděnci a Nové Vsi, protože obě území jsou horského rázu na rozdíl od nížinatého území Tušimic.

Graf 2: Roční chod požárů



Na všech územích přiřazených stanicím má roční chod požárů dva vrcholy. Největší počet požárů je v dubnu a druhý největší počet požárů je v srpnu (Tušimice v květnu). Zatímco vysoký počet požárů v srpnu se dá vysvětlit vysokými teplotami a nízkým úhrnem srážek, tak největší počet požárů v dubnu je diskutabilní. Myslím, že by se dal vysvětlit druhou příčinou vzniku požárů, a to je „palivem k hoření“. V dubnu se nejčastěji vypaluje stará tráva, která pokud je suchá, tak rychle a dobře hoří. Ze statistik požárů však nevyplývá, že by šlo pouze o požáry travních porostů, ale zřejmě dochází i k zapálení lesa, když přeskočí požár z travnatého povrchu, a také i lépe hoří hrabanka v lese. Za další příčinu by bylo možné považovat větší rychlost větru než v letních měsících, jejímž vlivem dochází k rychlejšímu výparu z povrchu. Nejpravděpodobnější je součinnost těchto dvou vlivů. Na 30.4. (pálení čarodějnic) nepřipadá větší počet požárů než v jakýkoli jiný den v dubnu. Nízký počet požárů v měsících červen a červenec je pravděpodobně zapříčiněn větším úhrnem srážek, větším obsahem vody v zelených částech rostlin (nové listy, stébla) a nedostatkem paliva (tráva již shořela).

Tabulka 3: Počet požárů na území přiřazeném ke stanici Měděnec

požár	rok	**Měděnec**										
měsíc	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	celkem
leden	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	**3**
únor	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	**5**
březen	1	0	0	1	1	13	2	3	0	0	1	**22**
duben	8	2	2	2	2	9	14	6	6	8	1	**60**
květen	12	2	5	5	0	6	1	1	2	7	1	**42**
červen	1	2	5	4	2	2	1	2	2	1	4	**26**
červenec	3	6	5	3	3	2	2	1	3	1	7	**36**
srpen	2	12	14	3	1	16	8	0	3	3	3	**65**
září	0	7	1	1	1	10	5	4	10	1	3	**43**
říjen	0	3	1	1	0	3	0	1	0	0	1	**10**
listopad	0	2	1	0	0	6	0	0	0	0		**9**
prosinec	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0		**2**
Celkem	**29**	**37**	**35**	**21**	**11**	**68**	**34**	**18**	**28**	**21**	**21**	**323**

Pro upřesnění dat o požárech uvádím i tabulky k územím přiřazeným stanicím, kde najdeme absolutní čísla k požárům v jednotlivých letech i měsících. Barevně jsem zvýraznila měsíce, kdy se vyskytoval vysoký počet požárů. Nejvíce požárů na území přiřazeném stanici Měděnec se vyskytlo v srpnu r. 2003. Největší počet požárů v jeden den byl pouze 3, a to v devíti případech, z toho čtyřikrát v srpnu.

Tabulka 4: Počet požárů na území přiřazené ke stanici Nová Ves

požár	rok	**Nová ves**										
měsíc	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	celkem
leden	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	**2**
únor	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**2**
březen	3	0	0	0	3	12	1	2	0	0	2	**23**
duben	14	4	2	5	6	16	13	7	3	9	0	**79**
květen	25	4	2	1	3	9	2	3	1	7	1	**58**
červen	3	2	5	1	0	1	0	7	3	2	3	**27**
červenec	6	5	3	1	1	4	0	0	5	0	6	**31**
srpen	17	8	8	2	1	7	9	0	2	1	10	**65**
září	2	5	0	0	1	8	4	2	5	0	1	**28**
říjen	1	0	2	1	1	1	0	1	0	0	1	**8**
listopad	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0		**5**
prosinec	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		**2**
celkem	**73**	**28**	**22**	**11**	**18**	**63**	**29**	**23**	**19**	**19**	**25**	**330**

Na území přiřazeném stanici Nová Ves bylo nejvíce požárů v květnu r. 1998 a druhý největší počet požárů v měsíci byl také v tomto roce v srpnu. Největší počet požárů v jeden den byl 5.5.2003, kdy se na tomto území vyskytlo 6 požárů. O jeden požár méně v jeden den nastal 16.5.1998.

Tabulka 5: Počet požárů na území přiřazeném ke stanici Tušimice

požár	rok	**Tušimice**										
měsíc	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	celkem
leden	3	2	2	0	1	1	1	2	0	3	1	**16**
únor	17	0	2	5	1	2	2	0	0	2	5	**36**
březen	22	5	5	3	7	36	20	2	2	7	5	**114**
duben	34	3	5	6	9	20	16	20	5	30	6	**154**
květen	42	10	15	13	7	9	6	9	10	11	5	**137**
červen	13	3	23	4	10	13	5	11	10	4	6	**102**
červenec	10	13	5	7	11	9	6	3	14	3	11	**92**
srpen	21	16	8	7	3	23	5	5	5	6	9	**108**
září	4	29	1	3	2	26	7	7	18	0	2	**99**
říjen	0	4	2	1	1	3	4	0	4	0	2	**21**
listopad	0	0	0	1	0	1	0	5	1	0		**8**
prosinec	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0		**7**
celkem	**166**	**86**	**69**	**51**	**53**	**144**	**73**	**64**	**70**	**66**	**52**	**1788**

Počet požárů na území přiřazeném stanici Tušimice je obecně vyšší, protože jak již bylo řečeno je rozloha tohoto území mnohem větší, než území přiřazené Nové Vsi či Měděnci. Největší počet požárů v měsíci byl také v květnu 1998. Zajímavý je celý rok 1998, kdy se i v měsíci únoru vyskytlo 17 požárů, což je velmi neobvyklý jev. Zajímavý je také počet požárů v březnu r. 2003, který je druhý největší v jednom měsíci. Největší počet požárů v jeden den byl 5 a vyskytl se celkem třikrát, z toho dvakrát v r. 2003.

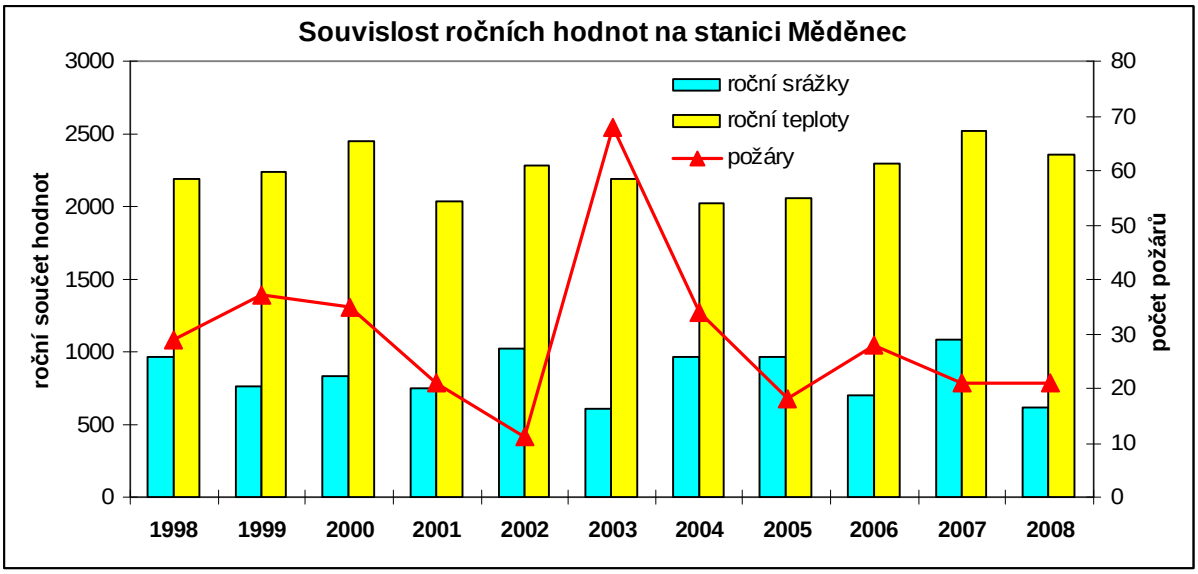
Obecně lze říci, že zatímco měsíce duben a srpen, což jsou měsíce s největším počtem požárů, vykazují poměrně vyrovnaný počet požárů za měsíc v jednotlivých letech, tak počet požárů za měsíc je velmi rozkolísaný v únoru, březnu a září. Jedenáctileté období je příliš krátké, abychom mohli hledat jakýkoli trend v počtu požárů.

4.4. Vliv meteorologických prvků na vznik požárů

V této kapitole jsem se snažila najít vztah mezi podmínkami pro vznik požárů a jednotlivými meteorologickými prvky. Nejprve jsem vždy zjišťovala závislost počtu výskytu požáru a hodnotu daného prvku (denní úhrn srážek, průměrná denní teplota) a pak jsem se snažila najít vhodnou metodu k předpovídání podmínek, za kterých by mohlo hořet. Případně metodu, která po zpracování určitého prvku vykazuje lepší výsledky závislosti, než jen daný prvek (metoda efektivní srážky). Nejprve bych ráda poznamenala, že příčinou požáru je téměř vždy zapálení člověkem a je již jen na přírodě, jestli bude či nebude hořet. Za základní vliv je možné uvažovat meteorologické podmínky, ale dalším důležitým činitelem je také stav vegetačního pokryvu, tj. palivo k hoření.

Pokud bychom se snažili najít souvislost požárů se srážkami a teplotami pouze sumou ročních hodnot, tak bychom mohli najít jen hrubou závislost, jak je vidět z grafů 3 a 4.

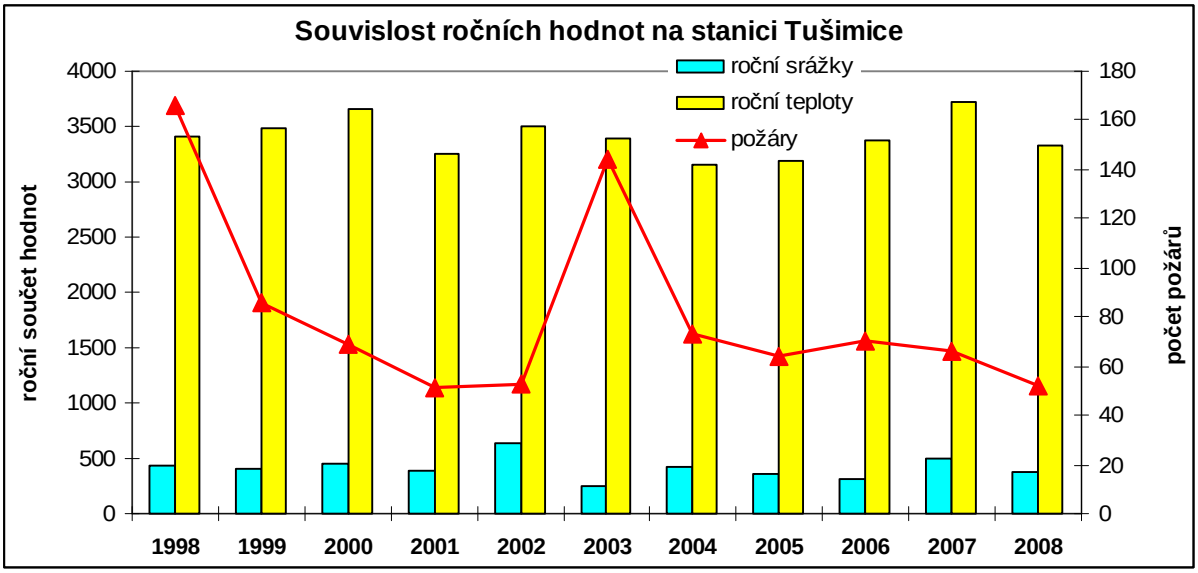
Graf 3: Souvislost ročních hodnot na stanici Měděnec



Lze říci, že roční součet požárů poměrně dobře vystihuje roční úhrn srážek, čím méně ročních srážek, tím více požárů za rok. Největší počet požárů na území přiřazeném stanici Měděnec nastal v roce 2003, kdy byl také nejmenší roční úhrn srážek. Stejně tak větší roční úhrn srážek (r. 2002) znamená menší počet požárů. Přesto ale podobná hodnota ročních srážek neodpovídá podobnému počtu požárů za rok. To mě přivádí k myšlence, že srážky samozřejmě velmi ovlivňují počet požárů, ale je potřeba zvolit mnohem menší časové měřítko, než je rok a zaměřit se nejlépe na časovou jednotku den. Roční suma teplot vůbec nevystihuje křivku požárů.

Stejný graf 4 uvádím také ze stanice Tušimice, který zobrazuje podobný vývoj křivky požáru a ročního úhrnu srážek a sumy teplot jako na grafu 3, s klesající hodnotou ročních srážek stoupá počet požárů za rok. Stejně tak roční suma teplot vůbec nevystihuje počet požárů za rok. Dle mého názoru roční suma teplot není správná veličina pro porovnávání sumy požárů, protože do sumy teplot se promítají i teploty v zimě, které nemají vliv na požáry v létě. Myslím, že pro vznik požáru je rozhodující povětrností situace za několik posledních týdnů, takže není s podivem, že roční suma teplot nám o roční sumě požárů nic neříká. Vliv na jarní požáry by mohla mít teplota v zimním období, která ukazuje zamrzání vody v půdě. Čím nižší je suma hodnot teploty v zimním období, tím větší zásoba vody zůstala v půdě (zamrzla), což by znamenalo snížení počtu požárů v jarním období. Dle mého názoru to znamená buď snížení počtu jarních požárů, nebo spíše jejich odložení do pozdějších jarních měsíců, protože starý vegetační pokryv stejně shoří, jakmile k tomu budou příhodné povětrnostní podmínky. Neumím si zatím moc dobře vysvětlit, z jakého důvodu roční úhrn srážek poměrně dobře vystihuje sumu požárů za rok. Nejdůležitější pro vznik požárů je povrch a půdní vlhkost ve svrchním profilu, do cca 10 cm pod povrchem. Může se stát, že je půda poměrně dobře nasycena v nižších horizontech a stejně může hořet, protože povrch je vyprahlý. Nejdůležitější veličinou je tedy výpar z povrchu, který se budu snažit popsat pomocí meteorologických faktorů: denní úhrn srážek, průměrná denní teplota, směr a rychlost větru.

Graf 4: Souvislost ročních hodnot na stanici Tušimice



4.5. Denní úhrn srážek

Prvním se zkoumaných meteorologických prvků je denní úhrn srážek, který by měl mít logicky největší vliv na riziko vzniku požáru. Samotná charakteristika denního úhrnu srážek by neměla žádné výsledky, protože záleží na nasycení vrchního profilu půdy. Nezáleží pouze na tom, kolik mm srážek spadlo ten den, ale hlavně jaká je zásoba vody v půdě, proto je nutné denní úhrn srážek zpracovat pomocí nějaké metody vymezení nasycení půdy či sucha.

Jako první jsem zkusila vymezení sucha metodou součtových řad.

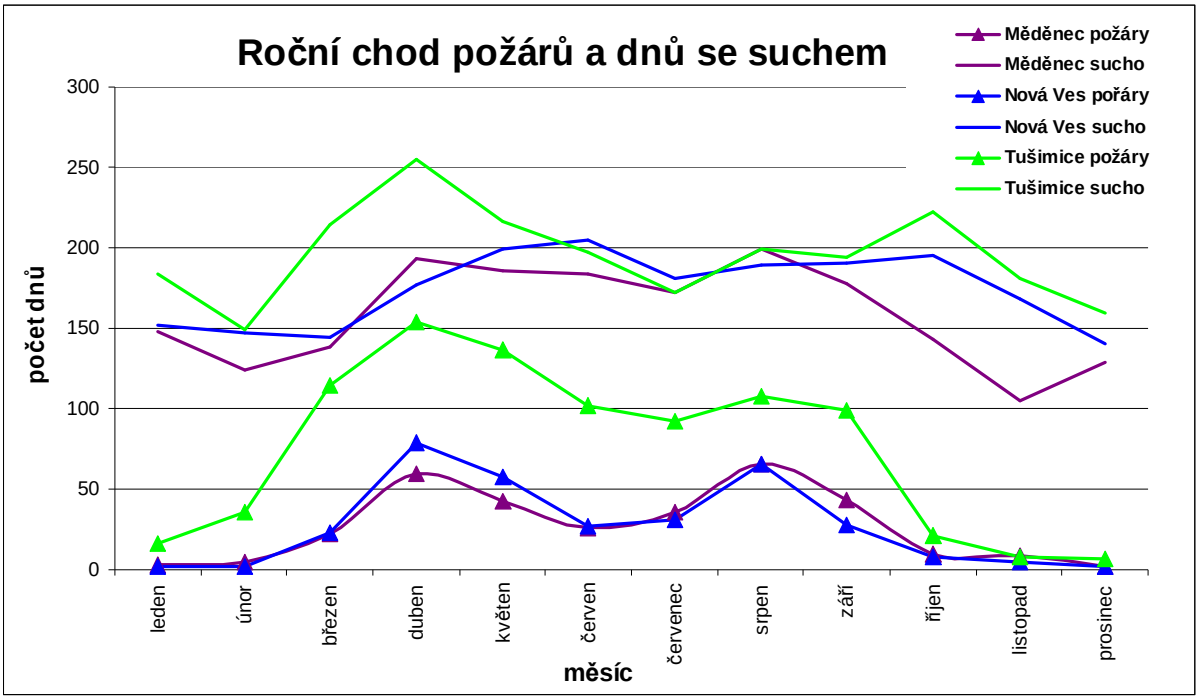
4.5.1. Metoda součtových řad

Metodu součtových řad vypracoval RNDr. Ivan Sládek, CSc. Touto metodou lze jednoduše a objektivně vymezit trvání jevů (začátek a konec období), které mají vyhraněně sezónní charakter. Metoda byla původně vypracována za účelem určení nástupu a ukončení období se zvolenými teplotami vzduchu (Sládek (1989)). Dále autor metodu zdokonaloval, takže dnes může být použita nejen na kvantitativní jevy (teplota, srážky, sucho), ale i kvalitativní jevy (sněhová pokrývka, sluneční svit, bouřková sezóna).

V případě vymezení sucha touto metodou se jedná o algoritmus časového vymezování suchých období a metoda následného kvantitativního hodnocení jejich významnosti (Sládek(2001b). Prvním krokem postupu je vymezení období nedostatku srážek. V tomto období převažují dny beze srážek nebo s neměřitelnými srážkami, ale jako podřízenou složku obsahuje i dny se srážkami. Druhým krokem je hodnocení jednotlivých období nedostatku srážek pomocí kritéria sucha S, které je navržené tak, aby vyjadřovalo vliv nedostatku srážek, tj. potencionálního výparu (charakterizovaného nepřímo sumou denních průměrů teploty vzduchu převyšující určitou hodnotu) a délky hodnoceného období. Blíže vysvětleno v Sládek (2006) či Sládek (2001a).

Data mi zpracoval pomocí softwaru Dr. Križan z Ústavu fyziky atmosféry zvlášť pro každou stanici. Nejprve jsem zpracovala data do grafu ročního chodu.

Graf 5: Roční chod požárů a dnů se suchem



Z grafu 5 vyplývá, že roční chod dnů se suchem není na všech stanicích stejný. Zatímco na stanicích Tušimice a Měděnec je roční chod podobný s dvěma maximy v dubnu a srpnu, tak na stanici Nová Ves je roční chod více vyrovnaný po celý rok. Důležité je ale srovnání s počtem požárů v jednotlivých měsících. Pokud bychom porovnávali data na stanici Měděnec, tak můžeme konstatovat, že křivky ročního chodu požárů a dnů se suchem se kopírují. Stanice Tušimice by měla

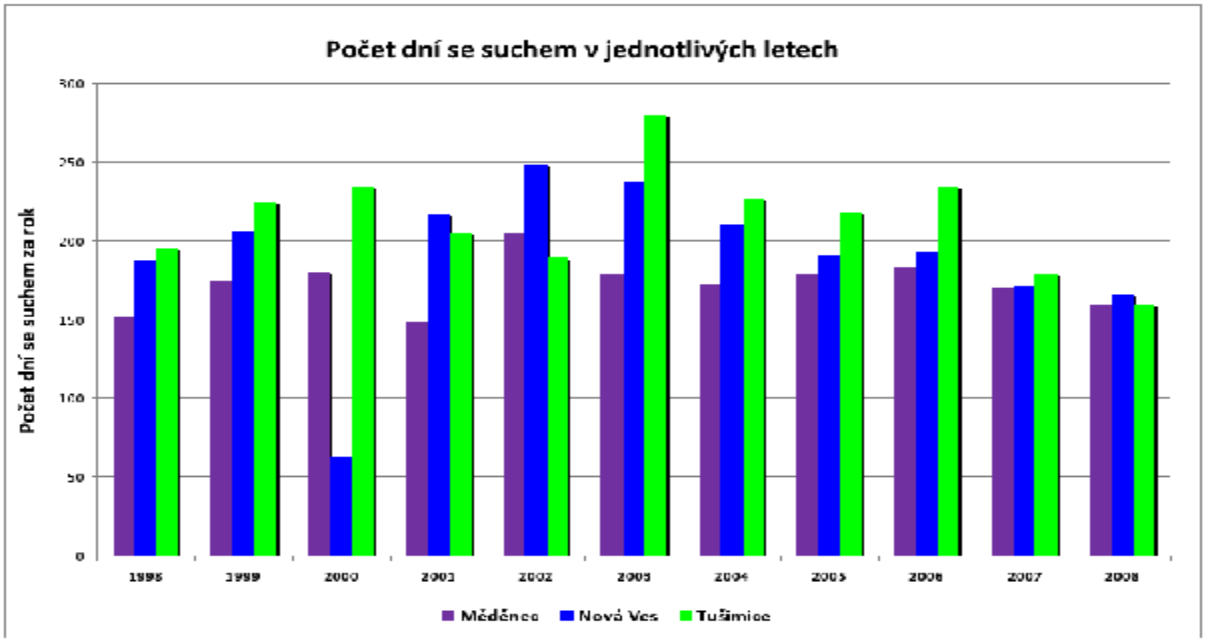
podobný výsledek, kdy nebyl druhý vrchol křivky v říjnu, kdy se počet požárů již velmi snižuje, ale jinak se křivky také kopírují. Přestože roční chod požárů na území přiřazeném stanici Nová Ves je podobný jako na druhých dvou stanicích, tak křivka chodu dnů se suchem má úplně jiný průběh, nemá žádné výrazné maximu ani minimum.

Není nutné tuto metodu zavrhnout, protože metoda vymezuje období právě na základě změny meteorologického prvku a ne na základě umělých kalendářních jednotek jako jsou měsíce. Tato metoda také vymezuje i krátkodobá jedno či dvoudenní sucha, která pak hodnoty křivky ročního chodu dnů se suchem zkresluje.

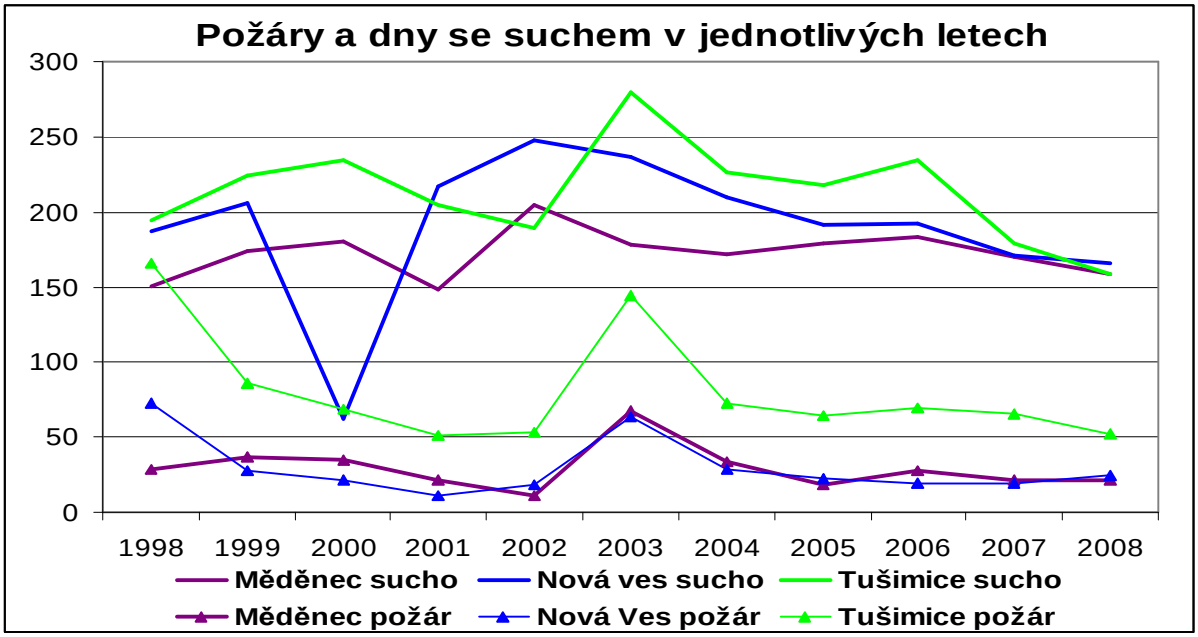
Největší počet dní se suchem byl na stanicích Měděnec a Nová Ves v r. 2002, na stanici Tušimice v r. 2003. Tyto charakteristiky vůbec neodpovídají počtům požárů na území přiřazeném jednotlivým stanicím, jak bylo uvedeno výše. Některé roky koresponduje počet požárů a počet dní se suchem, např. stanice Tušimice v r. 2003, ale jinak si křivky dnů se suchem a požárem na jednotlivých stanicích neodpovídají.

Z grafu 7 a dalších charakteristik zde již neuváděných se lze domnívat, že metoda součtových řad se zřejmě na vymezování požárů nehodí. Zřejmě je to způsobeno tím, že metoda součtových řad vymezuje období beze srážek a s určitou sumou teplot, ale nezohledňuje rychlost větru, která jak bude v následující textu dokázáno, také ovlivňuje výskyt požárů. Vymezování sucha je velmi složitý problém nejen v klimatologii, ale i v dalších disciplínách jako jsou zemědělství či hydrologie. Už jen neurčitost pojmu sucho a mnoho různých definic a pojetí pojmu naznačuje, že najít metodu, která bude sloužit k určení rizika požárů, není jednoduché. Metoda součtových řad je aplikovatelná na mnoho jiných klimatologických charakteristik, které dobře vystihuje, ale bohužel pro studium výskytu požárů neposkytuje relevantní výsledky.

Graf 6: Počet dní se suchem v jednotlivých letech



Graf 7: Požáry a dny se suchem v jednotlivých letech



4.5.2. Metoda efektivní srážky

Dle Blinky (2002) byla metoda efektivní srážky vynalezena H.R.Ryunem a D.A.Wilhitem a řeší nedostatky současných metod hodnocení sucha. Efektivní srážka reprezentuje úbytek vodních zdrojů a k určení hodnoty potřebujeme pouze denní úhrn srážek na stanici. Z této metody pak vychází řada dalších indexů, které stanovují délku a intenzitu sucha, akumulovaný srážkový deficit atd. Metody hodnotící sucho často vycházejí z měsíčních průměrů, ale tato metoda dokáže přesně určit začátek a konec období sucha. Metoda nevychází z odhadovaných hodnot (odtok, evapotranspirace), ale vychází přímo z měřitelných a předpovídatelných hodnot. Věrně zobrazuje zásoby půdní vlhkosti. Úbytek vodních zásob v čase vyjadřuje časově závislá redukční funkce, z níž odhadujeme aktuální vodní deficit. Efektivní srážka (Effective Precipitation = EP) je dána rovnicí:

$$EP_i = \sum_{m=1}^{i} l_m P_m$$

kde l_m je váha srážky Pm

Vzorec lze zjednodušeně napsat: $EP_2 = P_1 + \frac{P_1 + P_2}{2}$

Rovnice EP vychází z úvahy, že srážka před m dny je přidána k celkovým zásobám vody ve tvaru průměru srážek za m dnů. Tato metoda se používá například pro výpočet vodních zdrojů za 365 dní nebo pro hodnocení deficitu půdní vláhy s m = 14 dní. V praxi se používá velké množství upravených rovnic. Výběr nejlepší rovnice nadále zůstává nedořešeným problémem.

Já jsem si vzorec zjednodušila a zároveň jsem do něj zahrnula všechny spadlé srážky za uplynulé období. Můj vzorec $EFs_1 = P_1 + \frac{P_1 + EFs_0}{2}$ je:

kde P_1 je denní úhrn srážek za určitý den

EFs_0 je efektivní srážka za předchozí dny

Aby nedošlo k záměně, tak jsem veličinu pro potřeby mé diplomové práce přejmenovala na EFs.

4.6. Metodika vlivu meteorologických prvků na vznik požárů

Jako základní statistickou jednotku jsem zvolila den s požárem, takže nebudu v této charakteristice rozlišovat, kolik požárů se v daném území za jeden den vyskytlo. Postup je vždy stejný u všech meteorologických prvků. Každý prvek budu zkoumat zvlášť na jednotlivých stanicích. V každém dni určím hodnotu prvku den s požárem podle výskytu požáru. Dále seřadím data podle hodnoty meteorologického prvku, určím vhodné intervaly a budu počítat, kolik dnů s požárem se vyskytlo v daném intervalu meteorologického prvku. Dále vypočítám pravděpodobnost (den s požárem / počet dní v daném intervalu), s jakou se vyskytl den s požárem v daném intervalu meteorologického prvku.

4.7. Výpočet metodou efektivní srážky

Nejdříve jsem zpracovala grafy s počtem požárů v závislosti na efektivních srážkách, abych zjistila, jak souvisí počet požárů s efektivní srážkou. Uvádím pouze graf ze stanice Měděnec, protože na ostatních stanicích je situace obdobná.

Graf 8: Počet požárů v závislosti na efektivních srážkách

Největší počet požárů se samozřejmě vyskytuje s nejnižšími hodnotami efektivní srážky. Je ale pozoruhodné, že vznikají požáry také za podmínek velmi vysokých hodnot efektivní srážky. Je to vždy způsobeno tím, že daný den hořelo dříve, než začaly vypadávat srážky, většinou ve formě přívalových dešťů a před tímto dnem bylo dlouhé období beze srážek nebo jen se srážkami zanedbatelnými.

Tabulka 6: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na EFs

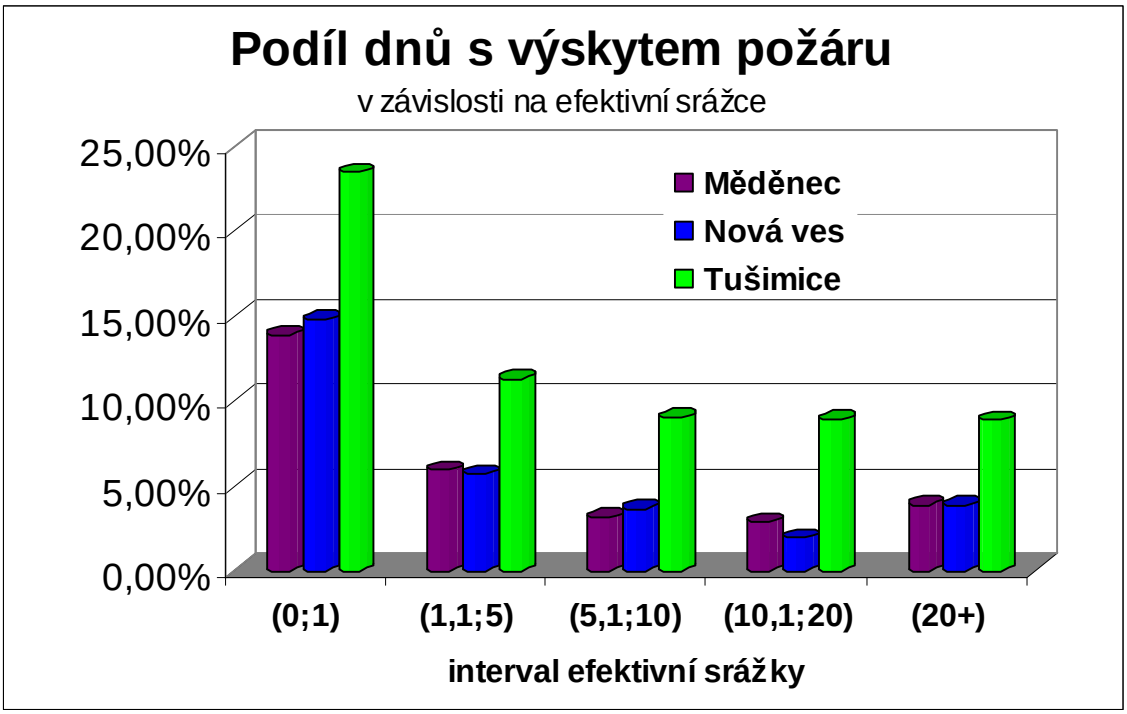
Měděnec						
interval	počet dní	počet požárů	požár/den	podíl v požárech	den s požárem	**den s požárem/den**
(0;1)	1052	187	17,78%	57,89%	146	**13,88%**
(1,1;5)	1300	82	6,31%	25,39%	77	**5,92%**
(5,1;10)	704	24	3,41%	7,43%	22	**3,13%**
(10,1;20)	565	17	3,01%	5,26%	16	**2,83%**
(20+)	336	13	3,87%	4,02%	13	**3,87%**
celkem	3957	323	8,16%	100,00%	274	**6,92%**
Nová ves						
interval	počet dní	počet požárů	požár/den	podíl v požárech	den s požárem	**den s požárem/den**
(0;1)	1002	196	19,56%	59,39%	148	**14,77%**
(1,1;5)	1320	81	6,14%	24,55%	75	**5,68%**
(5,1;10)	774	29	3,75%	8,79%	28	**3,62%**
(10,1;20)	575	12	2,09%	3,64%	11	**1,91%**
(20+)	286	12	4,20%	3,64%	11	**3,85%**
celkem	3957	330	8,34%	100,00%	273	**6,90%**
Tušimice						
interval	počet dní	počet požárů	požár/den	podíl v požárech	den s požárem	**den s požárem/den**
(0;1)	1771	618	34,90%	69,13%	415	**23,43%**
(1,1;5)	1349	187	13,86%	20,92%	152	**11,27%**
(5,1;10)	488	48	9,84%	5,37%	44	**9,02%**
(10,1;20)	270	33	12,22%	3,69%	24	**8,89%**
(20+)	79	8	10,13%	0,89%	7	**8,86%**
celkem	3957	894	22,59%	100,00%	642	**16,22%**

Data na jednotlivých stanicích jsem zpracovala, jak bylo uvedeno v kapitole 4.6. podle vzorce z kapitoly 4.5.2. Intervaly jsem zvolila tak, aby byly pravidelné, s výjimkou prvního intervalu. Ten představuje nejzajímavější interval, protože zastupuje dny s velmi nízkou efektivní srážkou. Pokud jeden den spadne 20 mm srážek, tak až 11. den se zásoba vláhy v půdě zmenší natolik, aby se hodnota dostala do prvního intervalu za předpokladu, že následujících 11 dní již nepršelo. Tato funkce velmi pěkně demonstruje zásobu vody v půdě. Neobsahuje však vazbu na teplotu, která velmi ovlivňuje výpar. Vazba na teplotu bude předmětem dalších rozborů.

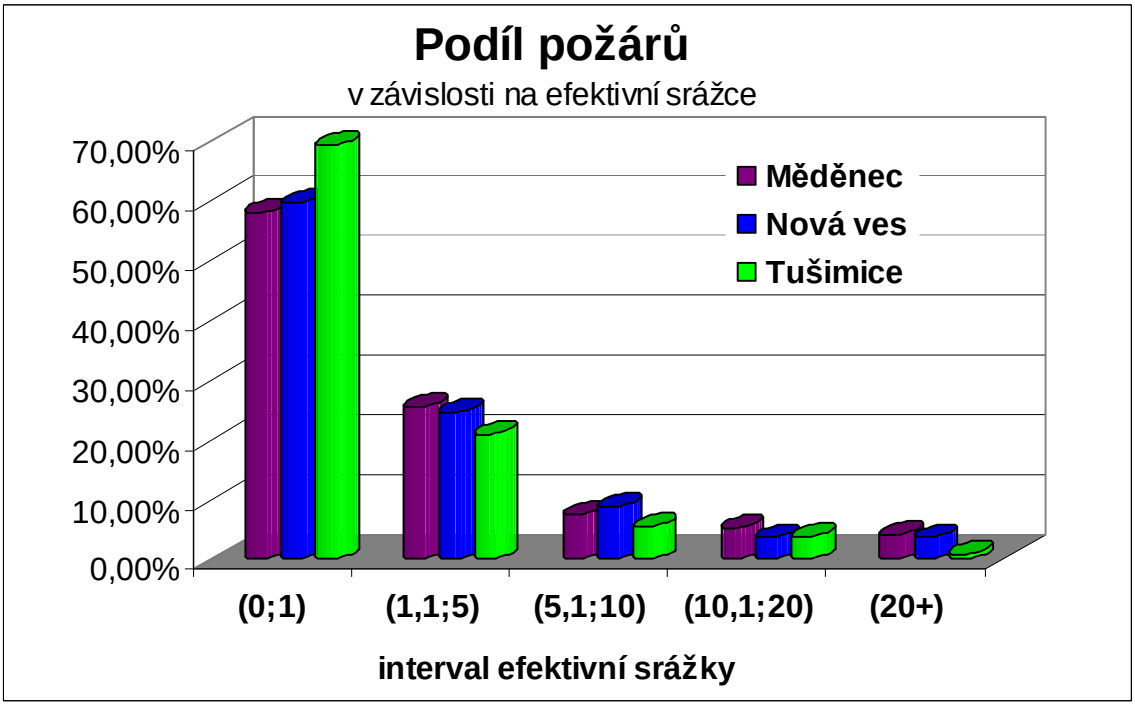
Z tabulky 6 a grafů 9 a 10 vidíme, že největší pravděpodobnost výskytu požárů je v intervalu právě EFs = (0 až 1) a postupně klesá. Až na poslední interval 20+, který vykazuje o něco málo větší pravděpodobnost než předchozí interval. Tato abnormalita je způsobena již dříve zmiňovaným problémem, kdy je dlouhé období beze srážek a stejný den, kdy hořelo, spadne velké množství přívalových srážek. V tabulce 6 a grafu 10 najdeme také hodnoty podílu výskytu na celkovém počtu požárů. Z této charakteristiky vyplývá, že kolem 60 % požárů na všech stanicích připadá právě na interval EFs = (0 až 1). A samotný počet požárů i počet dní s požárem v jednotlivých intervalech také klesá se stoupající hodnotou efektivní srážky. Graficky jsou tyto trendy znázorněné na následujících grafech 9 a 10.

Z uvedených charakteristik je evidentní, že metoda efektivní srážky velmi dobře vystihuje souvislost mezi srážkami a výskytem požárů, proto bude použita pro další syntézu metod a meteorologických prvků se snahou o stanovení vzorce, který by dokázal co nejvěrněji vystihnout riziko požárů.

Graf 9: Podíl dnů s výskytem požárů v závislosti na efektivní srážce



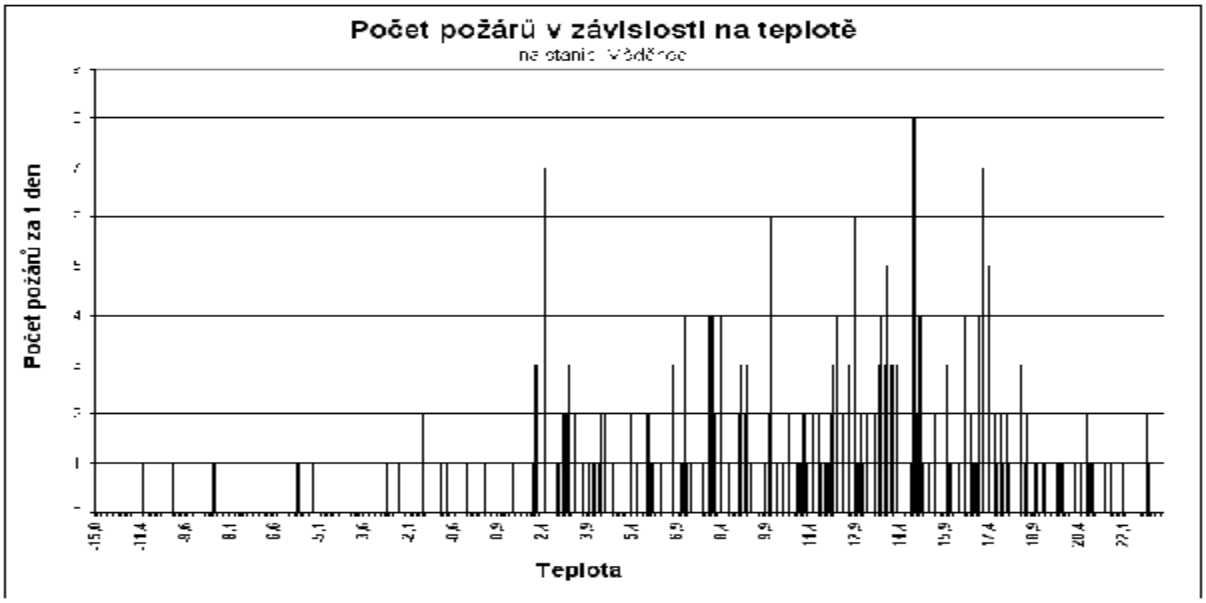
Graf 10: Podíl požárů v závislosti na efektivní srážce



4.8. Teplota

Jako další meteorologický faktor jsem zkoumala průměrnou denní teplotu. Teplota by měla výskyt požárů také velmi ovlivňovat, protože působí na výpar z půdy, který je pro vznik požárů nejdůležitější.

Graf 11: Počet požárů v závislosti na teplotě na stanici Měděnec



Pokud se zaměříme na graf 11, uvidíme, že nejvíc požárů je kolem teploty 14°C. Je to způsobeno tím, že se jedná o průměrnou denní teplotu a právě kolem této hodnoty se teplota v letním období vykytuje nejčastěji, což i dokládá tabulka 7. Zajímavé na grafu 11 je také fakt, že se vykytují požáry i při záporné teplotě.

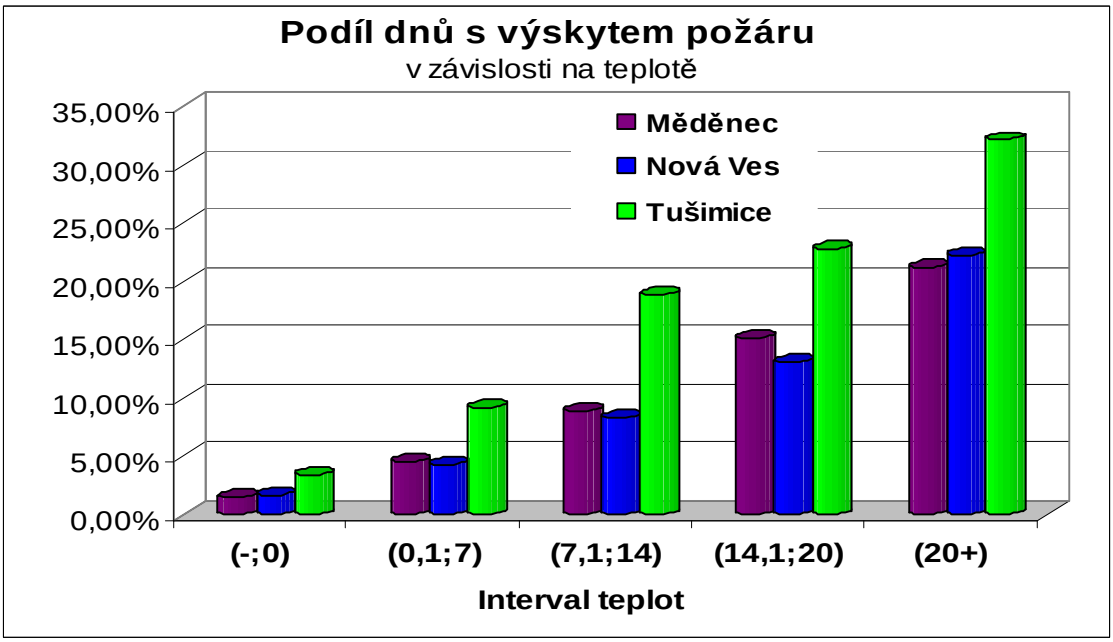
Tabulka 7: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na teplotě

interval	počet požárů	počet dní	požár/den	den s požárem	**den s požárem / den**
Měděnec					
(-;0)	14	950	1,47%	14	**1,47%**
(0,1;7)	56	1081	5,18%	49	**4,53%**
(7,1;14)	133	1248	10,66%	110	**8,81%**
(14,1;20)	102	608	16,78%	92	**15,13%**
(20+)	18	71	25,35%	15	**21,13%**
Nová Ves					
interval	počet požárů	počet dní	požár/den	den s požárem	**den s požárem / den**
(-;0)	16	915	1,75%	15	**1,64%**
(0,1;7)	54	1050	5,14%	45	**4,29%**
(7,1;14)	121	1200	10,08%	99	**8,25%**
(14,1;20)	108	675	16,00%	88	**13,04%**
(20+)	31	117	26,50%	26	**22,22%**
Tušimice					
interval	počet požárů	počet dní	požár/den	den s požárem	**den s požárem / den**
(-;0)	20	530	3,77%	18	**3,40%**
(0,1;7)	124	1050	11,81%	96	**9,14%**
(7,1;14)	275	1071	25,68%	202	**18,86%**
(14,1;20)	312	945	33,02%	215	**22,75%**
(20+)	163	361	45,15%	116	**32,13%**

Vzhledem k tomu, že se jedná o zápornou průměrnou denní teplotu, tak je tento fakt dost zvláštní a nemám pro něj vysvětlení. Jedná se však pouze o ojedinělé případy. Data jsem zkontrolovala a skutečně se jedná o požáry v zimním období, nejčastěji v únoru. Tabulka 7 znázorňuje pravděpodobnost výskytu dne s požárem. Data o teplotách jsem opět rozdělila do pravidelných intervalů. Z průběhu pravděpodobnosti výskytu dne s požárem zvyšující se s teplotou je evidentní, že teplota dobře odráží

podmínky pro vznik požárů. Dokonce hodnoty pravděpodobnosti vzniku požárů v závislosti na teplotě vykazují větší pravděpodobnost, než v závislosti na efektivní srážce. Graf 12 vykazuje téměř lineární závislost. S rostoucí teplotou roste pravděpodobnost výskytu dne s požárem.

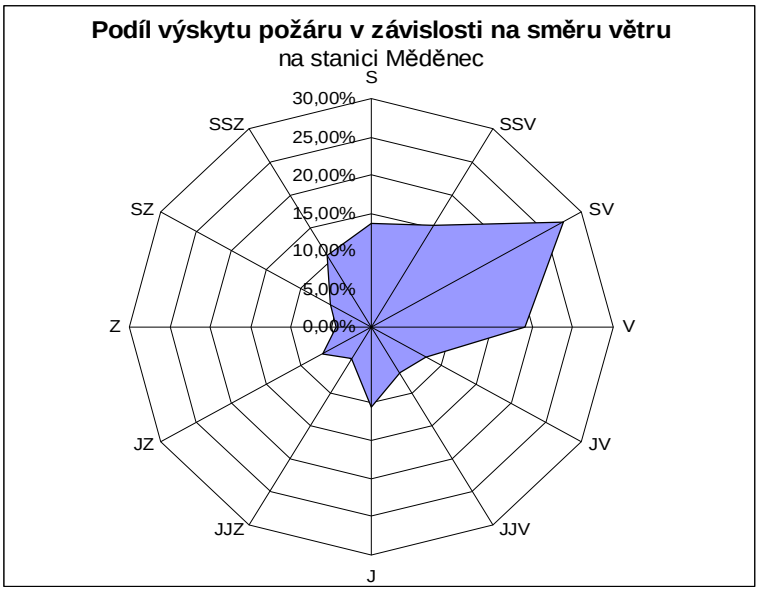
Graf 12: Podíl dnů s výskytem požáru v závislosti na teplotě



Teplota je také velmi vhodná pro použití pro další syntézu metod a meteorologických prvků se snahou o stanovení vzorce, který by dokázal co nejvěrněji vystihnout riziko požárů.

4.9. Směr větru

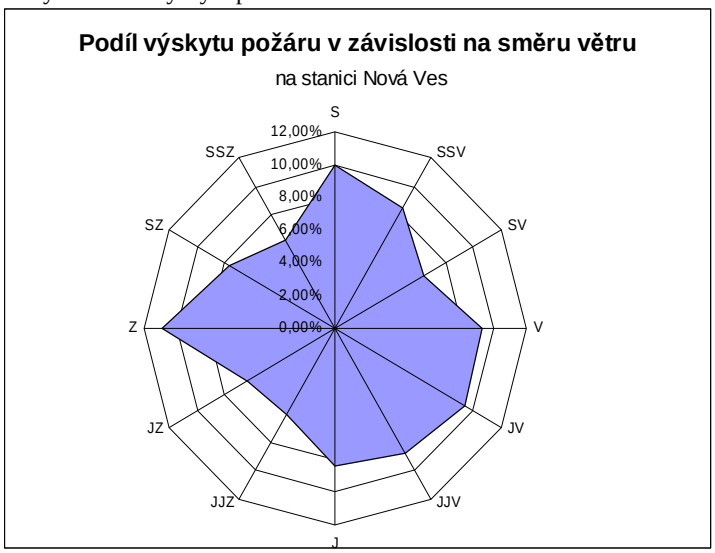
Grafy 13: Podíl výskytu požáru v závislosti na směru větru na stanici Měděnec



Dalším zkoumaným meteorologickým faktorem je směr větru. Na grafech 13 a 14 vidíme podíl výskytu požárů v závislosti na převládajícím směru větru. Vítr se měří v desítkách stupňů (např. číslo 27 = 270°, což značí západ). Na úvod musím říct, že veličina průměrný denní vítr je velmi problematická. Vítr se na základních stanicích zaznamenává v klasických termínech 7, 14 a 21 a počítá se průměrem. Na automatických stanicích s měřením po 10 minutách se dělají nejdříve průměry, které pak reprezentují hodnoty v klasických termínech. Průměr ze směru je

velmi zavádějící veličina, protože se může stát, že daný den je vítr proměnlivý a hodnota denního průměrného větru

Grafy 14: Podíl výskytu požáru v závislosti na směru větru na stanici Nová Ves



ve skutečnosti ten den vůbec nenastala. V horším případě v jednom dni je směr větru ráno opačný než večer a co je pak průměrem? Navíc směr větru je často velmi závislý na místních podmínkách, hlavně je ovlivněn reliéfem.

Uvádím pouze grafy směru větru při požáru na stanici Měděnec a Nová Ves, protože už z těchto dvou grafů je zřejmé, že vznik požáru není ovlivněn směrem větru. Zatímco na stanici Nová Ves nelze ani určit převládající směr větru, při kterém vznikaly požáry, tak na stanici Měděnec je výrazný severovýchodní vítr, na stanici Tušimice je to jihozápadní vítr, při kterém je zvýšené riziko požárů. Směr větru nebude zahrnut do další syntézy metod se snahou o stanovení vzorce, který by dokázal co nejvěrněji vystihnout riziko požárů.

4.10. Rychlost větru

Tabulka 8: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na rychlosti větru

Měděnec						
typ	interval	počet dní	počet požárů	% z požárů	den s požárem	**den s požárem /den**
bezvětří	0 - 1	146	13	4,02%	12	**8,22%**
slabý vítr - A	1,1 -2	879	82	25,39%	73	**8,30%**
slabý vítr - B	2,1 - 3	1028	89	27,55%	74	**7,20%**
mírný vítr - A	3,1 - 4,5	997	92	28,48%	75	**7,52%**
mírný vítr - B	4,6 - 6	532	36	11,15%	30	**5,64%**
čerstvý	6,1 - 10	347	11	3,41%	10	**2,88%**
Nová Ves						
typ	interval	počet dní	počet požárů	% z požárů	den s požárem	**den s požárem /den**
bezvětří	0 - 1	542	48	14,55%	38	**7,01%**
slabý vítr - A	1,1 -2	482	49	14,85%	39	**8,09%**
slabý vítr - B	2,1 - 3	643	55	16,67%	46	**7,15%**
mírný vítr - A	3,1 - 4,5	847	86	26,06%	73	**8,62%**
mírný vítr - B	4,6 - 6	721	52	15,76%	48	**6,66%**
čerstvý	6,1 - 10	561	38	11,52%	27	**4,81%**
silný	10,1 - 15	144	1	0,30%	1	**0,69%**
velmi silný	15,1 - 21	17	0	0,00%	0	**0,00%**

Rychlost větru je také průměrná veličina, ale není to takový problém jako u směru větru, protože rychlost se vyjadřuje ve m/s a ne ve stupních. Intervaly jsem rozdělila rovnoměrně. Ve sloupci typ jsem přiřadila nejbližší slovní vyjádření Beaufortovy stupnice, byť moje rozdělení přesně Beaufortově stupnici neodpovídá. Na stanicích Měděnec a Tušimice velmi silný vítr nebyl ani v jednom dni v 11 letech.

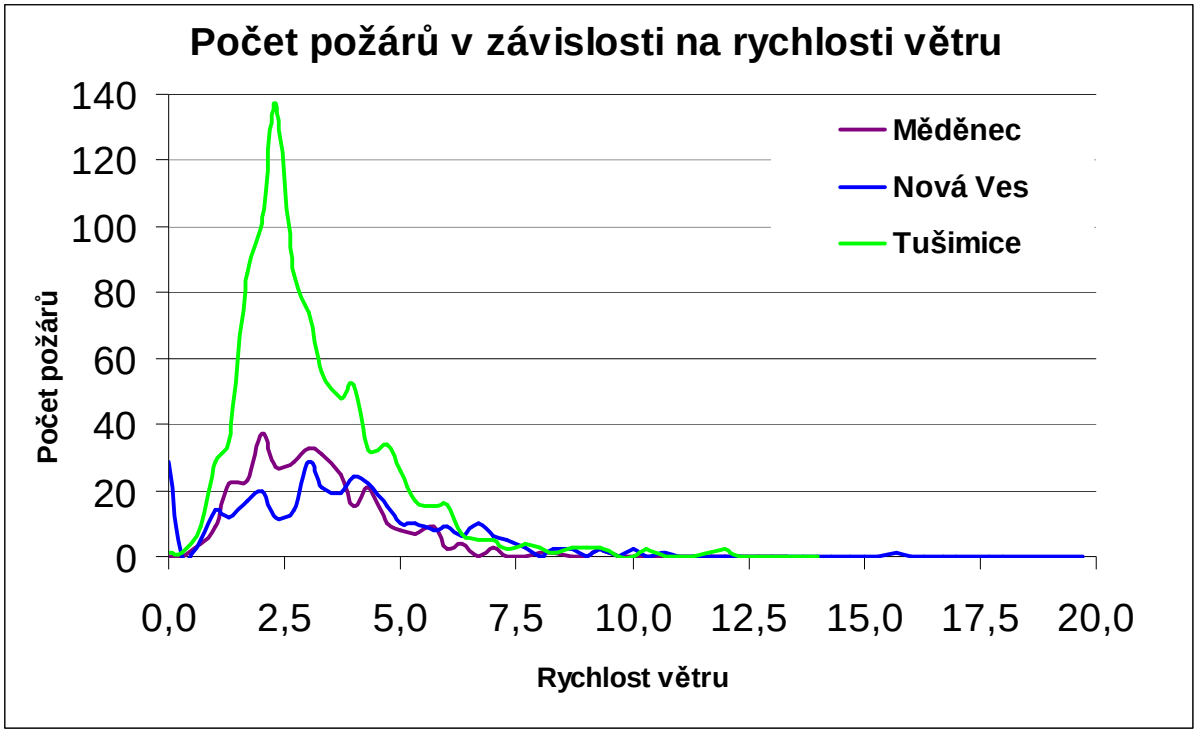
Tabulka 8: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na rychlosti větru

Tušimice						
typ	interval	počet dní	počet požárů	% požárů	den s požárem	**den s požárem /den**
bezvětří	0 - 1	304	40	4,47%	28	**9,21%**
slabý vítr - A	1,1 -2	1006	222	24,83%	162	**16,10%**
slabý vítr - B	2,1 - 3	1016	296	33,11%	214	**21,06%**
mírný vítr - A	3,1 - 4,5	868	188	21,03%	136	**15,67%**
mírný vítr - B	4,6 - 6	506	108	12,08%	76	**15,02%**
čerstvý	6,1 - 10	231	36	4,03%	28	**12,12%**
silný	10,1 - 15	26	4	0,45%	3	**11,54%**
velmi silný	15,1 - 21	0	0	0,00%	0	**0,00%**

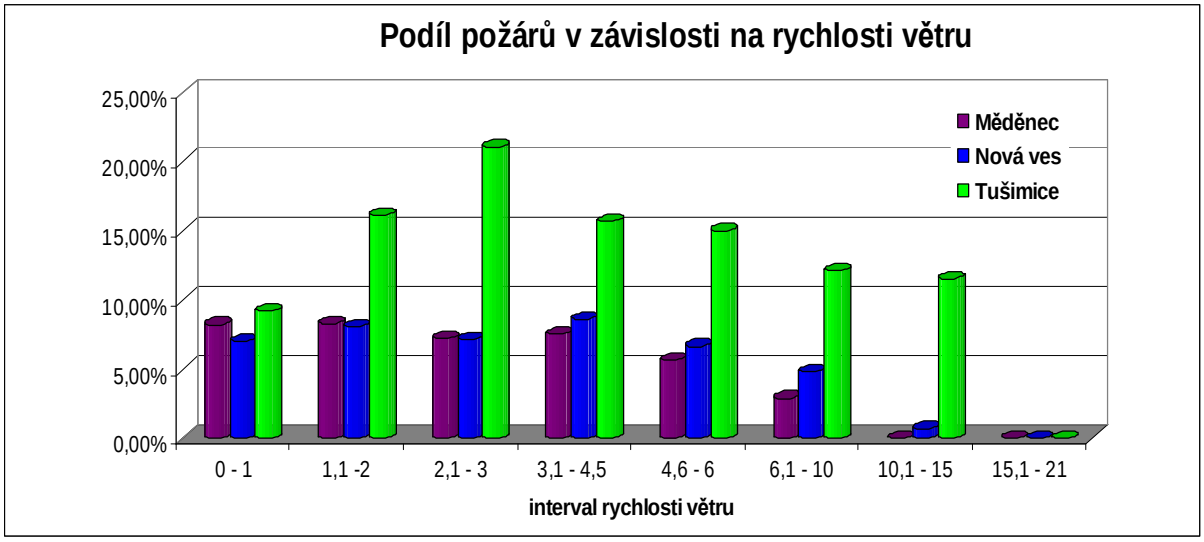
Pravděpodobnost výskytu požárů (sloupec den s požárem /den) v jednotlivých intervalech je velmi vyrovnaná až do rychlosti 6 m/s, po této hodnotě pravděpodobnost výskytu klesá. Stanice Tušimice opět vykazuje vyšší hodnotu pravděpodobnosti z důvodu většího výskytu požárů na větší rozloze území.

Na grafu 15 a 16 vidíme stejnou situaci v grafickém zpracování.

Graf 15: Počet požárů v závislosti na rychlosti větru

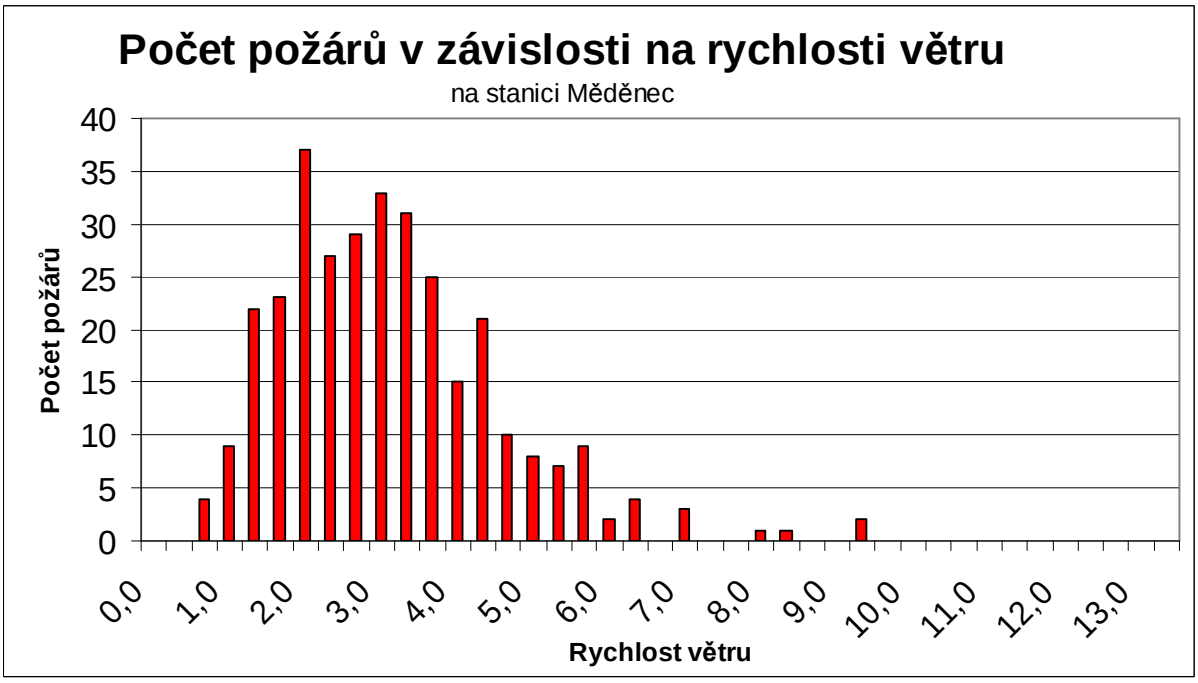


Graf 16: Podíl požárů v závislosti na rychlosti větru

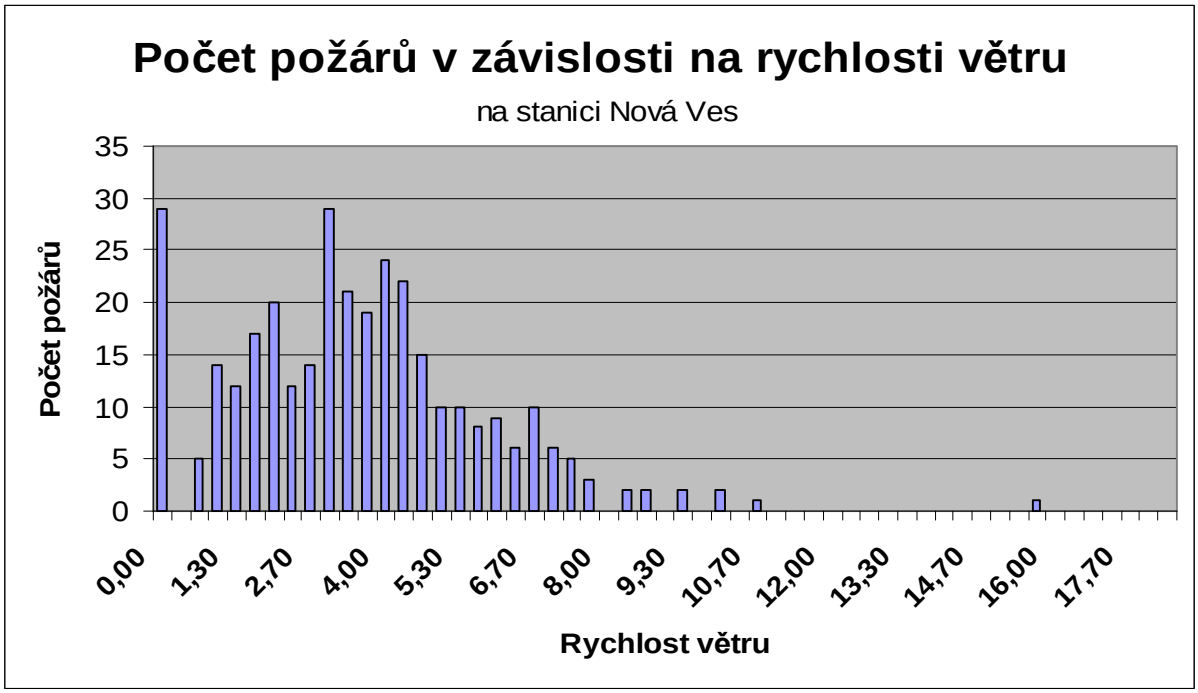


Graf 16 znázorňuje pravděpodobnost výskytu dne s požárem v jednotlivých intervalech, kdežto graf 15 znázorňuje absolutní počet požárů v závislosti na rychlosti větru. Nejčastěji se požár vyskytuje s rychlostí větru kolem 2,5 m/s, což odpovídá také nejčastější hodnotě denní rychlosti větru. Po rychlosti 6 m/s se požáry již téměř nevyskytují, jak vyplývá z grafu 15. S rychlostí přes 10 m/s se požáry vyskytují naprosto ojediněle. Tyto hodnoty rychlosti větru se vyskytovaly hlavně na stanici Nová Ves, což dokazují také grafy 17, 18 a 19, na nichž vidíme absolutní počet požárů v závislosti na rychlosti větru.

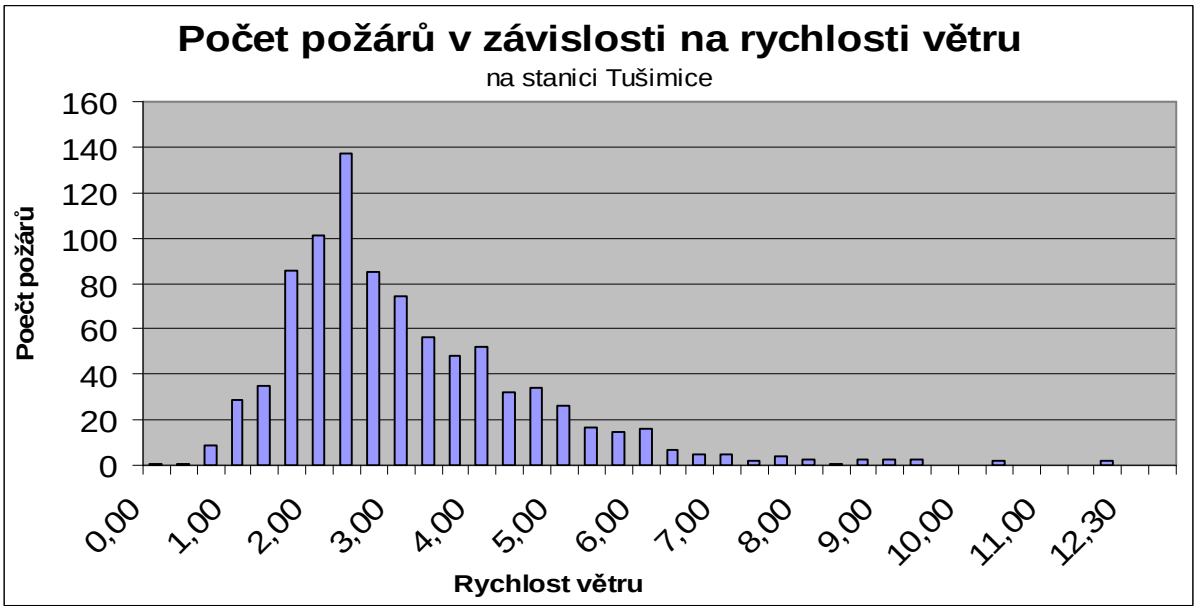
Graf 17: Počet požárů v závislosti na rychlosti větru na stanici Měděnec



Graf 18: Počet požárů v závislosti na rychlosti větru na stanici Nová Ves



Graf 19: Počet požárů v závislosti na rychlosti větru na stanici Tušimice



Zajímavý je také fakt, že zatímco na stanici Měděnec se v průběhu 11 let nevyskytla žádná průměrná denní hodnota rychlosti větru 0 m/s, tak na stanici Nová Ves to bylo v součtu přes 100 dní s průměrnou denní hodnotou 0 m/s a je to také kategorie s největším počtem požárů. Na stanici Tušimice se rychlost větru 0 m/s vyskytla pouze 20x za 11 let. Zřejmě to bude souviset s typem stanice, tj. se způsobem měření větru. Zatímco stanice Nová Ves je automatizovaná, tak stanice Měděnec je pouze základní. Jako všechna meteorologická data i tato data závisí na kvalitě pozorování. Rychlosti větru se takto podrobně věnuji proto, že to bude důležité pro tvorbu vzorce pro předpovídání rizika požárů.

4.11. Povětrnostní situace

Zkusila jsem také porovnávat povětrnostní situace nad ČR v souvislosti s výskytem požárů. V této kapitole jsem nepoužívala jednotku den s požárem, ale pouze jednotku požár, proto mi jedna kategorie vyšla více jak 100 %, což znamená, že se vyskytlo na daném území víc požárů než dní s danou povětrnostní situací. Nejvíce požárů v jeden den (konkrétně 11) se vyskytlo při povětrnostní situaci A = anticyklóna nad střední Evropou, druhý největší počet – 9, se vyskytlo dvakrát. Jednou při Wal - západní anticyklonální situace letního typu a jednou při NEc - severovýchodní cyklonální situaci, což je poměrně zvláštní, protože dle tabulky 9 je to až 16. situace z 28 v pořadí pravděpodobnosti výskytu požárů.

V této kapitole jsem data o požárech ze všech 3 stanic zpracovávala dohromady, protože povětrnostní situace je vydávána samozřejmě pro celou Českou republiku. Výsledky v procentech jsou pouze čísla, která udávají pořadí výskytu požárů v jednotlivých povětrnostních situacích. Kdybychom vzali v úvahu ještě větší území (např. Ústecký kraj či celou ČR), tak by čísla byla ještě mnohem větší, ale mělo by být přibližně zachováno pořadí, protože se jedná o data o požárech z posledních 11 let.

Tabulka 9: Pravděpodobnost výskytu požáru v závislosti na povětrnostní situaci

Povětr. Situace	počet dní	počet požárů	požár / den	procento požárů
A	129	135	104,65%	8,73%
NEa	149	123	82,55%	7,95%
NWa	64	48	75,00%	3,10%
SEa	134	97	72,39%	6,27%
Ea	119	82	68,91%	5,30%
Wal	110	75	68,18%	4,85%
Sa	80	52	65,00%	3,36%
Ap4	14	9	64,29%	0,58%
SEc	74	47	63,51%	3,04%
Ap1	91	53	58,24%	3,43%
Ap3	78	43	55,13%	2,78%
Ap2	140	72	51,43%	4,65%
SWc1	112	56	50,00%	3,62%
Wa	82	37	45,12%	2,39%

Povětr. Situace	počet dní	počet požárů	požár / den	procento požárů
SWc3	159	61	38,36%	3,94%
SWa	134	51	38,06%	3,30%
NEc	228	74	32,46%	4,78%
Vfz	132	42	31,82%	2,71%
SWc2	239	71	29,71%	4,59%
C	102	28	27,45%	1,81%
Cv	45	11	24,44%	0,71%
NWc	193	44	22,80%	2,84%
Nc	139	28	20,14%	1,81%
B	246	46	18,70%	2,97%
Bp	414	77	18,60%	4,98%
Wc	304	53	17,43%	3,43%
Ec	113	16	14,16%	1,03%
Wcs	133	16	12,03%	1,03%

Dle ČHMÚ: „Při typizaci povětrnostních situací bereme zřetel nejen na okamžitý stav přízemního a výškového proudění, ale i na polohu frontální zóny, na charakter tlakového pole a na vzduchové hmoty. Tyto parametry mají rozhodující vliv na rozložení vertikálních pohybů, a tím i na počasové projevy. Pojmům cyklonální a anticyklonální situace je třeba rozumět tak, že během dané situace převládá nad naším územím cyklonální nebo anticyklonální tlakové pole. V prvém případě to však neznamená, že musejí po všechny dny padat srážky. V některých dnech může být cyklonalita slaběji vyjádřena nebo může přecházet hřeben vyššího tlaku mezi dvěma frontami. Naproti tomu při anticyklonálních situacích může dojít v některých oblastech ke srážkám, například při přechodu slabé

fronty při výměně anticyklón nebo při prohřívání studeného vzduchu v létě.“ Dle výše uvedeného je samozřejmé, že vymezení povětrností situace není ve všech dnech absolutní.

Je logické, že nejvíce požárů vzniká v období beze srážek a s vysokými teplotami, čemuž jasně odpovídá největší procento výskytu požárů při povětrnostní situaci anticyklóna nad střední Evropou. Dalšími situacemi s vysokým podílem požárů jsou v tomto pořadí: severovýchodní anticyklonální situace, severozápadní anticyklonální situace, jihovýchodní anticyklonální situace a východní anticyklonální situace. To není také s podivem, protože se opět jedná jen o anticyklonální situace. Zajímavé je deváté místo jihovýchodní cyklonální situace.

Tuto kapitolu jsem uváděla jen pro zajímavost a do dalších výzkumů závislosti a tvorby předpovědního vzorce nebudu povětrností situace využívat.

5. Závislost meteorologických prvků při výskytu požárů

V této kapitole budu porovnávat vliv a závislosti meteorologických prvků mezi sebou při výskytu požáru. Z předešlých charakteristik a výsledků jsem pro pozorování meteorologických prvků ovlivňujících riziko požárů zvolila průměrnou denní teplotu, efektivní srážku (vychází z denních úhrnů srážek) a rychlost větru. Možná bychom mohli zkoumat další meteorologické prvky (jako relativní vlhkost), ale snažila jsem se vyjít pouze ze základních prvků, které jsou snadno a dobře předpovídatelné, abych mohla dojít ke vzorci, který by dobře vystihovat riziko požárů. Vycházím z modelů ALADIN, který tyto hodnoty předpovídá: teplota ve 2 m nad modelovým terénem, srážky v mm, vítr v 10 m nad povrchem a oblačnost. Kromě oblačnosti jsou toto základní charakteristiky počasí, které lze s určitou pravděpodobností předpovídat. Proto budu požívat jen tyto parametry povětrnostní situace a nebudu se v této práci pokoušet pracovat s hodnotami již odvozenými.

V dalších kapitolách budu závislosti zjišťovat pomocí tabulek s intervaly meteorologických prvků a pomocí grafů. Určení vztahů a závislostí meteorologických prvků je důležité pro možnost určení vzorce, který by věrně vystihoval riziko požárů. Tabulky uvádím pro každou stanici zvlášť, stejně tak i grafy. Tabulky vyjadřují opět pravděpodobnost, s jakou se vyskytl požár (tj. den s požárem/den) a grafy jsou jen pro situace s výskytem požáru. Pokud se v daný den vyskytl požár vícekrát, je to v grafu reprezentováno vícero body.

5.1. Závislost teploty a efektivní srážky při výskytu požárů

Nejprve jsem zvažovala závislost mezi teplotou a efektivní srážkou. V tabulkách jsou políčka barevně označena podle jejich hodnoty. Modrá barva značí políčka s malým počtem výskytu v 11 letech a nebudu je tedy zohledňovat do výsledků, protože jejich hodnota je ovlivněna nízkým počtem výskytu a tudíž je nerelevantní. V případě závislosti teploty na efektivních srážkách se jedná o intervaly s vysokou denní průměrnou teplotou a vysokou efektivní srážkou. Na stanici Měděnec je největší pravděpodobnost výskytu požáru s nízkou efektivní srážkou a vysokou průměrnou denní teplotou, což se dalo očekávat.

Tabulka 10: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na teplotě a efektivní srážce na stanici Měděnec

Podíl požár/den	Interval teploty						Měděnec
Interval Efektivní srážky	(-;0)	(0,1;5)	(5,1;10)	(10,1;15)	(15,1;20)	(20+)	Celkový součet
(0;1)	3%	8%	14%	22%	21%	21%	13,79%
(1,1;5)	2%	4%	6%	9%	11%	24%	5,96%
(5,1;10)	1%	3%	2%	7%	3%	0%	3,13%
(10,1;15)	0%	1%	2%	3%	3%	25%	2,00%
(15,1;20)	0%	2%	11%	0%	15%	0%	4,19%
(20+)	1%	0%	0%	8%	14%	33%	3,87%
Celkový součet	1,47%	4,18%	6,77%	10,90%	13,47%	21,13%	6,92%

	nerelevantní počet výskytu dní - méně než 10
	malý počet výskytu dní - méně než 50
	výskyt požárů nad 5 %
	výskyt požárů nad 10 %
	výskyt požárů nad 15 %
	výskyt požárů nad 20 %
	výskyt požárů nad 30 %

Tabulka 11: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na teplotě a EFs na stanici Nová Ves a Tušimice

Podíl požár/den	Interval teploty						Nová Ves
Interval Efektivní srážky	(-;0)	(0,1;5)	(5,1;10)	(10,1;15)	(15,1;20)	(20+)	Celkový součet
(0;1)	3%	8%	18%	21%	22%	26%	14,77%
(1,1;5)	1%	4%	7%	8%	10%	17%	5,68%
(5,1;10)	1%	1%	3%	4%	15%	11%	3,62%
(10,1;15)	2%	0%	0%	2%	0%	50%	1,61%
(15,1;20)	0%	0%	3%	4%	8%	0%	2,48%
(20+)	2%	3%	2%	2%	7%	29%	3,85%
Celkový součet	1,64%	3,70%	7,57%	8,93%	13,31%	22,22%	6,90%

Podíl požár / den	Interval teploty						Tušimice
Interval Efektivní srážky	(-;0)	(0,1;5)	(5,1;10)	(10,1;15)	(15,1;20)	(20+)	Celkový součet
(0;1)	4%	13%	23%	34%	39%	41%	23,43%
(1,1;5)	4%	4%	9%	12%	18%	26%	11,27%
(5,1;10)	0%	5%	7%	13%	8%	22%	9,02%
(10,1;15)	0%	3%	15%	11%	6%	30%	10,93%
(15,1;20)	0%	10%	0%	19%	7%	13%	9,20%
(20+)	0%	0%	0%	0%	22%	18%	10,13%
Celkový součet	3,40%	8,01%	14,97%	20,20%	23,15%	32,13%	16,35%

Velmi zajímavý je také ale interval s vysokou denní průměrnou teplotou a poměrně vysokou efektivní srážkou. Z této tabulky je zřejmé, že výskyt požárů závisí více na teplotě než na efektivní srážce. Důležité je opět připomenout, že je možné, že k požáru došlo dříve, než přišel přívalový déšť daný den. Na stanici Nová Ves je situace podobná, akorát se zde nevyskytuje problém s intervaly vysoké efektivní srážky a nejvíce požárů se vyskytuje v intervalech vysoké průměrné denní teploty a nízké efektivní srážky. Na stanici Tušimice jsou nerelevantní intervaly s nízkou teplotou a vysokou efektivní srážkou. Je to způsobeno tím, že území stanice Tušimice je ve srážkovém stínu Krušných hor a vyskytují se zde spíše přívalové srážky z bouřek z tepla. Jinak tabulka přesně odpovídá myšlence, že více hoří s vysokou denní teplotou a nízkou efektivní srážkou. Přesto v tabulce můžeme najít jisté nesrovnalosti. Například na stanici Tušimice je vysoká pravděpodobnost výskytu požárů v intervalu s teplotou 10°C až 15°C, stejně tak na stanici Měděnec intervaly s teplotou 15°C až 20°C, což nám napovídá, že teplota a srážky nejsou jediní činitelé, kteří ovlivňují výskyt požárů.

Graf 20: Závislost efektivní srážky na teplotě při požáru

V grafu 20 je vyjádřená závislost efektivní srážky na teplotě při požárech na všech stanicích. Graf 20 také říká, že požáry mohou vznikat za všech denních průměrných teplot, ale za velmi nízké hodnoty efektivní srážky. Dále je na grafu 20 znázorněná lineární regrese, z rovnice lineární regrese je patrné, že tyto dvě veličiny na sobě příliš nezávisí. Tento fakt je důležitý, protože pokud na sobě nejsou veličiny příliš závislé, tak to znamená, že každá veličina ovlivňuje riziko požárů jiným způsobem, a tak se mi podaří dojít při vhodné kombinaci těchto veličin ve vzorci k lepším výsledkům.

Zajímavé je, že zatímco tabulky ukazují závislost rizika požárů především na teplotě, tak graf by ukazoval spíše na větší závislost na efektivní srážce. Pro mě není důležité, na které veličině více závisí, ale to, že jsem dokázala obecný (a také logický) jev, že riziko požárů se zvyšuje s rostoucí teplotou a s klesající efektivní srážkou.

5.2. Závislost rychlosti větru a teploty při výskytu požárů

Dále jsem zkoumala závislost rychlosti větru a teploty při požáru. Jak jsem již naznačila v minulé kapitole, tak efektivní srážka a teplota nejsou jediné veličiny, na kterých závisí výskyt požárů. Proto jsem také zkoumala vliv rychlosti větru. Myslím, že závislost rychlosti větru bude spíše na teplotě než na efektivní srážce. V tabulce jsou opět modře označená políčka, jehož hodnoty nejsou relevantní.

Tabulka 12: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na rychlosti větru a na teplotě na stanici Měděnec

Podíl požár/den	Interval rychlosti větru			Měděnec				
Interval teploty	(0;1)	(1,1;2)	(2,1;3)	(3,1;4,5)	(4,6;6)	(6,1;10)	(10,1;15)	Celkový součet
(-;0)	0%	1%	1%	3%	1%	0%	0%	1,47%
(0,1;5)	10%	2%	6%	4%	6%	2%	0%	4,18%
(5,1;10)	5%	5%	9%	7%	7%	5%	0%	6,77%
(10,1;15)	14%	14%	8%	13%	9%	8%	0,00%	10,90%
(15,1;20)	13%	15%	11%	14%	14%	29%	0,00%	13,47%
(20+)	0%	30%	14%	25%	0,00%	0,00%	0,00%	21,13%
Celkový součet	8,22%	8,30%	7,20%	7,53%	5,64%	2,88%	0,00%	6,92%

	nerelevantní počet výskytu dní - méně než 10
	malý počet výskytu dní - méně než 50
	výskyt požárů nad 5 %
	výskyt požárů nad 10 %
	výskyt požárů nad 15 %
	výskyt požárů nad 20 %
	výskyt požárů nad 30 %

Na tabulce ze stanice Měděnec je zajímavé, že kromě nerelevantních intervalů vysoké rychlosti větru je i nerelevantní interval s nejnižší rychlostí větru a nejvyšší teplotou, to souvisí s problémem již zmiňovaným, že na stanici Měděnec nebyly zaznamenány průměrné rychlosti větru 0 m/s.

Pravděpodobnost výskytu požárů roste s teplotou, což je samozřejmě stejné jako v minulé tabulce, protože se jedná o stejná data. Největší pravděpodobnost požáru je v intervalu s nejvyšší teplotou a rychlostí větru 1 až 2 m/s, což jsou nejčastější podmínky požáru v létě, ale také je výrazný interval s vysokou teplotou a rychlostmi větru k 4,5 m/s. Tento interval je i na ostatních stanicích velmi zajímavý. Na Nové Vsi představuje interval s největší pravděpodobností, na stanici Tušimice má také pravděpodobnost velmi vysokou hodnotu. Z tabulky 13 (Nová Ves) je možné také konstatovat, že pokud je poměrně vysoká teplota, tak se pravděpodobnost výskytu požáru zvyšuje s rostoucí rychlostí větru.

Tabulka 13: Pravděpodobnost výskytu požárů v závislosti na rychlosti větru a na teplotě na stanici Nová Ves a Tušimice

Podíl požár/den	Interval rychlosti větru							Nová Ves	
Interval teploty	(0;1)	(1,1;2)	(2,1;3)	(3,1;4,5)	(4,6;6)	(6,1;10)	(10,1;15)	(15+)	Celkový součet
(-;0)	0%	0%	3%	4%	1%	2%	0%	0%	1,64%
(0,1;5)	5%	9%	6%	4%	2%	4%	0%	0%	3,70%
(5,1;10)	5%	3%	7%	11%	11%	6%	0%	0%	7,57%
(10,1;15)	7%	10%	10%	9%	8%	7%	17%	100%	8,93%
(15,1;20)	14%	13%	8%	13%	22%	22%	0%	0%	13,31%
(20+)	19%	21%	18%	40%	0%	0%	0%	0%	22,22%
Celkový součet	7,01%	8,09%	7,15%	8,62%	6,66%	4,81%	0,69%	5,88%	6,90%

Podíl požár/den	Interval rychlosti větru						Tušimice	
Interval teplot	(0;1)	(1,1;2)	(2,1;3)	(3,1;4,5)	(4,6;6)	(6,1;10)	(10,1;15)	Celkový součet
(-;0)	2%	3%	6%	1%	4%	5%	0%	3,40%
(0,1;5)	7%	10%	7%	9%	7%	8%	0%	8,01%
(5,1;10)	8%	15%	19%	17%	13%	10%	15%	14,97%
(10,1;15)	6%	19%	24%	20%	20%	19%	0%	20,20%
(15,1;20)	21%	25%	26%	19%	21%	25%	50%	23,15%
(20+)	38%	25%	36%	30%	50%	67%	0%	32,13%
Celkový součet	9,21%	16,10%	21,06%	15,67%	15,02%	12,12%	11,54%	16,35%

Stanice Tušimice má opět vyšší čísla pravděpodobnosti, protože je k této stanici přiřazena větší plocha. Opět je zde jasná tendence zvyšování rizika požárů s rostoucí teplotou. Na všech stanicích je poměrně konstantní vývoj pravděpodobnosti s rychlostí větru. Můžeme si to vykládat dvěma způsoby: 1) pravděpodobnost výskytu požáru vůbec nezávisí na rychlosti větru

2) existují dvě možnosti výskytu požárů (v závislosti na teplotě a rychlosti větru):

a) vysoká teplota (průměrná denní hodnota nad 15°C) a nižší rychlosti větru (do 3 m/s)

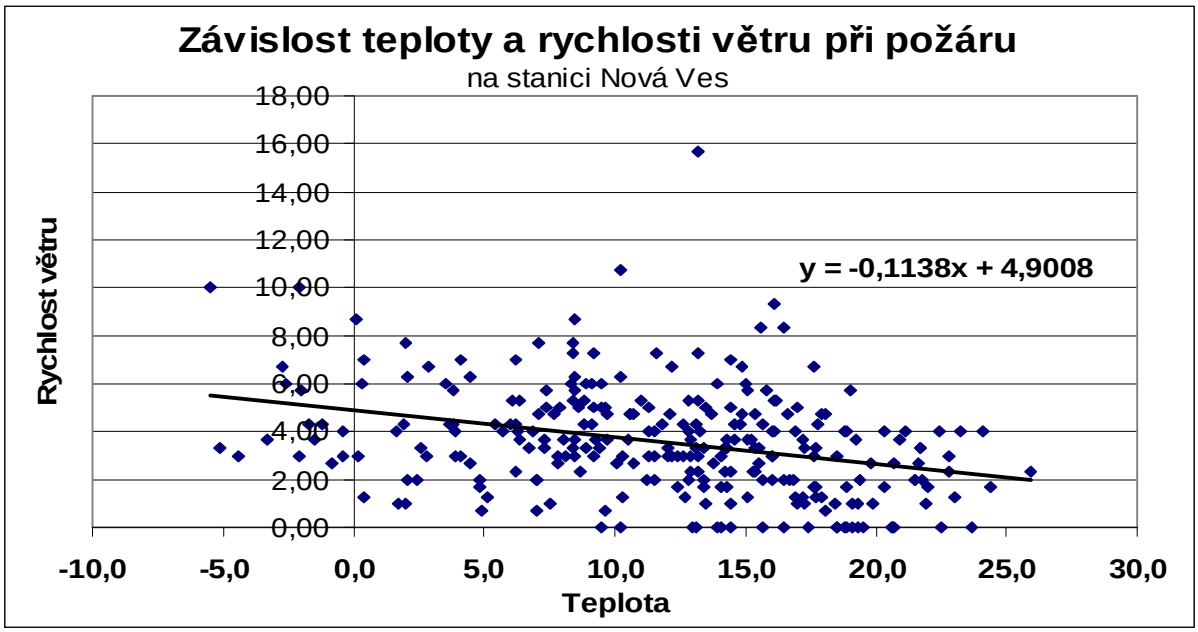
b) vyšší rychlost větru (nad 3 m/s) a nižší teplota (kolem 10°C – nemůže být zase moc nízká)

Vzhledem k výsledkům kapitoly 4.9. si myslím, že je správně způsob 2), tj. že riziko požárů závisí na rychlosti větru, ale ne lineárně. Riziko požárů závisí na rychlosti větru, ale v souvislosti s teplotou. Je i logické, že když je vysoká teplota, tak nebudou vysoké rychlosti větru, protože nad územím pravděpodobně je anticyklonální situace. Stejně tak, když je vyšší rychlost větru, nebudou

vysoké teploty, přesto se vyskytují požáry při poměrně nízké denní průměrné teplotě (kolem 10°C), takže příčinou vysokého výparu (tím vysušení povrchu a vhodnější podmínky k požárům) musí být vyšší rychlost větru.

Zajímavé je také samotné srovnání hodnot pravděpodobnosti, protože obě tabulky (12, 13) vyjadřují závislost na teplotě při požárech. Na všech třech stanicích maximální hodnoty dosahují vyšších čísel v závislosti na rychlosti větru. Což může být vysvětleno buď náhodným vhodným zvolením intervalů, nebo faktem, že teplota je více závislá na rychlosti větru než na efektivní srážce, což dokazuje také graf 21, který zobrazuje závislost rychlosti větru na teplotě při požáru na stanici Nová Ves (grafy na ostatních stanicích jsou podobné). Z rovnice lineární regrese zjistíme stejnou skutečnost, protože koeficient u proměnné x je vyšší při závislosti na rychlosti větru. Ze srovnání grafů závislosti teploty na efektivní srážce a na rychlosti je zřejmé, že zatímco teplota a rychlost větru mají přímou závislost, tak teplota a efektivní srážka na sobě závisí nepřímo. Což je dáno tím, že zatímco se vzrůstající teplotou a rychlostí větru riziko požáru roste, tak se vzrůstající hodnotou efektivní srážky klesá. Tyto skutečnosti budou důležité při sestavování vzorce pro výpočet rizika požárů.

Graf 21: Závislost rychlosti větru na teplotě při požáru



6. Stanovení vzorce pro výpočet rizika požárů

Tuto kapitolu jsem věnovala snaze o vytvoření vzorce, který by za použití průměrné denní teploty, efektivní srážky a rychlosti větru udával co nejvyšší pravděpodobnost výskytu požáru. Protože z grafů 8, 9 a 10 je zřejmé, že čím vyšší hodnota efektivní srážky, tím bude hořet s menší pravděpodobností, vzorec musí být podílem a efektivní srážka bude ve jmenovateli, protože na pravděpodobnosti výskytu závisí nepřímou úměrností. Dále teplota a rychlost na sobě závisí, což vyplývá z grafu 21 – závislost teploty a rychlosti větru. Proto musí být obě veličiny v čitateli vzorce a nejlépe v součtu, protože hoří za 2 situací (viz kapitola 4.2.).

Vycházela jsem ze základního vzorce: $IRP = \frac{T + RV}{EFs}$ kde IRP – index rizika požáru, T – průměrná denní teplota, RV – rychlost větru, EFs – efektivní srážka

Tabulka 14: Pravděpodobnost výskytu požáru v závislosti na IRP

Měděnec				
VZOREC 1	počet dní	počet dnů s požárem	den s požár/den	procento z požárů
(-;0)	451	5	1,11%	1,82%
(0,1;1)	970	27	2,78%	9,85%
(1,1;2)	571	18	3,15%	6,57%
(2,1;4)	524	26	4,96%	9,49%
(4,1;10)	523	46	8,80%	16,79%
(10,1;25)	325	35	10,77%	12,77%
(25,1;100)	294	48	16,33%	17,52%
(100,1;500)	172	32	18,60%	11,68%
(500+)	127	37	29,13%	13,50%
celkem	3957	274	6,92%	100,00%
Nová Ves				
VZOREC 1	počet dní	počet dnů s požárem	den s požár/den	procento z požárů
(-;0)	433	2	0,46%	0,73%
(0,1;1)	836	17	2,03%	6,23%
(1,1;2)	623	18	2,89%	6,59%
(2,1;4)	587	32	5,45%	11,72%
(4,1;10)	549	51	9,29%	18,68%
(10,1;25)	360	43	11,94%	15,75%
(25,1;100)	275	38	13,82%	13,92%
(100,1;500)	148	34	22,97%	12,45%
(500+)	146	38	26,03%	13,92%
celkem	3957	273	6,90%	100,00%
Tušimice				
VZOREC 1	počet dní	počet dnů s požárem	den s požár/den	procento z požárů
(-;0)	286	7	2,45%	1,08%
(0,1;1)	297	18	6,06%	2,78%
(1,1;2)	438	33	7,53%	5,10%
(2,1;4)	590	45	7,63%	6,96%
(4,1;10)	707	90	12,73%	13,91%
(10,1;25)	539	100	18,55%	15,46%
(25,1;100)	516	135	26,16%	20,87%
(100,1;500)	291	99	34,02%	15,30%
(500+)	293	120	40,96%	18,55%
celkem	3957	647	16,35%	100,00%

Výslednou veličinu jsem zpracovala stejně jako v minulých kapitolách, tj. určila jsem intervaly, aby v každé kategorii bylo nejméně 100 hodnot (aby byla pravděpodobnost relevantní). Se zvyšující se veličinou IRP jsem intervaly zužovala, abych mohla najít souvislost. Intervaly hodnot veličiny IRP jsou ve sloupci VZOREC 1 (tabulka 14). Pravděpodobnost výskytu požáru, je ve sloupci den s požárem/den. Ve sloupci procento z požárů je procentuální hodnota daného intervalu z celkového počtu požáru, která slouží pro porovnání, kolik požárů se v daném intervalu vyskytlo. Ze všech tabulek o vzorci 1 vyplývá, že veličina IRP je správně zvolena, protože s rostoucí hodnotou IRP roste pravděpodobnost výskytu požáru. Hodnoty IRP na stanici Tušimice jsou opět o něco větší kvůli větší ploše přiřazené ke stanici. Pokud porovnáme prostý procentuální výskyt požárů v daném intervalu s pravděpodobností (v %) výskytu požáru, je zřejmé, že s tímto vzorcem jsem na dobré cestě. Přesto hodnoty z vypočteného vzorce nejsou zas tak moc vysoké, takže jsem začala vzorec dále upravovat.

Dále jsem zkoušela použít několik vzorců:

$IRP = \frac{2T + RV}{EFs}$, $IRP = \frac{T + 2RV}{EFs}$, ale nepřinášely lepší výsledky než vzorec původní. Dále jsem zkoušela použít teplotu v nějaké jiné veličině. Zkoušela jsem zavést veličinu efektivní teplota, která se počítá stejným způsobem jako efektivní srážka. Vycházela jsem z myšlenky, že teplota je důležitá také

v horizontu několika předešlých dní a záleží na tom, jaká teplota byla dny před požárem. Pak vzorec vypadal takto: $IRP = \frac{EFT + RV}{EFs}$ či takto: $IRP = \frac{EFT + 2RV}{EFs}$ kde EFT je efektivní teplota. Tato myšlenka se však také neosvědčila a hodnoty IRP nepřinášely lepší výsledky než hodnoty původního vzorce.

Zjistila jsem, že teplota a rychlost větru musí být v nějakém poměru, protože nižší teplota moc ovlivňuje výsledek. Musíme vzít v úvahu i požáry, kdy hořelo za nízké teploty a vysoké rychlosti větru. Abychom dosáhli stejně vysokých hodnot IRP v obou případech požárů (letní a jarní), musíme rychlosti větru přiřadit nějaký číselný koeficient. Na stanicích v okresu Chomutov mi koeficient vychází na číslo 6. Vypočet je zaokrouhlený, ale vyjadřuje číslo, které je vypočítáno ze všech požárů (ze všech 3 stanic) trojčlenkou. Dále jsem uvažovala o hodnotě rychlosti větru jako takové. Nemůže být jen prostá, ale v určitém poměru vůči sobě tak, by číslo bylo co největší směrem k 6 m/s (viz kapitola 4.9) – kdy hoří za nižších teplot. Se vzrůstající rychlostí větru se rychleji odpařuje voda z povrchu, takže dříve hoří. Celý výraz s rychlostí větru je v absolutní hodnotě, protože když je rychlost větru 6,1 m/s tak to neznamená, že hořet nebude, jen musí být hodnota omezena. Vypadá to krkolomně, ale myslím, že je to logicky dobře a i hodnoty dobře vychází. Přiznávám, že koeficienty ve vzorci mohou být v jiném okresu jinak, ale pro okres Chomutov to vychází takto. Vzorec po této úpravě byl:

$$IRP = \left[\frac{T + 6 * \left| \frac{RV}{6 - RV} \right|}{EFs} \right]$$

Ale tento vzorec pořád nedával o mnoho lepší výsledky než původní vzorec. Dále jsem uvažovala o hodnotě průměrná denní teplota. Napadlo mě hodnotu teploty snížit o 10°C, protože získám zápornou hodnotu IRP za předpokladu, že teplota byla mezi 0°C a 10°C. V tomto intervalu (za předpokladu vysoké rychlosti větru a nízkých srážek) vycházely také vysoké hodnoty IRP, ale nikdy při těchto hodnotách nehořelo. Dalším vzorcem byl tedy:

$$IRP = \left[\frac{T_{-10} + 6 * \left| \frac{RV}{6 - RV} \right|}{EFs} \right]$$

S tímto vzorcem jsem dostala již lepší výsledky, ale pořád některé požáry spadaly do intervalů s velmi nízkou hodnotou IRP. Proto jsem se rozhodla ještě celý vzorec vynásobit teplotou, na které při vzniku požáru záleží nejvíce.

Konečný vzorec má tedy tuto podobu:

$$IRP(8) = T * \left[\frac{T_{-10} + 6 * \left| \frac{RV}{6 - RV} \right|}{EFs} \right]$$

kde T – teplota, T_{-10} – teplota v °C – 10, RV – rychlost větru, EFs – efektivní srážka

Hodnoty IRP(8) jsou několikanásobně větší než původní hodnoty, protože celý vzorec jsem násobila průměrnou denní teplotou. Větší rozsah ničemu nevadí. Důležité je, že se dost hodnot dostalo do intervalu záporných čísel. Bohužel to neznamená, že se tam nevyskytl žádny požár. Problém je, že dle databáze skutečně hořelo při záporné denní průměrné teplotě, takže se nějaký požár může vyskytnout i v tom intervalu. Pravděpodobnost výskytu požáru v záporném intervalu je však velmi nízká (3 až 5 %). Se zvyšující se hodnotou IRP (interval hodnot ve sloupci vzorec s ABS – pracovní název pro vzorec IRP(8)), roste pravděpodobnost výskytu požáru. Pouze ve dvou intervalech (501;1000) na stanici Měděnec a (1001;5000) na stanici Nová Ves není pravděpodobnost vzrůstající, ale v obou případech je rozdíl jen o dva požáry. Je zřejmé, že pokud bychom měli delší časovou řadu požárů, tak by k těmto drobným nesrovnalostem zřejmě ani nedocházelo. Hodnoty na stanicích Měděnec a Nová Ves si poměrně dobře odpovídají, měli totiž téměř stejný počet požárů a samozřejmě stejný počet dní. Na stanici Tušimice je opět o něco větší pravděpodobnost. Výsledek, který udává, že pokud hodnota IRP přesáhne 5000 (na území o rozloze 5 či 13 obcí), tak s více jak 30% pravděpodobností bude hořet, je poměrně pěkný. Pokud vezmeme v úvahu, že můžeme předpovědět pouze podmínky rizika požáru a nemůžeme předpovědět

Tabulka 15: Pravděpodobnost výskytu požáru v závislosti na IRP(8)

Měděnec				
VZOREC 8 s ABS	počet dní	počet dnů s požárem	**den s požár/den**	procento z požárů
(-;0)	1064	27	**2,54%**	9,85%
(1;75)	1533	72	**4,70%**	26,28%
(76;150)	557	34	**6,10%**	12,41%
(151;250)	275	32	**11,64%**	11,68%
(251;500)	208	35	**16,83%**	12,77%
(501;1000)	105	16	**15,24%**	5,84%
(1001;5000)	121	27	**22,31%**	9,85%
(5000+)	94	31	**32,98%**	11,31%
celkem	3957	274	6,92%	100,00%

Nová Ves				
VZOREC 8 s ABS	počet dní	počet dnů s požárem	**den s požár/den**	procento z požárů
(-;0)	1031	26	**2,52%**	9,52%
(1;75)	1390	61	**4,39%**	22,34%
(76;150)	617	40	**6,48%**	14,65%
(151;250)	310	32	**10,32%**	11,72%
(251;500)	241	33	**13,69%**	12,09%
(501;1000)	116	21	**18,10%**	7,69%
(1001;5000)	131	22	**16,79%**	8,06%
(5000+)	121	38	**31,40%**	13,92%
celkem	3957	273	6,90%	100,00%

VZOREC 8 s ABS	počet dní	počet dnů s požárem	**den s požár/den**	procento z požárů
(-;0)	816	45	**5,51%**	6,96%
(1;75)	965	79	**8,19%**	12,21%
(76;150)	572	74	**12,94%**	11,44%
(151;250)	463	78	**16,85%**	12,06%
(251;500)	457	119	**26,04%**	18,39%
(501;1000)	230	75	**32,61%**	11,59%
(1001;5000)	237	78	**32,91%**	12,06%
(5000+)	217	99	**45,62%**	15,30%
celkem	3957	647	16,35%	100,00%

zapálení člověkem, tak myslím, že můj vzorec dává pěkné výsledky. Jedná se pouze o relativní pravděpodobnost, která je vztažena k rozloze území. Pokud porovnáme hodnoty procentuálního zastoupení samotných požárů, tak je zřejmé, že vzorec IRP(8) má dobrou vypovídající schopnost o riziku požáru.

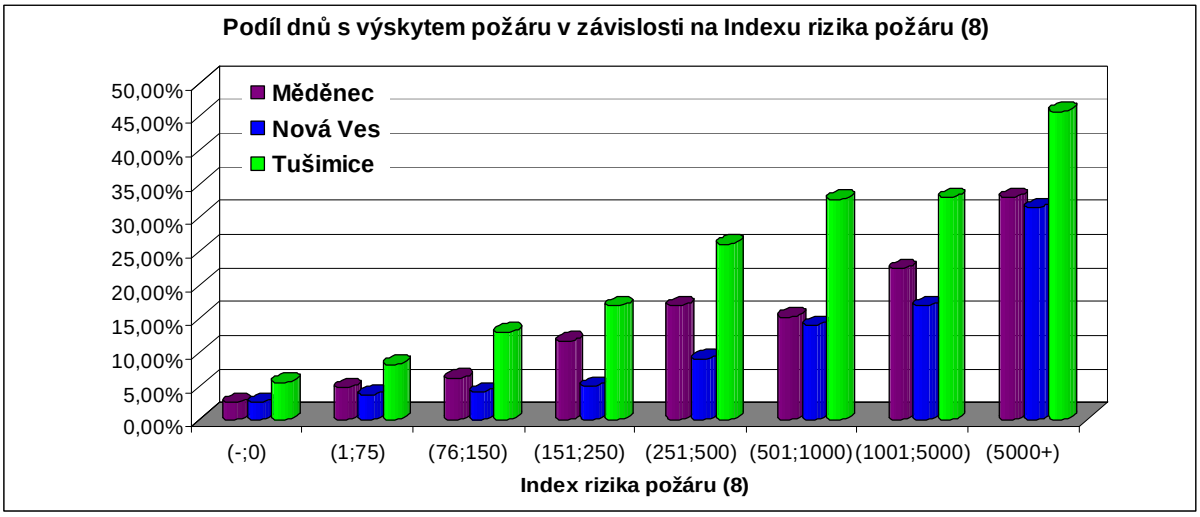
Problém s tímto vzorcem je v samé konstrukci vzorce. Je v něm několik problémů:

a) koeficient u rychlosti větru – pro hodnoty na stanicích v okresu Chomutov koeficient vychází na 6, ale pokud bychom měli data z jiných stanic, může být číslo jiné, ale vždy se dá jednoduše spočítat.

b) Koeficient v absolutní hodnotě – 6 m/s – je stanoven pouze na základě několika grafů a dá se považovat pouze za expertní odhad. Pokud bychom měli jinou oblast, tak hodnota bude určitě jiná.

c) Vzorec obsahuje dvě podobné, odvozené veličiny T a T_{-10} (teplota a teplota snížená o 10°C).

Graf 22: Podíl dnů s výskytem požáru v závislosti na IRP(8)



Na grafu 22 vidíme stejnou situaci v grafické podobě. Smysluplnost vzorce dokazují také čísla z předchozích kapitol o teplotě a efektivní srážce, v nejvyšším intervalu např. na stanici Tušimice dosahují EFs přes 20 % a teplota také přes 20 %, v největším intervalu IRP je tato hodnota přes 40 %.

Kdybych se vzorcem ještě déle pracovala, tak bych určitě došla k ještě lepším výsledkům, ale vzorec by se stával čím dál tím složitější, což by nemělo být. Proto jsem se rozhodla zkusit ještě jeden způsob vzorce, kdy jsem v původním vzorci (8) nahradila znaménko + za *.

$$IRP(2) = \frac{T * RV}{EFs}$$

Tento vzorec má lepší výsledky než původní vzorec IRP a není složitý jako vzorec IRP(8), který má sice lepší výsledky, ale jeho konstrukce obsahuje příliš mnoho otazníků.

Tabulka 16: Pravděpodobnost výskytu požáru v závislosti na IRP(2)na stanici Měděnec a Nová Ves

Měděnec				
VZOREC 9 (T*RV)/EFs	počet dní	počet dnů s požárem	den s požár/den	procento z požárů
(-;0)	959	14	1,46%	5,11%
(1,1;2)	691	25	3,62%	9,12%
(2,1;5)	596	26	4,36%	9,49%
(5,1;10)	470	25	5,32%	9,12%
(10,1;15)	232	21	9,05%	7,66%
(15,1;25)	193	17	8,81%	6,20%
(25,1;50)	235	30	12,77%	10,95%
(50,1;100)	153	23	15,03%	8,39%
(100,1;300)	189	34	17,99%	12,41%
(300,1;1000)	115	23	20,00%	8,39%
(1000+)	124	36	29,03%	13,14%
celkem	3957	274	6,92%	100,00%

Nová Ves				
VZOREC 9 (T*RV)/EFs	počet dní	počet dnů s požárem	den s požár/den	procento z požárů
(-;0)	1147	37	3,23%	13,55%
(0,1;2)	536	15	2,80%	5,49%
(2,1;5)	548	11	2,01%	4,03%
(5,1;10)	488	32	6,56%	11,72%
(10,1;15)	218	20	9,17%	7,33%
(15,1;25)	247	26	10,53%	9,52%
(25,1;50)	244	25	10,25%	9,16%
(50,1;100)	143	24	16,78%	8,79%
(100,1;300)	164	27	16,46%	9,89%
(300,1;1000)	86	15	17,44%	5,49%
(1000+)	136	41	30,15%	15,02%
celkem	3957	273	6,90%	100,00%

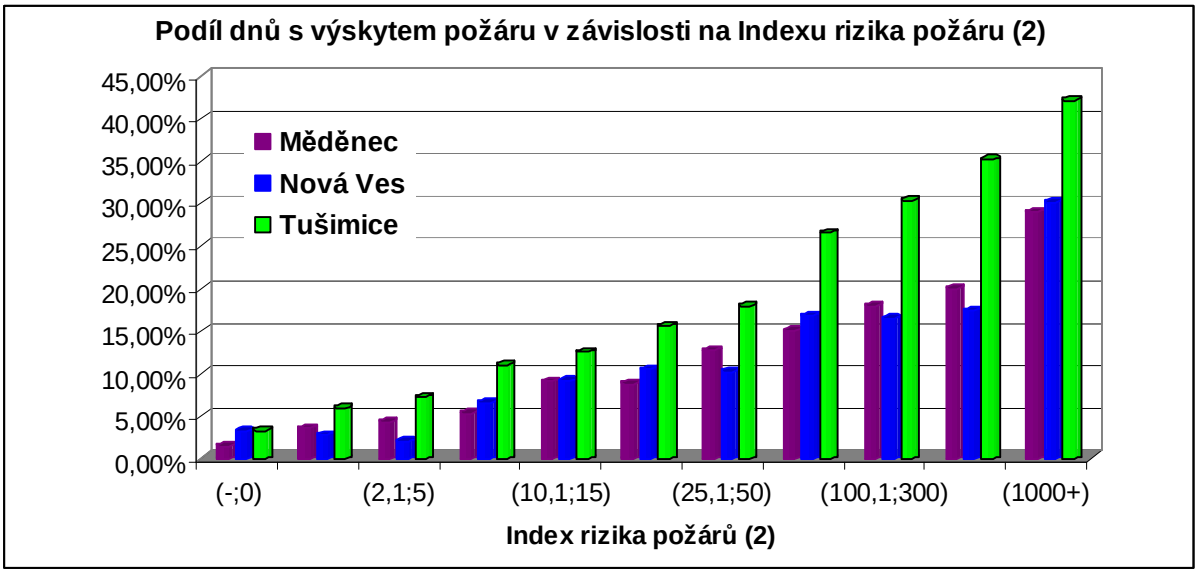
Tabulka 16: Pravděpodobnost výskytu požáru v závislosti na IRP(2) na stanici Tušimice

Tušimice				
VZOREC 9 (T*RV)/EFs	počet dní	počet dnů s požárem	den s požár/den	procento z požárů
(-;0)	542	18	3,32%	2,78%
(0,1;2)	353	21	5,95%	3,25%
(2,1;5)	470	34	7,23%	5,26%
(5,1;10)	479	53	11,06%	8,19%
(10,1;15)	279	35	12,54%	5,41%
(15,1;25)	346	54	15,61%	8,35%
(25,1;50)	417	75	17,99%	11,59%
(50,1;100)	271	72	26,57%	11,13%
(100,1;300)	329	100	30,40%	15,46%
(300,1;1000)	196	69	35,20%	10,66%
(1000+)	275	116	42,18%	17,93%
celkem	3957	647	16,35%	100,00%

Tento vzorec má o něco vyšší pravděpodobnost výskytu požáru v nejnižším intervalu na stanici Nová Ves a Tušimice, ale přesto je pravděpodobnost tak nízká, že nás to nemusí znepokojovat. Každý interval opět obsahuje dostatečný počet případů výskytu povětrnostní situace, abychom ho mohli považovat za relevantní. Tento vzorec dle mého názoru vykazuje nejlepší výsledky, a proto jsem ho zvolila jako konečný.

Dalším krokem je zvolit hranice intervalů, který by vhodně vystihoval index rizika požárů. Hranice jsem zvolila na základě grafu 23 a tabulky 16.

Graf 23: Podíl dnů s výskytem požáru v závislosti na IRP(2)



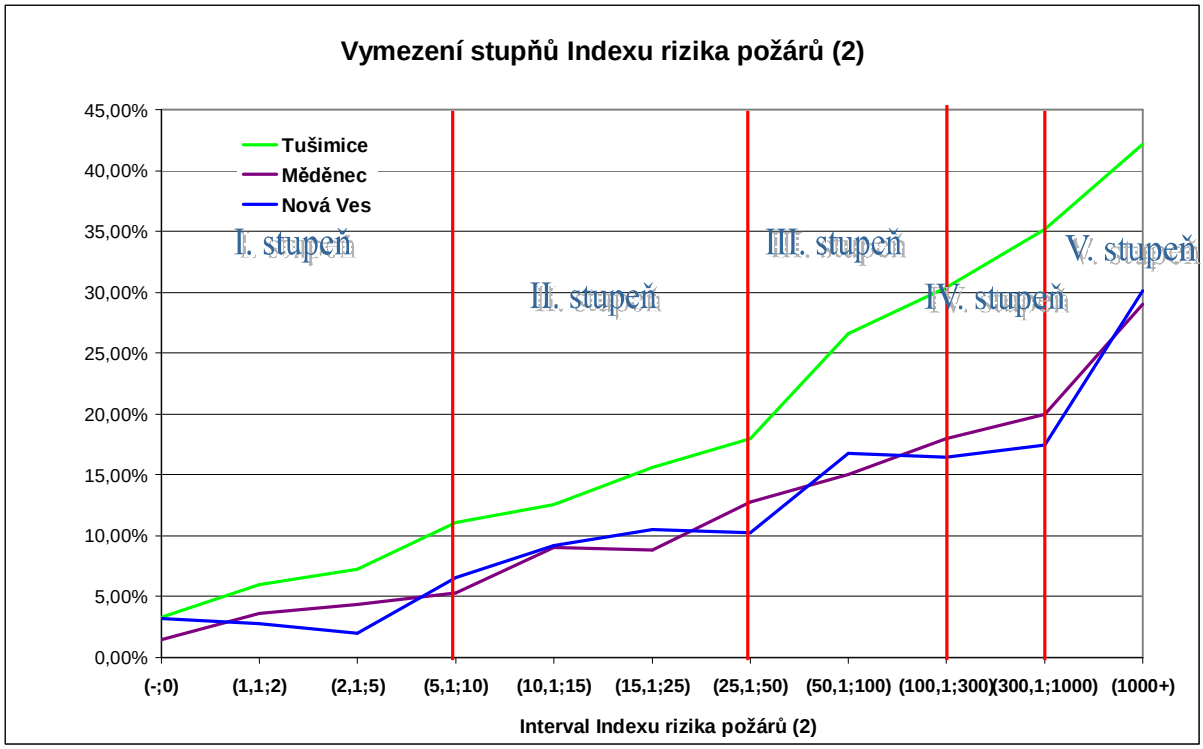
Tabulka 17: Interval IRP(2)

Interval IRP(2)	Měděnec	Nová Ves	Tušimice		
VZOREC 9 (T*RV)/EFs	den s požár/den	den s požár/den	den s požár/den	Interval IRP(2)	Interval IRP(2)
(-;0)	1,46%	3,23%	3,32%		
(0,1;2)	3,62%	2,80%	5,95%		
(2,1;5)	4,36%	2,01%	7,23%		
(5,1;10)	5,32%	6,56%	11,06%	I.	do 10
(10,1;15)	9,05%	9,17%	12,54%		
(15,1;25)	8,81%	10,53%	15,61%		
(25,1;50)	12,77%	10,25%	17,99%	II.	10 až 50
(50,1;100)	15,03%	16,78%	26,57%		
(100,1;300)	17,99%	16,46%	30,40%	III.	50 až 300
(300,1;1000)	20,00%	17,44%	35,20%	IV.	300 až 1000
(1000+)	29,03%	30,15%	42,18%	V.	nad 1000
celkem	6,92%	6,90%	16,35%		

Nejprve je nutno uvést, že nejdříve jsem intervaly hodnot dělala rovnoměrně po cca. sto hodnotách a počítala v nich pravděpodobnost výskytu požárů a teprve potom jsem stanovila hranice pracovních intervalů, tak aby byly co nejvíce reprezentativní. Například u záporných hodnot nebylo vůbec nutné volit více intervalů než jeden, protože vykazovaly velmi podobnou pravděpodobnost. Stejně tak jsem stanovila pracovní intervaly ostatních hodnot.

Stupně rizika požáru jsem vymezila na základě hodnot pravděpodobnosti na jednotlivých stanicích z tabulky 17 a průběhu křivky sestrojené z hodnot pravděpodobnosti v pracovních intervalech.

Graf 24: Vymezení stupňů Indexu rizika požárů (2)



7. Diskuze

V této kapitole se budu zabývat především relevantností svých výsledků, použitých metod a dalšímu využití zjištěných skutečností.

Nejdříve bych se zaměřila na vstupní údaje do mých výpočtů. Prvním diskutabilním bodem je výběr charakteristik požárů, kdy jsem se zaměřila pouze na výskyt požáru a ne také na druhý (často udávaný) parametr, čímž je shořelá plocha po lesním požáru. Tento parametr jsem se rozhodla nezpracovávat proto, že mi v podmínkách ČR nepřišel tolik zajímavý. Hlavně si myslím, že tento parametr více závisí na faktorech vegetace a hustotě osídlení, než na meteorologických faktorech. Samozřejmě je velikost shořelé plochy ovlivněna také rychlostí větru i teplotou, ale hlavně záleží, jestli je dostatek vegetace k hoření a za jak dlouho je oheň detekován. V poměrech ČR nejsou tak rozsáhlé plochy lesů a travních ploch, aby se oheň mohl nekontrolovatelně šířit a byl odhalen až za několik dnů, proto mi přišlo vhodnější zaměřit se jen na výskyt požárů.

Dalším bodem je zvolení meteorologických parametrů. Zvolila jsem pouze průměrnou denní teplotu, denní úhrn srážek a rychlost větru. Otázkou spíše zůstává, proč jsem nepoužila také relativní vlhkost, jak tomu bývá u podobných indexů? Dle mého názoru veličina efektivní srážka natolik dobře vystihuje zásoby vody v půdě, že není nutné používat ještě další veličinu související s výparem. Kdybych však měla možnost svou práci dále rozvíjet, určitě bych si tuto myšlenku chtěla ověřit na reálných datech. Třeba by zavedení veličiny relativní vlhkosti nemělo ohromující výsledky, ale mohlo by dojít k zpřesnění. Původním úkolem práce bylo najít jen závislost mezi požáry a průměrnou denní teplotou a denním úhrnem srážek. Protože to evidentně nebyly jediné meteorologické faktory, které ovlivňují riziko požáru, tak jsem si vybrala ještě parametr vítr.

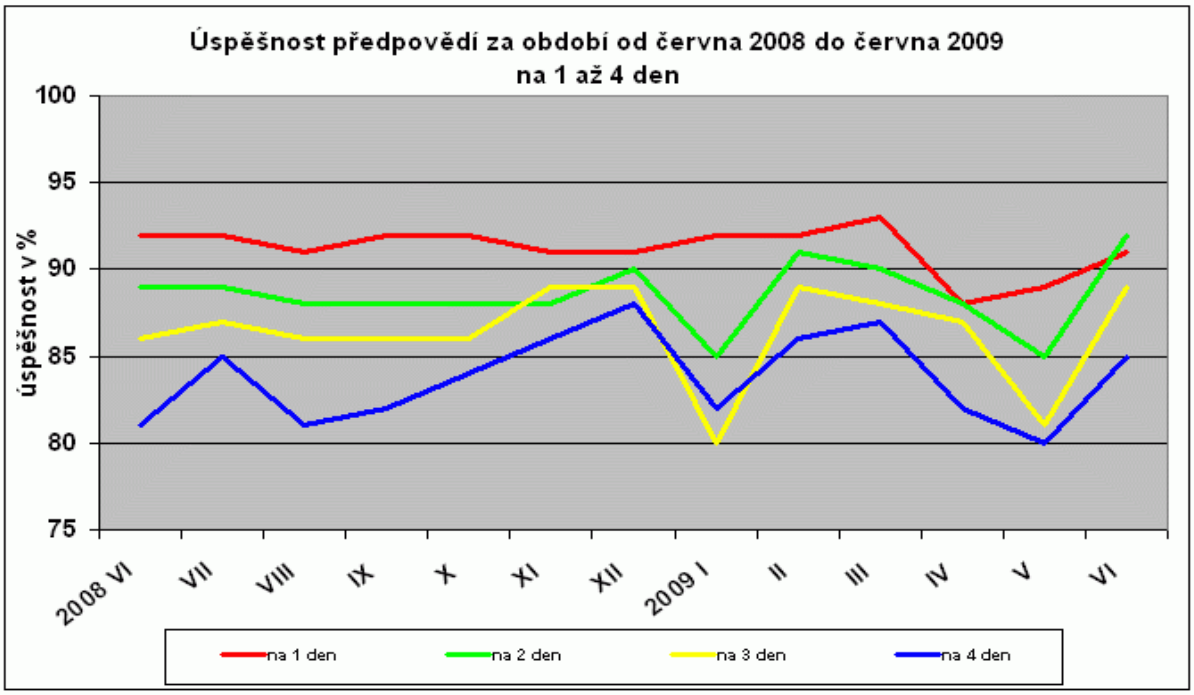
Jsem si vědoma toho, že jsem pracovala jen s poměrnou malou částí plochy ČR. Také své výsledky považuji jen za první fázi vývoje Indexu rizika požáru (IRP). Pokud bych svůj vzorec IRP aplikovala na jinou oblast ČR je určitě možné, že bych nedosáhla tak dobrých výsledků jako v tomto okrese nebo by bylo nutné posunout limitní hodnoty vymezených stupňů rizika požárů. Nemyslím si, že by to bylo nutně způsobeno vzorcem samotným, ale dalšími faktory ovlivňujícími riziko požáru, jako jsou různé lokální faktory (reliéf – svažitost, orientace vůči slunci), vegetační faktory (typ lesa, protipožární ochrana – průseky lesů). Proto si myslím, že můj výpočet Indexu rizika požárů by neměl být použit samostatně, ale jako jeden z faktorů, jako faktor meteorologický. Velmi se mi líbí model uvedený v kapitole 2.5.2. (Forest fire hazard model definition for local land use) vyvinutý v Toskánsku, který by se dle mého názoru výborně hodil pro použití v ČR. Součástí modelu jsou vstupní parametry jako model terénu, typ lesa a infrastruktura. Informace o těchto parametrech jsou v ČR dostupné a stačí je jen „poskládat“ do map a měli bychom mnohem přesnější výsledky.

Další otázkou je, jak tyto výsledky interpretovat, s jakým předstihem předpovídat riziko požárů a komu výsledky přímo poskytovat? Je sice hezké, že má veřejnost možnost se informovat o možném nebezpečí požárů, ale dle mého názoru je vhodné aktivně informovat především Hasičský záchranný sbor a městské úřady, aby mohli dopředu činit rozhodnutí. Například hasiči mohou zvýšit

počet požárních jednotek v daném regionu či cíleně používat leteckou či hlásnou službu v nejohroženějších regionech. Úřady mohou s předstihem aktivně varovat občany či přímo zakázat vstup do některých lesů.

Další problém vidím v předstihu předpovědi stávajícího modelu Indexu nebezpečí požárů (INP), jež je vydáván ČHMÚ. Dle internetových stránek ČHMÚ je informace vydána až daný den v 8:30. Jestliže v dnešní době jsme schopni předpovídat počasí na následující 2 dny v úspěšností blížící se 90 % (viz. obrázek 15), proč tuto možnost nevyužíváme? Myslím, že nebezpečí požáru si také zaslouží větší prostor, než jen jeho zveřejnění v rámci SIVS vydávaným ČHMÚ, pouze v případě jeho 4. či 5. stupně. Obávám se, že pokud se bude skutečně počet a rozsah požárů v ČR zvyšovat (dle kapitoly 2.7.), tak si naší větší pozornost zajistí sám o sobě.

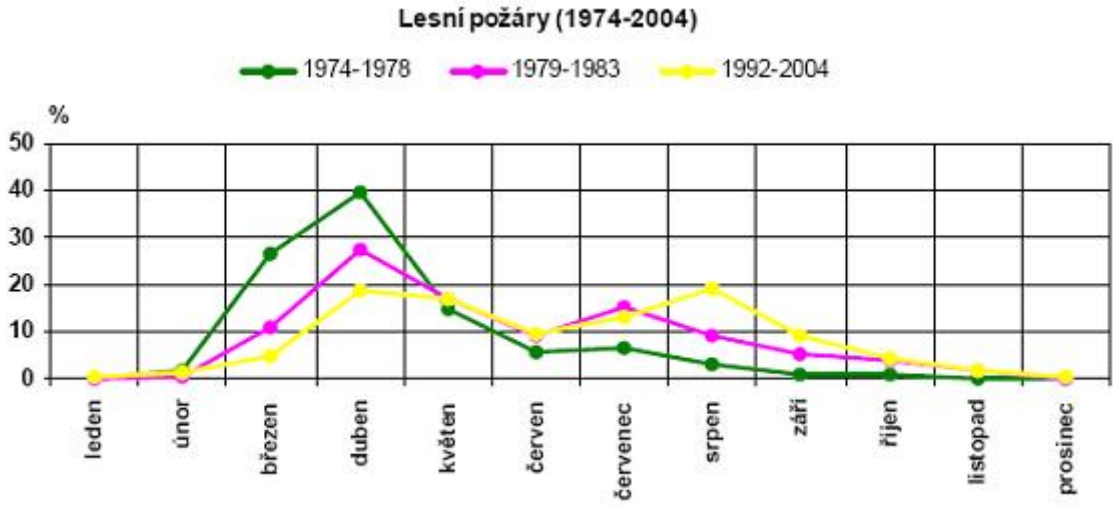
Obrázek 15: Úspěšnost předpovědi na 1 až 4 den
Zdroj: www.chmi.cz



Nakonec k samotným výsledkům. Výsledkem mé práce je vzorec, který říká, že za určitých meteorologických podmínek s určitou pravděpodobností hořet bude či nikoliv. Ale jsou výsledky dostatečně přesné? Je uspokojivý výsledek, když vím, že pokud mi IRP překročí mezní hodnotu 5000, tak se na území o rozloze 363,5 km2 (území přiřazené stanici Měděnec) vyskytne minimálně jeden požár s více jak 30% pravděpodobností? Já myslím, že určitě ano, ale bohužel tento výsledek není možné s ničím porovnat, abychom měli jistotu, že výsledek je dobrý. Pokud se ale podíváme na výsledky jednotlivých prediktorů získaných stejnou metodou, tak v intervalu nejvyšších průměrných denních teplot je tato hodnota na stejném území jen 20 %, v případě nejnižšího intervalu efektivní srážky jen 13 %. Samozřejmě bychom skutečné výsledky mohli posoudit až z nových dat (rok 2009) na stejném území či při stejném časovém horizontu na jiném území (jiný okres či celá ČR).

Dále samozřejmě můžeme diskutovat o datech o požárech, jejich věrohodnosti a objektivitě. Bohužel na to mám jedinou odpověď, jiná databáze na území ČR neexistuje. Samozřejmě je možné převzít model vypracovaný v jiné zemi (Německo) a používat ho u nás, jak to ve skutečnosti v současnosti je, ale je to správný postup? Německo je sice naším sousedem, ale je možné stejné metody a hlavně limitní hodnoty užívat například i na severní Moravě s ohledem na kontinentalitu podnebí? Na tyto otázky odpovědět neumím, ale pevně doufám, že na ně umějí odpovědět lidé, kteří se tímto tématem zabývají v ČHMÚ. Dále těžko usuzovat, jestli z 11 let pozorování je možné dělat závěry. Bohužel ale jiná cesta není, protože Hasičský záchranný sbor nemá delší databázi údajů o lesních požárech. Možnou odpověď najdeme na velmi zajímavém grafu na obrázku 16. Na obrázku 16 jsou zobrazeny roční chody podílu požárů v jednotlivých měsících v % z celkového počtu lesních požárů za rok za celou ČR ve třech časových horizontech. Pokud budeme data považovat za směrodatná, tak zjistíme, že se podíl požárů v jednotlivých měsících značně měnil. Především se zdá, že se postupem času jarní požáry přesunují více do letních měsíců. Možná se jedná jen o restriktivní opatření zákazu vypalování suché trávy na jaře, ale dochází také ke zvyšování počtu lesních požárů v srpnu a snižování počtu požárů v březnu. Pokud bychom brali v úvahu globální oteplování, tak by se musely zvyšovat i počty požárů v březnu, ty se však snížily. Proto bych tento trend přičítala skutečně jen zákazu vypalování suché trávy. Ale důležité je, že podmínky rizika požárů se v dlouhodobých časových horizontech mění (ať už mají změny jakoukoli příčinu), takže si myslím, že pokud jsem zpracovávala data jen z 11 let, tak je to možná více k užitku, než by se mohlo na první pohled zdát.

Obrázek 16: Roční chod lesních požárů v letech 1974 až 2004
zdroj: JANKOVSKÁ, Z. (2006)



8. Závěr

Lesní požáry jsem hodnotila z hlediska meteorologických faktorů (průměrná denní teplota, denní úhrn srážek – zpracovaný metodou efektivní srážky a rychlost větru) v okresu Chomutov v letech 1998 až 2008. Po výzkumu vlivu jednotlivých meteorologických prvků na riziko lesních požárů jsem sestavila několik vzorců pro výpočet rizika požárů. Vzorec s nejlepšími výsledky jsem pojmenovala Index rizika požárů a stanovila jeho mezní hodnoty, tj. stupně rizika. Index rizika požárů je meteorologický index a nepracuje s faktory vegetace, infrastruktury či reliéfu, proto by byl vhodný jako součást modelu celkového rizika požárů, který by bral v úvahu i ostatní faktory. Myslím, že nové pojetí rizika požárů v České republice by bylo potřeba, i s ohledem na možné změny klimatu v následujících letech.

9. Literatura a další zdroje

ALBRECHTOVÁ, J. (2003): Dálkový průzkum krušnohorských lesů. Vesmír 82 2003/6

Atlas podnebí Česka (2007): kolektiv autorů. ČHMÚ, Praha, 255 s

BAGAR, R. (2003): Potencionální ohrožení suchem podle souboru lesních typů. Seminář Mikroklima porostů, Brno, s.115-119

BESSIE, W.C., JOHNSON, E. A. (1995): The reletive impotence of duele and weather on fire behavior in subalpine forests. Ekology, p. 747-762

BLINKA, P. (2002): Metoda hodnocení sucha. XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2-4. září 2002. s.32-44

BLINKA, P. (2004): Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876-2003. Seminář Extrémy počasí a podnebí, Brno, 11. března 2004

BLINKA, P. (2009): Klimatologické hodnocení sucha na území Čech a Moravy v letech 1875-2002. Disertační práce, Praha

BOWMAN, D.M.; BALCH, J.K.(2009): Fire in the Earth System. Science 24, Vol. 324, no.5926, pp. 481 – 484

CONESE, C., BONORA,L., ROMANI, M. (2007): Forest fire hazard model definition for local land use (Tuscany region). Wildfire 2007, Sevila – Espaňa.

Forest Fires in Europe – 2003 fire camping (2004): kolektiv autorů. European Communities, Italy, 51p.

FRANCL, R. (2007): Lesní požáry v České republice z pohledu hasičů. Lesnická práce, dostupné on line na http://lesprace.silvarium.cz/

HOUNAM, C.E. , BURGOS, J.J., KALIK, M.S., PALMER, W.C.(1975): Drought and Agriculture. Technical note, No. 138, World meteorological organization, Geneva, 127 p.

JANKOVSKÁ, Z. (2006): Lesní požáry v CR (1992-2004) – příčiny, dopady a prevence. Diplomová práce, Nedělová zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 94 s.

KRAWCHUK, M.A.; MORITZ, M.A.; PARISIEN M.A; VAN DORN, J,; HAYHOE, K. (2009): Global Pyrogeography: the Current and Future Distribution of Wildfire. PLoS ONE

KRÍSTEK, J. (2002): Ochrana lesů a přírodního prostředí. Písek, v Matice lesnická, 386 s.

KUKAL, Z.: Přírodní katastrofy. 2. vyd. Horizont, Brno, 1983. 264 s.

Meteorologický slovník výkladový a terminologický (1993): kolektiv autorů. Academia, Praha, 594 s.

MIŠUREC, J., ŠTEFANOVÁ, E. (2009): Využití GIS v procesu detekce lesních požárů velkého měřítka. Seminář GIS Ostrava 2009, 25.-28.1.2009

MOŽNÝ, M. (2009): slovní sdělení 28.4.2009, Doksany

MOŽNÝ, M.(2004): Hodnocení sucha na území v letech 1891 – 2003. Seminář Extrémy počasí a podnebí, Brno 11.3.2004

MOŽNÝ, M., BAREŠ, D.(2005): Monitoring a prognóza nebezpečných biometeorologických jevů. Konference Bioklimatologie současnosti a budoucnosti, 5 s.

NASH, C. H., JOHNSON, E. A. (1996): Synoptic klimatology of lightning-caused forest fires in subalpine and boreal forest. Canadian journale of forest 26,Canada, p. 1859-1874

PECL, J. (2007): Lesní požáry – celosvětový problém. Bakalářská práce, vysoká škola báňská – tecnická univerzita Ostrava, 41 s.

PODRÁZSKÝ, V.(2005): Obnova funkčních lesních ekosystémů Krušných hor. Závěrečná zpráva výzkumného záměru MSM 414100009, Praha – Kostelec nad Černými lesy

Rychecká, P., Urbaňcová, N. (2006): Škodlivý činitelé lesa v letech 1996-2006 – I. Část – biotičtí a antropogenní činitelé. Lesnická práce, dostupné on line na http://lesprace.silvarium.cz/

SLÁDEK, I. (1989): Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad odchylek. Meteorologické zprávy, ročník 42,č. 3, str. 52-56.

SLÁDEK, I. (2001a): Spells of Drought: climatological treatment. Acta Univerzitatis Caroline. Geografova, No 2, pag. 147-153

SLÁDEK, I. (2001b): Klimatologické hodnocení suchých období. Sucho,hodnocení a predikce.Pracovní seminář, Brno 19.11.2001

SLÁDEK, I. (2006): Klimatologické hodnocení suchých období. Meteorologické zprávy, ročník 59

LODIČÁK, M. (2005): Lesnické hospodaření v Krušných horách. Lesnická práce, dostupné on line na http://lesprace.silvarium.cz/

Statistická ročenka 2003 (2004): kolektiv autorů pod vedením pplk. Ing Vladimíra Vonáska. MV – generální ředitelství HZS ČR jako příloha časopisu 112 číslo 3/2004, Praha, 31 s.

Statistická ročenka 2008 (2009): kolektiv autorů pod vedením pplk. Ing Vladimíra Vonáska. MV – generální ředitelství HZS ČR jako příloha časopisu 112 číslo 3/2009, Praha, 31 s.

STOLINA, M (1985): Ochrana lesa. Bratislava, v Príroda, 473 s.

ŠIŠÁK, L. (2005): Vlivy působící na lesní požáry a sociálně-ekonomické škody. Lesnická práce, dostupné on line na http://lesprace.silvarium.cz/

TOMÁŠEK, L. (2007): Prevence vzniku lesních požárů u LČR. Lesnická práce, dostupné on line na http://lesprace.silvarium.cz/

TURNER, J.A.; LAWSON, B.D. (1978): Weather in the Canadian Forest Fire Danger Rating System. A user guide to national standards and practices. Environment Canada, Pacific Forest Research Centre, Victoria, BC. BC-X-177

VAN WAGNER, C.E.; PICKETT, T.L. (1985): Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forest Service, Ottawa, ON. Forestry Technical Report

WANG, L.,QU, J.J. (2008): Forest fire detection usány the normalized multiband drought index (NMDI) with satelite measurements.

WESTERLING, A. L. ; HIDALGO, H. G. (2006): Warming and Earlier Spring Increase Western U.S. Forest Wildfire Aktivity. Science ,Vol. 313. no. 5789, pp. 940 – 943

Internetové zdroje:

http://fire.nofc.cfs.nrcan.gc.ca/en/background/bi_FWI_summary_e.php

http://portal.gov.cz/ - zákon o lesích, zákon o požární ochraně

http://sci.muni.cz/~herber/fire.htm

http://www.le.ac.uk/geography/staff/academic_balzter.html

www.ceskyrozhlas.cz

www.hasicibruntal.cz/prevence/lesy.htm

www.chmi.cz (Český hydrometeorologický ústav)

www.chomutov-mesto.cz

www.plosone.org

www.pozary.cz

www.sciencedaily.com

www.wikipedia.cz