Jaké faktory ovlivnily vznik a šíření požáru v NP České Švýcarsko?

Kolektiv autorů

listopad 2022

Obsah

1. Úvod ... 4
2. Lesní požáry v současnosti ... 4
3. Požáry v minulosti – paeloekologická rekonstrukce ... 6
Úvod do problematiky požárové paleoekologie ... 6
Dlouhodobý požárový režim území současného NPČŠ ... 7
Požárový režim borových lesů ... 7
Obnova ekosystému lesa po požáru ... 8
Velikost a četnost požárů ... 8
Mikroklimatické podmínky v současných porostech ... 14
Použité metody ... 16
Literatura ... 18
4. Terénní evidence stop po požáru v Národním parku České Švýcarsko v létě 2022 ... 20
Hranice požářiště ... 20
Role vegetačního typu ... 25
Role topografie ... 32
Mikrotopografie a lokální variabilita hoření ... 33
Regenerace lesa ... 40
Závěry ... 40
Výzkumná témata ... 40
Literatura ... 42
5. Meteorologicko-klimatické podmínky vzniku požáru ... 43
Výchozí klimatologicko-meteorologická situace ... 43
Indikátory rizika požáru na základě speciální stanic FireRisk a satelitních dat ... 53
3. Souhrnné ukazatele požárního počasí ... 59
Požární riziko – kvalita předpovědi ... 64
Závěry meteorologické části ... 70
6. Zhodnocení požárů a jeho dynamiky pomocí modelu FlamMap ... 73
Stručný popis vrstev a jejich získání: ... 76
Úvod ke scénářům ... 76
1) Scénář realita ... 76
2) Scénář naměřené průměrné rychlosti a nárazy větru ... 79
3) Scénář snížení teploty ... 81
4) Scénář bez sucha ... 83

5) Scénář stojící zdravý smrkový les 85
6) Scénář holiny 89
Shrnutí z modelování 92
Literatura 92
7. Opakované měření inventarizačních ploch po požáru ke zjištění intenzity hoření dřevní hmoty 94
Cíl studie 94
Metodický postup 94
Výsledky 95
Závěr 105
8. Interpretace a dezinterpretace požáru z pohledu kognitivních procesů 106
Pokácené kmeny jako palivové dříví 106
Literatura 108
9. Závěry 109
10. Stručné shrnutí výsledků 112

Seznam autorů

Prof. RNDr. Jakub Hruška, CSc. (vedoucí expertního týmu) - Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Česká geologická služba

Bc. Jan Balek - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

RNDr. Jana Beranová, Ph.D. - IFER - Ústav výzkumu lesních ekosystémů

Mgr. Monika Bláhová - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Mgr. Přemysl Bobek, Ph.D. - Botanický ústav AV ČR

Doc. Ing. Emil Cienciala, Ph.D. - IFER - Ústav pro výzkum lesních ekosystémů a Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Ing. Lucie Homolová, Ph.D. - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Mgr. Lucie Kudláčková - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

PhDr. Jan Krajhanzl, Ph.D. – Institut 2050 a Fakulta sociálních studií Masarykova Univerzita v Brně

Dr. Ing. Martin Možný - Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Český hydrometeorologický ústav

Ing. Jan Novotný, Ph.D. - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Bc. Markéta Poděbradská, Ph.D. - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Prof. Ing. Miroslav Trnka, Ph.D. - Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Ing. Pavel Šamonil, Ph.D. - Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví

Mgr. Petr Štěpánek, Ph.D. - Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Český hydrometeorologický ústav

Ing. Jiří Zahradníček, Václavkova 56, 615 00 Brno

Ing. Pavel Zahradníček, Ph.D. - Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Český hydrometeorologický ústav

Konzultace:

Mark Finney – US Forest Service, Missoula, Montana, USA

Charles McHugh - US Forest Service, Missoula, Montana, USA

1. Úvod

Předkládaná studie shrnuje odborné poznatky k příčinám vzniku a šíření požáru, který v létě 2022 zasáhl více než 1000 ha v NP České Švýcarsko a přilehlém NP Saské Švýcarsko v Německu. Na vypracování této expertizy byl velmi krátký čas, a to od poloviny září do konce listopadu 2022 a oslovení odborníci se úkolu ujali navíc ke svým běžným pracovním závazkům. Přesto se podařilo shromáždit velmi cenný faktografický materiál a analyzovat způsob vzniku a průběhu požáru.

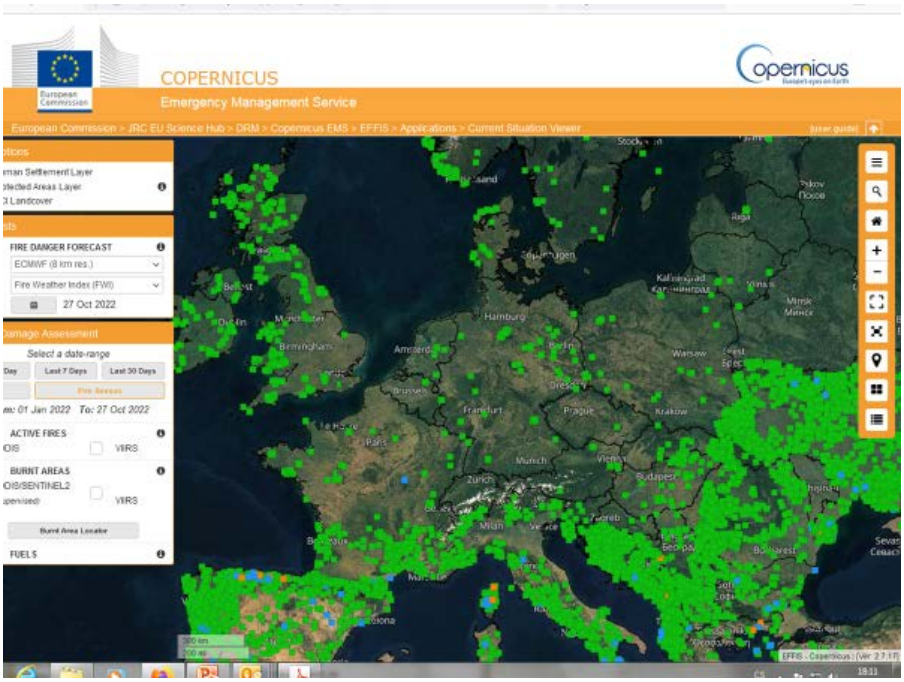
Studie obsahuje kapitoly zabývající se různými aspekty problematiky. Od krátkého shrnutí současné situace výskytu lesních požárů v Evropě, přechází k paleoekologické rekonstrukci historie lesních požárů na území dnešního NP a dále následuje popis různých typů a způsobů shoření (i neshoření) požářiště. Analytickou část zprávy obsahuje kapitola o klimaticko-meteorologických podmínkách v době před a při vzniku požáru. Zásadní částí expertízy je kalibrace modelu FlamMap, který po příslušné kalibraci pomocí reálných dat z terénu umožňuje vytváření scénářů možného vývoje požáru v závislosti na změnách teplot, sucha, rychlosti větru či typu a managementu lesa.

Požár v Českém Švýcarsku bude postupně detailně analyzován v dílčích vědeckých studiích. Svoji expertízu jistě vypracuje i Hasičský záchranný sbor. Úkolem této studie bylo v co nejkratším čase poskytnout přírodovědné podklady pro rozhodování Ministerstva životního prostředí. Kolektiv autorů je přesvědčen, že pro nelehká rozhodnutí směrem k nakládání s tímto cenným územím bude tato expertíza užitečná.

2. Lesní požáry v současnosti

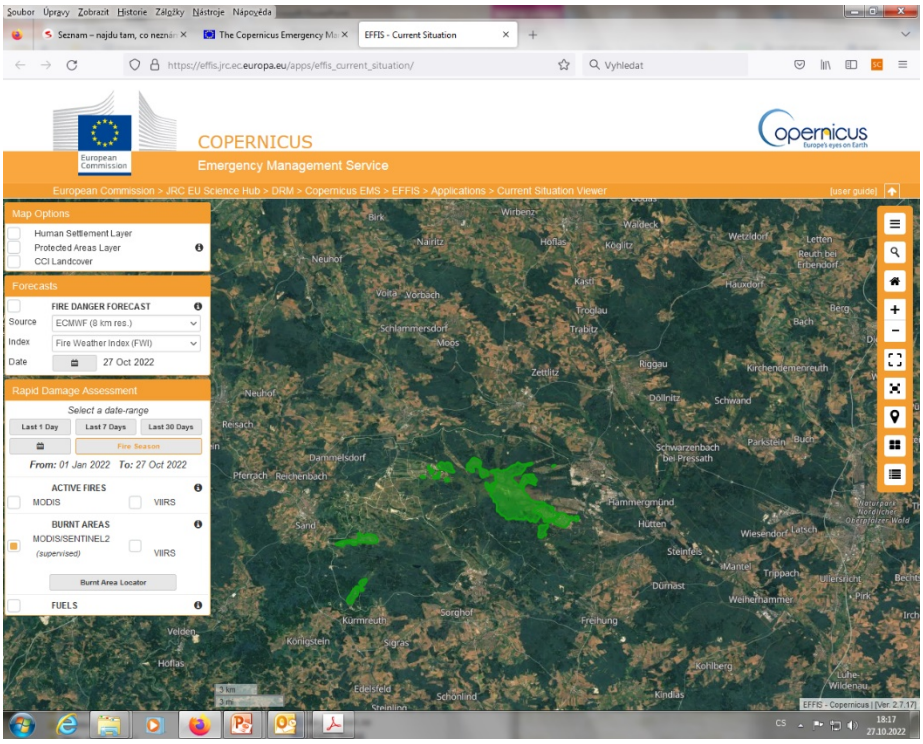
Jakub Hruška

Jen v roce 2022 vypukly v Evropě lesní požáry na zhruba 860 tisících (!) hektarů. Jejich rozšíření nebylo pouze v jižní Evropě, ale i v severních zeměpisných šířkách a v oblastech, které nejsou, alespoň u nás, považovány za typické oblasti výskytu požárů. Jedná se například o Skandinávii či Velkou Británii (Obr. 1.), kde vypukly v roce 2022 desítky až stovky (Velká Británie) lesních požárů https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/



Obr. 1 Screenshoot mapy požárů z databáze Copernicus (EU), výskyt lesních požárů v Evropě od 1.1.2022 do 27. října 2022.

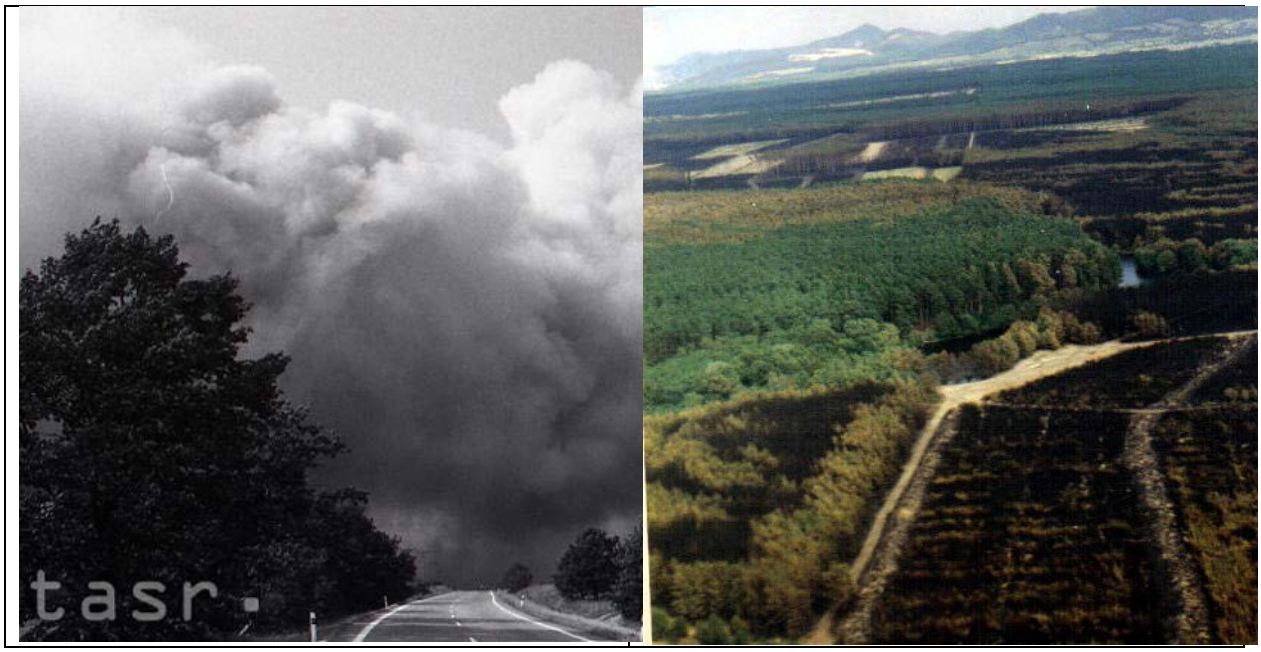
V oblastech, které jsou blízké podmínkám požáru v NP ČŠ je důležité upozornit na požár nedaleko německého Norimberku, který byl rozsahem prakticky totožný (ca. 1000 ha, Obr. 2) s požárem v NPČŠ. Oblast byla zcela přístupná, přesto shořelo odhadem ca. 1000 ha živého jehličnatého lesa https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/



Obr. 2 Požár v Německu, severovýchodně od Norimberku, léto 2022. Screenshoot z webu Copernicus (EU).

Požáry na území ČR a ČSFR

Rozsahem totožný lesní požár vznikl v roce 1992 v Záhorské nížině nedaleko Malacek v bývalém Československu (Obr. 3). V suchém létě bylo příčinou požáru samovznícení siláže v areálu zemědělského družstva. Oheň se rozšířil suchou travou do blízkého lesa. Jednalo se převážně o borové monokultury na písčitých půdách. Oblast byla dobře dostupná (převážně vojenský prostor), v rovinatém nekomplikovaném terénu. Zdolávání přesto trvalo mnoho dní.



Obr. 3 Snímky požáru v Záhorské nížině nedaleko Malacek, rok 1992.

Velký lesní požár vznikl v roce 2012 (ca. 200 ha) v Hodonínské Dúbravě u Bzence, a to opět na podloží vátých písků s převážně borovými hospodářskými monokulturami. I v tomto rovinatém a přístupném terénu trvalo hašení několik dní. Jednalo se o běžné hospodářské lesy.

Velké lesní požáry se v územích citlivých k vysychání periodicky objevují, a to bez ohledu na jejich formální i věcný statut.

3. Požáry v minulosti – paeloekologická rekonstrukce

Přemysl Bobek

Úvod do problematiky požárové paleoekologie

Požár je ekologický proces, který formuje vývoj téměř všech terestrických ekosystémů a jeho působení ovlivňuje globální biogeochemické cykly. Pochopení dlouhodobé požárové dynamiky a vzájemných vazeb faktorů, které se podílejí na jejím řízení, je klíčový rámec pro hodnocení dopadů současných požárových událostí. Pro popis role požárů v ekosystémech se postupně etabloval koncept požárového režimu (Krebs et al., 2010). Ten pro určitý časový a prostorový rámec definuje typické parametry požáru ve smyslu jeho intenzity, rozsahu, typu, frekvence a sezónního načasování. Významu ohně v dynamice lesních ekosystémů temperátní Evropy byla v minulosti věnována jen omezená pozornost (Leuschner et al., 2017). Obecně sdílený názor, který tento region považuje za málo náchylný k požárům v důsledku převahy listnatých lesů, v minulosti formoval uvažování napříč obory jako je vegetační ekologie, ekologie lesa a ochrana přírody. Lesy v temperátní části Evropy nejsou považovány za ekosystémy funkčně závislé na pravidelných požárech, protože klíčové druhy dřevin postrádají evoluční adaptace, které by jim umožňovaly čelit ohni a ani jejich vývojový cyklus není na požárech přímo závislý. Přesto však nacházíme důkazy, že se požáry v tomto regionu vyskytovaly a většina ekosystémů v průběhu jejich vývoje s tímto disturbančním faktorem interagovala. Posun ve vědeckém poznání fenoménu ohně byl akcelerován především díky metodám paleoekologického výzkumu, který se zabývá vývojem ekosystémů na dlouhých časových škálách. Jeho doménou je rekonstrukce základních charakteristik dřívějších ekosystémů, jako je druhové

složení tehdejších společenstev organizmů a vlastnosti jejich abiotického prostředí. Různé metody však umožňují detekovat také výskyt požárů v hluboké minulosti, protože ty zanechávají svou stopu v podobě zuhelnatělých částí rostlin - uhlíků, které mohou být uloženy v sedimentech rašelinišť nebo v půdách. Díky tomu lze sledovat změny požárové aktivity v čase, vliv těchto disturbancí na ekosystém lesa a trajektorie následné obnovy. Na základě větší množiny lokálních požárových historií pak lze formulovat obecné charakteristiky požárového režimu v určitém regionu a časovém rámci.

Dlouhodobý požárový režim území současného NPČŠ

Aktuální stav vědeckého poznání požárového režimu území NP České Švýcarsko je založen na síti sedimentárních profilů z rašelinišť, které jsou zpracovány metodou pylové analýzy a dílčí požárové historie jednotlivých lokalit je postavena na detailní analýze obsahu mikroskopických uhlíků (viz Použité metody). Současně jsou dostupné výsledky rozborů zuhelnatělého dřeva v běžných půdních profilech, které poskytují informaci o druhové příslušnosti shořelého materiálu a pomocí obsahu izotopu uhlíku ^{14}C lze jednotlivé úlomky dřeva datovat. Doposud získaný paleoenvirometální záznam pokrývá období celého holocénu (11 500 let) a v omezené míře zasahuje také do závěru glaciálu (~14 000 let) (Obr. 5). Takto rozsáhlé časové měřítko se zdá být irelevantní k aktuální požárové situaci, nicméně jeho význam pro současnost spatřujeme v několika důležitých bodech. 1) Poskytuje možnost vymezit historické rozpětí variability tohoto jevu (koncept Historical Range of Variability) a tím umožňuje stanovit hranice přijatelných změn dílčích složek ekosystémů a ekologických procesů. 2) Slouží k identifikaci řídících faktorů požárové aktivity a umožňuje hodnotit jejich dlouhodobé interakce.

Požárový režim borových lesů

Období pozdního glaciálu a počátku holocénu je obecně hůře prozkoumané a dostupná data prozatím nedovolují ucelenější popis požárového režimu. Doklady požárové aktivity ale existují. Zatím nejstarší zachycená požárová událost má stáří 11 100 cal BP (kalibrované ^{14}C datum před dneškem, tj. před rokem 1950), kdy hořel porost s převahou borovice (pravděpodobně borovice lesní) na skalním plató nad Střeleckou roklí. Podle výsledků pylové analýzy víme, že v době na počátku holocénu zde byly hlavním vegetačním typem březo-borové lesy, ve kterých byly v omezené míře přítomné také druhy jako modřín opadavý a borovice limba (Pokorný & Svitavská nepubl.). Podle nejbližších lokalit Reichwalde a Rynholec, které mají podobné vegetační složení dominant, lze odvodit, že interval návratu požáru (fire return interval, FRI) mohl v těchto lesích významně oscilovat mezi 3,5 až 140 lety (Stika et al., 2012; Šamonil et al., 2018). Pro zájmové území však na základě dostupných dat nelze pro toto nejstarší období frekvenci požárů stanovit. Podstatná je však skutečnost, že tyto světlé jehličnaté lesy jsou přímými předchůdci dnešních boreokontinentálních borů, které dodnes na území NPČŠ nacházíme na stejných typech stanovišť, tedy vrcholových plošinách pískovcových skal a masivů. Druhové složení bylinného patra tohoto společenstva se z části proměnilo, nicméně klíčový druh této vegetace, borovice lesní, byla vždy dominantním elementem stromového patra. Proto lze předpokládat, že základní parametry požárových událostí v borových lesích zůstávaly konstantní a odehrávaly se zde časté požáry, které však dosahovaly jen nízké až střední intenzity. Frekvence jejich výskytu mohla být značně variabilní a závisela především na klimatických podmínkách a četnosti zapálení. Podle analýz z profilu v Pravčickém dole (Obr. 7), které zachycují období posledních ~3000 let, je zřejmé, že mohla kolísat v širokém rozpětí mezi 20 až 370 roky. Pokud tyto hodnoty zasadíme do kontextu požárových cyklů v lesích tvořených borovicí lesní jinde v temperátní Evropě, tak je zřejmé, že tento druh je schopný přežívat i v podmínkách s vyšší frekvencí dosahující až 11 let (Zin et al., 2022). Požáry v tomto typu lesa většinou nedosahují vyššího stupně intenzity, protože jsou limitované množstvím dostupného paliva, které se v porostech postupně akumuluje po předchozí události. Velká část dospělých stromů je schopná přežít působení vysoké teploty, jak dokládají

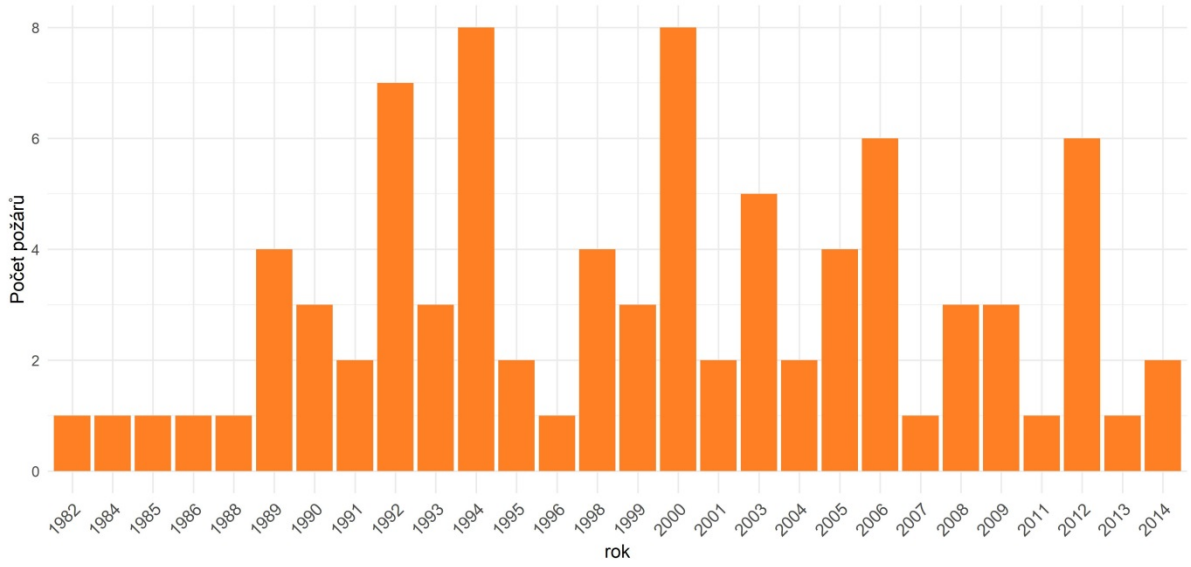
sekvence tzv. požárových jizev, tedy požárem částečně poškozených vodivých pletiv v kmeni. Mortalita v důsledku působení ohně se soustřeďuje především do mladších věkových kohort a hlavní etáž porostu přežívá. To lze doložit výsledky cross-korelační analýzy požárového a pylového záznamu z lokality Velké Ohbí v Adršpašských skalách, kde v reakci na sérii požárových disturbancí v době bronzové nepozorujeme v odezvě borovice lesní zásadní negativní reakci v podobě poklesu její abundance (Pokorný et al., 2022). Dlouhodobá stabilita ekosystému borových lesů a jejich disturbančního režimu podmiňuje i přežívání populací některých druhů vázaných na specifické ekologické podmínky. Příkladem je druh rojovník bahenní (*Rhododendron tomentosum)*, který v území NPČŠ přežívá minimálně od konce doby ledové (Radoměřský et al., 2017). Tento keř z čeledi Ericaceae lze považovat za glaciální relikt, tedy pozůstatek dříve rozsáhlejšího areálu, který dosahoval svého maxima v chladných fázích kvartérního klimatického cyklu. Nedávné výzkumy ukázaly, že v pískovcových oblastech jeho populace pozitivně reaguje na zvýšenou frekvenci požárů a oheň je tedy významným faktorem pro dlouhodobé přežívání druhu (Radoměřský et al., in review). Uvedený příklad dobře ilustruje, že dosavadní poznání ekologie druhů nemusí být dostatečné a nemalá část biodiverzity, kterou chráníme v rámci NPČŠ, může být podmíněna požáry.

Obnova ekosystému lesa po požáru

Důsledky požárových disturbancí pro ekosystém lesa závisí především na intenzitě ohně, prostorovém rozsahu a charakteru samotného hoření. Tyto aspekty jsou rozhodující jednak pro mortalitu stromového patra, ale zásadně ovlivňují také vitalitu půdní semenné banky, která je po požáru potenciálním zdrojem diaspor. Trajektorii regenerace lesa je možné sledovat v paleoenvirometálním záznamu, který disponuje dostatečným časovým rozlišením potřebným k zachycení postupných sukcesních stádií. Je však potřeba počítat s tím, že sekundární sukcese na ploše narušené požárem probíhá v kontextu vývoje vegetace na krajinné úrovni, která se do fosilního pylového záznamu také otiskuje. Přesto je z dostupných výsledků zřejmé, že i ve vzdálenější holocénní historii probíhala sukcese po předvídatelné trajektorii (Obr. 8). Sekvence několika požárů v období 5000-2700 cal BP na lokalitě Velké ohbí byla vždy následována časnou fází bohatou na byliny (často z čeledi Asteraceae a Brasicaceae), kterou po 30-60 letech vystřídal les tvořený především břízou bělokorou (Pokorný et al., 2022). V pozdější fázi regenerace lesa přibližně 90-210 let po požáru se prosadila borovice lesní společně s vřesem obecným v jejím podrostu. Shodný průběh sukcese i její rychlost byla dokumentována na sukcesních řadách na požárových plochách ponechaných spontánní regeneraci bez lesnických pěstebních zásahů na území NPČŠ (Adámek et al., 2016). Můžeme tedy vyvodit závěr, že ekosystém lesa byl schopný se požárové disturbanci vždy obnovit. V holocénní minulosti nebyl doložen takový směr vývoje vegetace, který by vedl například k převládnutí bezlesých formací v podobě vřesovišť. Resilience ekosystému borových lesů je značná. Naopak byla zaznamenána negativní reakce smrku na požár, který do fáze 60 let po požáru průkazně ubývá. Mortalita tohoto druhu je značná i při nízké intenzitě požárů, což bylo pozorováno i v současnosti (Adámek et al., 2016).

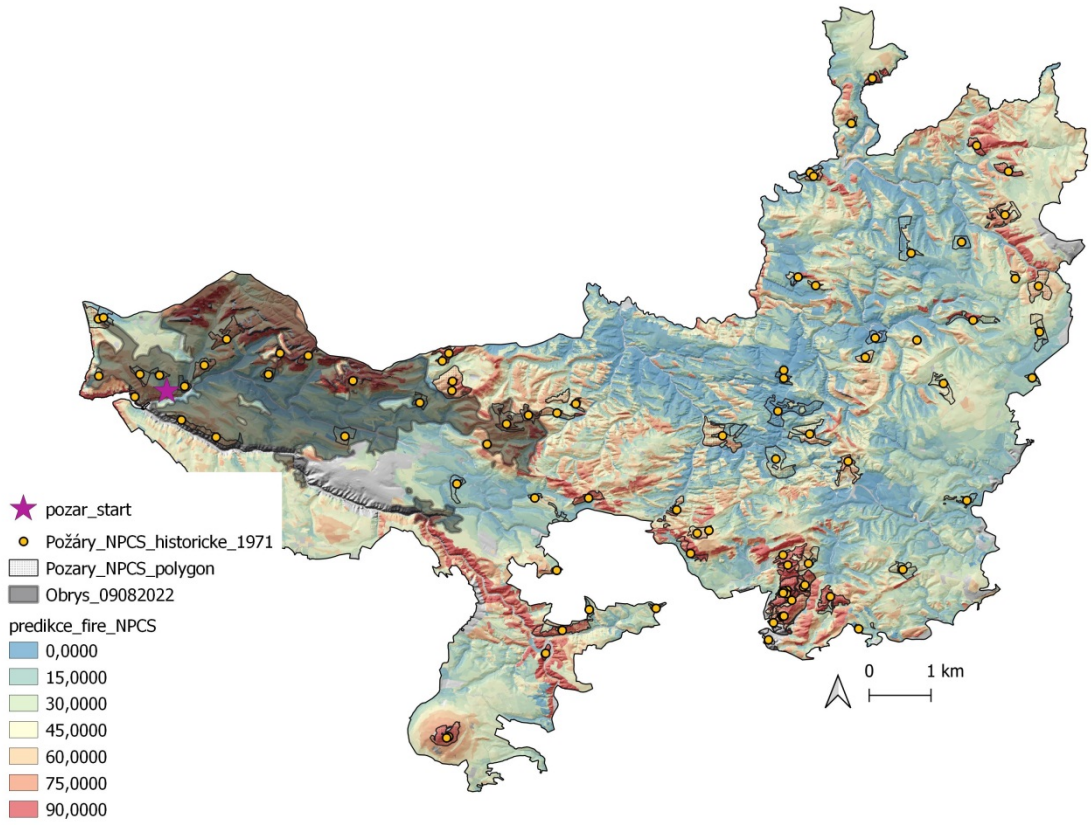
Velikost a četnost požárů

Plošný rozsah požárů se paleoekologickými metodami rekonstruuje značně obtížně a vždy bude v důsledku nepřesnosti radiokarbonového datování zatížen velkou nejistotou. V zájmovém území NPČS nelze tento přístup využít a to také vzhledem k nedostatečné hustotě profilů. Ani výrazně přesnější dendrochronologické studie nebyly v oblasti doposud provedeny. Zbývá tedy pohled do nedávné minulosti posledních desetiletí, který je však výrazně ovlivněn efektivními způsoby hašení a tím neumožňuje pochopení šíření ohně bez jejich vlivu. Podle údajů z dostupné lesnické evidence bylo mezi lety 1982-2014 zaznamenáno na území dnešního NPČŠ celkem 86 požárových událostí (obr. 3b), které celkově zasáhly plochu 35,6 ha (Adámek in Csaplovics et al., 2014) .

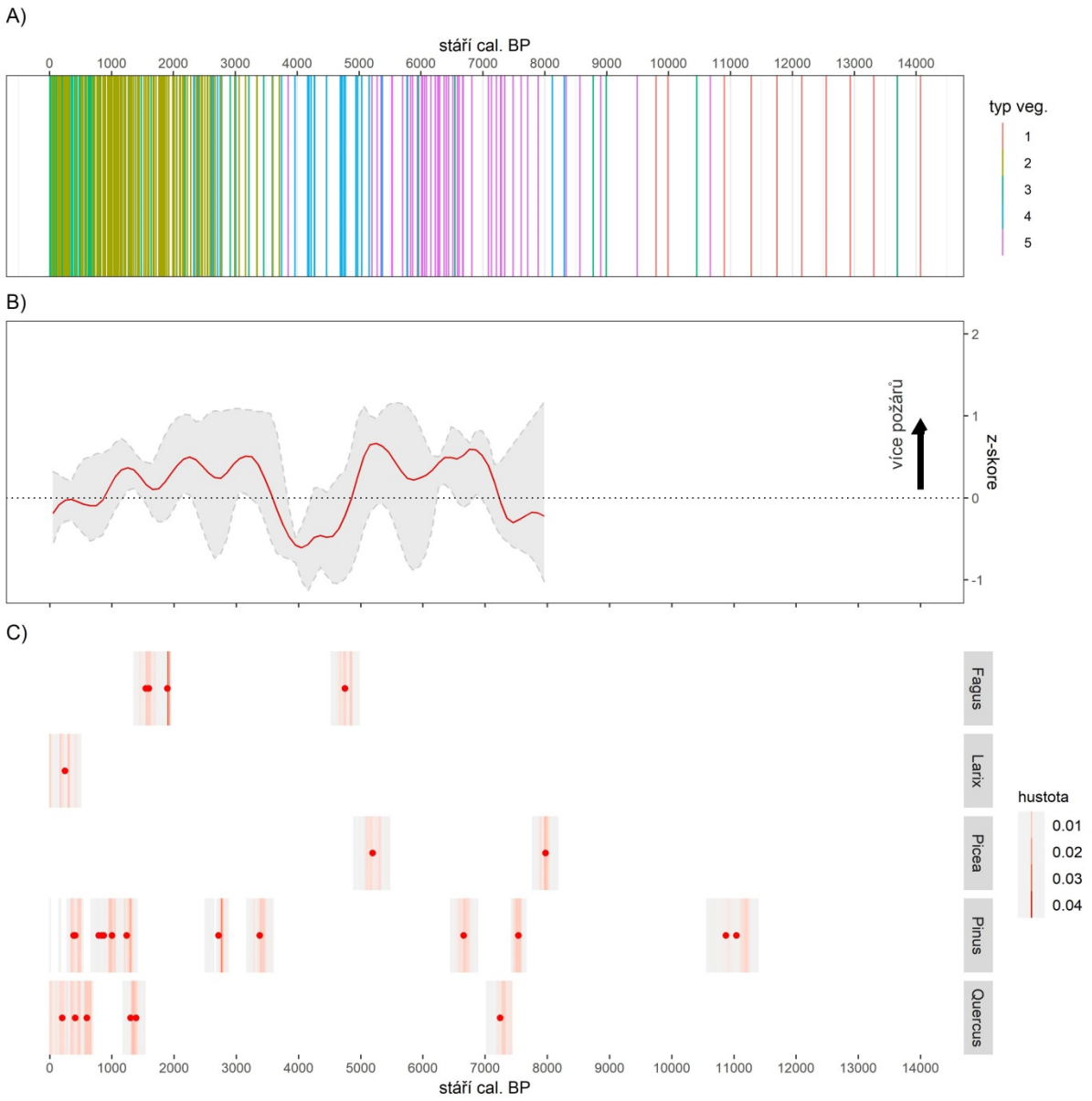


Obr. 3b Počet požárů na území NP České Švýcarsko v období 1982-2014.

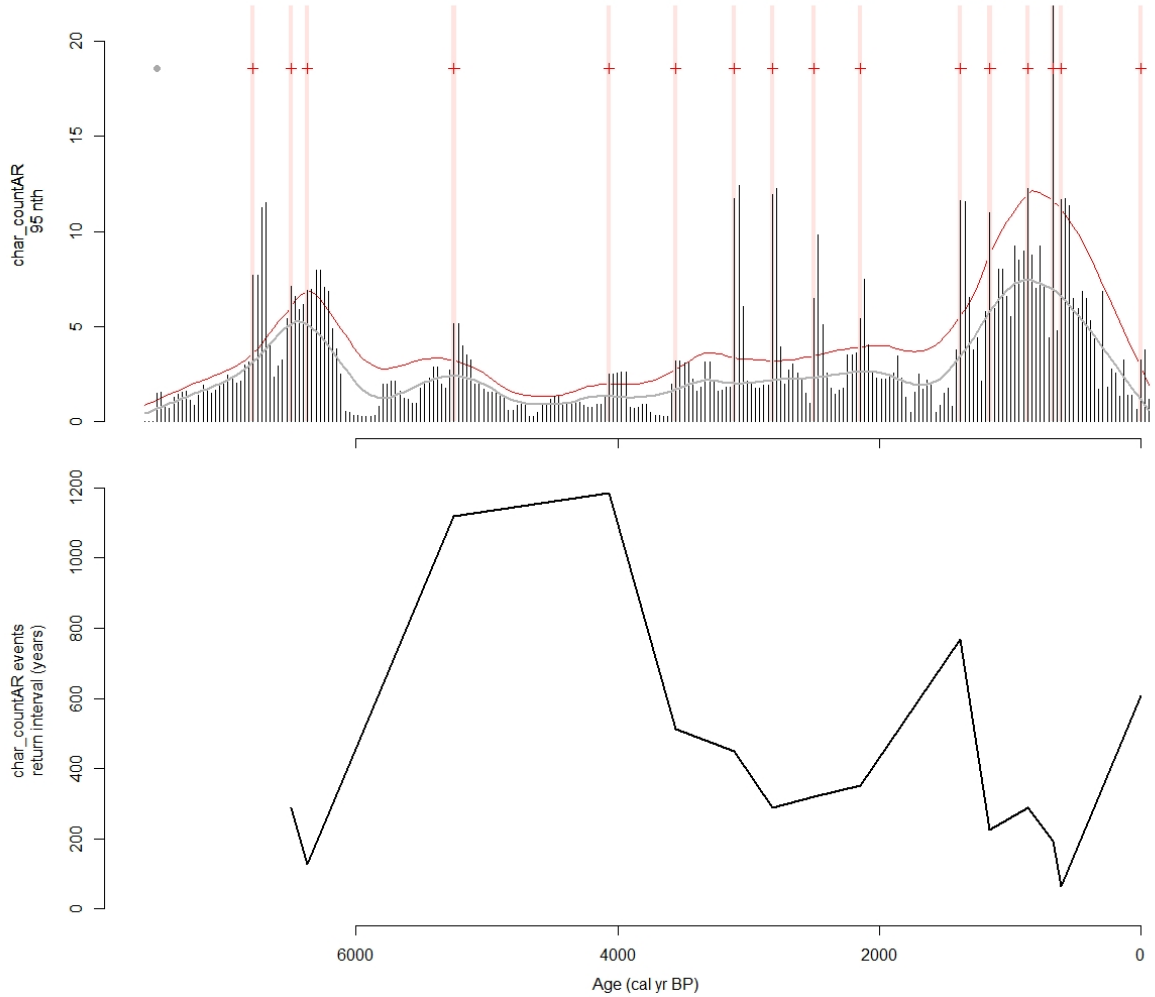
Průměrná četnost tedy dosahovala 2,7 požárů za rok. Průměrná rozloha požárů byla 0,5 ha, avšak tuto hodnotu výrazněji vychyluje větší požár na Havraní skále (17,92 ha v roce 2006). Medián plochy poleží níže na hodnotě 0,05 ha, což naznačuje, že většina požáru je výrazně menší. Z hlubší historie je známý rozsáhlý požár z roku 1842 v polesí Hřensko, na skalním plato nad Pravčickou bránou, který měl rozlohu přibližně 180 ha (Csaplovics et al., 2013). Další požáry doložené v archivních pramenech uvádí Belisová (Belisová, 2006).



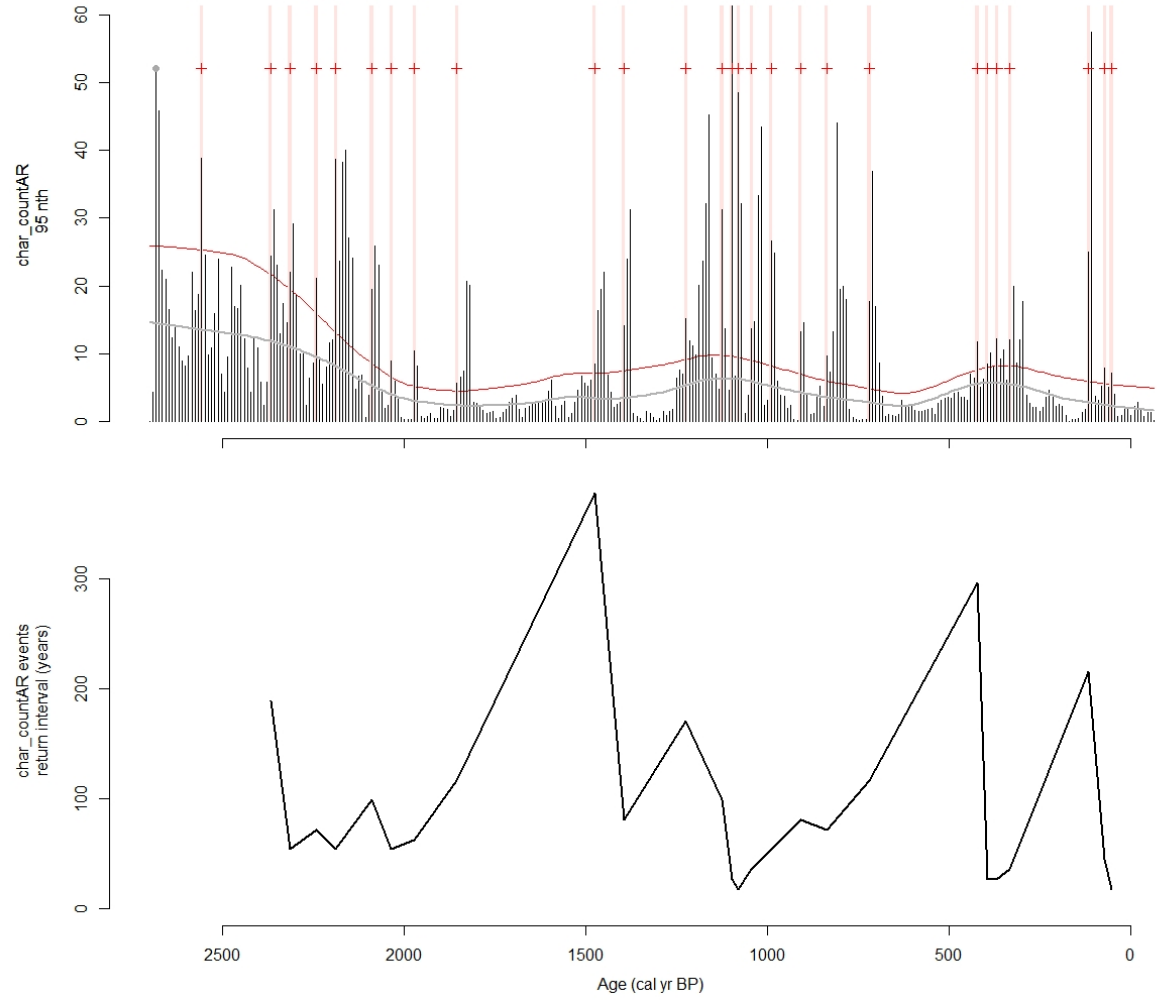
Obr. 4 Výskyt požárových událostí dokumentovaných v lesnické evidenci v období 1982-2014. Predikce potenciálu výskytu požárů metodou ENFA (Csaplovics et al., 2013). Šedě označena ploch požáru z roku 2022 a jeho počátek. Polygony starších požárů označují zasažené porosty, avšak nezobrazují přesnou plochu požárů.



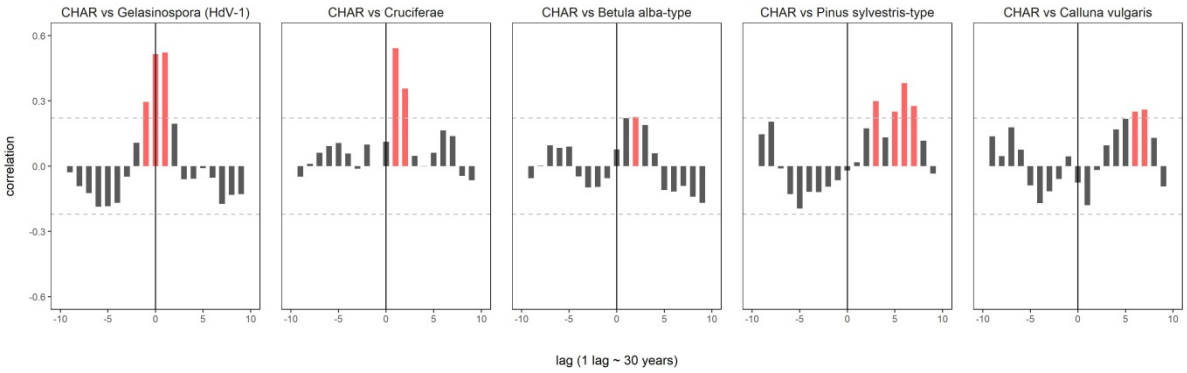
Obr. 5 Syntéza všech publikovaných paleoenviromentálních záznamů holocenního vývoje vegetace a požárového záznamu na území NPČŠ. A) Barevné pruhy znázorňují příslušnost fosilního pylového spektra k určitému vegetačnímu typu. Clust 1 – březo-borové lesy (s výskytem *Pinus cembra*), 2- jedlo-bukové lesy, 3- borové lesy, 4- bučiny (období expanze buku), 5- smrkové lesy a smíšené listnaté lesy (dub, jilm, lípa, líska). B) Regionální požárová aktivita odvozená z množství uhlíků v sedimentu. C) Mikroskopicky determinované uhlíky z půdních profilů a jejich stáří stanovené radiokarbonovou metodou. Bod označuje medián kalibrovaného stáří a intenzita červené hustotu pravděpodobnosti v kalibračním intervalu 2 sigma (celý rozsah označen šedě).



Obr. 6 Požárová historie na lokalitě Eustach. Horní panel – sloupcový graf množství depozice uhlíků do sedimentu (CHAR), červená křivka představuje dlouhodobý trend, křížky označují statisticky významné požárové události. Spodní panel – interval návratu požáru (fire return interval, FRI). Převzato z publikace (Bobek et al., 2018).

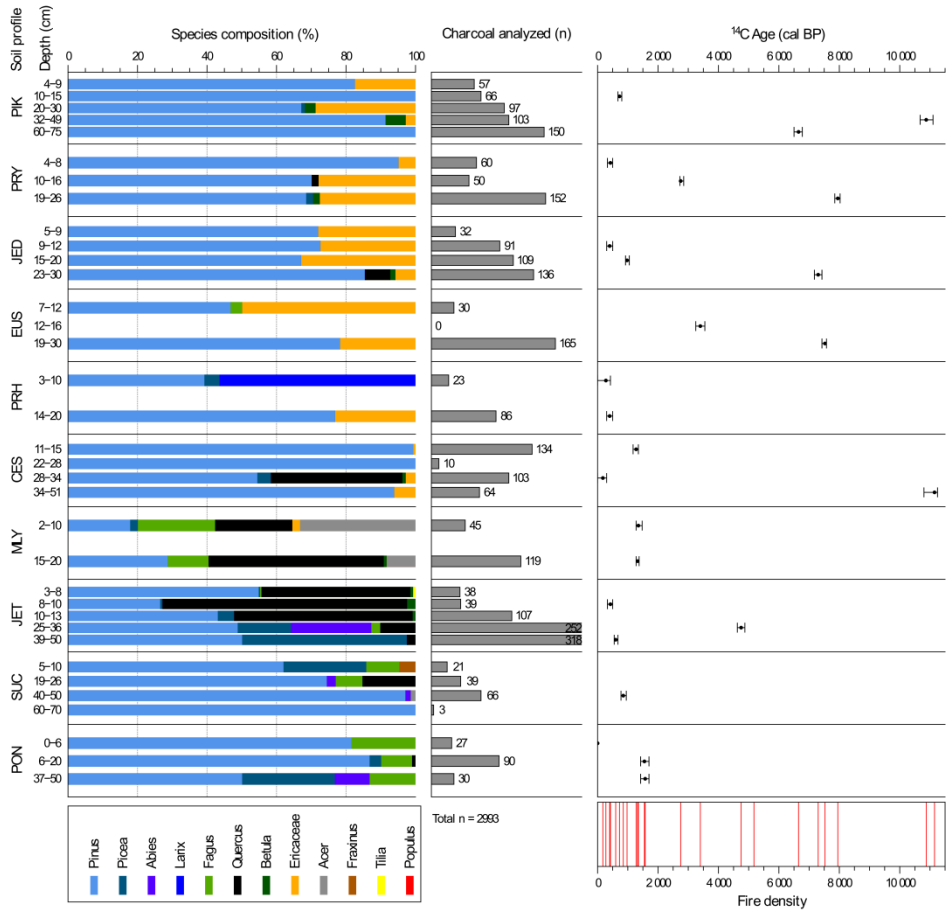


Obr. 7 Požárová historie na lokalitě Pravčický důl. Horní panel – sloupcový graf množství depozice uhlíků do sedimentu (CHAR), červená křivka představuje dlouhodobý trend, křížky označují statisticky významné požárové události. Spodní panel – interval návratu požáru (fire return interval, FRI). Nepublikováno.



Obr. 8. Sukcesní vývoj po požárech v období 2689-5054 cal BP na lokalitě Velké ohbí v Adršpašských skalách. Cross-korelační analýza mezi uhlíkovým záznamem (CHAR) a vybraných rostlin a hub. Horizontální osa označuje časový odstup po požáru (kladná hodnota lag, 1 lag odpovídá úseku 30 let),

vertikální osa znázorňuje sílu korelace. Konfidenční interval znázorněn přerušovanými čarami. Signifikantní korelace je zvýrazněna červeně.

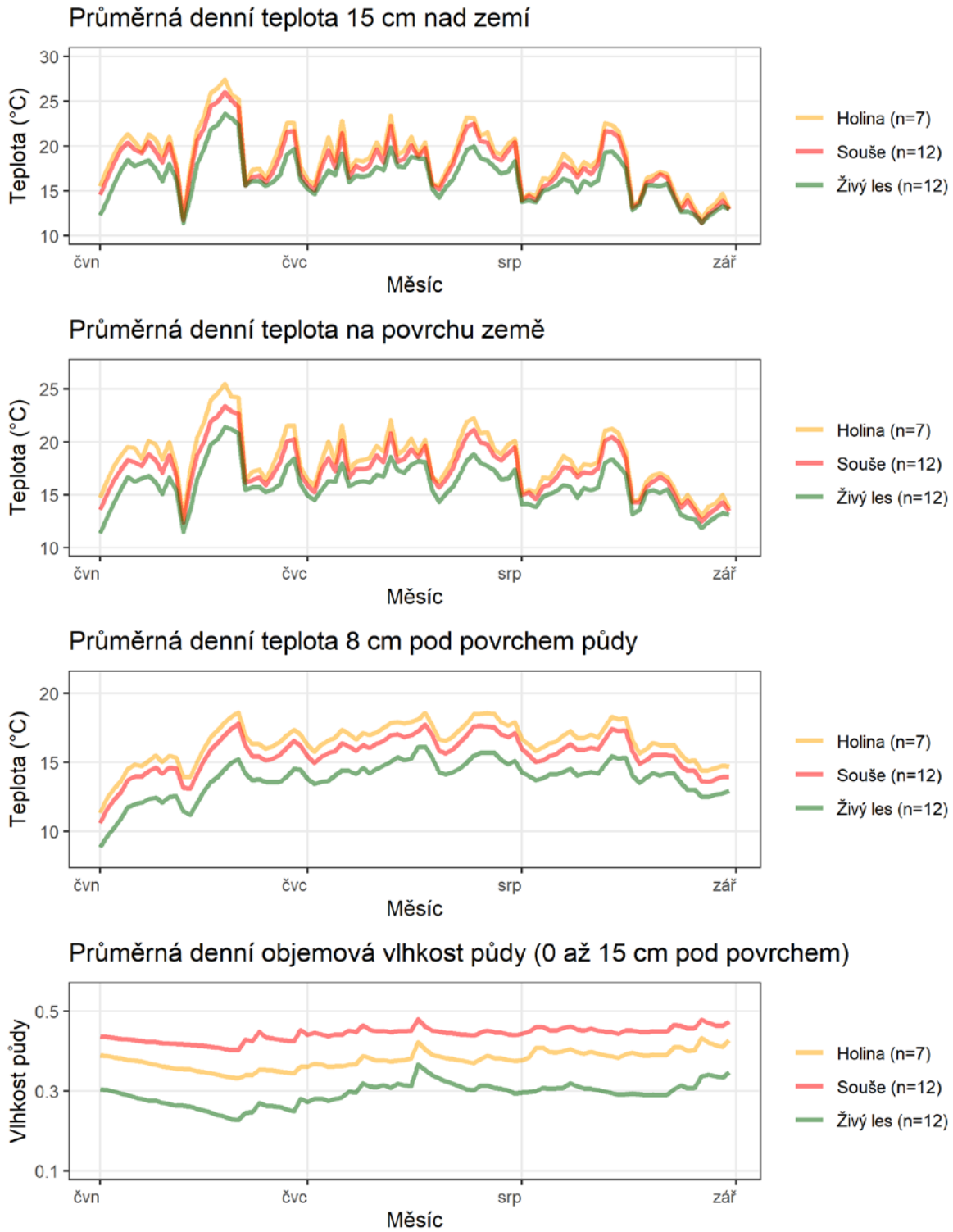


Obr. 9 Druhové složení uhlíkových spekter v půdních sondách z území NPČŠ. Převzato z publikace (Bobek et al., 2018).

Mikroklimatické podmínky v současných porostech

Teplotní a vlhkostní režim v blízkosti povrchu Země je značně variabilní a může se odchylovat od měřených meteorologických parametrů aktuálního počasí (Geiger et al., 1995). Je to dáno tím, že atmosféra je v této zóně ovlivňována tvarem reliéfu a strukturou vegetačního pokryvu. V členité krajině pískovcových území se díky velkým rozdílům v množství dopadajícího slunečního záření, které je řízeno orientací a sklonem svahu a zastíněním vegetací, vyskytují extrémně odlišné mikroklimatické podmínky na místech vzdálených od sebe pouhých několik metrů. Rozdílné hodnoty teploty, vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu se nutně promítají do variability lokálních požárových podmínek, a to především regulací obsahu vlhkosti v neživé biomase. Na rozdíl od živých rostlinných pletiv, kde je obsah vody řízen především fyziologickými procesy, tak množství vlhkosti v mrtvém dřevu, opadance i půdních humusových horizontech je zcela závislé na atmosférických podmínkách. Vlhkost paliva je přitom klíčovým faktorem, který řídí všechny základní parametry požáru, jako je snadnost vznícení, rychlost a šíření požáru, nebo jeho intenzita (Nelson, 2001). Na území NPČŠ probíhá dlouhodobý monitoring mikroklimatu, který na síti měřících stanic provádí Botanický ústav AV ČR ve spolupráci se Správou NPČŠ (Wild et al., 2013, 2019). Výsledky umožňují zhodnotit rozdíly mikroklimatických podmínek s ohledem na druhové složení a stav lesního porostu (Obr. 9b).

Výpovědní hodnota těchto dat je unikátní, protože mnohá z těchto měřících zařízení jsou umístěna přímo uvnitř perimetru požáru. Z naměřených hodnot ve vegetační sezóně roku 2021 (údaje za 2022 byly požárem zničeny) je zřejmé, že průměrné denní teploty měřené v 0 a 15 cm nad povrchem půdy jsou v případě holiny a mrtvého smrkového lesa vyšší než v živém lesním porostu. Tento rozdíl je relativně větší zvláště v periodách vyšších průměrných denních teplot a poukazuje na to, že v důsledku absence korunového zápoje dochází na těchto typech stanovišť k intenzivnějšímu zahřívání povrchu. Tento efekt má za následek, že mrtvá organická hmota, která je blíže zemskému povrchu (ležící větve, suché větve ve spodní části kmenů, opad jehličí a listů), ztrácí obsaženou vlhkost rychleji, než se tak děje v živém lese. Opačná situace však nastává ve svrchních částech půdního profilu (do 15 cm), který je zde převážně tvořen silnou vrstvou nadložního humusu. Naměřené hodnoty průměrné denní objemové vlhkosti půdy konzistentně vykazují nejnižší hodnoty v živém smrkovém lese. Vyšší půdní vlhkost byla pozorována na holinách a nejvíce vody paradoxně obsahují humusové horizonty v mrtvém smrkovém lese s ponechanými soušemi. Vysvětlení těchto rozdílů spočívá v efektu fotosynteticky aktivních stromů, které v důsledku transpirace odčerpávají z půdy velké množství vody. Kořenový systém smrku je zároveň uložen v půdním profilu velmi mělce a živé stromy tak získávají vodu převážně ze svrchních horizontů. Z uvedených poznatků můžeme vyvodit, že mikroklimatické podmínky na holinách a v odumřelých smrčinách favorizují šíření povrchového typu požáru, který může profitovat z rychlejšího vysušování paliva na těchto stanovištích. Zvláště holiny, které se nacházejí se ve fázi sukcese bez souvislého pokryvu mladých stromů, lze díky jejich extrémnímu teplotně-vlhkostnímu režimu považovat za stanoviště s nejvyšším potenciálem k hoření a rychlému šíření ohně. Naopak podzemní typ požárů, při kterém hoří půdní humusové horizonty, nachází příhodnější mikroklimatické podmínky v živých smrkových porostech, kde se výrazně projevuje deficit obsahu vody v půdě v důsledku transpirace.



Obr. 9b. Srovnání mikroklimatických podmínek v živých smrkových porostech (živý les), odumřelých smrkových porostech se 100% ponechanými soušemi (souše) a kompletně vytěžených smrkových porostech (holina). Data poskytlo Oddělení GIS a DPZ, Botanický ústav AV ČR.

Použité metody

Stanovení obsahu mikroskopických uhlíků v sedimentech

Metoda umožňující rekonstruovat lokální požárovou historii pomocí detekce zvýšeného obsahu mikroskopických uhlíků (>125 µm) ve stratifikovaných sedimentech rašelinišť a jezer (Whitlock et al., 2001). Je založena na kvantitativním stanovení rychlosti depozice zuhelnatělého materiálu rostlinného původu (CHAR=charcoal accumulation rate) na plochu sedimentačního prostoru. Uhlíky vytvořené požárem dispergují do blízkého okolí požáru (<1 km). Statistická analýza získaných dat separuje výrazné pozitivní výkyvy (uhlíky vzniklé při požárové události) od pomalu se měnícího dlouhodobého trendu (regionální spad, sekundární přínos redeponovaných uhlíků). V této zprávě vycházíme ze 2 profilů (Eustach, Pravčický důl), které mají relevantní časové rozlišení (Bobek et al., 2019).

Rekonstrukce výskytu požárů pomocí uhlíků z půd

Zuhelnatělé dřevo je materiál značně odolný vůči chemické i biologické degradaci, a proto i v běžném půdním prostředí přetrvává po velmi dlouhou dobu (tisíce let). Díky zachované anatomické stavbě dřeva je možné mikroskopicky determinovat příslušný druh dřeviny, ze které pochází. Zároveň lze tento původem organický materiál přesně datovat pomoci radiokarbonové metody. Uhlíky z půdních profilů mimo archeologické lokality vznikly při požárech vegetace a kombinací výše uvedených přístupů lze odvodit, jaký druh dřeviny a kdy na daném místě shořel. Ve zprávě pracujeme s výsledky analýzy 11 půdních profilů, které rovnoměrně pokrývají území NPČŠ (Bobek et al., 2018). Celkem zde bylo druhově určeno 3024 fragmentů zuhelnatělého dřeva a 27 z nich bylo radiokarbonově datováno.

Regionální požárová aktivita

Celkové množství uhlíků v sedimentárním záznamu je proporční vůči celkovému množství shořelé biomasy. Zvýšená požárová aktivita indukuje větší přísun uhlíků do sedimentu. Syntézou více uhlíkových záznamů lze identifikovat dlouhodobé změny požárové aktivity v určitém regionu (Power et al., 2008; Dietze et al., 2018). Uhlíkové záznamy z dílčích lokalit jsou standardizovány, aby byla zajištěna vzájemná srovnatelnost. Hodnoty koncentrace uhlíků jsou nejprve převzorkovány medián časového rozlišení všech vzorků v datasetu. Následně jsou přeškálovány pomoci minmax transformace a variance je homogenizována Box_Cox transformací. Výsledné hodnoty jsou škálovány do standardizovaného skóre (Z-score). Takto upravené časové řady jsou poté agregovány a metodou lokálních regresí (LOESS) v časovém okně 500 let byl odhadnut celkový trend. Konfidenční interval (95%) byl odvozen bootstrap metodou. Pro potřeby zprávy byla nově vypočtena regionální požárová aktivita pro území NPČŠ a to na základě 5 publikovaných uhlíkových profilů (Bobek et al., 2019).

Regionální vegetační vývoj

Pylová zrna obsažená v sedimentárním záznamu odráží druhovou skladbu vegetace v příslušném časovém horizontu. V důsledku rozdílů v pylové produktivitě a schopnosti disperze pylových zrn, které se mezi různými druhy rostlin liší, nevyjadřují přesné poměry jejich zastoupení tehdejších porostech. Pylová analýza ale umožňuje rekonstruovat hlavní typy vegetace a jejich vývoj v čase. Ve zprávě jsou použité všechny publikované pylové profily (celkem 8) z území NPČŠ, které jsou dostupné v databázi PALYCZ (https://botany.natur.cuni.cz/palycz/index.php, přístup 1.11.2022). Počty pylových zrn jednotlivých taxonů byly vyjádřeny procenticky vzhledem k celkové sumě všech pylových zrn. Pro účely zobrazení hlavních trendů vývoje vegetace v celém území byl celý dataset analyzován metodou analýzy hlavních komponent (PCA) a následně bylo na získaných ordinačních skórech provedeno hierarchické shlukování. Výsledné klastry tedy představují vzorky s podobným druhovým složením napříč všemi lokalitami.

Literatura

Adámek M, Bobek P, Hadincová V, et al. 2015. Forest fires within a temperate landscape: A decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. *Forest Ecology and Management* **336**: 81–90.

Adámek M, Hadincová V, Wild J. 2016. Long-term effect of wildfires on temperate Pinus sylvestris forests: Vegetation dynamics and ecosystem resilience. *Forest Ecology and Management* **380**: 285–295.

Belisová N. 2006. Historické záznamy o požárech v Českém Švýcarsku. In *Minulosti Českého Švýcarska. Sborník příspěvků z historického semináře 2006*. Belisová N (eds). 118–136.

Bobek P, Svobodová-Svitavská H, Pokorný P, et al. 2019. Divergent fire history trajectories in Central European temperate forests revealed a pronounced influence of broadleaved trees on fire dynamics. *Quaternary Science Reviews* **222**: 105865.

Bobek P, Svobodová HS, Werchan B, et al. 2018. Human-induced changes in fire regime and subsequent alteration of the sandstone landscape of Northern Bohemia (Czech Republic). *The Holocene* **28**: 427–443.

Csaplovics E, Seiler U, Wild J, et al. 2013. Historische Waldentwicklung in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz/Historický vývoj lesa v Českosaském Švýcarsku. Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 10, TU Dresden.

Dietze E, Theuerkauf M, Bloom K, et al. 2018. Holocene fire activity during low-natural flammability periods reveals scale-dependent cultural human-fire relationships in Europe. *Quaternary Science Reviews* **201**: 44–56.

Geiger R, Aron RH, Todhunter P. 1995. The Climate Near the Ground. Vieweg+Teubner Verlag: Wiesbaden.

Krebs P, Pezzatti GB, Mazzoleni S, et al. 2010. Fire regime: history and definition of a key concept in disturbance ecology. *Theory in Biosciences* **129**: 53–69.

Leuschner C, Ellenberg H. 2017. *Ecology of Central European Forests.* Springer International Publishing: Cham.

Nelson RM. 2001. Water Relations of Forest Fuels. In Forest Fires. Elsevier: 79–149.

Pokorný P, Bobek P, Šída P, et al. 2022. Managing wilderness? Holocene-scale, human-related disturbance dynamics as revealed in a remote, forested area in the Czech Republic. *The Holocene* **32**: 584–596.

Power MJ, Marlon J, Ortiz N, et al. 2008. Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data. *Climate Dynamics* **30**: 887–907.

Radoměřský T, Kuneš P, Bobek P. 2017. Testing the distribution model of Ledum palustre L. using paleoecological data. *Geoscience Research Reports* **50**: zpravy.geol.2017.21.

Šamonil P, Moravcová A, Pokorný P, et al. 2018. The disturbance regime of an Early Holocene swamp forest in the Czech Republic, as revealed by dendroecological, pollen and macrofossil data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **507**: 81–96.

Stika H, Friedrich M. 2012. Fire and water - The dendro-ecological reconstruction of a late-glacial pine forest in Reichwalde , East-Germany.

Whitlock C, Larsen C. 2001. Charcoal as a fire proxy. In *Tracking Environmental Change Using Lake*

Sediments: Vol. 3 Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators. Smol JP, Birks HJP, Last WM (eds). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: 75–97.

Wild J, Kopecký M, Macek M, et al. 2019. Climate at ecologically relevant scales: A new temperature and soil moisture logger for long-term microclimate measurement. Agricultural and Forest Meteorology 268: 40–47.

Wild J, Macek M, Kopecky M, et al. 2013. Temporal and spatial variability of microclimate in sandstone landscape: detailed field measurement.

Zin E, Kuberski Ł, Drobyshev I, et al. 2022. First Spatial Reconstruction of Past Fires in Temperate Europe Suggests Large Variability of Fire Sizes and an Important Role of Human-Related Ignitions. **10**: 1–14.

4. Terénní evidence stop po požáru v Národním parku České Švýcarsko v létě 2022

Pavel Šamonil



Obr. 10 Fotografie z Národního parku České Švýcarsko zachycující stojící mrtvé dřevo

Hranice požářiště

Informační hodnota hranice vymezující požářiště od neshořelých ploch pro dosažení obecných závěrů o šíření požáru je omezená. Na řadě míst vznikla primárně dostupností pro hasiče a hasící techniku v kombinaci s aktuálně uplatněnou technologií hašení (např. nasazení letadel) a časovým hlediskem postupu ohně. Přirozené bariéry šíření požáru se sice uplatnily, patrně ale měly spíše sekundární význam. Jako klíčové se jeví úsilí hasičů a včasnost jejich zákroku. Na některých místech prochází okraj požářiště odumřelými smrkovými porosty bez zjevného rozdílu mezi silně shořelou a nezasaženou částí lesa, lze předpokládat, že na těchto místech byla role hasičů v zamezení šíření požáru klíčová (zejména východní okraj požářiště, např. N 50° 52.424', E 014° 20.400'). Jinými slovy, neshořelé porosty v těsném okolí požářiště mají často velmi podobný charakter jako porosty shořelé, pouze se do nich požár nerozšířil (např. porosty na východním okraji požářiště okolo N 50° 52.467', E 014° 20.615', N 50° 52.827', E 014° 20.526').



Obr. 11 Soutěska tvořící hranici požářiště. Pěšina opticky vytváří ostrou hranici požářiště, ve skutečnosti je ale hranice více difuzní. Jednotlivě hořely i stromy na levém okraji snímku, oheň byl zastaven zásahem hasičů.



Obr. 12 Přechod odumřelého smrkového porostu do bukového tvoří spolu s cestou hranici hoření. Jedná se o zónu širokou na tomto místě asi 25m (N 50° 52.806', E 014° 20.460').



Obr. 13 Hranice hoření v horních partiích svahu (N 50^{o} 52.337', E 014^{o} 20.420'). Silně hořely horizonty nadložního humusu půd a báze stromů. Patrný je těžební zásah za účelem zpomalení a kontrolování hoření.



Obr. 14 Hranice hoření ve skalkách (fotografie z N 50^{o} 52.943', E 014^{o} 17.370'). Na některých místech se oheň dostal až do vrcholových partií skal, jinde byl nad pásem shořelého lesa přítomen pás lesa sežehnutého a nad ním pás lesa dosud živého



Obr. 15 Ostrá hranice hoření uprostřed odumřelého smrkového lesa (N 50^{o} 51.954', E 014^{o} 19.483')

Hasiči v průběhu likvidace postupujícího požáru využili některých přirozených bariér omezujících (nikoli zcela vylučujících) šíření ohně. Důraz byl přitom pochopitelně dáván na ochranu civilních objektů před ochranou lesních ekosystémů. V terénu přitom není měsíce po požáru zcela zřejmé, jaké úsilí zamezit šíření požáru bylo kde vynaloženo. Po detailní pochůzce lze konstatovat, že přirozená hranice šíření požáru je patrně spíše minoritním jevem, obvykle šlo o kombinaci přirozeného zpomalení postupu šíření požáru (např. skalní masiv, liniové stavby, zmírnění proudění okraj soutěsky aj.) s intenzivním zásahem hasičů na utlumení požárových ohnisek. Při hranici spáleniště jsou místy patrné pokácené stojící stromy, manipulované ležící kmeny aj. Přirozená hranice požáru mohla vzniknout v případě kontaktu ohně s masivním skalním útvarem, liniovou stavbou (silnice), silně podmáčeným místem nebo živými listnatými porosty. I v těchto případech ale mnohde došlo k tomu, že oheň tyto bariéry překonal a jeho zastavení bylo spíše výjimečné.



Obr. 16 Kontakt hořícího lesa s domy na okraji obci Mezná, kde se přes úsilí hasičů nepodařilo zabránit škodám na majetku obyvatel obce.

Zajímavou informaci poskytují vnitřní okraje požářiště. Uvnitř ohněm zasaženého území existuje několik samostatných polygonů (améb), ve kterých se oheň nerozšířil, a kde se jeví hranice hoření jako čitelnější ve vazbě na podmínky prostředí, vegetační a porostní typ. Vnitřní hranice hoření mohou být z tohoto hlediska lépe interpretovatelné a přirozenější vzhledem k přírodním charakteristikám. Patrný je značný význam struktury porostu, méně patrný je význam topografie. Vnitřní hranice hoření jsou nejčastěji přítomny mezi živým listnatým lesem a ostatními, k hoření více sensitivními vegetačními typy (zejména odumřelý smrkový les, ale i holina aj., viz níže).



Obr. 17 Neostrá vnitřní hranice hoření široká asi 40m mezi odumřelou smrčinou a živým smíšeným lesem (N 50º 52.744', E 014º 17.905'. Zatímco v živém lese se oheň koncentroval na báze borovic a odumřelých stromů a postupně se do hloubky porostu utlumoval do ostrůvkovitého průběhu hoření, v odumřelé smrčině hořely silně a celoplošně všechny stromy, jejich koruny, ležící kmeny i významná část organických horizontů na povrchu půdy.



Obr. 18 Bukový porost na lokálním summitu nezasažený požárem, který atakoval všechny okolní porosty (porosty v okolí N 50^{o} 52.720', E 014^{o} 18.434').

Požár se zjevně ve většině případů šířil přímým kontaktem hořícího porostu s bezprostředním okolím, a to za výrazné pomoci větru. V několika místech nicméně došlo i k přelétnutí hořícího objektu na delší vzdálenost a vzniku nového lokálního požáru. Jedno z center hoření je vzdáleno 850 m od okraje hlavního požářiště jihovýchodním směrem, dalších 6 drobnějších samostatných polygonů hoření je vzdáleno desítky metrů od zdrojových míst hoření.

Role vegetačního typu

V terénu je patrné, že oheň dokázal překonat všechny přítomné vegetační a porostní typy, nejen zralý smrkový les odumřelý po gradaci lýkožrouta smrkového, ale i živý borový les, bukový les různého stáří a hustoty, listnaté a jehličnaté mlaziny, holiny s odstraněnou dendromasou v podobě tzv. těžebních zbytků, skalky porostlé zakrslou borovicí i podmáčená místa.

Vegetační typ patrně nebyl rozhodujícím faktorem působícím na to, kam se oheň rozšíří, ale byl jistě jedním z klíčových driverů lokální síly hoření. Ta mohla následně napomoci šíření ohně, například při postupu ohně ve strmých skalnatých partiích skrze kmeny a koruny stromů. Nelze vyloučit, že výjimečná lokální síla hoření způsobila někde prudké stoupání horkého vzduchu s obsahem hořícího materiálu, který mohl být potenciálně zdrojem nového požáru o kus dál. Terénní pochůzka měsíce po požáru ale pochopitelně nemůže v tomto směru přinést jednoznačné důkazy.

Sílu ohně lze hodnotit na základě míry narušení ekosystému po události, a to podle stupně a rozsahu shoření dřeva a dalších složek ekosystému (např. ožehnutí vs. hluboké prohoření kmenů s tvorbou kubické struktury a výrazným úbytkem biomasy, shoření organických horizontů na povrchu půdy, viz např. Keeley et al. 2009). Tuto charakteristiku, která bývá nejčastěji označována jako fire severity, je žádoucí v terénu zjistit ještě před novou vegetační sezónou (viz výzkumná témata níže), kdy bude částečně překryta nově vzrostlou vegetací. Ve všech porostních a vegetačních typech bylo na některých místech zaznamenáno ožehnutí bází stojících stromů bez prohoření borky a jen slabé prohoření svrchních organických horizontů (L-liter, F-fermentační, H-humifikační, viz např. Jabiol et al. 2013). Oheň v těchto případech neatakoval stojící kmeny ani jejich koruny. Patrně se jednalo o důsledek rychlého průchodu ohně ekosystémem, efekt uhašení požáru v jeho iniciální fázi nebo důsledek druhu dřeviny (viz níže). Je zřejmé, že tato úroveň síly hoření není primárně závislá vegetačním a porostním typem, i když s ním částečně koreluje. Toto stadium hoření je často patrné

ve zralých bukových porostech stáří ca 60-150 let, obdobný průběh hoření lze ale často nalézt i ve zralých borových porostech a v několika případech i v odumřelém smrkovém porostu. Tam byly častější vyšší stupně síly ohně.



Obr. 19 Nejnižší síla hoření ve zralém bukovém lese, kde oheň rychle prošel po povrchu hrabanky a ožehl báze stromů (N 50° 52.509', E 014° 16.947'). U těchto porostů by měla být v budoucnu hodnocena pokračující defoliace korun, neboť lze předpokládat další odumírání dnes přeživších stromů. V pozadí silněji narušený porost s vyšším podílem smrku.



Obr. 20 Podhořelý porost borovice lesní s lokálním odumíráním jedinců (např. N 50° 52.594', E 014° 18.465', N 50° 52.429', E 014° 17.331'). Při ohoření bází kmenů do výšky okolo 1 m většina jedinců během listopadové pochůzky žila. Při síle ohoření oodenků nad 1.5 m se mnoho jedinců jevilo jako odumřelí. Mortalitu potvrdí jaro 2023.



Obr. 21 Podhořelá tyčkovina dosud přeživšího smrku ztepilého (N 50° 52.610', E 014° 20.331'). Stromy mají ožehnuté báze, zasaženy byly organické horizonty na povrchu půdy, přes které se oheň šířil.

Vyšší stadia síly hoření byly častěji dosahovány v jehličnatém lese oproti lesu listnatému a speciálně v lese odumřelém před požárem v důsledku gradace kůrovcovitých. Zatímco v bukových lesích nebyly s výjimkou mlazin pozorovány případy masivního korunového požáru zasahující i celý kmen, v případě odumřelých smrkových porostů ve specifické topografické a geografické pozici (např. v málo hašených soutěskách), bylo toto stadium hoření spíše pravidlem. Původně se přitom jednalo o dospělé smrkové porosty stáří 60-90 let, které po roce 2018 podlehly gradaci lýkožrouta smrkového a v menší míře i dalších kůrovcovitých. Tyto porosty byly kdysi založeny tradičním lesnickým postupem, a to v době, kde se jednalo převážně o lesy hospodářského určení, nikoli o národní park. Při nejvyšší síle hoření zůstaly ze stojících souší pouze ohořelé pahýly.



Obr. 22 Maximální síla hoření dosahovaná v porostu smrku ztepilého odumřelém po gradaci lýkožrouta smrkového v údolí (např. N 50º 52.943', E 014º 17. 370', N 50º 53.008', E 014º 16. 396').



Obr. 23 Bukový les na skalnatém podloží, kterým prošel oheň (N 50º 52.972', E 014º 18.001'). Žár spálil koruny všech stromů, borka stromů prohořela pouze velmi ojediněle. Silně zasaženy byly organické horizonty na povrchu půdy, nikoli ale celoplošně. Předpokládáme pokračující defoliaci a mortalitu v následujícím roce.

Při střední síle hoření oheň postupoval po stojících kmenech do různé výšky a vznikla pestrá mozaika hoření od míst nezasažených, až po místa zuhelnatělá, se značným lokálním úbytkem hmoty, kubickou strukturou a trhlinami. Toto stadium bylo časté v případě odumřelých smrkových porostů, na některých místech byly ale podobně zasaženy i porosty borovice lesní (která celkově hořela méně intenzivně).



Obr. 24 Mozaikovité hoření na stojících kmenech smrku, které odumřely v důsledku gradace lýkožrouta smrkového (např. N 50° 52.876 ', E 014° 17.300', N 50° 52.511', E 014° 19.960').

Listnaté i smíšené mlaziny a tyčkoviny byly obvykle ožehnuté na bázi a oheň prošel po povrchu půdy. Zejména v blízkosti hořících odumřelých smrkových porostů ale docházelo i k úplnému ožehnutí stromků až po jejich vrcholy (stromky většinou zcela neshořely). Některé mlaziny jsou v listopadu 2022 již zcela odumřelé, jinde jednotlivé stromky dosud přežily. V těchto případech ale předpokládáme pokračující defoliaci a odumření významného podílu dnes přeživších stromů v jarních měsících 2023.



Obr. 25 Zcela sežehnutá mladá listnatá kultura ještě s ochranou proti okusu zvěří. Lze předpokládat 100% mortality stromků (např. N 50° 52.558', E 014° 18.358')



Obr. 26 Ožehnutá mlazina sestávající zejména z břízy a buku (N 50° 52.635', E 014° 17.591)'. Předpokládáme téměř 100% mortalitu v roce 2023.

Holiny byly překvapivě silně zasaženy požárem, a to i přes jejich „vyčištění“, tj. přes absenci stojících a ležících kmenů i potěžebních zbytků. Oheň se zde rychle šířil travinnou vegetací a po povrchu hrabanky. Pařezy představovaly místa silně hořlavá s vysokým objemem „paliva“, často proto fungovaly jako jakýsi hotspot hoření (viz lokální variabilita).



Obr. 27 Oheň se rychle šířil i na holinách bez kmenů i potěžebních zbytků (např. N 50° 52.778', E 014° 18.274').

Ve svazích se požár velmi ochotně šířil postupem po kmeni a do korun stromů, překonal tímto způsobem i značná převýšení desítek metrů. I nedostupné borové porosty mezi skalami byly sežehnuty a oheň se přes ně v některých případech rozšířil až na vrcholové partie.



Obr. 28 Oheň se na některých místech dostal až do vrcholových partií skal, na jiných místech (s jiným prouděním větru, strukturou vegetace aj.) se do vyšších partií nedostal (N 50° 52.829', E 014° 17.693')

Silně podmáčená místa byla částečně uchráněna od požáru. I zde ale došlo k ostrůvkovitém hoření ležících kmenů a pařezů.



Obr. 29 Vodou silně nasycená báze soutěsky slabě blokovala hoření. Oheň zde postupoval ostrůvkovitě, i zde ale často zasáhl významnou část ekosystému. Lze očekávat rychlou regeneraci ekosystému (např. N 50° 52.528', E 014° 17.878', N 50° 52.588', E 014° 20.150').

Role topografie

Topografie byla v průběhu požáru významná hned z několika důvodů:

1) Složitý terén omezoval schopnost hasičů dostat se k místu hoření, čímž na řadě míst ovlivňoval nepřímo délku hoření, což následně ovlivnilo sílu hoření.

2) V kombinaci se silným větrem umožňovala topografie na plošinách, v přirozených přírodních tryskách a na příhodných svazích rychlé šíření ohně. V některých soutěskách se naopak proudění větru zpomalilo, což v kombinaci s absencí hašení vedlo i k nárůstu síly hoření.

3) V soutěskách mohlo docházet ke vzniku komínového efektu působícího na intenzivní hoření porostů na dně soutěsek, prudké stoupání horkého vzduchu, který působil ožehnutí korun výše položených porostů a případně i šíření požáru tímto směrem.

4) Masivní skalní útvary fungovaly jako přirozená překážka šíření ohně.

5) Porosty na exponovaných místech s mělkými půdami byly extrémně vyschlé mělké a tedy sensitivnější k hoření. Na těchto místech bylo současně vyšší zastoupení jehličnanů, které jsou sensitivnější než listnáče vůči hoření.

Mikrotopografie a lokální variabilita hoření

Terénní stopy po požáru jasně ukazují, že hoření bylo v lesních porostech neobyčejně prostorově variabilní. I v místech s nejvyšší silou hoření, kde byla zjevně velmi vysoká teplota hoření po dlouhou dobu a kde ubyla značná část dendromasy, zůstala vždy signifikantní část ekosystému nezasažena ohněm. Typicky se jednalo o horizonty nadložního humusu, lokální terénní deprese aj. To bude jistě pozitivně ovlivňovat rychlost obnovy ekosystémů. Do budoucna je žádoucí posoudit životaschopnost semenné banky v půdě.



Obr. 30 Odumřelý zralý smrkový les po gradaci lýkožrouta smrkového disturbovaný korunovým požárem nejvyššího stupně síly hoření (např. N 50º 52.719', E 014º 17.581'). Přestože ze stojících stromů zbyly často jen pahýly, báze stromů jsou méně shořelé a nadložní humus na povrchu půdy se velmi často zachoval. Lze spekulovat i o zachování semenné banky v těchto místech. Její přežití by mělo být objektem budoucího vědeckého výzkumu.



Obr. 31 Mohutná neshořelá vrstva nadložního humusu v místě masivního korunového požáru. Pod černou vrstvou shořelého organického materiálu horizontu opadanky a nadložního humusu se nachází ohněm nezasažený humifikační horizont.

Svébytnou kapitolou je mechanická disturbance půd, denudace a akumulace materiálu v důsledku hoření, hašení a souvisejících procesů. Pod skalními výchozy se často po požáru objevil na povrchu půdy šedobílý písek odpovídající barvou eluviálnímu E horizontu podzolů, které reprezentují v regionu převažující půdní typ. Tento šedobílý písek je v některých případech projevem eroze nebo prohoření nadložního humusu v důsledku požáru a jeho hašení a obnažení spodních minerálních horizontů. Nezřídka se ale naopak jedná o poerozní akumulaci materiálu z přilehlých výchozů. Pod akumulovaným materiálem je patrný prohořený nadložní humus a ještě níže nadložní humus nezasažený ohněm. Zde mohla přežít i část semenné banky. Erozi a akumulaci v důsledku požárové události bude žádoucí vědecky kvantifikovat, stejně jako jejich dopad na evoluci půd.



Obr. 32 Akumulace minerálního písku pod skalními výchozy pohřbila spálené i nespálené organické horizonty půd (např. N 50° 52.837', E 014° 18.107').



Obr. 33 Akumulace materiálu v na bázi svahu v důsledku intenzivního hašení požáru.

Hoření a hašení mělo dopad též na přirozené narušení půd biomechanickými vlivy stromů, např. vývraty. Vývraty představují běžnou součást dynamiky temperátních přirozených lesů. V pískovcovém území se jedná o minoritní, přesto významnou formu mortality stromů. Z terénní pochůzky po požářišti vyplynulo, že jen velmi málo stromů se vyvrátilo v přímé souvislosti s požárem, v naprosté většině se jednalo vývraty vzniklé ještě krátce před požárem. Pro tyto případy je typické ohoření vyvrácených kmenů pouze po okraj minerální půdy, která jej částečně překrývá. Rozsáhlý požár každopádně vychýlil disturbanční režim půd a evolutní trajektorii jejich vývoje. Do budoucna bude žádoucí sledovat evoluci půd a biomechaniku a dekompozici ohořelých pahýlů stromů (zda se vyvrátí nebo se budou rozkládat bez dalšího mechanického narušení půd).



Obr. 34 Ohořelé vyvrácené kmeny. Vývraty vznikly před požárem (kmeny jsou ohořelé pouze k místům, kde jsou překryty minerální půdou). Vývraty jsou zdrojem lokální pedokomplexity, v jámách po stromech se akumuluje organický materiál, vyvrácené kmene plní bioprotektivní funkci aj. (N 50^{o} 52.493', E 014^{o} 16.246')

V lesních komplexech můžeme za jakési lokální centrum hoření označit jednotlivé kmeny stromů. Kmeny stojících a ležících stromů poskytly ohni výjimečně hořlavý materiál ve výjimečně vysokém objemu oproti jiným částem ekosystému. Nejméně sensitivní byly z tohoto hlediska kmeny buku lesního a některých dalších listnáčů, naopak nejvíce sensitivní byly odumřelé stromy smrku ztepilého. V živých lesích se proto požár typicky koncentroval na báze odumřelých smrkových stromů, následně na živé borovice a nejméně často na listnáče. Přes holiny se oheň rovněž velmi ochotně šířil, pařezy stromů a klest zde fungovaly jako centra hoření propojované požárem organických půdních horizontů, travinné vegetace a místy též nárostů dřevin. Skrze kořeny dřevin se oheň šířil marginálně.



Obr. 35 V živých porostech tvořily centra hoření odumřelé stromy, báze smrku a borovice, pařezy aj. (např. N 50° 53.157', E 014° 15.210')

Ležící kmeny na plošinách a na dnech údolí s intenzivním hořením rovněž fungovaly jako centra hoření, v jejich těsné blízkosti došlo proto k úplnému shoření nadložních půdních horizontů až na minerální půdy. Lze předpokládat, že v těchto místech byla též zcela zničena původní lokální semenná banka. Ta se nicméně v nějakém podílu zachovala prakticky ve všech navštívených porostech (bude třeba ověřit její životaschopnost, viz níže).



Obr. 36 V těsné blízkosti ležících kmenů došlo k prohoření nadložního humusu až na minerální půdu (např. N 50º 52.943', E 014º 17.370'). Lze předpokládat, že v těchto místech byla ohněm nebo žárem lokálně zcela destruována semenná banka, která by umožnila rychlou regeneraci lesa. Jen o několik decimetrů nebo metrů dále byl nicméně nadložní humus na povrchu půdy intaktní a je možné se domnívat, že jsou zde stále živá semena cévnatých rostlin.



Obr. 37 Na svazích plnily kmeny ležící podél vrstevnice bioprotektivní funkci. Blokovaly erozi zejména organického, ale částečně i minerálního materiálu (např. N 50° 52.972', E 014° 18.001').



Obr. 38 Báze skalních výchozů byly často v důsledku hoření a hašení poškozené (z výskytu popílku na povrchu skal a ohořelého materiálu pod ležícími kameny lze usoudit na jejich stáří a přímou souvislost s požárem, např. N 50° 52.988', E 014° 18.057').

Regenerace lesa

Na základě zachovalosti svrchních půdních horizontů lze usuzovat na míru narušení semenné banky v půdě (životaschopnost semenné banky bude ovšem nezbytné vědecky posoudit, stejně jako bude nezbytné sledovat proces regenerace cévnatých rostlin, zejména dřevin, a to v kontextu šíření a predace semen). Z terénní pochůzky lze usuzovat, že semenná banka byla na řadě míst lokálně silně narušena a nedošlo k jejímu zachování. Současně ale vysoká lokální variabilita hoření v prostoru patrně způsobila přežití části semenné banky, a to i v porostech s nejintenzivnějšími korunovými požáry. Na škále metrů se takto vytvořil lokálně velmi pestrý vzor (pattern) shoření/zachování horizontů nadložního humusu. Na hrubší škále porostu se vždy část nadložních horizontů a snad i semenné banky zachovala. Místa s přeživší životaschopnou semennou bankou mohou tvořit centra regenerace nového lesa. Již v listopadu 2022 se mimo trav a hasivky orličí objevuje i regenerace břízy bradavičnaté. Lze předpokládat, že r-strategové ji budou rychle následovat (např. topol osika, vrba jíva aj.). Téma vyžaduje detailní výzkum se započetím již v předjaří 2023.

Při pochůzce nebyly nalezeny stopy po mrtvých obratlovcích v důsledku požáru. Většina jedinců patrně dokázala před ohněm uniknout, tématu by přesto měla být věnována pozornost.

Závěry

- Oheň prošel všemi přítomnými vegetačními a porostními typy.
- Největší síla hoření byla dosahována v dospělých smrkových lesích odumřelých v důsledku recentní gradace lýkožrouta smrkového, nejnižší síla hoření byla dosahována v dospělých bukových lesích. Intenzivně hořely i holiny.
- Hoření bylo silně variabilní na všech prostorových škálách. Významnými zdroji variability byly na lokální úrovni jednotlivé kmeny, na úrovni krajiny pak vegetační typy a topografie.
- Lokálně došlo v důsledku požáru a jeho hašení k jednorázovým erozním událostem s dopadem do lokální evoluce půd. Dlouhodobě se nicméně posunul disturbanční režim.
- Liniové prvky typu cest, průseků aj. mohou postup požáru významně zbrzdit, nemohou jej ale ani při šířce desítek metrů zcela zastavit. Význam těchto prvků do budoucna by měl být hodnocen racionálně s ohledem k jejich reálným možnostem limitace požáru.
- Požár reprezentuje unikátní disturbanci specifických lesních ekosystémů pískovcových skalních měst. Některé druhy (zejména borovice lesní) dokázaly přežít i s ohořelými bázemi kmenů a do budoucna budou patrně profitovat z této události. Lze proto hovořit o jejich adaptaci na specifický disturbanční režim. Jiné dřeviny (zejména *Fagus sylvatica*) silně trpěly již samotným žárem v blízkosti ohně. I na základě dlouholetého výzkumu regenerace lesa po požáru na Havraní skále u Jetřichovic v letech 2006-2022 týmem OEL VÚKOZ (např. Trochta et al. 2012) lze předpokládat, že v roce 2023 bude pokračovat defoliace a mortalita listnáčů, zejména buku.
- Ve všech vegetačních a porostních typech a při všech dosahovaných silách hoření zůstala v ekosystému významná část ohněm přímo nezasaženého nadložního humusu. S vysokou pravděpodobností se tak zachovala část semenné banky pro následnou regeneraci lesa. V dalších letech je kromě rozvoje bylin a trav očekávána rychlá regenerace lesa, a to zejména břízou, osikou, vrbou jívou a borovicí lesní.

Výzkumná témata

Dosažení robustních a skutečně kauzálních vědeckých důkazů bude vyžadovat delší čas nezbytný k designování experimentu, sběr, analýzu a vyhodnocení dat. Proto na tomto místě definujeme

klíčová témata, která by měla být v souvislosti s požárem řešena, aby byl plně využit potenciál této události pro její maximální porozumění a implementaci do budoucích procesů.

- **Shromáždění dat o síle a rozsahu hoření v jednotlivých složkách ekosystému**. Společným úsilím pracovníků Správy NP České Švýcarsko, VÚKOZ a ČZU (též s podporou této pracovní skupiny) vznikla metodika zaznamenání síly hoření (fire severity) a rozsahu ohněm a erozí zasažených složek ekosystému, včetně půd. Metodika je od listopadu 2022 aplikována v terénu na plochách velikosti 500 m^2 v gridu 100 x 100 m (celkem přibližně 1200 ploch), a to ve všech shořelých porostech. Výstup by měl být podkladem pro navazující studie o regeneraci lesa, kvantifikaci erozních procesů aj.
- **Detekce objemu biomasy (resp. C)**, která (s)hořela při požáru vs. biomasy, která zůstala neshořelá v ekosystému. Na podkladu existujících dat o výskytu požáru, souší, dominanci dřevin v lesích, věku porostů, sklonu svahu a pozice inventarizačních ploch byl v rámci pracovní skupiny vytvořen shp soubor s návrhem soubor ploch, kde by ve 3-4 replikacích mohly být zjištěny objemy shořelé/neshořelé biomasy ve vazbě na ostatní charakteristiky lesa. Nadzemní biomasa by měla být hodnocena kombinací pozemního šetření (TLS – pozemní laserové skenování, dendrometrický sběr dat technologií FieldMap aj.) a leteckým laserovým skenováním. Podzemní biomasa by měla být vzorkována do tzv. Kopeckého válečků a analyzována postupným spalováním nebo spektrometricky. Tím by byly zjištěny objemy čerstvého vs. pyrogenního C. Téma napomůže posoudit sílu hoření a současně bude mít dopad na výzkum evoluce půd a cyklu C.
- **Regenerace vegetace na požářišti**. Součástí výzkumu by měla být analýza struktury a životaschopnosti semenné banky v půdě, která přežila požár. Současně by měl být hodnocen přísun nových semen (semenné pasti) a měl by být sledován samotný proces odrůstání semenáčků dřevin i druhů bylinného patra vegetace. Jako vhodné se jeví zahrnutí predace semen do návrhu experimentu. Navržená síť ploch by měla respektovat vegetační typ, erozní vs. akumulační poměry na ploše, sílu hoření a vzdálenost od okraje požářiště. Mělo by se jednat o dlouhodobý monitoring vývoje, který vyústí v hluboké porozumění regenerace tohoto specifického ekosystému.
- **Dopad požáru na biodiverzitu**. Napříč požářištěm a taxonomickými skupinami organismů (vyjma výše zmíněných cévnatých rostlin zejména hub, hmyzu, mechorostů, měkkýšů a ptáků) by měla být hodnocena struktura populací a společenstev v čase.
- **Dopad požáru na erozně-sedimentační procesy a evoluci půd**. V důsledku ohně a hašení došlo k jednorázové lokální erozi, která by měla být kvantifikována (též s využitím dat studia síly a rozsahu hoření, viz výše). Současně dochází ke skokovému posunu disturbančního režimu území a posunu v obsazích C ve složkách ekosystému. Právě C do jisté míry katalizuje podzolizační procesy v půdách (Schaetzl and Thompson 2015), které představují regionálně převažující trajektorii vývoje půd. Odstranění C z povrchu půdy při hoření může způsobit pokles koncentrace organických kyselin ve svrchních partiích půdy a tím zpomalení podzolizačního procesu. Síť výzkumných ploch zaměřených na kvantifikaci denudace a na chemismus půd by pomohla tuto problematiku objasnit.
- **Pedoantrakologická analýza postglaciálního disturbančního režimu specifických ekosystémů**. Přestože je disturbanční režim lesních ekosystémů členitých pískovcových území s převahou borovice již obecně znám (např. Adámek et al. 2015, 2016), málo se dosud ví o prostorovém

vzoru minulých disturbancí a jejich návaznosti na topografii terénu. Hlubší porozumění problematice vyžaduje hustší síť pedoantrakologických sond s dostatkem nezávislého datování pomocí ^{14}C.

Literatura

Adámek M, Bobek P, Hadincová V et al. 2015. Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. Forest Ecology and Management 336: 81–90.

Adámek M, Hadincová V, Wild J. 2016. Long-term effect of wildfires on temperate Pinus sylvestris forests: vegetation dynamics and ecosystem resilience. Forest Ecology and Management 380: 285–295.

Bobek P., Svobodová-Svitavská H., Pokorný P., Šamonil P., Kuneš P., Kozáková R., Abraham V., Klinerová T., Švarcová M. G., Jamrichová E., Krauseová E., Wild J. 2019. Divergent fire history trajectories in Central European temperate forests revealed a pronounced influence of broadleaved trees on fire dynamics. Quaternary Science Reviews 222: 105865.

Jabiol B., Zanella A., Ponge J.F., Sartori G., Englisch M., van Delft B., de Waal R., Le Bayon R.C., 2013. A proposal for including humus forms in the world reference base for soil resource (WRB-FAO). Geoderma 192, 286–294.

Keeley J.E. 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: A brief review and suggested usage. International Journal of Wildland Fire 18, 16–126.

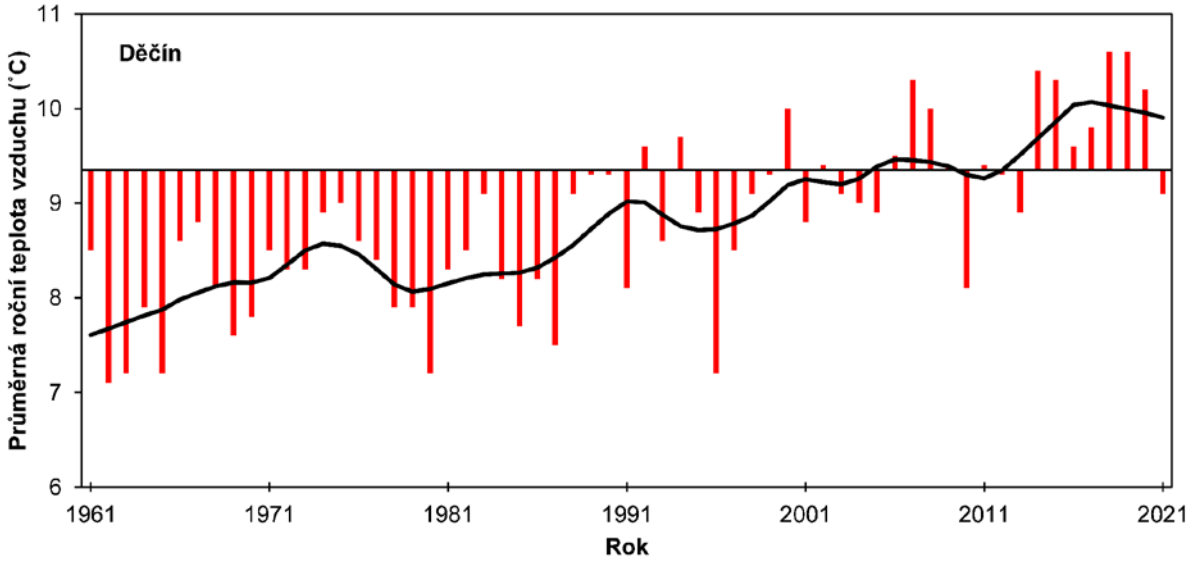
Trochta J., Král K., Šamonil P., 2012. Effects of wildfire on a pine stand in the Bohemian Switzerland National Park. Journal of Forest Science 58, 299–307.

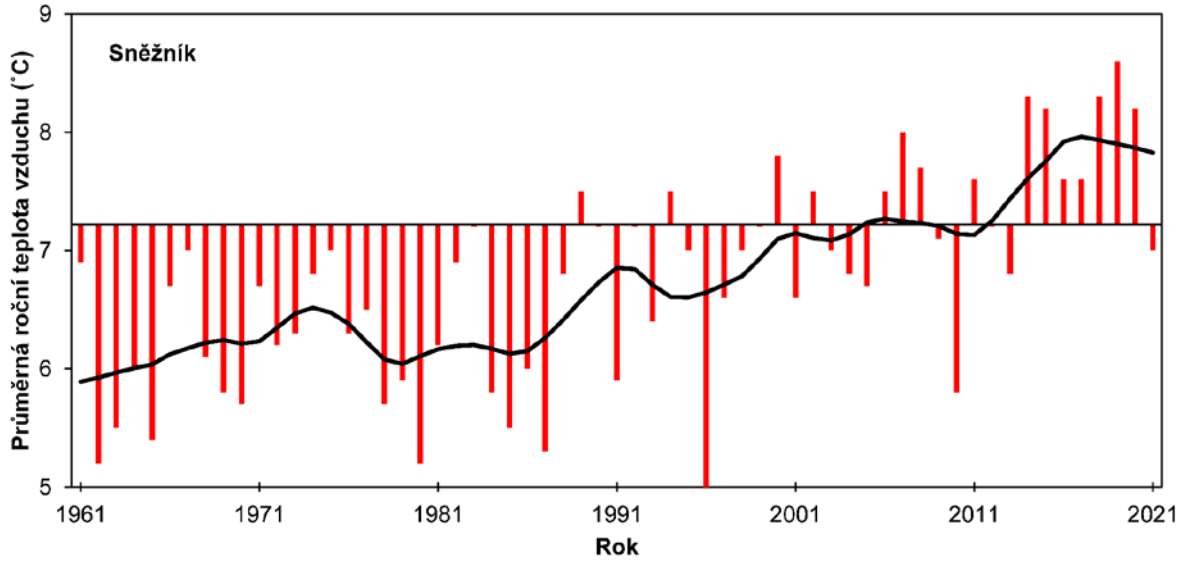
5. Meteorologicko-klimatické podmínky vzniku požáru

Pavel Zahradníček, Petr Štěpánek, Martin Možný

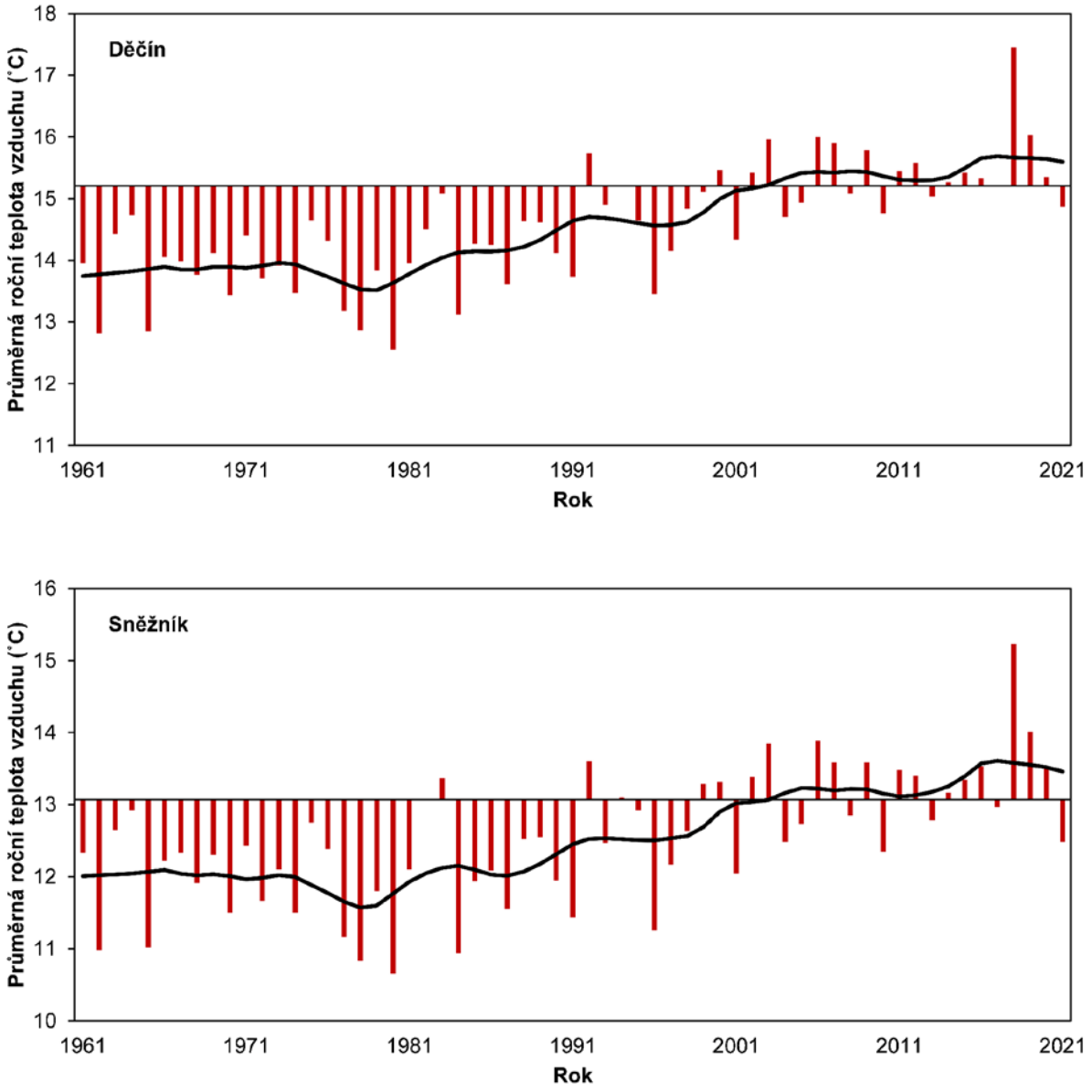
Výchozí klimatologicko-meteorologická situace

Na základě meteorologických dat byla vyhodnocena průměrná roční teplota vzduchu, průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období (duben až září), roční úhrn srážek a úhrn srážek ve vegetačním období za období 1961–2021 (tj. 61 let). Na Obr. 39–42 jsou uvedeny výsledky ze stanice Sněžník a Děčín. Na všech vybraných stanicích je patrný rostoucí trend teplot vzduchu. Oproti období 1961–1990 došlo ke zvýšení průměrné roční teploty za období 1991–2021 o 1 až 1,2 °C (Obr. 39). Průměrná teplota za duben až září se zvýšila oproti předchozímu období o 1,1 až 1,5 °C (Obr. 40). Řady ročních a sezónních srážek na stanicích nevykazují výraznější dlouhodobé tendence. Tendence poklesu srážek je patrná v posledních letech na obou stanicích (Obr. 41 a 42). Rozdíl v průměrných úhrnech srážek za rok a za duben až září za období 1961–1990 a 1991–2021 nebyl významný. Výjimkou je úhrn srážek za duben až září ve Sněžníku, kde klesl úhrn srážek o 37 mm oproti předchozímu období (obr. 42).

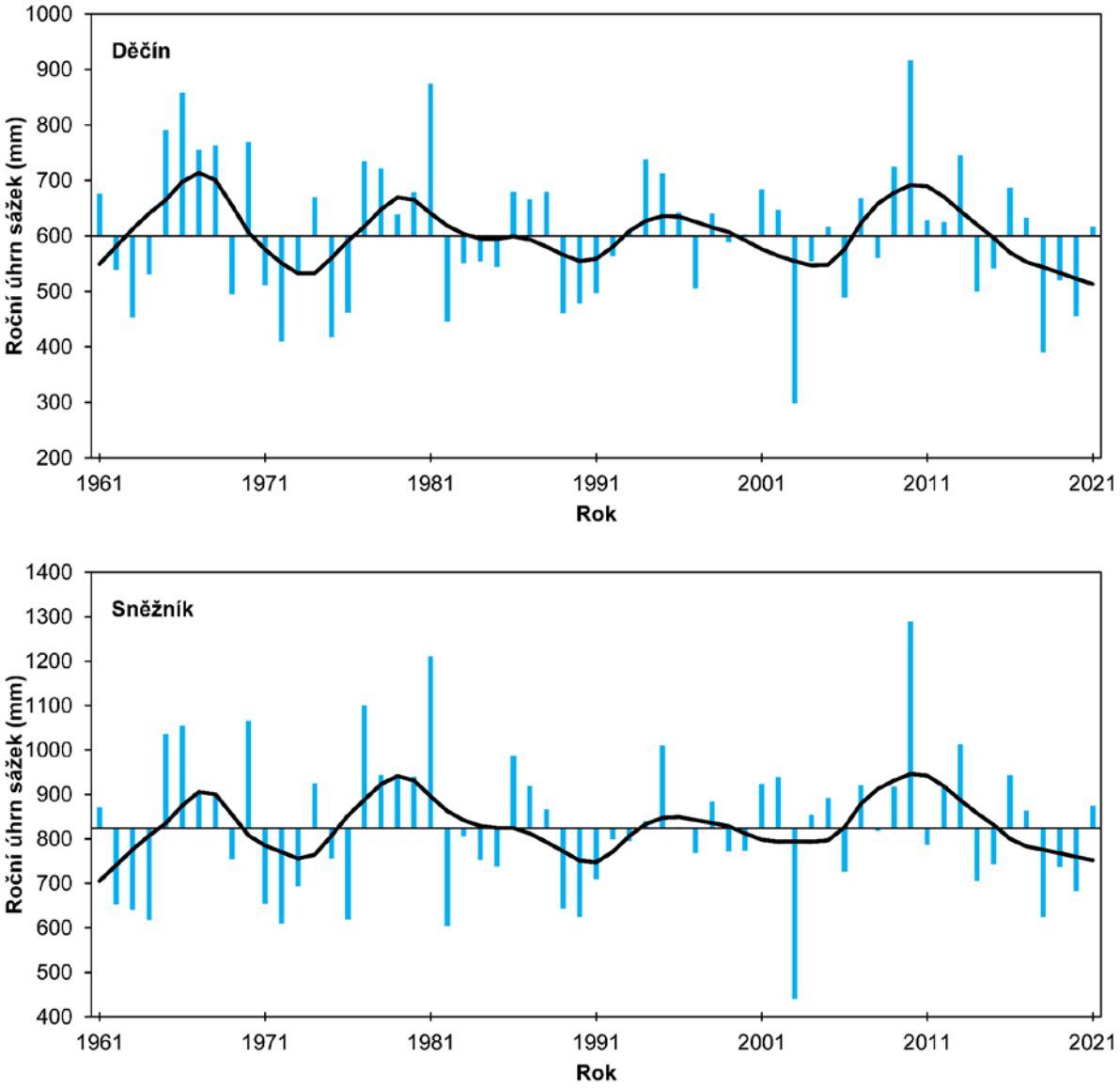




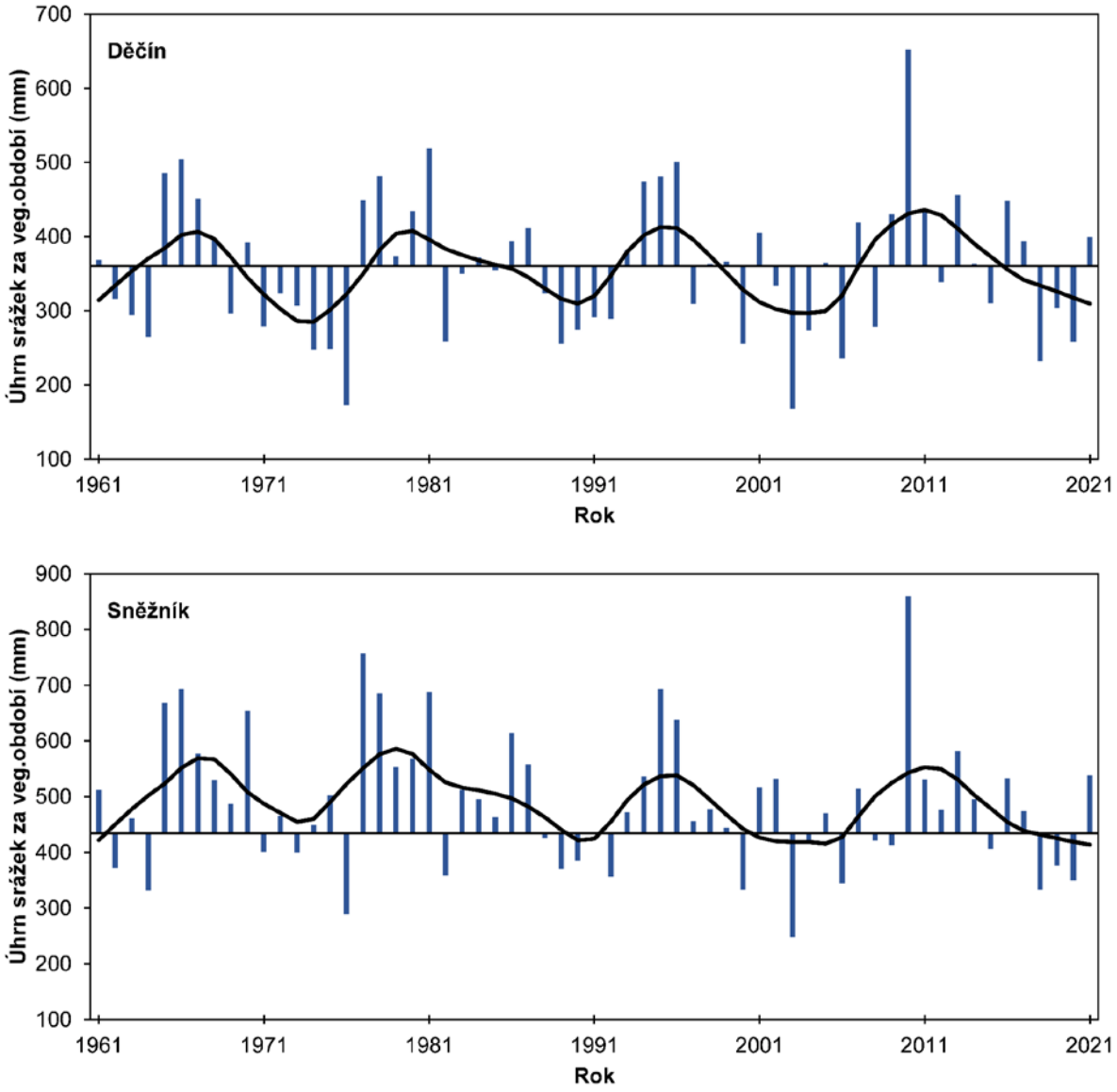
Obr. 39 Kolísání průměrné roční teploty vzduchu vyjádřené odchylkami od normálu 1991 až 2020 na stanicích Děčína Sněžník. Shlazeno Gaussovým filtrem pro 10 let.



Obr. 40 Kolísání průměrné teploty vzduchu za duben až září vyjádřené odchylkami od normálu 1991 až 2020 na stanicích Děčín a Sněžník. Shlazeno Gaussovým filtrem pro 10 let.

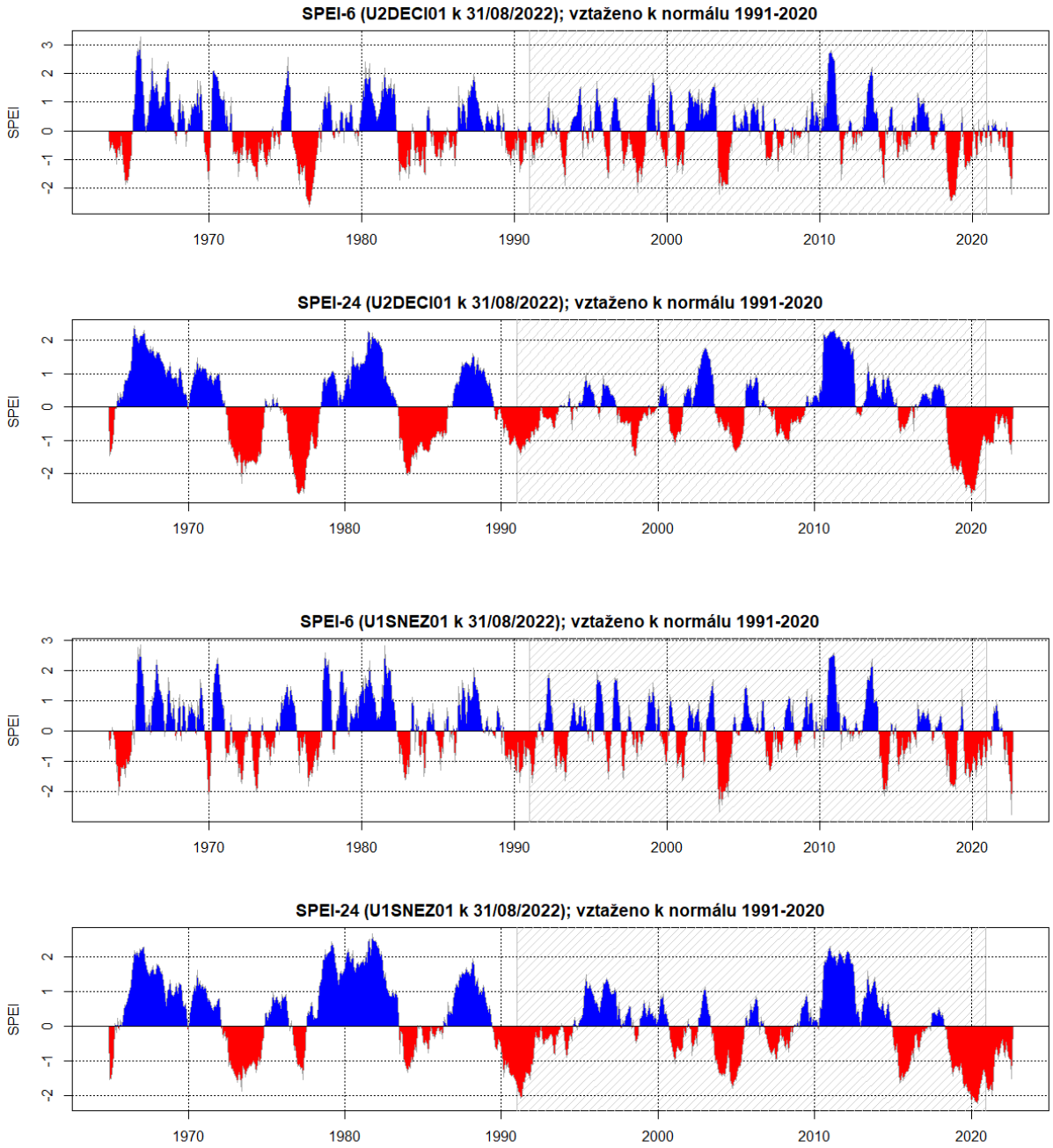


Obr. 41 Kolísání ročních úhrnů srážek vyjádřené odchylkami od normálu 1991 až 2020 na stanicích Děčín a Sněžník. Shlazeno Gaussovým filtrem pro 10 let.



Obr. 42 Kolísání úhrnů srážek za duben až září vyjádřené odchylkami od normálu 1991 až 2020 na stanicích Děčín a Sněžník. Shlazeno Gaussovým filtrem pro 10 let.

Dlouhodobé sucho bylo vyhodnoceno pomocí indexu SPEI-6 a SPEI-24, výsledky z vybraných stanic jsou uvedeny na Obr. 43. V Děčíně a Sněžníku se od května 2018 vyskytuje podle SPEI-24 nepřerušené sucho, které navíc navazuje na sucho v období od prosince 2014 do června 2017. Podle SPEI-6 bylo sucho v srpnu 2022 ve Sněžníku nejintenzivnější za posledních 60 let.



Obr. 43 Kolísání indexů SPEI-6 a SPEI-24 na stanici Děčín a Sněžník za posledních 60 let.

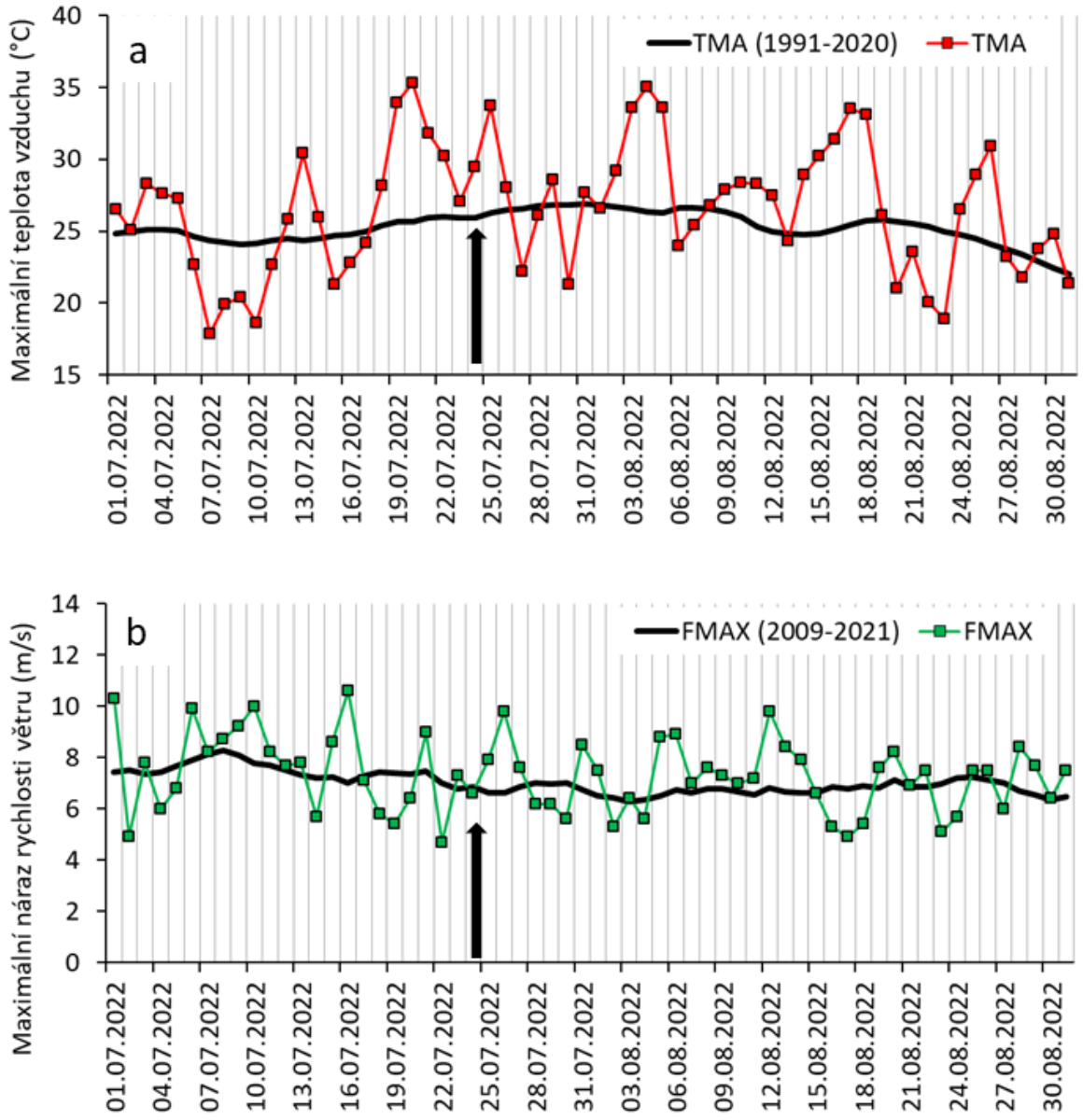
V České republice bylo léto (červen–srpen) teplotně nadprůměrné. Nejvyšší odchylka byla v červnu, naopak červenec se hodnotil jako teplotně normální. V srpnu panovaly opět nadprůměrné teploty vzduchu. V Ústeckém kraji byla podle měření ČHMU odchylka průměrné teploty vzduchu od dlouhodobého průměru 1991–2020 v červenci +0,4 °C a v srpnu 1,7 °C. V potaz je nutné vzít, že teplota vzduchu byla srovnávána již s novým normálem 1991–2020, který je značně ovlivněn změnou klimatu a je zhruba o 1,1 °C teplejší v ročních hodnotách než starý normál 1961–1990. Vzhledem k tomu, že teploty vzduchu rostly nejvíce v letních měsících, tak léto 2022 bylo výrazně teplejší, než se na první srovnání s novým normálem může zdát. Léto 2022 bylo celkově v Ústeckém kraji teplejší o 2,7 °C než je dlouhodobý průměr 1961–2000. V celé republice bylo léto 2022 šesté nejteplejší od roku 1961.

Pro požární riziko jsou důležité hlavně maximální teploty vzduchu (Obr. 44a). Průměrné maximální teploty vzduchu v červenci až srpnu v letech 1991–2020 na zkoumaném území byly 25,3 °C. V červenci až srpnu 2022 pak byly teploty o 1,3 °C vyšší (26,6 °C). V červenci byly maximální teploty vyšší o 0,8 °C, než je normál a v srpnu o 1,9 °C. Celkově bylo 39 dnů teplotně nadprůměrných (62,9 %), z toho 19 dnů připadalo na červenec. Před vznikem požáru (1.7–23.7.2022) bylo celkově 14 dnů, které byly teplotně vyšší než je normál pro daný den z pohledu maximálních teplot vzduchu. Od 6–11.7.2022 panovala chladnější epizoda, kdy maximální teploty se pohybovaly jen okolo 17–22 °C a byly až 6 °C pod dlouhodobým průměrem. Další chladnější, ale výrazně mírnější, epizoda byla od 15–17.7.2022. Poté přišlo zásadní oteplení a maxima se dostávala až nad hranici 30 °C či dokonce 35 °C, což bylo až o 9 °C nad denním normálem 1991–2020. Maxima nad hranicí 30 °C, což znamená už středně vysoké riziko pro vznik požárů, byly převážně 19–22.7.2022, poté 25.7.2022 a dále až v srpnu. Teploty vzduchu před a v den vzniku požáru se pohybovaly na hranici 25–29 °C a znamenaly střední riziko.

Teplotní poměry po vzniku požáru jsou znázorněny na Obr. 45a. Jde o hodinové údaje, kde je znázorněna maximální a minimální hodnota v danou hodinu z pěti různě vybraných bodů na území NP (hodnoty se mohou mírně lišit od hodnot, které se vztahují k dlouhodobému porovnání). Vidět je rapidní nárůst teplot vzduchu v počátcích požáru a středně vysoké riziko dne 25. 7. 2022, kdy teploty v rozmezí 12–18 hodiny byly nad hranicí 30 °C a i noční teploty byly vysoké (20 °C) a krajina se nevychlazovala tak dobře, jako v předešlých či následujících nocích. Například teploty vzduchu v ranních hodinách dne 28.7.2022 klesaly jen k 7 °C.

Další horká vlna, která mohla komplikovat celý zásah a zhoršovat hlavně práci hasičů nastala od 2–5.8.2022, kdy maximální teploty vzduchu se opět dostávaly až k hranici 35 °C (4.8.2022). Tyto teploty byly o 7–8 °C vyšší než normál 1991–2020. Následující horké epizody byly 14–18.8.2022 a 25–26.8.2022.

Od 23. července do 21. srpna 2022 (období 31 dnů) se vyskytlo na stanici Tokáň 12 letních dnů (s maximální teplotou 25 °C a vyšší) a 6 tropických dnů (s maximální teplotou 30 °C a vyšší. Maximální teplota vzduchu dosáhla 25. července 30,9 °C a od 3. srpna do 5. srpna přesáhla každý den 30 °C, nejvyšší hodnota 32,6 °C byla naměřena 4. srpna. Vysoké teploty umožnily snadné šíření požáru a znesnadnily samotné hašení. Při vysokých teplotách klesala účinnost hašení vodou, proto bylo nutné opakovat zásahy. 24 dnů bylo s průměrnou relativní vlhkostí vzduchu pod 55 % a 13 dnů s velmi nízkou vlhkostí pod 35 %. Nejnižší hodnoty byly naměřeny 24. a 25. července (26 % a 28 %) a dále 3. a 4. srpna (28 %). 22 dnů bylo beze srážek, nízké úhrny srážek byly zaznamenány 29. a 30. července (2,4 a 1,2 mm), dále 1. srpna (0,2 mm), 5. srpna (6,1 mm) a pod 4 mm i 14., 15. a 19. srpna. První větší déšť přišel až 20. srpna (24,3 mm), který v dané lokalitě výrazně pomohl požár uhasit.

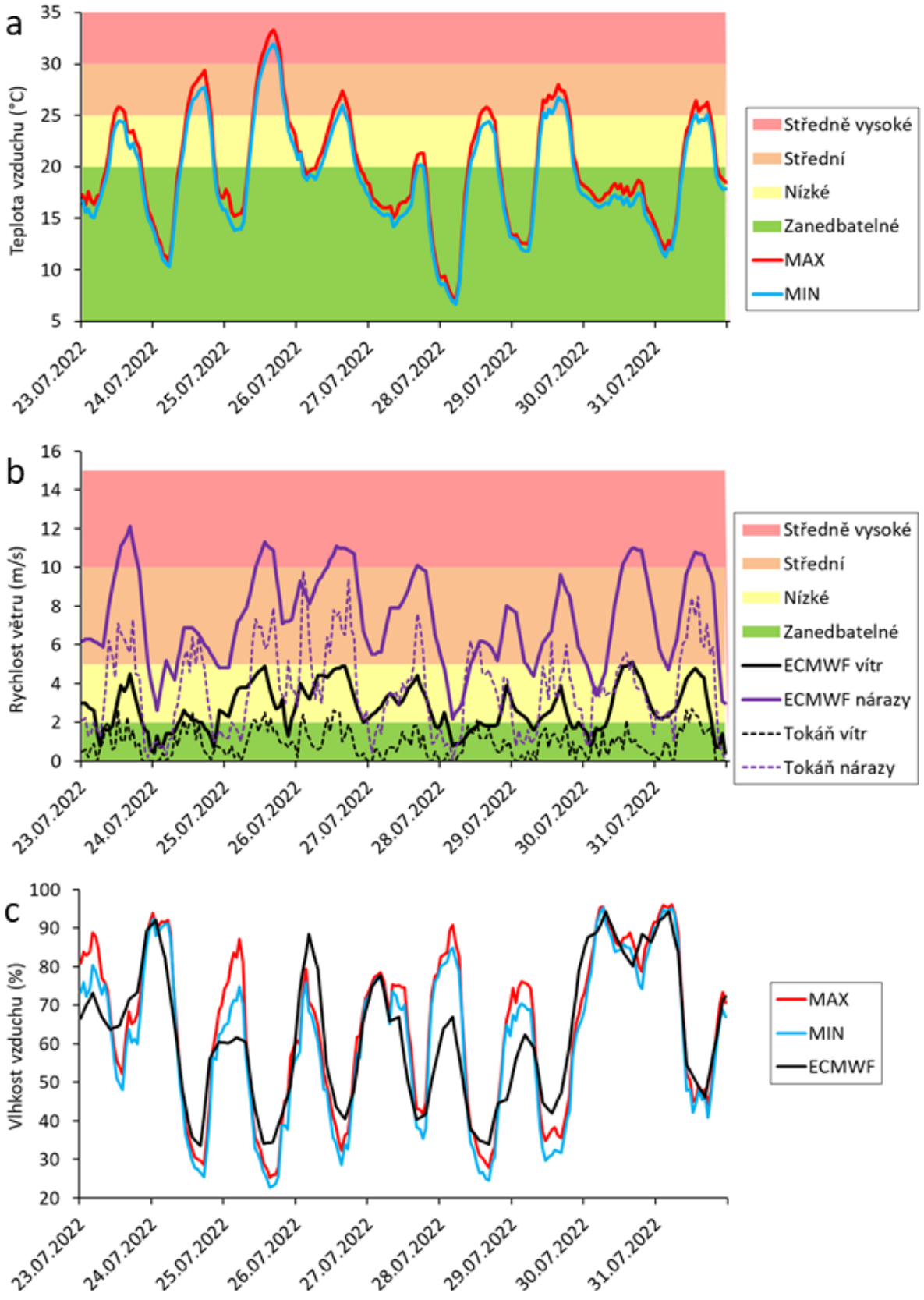


Obr. 44 Maximální teplota vzduchu reprezentující zkoumané území a její odchylka od normálu 1991–2020 (a) a maximální náraz rychlosti větru na stanici Tokáň a její odchylka od dlouhodobého průměru 2009–2021

Měření rychlosti větru je zatíženo velkou nejistotou. Především je nutné připomenout, že vítr je velice prostorově i časově proměnlivý. Do toho je měření velmi ovlivněno umístěním stanice, které nemusí být vždy zcela vhodné. Zásadní roli hrají překážky a celková konfigurace terénu v blízkosti stanice. I přesto, že měření je prováděno v 10 metrech nad terénem a stanice jsou umisťovány podle standardů WMO, tak k ovlivnění docházet může. Důležitým faktorem je i použitý přístroj a jeho kalibrace. Hlavně u miskových anemometrů je nutná kalibrace v krátkých intervalech (2 roky), jelikož dochází k postupnému zadírání kuličkových ložisek a poté podhodnocování měření. Vzhledem k těmto všem okolnostem je předpoklad, že měření na stanicích podceňuje reálný stav v atmosféře, i když jsou splněny všechny podmínky WMO. Proto je vhodné měření větru doplnit i výpočtem numerického předpovědního modelu a následnými reanalýzami.

Pro vyhodnocení rychlosti větru v dané oblasti byly použity údaje z meteorologické stanice Tokáň, která leží přímo v NP a je i pod její správou. K tomu byly použity ještě údaje z numerického předpovědního modelu ECMWF IFS. Jako charakteristiky byly zvoleny průměrné hodinové rychlosti větru a maximální hodinové nárazy. Při porovnání obou druhů dat (Obr. 45b) jednoznačně vyplývá velice problematické a až nedůvěryhodné hodnoty naměřených rychlostí větru na stanici Tokáň. Průměrná hodinová rychlost v období 23.7–31.7.2022 byla podle měření jen 0,9 m/s, ale z modelu 2,7 m/s. Průměrné maximální hodinové nárazy rychlosti větru byly podle stanice 3,7 m/s a podle modelu 7,3 m/s, tedy dvojnásobně vysoké. Při analýze dat ze stanice Tokáň také vyplývá, že 13 % průměrných hodinových rychlostí bylo s hodnotou 0 m/s, tedy bezvětří. **Lze se domnívat, že měřící přístroj na stanici Tokáň měl problém právě se zadíráním kuličkového ložiska a tedy nebyl schopen změřit správné hodnoty. Proto je nutné při analýze větrných podmínek v dané oblasti počítat s určitým podhodnocením naměřeného větru a pracovat s těmito hodnotami relativně, tedy sledovat tendenci. Naopak z modelu, který nemusí časově dobře podchytit nástup větrnější epizody, brát v potaz hlavně sílu větru.**

Vítr v období 1.7–31.8.2022 byl v dané oblasti slabě nadprůměrný (Obr. 44b). Maximální denní nárazy větru byly 7,3 m/s, což je o 0,3 m/s více než průměr 2009–2021 (měření stanice Tokáň). Celkově 40 dnů mělo vyšší nárazy, než je denní normál. V době vzniku požáru 23–24.7.2022 byly nárazy většinou průměrné. **K nárůstu pak došlo 25 a hlavně 26.7.2022 (o 3,2 m/s vyšší než průměr). K prvnímu nárůst rychlosti větru došlo 25.7.2022 v ranních hodinách (8–10 hodina) a vyšší vítr trval do 17 hodiny. Druhá epizoda začala dne 26.7.2022 ve 2 hodiny a trvala do 20 hodiny. Třetí epizoda poté začala dne 27.7.2022 v 16 hodin a trvala jen tři hodiny. Další epizoda pak byla dne 30.7.2022 (11–17 hodin), kdy spíše ji očekával model, ale na stanici došlo jen k mírnému zesílení. O den později pak na stanici i podle modelu panovalo větrné počasí hlavně v době 9–19 hodin. Maximální nárazy větru v těchto popsaných epizodách se pohybovaly i mezi 10–11 m/s (36–40 km/h) a znamenaly již středně vysoké riziko pro šíření vzniklého požáru.**



Obr. 45 Prostorový hodinový průměr teploty vzduchu na základě meteorologických stanic (a); průměrná hodinová rychlost větru a maximální hodinové nárazy větru podle modelu ECMWF IFS a ze stanice Tokáň (b); relativní vlhkost vzduchu jako prostorový hodinový průměr na základě

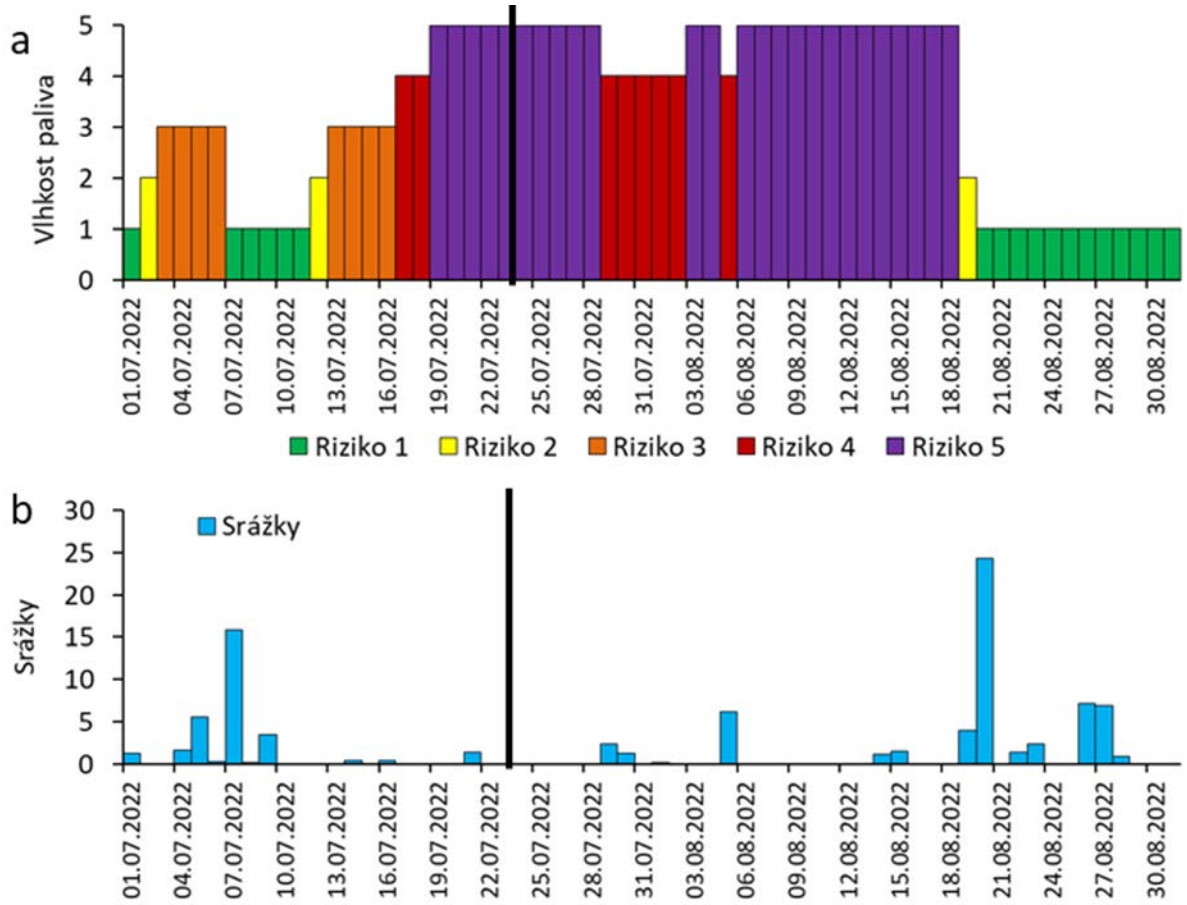
meteorologických stanic a modelu ECMWF IFS pro období 23.7.2022 až 31.7.2022 (počáteční fáze požáru)

Důležitým faktorem zvyšující riziko vzniku požáru je vlhkost povrchové vrstvy půdy. Ta je reprezentována v tomto případě relativní půdní vlhkosti do 10 cm. Jelikož jde zcela o svrchní vrstvu půdy, tak je velmi dobrým ukazatelem, jestli dané palivo bylo suché či vlhké. Hodnoty půdní vlhkosti jsou rozděleny do 5 kategorií. Riziko 1 je zanedbatelné a půdní vlhkost je nad 70 %. Nízké (riziko 2) je v momentu, kdy jsou hodnoty půdní vlhkosti mezi 50–70 %. Střední riziko (3) je pak při hodnotách 30–50 %. Při středně vysokém (4) riziku klesá půdní vlhkost pod 30 % a když klesne pod 10 %, tak se jedná o riziko vysoké (5). Půdní vlhkost do 10 cm je nejvíce ovlivněna srážkami a teplotou vzduchu. I při menších srážkách dochází k velmi rychlému nasycení a opadnutí rizika, naopak i při kratší horké epizodě či bezsrážkového období, tak riziko výrazně roste. Změna vlhkosti paliva může být velice rychlá v řádu několika hodin.

Jak lze vidět na Obr. 46, tak vlhkost svrchní vrstvy půdy začala klesat již v půlce měsíce července a od 17.7.2022 se objevovalo středně vysoké riziko a od 19.7. do 28.7.2022 panovalo dokonce vysoké riziko, tedy relativní půdní vlhkost byla v 10 cm pod 10 %. Poté až do 18.8.2022 panovalo středně vysoké či vysoké riziko. Až dne 19.8.2022 díky srážkám relativní půdní vlhkost významně stoupla a riziko pro přírodní požáry opadlo. Celkově v těchto dvou měsících bylo 25 dnů s vysokým rizikem a dále 8 dnů se středně vysokým. **Z toho jasně vyplývá, že toto období bylo velice suché. V dostatečné době před vznikem požáru bylo již jasné, že vlhkost paliva je nízká a tedy riziko vzniku požáru z tohoto pohledu enormní.**

Vlhkost paliva a tedy půdní sucho ovlivňují samozřejmě hodně srážky. Ty byly v České republice v létě sice vyšší než, je dlouhodobý průměr, ale prostorové rozdíly byly obrovské. Značný srážkový deficit byl právě na severozápadě a západě republiky. Podle územních průměru ČHMU spadlo v Ústeckém kraji v červenci jen 40 % srážek. V oblasti NP ČŠ pršelo hlavně počátkem července (4-9.7.2022), kdy nejvíce srážek spadlo dne 7.7.2022 (15,6 mm). Poté pršelo jen sporadicky (Obr. 46b). Před vznikem požáru byl zaznamenán úhrn 1,4 mm dne 21.7.2022, což je vzhledem k vysokým teplotám v té době panujícím velice málo a na vlhkosti půdy se to prakticky neprojevilo. Další srážky pak byly 29-30.7.2022, ale celkově za oba dva dny spadlo 3,6 mm, což ke zmírnění intenzity hoření nemohlo dostačovat. Deštivější epizoda pak nastoupila 19.8.2022 a o den později spadlo přes 20 mm srážek.

Nezanedbatelnou roli hraje i vzdušná vlhkost. Suchý vzduch logicky je více nápomocen jak k rozšíření půdního sucha (vlhkosti paliva), tak i k šíření požáru. Vlhkost vzduchu byla analyzována v hodinovém kroku pro první fázi vzniku a šíření požáru. Byla použita maximální a minimální hodnota relativní vlhkosti na daném území a také byla jako kontrolní křivka přidány hodnoty z numerického předpovědního modelu ECMWF IFS (Obr. 45c). Hned v první den požáru vlhkost vzduchu klesala hlavně v 11-18 hodin dosti nízko a to pod hranici 40 % a v 17 hodin byla dokonce na 25,5–28,6 %. Druhý den se situace opakovala a nízká vlhkost panovala dokonce od 10-19 hodin. Nižší relativní vlhkost vzduchu během dne se udržovala do 29.7.2022. Až dne 30.7.2022 byla vzdušná vlhkost vysoká a většinou se pohybovala nad hranicí 80 %.

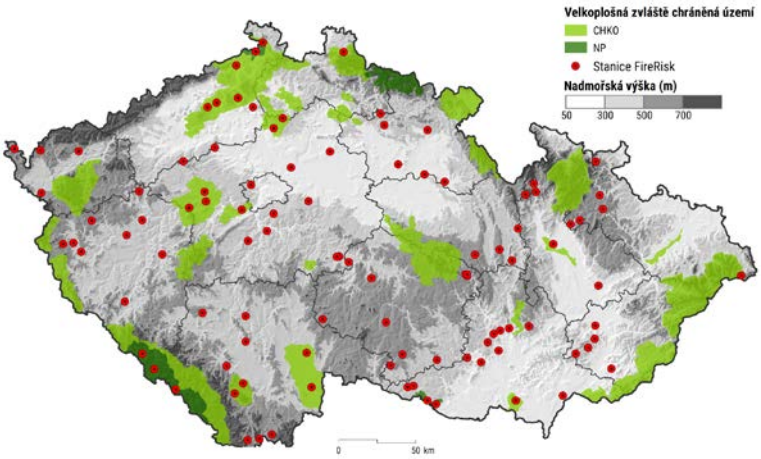


Obr. 46 Maximální hodnota rizika na základě vlhkosti paliva (a) a denní srážkové úhrny (b) na zkoumaném území v období 1.7.-31.8.2022 (Riziko 1 – zanedbatelné; Riziko 2 – nízké; Riziko 3 – střední; Riziko 4 – středně vysoké; Riziko 5 - vysoké)

Indikátory rizika požáru na základě speciální stanic FireRisk a satelitních dat

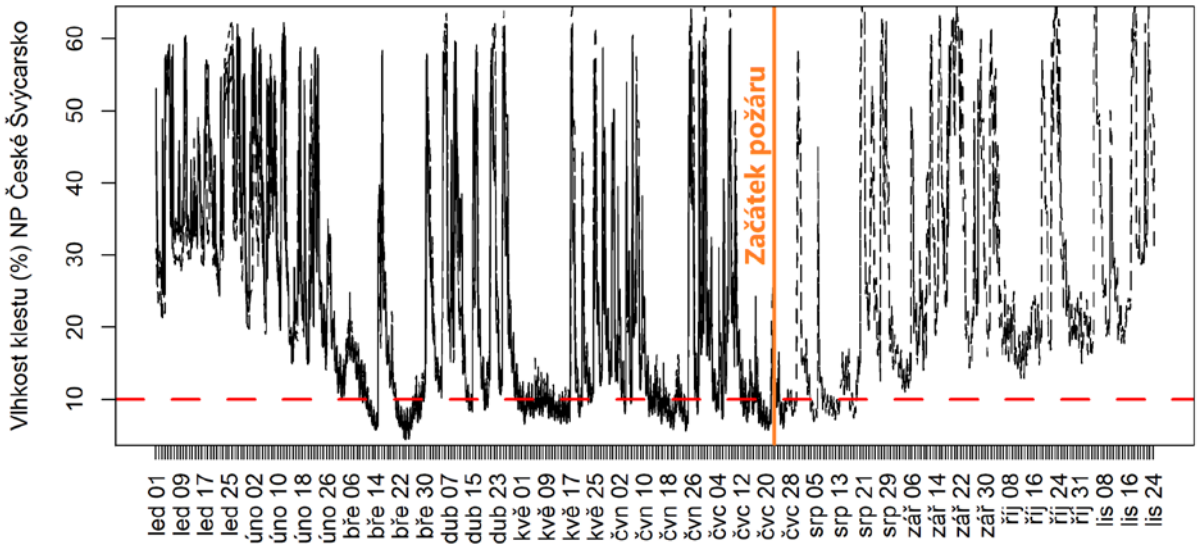
Od roku 2021 jsou na 105 lokalitách (Obr. 47), primárně zvolených tak, aby vystihovaly problematická stanoviště, umístěny pozemní stanice portálu FireRisk.cz, který je provozován pod vedením CzechGlobe. Tato unikátní síť stanic poskytuje unikátní údaje jak o teplotě a vlhkost vzduchu a půdy přímo z mikroklimatických podmínek lesa, ale především údaje o tzv. vlhkosti paliva. Jde o robustní stanice, přičemž klíčové senzory jsou zdvojeny.

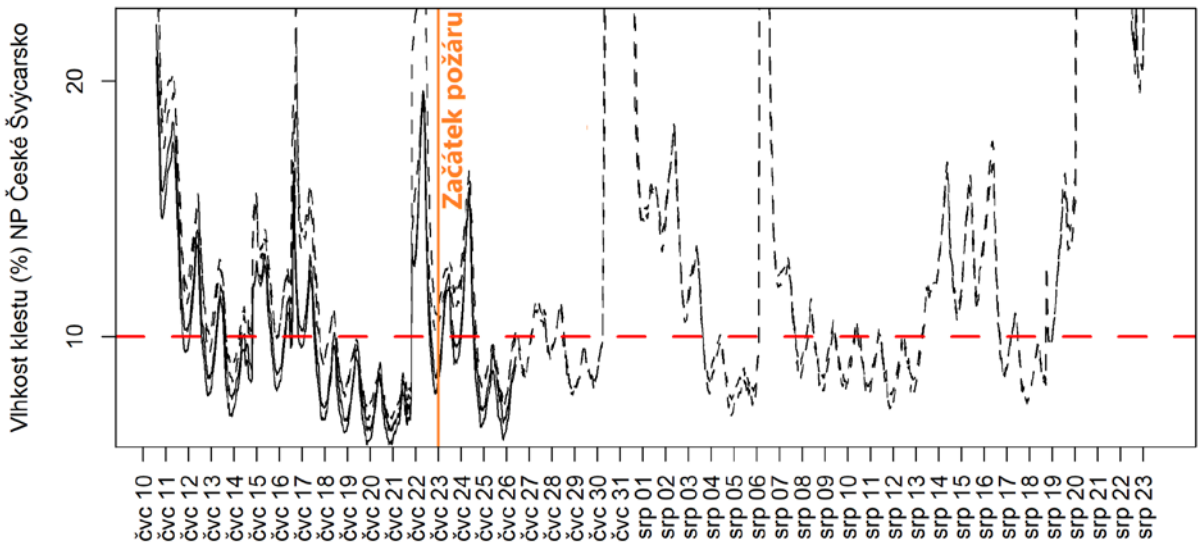
Data jsou skrze dálkový přenos k dispozici ve dvou denních aktualizacích a jsou analyzována týme portálu FireRisk.cz. Jak je zřejmé z mapy jsou 2 stanice umístěny přímo v NP České Švýcarsko.



Obr. 47 Síť aktivních stanic FireRisk.cz k září roku 2022 (vlevo) a základní schéma stanice (vpravo)

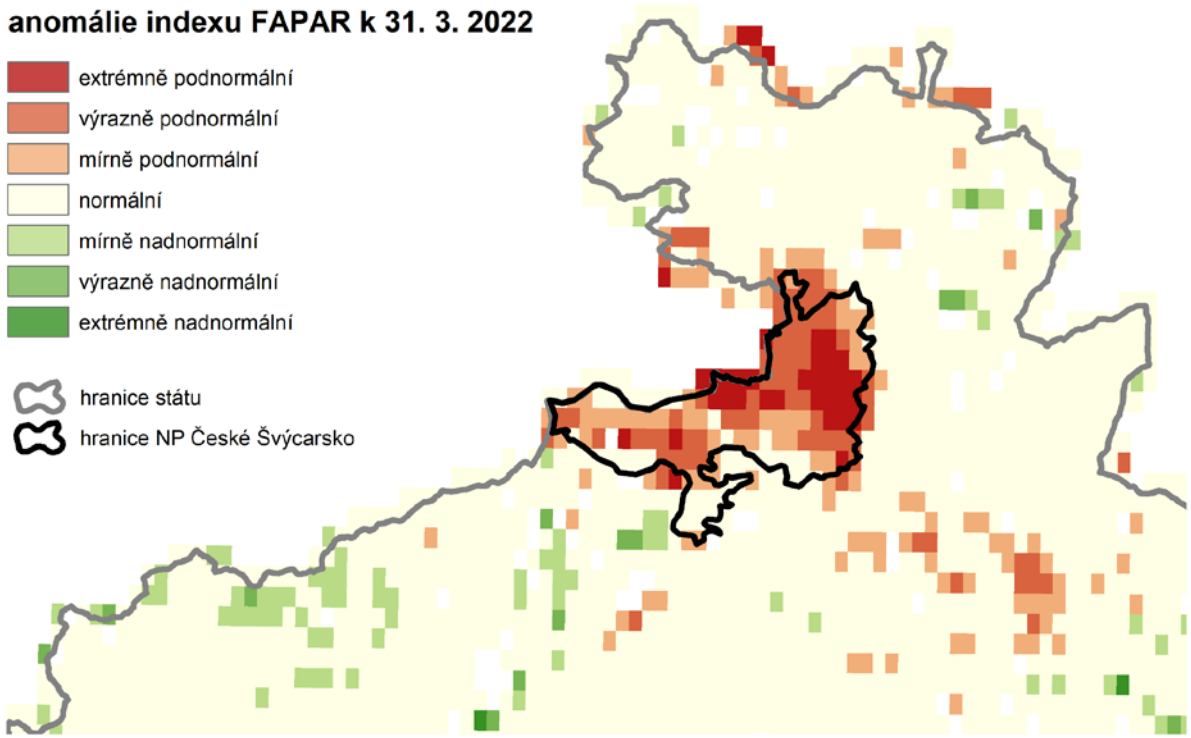
Informace, které tyto stanice v průběhu roku 2022 poskytovaly, byly velmi znepokojivé. Především jasně ukazovaly, že vlhkost paliva klesá pod kritickou hodnotu 10% poměrně běžně, a především, že se tak děje na dobu i několika týdnů jak tomu bylo brzy na jaře tj. v březnu roku 2022. Pokud jde o období bezprostředně před požárem, měřená data obou stanic dokládají dosažení hodnoty velmi příznivé pro zapálení již v průběhu 18.7. Paradoxně v období těsně kolem iniciace požáru byla situace mírně lepší, ale dramaticky se zhoršila ve dnech 25. a 26.7., tj. ve dnech kdy došlo k dramatickému rozšíření požáru (Obr. 48).

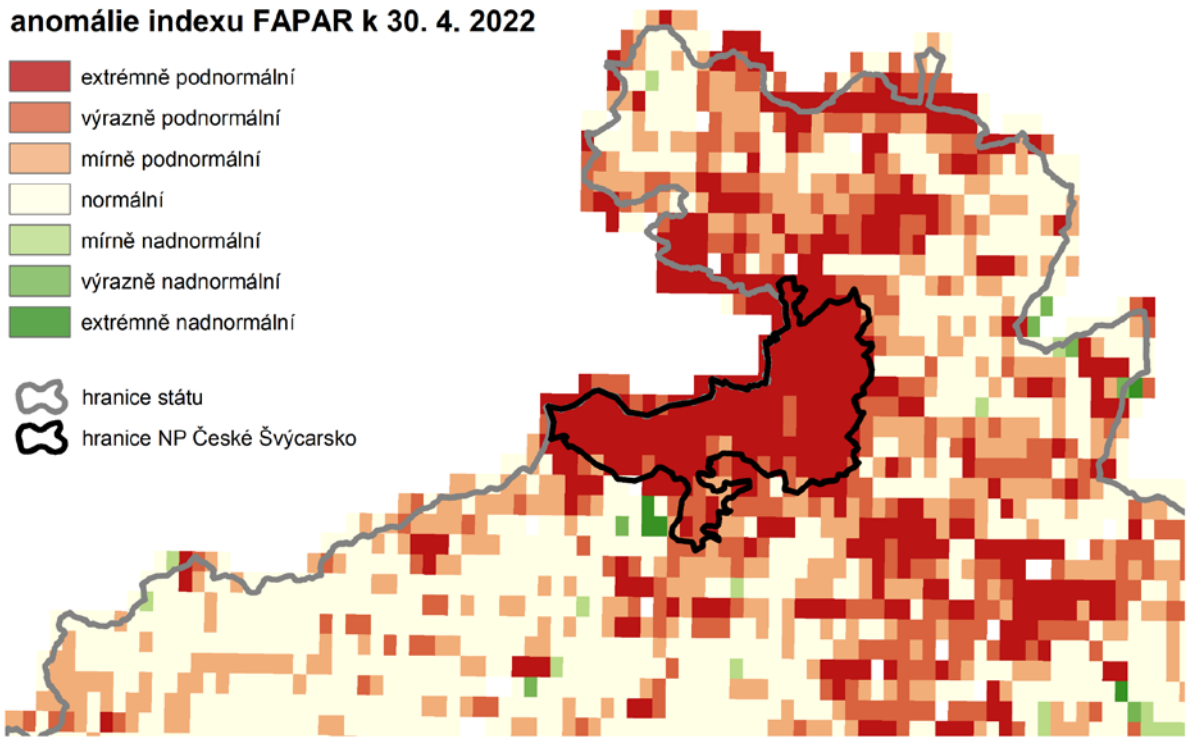


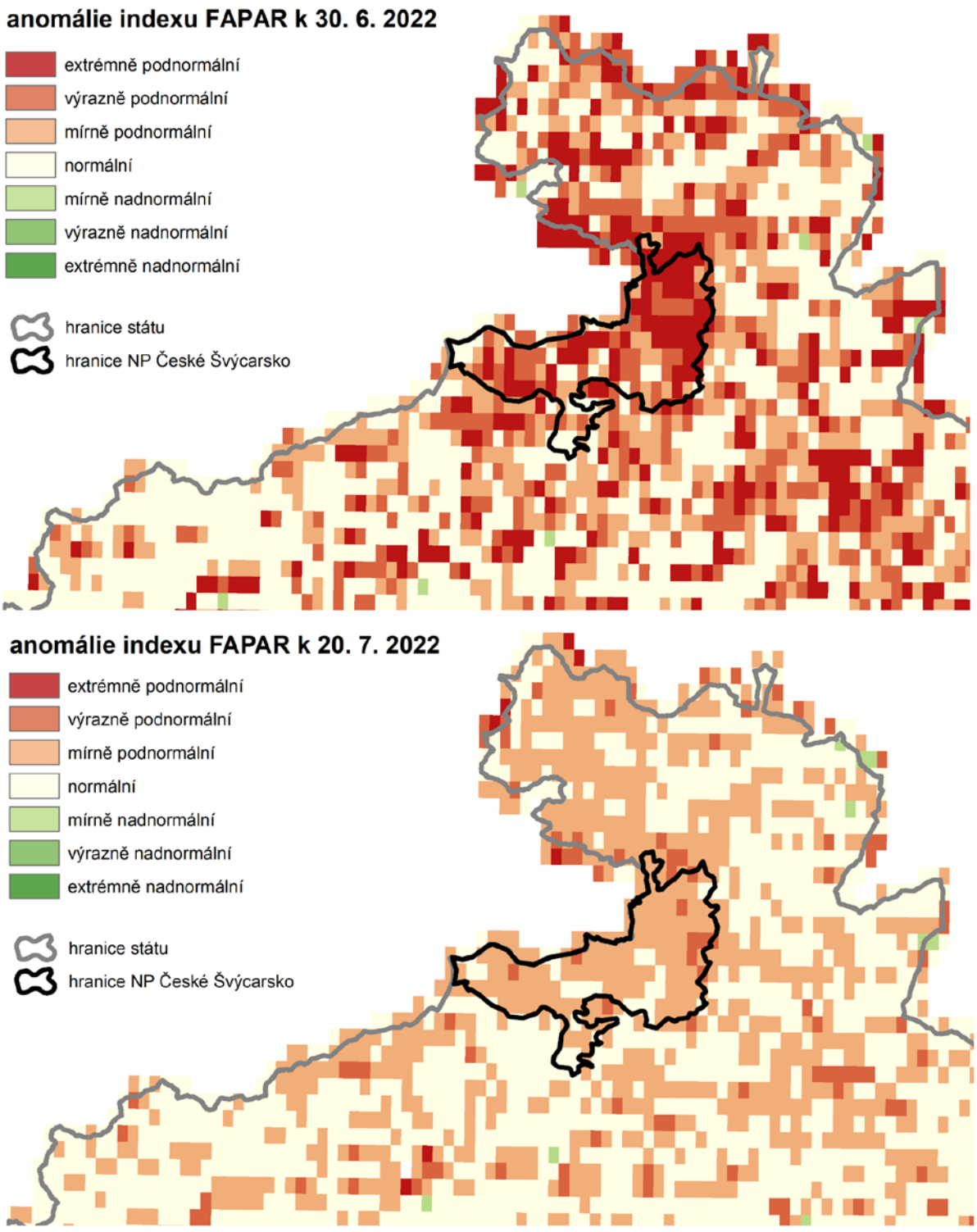


Obr. 48 Data vlhkosti paliva ze stanic FireRisk.cz z oblasti NP České Švýcarsko jak pro období 1.1. 2022-24.11. 2022 (nahoře) tak detailní výřez pro období těsně před a během požáru (dole). Pozn. Dne 26.8. zničil postupující požár jednu ze stanic.

Kromě bodových měření dokládají sucho i anomálie stavu vegetace satelitem měřeného FAPAR (frakce absorbovaného fotosynteticky aktivního záření) v březnu až červenci 2022. Na Obr. 49 jsou patrné podnormální hodnoty FAPAR zobrazené hnědými odstíny. Od března do července jsou patrné podnormální hodnoty FAPAR signalizující suchem postižené porosty v NP. Největší anomálie FAPAR byly zaznamenány v dubnu, kdy byly suchem postiženy všechny porosty, v červenci byly nejvíce postiženy suché bory a jehličnaté lesy, nejméně bučiny. Především v porostech borovice rostoucích na skalách a smrku napadeném kůrovcem byly anomálie výrazné. Naopak přirozené smíšené porosty s dominancí buku měly anomálie menší.

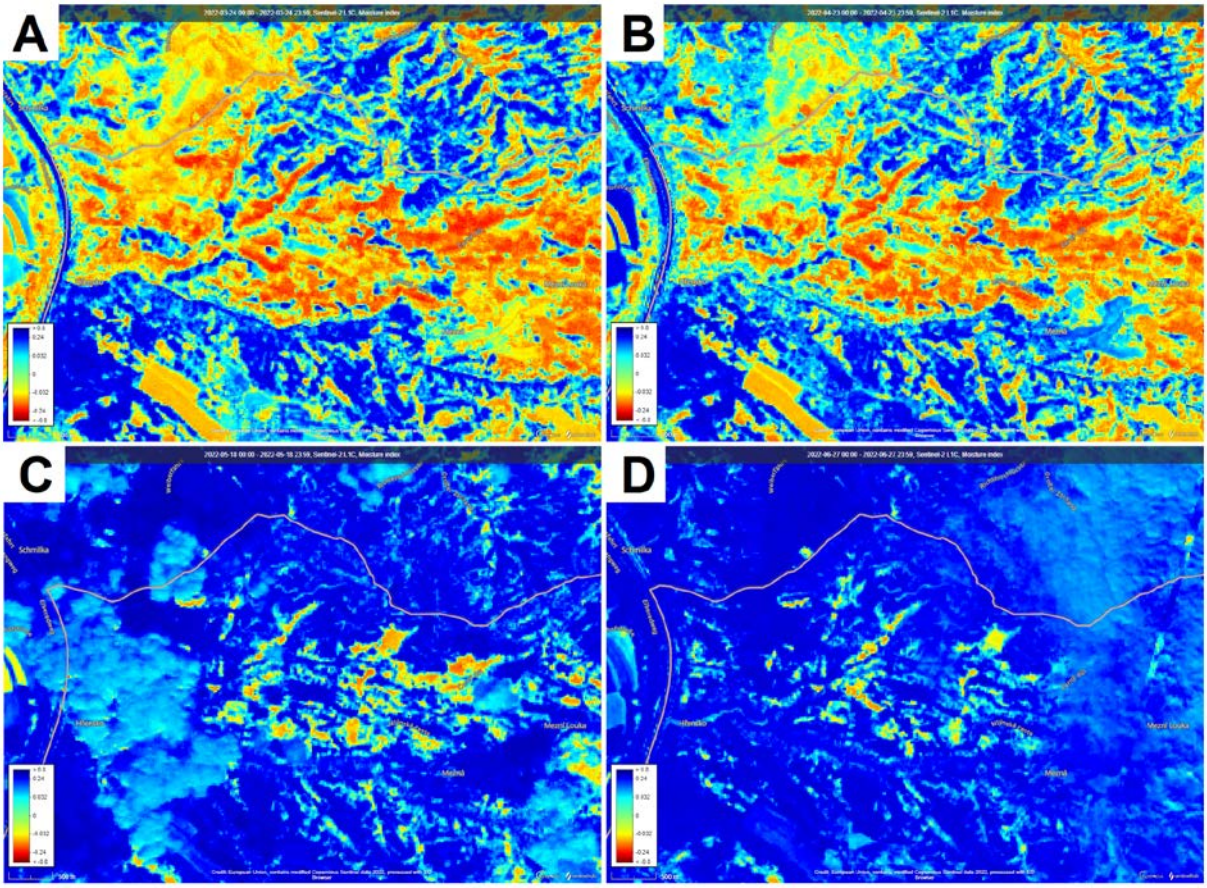



anomálie indexu FAPAR k 30. 4. 2022
extrémně podnormální
výrazně podnormální
mírně podnormální
normální
mírně nadnormální
výrazně nadnormální
extrémně nadnormální
hranice státu
hranice NP České Švýcarsko



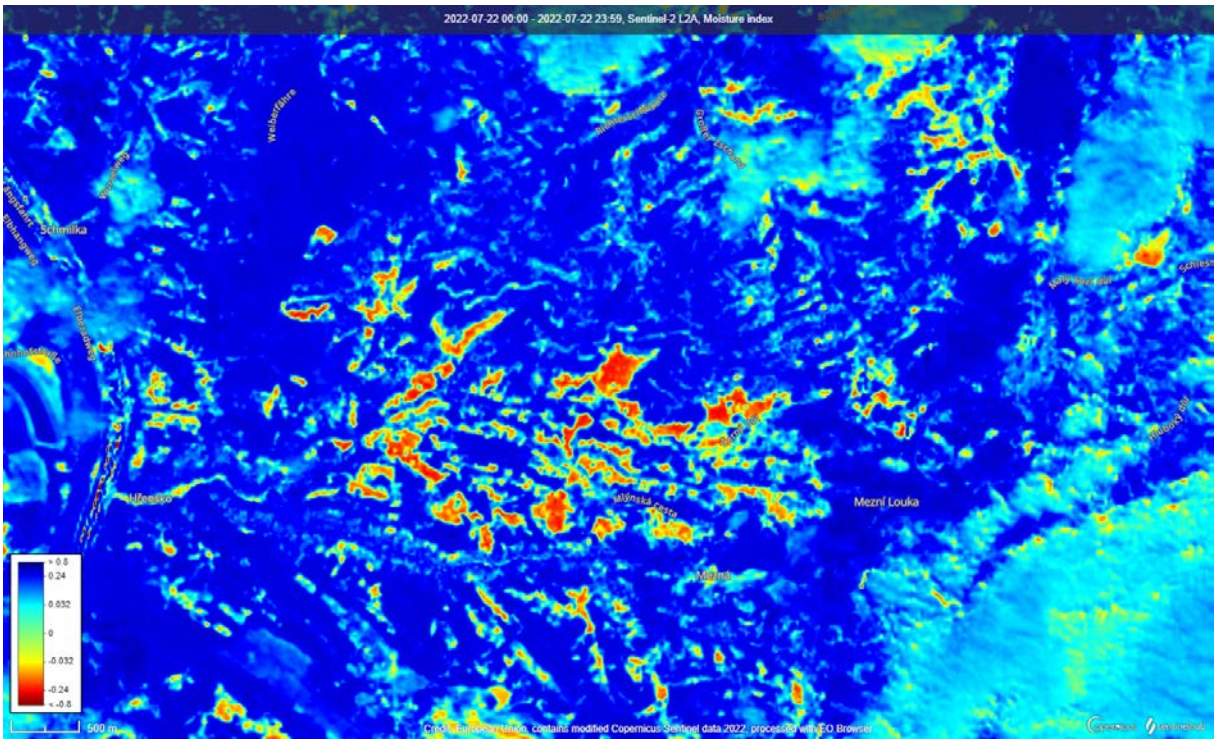
Obr. 49 Anomálie vegetace podle satelitem měřeného FAPAR (frakce absorbovaného fotosynteticky aktivního záření) v březnu až červenci 2022.

Výskyt sucha v národním parku je patrný i ze snímků družice Sentinel-2 zobrazující vlhkostní indexy v březnu až květnu 2022 (Obr. 49). Červená a žlutá barva ukazuje na nízkou vlhkost v dané oblasti. Vlhkostní indexy byly nejnižší na celém území NP v březnu a dubnu, v květnu a červnu se vyskytovaly extrémy lokální.



Obr. 50 Vlhkostní index získaný družicí Sentinel 2 dne 24. března 2022 (A), 23. dubna 2022 (B), 18. května 2022 (C) a 27. června 2022 (D).

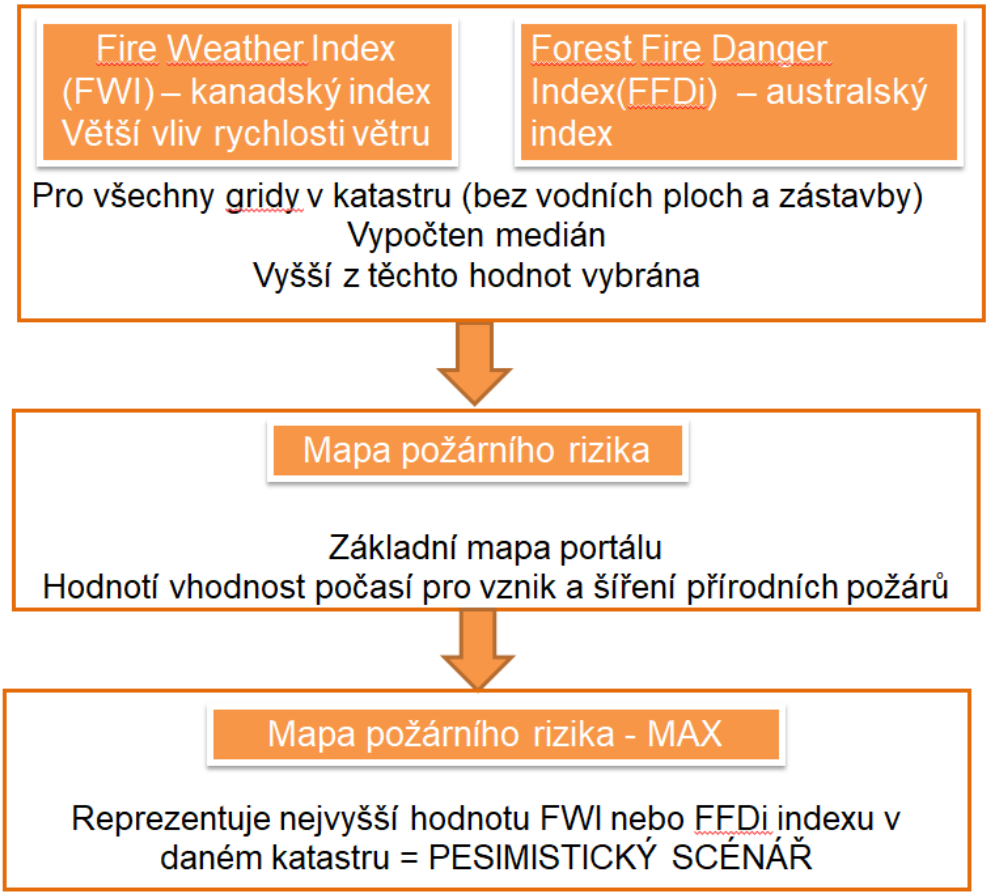
Výskyt sucha v národním parku před samotným vznikem požáru je patrný ze snímku družice Sentinel-2 zobrazující vlhkostní index dne 22. 7. 2022 (Obr. 51). Oproti květnu a červnu došlo ke zhoršení situace a lokálně byly vlhkostní indexy extrémně nízké.



Obr. 51 Vlhkostní index získaný družicí Sentinel 2 dne 22. července 2022.

3. Souhrnné ukazatele požárního počasí

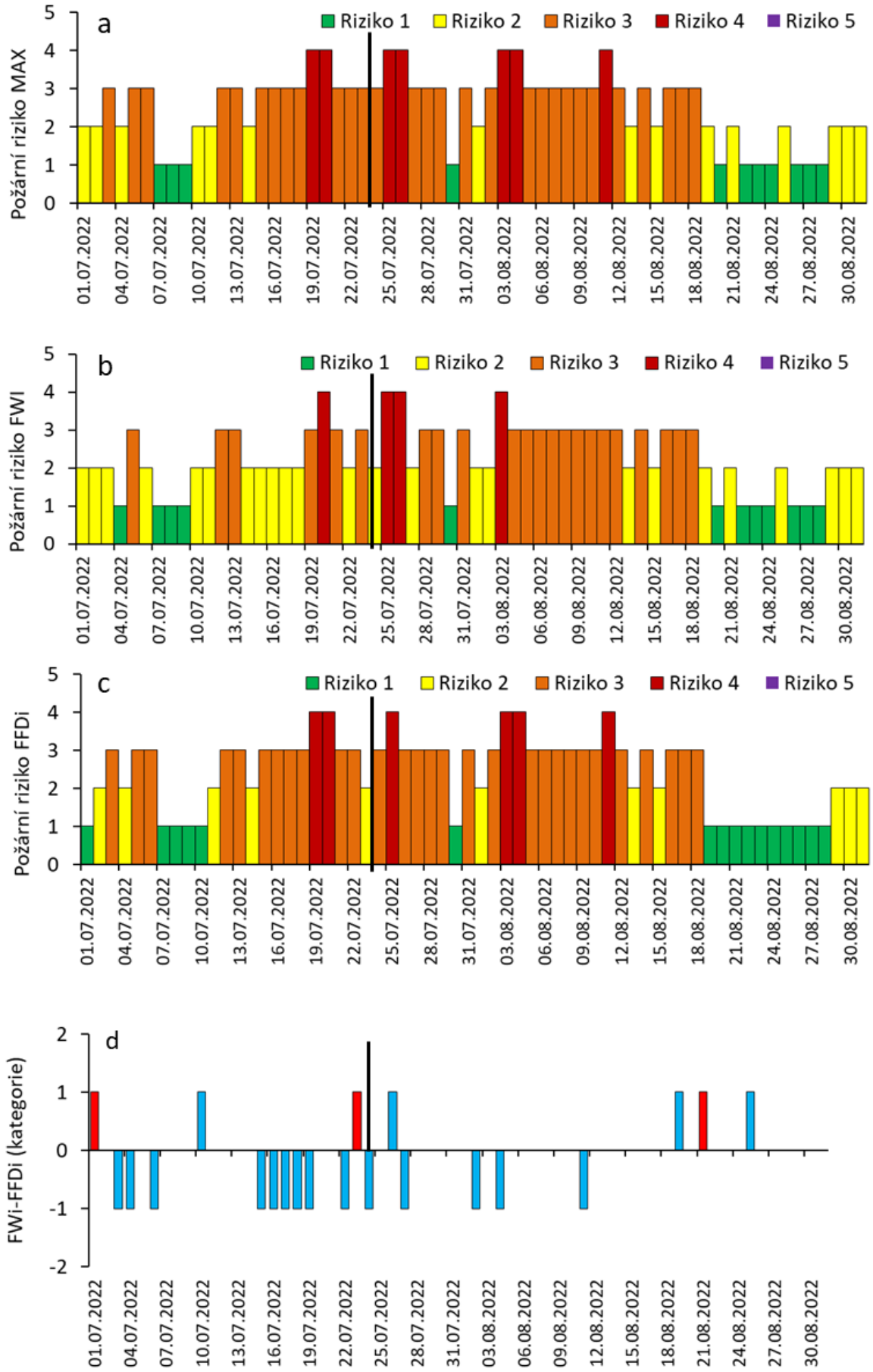
Požární riziko lze také popsat na základě tzv. „indexu požárního počasí“. Je to nástroj umožňující zachytit interakci klíčových meteorologických prvků, které ovlivňují riziko vzniku a šíření požáru zejména na základě teploty, vlhkosti vzduchu a obsahu vody v půdě a také v rostlinách resp. jejich zbytcích. V této studii jsou použity dva základní indexy požárního počasí, které jsou zahrnuty i ve varovném systému www.firerisk.cz. Jedná se o australský Forest Fire Danger index (FFDi). Na základě výsledků těchto dvou indexů se tvoří souhrnný index požárního rizika. V tomto případě byla použita varianta prezentující vždy nejvyšší hodnotu z kategorie rizika FWI a FFDI z toho nejkritičtějšího bodu v dané oblasti pokud jde o míru rizika vycházejícího z požárního počasí v daném dni. Představuje tak “pesimistický” scénář, kdy je pro dané území zobrazena hodnota s nejvyšší mírou rizika (Obr. 52). Stupně rizika jsou rozděleny na 5 kategorií (1 zelená – zanedbatelné, 2 žlutá – nízké, 3 oranžová – střední, 4 červená – středně vysoké, 5 fialová – vysoké).



Obr. 52 Schéma výpočtu požárního rizika na základě dvou požárních indexů, jak je zobrazeno na portálu www.firerisk.cz

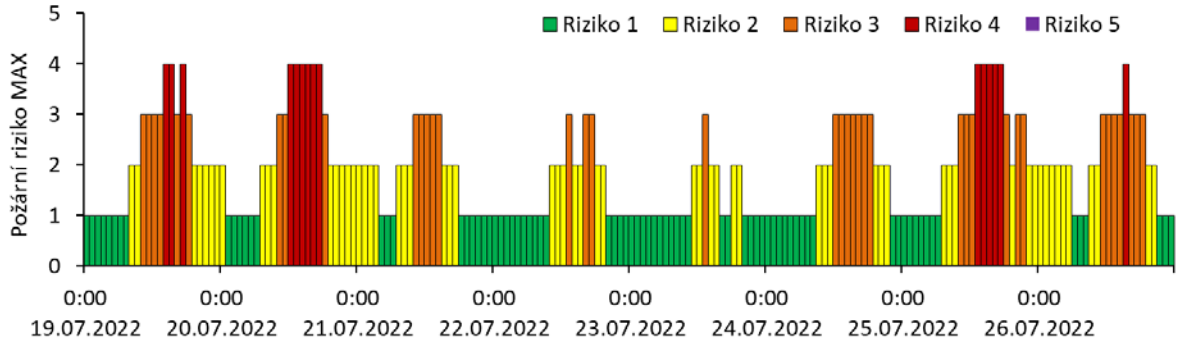
V červenci a srpnu 2022 na zkoumaném území převažovalo střední požární riziko (29 dnů). Středně vysoké riziko poté bylo v 7 dnech a vysoké riziko indikováno nebylo (Obr. 53a). Celkově střední a vyšší riziko bylo v dané oblasti v 58 % dnů. Počátek měsíce července nebyl z hlediska indexu požárního počasí příliš rizikový, což se změnilo s nástupem teplejšího a suššího počasí v půlce měsíce. **Riziková epizoda tedy trvala od 15. července do 18. srpna. V těchto 35 dnech bylo střední a vyšší riziko ve 28 dnech (80 % času).**

Rozdíly mezi oběma typy indexů požárního rizika byly vždy maximálně o jeden stupeň. Jak ukazuje analýza na Obr. 53b–d, tak kanadský index FWi byl optimističtější a indikoval, že v červenci a srpnu byly spíše dny s nízkým či středním požárním rizikem. Naopak australský index FFDi byl pesimistický a počítal hlavně s výskytem středního a vyššího rizika. Oba indexy shodně zvyšovaly požární riziko ve dnech před začátkem požáru a také během už dané události. **Na základě těchto výsledků lze konstatovat, že australský index FFDi lépe reprezentoval skutečný stav v dané oblasti.** Jelikož ve varovném systému www.firerisk.cz je v souhrnném indexu požárního počasí počítáno vždy s pesimističtější variantou, tak se oba indexy vhodně doplňovaly a tím souhrnný index požárního rizika dostatečně dobře popisoval dané riziko. Důvodem podceňování požárního rizika indexem FWi je silnější vazba na rychlosti větru, která je měřená v 10 metrech na meteorologických stanicích a nemusí vždy odpovídat reálnému stavu ve volné atmosféře. **Měření na meteorologických stanicích má tendenci podhodnocovat skutečné rychlosti větru a díky tomu také kanadský index požárního rizika vychází v monitoringu níže než by se očekávalo nebo reálné podmínky ukazují.**


a
Požární riziko MAX
Riziko 1
Riziko 2
Riziko 3
Riziko 4
Riziko 5
b
Požární riziko FWI
c
Požární riziko FFDi
d
FWi-FFDi (kategorie)
01.07.2022
04.07.2022
07.07.2022
10.07.2022
13.07.2022
16.07.2022
19.07.2022
22.07.2022
25.07.2022
28.07.2022
31.07.2022
03.08.2022
06.08.2022
09.08.2022
12.08.2022
15.08.2022
18.08.2022
21.08.2022
24.08.2022
27.08.2022
30.08.2022

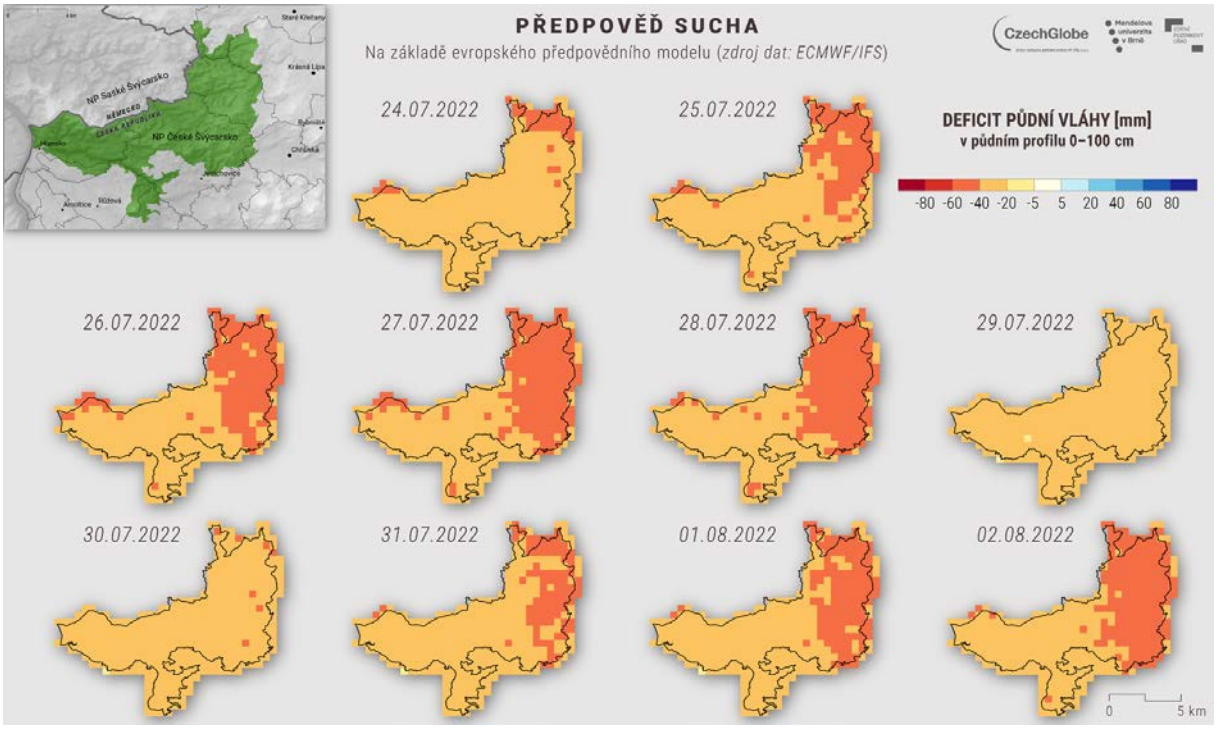
Obr. 53 Maximální požární riziko vyskytující se ve zkoumané oblasti jako souhrnný index (a) Fire Weather Index - FWi (b) Forest Fire Danger index - FFDi (c) a rozdíl obou indexů (d)

Index požárního počasí je počítán v hodinovém kroku, aby bylo možné zacílit na nejkritičtější části dne. Ve finálních mapách na www.firerisk.cz je poté zobrazeno jen maximální hodnota, která se tam během dne objeví. Jak je vidět i na Obr. 54, tak v nočních hodinách je požární riziko většinou nižší než v denní dobu, kdy je i teplota vzduchu výrazně vyšší. V době před vznikem požáru byly nejkritičtější části dne odpoledne 19.7.2022 a 20.7.2022, kdy požární riziko bylo středně vysoké. V době předpokládaného vzniku požáru bylo riziko zanedbatelné, ale bylo to dáno nočními hodinami, během kterých požár sice mohl vzniknout, ale nijak výrazně se nešířil. Důležitý je tedy celkový stav, který tomu předcházel a také jaké byly podmínky v dalších hodinách po vzniku požáru. Ty se během dne 24.7.2022 výrazně zhoršily, a tudíž začalo docházet k šíření požáru. V odpoledních hodinách se vyskytovalo střední riziko a dne 25.7.2022 postupně bylo několik hodin i se středně vysokým rizikem a to se objevilo i dne 26.7.2022. Vysoké hodnoty požárního rizika ve dnech 25. a 26.7.2022 odpovídají dnům, kdy se požár šířil nejrychleji. V epizodě, která pokrývá období před vznikem požáru a také několik dnů po jeho vzniku, bylo zaznamenáno 209 hodin (25,8 %), které měly střední až středně vysoké požární riziko. **Z této podrobné hodinové analýzy vyplývá, že bezprostředně v době vzniku požáru nebylo riziko vysoké, ale předcházející dny ano a hlavně po začátku požáru se rizikové počasí pro šíření požárů výrazně zhoršilo.**

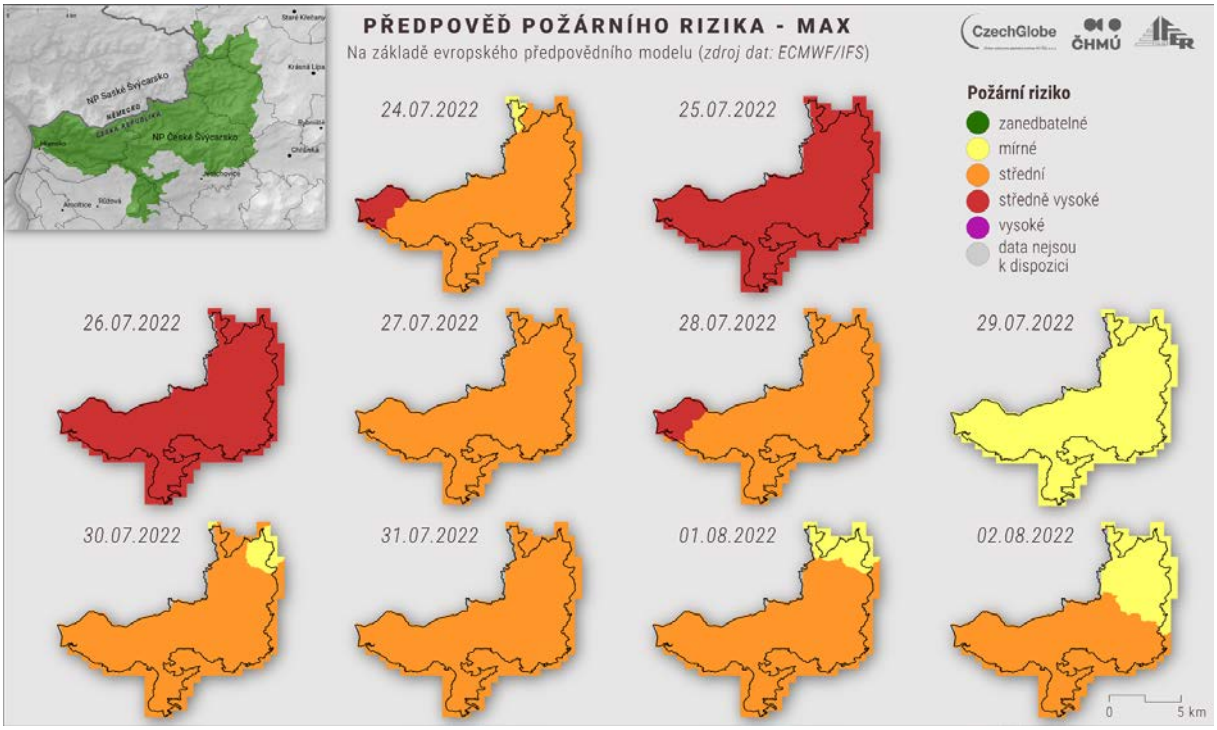


Obr. 54 Maximální požární riziko vyskytující se ve zkoumané oblasti jako souhrnný index pro jednotlivé hodiny v období 19.7.2022 až 26.7.2022

To přehledně dokládají mapy na Obr. 55 a Obr. 56. Předně je zřejmé z monitoringu půdní vlhkosti, že na území celého parku panovala na počátku požáru poměrně významná anomálie půdní vlhkosti v povrchové vrstvě půdy. Současně hodnoty indexů požárního počasí se dramaticky zhoršili ve dnech 25. a 26.7. což korespondovalo s šířením požáru prakticky na území finálního perimetru.



Obr. 55 Zachycuje anomálii půdní vlhkosti v mm oproti obvyklému stavu v daném období v roce v období vzniku a intenzivního šíření požáru na území NP České Švýcarsko podle dat portálu Intersucho.cz a FireRik.cz.



Obr. 56 Zachycuje hodnoty požárního rizika na základě dat portálu FireRisk se zjevným výrazným zhoršením hodnot ve dnech 25. a 26. července.

Z dat požárních indexů a průběžných hodnot vlhkosti paliva na stanicích FireRisk vyplývá klíčová skutečnost. Pro vznik požáru vegetace panovaly v parku příhodné podmínky po velmi dlouhou dobu a

opakovaně v průběhu roku 2022, a přesto k požárům nedošlo. Je zde proto nutné potrhnout **klíčovou roli, kterou sehrál čas a místo založení požáru.**

Požární riziko – kvalita předpovědi

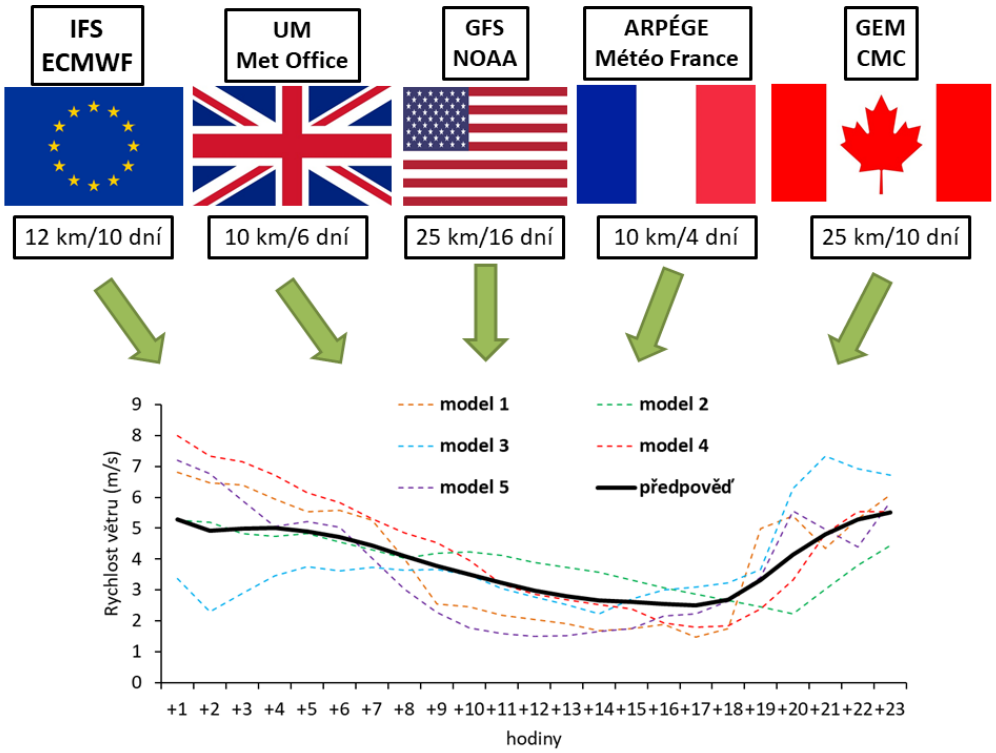
V této části je hodnocena kvalita předpovědi indexu požárního rizika v červenci až srpnu 2022 se zaměřením na kritické dny vzniku a prvotního šíření analyzovaného požáru. Jde o předpovědi, které jsou zveřejňovány na portálu varovného systému www.firerisk.cz, které jsou dominantním zdrojem informací o požárním riziku v České republice.

Rozvoj počítačové techniky a kosmonautiky společně se snahou lépe předpovídat živelné katastrofy se v meteorologii na sklonku 20. století projevil rozvojem nových přístupů k předpovědi počasí. Od této doby hraje v předpovědích stále důležitější roli použití modelů, které se zvyšující se přesností a spolehlivostí nahrazují starší, popisné metodologie předpovědi. Základním nástrojem numerické předpovědi počasí je takzvaný numerický předpovědní model.

V předpovědi počasí panuje značná nejistota, a proto se v praxi nespoléháme pouze na výstupy jednoho modelu. Každý individuální numerický předpovědní model (ty se počítají v různých centrech po celém světě) má svoje výhody a nevýhody, které jsou dané jeho fyzikálním nastavením a naladěním parametrů. To znamená, že za určitých meteorologických situací může předpovídat lépe než jiný model a nebo je přesnější v určitém meteorologickém prvku, ale poskytuje naopak slabší výsledky za jiných situací nebo u jiného prvku.

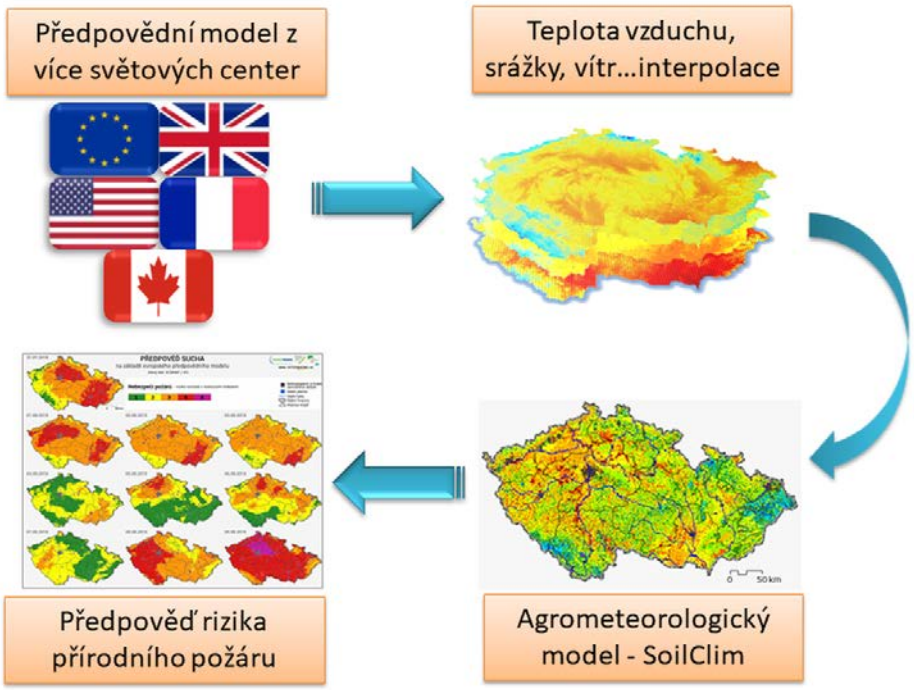
Pro výpočet rizika přírodních požárů jsou používány na portálu www.firerisk.cz globální numerické modely předpovědi počasí v jejich deterministických verzích. Globální verze modelů jsou upřednostňovány z důvodu, že oproti regionálním verzím poskytují předpovědi počasí na delší dobu dopředu – typicky na více než 5 dní, ale mají naproti tomu menší prostorové rozlišení v porovnání s regionálními modely.

Pro potřeby předpovědi počasí a požárního rizika bylo nakonec zvoleno 5 numerických předpovědních modelů, které patří ve světě k těm nejlepším a zároveň mají dostatečnou délku předpovědi (Obr. 57). Modely se liší ve svém prostorovém rozlišení a délce předpovědi. Obecně platí, že čím delší předpověď, tak má model horší prostorovou vazbu.



Obr. 57 Schéma použitých modelů, jejich rozlišení, délka předpovědi a princip rozdílných výstupů a tvorba nejpravděpodobnějšího vývoje počasí v dalších hodinách.

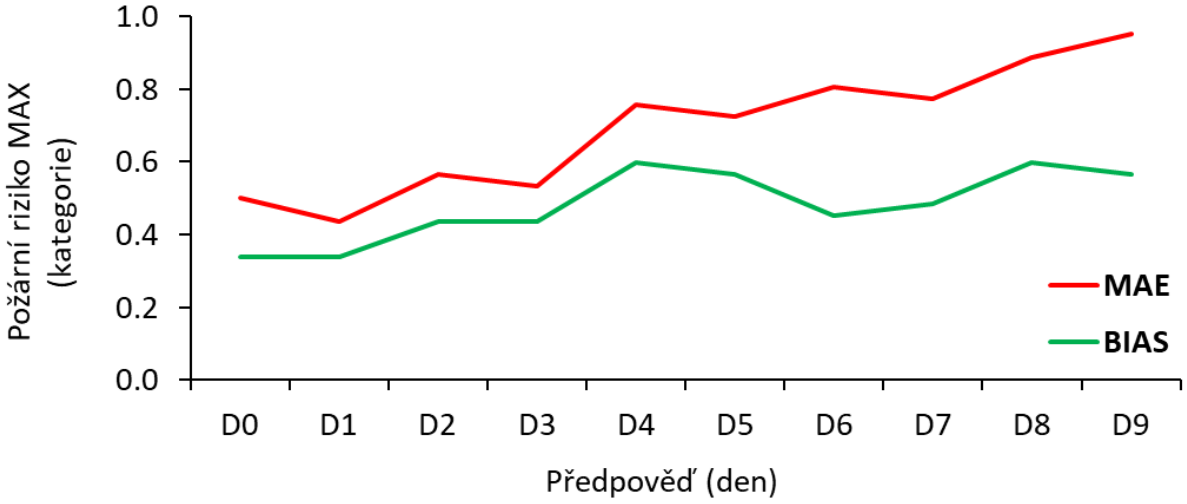
Aby došlo k odstranění problému s rozdílným prostorovým rozlišením modelů, tak jsou výstupy jednotlivých modelů prostorově interpolovány do jednotného rozlišení 500×500 m (Obr. 58). Interpolace je prováděná s ohledem na geografické parametry, jako je např. nadmořská výška či sklonitost terénu.



Obr. 58 Schéma přípravy předpovědi rizika přírodního požáru

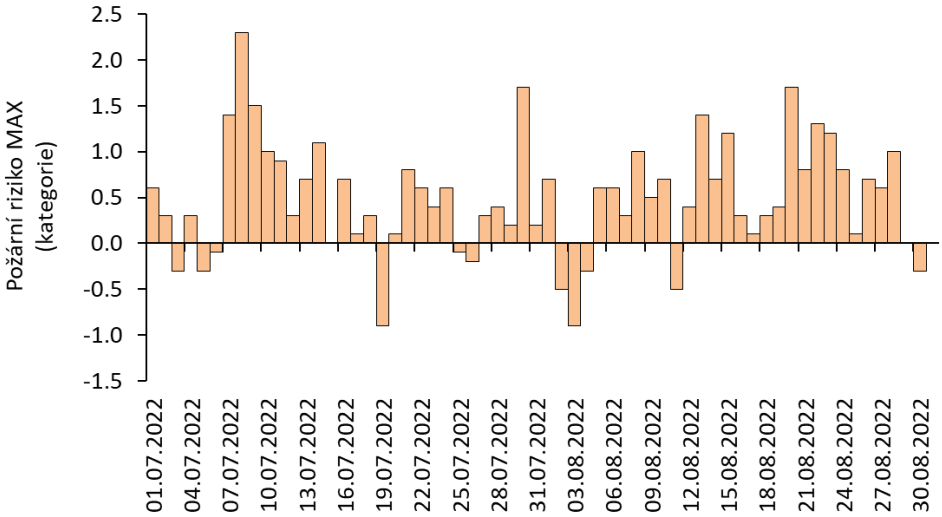
Úspěšnost předpovědi se hodnotí na základě porovnání reálné hodnoty v daný den spočítané na základě naměřených meteorologický údajů na stanicích ČHMU. Jelikož index požárního rizika je počítaná veličina, tak porovnání s predikovanými hodnotami může být zatíženo větší nepřesností než v případě porovnání přímo vstupů, které jsou měřené (např. teplota vzduchu, srážky atd.).

Úspěšnost předpovědi logicky klesá s délkou předpovědi. Předpověď na „dnešek“ a „zítřek“ je samozřejmě nejpřesnější. Při hodnocení absolutní chyby MAE předpovědi (velikost odchylky bez ohledu, jestli jde o kladnou či zápornou) pro zkoumané území vycházela paradoxně předpověď na další den (D1) nejlépe (Obr. 59). Průměrná velikost chyby v období červenec–srpen 2022 ve zkoumané oblasti byla 0,43 kategorie, což znamená 8,6 %. Na devátý den byla chyba poté necelá 1 kategorie (např. místo středního rizika bylo nízké). Celkově chybovost v letních měsících díky hůře předpověditelným srážkám (bouřky) bývá v rámci roku vždy nejvyšší.



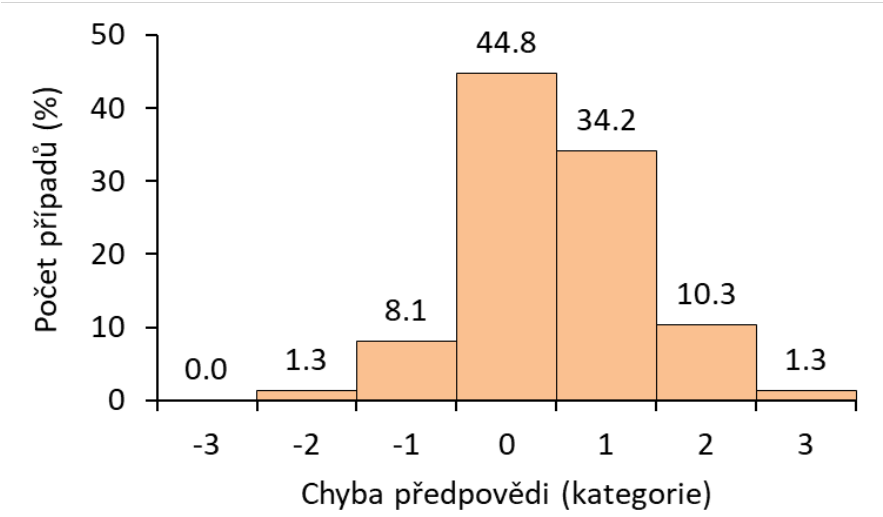
Obr. 59 Absolutní chyba (MAE) a odchylka (BIAS) předpovědi maximálního požárního rizika (souhrnný index) na daný den (D0) až 9 dnů dopředu (D9) pro zkoumanou oblast v období 1.7.–31.8.2022.

Systematická odchylka předpovědi pro dané území v červenci až srpnu byla kladná. **Tedy předpovědi indexu požárního rizika přeceňovaly riziko, než poté vycházelo na základě výpočtu z meteorologických stanic.** Pouze v 11 dnech ze 62 bylo požární riziko v předpovědi (průměr z D0 až D9 v daný den) nižší než skutečné (Obr. 60). Největší odchylky předpovědi v červenci až srpnu 2022 byly mimo inkriminovanou dobu požáru. První epizoda s nepřesnou předpovědí byla 7–10.7.2022 a poté 20–23.8.2022. Naopak v době počátku požáru vycházela předpověď ze všech běhů (D0 až D9) s průměrnou chybou do půl kategorie. Během požární epizody byla vyšší chyba predikce pouze na 30.7.2022, kdy modely předpokládaly, že bude nízké riziko (D0–D3) či střední (D4–D9) či dokonce v předpovědi 8 dnů staré se čekalo riziko středně vysoké a ve skutečnosti bylo pouze zanedbatelné, jelikož se v dané oblasti objevily srážky, i když nebyly příliš intenzivní.



Obr. 60. Odchylka (BIAS) předpovědi maximálního požárního rizika (souhrnný index za všechny délky D0 až D9) pro jednotlivé dny za období 1.7.–31.8.2022

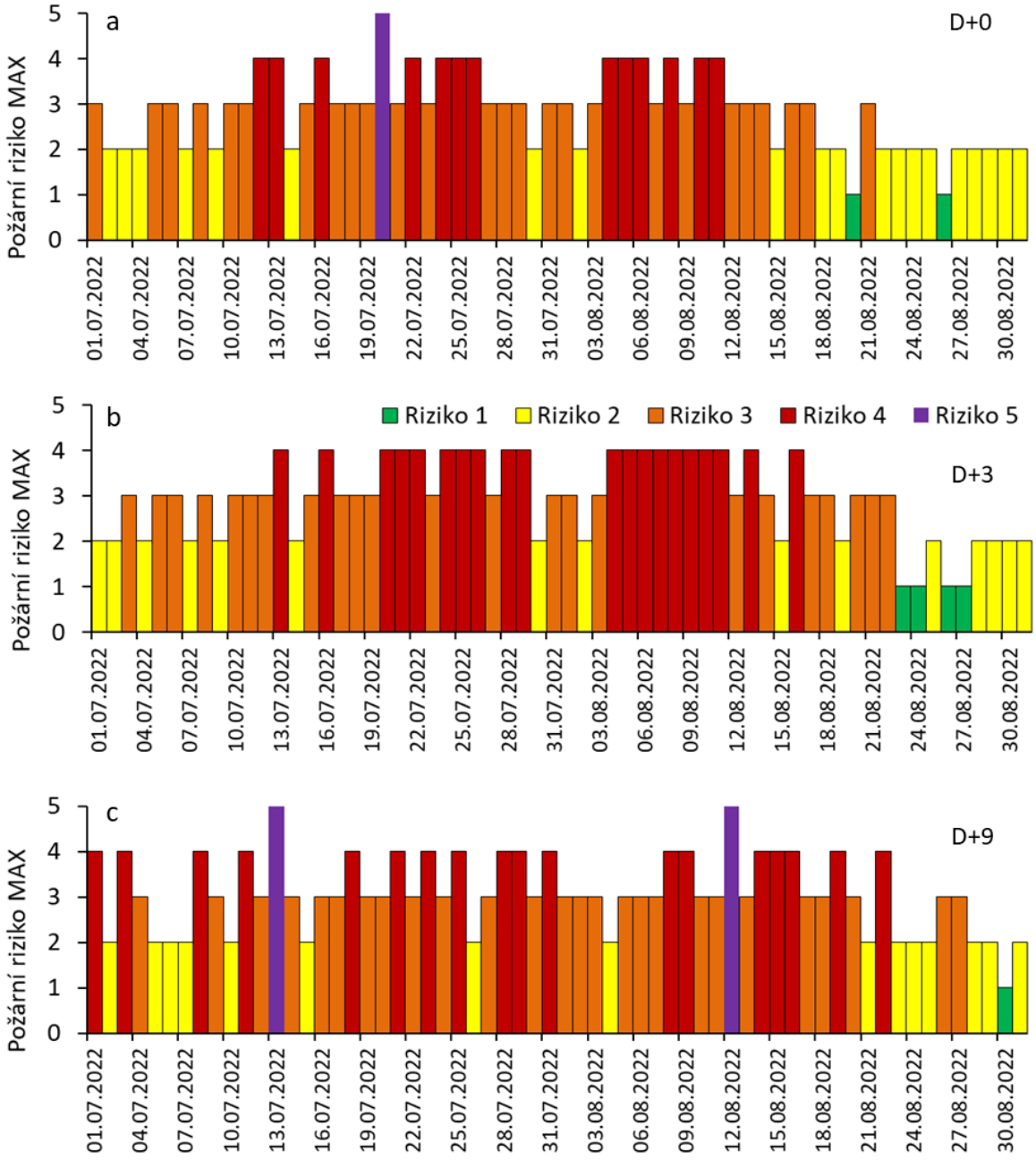
Důležité pro věrohodnost předpovědi je i její neměnnost v čase. Tedy například předpověď na 6 dnů dopředu nebude zásadně odlišná od vypočítané skutečnosti na základě meteorologických dat. Analýza spolehlivosti byla provedena na základě toho, že v každý den byla porovnána skutečnost a jednotlivé předpovědi v čase D0 až D9 (tedy až 9 dnů dopředu). Z výsledků vyplývá, že 44,8 % všech předpovědí index požárního rizika zcela přesně odhadlo kategorii rizika pro daný den (Obr. 61). Chyba o jednu kategorii byla poté ve 42,3 % případů, kdy dominovalo odhad vyšší kategorie, než byla skutečnost. Chyba o dvě kategorie rizika byla poté již jen b 18,4 % a o tři kategorie v 1,3 %. To lze hodnotit jako velmi spolehlivou a stabilní předpověď v celé délce až devíti dnů.



Obr. 61 Histogram rozdílu předpovědi maximálního požárního rizika (souhrnný index) a skutečnosti pro jednotlivé dny za období 1.7.–31.8.2022

Jak lze vidět na Obr. 62, tak předpovědi indexu požárního rizika na červenec až srpen 2022 v kroku D0 (daný den), D3 (na 3 dny dopředu) a D9 (na 9 dnů dopředu) očekávaly většinou střední či vyšší požární riziko. Předpověď na D0 předpokládal, že daný den bude ve 40 případech střední či vyšší a středně vysoké riziko dokonce očekával v 13 dnech. Ještě pesimističtější byla předpověď na D3, kdy se čekalo středně vysoké riziko dokonce ve 20 dnech. Předpověď na devět dnů dopředu (D9)

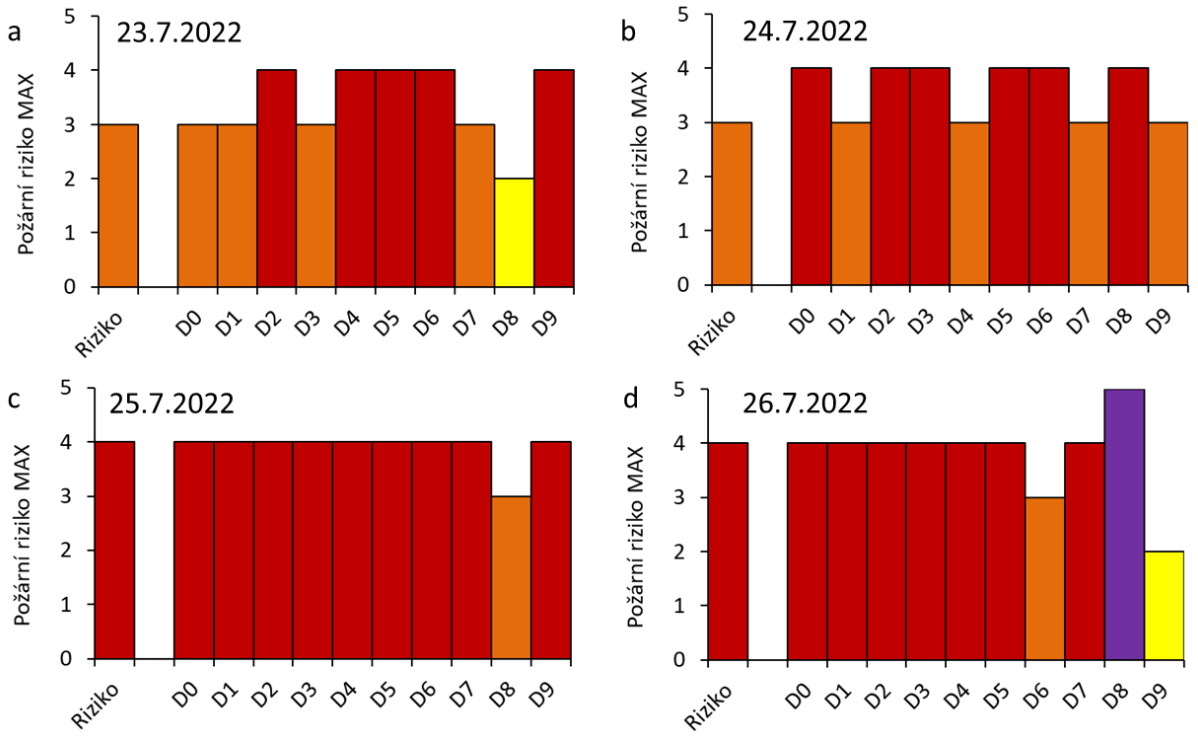
dokonce varovala před nepříznivým obdobím nejvíce. Střední a vyšší riziko čekaly ve 46 dnech (74 %), z toho 18 dnů se středně vysokým a 2 dny dokonce s vysokým rizikem.



Obr. 62 Předpověď maximální požární riziko (souhrnný index) pro zkoumanou oblast na daný den (D+0), na tři dny dopředu (D+3) a na devět dnů dopředu (D+9) v období 1.7.–31.8.2022.

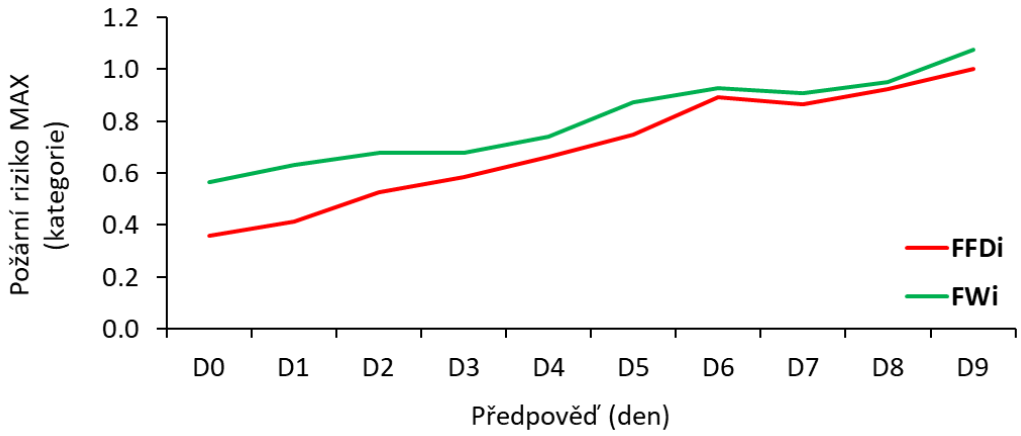
Při analýze jednotlivých dnů v době inicializace požáru (Obr. 63) vyplývá, že na první dny měla predikce indexu požárního rizika (D0 až D9) na dané území ve většině případů chybu do jedné kategorie s tím, že skutečné riziko bylo střední a modely často predikovaly dokonce středně vysoké. Poté na první dny s větším šířením požáru 25–26.7.2022 vychází, středně vysoké riziko požáru model přesně předpověděl už několik dnů dopředu. V případě dne 25.7.2022 dokonce si držel tuto prakticky po celých 9 dnů. na 26.7.2022 bylo dokonce 8 dnů dopředu varováno před možným vysokým rizikem.

Z výše popsaného lze konstatovat, že předpovědi, na celé období červenec–srpen 2022 byly velice kvalitní a dostatečně varovaly před značným požárním rizikem. Stejný závěr platí i v případě prvních dnů požáru, kdy predikční systém www.firerisk.cz jednoznačně poukazoval na střední či středně vysoké požární riziko s vysokou přesností.



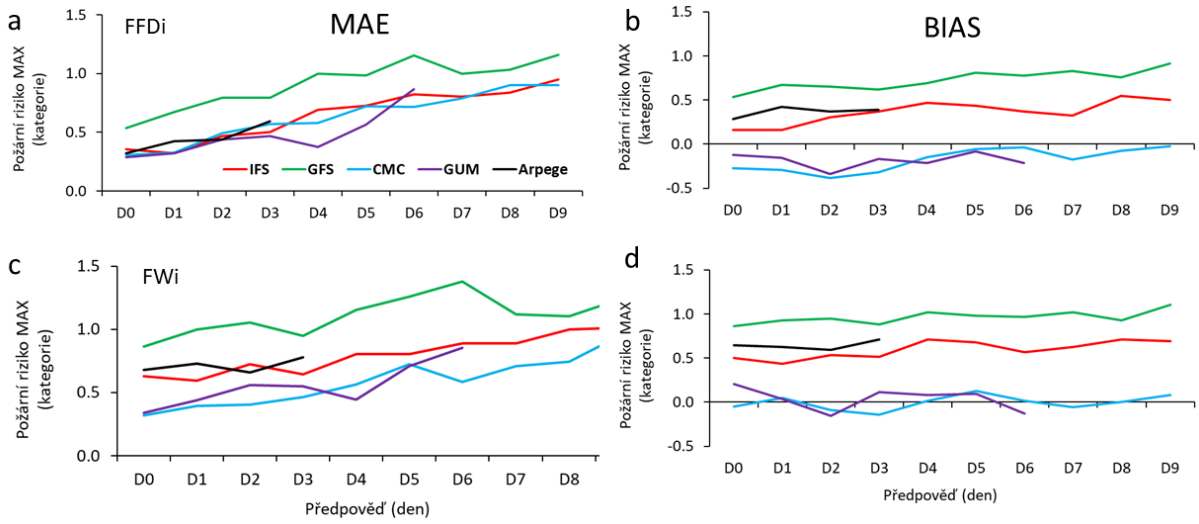
Obr. 63 Předpověď maximální požární riziko (souhrnný index) pro zkoumanou oblast na období počátku požáru (23–26.7.2022) – riziko (skutečnost), předpověď na daný den (D0) až 9 dnů dopředu (D9)

Jednotlivé modely se samozřejmě liší v kvalitě předpovědi. **Pokud prvně porovnáme přesnost předpovědi jednotlivých indexů požárního rizika v daném období červenec až srpen 2022, tak lepší výsledky dával australský model FFDi (Obr. 64).** Průměrná chyba ze všech pěti numerických předpovědních modelů až na devět dnů dopředu byla v případě australského modelu o 12,5 % nižší než v případě kanadské FWi. **Největší rozdíly jsou hlavně na první dny předpovědi, kdy chyba modelu FWi byla až o polovinu vyšší než u FFDi.** S délkou předpovědi se rozdíly snižují.



Obr. 64 Absolutní chyba (MAE) předpovědi maximálního požárního rizika dvou požárních indexů na základě pěti numerických předpovědních modelů na daný den (D0) až 9 dnů dopředu (D9) pro zkoumanou oblast v období 1.7.–31.8.2022.

Kvalita jednotlivých numerických předpovědních modelů se musí hodnotit z dlouhodobého hlediska. V tomto případě jde ale o analýzu přesnosti předpovědi jednotlivých modelů v období, které mělo vliv na vznik a šíření požáru (červenec–srpen 2022). **Pro oba požární indexy FFDi a FWi vykazuje vyšší nespolehlivost jen model GFS, který má podstatně vyšší chybu než ostatní modely (Obr. 65).** Na druhou stranu model riziko více přeceňoval, než vypočtená skutečnost ukazovala, což není v případě varovného systému tolik na škodu. Ostatní modely v případě FFDi vykazovaly podobné výsledky. **Nejmenší absolutní chybu měly v tomto období modely GUM a CMC, které ale spíše riziko mírně podceňovaly na rozdíl od ostatních modelů (hlavně v případě FFDi indexu). Jelikož je předpoklad, že samotná vypočtená skutečnost je mírně podhodnocena díky měření rychlosti větru (viz. kapitola 2 Požární riziko), tak modely, které jsou spíše výše než realita, jsou pro varovný systém vhodnější. Je tedy doporučení nadále hlavně používat model ECMWF IFS a více se spoléhat na předpověď australského požárního indexu FFDi.**



Obr. 65 Absolutní chyba (MAE) a odchylka (BIAS) předpovědi maximálního požárního rizika podle dvou požárních indexů a 5 numerických předpovědních modelů na daný den (D0) až 9 dnů dopředu (D9) pro zkoumanou oblast v období 1.7.-31.8.2022.

Závěry meteorologické části

- Sedm dnů před vznikem požáru začala teplá epizoda s teplotami i nad 30 a 35°C. To jsou teploty až o 9 °C vyšší než je normál. To znamenalo středně vysoké riziko pro vznik požáru.

- Velkou roli v rychlejším šíření požáru hrál vítr. Sice v době vzniku požáru 23–24.7.2022 byly nárazy většinou průměrné, ale pak došlo k nárůstu 25 a hlavně 26.7.2022 (o 3,2 m/s vyšší než průměr). K prvnímu nárůst rychlosti větru došlo 25.7.2022 v ranních hodinách (8–10 hodina) a vyšší vítr trval do 17 hodiny. Druhá epizoda začala dne 26.7.2022 ve 2 hodiny a trvala do 20 hodiny. Třetí epizoda poté začala dne 27.7.2022 v 16 hodin a trvala jen tři hodiny. Další epizoda pak byla dne 30.7.2022 (11–17 hodin), kdy spíše ji očekával model, ale na stanici došlo jen k mírnému zesílení. O den později pak na stanici i podle modelu foukalo hlavně v době 9–19 hodin.

Maximální nárazy větru v těchto popsaných epizodách se pohybovaly i mezi 10–11 m/s (36–40 km/h) a znamenaly již středně vysoké riziko pro šíření vzniklého požáru.

· Vítr měřený na stanicích je většinou podhodnocený a reálnější sílu dávají hodnoty rychlosti větru z numerického předpovědního modelu. I ty mohou být místy nižší než se v některých specifických částech národního parku. Je to dáno hlavně složitou geografií, kterou není model a ani staniční měření schopné podchytit.

· Výrazný vliv na vznik požáru a i následné rychlé šíření měla vlhkost paliva nebo půdní vlhkost. Vlhkost paliva začala klesat již v půlce měsíce července a od 17.7.2022 se objevovalo středně vysoké riziko a od 19.7. do 28.7.2022 panovalo dokonce vysoké riziko, tedy relativní půdní vlhkost byla v 10 cm pod 10 %. Z toho jasně vyplývá, že toto období bylo velice suché. V dostatečné době před vznikem požáru bylo již jasné, že vlhkost paliva je nízká a tedy riziko vzniku požáru z tohoto pohledu enormní. **Nicméně tato situace nastala v NP v roce 2022 několikrát, a jako zásadní se pro vznik a velikost požáru jeví způsob, místo a čas vzniku požáru.**

Shrnutí meteorologicko-klimatologické části

· K dispozici je varovný systém rizika vzniku a šíření přírodních požárů na stránkách www.firerisk.cz, který vznikl ve spolupráci Ústavu výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe), Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMU) a Ústavu pro výzkum lesních ekosystémů (IFER). Tento systém je veřejně dostupný a poskytuje informace o aktuálním riziku a jeho předpovědi na dalších 7 dnů dopředu až na úrovni katastrů. Tedy Správa NP, samosprávy a i integrovaný záchranný systém má tyto informace plně k dispozici a je k dispozici i všem, kteří se v krajině pohybují.

· Riziková epizoda tedy trvala od 15. července do 18. srpna. V těchto 35 dnech bylo střední a vyšší riziko ve 28 dnech (80 % času).

· Maximální požární riziko bylo v den vzniku požáru v kategorii střední (3 stupeň z 5) a v následujících dnech stoupl dokonce na středně vysoký, což je 4 stupeň z 5.

· Podrobná hodinová analýza požárního rizika ukázala, že v době před vznikem požáru byly nejkritičtější části dne odpoledne 19.7.2022 a 20.7.2022, kdy požární riziko bylo středně vysoké. V době předpokládaného vzniku požáru bylo riziko zanedbatelné, ale bylo to dáno nočními hodinami, během kterých požár sice mohl vzniknout, ale nijak výrazně se nešířil. Důležitý je tedy celkový stav, který tomu předcházel a také jaké byly podmínky v dalších hodinách po vzniku požáru. Ty se během dne 24.7.2022 výrazně zhoršily, a tudíž začalo docházet k šíření požáru. V odpoledních hodinách se vyskytovalo střední riziko a dne 25.7.2022 postupně bylo několik hodin i se středně vysokým rizikem, a to se objevilo i dne 26.7.2022. Vysoké hodnoty požárního rizika ve dnech 25. a 26.7.2022 odpovídají dnům, kdy se požár rychle šířil.

· Pro potřeby předpovědi počasí a požárního rizika je používáno na portále www.firerisk.cz pět numerických předpovědních modelů, které patří ve světě k těm nejlepším a zároveň mají dostatečnou délku předpovědi.

· Průměrná velikost chyby v období červenec–srpen 2022 ve zkoumané oblasti byla 0,43 kategorie, což znamená 8,6 %. Na devátý den byla chyba poté necelá 1 kategorie (např. místo

středního rizika bylo nízké). Celkově chybovost v letních měsících díky hůře předpověditelným srážkám (bouřky) bývá v rámci roku vždy nejvyšší.

- Na první dny požární epizody měla predikce indexu požárního rizika (D0 až D9) na dané území ve většině případů chybu do jedné kategorie s tím, že skutečné riziko bylo střední a modely často predikovaly dokonce středně vysoké. Poté na první dny s větším šířením požáru 25–26.7.2022 vycházístředně vysoké riziko požáru a to model přesně předpověděl už několik dnů dopředu. V případě dne 25.7.2022 dokonce si držel tuto předpověď prakticky po celých 9 dnů. Na 26.7.2022 bylo dokonce 8 dnů dopředu varováno před možným vysokým rizikem.

- Lze konstatovat, že předpovědi, na celé období červenec–srpen 2022 byly velice kvalitní a dostatečně varovaly před značným požárním rizikem. Stejný závěr platí i v případě prvních dnů požáru, kdy predikční systém www.firerisk.cz jednoznačně poukazoval na střední či středně vysoké požární riziko s vysokou přesností.

6. Zhodnocení požárů a jeho dynamiky pomocí modelu FlamMap

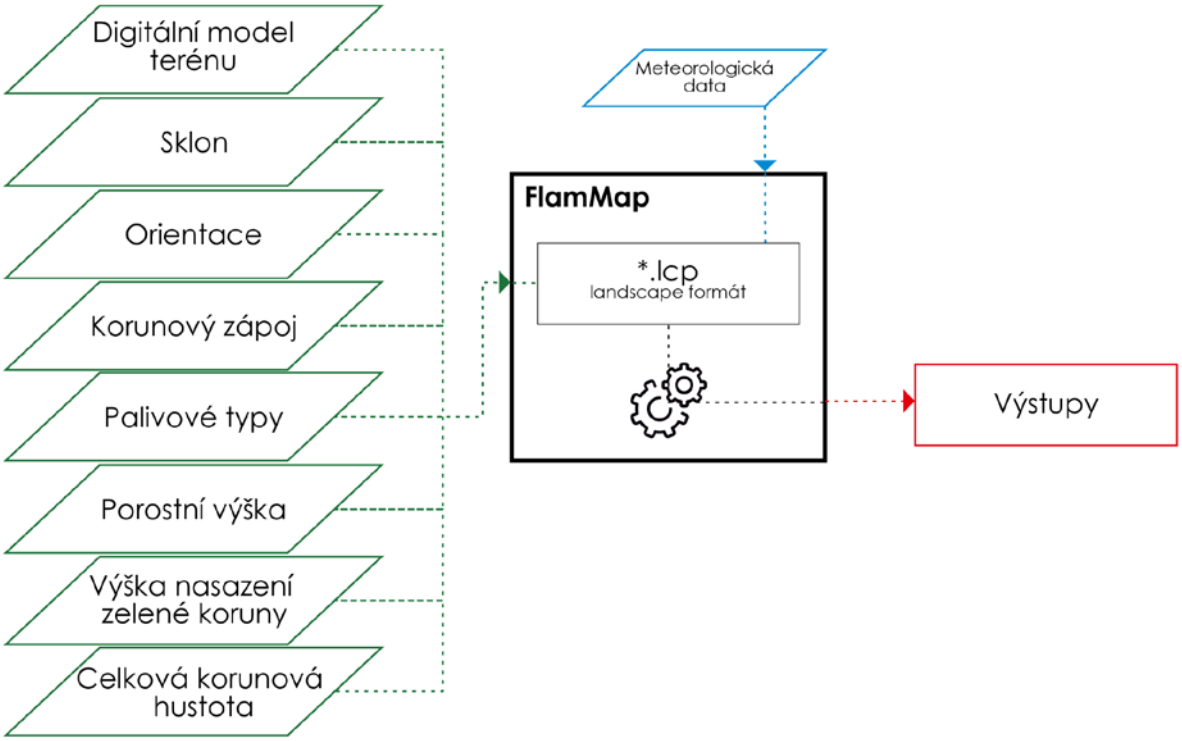
Miroslav Trnka, Lucie Kudláčková, Markéta Poděbradská, Monika Bláhová, Pavel Zahradníček, Petr Štěpánek, Martin Možný, Jan Balek, Lucie Homolová, Jan Novotný, Jana Beranová, Emil Cienciala Konzultanti: Dana Vebrová, Mark Finney, Charles McHugh

Americký program FlamMap, vyvinutý v Missoula Fire Sciences Laboratory, patřící pod Forest Service U.S. Department of Agriculture, je používán pro mapování a analýzu chování přírodních požárů nad konkrétním územím v daných podmínkách. Slouží k analýze požárního rizika, ale je také užíván k plánování řízeného vypalování v krajině, které slouží ke snížení množství paliva. Aplikací tohoto modelu je možno získat základní charakteristiky požáru, mezi které patří délka plamene *(Flame length)*, míra šíření *(Rate of spread)* požáru a jeho intenzita *(Fireline intensity)*. Analýza těchto rizik usnadňuje rozhodnutí, zda je možné požár zastavit lidskou silou, anebo je nutné nasadit těžkou hasicí techniku. Program umožňuje simulaci těchto charakteristik pro definované meteorologické a environmentální podmínky. Analýza s předpovědí počasí umožňuje predikovat specifické požární chování, následné šíření požáru a ohrožení okolí. Program umožňuje zobrazit jednotlivé základní charakteristiky požáru (výše), modelovat potenciální místa hoření a ukazuje, jak se může požár šířit a kde bude postupovat.

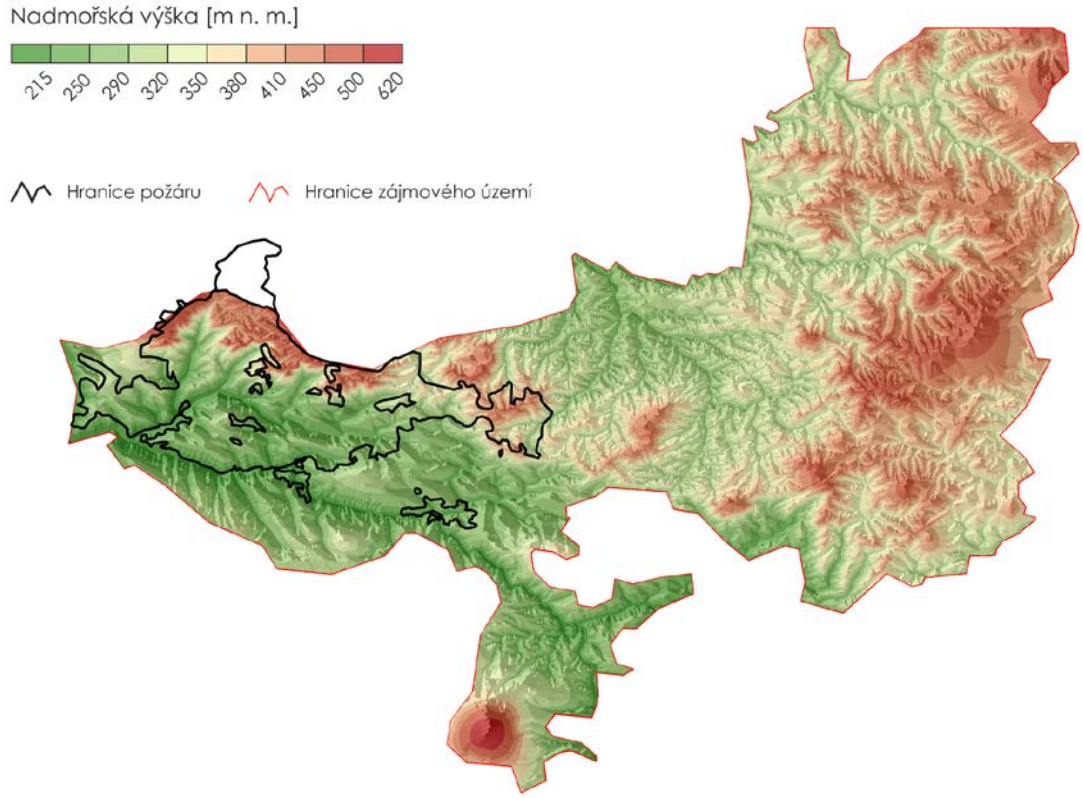
V rámci této studie bylo pracováno s části modelu FARSITE, která je součástí modelu FlamMap. FARSITE umožňuje simulovat vývoj požáru pro delší časové období za heterogenních podmínek, které jsou určeny přítomným palivem, jeho vlhkostí a vývojem počasí. Pro analýzu a vhodnou simulaci bylo nutné získat prostorové informace o využití území a vegetačním pokryvu v zájmové oblasti. Bylo nutné určit prostorové rozlišení krajiny (př. louka, borový les s nízkým podrostem, smrkový les, vodní plocha, zástavba atp.), které bylo zařazeno do příslušného palivové typu se kterým model pracuje a na základě kterého vyhodnocuje parametry požáru. Palivové typy byly určeny na základě metodologie popsané Scottem a Burganem (2005). Do programu vstupují u jednotlivých palivových typů i vlhkosti paliv u odumřelé a živé biomasy a korunové charakteristiky lesního porostu. Dalším vstupem, který je vyžadován, je rychlost a směr větru, případně další meteorologická data (teplota, srážky, relativní vlhkost vzduchu, oblačnost).

Nastavení vstupů a kalibrace vstupních vrstev bylo intenzivně řešeno v průběhu 09–10/2022 přímo na vývojovém pracovišti programu v US Forest Service na pracovišti v Missoule (USA) s autory modelu Dr. Markem Finneym a Charlesem McHughem.

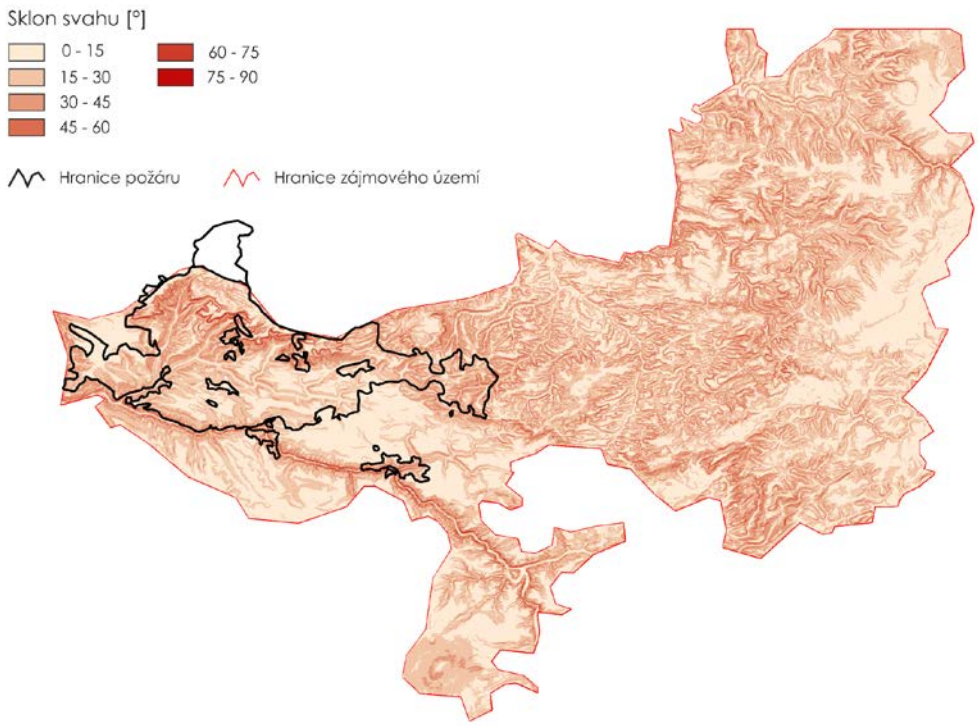
Pro zpracování následujících výstupů bylo užito těchto osm konkrétních prostorových vrstev viz Obr. 66. Ukázka vstupní vrstvy digitální model terénu, sklonu a orientace je zobrazeno na Obr. 67–69.



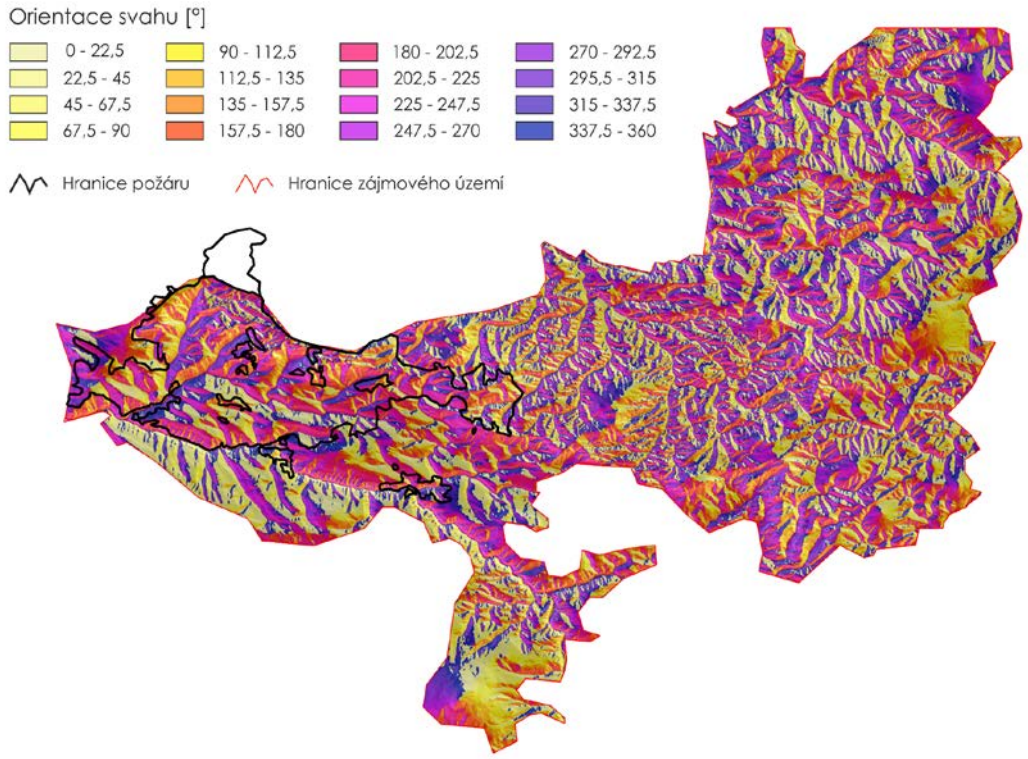
Obr. 66 Vstupní vrstvy do programu FlamMap v rozlišení 5 x 5 m



Obr. 67 Vstupní vrstva do programu FlamMap v rozlišení 5 x 5 m, digitální model terénu



Obr. 68 Vstupní vrstva do programu FlamMap v rozlišení 5 x 5 m, sklon svahu



Obr. 69 Vstupní vrstva do programu FlamMap v rozlišení 5 x 5 m, orientace svahu

Stručný popis vrstev a jejich získání:

Jako zdroj digitálního modelu terénu bylo využito databáze DMR 4G spravované Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (ČÚZK). Z tohoto zdroje byly dále s využitím standardních GIS nástrojů odvozeny vrstvy sklonu a orientace svahu. Korunový zápoj (procento povrchu, které je zastíněno korunovým patrem stromů) a Porostní výška byla určena také pomocí dat, která byla získána a zpracována z leteckého snímání roku 2021 (zdroj: Česká Zemědělská Univerzita v Praze) a 2022 (zdroj: Czechglobe). Výška nasazení zelené koruny a celková korunová hustota byla stanovena na základě informací o vegetaci (např. druh, zakmenění, věk) v rámci porostních skupin uvedených v lesních hospodářských plánech (zdroj: IFER a NP). Patrně nejdůležitější vrstvou jsou definované palivové typy. Scott a Burgan (2005) vytvořili příručku, kde jsou jednotlivé palivové typy kategorizovány na základě jejich chování v Rothermelově modelu šíření povrchových požárů, který je použit ve FlamMapu. Palivové typy byly určeny na základě dostupných informací z Lesních Hospodářských Plánů Národního Parku, Veřejného registru půdy (LPIS) a dalších veřejně dostupných prostorových vrstev. Na vytvoření vrstvy palivových typů se intenzivně podíleli odborníci z CzechGlobe, IFER - Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, Missoula Fire Sciences Laboratory a Národního parku České Švýcarsko.

Úvod ke scénářům

V následující části jsou zobrazeny výsledky řady analýz, které jsme pro objasnění šíření požáru provedli pomocí modelu FlamMap resp. FARSITE. Prvním úkolem týmu bylo rekonstruovat průběh požáru a je možno ho označit jako za nejdůležitější. Pomocí tohoto scénáře byl model nakalibrován na specifické podmínky, které panovaly v Národním parku České Švýcarsko během požáru. Získané informace pak umožňují vyplnit případné nejasnosti a mezery zejména v otázkách charakteru požáru (např. šlo o korunový požár?) či šíření (šířil se požár kontinuální “frontou” nebo byl podporován i vznikem sekundárních ohnisek tzv. “spotting” atd.). V dalších krocích byly pomocí scénářů izolovány hlavní klimatické faktory, které napomohly rozšíření požáru. Závěrem jsme se pokusili předestřít možné chování požáru za situace, kdy by na místě požárního perimetru zůstaly po napadení kůrovcem rozsáhlé plochy holin, případně jak by probíhal požár v kůrovcem nepoškozeném smrkovém lese.

Vzhledem ke skutečnosti, že je pracováno s modelem, je nutné si uvědomit, že model nikdy nedokáže zachytit 100 % realitu a je stále mnoho informací, které nejsou nyní dostupné a nejsou zahrnuty do modelování (např. požární útoky a hašení, přesné meteorologické parametry z místa požáru).

1) Scénář realita

Parametry nastavení tohoto scénáře jsou uvedeny níže. V následujících scénářích byly tyto parametry převzaty a upraveny pro potřebu jednotlivých scénářů. Tyto úpravy jsou popsány v úvodu příslušných scénářů.

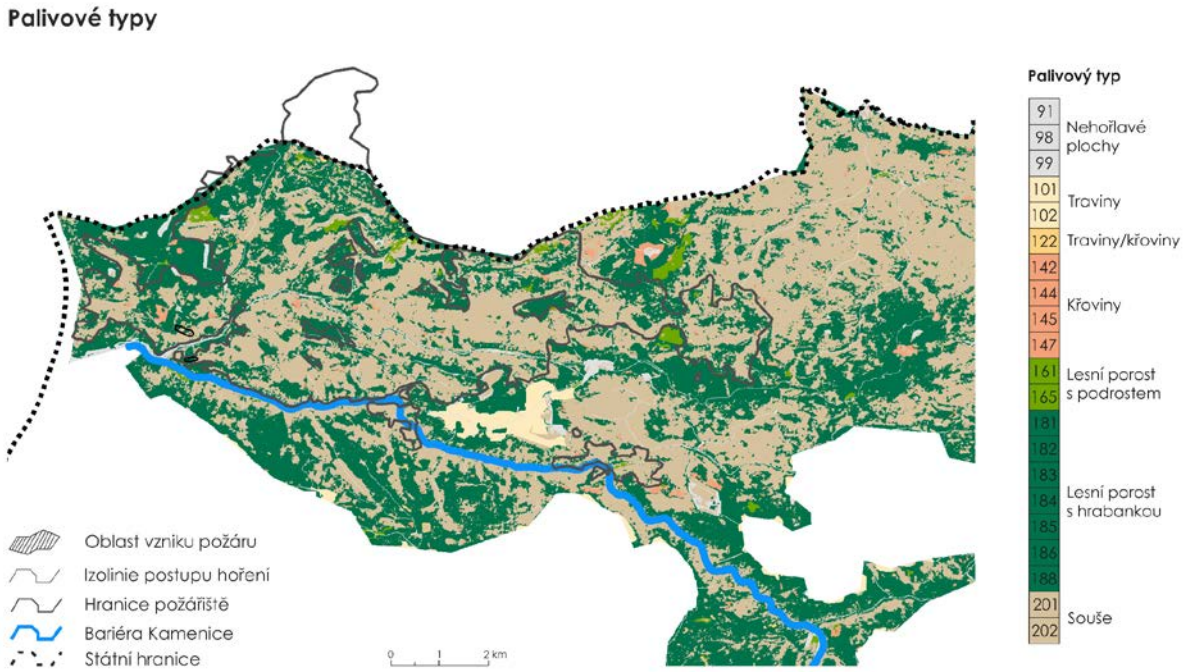
Na základě dostupných informací ze stanice pro monitoring vlhkosti paliva sítě Firerisk, která byla umístěna přímo v NP (lokalita Mezní Louka) a shořela v průběhu požáru, bylo patrné, že vlhkost mrtvého paliva byla nízká. Bezprostředně před vypuknutím požáru a během něj se hodnoty 10hodinového paliva pohybovaly v rozmezí 6–11 % vlhkosti. Dostupná data z měření usnadnila nastavení vlhkosti mrtvého paliva pro simulaci požáru. Hodnoty pro mrtvé palivo mimo živý les byly nastaveny na hodnoty 6, 7, 8 %, což odpovídá defaultnímu nastavení programu FlamMap. Mrtvé palivo, které se nachází v živých lesních porostech bylo nastaveno na 3, 4, 5 %. Toto bylo dáno zjištěním, že v živých stojících lesích byla před požárem v síti stanic Botanického ústavu AV ČR měřena nižší půdní vlhkost než v ostatních vegetačních typech, především v souších. Vlhkost živého paliva pro bylinné patro byla nastavena na 60 % (pro určité palivové typy byla hodnota zvýšena na 90

%) a pro stromové patro na 90 %. Hodnota vlhkosti listoví byla nastavena na 80 %. Tyto hodnoty vycházejí z publikace Scott and Burgan (2005) a byly konzultovány s odborníky z Missoula Fire Sciences Laboratory.

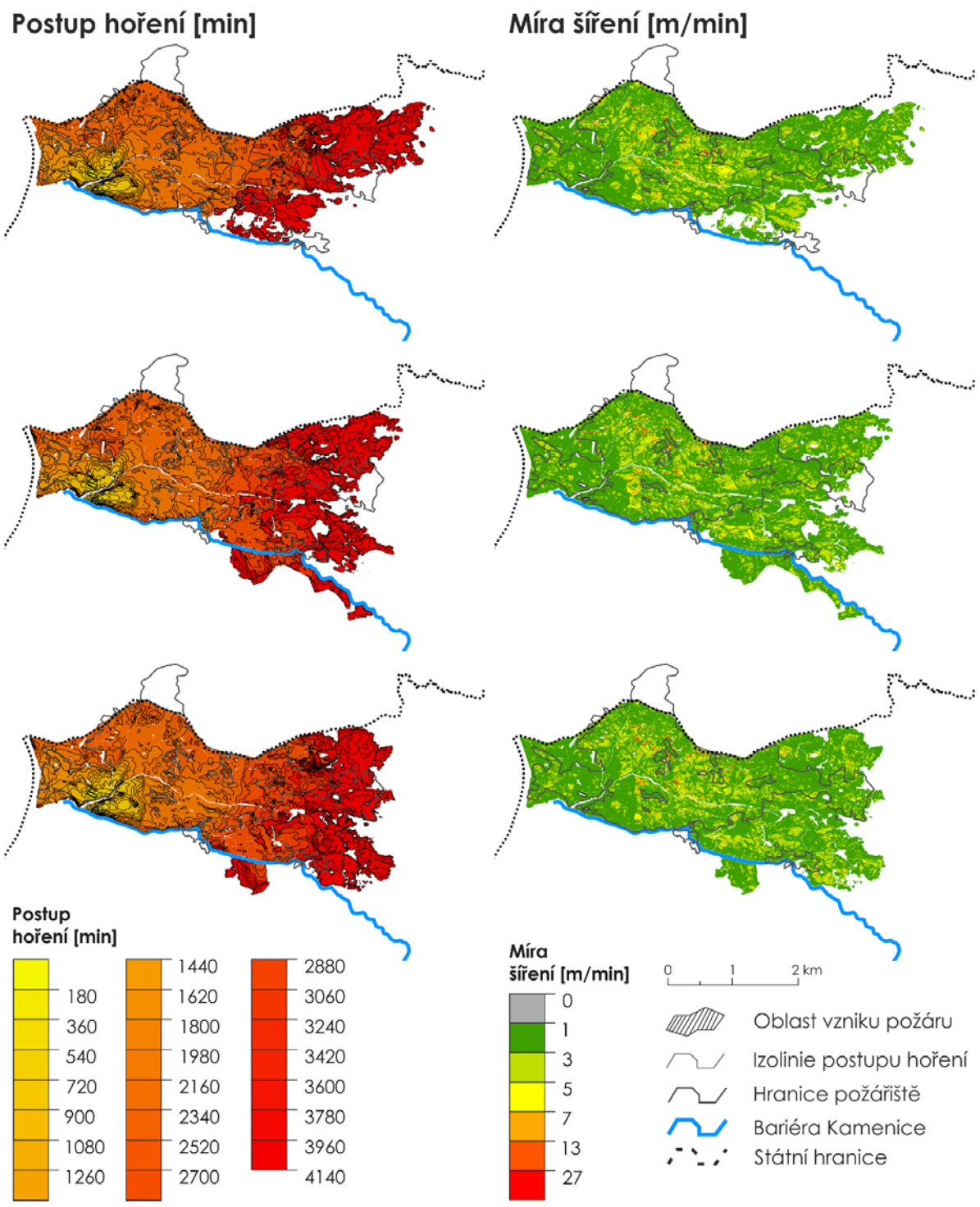
Simulační doba požáru byla nastavena od 24. 07. 2022 1:00, kdy bylo NP stanoveno reálné vypuknutí požáru, do 26. 07. 2022 22:00 hod, kdy se požár rozšířil téměř do svého konečného perimetru. Kondiciování paliva probíhalo 4 hodiny před požárem. Simulace probíhaly za využití implementovaného modelu WindNinja, který je založen na vstupu staničních dat rychlosti a směru větru a umožňuje modelovat co nejpřesnější výsledky pohybu větru v terénu. Podrobněji o modelu WindNinja v certifikované metodice Trnka et al. (2021).

Prostorové rozlišení v průběhu jednotlivých simulací, bylo nastaveno na co nejvyšší (5 × 5 m), aby byly výsledky co nejméně zhlazeny. Řeka Kamenice byla v modelování označena jako bariéra. Pro simulaci korunových požárů byl použit model Scott/Reinhardt.

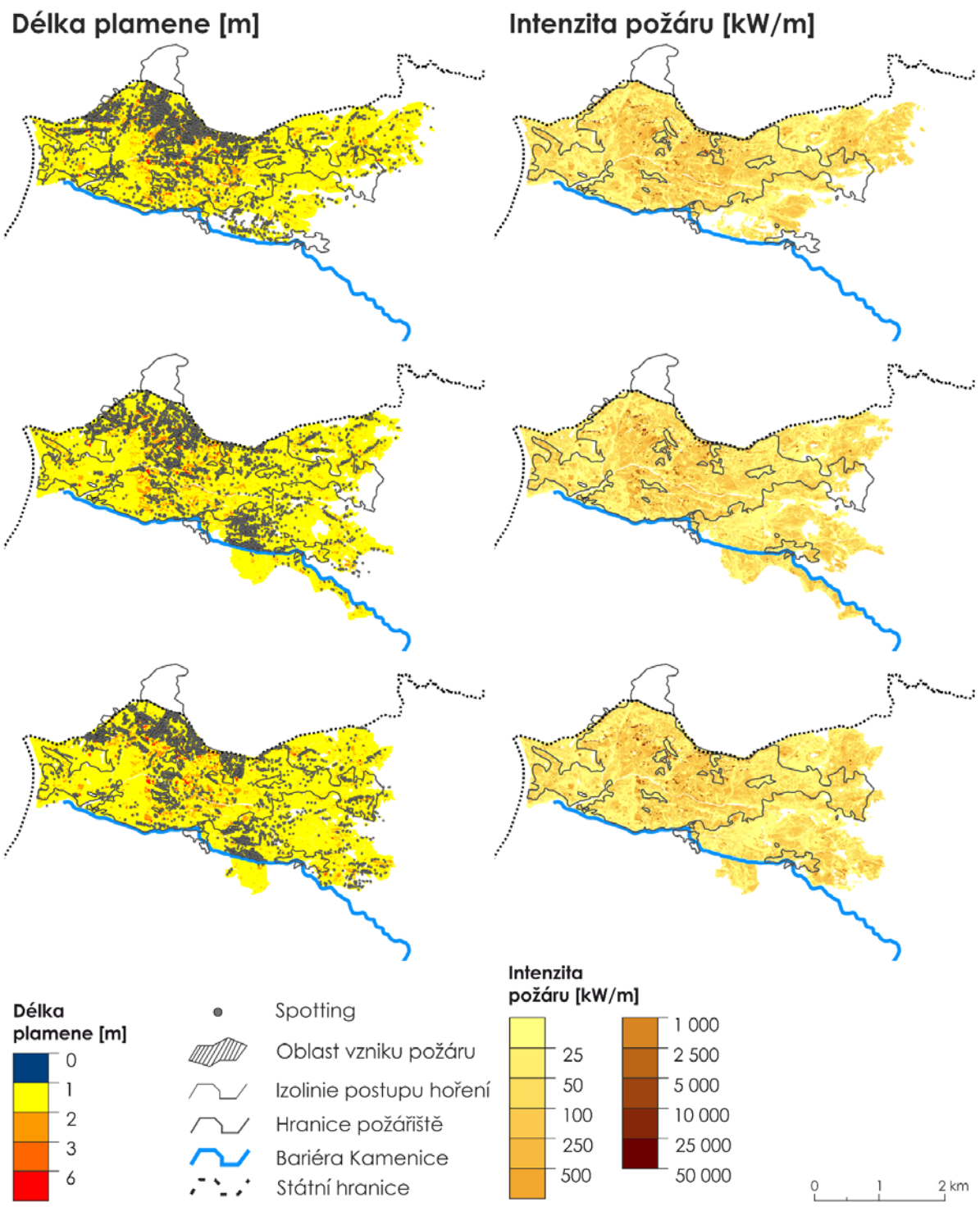
Pro modelaci byla využita meteorologická data z meteorologické stanice Tokáň, která je umístěna ve východní části NP a je poměrně vzdálená od samotného požáru. Jedná se o nejbližší meteorologickou stanici, která je provozována NP. Z analýzy dat tato stanice vychází jako nejvhodnější vůči okolním dostupným stanicím ze sítě ČHMÚ (vzdálenost, nadmořská výška, terén). Pro zachycení správného rozsahu proběhlého požáru, který se během tří dnů rozšířil v podstatě do finálního rozsahu, je nutné uměle zvýšit naměřené hodnoty nárazů. Tento proces je aplikován i na vývojovém pracovišti v Missoule, protože je zřejmé, že vzdálená meteorologická stanice nedokáže postihnout reálný vítr v místě požáru. Z analýz uvedených v meteorologicko-klimatologické části, ale také z vlastních výsledků modelu FlamMap vyplývá, že naměřené hodnoty rychlosti větru na meteorologických stanicích jsou bohužel výrazně podhodnocené. V neposlední řadě je nutné mít na zřeteli, že požár tohoto rozsahu ovlivňuje proudění vzduchu, které bylo s ohledem na specifický terén národního parku (soutěsky, skalní útvary) výrazně umocněno. Tomu napovídají i nashromážděné svědecké výpovědi pracovníků národního parku a AOPK.



Obr. 70 Vstupní vrstva do programu FlamMap v rozlišení 5 x 5 m, palivové typy pro scénář 1



Obr. 71 Ukázka tří simulací reflektující reálný postup požáru za aktuálně dostupných informací, a to na příkladu charakteristiky požáru Postup hoření a Míry šíření



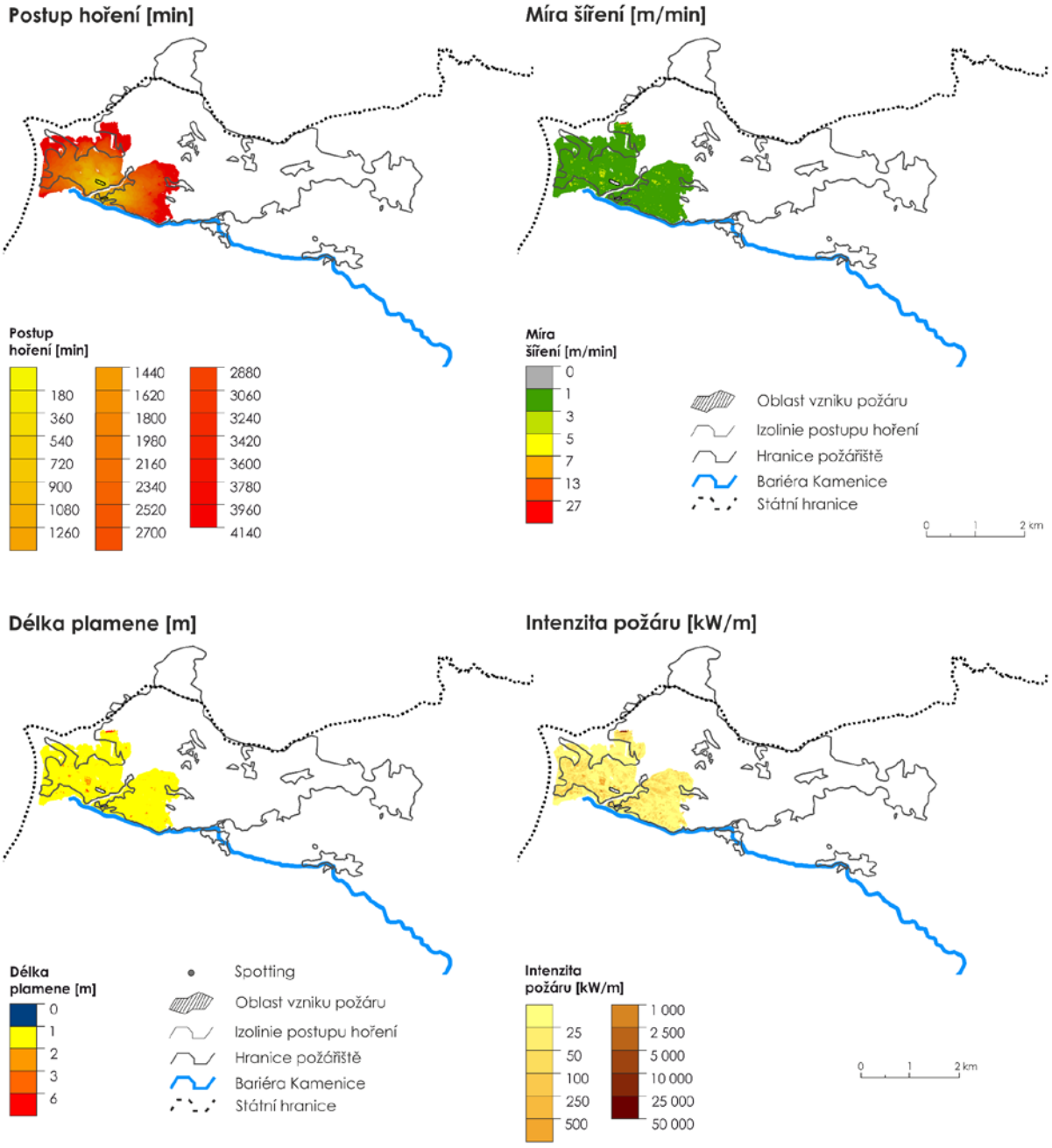
Obr. 72 Ukázka tří simulací reflektující reálný postup požáru za aktuálně dostupných informací, a to na příkladu charakteristiky požáru Délka plamene a Intenzita požáru

2) Scénář naměřené průměrné rychlosti a nárazy větru

Ve druhém scénaři byly simulovány dvě různé modelace kdy v části A) je použita naměřená průměrná rychlost větru a v části B) naměřené hodnoty nárazů ze stanice Tokáň. V tomto scénáři se tedy pracuje s nižšími hodnotami větru než ve scénáři 1.

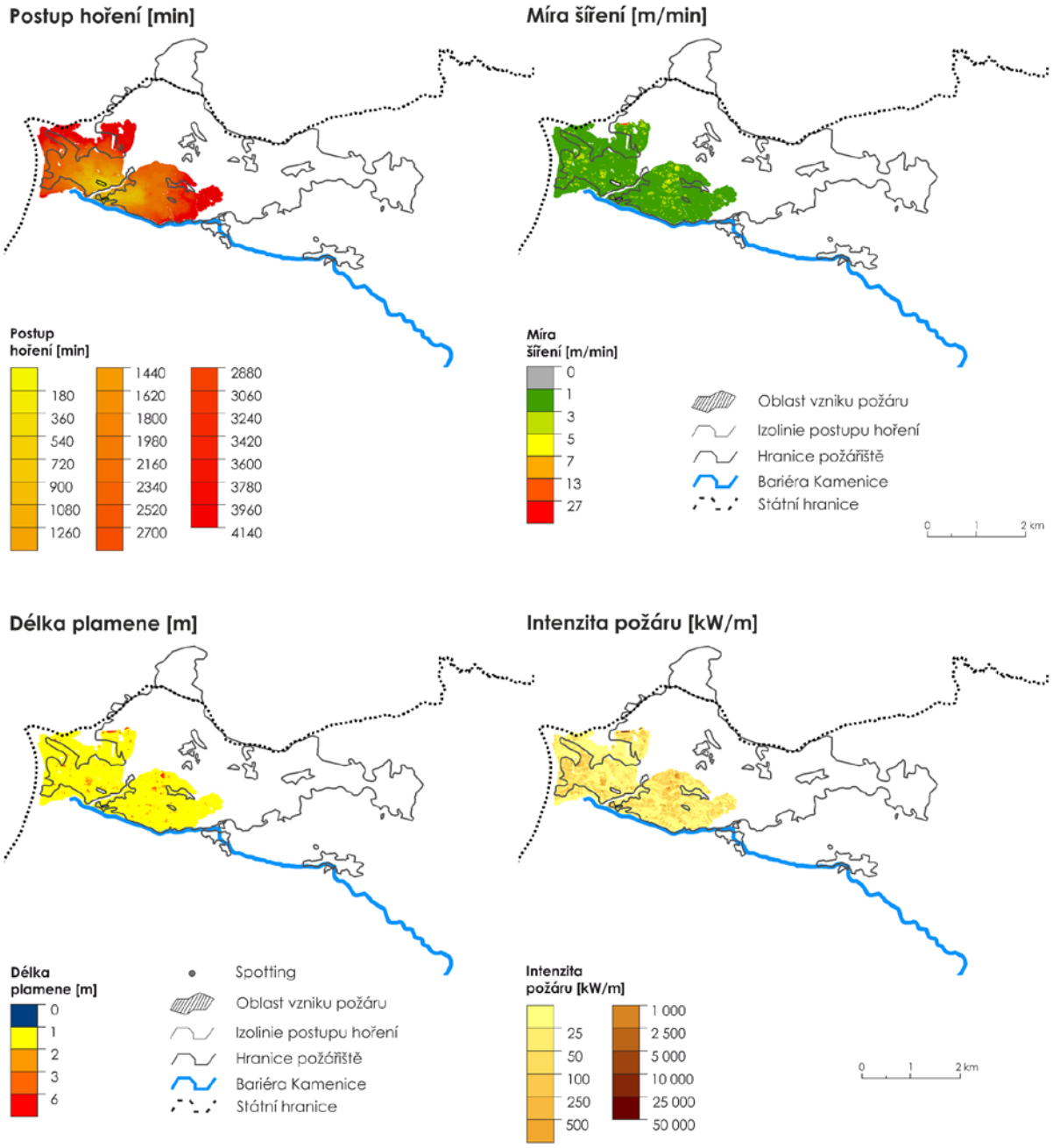
Z následujících dvou obrázků (Obr. 73,74) je patrné, že nižší rychlost větru způsobuje menší rozlohu požáru a ve scénáři 2 se tak požár nerozšíří do podoby, ve které byl v reálné situaci. Což potvrzuje i tvrzení výše, že meteorologická stanice podhodnocuje meteorologický prvek - vítr a samozřejmě mohly být jiné povětrnostní podmínky v místě meteorologické stanice.

2A) HODINOVÁ PRŮMĚRNÁ RYCHLOST VĚTRU



Obr. 73 Postup hoření a míra šíření za změněných podmínek větru (průměrná rychlost a příslušný směr na meteorologické stanici Tokáň)

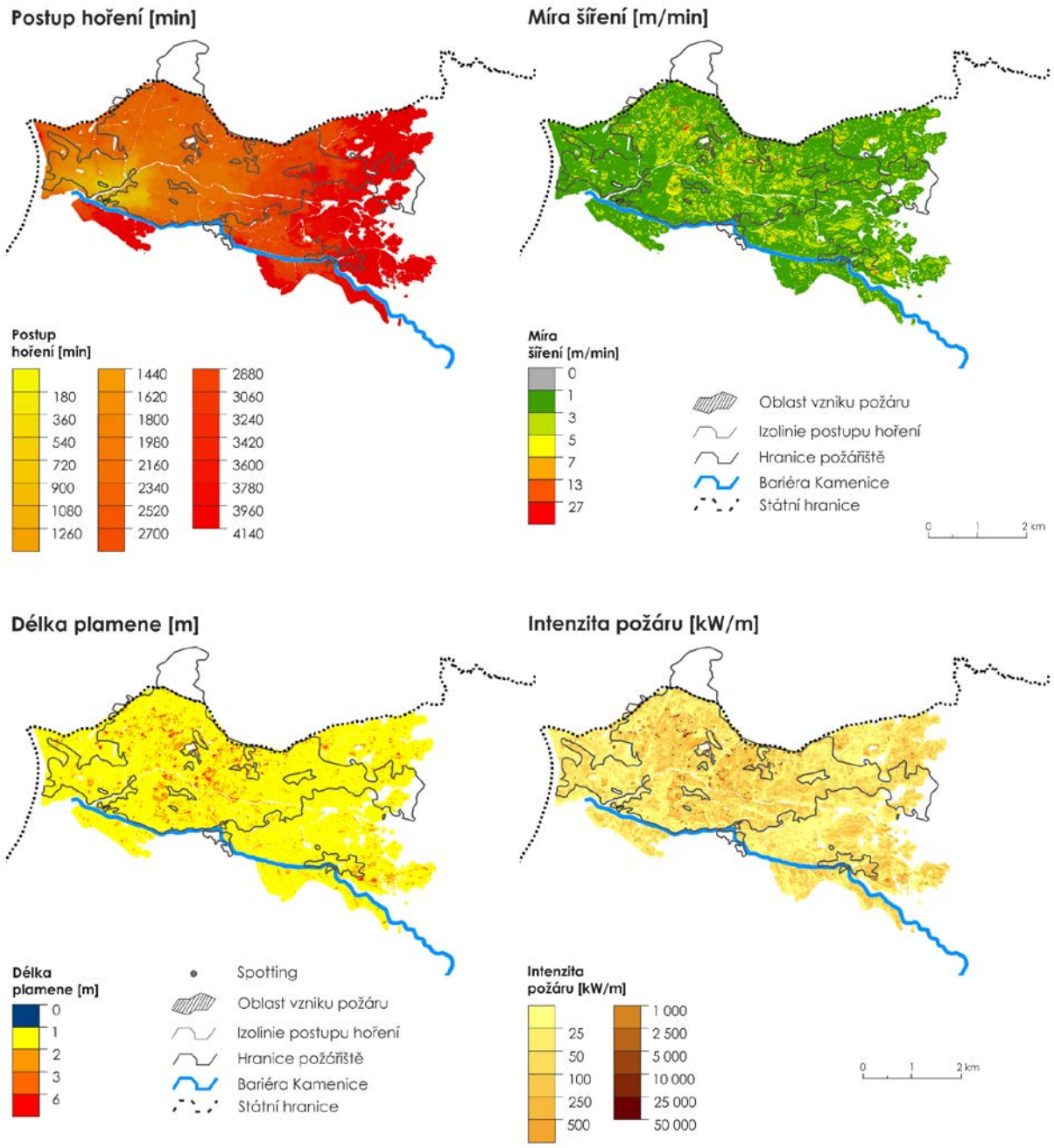
2B) HODINOVÝ NÁRAZ VĚTRU A PŘÍSLUŠNÝ SMĚR VĚTRU



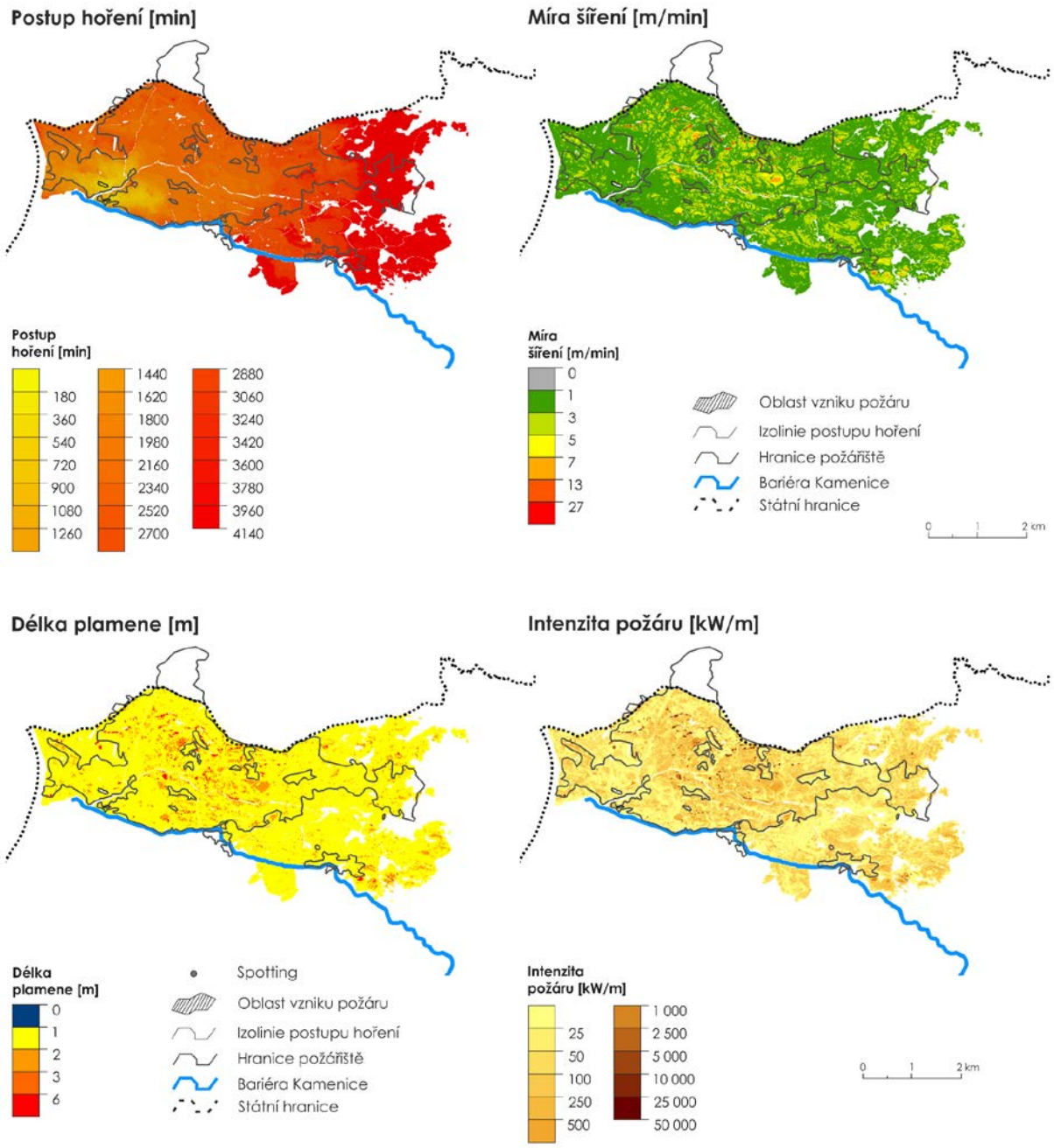
Obr. 74 Postup hoření a míra šíření za změněných podmínek větru (naměřené nárazy větru a příslušný směr na meteorologické stanici Tokáň)

3) Scénář snížení teploty

Ve scénáři 3 byly spouštěny simulace, u kterých byla snížena teplota o 20 % a posléze o 50 % vůči naměřené teplotě na stanici Tokáň. Ostatní vstupní parametry byly ponechány ve stejném nastavení, jako ve scénáři 1. Výsledky proběhlých běhů jsou k dispozici na Obr. 75 a Obr. 76.



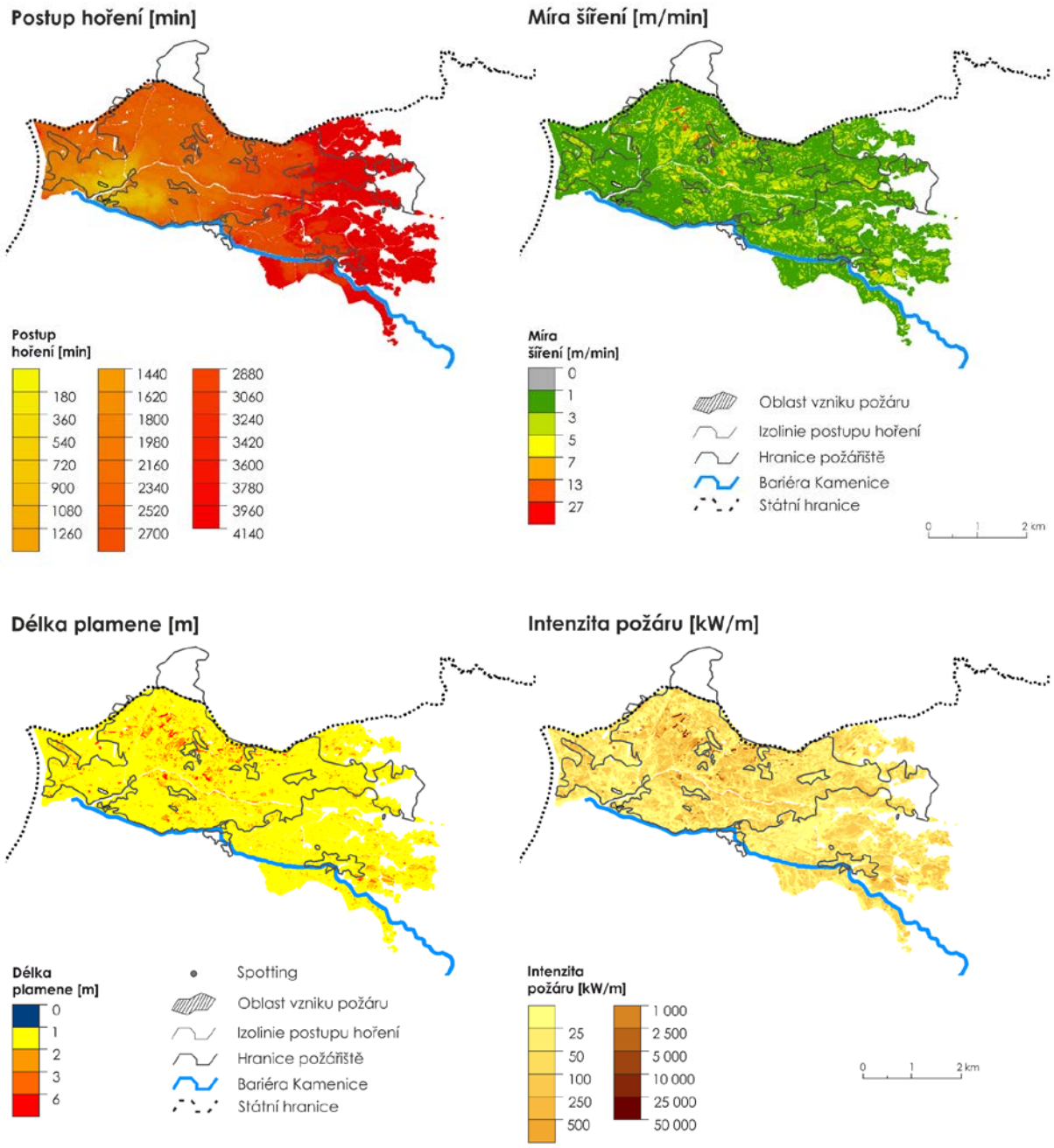
Obr. 75 Simulace požáru, kdy došlo ke snížení teploty o 20 % oproti naměřené teplotě na meteorologické stanici Tokáň, veškeré další parametry zůstaly stejné jako ve scénáři 1



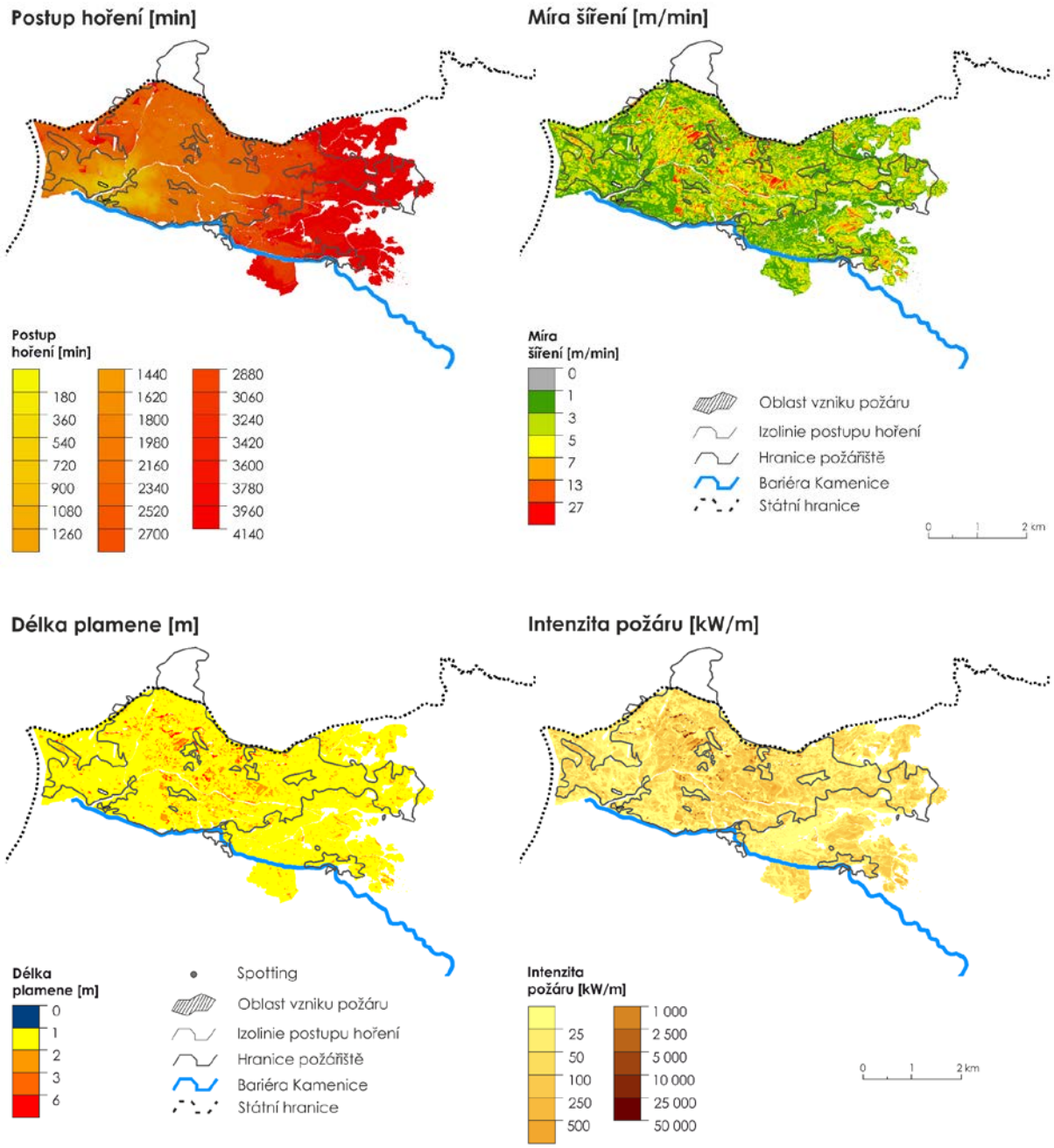
Obr. 76 Simulace požáru, kdy došlo ke snížení teploty o 50 % oproti naměřené teplotě na meteorologické stanici Tokáň, veškeré další parametry zůstaly stejné jako ve scénáři 1.

4) Scénář bez sucha

Ve scénáři 4, který simuluje situaci v oblasti bez výskytu sucha, byla použita vyšší vlhkost mrtvého a živého paliva v modelu podle scénářů uvedených ve Scott and Burgan (2005). Veškeré ostatní parametry byly ponechány stejné jako ve scénáři 1.



Na Obr. 77 došlo ke změně mrtvého paliva na scénář Moderate (D3), která dosahovala hodnot 9, 10 a 11 % a u živého paliva byl také použit scénář Moderate (L3), který představuje hodnoty byly 90 a 120 %.

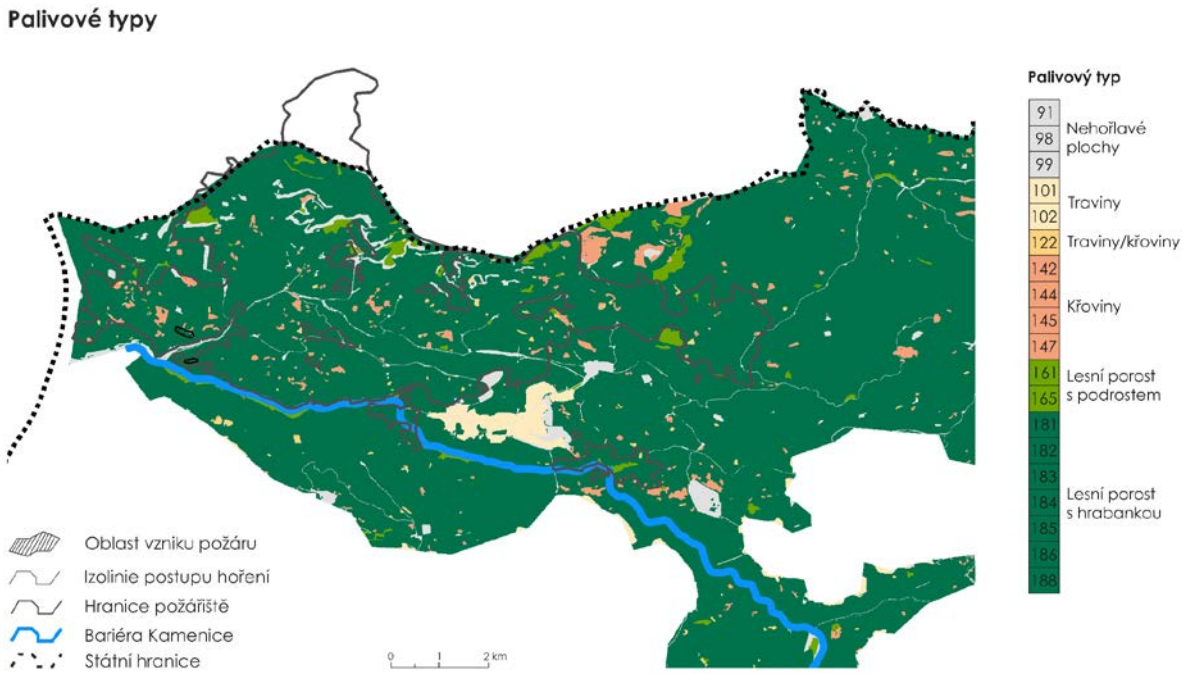


Na Obr. 78 byl použit nejvyšší uváděný scénář představující vysokou vlhkost (High, D4) s hodnotami 12, 13, 14 % a v živém palivu byly hodnoty nastaveny na 120 a 150 %, což představují plně zelený porost (fully green, uncured).

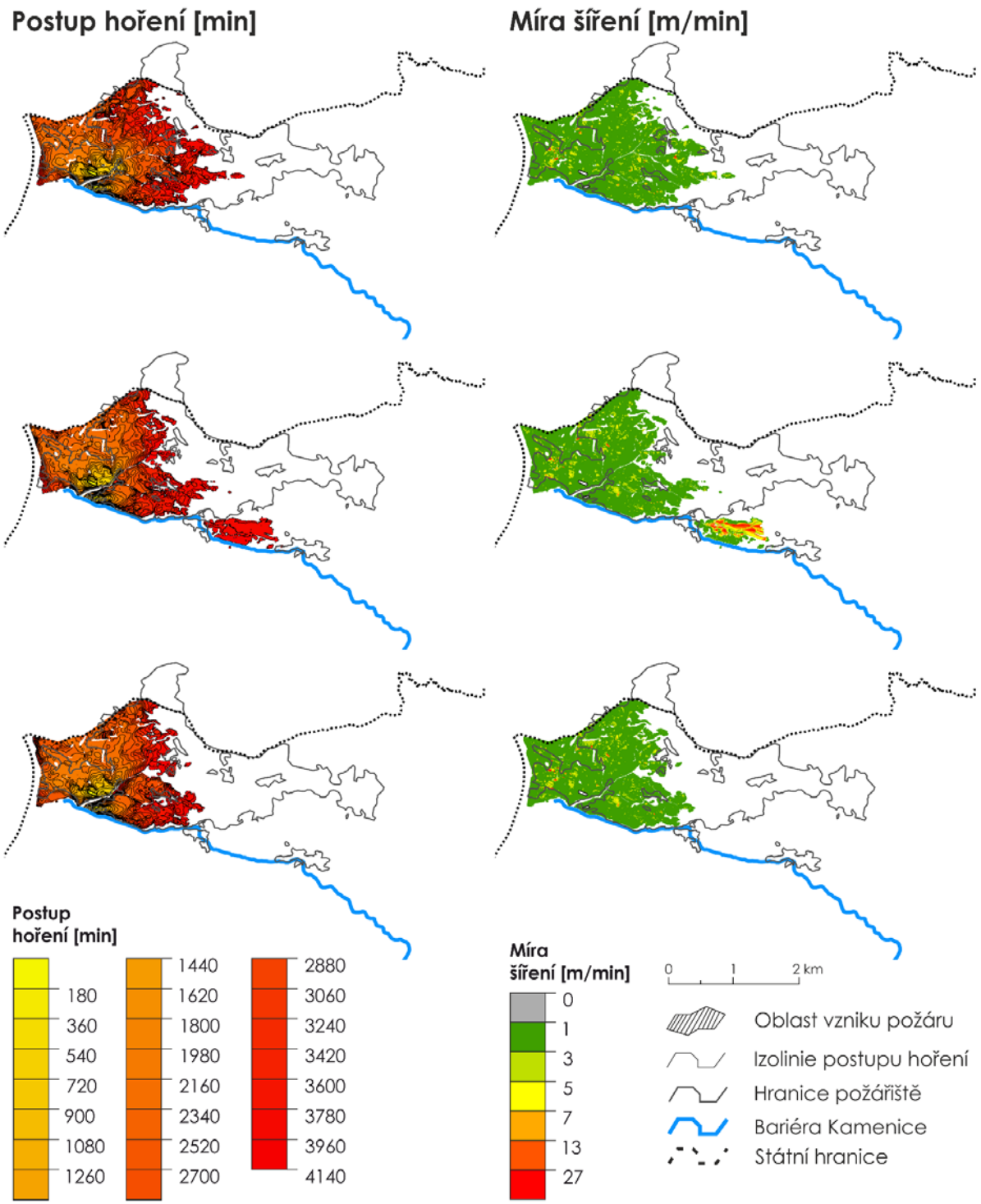
5) Scénář stojící zdravý smrkový les

Ve scénáři 5 probíhala simulace požárního chování ve zdravém smrkovém lese, který se na území vyskytoval před rokem 2018, kdy v oblasti NP začala rozsáhlá kůrovcová kalamita. V tomto případě došlo ke změně palivového typu reflektující smrkový porost a následně byly změněny i vrstvy, které souvisí s korunovou charakteristikou a korunovým zápojem.

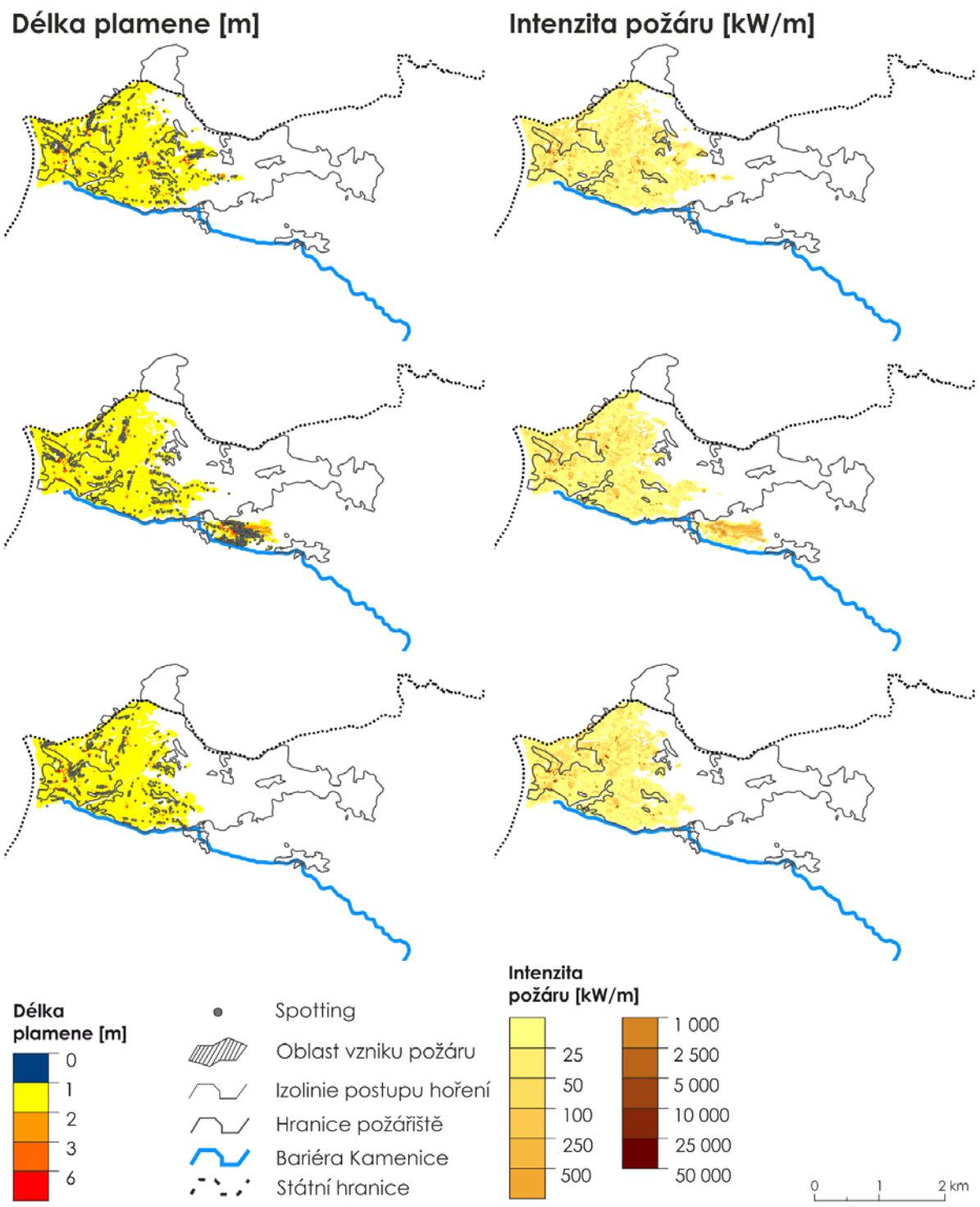
V tomto případě byla snížena vlhkost mrtvého paliva pod lesním porostem na 3, 4, 5 %, zatímco ve zbytku krajiny byla nastavena na 6, 7, 8 %. Vlhkost živého paliva pro podrost a stromy byla nastavena na 60 a 90 %.



Obr. 79 Vstupní vrstva do programu FlamMap v rozlišení 5 × 5 m, palivové typy pro scénář 5



Obr.80 Ukázka tří simulací představující požár ve zdravém smrkovém lese

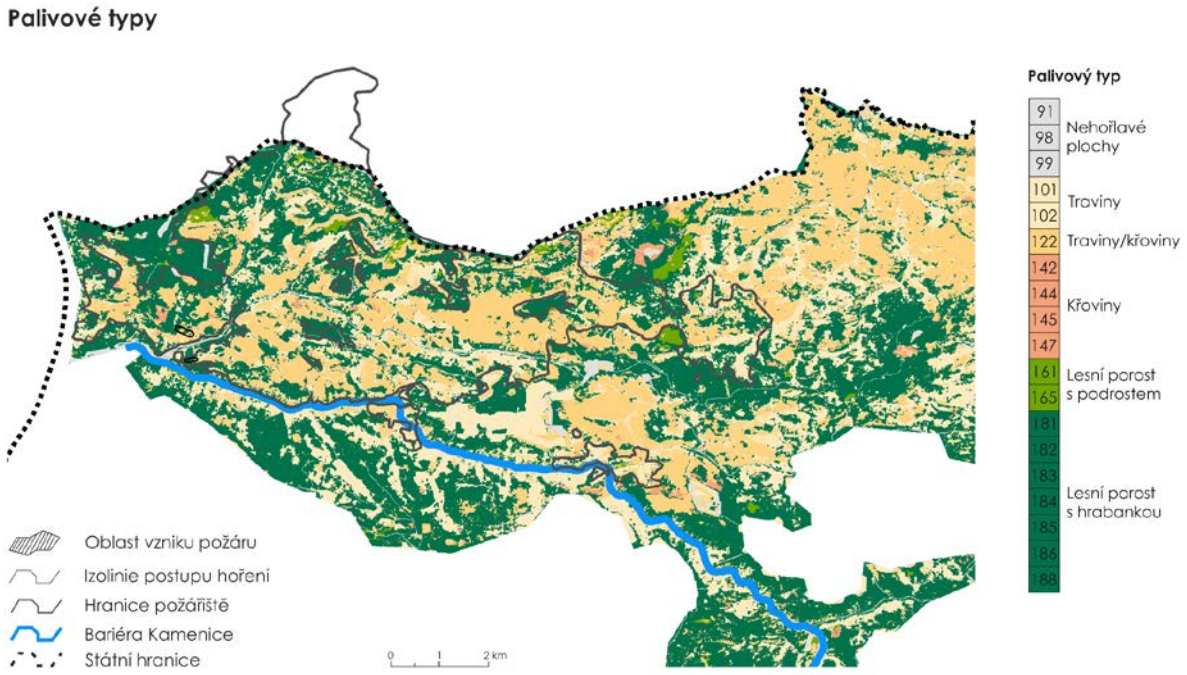


Obr.81 Ukázka tří simulací představující požár ve zdravém smrkovém lese

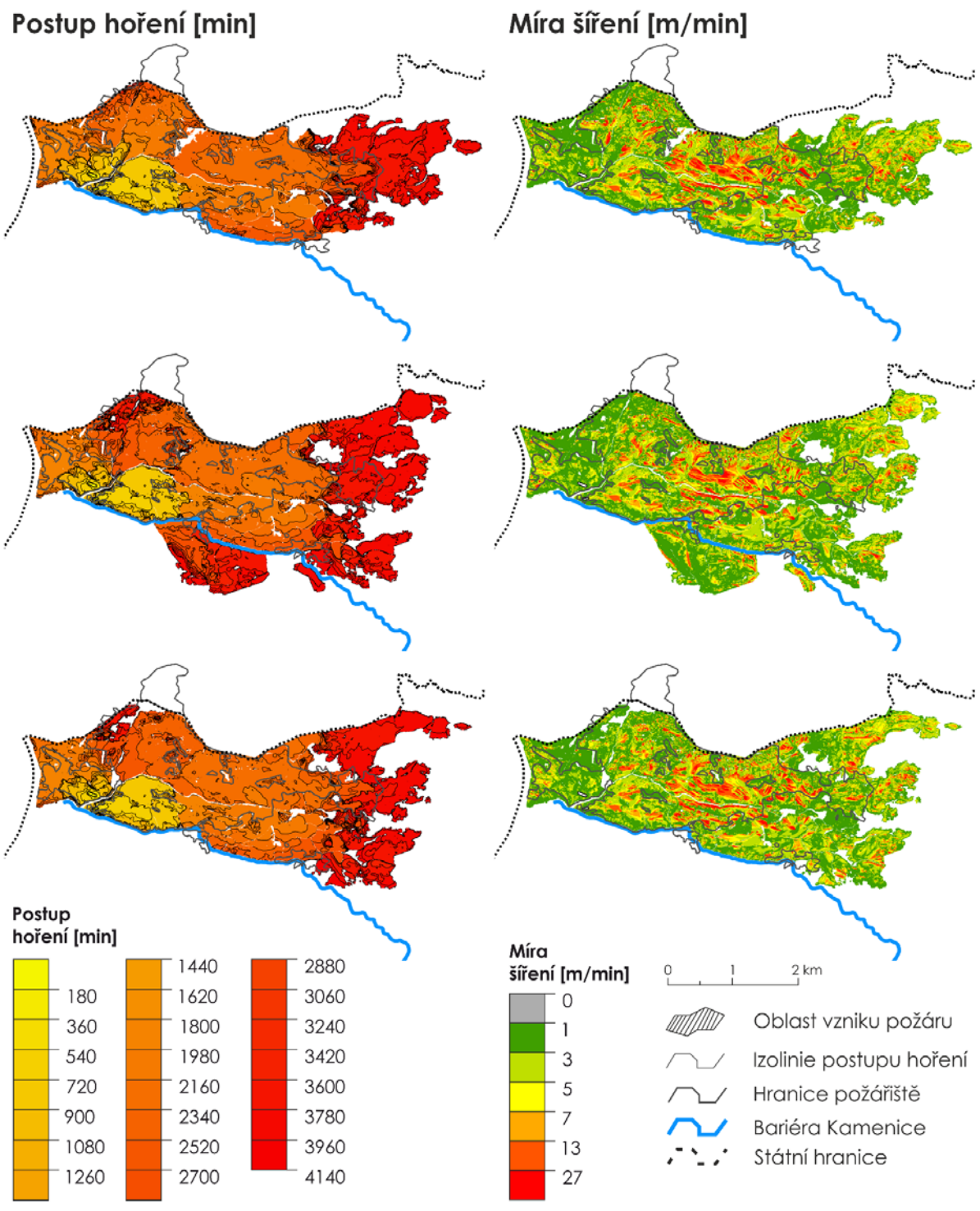
Z výsledků simulací je patrné, že v případě požáru ve zdravém smrkovém lese by se požár nedokázal během simulované doby rozšířit na rozsah reálného požáru. Nicméně otázkou zůstává možnost vzniku podstatného korunového požáru. S ohledem na nedostatek času pro zpracování resp. rekonstrukci korunových charakteristik lesa, se řešitelský tým domnívá, že tento aspekt je výrazně podhodnocen a projevil by se jak zvýšenou intenzitou požáru, tak rychlejším šířením. V další verzi zprávy tak předpokládáme podstatné změny v případě tohoto scénáře.

6) Scénář holiny

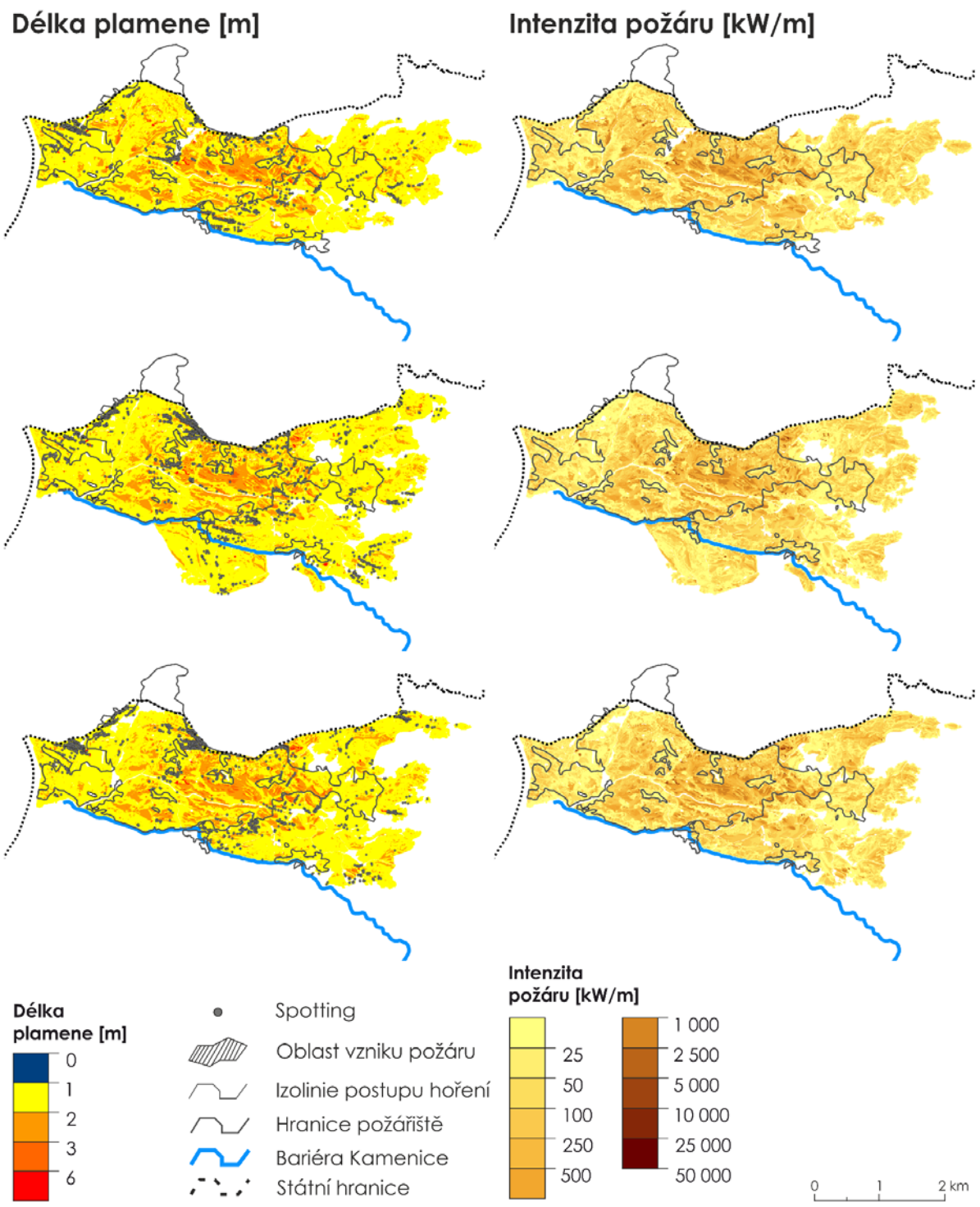
V šestém scénáři byl změněn palivový typ v oblastech souší, který odráží přirozenou sukcesi po kompletním odtěžení stromů a veškeré mrtvé dřevní biomasy. V oblastech, které byly zasaženy kůrovcovou kalamitou v roce 2018 a 2019 byl přiřazen travino-křovinný palivový typ a v oblastech zasažených v letech 2020 a 2021 byl přiřazen travní palivový typ.



Obr. 82 Vstupní vrstva do programu FlamMap v rozlišení 5 x 5 m, palivové typy pro scénář 6



Obr. 83 Ukázka tří simulací představující požár v holinách, Postup hoření a Míra šíření



Obr.84 Ukázka tří simulací představující požár v holinách, Délka Plamene a Intenzita požáru

Z výsledků simulací je zřejmé, že požár by se v takovém scénáři rozšířil za hranice svého reálného rozsahu. Současně je zřejmé, že by hoření v holinách probíhalo s podstatně vyšší rychlostí a intenzitou, a je otázkou nakolik by se podařilo takový požár dostat pod kontrolu. Současně je ale zřejmé, že by s ohledem na nižší zásobu paliva netrval požár v ohraničeném perimetru tak dlouhou dobu.

Shrnutí z modelování

Intenzivní práce na rekonstrukci požáru v NP České Švýcarsko probíhala s využitím zkušeností špičkového světového pracoviště v USA a umožnilo velmi rychlé zpracování výsledků. Ty ukazují, že primární příčinou rychlého a v prvních dnech nezvladatelného šíření požáru byly mimořádně příznivé podmínky, a to zejména vysoké rychlosti větru, s velmi nízkou vlhkostí paliva, vzduchu a půdy a také vysokou teplotou. Nejpodstatnější se jeví i místo, čas a nejspíše i způsob zapálení. Protože se jednalo nejspíše o zapálení vyšší intenzity, došlo k rychlému šíření požáru do stavu, kdy v ranních hodinách 24.7. již požár postihl poměrně velkou plochu, ze které se mohl rychle šířit. Model byl využit i pro odhad charakteru šíření požáru při odstranění souší tedy v terénu pokryté spíše travinou a křovinou vegetací, byť takový zásah do charakteru území by byl v rozporu s platnou legislativou. Výsledky modelu jasně ukazují, že v takovém případě by charakter požáru mohl být z určitého pohledu ještě nebezpečnější.

Autoři upozorňují na následující aspekty předložené modelové analýzy:

- V simulacích nejsou zahrnuty požární útoky a hašení
- Směr a rychlost větru pochází z meteorologické stanice NPČŠ Tokáň, která je východně od proběhlého požáru; ačkoliv je nejlépe využitelná z okolí, vítr je velmi proměnlivý parametr v rámci konkrétního terénu
- Terén NPČŠ je velmi členitý - ačkoliv byly simulace prováděny s nejlepším možným rozlišením 5 × 5 m, atypické skalní útvary jako skalní věže, stěny a jiné pískovcové tvary nelze modelově podchytit
- Model neuvažuje tzv. backing a flanking oheň
- Model zahrnuje stochastické procesy, a některé náhodné jevy např. spotting lze řešit pouze analýzou pravděpodobností
- Samotné modelové šíření požáru je ovlivněno kvalitou a rozsahem dostupných dat. Bohužel v době zpracování zprávy nebyla k dispozici data z německé části parku ani ze širšího okolí NP na české straně. Bez těchto dat nelze některé simulace provádět s dostatečnou mírou robustnosti.

Modelová analýza potvrdila, že šíření požáru nešlo v daných podmínkách jednoduše zabránit. Ačkoliv lze modelové výstupy dále zpřesnit, předložená studie dokládá vhodnost uplatnění kalibrovaného analytického nástroje FlamMap pro podmínky šíření požáru v lokálních podmínkách. Cenná je především možnost scénářových analýz definovaného spektra vstupních podmínek a možnost analyzovat význam jednotlivých faktorů.

Pro další etapu vyhodnocení požáru je nezbytné:

- rozšířit vstupní datové soubory na širší okolí parku a také na území německé části parku;
- zpracovat detailní data z lidarových pozorování pro vyhodnocení datové vrstvy;
- informace o rozsahu a načasování zásahu HZS;
- výsledky šetření Policie ČR a HZS určující přesné místo a způsob zapálení.

Literatura

Scott, Joe H.; Burgan, Robert E. 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 72 p

Trnka, M., Kudláčková, L., Možný, M.; Beranová, J., Štěpánek, P., Vizina, A., Hanel, M., Čermák, M. Vyhodnocení rizika a předpověď přírodních požárů v bezprostředním okolí povrchových zdrojů pitné vody. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v.i.; 2021. Certifikovaná metodika MZP/2022/020/68. Dostupné z: www.firerisk.cz

Trnka, M. et al. (2020): Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu. Certifikovaná metodika. Věstník Ministerstva životního prostředí 6/2022, Praha, 76 stran, www.firerisk.cz, www.mzp.cz

Trnka, M. et al. (2020): Systém indikátorů rizik přírodních požárů (ověření různých postupů stanovení rizika vzniku přírodních požárů) včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému. Certifikovaná metodika, Ministerstvo životního prostředí. Praha, Věstník Ministerstva životního prostředí 6/2022, 85 stran, www.firerisk.cz ,www.mzp.cz

Beranová, J. et al. (2021): Prevence vzniku a šíření přírodních požárů v bezprostředním okolí povrchových zdrojů pitné vody včetně metod pro odhad důsledků případného výskytu. Certifikovaná metodika, Ministerstvo životního prostředí, Věstník Ministerstva životního prostředí 7/2022. Praha, 70 stran, www.firerisk.cz, www.mzp.cz

Trnka, M. et al. (2022): Vyhodnocení rizika a předpověď přírodních požárů v bezprostředním okolí povrchových zdrojů pitné vody. Certifikovaná metodika, Ministerstvo životního prostředí. Věstník Ministerstva životního prostředí 7/2022 Praha, 131 stran, www.firerisk.cz,www.mzp.cz

7. Opakované měření inventarizačních ploch po požáru ke zjištění intenzity hoření dřevní hmoty

Jiří Zahradníček

Cíl studie

Studie vychází z opakovaného změření inventarizačních ploch lesa (IL), které byly založeny a změřeny na území požářiště roku 2022 krátce před požárem. Cílem bylo zjistit orientační relativní (procentické) úbytky dřevní hmoty při různých intenzitách hoření.

Metodický postup

Pro měření bylo vybráno celkem 12 inventarizačních ploch na území požářiště roku 2022, které byly změřeny před požárem v průběhu roku 2021 a 2022 a které reprezentují čtyři vymezené typy intenzity požáru ("síly hoření"). Pro každý typ hoření byly v terénu vyhledány 3 reprezentativní inventarizační plochy a proběhlo na nich opakované měření podle shodné metodiky jako při prvním šetření v letech 2021 až 2022.

Metodický postup šetření na inventarizační ploše byl rozšířen o položky týkající se hodnocení intenzity požáru (síly hoření) a intenzity poškození jednotlivých stromů požárem.

ID	Intenzita požáru (síla hoření)
100	Nepoškozeno
200	Mírný - ožehnutí
300	Mírný - zahoření
400	Střední
500	Intenzívní

ID	Poškození stromu požárem
100	Živý nepoškozen
200	Živý sežehnutý
300	Mrtvý sežehnutý
400	Ohořelý povrch
500	Prohořelý do 1/4 objemu
600	Prohořelý do 1/2 objemu
700	Prohořelý nad 1/2 objemu
800	Shořel

Výsledky hodnocení poškození jednotlivých stromů požárem na inventarizačních plochách byly kvantifikovány podle níže uvedené tabulky (redukční faktor) a přepočteny na 1 ha podle jejich polohy v inventarizačním kruhu. Objem stojících a ležících stromů před požárem byl porovnán s objemem stojících a ležících stromů po požáru. Celkový hektarový rozdíl v objemu stromů před požárem a po požáru byl dále vyjádřen procenty, jako relativní úbytek z počátečního objemu stromů před požárem. Výstupem je přehled o relativním (procentickém) úbytku celkového objemu stromů na jednotlivých plochách dle intenzity požáru (síly hoření). Pro každou hodnocenou inventarizační plochu byl dále zjištěn výchozí podíl živých a suchých stromů včetně podílu suchých stojících a suchých ležících stromů.

ID	Poškození stromu požárem	Redukční faktor
100	Živý nepoškozen	1
200	Živý sežehnutý	1
300	Mrtvý sežehnutý	1
400	Ohořelý povrch	0,9
500	Prohořelý do 1/4 objemu	0,825
600	Prohořelý do 1/2 objemu	0,625
700	Prohořelý nad 1/2 objemu	0,375
800	Shořel	0

Výsledky

Výběr inventarizačních ploch

Ze souboru 84 inventarizačních ploch zpracovaných v letech 2021 až 2022 na území požářiště roku 2022 bylo vybráno 12 inventarizačních ploch reprezentujících vymezené intenzity požáru (síly hoření). Byly vybrány vždy 3 inventarizační plochy pro jednu ze čtyř intenzit hoření.

ID	X_m	Y_m	Intenzita požáru (síla hoření)
2006	-743184	-953808	200
2010	-742989	-953590	200
4038	-740977	-954601	200
4022	-741782	-953802	300
4059	-740188	-955010	300
4081	-739000	-954984	300
2048	-741163	-954609	400

2119	-738966	-955201	400
2123	-738775	-955005	400
2038	-741599	-953371	500
4037	-740989	-954995	500
4068	-739781	-955010	500

Charakteristika inventarizačních ploch před požárem

PLOCHA	Typ požářiště	V m3/ha PŘED	V m3/ha živé str.	%	% PRUM.
2006	200	332,67	175,87	52,87	39,28
2010	200	194,60	0,00	0,00	
4038	200	139,42	90,58	64,97	
4022	300	370,33	155,73	42,05	42,22
4059	300	390,90	77,40	19,80	
4081	300	499,04	323,44	64,81	
2048	400	203,74	108,61	53,31	28,64
2119	400	402,20	0,00	0,00	
2123	400	255,24	83,24	32,61	
2038	500	420,39	0,00	0,00	0,00
4068	500	332,67	0,00	0,00	
4037	500	519,46	0,00	0,00	

PLOCHA	Typ požářiště	V m3/ha suché	%	% PRUM.	V m3/ha ležící	%	% PRUM.
2006	200	156,80	47,13	60,72	0,00	0,00	0,00
2010	200	194,60	100,00		0,00	0,00	
4038	200	48,83	35,03		0,00	0,00	
4022	300	214,60	57,95	49,10	0,00	0,00	8,68
4059	300	313,50	80,20		0,00	0,00	
4081	300	45,60	9,14		130,00	26,05	
2048	400	95,13	46,69	56,04	0,00	0,00	15,32
2119	400	217,40	54,05		184,80	45,95	

2123	400	172,00	67,39		0,00	0,00	
2038	500	188,60	44,86	57,79	231,79	55,14	42,21
4068	500	144,49	43,43		188,18	56,57	
4037	500	441,86	85,06		77,60	14,94	

PLOCHA	Typ požářiště	V m3/ha PŘED	V m3/ha listn.	%	% PRUM.
2006	200	332,67	60,14	18,08	27,68
2010	200	194,60	0,00	0,00	
4038	200	139,42	90,58	64,97	
4022	300	370,33	56,13	15,16	5,05
4059	300	390,90	0,00	0,00	
4081	300	499,04	0,00	0,00	
2048	400	203,74	108,61	53,31	28,64
2119	400	402,20	0,00	0,00	
2123	400	255,24	83,24	32,61	
2038	500	420,39	0,00	0,00	0,00
4068	500	332,67	0,00	0,00	
4037	500	519,46	0,00	0,00	

PLOCHA	Typ požářiště	V m3/ha jehl.	%	% PRUM.	V m3/ha SM	%	% PRUM.
2006	200	272,53	81,92	72,32	46,24	13,90	49,64
2010	200	194,60	100,00		194,60	100,00	
4038	200	48,83	35,03		48,83	35,03	
4022	300	314,20	84,84	94,95	314,20	84,84	53,47
4059	300	390,90	100,00		193,50	49,50	
4081	300	499,04	100,00		130,00	26,05	
2048	400	95,13	46,69	71,36	95,13	46,69	64,86
2119	400	402,20	100,00		402,20	100,00	
2123	400	172,00	67,39		122,20	47,88	

2038	500	420,39	100,00		420,39	100,00	
4068	500	332,67	100,00	100,00	332,67	100,00	100,00
4037	500	519,46	100,00		519,46	100,00	

Příloha: Fotodokumentace inventarizačních ploch

IP 2006 (typ požářiště 200)





IP 2010 (typ požářiště 200)





IP 4038 (typ požářiště 200)





IP 4022 (typ požářiště 300)





IP 4059 (typ požářiště 300)





IP 4081 (typ požářiště 300)





IP 2048 (typ požářiště 400)





IP 2119 (typ požářiště 400)





IP 2123 (typ požářiště 400)





IP 2038 (typ požářiště 500)





IP 4068 (typ požářiště 500)





IP 4037 (typ požářiště 500)





Relativní (procentické) úbytky dřevní hmoty při různých intenzitách hoření

PLOCHA	V m3/ha PŘED	V m3/ha PO	RED. m3/ha	RED. %	Typ požářiště	**PRUM. % ÚBYTEK**
2006	332,67	324,30	8,37	2,52	**200**	**4,33**
2010	194,60	184,36	10,24	5,26		
4038	139,42	132,15	7,27	5,21		
4022	370,33	318,24	52,09	14,07	**300**	**12,26**
4059	390,90	330,56	60,34	15,44		
4081	499,04	462,76	36,28	7,27		
2048	203,74	186,60	17,14	8,41	**400**	**11,88**
2119	402,20	344,76	57,44	14,28		
2123	255,24	222,23	33,01	12,93		
2038	420,39	310,40	109,99	26,16	**500**	**32,57**
4068	332,67	223,01	109,66	32,96		
4037	519,46	318,97	200,48	38,59		

Závěr

Při hodnocení relativního úbytku dřevní hmoty při různých intenzitách hoření je nutno vzít v úvahu, že výběr reprezentativních ploch pro jednotlivé typy požářiště byl proveden subjektivně. Poměrně snadné bylo nalézt reprezentativní plochy pro mírný typ požáru – ožehnutí a pro intenzívní typ požáru. Výsledky potvrzují neostrou hranici mezi mírným typem požáru – zahoření a středním typem požáru.

Výsledkem tohoto šetření je doporučení pracovat spíše se třemi typy požáru a to s mírným typem požáru – ožehnutí, kde došlo k průměrnému relativnímu (procentickému) úbytku dřevní hmoty ve výši 4,33 %, středním typem požáru, kde došlo k průměrnému relativnímu úbytku dřevní hmoty 12,07 % a intenzívním typem požáru, kde došlo k průměrnému relativnímu úbytku dřevní hmoty 32,57 %.

S ohledem na charakteristiky jednotlivých ploch dle typů intenzity požáru, lze konstatovat, že k mírnému typu požáru došlo na plochách, kde se před požárem vyskytoval 40% podíl živých stromů, z toho bylo 28 % listnáčů a nevyskytovaly se žádné ležící suché stromy.

Ke střednímu typu požáru došlo na inventarizačních plochách, kde byl podíl živých stromů ve výši 35 %, z toho bylo 21 % listnáčů, podíl suchých stojících stromů byl 53 % a podíl ležících suchých stromů byl 12 %.

K intenzívnímu typu požáru došlo na inventarizačních plochách, kde se nevyskytovaly živé stromy, podíl stojících suchých stromů byl 58 % a podíl ležících suchých stromů byl 42 %. Přičemž původní porost byl tvořen ze 100 % smrkem.

Při hodnocení relativního (procentického) úbytku dřevní hmoty při různých intenzitách hoření je potřeba mít na zřeteli i to, že vliv na intenzitu hoření měly i další okolnosti jako je reliéf terénu, proudění vzduchu a bezpochyby i hasební zásah.

8. Interpretace a dezinterpretace požáru z pohledu kognitivních procesů

Jan Krajhanzl

Zatímco nebezpečí je skutečné, vnímání rizika je vždy sociálně konstruované, upozorňuje jeden z klasiků psychologie hodnocení rizik Paul Slovic (1999: 689). Podobně také s pohromami: zatímco ekonomické škody nebo újma na zdraví je vždy reálná, jejich interpretace, stejně jako interpretace příčin pohromy, identifikace viníků či naopak hrdinů, je vždy sociálně konstruované.

Napětí mezi sociálně-konstruovanou verzí událostí na jedné straně a událostmi samotnými na straně druhé tak vytváří prostor, kterým se zabývají psychologické výzkumy (Winter, Koger, 2010). Ty ukazují, že existuje řada rizik, které má veřejnost tendenci oproti expertnímu hodnocení systematicky podceňovat, zatímco jiné přeceňovat. Jak ukazují statistiky, veřejnost např. přeceňuje nebezpečnost letů letadlem, teroristických útoků nebo v environmentální oblasti litteringu (odhazování odpadků), podceňuje naopak nebezpečí automobilových nehod, environmentální toxiny či snižování biodiverzity. Výzkumy tohoto systematického zkreslení vnímané nebezpečnosti nejrůznějších aktivit ukazují, že tato zkreslení jsou spojena s kognitivními procesy, tedy tím, jak lidé sbírají informace o světě a jak je zpracovávají, což vede k predikovatelnosti lidského vnímání v této oblasti (ibidem).

Za časových a finančních podmínek této komise je nabídnout data, která by empiricky doložila uvedenou problematiku v případu požáru v Národním parku České Švýcarsko. Každopádně na základě evidence v oblasti kognitivní psychologie je možné identifikovat několik procesů, které vnímání požáru v době pohromy, ale i těsně po ní provázely.

Pokácené kmeny jako palivové dříví

Jak upozornil německý sociolog Max Weber, svět kolem nás je pro lidskou psychiku plný „černých skříněk“ (Lassman et al., 1989). V současné době má většina z nás jen matnou představu o tom, jak geologicky vzniklo podloží v místě jejich bydliště, jak fungují proudové motory v letadle či jaká je přesně struktura státního rozpočtu – důležité pro nás je, jak věci fungují „uživatelsky“, nesnažíme se porozumět do hloubky procesům, které jsou uvnitř černé skříňky (ibidem).

Pro většinu populace, která se expertně nezabývá šířením požáru v lese, je podobnou černou skříňkou právě také dynamika požáru šířícího se v lesním ekosystému. Protože veřejnost nemá expertízu v této oblasti, prostřednictvím svého common sense (selského rozumu) (srv. Rawat, 2021) včetně četných heuristik si dovozuje, co a jak je hořlavé, jak rychle a jakým způsobem. Je přitom několik druhů kognitivních chyb, ke kterým během tohoto procesu dochází.

Při posuzování rizik jsme významně ovlivněni vizuálními faktory, v této souvislosti se hovoří o tzv. vizuální závislosti (Orenstein, Ehrlich, 2000). V případě Národního parku České Švýcarska byla správa po rozšíření lýkožrouta smrkového okolnostmi donucena provést kácení uschlých kmenů, např. z důvodů bezpečnosti silničního provozu. V lese, často v blízkosti silničních komunikací, tak zůstaly *ležet* kmeny, které řadě místních obyvatel a turistů připomínaly *palivové dříví* – tedy typické znaky palivového dříví (odkornění, vybledlost kmenů, horizontální uložení) implikovaly přesvědčení, že kmeny v lese mají i vlastnosti palivového dříví, a mohly by jako palivové dříví hořet. Jedná se o klasický případ heuristiky reprezentativnosti (Medin et al., 2001).

Vizuálně znepokojivá scéna odumřelých smrků zároveň vyvolává podvědomý odpor, jak popisuje terror-management theory (Solomon et al, 2004). Ten ve spojení s nedůvěrou v českou veřejnou správu generoval pochybnost: „Když to vypadá jako palivové dříví, proč to tady nechají ležet, proč to neodvezou a nepořezají to jako palivové dříví?“ Tento narativ byl dále posílen strmým nárůstem cen energií, kdy se řada domácností dostala kvůli rostoucím nákladům na vytápění pod ekonomický tlak – a přitom z hlediska common sense se zdálo, že se v lese „válí“ dříví, které z perspektivy veřejnosti vypadá jako palivové.

Právě v tomto kontextu vypukl koncem července 2022 požár. Prakticky pro všechny typická „černá skříňka“, kdy málokdo – včetně aktérů komentujících události ve veřejném prostoru – tak komplexnímu systémovému procesu jako je dynamika šíření požáru v lesním ekosystému rozumí. Tam, kde chybí odbornost, přichází na řadu common sense. Jak přitom upozorňuje Rawat et al. (2021): *„Spoléhání se na zkušenost, úsudek, logiku, paměť nebo common sense může vést k zaujatosti založené na (1) selektivním používání snadno dostupných informací z paměti nebo upřednostňování vysvětlení, se kterými jsou obeznámeni (heuristika dostupnosti), což vede ke (…) status quo zkreslení, (2) posuzování událostí a procesů podle jejich podobnosti s předchozími událostmi a procesy (heuristika reprezentativnosti) a (3) ukotvení úsudků na aktuálním názoru a interpretace důkazů, které se propojují s předem vytvořenými představami o tom, jak svět funguje (ukotvení a přizpůsobení) vedoucí k konfirmačnímu zkreslení.“*

V tomto případě vedly uvedené procesy k přesvědčení: Správa národního parku nechala v lese povalovat kmeny, které vypadají jako palivové dříví. Pokud došlo k požáru, co by asi tak mohlo hořet jiného – a proč žádat o stanovisko akademické experty – když všichni víme, jak hoří palivové dříví?

Tento narativ šířila řada aktérů vystupujících ve veřejném prostoru, svou roli sehrálo také to, že jako lidé máme tendenci přeceňovat rizika u fenoménů, které vnímáme s nelibostí – fenomén, který se označuje jako afektová heuristika (Slovic et al., 2002). Jednoduché vysvětlení bylo atraktivní také pro část médií, která hledala způsob, jak svým divákům, posluchačům a čtenářům rychle nabídnout interpretaci tak komplikovaného, a pro veřejnost kontraintuitivního procesu, jako je požár v lesním ekosystému.

Právě vizuální výraznost „palivového dříví“, spojená s common sense a afektovou heuristikou pak de facto vytlačila z mediální a společenské debaty jinou, fakticky relevantnější interpretaci: že se pravděpodobnost rozsáhlého požáru v chráněném území typu Národní park Český Švýcarsko zvyšovala řadu let nejen v souvislosti se změnou klimatu, ale také společně s nárůstem turismu. Turismus tak nebyl dopady požáru jen poškozen, ale v podobě nadměrného turismu byl také jednou z významných příčin požáru.

Tato kauzalita nicméně odporuje v případě řady aktérů regionální debaty jejich zájmům – osobním, politickým i ekonomickým. Tomu ve vytvořené atmosféře odpovídalo i hledání viníků, tzv. scapegoting (srv. Rothschild, 2012), kdy někteří místní tvůrci veřejného mínění – aniž by čekali na vědecky potvrzené výsledky šetření – raději obviňovali Správu Národního parku České Švýcarsko z požáru a dále podkopávali její důvěru, než aby podpořili práci strážců (pro eliminaci požárních rizik v příštích letech zásadní) a angažovali se ve věcné debatě o zátěžích a rizicích spojených s nadměrným turismem (overturismem).

Sociálně-konstruovaný narativ obviňující správu národního parku ze způsobených škod se tak v minulých měsících šířil regionem, podpořen zmíněnou vizuální závislostí, klamnou představou, že co typicky vypadá jako palivové dříví, bude hořet jako palivové dříví (heuristika reprezentativnosti),

úzkostí (terror management theory), a zvýšením vnímání rizikovosti u fenoménů, u kterých pociťujeme nelibost (afektová heuristika). O to více bude potřebné vést v příštích měsících o příčinách požáru věcnou a korektní diskusi.

Pokud by na práci nezávislé skupiny k prošetření požáru v Českém Švýcarsku bylo více času, bylo by vhodné podrobněji empiricky zachytit debatu, která o požáru mediálně probíhala (analýzy diskurzu a způsob rámování pohromy konkrétními aktéry veřejného života), provést kvalitativní rozhovory či kvantitativní dotazníkové šetření a zmapovat, jaké fakticky a odborně relevantní informace se mezi širokou veřejnost rozšířily, v čem převládají spíše miskoncepty a dezinformace, a co by mohla udělat Správa národního parku České Švýcarsko pro posílení komunikace v příštích měsících.

Literatura

Bostrom, A. a Fischhoff, B. (2001). Communicating health risks of global climate change. *Research in Social Problems and Public Policy*, 9, 31–56.

Koger, S., DuNann Winter, D. (2010). *The Psychology of Environmental Problems: Psychology for Sustainability.* Psychology Press.

Lassman, P., I. Velody & H. Martins (eds.). 1989. *Max Weber's „Science as a Vocation".* Oxford, UK: Oxford University Press.

Medin, D. L., Ross, B. H. a Markman, A. B. (2001). *Cognitive psychology* (3. vyd.). Fort Worth, TX: Harcourt College.

Orenstein, R. a Ehrlich, P. (2000). *New world, new mind: Moving toward conscious evolution.* Cambridge, MA: Malor Books, ISHK.

Rawat, P., Yusuf, J. E., Covi, M. (2021) Cognitive bias in decision making about development permits for living shorelines: The case of wetlands boards in Virginia localities. *Ecological Engineering,* 173.

Rothschild, Z. K., Landau, M. J., Sullivan, D., & Keefer, L. A. (2012). A dual-motive model of scapegoating: Displacing blame to reduce guilt or increase control. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*(6), 1148–1163. https://doi.org/10.1037/a0027413

Slovic, P. (1999). Trust, emotion, sex, politics, and science: Surveying the risk-assessment battle field. *Risk Analysis*, *19*, 689–701.

Slovic, P., Finucane, M., Peters, E., MacGregor, D. G. (2002). The affect heuristic. In T. Gilovich, D. Griffin a D. Kahneman (Eds.), *Heuristic and biases: The psychology of intuitive judgment* (397–420). New York: Cambridge University Press.

Solomon, S., Greenberg, J., & Pyszczynski, T. (2004). The Cultural Animal: Twenty Years of Terror Management Theory and Research. In J. Greenberg, S. L. Koole, & T. Pyszczynski (Eds.), *Handbook of Experimental Existential Psychology* (pp. 13–34). The Guilford Press.

9. Závěry

1. Lesní požáry v Evropě v roce 2022 zasáhly zhruba 860 tisíc hektarů lesů. Desítky až nízké stovky z nich pak byly i ve Velké Británii či Skandinávii. Ve střední Evropě, konkrétně v Německu, nedaleko Norimberka shořelo v létě 2022 zhruba 1000 ha jehličnatých lesů ve vojenském prostoru. Požár v NP České Švýcarsko tedy nijak nevybočuje z evropské situace v tomto roce. Je nutné připomenout, že západ České republiky byl součástí neobvykle intenzivní suché epizody postihující naprostou většinu Německa a východní Francie.
2. Území NP České Švýcarsko, stejně jako celý region střední Evropy, má bohatou historii lesních požárů. Četné paleoekologické důkazy ukazují, že oheň ovlivňoval fungování ekosystémů po celý holocén (tj. posledních 11 500 let). Požáry vznikaly ve všech vegetačních typech, avšak jejich frekvence výrazně kolísá v závislosti na druhové skladbě, charakteru klimatu a antropogennímu tlaku. Jejich obvyklá frekvence byla od desítek do nízkých stovek let. Jsou známá také delší období bez výskytu požárů. Vzhledem ke kontinuální přítomnosti člověka v pískovcových oblastech, která je archeologicky doložena od mladého paleolitu, nelze definovat „přirozený požárový režim“. Požáry jsou častější v ekosystémech, ve kterých dominují jehličnaté stromy (smrkové a borové typy lesa) a výrazně nižší frekvence, nebo téměř jejich absence je popsána v listnatých lesích (bukové lesy). Na území NP jsou požáry nejčastější v borech, jak dokládá druhové složení uhlíků v půdních profilech. Současné porosty smrku kulturního původu jsou z pohledu charakteru paliva analogické smrkovým lesům středního holocénu, které se sice vyznačovaly dlouhým požárovým cyklem (~450 let), avšak dosahovaly enormně vysoké intenzity. Z existující lesnické evidence vyplývá, že v období 1982 –2014 proběhlo na území NP celkem 86 požárních událostí, které byly většinou rychle uhašeny a dosáhly tak pouze malého rozsahu (celkem hořelo na 35,6 ha lesa, průměr na požár 0,5 ha). Pokud nastane riziková kombinace faktorů, jako jsou příznivé klimatické podmínky (sucho, vítr), obtížná přístupnost terénu pro hašení, přítomnost požáru náchylného typu vegetace, dochází k rozšíření požáru na velké území. Dokladem toho je rozsáhlý požár na Havraní skále v roce 2006 (rozloha 17,9 ha) a požár na skalním platu nad Pravčickou bránou z roku 1842 (180 ha).
3. Z terénní analýzy typu a způsobu hoření je patrné, že **holiny byly překvapivě silně zasaženy požárem, a to i přes jejich „vyčištění“, tj. přes absenci stojících a ležících kmenů i potěžebních zbytků.** Oheň se zde rychle šířil travinnou vegetací a po povrchu hrabanky. Oheň dokázal překonat všechny přítomné vegetační a porostní typy, nejen zralý smrkový les odumřelý po gradaci lýkožrouta smrkového, ale i živý borový les, bukový les různého stáří a hustoty, listnaté a jehličnaté mlaziny, holiny s odstraněnou dendromasou, skalky porostlé zakrslou borovicí i podmáčená místa. Vegetační typ patrně nebyl rozhodujícím faktorem působícím na to, kam se oheň rozšíří, ale byl jistě jedním z klíčových faktorů lokální síly hoření. Přirozené bariéry šíření požáru se sice uplatnily, patrně ale měly spíše sekundární význam. Na některých místech prochází okraj požářiště odumřelými smrkovými porosty bez zjevného rozdílu mezi silně shořelou a nezasaženou částí lesa, lze předpokládat, že na těchto místech byla role hasičů v zamezení šíření požáru klíčová. Terénní stopy po požáru jasně ukazují, že hoření bylo v lesních porostech neobyčejně prostorově variabilní. I v místech s nejvyšší silou hoření (fire severity), kde byla zjevně velmi vysoká teplota hoření po dlouhou dobu, zůstala vždy významná část ekosystému nezasažena ohněm. Typicky se jednalo o

horizonty nadložního humusu, lokální terénní deprese aj. To bude jistě pozitivně ovlivňovat rychlost obnovy ekosystémů. S vysokou pravděpodobností se tak zachovala část semenné banky pro následnou regeneraci lesa. **V dalších letech je kromě rozvoje bylin a trav očekávána rychlá regenerace lesa, a to zejména břízou, osikou, vrbou jívou a borovicí lesní.**

4. **Z klimaticko-meteorologického hlediska se náchylnost území celé střední Evropy k požárům dlouhodobě zvyšuje.** Na území NP ČS a v jeho blízkém okolí vzrostly průměrné roční teploty o 1,0–1,2 °C v letech 1991–2021 v porovnání s obdobím 1961 –1990. Srážkové úhrny v průměru neklesají, ale od roku 2015 jsou viditelně (ale statisticky nevýznamně) nižší. Dlouhodobé sucho bylo vyhodnoceno pomocí indexů SPEI-6 a SPI-24. Podle tohoto indexu panuje na území NP ČS nepřetržitě sucho od května 2018. **Podle indexu SPI-6 bylo sucho v dané oblasti v srpnu 2022 nejintenzivnější za posledních 60 let.** Šíření požáru napomohl i relativně silný vítr, který v počátcích požáru dosahoval rychlosti 10 –12 m/s, což je středně vysoké rizikov rámci požárního počasí. Výrazný vliv na vznik požáru a i následné rychlé šíření měla vlhkost paliva (zejména kmenů, větví a opadanky na povrchu půdy) a půdní vlhkost. Tyto hodnoty monitorovaly dvě stanice výstražného systému FireRisk. Vlhkost paliva začala klesat již v půlce měsíce července a od 17. 7. 2022 se objevovalo středně vysoké riziko a od 19. 7. do 28. 7. 2022 panovalo dokonce vysoké riziko, tedy relativní půdní vlhkost byla v 10 cm pod 10 %. Z toho jasně vyplývá, že toto období bylo mimořádně suché. Přibližně týden před vznikem požáru bylo již jasné, že vlhkost paliva je nízká a tedy riziko vzniku požáru z tohoto pohledu enormní. Nicméně tato situace nastala v NP v roce 2022 několikrát, a jako zásadní se pro vznik a konečný rozsah požáru jeví způsob, místo a čas vzniku požáru, a počasí v prvních 3 dnech. Vysoké riziko požáru vykazoval i satelitní index FAPAR, udávající stav vegetace z hlediska sucha. Ten byl k 20. 7. 2022 na území NP ČŠ výrazně podnormální – vegetace tedy byla velmi suchá. K dispozici je varovný systém rizika vzniku a šíření přírodních požárů na stránkách www.firerisk.cz. Tento systém je veřejně dostupný a poskytuje informace o aktuálním riziku a jeho předpovědi na dalších 7 dnů dopředu až na úrovni katastrů. Předpověď požárního rizika na celé období červenec – srpen 2022 byly velice kvalitní a dostatečně varovala před značným požárním rizikem. Tedy správa NP, samosprávy a i integrovaný záchranný systém má tyto informace plně k dispozici a je k dispozici i všem, kteří se v krajině pohybují. Riziková epizoda trvala od 15. července do 18. srpna. V těchto 35 dnech bylo střední a vyšší riziko ve 28 dnech (80 % času).
5. Modelová rekonstrukce požáru byla provedena pomocí nástroje FlamMap vyvinutého US Forest Service a pro území NP ČS adaptovaného týmem CzechGlobe a IFER. **Modelové analýzy ukazují, že šíření požáru nešlo v daných podmínkách jednoduše zabránit. Primární příčinou rychlého a v prvních dnech nezvladatelného šíření požáru byly mimořádně příznivé podmínky, a to zejména vysoké rychlosti větru, velmi nízká vlhkost paliva, vzduchu a půdy a také vysoká teplota v prvních třech dnech požáru.** Podstatné se jeví i místo, čas a nejspíše i způsob zapálení. Protože se jednalo nejspíše o zapálení vyšší intenzity, ke kterému došlo dlouho před detekcí požáru, došlo k rozšíření požáru do poměrně velké plochy již 24. 7. Z pohledu šíření požáru ideální podmínky 25. a 26. 7. se tak mohly naplno projevit. V rámci modelování byla vyhodnocena celá řada scénářů včetně těch, které hodnotily, jak by se požár choval při různých managementech území. Zásadní je výsledek simulace, ve kterém jsou plochy souší nahrazeny po kůrovcové epizodě holinami, které by vznikly, kdyby došlo k vyklizení veškeré dřevní hmoty a na území byl travino-křovinový a travní typ vegetace. To je také jediný realistický scénář, před kterým Správa NP ČŠ v minulosti stála, protože živý

smrkový les nebylo možno ochránit. **Hoření by na holinách probíhalo s podstatně vyšší rychlostí a intenzitou a je otázkou nakolik by se podařilo takový požár vůbec dostat pod kontrolu.** Požár by se pravděpodobně i rozšířil na větší plochu, než tomu skutečně bylo. Pravděpodobně by ale trval kratší dobu. Existuje i zcela hypotetický scénář, kdy byly stojící souše v modelu nahrazeny zdravým smrkovým lesem. V této simulaci by se požár nerozšířil na celou plochu skutečného požářiště. Je to dáno výrazným snížením rychlosti větru pod zapojeným smrkovým porostem a nižší rychlostí šíření požáru po zemi. Model prozatím ale nemohl vzít v úvahu velké riziko korunového požáru, který by byl nepoměrně ničivější a rychlejší než skutečný požár z letošního léta. V omezeném čase pro zpracování této zprávy však nebylo možné vyhodnotit starší LIDARová a další data, která jsou pro simulaci korunových požárů zapotřebí a budou předmětem dalších analýz ve spolupráci s NP a MŽP.

6. Z hlediska kognitivních procesů vnímání příčin požáru je zřejmé, že v médiích a veřejném prostoru **převážila sociálně-konstruovaná verzí událostí nad vědecky podloženými fakty**. Sociálně-konstruovaný narativ obviňující správu národního parku ze způsobených škod se tak v minulých měsících šířil regionem, ale i celostátními médii, podpořen vizuální závislostí, klamnou představou, že suché dříví, které typicky vypadá jako palivové dříví, bude příčinou požáru (heuristika reprezentativnosti). O to více bude potřebné vést v příštích měsících o příčinách požáru věcnou a korektní diskusi, pokračovat ve vědeckém bádání a veškeré výsledky implementovat do zásad péče o NP.

10. Stručné shrnutí výsledků

Z klimaticko-meteorologického hlediska se náchylnost území celé střední Evropy k požárům dlouhodobě zvyšuje. Lesní požáry v Evropě v roce 2022 zasáhly zhruba 860 tisíc hektarů lesů. Podle indexu sucha (SPI-6) bylo sucho v srpnu 2022 v oblasti Českého Švýcarska nejintenzivnější za posledních 60 let. Měření přímo z území zasaženého požárem ukazují, že extrémně nízká vlhkost půd na holinách podporovala šíření požáru.

Modelové analýzy ukazují, že šíření požáru v NP České Švýcarsko nešlo v daných podmínkách jednoduše zabránit. Primární příčinou rychlého a v prvních dnech nezvladatelného šíření požáru byly mimořádně příznivé podmínky, a to zejména vysoká rychlosti větru, velmi nízká vlhkost dřevní hmoty a lesní hrabanky, vzduchu a půdy, a také vysoká teplota vzduchu v prvních třech dnech požáru. Zásadní je výsledek simulace, ve kterém jsou plochy souší nahrazeny po kůrovcové epizodě holinami, které by vznikly, kdyby došlo k vyklizení veškeré dřevní hmoty a na území byl travino-křovinový a travní typ vegetace. Hoření by na holinách probíhalo s podstatně vyšší rychlostí a intenzitou a je otázkou nakolik by se podařilo takový požár vůbec dostat pod kontrolu. Požár by se pravděpodobně i rozšířil na větší plochu, než tomu skutečně bylo.

Z terénní analýzy typu a způsobu hoření je patrné, že holiny byly překvapivě silně zasaženy požárem, a to i přes jejich „vyčištění“, tj. přes absenci stojících a ležících kmenů i potěžebních zbytků v podobě větví apod. Oheň také dokázal překonat všechny typy lesa. I v místech s nejvyšší silou hoření, zůstala vždy významná část ekosystému nezasažena ohněm, kde nejspíš zůstala zachována semenná banka. V krátkodobém horizontu lze očekávat prudký rozvoj bylin a trav, následovaný lesem tvořeným břízou, osikou, vrbou jívou a borovicí lesní. Využití přirozené obnovy jako hlavního procesu regenerace požárem zasaženého lesa je z vědeckého pohledu opodstatněné a v souladu se základním posláním NP.

Paleoekologická analýza ukazuje, že v celé oblasti se požáry vyskytovaly pravidelně od konce poslední doby ledové. Požárové události jsou častější v lesích s převahou jehličnatých druhů stromů (bory a smrčiny) a nejméně požárů bylo v dobách, kdy dominoval listnatý les (bučiny).

Jestliže příčinou požáru byla podle dostupných údajů lidská aktivita, pravděpodobně spojená s porušováním návštěvního řádu, v příštích letech je zásadní věnovat se v rámci prevence požárů personálním kapacitám strážní služby pro práci v terénu a požárním rizikům spojeným nadměrným turismem v některých lokalitách.