

DOPORUČENÁ ADAPTAČNÍ
A MITIGAČNÍ OPATŘENÍ
V RIZIKOVÝCH OBLASTECH
VÝSKYTU PŘÍRODNÍCH POŽÁRŮ
🔥 S PŘIHLÉDNUTÍM 🔥
K MĚNÍCÍMU SE KLIMATU

METODIKA

Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu

Metodika

Název projektu:

Prognóza, indikace rizika a prevence vzniku přírodních požárů
v kontextu aktuálního stavu poznání a podmínek změny klimatu

Číslo projektu: VH20172020025

Poskytovatel: Ministerstvo vnitra ČR

Koordinátor projektu:

prof. Ing. Mgr. Miroslav Trnka, Ph.D.

Projektový tým:

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.,
IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o.
Český hydrometeorologický ústav

Leden 2020

Zpracovali:**Koordinátor projektu: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.****Bělidla 986/4a, 603 00 Brno**

prof. Ing. Mgr. Miroslav Trnka, Ph.D.

doc. Ing. Petr Čermák, Ph.D.

Mgr. Lucie Kudláčková

Ing. Olga Brovkina, CSc

Mgr. Petr Štěpánek, Ph.D.

Mgr. Monika Bláhová

Ing. František Jurečka

Řešitel projektu: IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o.**Čs. Armády 655, 254 01 Jílové u Prahy**

doc. Ing. Emil Cenciala, Ph.D.

RNDr. Jana Beranová

Ing. Vladimír Zatloukal

Ing. et Ing. Jan Albert

Mgr. Jan Tumajer, Ph.D.

Řešitel projektu: Český hydrometeorologický ústav**Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4 - Komořany**

Dr. Ing. Martin Možný

Ing. Lenka Hájková, Ph.D.

RNDr. Filip Chuchma, Ph.D.

Recenzenti:

Ing. Andrea Pondělíčková, Lesnicko-dřevařská komora České republiky

doc. Ing. Petr Zahradník, VÚLHM, v.v.i.

Ing. Jiří Schneider, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Schváleno k použití Ministerstvem životního prostředí ČR.

Osvědčení č.j. MZP/2020/020/236

ISBN: 978-80-87902-34-9

Obsah

1. Cíle, zaměření a uplatnění metodiky	4
2. Úvod do problematiky	5
3. Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu (metodika)	7
3.1. Faktory ovlivňující riziko vzniku přírodních požárů.....	7
3.1.1. Stanoviště na bázi lesnické typologie.....	8
3.1.2. Vegetační kryt (druhová skladba, růstové stádium, podrost, podíl souší, prostorové uspořádání)	11
3.1.3. Agronomické faktory.....	12
3.1.4. Prostorový kontext krajinného pokryvu	13
3.1.5. Aktuální požární počasí a důsledky změny klimatu na četnost požárů	14
3.1.6. Požární riziko stanovištně na bázi lesnické typologie při zohlednění důsledků změny prostředí.	16
3.2. Stanovení požárního rizika k uplatnění diferencovaných opatření	18
3.2.1. Požární riziko v lesích na základě kvantifikace faktorů	19
3.2.2. Požární riziko na zemědělské půdě pomocí kvantifikace faktorů.....	21
3.2.3. Požární riziko na zemědělské půdě při zohledněním důsledků změny prostředí.....	25
3.2.4. Kombinované přírodní požární riziko v krajině	26
3.2.5. Použití modelu FlamMap při hodnocení rizika požárů vegetace	27
3.3. Opatření ke snížení požárního rizika.....	29
3.3.1. Lesnická hospodářská opatření.....	29
3.3.2. Opatření na zemědělské půdě	32
3.3.3. Technická a organizační opatření zvyšující efektivitu hašení.....	34
3.3.4. Vodohospodářská mitigační opatření ke snížení požárního rizika v lesích	36
3.4. Biotechnická doporučení diferencovaná podle požárního rizika.....	36
3.4.1. Vysoké riziko vzniku a šíření požárů – doporučená opatření.....	37
3.4.2. Střední riziko vzniku a šíření požárů – doporučená opatření.....	40
3.4.3. Nízké riziko vzniku a šíření požárů – doporučená opatření	42
4. Seznam použité literatury	44
Příloha 1 Legislativní rámec – právní předpisy související s protipožární prevencí	
Příloha 2 Průvodce stanovením požárního rizika a doporučených opatření	
Příloha 3 Případová studie – Hodnocení požárního rizika pomocí modelu FlamMap	

1. CÍLE, ZAMĚŘENÍ A UPLATNĚNÍ METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout pro zemědělsky a lesnický využívanou krajinu ucelený návod k identifikaci míry rizika vzniku požárů na základě charakteristik stanoviště a vegetačního krytu a také představit vhodná hospodářská a technická opatření k prevenci vzniku požáru a jeho šíření.

Lesnická opatření ke snížení rizika vzniku lesních požárů jsou připravena ve formě konkrétních technických a hospodářských doporučení diferencovaných podle míry rizika, které se může měnit vlivem klimatických podmínek i lesnického managementu. Systém opatření a jejich priorita vychází z rizikových faktorů stanoviště a vegetace. V případě zemědělské půdy je důležitá volba pěstovaných plodin a specifický management porostů.

Na navrhovaná biotechnická opatření navazují obecná doporučení k úpravě hydrických poměrů. Další technická opatření (zpřístupnění porostu pro požární techniku a systém dostupných vodních zdrojů apod.), popř. legislativní opatření řešící chování subjektů v případech zvýšeného rizika vzniku požárů pak mohou efektivně navázat na doporučená opatření v lesích a krajině.

Doporučená mitigační opatření ke snížení požárního rizika v krajině reflektují obecné faktory ovlivňující míru rizika vůči vzniku přírodních požárů (druhová a prostorová skladba porostů, charakter stanoviště, expozice vůči vysychání a větru, množství mrtvé organické hmoty a její vlhkost). Kromě toho je v úvahu brán i přepokládaný vývoj prostředí podle modelů změny klimatu a konkrétních lokálních podmínek.

V České republice dosud metodika doporučených protipožárních opatření zohledňující vlastnosti stanoviště a vegetace nebyla připravena. Metodika je vázána na zavedenou klasifikaci lesních stanovišť. Zároveň zohledňuje změny těchto stanovišť vlivem postupující klimatické změny, a to diferencovaně v lokálních podmínkách. Doporučená opatření jsou provázána s adaptačními a mitigačními opatřeními ke změně klimatu v lesích a krajině a zohledňují i vodní režim území. Pro hodnocení lokalit a související volbu doporučených opatření je možné využít dostupná data LHP a DPZ.

Tato metodika má uplatnění jako nástroj pro vlastníka (organizace hlídkové služby, tvorba požárních plánů), pro hospodářskou úpravu (podklad pro tvorbu LHP – diferenciace porostu, návrh převodů a přeměn, způsob výchovy) a pro potřeby HZS ČR. Metodika uplatnění adaptačních a mitigačních opatření ke snížení rizika výskytu a šíření požárů vegetace by měla být vlastníkem (správcem) lesa průběžně uplatňována při realizaci hospodářských opatření v lesích, dále při tvorbě protipožárních plánů a při organizaci požární hlídkové služby. Metodika volně navazuje na sesterskou metodiku „Systém indikátorů rizik přírodních požárů (ověření různých postupů stanovení rizika vzniku přírodních požárů) včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému“ kolektivu Trnka, M. et al. (2020), která je zaměřena na stanovení aktuálního rizika přírodních požárů.

S ohledem na probíhající klimatickou změnu a dlouhodobý charakter realizace některých protipožárních opatření je nezbytné uplatnění předkládané metodiky v oblastních plánech rozvoje lesa (OPRL). Při 20letém cyklu obnovy OPRL lze doporučení uplatnit v jeho analytické části v kapitolách zabývajících se ochranou lesů (ochrana proti požárům) a dopravním zpřístupněním (zpřístupnění lesních porostů pro hasební techniku a dostupnost vody pro hašení). V sumární části OPRL lze doporučení začlenit do rámcových směrnic hospodaření, kde lze řešit změnu druhové skladby a prostorové výstavby lesa, a uplatnění vodohospodářských mitigačních opatření ke snížení požárního rizika.

V lesních hospodářských plánech (LHP) zpracovávaných v desetiletém cyklu je prostor pro konkretizaci protipožárních opatření vztahujících se k rozdělení lesa (např. rozčlenění rozsáhlých jehličnatých komplexů) a opatření na úrovni porostů (protipožární izolační pruhy, protipožární pásy zpomalující hoření, porostní pláště, pásy hůře hořlavých dřevin, úpravy druhové skladby apod.)

Hasičská záchranná služba může metodiku využívat jednak při operativním plánování s ohledem na požární rizikovost konkrétních území, jednak při kontrolách požární připravenosti subjektů hospodařících v lesích.

2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Přírodní požáry představují potenciálně významné riziko z pohledu environmentální bezpečnosti a nelze na riziko jejich vzniku a šíření pohlížet pouze optikou přímých škod. Je potřeba vnímat, že ekonomické ztráty na porostech způsobených samotnými požáry jsou nízké ve srovnání s potenciálními dopady na kvalitu ovzduší a vodních zdrojů a jsou v přímém vztahu s dopady na lidské zdraví a kvalitu života. I z tohoto důvodu spadá úsilí o systematické zvyšování povědomí a připravenosti krajiny, odborníků i veřejnosti na vznik a řešení následků přírodních požárů do oblasti environmentální bezpečnosti a je mj. zahrnuta do „Koncepce environmentální bezpečnosti 2016–2020 s výhledem do roku 2030“, vydalo MŽP v roce 2015 (dále jen „Koncepce“). Ministerstvo životního prostředí dle § 19 zákona 2/1969 Sb. v platném znění je mj. ústředním orgánem státní správy pro ochranu přirozené akumulace vod, ochranu vodních zdrojů, ochranu jakosti povrchových a podzemních vod i pro ochranu ovzduší, které všechny mohou být podstatně negativně ovlivněny výskytem přírodních požárů. Díky rozsahu kompetencí je MŽP klíčovým resortem, v jehož zájmu je podporovat snižování rizika vzniku a zmírňování průběhu přírodních požárů.

Prokazatelné změny klimatu bohužel zásadně zvyšují riziko vzniku přírodních požárů ve středoevropském prostoru. Především v posledních letech (od roku 2015) zažívá česká krajina výrazný vláhový deficit, což negativně postihuje zemědělskou půdu a lesní porosty. Půda je navíc historicky ovlivněna hospodářskou činností člověka, která ve svém důsledku vysušuje krajinu. Výsledkem je ohrožení zemědělské produkce, zhoršování stavu půd (eroze, degradace), chřadnutí lesních porostů (zejména smrku a borovice). To vede až k jejich plošnému rozpadu s prudkým nárůstem suchých stromů v lesích, a obecně ke snížení dostupnosti vody pro obyvatele ve venkovské zástavbě. Ačkoliv vlastní příčinou požáru je především nedbalost člověka (Jankovská 2006, Holuša et al. 2018), riziko požáru vegetace se v podmínkách vláhového deficitu výrazně zvyšuje.

V České republice jsou přírodními požáry obecně ohroženy¹ jak lesní společenstva, tak i travní porosty na zemědělské půdě. Vzhledem k charakteru krajiny a hustotě osídlení nedosahují lesní požáry katastrofických rozměrů a následků ve srovnání se suššími (jižní Evropa) nebo lesnatějšími oblastmi (Švédsko) Evropy. Zvyšující se prevence a kvalita technické základny stabilizovala rozlohu požárů, ale jejich počet se v České republice v posledních deseti letech (2009–2018) zvyšuje. V tomto období bylo registrováno v průměru 1130 lesních požárů ročně. V minulých desetiletích byla v ČR věnována nedostatečná pozornost realizaci lesohospodářských opatření zaměřených na snížení rizika vzniku a šíření lesních požárů. Důvodem bylo relativně malé požární riziko a dobré podmínky pro hašení požárů – vzniklé požáry byly v převážné většině uhašeny bez větších potíží (v naprosté většině šlo o malé a střední lesní požáry, průměrná velikost lesního požáru se v jednotlivých letech pohybovala mezi 0,2 až 0,7 ha). Riziko lesních požárů se může zvýšit s množstvím hořlavého materiálu, jakým je např. rostoucí počet souší a odumřelá dřevní hmota ponechána na stanovišti při nezpracované lesní kalamitě nebo úmyslné těžbě.

V souvislostech se změnou klimatu a problematikou zajištění a zvýšení stability lesních ekosystémů jsou prosazována adaptační opatření, která mění druhovou a prostorovou skladbu porostů. Malá pozornost se zatím věnuje revitalizaci půd a zvyšování retence vody v krajině. Změna klimatu přirozeně zvyšuje riziko vzniku požáru, nebezpečnost požárů a zároveň se zhoršují podmínky pro hašení. Většina zaváděných lesnických adaptačních opatření vycházejících z Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu (Vláda ČR, 2017) by proto měla brát v úvahu i opatření ke snížení požárního rizika či ke zlepšení podmínek pro hašení požárů. Prosazovaná adaptační opatření proto musí rostoucí požární

¹ Pro některé přírodní biotopy je požár důležitým disturbančním faktorem s pozitivním dopadem na jejich dynamiku a biodiverzitu.

riziko zohlednit a provázat preventivní protipožární opatření v krajině ke snížení požárního rizika a následných škod s dalšími opatřeními, která jsou/budou v krajině realizována.

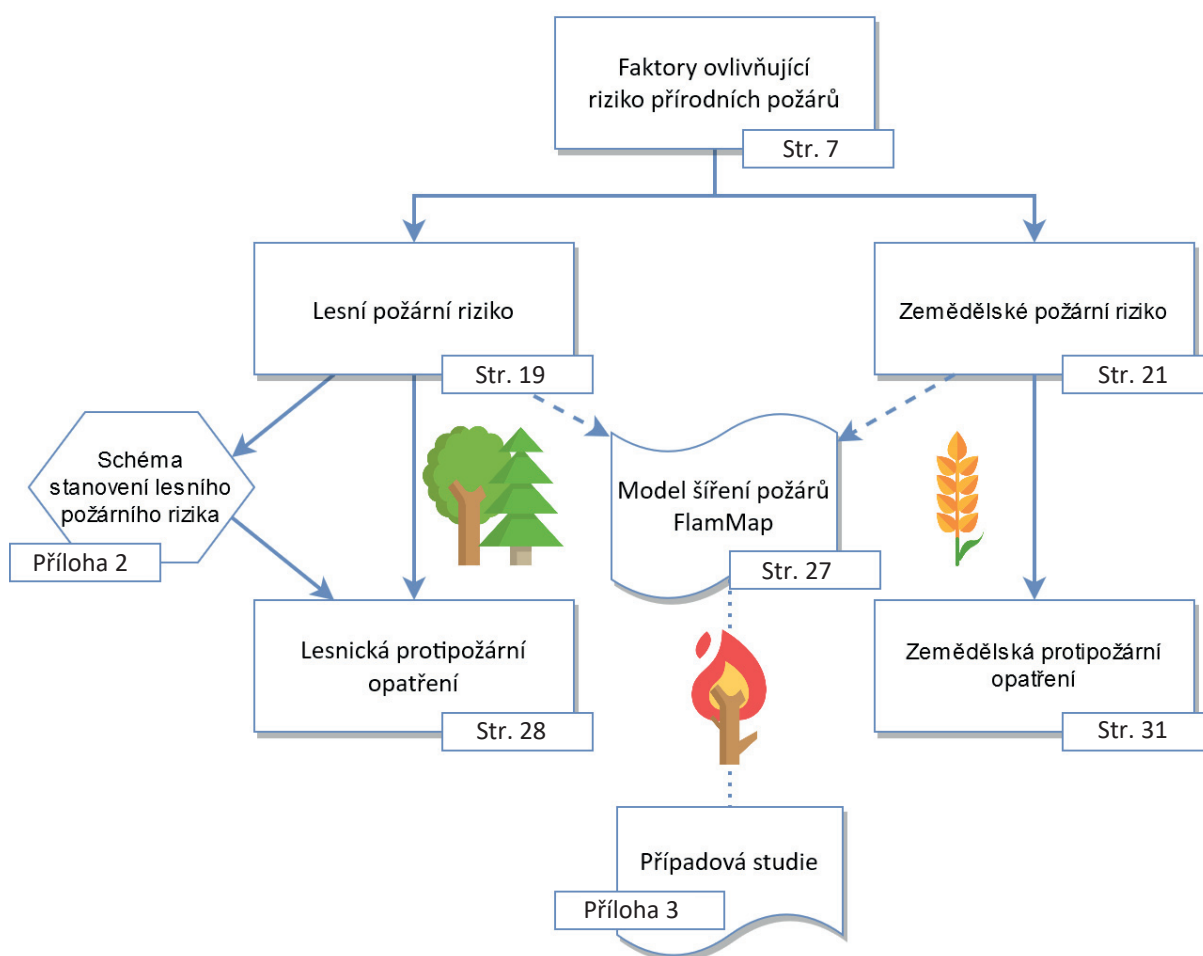
Preventivní opatření mají za cíl snížit ohrožení spojených s projevy přírodních rizik a zahrnují prostředky jako je management vody v krajině, stavební předpisy, územní plánování, řízené adaptační procesy a dodržování principů udržitelnosti. Přírodní rizika lze omezit zejména optimalizací krajinné struktury pomocí nástrojů územního a krajinného plánování.

Vlastník lesa je povinen provádět preventivní opatření proti vzniku lesních požárů podle zvláštních předpisů (§ 32 odst. 1 lesního zákona č. 289/1995 Sb.). V lese a obecně v krajině lze realizovat řadu relevantních lesohospodářských či lesotechnických opatření, jejichž hlavními cíli je: i) snížení zápalnosti a hořlavosti porostů, a tak zabránění vzniku požáru; ii) znesnadnění šíření požáru; iii) zvýšení účinnosti hašení pomocí vhodné infrastruktury. Podobně jsou ale podle obecně platných předpisů povinni postupovat i další subjekty hospodařící na půdě tedy i zemědělci. Posouzení míry rizika daného stanoviště, vegetačního krytu a kontextu s okolní krajinou je prvním krokem zmírňování negativních dopadů přírodních požárů. Druhým krokem jsou pak vhodná biotechnická opatření a postupy, jejichž systematické zavádění je v případě vyšší míry požárního rizika nutné akceptovat a provádět s péčí odpovědného správce krajiny. K tomuto účelu je předkládán tento metodický text. Systém doporučených adaptačních opatření v krajině, která mají za cíl kompenzovat nárůst rizika přírodních požárů v důsledku změny klimatu, je nutné implementovat v kontextu dalších ekosystémových funkcí a samozřejmě v rámci platné legislativy.

3. DOPORUČENÁ ADAPTAČNÍ A MITIGAČNÍ OPATŘENÍ V RIZIKOVÝCH OBLASTECH VÝSKYTU PŘÍRODNÍCH POŽÁRŮ S PŘIHLÉDNUTÍM K MĚNÍCÍMU SE KLIMATU (METODIKA)

Metodický postup zahrnuje i) postup stanovení rizika přírodního požáru a jeho kategorizaci, ii) použití modelu FlamMap při hodnocení požárního rizika, iii) relevantní managementová doporučení diferencovaná podle kategorie rizika.

Předložený metodický materiál má několik klíčových položek, viz vizualizace níže s odkazem na příslušnou sekci (stránku) dokumentu.



3.1. Faktory ovlivňující riziko vzniku přírodních požárů

Tato část se zabývá faktory rizika vzniku a šíření přírodních požárů, které jsou dané stanovištními poměry, stavem vegetačního pokryvu, vzájemným kontextem krajinných prvků a infrastruktury. Nereflektuje však vlivy aktuálního počasí, což je námětem související metodiky (Trnka et al. 2020). Stanovení a kategorizace faktorů rizika pro lesní a zemědělskou půdu jsou uvedeny níže. Popis je doplněn posouzením heterogenity vegetačního pokryvu v krajinném kontextu.

Ačkoliv vlastní příčinou požáru v podmínkách České republiky je dominantně lidský faktor, riziko vznícení a rozvoje požáru ovlivňují stanovištní poměry a charakteristiky vegetace. Jejich vliv je rozpracován v následujícím textu.

3.1.1. Stanoviště na bázi lesnické typologie

Stanovení požárního rizika z hlediska stanoviště vychází z lesnické typologie, která je v ČR legislativně zakotvena v příloze č. 2 vyhlášky 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. Uvedená příloha obsahuje přehled tzv. souborů lesních typů (SLT). SLT jsou jednotky sdružující lesní typy (LT) na základě podobnosti růstových poměrů. Ty jsou podkladem pro diferenciaci lesnického hospodaření.

SLT jsou definovány lesními vegetačními stupni (LVS) a edafickými kategoriemi. LVS představují výškový klimatický gradient a mají číselné označení 1 až 10 (azonální společenstva borů označena 0). LVS 10 je arктоalpinum, které je primárním bezlesím a do odvození požárního rizika není zahrnut. Edafické kategorie (celkem 25) pak vyjadřují půdní a vláhové poměry. Ty jsou ovlivněny geologickým substrátem a morfologií terénu. Uvedené charakteristiky vypovídají o vláhových poměrech stanoviště a charakteru vegetace (ať již potenciální nebo aktuální). Takto pojaté charakteristiky SLT (tj. průnik LVS a edafických kategorií) podle lesnické typologie tvoří rámec a jednu z vrstev pro odvození míry rizika vzniku a rozvoje lesních požárů. Výjimkou jsou svahové lesní typy označované indexem „e“ (exponované) na třetím místě vymežujícím lesní typ. Zpravidla se jedná o krátké strmé svahy vylišené z hospodářských (transportních) důvodů.

Do hodnocení míry rizika požárů podle charakteru stanoviště tedy implicitně vstupují i) vláhové poměry stanoviště, ii) morfologie terénu, potenciální charakter iii) přizemní a iv) dřevinné vegetace a některá další hlediska. Jejich popis, včetně možného dopadu měnícího se klimatu v ČR, je uveden níže.

- i) vláhové poměry stanoviště – vyšší riziko požáru je přisuzováno vysychavým stanovištím v nižších polohách (zejm. 1. a 2. LVS, event. azonální 0. a 3. LVS), záhřevným expozicím na pozitivních terénních tvarech a propustným a záhřevným geologickým substrátům; opakem jsou semihumidní a humidní podhorské a horské polohy, oglejená, podmáčená a lužní stanoviště či neodvodněné rašeliny; s nárůstem teploty o 2°C a s horším využitím srážek výrazně vzroste požární riziko zejména na vysychavých stanovištích nižších poloh a na záhřevných stanovištích; požární riziko vzroste také na přechodně a střídavě vodou ovlivněných stanovištích (oglejené edafické kategorie O, P, Q) a odvodněných rašelinách, které budou vysychat; to je zohledněno zvýšením koeficientu požárního rizika; na ostatních (modálních) stanovištích je v souvislosti s nárůstem teploty uvažována změna požárního rizika odpovídající posunu přibližně o 2 až 3 vegetační stupně k nižším polohám; přihlíží se při tom k dalším specifikům (exponovanosti terénu, charakteru vegetace apod.)
- ii) morfologie terénu – vyšší rychlost šíření požáru a riziko vzniku korunových požárů se předpokládá na strmých svazích; terénní extremity – skály, sutě apod. znesnadňují přístup hasičské techniky a ztěžují samotné hašení požáru; naopak negativní terénní tvary, sevřená chladná údolí či báze svahů se vyznačují spíše nízkým rizikem; na pozitivních terénních tvarech a exponovaných slunných svazích se klimatická změna projeví výrazněji, negativní terénní tvary a inverzní polohy důsledky klimatické změny spíše zmírní
- iii) potenciální charakter přizemní vegetace – např. hojný výskyt travních porostů (např. třtin) zvyšuje riziko požáru v předjaří a ke konci vegetační doby, riziko přizemního požáru zvyšuje i četný výskyt přizemních keřů (např. vřesu) a lišejníků; opačný efekt mají šťavnaté byliny na některých živných stanovištích; s probíhající klimatickou změnou dochází i ke změně charakteru vegetace a půdního pokryvu projevující se nárůstem požárního rizika

- iv) charakter potenciální dřevinné vegetace daného SLT do značné míry předurčuje spektrum dřevin, které lze na daném stanovišti pěstovat, vypovídá i o pravděpodobném množství a hořlavosti opadu (resp. produkci biomasy celkem); s klimatickou změnou je spojena i předpokládaná změna potenciální dřevinné vegetace, ta se reálně projevuje ústupem jehličnanů, zejména smrku, ve prospěch listnáčů; tato změna se projeví především ve změně reálné dřevinné skladby, která je hodnocena dílčím koeficientem nezávisle, zde proto není v souvislosti s klimatickou změnou zohledněna
- v) další hlediska, např. odvodnění rašelin, polohy s výskytem kosodřeviny, mají v souvislosti s klimatickou změnou okrajový význam

Pro hodnocení míry rizika stanoviště byla připravena relativní škála určující míru rizika. Ta nabývá hodnot od 0.1 (nízké riziko), 0.3 (mírně zvýšené), 0.5 (střední), 0.7 (vysoké), do 0.9 (velmi vysoké). Obecně platí, že nízké a mírně zvýšené riziko požárů se nachází ve vyšších a horských polohách bez ohledu na edafickou kategorii. Ta je určující pro odvození rizika požárů v polohách nižších a středních. Přehled určených faktorů rizika stanoviště v tabulce SLT je dokumentován v Tab. 1.

Specifické postavení v příložené Tab. 1 má LVS 0 bory, který není definován výškovým klimatem, nýbrž vyhraněnými půdními vlastnostmi – vyskytuje se obvykle napříč několika vegetačními stupni. Důsledkem je širší interval možných požárních rizik v rámci jednoho SLT. V souvislosti s klimatickou změnou je v borech mimo edafické kategorie trvale ovlivněné vodou koeficient požárního rizika zvýšen o ekvivalent odpovídající jednomu až dvěma vegetačním stupňům.

Index rizika stanoviště v prostorovém měřítku byl verifikován údaji o četnosti požárů. K dispozici byla databáze počtu požárů vegetace (bez rozlišení typu) mimo intravilán za období 1971-2015. Tyto údaje byly poskytnuty Hasičským záchranným sborem České republiky pro studii Možný et al. (Možný – osobní komunikace 2018). Pro účely této verifikace byla data připravena jako průměrný počet požárů na úrovni katastrálních území (n=12 729, po vyloučení nulových a chybějících hodnot). Korelační vazba údajů stanovištního rizika výskytu přírodních požárů (= riziko vzniku požárů dané charakterem stanoviště vyplývajícího ze souboru lesních typů) a četnosti požárů, se začleněním váhy dané lesnatostí individuálních katastrálních území, se ukázala jako středně silná (Spermanův korelační index 0.49) a průkazná (nepublikováno). Tato orientační verifikace dokládá, že zohlednění vlastností stanoviště na bázi lesnické typologie je významné pro predikce požárního rizika v krajině.

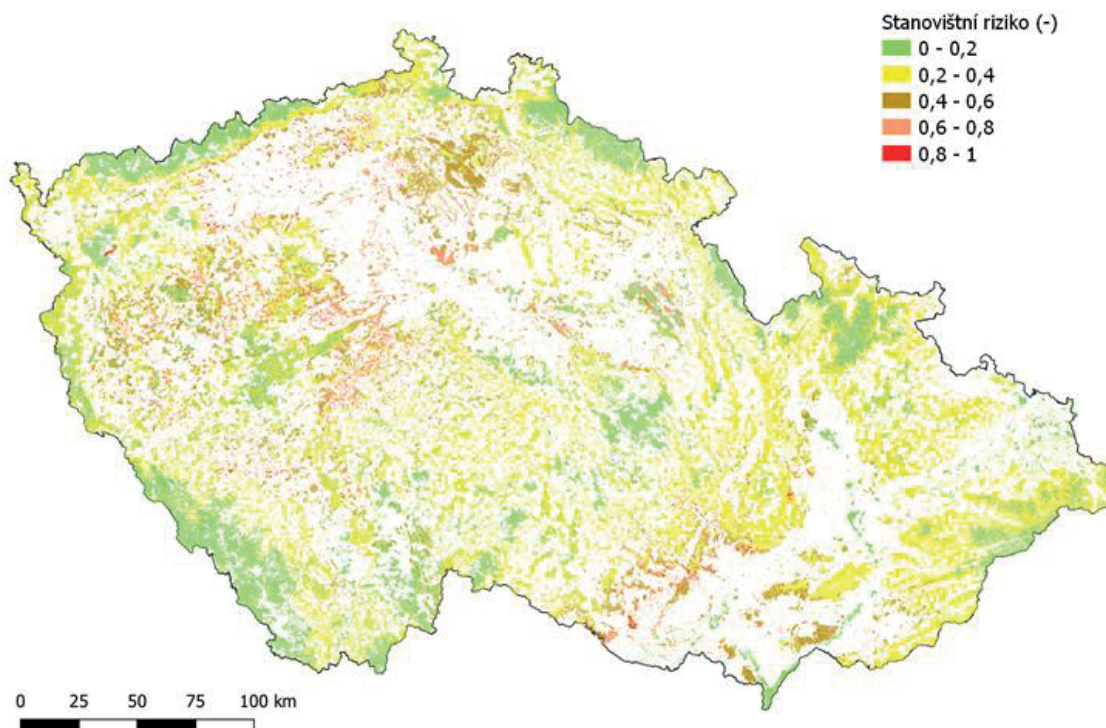
Tab. 1: Relativní míra rizika stanoviště pro kategorie souboru lesních typů (SLT).

Edafická kategorie	LVS Charakteristika	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9									
		Napříč LVS píský, hadce, skály aj.	Nižší polohy cca ≤ 400 m n. m. prům. teplota >8°C, srážky < 650 mm/rok	Střední polohy cca 400 - 600 m n. m. prům. teplota 6-8°C, srážky 650-800 mm/rok		Vyšší polohy cca 600-900 m n. m. prům. teplota 5-6°C, srážky 800-1050 mm/rok		Horské polohy nad 900 m n. m. prům. teplota <5°C, srážky > 1050 mm/rok			
X	Převážně výrazné sucho, záhřevné svahy, hřbety, substráty, ztížené hašení	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	-	-	-	-	-
C		0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	-	-	-	-
W	Mírně sucho, trávy	-	-	0,7	0,5	0,5	0,3	-	-	-	-
Z	Extrémní terény a svahy	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
Y	rychlé šíření ohně,	0,5	-	-	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	-
J	velmi obtížné hašení	-	0,5	-	0,3	-	0,3	-	-	-	-
A		-	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-
F	Exponované svahy rychlé šíření ohně,	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-
N	těžký terén, obtížné hašení	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-
M	Chudé a kyselé půdy	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	-
K	za sucha hořlavá přizemní vegetace	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
I	běžné terény	-	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	-	-	-
S		-	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-
B	Živné půdy	-	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-	-
H	převážně bylinná méně hořlavá vegetace, obvykle běžné terény	-	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-	-
D		-	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-	-
V	Ogledené půdy (gleje)	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
O	po část roku zvýšená půdní vlhkost, kromě „V“ zpravidla rovinaté terény – méně úrodné		0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
P		0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-
Q		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
T	Podmáčené půdy	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
G	trvale zvýšená půdní vlhkost,	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
R	Neodvodněné										
R	Odvodněné rašeliny, riziko podzemních požárů	0,2	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
L	Luhy	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-
U	trvalá vlhkost, listnáče	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-

Nedávny stav po současnost

Stupnice (riziko vzestupně)

0,1	nízké
0,3	mírně zvýšené
0,5	střední
0,7	vyšší
0,9	velmi vysoké
-	SLT nevyšší



Obr. 1: Klasifikované stanovištní riziko na bázi lesnické typologie v reálu rozšíření lesa v ČR.

3.1.2. Vegetační kryt (druhová skladba, růstové stádium, podrost, podíl souší, prostorové uspořádání)

Charakter vegetace výrazně ovlivňuje riziko vzniku a šíření požárů v krajině. U lesních porostů má vliv druhová skladba a charakter přízemní vegetace, růstové stádium (věk) a zápoj, zdravotní stav porostu (podíl souší), množství odumřelé organické hmoty a prostorové uspořádání lesa (horizontální a vertikální struktura) včetně kontextu s nelesními prvky využití území v krajině.

Jednotlivé prvky charakterizující vegetaci spolu evidentně úzce souvisí.

- Z hlediska dřevinné skladby je potřeba vylišit porosty borovice s ohledem na vyšší podíl pryskyřic a obecně světlý charakter porostu se snadno zápalnou vegetací v podrostu. Ostatní jehličnany a zejména listnáče mají obecně riziko požáru nižší. Obdobně je významné hodnocení druhového složení spodní etáže. Druhové složení porostu lze zjistit z produktů dálkového průzkumu Země (DPZ) a z platných lesních hospodářských plánů (LHP).
- Věk porostů dobře koresponduje s věkovými stádii hospodářského lesa. Z hlediska požárního rizika jsou obecně nebezpečnější raná stadia – holina a kultura (do 10 let), které korespondují s vyšším množstvím těžebních zbytků a buřeně a nedostatečným zástínem, což negativně ovlivňuje specifické mikroklima stanoviště (vyšší povrchová teplota). S postupujícím věkem požární riziko přechodně klesá. Ve starých porostech s nižším korunovým zápojem a rozvinutým travinným podrostem může riziko vzniku pozemního požáru znovu narůstat vzhledem k snadnému prosychání podrostu. Věk porostních skupin je uveden v LHP, ale lze na něj usuzovat také na základě růstové fáze z produktů DPZ.
- Zápoj porostu je obvykle činitelem, který výrazně ovlivňuje mikroklima a podrost. Prosvětlený porost může přispět k vysychání stanoviště a rozvoji hořlavé přízemní vegetace. Na druhé straně, rozvolněný porost snižuje riziko šíření korunového požáru. Zápoj se určuje pomocí technik DPZ, ale lze na něj usuzovat i na základě zakmenění porostu, což je informace uvedená v LHP.
- Významným činitelem je zdravotní stav porostu – s rostoucím podílem souší a hořlavého materiálu a prosvětlením stanoviště se požární riziko obecně zvyšuje. Podíl souší a proředení porostu lze určit odhadem, cíleným pozemním monitoringem nebo pomocí nástrojů DPZ.
- Prostorová struktura vegetace
 - Bohatší horizontální struktura porostu obecně snižuje riziko rychle se šířícího korunového požáru tím, že není vytvořeno souvislé korunové patro na větší ploše.
 - Bohatší vertikální struktura může snižovat riziko vzniku požáru celého porostu v případě, že spodní etáže jsou tvořeny hůře hořlavými listnáči (zejména pod dospělým jehličnatým porostem), které snižují riziko přenosu požáru do horní etáže. V případě, že jsou všechny etáže tvořeny jehličnany, mohou spodní etáže naopak přenos požáru do horní etáže usnadnit.
 - Specifickým případem jsou pak lesy s bohatou vertikální i horizontální strukturou (výběrný les a lesy jemu blízké). V nich je riziko vzniku požáru obvykle nízké i díky bohaté dřevinné skladbě, se kterou je tento typ lesa většinou spojen. V případě vzniku požáru je však obtížná jeho lokalizace a hašení vzhledem k šíření požáru zpravidla více směry a hořením celého porostu (může docházet k opakovanému přenosu požáru z pozemního do korun).
- Prostorový kontext – riziko vzniku a šíření požáru se snižuje s větší prostorovou heterogenitou územního pokryvu, tj. střídání lesních a nelesních prvků a vlastní členitost lesní a polní vegetace. Možné posouzení prostorové heterogenity územního pokryvu je popsáno samostatně v textu níže.

3.1.3. Agronomické faktory

V prvé řadě je nutné zdůraznit, že zemědělská vegetace je po většinu času přirozenou překážkou šíření přírodních požárů a tím se od lesních porostů zásadně liší. Holá půda, nezapojený porost a také porost v hlavních fázích růstu obsahuje příliš velké množství a současně relativně malý objem sušiny s nízkou hořlavostí na to, aby šíření požárů umožnil nebo dokonce usnadnil. Nicméně v době mezi dosažením fyziologické zralosti a sklizně se situace dosti radikálně mění. Při deletrvající období beze srážek v období po dosažení fyziologické zralosti jsou porosty řady v krajně dominantních plodin naopak velmi rizikové, ať jde o obiloviny, olejninu či trvalé travní porosty. V této době – a jde o období v délce několika dnů až týdnů v závislosti na průběhu sezóny a rychlosti sklizně – představuje zemědělská vegetace výrazné riziko vzniku a šíření požárů v krajně.

Jednotlivé prvky charakterizující vegetaci na zemědělské půdě a také konfigurace terénu a celková klimatická charakteristika území spolu úzce souvisí. Po většinu roku považujeme i v rámci této metodiky zemědělskou půdu za překážku šíření přírodních požárů. Při kombinaci meteorologických faktorů a rizikové fenologické fáze se ale ze zemědělské půdy stává riziková plocha, která může být místem, kde přírodní požár vzniká nebo mostem, který umožní šíření z jedné lesní plochy na další. Pro posouzení míry rizika uvádíme klíčové faktory, které je zapotřebí uvážit při subjektivní analýze:

- Nejdůležitějším faktorem je druh polní plodiny, přičemž platí, že některé (např. okopaniny) nepředstavují riziko v žádné ze svých vývojových fází. U obilovin a řepky s ohledem na velmi podobný termín sklizně dochází k souběhu rizika poměrně velkých ploch v rámci farmy/katastru. Jak reálné toto riziko je, závisí na aktuálních povětrnostních podmínkách. U dalších plodin sklizených později než výše zmíněné obiloviny a řepka (mák, slunečnice, len olejný, kukuřice na zrno a trvalé travní porosty) není požární riziko zanedbatelné, nicméně nastává později většinou ke konci léta (srpen-září).
- Druhým faktorem kromě relativní četnosti typů plodin je souvislost pokryvu. S ohledem na požární riziko je třeba na území pohlížet nikoliv prizmatem jednotlivých plodin, ale jejich skupin, tj. plodin rizikových a nízké rizikových. Hodnotí se pak velikost souvislé plochy v území, které jsou osety stejným typem plodin, které od sebe nejsou odděleny překážkou a která by případné šíření požáru zpomalila nebo zastavila. Zde lze hodnotit jak maximální velikost takové souvislé plochy, tak velikost obvyklou (např. medián).
- Podstatným faktorem jsou pak v případě zemědělských pozemků lokální podmínky, které v krátké době, kdy jsou zemědělské kultury požárně rizikové, mohou výrazně urychlit vznik požárně příznivé situace. Jde zejména o vysušnost půdy, expozici a sklon pozemku. V případě vysušných půd nastupuje rychleji stres suchem (a tedy i zráním), porosty rychleji prosychají a ztrácejí vodu. Expozice a sklonitost svahu dosti výrazně ovlivňují rychlost tohoto vysychání, přičemž sklon svahu může následně urychlovat šíření požáru.
- Posledním námi uvažovaným faktorem je celkový vodní režim krajiny. Pokud se jedná o území s převahou srážek nad evapotranspirací (a tedy promyvným nebo alespoň vlhkým půdně klimatickým režimem), setkáme se v území i v rámci bloků zemědělské půdy s řadou výrazně vlhčích stanovišť, které budou případný vznik a šíření požáru brzdit nebo dokonce znemožňovat. V oblastech s výraznou převahou evapotranspirace nad srážkami nic takového čekat nelze, a naopak zde lze očekávat relativně nejrychlejší šíření případného požáru.

3.1.4. Prostorový kontext krajinného pokryvu

Prostorový kontext (prostorová heterogenita) vegetačního pokryvu v algoritmu stanovení agregovaného rizika vzniku a šíření požáru (

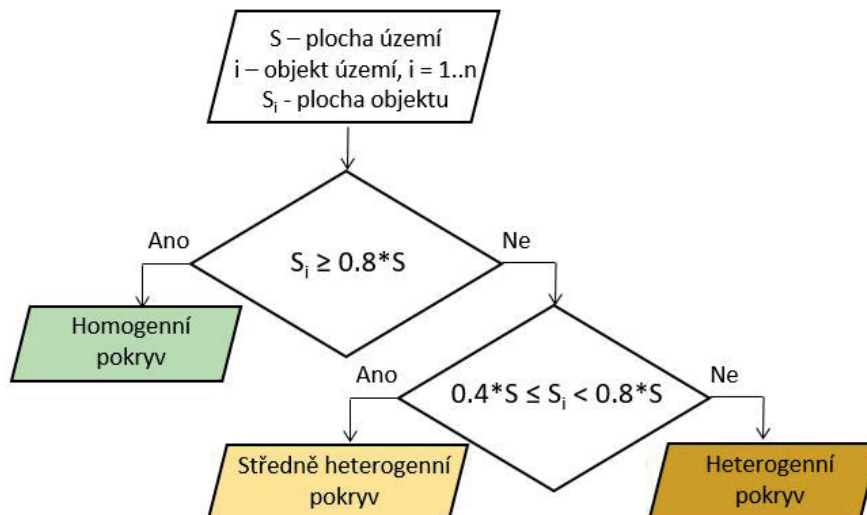
Tab. 4) explicitně zahrnut není, a tento faktor je nutno zohlednit ex-post napříč agregovanými kategoriemi požárního rizika. Pro posouzení požárního rizika lze využít kvalifikovaný odhad. Pro větší měřítko lze využít následující pragmatický postup s využitím produktů dálkového průzkumu Země (DPZ). Tento postup posuzuje heterogenitu území podle střídání lesní a nelesní vegetace, včetně rámcového posouzení vlastní členitosti těchto základních biotopů.

Prostorovou heterogenitu lze určit z mapy krajinného pokryvu a dalších charakteristik biotických a abiotických vlastností zemského povrchu (Belward 2007). Klíčovým parametrem hodnocení prostorové heterogenity je prostorové měřítko. Pro účely této metodiky z hlediska požárního rizika je prostorové měřítko stanoveno na 25 hektarů. Pro vytvoření mapy krajinného pokryvu se používají satelitní multispektrální data s prostorovým rozlišením 30 m a výše (např. Landsat TM/ETM/OLI, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/a-landsat-timeline/>), která odpovídají prostorovému měřítku a jsou schopna zachytit hlavní části prostorové variability a variability vegetačního pokryvu (Carrigues et al. 2006).

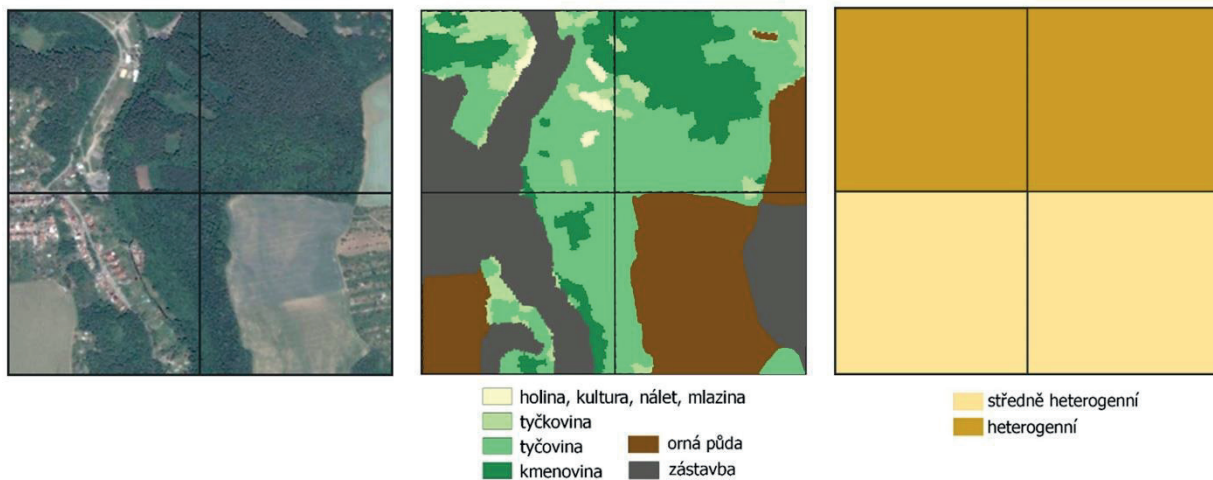
Před vlastním hodnocením prostorové heterogenity se provádí dva kroky – i) zjišťování typů krajinného pokryvu a ii) určení růstové fáze v třídě pokryvu “les”.

1. Pro zjišťování typů krajinného pokryvu v jednom prostorovém měřítku se používají metody klasifikace satelitních dat, kde vstupem je jeden nebo několik satelitních snímků pořízených pro oblast zájmu, a výstupem je mapa typů krajinného pokryvu. Ta má pět následujících základních kategorií pokryvu / územních kategorií: les, vodní plocha, orná půda, louky a pastviny a zástavba. K tomu lze využít mapu krajinného pokryvu Copernicus CORINE Land Cover (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>).
2. K určení růstové fáze lesa se v této metodice používá mapa zpracovaná Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem (Tab. 5). Tato mapa rozlišuje tyto růstové fáze porostu: holina, tyčkovina, tyčovina a kmenovina.

Následně se prostorová heterogenita hodnotí v rastru 500x500 m (25 ha). Každý čtverec může obsahovat teoreticky maximálně 8 typů pokryvu, což je dáno kombinací čtyř základních kategorií krajinného pokryvu a čtyř růstových fází v rámci kategorie “les”. Rozhodovací pravidla pro homogenní, středně heterogenní a heterogenní pokryv jsou schematicky zobrazena na Obr. 2. Příklad hodnocení prostorové heterogenity je znázorněn na Obr. 3.



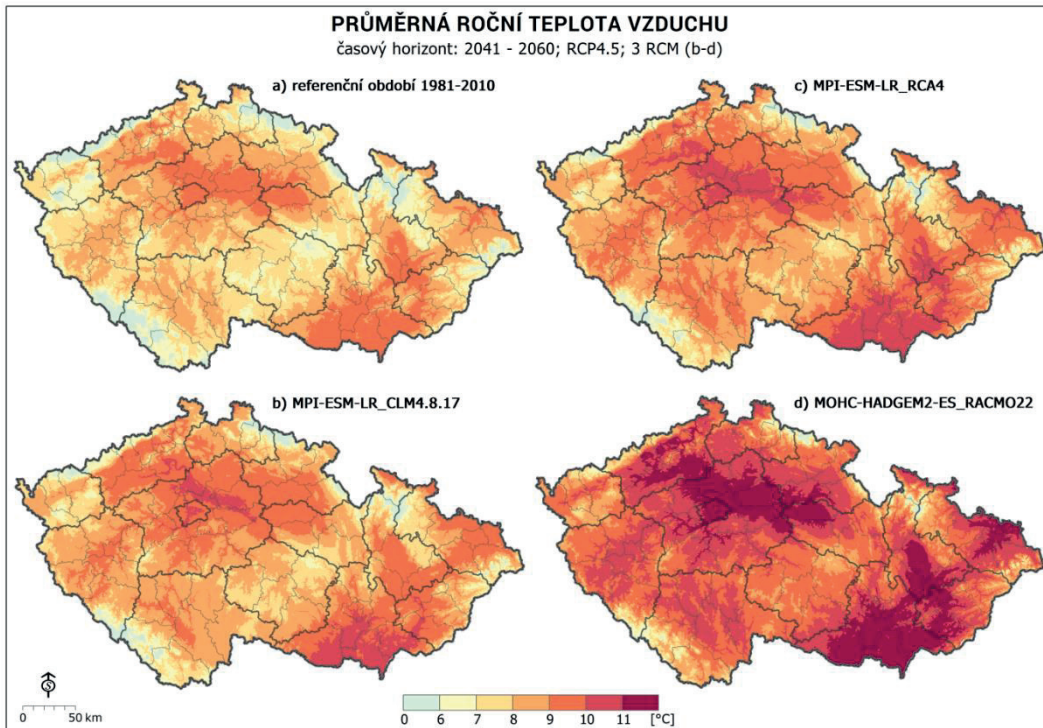
Obr. 2: Rozhodovací pravidla pro hodnocení prostorové heterogenity



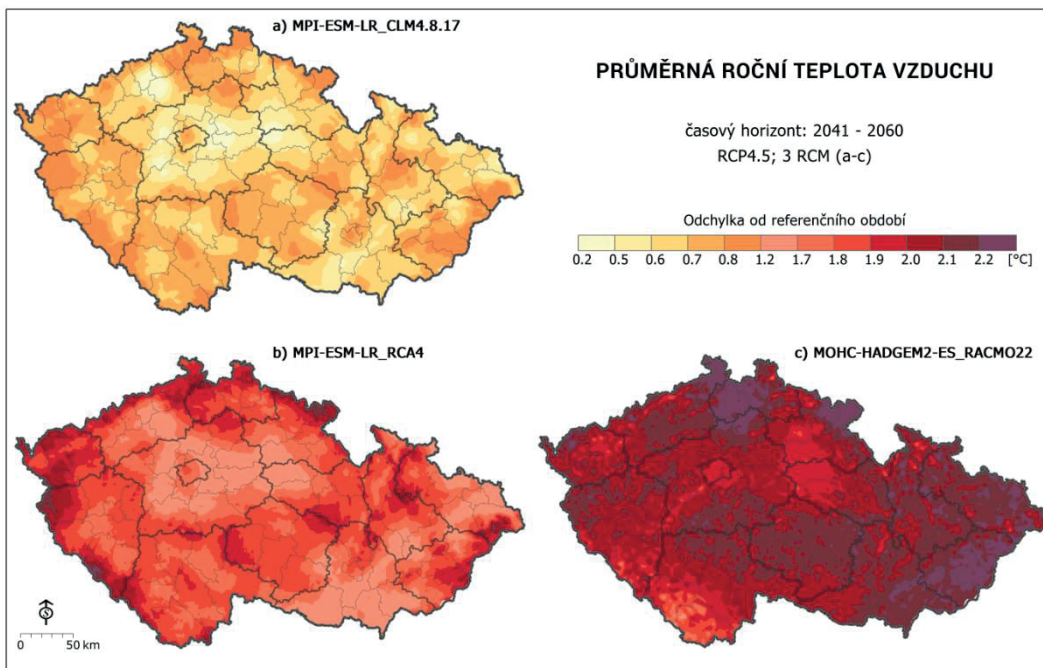
Obr. 3: Příklad hodnocení prostorové heterogenity na území 4×25 ha s fragmentem satelitního snímku (vlevo), interpretované typy územního pokryvu (střed) a klasifikovanou heterogenitou území (vpravo).

3.1.5. Aktuální požární počasí a důsledky změny klimatu na četnost požárů

Primární příčiny vzniku nebezpečí meteorologického původu, tj. charakter počasí sice nelze ovlivnit, ale je možné nebezpečné meteorologické situace monitorovat a na základě vhodných indikátorů je s předstihem předpovídat a aktivně jim čelit. Skladba nástrojů pro minimalizaci dopadů nebezpečí přírodního původu zahrnuje kromě preventivních opatření i systém včasného varování a předpovědní a výstražnou službu. Detailní popis trendů výskytu požárně rizikového počasí, metodami predikce a také odhady budoucí četnosti požárního počasí byly zpracovány v metodice, která komplementárně doplňuje tento materiál a byla zpracována stejným autorským kolektivem (Trnka et al., 2020). Proto se požárním počasím ani klimatickými trendy v této práci nezabýváme. Podobně i důsledky změny klimatu na míru požárního rizika vyvolané změnou četnosti požárního počasí jsou nad rámec této metodiky.



Obr. 4: Teplota vzduchu pro referenční období 1981–2010 a podle tří RCM (chladný, střední a teplý model) v letech 2041–2060 pro scénář RCP4.



Obr. 5: Rozdíl predikované teploty vzduchu podle tří RCM (chladný, střední a teplý model) v letech 2041–2060 pro scénář RCP4.5 oproti referenčnímu období 1981–2010.

Nicméně v kapitole následující (tj. 3.1.6) je nutné posoudit důsledek klimatické změny na celkový charakter stanoviště, který lze vyjádřit posunem na stupnici lesnické typologie (Tab. 2), případně v rámci zemědělské půdy u vah, které popisují vliv celkového charakteru klimatu. Dopady změny klimatu na požární počasí a jeho extremitu jsou zohledňovány v rámci příslušného metodického postupu a aby

tyto změny nebyly uvažovány de-facto dvakrát, soustředí se tato metodika pouze na popis dlouhodobých parametrů zejména pak teploty vzduchu. Jak dokládá série map, je možné očekávat nárůst průměrných ročních teplot až o 2.4 °C do roku 2050 (Obr. 4, Obr. 5). Proto byl jako scénář budoucího vývoje z pohledu dopadu na typologii použit plošný nárůst teploty o 2 °C.

3.1.6. Požární riziko stanovištně na bázi lesnické typologie při zohlednění důsledků změny prostředí

Tab. 2: Riziko stanoviště – výhled ca. k roku 2050 (+2°C), viz srovnání s nedávnou/současnou situací (Tab. 1).

Edafická kategorie	LVS	Charakteristika	Situace ca. k roku 2050											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		Napříč LVS písky, hadce, skály aj.												
		Nižší polohy cca ≤ 400 m n. m. prům. teplota >8°C, srážky < 650 mm/rok												
		Střední polohy cca 400 - 600 m n. m. prům. teplota 6-8°C, srážky 650-800 mm/rok												
		Vyšší polohy cca 600-900 m n. m. prům. teplota 5-6°C, srážky 800-1050 mm/rok												
		Horské polohy nad 900 m n. m. prům. teplota <5°C, srážky > 1050 mm/rok												
X	Převážně výrazné sucho, záhřevné svahy, hřbety, substráty, ztížené hašení		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
C	Mírné sucho, trávy		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
W	Extrémní terény a svahy		-	-	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,1	-
Z	rychlé šíření ohně,		0,7	-	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	-	-
Y	velmi obtížné hašení		-	0,7	-	0,7	-	0,5	0,3	0,3	-	-	-	-
A	Exponované svahy rychlé šíření ohně, těžký terén, obtížné hašení		-	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-
F			-	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-
N			0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-
LT e			-	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-
M	Chudé a kyselé půdy		0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-
K	za sucha hořlavá přizemní vegetace		0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-
I	běžné terény		-	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	-	-	-	-	-
S			-	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-
B	Živné půdy		-	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	-	-	-	-	-
H	převážně bylinná méně hořlavá vegetace, obvykle běžné terény		-	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	-	-	-	-	-
D			-	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	-	-	-	-	-
V	Ogledené půdy (gleje)		-	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
O	po část roku zvýšená půdní vlhkost, kromě „V“ zpravidla rovinaté terény – méně únosné		0,3	0,7	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
P			0,3	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
Q			0,3	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
T	Podmáčené půdy		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
G	trvale zvýšená půdní vlhkost,		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
R	Neodvodněné		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
R	Odvodněné rašeliny, riziko podzemních požárů		0,2	0,2	-0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	-	-
L	Luhy		-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
U	trvalá vlhkost, listnáče		-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-

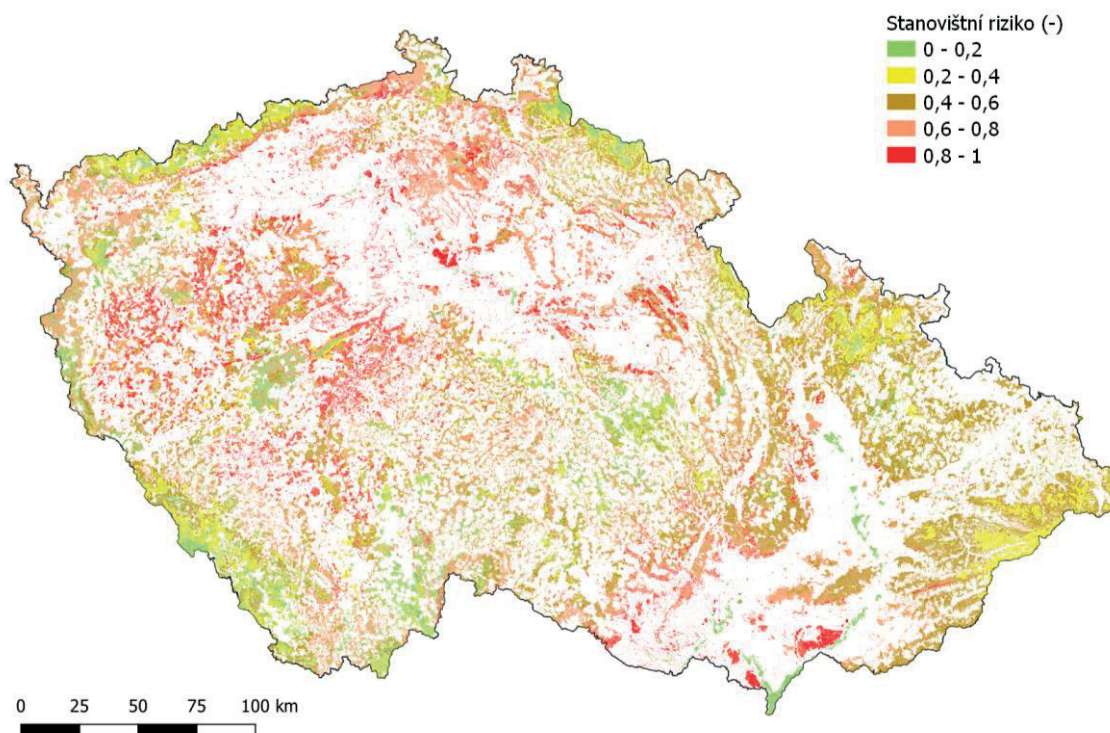
Situace ca. k roku 2050

Stupnice (riziko vzestupně)

0,1	nizké
0,3	mírně zvýšené
0,5	střední
0,7	vyšší
0,9	velmi vysoké
-	SLT nevyšší

Vzhledem k tomu, že realizace protipožárních opatření představuje dlouhodobou činnost, je nutné plánování těchto opatření a jejich realizaci vztáhnout k predikovanému riziku, a to včetně jeho pravděpodobného posunu v nejbližších desetiletích. Změna klimatu ovlivňuje stanovištní riziko, které je odvozeno na bázi lesnické typologie (Tab. 1). Tuto změnu lze s danou mírou nejistoty předpovědět. Konkrétně byly změny klimatu s horizontem do roku 2050 promítnuty na SLT, jejichž charakter se bude měnit. Přihlíželo se k paletě regionálních a globálních klimatických modelů (viz Metodika I). Předpokládaný nárůst teploty do roku 2050 je ca. +2 °C od normálového období 1960–1990, což odpovídá přibližně středu rozpětí teplot výše uvedených modelů. Modely vývoje srážek se značně liší jak v charakteru očekávaného vývoje, tak v regionální distribuci srážek. Vedle srážkových úhrnů souvisí požární riziko se schopností vegetace srážky využít. Klimatická změna přináší i změnu charakteru srážek a rozložení srážek, kdy příliš slabé srážky a přívalové srážky jsou vegetací hůře využívány a v kombinaci s delšími obdobími sucha zvyšují požární riziko. Tyto skutečnosti byly do tohoto systému rovněž promítnuty. Změněné teplotně-srážkové poměry se finálně projeví změnou rozložení požárního rizika vyplývajícího ze stanoviště. Předpokládané stanovištní riziko zohledňující změnu teplotních a do jisté míry i srážkových poměrů v systému typologické klasifikace k roku 2050 zobrazuje Tab. 2. Tento stav lze srovnat s nedávnou/současnou situací (Tab. 1) a vyjádřit v prostoru reálného rozmístění lesa (Obr. 6, Obr. 7).

Uvedený posun v plošném zastoupení stanovištního rizika dle předpokládaného klimatického scénáře je uveden v Tab. 3. Pro rok 2050 je patrný značný nárůst zastoupení vysoce rizikových stanovišť. Udržení nejnižšího rizika lze předpokládat pouze v horských polohách a u podmáčených stanovišť.



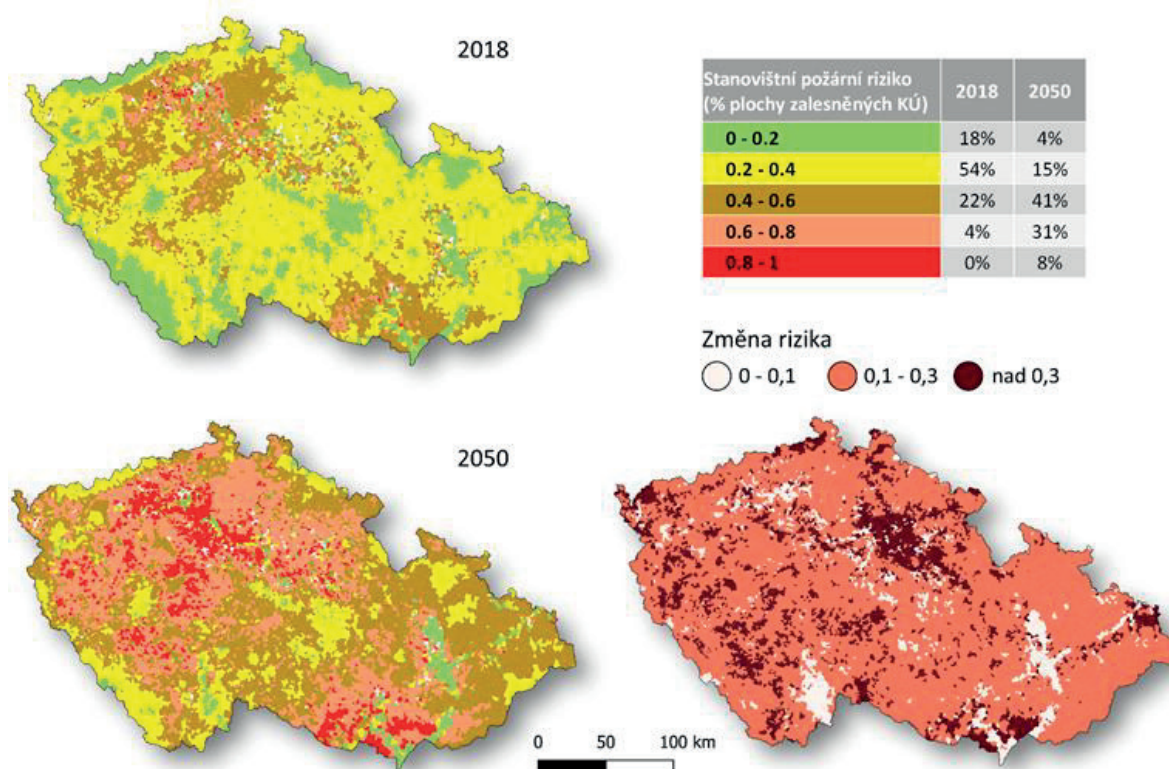
Obr. 6: Klasifikované stanovištní riziko k roku 2050 na bázi lesnické typologie a klimatických projekcí v reálu rozšíření lesa v ČR.

Tab. 3: Podíl kategorií rizika stanoviště na celkové rozloze lesa ČR – současnost a projekce k roku 2050, a nárůst či pokles v třídách rizika.

		Stupeň rizika (-)				
neurčeno		0–0.2	0.2–0.4	0.4–0.6	0.6–0.8	0.8–1
Současnost	1 %	33 %	46 %	15 %	3 %	2 %
Projekce k 2050	1 %	15 %	11 %	36 %	24 %	13 %
Rozdíl k roku 2050	-	-18 %	-35 %	+21 %	+20 %	+11 %

Ačkoliv je vliv měnícího se klimatu zpracován explicitně pouze pro stanovištní charakteristiky vyplývající z lesnické typologie, do vývoje stanovištních podmínek může zasáhnout i změna vegetačních charakteristik. Již v současné době je patrný efekt výraznější změny druhové skladby související se současným kalamitním úhynem smrku a borovice, doprovázený větším výskytem holin (např. přírůstek holin za rok 2018 byl 35 867 ha), nezpracovaných souší a vyšším objemem odumřelé dřevní hmoty na stanovištích. Tyto faktory však mají nahodilý charakter a nelze je věrohodně k roku 2050 predikovat.

POŽÁRNÍ RIZIKO - LESNÍ STANOVIŠTĚ



Obr. 7: Klasifikované stanovištní riziko v celoplošném zobrazení pro nedávný/aktuální stav (2018), projekce k roku 2050 a změna rizika pro toto období na bázi lesnické typologie a klimatických projekcí, zobrazeno průměrné riziko v prostorových jednotkách katastrálních území.

3.2. Stanovení požárního rizika k uplatnění diferencovaných opatření

Jednotlivý vlastník, hospodář či jiný subjekt může obecně posoudit požární riziko vzniku a šíření požáru ve vazbě na stanoviště a vegetační kryt na třech úrovních:

- I. Subjektivní kvalifikovaný odhad na základě znalostí o faktorech rizika.
- II. Numerický odhad – stanovení indexu požárního rizika.
- III. Kombinace numerického odhadu rizika a analýzy území modelem FlamMap.

Subjektivní odhad je nejrychlejší cestou k posouzení zájmového území z hlediska požárního rizika a volbě adekvátních opatření k jeho snížení. Předpokládá se dostatečná znalost vlivu jednotlivých faktorů stanoviště, vegetačního krytu a prostorového kontextu na riziko vzniku a šíření požárů.

Numerické stanovení rizika představuje částečně objektivizovaný odhad, a to uplatněním stejného algoritmu na různá hodnocená území. Postup stanovení rizika touto cestou je popsán níže v kapitolách 3.2.1 pro lesní vegetaci a 3.2.2 pro zemědělskou půdu.

Potenciální vysoké uplatnění pro stanovení požárního rizika mají specifické modelové nástroje. V této metodice je v Sekci 3.2.5 představen model FlamMap (REF) s příklady uplatnění a výstupů pro pilotní oblast.

3.2.1. Požární riziko v lesích na základě kvantifikace faktorů

Algoritmus numerického stanovení požárního rizika zahrnuje z charakteristik lesní vegetace dřevinnou skladbu, věk/růstovou fázi porostu, zápoj/zakmenění a plošný podíl souší v porostu (

Tab. 4). Tyto charakteristiky lze monitorovat pomocí technik dálkového průzkumu země (DPZ) a/nebo tyto údaje poskytují lesní hospodářské plány (LHP) či osnovy (LHO).

Index požárního rizika lze primárně stanovit v prostorovém měřítku jednotlivých porostních skupin, index pro větší prostorové měřítko lze stanovit váženým průměrem, kde vahou je rozloha hodnocených dílčích (porostních) jednotek. Popis vhodných zdrojových dat DPZ, LHP(LHO) a Oblastních plánů rozvoje lesů (OPRL) k charakteristikám stanoviště a vegetačního krytu shrnuje Tab. 5 a text níže. Pro stanovení požárního rizika ve velkém prostorovém měřítku (kraj, republika) a dlouhodobý výhled lze stanovení rizika na lesní půdě omezit na samotný faktor stanoviště, který je průměrovaný na jednotku individuálních katastrů, viz kap. 3.1.6 a příklad v kap. 3.2.4.

Tab. 4: Stanovení kategorií agregovaného požárního rizika s ohledem na stanoviště, charakter lesní vegetace a podílu souší.
*Zápoj lze hodnotit rovněž indexem listové plochy pomocí DPZ (zde nerozvedeno).

Faktor	Hodnota rizika (-)	Popis stupnice
STANOVIŠTĚ	0.1 až 0.9	0.1 – nízké 0.3 – mírně zvýšené 0.5 – střední 0.7 – vysoké 0.9 – velmi vysoké
LESNÍ VEGETACE (průměr sub-faktorů níže)	0.3 až 0.9	
druhá skladba	0.1 až 0.8	0.1 – listnaté, 0.4 – ostatní jehličnany, 0.8 – borovice
věk/růstová fáze	0.5 až 1.0	0.5 – středněvěké porosty (30–60 let), kmenovina 0.6 – dospělé porosty (61–120 let), kmenovina 0.7 – dospělé rozvolněné (nad 120 let), kmenovina 0.8 – mladé (11–30 let), tyčkovina a tyčovina 1.0 – holiny, kultury, mlaziny (do 10 let)
zápoj*/zakmenění	0.3 až 0.9	0.3 – zapojené porosty (zakmenění nad 0.7) 0.6 – rozvolněné porosty (zakmenění 0.4–0.7) 0.9 – řídké porosty (zakmenění do 0.4)
PODÍL SOUŠÍ (pouze v případech požárního rizika stanoviště 0.3 až 0.9)	0.1 až 1.0	0.1 – podíl do 5 % 0.4 – podíl 6–20 % 0.8 – podíl 21–50 % 1.0 – podíl nad 50 %
CELKOVÝ INDEX RIZIKA (průměr tří faktorů výše)		do 0.40 – nízké riziko 0.41 až 0.60 – střední riziko nad 0.60 – vysoké riziko

Příklad stanovení algoritmizovaného indexu rizika:

Území na kyselých stanovištích středních poloh (SLT 3K, riziko stanoviště 0.5; Tab. 1) s lesní vegetací dominantně borových porostů (riziko 0.8), věk 50 let (riziko 0.5), zapojené porosty (riziko 0.3), podíl souší

10 % (riziko 0.4). Celkové riziko je stanoveno vzorcem $[0.5+(0.8+0.5+0.3)/3+0.4]/3 = 0.5$. Tomu odpovídá kategorie středního rizika.

Tab. 5: Popis zdrojových údajů k faktorům stanoviště a lesní vegetace podle zdroje (LHP(LHO), OPRL, DPZ).

Faktor	Zdroj	Popis (včetně příp. odkazu)
Stanoviště	OPRL	Vlastnosti stanoviště popisuje lesnická typologie. Tyto informace jsou promítnuty do mapové vrstvy. (ÚHÚL, http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/textove-casti)
Druhovú skladba	DPZ	Mapa lesních dřevin získána z analýzy dat dálkového průzkumu Země (ÚHÚL, http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyDpz.html).
	LHP(LHO)	Uváděna relativním zastoupením dřevin (%) na úrovni porostní skupiny, eventuálně etáže*.
Růstová fáze Věk	DPZ	Mapa růstových fází získána z analýzy dat dálkového průzkumu Země (ÚHÚL, http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyDpz.html)
	LHP(LHO)	Uváděn pro porostní skupinu, eventuálně etáž.
Zápoj Zakmenění	DPZ	Mapa korunového zápoje odvozená z analýzy hodnot indexu listové plochy (ÚHÚL, http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyDpz.html)
	LHP(LHO)	Uváděn v rozmezí hodnot 0–10, což reprezentuje poměr reálné zásoby porostu k zásobě tabulkové.
Podíl souší	DPZ	Zjišťuje se na základě analýzy dat dálkového průzkumu Země v infračervené spektrální oblasti, nebo cíleným pozemním monitoringem lesní vegetace.

* Přítomnost etáží vypovídá o bohatší vertikální struktuře porostu

Zdrojová data LHP(LHO) a OPRL

Zpracování LHP je v České republice povinné pro lesy nad 50 ha, v případě menších celků se zpracovávají lesní hospodářské osnovy (LHO), což je zjednodušený podklad. LHP(LHO) se zpracovává na období 10 let. Data LHP(LHO) jsou nástrojem vlastníka a bez jeho svolení jsou data nepřístupná.

OPRL se zpracovávají pro přírodní lesní oblasti (PLO). V ČR je celkem 41 PLO. Ty se zpracovávají s periodicitou 20 let a v současné době probíhá druhý cyklus zpracování. Data OPRL jsou volně dostupná (Tab. 5).

Zdrojová data DPZ

Mapa dřevin (ÚHÚL) vznikla řízenou klasifikací družicových snímků ESA Sentinel-2 provedenou na základě spektrální odezvy dřevin v průběhu fenologických fází vegetace s využitím trénovacích dat nasbíraných během pozemního šetření NIL. Výběrem ploch NIL s výskytem lesních dřevin s dominantním nebo majoritním zastoupením bylo možné provést zatřídění pixelů dat Sentinel-2 dle hlavních hospodářských dřevin, tj. smrk, borovice, buk, dub a ostatní listnaté a ostatní jehličnaté dřeviny. Tematická přesnost pro hlavní dřeviny vychází: smrk 95 %, buk 74 %, dub 73 % a borovice 71 %. Druhovú složení s vyšší přesností (80–90 %) může být zjištěno z leteckých hyperspektrálních dat pomocí objektové analýzy obrazu (Maschler et al. 2018).

Mapa růstových fází (ÚHÚL; Tab. 5) vznikla segmentací rastru normalizovaného digitálního modelu povrchu (nDSM). Výsledné segmenty jsou definovány výškou dřevin a reprezentují tak hranice porostu jako prvku se společným obnovným postupem. Zároveň slouží jako geoprostorové objekty pro agregované údaje o růstové fázi.

Mapa korunového zápoje zobrazuje hodnoty indexu listové plochy (LAI). Vyšší hodnoty LAI odpovídají porostům s větší listovou biomasou a menší mírou defoliace. Predikční model LAI byl získán z hodnot Wetness komponenty Tasseled Cap transformace obrazu pro bezoblačné mozaiky družicových snímků ESA Sentinel-2 ve vegetační sezóně. Pro tvorbu predikčního modelu LAI byla využita umělá neuronová síť, model LAI byl validován oproti datům pozemního šetření a oproti hodnotám defoliace porostů z databáze ICP Forests (Lukeš et al. 2018). Postup určení kategorií zápoje pomocí LAI je detailně uveden v Příloze 2. Pro přesnější určení korunového zápoje by bylo vhodné použít odvozené vrstvy z LiDAR skenování (Canopy cover), které ale nejsou v tuto chvíli přímo dostupné.

Kvantifikace podílu souší se provádí na základě analýzy odrazivosti v infračervené spektrální oblasti dat DPZ (kombinace NIR a SWIR pásem). Například, pomocí automatizovaného vyhodnocení vegetačních indexů z družicových snímků ESA Sentinel-2 (2017) pro území pokryté lesními porosty se zastoupením smrku vznikla mapová vrstva “Kůrovcová mapa” (ÚHÚL, <http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyDpz.html>), kde jsou zahrnuty informace o dvou kategoriích souší smrků. Obdobně, identifikaci tří kategorií zdravotního stavu smrků zahrnující souše umožňuje kompozitní indikátor zdravotního stavu smrkových porostů získaný na základě analýzy hyperspektrálních leteckých dat (Brovkina et al. 2017).

3.2.2. Požární riziko na zemědělské půdě pomocí kvantifikace faktorů

Podobně jako u lesních porostů, i u zemědělské půdy platí, že subjektivní odhad je nejrychlejší cestou k posouzení zájmového území z hlediska požárního rizika a volbě adekvátních opatření k jeho snížení. Předpokládá se dostatečná znalost vlivu jednotlivých faktorů stanoviště, vegetačního krytu a prostorového kontextu na riziko vzniku a šíření požárů. Podobně jako v případě lesních porostů navrhuje metodu numerického stanovení rizika, které představuje částečně objektivizovaný odhad. Jeho výhodou je možnost uplatnění stejného algoritmu na různá hodnocená území, nicméně je důležité rozumět aplikačním úskalím výsledku, který umožňuje spíše orientační posouzení pro stanovení celkové míry rizika a kvantifikaci nejvíce ohrožených regionů. Algoritmus numerického stanovení požárního rizika zahrnuje podíl typu plodin, medián velikosti souvislé plochy s požárně rizikovými plodinami (dle LPIS) a také maximální velikost souvislého bloku s rizikovými plodinami stejné kategorie. Tyto základní faktory jsou doplněny o podíl vysychavých půd, expozice a sklonitosti pozemku, a také charakteru vodní bilance území (Tab. 7). Výsledný index je vypočten kombinací těchto faktorů a následně zpracován do mapové podoby pro katastrální území v ČR (Tab. 6, Obr. 9).

Tab. 6: Třídy rizika na základě vyhodnocení typu a charakteru zemědělských porostů a jejich současná výměra.

Stupeň rizika	Hodnota souhrnného indexu	Relativní zastoupení
Velmi nízké riziko	0,00-0,15	45 %
Nízké riziko	0,15-0,30	27 %
Střední riziko	0,30-0,50	15 %
Vysoké riziko	0,50-0,80	9 %
Velmi vysoké riziko	nad 0,80	4 %

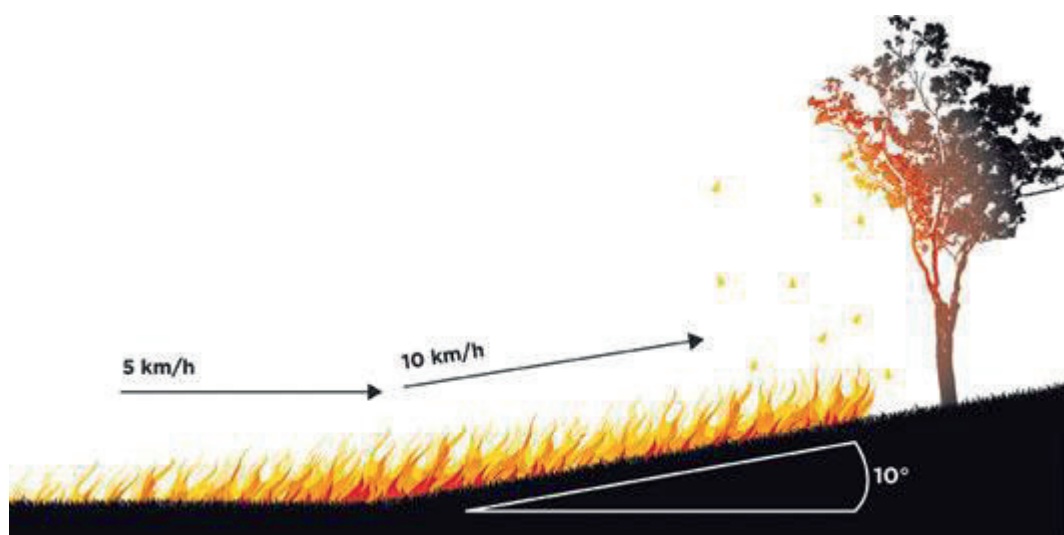
Tab. 7: Stanovení kategorií agregovaného požárního rizika s ohledem na charakter, souvislou plochu a podíl nerizikové vegetace. V případě faktorů 1-6 bylo pro klasifikaci katastrálních území použito z-skóre.

Faktor	Hodnota rizika (-)	Popis stupnice (z-skóre)
1. RIZIKOVÉ PLODINY ČASNÉ Relativní zastoupení v katastru	0.0 až 1.0	0.0 – bez zastoupení 0.1 – z-skóre menší než 0 0.2 – z-skóre 0-0.5 0.3 – z-skóre 0.5-1.0 0.5 – z-skóre 1.0-1.5 0.7 – z-skóre 1.5-2.0 1.0 – z-skóre nad 2.0
2. RIZIKOVÉ PLODINY POZDNÍ Relativní zastoupení v katastru	0.0 až 1.0	0.0 – bez zastoupení 0.1 – z-skóre menší než 0 0.2 – z-skóre 0-0.5 0.3 – z-skóre 0.5-1.0 0.5 – z-skóre 1.0-1.5 0.7 – z-skóre 1.5-2.0 1.0 – z-skóre nad 2.0
3. MAXIMÁLNÍ VELIKOST SOUVISLÉ PLOCHY – RIZIKOVÉ PLODINY ČASNÉ	0.0 až 1.0	0.0 – bez zastoupení 0.1 – z-skóre menší než 0 0.2 – z-skóre 0-0.5 0.3 – z-skóre 0.5-1.0 0.5 – z-skóre 1.0-1.5 0.7 – z-skóre 1.5-2.0 1.0 – z-skóre nad 2.0
4. MAXIMÁLNÍ VELIKOST SOUVISLÉ PLOCHY – RIZIKOVÉ PLODINY POZDNÍ	0.0 až 1.0	0.0 – bez zastoupení 0.1 – z-skóre menší než 0 0.2 – z-skóre 0-0.5 0.3 – z-skóre 0.5-1.0 0.5 – z-skóre 1.0-1.5 0.7 – z-skóre 1.5-2.0 1.0 – z-skóre nad 2.0
5. MEDIÁN VELIKOST SOUVISLÉ PLOCHY – RIZIKOVÉ PLODINY ČASNÉ	0.0 až 1.0	0.0 – bez zastoupení 0.1 – z-skóre menší než 0 0.2 – z-skóre 0-0.5 0.3 – z-skóre 0.5-1.0 0.5 – z-skóre 1.0-1.5 0.7 – z-skóre 1.5-2.0 1.0 – z-skóre nad 2.0
6. MEDIÁN VELIKOST SOUVISLÉ PLOCHY – RIZIKOVÉ PLODINY POZDNÍ	0.0 až 1.0	0.0 – bez zastoupení 0.1 – z-skóre menší než 0 0.2 – z-skóre 0-0.5 0.3 – z-skóre 0.5-1.0 0.5 – z-skóre 1.0-1.5 0.7 – z-skóre 1.5-2.0 1.0 – z-skóre nad 2.0
a. ZASTOUPENÍ VYSÝCHÁVÝCH PŮD (váha)	1.0 až 1.3	1.0 – nejsou zastoupeny 1.1 – podíl do 2 % zem. půdy v k.ú. 1.1 – podíl 2-6 % 1.2 – podíl 6-10 % 1.3 – podíl nad 10 %
b. SKLONITOST (váha)	1 až 1.5	1.0 – svahy do 10% sklonu (do 4.5°)

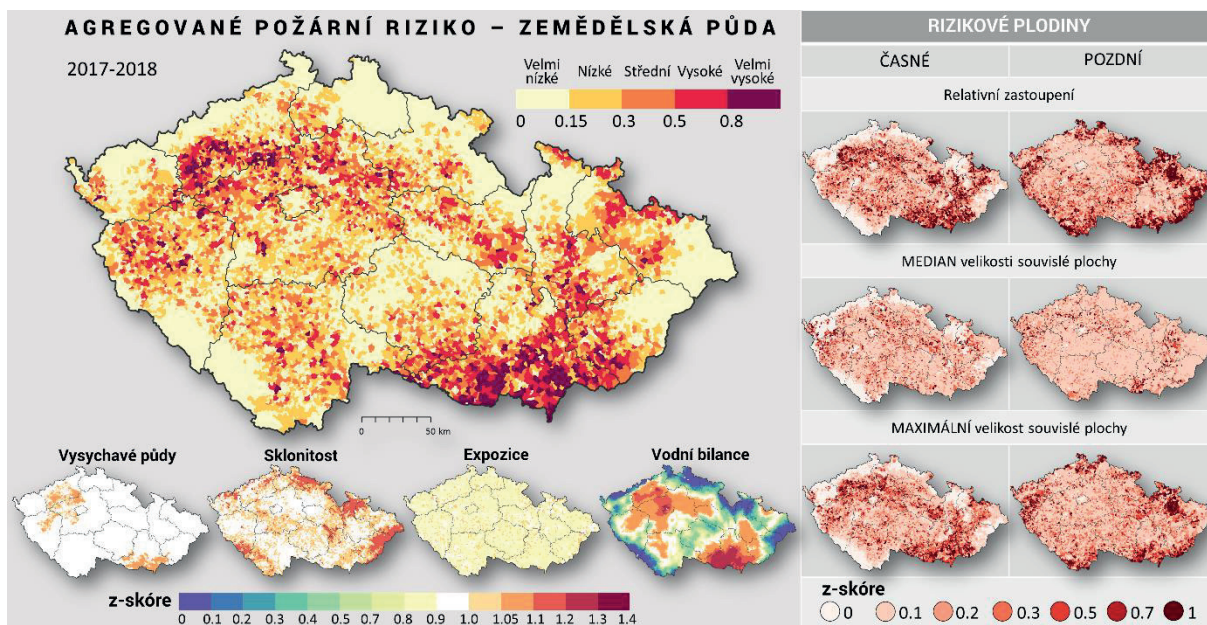
Faktor	Hodnota rizika (-)	Popis stupnice (z-skóre)
		1.1 – svahy 10-20% sklonu do 5% plochy zemědělské půdy v k.ú. (4.5-9°) 1.2 – svahy 10-20% sklonu 5-10% plochy k.ú. 1.3 – svahy 10-20% sklonu nad 10% plochy k.ú. 1.4 – svahy nad 20% do 5% plochy k.ú. 1.5 – svahy nad 20% nad 5% k.ú.
c. ORIENTACE (váha)	0.8 až 1.2	0.8 – pouze svahy s orientací NNE-N-NNW 0.9 – bez svahů s orientací SSE-S-SSW tj. 0% zemědělské půdy v katastru 1.0 – svahy s orientací SSE-S-SSW do 12.5% zemědělské půdy v katastru 1.1 – svahy s orientací SSE-S-SSW do 18.75% zemědělské půdy v katastru 1.2 – svahy s orientací SSE-S-SSW do 25% zemědělské půdy v katastru
d. VODNÍ BILANCE (váha)	0.1 až 1.4	0.1 – vláhová bilance +300 mm a vyšší 0.2 – vláhová bilance +250 až +300 mm 0.3 – vláhová bilance +200 až +250 mm 0.4 – vláhová bilance +150 až +200 mm 0.5 – vláhová bilance +100 až +150 mm 0.7 – vláhová bilance +75 až +100 mm 0.8 – vláhová bilance +50 až +75 mm 0.9 – vláhová bilance +25 až +50 mm 1.0 – vláhová bilance +25 až -25 mm 1.05 – vláhová bilance -25 až -50 mm 1.1 – vláhová bilance -50 až -100 mm 1.15 – vláhová bilance -100 až -150 mm 1.2 – vláhová bilance -150 až -200 mm 1.3 – vláhová bilance -200 až -300 mm 1.4 – vláhová bilance - 300 mm a nižší
CELKOVÝ INDEX RIZIKA: je použita vyšší z hodnot indexů $INDEX_ČASNÉ = ((faktor\ 1 + faktor\ 3 + faktor\ 5)/3) * a * b * c * d$ $INDEX_POZDNÍ = ((faktor\ 2 + faktor\ 4 + faktor\ 5)/3) * a * b * c * d$		

Tab. 8: Popis zdrojových údajů k faktorům, které ovlivňují riziko přírodních požárů na zemědělské půdě.

Faktor	Zdroj	Popis (včetně příp. odkazu)
Rizikové plodiny časné	LPIS - SZIF	Zastoupení četnosti plodin, které jsou sklíženy v první polovině léta a zahrnují zejména obiloviny a řepku, bylo určeno z databáze LPIS léta 2017-2018. (SZIF)
Rizikové plodiny pozdní	LPIS - SZIF	Zastoupení četnosti plodin, které jsou sklíženy ve druhé polovině léta a na podzim, zahrnují zejména trvalé travní porosty, mák, len olejný a případně i kukuřici, a to dle databáze LPIS léta 2017-2018. (SZIF)
Velikost souvislé plochy	LPIS - SZIF	Pro časné i pozdní plodiny byla stanovena střední a maximální velikost souvislé plochy jednoho typu kultur. Ta byla stanovena propojením těch bloků LPIS, které nebyly odděleny cestou či vodním tokem a současně jejich hranice od sebe nebyly dále než 5 m.
Vysychavé půdy	VÚMOP Generel VHK ČR	Z-skóre mapy založeno na Generelu vodního hospodářství krajiny ČR (Trnka et al., 2015.)
Sklonitost	CzechGlobe	Sklonitost transformována na hodnotu ovlivňující charakter šíření požáru. Založeno na digitálním modelu terénu a faktu, že při zvýšené sklonitosti dochází ke zvýšení rychlosti šíření požáru (Obr. 8).
Expozice	CzechGlobe	Orientace svahu byla vzata do úvahy s výraznou preferencí svahů jižní a jihozápadních.
Vodní bilance	CzechGlobe	Kvantitativní stupnice pro modifikaci požárního rizika založená na dlouhodobé bilanci srážek a evapotranspiraci pro období 1981-2010.

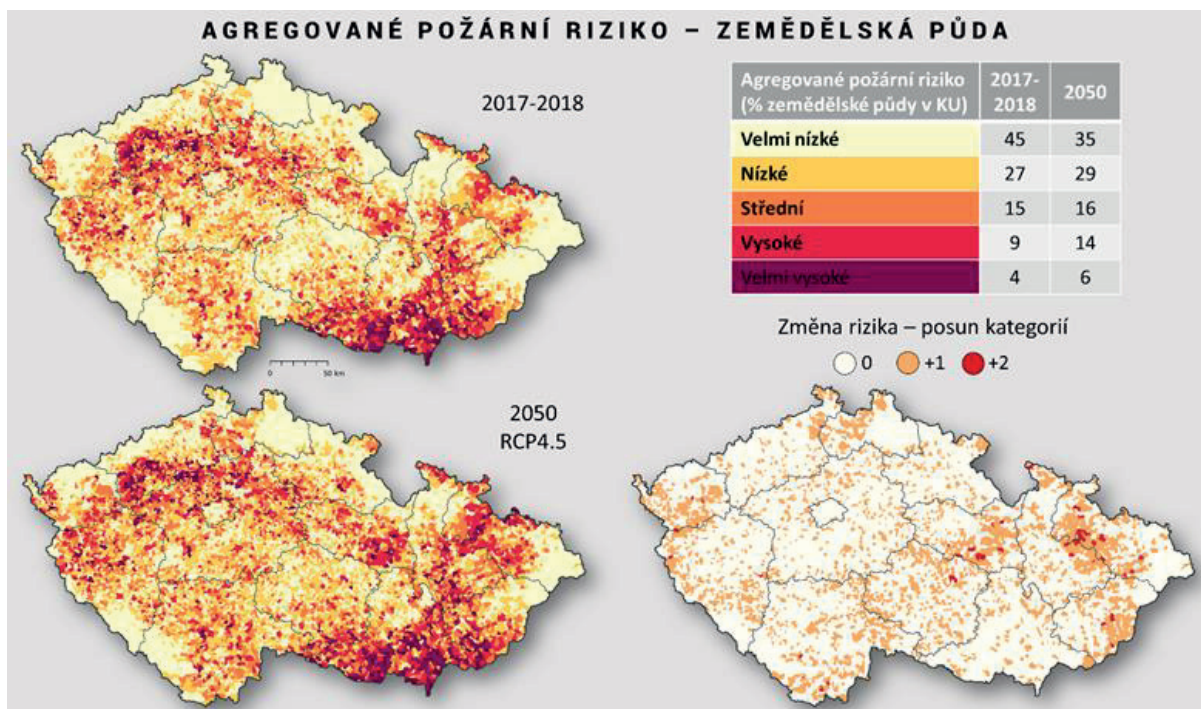


Obr. 8: Rychlost šíření požáru se za vhodné kombinace směru větru a směru svahu může až zdvojnásobit. {Ilustrace převzata z <https://www.cfa.vic.gov.au/plan-prepare/how-fire-behaves>}



Obr. 9: Klasifikované stanovištní riziko přírodních požárů na zemědělské půdě zpracované na úrovni katastrů v rámci ČR a vycházející z klimatických dat 1981-2010 a reálného zastoupení plodin a velikosti pěstebních ploch v letech 2017 a 2018.

3.2.3. Požární riziko na zemědělské půdě při zohlednění důsledků změny prostředí



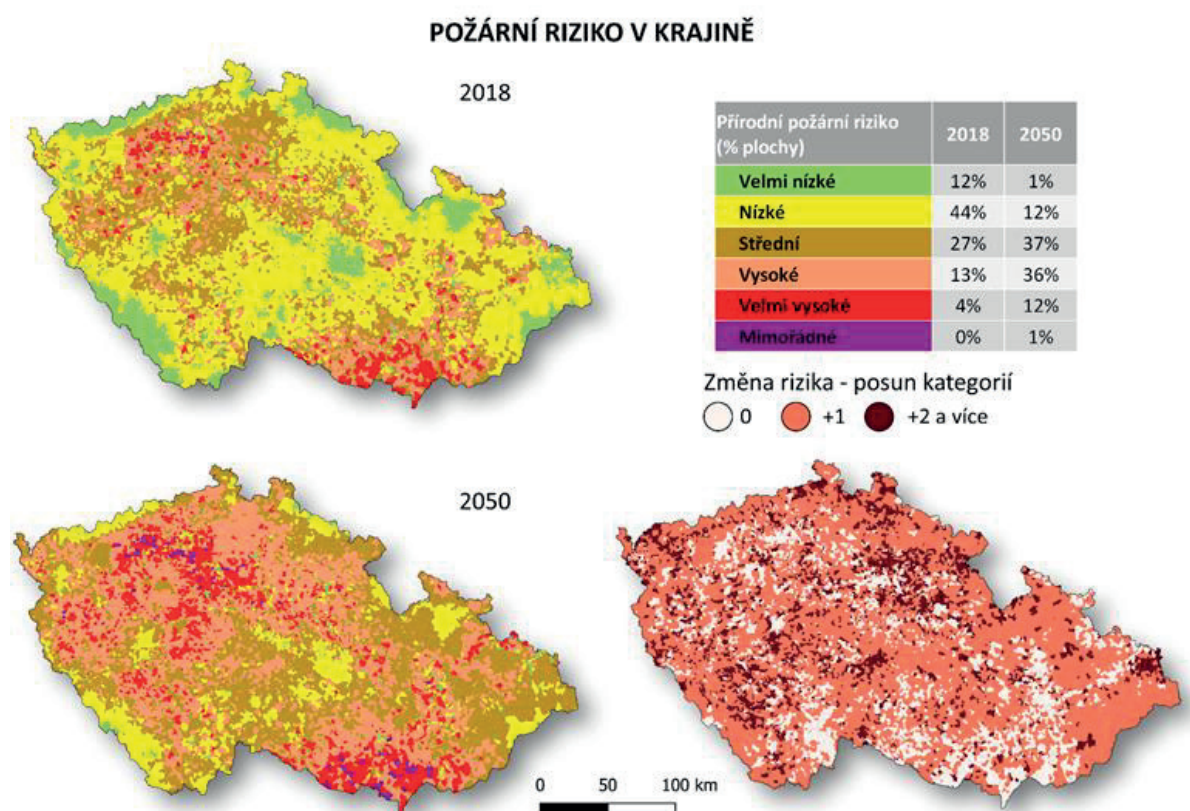
Obr. 10: Klasifikované stanovištní riziko v celoplošném zobrazení pro nedávný/aktuální stav (2017-2018), projekce k roku 2050 a změna rizika pro toto období na základě postupu uvedeném v Tab. 6, zobrazeno v prostorových jednotkách katastrálních území.

Na rozdíl od lesních kultur lze v zemědělské krajině přijmout opatření ke snížení požárního rizika operativně a v horizontu měsíců výrazně nepříznivé faktory vzniku a šíření požárů zásadně omezit. Přesto

je třeba vnímat, že změna klimatických poměrů představuje poměrně významné riziko. Z faktorů stanoviště se toto riziko týká primárně vodní bilance. Změna klimatických podmínek povede velmi pravděpodobně ke změně sortimentu pěstovaných plodin, změně v rozsahu vysychavých stanovišť či v nástupu fenologických fází. Dále povede ke změně způsobů hospodaření od agrotechniky po velikost půdních bloků či četnost výskytu vodních prvků a mokřadů. Ilustrativně jsme aplikovali scénář s podobným nárůstem teplot jako v případě lesní typologie (kap. 3.1.6), nicméně byl uvažován konkrétní klimatický model z databáze CMIP 5 a to IPSL. Tento model je pro území ČR a horizont roku 2050 považován za scénář nejbližší střednímu odhadu míry klimatické změny ze všech v databázi CMIP5 dostupných globálních klimatických modelů. U ostatních parametrů jsme ponechali hodnoty z let 2017-2018, nicméně je pochopitelně možné modifikovat i tyto parametry v závislosti na reálných změnách v zemědělském hospodaření. Pouhá změna faktoru vodní bilance zvýší procento zemědělské půdy náležející do katastrálních území s vysokým a velmi vysokým agregovaným požárním rizikem o 50 % a naopak poklesne zastoupení kategorie s velmi nízkým rizikem (Obr. 10).

3.2.4. Kombinované přírodní požární riziko v krajině

Celkové riziko přírodních požárů v krajině, které je dáno přítomností jak lesních stanovišť, tak zemědělských ploch, je zobrazeno na Obr. 11. Riziko je vyhodnoceno v prostorové jednotce katastrálního území, přičemž se preferuje vždy vyšší kategorie rizika z dvojice lesní stanoviště/zemědělská půda. Pro velmi vysoké riziko na obou typech stanovišť se vylišuje dodatečná kategorie mimořádného nebezpečí.



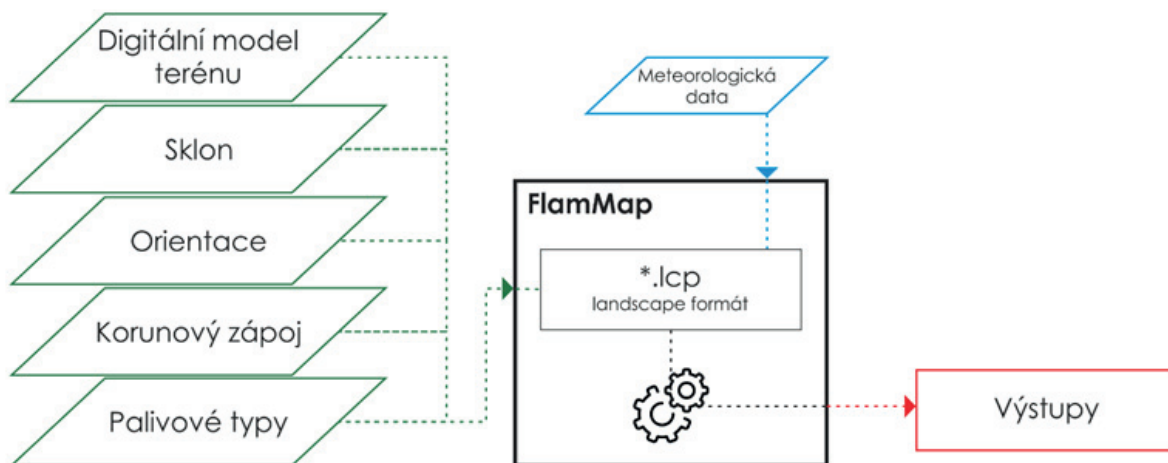
Obr. 11 Kombinované stanovištní riziko přírodních požárů v krajině v celoplošném zobrazení pro nedávný/aktuální stav (2018), projekce k roku 2050 a změna rizika.

3.2.5. Použití modelu FlamMap při hodnocení rizika požárů vegetace

K iniciaci požárů vegetace může dojít působením abiotického přírodního činitele (např. blesk), nicméně nejčastější příčinou vzniku požárů v podmínkách ČR je lidský faktor a jeho činnosti zahrnující zejména rozcínání otevřeného ohně, vypalování trávy a kouření ve volné přírodě. Významný může být vznik požáru od používané hospodářské techniky. Není proto reálné předpovídat konkrétní ohniska vznícení. Oproti tomu předpoklady pro vznik a šíření požáru lze odhadnout, protože jsou závislé na meteorologických podmínkách, orografii a stavu vegetace a existují i příslušné výpočetní modely.

Americký program FlamMap (Finney 2006), vyvinutý U. S. Forest Service, je používán pro mapování a analýzu chování požárů nad konkrétním územím v daných podmínkách. Slouží k analýze požárního rizika, ale je také užíván k plánování řízeného vypalování v krajině, a to např. v USA. 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 odlišnou rychlostí větru a vlhkostí paliva 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.

Program je volně dostupný na stránkách firelab.org a k jeho používání je nutno pracovat s 64-bit operačním systémem Windows. Program pracuje s mnoha daty a v některých případech jsou analýzy náročné na paměť systému. Náročnost operací lze snížit či ovlivnit velikostí analyzovaného území, případně velikostí jednotlivých pixelů u vstupních dat (rastrů).

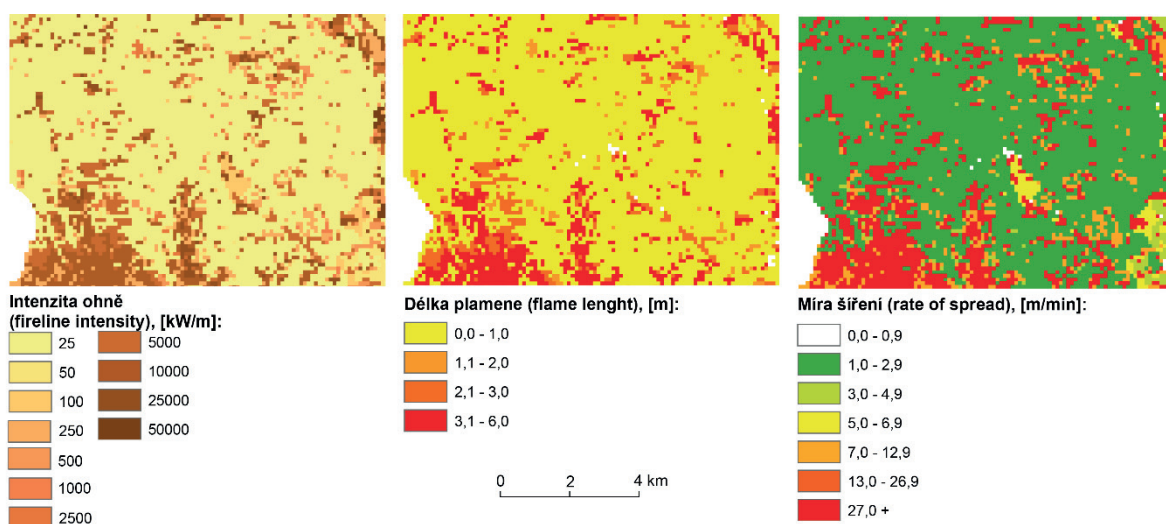


Obr. 12: Schéma modelu FlamMap - vstupní vrstvy, integrovaná vrstva *.lcp, vstup meteorologických dat a výstupy.

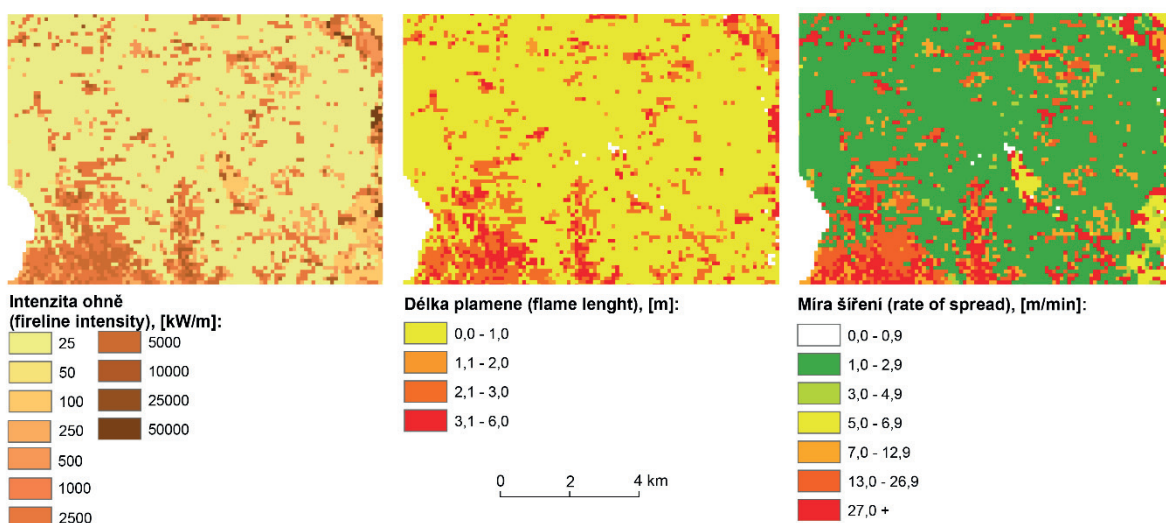
Pro použití programu musí být k dispozici několik základních vrstev (Obr. 12; detailnější popis je uveden v Příloze 2). Klíčovou vrstvou je digitální model terénu, ze kterého vznikají další dvě vstupní vrstvy – sklon a orientace. Vrstva Korunový zápoj představuje procento povrchu, které je zastíněno korunovým patrem stromů. Patrně nejdůležitější vrstvou jsou definované palivové typy. Scott a Burgan (2005) vytvořili příručku, kde jsou jednotlivé palivové typy kategorizovány. Uživatel, který chce analyzovat své území, potřebuje informaci o typech využití území a vegetačním pokryvu v zájmové oblasti. Musí znát

jejich prostorové rozložení a na základě typů (louka, borový les s nízkým podrostem, smrkový les, vodní plocha, zástavba atp.) a porostních charakteristik je přiřadí k příslušnému palivovému typu. Do programu vstupují u jednotlivých typů i vlhkosti paliv u odumřelé a živé biomasy. Příručka poskytuje k těmto nastavením vysvětlení, tento vstup je do programu zadáván textovým souborem. Další vstup, který je vyžadován, je rychlost a směr větru, případně další meteorologická data (teploty, srážky).

Čím jsou vstupní informace přesnější a prostorové rozlišení jemnější, tím poskytuje program relevantnější výsledky. Po zadání vstupních vrstev (rastrů), převede program tyto vstupy na integrovanou vrstvu *Landscape (*.lcp)*. S ní následně pracuje a uživatel pouze upravuje informace o počasí (vítr, teploty, srážky). V USA je sběr dat ulehčen a je možné získat už hotovou vrstvu „*.lcp“. U nás takto dostupná data nejsou k dispozici a uživatelé si potřebná vstupní data musí získat z různých zdrojů a vložit do programu. Tento postup je demonstrován na konkrétním území případové studie, s kalibrací palivových typů a příklady výstupů programu FlamMap pro dané místo (viz Příloha 3 a Obr. 13, Obr. 14). To umožňuje posoudit využití modelu FlamMap pro praxi.



Obr. 13: Ukázka výstupů z programu FlamMap pro rychlost větru 10 m/s v 10 m nad zemí při jihozápadním větru (225°), při nižší vlhkosti paliv nastavené programem, počasí červen 2017.



Obr. 14: Ukázka výstupů z programu FlamMap pro rychlost větru 10 m/s v 10 m nad zemí při jihozápadním větru (225°), při vyšší vlhkosti paliv nastavené uživatelem na základě lokální znalosti, počasí červen 2017

Možnost přístupu uživatele při použití modelu je demonstrována na příkladech. Na Obr. 13 jsou vybrané výstupy modelu při ponechání vlhkosti paliva tak, jak jsou modelem standardně nastaveny. Ve srovnání, na Obr. 14 jsou stejné proměnné simulovány při změněné vlhkosti mrtvého paliva podle lokálních poznatků uživatele. Konkrétně byla vlhkost paliva (odumřelé dříví) nastavena na ca. 50 % před požárem. Rozdíl mezi těmito variantami činí 42 %, tedy palivo je v pilotním území zhruba 4x vlhčí než při standardním nastavení programu. Změna v nastavení vstupu vlhkosti ukazuje, že ve vlhčí variantě (Obr. 14) ubývá na intenzitě a síle požáru především v těch nejhroženějších místech.

Uživatel může měnit vstupy a tím efektivně zpřesňovat výsledky programu. Je možno vložit různé rychlosti a směry větru, měnit vlhkosti u mrtvého a živého paliva, vkládat údaje o počasí před požárem apod., podle potřeb a zpřesněných vstupních informací uživatele.

3.3. Opatření ke snížení požárního rizika

Na území s obhospodařovanou lesní a zemědělskou půdou lze snížit riziko požárů aktivním cíleným managementem. Tato část představuje výčet relevantních opatření ke snížení požárního rizika a šíření požáru a komentář k jejich realizaci. V textu je zahrnut:

- i) výčet lesnických hospodářských opatření (včetně lesnických adaptačních opatření k měnícímu se klimatu, které jsou posouzeny z hlediska vlivu na požární riziko),
- ii) technická a organizační opatření zvyšující efektivitu hašení,
- iii) vodohospodářská mitigační opatření ke snížení požárního rizika.

3.3.1. Lesnická hospodářská opatření

3.3.1.1. Protipožární izolační pruhy (firebreaks)

Opatření, která mají zabránit vzniku a šíření lesního či obecněji vegetačního požáru, jsou protipožární izolační pruhy (firebreaks) oddělující zápalný zdroj od hořlavé vegetace. Jde o pruh půdy zbavený veškeré vegetace a hrabanky (obnažený až na minerální půdu), jehož účelem je zastavení případného pozemního požáru vzniklého od daného zápalného zdroje. V našich podmínkách byly tyto pruhy realizovány zejména podél železnic pro zabránění vzniku požáru od parních lokomotiv (v rámci tzv. zvláštních opatření v porostech sousedících se železnicemi, například podle vládního nařízení č. 37/1951 Sb., o vybudování a provozu drah a vyhlášky č. 17/1961 Sb. jako prováděcího předpisu k tehdejšímu lesnímu zákonu). Šířka izolačního pruhu byla v našich podmínkách doporučována již od 1 m v kombinaci s pásy zpomalujícími hoření (např. Pfeffer et al., 1961, viz níže). Pro podmínky s vyšším požárním rizikem (mediterán, USA) je doporučována minimální šířka od cca 3 m do 15 m dle charakteru navazující vegetace a míry požárního rizika (např. Dennis, 2005; Menšíková, 2006; NRCS, 2011). Izolační pruh může být dočasný (udržovaný jen v období zvýšeného rizika požáru) či stálý. Při jeho tvorbě a udržování musí být podniknuty kroky zabraňující či omezující erozi. Izolační pruhy nebyly v uplynulých desetiletích v ČR udržovány, s rostoucím rizikem požáru je možné, že v některých nejvíce rizikových místech, například při průchodu železniční trati lokalitou s velmi snadno zápalnou vegetací (vřes, suchá tráva...), bude jejich realizace znovu potřebnou či nutnou.

3.3.1.2. Protipožární pásy zpomalující šíření požáru (fuelbreaks)

Méně radikálním opatřením je realizace protipožárních pásů zpomalující šíření požáru (fuelbreaks), jejichž hlavním cílem je včasná lokalizace požáru. Při jejich tvorbě mohou být využívána jak hospodářská opatření ve stávajících porostech, tak cílené zakládání nových pásů. Základním cílem je snížení množství hořlavého materiálu v pásu dostatečně širokém na to, aby byl postup požáru znatelně zpomalen a zvýšila se pravděpodobnost jeho včasného odhalení a lokalizace, nejlépe ještě v pásu samém.

V případě realizace ve stávajících porostech zahrnují opatření výrazné snížení hustoty porostu (tak aby se koruny nedotýkaly), odstranění všeho ležícího mrtvého dřeva, vytěženého dřeva a klestu, odstranění keřového patra a dalšího snadno zápalného a hořlavého podrostu, odstranění případných suchých větví do výšky minimálně 1,5 až 2 m nad zemí. Výsledný pás pak má podobu připomínající parkový les. U nás byly protipožární pásy součástí komplexu opatření kolem železničních tratí (viz výše). Cílem bylo zachycení spadlých oharků a jisker a zastavení pozemního požáru šířícího se z drážního tělesa (Pfeffer et al., 1961). Šířka pásů, míra proředění i výška vyvětvení musí být vždy přizpůsobovány stanovištním podmínkám, zejména geomorfologii území. Ve svahu snáze dojde k zapálení korun – jsou předehtřívány unikajícím kouřem, snáze se spodní část korun dostává do kontaktu s plameny pozemního požáru. Na svazích kolem 30 % sklonu a prudších výrazně roste riziko vzniku korunového požáru, vzrůstá také rychlost jeho šíření. V úzkých terénních zářezích je vysoké riziko přenosu požáru na protisvah (dopadiště jisker a větrem unášeného hořícího materiálu). Při umístění a parametrizaci pásů musí být dále brán v úvahu převládající směr větru ve vztahu k celkové topografii terénu. Důležitá je systematická péče o tyto pásy, neudržovaný protipožární pás bude nefunkční.

Nové pásy jsou vysazovány z hůře hořlavých dřevin. Tyto pásy by měly být v našich podmínkách minimálně 20–50 m široké. Vhodnými dřevinami jsou například lípy (*Tilia* spp.), javory (*Acer* spp.), jasaný (*Fraxinus* spp.), olše (*Alnus* spp.). Hustota porostu může být vyšší než u předchozích opatření ve stávajících porostech (vzhledem k nižšímu riziku zapálení a hoření), porost by však měl být, pokud možno, rozvolněnější než běžný porost – cílem je uvolněný či případně přerušovaný zápoj (tam kde je riziko požáru extrémně vysoké). Pásy by ideálně měly postupně vytvořit ochranný systém, který by zamezil šíření požáru z místa jeho pravděpodobného vzniku (jako jsou železnice, chatové osady, veřejná tábořiště apod.) a to zejména do lehce zápalných a hořlavých porostů.

Protipožární pásy zpomalující šíření požáru jsou opatřením, které lze již nyní v ohrožených lokalitách doporučit, jejich potřebnost bude s vysokou pravděpodobností dále narůstat. Vytváření těchto pásů výrazným proředěním stávajících porostů je však z hlediska mechanické stability porostů obtížně realizovatelné či zcela nerealizovatelné ve stávajících smrkových porostech, bez obtíží není ani v borových porostech. Pozornost je tedy potřebné zaměřit zejména na výsadbu pásů z hůře hořlavých listnatých dřevin. V případě nově zakládáných pásů z těchto listnatých dřevin jde o opatření, jejichž realizaci lze doporučit nejen z důvodů protipožární prevence, ale také proto, že jde o opatření, které je zcela v souladu s dalšími doporučeními adaptačního lesnického managementu. Jde o opatření zvyšující druhovou pestrost revitalizující půdu, obohacující horizontální strukturu lesa a zvyšující mechanickou stabilitu.

Hledisko protipožární ochrany by kromě výše uvedených speciálních opatření mělo být v možné míře zohledňováno i při běžných hospodářských činnostech, a to podle míry rizikovosti jednotlivých typů porostů či stanovišť.

3.3.1.3. Lesnická adaptační opatření v lesích a vazba na požární riziko

V souvislosti s lesnickými adaptačními opatřeními na změnu klimatu je doporučována celá řada změn hospodaření (Čermák et al., 2016; MŽP, 2017), většina z nich je v souladu se snahou o snížení rizika vzniku požáru či snížení škod způsobených vzniklými požáry, část navržených adaptačních opatření však může požární riziko lokálně či přechodně zvýšit (viz Tab. 9).

Tab. 9: Lesnická adaptační opatření (Čermák et al., 2016; MŽP, 2017) a jejich potenciální vliv na nebezpečí vzniku požáru a na jeho hašení.

Adaptační opatření	Vliv na riziko vzniku požáru	Vliv na hašení požáru
Změna dřevinné skladby – zvýšení bohatosti, zvýšení podílu listnatých dřevin	převážně snížení rizika	dle konkrétních okolností možné zlepšení i zhoršení podmínek pro hašení
Prodloužení obnovní doby, prodloužení lhůty pro zalesnění a zajištění	zvýšení rizika	–
Snížení obmýtí smrkových porostů	spíše snížení rizika vlivem snížení pravděpodobnosti vzniku proředění porostu a kalamitních ploch	–
Preference a zajištění přirozené obnovy lesa	pokud povede k omezení zabuřnění, pak obecně snížení rizika, zejména v místech nahloučené obnovy	–
Podpora nepasečného hospodaření, zvýšení strukturní bohatosti lesa	obecně by mělo být v lese méně holin a snadno zápalného materiálu a tím dojít k snížení rizika, vertikální bohatost však zvyšuje riziko vzniku korunového požáru od požáru pozemního	obtížnější lokalizace požáru (hoření v různých etážích, obtížnější předvídatelnost šíření, šíření několika směry)
Ponechání vyššího podílu biomasy k dekompozici	zvýšení rizika při zvýšení množství jemného zápalného materiálu, nebo snížení rizika v závislosti na vlhkosti stanoviště a charakteru materiálu (objemné ležící fragmenty tlejícího dříví a souše jako rezervoáry vlhkosti bránící rozvoji a šíření požáru)	možná horší průchodnost
Zpevňující prvky ve smrkových porostech	snížení rizika	snazší lokalizace
Zlepšení technologické přípravy pracovišť před těžbou	snížení rizika	snazší lokalizace a zpřístupnění
Omezení škod způsobených mechanizací	snížení rizika zvýšením stability porostů, tj. méně souší a těžebních zbytků, méně mezer a holin	–
Revize opatření lesnicko-technických meliorací, hrazení bystřin a lesních cest se zaměřením na ochranu a obnovu přirozeného vodního režimu v lesích	snížení rizika	snazší hašení
Minimalizace technického odvodnění lesních pozemků využitím přirozených a přírodě blízkých postupů	snížení rizika	-
Realizace opatření pro zadržení vody v lesích	snížení rizika	snazší hašení
Aplikování postupů a opatření při těžbě a obnově lesa k zamezení nebo zpomalení povrchového odtoku srážkových vod a proti erozi půdy	snížení rizika	

Adaptační opatření	Vliv na riziko vzniku požáru	Vliv na hašení požáru
Stanovení rizikových oblastí pro prioritní realizace adaptačních opatření v lesních ekosystémech	snížení rizika (součástí by mělo být také posouzení požárního rizika a realizace opatření pro jeho snížení)	snazší hašení (součástí realizovaných opatření v ohrožených oblastech by měla být také opatření usnadňující hašení)
Zpracování zásad dobré praxe (BMP) pro vlastníky lesů a odborné lesní hospodáře pro rizikové oblasti	snížení rizika	snazší hašení
Realizace komplexních pozemkových úprav s ohledem na zvýšení retenční kapacity krajiny, organizační podpora pozemkových úprav	snížení rizika	–

V nejvíce ohrožených lokalitách je však potřebné realizovat i některé z výše uvedených specializovaných protipožárních prvků, primárně lze doporučit zejména realizaci protipožárních pásů z hůře hořlavých dřevin. Intenzivnější opatření v podobě izolačních pásů či proředěných pásů zpomalujících šíření požáru je opodstatněné zvažovat zejména v místech s vysokým rizikem požáru, zejména tam, kde v minulosti již problémové požáry vznikly a dále pochopitelně tam, kde by tyto požáry mohly mít významné negativní dopady na zdraví obyvatel či na majetek.

3.3.2. Opatření na zemědělské půdě

Jak již bylo řečeno v části 3.2., je výskyt požárů na naprosté většině zemědělské půdy omezen na relativně krátká období v průběhu roku, kdy se vyskytuje kombinace dostatku hořlavého materiálu a současně panuje příznivé počasí. Typicky jsou tímto obdobím termíny senoseči a žní, resp. dny těmito agrotechnickým termínům těsně předcházející. Opatření na zemědělské půdě lze podobně jako u lesních požárů rozdělit na opatření vedoucí k zabránění vzniku požáru a případně jeho šíření, tedy opatření uplatňovaná dlouhodobě a na opatření v organizaci krajiny, která z povahy věci vyžadují podstatně delší čas na implementaci.

3.3.2.1. Protipožární opatření směřující k prevenci vzniku a/nebo zabránění šíření požáru na zemědělské půdě

Základní právní norma v oblasti požární ochrany, tj. zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů ve svém § 2 stanovuje základní povinnost, dle které je: *“každý povinen počínat si tak, aby nezavdal příčinu ke vzniku požáru, neohrozil život a zdraví osob, zvířata a majetek”*. Konkrétní povinnosti, jak toho dosáhnout, pak vyplývají z právních předpisů, kterými jsou především zákon o požární ochraně, vyhláška o požární prevenci, nařízení jednotlivých krajů a popř. z obecně závazných vyhlášek obcí.

Práce (Hřebačka, Škoda et al., 2016) shrnuje doporučení k prevenci vzniku a zmírnění dopadů vzniklých požárů na zemědělské půdě, z nichž je kromě připravenosti a existence spolehlivých spojovacích prostředků třeba zdůraznit zvláště následující:

1. Nespotřebovat vodu z umělých a přírodních nádrží určených jako zdroje požární vody k jiným účelům než k hašení požárů;
2. Zabezpečit technická a organizační opatření k zamezení styku hořlavých materiálů (např. seno, sláma, prach) s horkými povrchy a zabezpečit, aby stroje a zařízení při sklizni, úpravě

a skladování zemědělských plodin byly provozovány a ošetřovány v souladu s návodem výrobce;

3. Vybavit žňovou techniku (veškerá technika používaná ke sklizni, převozu, odvozu, úpravě polí) lapači jisker, lapači nemusí být vybavena, pokud je od výrobce provedena tak, že nemůže dojít k výfuku žhavých částic;
4. Preventivně zkontrolovat žňovou techniku, především elektroinstalaci a palivovou soustavu, promazat třecí plochy, kde by třením mohlo dojít k nadměrnému zahřívání součástí a následnému požáru;
5. Vybavit žňovou techniku kromě hasicího přístroje instalovaného výrobcem ještě vodním nebo pěnovým přenosným hasicím přístrojem s minimálním objemem hasiva 9 litrů;
6. Při nasazení žňové techniky mít na poli k dispozici samostatnou zemědělskou techniku, kterou je možné použít k vytvoření ochranného pruhu proti přenosu požáru v šíři nejméně 10 metrů. Ochranný pruh musí být zbaven hořlavého materiálu v takové míře, aby nemohlo dojít k přenosu požáru. U této techniky mít nepřetržitě přítomnu obsluhu, která je poučena o tom, jak se zachovat v případě požáru a jak použít tuto techniku k zabránění jeho šíření. Na poli o výměře 25 ha a větší, mít na poli k dispozici tuto techniku ve dvojnásobném množství;
7. Zajistit přednostní zahájení sklizně dozrálých obilovin, řepky a GPS porostů na ohrožených místech (např. podél veřejných komunikací a železničních tratí) a místech, ze kterých se může požár rozšířit do okolního prostředí (např. lesů) do vzdálenosti 10 m od zdroje ohrožení nebo možného rozšíření;
8. V případě založení stohu na strništi, provést po naskladnění jeho oborání tak, aby vznikl ochranný pruh proti přenosu požáru v šíři nejméně 10 m;
9. Při provádění sklizně obilovin, řepky a GPS 5 na poli, rozdělit pole ochranným pruhem proti přenosu požáru na části o max. velikosti 25 ha;
10. Po sklizni vytvořit ochranné pruhy proti přenosu požáru v šíři nejméně 10 m, pokud nebyla provedena již před sklizní (kolem pole) a dále se doporučuje zajistit po celém poli „požární úseky“, tj. části pole oddělené od dalších částí ochrannými pruhy přiměřené šíře. Dalším řešením je celé strniště zaorat případně provést podmítku.

3.3.2.2. Protipožární adaptační opatření na zemědělské půdě

Obr. 9 jasně dokumentuje, že existují podstatné rozdíly, pokud jde o dlouhodobé riziko vzniku a šíření požárů na zemědělské půdě, které je dané faktory, jež podstatnou měrou měnit nelze (expozice a sklon terénu); těmi, které lidská činnost ovlivňuje významně (zastoupení vysychavých půd a samotná klimatická změna) a pak těmi, jež lze měnit poměrně rychle a podstatným způsobem. V poslední kategorii je třeba zmínit především zastoupení plodin a zejména obvyklou a maximální velikost souvislých bloků tvořených plodinami stejné požární skupiny. Zjednodušeně řečeno je riziko závažného požáru podstatně větší v lokalitě, kde spolu bezprostředně souvisejí porosty, které jsou požárně rizikové (např. řepka, ječmen, pšenice), které dozrávají prakticky ve stejnou dobu a nejsou odděleny dostatečnou izolační vzdáleností. Část tohoto rizika bude modifikována snížením maximální velikosti půdního bloku, ale budou-li bloky tvořeny plodinami se stejným požárním rizikem, situaci to výrazně nezmění. Proto se jako důležité jeví, aby komplexní adaptace krajiny v sobě zohledňovala i riziko přírodních požárů a aby i jinak prospěšná krajnotvorná opatření (např. budování větrolamů, vodních ploch, zvýšená retence vláhy), v sobě implicitně zvažovala i možné přínosy protipožární (např. vyhýbání se požárně rizikovým dřevinám, budováním přístupu k odběru vody v případě menších vodních ploch atp.). Nicméně tak jako v případě lesnictví platí, že některé z navrhovaných adaptačních opatření, která uvádíme v Tab. 10 povedou ke zvýšení rizika přírodního požáru, resp. ztíží hašení.

Tab. 10: Zemědělská adaptační opatření a jejich potenciální vliv na nebezpečí vzniku požáru a na jeho hašení.

Adaptační opatření	Vliv na riziko vzniku požáru	Vliv na hašení požáru
Změna druhové skladby – zvýšení různorodosti pěstovaných plodin	převážně snížení rizika	dle konkrétních okolností možné zlepšení i zhoršení podmínek pro hašení
Zmenšení velikosti půdních bloků	obecně snížení rizika, pokud se plodiny liší obdobím maxima požárního rizika nebo nejsou rizikové	usnadnění hašení požáru
Preference no-till zpracování půdy	spíše zvýšení rizika požáru s ohledem na větší akumulaci biomasy při dlouhodobém suchu a nemožnosti dělení pozemku do bloků orbou; Díky nutnosti desikace meziplodin je obecně nižší obsah vody v nadzemní biomase;	obecně vyšší obsah vláhy by měl případně šíření požáru zpomalovat, nicméně suchá povrchová vrstva mulče může naopak šíření požáru usnadnit;
Revize odvodnění pozemků a zvýšení retenční schopnosti půdy	snížení rizika	-
Realizace vodních nádrží, prvků a mokřadů v krajině	snížení rizika	snazší hašení
Výstražný předpovědní systém pro lokálně specifickou předpověď požárního počasí	snížení rizika	
Realizace komplexních pozemkových úprav s ohledem na zvýšení retenční kapacity krajiny, organizační podpora pozemkových úprav	snížení rizika	-

3.3.3. Technická a organizační opatření zvyšující efektivitu hašení

Výrazně komplikujícími faktory, zejména u lesních požárů, jsou rychlé šíření požáru na rozsáhlých plochách, velká vzdálenost dostupné vody pro hasební zásah, špatná dostupnost k místu požáru zejména vzhledem ke konfiguraci terénu a chybějícím příjezdovým komunikacím. K protipožární ochraně proto patří i technická a organizační opatření jako jsou rozdělení lesa či umístování a parametrizace přístupových cest a požárních nádrží. Cílem technických a organizačních opatření je především usnadnění hašení požáru, mohou však mít rovněž preventivní účinek, tj. snižovat riziko jejich vzniku.

3.3.3.1. Rozdělení lesa a cestní síť

Zejména tam, kde existují větší kompaktní stejnověké jehličnaté porosty, je z důvodu prevence šíření požárů a z důvodu možnosti jejich lokalizace nutné kvalitní rozdělení lesa s dostatečnou hustotou a šíří průseků.

Důležitá je odpovídající lesní cestní síť. Její hustota a technické parametry jednotlivých cest by měly umožnit dostupnost ohrožených částí majetku pro jednotky požární ochrany. Zpřístupnění lesů v ČR je sice všeobecně považováno za dostatečné, při srovnání s Rakouskem, Švýcarskem nebo Německem je však hustota i délka lesní dopravní sítě v ČR znatelně nižší (Bystrický, Sirota, 2013). Hustota lesní cestní sítě se regionálně i lokálně velmi liší.

Území ČR je z hlediska pěstební a těžební dostupnosti rozděleno do tzv. transportních segmentů na základě posouzení geomorfologie a lokalizace území. Pro jednotlivé třídy těchto segmentů jsou dolo-

ručeny různé ideální hustoty odvozní sítě. Přístupovou komunikací pro požární techniku musí být vozovka šířky minimálně 3,0 m, mělo by jít o zpevněnou cestu, nejlépe s úplným odvodněním koruny. Tomu parametricky vyhovují lesní cesty třídy 1L. Jde o lesní odvozní cesty, obvykle jednopruhé, umožňující svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční provoz. Jsou vždy opatřeny vozovkou, úplným odvodněním koruny a vybaveny výhybnami. Doporučená šířka jízdního pruhu je u nich 3,5 m (ČSN 73 6108, 2016).

V naprosté většině případů zajišťují bezproblémový přístup hasební techniky i lesní cesty třídy 2L. Jde o jednopruhé lesní odvozní cesty umožňující svým prostorovým uspořádáním a nezbytnou technickou vybaveností alespoň sezónní provoz. Povrch cesty se doporučuje podle podmínek v podloží buďto opatřit provozním zpevněním nebo vozovkou. V případě únosného a dobře odvodněného podloží mohou být tyto lesní cesty i bez provozního zpevnění povrchu. Cesty musí být opatřeny odpovídajícím odvodněním koruny a/nebo tělesa lesní cesty a musí být vybaveny výhybnami. Nejmenší šířka jízdního pruhu je 3,0 m, nejmenší volná šířka cesty je 3,5 m (ČSN 73 6108, 2016; Tománek, 2016).

Délka odvozních cest (1L + 2L) v České republice je více než 46 tisíc km, což je cca 29 % lesní cestní sítě (Tománek, 2016). Zbývající část lesní sítě je tvořena dopravními trasami pro zajištění produkční funkce lesa, jsou to lesní svážnice (třída 3L) a technologické linky (třída 4L).

Lesní svážnice (3L) slouží k soustředování dříví. Přístup požární techniky mohou a nemusí umožnit – mají poměrně velkou variabilitu provedení, jejich průjezdnost pro požární techniku je odlišná úsek od úseku, roli zde hraje počasí i parametry přiléhajících porostů. Nejmenší volná šířka je 3,0 m. Vozovka se nenavrhuje; povrch lesní svážnice může být opatřen provozním zpevněním nebo úpravou podloží zemin podle ČSN 73 6133 v celé délce nebo v určitém místě, anebo může být zcela bez úpravy. Lesní svážnice by měly být opatřeny základním podélným a příčným odvodněním zemního tělesa. Na lesních svážnicích se nenavrhují výhybny (ČSN 73 6108, 2016; Tománek, 2016).

Technologické linky (4L) slouží zpravidla k soustředování dříví z lesního porostu. Vjezd požární techniky umožňují výjimečně. Šířka technologické linky je minimálně 2,0 m (Tománek, 2016).

3.3.3.2. Zajištění zdrojů požární vody

Součástí preventivních protipožárních opatření je optimalizace sítě zdrojů vody – pasportizace, opravy, analýza možností zvýšení kapacity vodních zdrojů a případná realizace technických či vodohospodářských opatření toto zvýšení zajišťující, konstrukce mapy vodních zdrojů apod.

Klíčovým problémem je pochopitelně i zajištění zdrojů požární vody. Realizace a umístění staveb hrazení bystřin a zejména pak malých vodních nádrží² v lesích by měly být v požárem ohrožených územích prováděny mimo jiné s ohledem na potřeby případného hasebního využití. Pokud je vodní nádrž určena jako zdroj vody pro hašení požárů, měla by být zřízena s přístupem pro požární techniku, čerpacím stanovištěm a s obratištěm, zejména smyčkou nebo jinou plochou s rozměry umožňujícími otočení požárních vozidel. Přístup pro požární techniku a obratiště se udržují volné, čerpací stanoviště se udržuje v pohotovostním stavu. Podobně jako u malých vodních nádrží by měl být na možných místech řešen přístup požární techniky k větším vodním tokům protékající lesem.

Při technických a organizačních opatřeních je především důležité zahrnout hledisko požární ochrany v dostatečné míře do jejich plánování a do parametrizace daných staveb. Zajištění přístupu požární techniky by mělo být zahrnuto do projektů optimalizace lesní cestní sítě i do projektování nových cest.

² Malou vodní nádrží se v kontextu lesních vodohospodářských staveb rozumí nádrž se sypanou hrází, přičemž ovladatelný objem takové vodní nádrže není větší než 2 mil. m³ a hloubka vody při maximální hladině nepřesahuje 9 m nad úroveň dna vtoku do spodní výpusti; jejím účelem je zejména zadržování vody v lesích, ovlivnění vodního režimu okolních lesních půd, ochrana odvodňovacích sítí před zrychlenou vodní erozí, a právě zajištění zásoby vody pro hašení požárů

V ohrožených oblastech je důležité zohlednit potřeby požární ochrany při realizaci rozdělení lesa, a stejně tak při projektování a realizaci malých vodních nádrží a dalších technických vodohospodářských opatření tak, aby mohly být případně využívány jako zdroje vody pro hašení požárů.

Citlivě je nutno postupovat v oblastech přírodních a přirozených ekosystémů zvláště chráněných území (ZCHÚ), kde může být preferována strategie zdolávání požárů ze vzduchu a uplatněna především revitalizační opatření ke zlepšení hydrických vlastností stanoviště.

Specifická technická a organizační opatření jsou požadována ve stávajících i bývalých vojenských prostorech, zejména pak na dopadových plochách a v jejich blízkosti. S ohledem na pravděpodobný výskyt pyrotechnické zátěže (nevybuchlá munice) na dopadových plochách i v jejich okolí, je třeba při hašení požárů upřednostňovat zásahový koncept zaměřený zejména na dopravu dostatečného množství vody na místo zásahu a požární obranu bez toho, že by hasiči museli do dopadové plochy přímo vstoupit.

3.3.4. Vodohospodářská mitigační opatření ke snížení požárního rizika v lesích

Níže uvedená opatření jsou naléhavá zejména na výsušných stanovištích s vysokým požárním rizikem, kde je třeba minimalizovat ztráty srážkové vody nepřirozeným odtokem.

3.3.4.1. Opatření technické povahy

Snížení povrchového odtoku při vydatných srážkách:

- důsledně asanovat koleje a pojezdové trasy zejména probíhající šikmo svahem;
- u cest v zářezu vytvořit nad zářezem vsakovací pásy;
- sanovat erozní rýhy;
- zrušit nefunkční (nepoužívané) lesní cesty – narušit zhutněnou vrstvu, zvltnit, rozptýlit vodu, osít sukcesními dřevinami nebo trávou;
- u funkčních cest minimalizovat koncentraci vody – zajistit průběžný rozliv do porostů;
- na stržích a vodních tocích se sezónním odtokem vytvářet systém přepážek zpomalujících odtok při jarním tání a přívalových srážkách a zvyšující infiltraci vody do okolní půdy;
- na vhodných tocích budovat menší vodní nádrže (se zřetelem na možnost využití jako zdroje vody k hašení);

3.3.4.2. Opatření biologické povahy

Zvýšení infiltrace vody do lesních půd, popř. snížení evaporace u málo vydatných srážek

- ve druhové skladbě lesních porostů zajistit dostatečný podíl hluboce kořenících dřevin zejména listnáčů (pokud to růstové podmínky umožňují min. 30 % zejm. buku, dubu, klenu, javoru mléče, lípy, jasanu, jilmu), z jehličnanů pak jedle, borovice, modřínu.

Na vodou ovlivněných stanovištích je žádoucí rušit staré i zdánlivě nefunkční odvodňovací systémy a nevytvářet nové (ani dočasné odvodnění holin).

3.4. Biotechnická doporučení diferencovaná podle požárního rizika

Biotechnická doporučení níže jsou diferencována pro kategorie požárního rizika, které jsou stanoveny postupem uvedeným v kapitole 3.2.

3.4.1. Vysoké riziko vzniku a šíření požárů – doporučená opatření

Vysoké riziko požárů představují stanoviště s agregovaným stupněm požárního rizika nad 0.6.

V lesních komplexech s vysokým stupněm požárního rizika, kterými procházejí frekventované komunikace (dálnice, silnice I. a II. tř., železnice), sousedí s veřejnými tábořišti, chatovými osadami, parkovišti, urbánními celky či nelesní krajinou s vysokým stupněm požárního rizika apod. (obilná pole, neobdělávaná půda se stařinou, prosýchající keřové porosty aj.) a ve kterých se vyskytují rozlehlé souvislé komplexy jehličnatých porostů.

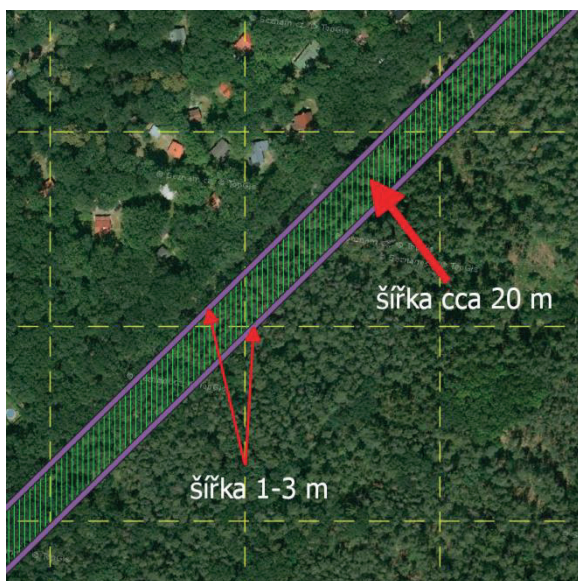
1. Dva **paralelní protipožární izolační pruhy** zbavené vegetace a humusu (na minerál) s rozestupem min. 20 m, šířka izolačního pruhu min. 1–3 m (při extrémně vysokém riziku např. souběhu více rizikových faktorů nebo při riziku ohrožení životů se šířka protipožárních izolačních pruhů přiměřeně zvyšuje). Protipožární izolační pruhy se vedou v okraji porostů paralelně s rizikovou komunikací či liniovým objektem (viz Obr. 17), popř. v okraji porostů lemujících objekty, které mohou být příčinou vzniku požárů. Protipožární izolační pruhy v lesích s vysokým požárním rizikem vyžadují v letech s nedostatečnou zimní sněhovou pokrývkou stálou (celoroční) údržbu, v letech s převládající zimní sněhovou pokrývkou postačí sezónní údržba (cca od 1. 3. do 30. 10). Na protipožárních izolačních pruzích s povrchem obnaženým až na minerální půdu je třeba zabránit soustředěnému odtoku vody – protierozní opatření.
2. **Protipožární pásy zpomalující šíření požáru** – šířka ca. 20 m, umísťují se mezi protipožárními izolačními pruhy, pro zvýšení účinnosti je lze ještě rozdělit příčnými protipožárními izolačními pruhy (o šíři 1–3 m) v rozestupu ca. 50 m; hustota lesního porostu na protipožárním pásu je snižena – koruny se nedotýkají, plocha se udržuje bez mrtvého dřeva, klestu a keřů; suché větve se vyvětvují do 2 m výšky kmene. Protipožární pásy zpomalující hoření je možné vytvářet i samostatně bez návaznosti na protipožární izolační pruhy, a to zejména v komplexech porostů s vysokým rizikem vzniku požárů.



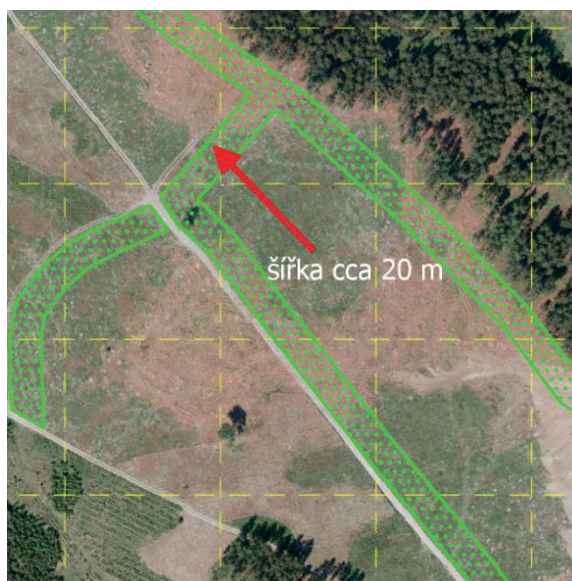
Obr. 15: Vysoké riziko vzniku požárů hrozí např. v rozsáhlých komplexech borových porostů, zejména pak v mlazinách a tyčkovinách sousedících s turisticky frekventovanými lokalitami.



Obr. 16: Zvýšené riziko vzniku korunových požárů hrozí v jehličnatých (zvláště borových) porostech s hojnou jehličnatou spodní etáží dorůstající až k úrovni korun horní etáže.



Obr. 17: Příklad použití protipožárních izolačních pruhů s vloženým protipožárním pásem v borových porostech oddělující chatovou kolonii. Pro názornost zobrazena čárkovaně hektarová síť.



Obr. 18: Příklad použití ochranných pásů z méně hořlavých dřevin při zalesnění rozsáhlých holin. Pro názornost zobrazena čárkovaně hektarová síť.



Obr. 19: Příklad umístění ochranného protipožárního pláště u silnice I. třídy v borovém porostu.



Obr. 20: Stávající porostní plášť s listnatými dřevinami plnící ochrannou funkci na okraji borového porostu.

3. **Ochranné porostní protipožární pláště** – zřízené na okrajích lesa ve volnějším zápoji z méně hořlavých listnatých dřevin (lípy, javory, jasan, olše) šíře min. 20 m (podle výšky porostu, převládajících větrů a svažitosti terénu); tvoří vnější zaplášťení lesa nebo jeho částí kolem objektů, jež mohou být místem vzniku požárů (kromě výše uvedených také např. rozsáhlé holiny apod.), viz příklady (Obr. 17, Obr. 18, Obr. 19, Obr. 20).
4. **Pásy z hůře hořlavých dřevin** – charakterem jsou obdobné ochranným protipožárním pláštům, zřizují se však uvnitř lesních komplexů k izolaci potenciálních (trvalých nebo dočasných) zápalných zdrojů od okolních lesů s vysokým rizikem požárů, nebo rozčlenění částí lesa s vysokým rizikem požárů a tím snižují riziko jeho rychlého šíření. Zakládají se v šíři min. 20 m (např. Obr. 18, Obr. 21).
5. **Snižování množství snadno zápalného materiálu v lesích**, tj. odstraňování souší, těžebních zbytků, ležícího mrtvého dřeva, klestu a intenzivní odstraňování travní buřeně na holinách a v kulturách. V lesích s vysokým požárním rizikem rovněž není vhodné skládkovat vyrobené dřevo déle, než je z technologických důvodů nezbytné. Je nutné zejména snížit pravděpodobnost zapálení v mladších jehličnatých porostech v okolí cest či jiných míst se zvýšeným rizikem. Vzhledem k důležité roli mrtvého dřeva v koloběhu živin, při zpomalení odtoku vody z porostů a pro udržení druhové diverzity, je při rozhodování, zda mrtvou hmotu odstraňovat či omezovat její množství, důležité posoudit nejen rizika požární, ale také rizika spojená se snížením retence a s nutriční degradací půd (zhoršení produkce, snížení úspěšnosti přirozené obnovy apod.). Podobné zásady platí i pro intenzivní odstraňování travní buřeně na holinách. Riziko zabuřenění holin lesních kultur může snížit uplatnění listnatých přípravných dřevin (osiky, jívy, olše), které rychle zakryjí půdu a tlumí rozvoj travní buřeně a riziko jejich vzplanutí je nižší než u suchých travin.
6. **V souvislých komplexech jehličnatých porostů** (zejména ve stádiu borových nebo smrkových mlazin a tyčkovin > 5 ha) se provádí **rozčlenění jehličnatých komplexů**; pokud nelze využít stávající cestní síť aj. liniové prvky (vodoteče, produktovody), vytvářejí se průřezky o šíři 4–5 m zbavené veškerého hořlavého materiálu, přilehlé stromy se vyvětví do výše 1,5–2 m. Vhodná je kombinace s pásy zpomalujícími hoření a pásy hůře hořlavých dřevin (viz výše).

Výše uvedená opatření (1–6) lze kombinovat.



Obr. 21: Rozsáhlá kalamitní holina. Pokud bude obnovena s vyšším podílem jehličnatých dřevin, je jí vhodné již při obnově rozčlenit na části menší než 5 ha. Využívají se stávající cesty a rozdělovací síť, která se dle potřeby doplňuje průseky o šíři ca. 5 m. Průseky je vhodné orientovat kolmo na směr převládajících větrů. Na jejich návětrné straně lze pro zvýšení protipožární účinnosti přiřadit pás hůře hořlavých dřevin (lípa, javory, jasan, olše) široký min. 20 m.

Naléhavým protipožárním opatřením, zejména v lesích s vysokým rizikem vzniku požárů, je:

7. **dobudování a údržba přístupových komunikací a zdrojů vody pro hašení lesních požárů, popř. jejich doplnění o „příslušenství“** (čerpací stanoviště, obratiště, točny, výhybny – pro obracení a vyhýbání hasební techniky).

Pokud se v lesích s vysokým rizikem požárů nevyskytují komunikace ani objekty, které jsou potenciálním zápalným zdrojem, soustřeďují se protipožární opatření na zřizování:

- **protipožárních pásů zpomalujících šíření požárů;**
- **pásů z hůře hořlavých dřevin** (lípy, javory, jasan, olše);
- **snižování množství snadno zápalného materiálu v lesích**
- **rozčlenění souvislých jehličnatých komplexů;**
- **dobudování a údržba přístupových komunikací a zdrojů vody pro hašení lesních požárů.**

Podrobnější specifikace uvedených opatření viz výše (body 2, 4, 5, 6 a 7)

3.4.2. Střední riziko vzniku a šíření požárů – doporučená opatření

Střední riziko požárů představují stanoviště s agregovaným stupněm požárního rizika mezi 0.4–0.6. V lesních komplexech se středním stupněm požárního rizika, kterými procházejí frekventované komu-

nikace, nebo které sousedí s veřejnými tábořišti, chatovými osadami, parkovišti, urbánními celky či nelesní krajinou s vysokým stupněm požárního rizika apod., popř. ve kterých se vyskytují rozlehlé souvislé komplexy jehličnatých porostů, se uplatňují níže uvedená protipožární opatření.

1. Rizikové komunikace a objekty, které jsou potenciálními zápalnými zdroji, se od lesů se středním stupněm požárního rizika oddělují **protipožárním izolačním pruhem** zbaveným vegetace a humusu (na minerál), šířka izolačního pruhu min. 1–3 m. Protipožární izolační pruh se vede v okraji porostů paralelně s rizikovou komunikací či liniovým objektem, popř. v okraji porostů lemujících objekty, které mohou být příčinou vzniku požárů. Protipožární izolační pruhy v lesích se středním požárním rizikem vyžadují sezónní údržbu (od 1. 3. do 15. 10.)
Na protipožárních izolačních pruzích s povrchem obnaženým až na minerální půdu je třeba zabránit soustředěnému odtoku vody – přijmout protierozní opatření.
2. **Protipožární pásy zpomalující šíření požáru** se obvykle umísťují v návaznosti na izolační protipožární pruh se strany přivrácené do nitra porostu; hustota lesního porostu na protipožárním pásu je snižena – koruny se nedotýkají, plocha se udržuje bez mrtvého dřeva, klestu a keřů; suché větve se vyvětvují do 2 m výšky kmene. Pro zvýšení účinnosti je lze ještě rozdělit příčnými protipožárními izolačními pruhy (o šíři 1–3 m) v rozestupu ca. 50 m;
Protipožární pásy zpomalující hoření je možné vytvářet i samostatně bez návaznosti na protipožární izolační pruh.
3. **Ochranné porostní protipožární pláště** – zřízené na okrajích lesa ve volnějším zápoji z méně hořlavých listnatých dřevin (lípy, javory, jasan, olše) šíře min. 20 m (podle výšky porostu, převládajících větrů a svažitosti terénu); tvoří vnější zapláštění lesa nebo jeho částí kolem objektů, jež mohou být místem vzniku požárů (kromě výše uvedených také např. rozsáhlé holiny apod.)
4. **Pásy z hůře hořlavých dřevin** tvořené lípami, javory, olšemi nebo jasanem mají podobný charakter jako ochranné protipožární pláště, zřizují se však uvnitř lesních komplexů k izolaci potenciálních (trvalých nebo dočasných) zápalných zdrojů od okolních lesů. Jsou vhodnou kombinací s rozčleněním rozsáhlých souvislých jehličnatých komplexů (viz níže), zejména mladých borových a smrkových porostů, kde je riziko rychlého šíření požáru zvýšené.
5. **Snižování množství snadno zápalného materiálu zejména v mladých jehličnatých porostech a na holinách.** V mladých jehličnatých porostech je to především odklizení materiálu z výchovných zásahů (Obr. 22) z okolí turisticky frekventovaných cest aj. rizikových komunikací do hloubi porostu. Odklizený pruh kolem komunikace by měl být široký cca 20 m. Na holinách a v nezapojených lesních kulturách s rozvinutou travní buřeni je nutné buřeni v okolí komunikací a dalších požárně rizikových objektů opakovaně vyžínat. V ostatních případech je třeba vždy zvážit požární rizika plynoucí z ponechání hořlavé organické hmoty s ekologickými riziky plynoucími z jejího odstraňování.
6. **Rozsáhlé jehličnaté komplexy zejména mladých borových a smrkových porostů je vhodné pro snazší lokalizaci požárů rozčlenit na segmenty menší než 5 ha.** Pokud nelze využít stávající cestní síť aj. liniové prvky (vodoteče, produktovody), vytvářejí se průseky o šíři 4–5 m zbavené veškerého hořlavého materiálu, přilehlé stromy se vyvětví do výše 1,5–2 m. Vhodná je kombinace s pásy zpomalujícími hoření a s pásy z hůře hořlavých dřevin (viz výše).
7. **Dobudování a údržba přístupových komunikací a zdrojů vody pro hašení lesních požárů, popř. jejich doplnění o „příslušenství“** (čerpací stanoviště, obratiště, točny, výhybny – pro obracení a vyhýbání hasební techniky).



Obr. 22: Mladý smrkový porost se značným množstvím hořlavého prořezávkového materiálu, který je třeba odstranit z okolí frekventovaných cest a turistických tras, kde hrozí zahoření.

Pokud se v lesích se středním rizikem požárů nevyskytují komunikace ani objekty, které jsou potenciálním zápalným zdrojem, soustřeďují se protipožární opatření na zřizování:

- **protipožárních pásů zpomalujících šíření požárů,**
- **rozčlenění souvislých jehličnatých komplexů mladých borových a smrkových porostů**
- **pásů z hůře hořlavých dřevin** (lípy, javory, jasan, olše) zejména v okolí rozsáhlých holin a v návaznosti na rozčlenění mladých jehličnatých porostů
- **snižování množství snadno zápalného organického materiálu** (nehroubí z výchovných zásahů v mladých jehličnatých porostech) do 20 m od frekventovaných turistických cest
- **dobudování a údržba přístupových komunikací a zdrojů vody pro hašení lesních požárů.**

3.4.3. Nízké riziko vzniku a šíření požárů – doporučená opatření

Nízké riziko požárů představují stanoviště s agregovaným stupněm požárního rizika pod 0.4. V lesních komplexech s nízkým stupněm požárního rizika, kterými procházejí frekventované komunikace, nebo které sousedí s veřejnými tábořišti, chatovými osadami, parkovišti, urbánními celky či nelesní krajinou s vysokým stupněm požárního rizika apod., popř. ve kterých se vyskytují rozlehlé souvislé komplexy jehličnatých porostů, se uplatňují níže uvedená protipožární opatření.

1. Rizikové komunikace a objekty, které jsou potenciálními zápalnými zdroji, se od lesů s nízkým stupněm požárního rizika oddělují **protipožárním izolačním pruhem** zbaveným vegetace a humusu (na minerál), šířka izolačního pruhu min. 1–3 m. Protipožární izolační pruh se vede v okraji porostů paralelně s rizikovou komunikací či liniovým objektem, popř. v okraji porostů lemujících objekty, které mohou být příčinou vzniku požárů. Protipožární izolační pruhy v lesích s nízkým požárním rizikem vyžadují sezónní údržbu jen v období vyhlášeného zvýšeného

požárního rizika. Na protipožárních izolačních pruzích s povrchem obnaženým až na minerální půdu je třeba zabránit soustředěnému odtoku vody – přijmout protierozní opatření.

2. **Rozsáhlé komplexy borových a smrkových (zejména mladých) porostů se** pro snížení rizika šíření požáru **rozčleňují na segmenty menší než 5 ha**. Šířka rozčleňujících průseků je 4–5 m.
3. **Na návětrné straně průseků** rozčleňujících rozsáhlé jehličnaté komplexy je vhodné **vytvořit pás hůře hořlavých dřevin** (podrobněji viz výše). Zvýší se tím nejen účinnost zpomalení šíření požárů, ale vytvoří se i zaplášťení jehličnatých porostů zvyšující jejich mechanickou stabilitu.
4. **Dobudování a údržba přístupových komunikací a zdrojů vody pro hašení lesních požárů**

4. Seznam použité literatury

- Belward, A.S. (2007): A new approach to global land covermapping from Earth observation data. *Int. J. Remote Sens.* 2007. 26, 1959–1977.
- Brovkina O., Cienciala E., Zemek F., Lukeš P., Fabianek T. & Russ R. (2017): *Composite indicator for monitoring of Norway spruce stand decline*. *European Journal of Remote Sensing*, 50:1, 550-563
- Bystrický, R., Sirota, I. (2013): Lesní dopravní síť v ČR stav a budoucnost. *Lesnická práce* 92(1). <http://www.lesprace.cz/ca-sopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-92-2013/lesnicka-prace-c-1-13/lesni-dopravni-sit-v-cr-stav-a-budoucnost>
- Čermák, P., Zatloukal, V., Cienciala, E., Pokorný, R., Kadavý, J., Kneifl, M., Kadlec, J., Dobrovolný, L., Martiník, A., Mikita, T., Adamec, Z., Kupec, P., Sloup, R., Šišák, L., Pulkrab, K., Trnka, M., Jurečka, F. (2016): Katalog lesnických adaptačních opatření. 152 s. <http://www.frameadapt.cz/vystupy-a-data/>
- ČSN 73 6108 (2016): Lesní cestní síť. <https://csnonline.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=99985>
- ČSN 73 6133 (2010): Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. <https://csnonline.agentura-cas.cz/Detailnormy.aspx?k=84654>
- Dennis, F. C. (2005): Fuelbreak Guidelines for Forested Subdivisions & Communities. Colorado State Forest Service. 7 s. https://static.colostate.edu/client-files/.../fuelbreak_guidellines.pdf
- Finney, M. A. An Overview of FlamMap Fire Modeling Capabilities. In: Andrews, Patricia L.; Butler, Bret W., comps. (2006): Fuels Management-How to Measure Success: Conference Proceedings. 28-30 March 2006; Portland, OR. Proceedings RMRS-P-41. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 213-220 2006, 041.
- Holuša, J.; Berčák, R.; Lukášová, K.; Hanuška, Z.; Agh, P.; Vaněk, J.; Kula, E.; Chromek, I. (2018): LESNÍ POŽÁRY V ČESKÉ REPUBLICE—DEFINICE A ROZDĚLENÍ. ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU 2018, 63 (2), 102–111.
- Hřebačka L., Škoda J. et al. (2016): Metodická pomůcka pro období žňových prací, Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 12 s. (<https://www.hzscr.cz/clanek/metodicka-pomucka-pro-obdobiznovych-praci.aspx>).
- Jankovská, Z., Kula, E. (2011): Příčiny lesních požárů v ČR (1992–2004) a jejich vývoj. *Lesnická práce* 90(4): 18–19.
- Lukeš et al., (2018): Certifikovaná metodika „Hodnocení zdravotního stavu lesních porostů v České republice pomocí dat Sentinel-2. http://www.uhul.cz/images/aktuality_doc/Metodika_-_final.pdf
- Maschler, J., Atzberger, C., Immitzer, M. (2018): Individual tree crown segmentation and classification of 13 tree species using airborne hyperspectral data. *Remote Sensing* 10, 1218, doi:10.3390/rs10081218
- Menšíková, O. (2006): Systémy protipožární ochrany lesa v jižní Evropě na příkladu Andalusie. Diplomová práce LDF MZLU v Brně, 105 s.
- NRCS (2011): Fuel and fire Breaks. Small Scale Solution for your Farm. 3 s. <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE.../stelpdb1167385.pdf>
- Pfeffer, A. et al. (1961): Ochrana lesů. SZN Praha. 838 s.
- Tománek, J. (2016): Nová norma ČSN 73 6108. www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/.../nova_norma_-_prezentace.pdf
- Scott, J. H.; Burgan, R. 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. 2005, 153.
- Směrnice pro hlídkovou činnost a hašení lesních požárů v rámci systému Letecké hasičské služby. Čj. 32840/2016-MZE-16211; č.j. MV- 81034-2/PO-IZS-2016. 24 s.
- 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
- Vláda ČR (2017): Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. 113 s. https://www.mzp.cz/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu
- Vláda ČR (2015): Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. 130 s. https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie

PŘÍLOHA 1 Legislativní rámec – právní předpisy související s protipožární prevencí

Právní normy vztahující se k problematice požárů tvoří legislativní rámec požární prevence. Vycházejí z nich podzákonné předpisy (směrnice, příkazy) upravující provozní praxi požární ochrany. Zákonná ustanovení vztahující se k problematice lesních požárů se nacházejí v právních normách spadajících nejen do gesce Ministerstva vnitra a Ministerstva zemědělství, ale i Ministerstva životního prostředí.

Základní právní normou upravující problematiku požární ochrany je zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění předpisů pozdějších a dále prováděcí předpisy k tomuto zákonu. Hlavní odpovědnost za prevenci, zmírnění následků a likvidaci požárů vegetace nese Ministerstvo vnitra a Hasičský záchranný sbor ČR (zákon č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru ČR a změně některých zákonů). V rámci Integrovaného záchranného systému jde o zákon č. 239/2000 Sb., o Integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.

Vzhledem k tomu, že metodika řeší problematiku přírodních požárů, které vznikají ve volné krajině (lesní porosty, zeleň rostoucí mimo les a sousedící zemědělské pozemky či stavby v lesích nebo v jejich blízkosti), jsou zmíněny i požární předpisy upravující tuto problematiku. Ustanovení týkající se požární ochrany obsahuje i zákon č. 289/1995 Sb., o lesích (lesní zákon) a zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny v platném znění. Lesní zákon mj. jmenuje povinnost vlastníka lesa provádět preventivní opatření proti vzniku lesních požárů podle zvláštních předpisů (§ 32 odst. 1 lesního zákona č. 289/1995 Sb.).

Významným nástrojem požární ochrany jsou i podzákonné normy a dokumenty a z nich vyplývající opatření – značný praktický dopad má Směrnice pro hašení lesních požárů leteckou technikou 2018 vydaná v součinnosti Ministerstva zemědělství a Ministerstva vnitra ČR.

K dodržování požární ochrany přispívá systém kontrol dodržování ustanovení zákona č. 133/1985 Sb. Každý rok sestavují hasičské záchranné služby krajů plány požárních kontrol týkající se i subjektů spravujících lesy.

Ke snížení požárního rizika obecně přispívá i portál výstrahy ČHMÚ informující mj. o extrémním počasí.

Lesní požáry často vznikají v době žní od požárů vzniklých na zemědělských pozemcích při sklizni. Ke snížení rizika sklizňových požárů slouží metodická doporučení vydávaná příležitostně Ministerstvem zemědělství. Např. Doporučení Ministerstva zemědělství zemědělcům, jak zmírnit riziko požárů v horkých a suchých dnech (6. 8. 2015), je zaměřeno na opatření ke snížení rizika požárů zejména během sklizňových prací. Doporučení má formu tiskové zprávy.

Z podzákonných materiálů lokálního významu lze uvést různé směrnice, příkazy, studie a projekty zabývající se problematikou požární ochrany, které prohlubují informovanost zainteresovaných pracovníků a přinášejí náměty na zlepšení.

Mimo příslušné zákony je problematika přírodních požárů zahrnuta do „Koncepce environmentální bezpečnosti 2016–2020 s výhledem do roku 2030“, vydalo MŽP v roce 2015 (dále jen „Koncepce“). Jedná se o aktualizaci již existujícího dokumentu tak, aby respektoval relevantní národní i mezinárodní strategické dokumenty. Jde zejména o Strategickou koncepci NATO, Strategii vnitřní bezpečnosti Evropské unie a aktivity Spojených národů. Cílem koncepce je omezit riziko vzniku krizových situací (katastrof) vyvolaných interakcí životního prostředí a společnosti (zejména katastrofy antropogenního a přírodního původu a teroristické činy), snížení dopadů krizových situací, pokud se jim nepodařilo zabránit, a zvýšení environmentální bezpečnosti.

Shrnutí a přehled platné legislativy

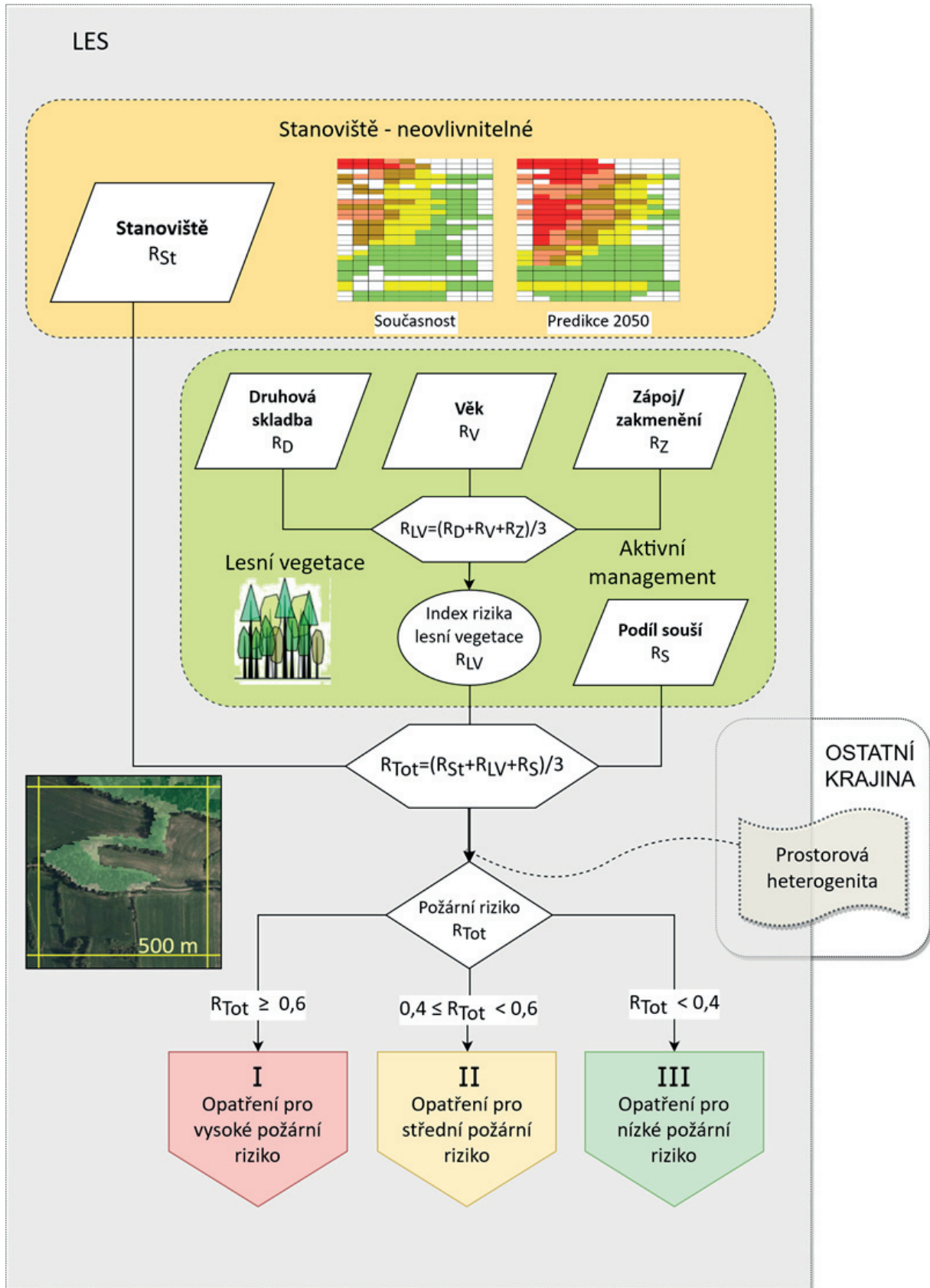
Každý vlastník zemědělsky nebo lesnický obhospodařovaného pozemku má povinnost počínat si tak, aby nezadal příčinu požáru, musí zabezpečit včasné zjištění požáru a vytvářet podmínky pro hašení požáru a zá-

chranné práce. Hasičský záchranný sbor ČR na úrovni krajů vede přehled možných zdrojů rizik a provádí analýzy ohrožení a zpracovává krizový plán obcí s rozšířenou působností (ORP), za tím účelem je oprávněn shromažďovat relevantní informace (např. o pěstovaných zemědělských plodinách). Z Koncepce vyplývá potřeba pokračovat v realizaci aktivit pro posílení prevence vzniku požárů vegetace, zaměřená na občany, provozovatele, veřejnou správu a integrovaný záchranný systém. Gesce přísluší Ministerstvu vnitra za spolupráce MŠMT, MŽP, MZe, s termínem do roku 2025.

Relevantní legislativa zahrnuje:

- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění předpisů pozdějších
- Zákon č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru ČR.
- Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny v platném znění
- Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů
- Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- Nařízení vlády č. 172/2001 Sb., k provedení zákona o požární ochraně ve znění nařízení vlády číslo 498/2002 Sb.
- Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci),
- Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany
- Vyhláška č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb.
- Směrnice pro hašení lesních požárů leteckou technikou 2018

PŘÍLOHA 2 Průvodce stanovením požárního rizika a doporučených opatření



I. Vysoké riziko přírodních požárů v lesích

Situace	Vysoké a velmi vysoké riziko vyplývající z charakteru stanoviště (SLT)
Aktuálně	0C, 0K, 0M, 0N, 0X, 1C, 1K, 1M, 1N, 1X, 1Z, 2C, 2K, 2M, 2N, 2W, 2X, 2Z, 3C, 3X, 4C
Od roku 2050	0C, 0K, 0M, 0N, 0X, 0Y, 0Z, 1A, 1B, 1C, 1D, 1F, 1H, 1I, 1J, 1K, 1M, 1N, 1O, 1P, 1Q, 1S, 1X, 1Z, 2A, 2B, 2C, 2D, 2F, 2H, 2I, 2J, 2K, 2M, 2N, 2O, 2S, 2W, 2X, 2Y, 2Z, 3A, 3C, 3D, 3I, 3J, 3K, 3M, 3N, 3W, 3X, 3Y, 3Z, 4C, 4J, 4K, 4M, 4N, 4W, 4X, 4Y, 4Z, 5C, 5K, 5M, 5N, 5W, 5Y, 5Z

Rizikové faktory

Lesní komplexy a porostní situace s převahou jehličnatých dřevin s procházející dopravní infrastrukturou (dálnice, silnice I. a II. tř., železnice, dopravní uzly)

Lesní komplexy sousedící s veřejnými tábořišti, chatovými oblastmi, obytnou zástavbou, průmyslovými areály apod.

Lesní komplexy sousedící s nelesní krajinou s vysokým stupněm požárního rizika (obilná pole v době sklizně, neobdělávaná půda, zarůstající lada, opuštěné sady apod.)

Oblasti s homogenním krajinným pokryvem (souvislé lesní komplexy, zemědělsky využívaná krajina na rozsáhlých celcích)

Opatření snižující riziko

Hospodářská úprava (HÚL)	Preference porostů s vyšším podílem listnáčů	
Pěstování lesů	Pěstování horizontálně a vertikálně strukturovaných porostů (různověké) – přírodě blízké hospodaření	
Ostatní	Odstraňování hořlavého materiálu (souší, klestu, těžebních zbytků a zbytků po prořezávkách) z blízkosti (ca. 20 m) potencionálního zápalného zdroje	
Biotechnická	Paralelní protipožární izolační pruhy s celoroční údržbou	Str. 29, Obr. 17
	Protierozní opatření na protipožárních pruzích	Str. 29
	Protipožární pásy zpomalující šíření požáru	Str. 29, Obr. 17
	Ochranné porostní protipožární pláště	Str. 39, Obr. 19
	Pásy z hůře hořlavých dřevin	Str. 39, Obr. 18
	Tlumení zabuřnění holin a lesních kultur	
Ostatní	Minimalizace doby skládkování dřeva	
HÚL	Rozčleňování velkých (> 5 ha) jehličnatých komplexů průseky	Str. 39
Technická	Budování a údržba komunikací a zdrojů vody k hašení	Str. 34
Technická	Retenční opatření omezující odtok vody z území	Str. 36

II. Střední riziko přírodních požárů v lesích

Situace	Střední riziko vyplývající z charakteru stanoviště (SLT)
Aktuálně	0Y, 0Z, 1A, 1B, 1D, 1H, 1I, 1J, 1S, 2A, 2B, 2H, 2I, 2S, 3K, 3M, 3N, 3W, 3Y, 3Z, 4N, 4W, 4X, 4Z, 5C
Od roku 2050	1V, 2P, 2Q, 2V, 3B, 3F, 3H, 3O, 3S, 4A, 4B, 4D, 4F, 4H, 4I, 4S, 5A, 5F, 5I, 5J, 5S, 6K, 6M, 6N, 6Y, 6Z, 7N, 7Z

Rizikové faktory

Lesní komplexy a porostní situace s převahou jehličnatých dřevin s procházející dopravní infrastrukturou (dálnice, silnice I. a II. tř., železnice, dopravní uzly)

Lesní komplexy sousedící s veřejnými tábořišti, chatovými oblastmi, obytnou zástavbou, průmyslovými areály apod.

Lesní komplexy sousedící s nelesní krajinou s vysokým stupněm požárního rizika (obilná pole v době sklizně, neobdělávaná půda, zarůstající lada, opuštěné sady apod.)

Oblasti se středně heterogenním krajinným pokryvem, avšak s výskytem souvislých jehličnatých komplexů

Opatření snižující riziko v případě výskytu rizikových faktorů

HÚL	Preference porostů s vyšším podílem listnáčů	
Pěstování lesů	Pěstování horizontálně a vertikálně strukturovaných porostů (různověké) – přírodě blízké hospodaření	
Ostatní	Odstraňování hořlavého materiálu (souší, klestu, těžebních zbytků a zbytků po prořezávkách) z blízkosti (ca. 20 m) potencionálního zápalného zdroje	
Biotechnická	V odůvodněných případech protipožární izolační pruhy se sezónní údržbou	Str. 29, Obr. 17
	Protierozní opatření na protipožárních pruzích	Str. 29
	Protipožární pásy zpomalující šíření požáru	Str. 29, Obr. 17
	Ochranné porostní protipožární pláště u rizikových objektů	Str. 41, Obr. 19
	Pásy z hůře hořlavých dřevin	Str. 41, Obr. 18
	Tlumení zabuřnění holin lesních kultur u rizikových objektů	
Ostatní	Minimalizace doby skládkování dřeva	
HÚL	Rozčleňování velkých (> 5 ha) jehličnatých komplexů průseky	Str. 41
Technická	Budování a údržba komunikací a zdrojů vody k hašení	Str. 34
Technická	Retenční opatření omezující odtok vody z území	Str. 36

III. Nízké riziko přírodních požárů v lesích

Situace	Nízké a mírně zvýšené riziko vyplývající z charakteru stanoviště (SLT)	
Aktuálně	0G, 0P, 0Q, 0R, 0T, 1G, 1L, 1O, 1P, 1Q, 1T, 1U, 2D, 2L, 2O, 2P, 2Q, 2U, 2V, 3A, 3B, 3D, 3F, 3G, 3H, 3I, 3J, 3L, 3O, 3P, 3Q, 3R, 3S, 3T, 3U, 3V, 4A, 4B, 4D, 4F, 4G, 4H, 4I, 4K, 4L, 4M, 4O, 4P, 4Q, 4R, 4S, 4T, 4U, 4V, 4Y, 5A, 5B, 5D, 5F, 5G, 5H, 5I, 5J, 5K, 5L, 5M, 5N, 5O, 5P, 5Q, 5R, 5S, 5T, 5U, 5V, 5W, 5Y, 5Z, 6A, 6B, 6D, 6F, 6G, 6H, 6I, 6K, 6L, 6M, 6N, 6O, 6P, 6Q, 6R, 6S, 6T, 6U, 6V, 6Y, 6Z, 7A, 7B, 7D, 7F, 7G, 7I, 7K, 7M, 7N, 7O, 7Q, 7R, 7S, 7T, 7V, 7Y, 7Z, 8A, 8F, 8G, 8I, 8K, 8M, 8N, 8Q, 8R, 8S, 8T, 8Y, 8Z, 9K, 9R, 9Z	
Od roku 2050	0G, 0O, 0P, 0Q, 0R, 0T, 1G, 1L, 1R, 1T, 2G, 2L, 2R, 2T, 2U, 3G, 3L, 3P, 3Q, 3R, 3T, 3U, 3V, 4G, 4L, 4O, 4P, 4Q, 4R, 4T, 4U, 4V, 5B, 5D, 5G, 5H, 5L, 5O, 5P, 5Q, 5R, 5T, 5U, 5V, 6A, 6B, 6D, 6F, 6G, 6H, 6I, 6J, 6L, 6O, 6P, 6Q, 6R, 6S, 6T, 6U, 6V, 7A, 7F, 7G, 7I, 7J, 7K, 7L, 7M, 7O, 7P, 7Q, 7R, 7T, 7V, 7Y, 8F, 8G, 8I, 8K, 8M, 8N, 8O, 8P, 8Q, 8R, 8S, 8T, 8V, 8Y, 8Z, 9K, 9M, 9R, 9Z	
Rizikové faktory	<p>Lesní komplexy a porostní situace s převahou jehličnatých dřevin s procházející dopravní infrastrukturou (dálnice, silnice I. a II. tř., železnice),</p> <p>Lesní komplexy sousedící s veřejnými tábořišti, chatovými oblastmi, průmyslovými areály, dopravními uzly apod.)</p> <p>Lesní komplexy sousedící s nelesní krajinou s vysokým stupněm požárního rizika (obilná pole v době sklizně, neobdělávaná půda, zarůstající lada apod.)</p> <p>Oblasti s heterogenním krajinným pokryvem, avšak s možným výskytem souvislých jehličnatých komplexů</p>	
Opatření snižující riziko v případě výskytu rizikových faktorů		
HÚL	Preference porostů s vyšším podílem listnáčů	
Pěstování lesů	Pěstování horizontálně a vertikálně strukturovaných porostů (různověké) – přírodě blízké hospodaření	
Biotechnická	V odůvodněných případech protipožární izolační pruhy s údržbou	Str. 29, Obr. 17
	Protierozní opatření na protipožárních pruzích	Str. 29
HÚL	Rozčleňování lesních komplexů borových a smrkových porostů na segmenty menší než 5 ha	Str. 43
Technická	Budování a údržba přístupových komunikací a zdrojů vody pro hašení lesních požárů	Str. 34
Technická	Retenční opatření omezující odtok vody z území	Str. 36

PŘÍLOHA 3 Případová studie – Hodnocení požárního rizika pomocí modelu FlamMap

Obsah

Úvod	1
Postup řešení – hodnocení biotopů a přiřazení palivových typů	2
Nelesní biotopy	2
Lesní biotopy	5
Výstupy	8
Zastoupení palivových typů	8
Využití modelu FlamMap pro hodnocení požárního rizika na vybraném území	10
Reference	16
Annex: Katalog palivových typů – reklasifikace pro Českou republiku.....	17

Souhrn

Zhodnocení požárního rizika v pilotním území (lokalita anonymizována) je případovou studií užití modelu FlamMap (USDA FS; Scott et Burgan 2005) v konkrétních podmínkách. Aplikace modelu využívá nové podkladové údaje, které byly specificky kalibrovány ke kategoriím lesních a lučních ekosystémů pro následné přiřazení k palivovým typům modelu FlamMap. Zájmové pilotní území o rozloze několika desítek tisíc hektarů bylo proloženo čtvercovým rastrem o délce 100 m. V případě nelesního půdního krytu byla kategorizace palivových typů zpracována na základě polygonálních dat mapování biotopů. Pro lesní stanoviště byla kategorizace provedena na datech DPZ a map lesnické typologie (materiály ÚHÚL). Výchozími podklady DPZ (zdroj ÚHÚL) byla i) mapa dřevinné skladby určené dle spektrálních charakteristik ze satelitních snímků Sentinel 2 s rozlišením 10 m, ii) index listové plochy (LAI) určený na bázi multispektrálních satelitních snímků s rozlišením 20 m a iii) růstové fáze porostu na základě leteckého měření LiDAR v rozlišení 5 m. Celkem bylo v oblasti přiřazeno 23 palivových typů. Ty byly základem pro případovou analýzu požárního rizika a klíčových požárních charakteristik modelovým nástrojem FlamMap, s uvedením příkladů citlivosti modelu v zájmovém území. Byla rovněž připravena charakteristika jednotlivých palivových typů v českém jazyce, která zohledňuje specifika ekosystémů.

4.1. Úvod

Tato studie navazuje na pilotní zhodnocení požárního rizika pomocí modelu FlamMap pro Brněnsko (Trnka 2018). Metodický postup je v principu identický, ale využívá nové podkladové údaje, které byly specificky kalibrovány ke kategoriím lesních a nelesních ekosystémů v pilotním území o rozloze několika desítek tisíc ha pro následné přiřazení k palivovým typům modelu FlamMap.

4.2. Postup řešení – hodnocení biotopů a přiřazení palivových typů

Lesní a nelesní biotopy v pilotním území byly hodnoceny v pravidelné síti 100 x 100 m. V případě nelesního půdního krytu proběhlo hodnocení na základě polygonálních dat mapování biotopů (data uživatele), pro lesní stanoviště na základě údajů DPZ a map lesnické typologie (materiály ÚHUL).

V prvním kroku byla porovnávána rozloha lesního a ostatního vegetačního pokryvu. Pokud v hodnoceném čtverci převažovaly nelesní biotopy, byla následně přímo přiřazena převažující skupina biotopů. V opačném případě byl čtverec hodnocen jako lesní stanoviště a překlasifikován do čtyřmístného alfanumerického kódu porostního typu jako v případě studie okolí Brna. Pokud byl čtverec hodnocen souběžně v rámci lesního stanoviště z DPZ a podle mapování biotopů, mělo mapování biotopů vždy přednost před daty DPZ pro lesní stanoviště.

4.2.1. Nelesní biotopy

Přiřazení palivových typů v nelesních územích bylo provedeno pomocí vrstvy mapování biotopů. Slovní popis konkrétního biotopu v Katalogu biotopů ČR (Chytrý a kol. 2010) byl přiřazen nejpodobnějšímu popisu palivového typu. Při přiřazování byl hlavní důraz kladen na zdroj palivového materiálu (ovlivněno přítomností bylin, keřů a/nebo dřevin) a jeho množství (výskyt biomasy a nekromasy).

Reklasifikaci nelesních biotopů podle způsobu hospodaření a charakteristiky pokryvu uvádí Tabulka 1. Reklasifikace byla připravena na základě lokálních informací. Výsledkem je 17 typů pokryvu, které byly následně zařazeny k palivovým typům (Tabulka 2).

4.3. Úvod

Tato studie navazuje na pilotní zhodnocení požárního rizika pomocí modelu FlamMap pro Brněnsko (Trnka 2018). Metodický postup je v principu identický, ale využívá nové podkladové údaje, které byly specificky kalibrovány ke kategoriím lesních a nelesních ekosystémů v pilotním území o rozloze několika desítek tisíc ha pro následné přiřazení k palivovým typům modelu FlamMap.

4.4. Postup řešení – hodnocení biotopů a přiřazení palivových typů

Lesní a nelesní biotopy v pilotním území byly hodnoceny v pravidelné síti 100 x 100 m. V případě nelesního půdního krytu proběhlo hodnocení na základě polygonálních dat mapování biotopů (data uživatele), pro lesní stanoviště na základě údajů DPZ a map lesnické typologie (materiály ÚHUL).

V prvním kroku byla porovnávána rozloha lesního a ostatního vegetačního pokryvu. Pokud v hodnoceném čtverci převažovaly nelesní biotopy, byla následně přímo přiřazena převažující skupina biotopů. V opačném případě byl čtverec hodnocen jako lesní stanoviště a překlasifikován do čtyřmístného alfanumerického kódu porostního typu jako v případě studie okolí Brna. Pokud byl čtverec hodnocen souběžně v rámci lesního stanoviště z DPZ a podle mapování biotopů, mělo mapování biotopů vždy přednost před daty DPZ pro lesní stanoviště.

4.4.1. Nelesní biotopy

Přiřazení palivových typů v nelesních územích bylo provedeno pomocí vrstvy mapování biotopů. Slovní popis konkrétního biotopu v Katalogu biotopů ČR (Chytrý a kol. 2010) byl přiřazen nejpodobnějšímu popisu palivového typu. Při přiřazování byl hlavní důraz kladen na zdroj palivového materiálu (ovlivněno přítomností bylin, keřů a/nebo dřevin) a jeho množství (výskyt biomasy a nekromasy).

Reklasifikaci nelesních biotopů podle způsobu hospodaření a charakteristiky pokryvu uvádí Tabulka 1. Reklasifikace byla připravena na základě lokálních informací. Výsledkem je 17 typů pokryvu, které byly následně zařazeny k palivovým typům (Tabulka 2).

Tabulka 1: Reklasifikace vymezených biotopů na typy pokryvu.

Č.	Biotop	Kód	Popis	Management	Stařina
1	(urbanizovaná plocha)	X1	urbanizované plochy	-	-
2	Obhospodařované louky	X5	bylinné patro	obhospodařováno (seč, pastva)	ne
	Mezofilní ovčíkové louky	T1.1			
	Horské trojštětové louky	T1.2			
	Poháňkové pastviny	T1.3			
3	Intenzivně obhospodařovaná pole	X2	bylinné patro, může být sporadické	intenzivně obhospodařováno	ne
	Trvalé zemědělské kultury	X4			
4	Nálety pionýrských dřevin	X12	stromové patro s bylinným podrostem	není obhospodařováno	ano
	Nelesní stromové výsadby mimo sídla	X13			
5	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	X7	bylinné patro	není obhospodařováno	ano
6	Mokřadní vrbiny	K1	křovinné patro v blízkosti vody	není obhospodařováno	minimálně
	Vrbové křoviny	K2			
7	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	M1	bylinné patro v blízkosti vody	není obhospodařováno	ano
8	Voda	V	převaha vody nad vegetací	není obhospodařováno	ne
	Štěrkové říční náplavy	M4			
	Luční prameniště	R1.2			
	Vodní toky a nádrže	X14			
9	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	X6	sporadické bylinné patro	není obhospodařováno	minimálně
	Vegetace jednoletých vlhkomilných bylin	M2			
10	Degradovaná vrchoviště	R3.4	odvodněná vrchoviště	není obhospodařováno	vysušená rašelina
11	Přechodová rašeliniště	R2.3	rašelinná bylinná vegetace	není obhospodařováno	ano, záhy se rozkládá
	Otevřená vrchoviště	R3.1			
	Vrchovištní šlenky	R3.3			
12	Nevápnitá mechová slatiniště	R2.2	bylinné patro s velkým množstvím vody	není obhospodařováno	ano, záhy se rozkládá
13	Aluviální psárkové louky	T1.4	bylinné patro, podmáčené	není obhospodařováno	ano
	Vlhké pcháčkové louky	T1.5			
	Vlhká tužebníková lada	T1.6			
	Střídavě vlhké bezkolencové louky	T1.9			
	Devětsilové lemy horských potoků	M5			

Č.	Biotop	Kód	Popis	Management	Stařina
	Subalpínské kapradinové nivy	A4.3			
14	Vysoké mezofilní a xerofilní křoviny	K3	křoviny na suchých místech	není obhospodařováno	ano
	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	X8			
15	Štěrbínová vegetace silikátových skla	S1.2	sporadické bylinné patro na skalách	není obhospodařováno	minimálně
	Vysokostébelné trávničky skalních terás	S1.3			
	Brusnicová vegetace skal a drovin	T8.3			
16	Podhorské a horské smilkové trávničky	T2.3	xerofilní bylinné patro	není obhospodařováno	ano
	Subaplínkové smilkové trávničky	T2.1			
	Sekundární podhorská a horská vřesoviště	T8.2			
	Mezofilní bylinné lemy	T4.2			
	Acidofilní trávničky mělkých půd	T5.5			
17	Podhorské a horské smilkové trávničky	T2.3 Mng	xerofilní bylinné patro	obhospodařováno (seč, pastva)	ne

Tabulka 2: Palivové typy zastoupené v zájmovém území v rámci nelesních biotopů.

I.D. typu	Název palivového typu	Biotopy	Vlhkost mrtvého dřeva před požárem			Vlhkost bylin. patra	Vlhkost strom. patra
			1 h	10 h	100 h		
NB1	Urban/Developed	X1	Požár se nešíří				
NB8	Open Water	V, M4, R1.2, X14	Požár se nešíří				
NB9	Bare Ground	M2, X6	Požár se nešíří				
GR1	Short, Sparse Dry Climate Grass (Dynamic)	T1.1, T1.2, T1.3, T2.3-Man, T8.3, S1.2, S1.3, X2, X4, X5	48	49	50	60	90
GR3	Low Load, Very Coarse, Humid Climate Grass (Dynamic)	T1.4, T1.5, T1.6, T1.9, T2.1, T2.3-Nat, T4.2, T5.5, T8.2, M5, A4.3, X7	48	49	50	60	90
GR5	Low Load, Humid Climate Grass (Dynamic)	R2.2, R2.3, R3.1, R3.3	48	49	50	60	90
GR8	High Load, Very Coarse, Humid Climate Grass (Dynamic)	M1	48	49	50	60	90
GS3	Moderate Load, Humid Climate, Grass-Shrub (Dynamic)	K3, X8	48	49	50	60	90
GS4	High Load, Humid Climate, Grass-Shrub (Dynamic)	R3.4	48	49	50	60	90
SH3	Moderate Load, Humid Climate Shrub	X12, X13	48	49	50	60	90
SH6	Low Load, Humid Climate Shrub	K1, K2	48	49	50	60	90

4.4.2. Lesní biotopy

Výchozími podklady DPZ byla data ÚHUL pro:

- i) dřevinnou skladbu určenou dle spektrálních charakteristik ze satelitních snímků (Sentinel 2; rok 2018) s rozlišením 10 m
- ii) index listové plochy (LAI) určený na bázi multispektrálních satelitních snímků s rozlišením 20 m (Sentinel 2, rok 2015)
- iii) růstové fáze na základě leteckého měření LiDAR v rozlišení 5 m (rok 2015).

Ze zdrojových mapových vrstev byla spočítána statistika hodnot pixelů dané vrstvy obsažených v každém čtverci pravidelné sítě, pro diskrétní data (dřevinná skladba, výška porostu) byl použit modus (nejčtenější hodnota) rozdělení, pro data kontinuální (LAI) střední hodnota.

4.4.2.1. Dřevinná skladba

Původních devět tříd dřevinné skladby (smrk, borovice, kleč, smíšené, buk, dub, ostatní listnaté, obnova a holina) bylo zařazeno do porostních typů s dominancí borovice, ostatních jehličnatých, ostatních listnatých a bez určení (holiny). Jako pomocný ukazatel byl použit index listové plochy, pro který byly vyhledány prahové hodnoty do klasifikace dle statistického rozdělení pro jednotlivé skupiny. Při hodnotách indexu menších než 1,3 byla plocha hodnocena jako holina, tedy bez stromového patra. Výsledek a příklad klasifikace dřevinné skladby uvádí Tabulka 3.

4.4.2.2. Vlhkostní poměry

Nejvíce zastoupený soubor lesních typů z lesnické typologie pro daný čtverec umožnil přiřazení vlhkostních poměrů z hlediska požárního rizika. Pro pilotní oblast je zastoupení sušších stanovišť pouze velmi okrajové. Výsledek a příklad klasifikace vlhkostních poměrů uvádí Tabulka 4.

4.4.2.3. Věk/výška porostů

Výška (věk) porostů byl určen z růstových fází, přičemž pro rozlišení sdružené nejnižší růstové fáze ze zdrojových dat na holinu a nárost/mlazinu byl použit opět LAI s prahovou hodnotou 1.3. Výsledek a příklad klasifikace výškové/věkové kategorie uvádí Tabulka 5.

Tabulka 3: Klasifikace dřevinné skladby a celkové zastoupení jednotlivých kategorií v zájmovém území; níže příklad klasifikace v mapě.

1. znak čtyřmístného kódu	Význam	Klasifikace zdrojové vrstvy	Pozn.	Zastoupení [%]
0	Neurčeno	holina, obnova	nebo LAI < 1,3	5
1	Bory	BO	a zároveň LAI > 1,3	1
2	Jehličnaté	SM, smíšené, obnova, kleč	a zároveň LAI > 1,3	75
3	Listnaté	BK, DB, ostatní listnaté	a zároveň LAI > 1,3	2


Tabulka 4: Kategorizace vlhkostních poměrů a celkové zastoupení jednotlivých kategorií v zájmovém území; níže příklad klasifikace v mapě.

2. znak čtyřmístného kódu	Význam	Klasifikace zdrojové vrstvy	Pozn.	Zastoupení [%]
A	sušší	SLT s vysokým rizikem požárů	-	<0.1
B	vlhčí	SLT s nízkým rizikem požárů	-	83

Tabulka 5: Klasifikace výškové/věkové kategorie a celkové zastoupení jednotlivých kategorií v zájmovém území; níže příklad klasifikace v mapě.

3. znak čtyřmístného kódu	Význam	Klasifikace zdrojové vrstvy	Pozn.	Zastoupení [%]
0	holina	holina, kultura, nálet, mlazina	LAI < 1,3	7
1	1-10 let	holina, kultura, nálet, mlazina	a zároveň LAI > 1,3	11
3	11-30 let	tyčkovina	a zároveň LAI > 1,3	7
6	31-60 let	tyčovina	a zároveň LAI > 1,3	30
9	nad 60 let	kmenovina	a zároveň LAI > 1,3	30

Tabulka 6: Klasifikace zápoje a celkové zastoupení jednotlivých kategorií v zájmovém území; níže příklad klasifikace v mapě.

4. znak čtyřmístného kódu	Význam	Klasifikace zdrojové vrstvy	Pozn.	Zastoupení [%]
4	řídké	spojité hodnoty LAI	LAI < 2	15
7	rozvolněné	spojité hodnoty LAI	2 < LAI < 2,9	39
9	zapojené	spojité hodnoty LAI	LAI > 2,9	30
				

4.4.2.4. Hustota porostů

Pro stanovení hustoty porostu byl použit odhad na základě průměrných hodnot LAI. Hodnoty LAI nižší než 2 odpovídají řídkému zápoji (odpovídající zakmenění do čtyř), LAI mezi 2-2.9 rozvolněnému zápoji (zakmenění 4-7) a LAI vyšší než 2.9 pak porostům zapojeným (zakmenění 7 a výše).

Na základě čtyřmístného kódu porostního typu bylo v případě lesních biotopů možné přiřadit palivové typy modelu USDA FS. Určení vrstvy LAI a růstových fází pochází z roku 2015, dřevinná skladba z roku 2018, může tudíž vzniknout lokální nesoulad mezi daty v případě výraznější dynamiky porostů mezi těmito lety (těžba). Výsledek a příklad klasifikace zápoje uvádí Tabulka 6.

4.4.2.5. Přiřazení lesních biotopů k palivovým typům

Reklasifikace lesních biotopů v pilotní oblasti představuje 17 typů lesního pokryvu, které byly následně zařazeny k palivovým typům s jejich příslušnými parametry hořlavosti (Tabulka 2).

Tabulka 7: Palivové typy zastoupené na zájmovém území v lesních porostech a jejich parametry.

Palivový typ	Název palivového typu	Typologie porostů	Fine Fuel Load* (t/ha)	Vlhkost mrtvého dřeva před požárem			Vlhkost bylin. patra	Vlhkost strom. patra
				1 h	10 h	100 h		
GS3	Moderate Load, Humid Climate Grass-Shrub (Dynamic)	0b04, 1b04, 2a04, 2b04, 3b04, 3b14, 3b34,	7.5	48	49	50	60	90
SH4	Low Load, Humid Climate, Timber-Shrub	1b17, 1b19, 1b34, 1b37, 1b64, 1b69, 1b97, 2b14, 2b34, 2b37, 3b17	8.5	48	49	50	60	90
SH6	Low Load, Humid Climate Shrub		10.75	48	49	50	60	90
SH8	High Load, Humid Climate Shrub	2b19	16	48	49	50	60	90

Palivový typ	Název palivového typu	Typologie porostů	Fine Fuel Load* (t/ha)	Vlhkost mrtvého dřeva před požárem			Vlhkost bylin. patra	Vlhkost strom. patra
				1 h	10 h	100 h		
SH9	Very High Load, Humid Climate Shrub (Dynamic)	1b39	36.625	48	49	50	60	90
TU2	Moderate Load, Humid Climate Timber-Shrub	3b19, 3b39, 3b97	2.875	48	49	50	60	90
TU3	Moderate Load, Humid Climate Timber-Grass-Shrub (Dynamic)	2b17, 3b94	7.125	48	49	50	60	90
TU5	Very High Load, Dry Climate Timber-Shrub	2a69	17.5	48	49	50	60	90
TL1	Low Load Compact Conifer Litter	2b69, 2b99	2.5	48	49	50	60	90
TL3	Moderate Load Conifer Litter	2b67, 2b97, 2a99	1.25	48	49	50	60	90
TL4	Small Downed Logs	2a64, 2a67, 2b64, 2b94	1.25	48	49	50	60	90
TL5	High Load Conifer Litter	2a97	2.875	48	49	50	60	90
TL6	Moderate Load Broadleaf Litter	3a67, 3a94, 3b37, 3b64, 3b67, 3b69, 3b99	6	48	49	50	60	90
TL8	Long-Needle Litter	1a69, 1a94, 1b67, 1b94, 1b97, 1b99	14.5	48	49	50	60	90
SB2	Moderate Load Activity Fuel or Low Load Blowdown	2b39	11.25	48	49	50	60	90

*FFL = "fine fuel load" - hmotnost jemného paliva (biomasy)

4.5. Výstupy

4.5.1. Zastoupení palivových typů

Na studovaném území převažují lesní biotopy s podílem necelých 84 % celkové rozlohy, zbytek tvoří nelesní biotopy včetně zástavby a antropogenních ploch. Mezi nejzastoupenější palivové typy pak patří TL3 a TL1 (zakmeněné jehličnany). Oba se podílí zhruba jednou čtvrtinou na rozloze zájmového území.

Z nelesních stanovišť pak zastoupením společně přes 10 % převažují palivové typy GR1 a GR3. Rašeliniště mají podíl necelých 2 %. Podrobný výčet je uveden v Tabulce 7. Palivové typy s nejvyšším výskytem hořlavého materiálu (tzv. *Fine Fuel Load* – jemný hořlavý materiál) jsou v zájmovém území zastoupeny relativně málo: zapojené mladé jehličnaté porosty (SH8) reprezentují necelé 1 % rozlohy, bory s opadankou pak 0.5 % rozlohy. Z nelesních biotopů patří mezi nejrizikovější rákosiny (GR8) a degradovaná vrchoviště (GS4) s podílem na celkové rozloze 0.6 %.

Tabulka 8: Zastoupení jednotlivých palivových typů v zájmovém území.

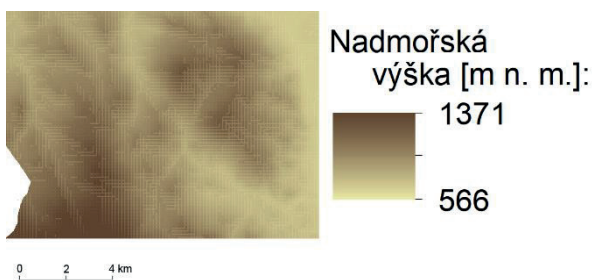
Označení palivového typu (Flam-Map)	Popis palivového typu	Fine Fuel Load* (t/ha)	Podíl PT na rozloze, %
Lesní biotopy			83.9
TL3	Zakmeněné jehličnany s opadankou a hrubou nekromasou	1.25	28.5
TL1	Zakmeněné jehličnany s opadankou	2.5	24.5
SH4	Mladý les	8.5	9.9
GS3	Rozptýlené křoviny ruderálního charakteru	7.5	6.6
TU3	Zapojené jehličnany s podrostem	7.13	5.2
SB2	Odumřelé dřevo	11.3	3.5
TL4	Rozvolněné jehličnany s opadankou a hrubou nekromasou	1.25	2.5
TL6	Listnáče s opadankou	6	1.4
TU2	Listnáče s podrostem a vysokým stupněm zápoje/zakmenění	2.88	1.1
SH8	Zapojené mladé jehličnaté porosty	16	0.9
TL8	Bory s opadankou	14.5	0.4
neurčeno		-	0.1
SH9	Zapojené mladé borové porosty	32.6	0.0
TL5	Zakmeněné jehličnany s opadankou, hrubou nekromasou a mrtvými stromy	2.88	0.0
Nelesní biotopy			16.1
GR1	Krátkostébelné trávníky	1	7.4
GR3	Husté vysokostébelné trávníky	4	4.1
GR5	Rašeliniště	7.25	1.9
SH3	Sukcesní nálety s dominancí keřů	16.6	1.5
NB1	Zástavba	0	0.6
GR8	Rákosiny	19.5	0.4
GS4	Degradovaná vrchoviště	31	0.2
SH6	Vrbové porosty	10.8	0.1
NB8	Vodní plochy	0	0.1
NB9	Povrchy bez vegetace	0	0.0
GS3	Rozptýlené křoviny ruderálního charakteru	7.50	0.0
neurčeno		1.25	0.0
Celkový součet			100

*FFL = "fine fuel load" - hmotnost jemného paliva (biomasy)

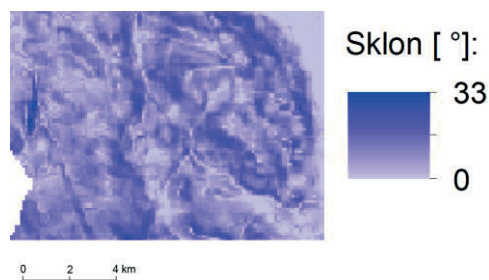
4.5.2. Využití modelu FlamMap pro hodnocení požárního rizika na vybraném území

Tato část případové studie navazuje na Kapitulu 3.2.5 textu metodiky, kde byly uvedeny základní informace o programu FlamMap. V následujícím textu je prezentována případová studie k nasazení programu FlamMap k analýze požárního rizika a chování požárů.

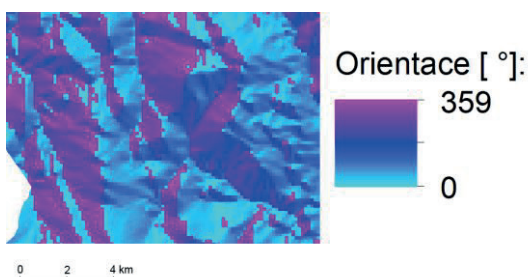
Pro základní spuštění programu FlamMap musí být k dispozici pět mapových vrstev. Byla využita vrstva digitálního modelu terénu (DEM) v rozlišení 100x100 m (Obr. 23). Následující dvě vstupní vrstvy byly vypočítány z DEM: – sklon (*Slope*, Obr. 24) a orientace (*Aspect*, Obr. 25). Další vrstvou, která vstupuje do programu, je korunový zápoj - procentní zastínění povrchu stanoviště korunami stromů (*Canopy cover*, Obr. 26). Tato vrstva byla převzata z USGS Land Cover Institute a následně převzorkována na rozlišení 100x100 m tak, aby byly vrstvy v jednotném rozlišení. V rámci vstupního území musí být kategorizovány palivové typy. Vrstva *Fuel Model* obsahuje palivové typy dle kategorizace Scott a Burgan (2005). Pro podmínky nasazení modelu na zájmovém území byl využit výše uvedený postup hodnocení biotopů a porostních charakteristik v zájmovém území. Na tomto základu byly přiřazeny odpovídající palivové typy. Obr. 27 ukazuje konkrétní palivové typy identifikované v zájmovém území (viz také Tabulka 2). Veškeré datové vstupy do programu byly v souřadném systému WGS 84/UTM 33N, tedy EPSG: 32633 a rozlišení vstupních dat bylo 100x100 m.



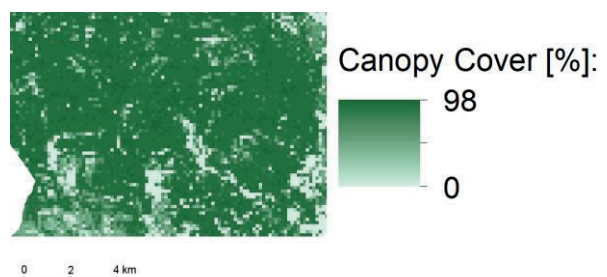
Obr. 23: Vstupní vrstva do programu FlamMap – digitální model reliéfu.



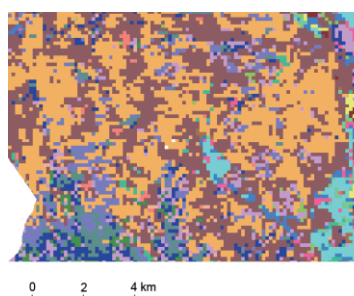
Obr. 24: Vstupní vrstva do programu FlamMap – sklon.



Obr. 25: Vstupní vrstva do programu FlamMap – orientace.



Obr. 26: Vstupní vrstva do programu FlamMap – korunový zápoj.



Palivové typy dle Scott and Burgan (2005):

91	148
98	149
99	162
101	163
103	181
105	183
108	184
123	185
124	186
143	188
144	202
146	

Obr. 27: Vstupní vrstva do programu FlamMap – palivové typy (dle Scott a Burgan, 2005) v detailu zájmového území.

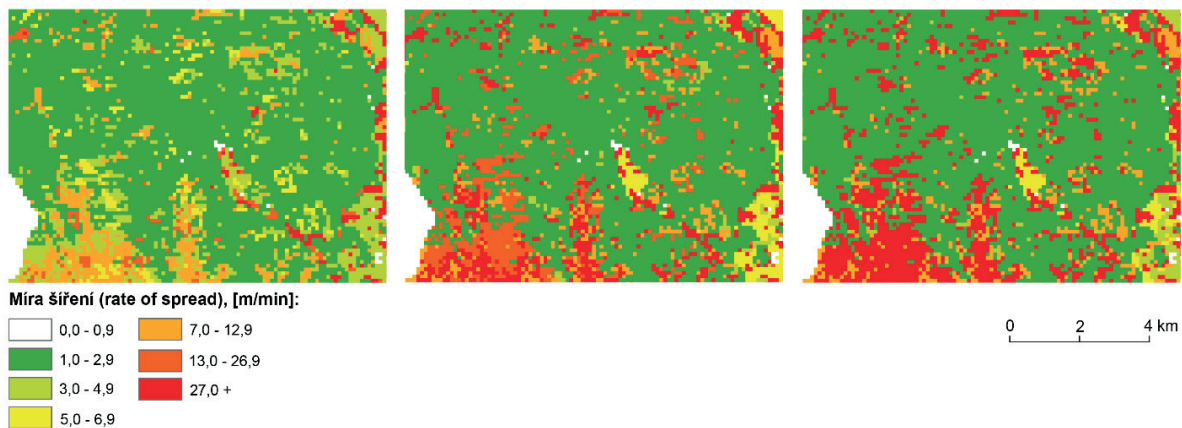
Základní použitím modelu FlamMap je možnost vytvoření charakteristiky ohně pro celé zájmové území. Do analýz byl dán směr větru pod azimutem 225°, což je převládající směr za období 1991–2018 ze dvou meteorologických stanic ČHMÚ. Vlhkost mrtvých a živých paliv byla určena a podrobněji ji uvádí Tabulka 2 a Tabulka 7. Dále bylo vloženo počasí z konce června 2017.

V následujících třech ukázkách jsou k dispozici charakteristiky z programu FlamMap. Každý obrázek obsahuje tři mapové kompozity, které se liší v rychlosti větru v 10 m nad zemí. Na levém kompozitu je zadána rychlost 5 m/s, na prostředním 10 m/s a na pravém kompozitu je rychlost 20 m/s.

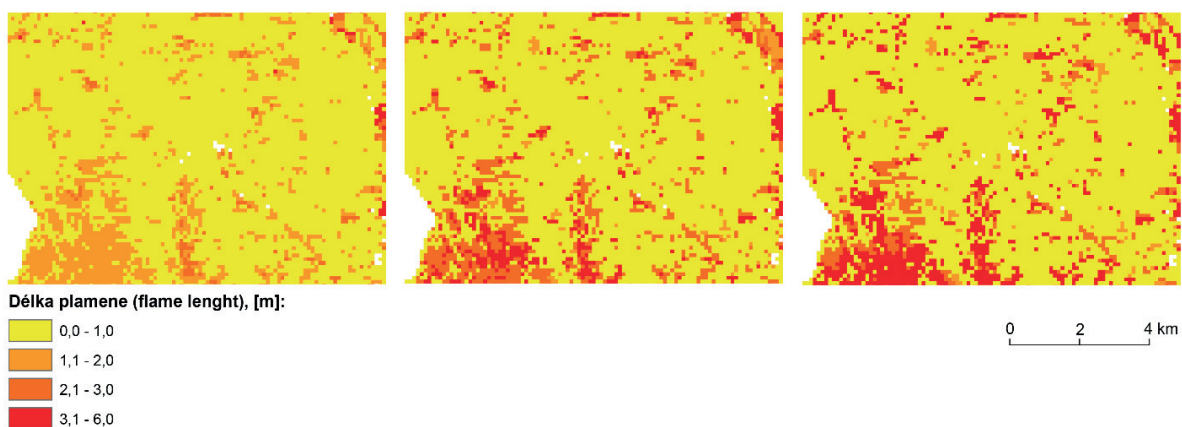
Míra šíření (*rate of spread*) je definována jako rychlost, se kterou se šíří oheň od místa původu. Oheň je ovlivňován větrem, vlhkostí a sklonem. Hořící zóna a čelo požáru se s velkou intenzitou rychle vzdaluje od původního místa vzniku, [m/min].

Intenzita ohně (*fireline intensity*) představuje množství tepla, které je uvolněno za jednotku času na dané ploše, [kW/m]. Tato hodnota označuje teplo, jaké by zažil člověk pohybující se blízko ohně.

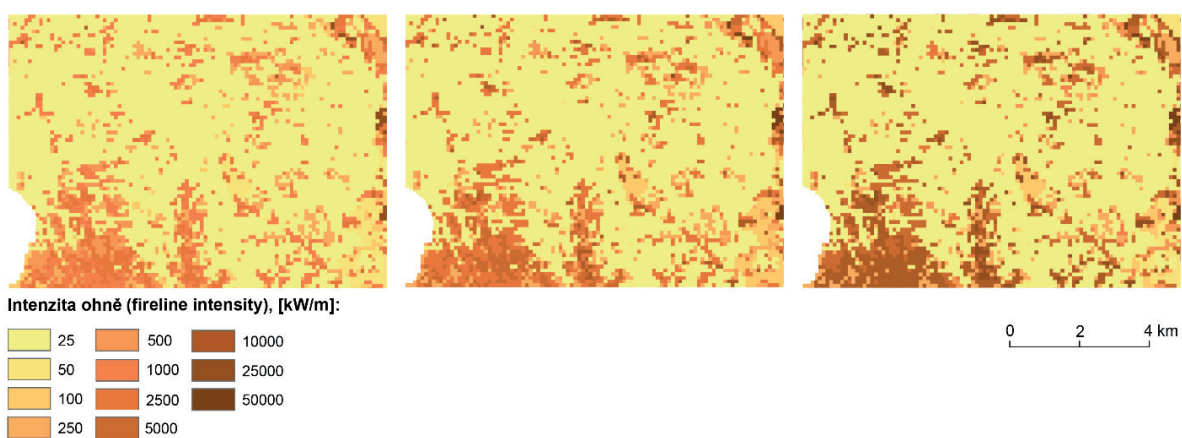
Délka plamene (*flame length*) představuje délku plamene, která je měřena od středu spalovací zóny po špičku plamene, [m]. Délka je určena mírou šíření a teplem na jednotkové ploše. Délka plamene je pozorovatelná a jedná se o měřitelný ukazatel intenzity linie.



Obr. 28: Míra šíření požáru v m/min při rychlosti větru v 5 m/s, 10 m/s a 20 m/s v 10 m nad zemí na konci června 2017 při zadané vlhkosti mrtvých a živých paliv.



Obr. 29: Délka plamene v m při rychlosti větru v 5 m/s, 10 m/s a 20 m/s v 10 m nad zemí na konci června 2017 při zadané vlhkosti mrtvých a živých paliv.



Obr. 30: Intenzita ohně v kW/m při rychlosti větru v 5 m/s, 10 m/s a 20 m/s v 10 m nad zemí na konci června 2017 při zadané vlhkosti mrtvých a živých paliv.

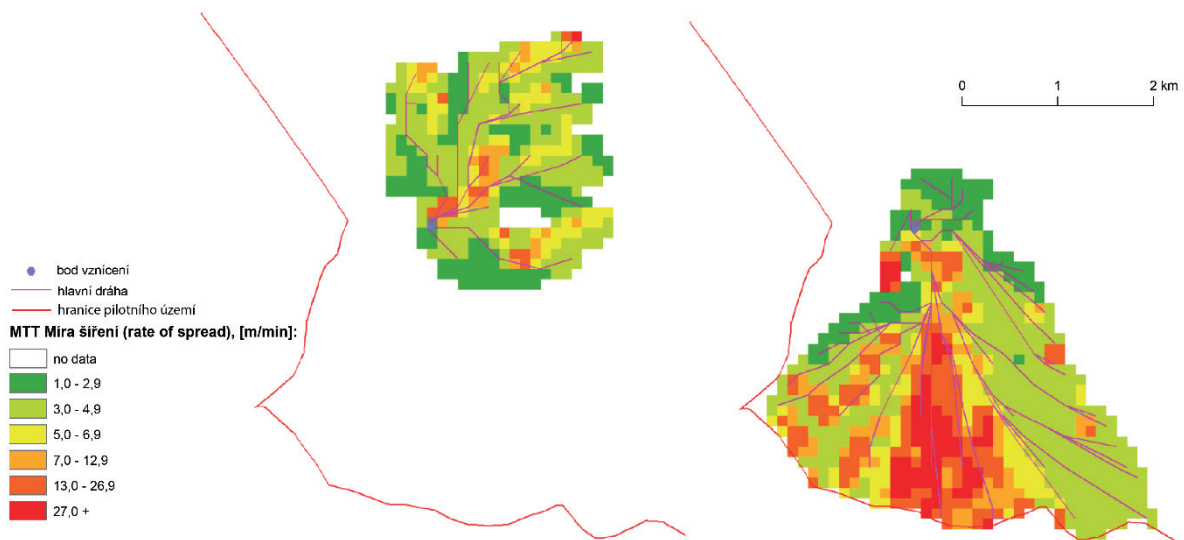
Z výše uvedených charakteristik vyplývá, že ve vyšších partiích zájmového území jsou hodnoty vyšší a rizikovější. Charakteristiky chování ohně se vzrůstajícím větrem rostou. Jihovýchodní část území je ohrožena až 6 m vysokým plamenem v závislosti na zadaném větru. Hasičský záchranný sbor získává důležité informace, že v případě požáru zde bude požár postupovat rychleji a je potřeba využít veškeré možné prostředky na co nejrychlejší zastavení požáru. Následující tabulka (Tabulka 9) vysvětluje, co znamenají hodnoty délky plamene a intenzity ohně pro jejich zastavení.

Tabulka 9: Interpretace hodnot z programu FlamMap (převzato a upraveno z: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_int/int_gtr131.pdf)

Délka plamene [m]	Intenzita ohně [kW/m]	Interpretace
1,2 <	< 105	Hasiči pomocí požárních hasicích hadic mohou cílit na čelní stranu a strany ohně. Tyto prostředky mohou zadržet oheň.
1,3–2,4	106–527	Oheň je příliš intenzivní na přímé hašení pomocí hadic v čelní straně ohně. Nelze spoléhat na to, že oheň bude zadržet lidskou silou. Zařízení jako pluhy, dozery, stříkáčkové pumpy z hasičských aut a letadla mohou být účinná.
2,5–3,3	528–1055	Požáry mohou představovat velké problémy ohledně jejich zvládnutí. Vynaložení úsilí u čelní strany požáru bude pravděpodobně neúčinné.
> 3,4	> 1056	Korunové požáry a hlavní dráhy ohně jsou pravděpodobné. Úsilí k zastavení čela ohně je neúčinné.

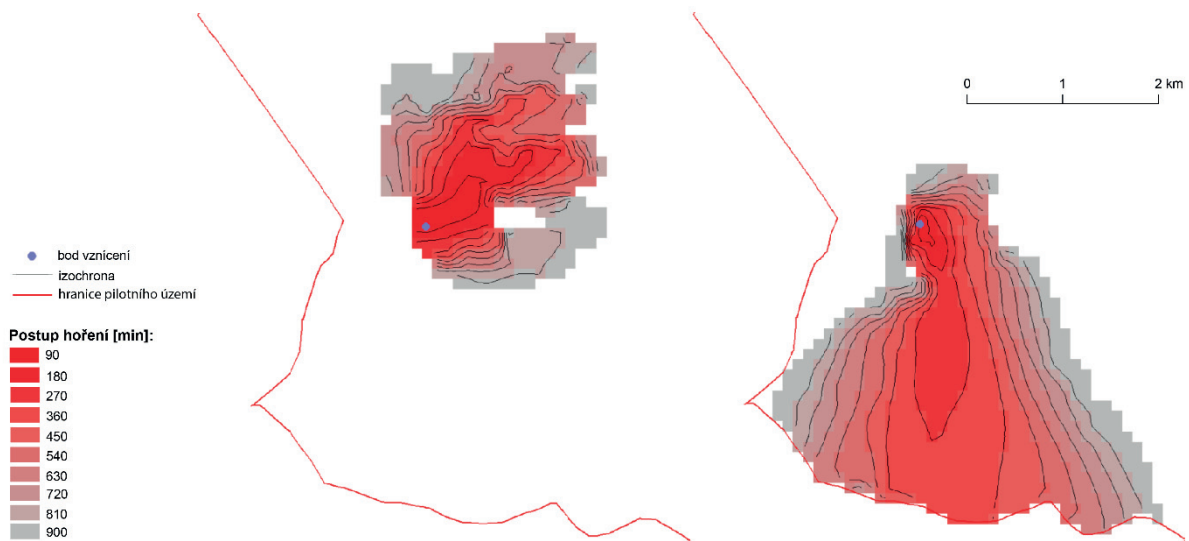
Druhou částí programu, která byla aplikována na zájmové území, je nástroj Minimum Travel Time (MTT). Tento nástroj modeluje dvourozměrný model růstu ohně. Na základě výpočtu růstu a chování ohně hledá nejkratší trasy s minimálními časy šíření ohně a to buď z bodových, liniových nebo polygonových míst zapálení. Použití MTT je vhodné v případě, že už například hoří nebo je potřeba si ujasnit, která část území je náchylnější pro požár. Tento nástroj dokáže predikovat (za dostupných informací o počasí), jak se bude požár šířit a dokáže předpovědět, jakou rychlostí, jakým směrem a jakou vydatností bude požár postupovat. Tímto získají hasičské složky přehled a získané informace mohou usnadnit a zrychlit samotné uhašení požáru. Nástroj lze použít zpětně a ověřit si, jak proběhlý požár ohrozil krajinu a jaké výsledky ukazoval program. Tímto si lze zkontrolovat nastavené vstupní údaje a porovnat účinnost programu.

Na konci června 2017 hořelo v zájmovém území. Vlhkost paliv byla nastavena dle výše uvedeného a do analýzy byly vloženy informace o aktuálním počasí z června 2017. Dále byl nastaven vítr 10 m/s v 10 m nad zemí. Následující čtyři obrázky prezentují výsledky pro tuto rychlost, v levé části je zobrazen směr větru pod azimutem 225° (jihozápadní směr) a v pravé části je vítr pod azimutem 0° (severní směr). Simulován byl 3denní oheň, kdy hořelo vždy pět hodin každý den.

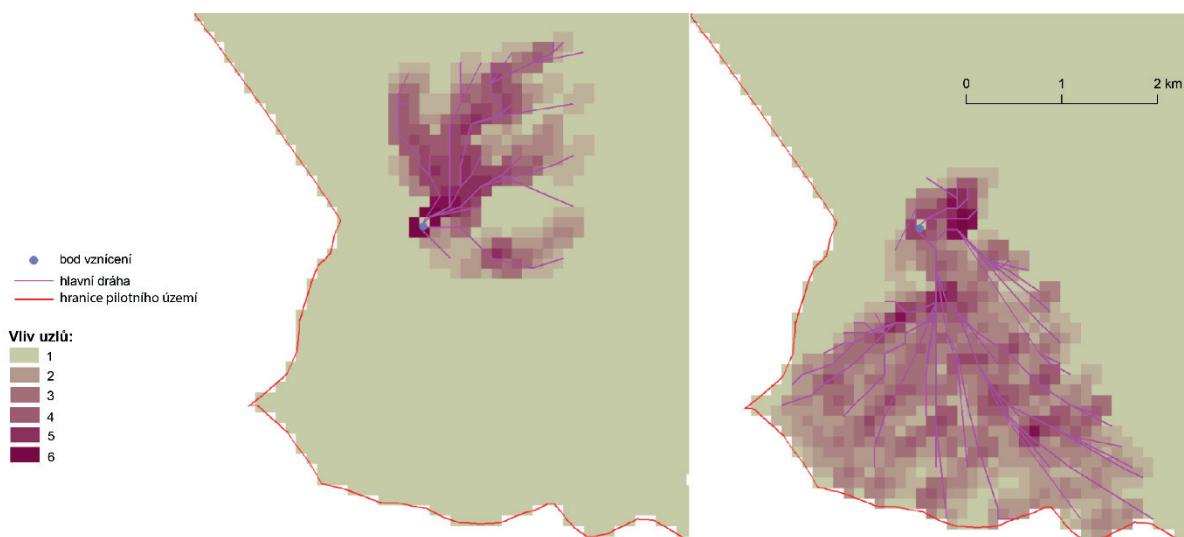


Obr. 31: MTT Mira šíření pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).

Míra šíření (Obr. 31) ukazuje, jak rychle postupuje požár v daném místě při zadaných podmínkách. Vysoké hodnoty se nacházejí v místech, kde jsou od sebe izolacie nejdál. Vrstva Postup hoření (Obr. 32) ukazuje, jak rychle postupuje oheň od místa vzniku. Izochrony v pravé části obrázku při severním větru ukazují, že oheň při zadaných podmínkách by mohl být zhruba za 4 hodiny u hranic zájmového území.

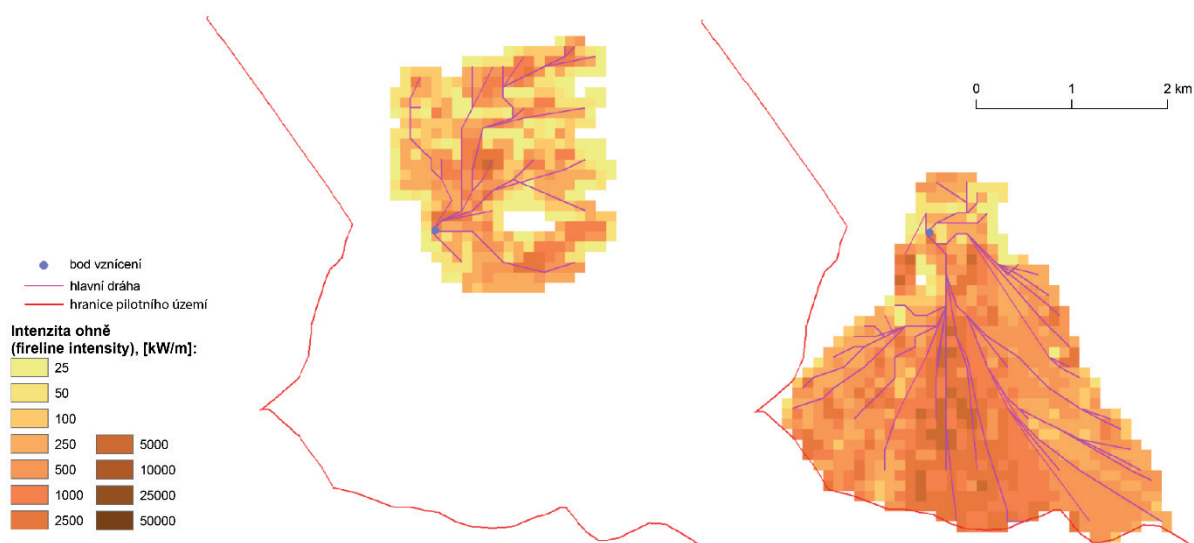


Obr. 32: MTT Postup hoření pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).



Obr. 33: MTT Vliv uzlů (node influence) pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).

Obr. 33 ukazuje hlavní dráhy požárů, čím jsou pixelové hodnoty vyšší, tím je zde vyšší vliv na dráhu požáru. Přes tento rastr jsou vykresleny vektory hlavních drah požárů pro lepší představu postupu. Vrstva Vliv uzlů (Obr. 33) ukazuje, že jakmile se oheň šíří přes tmavší buňku, pokračuje v hoření více buněk, než kdyby začal hořet světlejší pixel.



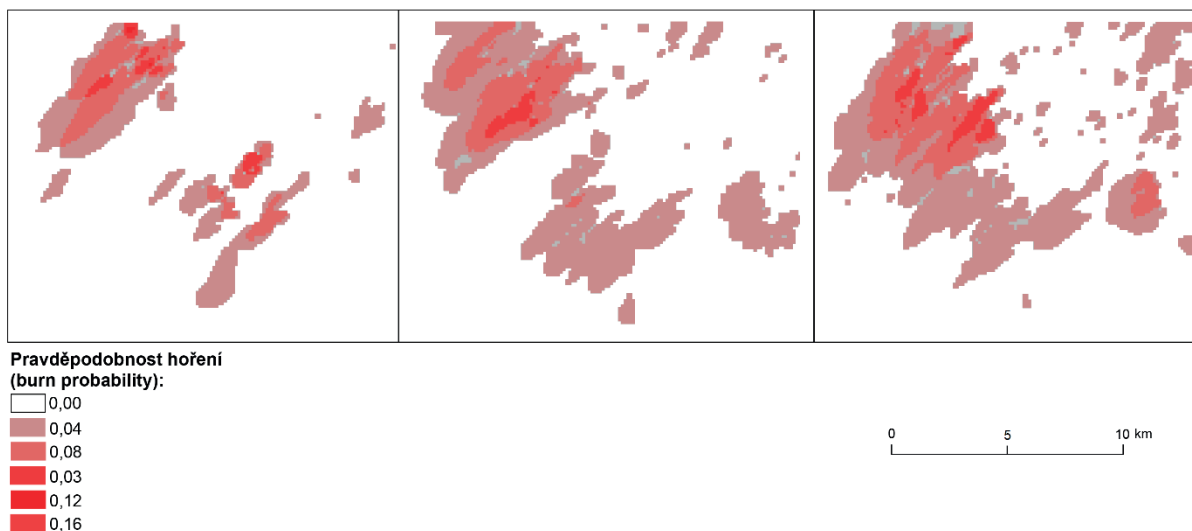
Obr. 34: MTT intenzita ohně pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).

MTT intenzita ohně (Obr. 34) ukazuje, jaké teplo by mohlo být produkováno v případě požáru v definovaných podmínkách.

Výše uvedené charakteristiky z MTT ukazují, jak směr větru dokáže ovlivnit plochu požáru. Zasažení plochy požárem však neovlivňuje pouze směr větru, ale také samotný terén a palivo. Z těchto ukávek je možno si povšimnout, že kdyby foukal severní vítr, zasáhl by požár mnohem větší oblast než při jihozápadním větru. Z programu je možno získat informace o ploše a jaké je procentuální zastoupení jednotlivých kategorií.

V modelu FlamMap lze využít další funkci *Burn probability* (výpočet pravděpodobnosti hoření v krajině). Je počítána z náhodných bodů vzplanutí za použití konstantní sady větru, vlhkosti paliva a podmínek trvání. Uživatel tento počet vzplanutí zadává do programu sám. Tyto pravděpodobnosti mohou být užitečné pro

porovnání účinnosti projektů snižování spotřeby paliva nebo rizik. Hodnoty v legendě pod mapou (Obr. 35) představují pravděpodobnost, že daná oblast shoří při vybraném počtu zapálení. Každý náhodný oheň hoří stejnou dobu za stejných meteorologických podmínek. Tato vrstva neukazuje pravděpodobnost počátku požáru. Vysoká pravděpodobnost hoření souvisí s velikostí požárů. Je možno si povšimnout, že velké požáry produkují vyšší pravděpodobnost než menší požáry – většími požáry je spálena větší část krajiny. Velikost ohně je funkcí míry šíření a trvání ohně. Zásah nebo různé další podmínky snižují míru šíření ohně a pravděpodobnost hoření (Seli, 2015).



Obr. 35: Pravděpodobnost hoření při různých počtech zapálení (vlevo 25x, uprostřed 50x, vpravo 100x) pod azimutem větru 225° při rychlosti větru 20 m/s v 10 m nad zemí 20 m.

Program FlamMap přináší nové pohledy k šíření požárů a umožňuje vytvoření požárních scénářů. Znalost dat a dostupnost informací může vést k rychlému zastavení požáru nebo případně k jeho bezpečnému usměrnění, včetně případů řízeného vypalování ve zvláště chráněných územích. Z hlediska velikosti zájmového území je dobré znát mj. dostupnost a umístění hasičské techniky, mít informace o dostupnosti vody, znát průchodnost terénem (např. na jaké cesty může vjet těžký hasičský automobil).

Modelování požáru je složitá operace a výsledky ovlivňuje mnoho proměnných. Proto je důležité vložit do programu co nejpřesnější data pro všechny vstupní vrstvy. Výsledné hodnoty jsou patrně nejvíce ovlivňovány nastavením vlhkosti paliv a větrem. S vyšší rychlostí dochází k rychlejšímu hoření, postupu a produkci většího tepla na jednotku plochy. Jak ukazují výše uvedené výsledky, v případě, že požár dosahuje vysokých hodnot z vypočítaných charakteristik ohně, je pro hasiče v podstatě nezastavitelný. Důležité v tomto případě je rychlé a včasné nasazení hasičské techniky. Jestliže nastane požár a Hasičský záchranný sbor má k dispozici vstupní vrstvy, dokáže operativně provést simulaci požáru. Analýza může pomoci k predikci šíření a rychlejšímu zastavení požáru.

4.6. Reference

- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. (eds) (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Scott J.H., Burgan, R.E. (2005): Standard Fire Behavior Fuel Models: A Comprehensive Set for Use with Rothermel's Surface Fire Spread Model. Ge. Tech.Rep. RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 72 p.
- Seli, R. C., Brittain, S., and McHugh, C.W. 2015. FlamMap Online Help (Version 5.0). Available from within the application.
- Trnka et al. 2018. Průběžná zpráva projektu Prognóza, indikace rizika a prevence vzniku přírodních požárů a v kontextu aktuálního stavu poznání a podmínek změny klimatu (MV). Zpráva za rok 2018, 53 stran.


4.7. Annex: Katalog palivových typů – reklasifikace pro Českou republiku

Typy s dominancí bylinného pokryvu (GR)		
GR1: Krátkostébelné trávničky	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Hlavní zdrojem paliva jsou nízké (krátkostébelné) až středně vysoké traviny s malým množstvím nekromasy. Travní porost může být nesouvislý (výskyt skal). Často ovlivněné pastvou nebo sečením.	<u>Nelesní subtypy:</u> Bohaté obhospodařované trávničky: T1.1., T1.2., T1.3. Horské a podhorské trávničky: T2.3. (obhospodařované), T8.3. Travní porosty skal: S1.2., S1.3. Zemědělské plochy: X2, X3, X
GR3: Husté vysokostébelné trávničky	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o husté porosty vysokých travin, které nejsou obhospodařovány (pastva, sečení). Výskyt nekromasy je vyšší než u GR1. Často se vyskytují na vlhkých podmáčených místech.	<u>Nelesní subtypy:</u> Bohaté přírodní trávničky: T1.4, T1.5, T1.6, T1.9 Horské a podhorské trávničky: T2.1, T2.3 (neobhospodařované), T8.2. Bylinné lemy na okraji lesa nebo potoků: T4.2., M5 Kapradinové porosty: A4.3. Bylinná sukcese na opuštěných plochách: X7
GR5: Rašeliniště	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Bohaté porosty mechového patra s vysokým množstvím nekromasy pomalu se přeměňující na rašelinu. Silně podmáčené oblasti s vysokou hladinou spodní vody nebo stagnací povrchové vody.	<u>Nelesní subtypy:</u> Rašeliniště: R2.3., R3.1., R3.3. Slatiniště: R2.2.
GR8: Rákosiny	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Vysoké porosty rákosí vyskytující se na okrajích vodních ploch a v silně podmáčených oblastech. Vysoké množství nekromasy (mrtvá rákosová stébla).	<u>Nelesní subtypy:</u> Rákosina: M1
Keřovo-bylinné typy (zastoupení keřů do 50 % pokryvu; GS)		
GS3: Rozptýlené křoviny ruderálního charakteru	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Porosty travin s rozptýleným výskytem keřů ruderálního charakteru (např. líska, hloh, svída). Nebývají obhospodařované, vysoké množství nekromasy. V případě, že se tento typ vyskytuje na lesní půdě, jedná se nejčastěji o porosty krátce po těžbě (věk do 30 let, nejčastěji pod 10 let) s nízkým stupněm korunového zápoje.	<u>Nelesní subtypy:</u> Přírodní mezofilní a xerofytické křoviny: K3 Sukcese bylin a keřů na opuštěných plochách: X8 <u>Lesní subtypy:</u> Holiny s dominancí jehličnaté obnovy/náletu: 1b04, 2a04, 2b04 Holiny s dominancí listnaté obnovy/náletu: 3b04, 3b14, 3b34 Holiny druhově nerozlišené: 0b04, 0b14, 0b34, 0b37
GS4: Degradovaná vrchoviště	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o rašeliniště ovlivněná těžbou a/nebo poklesem hladiny podzemní vody. Původní mechové porosty jsou v různém stupni zarůstání pionýrskými druhy dřevin (kleč, bříza). Vysoké množství mechové nekromasy a rašeliny.	<u>Nelesní subtypy:</u> Degradovaná vrchoviště: R3.4.

Bylino-keřové typy (zastoupení keřů nad 50 %; SH)		
SH3: Sukcesní nálety s dominancí keřů	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Neobhospodařované keřové nálety na opuštěných plochách. Vysoké množství nekromasy. Od typu GS3 se liší vyšším zastoupením keřů.	<u>Nelesní subtypy:</u> Sukcese: X12, X13
SH4: Mladý les	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Porosty na lesní půdě s dominancí hustě zapojených nižších stromů nebo keřů. Druhově, věkově ani z hlediska zápoje či zakmenění není tento typ vyhraněný (viz subtypy), nejčastěji se však vyskytuje v porostech ve věku 10-60 let. Charakteristická je vyšší míra zápoje/zakmenění a vyšší věk v porovnání s GS3.	<u>Lesní subtypy:</u> a) Mladé borové lesy do 30 let: 1b17, 1b19, 1b34, 1b37 b) Středně staré borové lesy ve věku 30-60 let: 1b64, 1b69 c) Mladé jehličnaté lesy do 30 let: 2b14, 2b34, 2b37 d) Mladé listnaté lesy do 30 let: 3b17 e) Druhově nerozlišené mladé lesy do 30 let: 0b17, 0b39
SH6: Vrbové porosty	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Keřové nebo stromové porosty vrb podél vodních toků nebo ve velmi podmáčených oblastech. Nebývají obhospodařované, vysoké množství nekromasy. V rámci lesní půdy jsou takto klasifikovány druhově nerozlišené porosty nízkého věku (do 10 let), avšak s velmi hustým zápojem.	<u>Nelesní subtypy:</u> a) Vrbiny: K1, K2 <u>Lesní subtypy:</u> a) Vrbiny: 0b19
SH8: Zapojené mladé jehličnaté porosty	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jehličnaté porosty s nízkým věkem a vysokým stupněm zápoje. Vyšší míra akumulace hořlavého materiálu než v případě SH6.	<u>Lesní subtypy:</u> a) Zapojené mladé jehličnaté porosty (modální): 2b19
SH9: Zapojené mladé borové porosty	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jehličnaté porosty s dominancí borovice ve věku 11-30 let a vysokým stupněm zápoje. Vyšší míra akumulace hořlavého materiálu než v případě SH6 a vyšší hořlavost než u SH8.	<u>Lesní subtypy:</u> Zapojené mladé borové porosty (modální): 1b39

Stromy s podrostem (TU)		
TU2: Listnáče s podrostem a vysokým stupněm zápoje/zakmenění	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o listnaté porosty všech věkových stupňů s vysokým stupněm zápoje/zakmenění a bohatým zastoupením bylin a keřů v podrostu. Příkladem může být například květnatá bučina.	<u>Lesní subtypy:</u> Mladé zapojené listnáče s podrostem: 3b19 Středně staré zapojené listnáče s podrostem: 3b39 Staré středně zakmeněné listnáče s podrostem: 3b97
TU3: Zapojené jehličnany s podrostem	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o jehličnaté porosty s nízkým věkem (v porovnání s TU5), hustým zápojem a bohatým zastoupením bylin a keřů v podrostu. Navíc jsou do tohoto palivového typu řazeny porosty typu 3b94.	<u>Lesní subtypy:</u> Zapojené jehličnany s podrostem (modální): 2b17 3b94
TU5: Zakmeněné jehličnany s podrostem	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o jehličnaté porosty ve věku 30-60 let, s vysokým stupněm zakmenění a bohatým zastoupením bylin a keřů v podrostu. Výskyt v xerických oblastech.	<u>Lesní subtypy:</u> Zakmeněné jehličnany s podrostem (modální): 2a69
Stromy s nekromasou (TL)		
TL1: Zakmeněné jehličnany s opadankou	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o staré jehličnaté porosty s vysokým stupněm zakmenění. Od typu TU5 se liší především oblastí výskytu v humidních podmínkách a chudším podrostem. Obsahuje malé množství jemné (opadanka) nekromasy a minimum hrubé (větve) nekromasy.	<u>Lesní subtypy:</u> Zakmeněné jehličnany s opadankou (modální): 2b69, 2b99
TL3: Zakmeněné jehličnany s opadankou a hrubou nekromasou	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o staré jehličnaté porosty s vysokým stupněm zakmenění. Vyskytují se v xerických i humidních oblastech. Od typu TL1 se odlišuje jiným poměrem hrubé a jemné nekromasy. Typ TL3 obsahuje střední množství opadanky a malé množství hrubé nekromasy.	<u>Lesní subtypy:</u> a) Zakmeněné jehličnany ... ve vlhkých oblastech: 2b67, 2b97 b) Zakmeněné jehličnany ... v suchých oblastech: 2a99
TL4: Rozvolněné jehličnany s opadankou a hrubou nekromasou	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o středně staré (nejčastěji 30-60 let) jehličnaté porosty se středním stupněm zakmenění (nejčastěji pod 4). Jako hlavní zdroj paliva se uplatňuje střední množství opadanky a střední množství hrubé nekromasy.	<u>Lesní subtypy:</u> Rozvolněné jehličnany ... ve vlhkých oblastech: 2b64, 2b94 Rozvolněné jehličnany ... v suchých oblastech: 2a64, 2a67
TL5: Zakmeněné jehličnany s opadankou, hrubou nekromasou a mrtvými stromy	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o staré jehličnaté porosty, nejčastěji v xerických oblastech. Charakteristický je výskyt mrtvého dřeva v porostu. Hlavním zdrojem paliva je vysoké množství nekromasy (opadanky i větvi) spolu s mrtvými kmeny.	<u>Lesní subtypy:</u> Zakmeněné jehličnany s opadankou, hrubou nekromasou a mrtvými stromy (modální): 2a97
TL6: Listnáče s opadankou	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o listnaté porosty v různých věkových stupních a s různým zápojem/zakmeněním a chudším podrostem. Od subtypu TU2c se liší především vyšším množstvím nekromasy. V TL6 se vyskytuje střední množství opadanky.	<u>Lesní subtypy:</u> Mladé středně zapojené listnáče s opadankou: 3b37 Středně staré listnáče s opadankou s různou mírou zakmenění: 3b64, 3b67, 3a67, 3b69 Staré listnáče s opadankou s nízkou mírou zakmenění: 3a94

TL8: Bory s opadankou	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o středně staré až staré bory v xerických i humidních oblastech s různou mírou zakmenění. Hlavním zdrojem paliva je střední až vysoká vrstva opadanky.	<u>Lesní subtypy:</u> Bory s opadankou v suchých oblastech: 1a69, 1a94 Bory s opadankou ve vlhkých oblastech: 1b67, 1b94, 1b97, 1b99
TL9: Velmi staré zakmeněné listnáče s opadankou	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Listnaté porosty s maximální kategorií věku a zakmenění. Výskyt v humidních oblastech. Zdrojem paliva je velmi mocná vrstva opadanky (rozdíl oproti TL6).	<u>Lesní subtypy:</u> Velmi staré zakmeněné listnáče s opadankou (modální): 3b99
Odumřelé dřevo (SB)		
SB2: Odumřelé dřevo	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Jedná se o oblasti, kde byl lesní porost rozvrácen plošným rozpadem stromového patra, přičemž vysoké množství odumřelého dřeva zůstává v porostu a plní roli hlavního zdroje zápalného materiálu. Tento typ se vyskytuje převážně v jehličnatých (smrkových) porostech. Jako příklad lze uvést porosty poškozené polomy nebo kůrovcem.	<u>Lesní subtypy:</u> Odumřelé dřevo (modální): 2b39
Typy nepodporující šíření požáru (NB)		
NB1: Zástavba	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Intravilány měst a obcí, dopravní sítě.	<u>Nelesní subtypy:</u> Zástavba (modální): X1
NB8: Vodní plochy	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Nádrže, vodní toky a jejich břehové oblasti.	<u>Nelesní subtypy:</u> Vodní plochy bez výskytu vegetace: V, X14 Příbřežní zóna s výskytem řídké a extrémně podmáčené bylinné vegetace: M4, R1.2.
NB9: Povrchy bez vegetace	<u>Charakteristika hlavního typu:</u> Povrchy zcela bez vegetace nebo s extrémně řídkým vegetačním pokryvem. Dále jsou zde řazeny periodické jednoleté porosty na extrémně efemerních lokalitách (např. sukcese na letněných rybnících).	<u>Nelesní subtypy:</u> Antropogenní plochy s řídkým vegetačním pokryvem: X6 Efemerní vegetace: M2



**DOPORUČENÁ ADAPTAČNÍ
A MITIGAČNÍ OPATŘENÍ
V RIZIKOVÝCH OBLASTECH
VÝSKYTU PŘÍRODNÍCH POŽÁRŮ
S PŘIHLÉDNUTÍM
K MĚNÍCÍMU SE KLIMATU**

METODIKA

ISBN: 978-80-87902-34-9