



VĚSTNÍK

MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

www.mzp.cz

OBSAH

METODICKÉ POKYNY A DOKUMENTY

Metodiky samostatného oddělení bezpečnosti a krizového řízení „Systém indikátorů rizik přírodních požárů včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému“ a „Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu“.....1

Společný metodický výklad odboru adaptace krajiny na klimatickou změnu a odboru legislativního orgánům ochrany zemědělského půdního fondu k některým ustanovením zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu.....3

Metodický pokyn MŽP pro postup při vyhodnocování vlivu výroby technického sněhu a jeho používání na biologické složky životního prostředí ve zvláště chráněných územích.....23

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Systém indikátorů rizik přírodních požárů včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému

Příloha č. 2: Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu

METODICKÉ POKYNY A DOKUMENTY

Metodiky

samostatného oddělení bezpečnosti a krizového řízení „Systém indikátorů rizik přírodních požárů včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému“ a „Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu“

Přírodní požáry, tj. především lesní požáry a požáry travních porostů, ploch zemědělských kultur a rašelinišť, představují stále narůstající problém. V souvislosti se změnou klimatu se předpokládá větší frekvence suchých a horkých období a je proto nutné počítat se stoupající frekvencí a závažností přírodních požárů.

Na základě Koncepce environmentální bezpečnosti 2020-2030 s výhledem do roku 2050 předkládá samostatné oddělení bezpečnosti a krizového řízení dvě metodiky, které mohou pomoci při přijímání cílených opatření pro prevenci přírodních požárů:

- „Systém indikátorů rizik přírodních požárů včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému“
- „Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu“

Metodiky jsou výstupem zpracovaným v rámci řešení výzkumného projektu Programu bezpečnostního výzkumu VH20172020025 s názvem „Prognóza, indikace rizika a prevence vzniku přírodních požárů v kontextu aktuálního stavu poznání a podmínek změny klimatu“.

PhDr. Pavel Ondrášek, Ph.D.
bezpečnostní ředitel
a vedoucí samostatného oddělení
bezpečnosti
a krizového řízení

Přílohy

Příloha č. 1: *Systém indikátorů rizik přírodních požárů včetně návodu na použití integrovaného předpovědního systému* je nedílnou součástí Věstníku MŽP, částky 6, ročníku XXXII.

Příloha č. 2: *Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu* je nedílnou součástí Věstníku MŽP, částky 6, ročníku XXXII.

Společný metodický výklad odboru adaptace krajiny na klimatickou změnu a odboru legislativního orgánů ochrany zemědělského půdního fondu k některým ustanovením zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

1. Úvod

Ministerstvo životního prostředí, odbor obecné ochrany přírody a krajiny (dále jen „ministerstvo“), je orgán ochrany zemědělského půdního fondu příslušný k vypracování výkladu ustanovení obecně závazného právního předpisu dle ustanovení § 17 písm. g) zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“).

2. Obsah

1. Úvod	3
2. Obsah	3
3. Stanovisko k ustanovení § 1 odst. 2 zákona	4
4. Stanovisko k ustanovení § 2 ve vazbě na ustanovení § 3 odst. 4 písm. b) zákona	4
5. Stanovisko k ustanovení § 4 odst. 5 a dále druhé větě ustanovení § 9 odst. 5 písm. e) zákona.....	5
6. Postup při aplikaci ustanovení § 5 odst. 2 zákona	9
7. Stanovisko k ustanovení § 7 odst. 2 zákona a části B přílohy k zákonu ve vazbě na § 18 odst. 5 stavebního zákona	12
8. Stanovisko k pojmu „nezastavěné části zastavěného stavebního pozemku“ obsaženého v ustanovení § 9 odst. 2 písm. b) bod 3 zákona	13
9. Stanovisko k ustanovení § 9 odst. 4 zákona	14
10. Stanovisko orgánu ochrany ZPF k posuzování vlivů na životní prostředí ...	15
11. Stanovisko k obecnému využití jednotlivých tříd ochrany zemědělské půdy	18
12. Stanovisko k problematice fotovoltaických elektráren ve vazbě na ochranu zemědělského půdního fondu	20
13. Závěr	22

3. Stanovisko k ustanovení § 1 odst. 2 zákona

Mezi zemědělskou půdou, která dočasně obdělávána není, se řadí taktéž pozemky vedené v katastru nemovitostí jako ostatní plocha, kterých se týkají pravomocná rozhodnutí podle zákona o ochraně zemědělského půdního fondu č. 53/1966 Sb.

Odůvodnění:

Pozemky, na které se vztahují rozhodnutí podle zákona č. 53/1966 Sb., ve znění zákona č. 75/1976 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu (dále jen „zákon“), kterými bylo uděleno trvalé odnětí zemědělské půdy zemědělské výrobě na dobu delší než 12 let včetně ukončení následné zemědělské rekultivace, jsou v souladu s tehdejšími právními předpisy vedeny v katastru nemovitostí jako druh pozemku ostatní plocha.

Za takto odňatou půdu jsou placeny ročně odvody za odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu až do doby ukončení následné rekultivace podle plánu, který schválil orgán ochrany zemědělského půdního fondu, který vydal rozhodnutí o předchozím souhlasu (§ 13a zákona č. 53/1966 Sb.). Do roku 1994 byly tyto pozemky označeny kódem ochrany „zemědělský půdní fond“, který byl bohužel z katastru nemovitostí po určité době vymazán. Proto absence kódu ochrany „zemědělský půdní fond“ neznámá, že se nejedná o zemědělský půdní fond. Pro posouzení, zda se jedná o zemědělskou půdu, se vychází z ustanovení § 1 odst. 2 zákona, a nikoli pouze z údaje v katastru nemovitostí, přičemž dokumenty a skutečnostmi, ze kterých lze na právní stav pozemků usuzovat, jsou vydaná rozhodnutí o odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu a skutečnost, že jsou za jejich odnětí placeny každoročně odvody.

4. Stanovisko k ustanovení § 2 ve vazbě na ustanovení § 3 odst. 4 písm. b) zákona

Pro změnu druhu pozemku trvalý travní porost na druh pozemku orná půda je vyžadován souhlas orgánu ochrany zemědělského půdního fondu též, jedná-li se o uživatele půdního bloku zařazeného do evidence půdy podle zákona o zemědělství. Ustanovení § 3 odst. 4 písm. b) zákona nevylučuje aplikaci ustanovení § 2 zákona.

Odůvodnění:

Ustanovení § 2 zákona stanoví, že „zemědělskou půdu evidovanou v katastru nemovitostí jako trvalý travní porost lze změnit na ornou půdu jen se souhlasem orgánu ochrany zemědělského půdního fondu uděleným na základě posouzení fyzikálních nebo biologických vlastností zemědělské půdy, rizik ohrožení zemědělské půdy erozí, včetně polohy údolnic a provedených opatření ke snížení těchto rizik, jako jsou například svahové průlehy“.

Ustanovení § 3 odst. 4 písm. b) zákona zní: „*Vlastník, nebo jiná osoba, která je oprávněna zemědělskou půdu užívat, jsou povinni ji užívat nebo udržovat v souladu s charakteristikou druhu pozemku, pokud nejde o hospodaření uživatele půdního bloku zařazeného do evidence půdy podle zákona o zemědělství a v souladu s touto evidencí.*“.

Smyslem ustanovení **§ 2 zákona je kvalitativní ochrana zemědělské půdy.**
Ustanovení

§ 2 zákona je podmínkou pro reálnou změnu ve využití pozemku. Daná právní úprava změnu druhu pozemku trvalý travní porost na druh pozemku orná půda podřizuje souhlasu orgánu ochrany zemědělského půdního fondu z důvodu, že obecně právě při této změně ve využití pozemku vzniká vysoká pravděpodobnost možného zhoršení kvality půdy, zejména v důsledku jejího ohrožení erozí.

Smyslem ustanovení **§ 3 odst. 4 písm. b) zákona je řešit možné kolize zápisu pozemku v katastru nemovitostí se zápisem v evidenci půdy**, tzv. LPIS podle zákona o zemědělství (viz též ne zcela jednotná terminologie právních předpisů na úseku katastru nemovitostí a nařízení vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů), tak, aby se uživatelé půdních bloků neocitli v neřešitelné situaci z hlediska povinností daných jinými právními předpisy, zejména předpisy upravujícími dotace v zemědělství, kde poskytnutí dotací je podmíněno i hospodařením určitým způsobem po stanovený čas.

Každé z výše uvedených ustanovení zákona řeší jinou problematiku, a tudíž při změně hospodaření zemědělského subjektu hospodařícího na půdních blocích, která vyžaduje změnu trvalého travního porostu na ornou půdu, je nutná aplikace ustanovení § 2 zákona. **Pro využití trvalého travního porostu jako orné půdy tedy musí zemědělský subjekt nejprve získat souhlas od příslušného orgánu ochrany zemědělského půdního fondu.**

5. Stanovisko k ustanovení § 4 odst. 5 a dále druhé větě ustanovení § 9 odst. 5 písm. e) zákona

Výjimku obsaženou v § 4 odst. 5 větě druhé zákona lze uplatnit pouze v případě, že nedochází ke změně parametrů plochy vymezené v územně plánovací dokumentaci. Pokud ke změně dochází, pak nelze rezignovat na posouzení, zda jiný veřejný zájem výrazně převažuje nad veřejným zájmem ochrany zemědělského půdního fondu, jak je požadováno v § 4 odst. 3 zákona.

Ustanovení § 9 odst. 5 písm. e) zákona stanovuje, že při rozhodování o záměru se nepoužije § 4 odst. 3, jedná-li se o záměr na zastavitelné ploše nebo ploše územní rezervy vymezené v platném územním plánu. Při aplikaci tohoto ustanovení je však nezbytné zohlednit také obecnější zásady vyplývající z jiných ustanovení zákona o ochraně zemědělského

půdního fondu, jako je zvláštní ochrana nejkvalitnější zemědělské půdy, přednostní odnímání půdy na zastavitelných plochách atd.

Odůvodnění:

Ustanovení § 4 odst. 5 zákona stanoví, že: „*Odstavec 4 se použije také při posuzování ploch, které jsou již vymezeny jako zastavitelné v platné územně plánovací dokumentaci. Odstavec 3 se nepoužije při posuzování ploch vymezených jako zastavitelné nebo jako plochy územní rezervy v platné územně plánovací dokumentaci.*“. Toto ustanovení tedy stanoví podmínky, za kterých může být aplikováno ustanovení § 4 odst. 3 a odst. 4 zákona.

K vazbě na ustanovení § 4 odst. 4 zákona

Ustanovení § 4 odst. 4 zákona stanoví, že: „*Při odejmutí zemědělské půdy musí být zohledněna a provedena vhodná opatření pro naplnění veřejného zájmu na zadržení vody v krajině*“. K danému ustanovení je třeba zdůraznit, že se aplikuje jak ve fázi vyjadřování se k návrhu územně plánovací dokumentace ve smyslu ustanovení § 5 odst. 2 zákona, tak ve fázi posuzování žádosti o odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu za účelem realizace záměru ve smyslu ustanovení § 9 odst. 8 zákona. V rámci posuzování souladu záměru s ustanovením § 4 odst. 4 zákona je potřeba zohlednit významně odlišnou úroveň zhodnocení lokality v návrhu územně plánovací dokumentace oproti samotnému posuzování odnětí půdy ze ZPF. Stanovisko orgánu ochrany ZPF vydané dle ustanovení § 5 odst. 2 zákona stanoví výhradně to, zda určitá plocha může být v budoucnu nezemědělsky využita či nikoliv, a to z hlediska stanovených maximálních možných (potenciálních) limitů expanze obce do ploch, na nichž se nachází zemědělská půda. Naproti tomu při posouzení žádosti o odnětí zemědělské půdy ze ZPF dle ustanovení § 9 odst. 8 zákona je každý jednotlivý záměr vyhodnocen v podrobnosti již zcela konkrétního návrhu záboru půdy.

S ohledem na výše uvedené tedy lze konstatovat, že v případě návrhu koridoru, zastavitelné plochy, plochy přestavby či plochy změny v krajině **v návrhu územně plánovací dokumentace lze akceptovat obecný návrh opatření** na zadržení vody v krajině prostřednictvím regulativu plochy (ve smyslu přípustného využití dle bodu 1 odst. 1 písm. f) přílohy č. 7 vyhlášky č. 500/2006 Sb. o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a o způsobu evidence územně plánovací činnosti).

V případě žádosti o odnětí půdy ze ZPF za účelem realizace záměru je ovšem nutné, aby **vyhodnocení obsahovalo konkrétní návrh opatření** na zadržení vody v krajině. Konkrétní návrh opatření může být založen například na biotechnických opatřeních (např. průleh, příkop či zasakovací pás a další) či technických opatřeních (např. malé vodní nádrže, nádrže na zachyt dešťové vody

a podobně). Pokud má orgán ochrany zemědělského půdního fondu pochybnosti o vhodnosti či dostatečnosti navrženého opatření na zadržení vody v krajině, tak je nutno vyzvat žadatele o odnětí půdy k doplnění informace ve věci odůvodnění dostatečnosti navrženého opatření na zadržení vody v krajině. Právě žadatel je povinen navrhnout adekvátní opatření na zadržení vody v krajině, přičemž samotný návrh musí svou povahou umožňovat objektivní posouzení ze strany orgánu ochrany ZPF.

K vazbě na ustanovení § 4 odst. 3 zákona

Ustanovení § 4 odst. 3 zákona stanoví že: *„Zemědělskou půdu I. a II. třídy ochrany lze odejmout pouze v případech, kdy jiný veřejný zájem výrazně převažuje nad veřejným zájmem ochrany zemědělského půdního fondu“*. Druhá věta ustanovení § 4 odst. 5 zákona stanoví, že: *„Odstavec 3 se nepoužije při posuzování ploch vymezených jako zastavitelné nebo jako plochy územní rezervy v platné územně plánovací dokumentaci.“* Aplikace druhé věty daného ustanovení se vztahuje na situace, kdy se **takzvaně „překlápí“ plocha** z platné územně plánovací dokumentace (dále jen „ÚPD“) do **nově připravované ÚPD**. Druhá věta ustanovení

§ 4 odst. 5 zákona definuje podmínky, za kterých není potřeba prokazovat jiný veřejný zájem výrazně převažující nad veřejným zájmem na ochranu ZPF dle ustanovení § 4 odst. 3 zákona, přičemž je zásadní, že se dané ustanovení **vztahuje pouze na vyhodnocování ploch** (zastavitelné plochy, plochy přestavby, plochy změn v krajině či plochy v územní rezervě) v návrhu územně plánovací dokumentace.

Pro aplikaci druhé věty ustanovení § 4 odst. 5 zákona je zásadní, že se vztahuje pouze na posuzování již vymezených ploch v platné ÚPD (*„...posuzování ploch vymezených...“*) při takzvaném překlápění do nově připravované ÚPD. Jedná se o plochy, u kterých **nemá dojít ke změně parametrů vymezené plochy** (změna funkčního využití či plošného rozsahu), neboť **v případě změny vymezené plochy se již fakticky jedná o plochu novou**, a nikoliv o případ **posuzování vymezené plochy**. Dojde-li ke změně parametrů vymezené plochy, je potřeba aplikovat ustanovení § 4 odst. 3 zákona.

V souladu s výše uvedeným lze konstatovat, že druhou větu ustanovení § 4 odst. 5 zákona lze aplikovat pouze v případě, kdy nedošlo ke změně parametrů posuzované plochy při takzvaném překlopení z platné ÚPD do nově připravované ÚPD. V případě změny parametrů posuzované plochy oproti parametrům plochy obsažené v platné ÚPD či v případě plochy územní rezervy, která bude v nové ÚPD vymezena např. v zastavitelných plochách, bude nutno aplikovat ustanovení § 4 odst. 3 zákona.

Druhá věta daného ustanovení neumožňuje jiný výklad, neboť by jakýkoliv jiný výkladový přístup k danému ustanovení předpokládal situaci, kdy by při návrhu zastavitelné plochy na nejkvalitnější půdě zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ neproběhlo posouzení, zda v souladu s § 4 odst. 3 zákona jiný veřejný

zájem výrazně převažuje nad veřejným zájmem na ochraně ZPF, a to přestože plocha dříve **nebyla předmětem posouzení ze strany orgánu ochrany ZPF**. Takový postup by bezpochyby představoval **zásadní rozpor se smyslem a účelem zákona**.

K ustanovení § 9 odst. 5 písm. e) zákona

Ustanovení § 9 odst. 5 písm. e) zákona stanovuje, že: „*Při rozhodování o záměru se nepoužije § 4 odst. 3, jedná-li se o záměr na zastavitelné ploše nebo ploše územní rezervy vymezené v platném územním plánu*.“ S ohledem na dané ustanovení tedy není potřeba prokazovat jiný veřejný zájem podle ustanovení § 4 odst. 3 zákona pro záměry vyžadující odnětí nejkvalitnější půdy zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ, pokud se nacházejí na ploše územní rezervy vymezené v platném územním plánu (územní rezerva je plocha nebo koridor vymezený s cílem prověřit možnosti budoucího využití).

Při aplikaci tohoto ustanovení je však nezbytné zohlednit také obecnější zásady vyplývající z jiných ustanovení zákona o ochraně zemědělského půdního fondu:

V problematice odnímání nejkvalitnější půdy zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ na ploše územní rezervy je předně nutné vzít v potaz ustanovení § 4 odst. 1 písm. b) zákona, které stanoví, že se má přednostně odnímat půda nižší kvality, přičemž kritériem jsou právě třídy ochrany dle BPEJ. Zákon tedy poskytuje nejkvalitnější půdě vyšší stupeň ochrany, s ohledem na to jsou tedy **nároky na prokázání souladu záměru se zásadami plošné ochrany ZPF při navrhovaném odnětí nejkvalitnější půdy** zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ **výrazně vyšší než u půd průměrné až podprůměrné kvality**.

Pro problematiku posuzování záměru vymezeného na ploše územní rezervy je dále zásadní ustanovení § 4 odst. 1 písm. a) zákona, které stanoví, že: „*Musí-li v nezbytném případě dojít k odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu, je nutno především odnímat zemědělskou půdu přednostně na zastavitelných plochách*.“ S ohledem na dané ustanovení lze konstatovat, že pokud platný územní plán obsahuje doposud nevyužité např. zastavitelné plochy (regulativem umožňující umístění daného záměru), tak to velmi **významným způsobem ovlivní posouzení otázky nezbytnosti odnětí půdy za účelem realizace daného záměru**, neboť zákon jasně definuje, že se přednostně mají využít zastavitelné plochy. **Plocha územní rezervy není v platném územním plánu vymezena jako zastavitelná plocha**.

Pro danou problematiku je dále zásadní také ustanovení § 18 odst. 5 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, které stanoví následující: „*V nezastavěném území lze v souladu s jeho charakterem umísťovat stavby, zařízení, a jiná opatření pouze pro zemědělství, lesnictví, vodní hospodářství, těžbu nerostů, pro ochranu přírody a krajiny, pro veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu, přípojky a účelové komunikace, pro snižování nebezpečí ekologických a přírodních katastrof*

*a pro odstraňování jejich důsledků, a dále taková technická opatření a stavby, které zlepší podmínky jeho využití pro účely rekreace a cestovního ruchu, například cyklistické stezky, hygienická zařízení, ekologická a informační centra; doplňková funkce bydlení či pobytové rekreace není u uvedených staveb přípustná. Uvedené stavby, zařízení a jiná opatření včetně staveb, které s nimi bezprostředně souvisejí včetně oplocení, lze v nezastavěném území umísťovat v případech, pokud je územně plánovací dokumentace z důvodu veřejného zájmu výslovně nevylučuje". **Toto ustanovení významným způsobem omezuje možnost umístění nezemědělských záměrů v nezastavěném území.***

Při posuzování záměrů vymezených na ploše územní rezervy je dále potřeba vzít v potaz také část B přílohy zákona, která definuje faktory životního prostředí, které budou negativně ovlivněny odnětím půdy ze zemědělského půdního fondu, a ekologické váhy těchto vlivů. Skupina faktorů C jasně stanovuje, že pro záměry na území mimo plochy určené platným územním plánem nebo platným regulačním plánem k zástavbě nebo pro jiné urbanistické funkce je nutno **použít při výpočtu odvodů za odnětí zemědělské půdy ekologickou váhu vlivu 5.**

6. Postup při aplikaci ustanovení § 5 odst. 2 zákona

1. K § 5 odst. 2 zákona obecně

Pokud orgán ochrany zemědělského půdního fondu uplatňuje stanovisko k návrhu územně plánovací dokumentace, který se dotýká větší plochy zemědělského půdního fondu, než ke které má tento orgán ochrany zemědělského půdního fondu příslušnost při udělování souhlasu s odnětím podle § 9 zákona (viz ustanovení § 15, 16 a 17a zákona), projedná svůj návrh stanoviska s orgánem ochrany zemědělského půdního fondu příslušným k vydání souhlasu s odnětím podle § 9 zákona. Při určení, se kterým nebo kterými orgány ochrany zemědělského půdního fondu má projednat návrh stanoviska, se vychází z výměry jednotlivých ploch nebo koridorů v návrhu územně plánovací dokumentace, jimiž je dotčen zemědělský půdní fond.

Odůvodnění:

Uvedený postup zajistí větší míru jednotného rozhodování orgánů ochrany zemědělského půdního fondu v různých fázích procesu hájení veřejného zájmu na ochraně zemědělského půdního fondu. Je vhodné, aby orgán ochrany zemědělského půdního fondu příslušný k rozhodování podle § 9 zákona posoudil plochy, které byly v územním plánu navrženy pro jiné než zemědělské využití. K tomu je však nezbytné poznamenat, že projednání plochy v územním plánu s orgánem, který bude příslušný k odnětí pro konkrétní záměr, **nemůže být bráno jako záruka pozdějšího udělení souhlasu.**

2. K § 5 odst. 2 ve vztahu k § 4 odst. 3 zákona

Při posuzování nově řešené plochy v územně plánovací dokumentaci, která se nachází na půdě zařazené do I. nebo II. třídy ochrany dle BPEJ, je nutno dle § 4 odst. 3 zákona prokázat jiný veřejný zájem na vymezení řešené plochy, který výrazně převyšuje veřejný zájem na ochraně zemědělského půdního fondu. Veřejný zájem nemůže být v zákoně definován, nicméně při aplikaci tohoto ustanovení je třeba použít pravidla obsažená v judikatuře vztahující se k veřejnému zájmu:

- **Veřejný zájem v konkrétní věci by měl být zjišťován v průběhu správního řízení na základě poměrování nejrůznějších partikulárních zájmů, po zvážení všech rozporů a připomínek. Z odůvodnění správního rozhodnutí pak musí zřetelně vyplynout, proč veřejný zájem převážil nad řadou jiných partikulárních zájmů.**
- **Veřejný zájem musí být výslovně formulován ve vztahu ke konkrétní posuzované záležitosti a musí být přesvědčivě odlišen od zájmu soukromého či kolektivního.**
- **Ne každý kolektivní zájem lze označit za veřejný zájem společnosti. V této souvislosti je možno dovodit, že pojem "veřejný zájem" je třeba chápat jako takový zájem, který by bylo možno označit za obecný či obecně prospěšný zájem.**
- **Veřejný zájem má pokrývat především veřejné společensky významné stavby (např. dopravní infrastrukturu, stavby určené k obraně státu či k ochraně před živelními pohromami). Realizace soukromého záměru, např. výstavba soukromého průmyslového či jiného komerčního areálu může představovat veřejný zájem ve smyslu § 4 odst. 3 zákona pouze ve zcela výjimečných případech.**
- **Výrazná převaha jiného veřejného zájmu může být dána pouze tam, kde jiný veřejný zájem nemůže být uspokojen jinak.**

Odůvodnění:

Nález Ústavního soudu sp. zn. Pl. ÚS 24/04 – o návrhu na zrušení ustanovení § 3a zákona č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, ve znění pozdějších předpisů, rozsudek Nejvyššího správního soudu ze dne 10. 5. 2013, č. j. 6 As 65/2012, nález Ústavního soudu sp. zn. I. ÚS 198/95 – Sbírka rozhodnutí, svazek 5, nález č. 23, rozsudek Krajského soudu v Praze ze dne 27. 4. 2017, č. j. 50 A 2/2017 – 147 a rozsudek Nejvyššího správního soudu ze dne 30. 1. 2020, č. j. 2 As 187/2017 – 327.

3. K § 5 odst. 2 zákona ve vztahu ke kontinuitě územního plánování

Plochy, které jsou přebírány do nové územně plánovací dokumentace (tj. navrhuje se u nich stejné využití, jako bylo v dosavadním územním plánu), musí být vyhodnoceny podle ustanovení § 5 odst. 1 zákona.

Odůvodnění:

Princip kontinuity územního plánování neznámá, že musí být převzaty všechny návrhové plochy obsažené v předchozím územním plánu. **Požadavek na kontinuitu nesmí znemožnit revizi existujícího stavu**, zvláště pokud s plánovaným funkčním využitím nebylo započato. Změna funkčního určení plochy může být odůvodněna tím, že

- řešení zahrnuté do předchozího územního plánu je věcně nesprávné, a toto řešení je v závažné kolizi s veřejným zájmem (tedy výrazně omezuje naplnění veřejného zájmu), nebo
- po přijetí předchozího územního plánu došlo ke změnám, které vyžadují přehodnocení původního řešení, protože již není aktuální.

Za takové změny je možno považovat například

- novelu zákona, která nabyla účinnosti 1. 4. 2015 a kterou došlo ke zpřísnění ochrany zemědělské půdy (nejkvalitnější půda zařazená do I. či II. třídy ochrany podléhá vyššímu stupni ochrany);
- trvale rostoucí hodnotu zemědělské půdy z pohledu veřejných zájmů, neboť slouží též k potlačování některých nežádoucích jevů, jako jsou především dopady klimatické změny (dlouhodobé sucho, povodně apod.);
- zábor zemědělské půdy pro realizaci typově shodných záměrů s již existujícími záměry, změny v katastru obce či přilehlého okolí, významný úbytek zemědělské půdy apod.

Přestože se v daném případě jedná o posuzování plochy, ke které se již orgán ochrany ZPF vyjadřoval ve svém stanovisku k předchozímu územnímu plánu, i taková plocha musí být opětovně posouzena orgánem ochrany ZPF, neboť se jedná o novou plochu v novém územním plánu. **V rámci vymezení navrhovaného záboru zemědělské půdy musí být vždy prokázána nezbytnost pro vymezení dané plochy a soulad se zásadami ochrany dle § 4 zákona** (viz též rozsudek Krajského soudu v Praze ze dne 14. listopadu 2019, č. j. 43 A 201/2018).

7. Stanovisko k ustanovení § 7 odst. 2 zákona a části B přílohy k zákonu ve vazbě na § 18 odst. 5 stavebního zákona

1. K § 7 odst. 2 zákona

Stavby, zařízení a jiná opatření uvedená v § 18 odst. 5 stavebního zákona, které lze umísťovat v nezastavěném území v souladu s jeho

charakterem, pokud to územně plánovací dokumentace z důvodu veřejného zájmu výslovně nevylučuje, nelze považovat za stavby, které jsou v souladu s platnými zásadami územního rozvoje nebo platným územním plánem ve smyslu ustanovení § 7 odst. 2 zákona. O soulad staveb, zařízení a jiných opatření uvedených v § 18 odst. 5 stavebního zákona s platnými zásadami územního rozvoje nebo platným územním plánem se jedná tehdy, jsou-li přímo v územně plánovací dokumentaci uvedeny.

Odůvodnění:

Podle ustanovení § 7 odst. 2 zákona není třeba vypracovávat alternativy umístění stavby v případech, kdy je stavba umísťována mimo zastavěné území v souladu s platnými zásadami územního rozvoje nebo platným územním plánem. Smyslem tohoto ustanovení je, aby se nezatěžoval jak investor opětovným vypracováním alternativ v dokumentaci pro umístění záměru (pro územní rozhodnutí), tak orgán ochrany zemědělského půdního fondu posuzováním něčeho, co již v předcházejícím procesu – procesu územního plánování – bylo vypracováno, posouzeno a rozhodnuto. Soulad s platnými zásadami územního rozvoje nebo platným územním plánem požadovaný ustanovením § 7 odst. 2 garantuje, že k tomuto posouzení již došlo. **U staveb a záměrů podle § 18 odst. 5 stavebního zákona tomu tak není, a proto je nezbytné vypracování alternativ.**

2. K části B přílohy k zákonu

Při výpočtu odvodů pro záměry, které lze v nezastavěném území umístit v souladu s ustanovením § 18 odst. 5 stavebního zákona, přičemž jsou umísťované na plochách, které nejsou plochami určenými územním plánem nebo regulačním plánem k zástavbě nebo pro jiné urbanistické funkce, se použije faktor životního prostředí „Území mimo plochy určené platným územním plánem nebo platným regulačním plánem k zástavbě nebo pro jiné urbanistické funkce“ s přiřazenou ekologickou vahou 5 podle části B přílohy k zákonu.

Odůvodnění:

Skutečnost, že zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) umožňuje umístění záměrů určitého typu a za určitých podmínek stanovených v ustanovení

§ 18 odst. 5 i v případech, kdy územní plán není zpracován, nebo v případě, že v něm nejsou tyto záměry přímo řešeny, nevylučuje aplikaci příslušných ustanovení zákona o ochraně zemědělského půdního fondu. Podmínka aplikace faktoru životního prostředí „Území mimo plochy určené platnou územně

plánovací dokumentací k zástavbě nebo pro jiné urbanistické funkce“ je dána prostým faktem umístění těchto záměrů mimo uvedené plochy.

8. Stanovisko k pojmu „nezastavěná část zastavěného stavebního pozemku“ obsaženého v ustanovení § 9 odst. 2 písm. b) bod 3 zákona

Nezastavěná část zastavěného stavebního pozemku je část stavebního pozemku vymezeného stavebním úřadem, na které nestojí stavba, s výjimkou pozemkových parcel, na které zasahují přípojky inženýrských sítí, zpravidla pod společným oplocením.

Jestliže stavební pozemek nebyl stavebním úřadem vymezen nebo nelze-li jeho vymezení doložit, orgán ochrany zemědělského půdního fondu podpůrně vychází z pojmu „zastavěný stavební pozemek“ uvedeného v § 2 odst. 1 písm. c) stavebního zákona, a to s přihlédnutím k zásadám ochrany zemědělského půdního fondu uvedeným v § 4 zákona.

Odůvodnění:

Smyslem ustanovení § 9 odst. 2 písm. b) bod 3 zákona obsahujícího pojem „nezastavěná část zastavěného stavebního pozemku“ je **vyloučení situace, kdy by bylo nezbytné posuzovat opakovaně skutečnosti, které byly z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu již jednou posouzené.** Souhlas s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu podle § 9 odst. 8 zákona (dále jen „souhlas s odnětím“) je vydáván jako podklad pro umístění, případně i povolení stavby. Při jeho vydávání posuzuje orgán ochrany zemědělského půdního fondu také **zákres budoucího stavebního pozemku.** Ve většině případů je navržený stavební pozemek následně schválen stavebním úřadem v řízení o vydání rozhodnutí, pro které je souhlas s odnětím podkladem.

Ustanovení § 2 odst. 1 písm. c) stavebního zákona vymezuje pojem zastavěného stavebního pozemku jako *„pozemek evidovaný v katastru nemovitostí jako stavební parcela a další pozemkové parcely zpravidla pod společným oplocením, tvořící souvislý celek s obytnými a hospodářskými budovami“.* **Toto ustanovení lze použít podpůrně v případě, že stavební pozemek nebyl stavebním úřadem vymezen nebo nelze-li jeho vymezení doložit** (například ani ze spisové dokumentace archivované u stavebního úřadu). Při tom je však současně nezbytné zohlednit také zásady ochrany zemědělského půdního fondu vymezené v § 4 zákona tak, aby nebyl popřen smysl ustanovení § 9 odst. 2 písm. b) bod 3 zákona (např. aby se výjimka z požadavku na souhlas s odnětím nevztáhla také na pozemky, které nebyly dříve orgánem ochrany zemědělského půdního fondu posouzeny, jelikož byly teprve později přidány oplocením k již posouzeným pozemkům).

9. Stanovisko k ustanovení § 9 odst. 4 zákona

1.

Za plochu zemědělské půdy dotčené výstavbou ve smyslu ustanovení § 9 odst. 4 zákona lze obecně považovat plochu, která je zakreslena jako stavební pozemek v dokumentaci pro vydání rozhodnutí o umístění stavby, z níž orgán ochrany zemědělského půdního fondu vychází při vydávání souhlasu s odnětím (§ 1a vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb a § 11 odst. 2 vyhlášky č. 271/2019 Sb., o stanovení postupů k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu). Ve vztahu k této ploše stanoví orgán ochrany zemědělského půdního fondu podmínky nezbytné k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu, kterými dochází zejména ke konkretizaci obecných povinností daných zákonem při stavební činnosti (§ 8 zákona), a to hlavně pokud jde o skrývku svrchní kulturní vrstvy půdy, popřípadě i hlouběji uložených zúrodnění schopných zemin, stanovení jejich hospodárného využití, stanovení opatření k zabránění znečištění půdy při stavební činnosti apod.

2.

Při určování příslušnosti orgánu ochrany zemědělského půdního fondu k rozhodování o souhlasu s odnětím v případech podle § 9 odst. 4 zákona se vychází z celkové výměry plochy, kterou orgán ochrany zemědělského půdního fondu posuzuje, tj. z výměry plochy zemědělské půdy dotčené výstavbou, byť k odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu dojde jen u části z této posuzované plochy.

Odůvodnění:

1.

Plocha dotčená výstavbou bývá většinou plocha stavebního pozemku, což lze dovodit nejen z praxe, ale i z právní úpravy na úseku stavebního práva („*Stavební pozemek [§ 2 odst. 1 písm. b) stavebního zákona] se vždy vymezuje tak, aby svými vlastnostmi, zejména velikostí, polohou, plošným a prostorovým uspořádáním a základovými poměry, umožňoval umístění, realizaci a užívání stavby pro navrhovaný účel a aby byl dopravně napojen na kapacitně vyhovující veřejně přístupnou pozemní komunikaci.*“). Stavební pozemek však v okamžiku podání žádosti o souhlas s odnětím není znám. Proto orgán ochrany zemědělského půdního i v těchto případech vychází z dokumentace stavby

potřebné k řízení o umístění nebo povolení stavby podle stavebního zákona. **Tato dokumentace obligatorně obsahuje zakres stavebního pozemku a požadované umístění stavby.** Podmínky nezbytné k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu jsou podmínky podle § 9 odst. 8 písm. b) zákona.

2.

Kompetenční ustanovení ohledně udělování souhlasu s odnětím určuje příslušnost orgánu ochrany zemědělského půdního fondu podle **výměry záměrem dotčené zemědělské půdy**. V řízení o odnětí zemědělské půdy v případech uvedených v § 9 odst. 4 zákona je **předmětem řízení celá dotčená plocha** (byť předmětem odnětí je pouze plocha potřebná pro stavbu a související zpevněné plochy), neboť na **dotčenou plochu se stanovují podmínky nezbytné k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu**. Významné je to zejména v případě větších investičních záměrů výstavby rodinných domů, u kterých součet výměr plochy potřebné pro stavbu a související zpevněné plochy a výměra veškeré plochy zemědělské půdy dotčené výstavbou zakládají odlišnou působnost orgánů ochrany zemědělského půdního fondu.

10. Stanovisko orgánu ochrany ZPF k posuzování vlivů na životní prostředí

Orgán ochrany zemědělského půdního fondu jakožto dotčený orgán podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí při posuzování záměru, resp. při posuzování oznámení záměru ve fázi zjišťovacího řízení uplatňuje zásady ochrany zemědělského půdního fondu stanovené v § 3, 4 a 8 zákona o ochraně zemědělského půdního fondu s ohledem na konkrétní okolnosti posuzovaného záměru, jako jsou rozsah a typ záměru, bonita dotčené zemědělské půdy, prostorové umístění záměru na zemědělském půdním fondu, dopady na vodní režim území a ostatní skutečnosti relevantní z hlediska ochrany zemědělské půdy. Ve vyjádření pro příslušný úřad podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí orgán ochrany zemědělského půdního fondu uvede výsledek posouzení, a to buď

- A. ve formě požadavku na další posuzování záměru v procesu EIA,**
- B. ve formě sdělení, že další posuzování záměru v procesu EIA nepožaduje, anebo**
- C. ve formě sdělení, že s posuzovaným záměrem v procesu EIA nesouhlasí.**

Ad A. V případech, kdy orgán ochrany zemědělského půdního fondu požaduje další posuzování záměru v procesu EIA, uvede výsledek svého posouzení ve formě konkrétních požadavků na ochranu zemědělského půdního fondu, které je třeba zapracovat nebo splnit v dokumentaci vlivů záměru na životní prostředí (dokumentace EIA).

Ad B. Závěr, že záměr není třeba dále posuzovat v procesu EIA, není možné čímkoliv podmiňovat. Lze uvádět pouze doporučující upozornění pro postup při další přípravě záměru. Současně se má tímto konstatováním za to, že orgán ochrany zemědělského půdního fondu u posuzovaného záměru nespaturuje významný vliv na ochranu ZPF. Přípustnost odnětí zemědělské půdy pro realizaci záměru je samostatně řešena v řízení dle § 9 zákona o ochraně zemědělského půdního fondu.

Ad C. Pokud má orgán ochrany zemědělského půdního fondu ve fázi zjišťovacího řízení pochybnosti o možnosti umístění záměru z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu, pak tento názor uvede ve vyjádření včetně důvodů. V tomto případě je třeba vždy požadovat další posuzování záměru v procesu EIA a formulovat příslušné požadavky, tzn. má-li orgán ochrany zemědělského půdního fondu za to, že by eventuálně bylo možné souhlasit s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu za určitých podmínek, uvede to ve vyjádření včetně podmínek (např. zmenšení záboru, výrazná úprava záměru, přemístění záměru atd.).

Dospěje-li orgán ochrany zemědělského půdního fondu na základě skutečností, které jsou ve fázi zjišťovacího řízení zřejmé, k závěru, že záměr z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu nelze povolit, vysloví nesouhlas se záměrem s pravděpodobným následným neudělením souhlasu s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu, a to včetně odůvodnění.

V případě, že je následně dokumentace EIA zpracována s nedostatečnou podrobností pro vyhodnocení dopadů na zemědělský půdní fond nebo v ní nejsou vypořádány nebo splněny požadavky, podmínky a připomínky, které orgán ochrany zemědělského půdního fondu uplatnil ve fázi zjišťovacího řízení, stanoví orgán ochrany zemědělského půdního fondu ve vyjádření požadavek na přepracování nebo doplnění dokumentace tak, aby bylo možné vyjádřit se na jejím základě k posuzovanému záměru.

Orgán ochrany zemědělského půdního fondu ve svém vyjádření k dokumentaci EIA v procesu EIA sdělí, zda je záměr z pohledu vlivů na zemědělský půdní fond předběžně akceptovatelný či nikoli. Přípustnost odnětí zemědělské půdy pro realizaci záměru je samostatně řešena v řízení podle § 9 zákona o ochraně zemědělského půdního fondu. Jestliže je záměr z pohledu vlivů na zemědělský půdní fond předběžně akceptovatelný, ale za určitých podmínek, orgán ochrany zemědělského půdního fondu ve vyjádření tyto podmínky formuluje, je-li to vzhledem k podrobnosti dokumentace možné. Tyto podmínky se pak mohou stát součástí závazného stanoviska k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí (stanovisko EIA), bude-li souhlasné. Podmínky je třeba formulovat tak, aby byly uplatnitelné a splnitelné v některém z navazujících řízení vyjmenovaných v § 3 písm. g) zákona o posuzování vlivů na životní prostředí, která jsou pro záměr relevantní.

Shledá-li orgán ochrany zemědělského půdního fondu, že je záměr z pohledu vlivů na zemědělský půdní fond neakceptovatelný, navrhne ve svém vyjádření k dokumentaci EIA vydání nesouhlasného stanoviska EIA.

Řízení o vydání souhlasu s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu podle § 9 zákona o ochraně zemědělského půdního fondu není tzv. navazujícím řízením podle § 3 písm. g) zákona o posuzování vlivů na životní prostředí. Závěr zjišťovacího řízení nebo stanovisko EIA je proto pouze možným, resp. dobrovolným podkladem pro řízení o vydání souhlasu s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu podle § 9 zákona o ochraně zemědělského půdního fondu. Jejich doložení není obligatorní náležitostí žádosti o souhlas s odnětím zemědělské půdy.

Odůvodnění:

Pro posílení ochrany zemědělského půdního fondu je třeba k záměrům umístovaným na zemědělské půdě uplatnit konkrétní vyjádření již ve fázi posuzování vlivů na životní prostředí, které ve většině případů předchází samotnému řízení o udělení souhlasu s odnětím půdy ze zemědělského půdního fondu dle § 9 zákona o ochraně zemědělského půdního fondu. Vyjádření orgánu ochrany zemědělského půdního fondu musí být konkrétní, nepostačuje pouhý odkaz na zásady ochrany zemědělského půdního fondu. Proto je nutné vycházet z okolností posuzovaného případu a požadavky na ochranu zemědělského půdního fondu vyslovit ve vazbě na ně. Sdělení o pravděpodobnosti následného neudělení souhlasu s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu je potřebné, a to jak s ohledem na samotný účel procesu podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí, tak pro ekonomii řízení a šetření finančních nákladů investora. Je-li záměr již ve fázi zjišťovacího řízení nebo procesu EIA navržen tak, že by požadavkům na ochranu zemědělského půdního fondu nemusel vyhovět, je třeba na to ve zjišťovacím řízení a v procesu EIA aktivně upozorňovat formou požadavků, podmínek nebo nesouhlasu a využívat všech možností, které zákon o posuzování vlivů na životní prostředí nabízí (připomínky k oznámení, požadavek na další posuzování, požadavky na obsah dokumentace EIA, připomínky k dokumentaci EIA, požadavek na vrácení dokumentace k přepracování nebo doplnění, veřejné projednání, návrh podmínek do stanoviska EIA, návrh na vydání nesouhlasného stanoviska EIA). Výše uvedeným postupem se předejde nežádoucí situaci, kdy záměr je z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu ve zjišťovacím řízení a procesu EIA bez připomínek, a následně k témuž záměru a na základě informací, které již byly ve zjišťovacím řízení nebo v procesu EIA známy, není vydán souhlas s odnětím ze zemědělského půdního fondu.

Vydání souhlasu s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu není tzv. navazujícím řízením podle § 3 písm. g) zákona o posuzování vlivů na

životní prostředí. Investor tak může požádat o vydání souhlasu s odnětím zemědělské půdy už před zahájením postupů podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí. Proto závěr zjišťovacího řízení nebo stanovisko EIA je pouze možným, resp. dobrovolným podkladem pro vydání souhlasu s odnětím. Jejich doložení nelze vynucovat.

11. Stanovisko k obecnému využití jednotlivých tříd ochrany zemědělské půdy

1. Do I. třídy zemědělské půdy jsou zařazeny bonitně nejcennější půdy v jednotlivých klimatických regionech, převážně v plochách rovinných nebo jen mírně sklonitých, které je možno odejmout ze zemědělského půdního fondu pouze výjimečně, a to převážně na záměry související s obnovou ekologické stability krajiny, případně pro stavby technické a dopravní infrastruktury.

2. Do II. třídy ochrany jsou situovány zemědělské půdy, které mají v rámci jednotlivých klimatických regionů nadprůměrnou produkční schopnost. Ve vztahu k ochraně zemědělského půdního fondu jde o půdy vysoce chráněné, jen podmíněně odnímatelné a s ohledem na územní plánování také jen podmíněně zastavitelné.

3. Do III. třídy ochrany jsou sloučeny půdy v jednotlivých klimatických regionech s průměrnou produkční schopností a středním stupněm ochrany, které jsou eventuálně využitelné i pro výstavbu.

4. Do IV. třídy ochrany jsou sdruženy půdy s převážně podprůměrnou produkční schopností v rámci příslušných klimatických regionů, s jen omezenou ochranou, využitelné i pro výstavbu.

5. Do V. třídy ochrany jsou zahrnuty zbývající bonitované půdně ekologické jednotky (dále jen "BPEJ"), které představují zejména půdy s velmi nízkou produkční schopností včetně půd mělkých, velmi svažitých, hydromorfních, štěrkovitých až kamenitých a erozně nejvíce ohrožených. Většinou jde o zemědělské půdy pro zemědělské účely postradatelné. U těchto půd lze předpokládat efektivnější nezemědělské využití.

Odůvodnění:

Do třídy ochrany jsou zařazeny zemědělské půdy na základě produkčního potenciálu dle dané BPEJ.

Zákon rozlišuje intenzitu veřejného zájmu na ochraně zemědělského půdního fondu ve smyslu ustanovení **§ 4 odst. 1 písm. b) zákona v návaznosti na zařazení půdy do příslušné třídy ochrany**. K odnímání nejkvalitnější

zemědělské půdy zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ by mělo docházet pouze výjimečně, což přichází v úvahu zejména v případě záměrů, které mají významný pozitivní dopad na danou lokalitu, popř. záměrů, které nelze ze své povahy umístit v jiné lokalitě, a to v případě, je-li prokázána nezbytnost odnětí půdy pro realizaci daného záměru (vyhodnocení je součástí správní úvahy ohledně naplnění výrazné převahy jiného veřejného zájmu nad zájmem ochrany ZPF podle § 4 odst. 3 zákona, odůvodněné v závazném stanovisku), přičemž je zcela zásadní, že nároky na **odůvodnění nezbytnosti odnětí** nejkvalitnější půdy jsou ve smyslu ustanovení § 4 odst. 1 písm. b) zákona vysoké. V souladu s výše uvedeným lze konstatovat, že souhlas s odnětím nejkvalitnější půdy zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ (z důvodu vyšších nároků na odnětí nejkvalitnější půdy zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ) by měl být primárně udělován pro **záměry s takzvaně vyšší přidanou hodnotou** (viz vysoké nároky na prokázání nezbytnosti odnětí nejkvalitnější půdy dle § 4 odst. 1 písm. b) zákona). V obecné rovině lze jako příklad záměrů s potencionálem takzvaně vyšší přidané hodnoty uvést např. veřejnou technickou a dopravní infrastrukturu a též technologická centra ve smyslu výzkumu, vývoje, testování, správy dat či pokročilé výroby a podobně. Vyjmenované příklady **ovšem bez dalšího nelze automaticky považovat za záměry s takzvaně vyšší přidanou hodnotou či automaticky ve veřejném zájmu**, stejně tak nelze vyloučit, že by typově jiný záměr byl vyhodnocen jako záměr s takzvaně vyšší přidanou hodnotou. Vyhodnocení záměru a posouzení nezbytnosti odnětí zemědělské půdy za účelem jeho realizace je vždy předmětem **individuálního posouzení** orgánem ochrany ZPF **na základě konkrétních okolností a skutečností**.

V dané problematice je nutno rozlišovat **veřejný zájem** (vypořádan prostřednictvím prokázání nezbytnosti), který je obecně shledáván v ochraně zemědělského půdního fondu, jakožto základní složky životního prostředí a dále **jiný výrazně převažující veřejný zájem** ve smyslu ustanovení § 4 odst. 3 zákona, jehož prokázání je požadováno pro odnětí nejkvalitnější půdy zařazené do I. či II. třídy ochrany dle BPEJ, mimo výjimky stanovené zákonem.

S ohledem na výše uvedené lze oprávněně konstatovat, že **kvalitnější půdy představují vyšší intenzitu veřejného zájmu** než půdy průměrné až podprůměrné kvality a s ohledem na to podléhají též vyšší ochraně. Nicméně i **půdy průměrné až podprůměrné kvality** zařazené do III. až V. třídy dle BPEJ jsou **pod ochranou nástrojů zákona, byť s nižší intenzitou**. Pro jejich případné nezemědělské využití je nezbytné **prokázat soulad se zásadami plošné ochrany § 4 zákona**, zejména však nezbytnost jejich záboru či odnětí.

12. Stanovisko k problematice fotovoltaických elektráren ve vazbě na ochranu zemědělského půdního fondu

Umístění fotovoltaických panelů na zemědělské půdě je nezemědělským využitím půdy, pro které je vyžadován souhlas s odnětím zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu (dále jen „ZPF“), včetně uložení odvodů za toto odnětí. V rámci souhlasu s odnětím orgán ochrany

zemědělského půdního fondu posuzuje mimo jiné i otázku, zda je umístění fotovoltaických panelů na zemědělské půdě s ohledem na okolnosti případu nezbytné, a poté stanoví související podmínky, schválí plán rekultivace zemědělské půdy a vyčíslí orientační výši odvodů za odnětí.

Odůvodnění:

Podstatou fotovoltaického zařízení na zemědělské půdě je umístění fotovoltaických panelů za účelem výroby takzvané „zelené“ energie, které budou montovány na sloupky zakotvené do půdy pomocí zemních vrutů, přičemž montáží sloupeků a navazujících inženýrských sítí nevyhnutelně dojde k narušení půdních horizontů. Jedná o stavební záměr solární elektrárny, jakožto obnovitelného zdroje energie, který podléhá povolovacímu režimu podle zákona 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. Současně se jedná také o nezemědělské využití zemědělské půdy pro stavební záměr, pro které je nutné získat souhlas s odnětím půdy ze ZPF od příslušného orgánu ochrany zemědělského půdního fondu.

Ustanovení § 9 odst. 8 zákona stanoví, že: *„Orgán ochrany zemědělského půdního fondu posoudí žádost a její přílohy a shledá-li, že půda může být odňata ze zemědělského půdního fondu, vydá k tomuto odnětí souhlas.“*. Ustanovení § 4 odst. 1 zákona dále stanoví, že: *„Pro nezemědělské účely je nutno použít především nezemědělskou půdu, nezastavěné a nedostatečně využitě pozemky v zastavěném území nebo na nezastavěných plochách stavebních pozemků staveb mimo tato území, stavební proluky a plochy získané zbořením přežilých budov a zařízení. Musí-li v nezbytném případě dojít k odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu, je nutno především ...“*.

Z výše uvedeného vyplývá, že na vydání souhlasu s odnětím půdy ze ZPF není právní nárok. Orgán ochrany ZPF je v daném řízení povinen ve smyslu § 4 odst. 1 zákona především zkoumat, zda konkrétní záměr **představuje „nezbytný případ“, v němž může dojít k odnětí zemědělské půdy ze ZPF.** Posouzení žádosti o odnětí půdy nelze automatizovat, naopak posouzení konkrétního návrhu na odnětí ze ZPF je vždy otázkou správního uvážení orgánu ochrany ZPF, a to při **zohlednění všech rozhodných skutečností a dále místních, věcných a časových souvislostí.** Vymezení určité plochy v platném územním plánu jako zastavitelné bez dalšího neznamená, že v určitý konkrétní okamžik musí nutně dojít k faktickému zastavění daného území, současně je nezbytné vypořádat se s návazností stanoviska k platné ÚPD.

Ustanovení § 4 odst. 1 zákona také jednoznačně stanoví, že nezemědělské záměry mají být přednostně umísťovány mimo zemědělskou půdu. Pro **solární elektrárny by měly být v první řadě využity plochy brownfieldů či nezemědělské půdy.**

Ve věci posuzování žádosti o odnětí půdy ze ZPF pro záměr fotovoltaického zařízení je dále zásadní ustanovení § 4 odst. 1 písm. d) zákona, které stanovuje, že: *„Musí-li v nezbytném případě dojít k odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu, je nutno především odnímat jen nejnútnejší plochu zemědělského půdního fondu a po ukončení nezemědělské činnosti upřednostňovat zemědělské využití pozemků.“*. S ohledem na to, že parametry záměru fotovoltaického zařízení umožňují zemědělské využití pozemků po ukončení nezemědělské činnosti, je nutno pro předmětné záměry **primárně udělovat souhlas s dočasným odnětím** zemědělské půdy ze ZPF. V obecné rovině ovšem nelze vyloučit, že v odůvodněných případech bude záměr fotovoltaického zařízení představovat trvalé odnětí půdy ze ZPF. **Vyhodnocení charakteristiky záměru a posouzení nezbytnosti trvalého či dočasného odnětí** zemědělské půdy za účelem jeho realizace je vždy předmětem **individuálního posouzení ze strany orgánu ochrany ZPF na základě konkrétních okolností a skutečností**.

Shledá-li orgán ochrany ZPF, že zemědělská půda může být odňata za účelem realizace nezemědělského záměru, pak vydá **souhlas s odnětím, ve kterém v souladu s ustanovením § 9 odst. 8** a) vymezí, kterých pozemků nebo jejich částí se tento souhlas týká, b) stanoví podmínky nezbytné k zajištění ochrany ZPF a pro naplnění veřejného zájmu na zadržení vody v krajině, c) schválí plán rekultivace, d) vymezí, zda a v jaké výši budou předepsány odvody za odnětí půdy ze ZPF, a dále e) vymezí etapy u záměrů prováděných po etapách.

Jedna z nejvýznamnějších podmínek nezbytných k zajištění ochrany ZPF se týká skrývky kulturních vrstev půdy a jejich hospodárného využití. Tato podmínka bude stanovena na **základě výsledků pedologického průzkumu**, jakožto nedílné součásti žádosti o odnětí půdy ze ZPF, **ve vztahu k navrhovanému technickému řešení záměru fotovoltaického zařízení**. Toto technické řešení je orgánu ochrany ZPF známo, neboť dle ustanovení § 11 odst. 2 vyhlášky č. 271/2019 Sb., o stanovení postupů k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu (dále jen „vyhláška“) předkládá žadatel jako součást žádosti o odnětí půdy ze ZPF též dokumentaci potřebnou pro povolení záměru podle zvláštního právního předpisu. Vychází se přitom z ustanovení § 8 zákona, která stanovuje povinnost skrývat odděleně svrchní kulturní vrstvu půdy, popřípadě i hlouběji uložené zúrodnění schopné zeminy na celé dotčené ploše a zajistit jejich hospodárné využití, pokud v odůvodněných případech orgán ochrany zemědělského půdního fondu neudělí výjimku z této povinnosti.

Další významnou součástí souhlasu je (v případě dočasného odnětí) **schválení plánu rekultivace** plochy zemědělské půdy dotčené záměrem. Tento plán musí být součástí žádosti o odnětí půdy ze ZPF na základě ustanovení § 9 odst. 6 písm. d) zákona. Plán rekultivace je určen k řádnému rekultivování nezemědělsky využívaného pozemku, který byl dočasně odňat ze zemědělského půdního fondu, a to za účelem odstranění dopadů realizace záměru. Bližší podrobnosti týkající se způsobu provádění rekultivace půdy, obsah plánu

rekultivace a podkladů pro změnu rekultivace jsou upraveny v ustanovení § 15 – § 17 vyhlášky.

Závěrem je třeba upozornit, že pro **záměry fotovoltaiky umístované na zemědělské půdě není dána žádná výjimka z povinnosti platit odvody za odnětí půdy ze ZPF**. V případě dočasného odnětí půdy za účelem realizace záměru se postupuje v souladu s ustanovením § 11b odst. 1 zákona, které stanoví, že se odvody za zemědělskou půdu dočasně odňatou ze zemědělského půdního fondu platí každoročně až do doby ukončení rekultivace podle schváleného plánu.

13. Závěr

Tento metodický pokyn nahrazuje a ruší metodický pokyn ze dne 1. 10. 1996 „*K odnímání půdy ze zemědělského půdního fondu*“, který je veden pod č.j. OOLP/1067/96.

Metodický pokyn MŽP pro postup při vyhodnocování vlivu výroby technického sněhu a jeho používání na biologické složky životního prostředí ve zvláště chráněných územích

Čl. 1

Úvodní ustanovení

1.1. Tento metodický pokyn blíže specifikuje postup správního orgánu v rámci vedení správního řízení za účelem posouzení vlivu záměru výroby a aplikace technického sněhu na biologické složky životního prostředí v různém režimu ochrany jednotlivých částí přírody a krajiny, zejména posouzení vlivu odběrů vody a posouzení ovlivnění ploch, na které je technický sníh aplikován.

1.2. Metodický pokyn je určen pro orgány ochrany přírody (správy národních parků, Agenturu ochrany přírody a krajiny ČR, krajské úřady a obecní úřady obcí s rozšířenou působností) jako metodický návod k provedení správních úvah z věcného hlediska, které by měl příslušný orgán ochrany přírody zvažovat ve správním řízení o povolení záměru, v rámci kterého bude realizována výroba a aplikace technického sněhu ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ), včetně jejich ochranných pásem [podle zákona č. 114/1992 Sb. se jedná jmenovitě o tato zvláště chráněná území: národní parky, chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace, národní přírodní památky, přírodní rezervace, přírodní památky], a ve významném krajinném prvku.

1.3. Metodický pokyn je určen také pro vodoprávní úřady jako metodický návod k provedení správních úvah z věcného hlediska, které by měl příslušný vodoprávní úřad zvažovat při stanovení minimálního zůstatkového průtoku při odběrech vody z vodních toků za účelem výroby technického sněhu ve zvláště chráněném území tak, aby hodnota zůstatkového průtoku zajistila nezhoršení stabilizační funkce vodního toku a významně neovlivnila dosažení či udržení příznivého stavu předmětů ochrany daného zvláště chráněného území (vodní ekosystém a druhy na ně vázané), případně aby byly negativní dopady minimalizovány.

1.4. Samotná výstavba a provozování skiareálů může na jednotlivé biologické složky (části ekosystémů, stanoviště a populace druhů) životního prostředí působit i skrze další doprovodné jevy, např. světelným znečištěním, zvýšeným hlukem, změnou krajinného rázu, znečištěním způsobeným provozem (vznik odpadu, ořez vosků, aj.). Tento metodický pokyn navrhuje zásady pro postup

orgánu ochrany přírody a vodoprávního úřadu pouze ve vazbě na činnosti související s technickým zasněžováním a dalšími doprovodnými jevy se nezabývá.

Čl.2

Specifikace činností prováděných za účelem výroby a aplikace technického sněhu

2.1. Vlastní výroba a aplikace technického sněhu může životní prostředí ovlivňovat prostřednictvím několika mechanismů:

- A) Odběry vody z vodních toků pro potřeby výroby technického sněhu
- *Při odběrech vody z toků dochází k ovlivnění ekostabilizačních funkcí vodních toků. Vlivem snížených průtoků mohou být negativně ovlivněny vodní a na vodu vázané organismy, ovlivněny jsou i další funkce toku, např. ředění vypouštěných znečištěných vod. Specifikem odběrů vody pro potřeby technického zasněžování je nárazový odběr vody v období s teplotami vzduchu pod bodem mrazu. Vlivem odběru vody z vodního toku dochází k obnažování původně zaplavených částí koryta vodního toku, které mohou promrzat. Odolnost vodních bezobratlých vůči promrzání je jen málo známým fenoménem, nicméně provedené studie naznačují (např. Hoffsten 2003, Olsson 1981, Danell 1981), že některé taxony mohou být na tento typ stresoru velmi citlivé. Na druhou stranu vodní organismy dobře snáší nízké teploty, pokud nedochází k úplnému zamrznutí vody. Z tohoto hlediska je důležité zachovat v korytě toku takový průtok, který zajistí, aby nedocházelo k promrznutí dna vodního toku. Kritický je z tohoto pohledu zejména odběr vody z menších vodních toků (1.-4. řád dle Strahlera), případně kumulace negativního vlivu více odběrných míst. Pro zajištění stabilizačních a ekologických funkcí takovýchto toků je třeba zajistit takový zůstatkový průtok, který garantuje nejen zachování stavu předmětu ochrany daného ZCHÚ, ale i funkční stav vodních společenstev v ZCHÚ.*
 - *Při výzkumu tohoto fenoménu v Krkonoších (Schlaghamerský et al. 2021) bylo prokázáno, že nadměrný odběr vody pro technické zasněžování může způsobit promrzání dna vodních toků a působit tak negativně na ekostabilizační funkce vodního toku. Pokud však bylo na tocích přítomno funkční zařízení zajišťující minimální zůstatkový průtok Q_{330d} , nebyl prokázán průkazný negativní vliv krátkodobých odběrů vody pro zasněžování na vodní bezobratlé.*
- B) Zasněžování technickým sněhem a jeho rozmístování a setrvávání na půdním povrchu
- *Technický sníh má kvůli způsobu vzniku jiné fyzikální i chemické vlastnosti než sníh přírodní. Kulovité krystalky technického sněhu vznikají mrznutím vodní kapky zvnějšku směrem dovnitř. Jsou proto menší, kompaktnější a mají více vody než přírodní sněhová vločka, která je prostorová a postupně*

narůstá od středu. Umělý sníh má tak větší hustotu, tvrdost i teplotní vodivost. Oproti přírodnímu, který dobře chrání půdu a vegetaci před promrzáním, svou izolační schopnost ztrácí. Teploty pod ním proto bývají nižší, může docházet k promrzání půdního povrchu, což ovlivňuje vegetaci a drobné živočichy pod sněhem i procesy v horní vrstvě půdy. Kompaktní zhutněná sněhová pokrývka také výrazně snižuje výměnu plynů v půdě. Zatímco koncentrace kyslíku klesá, koncentrace oxidu uhličitého se zvyšuje. Umělý sníh na sjezdovkách setrvává o několik týdnů déle než přírodní sníh mimo ně, což zkracuje vegetační sezonu a způsobuje počáteční fenologické opoždění vývoje vegetace. To se v dlouhodobém horizontu patrně může promítnout do celkového druhového složení travinobylinných porostů. Technický sníh na rozdíl od přírodního vzniká z povrchové vody, která obsahuje více živin a rozpuštěných minerálů než voda srážková, která má i nižší pH. Vyšší obsah živin a zvýšení vlhkosti stanovišť vlivem později odtávajícího sněhu mohou podporovat druhy preferující živinami bohatší a vlhčí stanoviště. Přísun živin se může také projevit v nárůstu rostlinné biomasy. Tyto vlivy se při dlouhodobém působení projevují hlavně v ekologicky více vyhraněných oligotrofních a suchomilných společenstvech.

- Dosavadní výsledky srovnání zasněžovaných a nezasněžovaných ploch v Krkonoších ukazují, že ke změně vlastností sněhové pokrývky a ke zkrácení vegetačního období na sjezdovkách skutečně dochází. Stejně tak bylo pozorováno odlišné chemické složení technického a přírodního sněhu. Zjištěné odezvy ve změněných vlastnostech vegetace i společenstev modelových skupin na ni vázaného hmyzu jsou však nevýrazné. To však nevylučuje jejich prohloubení v delším časovém horizontu. Fenologický posun, který vykazuje vegetace a hmyz v průběhu jara, není v letním období již patrný a struktura porostů, druhová diverzita a druhové složení nevykazují změny, které by se daly hodnotit jako významné. Je to patrně důsledkem toho, že většina sjezdových tratí leží v podhorském až horském vegetačním stupni na kulturních loukách, které představují mezická nelesní stanoviště, a jsou proto porostlá převážně luční vegetací horských trojštětových luk, která je ekologicky málo vyhraněná a dosti plastická. Svou roli může hrát i relativně krátká doba využívání zasněžování technickým sněhem (v Krkonoších max. 15-20 let). Měřené vlastnosti půdy taktéž vykazují jen drobné rozdíly, u nichž, až na mírné zvýšení pH, přímá souvislost se zasněžováním není zřejmá. U širokého spektra zkoumané půdní a epigeické fauny byl u některých skupin zjištěn statisticky průkazný, avšak malý vliv zasněžování, které se projevilo výskytem či vyšším zastoupením vlhkomilných druhů.

C) Umisťování staveb a doprovodné infrastruktury pro potřeby technického zasněžování, např. akumulčních nádrží

- Při budování infrastruktury sjezdových tratí, stavební činnosti a terénních úpravách na lučních stanovištích dochází k zásahům, které znamenají narušení nebo likvidaci vegetačního pokryvu nebo konkrétních porostů ohrožených druhů rostlin a obdobně také postihují lokální společenstvo bezobratlých živočichů. K těmto negativním jevům dochází při stavebních

pracích spojených s výstavbou lanovek či vleků, budováním infrastruktury na výrobu umělého sněhu nebo při terénních úpravách povrchu sjezdovky. K povrchovému narušení půdy a jejího vegetačního pokryvu dochází při nízké sněhové pokrývce i při pojezdu rolbou nebo hranami lyží či snowboardů, také může dojít ke zhutnění půdy jejím zatížením ve vlhkém stavu. V případě sjezdovek na loukách bývají úpravy povrchu sjezdovky zpravidla jen lokální a maloplošné. Plošně se využívají v případě stavby sjezdových tratí v průsecích v lesních porostech nebo při úpravě terénu pro mimosezónní letní využití, např. při budování bikerských trailů. S terénními úpravami jsou spojeny i nejdrastičtější změny vegetace a destrukce dlouhodobě se vyvíjející struktury půd v podhorských a horských oblastech. V místě zásahů dochází ke zničení vegetačního krytu, což vede k úbytku a fragmentaci lučních biotopů, lokálně také k poklesu druhové pestrosti. Převrstvení půdních horizontů nebo odstranění svrchních vrstev půdy vytváří úplně nové stanovištní podmínky. S tím je spojeno šíření druhů vázaných na narušená stanoviště, ale také možnost výskytu konkurenčně slabých druhů. V neposlední řadě tyto zásahy vedou k narušení vodního režimu a do vytvoření nového vegetačního krytu (a v závislosti na plošném rozsahu disturbancí) zpravidla také k povrchové půdní erozi.

- *Při budování akumulčních nádrží dochází k trvalému záboru pozemků. Ve vlastní nádrži může docházet ke kumulaci rozpuštěných i nerozpuštěných látek, což může vést k eutrofizaci zadržované vody, se kterou je následně zacházeno (např. využití pro výrobu sněhu, vypuštění do vodoteče). Nádrž se stává biotopem pro řadu organismů, pro které může nevhodná manipulace s hladinou představovat značné riziko (vyschnutí, vymrznutí).*
- *Průzkum provedený v Krkonošském národním parku potvrdil na řadě navštívených sjezdových tratí výše popsaná narušení, zejména pokud byly terénní úpravy prováděny v nedávné době. Zpravidla jsou situovány do okrajových částí luk a jejich rozsah není velký. Na takových místech byly pozorovány druhy vázané na narušená stanoviště, ale také výskyt některých konkurenčně slabých druhů, např. rodu Hieracium s.l. Sledované akumulční nádrže v Krkonoších (590-1250 m n. m.) nevykazovaly výrazně zvýšený obsah živin ve vodě. Výjimkou byly nádrže, u kterých docházelo k chovu ryb a ve kterých složení fytoplanktonu indikovalo vyšší úživnost těchto nádrží.*

Čl. 3

Zásady pro postup orgánu státní správy při posuzování vlivu vlastní výroby a aplikace technického sněhu

Níže jsou navrženy zásady pro posuzování investičních i provozních akcí souvisejících s výrobou a používáním technického sněhu. Záměr na výrobu technického sněhu a jeho používání má nejčastěji charakter tří různých typů (odběr vody z toku/výroba technického sněhu a jeho nastříkání na sjezdovou trať včetně dalšího rozmístování a zhutňování rolbou/ výstavba technické infrastruktury), případně jejich kombinací. Přestože jsou níže jednotlivé typy záměru popsány odděleně, je nutné každý záměr posuzovat jako jeden celek

vzhledem k možným kumulativním vlivům, i s přihlédnutím k ostatním záměrům v území (např. dalším odběrům z vodních toků).

3.1. Popis charakteru záměru a použitých technologií při jeho realizaci a následném provozu ve vazbě na naplňování stanovených cílů ochrany v dané kategorii ZCHÚ a zachování stavu předmětů ochrany ZCHÚ

A) Odběr vody z vodních toků pro potřeby tvorby technického sněhu

Při hodnocení vlivu záměru na odběr vody pro technické zasněžování se vychází z následujících podkladů:

- *podrobných informací o záměru (technická zpráva, situační výkresy, lokalizace záměru, případně navržená zmírňující a kompenzační opatření atd.),*
- *odborných a koncepčních dokumentů ochrany přírody, jako jsou plány péče o CHKO, MZCHÚ a zásady péče o národní parky a jejich ochranná pásma (§ 38a ZOPK), souhrny doporučených opatření pro evropsky významné lokality a ptačí oblasti,*
- *aktuálního výskytu zvláště chráněného druhu (ZCHD) či druhu z červeného seznamu druhů rostlin a živočichů (ČS). Podkladem jsou údaje z plánů péče a zásad péče, celostátních databází ochrany přírody (NDOP) a regionálních či interních databází dalších institucí, např. regionální muzea, správy národních parků apod.,*
- *pokud nejsou dostupné dostatečné podklady o aktuálním výskytu ZCHD či druhů z ČS, je nutné provést terénní šetření, které umožní zhodnocení stavu dané lokality,*
- *údajů o zůstatkových průtocích potřebných pro zachování stavu předmětu ochrany ve vazbě na ZOPK,*
- *údajů o průtocích v místě odběru vody – M-denní průtoky, dlouhodobý průměrný průtok Q_a . Tyto údaje je možné získat na základě žádosti od Českého hydrometeorologického ústavu a žadatel tyto informace poskytuje vodoprávnímu úřadu při žádosti o povolení k nakládání s povrchovými vodami,*
- *vyhodnocení přítomnosti dalších záměrů, aby mohly být zohledněny kumulativní vlivy již v současnosti realizovaných staveb a odběrů. V případě přítomnosti více odběrů v povodí je nutné vypracovat koncepční plán pro celé území, kde budou hodnoceny dopady odběrů z hydrologického hlediska (zabezpečení minimálního zůstatkového průtoku) a zachování ekologické funkce vodního toku.*
- *vypracovaného posouzení záměru, zda požadovaný odběr vody je reálně kapacitně schopný zajistit zasněžování na ploše sjezdovky (sjezdovek) v dostatečně mocné vrstvě zabraňující poškození půdního povrchu, ve kterém bude specifikováno množství vody odebrané pro zasněžování.*

B) Zasněžování technickým sněhem a jeho rozmístování a setrvávání na půdním povrchu

Při hodnocení vlivu záměru na vegetaci, bezobratlé a drobné obratlovce při aplikaci technického sněhu se vychází z:

- *podrobných informací o záměru (technická zpráva, situační výkresy, lokalizace záměru),*
- *odborných a koncepčních dokumentů ochrany přírody, jako jsou plány péče o CHKO, MZCHÚ a zásady péče o národní parky a jejich ochranná pásma (§ 38a ZOPK), souhrny doporučených opatření pro evropsky významné lokality a ptačí oblasti,*
- *aktuálního výskytu rostlinných společenstev a jejich stavu. Podkladem by měla být aktuální vrstva mapování biotopů soustavy Natura 2000 (N2000), tzn. hodnocenou vegetační jednotkou budou biotopy (cf. Chytrý et al. 2010, Lustyk 2020, Lustyk et al. 2020),*
- *aktuálního výskytu ZCHD či druhů z ČS. Podkladem jsou údaje z existujících inventarizačních průzkumů a plánů péče, celostátních floristických a faunistických databází, např. NDOP, PLADIAS, a regionálních či interních databází dalších institucí, např. regionální muzea, správy národních parků apod.,*
- *aktuálního výskytu typických druhů prioritních biotopů soustavy N2000 a jejich kvantitativního zastoupení, zejména výskytu tzv. specifických typických druhů (cf. Lustyk et al. 2020). Podkladem je aktuální vrstva mapování biotopů soustavy N2000 a její terénní aktualizace (viz dále),*
- *terénního šetření v době optimálního rozvoje luční vegetace, které ověří a případně aktualizuje vrstvu mapování biotopů s důrazem na ověření a přesnou lokalizaci výskytu tzv. prioritních naturových stanovišť v ploše sjezdové trati. V případě Krkonoš se jedná zejména o stanoviště 6230* - Druhově bohaté smilkové louky na silikátových podložích v horských oblastech a jemu odpovídající biotopy T2.1, T2.2 a T2.3B. Důraz bude obecně kladen také na výskyt dalších ohrožených a maloplošných biotopů, např. pramenišť a rašelinišť (cf. Chytrý et al. 2020) a rovněž na kumulativní zábory ostatních naturových stanovišť, které jsou předmětem ochrany. Terénní šetření zároveň ověří aktuální výskyt významných rostlinných druhů (ZCHD, ČS, typické druhy biotopů soustavy N2000),*
- *terénního průzkumu k ověření výskytu významných živočišných druhů (ZCHD, ČS), pokud lze jejich přítomnost předpokládat (v případě dobře pozorovatelných druhů několika návštěvami během vhodného ročního období a za vhodného počasí, v případě epigeických bezobratlých odchycem do linie zemních pastí od jara do podzimu a následným vyhodnocením získaného materiálu),*
- *informacích o zdrojích a kvalitě vody, která bude využívána pro tvorbu technického sněhu. V případě pochybností o kvalitě vody je nutné provést rozbor vody v místě plánovaného odběru,*
- *provedení hodnocení vlivu zamýšleného zásahu na chráněné zájmy dle § 67 ZOPK (tzv. biologické hodnocení).*

C) Umísťování staveb a doprovodné infrastruktury pro potřeby technického zasněžování, např. akumulčních nádrží

Při hodnocení vlivu záměru při výstavbě technické infrastruktury se vychází z:

- *podrobných informací o záměru (technická zpráva, situační výkresy, lokalizace záměru, případně navržená zmírňující a kompenzační opatření atd.),*
- *odborných a koncepčních dokumentů ochrany přírody, jako jsou plány péče o CHKO, MZCHU a zásady péče o národní parky a jejich ochranná*

- pásma (§ 38a ZOPK), souhrny doporučených opatření pro evropsky významné lokality a ptačí oblasti,*
- *aktuálního výskytu rostlinných společenstev a jejich stavu. Podkladem by měla být aktuální vrstva mapování biotopů soustavy N 2000, tzn. hodnocenou vegetační jednotkou budou biotopy (cf. Chytrý et al. 2010, Lustyk 2020, Lustyk et al. 2020),*
 - *aktuálního výskytu ZCHD či druhů z ČS. Podkladem jsou údaje z existujících inventarizačních průzkumů a plánů péče, celostátních floristických a faunistických databází, např. NDOP, PLADIAS, a regionálních či interních databází dalších institucí, např. regionální muzea, správy národních parků apod.,*
 - *aktuálního výskytu typických druhů prioritních biotopů soustavy N2000 a jejich kvantitativního zastoupení, zejména výskytu tzv. specifických typických druhů (cf. Lustyk et al. 2020). Podkladem je aktuální vrstva mapování N2000 a její terénní aktualizace (viz dále),*
 - *terénního šetření v době optimálního rozvoje luční vegetace, které ověří a případně aktualizuje vrstvu mapování biotopů s důrazem na ověření a přesnou lokalizaci výskytu tzv. prioritních naturových stanovišť v dotčené ploše (v případě Krkonoš zejména o stanoviště 6230* - Druhově bohaté smilkové louky na silikátových podložích v horských oblastech a jemu odpovídajících biotopů T2.1, T2.2 a T2.3B). Důraz bude obecně kladen také na výskyt dalších ohrožených a maloplošných biotopů, např. pramenišť a rašelinišť (cf. Chytrý et al. 2020). Terénní šetření zároveň ověří aktuální výskyt významných rostlinných druhů (ZCHD, ČS, typické druhy biotopů soustavy N2000),*
 - *terénního průzkumu k ověření výskytu významných živočišných druhů (ZCHD, ČS), pokud lze jejich přítomnost předpokládat (v případě dobře pozorovatelných druhů několika návštěvami během vhodného ročního období a za vhodného počasí, v případě epigeických bezobratlých odchycem do linie zemních pastí od jara do podzimu a následným vyhodnocením získaného materiálu),*
 - *provedení hodnocení vlivu zamýšleného zásahu na chráněné zájmy dle § 67 ZOPK (tzv. biologické hodnocení),*
 - *zpracování dlouhodobé koncepce hospodaření s vodou v celém skiareálu a vyhodnocení všech alternativ k získávání vody pro technické zasněžování a jejich dopadů na hydrologický režim v oblasti. Součástí je posouzení lokálního zdroje vody pro nádrže (dešťová voda, z vodotečí, z vrtů) jak z hlediska jeho vydatnosti, tak i kvality vody (obsah živin, cizorodých látek atd.).*

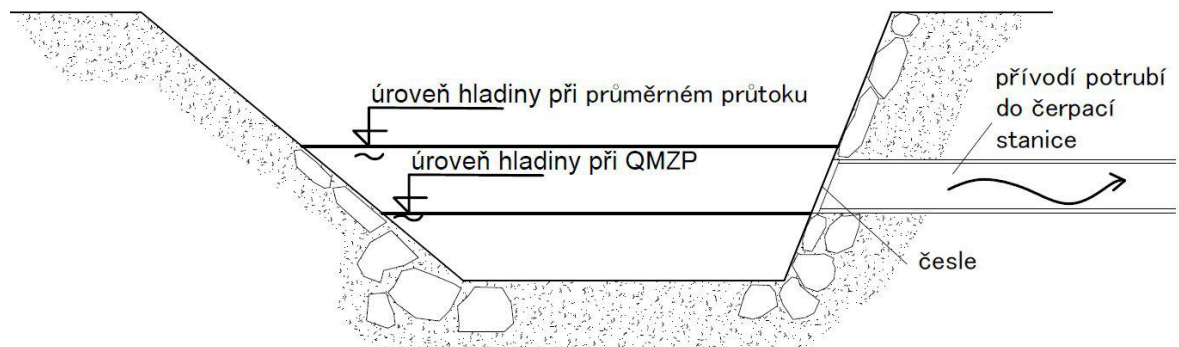
3.2. Posouzení současné kvality lokality, populací druhů a společenstev, režimu ochrany, do níž je v ZCHÚ záměr situován a vyhodnocení případných negativních vlivů záměru na stav předmětu ochrany daného ZCHÚ

- A) Odběr vody z vodních toků pro potřeby tvorby technického sněhu
- *V případě, že záměr odběrů vody je situován do místa s prokázaným výskytem ZCHD či druhů ČS vázaných na vodní tok či na vodu vázaná stanoviště nebo do ZCHÚ s předmětem ochrany vázaným na vodní tok či na vodu vázaná stanoviště zohlední OOP v odůvodnění správního aktu*

- vyhodnocení vlivu daného záměru na přítomné organismy, a zda je záměr v rozporu s § 49, § 50 a/nebo § 5 ZOPK,
- dále také dle § 45i vyhodnotí, zda záměr může samostatně nebo ve spojení s jinými významně ovlivnit předmět ochrany nebo celistvost evropsky významné lokality nebo ptáčích oblastí,
 - a zda je potřebné požadovat provedení hodnocení vlivu závažného zásahu na zájmy ochrany přírody a krajiny podle § 67 ZOPK.
 - I v případě, že je záměr odběru vody situován do místa bez prokázaného výskytu ZCHD a druhů ČS, může požadovaný odběr vody způsobit podstatné změny v ekologické funkci vodního toku nebo v biologické rozmanitosti vodního ekosystému, což je např. v národním parku mimo zastavěná území obcí a zastavitelné plochy obcí v rozporu s jeho ochranným režimem (§ 16 odst. 2 písm. a) ZOPK).
 - Nadměrný odběr může negativně ohrozit či oslabit ekostabilizační funkce vodního toku jako významného krajinného prvku podle § 4 ZOPK nebo způsobit zhoršení některých složek ekologického stavu, což je v rozporu s Rámcovou směrnicí o vodách. Proto je nutné stanovit minimální zůstatkový průtok (MZP), který musí reflektovat místní podmínky. MZP stanovuje příslušný vodoprávní úřad podle § 36 zákona č. 254/2001 Sb. Pro zachování stabilizačních a ekologických funkcí toku v ZCHÚ by neměl podkročit Q_{330a} , a je nezbytné přihlédnout k ekologickým nárokům daného předmětu ochrany ZCHÚ a zůstatkový průtok potřebný k zachování stavu předmětů ochrany ZCHÚ stanovit případně vyšší.
 - Před odběry z menších vodních toků je nezbytné upřednostňovat odběry vody z páteřních toků, které mají dostatečnou vodnost.
 - Je třeba posoudit kumulativní vliv dalších odběrů (nad i pod umístěným záměrem), aby v celém vodním toku v dané části ročního období a při časovém souběhu maximálních (okamžitých) povolených odběrů byly zajištěny dostatečné průtoky. Ty musí zajišťovat vhodnost biotopu pro oživení z hlediska možného zmenšení omočené plochy koryta, změn ve splaveninovém režimu, úbytku zdrojů, snížení úkrytových kapacit apod., stejně jako musí zajistit dostatečné ředění přítomných zdrojů znečištění. Nový odběr nemůže být povolen, pokud při souběhu maximálního odběru již povolených odběrů a navrhovaného odběru bude podkročen MZP.
 - Na odběrových zařízeních musí být vybudován měrný profil a zařízení by nemělo technicky umožňovat provádět odběr podkročující MZP (schéma možného technického provedení je na Obr. 1). Funkčnost technického zařízení, které zajišťuje převod MZP se musí v pravidelných intervalech kontrolovat (vždy před jeho aktuálním použitím) zejména na menších tocích. Odběrové zařízení nemůže přerušit kontinuitu toku ani migrační prostupnost a technicky umožňovat odvedení celého toku. Pokud to technické řešení umožňuje (např. díky využití akumulčních nádrží) je nutné upřednostňovat odběry vody při zvýšených průtocích.
 - Málo vodné toky jsou vlivem nárazových odběrů v zimním období náchylné k promrzání. Promrzání substrátu dna vede k úhynu vodních organismů obývajících dno toku a k následnému oslabení ekostabilizačních funkcí roku. Z tohoto důvodu se nemohou provádět odběry v tocích s $Q_a < 20l/s$ nebo na tocích vysychavých (ty lze rozpoznat podle certifikované metodiky

Pařil et al. 2015). Pokud je odběr situován na toku s $Q_a < 20\text{l/s}$ je nutné stanovit vyšší MZP než $Q_{330\text{d}}$.

- Odběr vody nesmí být trvalý, protože je nutné zachovat dynamiku toku a neomezovat přirozené hydromorfologické procesy (jako je sedimentačně-erozní činnost, transport sedimentů a tvorba náplavů, proplachování koryta od jemnozrnných usazenin, narušování vegetačního krytu apod.), které v něm probíhají.



Obr. 1: Schéma možného technického řešení, jak může být zabezpečena hladina minimálního zůstatkového průtoku v toku. Autor: Pavel Tremel

- B) Zasněžování technickým sněhem a jeho rozmístování a setrvávání na půdním povrchu
- OOP vyhodnotí na základě významnosti zjištěných skutečností, zda je daný záměr v rozporu s § 5 a/nebo § 49, § 50 ZOPK,
 - OOP také stanoví za jakých podmínek nelze souhlasit s jeho realizací, nebo stanoví konkrétní podmínky, za kterých bude realizace možná (např. minimální výšku sněhové pokrývky pro úpravu tratí, maximální množství aplikovaného technického sněhu v konkrétních částech tratí, realizaci vhodné péče v době vegetační sezóny, realizaci navrženého monitoringu konkrétních druhů, společenstev (taxocenóz) nebo typů vegetace).
 - OOP dále zváží, zda záměr zasněžování technickým sněhem respektuje ochranný režim daného ZCHÚ a obecné zásady, které by měly být při aplikaci technického sněhu dodržovány v chráněných územích, zejména respektování zákazu používání aditiv, zasněžování vodou z neeutrofizovaných vodních zdrojů, které nebudou zvyšovat trofii lučních porostů na sjezdových tratích.
 - dále také dle § 45i vyhodnotí, zda záměr může samostatně nebo ve spojení s jinými významně ovlivnit předmět ochrany nebo celistvost evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti,
 - a zda je potřebné požadovat provedení hodnocení vlivu závažného zásahu na zájmy ochrany přírody a krajiny podle § 67 ZOPK.
 - Voda využívaná na zasněžování v ZCHÚ by neměla být znečištěná, zejména z hlediska obsahu živin a rozpuštěných solí. Jako kritéria je možné využít ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových

vod. V ZCHÚ by neměla být využívána voda horší kvality než třídy I a II (neznečištěná voda, mírně znečištěná voda), při čemž při aplikaci technického sněhu na oligotrofní stanoviště (biotopy T2.1, T2.2, T2.3, R1.2, R2.2, R2.3) je vhodné využívat jen vody třídy kvality I.

- C) Umisťování staveb a doprovodné infrastruktury pro potřeby technického zasněžování, např. akumulčních nádrží
- *OOP vyhodnotí na základě významnosti zjištěných skutečností, zda je daný záměr v rozporu s § 5 a/nebo § 49, § 50 ZOPK, a v odůvodnění správního aktu se OOP vypořádá se skutečnostmi, zda lze souhlasit s jeho realizací, pokud realizace záměru výstavby infrastruktury znamená nezvratnou likvidaci druhů i biotopů.*
 - *V případě, že je záměr situován do místa s prokázaným výskytem ZCHD nebo druhů ČS nebo prioritních biotopů soustavy N2000, může žadatel konzultovat v rámci předběžné otázky § 56 odst. 1 ZOPK různá alternativní řešení, která budou možnému střetu se zájmy a s cíli ochrany přírody v území*
 - *dále OOP také dle § 45i vyhodnotí, zda záměr může samostatně nebo ve spojení s jinými významně ovlivnit předmět ochrany nebo celistvost evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti,*
 - *a zda je potřebné požadovat provedení hodnocení vlivu závažného zásahu na zájmy ochrany přírody a krajiny podle § 67 ZOPK.*
 - *Při záměru výstavby akumulční nádrže je nezbytné prokázat zdroje vody pro její plnění. Nebudovat průtočné nádrže na vodních tocích, neboť bylo prokázáno, že i nádrže na malých vodních tocích mohou negativně ovlivňovat ekologický stav níže po proudu (Polášek et al. 2021), což může být v rozporu s § 23a zákona č. 254/2001 Sb., stejně jako v rozporu se zájmy ochrany přírody. Průtočné malé vodní nádrže ovlivňují teplotu toku, živinová a splaveninový režim, zvyšují výpar a přerušují kontinuitu toku.*
 - *Nádrž trvale průtočná, která je umístěná mimo vodní tok, omezuje dynamiku dotčeného toku a jeho schopnost tvořit a měnit přirozené hydromorfologické struktury, které představují biotop řady organismů. Nádrž by tedy neměla být průtočná, ale nárazově se plnit. Jako vhodné řešení akumulčních nádrží v ZCHÚ se jeví vybudování na nepřirodních plochách či budování podzemních nádrží pod existující či plánovanou infrastrukturou (např. pod zastavěnou plochou, plochou parkoviště apod.).*
 - *Nadzemní akumulční nádrže mohou představovat „ekologickou past“ pro řadu na vodu vázaných organismů, zejména obojživelníků. Proto je důležité buď zabránit vstupu těchto organismů do nádrže (např. budováním podzemní nádrže, či povrchové nádrže s nepřekonatelnými stěnami), nebo zajistit takové fungování nádrže, aby nedocházelo k ohrožení zde se vyskytujících organismů.*

3.3. Možná opatření ke zmírnění negativních dopadů záměru

- A) Odběr vody z vodních toků pro potřeby tvorby technického sněhu
- *Pro minimalizaci negativních dopadů odběrů vody v zimním období je vhodné odebírat vodu jen v období zvýšeného průtoku. V tomto případě nehrozí nebezpečí promrzání dna a dopad na vodní biocenózy je minimální.*
 - *Pro minimalizaci negativních dopadů odběrů vody při nízkých průtocích je možné jako zmírňující opatření navrhnout výstavbu akumulární nádrže, která se bude plnit za zvýšených průtoků, případně z jiných zdrojů (např. dešťovou vodou). Zde je ovšem nezbytné posoudit, zda výstavba nádrže nebude mít negativní vliv, viz bod C) v celém dokumentu (zejména s ohledem na umístění nádrže, zajištění množství a kvality vody a takovou manipulaci, aby nebyly ohroženy případné organismy zde se vyskytující).*
- B) Zasněžování technickým sněhem a jeho rozmístování a setrvávání na půdním povrchu
- *Pro zmenšení potenciálních dopadů zasněžování lze podmínit realizaci záměru zajištěním vhodné péče o biotopy zjištěné v daném území. Vlastní volba managementu by měla vycházet z obecných zásad péče o nelesní biotopy soustavy N2000 (Háková et al. 2004), tzn. upřednostňování tradičních extenzivních způsobů hospodaření, tj. kosení, pastva a jejich kombinace, v odpovídající intenzitě a vhodném období vegetační sezóny. Důraz je třeba klást na tzv. prioritní a ohrožené biotopy (cf. Chytrý et al. 2020), ale i ostatní regionálně významné nebo maloplošné biotopy, např. mokřady. V obvyklém případě by měly být na jedné sjezdovce aplikovány různé typy nebo různé intenzity péče (managementu) a jejího načasování: např. mozaikovitá nebo pásová, seč s ponecháním dostatečně velkých, a přitom na sjezdovce vhodně rozptýlených, dočasně neobhospodařovaných ploch (jejich výměra by dohromady měla zabírat ca. 20–30 % z plochy celé sjezdovky a v rámci sezóny by měly být posečeny co nejpozději), kombinace seče s pastvou či extenzivní pastva různých druhů hospodářských zvířat v oplůtcích, opět s ponecháním části lokality dočasně bez obhospodařování. Tyto typy péče by obecně měly na území jedné sjezdové trati, a to, pokud možno na malé prostorové škále, vytvářet strukturně heterogenní porost, místy s nízkou, ale zároveň i vyšší vegetací umožňující vysemenění rostlin i po termínu první seče a dokončení vývoje bezobratlých živočichů vázaných na vegetaci či poskytující pro ně ve zbytku sezóny dostatek potravy (nektaru, semen apod.) a úkrytů. Velkoplošná strojová, seč celé sjezdovky naráz v jednom termínu by měla být kvůli jejímu negativnímu vlivu na biodiverzitu vyloučena. K seči je vhodné používat lištové sekačky, vyloučeno by mělo být mulčování, které likviduje drobné živočichy. Pokud se louky nesečou na seno, je nutné biomasu před sběrem ponechat alespoň jeden den zavadnout a umožnit bezobratlým ležící vegetaci opustit (cf. Čížek et al. 2015). V případě výskytu prioritních předmětů ochrany by péče měla být přizpůsobena nárokům těchto druhů.*

- *Při aplikaci technického sněhu a následné úpravě sjezdových tratí je třeba dbát na to, aby vrstva technického sněhu zajišťovala ochranu půdního povrchu a vegetačního pokryvu před narušením technikou používanou pro jejich údržbu. To se týká zejména prudších svahu a konvexních tvarů reliéfu. Na druhé straně je třeba aplikovat technický sníh jen do takové mocnosti sněhové pokrývky, která umožní plnohodnotné využívání tratí v průběhu lyžařské sezóny, zároveň ale nebude kvůli nadbytečnému množství technického sněhu zbytečně prodlužovat dobu odtávání sněhové pokrývky a zkracovat tak nadměrně vegetační období.*

C) Umisťování staveb a doprovodné infrastruktury pro potřeby technického zasněžování, např. akumulčních nádrží

- *Zajištění ochrany zjištěných jedinců ZCHD a druhů ČS, zabráněním poškození a zničení jejich lokálních populací a jejich stanovišť v průběhu výstavby. Není-li toto možné, pak zajištění transferu na vhodné stanoviště v rámci území.*
- *Zajištění ochrany a minimalizace poškození biotopů soustavy N2000 (zejména prioritních, ohrožených a maloplošných) v průběhu výstavby.*
- *Zajištění vhodného způsobu obnovy narušených míst spočívající v ozelenění autochtonním materiálem (síje, drn, mulč).*
- *Podmínění výstavby infrastruktury zajištěním vhodného managementu narušených ploch biotopů po jejich revitalizaci. Následná péče, která zajistí kontrolu šíření potenciálně nežádoucích ruderalních, invazních a expanzivních druhů, by měla směřovat k vytvoření (regeneraci) původního biotopu.*
- *Volba managementu by měla vycházet ze zásad péče o nelesní biotopy soustavy N2000 (Háková et al. 2004) a doporučení místně příslušných OOP.*
- *U akumulčních nádrží je třeba zajistit nízký obsah živin ve vodě, která je následně aplikována na sjezdovky. V nádrži nesmí docházet ke kumulaci organických zbytků a musí být pravidelně čištěna (mimo období rozmnožování obojživelníků, pokud jsou přítomni). Do nádrže nesmí být svedeny např. splaškové vody či jiný zdroj potenciálního znečištění. Pro co nejnižší eutrofizaci vody v nádrži je třeba vyloučit chov ryb, případně kachen apod.*
- *Nadzemní akumulční nádrže mohou představovat „ekologickou past“ pro řadu na vodu vázaných organismů, zejména obojživelníků. Proto je důležité buď jednoznačně zabránit vstupu těchto organismů do nádrže (např. budováním podzemní nádrže) nebo zajistit takové fungování nádrže, aby nedocházelo k ohrožení na vodu vázaných organismů a aby se náhodně vniklí živočichové (včetně osob) mohli z nádrže bezpečně dostat. Při budování nadzemní nádrže, kde je akumulováno velké množství vody, dochází k vábení vodních živočichů, které vodu cítí často na velké vzdálenosti a cíleně za ní putují, aby se zde rozmnožily. Z tohoto důvodu je nutné v blízkosti akumulční nádrže zbudovat vždy nejméně dvě další nádrže – tůně, které budou mít rozlohu max. několik desítek metrů čtverečních a které budou sloužit pouze pro potřeby vodních organismů.*

Takové tůně musí být mělké (do 1 metru hloubky), bez kolmých břehů, neměly by být v blízkosti cest, kde jezdí automobily, a není možné do nich uměle nasazovat jakékoliv živočichy, včetně ryb. Do těchto tůní se následně budou přirozeně stahovat migrující na vodu vázaní živočichové, případně do nich budou přemístěni v rámci transferu odborně způsobilou osobou. Vlastní nadzemní akumulční nádrž je pak vhodné opatřit trvalými zábranami proti migraci živočichů a směřovat jejich migrační trasy k vybudovaným tůním. Pokud se mohou živočichové do nádrže dostat je nutné dodržovat tyto zásady:

(i) Dodržovat zákaz manipulace s výškou hladiny v době rozmnožování obojživelníků (březen až září). Hladina nesmí být zakleslá více než 1 m pod hranu nádrže, protože ve větší hloubce jsou živočichové dezorientovaní a nesnadno nalézají cestu ven z nádrže.

(ii) Do nádrže s kolmými nebo kluzkými vnitřními stěnami je potřeba instalovat metrové pásy z hrubé kobercoviny každých cca 10 metrů po celém obvodu nádrže. Kobercovina musí sahat až na dno, aby živočichové mohli opustit nádrž za všech úrovní hladiny.

(iii) Do nádrže s kluzkými stěnami musí být umístěny příčné plovoucí předměty, tzv. odpočívadla, na které lze z vodní hladiny vylézt. Jedná se například o dlouhé fošny chemicky neošetřené, kam živočichové mohou vylézt a neutonou. Na každých 100 m² volné hladiny nádrže je nutné umístit alespoň 20 desek délky čtyři metry a šířky 300 mm.

(iv) Každá nebezpečná nádrž musí být pravidelně kontrolována po celou vegetační dobu (březen až listopad) a to nejlépe 2x týdně správcem zařízení. Při kontrolách je potřeba zachránit živočichy v nádržích tonoucích – pomoci jim na břeh za použití podběráku. Nejčastěji mají problém s opuštěním nebezpečné nádrže užovky, zajíci, srnky, plšáci a další obratlovci.

(v) Při podzimní manipulaci s hladinou (tyto nádrže se obvykle před zimním provozem vypouští a čistí) musí odborně způsobilá osoba zajistit transfer přítomných vodních živočichů (přezimujících larev čolků, vážek či dospělců užovek a žab) do předem zajištěného náhradního biotopu, tedy do tůní viz výše.

(vi) Po vnějším obvodu nadzemní akumulční nádrže je potřeba vybudovat migrační zábrany, které dokáží značnou část na vodu vázaných živočichů "odklonit" do přilehlých tůní.

(vii) Nádrže stejně jako tůně nesmí být využívány k chovu ryb či kachen.

(viii) V případě zakrytí nádrže textilií nebo pevnou schránkou je nezbytné pečlivě utěsnit každou štěrbinu, kudy mohou vniknout živočichové do vody.

3.4. Posouzení možnosti a rozsahu kontroly realizace záměru

- A) Odběr vody z vodních toků pro potřeby tvorby technického sněhu
- Před zahájením sezóny provést dokumentaci a kontrolu odběrového zařízení a zajistit funkčnost zachování MZP. Provozovatel provede dokumentaci této kontroly odběrového zařízení. Pokud je to technicky možné, instalovat na odběrná zařízení zapečetěné vodoměry umožňující přesnou evidenci objemu odebrané vody za dané období.
- B) Zasněžování technickým sněhem a jeho rozmístování a setrvávání na půdním povrchu
- *Kontrola kvality (trofie) používané vody. Voda využívaná na zasněžování v ZCHÚ by neměla být znečištěná, zejména z hlediska obsahu živin a rozpuštěných solí. V případě pochybností a nedostatečných informací o kvalitě využívané vody by měl být proveden její rozbor, zejména z hlediska obecných fyzikálních a chemických ukazatelů a živin (dle Tab. 1 ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod). V ZCHÚ by neměla být využívána voda horší kvality než třídy I a II (neznečištěná voda, mírně znečištěná voda), přičemž při aplikaci technického sněhu na oligotrofní stanoviště (R1.2, R2.2, R2.3, T2.1, T2.2, T2.3) je vhodné využívat jen vody třídy I.*
 - *V případě, že dojde k zásahu do biotopu ZCHD, předmětu ochrany a/nebo prioritních biotopů, měl by investor na své náklady zajistit sledování vývoje populace ZCHD, předmětu ochrany a/nebo prioritního biotopu nejméně po dobu pěti let.*
 - *Kontrola provádění navrženého managementu biotopů po realizaci.*
- C) Umístování staveb a doprovodné infrastruktury pro potřeby technického zasněžování, např. akumulčních nádrží
- *Pro kontrolu výstavby záměru by měl být ustanovený biologický dozor, který bude dohlížet na dodržování stanovených podmínek a řádné provedení předmětných opatření a zajišťovat průběh realizace záměru.*
 - *V případě, že dojde k zásahu do biotopu ZCHD, předmětu ochrany a/nebo prioritních biotopů, měl by investor na své náklady zajistit sledování vývoje populace ZCHD, předmětu ochrany a/nebo prioritního biotopu nejméně po dobu nejméně pěti let.*
 - *Po dobu alespoň pěti let zajistit kontrolu provádění stanoveného managementu narušených ploch biotopů s cílem zamezit šíření potenciálně nežádoucích ruderalních, invazních a expanzivních druhů a nasměrování sukcese narušených míst k vytvoření (regeneraci) původního biotopu.*

Čl. 4

Účinnost

4.1. Tento metodický pokyn je platný od 30.9.2022.

Ing. Vladimír Dolejský, Ph.D.

náměstek ministra pro řízení sekce
ochrany přírody a krajiny

Literatura

Čížek O., Malkiewicz A., Beneš J. & Tarnawski D. (eds) (2015): Denní motýli v Krkonoších, atlas rozšíření / Motyle dzienne w Karkonoszach, atlas rozmieszczenia. Správa KRNAP, Vrchlabí & Dyrekcja KPN, Jelenia Góra.

Danell K., (1981): Overwintering of invertebrates in a shallow northern Swedish lake. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.* 66: 837–845.

Háková A., Klauisová A., Sádlo J. (eds) (2004): Zásady péče o nelesní biotop v rámci soustavy Natura 2000. *PLANETA XII*, 3/2004 – druh část. Ministerstvo životního prostředí, Praha.

Hoffsten P-O, (2003): Effects of an extraordinarily harsh winter on macroinvertebrates and fish in boreal streams. *Archiv für Hydrobiologie*, 157(4), 505-523.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. et Lustyk P. (eds) (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Lustyk P. (2020): Metodika aktualizace vrstvy mapování biotopů. Ms., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Lustyk P. (ed), Filippov P., Grulich V., Hájek M., Kocourková J., Kočí M., Melichar V., Navrátil J., Navrátilová J., Roleček J., Rydlo J., Sádlo J., Višňák R. et Vydrová A. (2020): Příručka hodnocení biotopů. Ms., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Chytrý M. (ed.), Hájek M., Kočí M., Pešout P., Roleček J., Sádlo J., Šumberová K., Sychra J., Boublík K., Douda K., Grulich V., Härtel H., Hédli R., Lustyk P., Navrátilová J., Novák P., Peterka T., Vydrová A. et Chobot K. (2020): Červený seznam biotopů České republiky. *Příroda* 41, 1-172.

Olsson, T. I. (1981): Overwintering of benthic macroinvertebrates in ice and frozen sediment in a North Swedish river. *Holarct. Ecol.* 4: 161-166.

Pařil et al. (2015): Metodika retrospektivní bioindikace epizod vyschnutí toků na základě analýzy makrozoobentosu. Praha, 34 pp.

Polášek et al. (2021): Metodika hodnocení vlivu vysychání toků na biodiverzitu tekoucích vod pro cílené navrhování zásahů a opatření k omezení negativních dopadů vysychání toků na biodiverzitu.

Schlaghamerský et al. (2021): Vliv technického zasněžování na biologické složky přírodního prostředí na území Krkonošského národního parku a jeho ochranného pásma. Souhrnná výzkumná zpráva

Seznam zkratk

ZCHÚ – zvláště chráněné území

CHKO – chráněná krajinná oblast

MZCHÚ – maloplošná zvláště chráněná území

ZOPK – zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění

ZCHD – zvláště chráněný druh dle Vyhlášky č. 395/1992 Sb. k zákonu č.114/1992 Sb.

ČS – druh zařazený do červeného seznamu rostlin a živočichů

NDOP – nálezová databáze ochrany přírody

N2000 – Natura 2000

OOP – orgán ochrany přírody

MZP – minimální zůstatkový průtok

SYSTÉM INDIKÁTORŮ RIZIK
PŘÍRODNÍCH POŽÁRŮ
VČETNĚ NÁVODŮ NA POUŽITÍ
 **INTEGROVANÉHO** 
PŘEDPOVĚDNÍHO SYSTÉMU

METODIKA

System indikátorů rizik přírodních požárů **(ověření různých postupů stanovení rizika vzniku přírodních požárů)** **včetně návodu na použití integrovaného** **předpovědního systému**

Certifikovaná 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

Koordinátor projektu: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.

Bělidla 986/4a, 603 00 Brno

prof. Ing. Mgr. Miroslav Trnka, Ph.D. (*koordinující autor*)

doc. Ing. Petr Čermák, Ph.D.

Mgr. Lucie Kudláčková

Bc. Jan Balek

Ing. Daniela Semerádová, Ph.D.

Ing. Olga Brovkina, CSc

doc. Mgr. Ing. František Zemek, Ph.D.

Mgr. Petr Štěpánek, Ph.D.

Mgr. Pavel Zahradníček, Ph.D.

Mgr. Petr Skalák

Mgr. Monika Bláhová

Ing. František Jurečka

doc. Ing. Dalibor Janouš, CSc.

prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

prof. RNDr. Ing. Michal V. Marek, Dr.Sc., dr. h.c.

Řešitel projektu: Český hydrometeorologický ústav

Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany

Dr. Ing. Martin Možný (*koordinující autor*)

Ing. Lenka Hájková, Ph.D.

RNDr. Filip Chuchma, Ph.D.

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. (*koordinující autor*)

RNDr. Jana Beranová

Ing. Vladimír Zatloukal

Ing. et Ing. Jan Albert

Mgr. Jan Tumajer, Ph.D.

Recenzenti:

prof. RNDr. Bernard Šiška, Ph.D. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

RNDr. Pavol Nejedlík, CSc., Ústav vied o Zemi Slovenskej akadémie vied

Mgr. Livia Labudova, Ph.D., Slovenský hydrometeorologický ústav

Schváleno k použití Ministerstvem životního prostředí ČR.

Osvědčení č.j. MZP/2020/020/326

ISBN: 978-80-87902-35-6

Obsah

1. Úvod	5
1.1. Trendy požárního počasí.....	5
1.2. Faktory přispívající k šíření požárů.....	6
1.3. Trendy požárů – pozorované	6
1.4. Existující systémy	8
1.5. SIVS – Motivace zlepšení předpovědi požárního počasí.....	13
1.6. Motivace zlepšení předpovědi požárního počasí	16
2. Cíl metodiky.....	17
3. Popis metodiky	18
3.1. Posouzení rizika přírodních požárů na území ČR v období 1961–2015	18
3.1.1. Klimatické podmínky- trendy	18
3.1.2. Základní vláhová bilance	20
3.1.3. Stav vody v půdě charakterizovaný zásobou využitelné vody v půdě	25
3.1.4. Změna základních parametrů „požárního počasí“.....	29
3.1.4.1. Teplota vzduchu	29
3.1.4.2. Srážky.....	31
3.1.4.3. Vlhkost vzduchu.....	33
3.1.4.4. Rychlost větru.....	34
3.1.4.5. Teplotní indexy zvyšující výrazně riziko přírodního požáru.....	36
3.1.5. Geomorfologické a porostní charakteristiky.....	38
3.1.5.1. Geomorfologie.....	38
3.1.5.2. Charakter stanoviště na bázi lesnické typologie	39
3.1.5.3. Charakter stanoviště na zemědělské půdě	40
3.1.5.4. Aktuální porostní charakteristiky	40
3.1.5.5. Prostorový kontext lesa s ostatními krajinnými prvky	41
3.1.5.6. Další rizikové faktory (osídlenost, komunikační a infrastrukturní trasy apod.)... 41	
3.2. Popis algoritmů pro monitoring, předpověď a odhad míry aktuálního rizika přírodních požárů	42
3.2.1. Fire weather index (FWI)	42
3.2.2. Forest fire danger index (FFDI)	42
3.2.3. Finnish forest fire index (FFI)	43
3.3. Výsledky indexů pro odhad požárního počasí – validace metod odhadu rizika výskytu přírodních požárů s daty reálného výskytu lesních požárů.....	43

4.	Předvídání požárního rizika v podmínkách měnícího se klimatu a využití znalostí pro posouzení rizik	48
4.1.	Trendy požárního počasí v období 1956–2018	48
4.2.	Očekávaný vývoj požárního počasí v období 2021–2080.....	52
5.	Monitoring a předpověď rizika lesních požárů jako nástroj pro operativní redukci míry rizika ..	56
5.1.	Krátkodobé a střednědobé numerické předpovědi počasí pro vyhodnocení vlivu meteorologických podmínek na vznik přírodních požárů	56
5.2.	Spolehlivost operativní předpovědi rizika přírodních požárů ansámblem numerických předpovědních modelů	62
5.3.	Reálný příklad: předpověď požárního rizika na 23. dubna 2019	63
5.4.	Silné a slabé stránky předpovědi požárního rizika a jednotlivých meteorologických prvků ...	68
6.	Návod krok za krokem k použití portálu FireRisk.cz.....	69
6.1.	Popis + ovládání aplikace Firerisk	69
7.	Srovnání a zdůvodnění novosti postupu metodiky	73
8.	Uplatnění metodiky.....	74
9.	Seznam použité literatury	75

1. ÚVOD

Přírodní požáry (v terminologii Hasičského záchranného sboru - HZS také požáry v přírodním prostředí) zahrnují primárně požáry lesních porostů, křovin a suché trávy. Tento termín v zásadě odpovídá termínu *wildfires/bushfires* a jde o termín, který zahrnuje všechny nekontrolované, volně se šířící požáry ve výše popsaném prostředí. Pro účely této metodiky budeme tímto termínem rozumět nejen požáry, které vzplály volně v přírodě (např. účinky blesků), ale také požáry, které byly založeny člověkem, ať již úmyslně nebo v důsledku nezodpovědného jednání.

Je zřejmé, že probíhající změny klimatu zvyšují riziko vzniku přírodních požárů ve středoevropském prostoru (např. Jurečka et al., 2019; Možný et al., 2019) a některé regiony na našem území navíc mají díky svým přírodním předpokladům vyšší riziko vzniku požárů (např. Adámek et al., 2015 a 2018). Především v posledních letech (a zvláště od roku 2015) zažívá česká krajina výrazný vláhový deficit, což negativně postihuje zemědělskou půdu a lesní porosty (např. Zahradníček et al., 2015; Trnka et al., 2020a). Půda je navíc historicky negativně ovlivněna hospodářskou činností člověka, která byla zaměřena na odvodnění krajiny jako nástroj zvýšení její produktivity. 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 počtu suchých stromů v lesích, ale také 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. Nejpodrobnějším zdrojem informací o požárech vegetace v České republice jsou záznamy Hasičského záchranného sboru ČR (HZS ČR) z nichž lze vybrat zásahy proti přírodním požárům vegetace. Velmi silný trend růstu požárů vegetace byl zaznamenán ve všech krajích s výjimkou Moravskoslezského kraje, který byl ovlivněn strukturálními změnami v průmyslu a útlumem těžby uhlí.

V České republice jsou přírodními požáry ohroženy 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 v České republice se v posledních deseti letech (2009–2018) zvyšuje.

1.1.1. Trendy požárního počasí

Trendy požárního počasí jsou mimo jiné ovlivňovány i probíhající změnou klimatu. Mezi nejdůležitější projevy počasí, které rozhodují o požárním riziku, jsou určitě srážky, vítr a teplota vzduchu. Nejviditelnější změna je u teploty vzduchu, kdy od 60. let 20. století je pozorován postupný růst teplot vzduchu, který se zintenzivnil především od 80. let 20. století. Poslední teplotně průměrný rok byl 1996 a od té doby se nám střídají pouze průměrné nebo teplotně nadprůměrné roky. Nejteplejší roky za dobu měření jsme zaznamenali v posledních pěti letech a jsou to 2018, 2015 a 2014. Nárůst teploty má pak neblahé následky například ve výraznějším nárůstu tropických dnů a nebo horkých vln během kterých riziko vzniku přírodních požárů výrazně stoupá.

Srážky v České republice jsou velmi variabilní. Suché a vlhké roky/periody/měsíce se významně střídají. To je důvod, proč u srážek není vykazován statisticky významný trend. Dochází ale ke změně charakteru srážek. Statisticky významně nám roste počet dní s vyššími úhrny srážek, které jsou způsobeny většinou bouřkovou činností v letních měsících. Oproti tomu roste počet a délka epizod, kdy prší jen velmi málo či vůbec. Díky kombinaci toho, že se srážky na území republiky prakticky nemění a zároveň roste teplota vzduchu, tak dochází k nárůstu výparu, který způsobuje vysušování půdy či porostu. To se pak stává jednodušším palivem při vzniku požáru.

Vítr, který výrazně napomáhá šíření požárů za posledních 50 let, pomalu klesá. Jednou z příčin této změny je i narůstání drsnosti terénu a to jak antropogenními stavbami, tak například zalesňováním. Ve volné krajině bude tento trend poklesu rychlosti větru menší. Pozitivním faktorem je, že v letních měsících bývají rychlosti větru slabší. To například v létě 2018, kdy sucho vrcholilo, zabránilo ještě většímu množství lesních požárů, než který byl nakonec pozorován.

1.2. Faktory přispívající k šíření požárů

Mezi nejvýznamnější faktory, které ovlivňují šíření požárů, patří počasí, druh a stav vegetace a charakteristika terénu (topografie). Nejpriznivější podmínky pro šíření požárů jsou v obdobích sucha při vysokých teplotách, nízké vlhkosti vzduchu a větrném počasí.

Kromě meteorologických podmínek hraje důležitou roli i druh a stav vegetace představující množství hořlavého materiálu. K rychlému šíření požárů významně přispívá suchá travní či bylinná vegetace. Velmi dobře hoří i suché kletí, vyschlé borové jehličí a obecně suchá dřevní hmota, která se v lesním porostu nachází, ať už se jedná o odumřelé stromy, těžební zbytky, pařezy nebo kořeny. Pomocí kořenů se navíc oheň může šířit mezi stromy. Dobře hoří i vyschlé dubové a bukové listí, zatímco listí některých jiných listnáčů (např. osiky) odolává vznícení poměrně dobře.

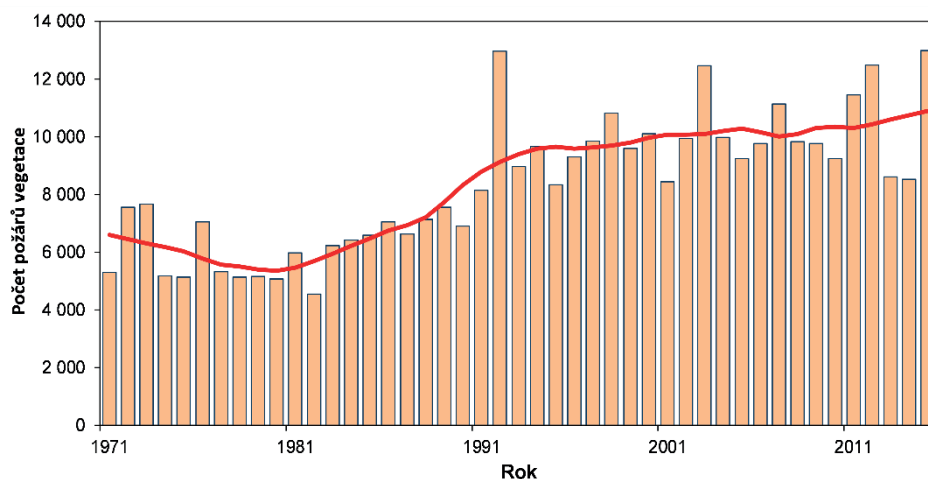
V lesním prostředí patří mezi nejohroženější lokality vřesoviště, jehličnaté porosty s trávou či vřesem a borové porosty na suchých stanovištích. Důležitým faktorem je i expozice, protože slunné svahy lépe vysychají, a tedy i lépe hoří. Na slunných svazích je často nižší zastoupení stromů a vyšší pokryvnost travního či bylinného dorostu, který snadněji a dříve zasychá. Zároveň svažité nebo terén komplikuje následné hašení požáru.

Negativní vliv na šíření požárů má i bohatá prostorová struktura lesních porostů, kdy se pozemní požár z nízkých mladých porostů a podrostu rozšiřuje v korunový požár zasahující vyšší patro porostu. Důležitou roli hraje i blízkost vodních zdrojů a dostupnost dané lokality (např. pomocí lesních cest).

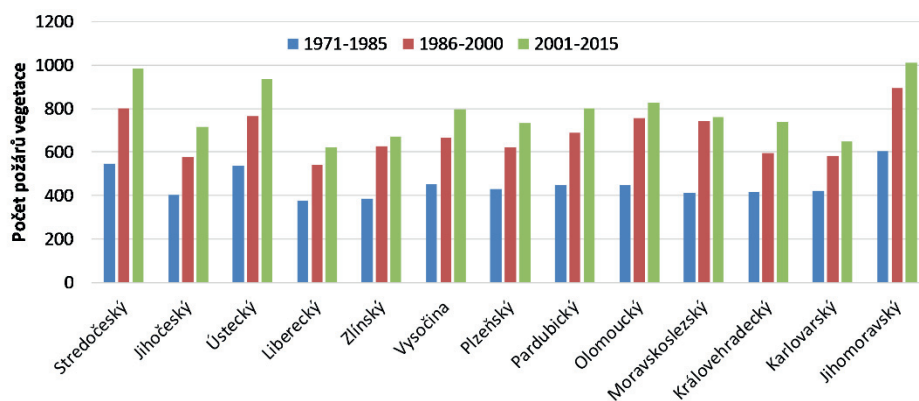
1.3. Trendy požárů – pozorované

Nejpodrobnějším zdrojem informací o požárech vegetace v České republice jsou záznamy Hasičského záchranného sboru ČR (HZS ČR). Databáze obsahuje všechny výjezdy HZS ČR k požárům, z nich byly vybrány všechny zásahy proti přírodním požárům vegetace ve všech krajích s výjimkou Prahy. Celkem bylo v letech 1971–2015 zaznamenáno 375 044 výjezdů. Největší počet požárů byl zaznamenán v roce 2015 (12 986), 1992 (12 968), 2012 (12 488) a 2003 (12 455), naopak nejméně v roce 1982 (4 551). V období 1971–2015 byl zaznamenán statisticky významný rostoucí trend požárů vegetace v České republice (nárůst 1 400 požárů za 10 let, Obr. 1). Velmi silný trend růstu požárů vegetace byl zaznamenán ve všech krajích s výjimkou Moravskoslezského kraje, který byl ovlivněn strukturálními změnami v průmyslu a útlumem těžby uhlí.

Ve srovnání s obdobím 1971–1990 došlo k největšímu nárůstu počtu požárů v Jihomoravském, Středočeském, Ústeckém a Pardubickém kraji (nárůst o 68 až 72 %). Nejvíce požárů vegetace bylo zaznamenáno v letech 1971–2015 v Jihomoravském, Středočeském a Ústeckém kraji. Největší počet požárů na 1000 km² byl pozorován v Libereckém kraji (166 požárů), naopak nejmenší v Jihočeském kraji (31 požárů). Pokud porovnáme období 1971–1985, 1986–2000 a 2001–2015, největší průměrný počet požárů vegetace ve všech krajích byl zaznamenán v období 2001–2015, naopak nejmenší v období 1971–1985 (Obr. 1). Při detailnější analýze dat v okresech v období 1971–2015 je patrný růst počtu požárů vegetace v okolí větších měst oproti sousedním okresům vlivem suburbanizace. Největší zvýšení požárů vegetace bylo zaznamenáno v okolí Plzně, Praze a Ústí nad Labem (nárůst o 18 až 40 %, Možný et al., 2019).



Obr. 1. Počet požárů vegetace v České republice v období 1971–2015. Zdroj údajů Hasičský záchranný sbor ČR.



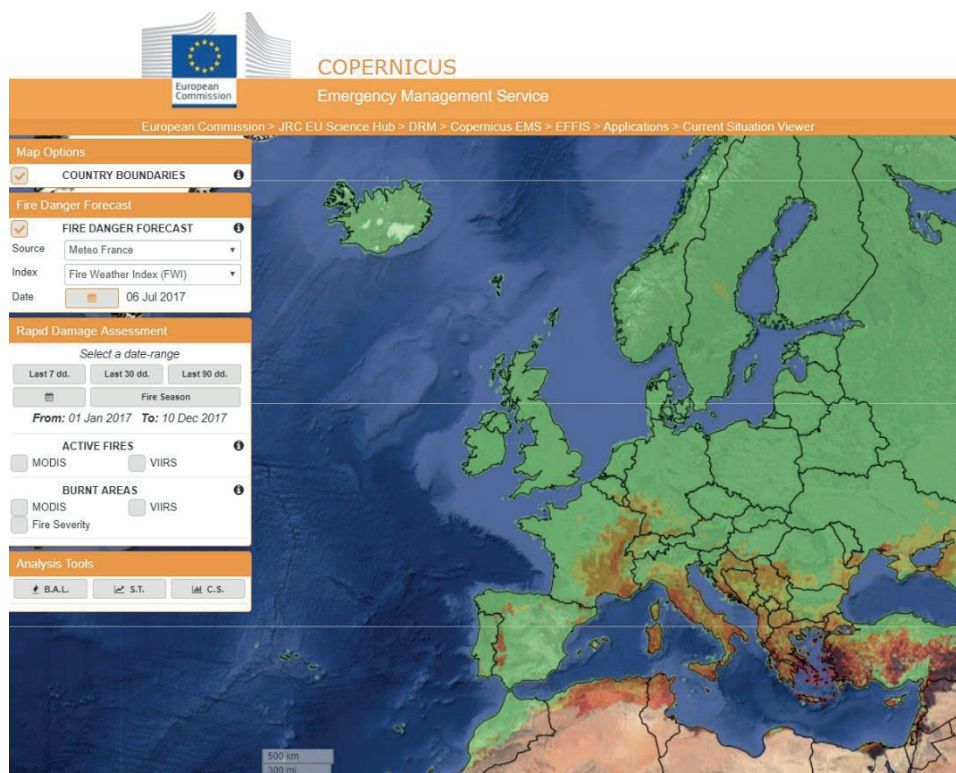
Obr. 2. Průměrný počet požárů vegetace v jednotlivých krajích České republiky v období 1971–1985, 1986–2000 a 2001–2015. Zdroj údajů Hasičský záchranný sbor ČR.

1.4. Existující systémy

Indikovat riziko nebezpečí požárů vegetace ve volné krajině lze pomocí speciálních předpovědních modelů a metod pro detekci požárů.

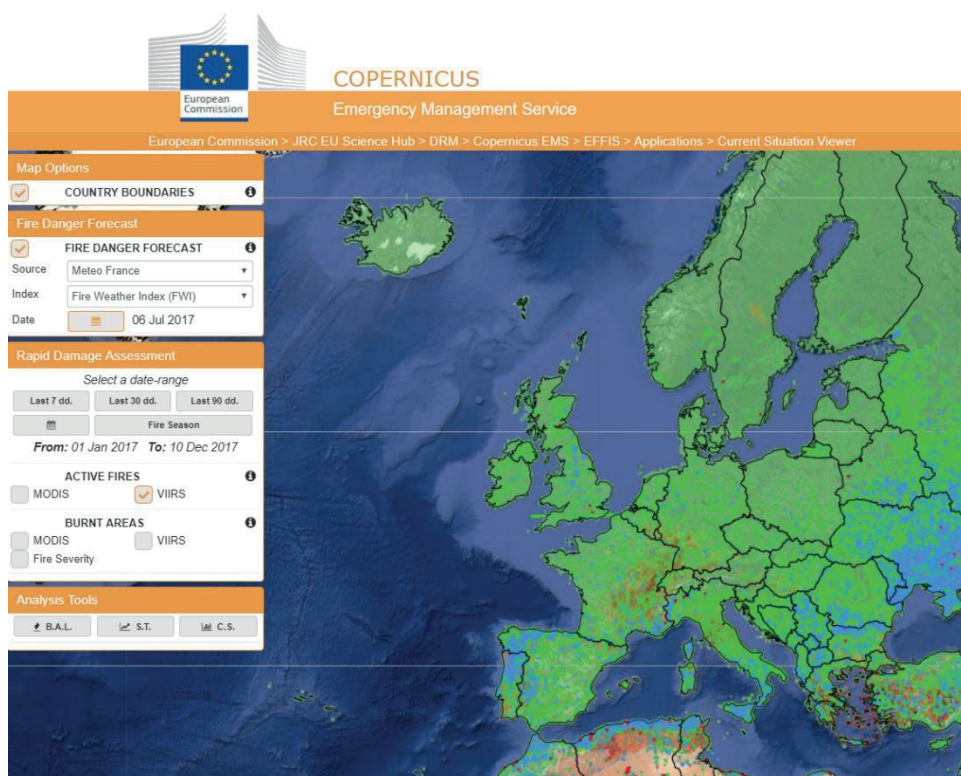
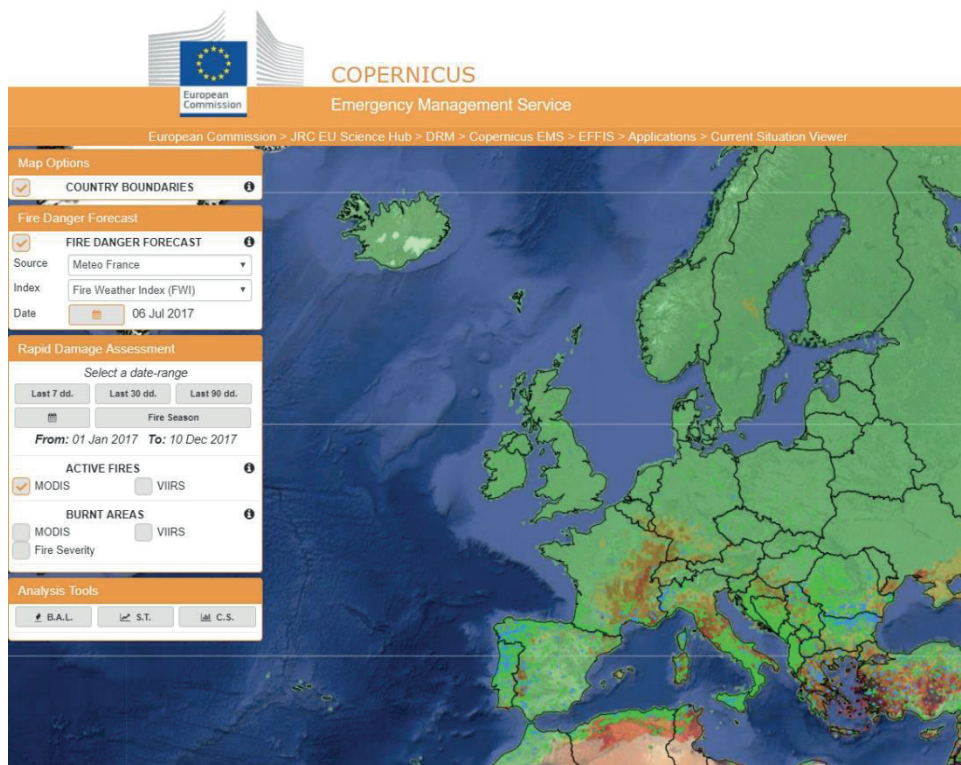
Předpovědi nebezpečí a detekce velkých lesních požárů

Evropská komise iniciovala vznik Evropského informačního systému o lesních požárech (EFFIS). Systém používá pro týdenní předpověď nástroj *Canadian Fire Weather Index* (FWI). Index FWI se skládá z pěti dílčích komponent, první tři komponenty (FFMC, DMC a DC) určují vlhkost hrabanky, případně rašeliny a jiného paliva. Další komponenty (ISI a BUI) určují chování ohně, reprezentují hlavně rychlost šíření ohně a předpovídají plošné rozšíření požáru. Z těchto komponent je počítána číselná hodnota relativního potencionálního rizika ničivých požárů – *Fire weather index* (FWI). Výpočty jednotlivých komponent jsou závislé na denních předpovídaných datech o teplotě, relativní vlhkosti, rychlosti větru a čtyřiašedesetihodinovém úhrnu srážek. Systém využívá vstupy z předpovědních modelů počasí (Météo-France, ECMWF a DWD) a přihlíží k údajům o nadmořské výšce.



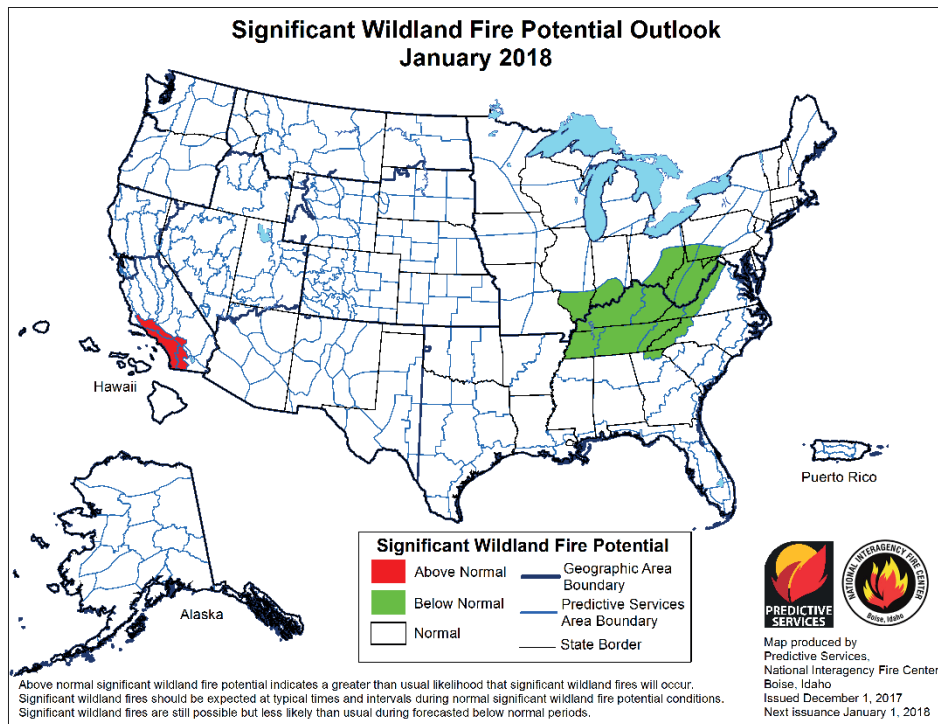
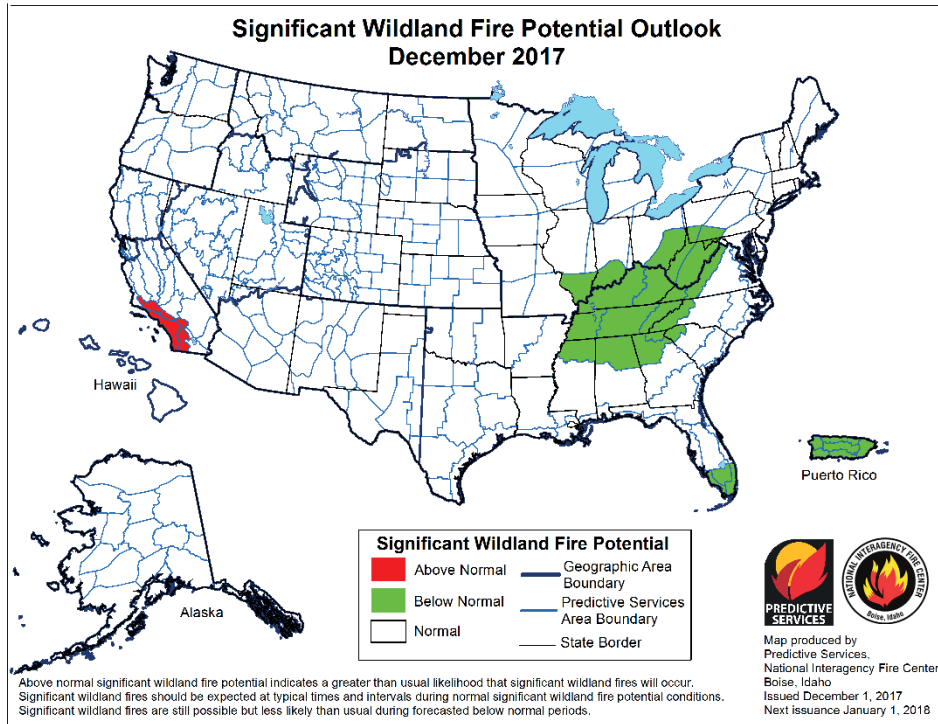
Obr. 3. Ukázka předpovědi Fire weather indexu (FWI) z evropského centra EFFIS

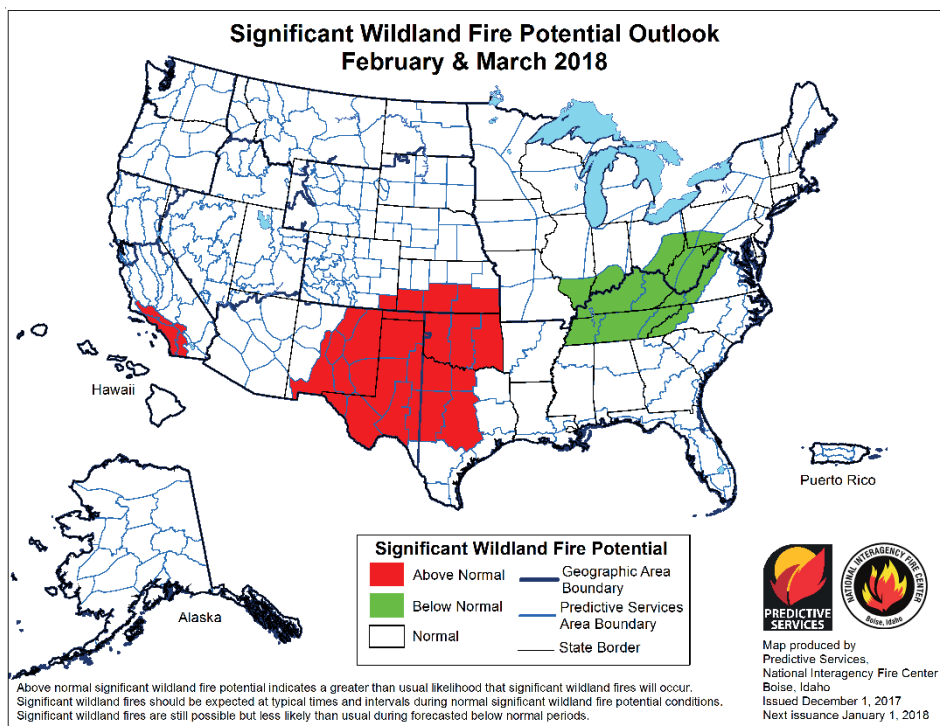
Systém EFFIS je doplněn o detekci již vzniklých požárů s využitím satelitních dat. Snímač MODIS na palubě satelitů TERRA a ACQUA identifikuje oblasti na zemi, které jsou zřetelně horké oproti jejich okolí a označuje je jako aktivní požár. Prostorové rozlišení aktivního pixelu pro detekci požáru z modelu MODIS je 1 km. Prostorové rozlišení aktivního pixelu pro detekci požáru pro VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) umístěného na satelitu NOAA/NASA Suomi NPP (*National Polar-orbiting Partnership*) je 375 m.



Obr. 4. Ukázka detekce aktivních požárů MODIS a VIIRS ze satelitů z evropského centra EFFIS

Index FWI se kromě Evropy používá i na severoamerickém kontinentu (Kanada a USA). Mapové výstupy indexu FWI jsou v USA v různém prostorovém a časovém rozlišení (od denního po měsíční či sezónní).



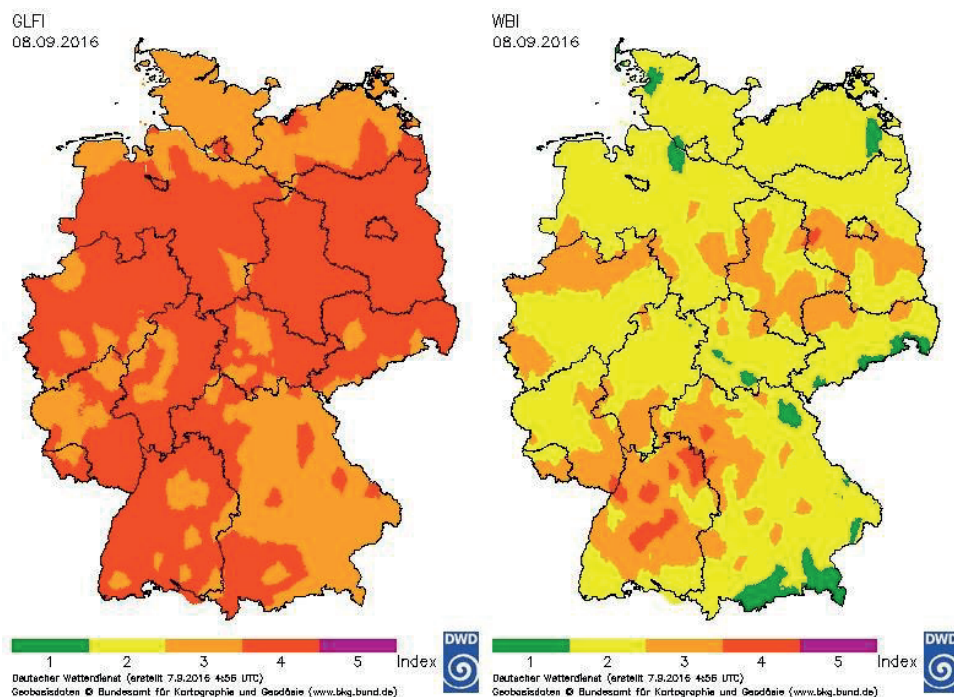


Obr. 5. Ukázka sezónní předpovědi FWI z USDA Forest service

Výhodou systému EFFIS je jednotné posuzování požárního nebezpečí pro celou Evropu, ale v některých oblastech a za určitého typu počasí může dávat horší výsledky. Index dává velmi dobré výsledky především pro velké lesní plochy a je vhodný zejména pro předpovědi požárů velkého měřítka s rozlohou nad stovky hektarů.

Předpovědi nebezpečí lokálních lesních požárů

Vzhledem k podobným fyzicko-geografickým podmínkám je pro nás zajímavý předpovědní model využívaný v Německu. Německo má zázemí v podobě Institutu Maxe Plancka pod Freiburgskou univerzitou, kde probíhá výzkum přírodních požárů. Ve spolupráci s Německou povětrnostní službou jsou provozovány dva předpovědní modely nebezpečí požárů. Předpověď je vydávána pro lesní a travní porosty. Pro předpověď lesních požárů se používá starší model M-68. Index má pět stupňů intenzity nebezpečí požáru (velmi nízké, nízké, mírné, vysoké a velmi vysoké nebezpečí). Vstupními daty do modelu jsou meteorologické prvky: teplota vzduchu, relativní vlhkost, rychlost větru a srážky. Model přihlíží k aktuálnímu fenologickému vývoji. Model je počítán i pro travní porost, který simuluje požáry vegetace v otevřené krajině mimo lesní porosty.



Obr. 6. Ukázka předpovědi nebezpečí požárů pro travní porost (index GLFI, vlevo) a lesní porost (index WBI, vpravo) pro Německo

Výhodou německého systému je, že využívá datovou a předpovědní základnu DWD. Předpovědi jsou pro dané území přesnější a ve vyšším rozlišení než u systému EFFIS. Navíc přihlíží k tomu, že nejvíce požárů vegetace ve volné krajině vzniká lidskou činností mimo lesní porosty.

Zajímavý přístup má italský model *Final Fire Hazard Index* (FHI). Tento model je dobře použitelný pro předpovídání požárů malého měřítka. Vstupními parametry modelu jsou digitální model terénu (nadmořská výška, sklon a orientace svahů), regionální seznam lesů (klasifikace podle tříd krajinného pokryvu), infrastruktura a meteorologické parametry vycházející ze sítě regionálních meteorologických stanic. Vyhodnocení zranitelnosti daného území je klíčovým faktorem pro předcházení vzniku požárů a snížení dopadů požárů na vegetaci, nebo antropogenní objekty, jako jsou domy a infrastruktura. V některých zemích, které se každoročně potýkají s požáry vegetace (např. Francie), již vznikl systém, který řeší komplexně předpověď nebezpečí požárů na základě meteorologických údajů v kombinaci s modelováním zranitelnosti konkrétního území.

Od roku 2006 je pro posouzení nebezpečí požárů vegetace v otevřené venkovské krajině využíván v České republice index nebezpečí požárů (INP), který byl inspirován německým modelem GLFI. Index má také pět stupňů intenzity nebezpečí požáru (velmi nízké, nízké, mírné, vysoké a velmi vysoké nebezpečí). Vstupními daty do modelu jsou meteorologické prvky: maximální denní teplota vzduchu, minimální denní relativní vlhkost, maximální denní rychlost větru, měřená a modelovaná půdní vlhkost. Model je provozován v rámci Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Ve vegetačním období jsou denně publikovány předpovědi indexu na 3 dny, v kritických obdobích na 5 dnů. První tři dny jsou počítány z výstupů modelu Aladin, další dva dny z modelu ECMWF.

1.5. SIVS – Motivace zlepšení předpovědi požárního počasí

Systém integrované výstražné služby (SIVS) je společně poskytovaná výstražná služba Českého hydro-meteorologického ústavu (ČHMÚ) ve spolupráci s meteorologickou službou armády ČR v oblasti operativní meteorologie a hydrologie pro území ČR. Vydávání výstražných informací v rámci SIVS je zčásti naplněním Hlásné a předpovědní povodňové služby (HPPS), kterou ČHMÚ zabezpečuje podle §73 vodního zákona.

Výstrahy vydává ČHMÚ v souladu s doporučením Světové meteorologické organizace (www.wmo.int) a filozofií evropského výstražného systému Meteoalarm (www.meteoalarm.eu) poskytujícím nejdůležitější informace před následky nebezpečných projevů počasí očekávaných v rámci Evropy. Výstrahy jsou vydávány na nebezpečné meteorologické a hydrologické prvky a jevy (dále jen jevy) rozdělené do osmi skupin. Každý z jevů může mít rozdílnou úroveň nebezpečí. Ta se přiřazuje na základě vyhodnocení kombinace očekávané intenzity nebezpečného jevu a pravděpodobnosti jeho výskytu.

Intenzita nebezpečného jevu je výstražné informací stanovena na základě kritérií pro vydávání výstražných informací. Tato kritéria byla určena na základě statistické četnosti výskytu jednotlivých jevů a obvyklých následků (způsobené škody na majetku a infrastrukturu, ohrožení zdraví a lidských životů), ke kterým tyto nebezpečné jevy zpravidla vedou. Pokud se předpokládá, že jev s určitou intenzitou s ohledem na konkrétní okolnosti (časný zimní jev na podzim, pozdní zimní jev na jaře, vliv dopravní špičky, stav vegetace apod.) povede k horším následkům, než je u takového jevu obvyklé, může být vydána výstraha i na jev, který nesplňuje kritéria SIVS nebo může být zvýšen stupeň intenzity jevu.

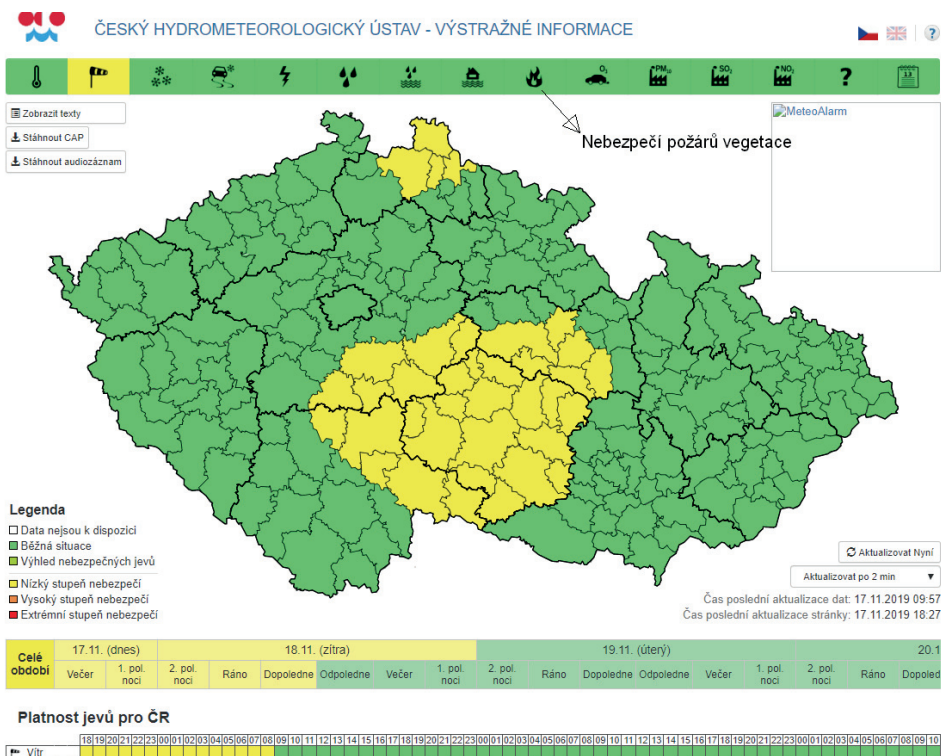
Pravděpodobnost výskytu nebezpečného jevu je vyjádřena třemi úrovněmi odrážejícími míru nejistoty předpovědi výskytu a konkrétní lokalizace jevu v okamžiku, kdy je předpovídán, resp. pozorován:

- Nízká pravděpodobnost ($P < 50 \%$)
- Vysoká pravděpodobnost ($P > 50 \%$)
- Pozorovaný jev ($P = 100 \%$)

V rámci SIVS se rozlišuje dle kombinace očekávané intenzity jevu a pravděpodobnosti jeho výskytu 3 úrovně nebezpečí rozlišené na výstražné mapě barevně:

- NÍZKÝ STUPEŇ NEBEZPEČÍ (ŽLUTÁ)
- VYSOKÝ STUPEŇ NEBEZPEČÍ (ORANŽOVÁ)
- EXTRÉMNÍ STUPEŇ NEBEZPEČÍ (ČERVENÁ)

Výstražné informace SIVS jsou vydávány ve formě bulletinů ve formátu CAP (*Common Alerting Protocol* – všeobecný výstražný protokol) dle doporučení Světové meteorologické organizace. V protokolu CAP je pro každý nebezpečný jev, území a časový úsek, v nichž je tento nebezpečný jev popisován, vytvořen odpovídající element obsahující dále informaci o intenzitě a pravděpodobnosti jevu a textový popis jevu. Výhodou formátu CAP je možnost vytváření výstupů na míru jednotlivých uživatelů a následné technologické zpracování informací. Kromě informací ve tvaru CAP ČHMÚ vydává i textové výstražné informace zejména pro média, ale i pro další uživatele, a ve větší míře než dosud jsou zaměřeny na předpokládané následky nebezpečných jevů a na doporučení preventivních opatření k jejich eliminaci.

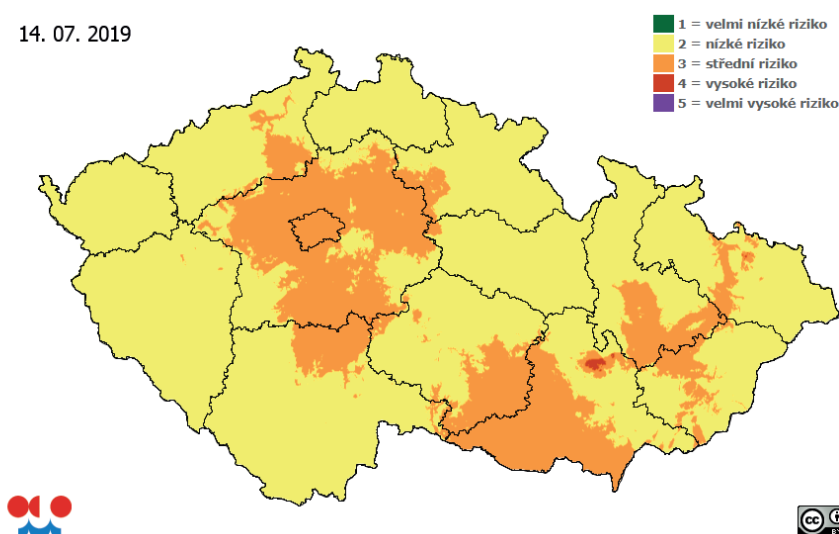


Obr. 7. Ukázka prezentace výstražných informací v rámci SIVS.

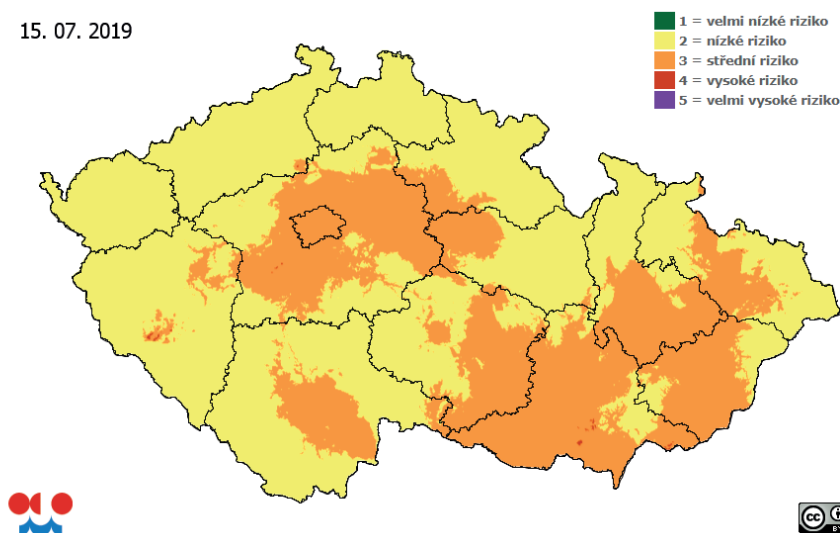
Vydávání výstražných informací na nebezpečí požárů vegetace v rámci SIVS

Výstražná informace na nebezpečí požárů, resp. na vysoké nebezpečí požárů se vydává, jestliže index nebezpečí požárů (INP) pohybující se v mezích od 1 do 5 a počítaný na základě suchosti krajiny, modelové předpovědi srážek, teploty a vlhkosti vzduchu a rychlosti větru dosáhne hodnoty 4 (vysoké riziko), resp. 5 (velmi vysoké riziko). Ve stávajícím systému jsou ve vegetačním období denně publikovány předpovědi indexu na 3 dny, v kritických obdobích na 5 dnů. První tři dny jsou počítány z výstupů nočního modelu Aladin, další dva dny z modelu ECMWF.

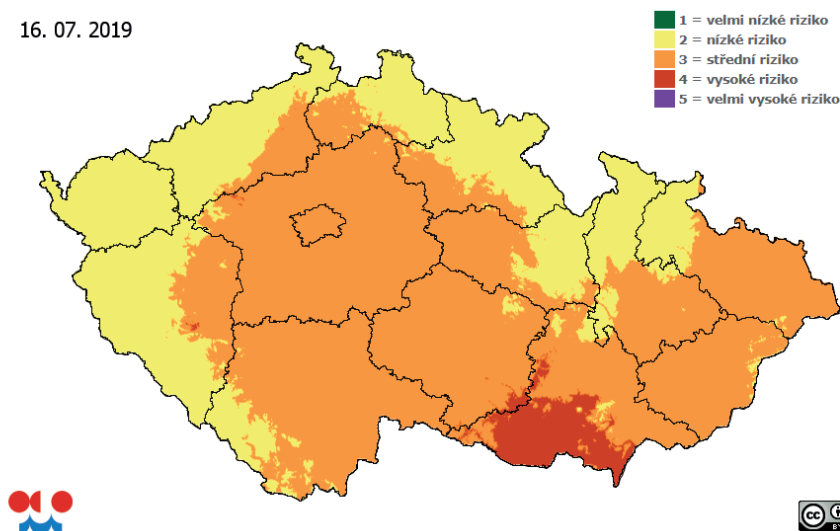
14. 07. 2019



15. 07. 2019



16. 07. 2019



Obr. 8. Ukázka předpovědi indexu nebezpečí požárů v rámci SIVS.

Motivace pro zlepšení vydávání výstrah před nebezpečím požárů vegetace

Vzhledem ke klesající úspěšnosti předpovědi na 3. až 5. den by měla mít předpověď ansámblový charakter, ukazující na možné odlišné vývojové scénáře počasí. Tato možnost zatím stávajícímu systému chybí. Chybí i delší dlouhodobý výhled nebezpečí požárů po vzoru USDA Forest service.

Stávající výstražný systém v České republice zatím důsledně nezohledňuje místní podmínky (sklon a orientaci svahů), klasifikaci lesů, infrastrukturu a hodnocení zranitelnosti daného území. Informace o těchto parametrech jsou v České republice dostupné a stačí je jen využít při tvorbě map a tím zpřesnit výsledky. Díky posilujícímu trendu suburbanizace dochází k vyšší zranitelnosti území v blízkosti příměstských sídel. Zkušenosti z Itálie a Francie přitom ukazují, že je nutné řešit komplexně předpověď nebezpečí požárů na základě meteorologických údajů v kombinaci s modelováním zranitelnosti konkrétního území. Stávající systém zatím nevyužívá výstupy ze satelitů pro detekci aktuálních požárů. V poměrech České republiky ale nejsou tak rozsáhlé plochy lesů a travních ploch, aby se oheň mohl nekontrolovatelně šířit a byl odhalen až za několik dnů, takže lze satelitní data využívat v omezenější míře

1.6. Motivace zlepšení předpovědi požárního počasí

Pro vyhodnocení, zda vyhlásit výstrahu před požáry v Systému výstražné signální služby (SIVS) chybí možnost předpovědi na další dny ansámblového charakteru (použití více předpovědních modelů), která umožní zohlednit odlišnosti výstupů jednotlivých předpovědních systémů. Je to zvláště důležité u předpovědi srážek, kde jsou rozdíly mezi předpovědními modely na 3. až 5. den značné. Stávající systém publikoval výstupy pouze z jednoho modelu a pro centrální předpovědní pracoviště bylo mnohdy obtížné rozhodnout např. o pokračování či přerušení výstrahy v důsledku změny počasí. Navíc HZSČR často potřebuje plánovat na několik dní dopředu pohotovost v případě hrozby nebezpečí požárů, proto bylo vydávání ansámblových předpovědí velmi potřebné.

Zatím chybí hodnocení stability zvrstvení atmosféry, které je důležité pro hodnocení rychlosti šíření požárů. Domníváme se, že nové pojetí rizika požárů v České republice je potřeba, i s ohledem na probíhající změnu klimatu, která zvyšuje nebezpečí požárů v České republice.

2. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je ucelený návod k:

- Posouzení míry rizika ohrožení zejména lesních a zemědělských porostů v krajině ČR v důsledku změn charakteristik požárního počasí;
- Identifikaci míry aktuální míry rizika vzniku přírodních požárů a jeho bezprostřední předpovědi;
- Poskytnout metodické vedení k použití portálu www.firerisk.cz.

Pro dosažení těchto cílů byly detailně analyzovány parametry požárního počasí na našem území a to jak klimatické prvky samotné tak zejména ty, které jsou již jako indikátory požárního počasí používány v jiných oblastech světa. Tyto indikátory požárního počasí byly přímo konfrontovány s počty požárů vegetace mimo intravilán získaných ze statistických údajů Hasičského záchranného sboru. Následně byly vyhodnoceny jak trendy v období 1961–2018 tak i pro budoucí klima až do druhé poloviny tohoto století.

Zevrubná analýza indexů požárního počasí umožnila výběr dvou indikátorů použitých pro většinu výše uvedených analýz a jejich adaptace pro předpovědi rizika pro požár příznivého počasí. Tato metodika nejen představuje konkrétní postup přípravy takové předpovědi, ale také vyhodnocení její úspěšnosti a konkrétní případy předpovědí v sezónách 2018 a 2019.

Všechny poznatky byly pak využity při přípravě portálu www.firerisk.cz, který je v poslední části metodiky představen a popsán.

3. POPIS METODIKY

3.1. Posouzení rizika přírodních požárů na území ČR v období 1961–2015

3.1.1. Klimatické podmínky- trendy

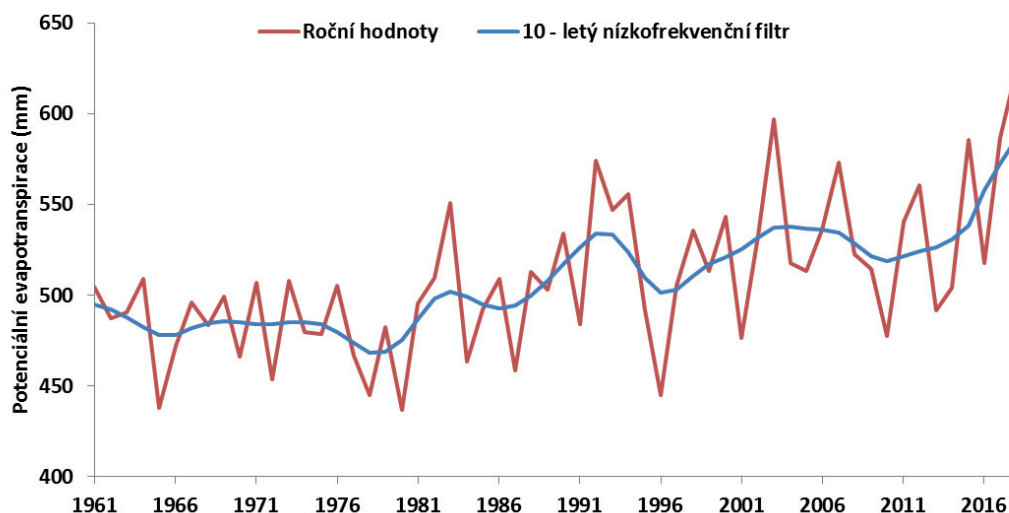
Dlouhodobý vývoj základních meteorologických prvků zákonitě ovlivňuje výsledné klima v dané oblasti. Z hlediska indikace území s možným rizikem vzniku a šíření přírodních požárů je nutné se zabývat i jejich vlivem na vláhové podmínky krajiny. Z tohoto důvodu je vhodné analyzovat vývoj a prostorové rozložení hodnot některých vlhkostních charakteristik v období 1961–2018 mimo jiné využívaných k monitorování vlivu meteorologických podmínek na stav a intenzitu sucha. Základními zkoumanými veličinami jsou potenciální výpar, základní (klimatická) vláhová bilance a jako charakteristika prezentující stav vody v půdě je zde využito analýz hodnot zásoby využitelné vody v půdě.

Pro výpočet výše zmíněných charakteristik byly jako vstupní data použity časové řady meteorologických prvků z uceleného souboru 268 stanic tzv. technických řad. Jedná se o datové řady kontinuálně vytvářené v ročním kroku na ČHMÚ Brno, kdy tyto časové řady procházejí kontrolou kvality dat, procesem homogenizace a interpolačními metodami jsou případně doplněny všechny chybějící údaje v denním kroku (Štěpánek a kol. 2011, 2013).

Potenciální evapotranspirace

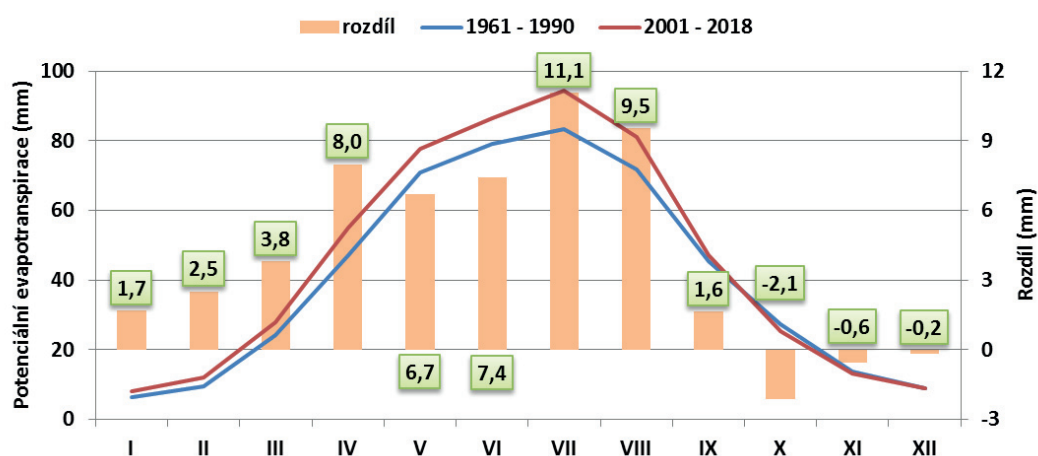
Potenciální evapotranspirace jako ztrátová složka bilance vody v krajině je ovlivňována mnoha faktory, z nichž jedním z nejvýznamnějších je teplota vzduchu. Evapotranspirace ve své potenciální podobě je prakticky shodná s maximálně možnými hodnotami výparu při optimálních vláhových podmínkách v půdě.

Jak je patrné z Obr. 9, dochází od 60. let minulého století k nárůstu hodnot výparu díky zvyšování teploty vzduchu s tím, že nejvyšší průměrné roční úhrny jsou logicky dosaženy v posledním období 2001–2018, kdy se průměrná hodnota roční potenciální evapotranspirace zvýšila vůči období 1961–1990 o 10 % na hodnotu 537 mm. Z jednotlivých měsíců jsou pak nejvyšší úhrny výparu dlouhodobě v červenci. V letních měsících červenec a srpen také došlo v období 2001–2018 k nejvyššímu průměrnému nárůstu výparu vůči normálu 1961–1990 (Obr. 10).



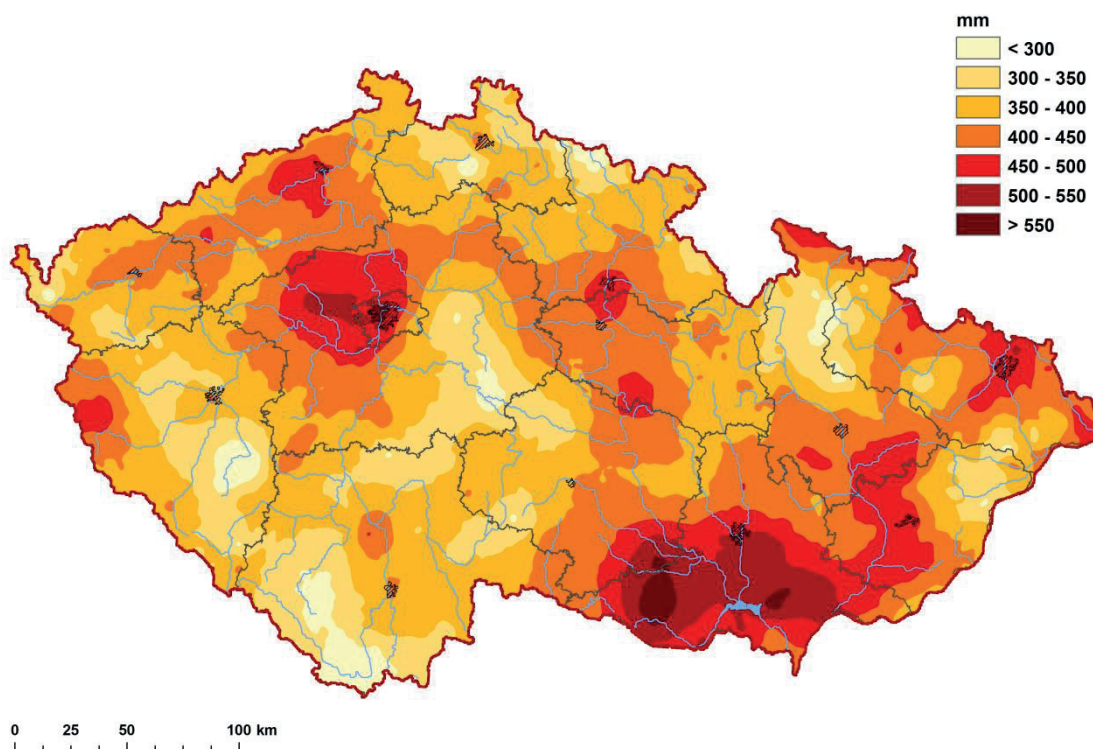
Obr. 9. Průběh ročních úhrnů potenciální evapotranspirace v období 1961–2018 v České Republice

Nejvhodnější klimatické podmínky pro vysoké hodnoty výparu a tím pádem i pro zvyšování deficitu vody panují během roku obecně v nejteplejších oblastech republiky (Obr. 11). Jmenovitě se jedná hlavně o jižní Moravu, Hanou, stření Čechy, Podkrušnohoří a Ostravskou pánev.

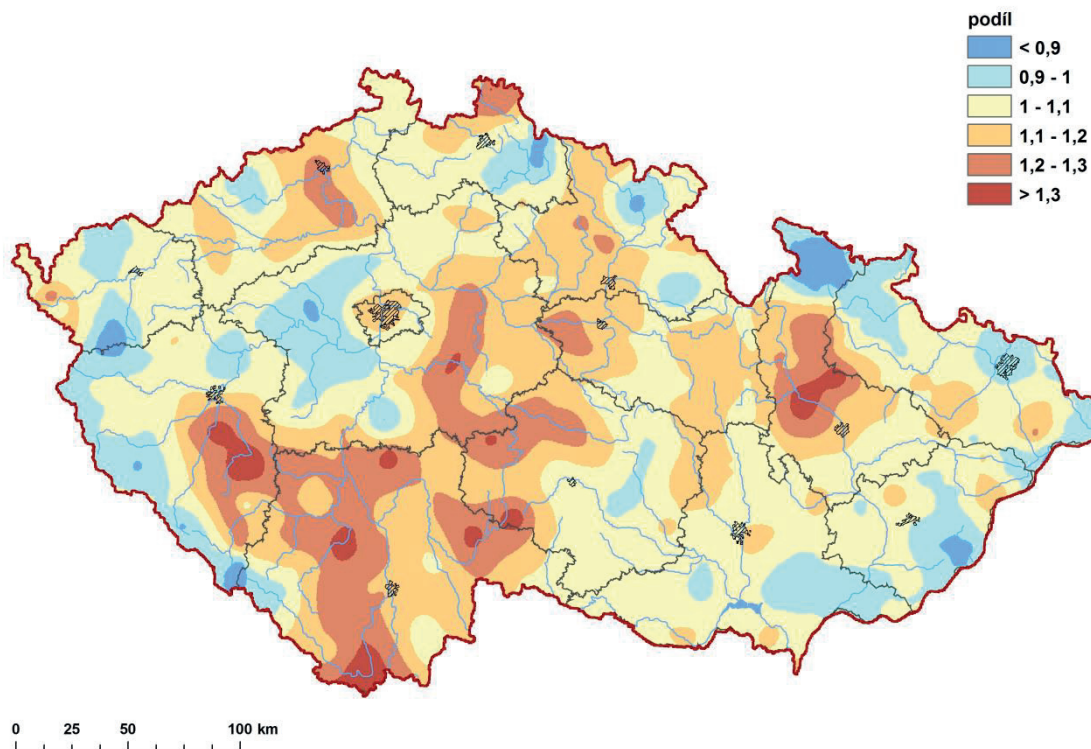


Obr. 10. Průměrný úhrn potenciální evapotranspirace v jednotlivých měsících v letech 1961–1990 a 2001–2018 a jejich rozdíl

Statisticky významný trend nárůstu hodnot výparu je zřejmý v období od ledna do května a pak také v měsících červenec a srpen kde dosahuje hodnoty 2,8 mm/10 let. V ročních hodnotách je pak statisticky významný nárůst o 13,7 mm / 10 let a trend růstu výparu je přítomný i v jarním a letním období (Tab. 1). K výraznému nárůstu hodnot výparu vzhledem k dlouhodobému průměru 1961–1990 (Obr. 12) dochází v posledních letech hlavně v oblasti jižních a jihozápadních Čech, ve Středočeském kraji a také na Olomoucku.



Obr. 11. Průměrný roční úhrn potenciální evapotranspirace v období 1961–2015



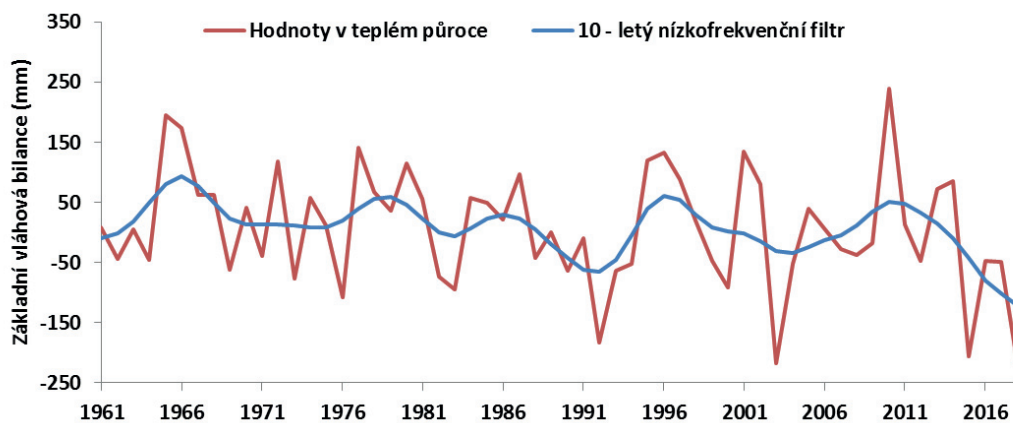
Obr. 12. Podíl průměrné sumy potenciální evapotranspirace v letech 2001–2015 vzhledem k normálu 1961–1990

3.1.2. Základní vláhová bilance

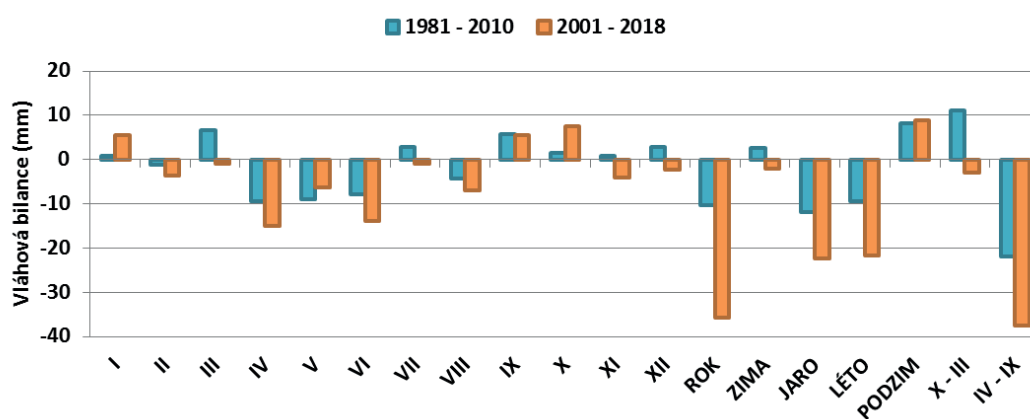
Charakteristika vláhové bilance je dána kombinací úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace. Díky tomu se v jejích hodnotách z dlouhodobého pohledu aplikuje vliv vzrůstajících teplot a zároveň výrazná časová a prostorová proměnlivost srážek. U základní vláhové bilance se při výpočtu potenciální hodnoty evapotranspirace neberou v úvahu vlhkostní podmínky podloží, tvořené půdním horizontem. V podstatě vyjadřuje vliv klimatických podmínek na bilanci (a taktéž na výpar) při současném potlačení všech ostatních činitelů, které výpar ovlivňují (půdní vlhkost apod.). Lze tedy hovořit o tzv. klimatické či základní vláhové bilanci (VLBI). Toto je nutno mít na zřeteli při případném vzájemném porovnávání základní vláhové bilance jednotlivých míst či oblastí

Z grafu ročních hodnot je patrné (Obr. 13), že od roku 1961 dochází v průměru k mírnému snižování hodnot vláhové bilance na území ČR, nicméně je v hodnotách pozorovatelná velmi výrazná meziroční variabilita. Výrazný pokles ročních hodnot vláhové bilance je však markantní v posledních letech. V průměru je roční suma vláhové bilance v České republice v období 1961–2018 kladná s hodnotou okolo 181 mm, na druhou stranu je nutné zdůraznit, že na velké části území (Obr. 15) je roční suma vláhové bilance na koci roku záporná a to i velmi výrazně.

U průměrných dlouhodobých hodnot vláhové bilance nebyl až na jednu výjimku zaznamenán statisticky významný trend. Pouze v jarních měsících března až květen je patrný pokles vláhové bilance o 8,5 mm / 10 let.



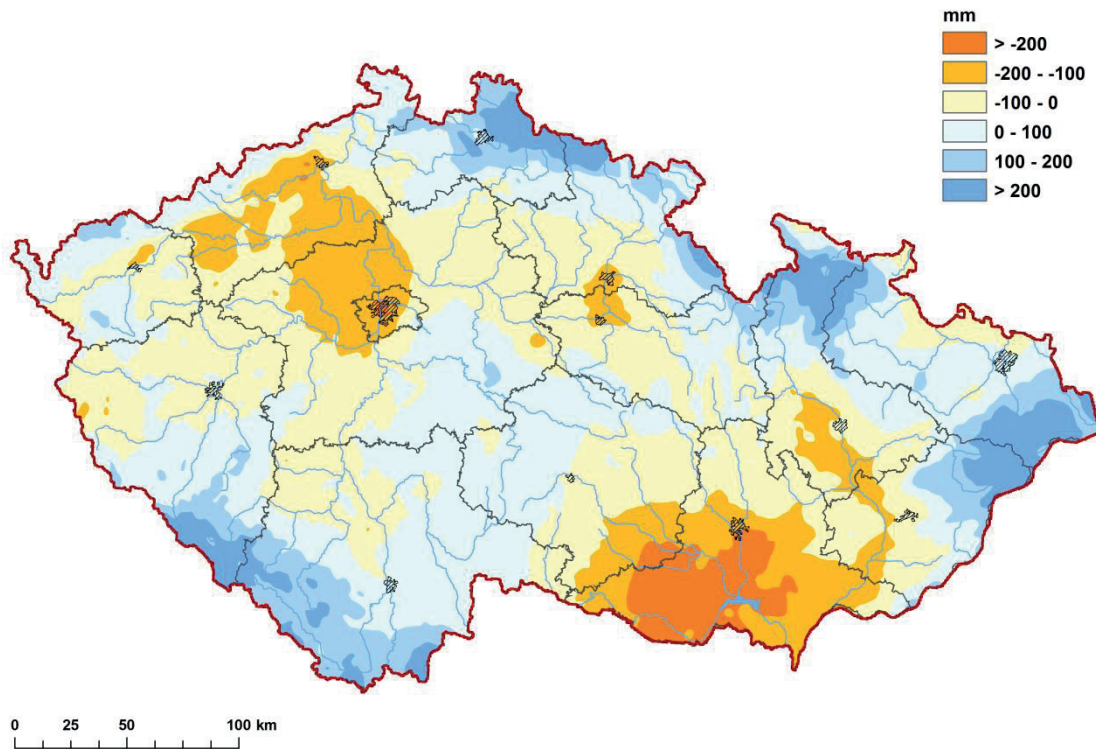
Obr. 13. Průběh úhrnů vláhové bilance za teplý půlrok (duben až září) v období 1961–2018 v České Republice



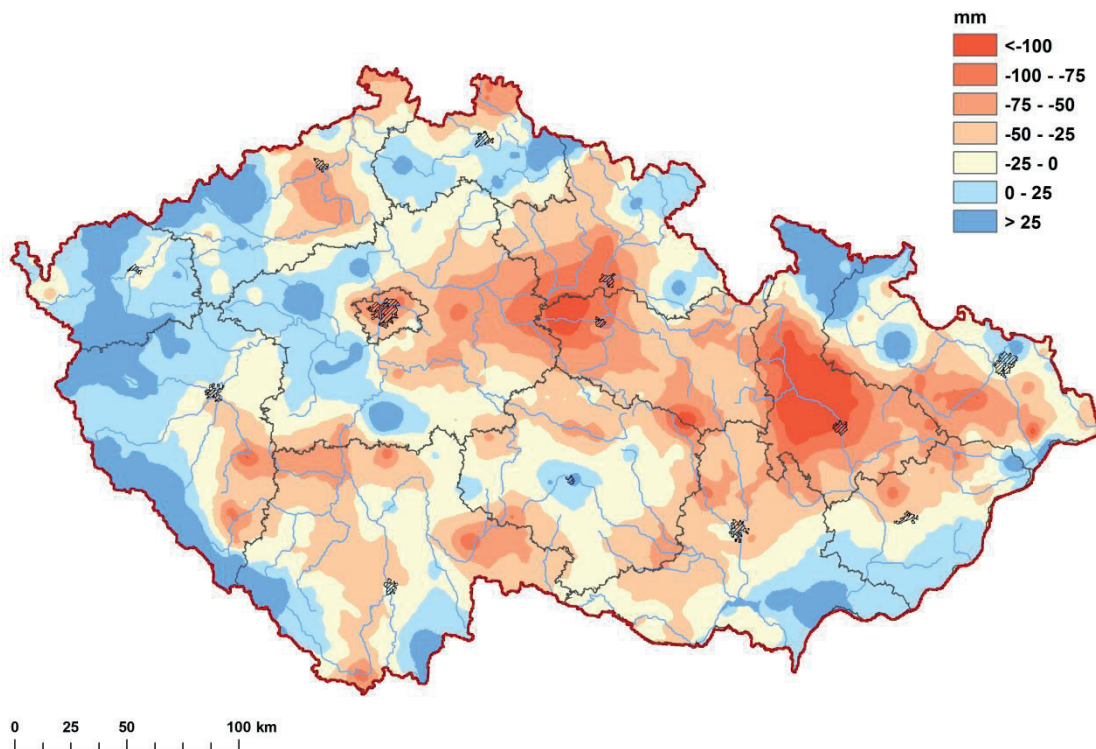
Obr. 14. Změna hodnoty vláhové bilance v České republice ve dvou obdobích 1981–2010 a 2001–2018 oproti dlouhodobému průměru 1961–1990

Nejvíce záporné hodnoty úhrnu vláhové bilance v teplém půlroce jsou patrné (Obr. 15) dlouhodobě na jižní Moravě a pak také v severozápadní části Čech. Ostatně negativní hodnoty vláhové bilance jsou za toto období zaznamenány zhruba na 1/2 území ČR. Pokud si srovnáme období 2001–2018 s dlouhodobým průměrem 1961–1990 (Obr. 14) tak k nejvyššímu poklesu stavu vláhové bilance dochází v teplém půlroce tedy na jaře a v létě hlavně na Olomoucku a v Polabí. K výraznému snížení hodnot pak dochází také na jižní a severní Moravě a v jižních Čechách (Obr. 16).

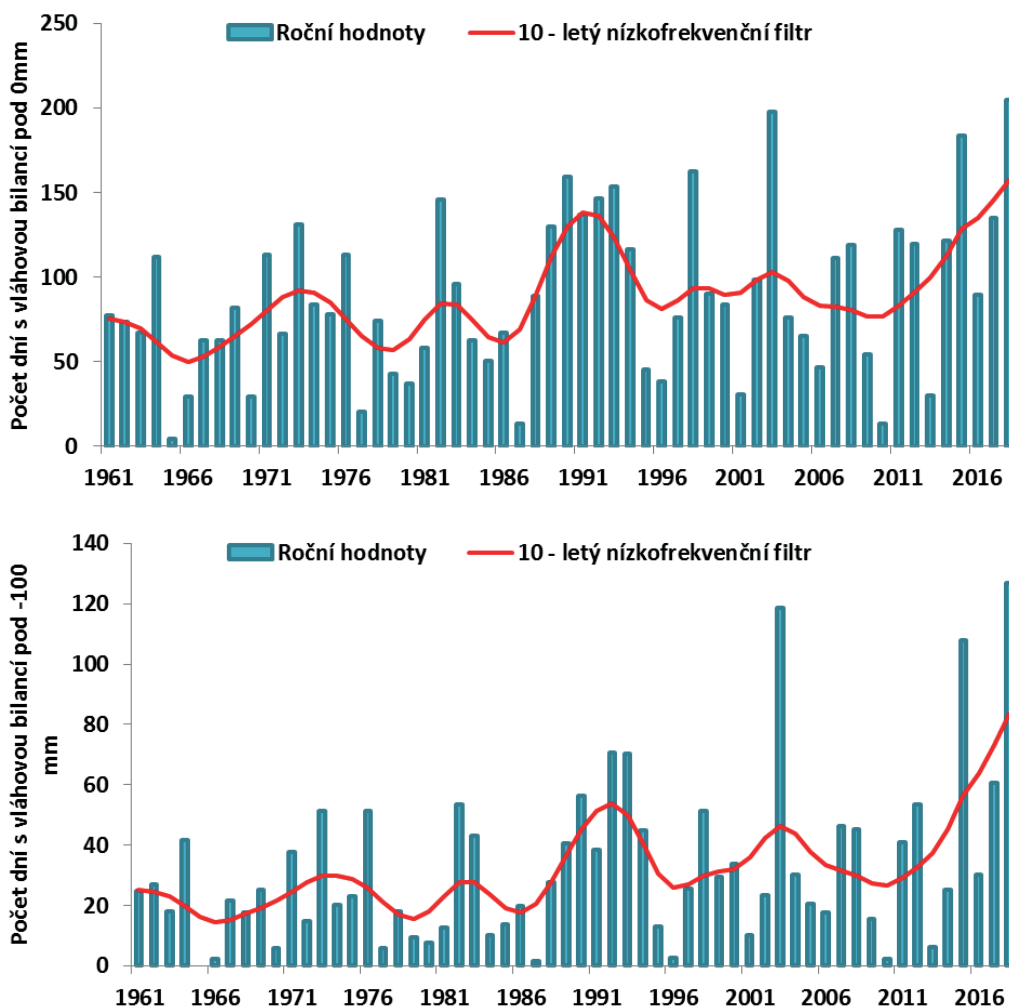
Sumy vláhové bilance za zkoumané období mohou být výrazně ovlivněny vysokými úhrny srážek ve dnech s bouřkami s vysokými srážkovými úhrny. Ty mohou v celkovém hodnocení nadlepnout vláhovou bilanci i v období s jinak převažujícím silně negativním stavem vláhové bilance a výrazným deficitem srážek. Analyzovány byly kumulativní hodnoty vláhové bilance od 1.1. do konce roku a byly zjištěny počty dnů, kdy se suma vláhové bilance od 1.1. během roku pohybovala pod 0 mm a jako výrazně negativní přetrvávající stav pak také pod -100 mm. Na Obr. 17 je patrný postupný nárůst počtu dnů s negativní kumulativní vláhovou bilancí pod 0 mm a stejný nárůst je patrný i u ročních počtů dnů s hodnotou vláhové bilance pod -100 mm. Na grafech jsou ostatně velmi dobře identifikovatelné velmi suché roky 2003, 2015 a 2018. Je vidět, že v suchých letech s vysokým výparem a deficitem srážek výrazně stoupá počet dní s negativní kumulativní hodnotou vláhové bilance.



Obr. 15. Suma vláhové bilance v období od dubna do září - průměrná hodnota v letech 1961–2015



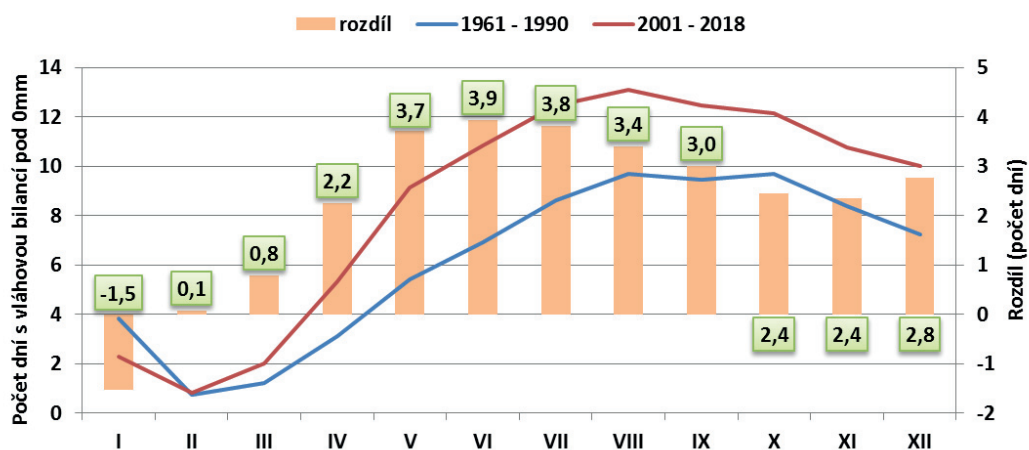
Obr. 16. Rozdíl průměrné sumy vláhové bilance během období duben až září v letech 2001–2015 vzhledem k normálu 1961–1990



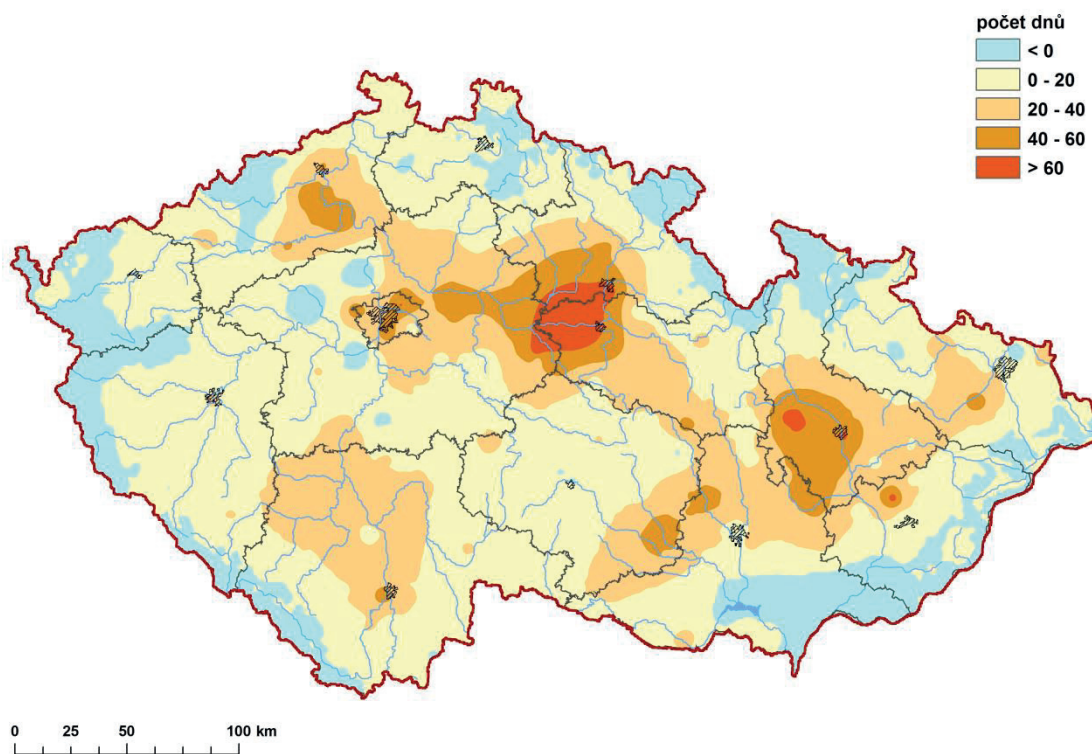
Obr. 17. Průběh ročních počtů dní s kumulativní hodnotou vláhové bilance (kumulativní suma od 1.1.) pod 0 mm (nahore) a pod -100 mm (dole) v období 1961–2018 v České republice

V období se suchem se pak dny s výrazně negativními kumulativními hodnotami vláhové bilance vyskytují zpravidla kontinuálně v delších periodách, které mohou být v některých případech přerušeny vlivem intenzivních srážek z konvektivních bouřek. Z rozdílu průměrných počtů dnů s kumulativní hodnotou vláhové bilance pod -100 mm za období 2001–2018 a dlouhodobého normálu 1961–1990 (Obr. 19) je vidět nárůst počtu dnů na většině území ČR s výjimkou nejvyšších partií hor. Nejvyšší nárůst je patrný v oblasti Polabí, na Královéhradecku a Pardubicku a částečně v Olomouckém kraji. V těchto oblastech je tedy možné poukázat na probíhající zvyšování srážkového deficitu společně s rostoucími úhrny výparu během roku, což nám zároveň indikuje v posledních letech vzrůstající predispozici k intenzivnějšímu vysušování krajiny. Stejně tak je patrné zvýšení průměrného počtu dnů s negativní sumou vláhové bilance v období 2001–2018 ve srovnání s normálovým obdobím 1961–1990 ve většině měsíců (Obr. 18).

Stejný poznatek je možné odvodit i ze zkoumání trendů, kdy statisticky významný trend mírného nárůstu počtu dnů s kumulovanou hodnotou vláhové bilance pod 0 mm a -100 mm vykazují měsíce květen až prosinec a všechny sezóny s výjimkou zimy (Tab. 1). V ročních hodnotách je trend nárůstu počtu dnů s vláhovou bilancí pod 0 mm 7,7 dne/10 let, u počtu dnů s vláhovou bilancí pod -100 mm je to pak 5,9 dne/10 let. To nám vlastně indikuje rozšiřování období s nepříznivými srážkovými a teplotními (výparnými) podmínkami v rámci roku s negativním dopadem na dostupnost vody či vláhy v krajině, její vysušnost a predispozici k rizikům typu přírodních požárů.



Obr. 18. Průměrný počet dní s kumulativní hodnotou vláhové bilance (kumulativní suma od 1.1.) pod 0 mm v jednotlivých měsících v letech 1961–1990 a 2001–2018 a jejich rozdíl



Obr. 19. Rozdíl průměrného ročního počtu dnů s kumulativní hodnotou (od 1.1.) vláhové bilance pod -100 mm v letech 2001–2015 od normálu 1961–1990

Tab. 1. Trendy potenciální evapotranspirace (mm/10 let), základní vláhové bilance (mm/10 let), počtu dní s kumulovanou hodnotou vláhové bilance od 1.1. pod 0 mm a pod -100 mm (dní/10 let) v České republice za období 1961–2018 pro jednotlivé měsíce, sezóny a rok (zvýrazněny jsou statisticky významné na hladině $p = 0,05$)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Potenciální evapotranspirace	0,530	0,770	1,210	2,060	2,400	1,430	2,800	2,790	0,130	-0,300	-0,250	0,150
Základní vláhová bilance (VLBI)	1,520	-1,480	-0,330	-3,990	-4,180	-3,590	0,160	-3,560	2,320	1,590	-1,370	-0,370
Počet dní s kum. VLBI pod 0 mm	0,000	0,000	0,010	0,120	0,650	1,020	1,110	1,130	1,040	0,940	0,830	0,850
Počet dní s kum. VLBI pod -100 mm	0,000	0,000	0,000	0,010	0,210	0,600	0,810	1,010	0,940	0,850	0,760	0,720

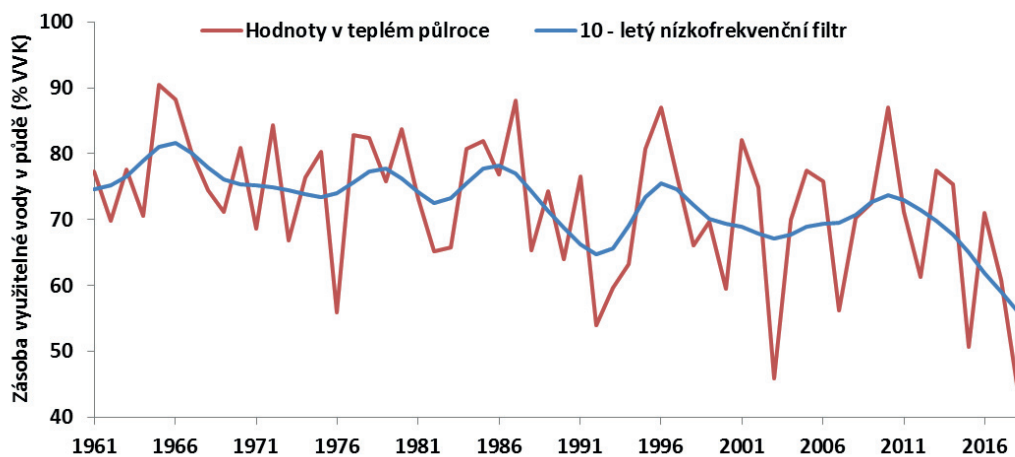
	ROK	ZIMA	JARO	LÉTO	PODZIM
Potenciální evapotranspirace	13,720	1,300	5,670	7,030	-0,420
Základní vláhová bilance (VLBI)	-13,280	-0,320	-8,510	-6,990	2,540
Počet dní s kum. VLBI pod 0 mm	7,710	0,390	0,780	3,260	2,820
Počet dní s kum. VLBI pod -100 mm	5,910	0,300	0,220	2,420	2,550

3.1.3. Stav vody v půdě charakterizovaný zásobou využitelné vody v půdě

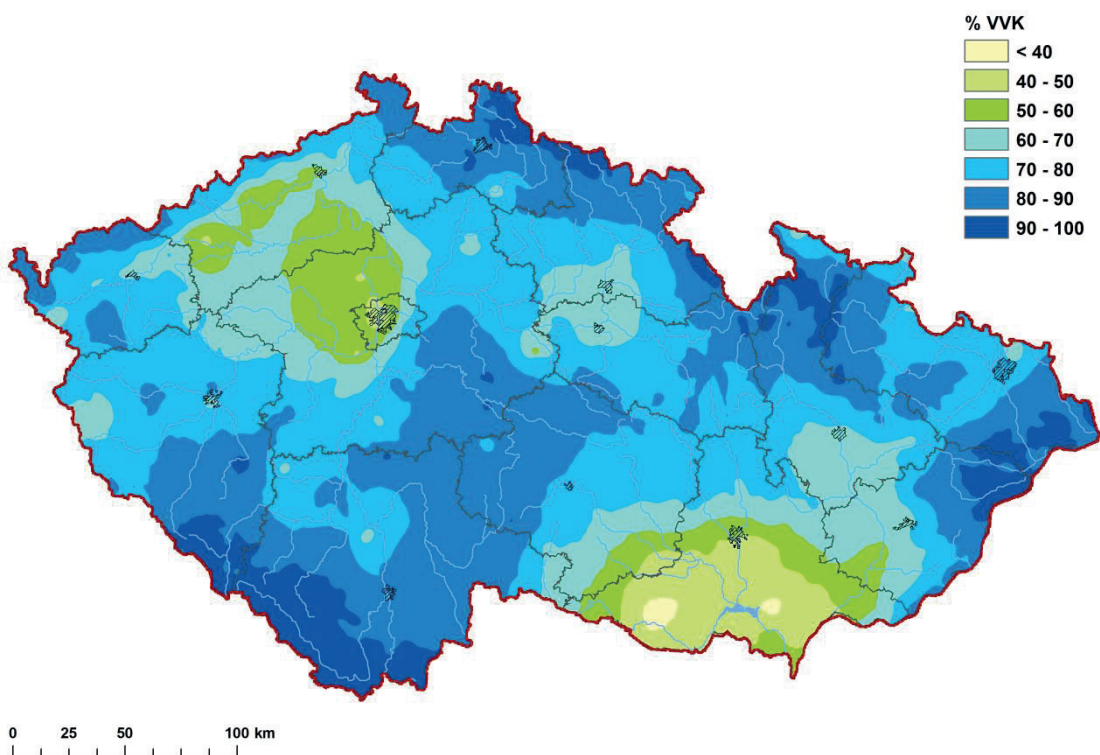
Problematika klimatických charakteristik a jejich nepříznivého vývoje se logicky odráží také v disponibilních zásobách vody v půdě. Co se týká analýzy stavu vody v půdě, jednou z možných charakteristik je počítaný aktuální deficit půdní vody pod travním porostem vyjádřený v mm, který charakterizuje množství vody v půdě, nedostávající se do polní vodní kapacity. K němu inverzní charakteristikou je pak hodnota zásoby využitelné vody v půdě, v našem případě pod travním porostem v mm či v % využitelné vodní kapacity (VVK). S její pomocí je možno obecně zjednodušenou formou určovat množství půdní vody v mm, které je v půdě obsaženo mezi základními půdními hydrolimity polní vodní kapacitou a bodem vadnutí. Obdobné vyjádření je možné v % využitelné vodní kapacity (VVK), která se bere jako vzájemný rozdíl mezi polní vodní kapacitou a bodem vadnutí. Jako vypařující povrch se pro zobecnění v tomto případě uvažuje travní porost. V rámci výstupů je tedy obsah vody v půdě vyjádřen pomocí vypočítané zásoby využitelné vody v půdě ve vrstvě 0–100 cm za předpokladu středně těžké půdy pokryté travním porostem v % využitelné vodní kapacity půdy (dále již jen % VVK). Toto zobecnění bylo zvoleno pro porovnání jednotlivých oblastí z hlediska obsahu vody v půdě v závislosti na různém vlivu měnících se meteorologických podmínek během roku v jednotlivých oblastech ČR a také z důvodu, že problematika vody v půdě je výrazně komplikována skutečností, že naše půdní poměry jsou velmi pestré a v naprosté většině případů různorodé i jen v širším okolí klimatologických stanic, kde probíhá měření vstupních meteorologických prvků do modelu. Proto pro analýzu a určení oblastí s nepříznivým vývojem dlouhodobých klimatických vlivů na stav zásob půdní vody bylo zvoleno toto zpracování.

Z hlediska vývoje hodnoty zásoby vody v půdě v období 1961–2015 (Obr. 20) je patrné snižování průměrných hodnot a to jak v roční zásobě, tak také v jednotlivých sezónách, převážně pak v létě. V časové řadě je zřejmá meziroční variabilita způsobená návazností této charakteristiky na srážkové úhrny v daných letech. Zároveň je v grafu velmi dobře možné identifikovat výrazně suché roky a také razantní snížení průměrných hodnot v posledních letech. Z hlediska sezón je pak statisticky významný pokles hodnot zaznamenán hlavně v jarní (o 1,2 % VVK / 10let) a letní sezóně (o 2,8 % VVK / 10let) a také velmi mírně v únoru (Tab. 2).

Z mapy na Obr. 21 je pak patrné rozložení lokalit s nejnižšími průměrnými hodnotami zásoby využitelné vody v období duben až září s výskytem hlavně na jižní Moravě, v Podkrušnohoří a v SZ části středních Čech.

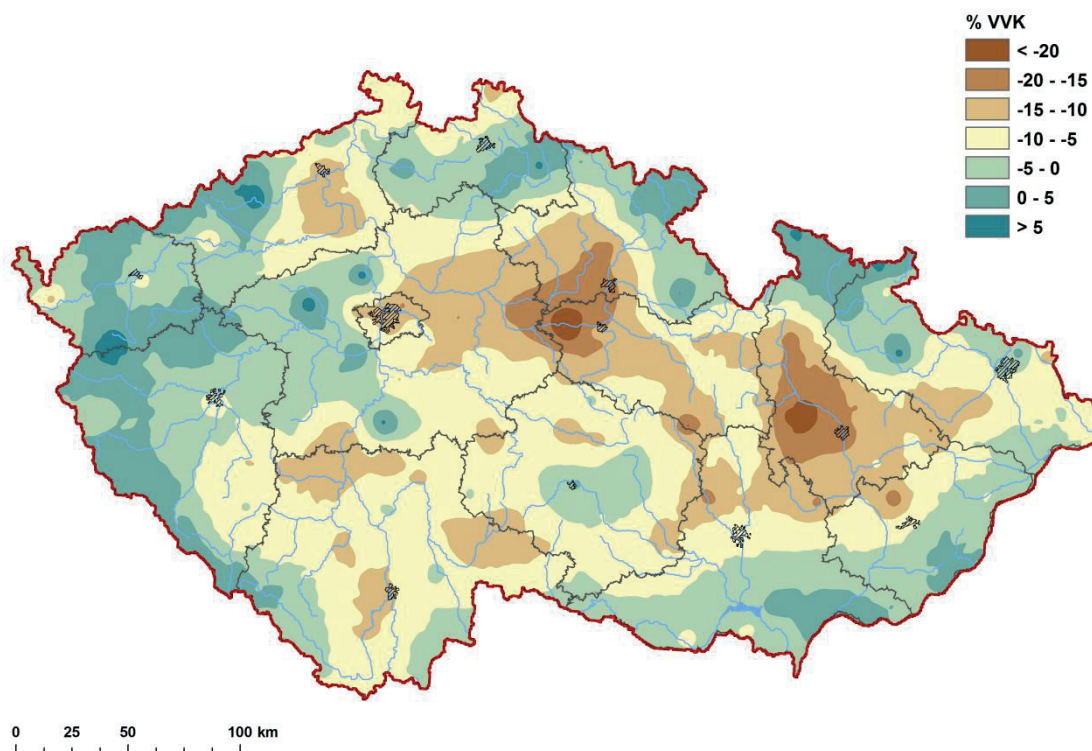


Obr. 20. Časový průběh průměrných hodnot zásoby využitelné vody v půdě za teplý půlrok (duben až září) v období 1961–2018 v České Republice



Obr. 21. Průměrná hodnota zásoby využitelné vody v půdě (v % VVK) v teplém půlroce (duben až září) v období 1961–2015

Z rozdílu mezi obdobími 2001–2015 a 1961–1990 (Obr. 22) je možno vyčíst ve kterých oblastech dochází v současnosti k nevýraznějšímu zhoršení podmínek ovlivňujících zásobu využitelné vody v půdě. Jedná se o oblasti Olomoucka a Hornomoravského úvalu, SZ část Českomoravské vysočiny, Polabí a Královéhradecka. Toto prostorové rozložení do značné míry koresponduje s analýzami rozdílů pro stejná období u charakteristiky základní vláhové bilance.

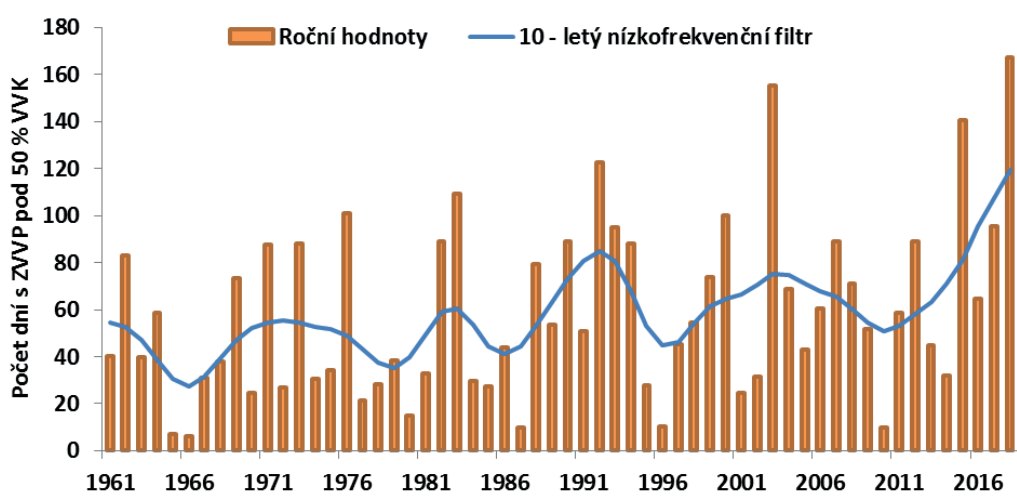
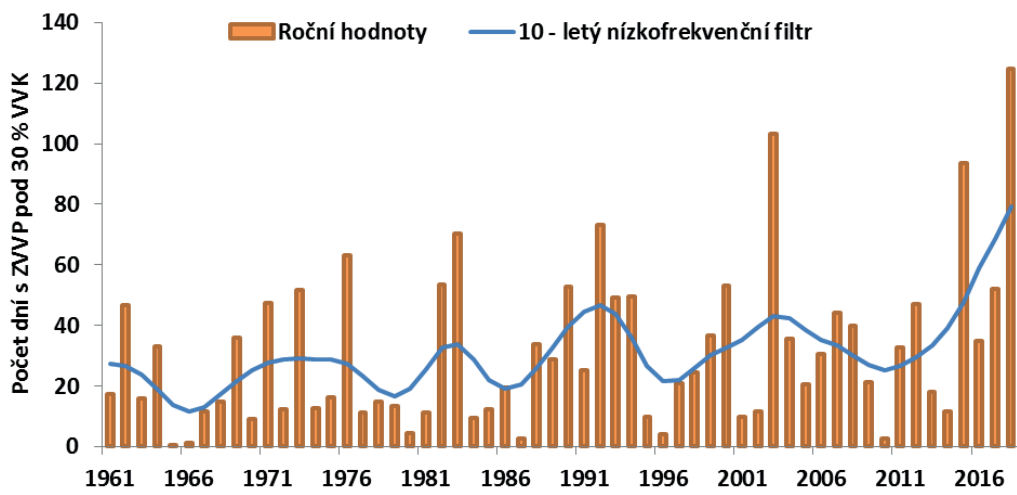


Obr. 22. Rozdíl průměrné zásoby využitelné vody v půdě během období duben až září v letech 2001–2015 vzhledem k normálu 1961–1990

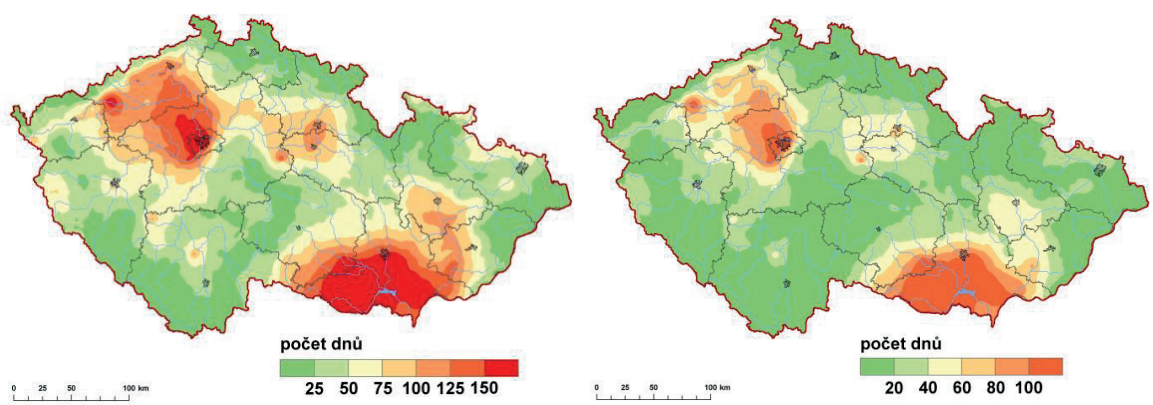
S ohledem na negativní dopady a rizika plynoucí z nedostatku zásoby využitelné vody v půdě pro krajinu a s tím spojené vysychání půdního profilu, byly pro celé období 1961–2015 analyzovány charakteristiky počtu dnů s hodnotami zásoby využitelné vody v půdě (ZVVP) pod 50 % VVK, ukazující na sníženou dostupnost půdní vláhly pro rostliny a také počty dnů s hodnotami ZVVP pod 30 % VVK, které už znamenají stres suchem. V oblastech vyznačujících se v dlouhodobém hledisku vysokým počtem takových dnů panuje při součinnosti dalších faktorů, např. porostních podmínek či působení nevhodné lidské činnosti, značná pravděpodobnost možnosti výskytu sucha i s jeho dalšími doprovodnými negativními projevy a riziky včetně požárů vegetace.

Analýza dat od roku 1961 ukazuje na pozvolný nárůst ročních počtů dní s ZVVP pod 50 i 30 % VVK. V průměru bylo v letech 2001–2018 v ČR za rok dní se ZVVP pod 50% VVK 72, z toho v teplém půlroce (období duben až září) pak 47. Počet dní s ZVVP pod 30 % VVK bylo ve stejném období v průměru za rok 41 a v období duben až září 26. Statisticky významný nárůst počtu dnů s ZVVP pod 50 % VVK byl zaznamenán v měsících květen až červenec a ze sezón pak v teplém půlroce o 2,6 dne/10 let. U charakteristiky počtu dní s ZVVP pod 30 % VVK pak byl statisticky významný nárůst zaznamenán v měsících květen a červen a pak také v teplém půlroce (o 3,7 dne / 10 let) (Tab. 2).

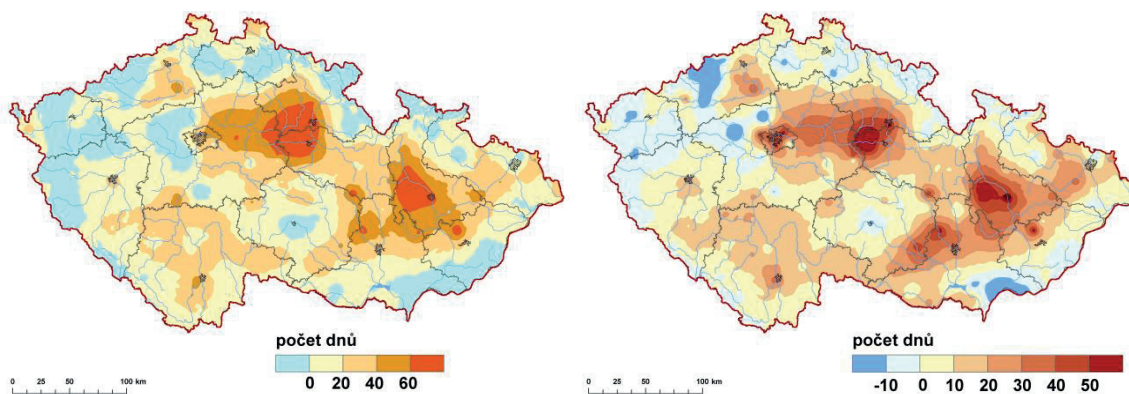
Oblastmi s nejvyššími počty dnů s nízkými hodnotami zásoby využitelné vody v půdě jsou podobně jako u výše analyzovaných charakteristik jižní Morava, Haná a pak také SZ středních Čech a oblast srážkového stínu v Podkrušnohoří (Obr. 24). Na rozdílových mapách na Obr. 25 je pak vidět míru nárůstu počtu dní. Oblasti s nejvyšším nárůstem jsou hlavně v Polabí, dále je to Královéhradecko a Pardubicko a na Moravě pak Haná, Olomoucko a SZ část Jihomoravského kraje.



Obr. 23. Průběh ročních počtů dní se zásobou využitelné vody v půdě pod 30 % VVK (nahore) a pod 50 % VVK (dole) v období 1961–2018 v České Republice



Obr. 24. Průměrný roční počet dní se zásobou využitelné vody v půdě pod 50 % VVK (vlevo) a pod 30 % VVK (vpravo) v období 1961–2015



Obr. 25. Rozdíl průměrného ročního počtu dní se zásobou využitelné vody v půdě pod 50 % VVK (vlevo) a pod 30 % VVK (vpravo) v letech 2001–2015 vzhledem k normálu 1961–1990

Tab. 2. Trendy zásoby využitelné vody v půdě (% VVK/10 let), počtu dní se zásobou využitelné vody v půdě pod 50 % VVK a pod 30 % VVK (den/10 let) v České republice za období 1961–2018 pro jednotlivé měsíce, sezóny a rok (zvýrazněny jsou statisticky významné na hladině $p = 0,05$)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Zásoba využitelné vody v půdě	-0,030	-0,150	-0,220	-0,930	-2,520	-3,140	-2,720	-2,680	-2,200	-1,260	-1,590	-1,640
Počet dní s ZVVP pod 50 % VVK	0,000	0,000	0,000	0,000	0,160	0,610	0,880	1,070	0,860	0,620	0,540	0,330
Počet dní s ZVVP pod 30 % VVK	0,000	0,000	0,000	0,020	0,770	1,240	1,320	1,110	0,970	0,700	0,710	0,620

	ROK	ZIMA	JARO	LÉTO	PODZIM
Zásoba využitelné vody v půdě	-1,590	-0,310	-1,220	-2,850	-1,680
Počet dní s ZVVP pod 50 % VVK	5,060	0,130	0,160	2,560	2,010
Počet dní s ZVVP pod 30 % VVK	7,470	0,290	0,790	3,680	2,380

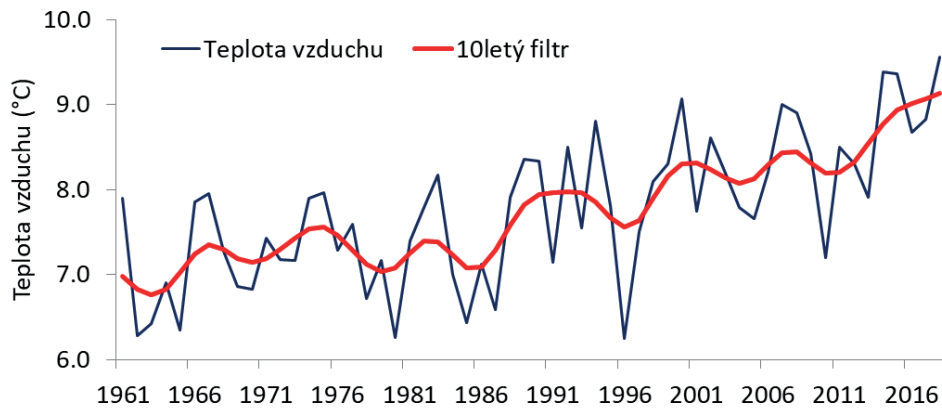
Prezentované charakteristiky podléhají samozřejmě určitému stupni zjednodušení a zobecnění v důsledku použitého výpočetního postupu a také s ohledem na potřebu jednotného srovnání oblastí v rámci ČR s dominantním zohledněním vlivu klimatických podmínek na výsušnost krajiny. Nicméně využití analýzy výstupů jednotlivých charakteristik pro stanovení potenciálně ohrožených oblastí a míry jejich ohrožení s ohledem na stav klimatických podmínek se jeví jako vhodné. Stejně tak, jako jejich použití v ansámblu metod při kontinuálním monitoringu vláhových podmínek v krajině dle průběhu pozorovaných meteorologických prvků a určování míry rizika např. pro vznik požárů. Tak je možné definovat lokality s vláhově nepříznivými podmínkami a to jak z dlouhodobého hlediska, tak i v průběhu daného sledovaného období v reálném čase.

3.1.4. Změna základních parametrů „požárního počasí“

Za základní parametry požárního počasí je brána teplota vzduchu, srážky, vlhkost vzduchu a rychlost větru. Změny těchto základních prvků ovlivňují riziko vzniku a šíření přírodních požárů.

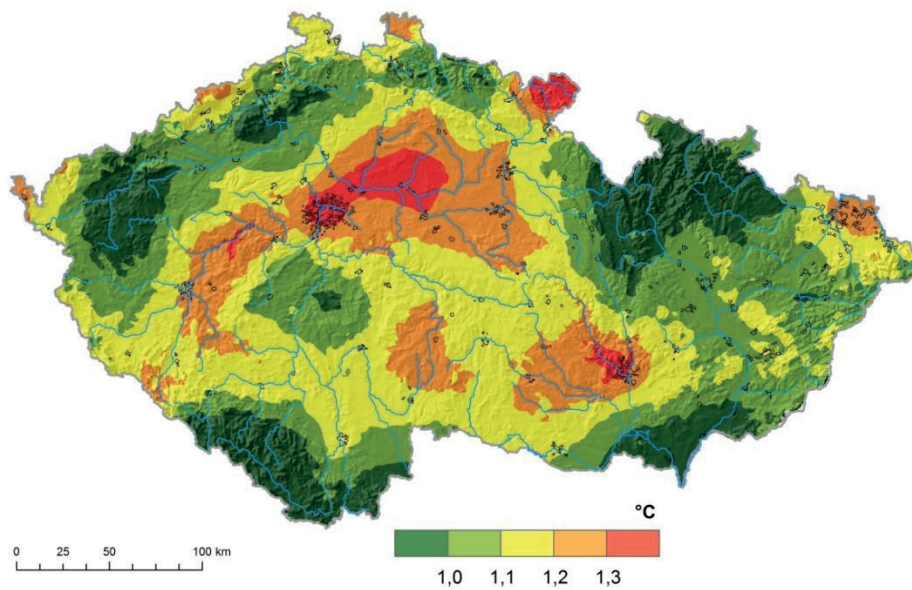
3.1.4.1. Teplota vzduchu

Od 60. let 20. století je pozorován postupný růst teplot vzduchu, který se zintenzivnil hlavně od 80. let 20. století. Jak lze vidět na Obr. 26, tak nejteplejší období ze všech zvolených je období od roku 2001. Zde byla průměrná teplota vzduchu pro Českou republiku 8,4 °C. Oproti tomu v normálovém období 1961–1990 jen 7,2 °C, tedy o 1,2 °C nižší než je současný stav (Obr. 28). Období 1981–2010 bylo teplejší než normál 1961–1990 o 0,6 °C. Největší oteplení je pozorováno hlavně ve velkých městech jako je Praha a Brno, kde působí tepelný ostrov města (Obr. 27). Dále k výraznějšímu nárůstu teplot vzduchu došlo v Polabí a v okolí Brna.

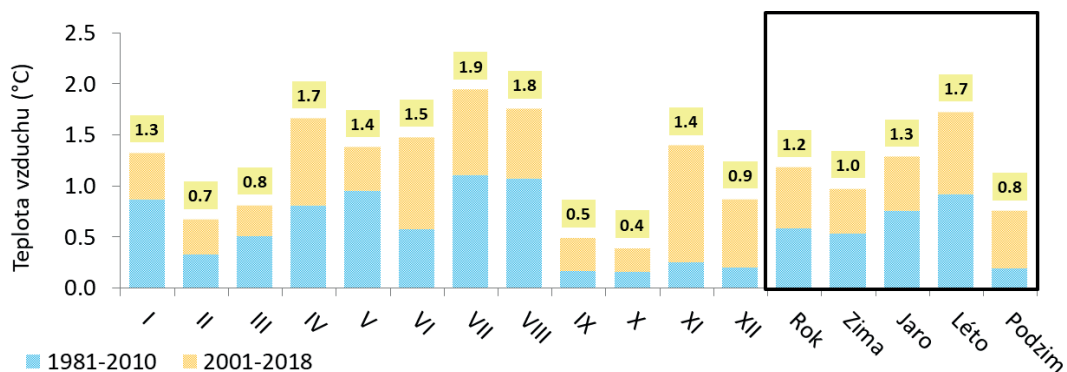


Obr. 26. Průměrná teplota vzduchu v České republice v letech 1961–2018

Rozdíl roční teploty vzduchu v letech 2001–2016 od normálu 1961–1990



Obr. 27. Rozdíl roční teploty vzduchu v letech 2001–2016 od normálu 1961–1990



Obr. 28. Změna teploty vzduchu v České republice ve dvou obdobích 1981–2010 a 2001–2018 oproti dlouhodobému průměru 1961–1990

Růst teplot vzduchu je statisticky významný ve všech sezónách. K největší změně došlo v létě (0,44 °C/10 let). Jaro a zima se otepluje podobnou rychlostí (0,37 °C/10 let). Jak lze vidět na Obr. 28,

tak naopak nejmenší trend se vyskytuje na podzim (0,18 °C/10 let), ale i zde došlo v posledních letech k intenzivnějšímu nárůstu. Ve všech měsících je pozorován statisticky významný nárůst teplot vzduchu s výjimkou února, září a října. Nejsilnější trend je v červenci a srpnu (0,49 °C/10 let) a také v lednu (0,45 °C/10 let).

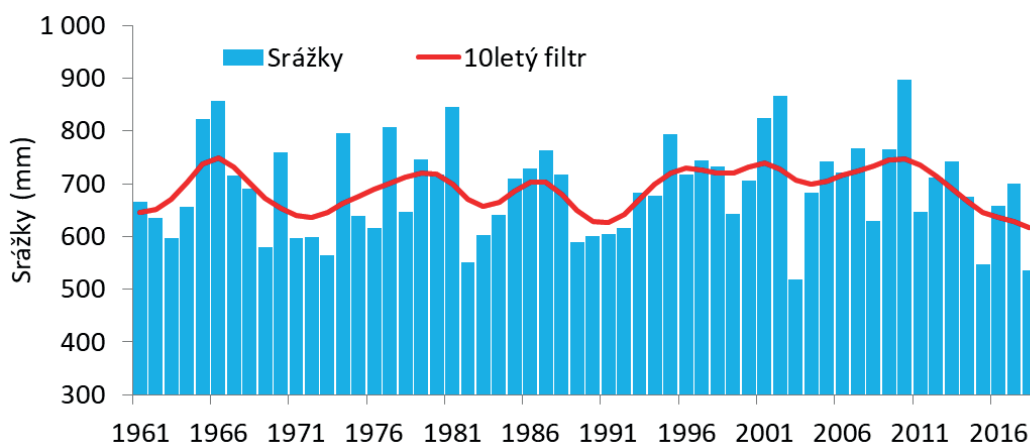
3.1.4.2. Srážky

Srážky v České republice jsou velmi variabilní. Suché a vlhké roky/periody/měsíce se významně střídají (Obr. 29). To je důvod, proč u srážek není vykazován statisticky významný trend (Tab. 3). Dochází ale ke změně charakteru srážek. Statisticky významně nám roste počet dní s vyššími úhrny srážek (nad 10 až 50 mm/den), které jsou způsobeny většinou bouřkovou činností v letních měsících. Oproti tomu roste počet a délka epizod, kdy nám prší jen velmi málo či vůbec.

V normálovém období 1961–1990 byla průměrná suma srážek za Českou republiku 682 mm, což bylo o něco méně, než je pozorováno v současné době. V období 1981–2010 byla naměřeny průměrné srážky na hodnotě 703 mm a v posledních 18 letech (2001–2018) 702 mm. K největší změně srážek došlo na území jižních Čechách, kde je nárůst i přes 10 %. K nárůstu srážek došlo i na západě republiky. Na zbytku republiky jsou většinou změny do 4 % (Obr. 30).

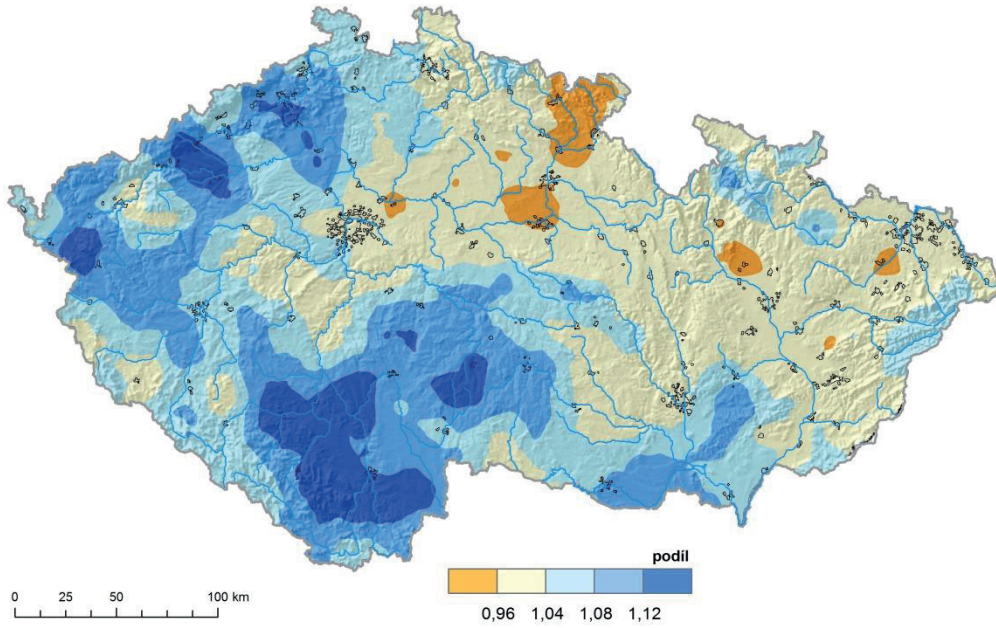
Větší srážkový deficit byl pozorován od roku 2015, kdy průměrná hodnota ročních srážek dosahuje 601 mm (2015–2018) a v České republice až do poloviny roku 2019 je pozorován kumulovaný deficit 402 mm, což je o 14 % méně než je obvyklé (Obr. 31).

Nejvíce srážek spadne v letních měsících a to hlavně díky bouřkových situacím, které mají za následek spíše odtok vody z krajiny. Naopak nejméně srážek spadne v zimě. K nejmenší změně dochází v jarních měsících, kdy úhrny jsou prakticky shodné skrz všechny zkoumané období.



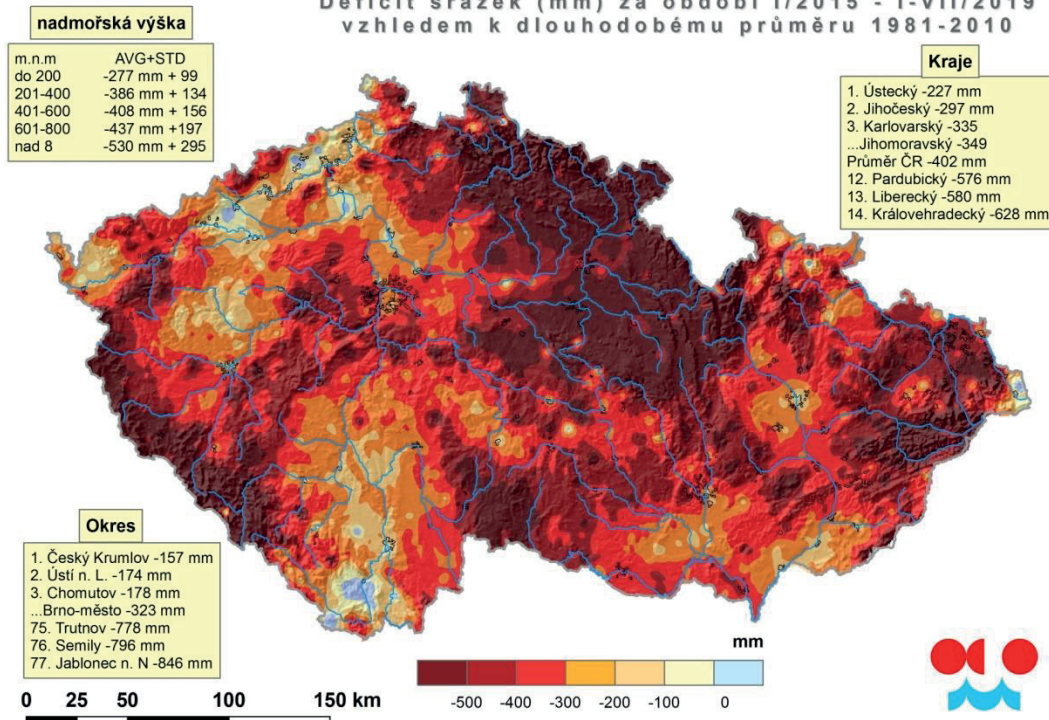
Obr. 29. Průměrná roční suma srážek na území České republiky v letech 1961–2018

Rozdíl roční sumy srážek v letech 2001-2016
od normálu 1961-1990



Obr. 30. Rozdíl sumy srážek v letech 2001–2016 vzhledem k normálu 1961–1990

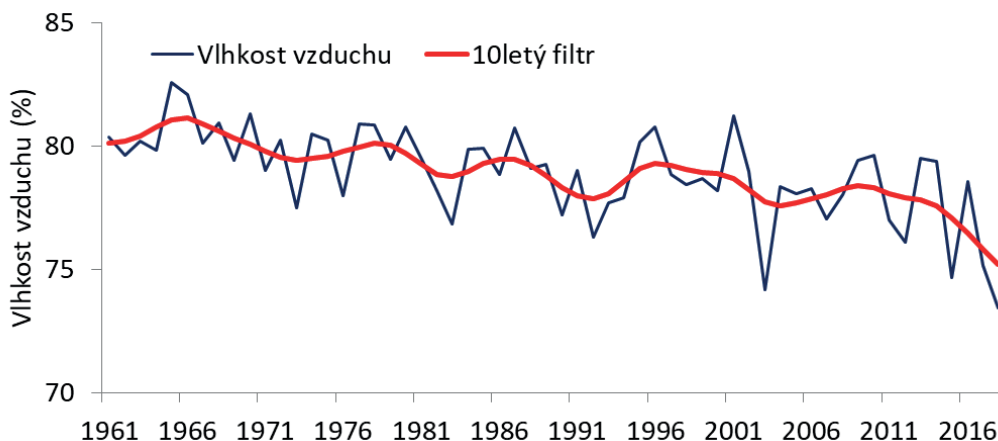
Deficit srážek (mm) za období I/2015 - I-VII/2019
vzhledem k dlouhodobému průměru 1981-2010



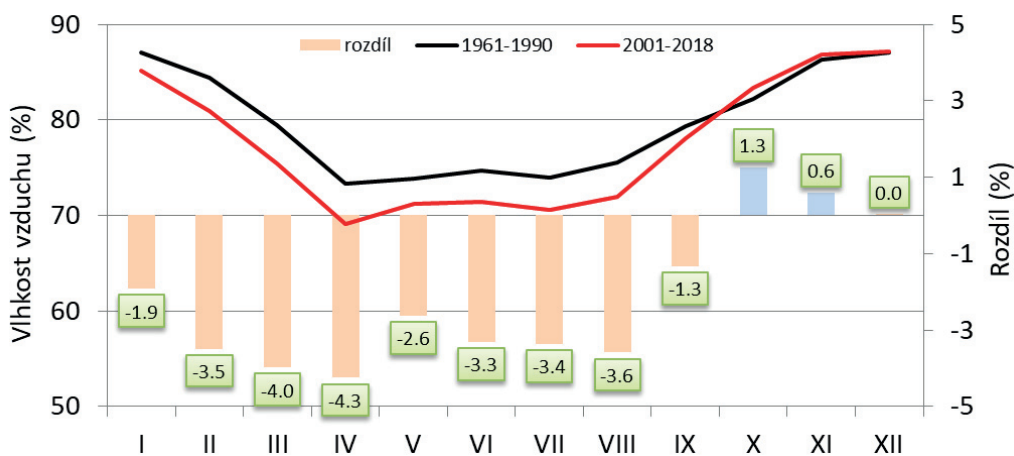
Obr. 31. Deficit srážek (mm) za období leden 2015 až červenec 2019 vzhledem k dlouhodobému průměru 1981–2010

3.1.4.3. Vlhkost vzduchu

Díky vyšším teplotám, slunečnějšímu počasí a nevýznamné změně srážek dochází k poklesu vlhkosti vzduchu. Průměrná vlhkost vzduchu v normálovém období 1961–1990 byla 79,8 % (Obr. 32). Oproti tomu v posledních 15 letech (2001–2018) to už bylo jen 77,6 %. Největší vlhkost vzduchu je v zimních měsících a to 86,2 % v období 1961–1990. Naopak v letech 2001–2018 klesla průměrná vlhkost vzduchu v zimě v České republice na 84,4 %. Nejmenší vlhkost je v jarních a letních měsících. Ta se pohybovala okolo 75 % v letech 1961–1990, ale v současných podmínkách změněného klimatu je průměr 71 % (Obr. 33).



Obr. 32. Průměrná roční vlhkost vzduchu na území České republiky v letech 1961–2018

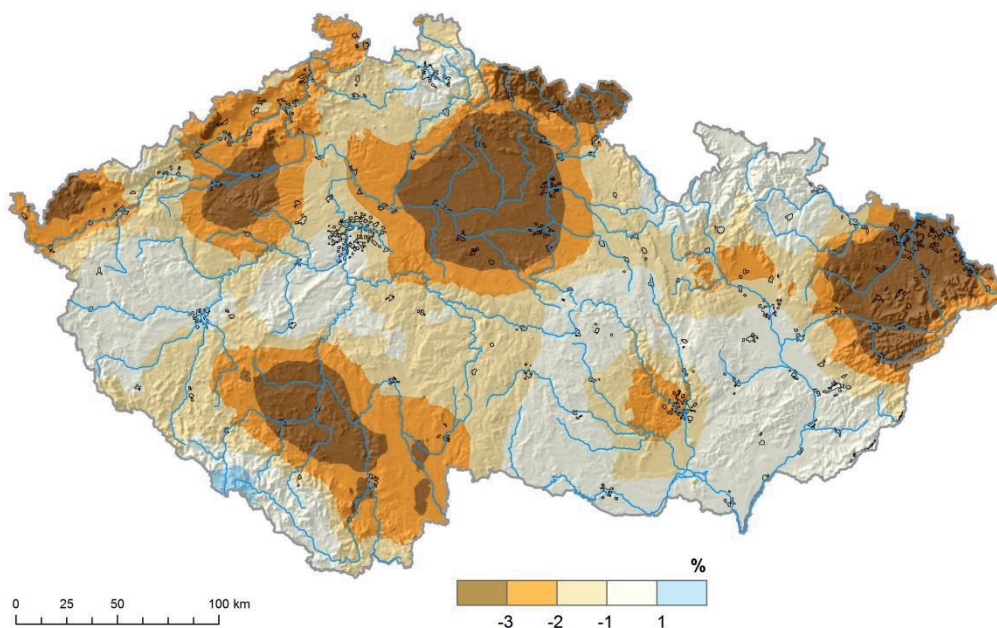


Obr. 33. Vlhkost vzduchu v jednotlivých měsících v letech 1961–1990 a 2001–2018 a jejich rozdíl

Statisticky významná změna vlhkosti vzduchu je pozorována u všech sezón s výjimkou podzimu (Tab. 3). K největšímu poklesu dochází na jaře (-1,10 %/10 let) a v létě (-0,99 %/10 let). Z jednotlivých měsíců je statisticky významný pokles pozorován od ledna po srpen. Po zbytek roku jsou změny již nevýznamné.

Největší změny jsou lokálně významně ohraničené. Pokles o více než 3 % v posledních letech oproti normálu je pozorován v Polabí, Slezsku, jižních Čechách, v Krkonoších a v závětrné straně Krušných hor. Růst vlhkosti je slabě lokalizován na malém území na Šumavě (Obr. 34).

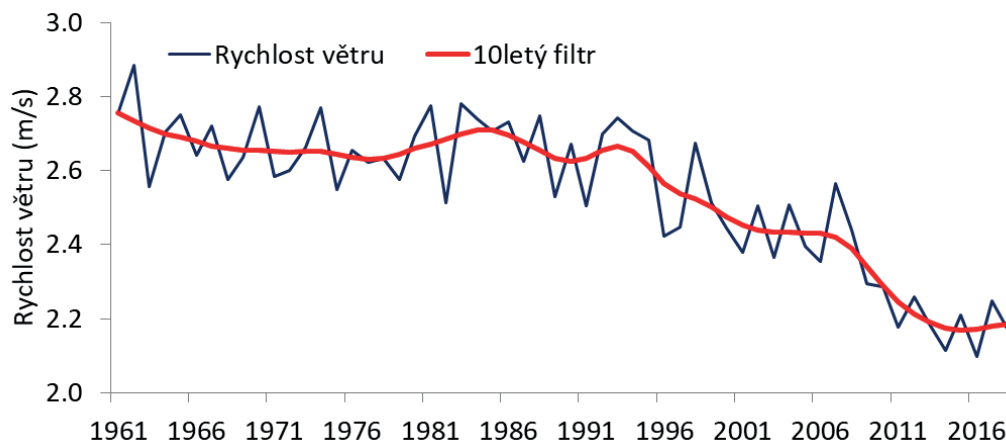
Rozdíl roční průměrné vlhkosti vzduchu v letech 2001–2016 od normálu 1961–1990



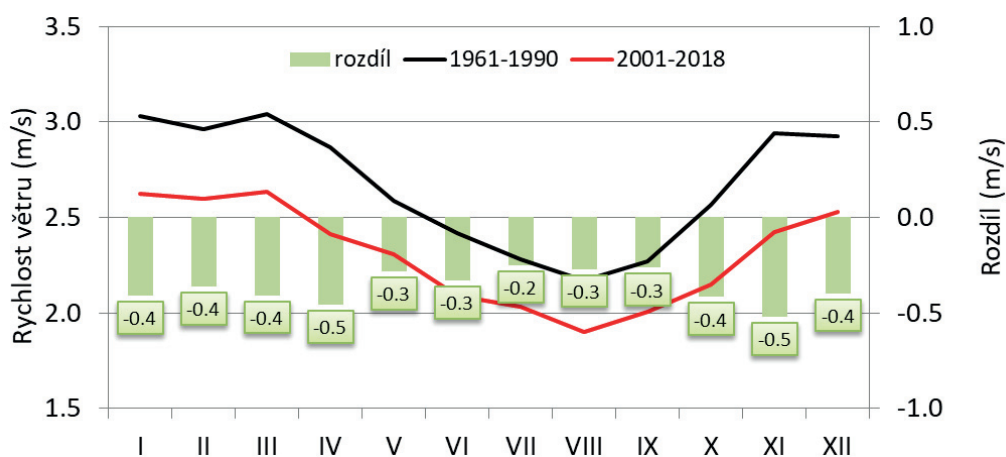
Obr. 34. Rozdíl vlhkosti vzduchu v letech 2001–2016 vzhledem k normálu 1961–1990

3.1.4.4. Rychlost větru

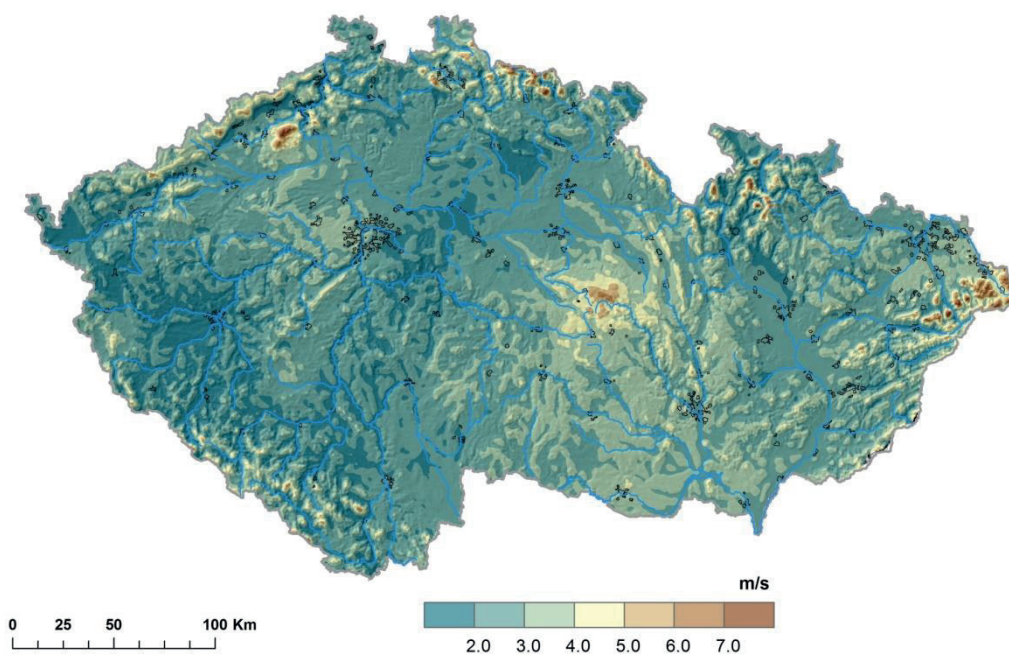
Jak bylo popsáno v publikacích Brázdil (2016, 2017) tak nejen v České republice je pozorován viditelný pokles rychlosti větru (Obr. 35). Ten je dán hlavně změnou drsnosti terénu (výstavba, zalesňování atd.). Průměrná roční rychlost větru je v celém zkoumaném období 2,5 m/s. Větrnější počasí je pozorováno během zimy (2,8 m/s), naopak v létě je vítr převážně vázán na bouřkové situace, tedy na krátkodobé situace a průměr je jen 2,2 m/s. Nejvyšší rychlosti větru jsou dosahovány na horách (Lysá hora, Milešovka), naopak nejméně větrnou oblastí jsou západní a jižní Čechy (Obr. 37).



Obr. 35. Průměrná roční rychlost větru na území České republiky v letech 1961–2018



Obr. 36. Rychlost větru v jednotlivých měsících v letech 1961–1990 a 2001–2018 a jejich rozdíl

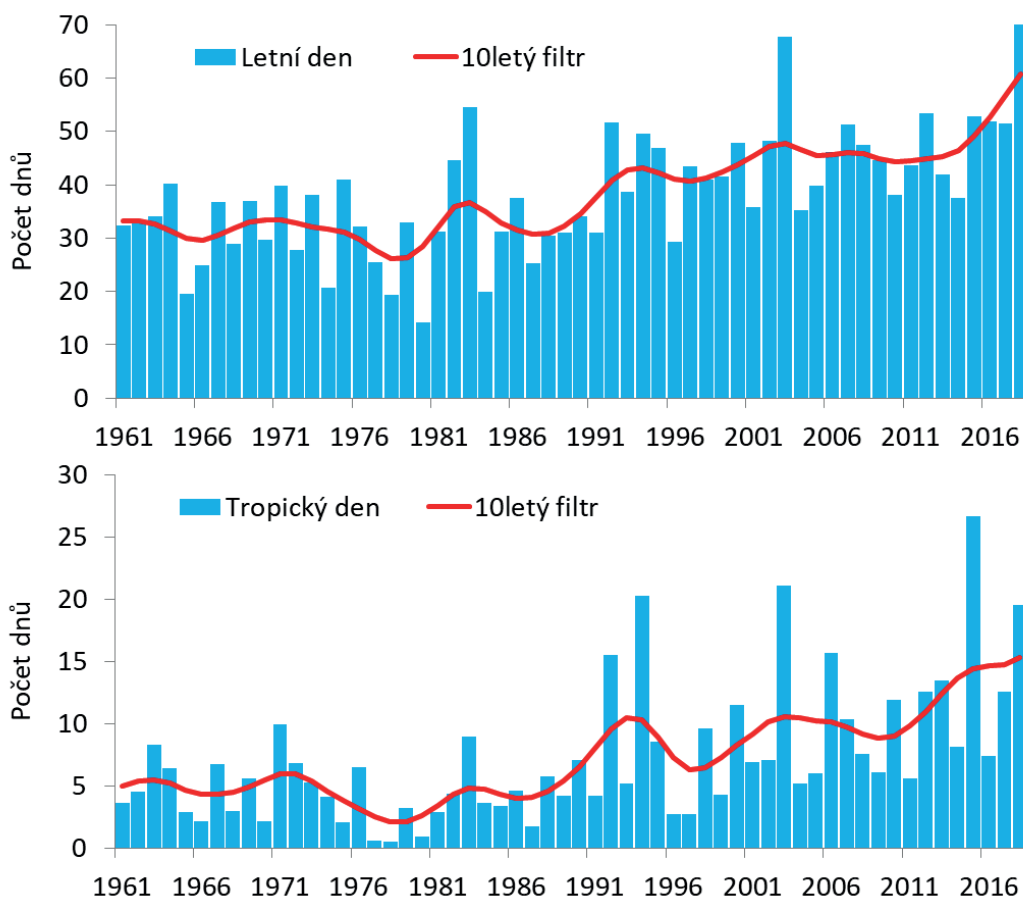


Obr. 37. Průměrná roční rychlost větru na území České republiky v letech 1961–2015

Jak lze vidět na Obr. 36, tak ve všech měsících je pozorován pokles průměrné rychlosti větru v posledních 18 letech o 0,4 až 0,5 m/s oproti 1961–1990. Statisticky významný záporný trend je pozorován v České republice v letech 1961–2018 ve všech sezónách a měsících. Tento pokles je od 0,07–0,16 m/s za dekádu. Největší záporný trend je v listopadu. Výraznější pokles rychlosti větru je pozorován v horských oblastech, naopak změna v nížinách je podstatně menší (Zahradníček a kol. 2018).

3.1.4.5. Teplotní indexy zvyšující výrazně riziko přírodního požáru

Jelikož růst teplot je výrazně pozorován v letních měsících, tak se to logicky projevuje ve zvýšeném počtu letních a tropických dní (maximální teplota vzduchu vyšší než 25 °C resp. 30 °C). V tyto dny riziko požáru výrazně roste.

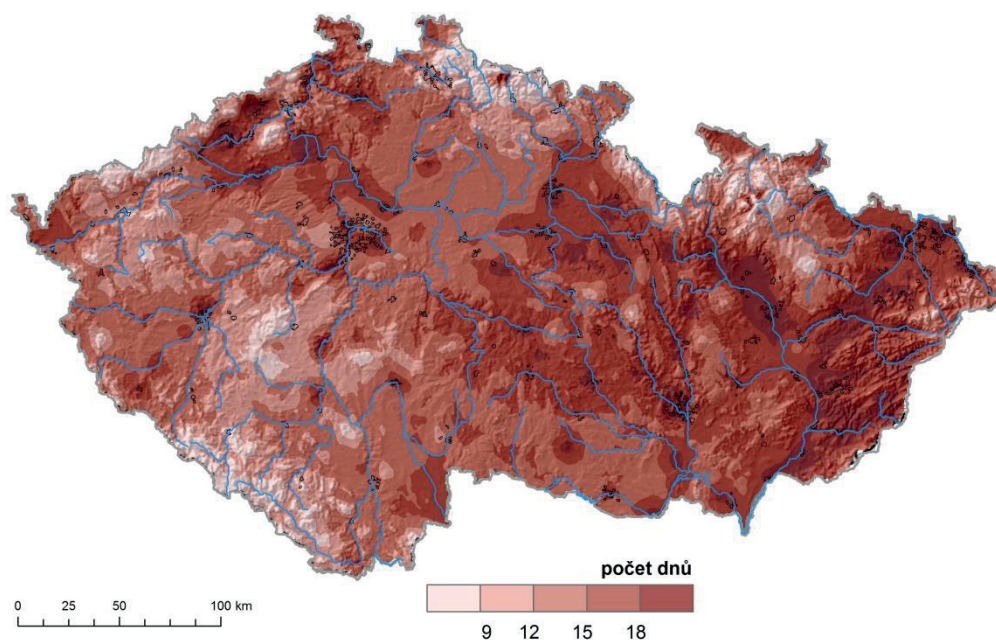


Obr. 38. Počet letních (nahore) a tropických (dole) dnů v letech 1961–2018 na území České republiky

V České republice se vyskytovalo v průměru 38,5 letních dnů za rok v období 1961–2018. Je zde pozorována velká změna mezi normálovém období 1961–1990 a současným změněným klimatem 2001–2018. Průměrná hodnota v letech 1961–1990 byla 31,6 dní. V posledních 18 letech byl nárůst těchto dní o 52 % a to na průměrnou hodnotu 48 dní za rok (Obr. 38).

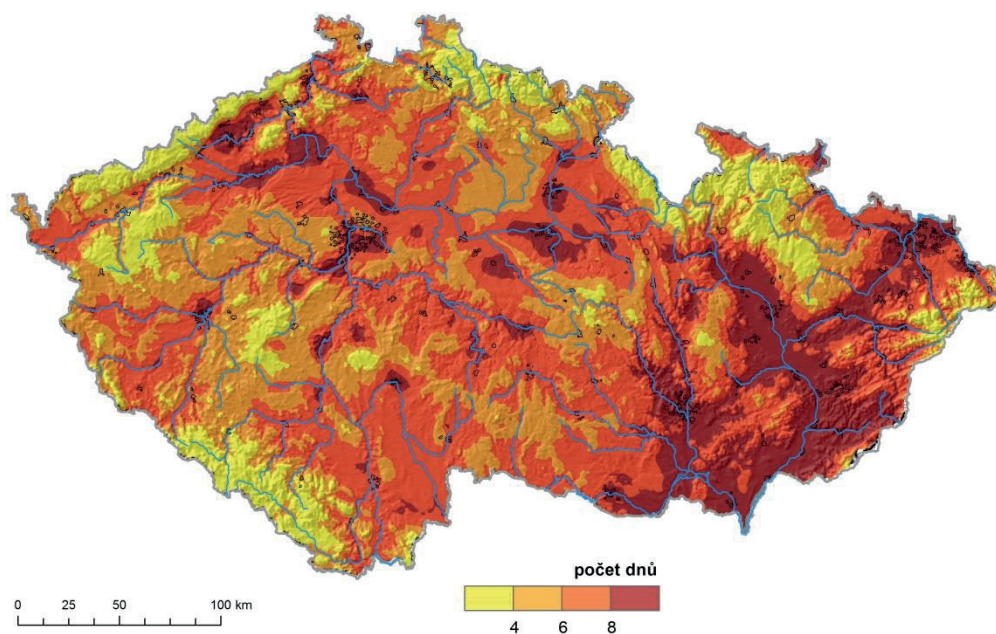
Podobná situace je i v případě tropických dní. Těchto dnů se v průměru objevuje jen pár za rok (7,2 dní v období 1961–2018), ale v posledních letech pozorujeme výrazný nárůst (Obr. 38). Například v roce 2015 se vyskytovalo kolem 26 tropických dnů, což je klimatickými projekcemi modelováno až pro konec tohoto století a to podle nejalarmističtějšího emisního scénáře RCP 8.5. V letech 1961–1990 bylo pozorováno v průměru jen 4,4 tropických dní za rok. V období 1981–2010 je již výrazný nárůst o 70 % na 7,6 dní za rok. V posledním období 2001–2018 bylo zaznamenáno v průměru 11,3 dní za rok, což je skoro třikrát více oproti normálovému období.

Rozdíl roční sumy počtu letních dní v letech 2001-2016 od normálu 1961-1990



Obr. 39. Rozdíl počtu letních dnů v letech 2001–2016 od normálu 1961–1990

Rozdíl roční sumy počtu tropických dní v letech 2001-2016 od normálu 1961-1990



Obr. 40. Rozdíl počtu tropických dnů v letech 2001–2016 od normálu 1961–1990

U letních i tropických dní je pozorována podobná prostorová variabilita změn v chování vybraných teplotních indexů (Obr. 39 a Obr. 40). Jak v případě letních, tak tropických dní, dochází k většímu nárůstu na Moravě. V Moravských úvalech je více než 18 letních a 8 tropických dní v současném klimatu než v období 1961–1990. Dále více dnů s vyššími teplotami vzduchu je pozorováno také ve velkých městech, jako je Praha a Brno, což je způsobené již zmíněným efektem tepelného ostrova města.

U obou vybraných indexů je vypočten statisticky významný trend a to u ročních sum a také v letních a jarních měsících. Počet tropických dní (nad 30 °C) se zvedá o 1,7 dne/10 let a počet letních dnů (nad 25 °C) o 4,2 dne/10 let (Tab. 3).

Tab. 3. Trendy teploty vzduchu (°C/10 let), srážek (mm/10 let), vlhkosti vzduchu (%/10 let), rychlosti větru (m/s/10 let), počtu ledních a tropických dní (den/10 let) v České republice za období 1961–2018 pro jednotlivé měsíce, sezóny a rok (tmavě jsou statisticky významné na hladině $p = 0,05$)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Teplota vzduchu	0.450	0.210	0.300	0.380	0.420	0.330	0.490	0.490	0.130	0.130	0.280	0.420
Srážky	2.230	-0.620	0.950	-1.900	-1.500	-1.860	3.130	-0.560	2.540	1.460	-1.480	-0.090
Vlhkost vzduchu	-0.520	-1.100	-1.140	-1.160	-1.020	-0.830	-0.950	-1.190	-0.250	0.160	0.090	-0.030
Rychlost větru	-0.100	-0.100	-0.100	-0.110	-0.070	-0.090	-0.070	-0.080	-0.070	-0.090	-0.160	-0.080
Letní dny	0.000	0.000	0.000	0.070	0.550	0.720	1.260	1.380	0.230	0.010	0.000	0.000
Tropické dny	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.310	0.680	0.670	0.020	0.000	0.000	0.000

	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
Teplota vzduchu	0.340	0.370	0.370	0.440	0.180
Srážky	2.300	0.860	-2.450	0.710	2.520
Vlhkost vzduchu	-0.660	-0.570	-1.100	-0.990	0.000
Rychlost větru	-0.090	-0.100	-0.090	-0.080	-0.100
Letní dny	4.220	0.000	0.630	3.360	0.240
Tropické dny	1.740	0.000	0.060	1.660	0.020

3.1.5. Geomorfologické a porostní charakteristiky

Vliv samotného terénu, jeho porostní situace a samozřejmě hořlavost a množství dostupného „paliva“ je z hlediska intenzity, šíření a také důsledků přírodních požárů kromě meteorologických předpokladů a klimatických trendů klíčovým předpokladem pro posouzení reálného požárního rizika v jakémkoliv území. V tomto materiálu se však věnujeme této problematice jen okrajově, stejně jako opomíjíme možnosti jak omezit vznik a případný rozsah přírodních požárů. Této problematice se podrobně věnuje metodika paralelně zpracovaná Trnkou et al. (2020). Nicméně z této práce uvádíme některé dílčí aspekty nutné pro využití této metodiky zaměřené na předpověď požárního počasí a také rizika spojeného s dalším pokračováním dosavadního klimatického vývoje.

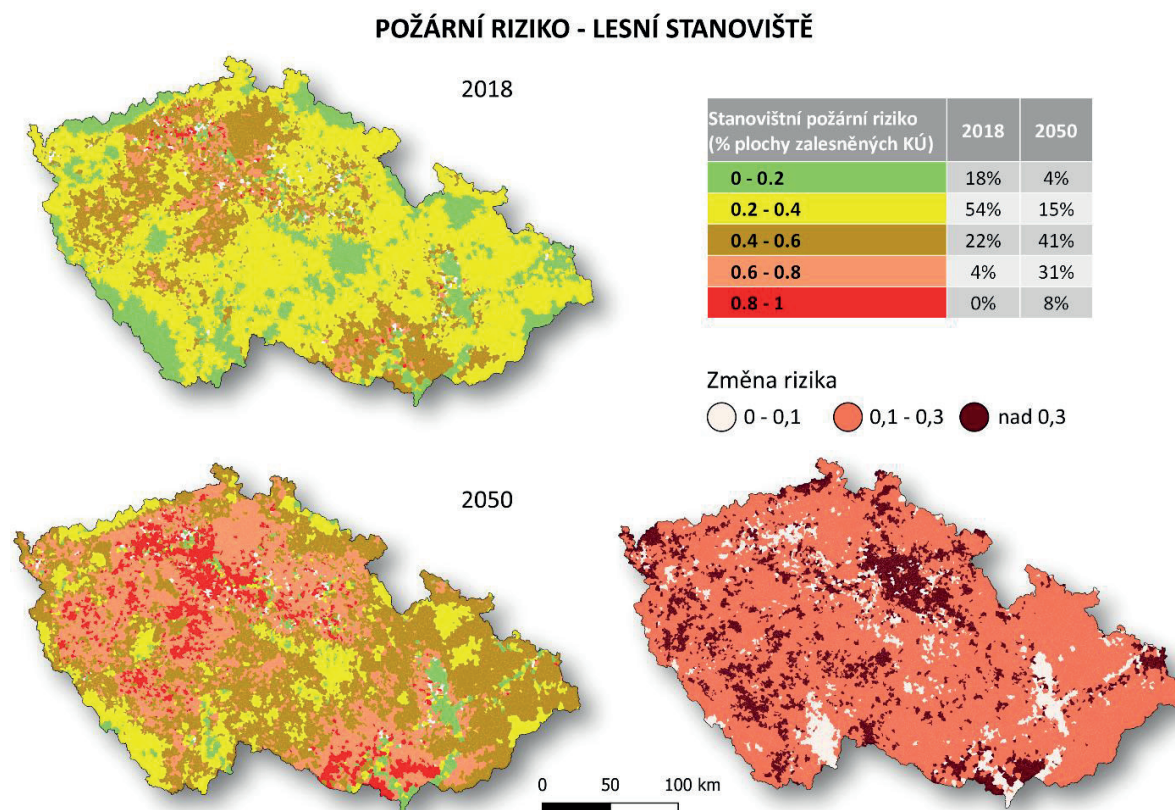
3.1.5.1. Geomorfologie

Z geomorfologických charakteristik, které mohou potenciálně ovlivnit možnost vzniku a šíření požárů, jsou zřejmě nejdůležitější vlastnosti místa odvozené z orografie území. V rámci posouzení rizika šíření požárů jsou zahrnuty nadmožská výška, orientace k světovým stranám (expozice), svažítost a syntetický parametr charakterizující vlhkostní podmínky daného místa - topografický vlhkostní index (Beven & Kirkby, 1979). Všechny výše uvedené atributy lze vypočítat jako spojitá obrazová pole z digitálního modelu reliéfu terénu DMR 4G. Produkt DMR 4G, který je výsledkem odvozeným z dat leteckého lidarového skenování ČR, představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v pravidelné síti (5 x 5 m) bodů. Tyto body byla pro potřeby projektu převedena do rastrového formátu s prostorovým rozlišením 5 m.

3.1.5.2. Charakter stanoviště na bázi lesnické typologie

Hodnocení požárního rizika na bázi lesnické typologie bylo podrobně popsáno v návazném metodickém materiálu „Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu – Certifikovaná metodika (Trnka et al., 2020c). Stručný excerpt z tohoto zdroje je uveden níže, včetně výsledné klasifikace lesních stanovišť extrapolovaných na jednotky individuálních katastrů v plošném zobrazení České republiky (Obr. 41).

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 představující 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. Do hodnocení míry rizika požárů podle charakteru stanoviště tedy implicitně vstupují i) vláhové poměry stanoviště, ii) morfologie terénu, potenciální charakter iii) přízemní a iv) dřevinné vegetace a některá další hlediska. Podrobný popis je uveden v návazném metodickém materiálu Trnka et al. (2020c). Výsledná klasifikace požárního rizika na bázi lesnické typologie uvádí Obr. 41, a to pro situace současného stavu (2018) a předpokládané změny stanovištního rizika k roku 2050.

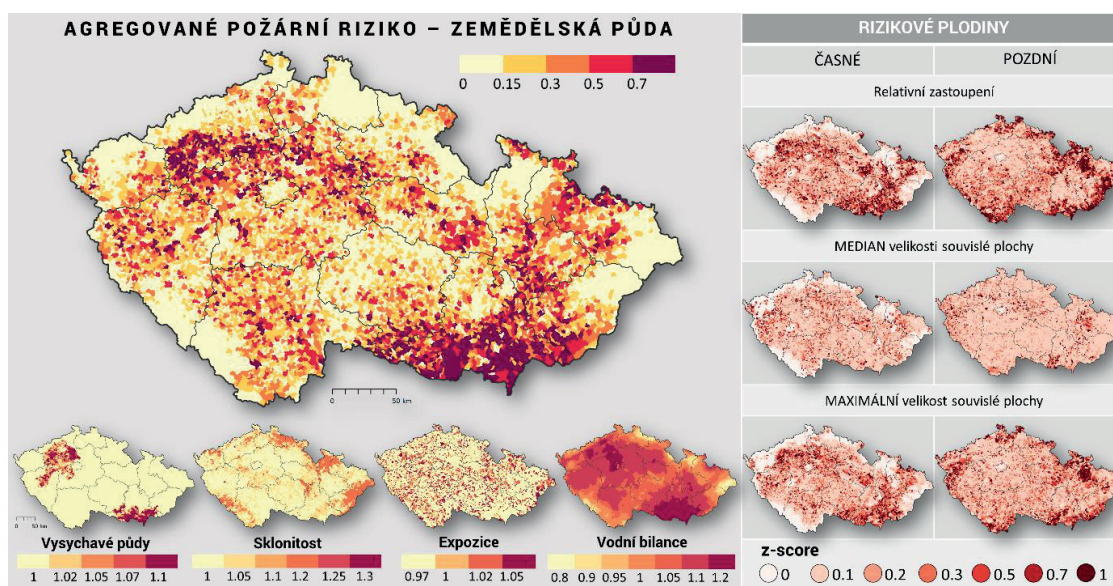


Obr. 41. Klasifikované stanovištní riziko v celoplošném zobrazení na bázi lesnické typologie a klimatických projekcí, zobrazeno průměrné riziko v prostorových jednotkách katastrálních území pro nedávny/aktuální stav (2018) a projekci k roku 2050, včetně změny rizika pro toto období (převzato z Trnka et al. 2020c).

3.1.5.3. Charakter stanoviště na zemědělské půdě

Hodnocení požárního rizika na zemědělských pozemcích bylo podrobně popsáno v návazném metodickém materiálu „Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu – Certifikovaná metodika (Trnka et al., 2020c). Stručný excerpt z tohoto zdroje je uveden níže, včetně výsledné klasifikace zemědělských stanovišť extrapolovaných na jednotky individuálních katastrů v plošném zobrazení České republiky (Obr. 42).

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 je použita metoda 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. Podrobná metodika je součástí práce Trnky a kol. (2020) a je prezentována na Obr. 42.



Obr. 42. Klasifikované stanovištní riziko přírodních požárů na zemědělské půdě zpracované na úrovni katastrů v rámci ČR a vycházejícího z dat z klimatických dat 1981–2010 a reálného zastoupení plodin a velikosti pěstebních ploch v roce 2018.

3.1.5.4. Aktuální porostní charakteristiky

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

Informace o některých porostních charakteristikách lze dohledat v údajích Lesních hospodářských plánů (LHP). Ty obsahují informace o druhové skladbě porostů, věkové struktuře a zakmenění (které má vazbu na zápoj). Nevýhodou tohoto zdroje, stejně jako zdrojů statistických pozemních inventarizačních šetření (např. Národní inventarizace lesa – www.uhul.cz, nebo projekt krajinné inventarizace

CzechTerra – www.czechterra.cz) však je časová náročnost a především neaktuálnost těchto údajů – např. průměrné „stáří“ dat LHP při jejich desetiletém cyklu je pět let. Tato nevýhoda se projevuje především v případech dynamických změn, jaké představuje současná dramatická situace v lesích ČR s velkoplošným odumíráním porostů vlivem sucha a kůrovcové kalamity. Z těchto důvodů je stále významnější nasazení nástrojů DPZ k aktuálnímu monitoringu porostních údajů a stavu lesa, které výše uvedené nevýhody pozemního šetření stavu lesní vegetace efektivně řeší. Detailní popis obsahuje práce Trnky et al. (2020).

3.1.5.5. Prostorový kontext lesa s ostatními krajinnými prvky

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. Prostorový kontext (prostorovou heterogenitu) lze získat z mapy krajinného pokryvu vytvořené z dat DPZ a poskytující tematické charakteristiky biotických a abiotických vlastností zemského povrchu (Belward 2007). Klíčovým parametrem hodnocení prostorové heterogenity území je prostorové měřítko. Pro účely této metodiky řešené pro území celé ČR je prostorovou jednotkou plocha 500x500 m a heterogenita je hodnocena z detailnějších podkladů v rámci této jednotky. Pro vytvoření mapy krajinného pokryvu se používají satelitní multispektrální data s prostorovým rozlišením 30 m a vyšším (např. Landsat TM/ETM/OLI, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/a-landsat-timeline/>), která jsou schopna zachytit hlavní třídy pokryvu a variability vegetačního krytu (Carrigues et al. 2006).

Pro posouzení požárního rizika vzhledem k prostorovému kontextu prvků vegetace v krajině byl připraven postup (Trnka et al. 2020c), který hodnotí heterogenitu území podle fragmentace lesní a nelesní vegetace, včetně heterogenity uvnitř lesních ploch podle růstových fází. Zdrojovými údaji jsou mapy krajinného pokryvu k vylišení pěti základních územních kategorií (les, vodní plocha, orná půda, louky a pastviny a zástavba) – např. Copernicus CORINE Land Cover (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>). Dalším potřebným zdrojovým údajem jsou mapy růstových fází porostů (holina, tyčkovina, tyčovina a kmenovina) zpracovaná Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem.

3.1.5.6. Další rizikové faktory (osídlenost, komunikační a infrastrukturní trasy apod.)

Rozhodující roli při výskytu a rozvoji požáru hraje komplex přírodních a antropogenních faktorů. Na základě těchto faktorů je možné hodnotit požární nebezpečí různých částí území a identifikovat zóny primární ochrany. Podle publikovaných výsledků jsou antropogenní faktory hlavní příčinou výskytu požárů (Martinez et al. 2009, Parente et al. 2017). Za základní rizikové faktory jsou považovány dopravní infrastruktura, komunikační trasy, osídlení, zemědělské pozemky, rekreační plochy a lidské aktivity v přírodě (Ganteaume et al. 2013, Le Page et al. 2010).

Riziko nebezpečí požárů se odhaduje na základě rizikových faktorů získaných v podobě vektorových dat z databáze ZABAGED měřítko 1 : 10 000 (ČÚZK) v rámci jednotlivých ploch 500x500 m pro určité území. Zranitelnost přiřazená jednotlivým plochám se vypočítává jako dílčí indikátor rizika označený I_{drf} (drf – další rizikové faktory):

$$I_{drf} = 1 - \sum_{i=1}^n k_i * p_i$$

kde k_i [(-1..)0..1] je váha jednotlivého faktoru, určující zvýšení (snížení) rizika přírodního požáru při výskytu daného faktoru (stanovíme ji expertně a dle databáze požárů z minulosti); p_i [0..1] je podíl plochy jednotlivého faktoru v dané dlaždici; n je počet základních rizikových faktorů. $I_{drf} = [0..1]$, kde $I_{drf} = 1$ znamená, že riziko požáru pro jednotlivé dlaždice je maximální a $I_{drf} = 0$ znamená, že riziko požáru je minimální. Detailní příklady využití jsou k dispozici v práci Trnky et al. (2020).

3.2. Popis algoritmů pro monitoring, předpověď a odhad míry aktuálního rizika přírodních požárů

Na evropské úrovni jsou požáry sledovány Evropským informačním systémem o lesních požárech (The European Forest Fire Information System – EFFIS, <https://effis.jrc.ec.europa.eu>). Od roku 2007 poskytuje systém EFFIS informace o riziku výskytu požárů za pomoci kanadského indexu *Fire weather index* (FWI) (Stocks et al., 1989), který byl za tímto účelem modifikován na evropské podmínky. Index FWI je důležitou součástí Kanadského systému hodnocení nebezpečí lesních požárů (*Canadian Forest Fire Danger Rating System – CFFDRS*), který byl původně vyvinut pro podmínky boreálního lesa. Později byl však kanadský FWI adoptován i do oblastí, které se od klimatických podmínek Kanady značně liší, např. v zemích v oblasti Středomoří, jako je Řecko (Karali et al., 2014; Dimitrakopoulos et al., 2011), Portugalsko (Carvalho et al., 2015) nebo Španělsko (Paddilla a Vege-García, 2011). Dalším indexem, který se v Evropě používá k odhadu rizika požárů je finský *Finnish forest fire index* (FFI) (Heikinheimo et al., 1998). V období od května do září nebo začátku října Finský meteorologický institut na svých stránkách zveřejňuje riziko výskytu požárů (<https://en.ilmatieteenlaitos.fi>). V Austrálii se pro předpověď rizika požárů, kterou zveřejňuje australské Bureau of Meteorology (<http://www.bom.gov.au>), využívá index *Forest fire danger index* (FFDI) (McArthur, 1967).

V následujícím textu jsou popsány vstupní data a výpočet tří indexů pro odhad požárního počasí: FWI, FFDI, FFI.

3.2.1. Fire weather index (FWI)

FWI je finální index systému FWI, který je součástí kanadského systému monitoringu požárního nebezpečí – CFFDRS. Systém FWI má dohromady šest výstupů. Dva z těchto výstupů definují index FWI: index počátečního šíření (*Initial spread index – ISI*) a index nahromadění (*Buildup index – BUI*). Na základě normálových limitů indexu, může být FWI vyjádřen několika stupni: B, D, I a S, přičemž v této metodice bylo použito stupeňů S a B. Jednotlivé stupně byly odvozeny z grafu intenzity požárů na experimentální stanici Petawawa v Ontariu (Kanada) a to je i jeden z důvodů, proč před např. před použitím v oblasti středomoří nebo střední Evropy je nutné provést lokální kalibraci. V současnosti používaný stupeň B byl Van Wagnerem (1974) popsán následovně:

$$\ln S = 2.72 \times (0.434 \times \ln B)^{0.647}$$

kde S a B reprezentují stupně S a B indexu FWI.

Van Wagner definoval stupeň B indexu FWI takto:

$$B = 0.1 \times R \times f(D)$$

kde R je index počátečního šíření (Initial spread index) a f(D) je funkce vlhkosti humusové vrstvy.

3.2.2. Forest fire danger index (FFDI)

Australský index FFDI (Noble et al., 1980) lze vypočítat pomocí následujícího vztahu:

$$FFDI = 2e^{(-0.45 + 0.987 \ln(DF) - 0.0345 RH + 0.0338 T + 0.0234 u)}$$

kde T je teplota (°C), u je rychlost větru (km h⁻¹) a RH je relativní vlhkost (%). DF je Drought factor, (faktor sucha), tedy číslo od 1 do 10, které reprezentuje vliv nedávného průběhu teplot a srážek na dostupnost hořlavého materiálu.

3.2.3. Finnish forest fire index (FFI)

Hodnota FFI v zásadě vyjadřuje odhad půdní vlhkosti v povrchové vrstvě půdy, kterou lze určit následujícím vztahem (Heikinheimo et al., 1998):

$$DW = E_{pot} \times DE + P_i$$

kde DW (m³ m⁻³) je změna v objemové vlhkosti v povrchové vrstvě půdy, E_{pot} (mm) je potenciální evapotranspirace (ET). Pro operativní použití byla E_{pot} nahrazena denními úhrny referenční ET (ET_o) odvozené na základě výpočtu podle Penman-Monteitha (Allen et al., 1998). DE je efektivita vysoušení (z anglického „drying efficiency“), P_i (mm) je množství vody obsažené v povrchové vrstvě půdy.

Původní rovnici pro výpočet DW lze vyjádřit i takto (Vajda et al., 2014):

$$DW = E_{pot} \times \frac{0.757}{1 + e^{(2.74 - 16.67 \times (W_{vol} - 0.1))}} + 5.612 \times (1 - e^{(-P/5.612)})$$

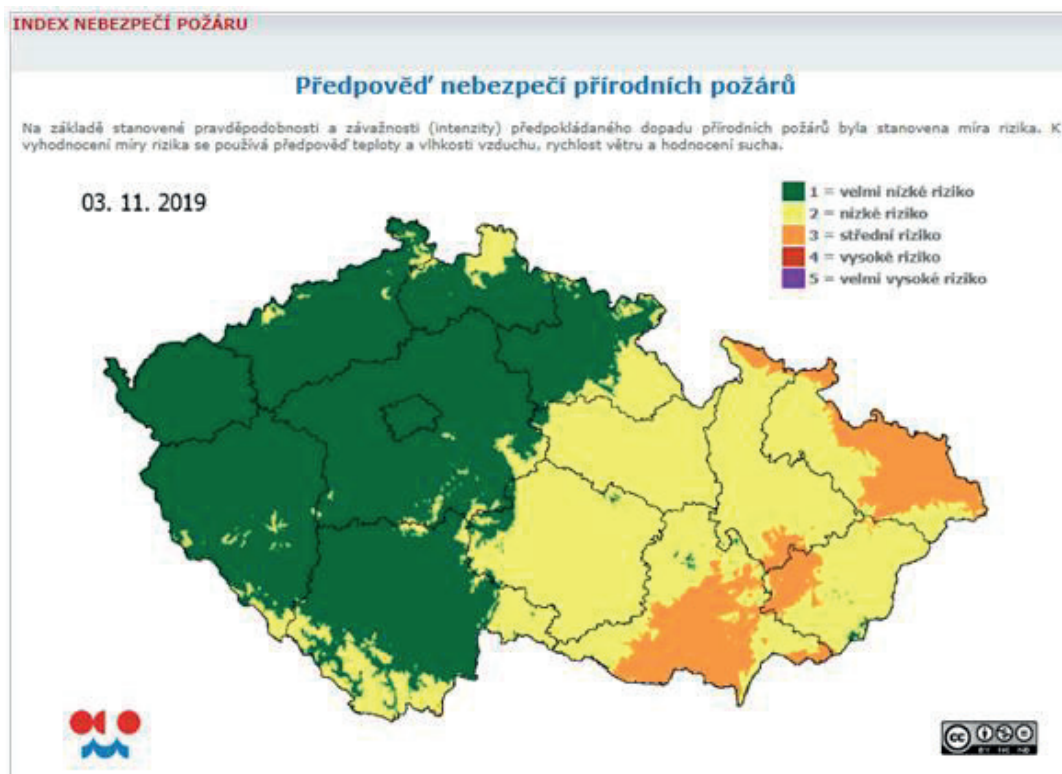
kde E_{pot} (mm) je potenciální ET, která byla pro operativní použití nahrazena denními úhrny referenční ET (ET_o) odvozené na základě výpočtu podle Penman-Monteitha (Allen et al., 1998). W (m³ m⁻³) je objemová vlhkost v povrchové vrstvě půdy a P (mm) jsou srážky.

Tab. 4. Kategorie nebezpečí požáru pro jednotlivé indexy pro odhad požárního počasí.

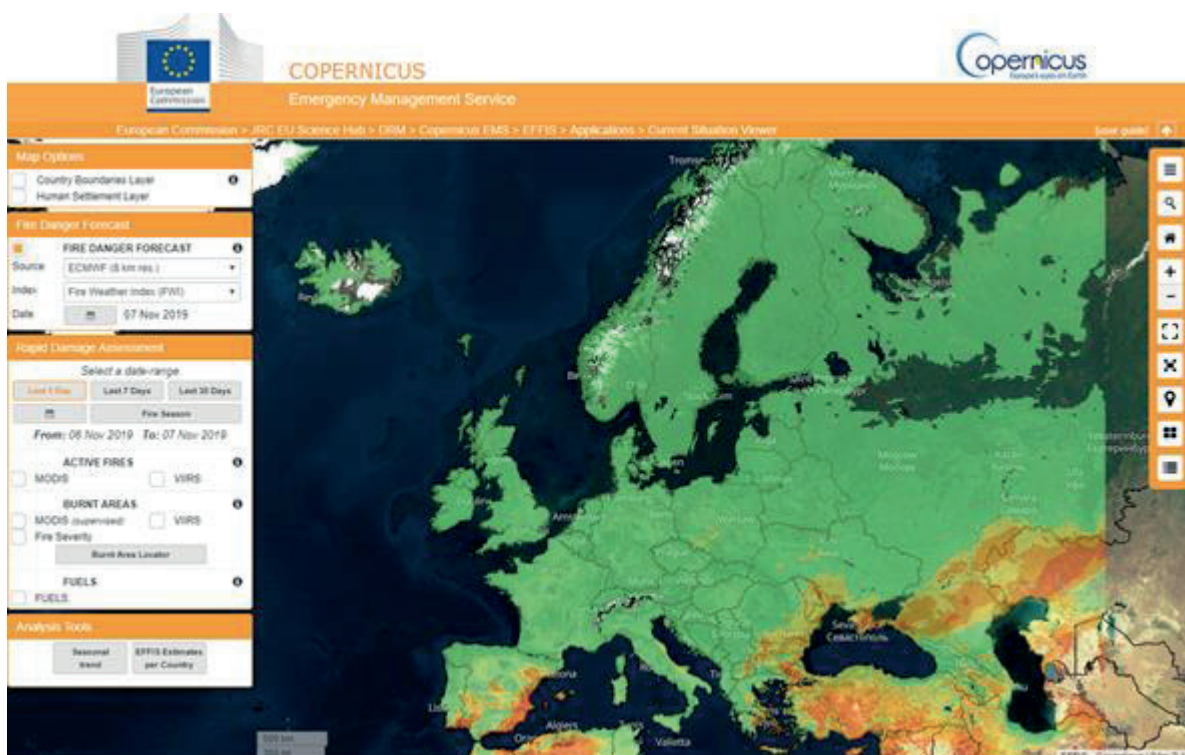
Index	FWI	FFDI	FFI
Zdroj původních kategorií	Van Wagner (1987)	Dowdy et al. (2010)	Vajda et al. (2014)
Nízké nebezpečí požáru	0–1	0–4	1.0–1.9
	2–4	5–11	2.0–2.9
	5–8	12–23	3.0–3.9
	9–16	24–49	4.0–4.9
Extrémní nebezpečí požáru	17–29	>50	5.0–5.9
	>30		6.0

3.3. Výsledky indexů pro odhad požárního počasí – validace metod odhadu rizika výskytu přírodních požárů s daty reálného výskytu lesních požárů

Jednou z možností, jak ověřit metody odhadu výskytu požárů je porovnat jejich výsledky s reálným výskytem požárů. Mezi nejpoužívanější metody odhadu výskytu požárů patří indexy pro odhad požárního počasí (anglicky *fire danger indices*). Od roku 2006 se pro hodnocení výskytu přírodních požárů v ČR používá index nebezpečí požáru (INP) (Možný a Bareš, 2013). Na základě INP uveřejňuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMI) na svých stránkách předpověď nebezpečí přírodních požárů (<http://portal.chmi.cz/predpovedi>).

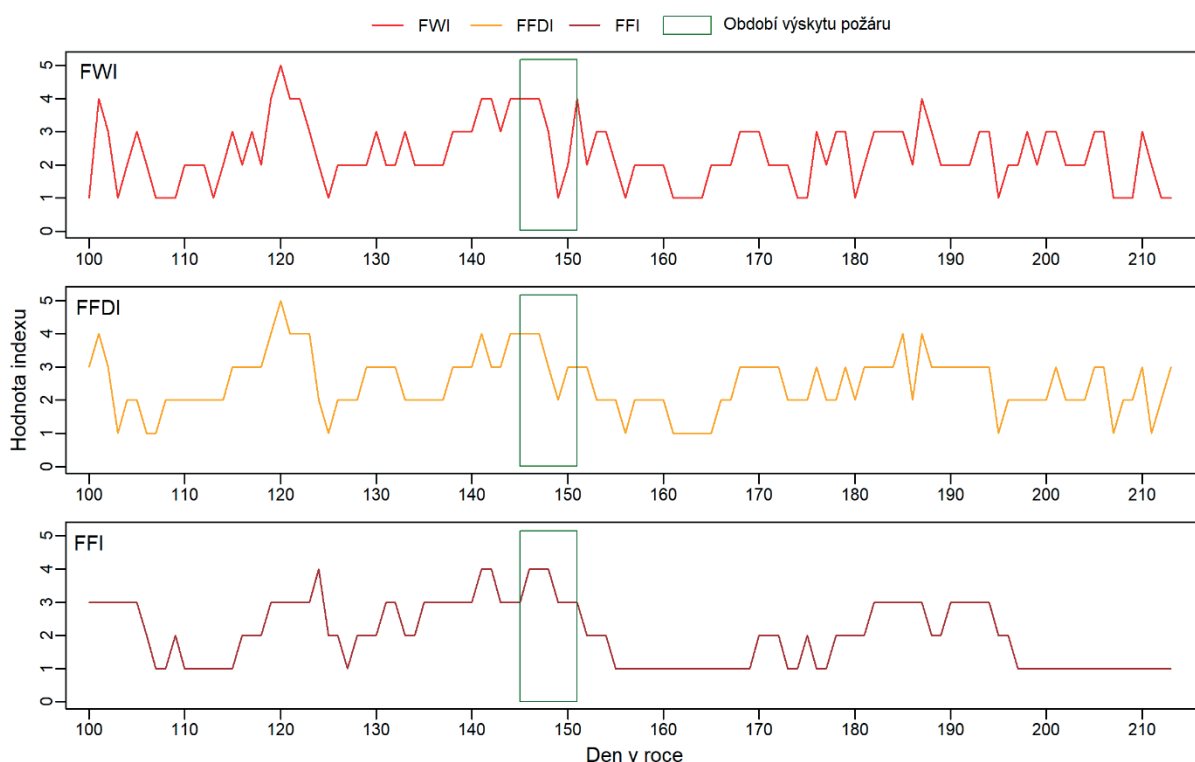


Obr. 43. Předpověď nebezpečí přírodních požárů podle indexu INP zveřejněná na portálu ČHMÚ.



Obr. 44. Mapa zobrazující riziko výskytu požárů na webových stránkách EFFIS. Předpověď je založena na kanadském indexu FWI.

Na rozdíl od jiných zemí střední Evropy (např. Slovensko v roce 1991, Polsko v roce 1992) se extrémní požáry s plošným rozsahem nad 1 000 ha v ČR zatím nevyskytly. Největší lesní požár na území ČR za posledních 20 let propukl v roce 2012 na Bzenecku, kdy byl zasažen borový porost o výměře 174 ha. Požár byl ohlášen 24. května v 16 hodin a hašení požáru bylo ukončeno 30. května v 10 hodin. V období od 20. do 28. května dosahoval index $INP \geq 4$, což odpovídá vysokému riziku výskytu požárů. K podobným výsledkům došel ve své studii i Jurečka et al. (2019). V této studii byl porovnán průběh tří indexů pro odhad požárního počasí (FWI, FFDI a FFI) pro oblast Bzenecka. Od 20. do 26. května všechny tři indexy téměř denně překročily hodnotu 4 (velmi vysoké riziko požárů). Poté až do 30. května indexy nepřesáhly hodnotu 3 (vysoké riziko požárů). Pouze FWI dosáhl hodnotu 4, avšak pouze v jediný den – 30. května (viz Obr. 45). V případě studií Jurečka et al. (2019) a Trnka et al. (2020b) byla použita pro tyto tři indexy společná stupnice od 1 do 5, kdy číslo 1 reprezentuje nízké nebezpečí požáru a číslo 5 extrémní.



Obr. 45. Průběh indexů pro odhad požárního počasí (FWI, FFDI a FFI) pro oblast Bzenecka, kde došlo v květnu 2012 k lesnímu požáru. Graf vykresluje období od 9. dubna do 31. července 2012 (100. – 213. den v roce). Zelený obdélník znázorňuje období výskytu požáru (24. až 30. května).

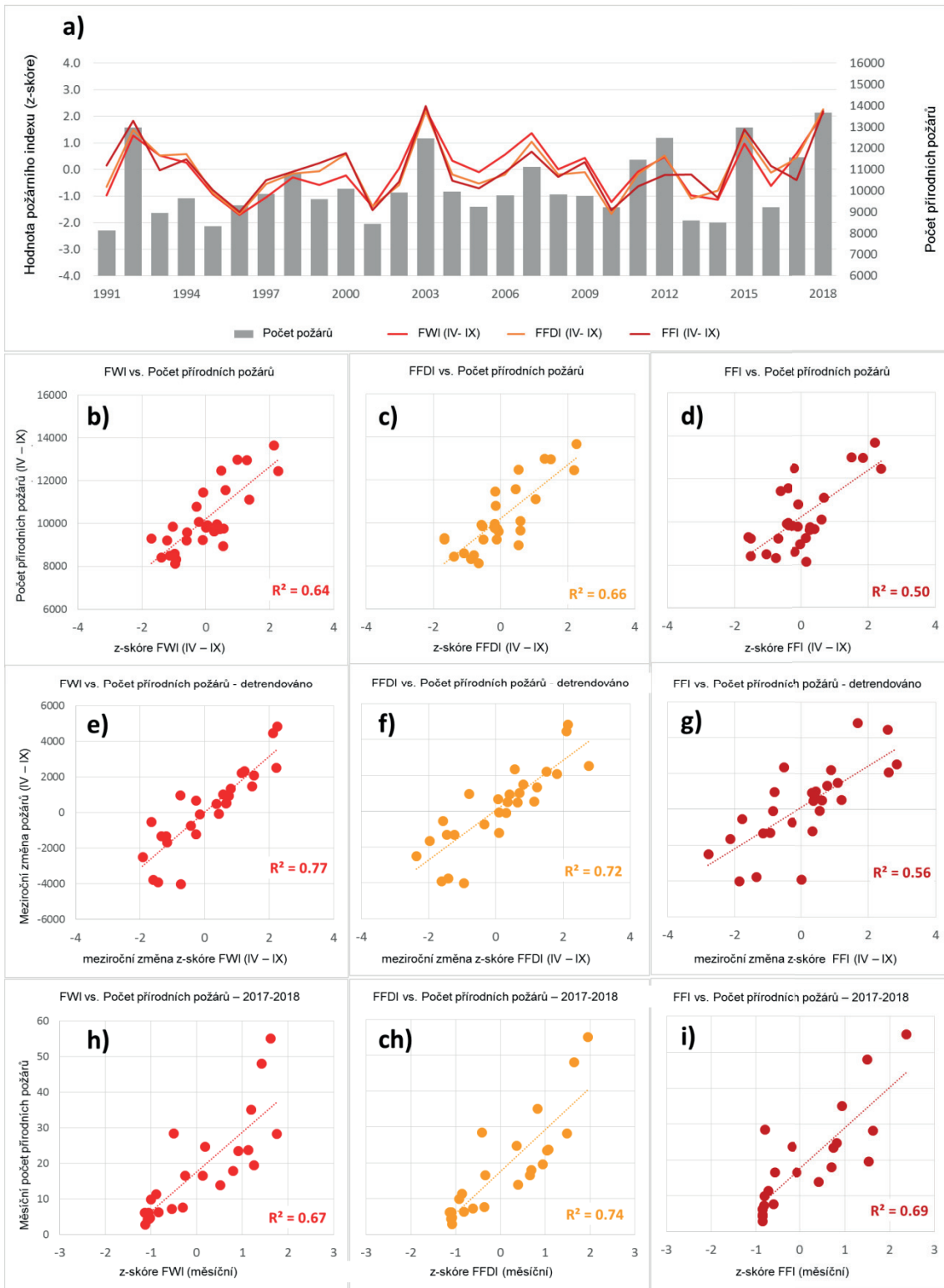
Zajímavé výsledky přináší porovnání indexů pro odhad požárního počasí s výskytem požárů na území ČR. Jurečka et al. (2019) porovnal průběh tří indexů pro odhad požárního počasí (FWI, FFDI a FFI) s počtem lesních požárů na území Jihomoravského kraje v průběhu roku 2018. Zdrojem dat o výskytu požárů byla databáze Hasičského záchranného sboru ČR (HZS ČR). Pro porovnání indexu s lesními požáry bylo vybráno období od ledna do září 2018. Hodnoty indexů se shodovali s výskytem lesních požárů zejména ve dnech, kdy došlo k vyššímu počtu požárů. Nejpatrnější byl tento jev ve dnech, kdy se vyskytlo alespoň pět požárů. Během těchto dnů dosahovaly indexy hodnot mezi 3 a 4 (vysoké a velmi vysoké riziko požárů). Indexy FWI a FFDI často prokazovali podobný průběh, zatímco index FFI se v mnoha případech choval jinak a dosahoval nižších hodnot.

Trnka et al. (2020a) provedl porovnání těchto tří indexů (FWI, FFDI a FFI) s přírodními požáry během období 1991–2018 (viz Obr. 46a). Všechny tři indexy dosahovaly vysokých hodnot v letech s velkým počtem požárů. Jmenovitě se jedná o roky 1992, 2003, 2007, 2011, 2012, 2015, 2017 a 2018. V letech

1992, 2003, 2012, 2015 a 2018 se počet požárů na území ČR pohyboval mezi 12 a 14 tisíci ročně (podle databáze HZS ČR).

K podobným závěrům dospěl i Možný a Bareš (2013), kteří analyzovali nebezpečí výskytu požárů na území ČR pomocí INP během období 1951–2013. Nejvyšší počet dnů s $IPN \geq 4$ byl zaznamenán v letech 2012 (102 dnů), 1976 (95), 2007 (81), 1973 (78), 2011 (76), 1992 (71) a 2003 (68). Podle této studie roky 1992, 2003, 2007 a 2012 zároveň představovaly roky s nevyšším počtem lesních požárů za posledních 22 let.

Avšak studie Trnky et al. (2020) přináší nejpodrobnější srovnání charakteristik požárního počasí a počtu zaznamenaných incidentů s požárem (tj. Hlášeného požáru vegetace mimo intravilán). Tato analýza byla provedena za období 1991–2018, pro které byly k dispozici roční záznamy o počtu incidentů. Poté ještě detailnější za období 2017–2018 kdy Hasičský záchranný sbor České republiky poskytl podrobnější denní záznamy. Výstupy v práci Trnky et al. (2020) ukazují, že mezi všemi v této metodice použitými indikátory požárního počasí existoval statisticky významný vztah a celkovým počtem požárů v České republice, a to jak v ročním souhrnu, tak v denním, týdenním a měsíčním kroku úrovně. Indikátory požárního počasí, které představovali jednoduché a dlouhodobé indexy sucha, tj. PDSI a SPEI-6, obecně vykazovaly méně těsný vztah než zbytek indexů. Slibné výsledky poskytovaly metriky založené na podrobnějším modelu vlhkosti půdy (AWR1, AWD1) nebo evapotranspirace (ETO). Ve všech časových škálách, které byly testovány, výsledky ukázaly, že změny v počtu požárů lze do značné míry vysvětlit pomocí indexů požárního počasí, tj. FFDI, FWI a FFI, jakož i sytostní doplněk (VPD). Přestože se VPD jevil jako velmi slibný ukazatel výskytu požárů v České republice, je jeho interpretace obtížnější v případě indexů požárního počasí. Proto byla dána přednost výše zmíněným indexům i v této metodice. Obr. 46a převzatý z práce Trnky et al. (2020) dokumentuje, že roční fluktuace v celostátních FWI a FFDI mohly vysvětlit 64 % a 66 % odpovídající variability v počtu požárů během období 1991–2018 a FFI vysvětlila 52% variability (Obr. 46b–d). Zdá se, že tento výsledek naznačuje důležitost zahrnutí údajů o rychlosti větru jako důležitého faktoru při výpočtu rizika požárního počasí za podmínek v České republice. V případě že byly absolutní hodnoty nahrazeny ročními změnami sezónní hodnoty daného indexu požárního počasí a změnou počtu požárů (Obr. 46e–g) výše zmíněné vazby se dále potvrdily. Podrobnější údaje o požáru umožnily analyzovat vztah mezi měsíčními (Obr. 46h–j) a denními (neuveđeno) charakteristikami požárního počasí a výskytem požáru v letech 2017 až 2018. Výsledky potvrdily robustní vztah mezi měsíčním a denním počet požárů a indexů požárního počasí použité v této metodice. Všechny tři indexy požárního počasí do značné míry odrážely sezónní i meziroční změny v počtu požárů (Obr. 46b–j) a vysvětlily 44 % (FFI) až 61% (FFDI) denních výkyvů v počtu požárů (během 2017 a 2018 sezón). Pro důkladné posouzení dopadů budoucích klimatických změn na požární povětrnostní podmínky v regionu byly pro následné analýzy použity všechny tři diskutované indexy požárního počasí (tj. FWI, FFDI a FFI) a v případě portálu FireRisk pak dva nejlépe se osvědčující indexy tj. FWI a FFDI.



Obr. 46. a) Kolísání celkového počtu požárů a plošných průměrů tří indexů požárního počasí (FWI, FFDI a FFI) za duben–září. b–d) Vztah mezi agregovanými hodnotami tří indexů požárního počasí (vyjádřených jako z-skóre) a celkovým počtem požárů od dubna do září. e–f) Vztahy mezi diferencí 1. stupně ve třech indexech požárního počasí (vyjádřeno jako z-skóre) a celkovým počtem požárů od dubna do září. Panely b–g) zachycují období mezi lety 1991 a 2018. Panely h–i) představují vztahy mezi měsíčními součty tří indexů požárního počasí (vyjádřeno jako z-skóre) a celkovým měsíčním počtem požárů mezi lety 2017 a 2018.

4. PŘEDVÍDÁNÍ POŽÁRNÍHO RIZIKA V PODMÍNKÁCH MĚNÍCÍHO SE KLIMATU A VYUŽITÍ ZNALOSTÍ PRO POSOUZENÍ RIZIK

4.1. Trendy požárního počasí v období 1956–2018

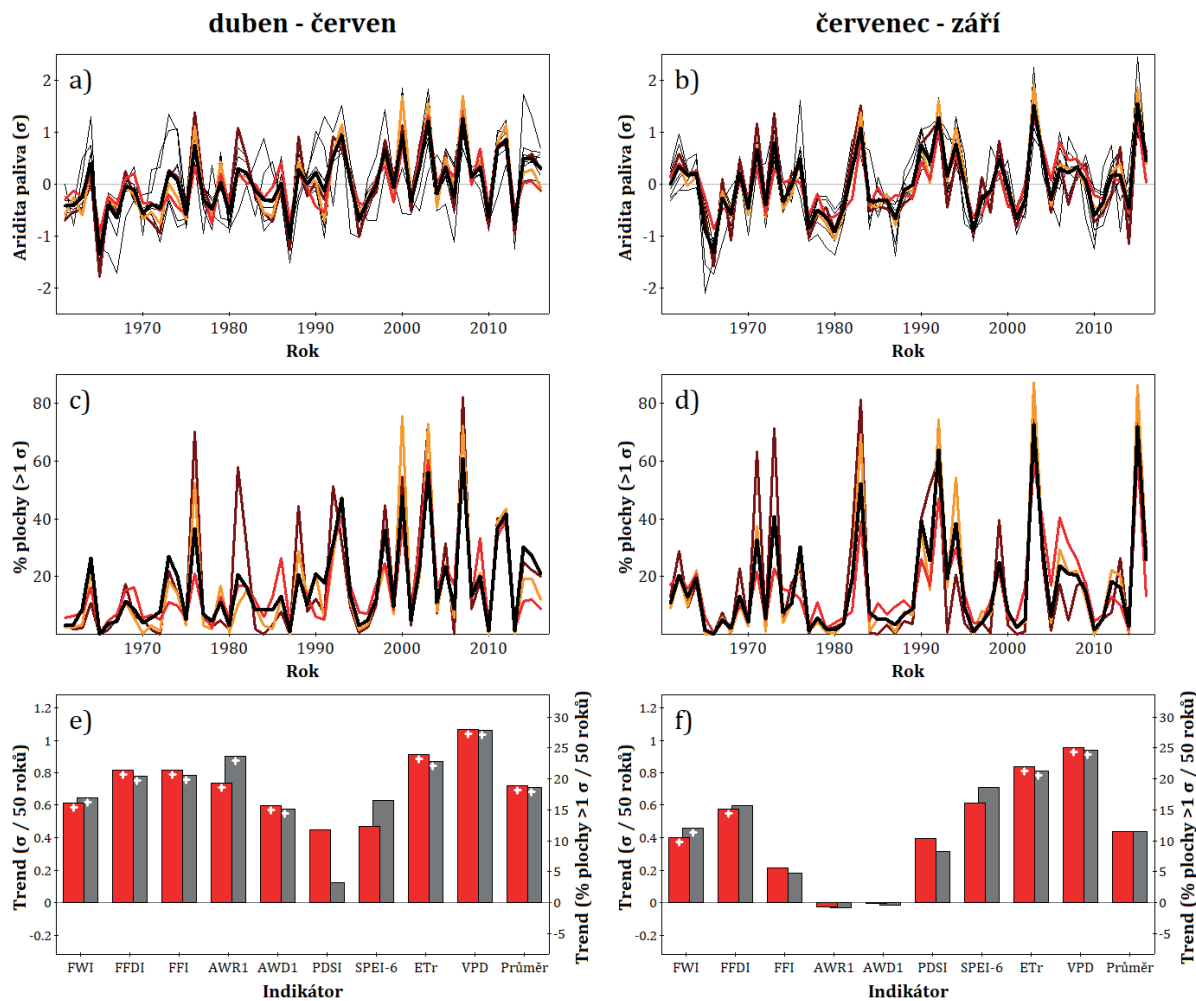
V České republice se doposud požáry s rozsahem v řádu hektarů až desítek hektarů vyskytují výjimečně a naprostá většina požárů je rychle uhašena. Nedávné analýzy Trnky et al. (2015) a Brázdila et al. (2016) však jasně poukázaly na obecný pokles vlhkosti půdy a nárůst počtu suchých a horkých dnů v posledních dekádách, což jsou dva velmi důležité faktory ovlivňující četnost a intenzitu přírodních požárů. Tyto změny pravděpodobně přispěly ke statisticky významnému zvýšení četnosti požárů mezi lety 1971 a 2015 (Možný et al., 2019). Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, na území České republiky se v jejích moderních dějinách dosud nevyskytly požáry s rozlohou větší než 1 000 hektarů, nicméně rozsáhlé požáry jsou známy ze sousedních zemí: 1975 - Německo (Lüneburg) - zasažená plocha 7 418 ha; 1991 - Slovensko (Lozorno a Malacky) - 1 171 ha; 1992 - Polsko (Kuźnia Raciborska) - 9 062 ha. K největšímu požáru v České republice za posledních 30 let došlo v borovém lese u Bzence na jihovýchodní Moravě v roce 2012, kdy v přímém důsledku sucha v letech 2011–2012 shořelo 174 hektarů lesa (Zahradníček et al., 2015).

Abychom posoudili dopady klimatických trendů na vlhkost potenciálního paliva a tím i míru požárního rizika použili jsme devět indikátorů požárního počasí (IPP), z nichž některé byly použity v podobných studiích v nedávné minulosti. Díky tomu je prokázána jejich vazba na rozsah a intenzitu požárů (např. Abatzoglou a Williams, 2016; Williams a kol., 2015). Tyto se skládají z následujících parametrů (i) referenční evapotranspirace (ET_o) založené na metodice FAO56 (Hlavinka et al., 2011); (ii) deficit tlaku vodních par (VPD); (iii) Fire weather indexu tzv. FWI (Stocks a kol., 1989); (iv) McArthurova indexu FFDI (McArthur, 1967); (v) Finského indexu lesních požárů tj. FFI (Heikinheimo et al., 1998); (vi) indexu intenzity sucha podle Palmera (PDSI) vypočteného s modifikacemi popsány v Buntgen et al. (2011); (vii) standardizovaného srážkově evapotranspiračního indexu (SPEI) agregovaný za 6 měsíců (Vicente-Serrano et al., 2010); (viii) relativního nasycení půdy ve vrstvě vrchní půdy (AWR1); a (ix) sezónního deficitu dostupné vlhkosti půdy v horní vrstvě (AWD1). Metriky (i), (viii) a (ix) byly brány jako výstupy z modelu SoilClim (Hlavinka a kol., 2011), poskytující ukazatele provozního sucha na národní úrovni (Trnka et al., 2015) v rámci systému InterSucho. Všechny metriky jsou součástí výpočtů prováděných v rámci národního systému pro monitoring přírodních požárů – www.firerisk.cz.

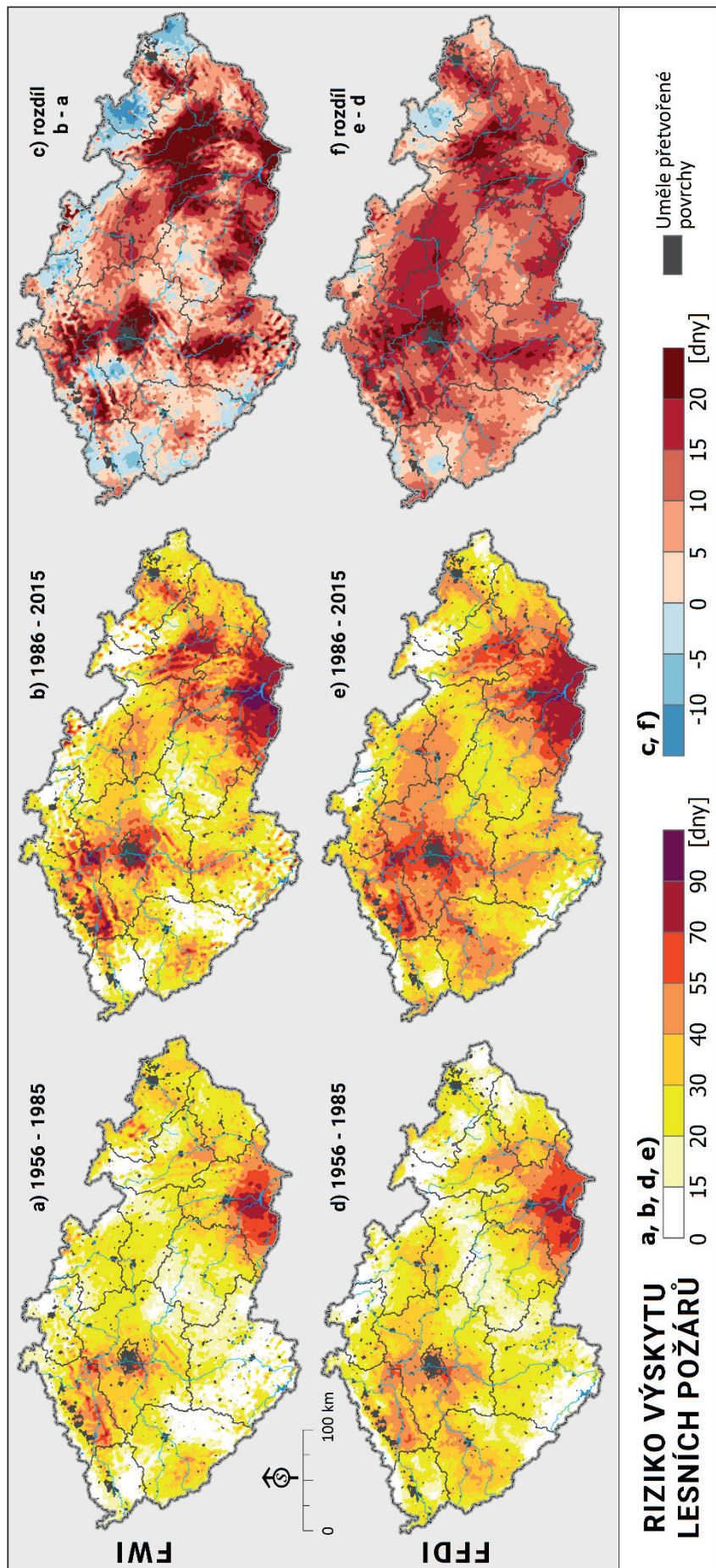
K výpočtu trendů jednotlivých IPP v rámci této studie byly použity denní dlouhodobá měření meteorologických dat z 268 klimatologických a 787 srážkoměrných stanic Českého hydrometeorologického ústavu. Tato data kombinují všechny klíčové proměnné počasí včetně denního průměru, teploty v 14:00 hod, maximální a minimální teploty [° C]; denní průměrné relativní vlhkosti vzduchu [%]; srážek [mm.den⁻¹]; globálního slunečního záření [MJ-m⁻². den⁻¹] a rychlosti větru [ms⁻¹]. Tato data jsou metodou používanou pro chod systému monitorování sucha (www.intersucho.cz), interpolovány do pravidelného rastru 500×500 m sítí. Srážky byly měřeny od 7:00 do daného dne do 7:00 následujícího dne. Všechny ostatní parametry počasí jsou založeny na datech za 0–24 hodin. Denní vstupní data byla použita pro výpočet ET_o, VPD, FWI, FFDI, FFI, AWR1 a AWD1. Pro výpočet PDSI a SPEI byly použity měsíční údaje. Ve všech indikátorech požárního počasí vyžadujících potenciální evapotranspiraci jako vstup jsme použili ET_o, protože zahrnuje jak vliv VPD, tak rychlosti větru na rozdíl od některých jiných dostupných alternativ výpočtu potenciální evapotranspirace.

PDSI byla vypočítána pomocí měsíčních údajů ETo, srážek a retenční schopnosti půdy v gridu rozlišením 500 × 500 m. Měsíční průměrný VPD byl odhadnut z denních rozdílů mezi střední specifickou vlhkostí a odhadovaným tlakem povrchového vzduchu na základě nadmořské výšky dle Abatzoglou a Williamse (2016). Výpočty FWI, FFDI a FFI použily své původní algoritmy. Stručný přehled výpočtových postupů pro tři požární indexy používané pro české podmínky je v předchozí kapitole a zhodnocen v práci Jurečky et al. (2018).

Trendová analýza všech indikátorů požárního počasí (IPP) agregovaných pro období duben–červen napříč zemědělskými a zalesněnými oblastmi České republiky jasně dokladují výrazný nárůst svých hodnot v letech 1956–2015, s lineárním trendem $0,6\sigma$ (Obr. 47). Stejný trend za červenec–září dosáhl $0,4\sigma$ a ačkoliv nebyl statisticky významný indikuje spíše zvýšení aridity paliva a tím i rizika požáru. Zatímco indikátory SPEI-6 a PDSI nevykazovaly významné trendy v žádném z posuzovaných částí vegetační sezóny u FWI byly potvrzeny statisticky významné trendy v obou částech teplého půlroku (Obr. 47e–f). Další dva specifické indexy tj. FFDI a FFI vykazaly statisticky významný nárůst rizika v dubnu až červnu. Oblasti zemědělské a lesní půdy zasažené zvyšujícím se výskytem požáru ($> 1\sigma$) se v letech 1956–2015 a zejména od roku 1990 výrazně zvýšily (Obr. 47c–d). Rozsahy oblastí s vysokou ariditou paliva se v letech 2000–2015 více než zdvojnásobil ve srovnání s hodnotami v letech 1961–1975 (z 10,6% na 22,4%). Významné pozitivní trendy v oblasti s vysokou ariditou paliva ($> 1\sigma$) byly pozorovány v období duben–červen pro všechny indikátory IPP (Obr. 47e – f), s výjimkou PDSI a SPEI-6. V období červenec–září vykazovaly významné zvýšení hodnot FWI, ETo a VPD, přičemž hodnoty SPEI-6 a FFDI byly blízko úrovně významnosti 0,05. Všechny indikátory však vykazovaly rostoucí tendence v obou analyzovaných obdobích (s výjimkou AWR1 a AWD1 za červenec–září). Ke změnám nedošlo na celém území ČR se stejnou intenzitou v období 1956–2015 (Obr. 48). Při analýze prvních 30 let tohoto období nebyl počet dní s velmi vysokým rizikem lesního požáru vyšší než 10% (tj. 9 dní) za období duben–červen a toto riziko se týkalo pouze malého regionu na jihovýchodě ČR. Ve druhé polovině teplého půlroku (červenec–září) byla situace podobná. Tato situace se v letech 1986 až 2015 výrazně změnila. Objevily se dva nové regiony s obecně vysokým počtem pro přírodní požáry příznivých podmínek a to jak na základě FWI tak i FFDI. Tyto regiony se dle obr. 48 nacházejí na jižní a střední Moravě, a dále v okolí Prahy a na severozápad od ní.



Obr. 47. Časová dynamika (a–d) a trendy (e–f) v hodnotách indexů požárního počasí (IPP) na zemědělské a lesní půdě v dubnu až červnu (a, c, e) a červenci až září (b, d, f) během let 1956–2015. Panely (a–b) zachycují sezónní změny ve standardizovaných hodnotách ISP a panely (c–d) zobrazují plochu s danou metrikou IPP vyšší než 1σ . Tučně černé čáry označují průměr všech testovaných IPP. Červené čáry ukazují hodnoty založené na FWI; oranžová, FFDI; a fialová, FFI. Tenké černé čáry v (a–b) ukazují zbývající IPP; lineární trendy standardizovaných IPP (e–f) zobrazují jak trendy v jejich celkových hodnotách (červené), tak trendy ploše s odchylkou větší než 1σ (šedé) v letech 1956–2015. Znaménko + označuje statisticky významný pozitivní trend na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.



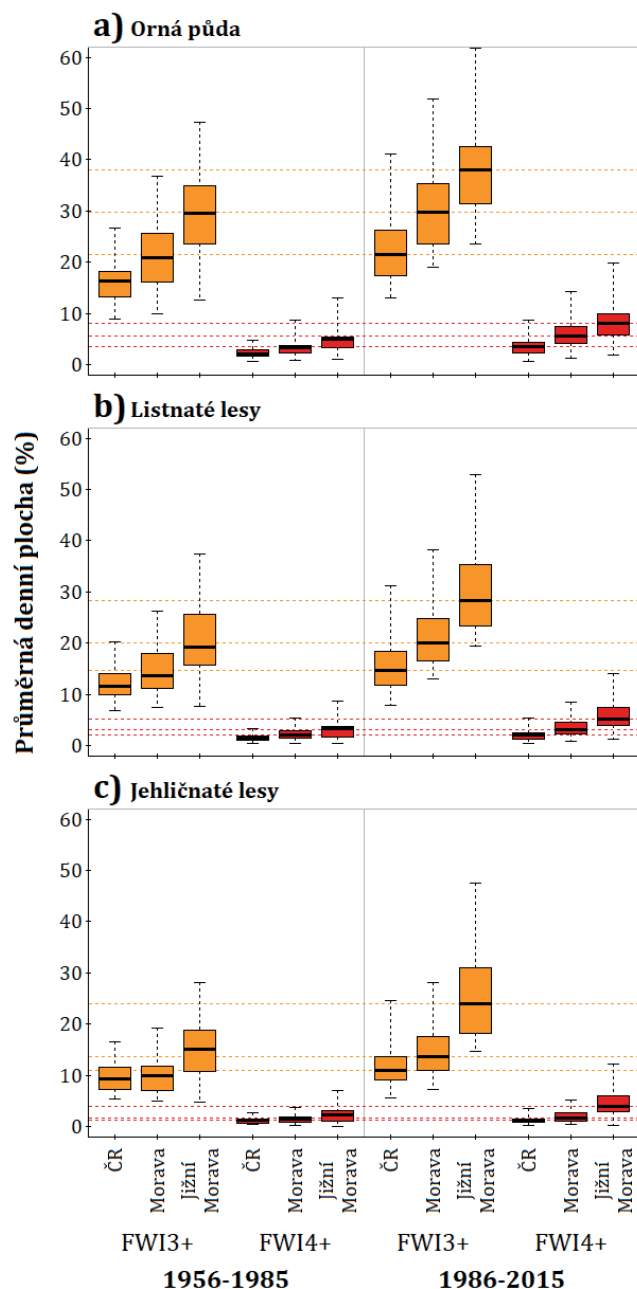
Obr. 48. Průměrný počet dní (a, b, d, e) s vysokým rizikem výskytu požáru podle indexů lesního požáru FWI a FFDI a rozdíl (c, f) mezi lety 1986–2015 a 1956–1985 pro Období duben–září. Výpočet je založen meteorologických datech v rastru 500 x 500 m a zohledňuje převládající typ využití území.

4.2. Očekávaný vývoj požárního počasí v období 2021–2080

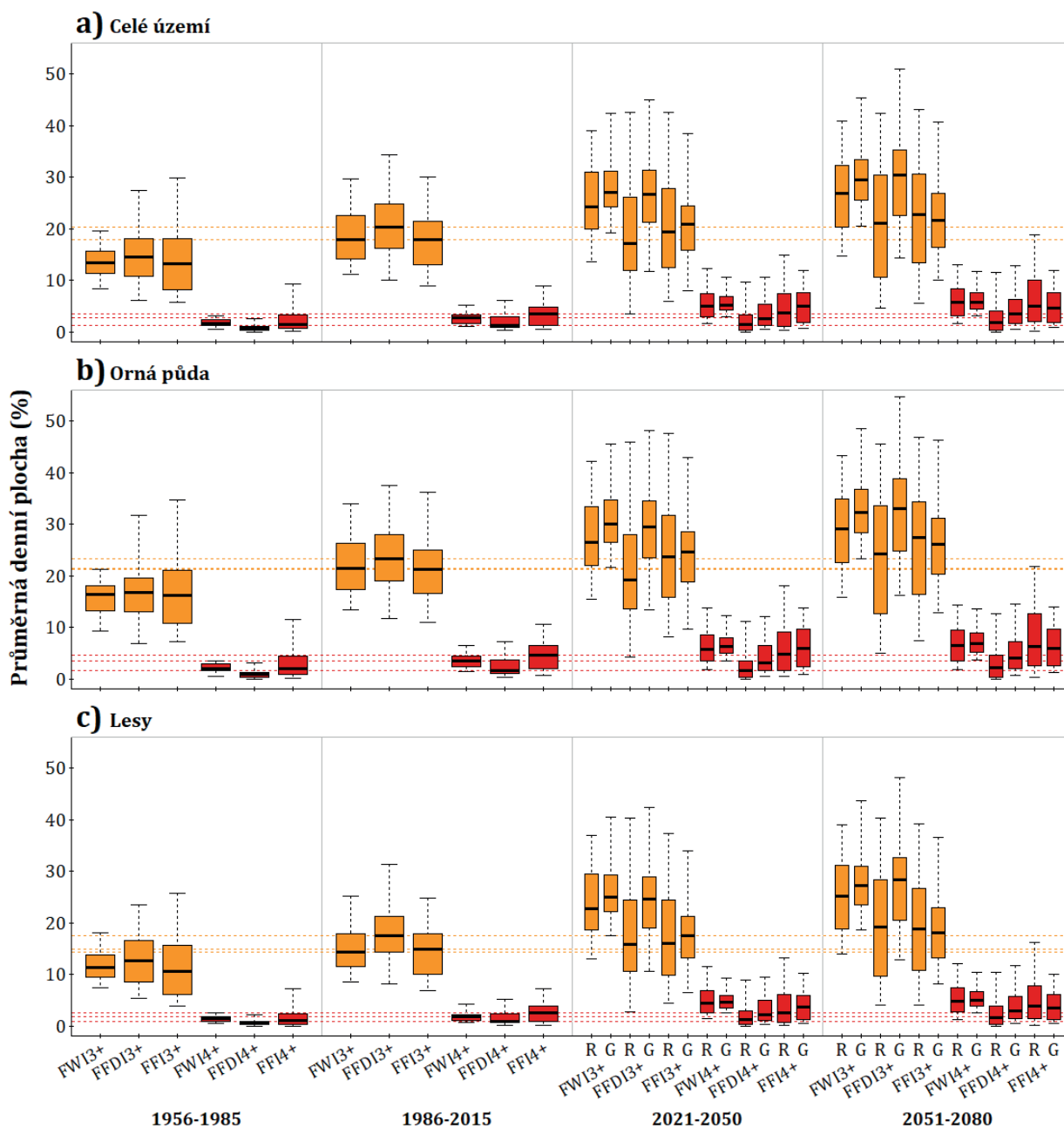
K analýze budoucích klimatických podmínek jsme použili výstupů simulací globálních (GCM) i regionálních (RCM) modelů cirkulace atmosféry. V případě RCM se práce opírá o data EURO-CORDEX, (www.euro-cordex.net: poslední přístup 20. září 2018). Ta jsou založena na využití nejmodernějších RCM pro které vnější podmínky určují modely globální cirkulace (GCM) ze souboru *Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP5). V této studii jsme použili následujících pět párů GCM / RCM v prostorovém rozlišení 0,11 ° pro RCP4.5 (Clarke et al., 2007): EURO-CORDEX: CNRM-CM5 / ALADIN53, EC-EARTH / RACMO22E, EC-EARTH / RCA4, MOHC-HADGEM2-ES / RCA4 a MPI-ESM-LR / CCLM4.8.17. Jejich volba byla ovlivněna dostupností údajů EURO-CORDEX v době přípravy této metodiky a snahou zachytit různé RCM a jejich řídicí GCM. Všechny RCM simulace byly korigovány pomocí kvantilové korekce Štěpánek et al., (2016). Pro korekci zkreslení bylo použito celkem 212 meteorologických stanic s denními srážkami a 119 stanic v případě ostatních meteorologických prvků. Korekce byla založena na období 1981–2010.

Kromě metody RCM byly současně využity i scénáře vývoje klimatu založené na pěti GCM metodou delta přístupu (více viz Trnka et al., (2016)). Z GCM dostupných v rámci CMIP-5 byl k reprezentaci středního odhadu využit model IPSL z institutu Pierre Simone Laplace, Francie. K co nejlepšímu zachycení variability očekávaných změn srážek a teploty pak následující čtveřice modelů (BNU - Pekingská univerzita v Číně; MRI - Meteorologický výzkumný ústav, Japonsko; CNRM - Národní středisko pro meteorologický výzkum, Francie a HadGEM - Hadley Center Global Environment Model, UK). Tyto modely byly vybrány ze 40 klimatických modelů dostupných v databázi CMIP5 (Taylor et al., 2011) a to podle metodiky popsané Dubrovským et al. (2014). I v případě GCM modelů je použit RCP4.5 a klimatická citlivost odpovídající 3,0 °C nárůstu teploty při zdvojnásobení koncentrace CO₂ oproti kontrolnímu období tj. 1961–2000. Odhady budoucího klimatu založená jak na RCM i GCM byly připraveny v rastru 500 x 500 m.

Všechny tři ukazatele požárního počasí jsme použili k znázornění důsledků očekávaných změn klimatických na četnost výskytu podmínek příznivých pro vznik požárů. Obr. A7 ukazuje, že počet dní s vysokým rizikem požáru se s největší pravděpodobností zvýší během 21. století, a to poměrně výrazně. Všechny tři ukazatele požárního počasí naznačují prokazatelné a statisticky významné zvýšení (ve srovnání s referenčním obdobím 1986–2015) během období 2051–2080, bez ohledu na to, zda byly použity scénáře založené na RCM nebo GCM, a totéž platilo pro dny s velmi vysokým rizikem požáru. Změny četnosti pro požár příznivých podmínek se u jednotlivých typů využití území lišily a výsledky jsou zde uvedeny pro celkovou plochu, ornou a zalesněnou půdu (Obr. 50). Zatímco mezi lety 1956–1985 a 1986–2015 je zřetelně patrné výrazné zvýšení četnosti vysokého a zejména velmi vysokého nebezpečí požárního počasí pro ornou půdu, nárůst byl pro zalesněnou půdu malý. V očekávaných klimatických podmínkách však dochází k výrazné zvýšení plochy území s výskytem pro požár příznivého počasí, které je vysokým rizikem požáru bez ohledu na index požárního počasí nebo použitý typ klimatického scénáře, i když různou rychlostí. Výskyt dní s velmi vysokým rizikem se výrazně zvýšil. Mezi jednotlivými RCM a GCM byly značné rozdíly, které představovaly širokou škálu proměnlivosti klimatu, ale i RCM s nejnižší předpokládanou změnou požárního počasí vedly ke zvýšenému výskytu dnů požárního počasí po 2051 ve srovnání s obdobím v období 1986–2015. Zároveň jsou patrné rozdíly mezi projekcemi založenými na RCM a GCM byly významné a představovaly nejistotu změny klimatu; jejich rozsahy vykazovaly značné celkové a shodné trendy. Odhady založené na GCM vedly k nejvyšší míře změny charakteristik požárního počasí (Obr. 50). Zatímco variabilita mezi odhady na základě jak RCM tak GCM existuje, výsledky prokázala jejich poměrně dobrou shodu. O robustnosti výsledků také svědčí fakt, že celkové trendy napříč různými typy využití byly podobné bez ohledu na to, zda byly založeny na FWI, FFI nebo FFDI.



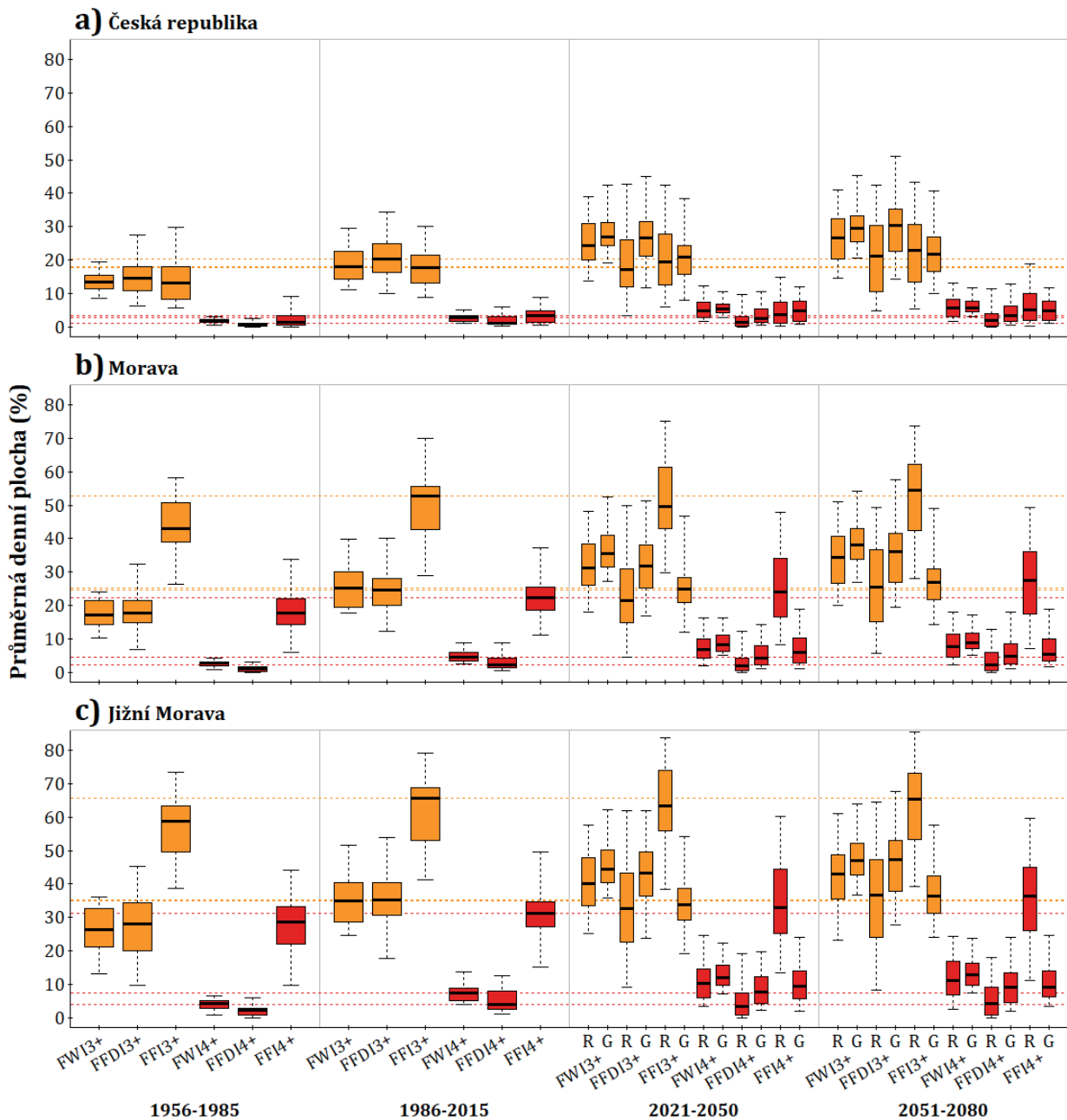
Obr. 49. Krabicové grafy (střední, dolní a horní kvartily, 5. a 95. percentily) průměrné denní plochy s požárním počasím s vysokým (FWI3 +) a velmi vysokým (FWI4 +) rizikem výskytu požáru, jak je hodnoceno FWI pro ornou půdu (a), listnaté lesy (b) a jehličnaté lesy (c) a jejich změny mezi obdobími 1956–1985 a 1986–2015. Tečkované čáry vymezují střední hodnoty pro každou oblast / kategorii v období 1956–1985. Údaje za všechny tři typy využití území jsou agregovány za celou Českou republiku (CZ), Moravu a jižní Moravu.



Obr. 50. Boxové parcely (střední, dolní a horní kvartily, 5. a 95. percentily) oblasti zasažené požárním počasím duben – září podle hodnocení indexů požáru FWI, FFDI a FFI s vysokým (3+) a velmi vysokým (4+) rizikem. Hodnoty indexů byly hodnoceny pro celé území České republiky (a), ornou půdu (b) a lesy (c) pro dvě sledovaná období 1956–1985 a 1986–2015 a dvě 30letá období do roku 2080, na základě souboru pěti RCM (R) a pěti GCM (G). Tečkované čáry vymezují střední hodnotu pro každou kategorii v období 1956–1985.

Nadmořská výška hraje důležitou roli při výskytu požárního počasí i při určování důsledků změny klimatu. Zatímco plochy pod 500 m n. m. vykazovaly výrazný nárůst výskytu dnů s vysokým a velmi vysokým rizikem požáru v období 1956–1985 a 1986–2015, oblasti nad 500 m n. m. vykazovaly téměř žádnou nebo velmi malou změnu. V tomto případě vykazovaly FFDI největší nárůst ve vysokých nadmořských výškách. Analýza rychlosti změny ukázala, že vysoké nadmořské výšky byly progresivně více ohrožovány výskytem požáru příznivého počasí. Během období 2021–2050 mohly výšky nad 500 m n. m. stejné úrovně rizika jako plochy pod 500 m n. m. dosáhnout v letech 1986–2015. Stejnou tendenci bylo možné pozorovat i pro dny s velmi vysokou pravděpodobností vzniku požáru.

Zatímco Obr. 47 a Obr. 49 znázorňují významné rozdíly v charakteristikách požárního počasí mezi celým českým územím a Moravou a jižní Moravou zvláště, celkový dopad změny klimatu byl srovnatelný ve všech třech oblastech agregace (Obr. 51). V budoucím klimatu bude na Moravě a na jižní Moravě zvláště mnohem větší pravděpodobnost dnů s vysokým nebo velmi vysokým rizikem požáru než ve zbytku země (Obr. 51). Na základě tří indexů požárního počasí bylo přibližně 15–20 % dnů ovlivněno vysoce rizikovým požárním počasím v období 1986–2015 v celé České republice ve srovnání s 35 až 60 % dní na jižní Moravě. Výrazně vyšší hodnoty FFI pro Moravu a jižní Moravu byly způsobeny mnohem vyšším výskytem suchých povrchů (a mnohem častějším překračováním prahových hodnot), které mají vysoký vliv na hodnoty FFI.



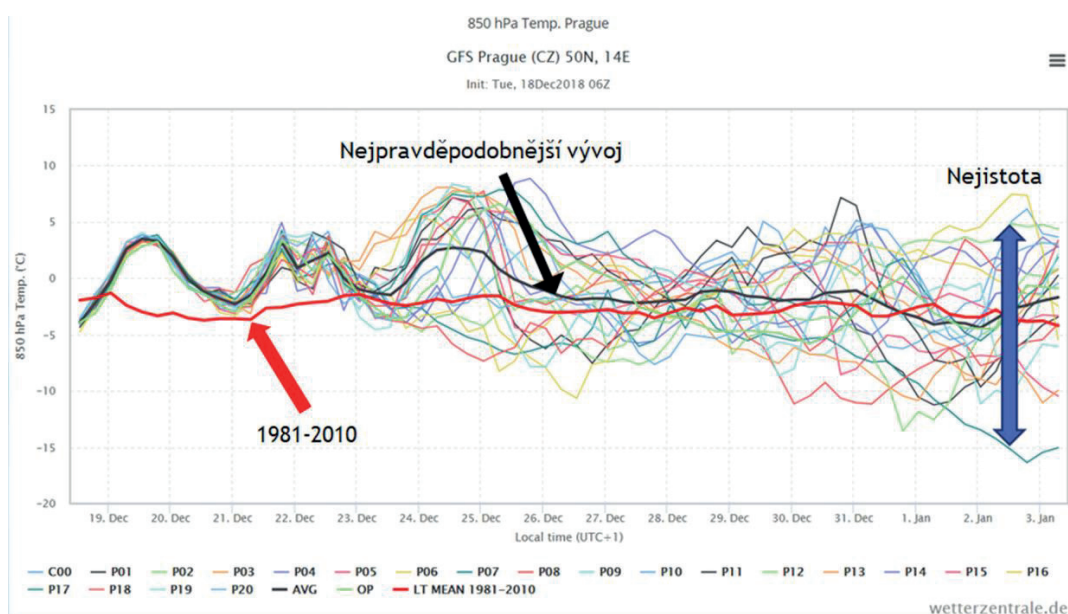
Obr. 51. Krabicové grafy (střední, dolní a horní kvartily, 5. a 95. percentily) oblasti zasažené požárním počasím duben–září podle hodnocení indexů požáru FWI, FFDI a FFI s vysokým (3+) a velmi vysokým (4+) rizikem. Hodnoty indexu byly vyhodnoceny pro všechny sítě nad územím České republiky (a), Morava (b) a Jižní Morava (c) pro dvě sledovaná období 1956–1985 a 1986–2015 a dvě 30letá období do roku 2080 na základě souborů pět RCM (R) a pět GCM (G). Tečkované čáry vymezují střední hodnotu pro každou kategorii v období 1956–1985.

5. MONITORING A PŘEDPOVĚĎ RIZIKA LESNÍCH POŽÁRŮ JAKO NÁSTROJ PRO OPERATIVNÍ REDUKCI MÍRY RIZIKA

5.1. Krátkodobé a střednědobé numerické předpovědi počasí pro vyhodnocení vlivu meteorologických podmínek na vznik přírodních požárů

Rozvoj počítačové techniky a kosmonautiky společně se snahou lépe předpovídat živelné katastrofy se v meteorologii na sklonku 20. století projevily rozvojem nových přístupů k předpovědi počasí. Od této doby hraje v předpovědích stále důležitější roli použití modelů, které se zvyšující se přesností a spolehlivostí nahrazují starší, popisné metodologie předpovědi. Základním nástrojem numerické předpovědi počasí je takzvaný numerický předpovědní model. Jeho jádrem je soustava nelineárních parciálních diferenciálních rovnic, které v daném bodě nad zemským povrchem popisují probíhající fyzikální děje v atmosféře. Tyto rovnice nemají konvenční analytické řešení a musí se proto řešit metodami numerické matematiky. Tento způsob řešení dal jméno celému oboru.

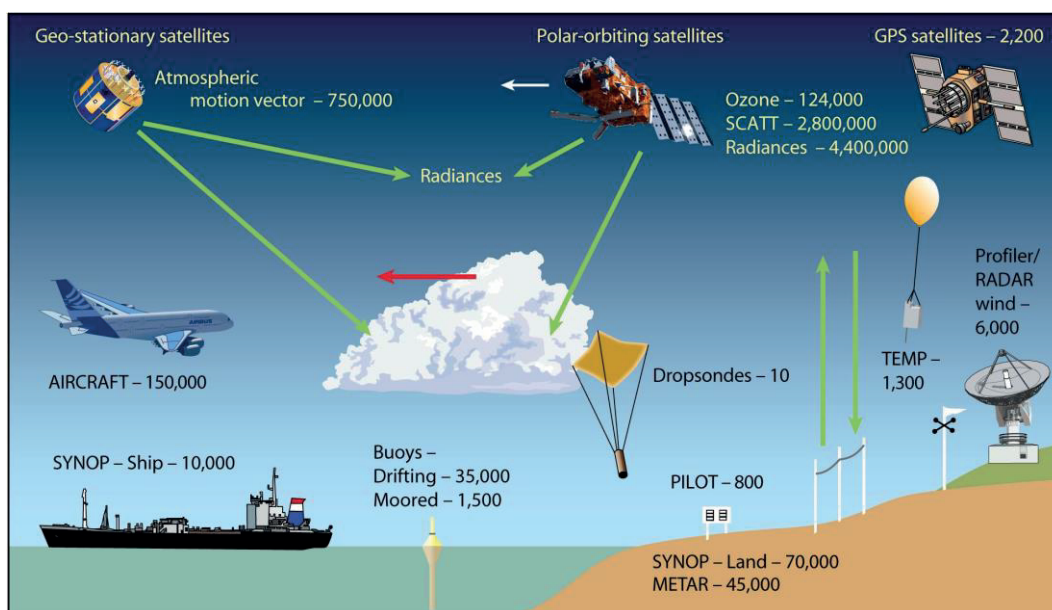
V předpovědi počasí panuje značná nejistota, a proto se v praxi nespolehneme pouze na výstupy jednoho modelu. V současné meteorologii existují dva základní přístupy k použití modelů. Jeden je deterministický, který předpokládá, že se počasí bude vyvíjet pouze jedním směrem. Druhým je předpověď ensemblová (skupinová), která uvažuje různé možné vývoje počasí za daných podmínek (Obr. 52). Medián (tedy střed) z těchto několika větví reprezentuje nejpravděpodobnější předpověď. Ensemblová předpověď se používá především v předpovědi počasí na více dní dopředu, typicky 10–15 (střednědobá předpověď). Každý individuální numerický předpovědní model (ty se počítají v různých centrech po celém světě) má svoje výhody a nevýhody, které jsou dané jeho fyzikálním nastavením a naladěním parametrů. To znamená, že za určitých meteorologických situací může předpovídat lépe než jiný model anebo je přesnější v určitém meteorologickém prvku, ale poskytuje naopak slabší výsledky za jiných situací nebo u jiného prvku. Jako příklad můžeme uvést americký model GFS, který například v létě nadhodnocuje srážky v bouřkových situacích, což je to dáno tím, že díky svému nastavení předpovídá více vzdušné vlhkosti. Proto náš koncept je založen na více modelech a tím se chyby v konečném výstupu eliminují. Kromě toho ještě navíc každý model statisticky korigujeme (opravujeme jeho chyby typické pouze pro naše území) na základě skutečných (naměřených) dat ze stanic.



Obr. 52. Ensemblová předpověď počasí z numerického předpovědního modelu GFS (www.wetterzentrale.de)

Pro výpočet rizika přírodních požárů používáme globální numerické modely předpovědi počasí v jejich deterministických verzích. Globální verze modelů upřednostňujeme z důvodu, že oproti regionálním verzím poskytují předpovědi počasí na delší dobu dopředu – typicky na více než 5 dní, ale mají naproti tomu menší prostorové rozlišení v porovnání s regionálními modely. To je dáno tím, že i když jsou k výpočtům používány super-počítače, děje se v atmosféře jsou tak složité, že je potřeba určitých zjednodušení oproti realitě (např. zmíněným menším prostorovým rozlišením). Proto je nutné přistoupit ke kompromisům a stanovit určité prostorové a časové rozlišení modelu, případně (u regionálních modelů) jeho omezení na určitou geografickou oblast. Tento kompromis ovšem závisí nejen na dostupné výpočetní síle, ale také na matematicko-fyzikálních formulacích modelu. Potřeba dostatečně vysokého rozlišení modelu (časového i prostorového) vede k tomu, že kvalitní numerické modely vyžadují pro svůj efektivní provoz velmi výkonné superpočítače a s ohledem na s tím spojené vysoké náklady jsou provozovány zejména velkými meteorologickými službami.

Model předpovědi musí také mít v jejím počátku k dispozici informace o aktuálním stavu atmosféry. Z něj předpověď vychází a svými výpočty tento výchozí stav v jednotlivých časových krocích dále modeluje do podoby předpovědi. Je velmi důležité, aby tyto vstupní informace byly co nejpřesnější a bylo jich co nejvíce. Z těchto důvodů probíhá celosvětově v rámci meteorologických služeb ke sběru dat z měřících pozemních stanic, ale také například z radarů, sondáží atmosféry a zejména pomocí satelitního snímání zemského povrchu a oblačnosti (Obr. 53). Zároveň je potřeba tato data neustále kontrolovat: to provádějí především jednotlivé meteorologické služby, ale kontrola probíhá i v rámci modelování během takzvané asimilace dat. Výsledkem výpočtů modelu jsou pak časové řady jednotlivých meteorologických prvků (např. teplota, srážky, radiace apod.) v pravidelné geometrické síti bodů na zemském povrchu i v předem definovaných výškových hladinách ve volné atmosféře. Zatímco časový krok výpočtů je velmi hustý (řádově jednotky minut), výsledky výpočtů jsou uživatelům z technických důvodů poskytovány v hodinových či tříhodinových intervalech.



Obr. 53. Vstupní meteorologická data pro numerické předpovědní modely (zdroj: ECMWF; <https://www.ecmwf.int/en/research/data-assimilation/observations>)

Pro potřeby předpovědi počasí pro monitoring sucha bylo nakonec zvoleno 5 numerických předpovědních modelů, které patří ve světě k těm nejlepším a zároveň mají dostatečnou délku předpovědi. Modely se liší ve svém prostorovém rozlišení a délce předpovědi. Obecně platí, že čím delší předpověď, tak má model horší prostorovou vazbu. Předpověď pro monitoring sucha je omezena na maximální délku 9 dnů, kdy je ještě spolehlivost modelů přijatelná. Na delší období by bylo nutné zpracovávat jiné typy modelů (ensemblové členy jednotlivých modelů), což by výrazně zatížilo výpočetní kapacitu a předpověď by byla k dispozici až

v pozdější čas a ztrácela by svoji relevanci. Nejlepší prostorové rozlišení má v našem výběru francouzský model Arpege (10 km), ale jeho předpověď je k dispozici pouze na 4 dny dopředu. Naopak nejhrubší prostorové rozlišení poskytuje americký model GFS a kanadský GEM (25 km), ale na druhé straně dávají nejdelší předpovědi. Např. model GFS předpovídá počasí až na 16 dní dopředu. Jak vypadá rozdíl v rozlišení modelů, ukazuje Obr. 54. Zde jsme záměrně zvolili jako ukázkou regionální model britské meteorologické služby GLOBAL UM, který má vysoké rozlišení (okolo 4 km) a oproti tomu americký model GFS (25 km). Je zde vidět, jak model s hustým pokrytím dokáže podstatně lépe postihnout regionální rozdíly. Bohužel takto prostorově podrobný model pak není možné spočítat na delší období, a proto je pro monitoring sucha nevyužitelný a je používána jeho globální verze. Modely ECMWF IFS a GLOBAL UM jsou placené, naopak ostatní modely lze zatím používat zdarma. Obecně platí, že modely za poplatek dávají kvalitnější výsledky.

Seznam použitých modelů:

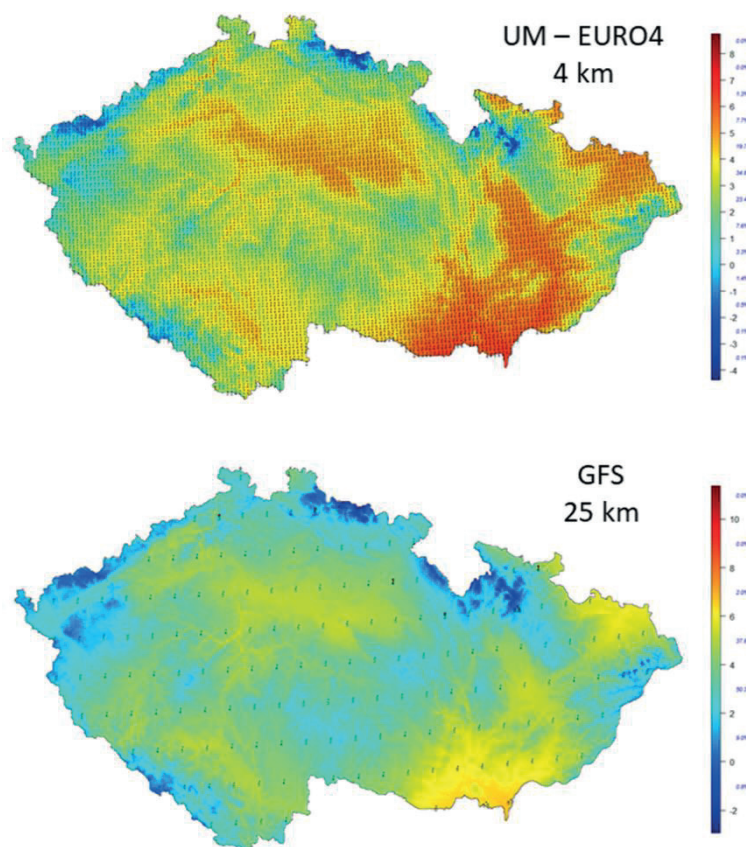
Model **IFS** Evropského centra pro střednědobou předpověď Integrated Forecasting System (ECMWF) s prostorovým rozlišením 12 km, v 3h časových intervalech a na 10 dní dopředu.

Model **ARPÈGE** francouzské meteorologické služby Centre National de Recherches Météorologiques/ Météo France (zkratka z Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle) s prostorovým rozlišením v Evropě ~10km, v 1h časových intervalech na 4 dny dopředu.

Model Unified Model (**GLOBAL UM**) britské meteorologické služby United Kingdom Meteorological Office (UKMO) s prostorovým rozlišením ~10km, v 1h časových intervalech na 6 dní dopředu.

Model Global Forecasting System (**GFS**) meteorologické služby Spojených států National Office for Ocean and Atmosphere (NOAA) v prostorovém rozlišení 25km, v časových intervalech 3h a na 16 dní dopředu,

Model Global Earth Model (**GEM**) kanadské meteorologické služby Canadian Meteorological Centre (CMC) v prostorovém rozlišení 25km, v 3h časových intervalech a na 10 dní dopředu.

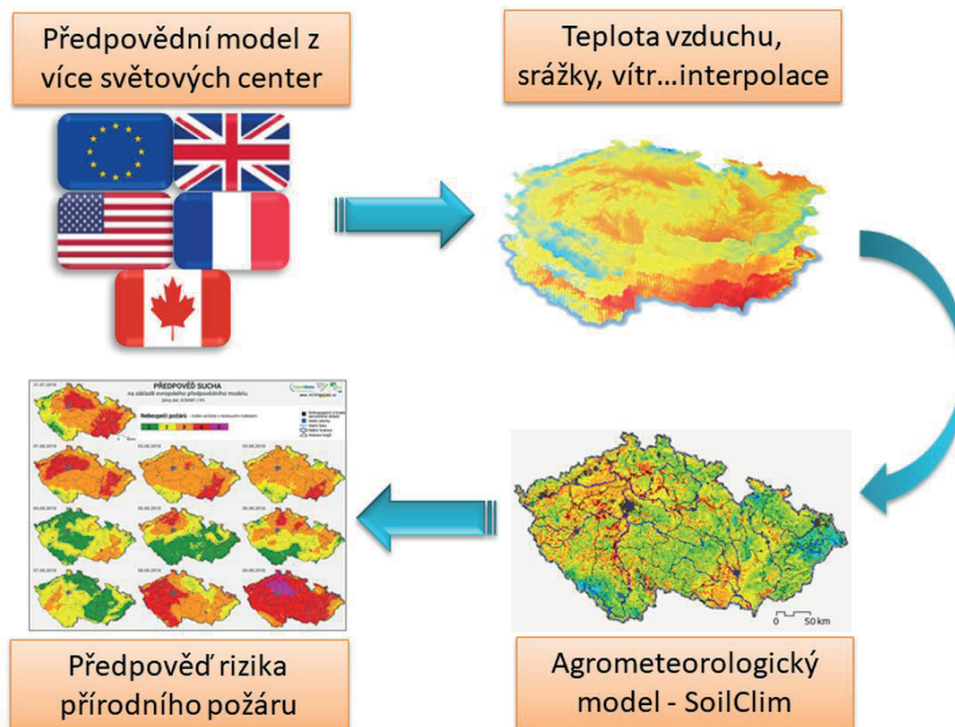


Obr. 54. Ukázka rozdílu rozlišení dvou numerických předpovědních modelů – regionálního a globálního

Numerické předpovědní modely nedokážou vždy zcela správně popsat lokální podmínky a různá geografická specifika dané oblasti. Je proto nutné je na základě historických dat, což jsou starší předpovědi a měření na meteorologických stanicích, pro dané místo korigovat. V prvním kroku se zjišťuje, jaká je systematická odchylka od skutečnosti. Ta je pak následně statistickými metodami odstraněna. Teprve takto opravené výstupy předpovědního modelu pokračují do dalšího zpracování (Obr. 55).

Aby došlo k odstranění problému s rozdílným prostorovým rozlišením modelů, tak jsou výstupy jednotlivých modelů prostorově interpolovány do jednotného rozlišení 500×500 m, jak lze vidět například na Obr. 54. Interpolace je prováděná s ohledem na geografické parametry, jako je například nadmořská výška či sklonitost terénu.

Takto připravené rastrové vrstvy předpovědních dat slouží jako vstup do modelů indexů požárního rizika. Mezi hlavní prvky používané pro předpověď na 10 dní dopředu pomocí modelu SoilClim patří maximální a minimální teplota vzduchu, srážkové úhrny, vlhkost vzduchu, rychlost větru a délka slunečního svitu.

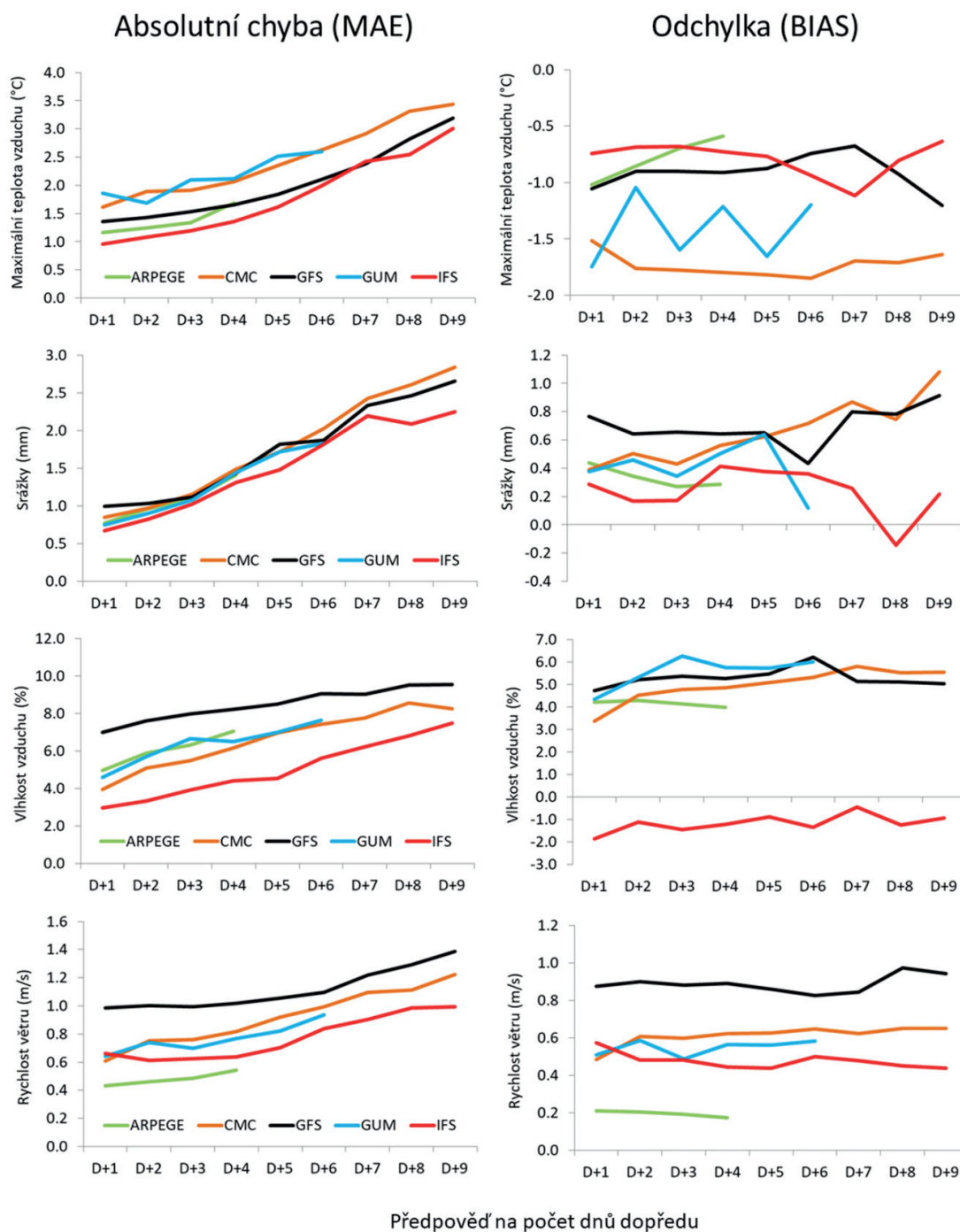


Obr. 55. Schéma přípravy předpovědi rizika přírodního požáru

Každý den po 8 hodině ráno dojde ke stažení aktuálních meteorologických dat (teplota vzduchu, srážky, vlhkost vzduchu, rychlost větru a slunečný svit) za uplynulých 24 hodin. Ty jsou interpolovány do prostoru a slouží jako vstup do softwaru SoilClim a modulů pro výpočet požárního rizika. Díky tomu je vypočten aktuální stav. Ten samozřejmě slouží jako počáteční podmínky pro vlastní předpověď. Každý numerický předpovědní model je k dispozici v jinou časovou dobu. Proto je v intervalech kontrolována dostupnost jednotlivých modelů a ihned stažena, jak se objeví jeho aktuální výpočet. Data jsou softwarově automaticky přetransformována do potřebných formátů. Na těchto datech je pak proveden proces bias korekce, který odstraní systematické chyby modelů. Takto ošetřená data vstupují do interpolace a stejně jako v případě operativních aktuálních dat (tedy za posledních 24 hodin) vstupují jednotlivé vrstvy jako podklady do softwaru SoilClim. U předpovědi je tato činnost časově náročnější, jelikož se pro jednotlivé modely počítá na 3–10 dní dopředu, tedy množství dat a výpočtů geometricky narůstá. V současné době je výsledný produkt předpovědi rizika lesních požárů na dalších 10 dní a aktuální stav hotov po 13 hodině. Na možném zrychlení se bude dále pracovat, ale zde se naráží na vlastní rychlost dostupnosti předpovědních modelů z velkých výpočetních center. Úspěšnost předpovědi prediktorů pro výpočet rizika přírodních požárů je hodnocena na základě porovnání předpovědí těchto prvků se skutečně naměřenými údaji získanými ze sítě meteorologických stanic (Obr. 56). S délkou časového výhledu předpovědi stoupá její chyba a ta se liší i podle použitého předpovědního modelu a meteorologického prvku. Obecně k nejlépe předpověditelným meteorologickým prvkům patří teplota vzduchu. U maximálních teplot vzduchu mají všechny modely tendenci předpovídat nižší hodnoty a to hlavně v jarních a letních měsících, které jsou pro monitoring sucha nejdůležitější. To by znamenalo, že by modely dávaly (bez opravy jejich chyby) tendenci k pomalejšímu vysušování.

Problematické jsou naopak srážky, u kterých nepřesnost stoupá především v letních měsících za bouřkových situací, kdy současné numerické předpovědní modely nejsou schopny přesně určit místo a čas výskytu srážek. Celkově modely nadhodnocují množství srážek spadlých na celé území České republiky. Mezi hůře předpověditelné prvky patří také rychlost větru, která je značně ovlivněna specifickými místními podmínkami. Předpovědní modely mají celkem značnou kladnou odchylku, kdy predikují o 0,5 až 1 m/s vyšší rychlosti než jsou ty skutečně změřené na stanicích. To je způsobeno tím, že modely nemají v sobě zahrnutou takovou drsnost

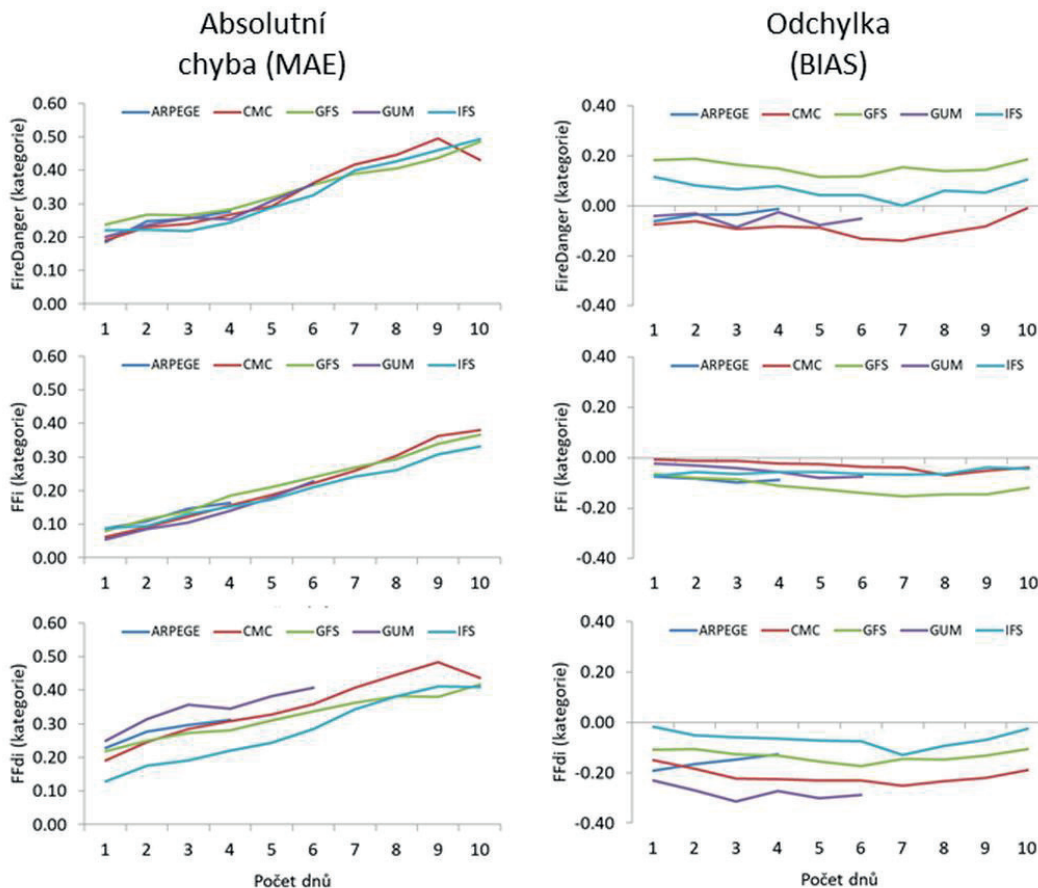
povrchu (překážky), jaké se reálně vyskytují v okolí stanic. Proto ale nakonec rychlosti větru podle modelů budou pravděpodobně reálnější pro predikci požárního rizika než skutečná měření. U vlhkosti vzduchu se již začíná projevovat značný rozdíl mezi kvalitou jednotlivých předpovědních modelů, což se pak významně projevuje v predikci sucha. Nejblíže realitě je opět jako u ostatních prvků model IFS. Naopak velice špatně předpovídá vlhkost vzduchu model GFS. U něj je vidět, že hodnoty vlhkosti pro území České republiky se značně liší od reality. Kromě modelu IFS mají podobný problém i ostatní modely, kdy jsou výrazně vlhčí než je skutečnost. To platí především pro první polovinu roku, tedy pro zemědělsky nejdůležitější období.



Obr. 56. Průměrná absolutní chyba (vlevo) a systematická odchylka (vpravo) předpovězené a naměřené hodnoty pro maximální teplotu vzduchu, srážky, vlhkost vzduchu a rychlost větru podle jednotlivých modelů až na 9 dní dopředu

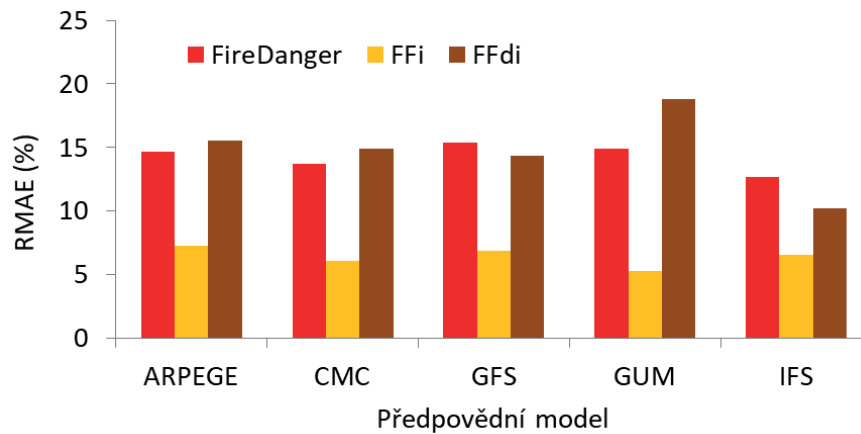
5.2. Spolehlivost operativní předpovědi rizika přírodních požárů ansámblem numerických předpovědních modelů

Výše popsané základní meteorologické prvky poté vstupují do výpočtu indexů požárního rizika. Teprve až jejich kombinace může spolehlivě ukázat, které numerické předpovědní modely jsou nejhodnější. V operativním chodu byly postupně počítány tři indexy a to FireDanger, FFI a FFdi.

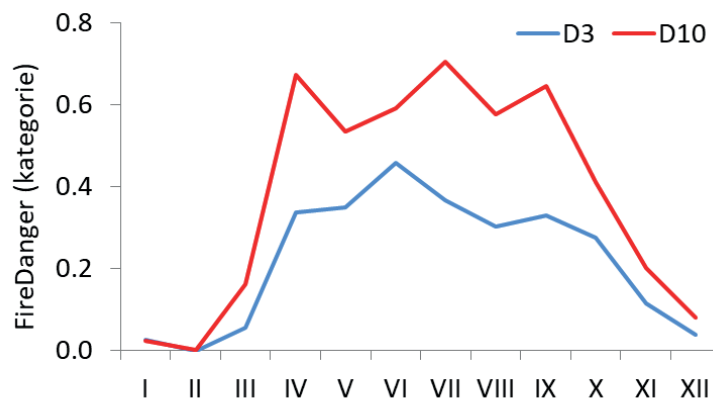


Obr. 57. Absolutní chyba (MAE) a odchylka (BIAS) předpovězeného indexů požárního rizika (FireDanger, FFI, FFdi) podle různých numerických předpovědních modelů na 10 dnů dopředu.

Stejně jako u základních prvků roste chyba předpovědi s délkou předpovědi (Obr. 57). Nejnížší relativní chybu ze všech tří požárních indexů má FFI a to na první den pod 4 %. Nejlépe vychází u tohoto indexu předpovědní model GUM. *FireDanger index* vykazuje dvakrát tak vysokou chybu jako FFI, stejně tak FFdi index, u kterého ovšem model IFS má v porovnání s ostatními modely o hodně nižší chybu. Pokud bychom analyzovali absolutní čísla indexů, tak v případě FFI se chyba pohybuje od 0,1 do 0,3 (první až 10. den), u FireDanger od 0,2 to 0,45, obdobně je to u FFdi kromě IFS modelu, kde se hodnoty pohybují od 0,15 do 0,4. Pokud porovnáme kvalitu předpovědi na 3 dny dopředu (Obr. 58), tak nejlépe vychází model ECMWF IFS a GUM. Indexy požárního rizika FFI a FFdi mají tendenci předpověď rizika spíše podceňovat. U FireDanger indexu model ECMWF IFS a GFS naopak riziko požárů přeceňoval. Chyba předpovědi je rozdílná pro jednotlivé fáze roku. V zimě je chyba prakticky nulová a to vyplývá z toho, že i samotné požární riziko prakticky neexistuje. Chyba je poté vyšší v teplém půlroku, kdy je samozřejmě i složitější otázka správné předpovědi srážek (bouřkové situace). Na Obr. 59 je vidět rozdíl chyby v předpovědi na 3 a 10 dnů dopředu v jednotlivých měsících podle modelu ECMWF IFS. Nejvyšší chyba podle této analýzy vychází v červnu u předpovědi na 3 dny dopředu a v červenci na 9 dnů. Výsledky jsou uvedeny souhrnně za celou Českou republiku.



Obr. 58. Relativní absolutní chyba [%] předpovědi na 3 dny dopředu podle jednotlivých předpovědních modelů pro vybrané požární indexy

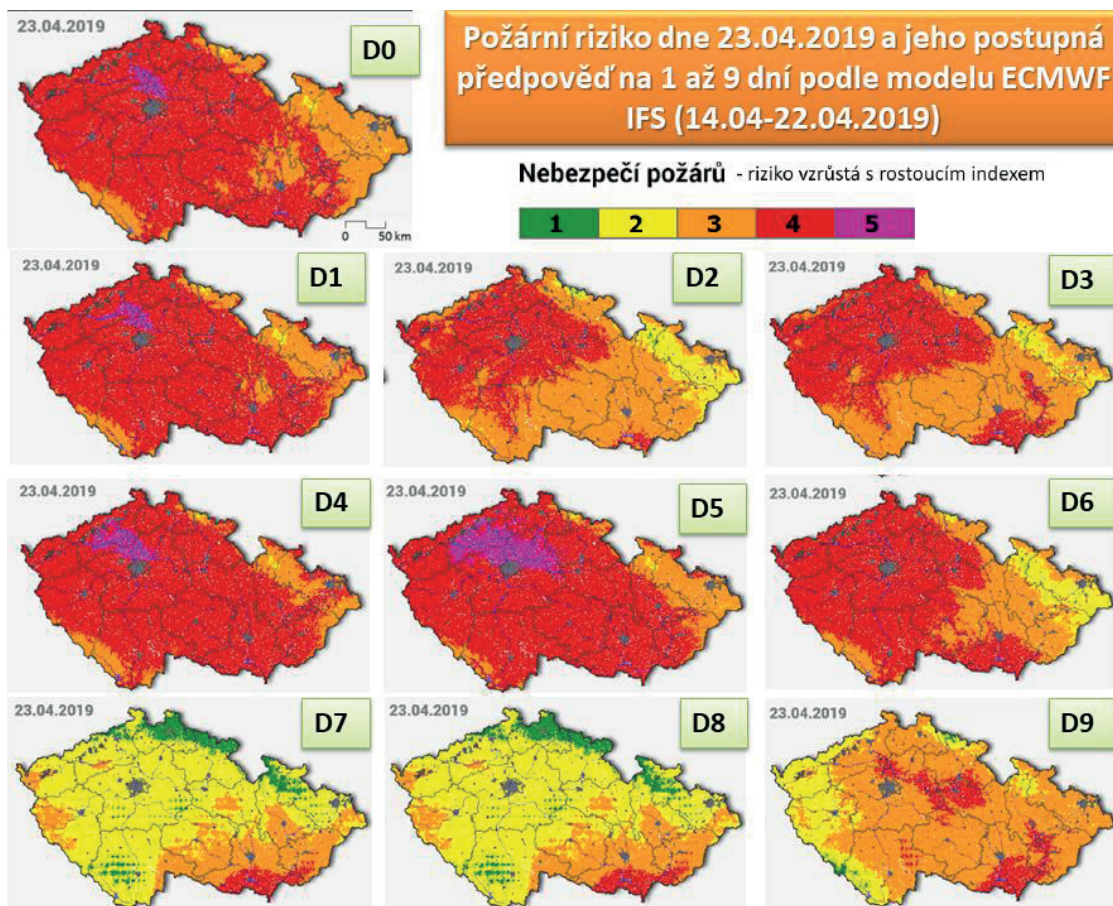


Obr. 59. Absolutní chyba (MAE) předpovědi požárního indexu FireDanger podle modelu ECMWF IFS na 3 a 10 dnů dopředu v jednotlivých měsících

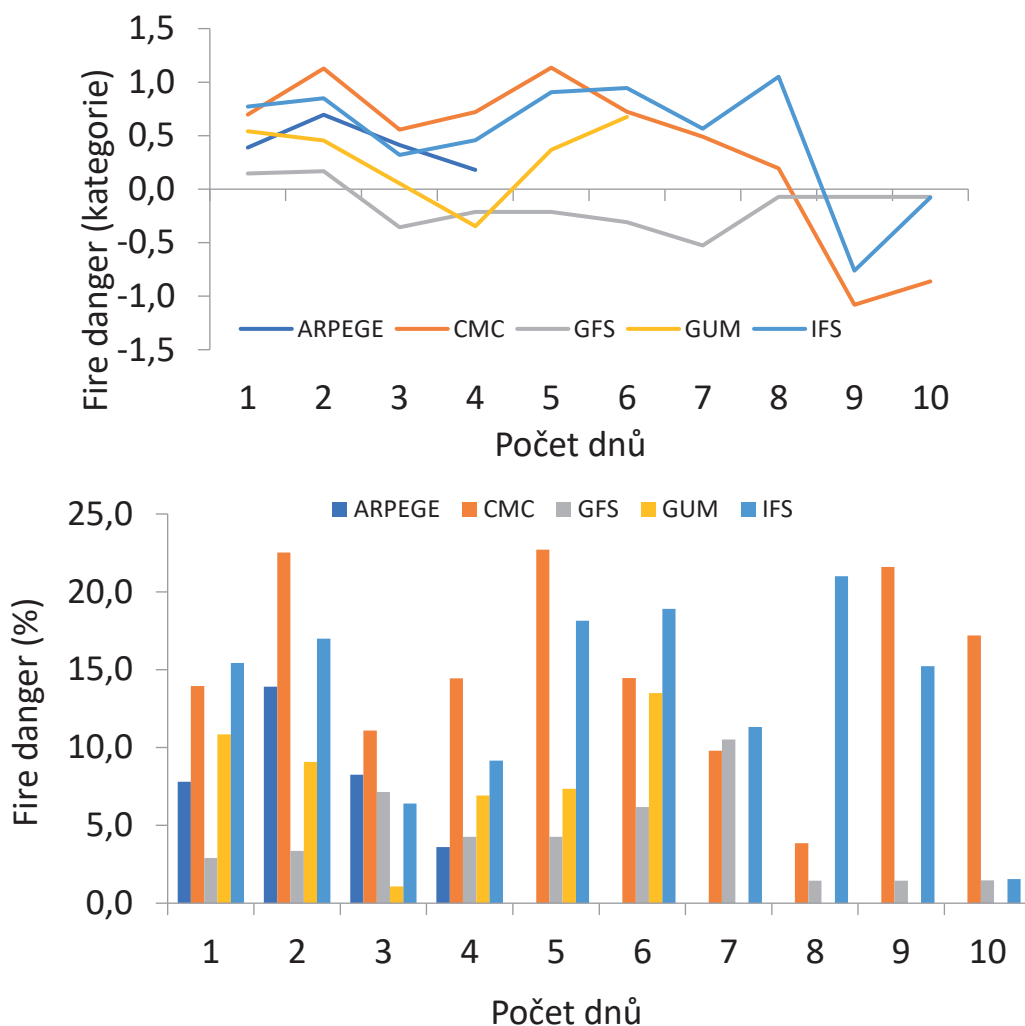
5.3. Reálný příklad: předpověď požárního rizika na 23. dubna 2019

Na ukázkou fungování předpovědi požárního rizika byl vybrán den 23. dubna 2019. V dubnu 2019 panovalo výrazné suché a zároveň větrné počasí. To způsobilo nadprůměrné množství přírodních požárů. Výsledky se výrazně liší podle jednotlivých indexů a to v závislosti na započítání rychlosti větru nebo ne.

Podle *FireDanger indexu* bylo průměrné riziko nebezpečí přírodního požáru na území České republiky 3,0 z 5,0 škály. Podle všech numerických modelů předpovědi počasí bylo na celé období 10 dnů prakticky predikováno stejný stupeň rizika (Obr. 60). To znamená, že vysoké riziko přírodních požárů bylo známo dostatečně dlouhou dobu dopředu a dalo se na tuto informaci dobře spolehnout. Nejmenší chybu na tento den podle daného indexu vykazoval model GFS (Obr. 61), který spíše riziko lehce podceňoval. Ostatní modely naopak predikovaly ještě vyšší riziko, než ve skutečnosti nastalo. Nejvíce nadhodnocoval předpověď model ECMWF IFS a to zhruba o 0,5 kategorie.

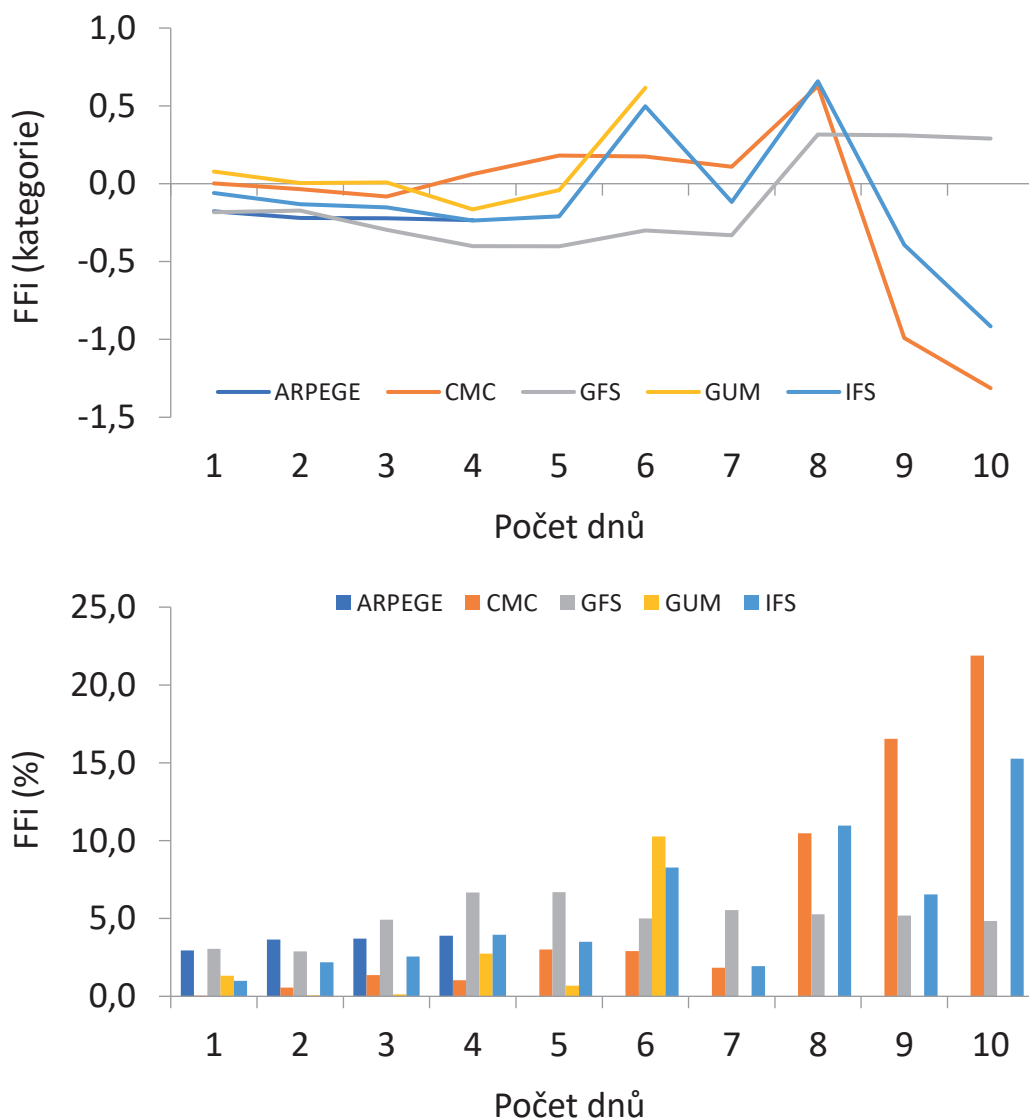


Obr. 60. Předpověď přírodního požárního rizika podle modelu ECMWF IFS na 23. dubna 2019 z předchozích 9 dnů.



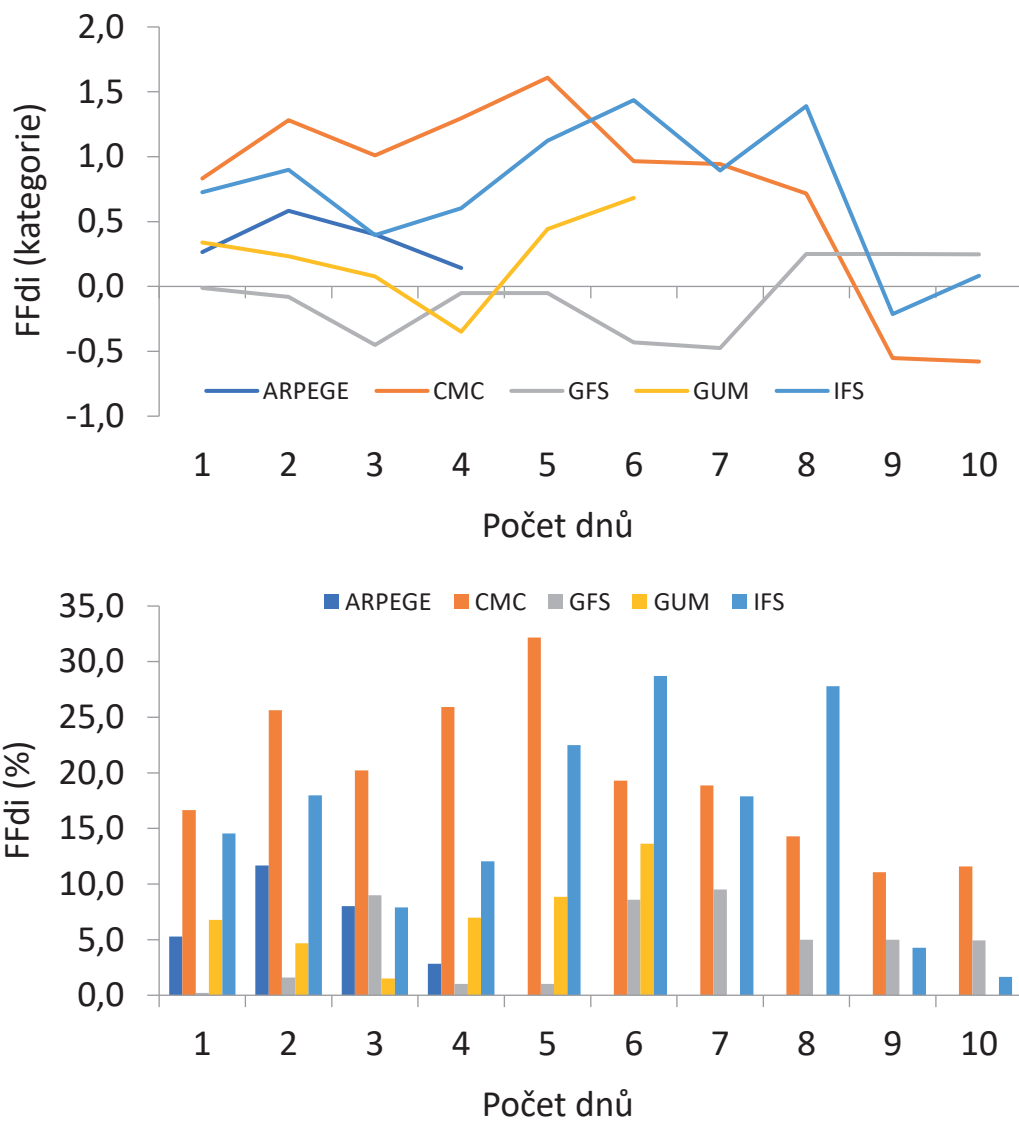
Obr. 61. Odchylna předpovědi FireDanger indexu podle jednotlivých numerických předpovědních modelů na 23. dubna 2019.

Index FFi vykazuje podstatně menší chybu než *FireDanger index* na tento den, jelikož nezapočítává vítr, takže je jeho predikce jednodušší. Na prvních pět dní je podle všech modelů chyba zcela minimální a to většinou do 5 % (Obr. 62). Na 8–10 den vykazuje nejlepší předpověď model GFS a to pouze průměrnou chybu 0,3 kategorie ze šesti. Většina modelů riziko požárů lehce podceňovaly, ale ten rozdíl byl minimální.



Obr. 62. Odchylka předpovědi FFi indexu podle jednotlivých numerických předpovědních modelů na 23. dubna 2019.

Požární index FFdi vykazoval nejnižší míru rizika přírodního požáru. Podle jeho výpočtu byla průměrná kategorie rizika přírodního požáru 2,3 z 5 (Obr. 63). Nejbližše realitě byla předpověď podle modelu GFS stejně jako v případě obou předešlých indexů. Ostatní modely požární riziko na daný den přeceňovaly.



Obr. 63. Odchylka předpovědi FFdi indexu podle jednotlivých numerických předpovědních modelů na 23. dubna 2019.

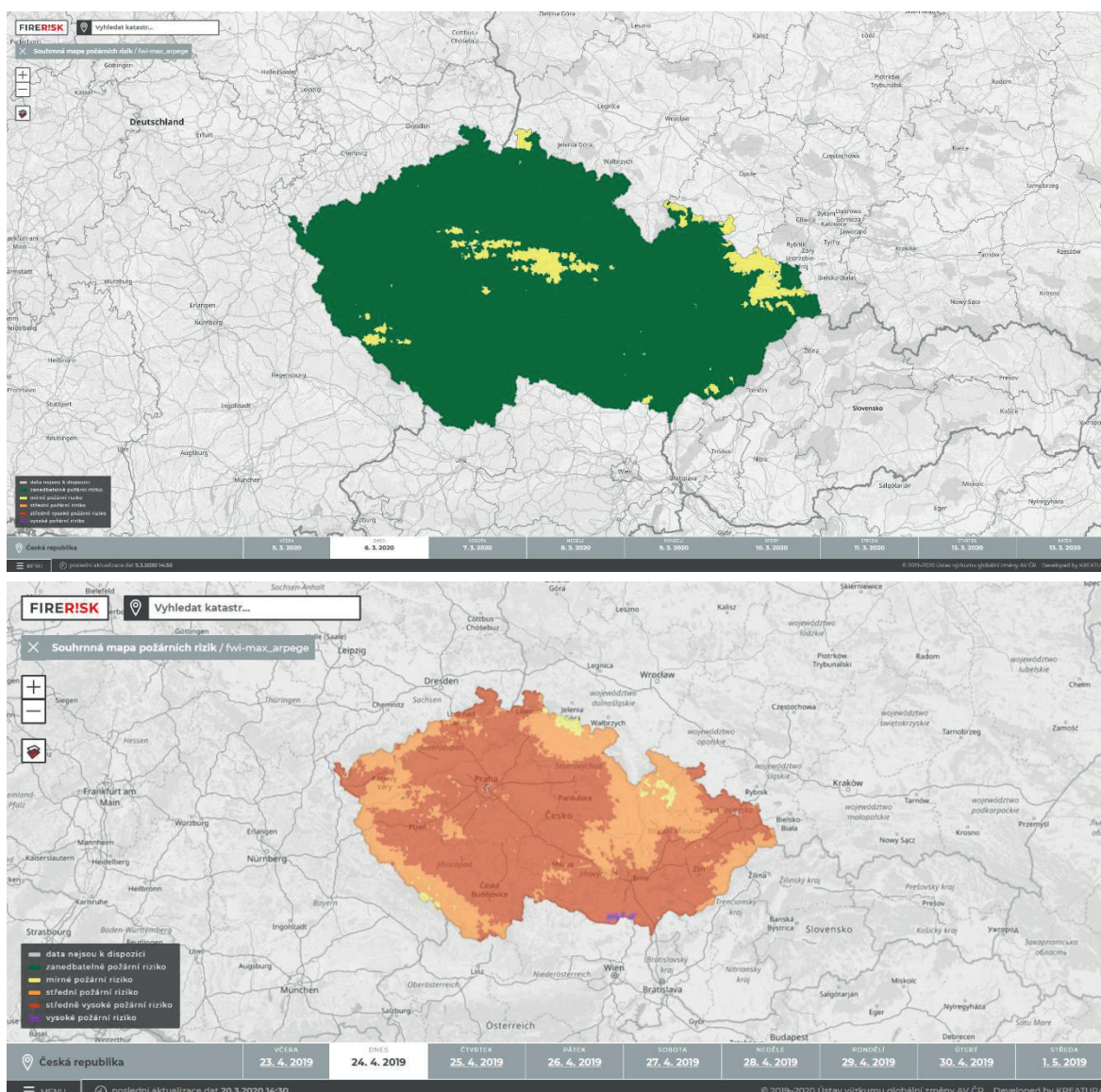
5.4. Silné a slabé stránky předpovědi požárního rizika a jednotlivých meteorologických prvků

	Plusy		Minusy	
Maximální teplota	Prostorově stabilní prvek Dobře předpověditelný	IFS model	Podhodnocování vysokých teplot	GFS model
Minimální teplota	Prostorově stabilní prvek Dobře předpověditelný	IFS model	Podhodnocování nočních teplot za horkých vln	Arpege model
Srážky	Relativně spolehlivé na první dny	IFS model	Vyšší chyba předpovědi na více dnů Lokalizace srážek	CMC model
Vlhkost vzduchu	Dobré výsledky modelu IFS na celých 10 dnů, reálné předpovědi	IFS model	Rozdílná kvalita modelů Modely nadhodnocují	GFS model
Rychlost větru	Modely jsou výše než staniční data a pravděpodobně reálnější	Arpege model	Nesoulad mezi modely a staničními měření danou drsností povrchu	GFS model
FireDanger	Ve výpočtu se počítá s rychlostí větru	IFS model	Přeceňování rizika Větší chyba než u FFi	GFS model
FFi	Nejmenší chyba předpovědi požárního rizika	GUM model	Nepočítá s rychlostí větru	GFS model
FFDi	Přesná předpověď na první dny podle IFS	IFS model	Podhodnocování rizika Větší chyba než u FFi	GFS model

6. NÁVOD KROK ZA KROKEM K POUŽITÍ PORTÁLU FIRERISK.CZ

6.1. Popis + ovládání aplikace Firerisk

Interaktivní aplikace Firerisk slouží k detailnímu monitoringu a předpovědi rizika výskytu přírodních požárů. V rámci aplikace lze získat informaci o míře rizika na úrovni katastrálního území. Informace na portálu jsou denně aktualizovány a kromě popisu situace pro vybraný den, je informace dostupná také jeden den zpětně a ve formě předpovědi i na 7 dní dopředu. Informace o míře rizika je pro všechny modely popsána jednoduchou škálou od zanedbatelného až po vysoké požární riziko.



Obř. 64. Úvodní stránka aplikace firerisk.cz v období 6.3. 2020 – zanedbatelné riziko (nahore) a 24.4. 2019 (střední až vysoké požární riziko)

Na portálu firerisk.cz je k dispozici několik základních map, které shrnují prostorové rozložení současného a očekávaného požárního počasí a to v rozlišení pro katastry. Základní mapa je však k dispozici v rozlišení

500 x 500 m. Portál tuto informaci zpřehledňuje a agreguje na úroveň jednotlivých katastrů. Portál obsahuje tři základní a řadu doplňkových mapových vrstev. Mezi tři základní náleží:

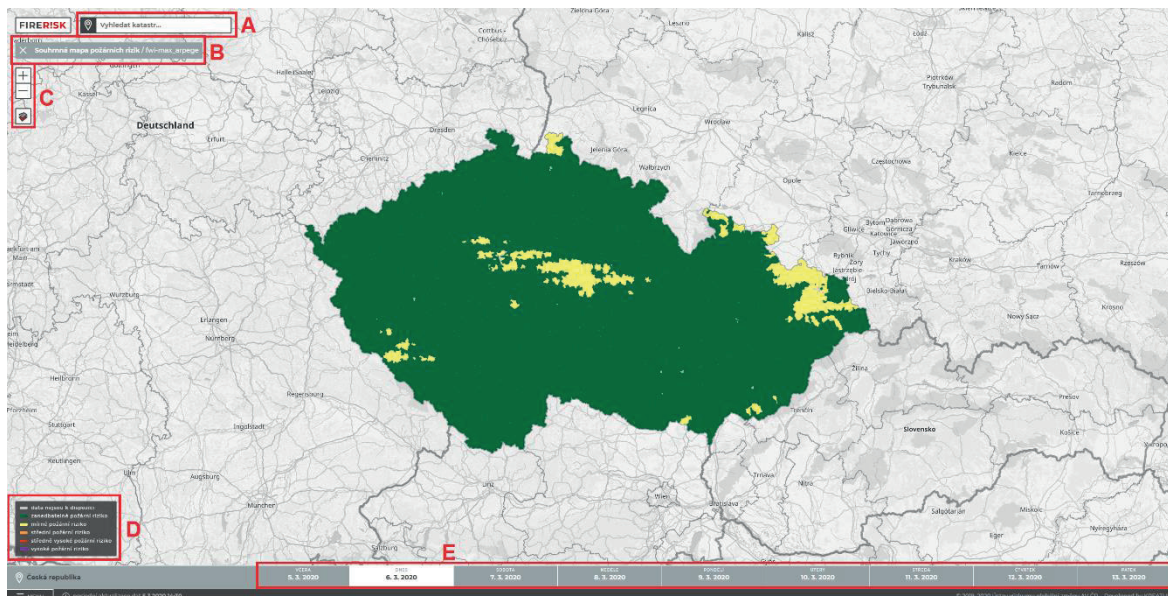
- **„Požární riziko“** představuje základní mapu portálu, týkající se souhrnného rizika požáru. Jedná se o vyšší z kategorií indexu mediánu hodnot gridů FWI a FFDI v rámci každého katastru.
- **„Požární riziko – MAX“** prezentuje vždy nejvyšší hodnotu z kategorie rizika FWI a FFDI z toho nejkritičtějšího bodu v katastru pokud jde o míru rizik vycházejícího z požárního počasí.
- **„Hainesův index“** – reflektuje nestabilitu vzduchu v atmosféře a suchost a tím očekávané chování teplého vzduchu vystupujícího z eventuálního požáru. Pokud teplota okolního vzduchu klesá s výškou rychleji, než odpovídá hodnotě suchoadiabatického gradientu, pak se jedná o případ labilního zvrstvení v nenasyceném vzduchu a to urychluje vertikální pohyb teplých spalin z přírodního požáru. To následně přivádí do systému více vzduchu (a tedy i kyslíku) z okolí požáru a zvyšuje jeho intenzitu. Obecně platí, že zvrstvení atmosféry s k. udává, jak velké požáry mohou nastat. Hodnoty dosahují od 2 do 6 s tím, že 6 je nejvyšší kategorie.
- Zároveň je portál www.firerisk.cz doplněn o mapové vrstvy:
 - **„Vlhkost paliva“** určena na základě IFS modelu. Tyto údaje vstupují i do mapy „Požárního rizika“ pokud je dosažena hodnota „bez rizika“ tedy stavu kdy relativní nasycení půdy do 40 cm dosahuje 90 % a vyšších hodnot, pak je i požární riziko považována za zanedbatelné.
 - **„Maximální teploty“** – jedná se o integrovanou hodnotu Tmax katastru podle modelu IFS.
 - **„Vítr“** – odhadnutá nejvyšší hodnota větru pro katastr podle modelu IFS.

Při pokliknutí do mapy se objeví grafy pro vybraný katastr, kde se zobrazí linky na Požární riziko, Požární riziko – MAX, Hainesův index a na detailní předpověď. Po rozkliknutí předpovědi se zobrazí řádky pro požární riziko na základě FWI a 5 modelů, FFDI a 5 modelů. Jedná se tedy o průměrný odhad pro katastr podle jednoho a druhého indexu vč. varianty pro předpověď 5 modelů. Tímto je ukázána nejistota předpovědi.

Na stránkách firerisk.cz bude k dispozici pravidelně aktualizovaný popis aktuální situace (rizika), zároveň je zde dostupný odkaz na aktuální situaci požárů v Evropě, která je zveřejněná pod záštitou Copernicus (Global Wildfire Information System - https://gwis.jrc.ec.europa.eu/static/gwis_current_situation/public/index.html).

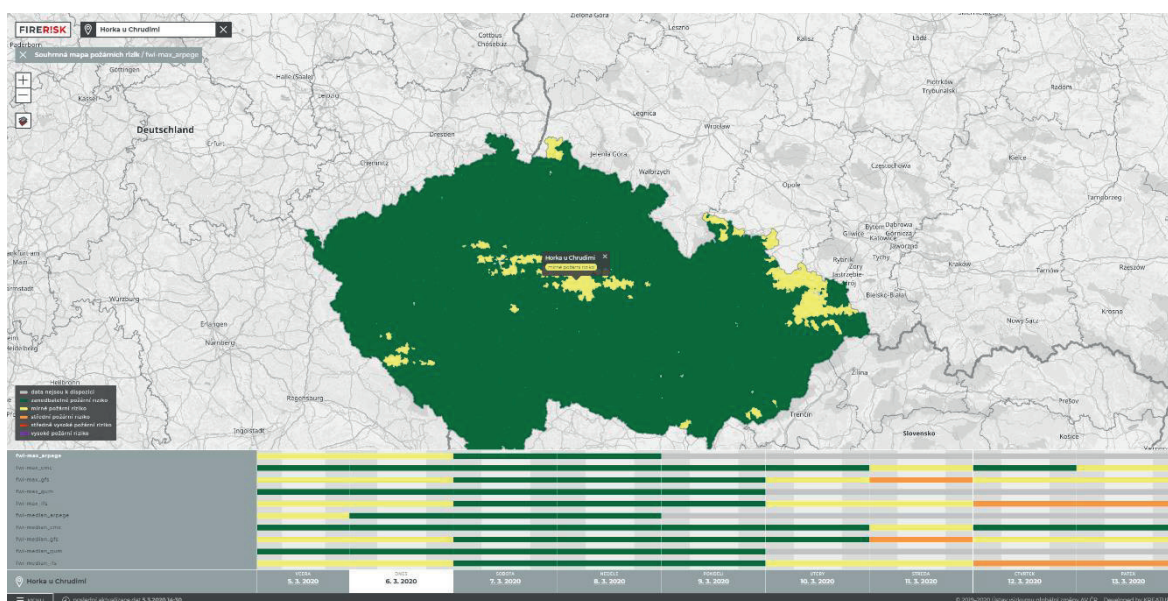
Mapy dostupné na webu budou moci uživatelé stáhnout. Na webu jsou umístěny informace o projektu a zároveň sem budou umísťovány zprávy týkající se firerisku v médiích případně požární situace v České republice. Pro uživatele je zde umístěno vysvětlení trendů požárů včetně klimatické situace a také návod jak používat web.

Na úvodní straně aplikace (Obr. 64) je vždy k aktuálnímu datu dostupná souhrnná mapa požárního rizika, pro celé území České republiky. Uživatel má dostupnou také informaci o datu poslední aktualizace dat a hlavní ovládací prvky aplikace (Obr. 65). Pomocí těchto prvků je umožněna základní interaktivita, jako je práce s mapovým polem (zoom, nastavení průhlednosti vrstvy) nebo vyhledávání.

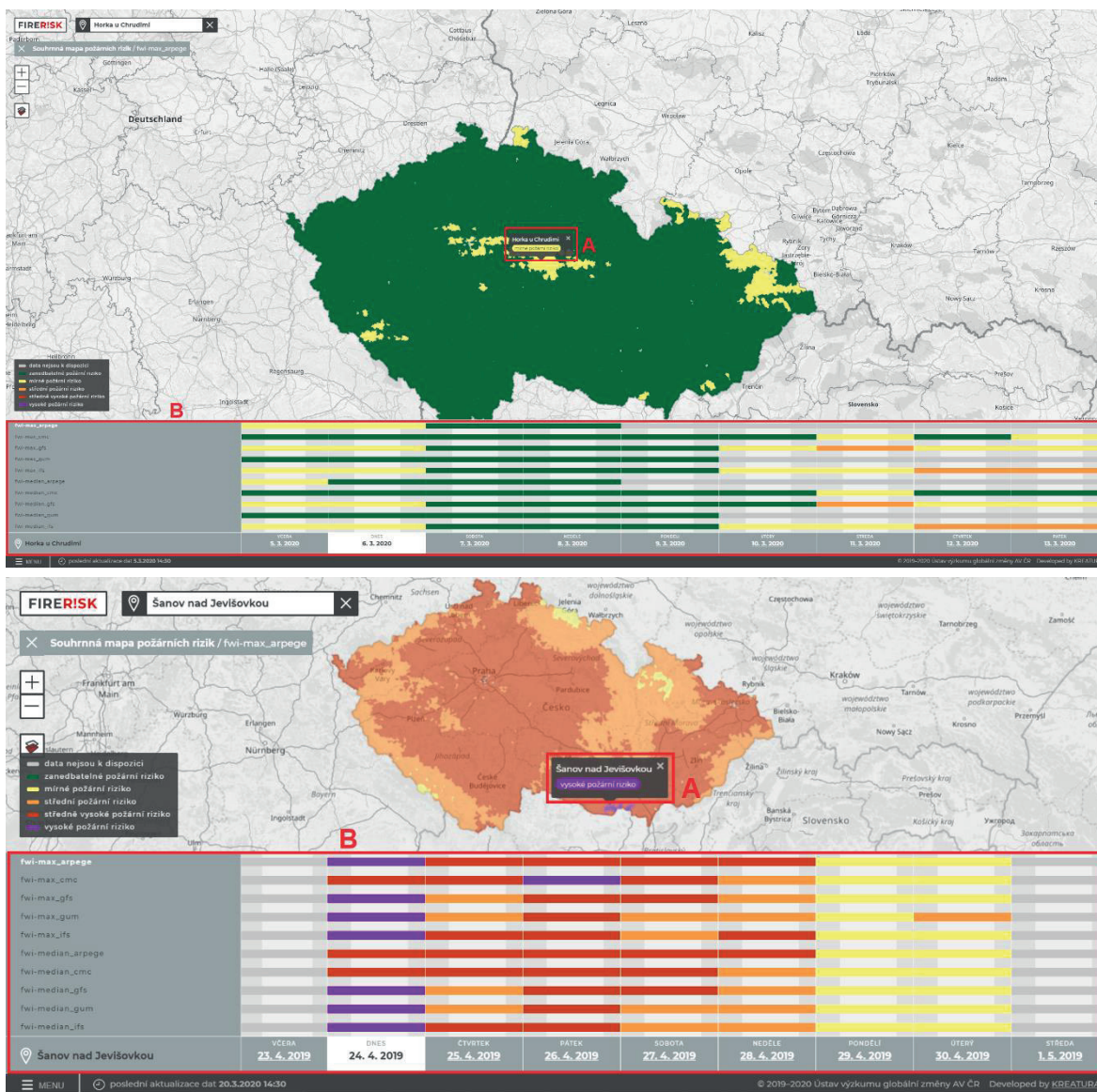


Obr. 65. Ovládací prvky mapy v aplikaci firerisk.cz (A: Vyhledání katastrálního území, B: Název zobrazené mapové vrstvy, C: Ovládání přiblížení mapy a nastavení průhlednosti, D: mapová legenda, E: Výběr zobrazeného dne)

Po využití vyhledávacího pole nebo kliknutí do mapy se pak zobrazí detailní informace popisující situaci v daném katastrálním území (Obr. 66). Uživatel aplikace má k dispozici panel s informací o riziku dle jednotlivých modelů, přímo pro vybrané katastrální území. Opět zde najde mimo informaci pro aktuální den také pohled o jeden den zpět a předpověď na 7 dní dopředu. Riziko je v panelu pro přehlednost zobrazeno pomocí stejné barevné škály, jakou užíváme v legendě mapy (Obr. 67). Po kliknutí na daný model, je pak hlavní mapa překreslena a je zobrazen podklad právě pro tento model.



Obr. 66. Zobrazení detailu pro vybraný katastr



Obr. 67. Zobrazení detailu katastrofu (A: poloha v mapě, B: detailní náhled na situaci ve vybraném, katastru dle více předpovědních modelů – informace je dostupná vždy 1 den zpětně a také jako výhled na 7 dní dopředu). Horní obrázek zachycuje situaci během zanedbatelného požárního rizika 6.3. – 13.3.2020; zatímco dolní obrázek demonstruje situaci během rizikového období 24.4. – 1.5.2019.

Další obecné informace o projektu, aplikaci a odpovědnosti jsou vždy dostupné pod nabídkou Menu v dolní levé části aplikace.

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 volbě doporučených opatření je možné využít dostupná data LHP a DPZ.

7. SROVNÁNÍ A ZDŮVODNĚNÍ NOVOSTI POSTUPU METODIKY

V České republice dosud nebyla k dispozici podrobná metodika pro kvantifikaci a předpověď rizik vzniku přírodních požárů v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách. Předkládaná metodika obsahuje nejen popis datových zdrojů a srovnání metod kvantifikace rizika přírodních požárů, ale hodnotí také klimatologii tohoto rizika v plné šíři. Přináší přehled systémů využívaných v jiných zemích a jinde osvědčené metody testuje v prostředí České republiky v období 1961–2018. Současně je doplněna o podrobnou analýzu budoucího vývoje v trendech požárního počasí, které jasně ukazují nutnost systematického zkoumání předpověditelnosti požárního počasí a využívání těchto předpovědí na území našeho státu. Analytickou část pak uzavírá popis monitorovacího systému www.firerisk.cz. Metody, které prošly výše zmíněným testováním, nejlépe prakticky aplikujeme v podobě plně funkčního portálu. Portál je a bude provozován institucemi spoluautorů této práce.

8. UPLATNĚNÍ METODIKY


V první řadě je metodika monitoringu a předpovědi požárních rizik, přímo využita na portálu www.firerisk.cz, který byl připraven autory metodiky, a je a bude sloužit, jako podklad předpovědní službě Českého hydrometeorologického ústavu a tedy i široké odborné a laické veřejnosti. Současně najde tato metodika uplatnění jako nástroj pro vlastníka lesních i zemědělských pozemků (organizace hlídkové služby, tvorba požárních plánů, přípravy sklizňových prací), pro hospodářskou úpravu (podklad pro tvorbu LHP ale i pozemkové úpravy) a také pro potřeby HZS ČR či krajských samospráv. Dostupnost nástroje pro predikci vývoje požárního počasí díky specializovanému portálu by měla přispět 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.

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. Samosprávy jak krajské tak ORP získají nástroj pro detailní posouzení míry rizika ze strany požárů.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, Italy.
- Belward, A.S. Glc2000: A new approach to global land covermapping from Earth observation data. *Int. J. Remote Sens.* **2007**, 26, 1959–1977.
- Beven, K. J., Kirkby, M. J. 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Bulletin* [online]., 24, 1, 43-69, ISSN 0303-6936.
- Bartno, I., Kiraly, G., Czimmer, K., Hollaus, M., Pfeifer, N. 2017. Treefall gap mapping using Sentinel-2 images. *Forests*, 8 (426).
- Breiman, L., Friedman, J., Stone, Ch. J., Olshen, R.A. 1984. Classification and regression trees. ISBN: 0412048418
- Büntgen, U., Tegel, W., Nicolussi, K., McCormick, M., Frank, D., Trouet, V., Kaplan, J., Herzig, F., Heussner, U., Wanner, H., Luterbacher, J., Esper, J. (2011c): 2500 years of European climate variability and human susceptibility. *Science*, 331, 578–582.
- Carvalho, A., Flannigan, M. D., Logan, K., Miranda, A. I., Borrego, C., 2008. Fire activity in Portugal and its relationship to weather and the Canadian Fire Weather Index System. *International Journal of Wildland Fire*, 17(3): 328–338.
- Dimitrakopoulos, A., Bemmerzouk, A. And Mitsopoulos, I. D., 2011. Evaluation of the Canadian fire weather index system in an eastern Mediterranean environment. *Meteorological Applications*, 18(1): 83–93.
- Heikinheimo, M., Venäläinen, A., Tourula T., 1998. A soil moisture index for the assessment of forest fire risk in the boreal zone. In: *Proceedings of the International Symposium on Applied Agrometeorology and Agroclimatology*. Volos, Greece, 549–555.
- Hrnčiarová, T., Mackovčín, P., Zvara, I., eds. (2009): Atlas krajiny České republiky. Ministerstvo životního prostředí ČR, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Praha, 331 s.
- Immitzer, M., Vuolo, F., Atzberger, C. 2016. First experience with Sentinel-2 data for crop and tree species classifications in Central Europe. *Remote Sensing*, 8 (3).
- Jurečka, F., Možný, M., Balek, J., Žalud, Z., Trnka, M. (2019): Comparison of Methods for the Assessment of Fire Danger in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(5): 1285–1295.
- Kahriman, A., Gunlu, A., Karahalil, U. 2014. Estimation of crown closure and tree density using Landsat TM satellite images in mixed forest stands. *J Indian Soc Remote Sens* 42 (3)
- Karali, A., Hatzaki, M., Giannakopoulos, C., Roussos, A., Xanthopoulos, G., Tenentes, V., 2014. Sensitivity and evaluation of current fire risk and future projections due to climate change: the case study of Greece. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 14, 143–153.
- Healey, S.P., Cohen, W.B., Yang, Z.Q., Krankina, O.N. 2005. Comparison of tasseled cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. *Remote Sensing of Environment*, 97, 301-310.
- Garrigues, S.; Allard, D.; Baret, F.; Weiss, M. Quantifying spatial heterogeneity at the landscape scale using variogram models. *Remote Sens. Environ.* 2006, 103, 81–96.
- Ganteaume, A., Camia, A., Jappiot, M., S.-M.-Ayanz, J., L.-Fournel, M., Lampin, C. 2003. A review of the main driving factors of forest fire ignition over Europe. *Environmental Management* 51(3): 651-662.
- Le-Page, Y., Oom, D., Silva, J., Jonsson, P., Perera, J. 2010. Seasonality of vegetation fires as modified by human action: observing the deviation from eco climatic fire regimes. *Global Ecology and Biogeography* 19: 575-588.
- Martínez, J., Vega-García, C., Chuvieco, E. 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management*.90: 1241-1252.
- McArthur, A. G., 1967. Fire Behaviour in Eucalypt Forests. Leaflet 107. Canberra: Department of National Development Forestry and Timber Bureau.
- Možný, M., Bareš, D. 2013. Czech Fire-Danger Rating System. The Integrated Warning Service System. Methodological Guideline No. 3/2013. Prague: Czech Hydrometeorological Institute Noble, I.R., Gill, A.M., Bary, G.A.V., 1980. McArthur's fire-danger meters expressed as equations. *Aust. J. Ecol.* 5, 201–203.
- Ntale, H. K., Gan, T. Y. (2003): Drought indices and their application to East Africa. *International Journal of Climatology*, 23, 1335–1357.
- Padilla, M. and Vega-García, C. 2011. On the comparative importance of fire danger rating indices and their integration with spatial and temporal variables for predicting daily human-caused fire occurrences in Spain. *International Journal of Wildland Fire*, 20(1): 46–58.
- Parente, J., Pereira, M., Amraoui, M., Tedim, F. 2017. Negligent and international fires in Portugal: the role of human and biophysical drivers on the spatial distribution. *Geophysical Research*, Vol. 19, EGU2017-19074-1.

- Trnka M, Brázdil R, Balek J, Semerádová D a kol. 2015, Drivers of soil drying in the Czech Republic between 1961 and 2012. *Int J Climatol* 35:2664–2675
- Trnka M, Semerádová D, Novotný I, Dubrovský M a kol. 2016), Assessing the combined hazards of drought, soil erosion and local flooding on agricultural land: a Czech case study. *Clim Res* 70:231–249
- Trnka M, Hlavinka P, Možný M, Semerádová D a kol. 2020a. Czech Drought Monitor System for monitoring and forecasting agricultural drought and drought mpacts. *Int J Climatol*, přijato v tisku
- Trnka M, Možný M, Balek J, Semerádová D and others 2020b. Observed and estimated consequences of climate change for the fire weather regime in the moist-temperate climate of the Czech Republic. *Agr Forest Meteorol*, v recenzním řízení
- Trnka M, Cienciala E., Beranová J. Možný M. a kol. (2020c), Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu, certifikovaná metodika,
- Vajda, A., Venäläinen, A., Suomi, I., Junila, P. and Mäkelä, H. M., 2014. Assessment of forest fire danger in a boreal forest environment: Description and evaluation of the operational systém applied in Finland. *Meteorological Applications*, 21(4): 879–887.
- Van Wagner, C.E., 1974. Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index. Publication No. 1333. Canadian Forestry Service, Ottawa.



**SYSTÉM INDIKÁTORŮ RIZIK
PŘÍRODNÍCH POŽÁRŮ
VČETNĚ NÁVODŮ NA POUŽITÍ
INTEGROVANÉHO
PŘEDPOVĚDNÍHO SYSTÉMU**

METODIKA

ISBN: 978-80-87902-35-6

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 Cienciala, 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 (druhovú skladba, růstové stádium, podrost, podíl souší, prostorové uspořádaní)	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 prioritizace 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.

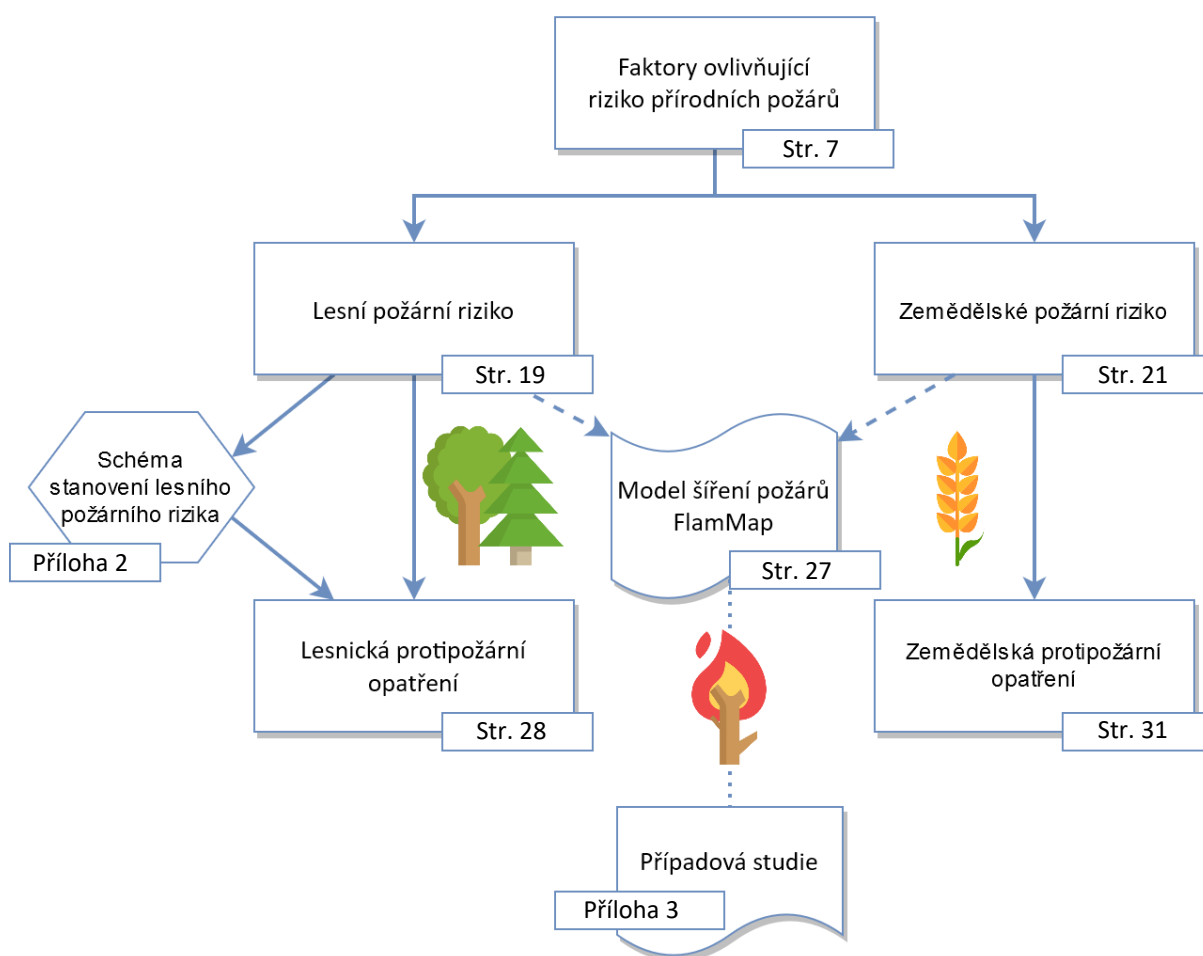
Preventivní opatření mají za cíl snížit ohrožení spojených s projevy přírodních rizik a zahrnují prostředky jako je management vody v krajině, stavební předpisy, územní plánování, řízené adaptační procesy a dodržování principů udržitelnosti. Přírodní rizika lze omezit zejména optimalizací krajinné struktury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

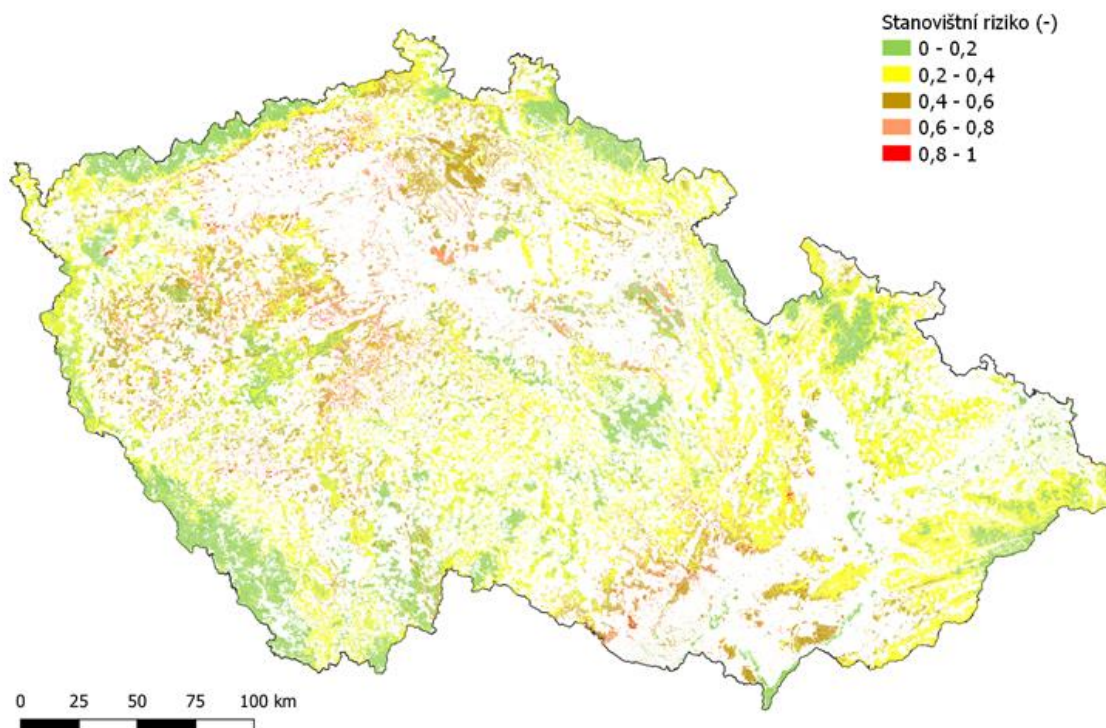
Tab. 1: Relativní míra rizika stanoviště pro kategorie souboru lesních typů (SLT).

Edafická kategorie	LVS Charakteristika	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Napřič 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 přízemní 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 únosné		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	vysoké
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 déletrvajícím období beze srážek v období po dosažení fyziologické zralosti jsou porosty řady v krajině 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 krajině.

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 výsušnost půdy, expozici a sklon pozemku. V případě výsušných 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 (

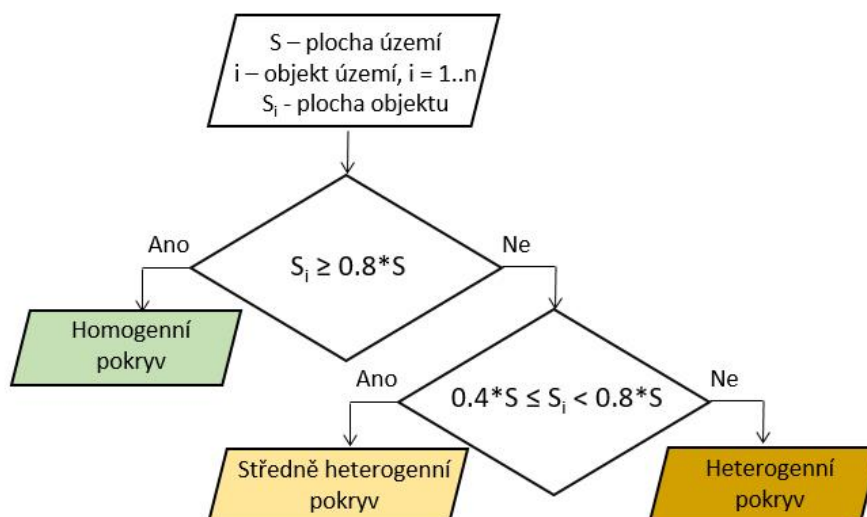
Tab. 4) explicitně zahrnut není, a tento faktor je nutno zohlednit ex-post napříč agregovanými kategoriemi požárního rizika. Pro posouzení požárního rizika lze využít kvalifikovaný odhad. Pro větší měřítko lze využít následující pragmatický postup s využitím produktů dálkového průzkumu Země (DPZ). Tento 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).

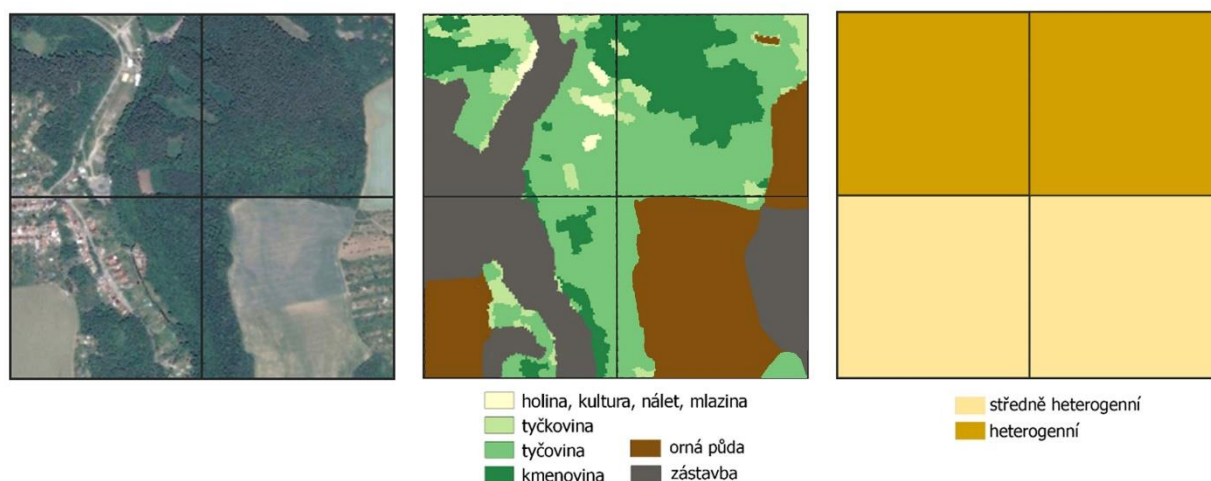
Před vlastním hodnocením prostorové heterogenity se provádí dva kroky – i) zjišťování typů krajinného pokryvu a ii) určení růstové fáze v třídě pokryvu “les”.

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.



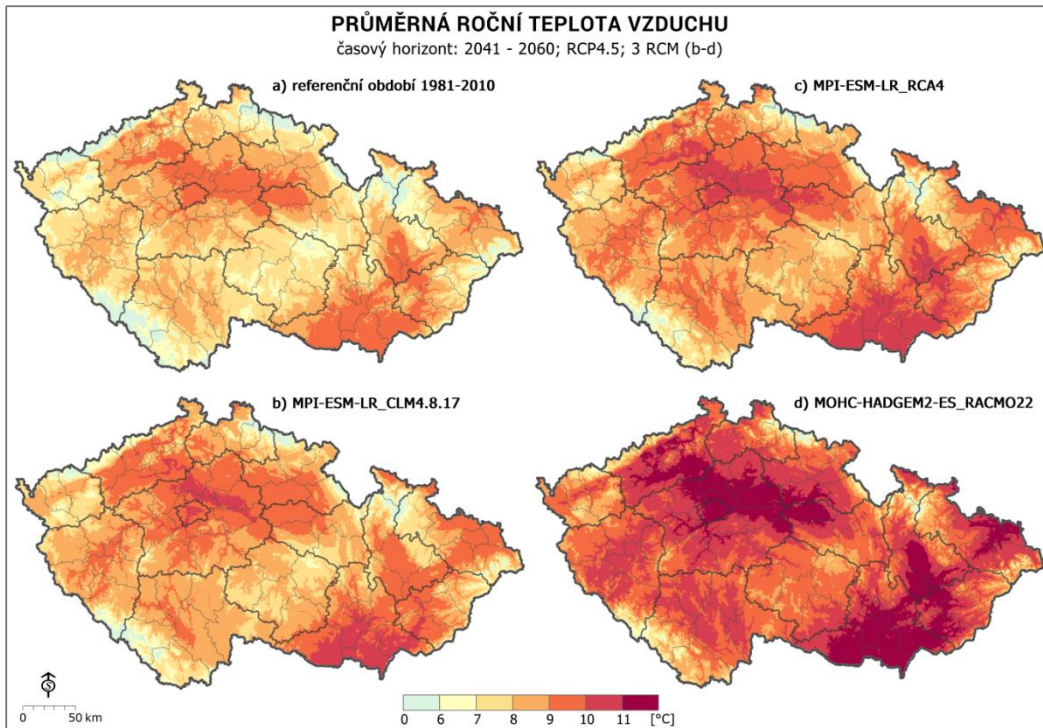
Obr. 2: Rozhodovací pravidla pro hodnocení prostorové heterogenity



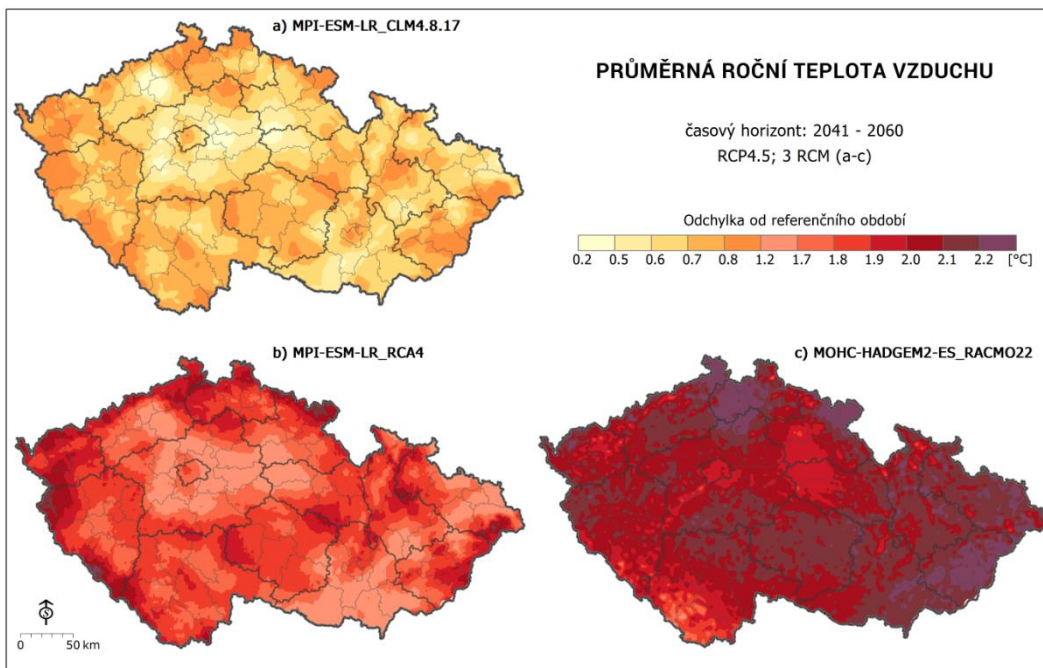
Obr. 3: Příklad hodnocení prostorové heterogenity na území 4×25 ha s fragmentem satelitního snímku (vlevo), interpretované typy územního pokryvu (střed) a klasifikovanou heterogenitou území (vpravo).

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 stanoviště 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					
C	Mírné sucho, trávy		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						
Z	rychlé šíření ohně,		0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,1		
Y	velmi obtížné hašení		-	0,7	-	0,7	-	0,5	0,3	0,3					
J			-	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3					
A	Exponované svahy rychlé šíření ohně, těžký terén, obtížné hašení		-	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,1			
F			0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,1			
N			-	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1				
LT e			0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	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			
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			
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				
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 úrodné		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	0,2	0,1	0,1		
L	Luhy		-	0,1	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					

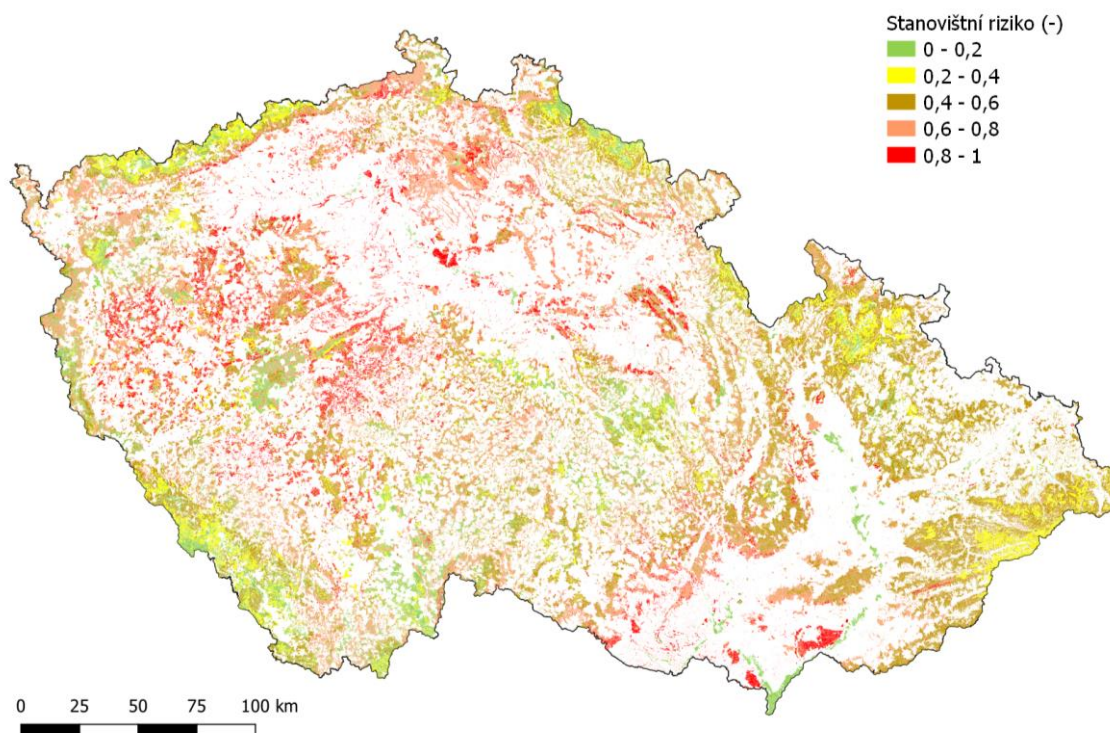
Situace ca. k roku 2050

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.



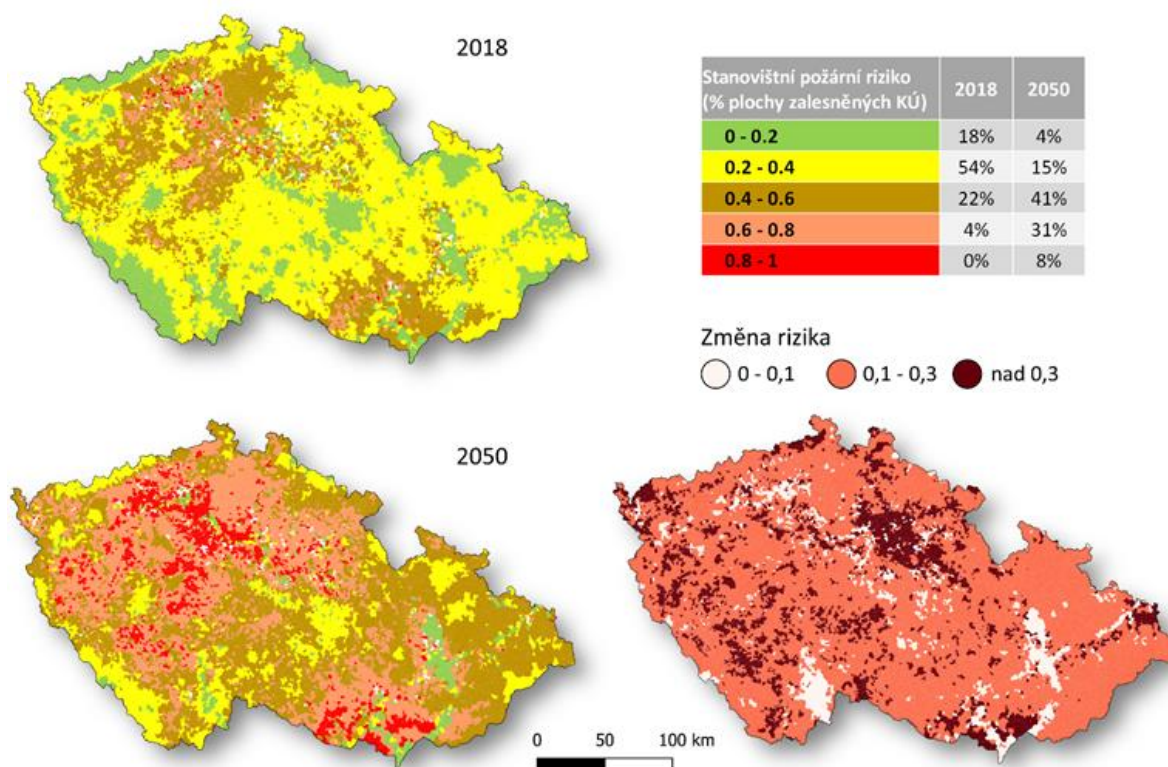
Obr. 6: Klasifikované stanovištní riziko k roku 2050 na bázi lesnické typologie a klimatických projekcí v reálu rozšíření lesa v ČR.

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 (-)				
		0–0.2	0.2–0.4	0.4–0.6	0.6–0.8	0.8–1
Současnost	neurčeno	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 (

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 navrhujeme 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 %

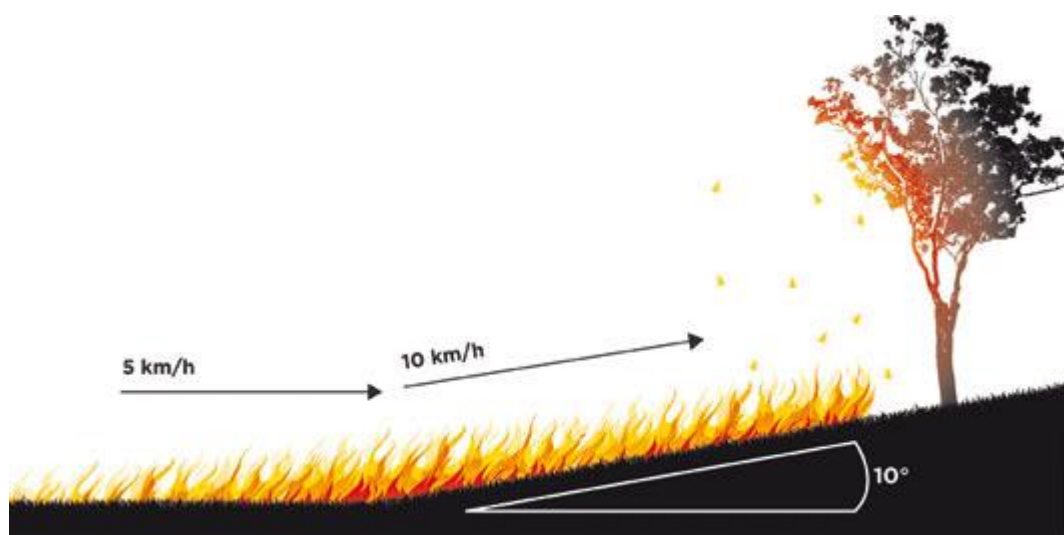
Tab. 7: Stanovení kategorií agregovaného požárního rizika s ohledem na charakter, souvislou plochu a podíl nerizikové vegetace. V případě faktorů 1-6 bylo pro klasifikaci katastrálních území použito z-skóre.

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°)

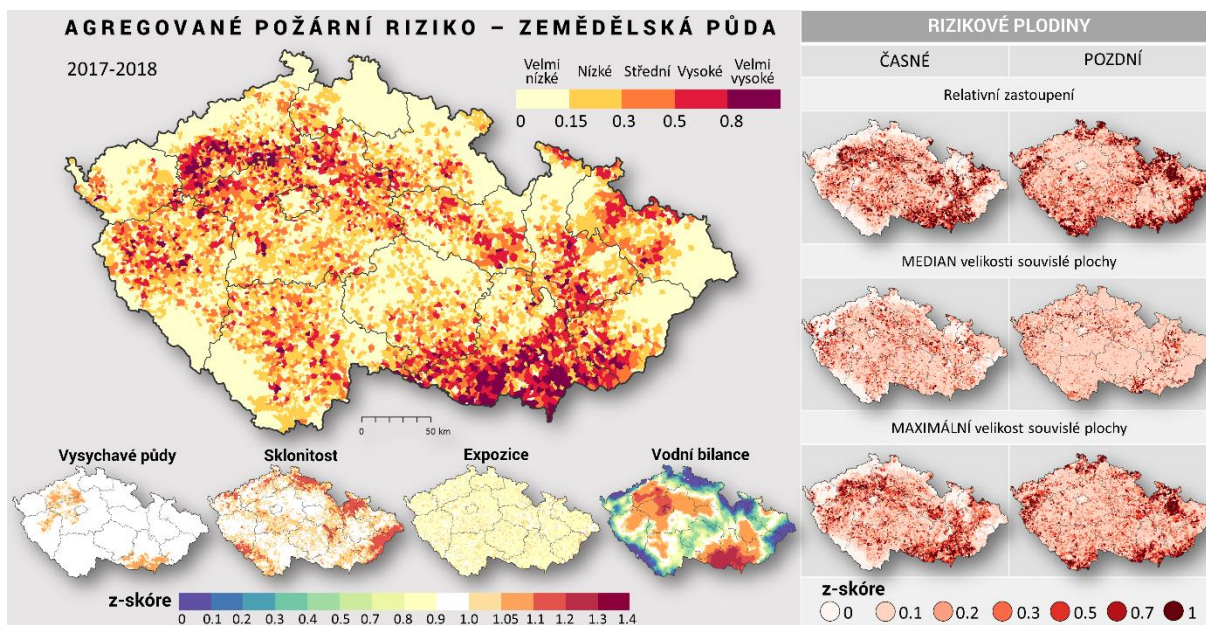
Faktor	Hodnota rizika (-)	Popis stupnice (z-skóre)
		1.1 – svahy 10-20% sklonu do 5% plochy zemědělské půdy v k.ú. (4.5-9°) 1.2 – svahy 10-20% sklonu 5-10% plochy k.ú. 1.3 – svahy 10-20% sklonu nad 10% plochy k.ú. 1.4 – svahy nad 20% do 5% plochy k.ú. 1.5 – svahy nad 20% nad 5% k.ú.
c. ORIENTACE (váha)	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 časně	LPIS - SZIF	Zastoupení četnosti plodin, které jsou sklízány 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 sklízány 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 časně 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.

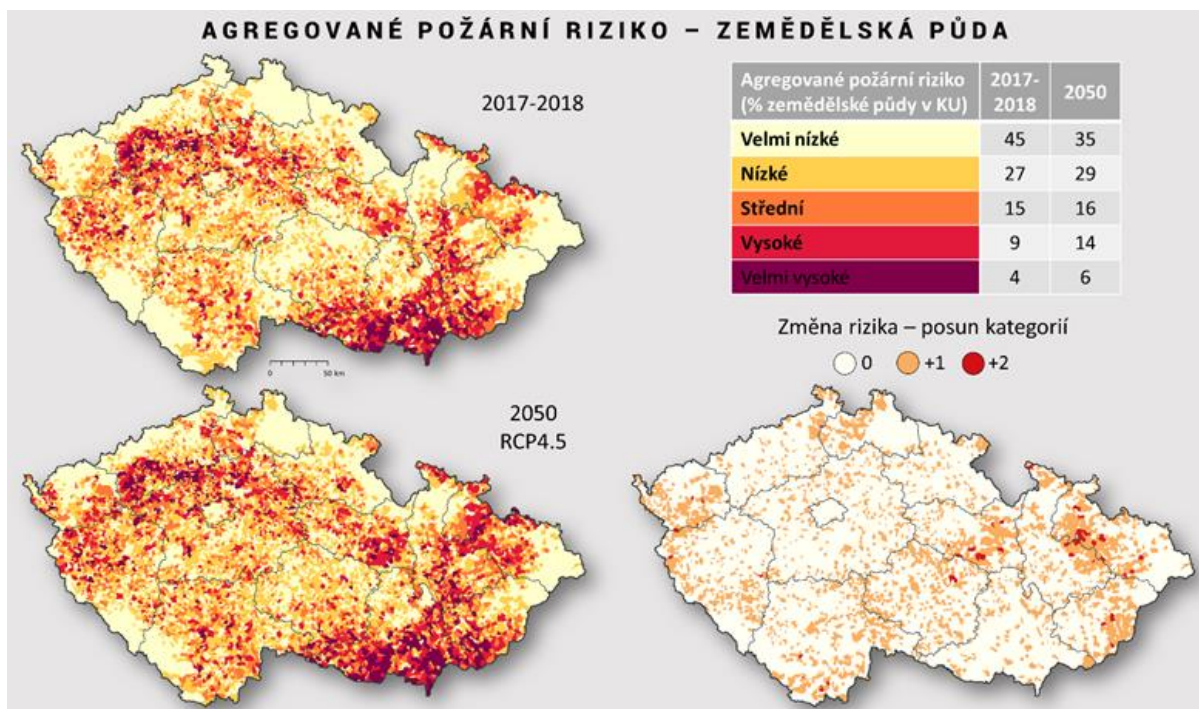


Obr. 8: Rychlost šíření požáru se za vhodné kombinace směru větru a směru svahu může až zdvojnásobit. {Ilustrace převzata z <https://www.cfa.vic.gov.au/plan-prepare/how-fire-behaves>}



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



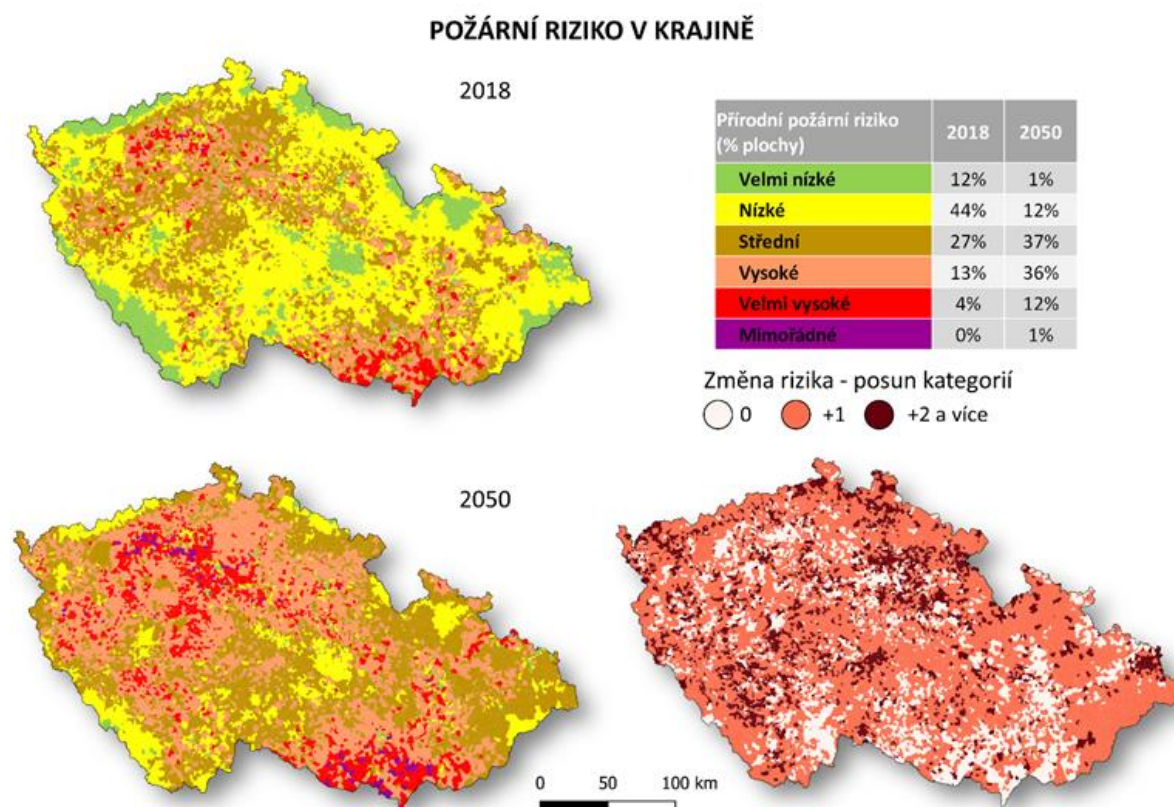
Obr. 10: Klasifikované stanovištní riziko v celoplošném zobrazení pro nedávný/aktuální stav (2017-2018), projekce k roku 2050 a změna rizika pro toto období na základě postupu uvedeném v Tab. 6, zobrazeno v prostorových jednotkách katastrálních území.

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.



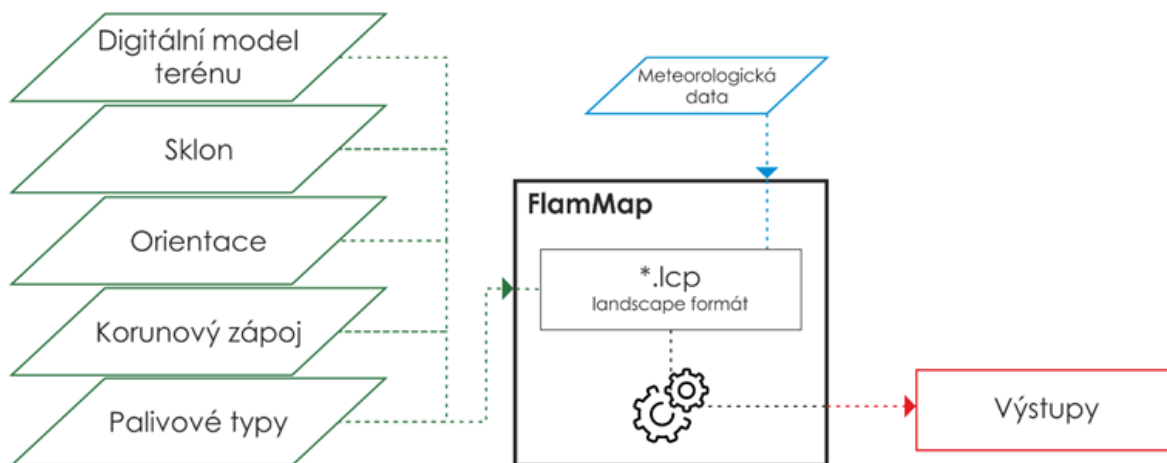
Obr. 11 Kombinované stanovištní riziko přírodních požárů v krajině v celoplošném zobrazení pro nedávný/aktuální stav (2018), projekce k roku 2050 a změna rizika.

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).

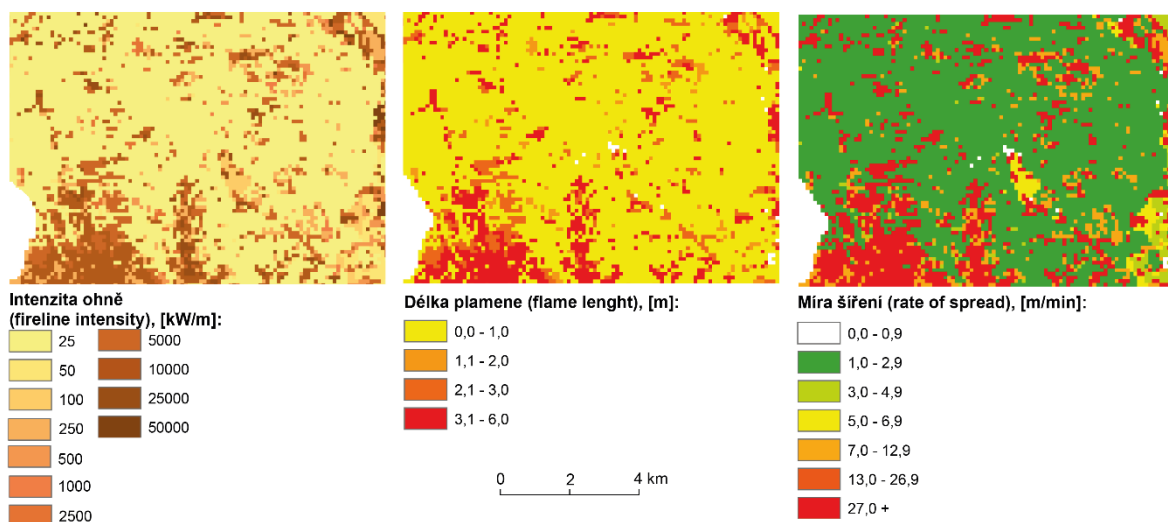


Obr. 12: Schéma modelu FlamMap - vstupní vrstvy, integrovaná vrstva *.lcp, vstup meteorologických dat a výstupy.

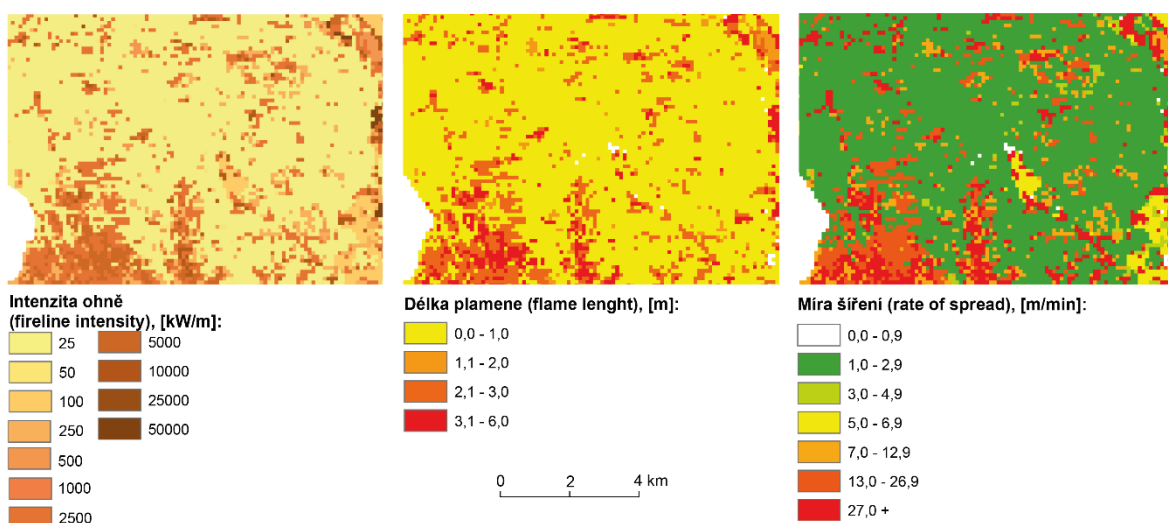
Pro použití programu musí být k dispozici několik základních vrstev (Obr. 12; detailnější popis je uveden v Příloze 2). Klíčovou vrstvou je digitální model terénu, ze kterého vznikají další dvě vstupní vrstvy – sklon a orientace. Vrstva Korunový zápoj představuje procento povrchu, které je zastíněno 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 paliv tak, jak jsou modelem standardně nastaveny. Ve srovnání, na Obr. 14 jsou stejné proměnné simulovány při změně 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 vyvětvění musí být vždy přizpůsobovány stanovištním podmínkám, zejména geomorfologii území. Ve svahu snáze dojde k zapálení korun – jsou předešřívány 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 (dopadště 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.), jasany (*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	prevažně 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 umísťování 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 dpo-

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, zvlnit, 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.



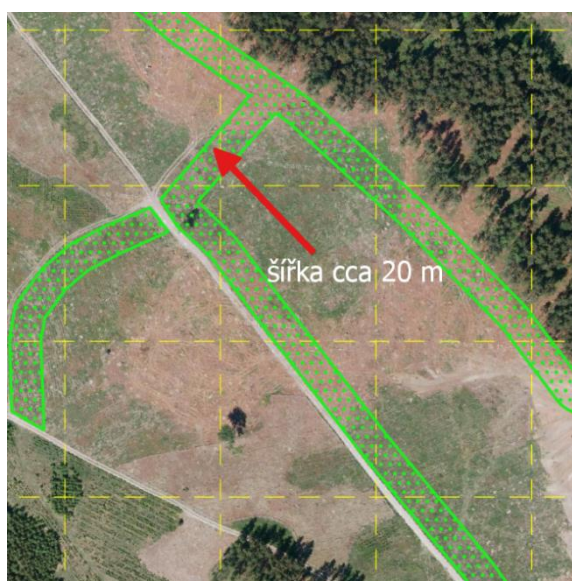
Obr. 15: Vysoké riziko vzniku požárů hrozí např. v rozsáhlých komplexech borových porostů, zejména pak v mlazinách a tyčkovinách sousedících s turisticky frekventovanými lokalitami.



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 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 pruhy.
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.../stelpfdb1167385.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

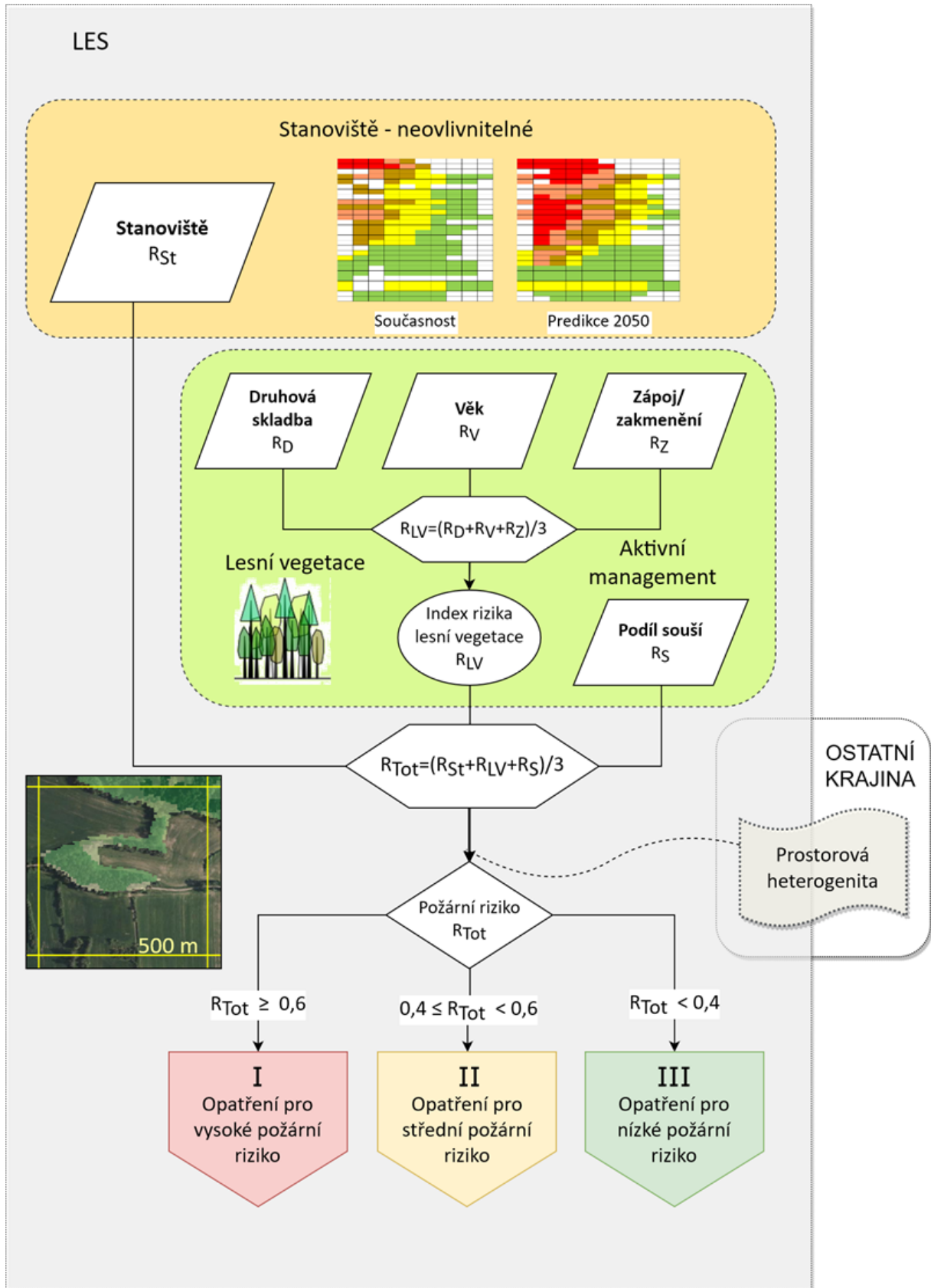
Každý vlastník zemědělsky nebo lesnický obhospodařovaného pozemku má povinnost počínat si tak, aby nezadal příčinu požáru, musí zabezpečit včasné zjištění požáru a vytvářet podmínky pro hašení požáru a zá-

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 terássek	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

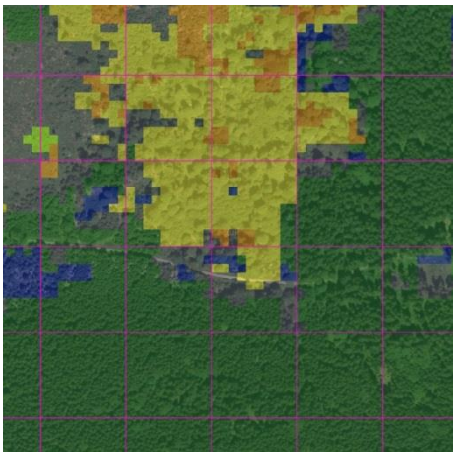
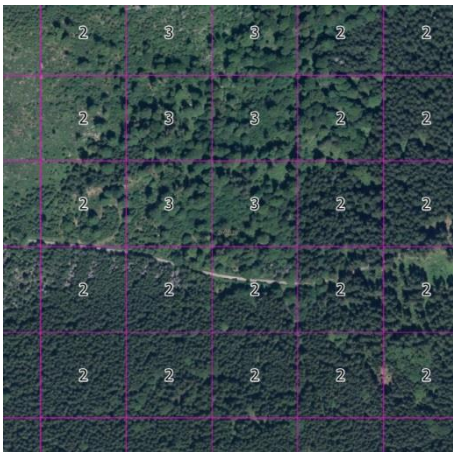
Nejvíce zastoupený soubor lesních typů z lesnické typologie pro daný čtverec umožnil přiřazení vlhkostních poměrů z hlediska požárního rizika. Pro pilotní oblast je zastoupení sušších stanovišť pouze velmi okrajové. Výsledek a příklad klasifikace vlhkostních poměrů uvádí Tabulka 4.

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.

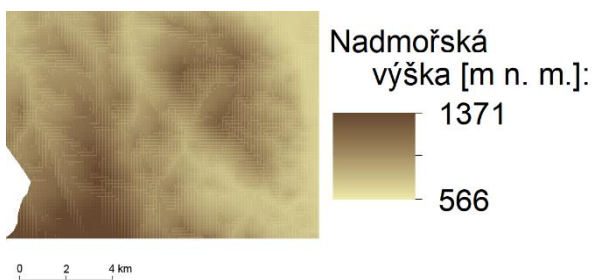
Označení palivového typu (Flam-Map)	Popis palivového typu	Fine Fuel Load* (t/ha)	Podíl PT na rozloze, %
Lesní biotopy			83.9
TL3	Zakmeněné jehličnany s opadankou a hrubou nekromasou	1.25	28.5
TL1	Zakmeněné jehličnany s opadankou	2.5	24.5
SH4	Mladý les	8.5	9.9
GS3	Rozptýlené křoviny ruderálního charakteru	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 trávniky	1	7.4
GR3	Husté vysokostébelné trávniky	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)

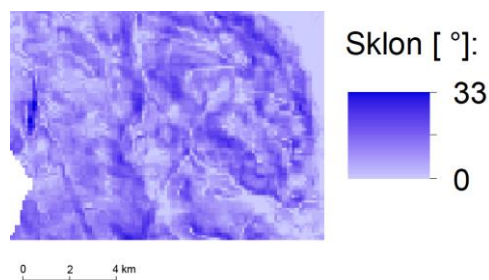
4.5.2. Využití modelu FlamMap pro hodnocení požárního rizika na vybraném území

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.

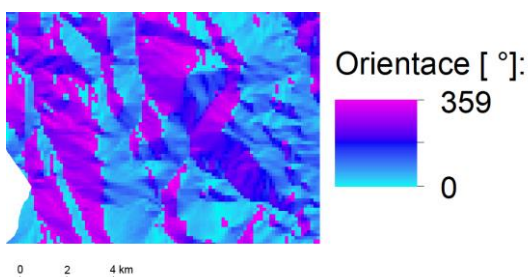
Pro základní spuštění programu FlamMap musí být k dispozici pět mapových vrstev. Byla využita vrstva digitálního modelu terénu (DEM) v rozlišení 100x100 m (Obr. 23). Následující dvě vstupní vrstvy byly vypočítány z DEM: – sklon (*Slope*, Obr. 24) a orientace (*Aspect*, Obr. 25). Další vrstvou, která 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.



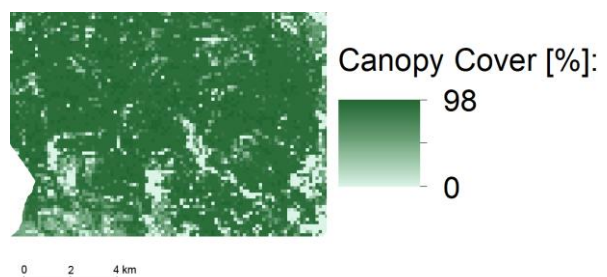
Obr. 23: Vstupní vrstva do programu FlamMap – digitální model reliéfu.



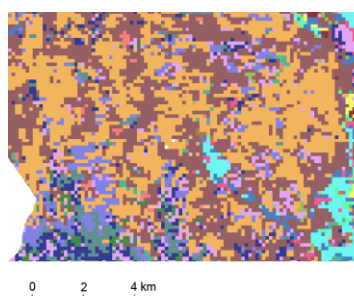
Obr. 24: Vstupní vrstva do programu FlamMap – sklon.



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.

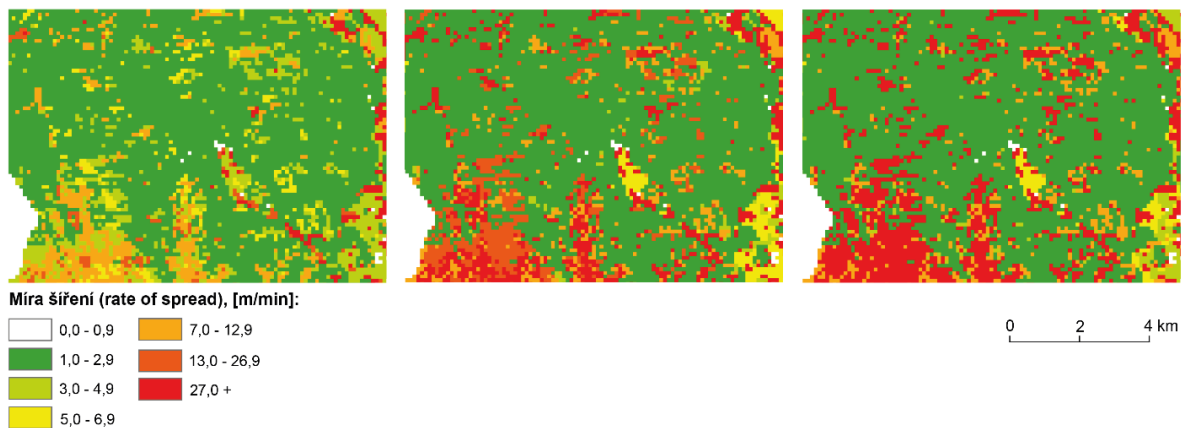
Základní použitím modelu FlamMap je možnost vytvoření charakteristiky ohně pro celé zájmové území. Do analýz byl dán směr větru pod azimutem 225°, což je převládající směr za období 1991–2018 ze dvou meteorologických stanic ČHMÚ. Vlhkost mrtvých a živých paliv byla určena a podrobněji ji uvádí Tabulka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

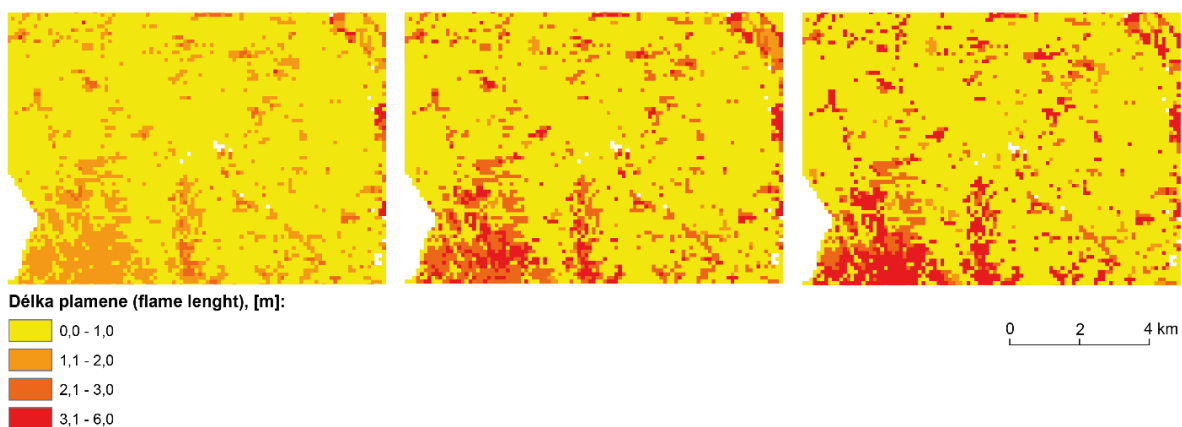
Míra šíření (*rate of spread*) je definována jako rychlost, se kterou se šíří oheň od místa původu. Oheň je ovlivňován větrem, vlhkostí a sklonem. Hořící zóna a čelo požáru se s velkou intenzitou rychle vzdaluje od původního místa vzniku, [m/min].

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.

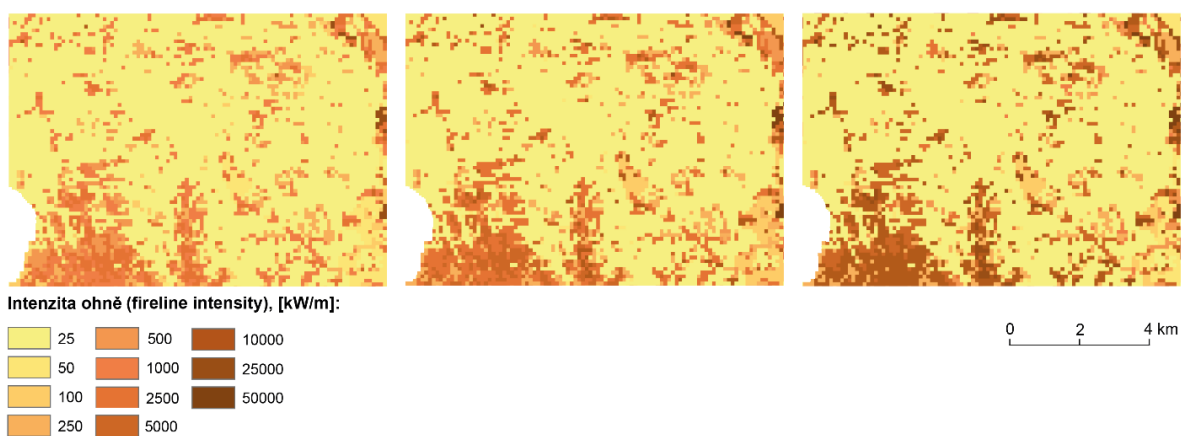
Délka plamene (*flame length*) představuje délku plamene, která je měřena od středu spalovací zóny po špičku plamene, [m]. Délka je určena mírou šíření a teplem na jednotkové ploše. Délka plamene je pozorovatelná a jedná se o měřitelný ukazatel intenzity linie.



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.

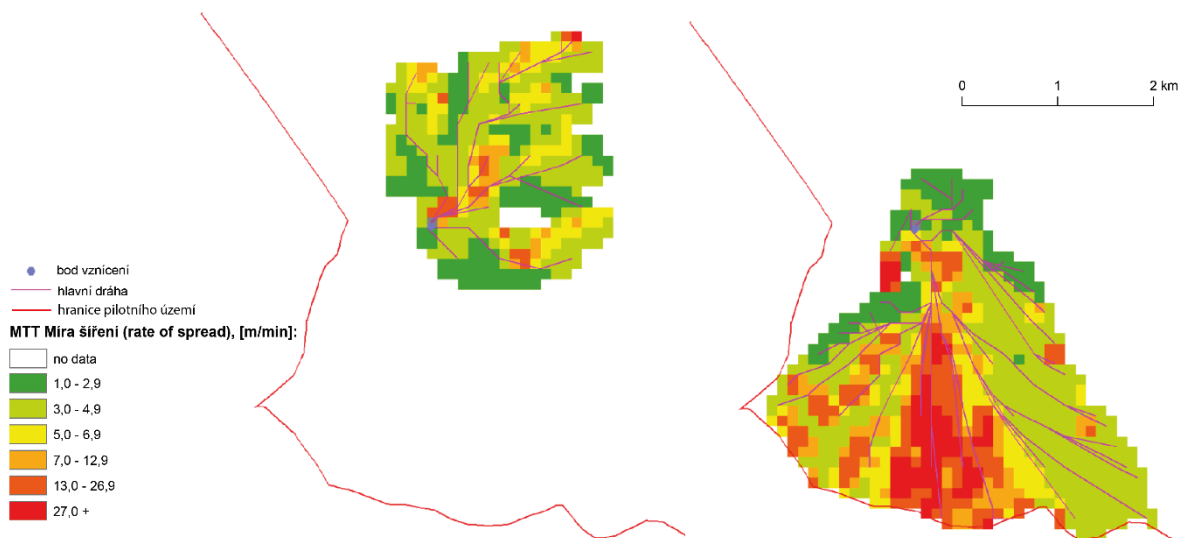
Z výše uvedených charakteristik vyplývá, že ve vyšších partiích zájmového území jsou hodnoty vyšší a rizikovější. Charakteristiky chování ohně se vzrůstajícím větrem rostou. Jihovýchodní část území je ohrožena až 6 m vysokým plamenem v závislosti na zadaném větru. Hasičský záchranný sbor získává důležité 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.

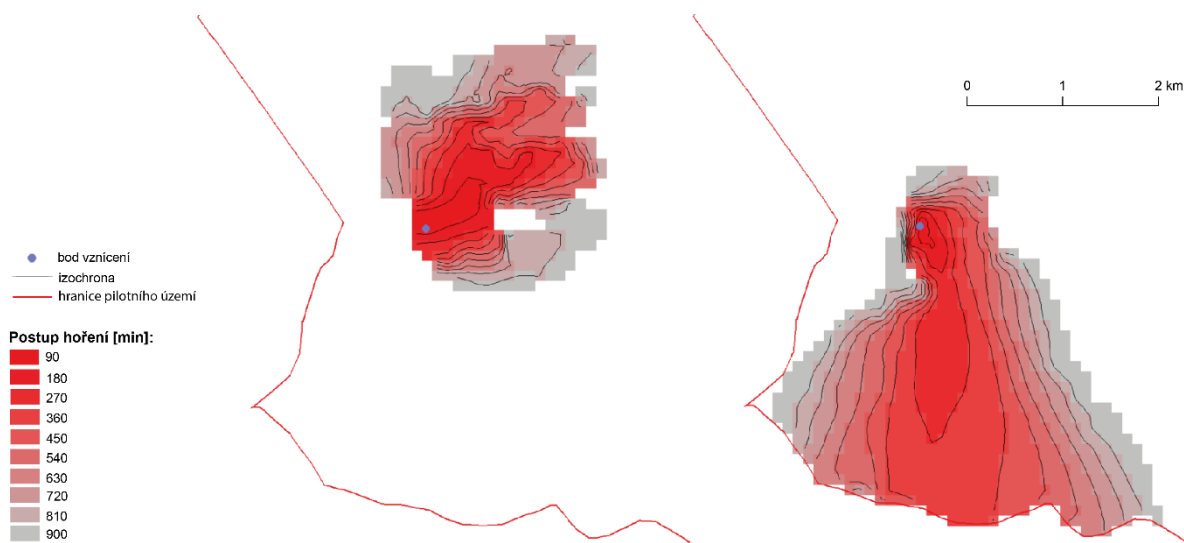
Druhou částí programu, která byla aplikována na zájmové území, je nástroj Minimum Travel Time (MTT). Tento nástroj modeluje dvourozměrný model růstu ohně. Na základě výpočtu růstu a chování ohně hledá nejkratší trasy s minimálními časy šíření ohně a to buď z bodových, liniových nebo polygonových míst 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.

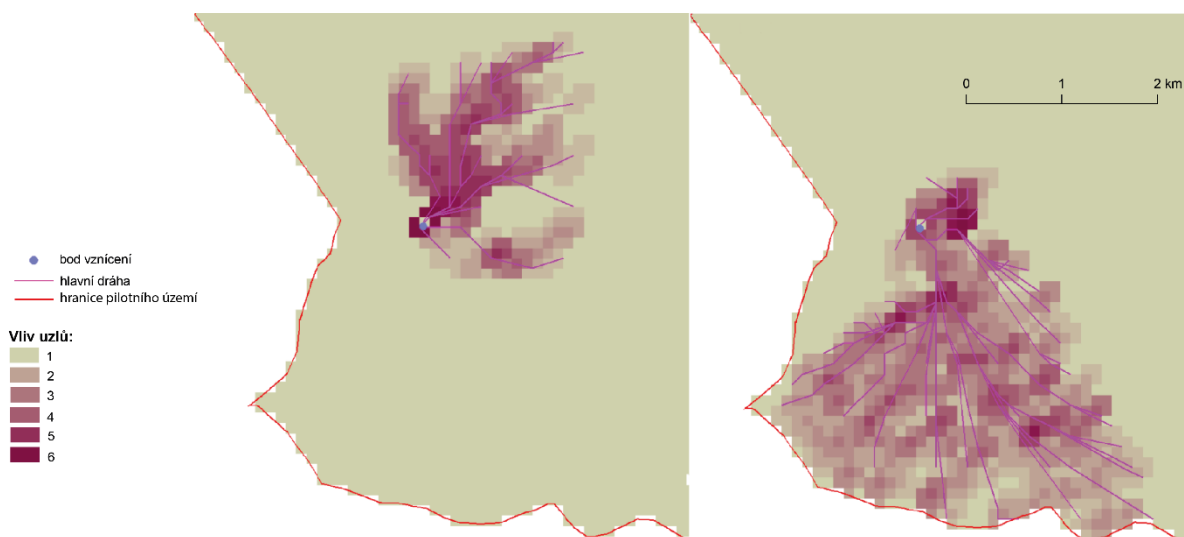


Obr. 31: MTT Míra šíření pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).

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.

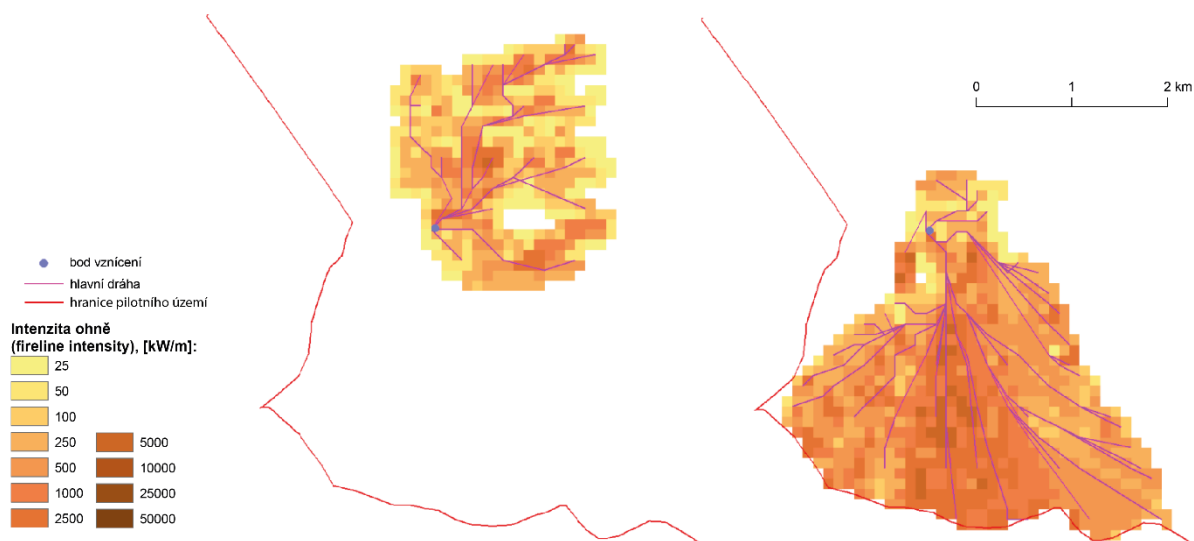


Obr. 32: MTT Postup hoření pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).



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.



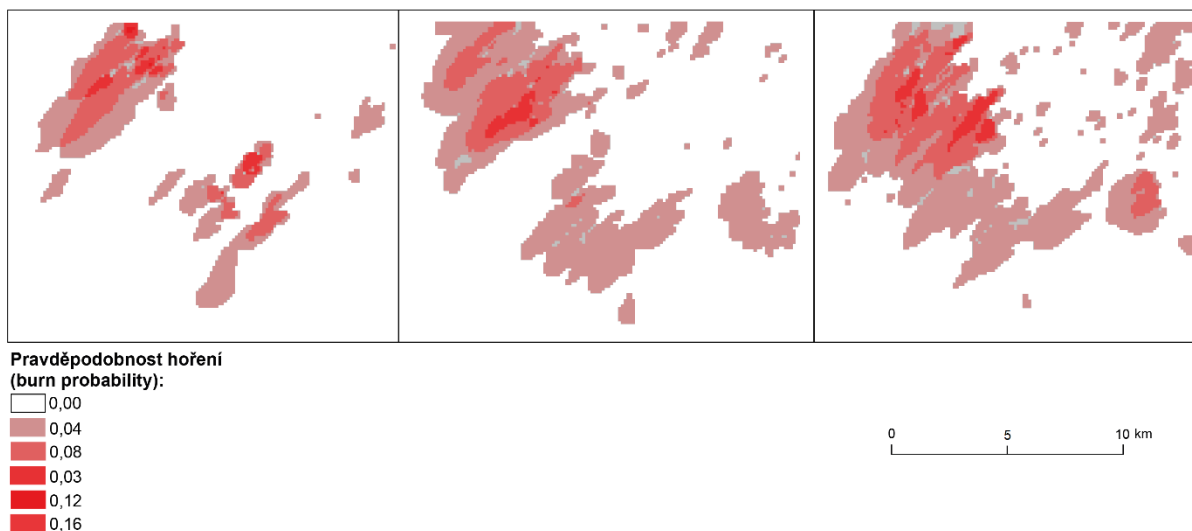
Obr. 34: MTT intenzita ohně pro požár vzniklý v rámci pilotního území (vlevo jihozápadní, vpravo severní vítr).

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 ukázek 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 trávníky	<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 trávníky: T1.1., T1.2., T1.3. Horské a podhorské trávníky: T2.3. (obhospodařované), T8.3. Travní porosty skal: S1.2., S1.3. Zemědělské plochy: X2, X3, X
GR3: Husté vysokostébelné trávníky	<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 trávníky: T1.4, T1.5, T1.6, T1.9 Horské a podhorské trávníky: 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 xerofytní 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