

Ohňová Země

Planeta hoří, lesy v plamenech – to jsou časté obrazy posledních desetiletí na různých místech světa. Oheň v nás logicky vzbuzuje negativní emoce. Nejenže ohrožuje lidské zdraví a obydlí, která se stále více vnořují do ekosystémů postižených ohněm, ale intenzivnější a rozsáhlejší požáry následně uvolňují více skleníkových plynů do atmosféry, které pak umocňují klimatickou změnu a podílejí se tak nepřímo na vzniku dalších požárů. Čteme, že dnes hoří i ekosystémy, které dříve nehořely, nebo by z podstaty hořet neměly, jako je třeba tropický deštný les. Ve skutečnosti je ale velmi složité najít suchozemský ekosystém, který by nebyl nějakým způsobem ohněm ovlivněn.

Současnou intenzitu a rozsah požárů mnohých ekosystémů nemůžeme přisuzovat pouze měnícímu se klimatu. S dynamikou požárů je propojena i činnost člověka, který různorodými zásahy působil a působí významné změny v hospodářském využití krajiny nebo v introdukci nových druhů. Člověk využívá oheň prakticky od doby, co se na tomto světě objevil, a zřejmě jím ovlivňoval ekosystémy mnohem dříve, než jsme schopni tento vliv spolehlivě odhalit. Používání ohně se uvádí už od druhového komplexu *Homo erectus* (blíže v seriálu Z. Šmahela v Živě 2003, 1–6). To však nechme jen v rovině hypotéz a spekulací a podívejme se do minulosti, kde leccos o požárech vysledovat můžeme.

Současná požárová aktivita ekosystémů
Na mapě světa vidíme, že nejrozsáhlejší požáry jsou v afrických, australských nebo jihoamerických savanách (obr. 1). V nich hoří nejčastěji, zpravidla každých několik let, a to vlivem jejich střední míry produktivity biomasy, která za horkých a suchých klimatických podmínek zajišťuje relativně

velké množství paliva, a také díky řadě lidských aktivit způsobujících jeho vznícení. Naproti tomu např. v tropických deštných lesích s daleko vyšší produktivitou dochází k požárům velmi zřídka, nepočítáme-li jejich současné antropogenní odlesňování pomocí vypalování. V boreálních severských jehličnatých lesích a lesích mírného klimatického pásu hoří pravidelně, ale méně často (od desítek ke stovkám let). Požáry bývají časté i v ryze travinných ekosystémech, ty jsou však na své síle limitovány nižší primární produkcí.

V dnešní době pozorujeme vzrůstající trendy ve výskytu devastujících požárů na mnoha místech naší planety, např. na západě USA a v Kanadě, jihovýchodní Austrálii, Mediteránu nebo i Amazonii, a to nejen ve frekvenci, ale také v množství spálené biomasy. Jasně zdůvodnění těchto trendů není jednoznačné, nicméně podstatu je zpravidla zapotřebí hledat v kombinaci klimatu a škály lidských aktivit, které mají původ i v minulosti. Abychom lépe pochopili současné a budoucí požárové trendy, musíme se podívat do blízké

i vzdálenější minulosti, kde můžeme přesněji podchytit dlouhodobou variabilitu.

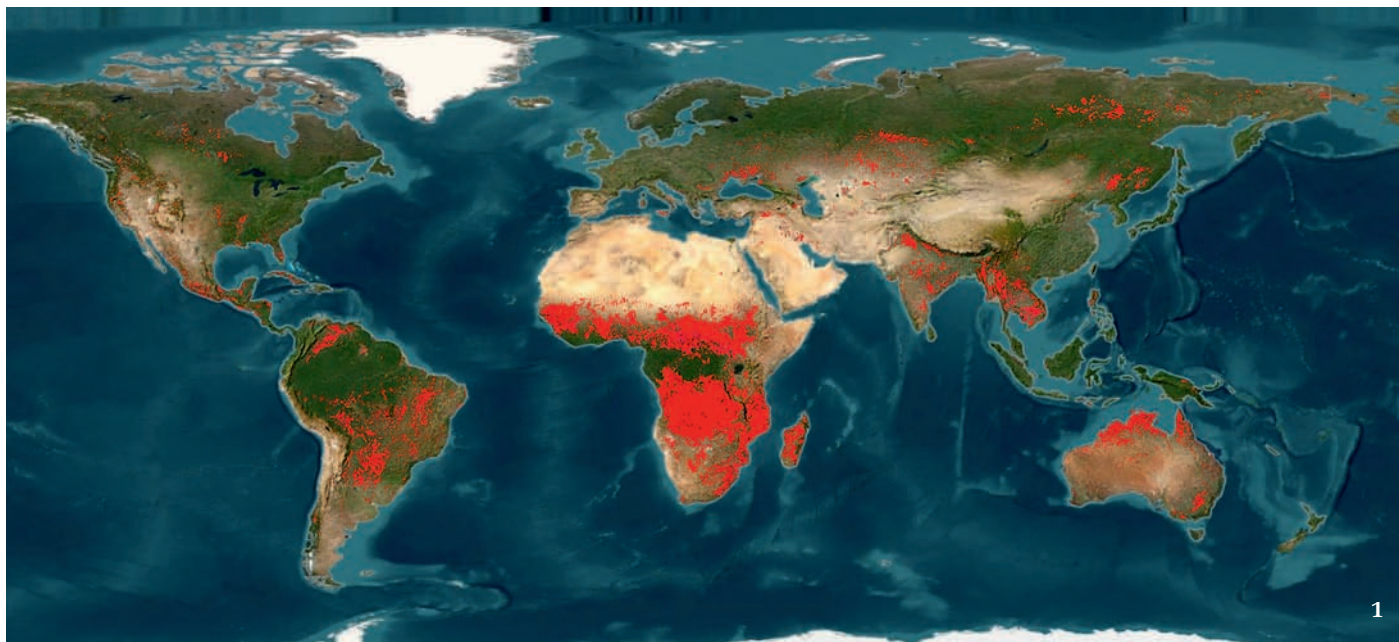
Globální dynamika požárů

Na globální škále lze požárovou aktivitu pozorovat pomocí sedimentárních záznamů, z nichž kvantifikujeme uloženou spálenou biomasu podle uhlíků (blíže v následujícím článku na str. 215–217). Pokud takové záznamy zkombinujeme z celého světa, sledujeme za posledních 12 tisíc let pozvolný nárůst akumulace uhlíků (obr. 2). Ten je do velké míry konzistentní s pozvolným nárůstem teplot během časného a středního holocénu, a je doprovázen i nárůstem biomasy. Výrazný vzestup aktivity hoření ale přichází v době před 3 000 lety, následovaný mnoha výkyvy a konečným exponenciálním nárůstem v posledních 500 letech. Rozdíl v hodnotách před a po uvedení milníku zřejmě spočívá v lidském vlivu, což máme částečně zdokumentováno i v modelech nárůstu lidské populace a zemědělství. Shodou okolností dochází přibližně ve stejné době i ke zrychlení vegetačních změn jak na globální úrovni, tak na regionálních měřítkách. Je tedy vysoce pravděpodobné, že tyto změny v ekosystémech byly do velké míry podminěny zvýšeným výskytem požárů zřejmě antropogenního původu, protože jen stěží je můžeme přičíst jakýmkoli zásadním klimatickým posunům.

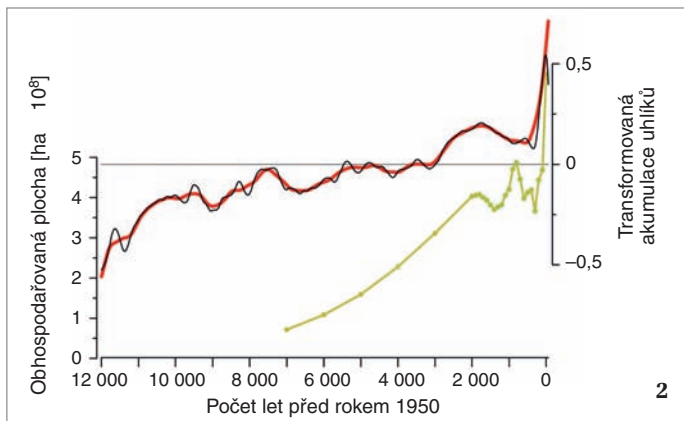
Požáry probíhaly v přírodě i před začátkem holocénu, v dobách ledových i předešlých meziledových. Obecně platí, že aktivita požárů byla zvýšená v teplejších klimatických výkyvech. Jejich kvantifikace je ale problematická – kvůli daleko nižší biomase, a tedy i odlišnému charakteru požárů, a také z důvodu nedostatečného množství záznamů z dřívějších období, např. z předchozích interglaciálů.

Za všechno mohou býložravci

Pokusme se nyní detailněji rozšířovat změny v požárové dynamice v souvislosti s činností člověka na různých kontinentech a v různých ekosystémech. Asi nejstarším příkladem, který známe, je změna požárové dynamiky v Austrálii. Před přibližně 45 tisíci lety začali na australský kontinent



1



1 Mapa světa s červeně vyznačenými oblastmi vyhořelými během r. 2021. Zdroj dat: FIRMS za využití algoritmu MODIS (<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/find-data/near-real-time/citation#ed-lance-disclaimer>)

2 Globální trend akumulace sedimentárních uhlíků za posledních 12 tisíc let. Červená křivka ukazuje trend pomocí lokálně váženého vyhlazování (LOWESS) s 500letým posuvným oknem (z anglického označení moving window), černá s 250letým oknem. Spodní zelenožlutá křivka znázorňuje globální odhad obhospodařované plochy. Převzato z J. R. Marlon a kol. (2013), upraveno

3 Zuhelnatělé části rostlin na Petriho misce (a) určené ke kvantifikaci v analyzovaném vzorku, a detail uhlíku na milimetrovém papíře (b).

Foto P. Bobek (a) a A. Moravcová (b)
4 Savanový typ vegetace z minulého interglaciálu na jihu Německa ukazuje krajinu bez požárů. O odstraňování biomasy se postarali např. vyhynulí chobotnatci rodu *Palaeoloxodon* nebo nosorožci rodu *Stephanorhinus*. Orig. E. Gröning, použito s laskavým svolením

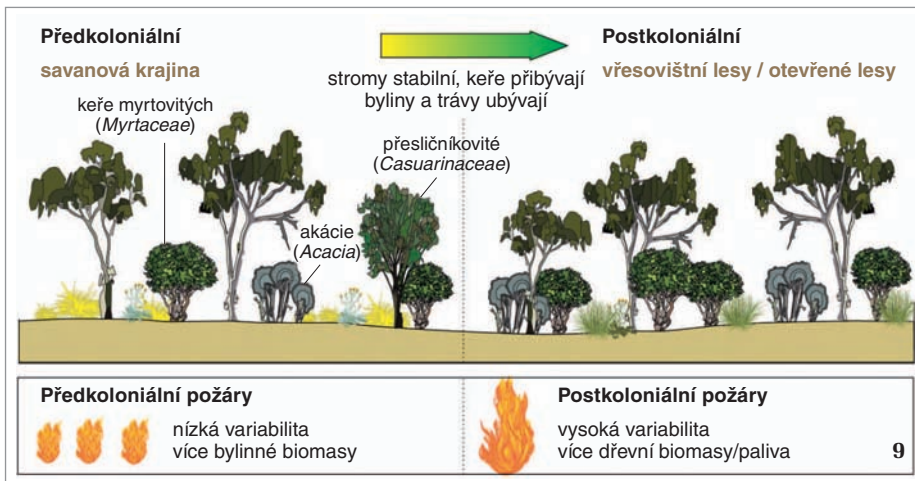
pronikat první lidé, kteří podle některých teorií způsobili vyhubení mnohých velkých býložravců z řad vačnatců (např. Živa 2021, 5: 268–273). Spolu s vymizením velkých herbivorů se relativně rychle proměnily i místní ekosystémy. V severovýchodní Austrálii došlo např. k přechodu od deštného lesa k sušší tvrdolisté vegetaci a s tím spojenému výraznému zvýšení aktivity požárů. K podobnému procesu docházelo i v savanách, kde se po vymizení herbivorů šířily vysokostébelné traviny a křoviny rovněž podporující vznik požárů. Jaký byl přesný mechanismus těchto změn, se můžeme stále jen domnívat, zřejmě ale příchodem člověka došlo ke zdevastování populací klíčových druhů herbivorů. To samotné by však nestačilo na zásadní přeměnu deštného lesa. Člověk musel aktivně měnit i samotnou požárovou dynamiku a vypalováním působit na vegetaci, která doposud nebyla na tak silný požárový tlak zvyklá. Nakonec zafungoval zpětnovazebný mechanismus absence herbivorů, hromadění biomasy a častějších požárů ovlivňovaných člověkem, který vedl ke konečné přeměně ekosystémů Austrálie.

K podobné situaci došlo i mnohem později, zhruba před 750 lety, na Novém Zé-

landu. Příchozí Maorové kombinací lovu a zakládáním požárů postupně výrazně změnili strukturu ostrovních ekosystémů směrem k rozvolněné křovinaté vegetaci v nižších polohách. V obou zmiňovaných případech vykazovalo klima relativně stabilní charakter, a tudíž popisované drastické změny ekosystémů nemohlo příliš ovlivnit.

Z výše uvedených hypotéz formulovaných na australském kontinentě a Novém Zélandu můžeme čerpat při objasňování změn požárové aktivity ve vztahu k vymírání herbivorů a příchodu člověka i v Severní Americe. Ke změně ekosystému tam došlo až koncem doby ledové před 14 tisíci let, kdy mizějící velcí býložravci předznamenali vznik naprosto unikátních společenstev širokolistých lesů s jasanem (*Fraxinus*), habry (*Carpinus*), habrovci (*Ostrya*) nebo jilmou (*Ulmus*), tedy kombinací druhů naprosto neznámých z dnešní doby, a následné zvýšení požárové aktivity. Tato změna přitom opět nemusela nutně být způsobena výlučně klimatem, ale uvolněním pastevního tlaku, podobně znamenáným i z Austrálie, který způsobil šíření rostlin lépe adaptovaných na oheň. Ať už herbivoři vymizeli činností člověka, nebo vše způsobilo či urychlilo klima, postupnou ztrátou pastvy prakticky na celé planetě docházelo k hromadění hořlavé biomasy, což mohlo mít výrazný vliv na postupné zvyšování požárové aktivity během holocénu.





5 až 8 Krajina Tasmánie je vegetační mozaikou formovanou působením požárů, což je mechanismus oddělený od primárního vlivu klimatu. Potenciální přirozenou vegetaci deštných lesů (obr. 5 a 6) tak střídají pyrofilní sklerofilní vegetace s dominantními eukalypty a požárem udržovaná vřesoviště – moorlands (7 a 8). Foto P. Kuneš

9 Schéma změny vegetace v jihovýchodní Austrálii po kolonizaci Evropany v 18. století. Před příchodem kolonistů převládala savanová krajina s travinami a bylinami, roztroušenými stromy a keři. Vegetaci udržovali původní obyvatelé poměrně častým vypalováním. Tyto cíleně zakládané požáry byly sice běžné, ale nenabývaly nijak rozsáhlých rozměrů a oheň živilo převážně bylinné patro. Po upuštění od vypalování se nahromadila dřevní biomasa a travy byly vystřídány keři, což vedlo ke zvýšení intenzity požárů. Upraveno podle: M. Mariani a kol. (2022)

ale může být stejně relevantní tzv. tradiční požárový management, praktikovaný zpravidla původními obyvateli, kteří žili ve větší rovnováze s ekosystémy.

Poté, co člověk vstoupil do ekosystémů, patrně podporoval zvýšenou požárovou aktivitu – častějším zapalováním vegetace a také přeměnou struktury a množství paliva (hořlavé vegetace/biomasy). Na některých místech, jako jsou třeba savany, k tomu nebylo zapotřebí tolik úsilí, na jiných místech, např. v temperátních či deštných lesích, to bylo náročnější. V mnohých případech se změna požárové dynamiky za přítomnosti člověka časově shoduje s klimatickou změnou, během holocénu ale často pozorujeme, že klima není hlavním hybatelem požárových změn.

Již komunity lovců a sběračů používaly oheň k ovlivňování přírodních zdrojů a šíření užitečných druhů rostlin, ohněm také lákaly zvěř k pastvě na místa čerstvě po požáru. Předindustriální zemědělci vypalovali les za účelem získávání ploch k pastvinám a pěstování plodin, zároveň vypalovali strniště a mokřady.

Díky mnoha studiím víme, že vegetaci náchylnou k požárům lze pravidelným maloplošným vypalováním zachovat ve vysoké heterogenitě, která následně zabraňuje vzniku katastrofických požárů velkého rozsahu. V tomto typu ekosystému dlouhodoběji přetrvávají i nespálené plochy, na kterých mohou hledat útočiště i na požár neadaptované druhy. Původní obyvatelé řady míst planety tímto managementem vytvářeli bohatou stanovištní mozaiku, která následně zabraňovala velkým požárům.

Všichni si jistě ještě pamatujeme extrémní požáry na jihovýchodě Austrálie v sezo-

ně 2019/2020, které se staly nekontrolovatelnými a měly charakter „megapožáru“ (zasaženo bylo 243 tisíc km², 3 000 budov a 34 mrtvých). Ukazuje se, že původ těchto požárů není jen v probíhajících klimatických změnách, ale sahá mnohem dále do minulosti. Před příchodem evropských kolonistů na konci 18. století byla krajina asi z poloviny pokryta dřevinami, s dominantní keři. Její struktura byla silně ovlivňována tradičními vlastníky půdy za využití pravidelného vypalování. Po kolonizaci Austrálie Evropany došlo nejprve k masivnímu vypalování vegetace za účelem získání ploch pro zemědělství. Následně byly ale požáry z managementu krajiny téměř zcela vyloučeny, což vedlo k vyššímu zastoupení dřevin a hromadění biomasy. K celkové situaci přispělo i šíření nepůvodních druhů ne tak dobře adaptovaných na požáry. Výsledek vidíme dnes: oheň se může snadno šířit a umožnit vznik katastrofálních megapožárů.

V Amazonii pozorujeme podobnou změnu v požárové dynamice zapříčiněnou činností člověka. Přibližně před 4 500 lety začali původní obyvatelé ovlivňovat zdejší přirozené deštné lesy, aby si zabezpečili živobytí. Na jedné straně obohacovali místní druhovou skladbu lesů rozšiřováním užitečných rostlin a na straně druhé pomocí maloplošných požárů s nízkou severitou (závažností neboli množstvím spálené biomasy) rozvolňovali zapojený les pro postupné pěstování plodin, což je zdokumentováno bohatými uloženinami uhlíků. Praktikovali jakési polokulturní agrolesnictví. Tyto typy obživy se později částečně intenzifikovaly za vytvoření terra preta, amazonských tmavých půd. Zásadní změna

ale přišla v postkolumbovské době, kdy odhadem ubylo až 95 % původních obyvatel, sukcesí došlo k opětovnému zalesnění větší části dříve využívaného území a oheň přestal být používán jako nástroj managementu. Druhová změna částečně způsobená i vysazením plantáží kaučukovníku a jiných plodin měla za následek nižší vlhkost ekosystému, což poté v kombinaci s klimatickými změnami vedlo ke vzniku současných megapožárů.

Podobné poznatky o využívání častých požárů s nízkou intenzitou pocházejí z horských ekosystémů smíšeného lesa v Severní Americe. Zde předkolumbovské praktiky původních obyvatel zastřely působení klimatu na požáry, což se však opět změnilo po opuštění tradičních praktik po r. 1500 n. l. S požárovou dynamikou je v Severní Americe spojen ještě další, novodobější fenomén. Podobně jako např. v Austrálii se i zde začaly požáry v nedávné době se zahájením moderního lesnického managementu aktivně eliminovat. To můžeme pozorovat jak v sedimentárních záznamech uhlíků, tak na letokruzích, kde začínají chybět požárové jizvy. Důsledky dnes zřejmě pozorujeme v podobě rozsáhlých požárů, k nimž vedlo hromadění uschlé biomasy násobně probíhající klimatickou změnou.

Nakonec se ještě podívejme do Afriky, kontinentu, kde člověk vznikl. Zde bude tedy úplně nejobtížnější rozlišit vliv člověka a toho, co bychom mohli považovat



za přirozenou dynamiku. Zároveň odsud existuje asi nejméně kvalitních paleoekologických záznamů o požárech (člověk zde ale asi nejméně ovlivnil populace mega-herbivorů). Ojedinelá data ze savan rovníkové oblasti ukazují, že požárová dynamika je hodně závislá na vlhkostní bilanci, jež logicky v některých případech generuje hojnější biomasu (především u travinných porostů), a tedy i potenciální palivo. Na druhou stranu se ukazuje, že zapojené lesní porosty zabraňují vzniku lokálních požárů, a to navzdory epizodám sucha, které by jinak u travinných porostů podněcovaly větší množství sušší biomasy a způsobily častější vznik požárů.

Požáry k budoucí ochraně

Požáry jsou nedílnou součástí mnoha ekosystémů na naší planetě nejen v dnešní době, ale i v jakémkoli období v minulosti, které jsme schopni dostatečně detailně sledovat. Vidíme, že člověk hrál nejspíš zásadní roli v modulování požárové dynamiky po většinu sledovaného času. Proto je velmi obtížné najít přirozené pozadí jevů, ke kterému bychom se mohli vztahovat při formulování ochranných opatření.

Dnes bezesporu na planetě hoří více – nejen častěji, ale i na daleko větších plochách, kde vznikají jen stěží kontrolovatelné megapožáry. Může za to člověk, pouze jeho roli v požárové dynamice musíme více

vnímat i v tom, jak s ekosystémy hospodaří, a nejen skrze jeho působení na klima. Řešení se přitom nabízí: z minulosti se můžeme poučit, že požáry nejsou cizí ani pro ekosystémy, ani pro člověka. Naopak, člověk je zřejmě uměl rozumně používat v nasměrování fungování ekosystémů tak, aby pro něj nepředstavovaly takové riziko a sám z toho měl větší užitek. Tuto skutečnost bychom měli více vysvětlovat veřejnosti a subjektům zodpovědným za přípravu budoucích opatření pro udržitelnost ekosystémů, zejména pak lesů. Opatření by měla jednoznačně zahrnovat i oheň.

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

Přemysl Bobek

Požárový režim temperátních ekosystémů: současný stav poznání

Rozsáhlé disturbance, jako byl loňský požár v Českém Švýcarsku, vždy vyvolávají v lidech silný pocit ohrožení. Naprosto přirozeně pocítujeme obavy o ztrátu lidských životů, chceme zabránit ekonomickým škodám a obáváme se narušení přírodního prostředí. Taková přirozená reakce veřejnosti se dostavila i v minulém roce, kdy vítr zanesl kouř z požáru až do ulic hlavního města a ohrožení bylo doslova cítit ve vzduchu. Debata o příčinách tohoto mimořádného požáru rozvířila nejen mediální prostor, ale vedla se také na odborném poli za účasti lesníků, biologů, ochránců přírody, představitelů samospráv a hasičů. Dým nad shořelým územím o rozloze přes 1 000 ha se už dávno rozplynul, vrstva černých uhlíků se rychle pokrývá zeleným kobercem mechu zkrutku vláhojivného (*Funaria hygrometrica*), ale bouřlivá diskuze se vede i nadále. Není divu, šlo o nejrozsáhlejší požár v nám známé historii, který navíc postihl národní park, kde se nevyhnutelně střetávají různé pohledy na využití území s postoji ochrany přírody.

Společným motivem těchto disputací je hledání bezprostředního viníka události, protože mnohé aktéry vede přesvědčení, že jedině jeho exemplárním potrestáním

dojdeme k náležité katarzi a k prevenci podobného požáru v budoucnosti. Zmíněné uvažování však málo přihlíží k podstatě samotného fenoménu požárů a mnohdy

se uchyluje až k přílišnému zjednodušení. Zakázat vstup do lesa v době sucha, nebo les vytěžit, pokud byl napaden lýkožroutem. Taková opatření by prý společností i cennou přírodu uchránila před a priori negativními důsledky ohně. Jenže požár je pouze viditelným projevem komplexní interakce přírodních a antropogenních faktorů, které působí na ekosystémy po tisíciletí a v určitém příznivém nastavení umožňují vznik a šíření ohně v krajině. Pojďme se na ně blíže podívat.

Globální požárová aktivita

Požár je z pohledu ekologie disturbanční proces, který je řízený souběhem tří základních faktorů: dostupností paliva v podobě živé i odumřelé rostlinné biomasy, příhodných klimatických podmínek a výskytu zdroje ohně. Pokud kdekoli v biosféře Země nastane vhodná kombinace těchto faktorů, dojde nevyhnutelně k fyzikálně-chemické reakci nazývané hoření. Naštěstí pro všechny životy na planetě se příznivé podmínky pro vznik požáru v konkrétním místě a čase setkávají jen relativně velmi vzácně. Hoření je totiž většinou limitováno absencí některého z nezbytných faktorů. Dobře to lze ilustrovat na vztahu požárové aktivity a primární produktivity ekosystémů (Pausas a Ribeiro 2013). Díky velkým rozdílům v primární produktivitě je na velkých plochách zemského povrchu oheň limitován dostupností paliva. Příkladem mohou být aridní oblasti pouští, které jsou z pohledu klimatických podmínek k hoření velmi příznivé, ale sporadická vegetace s nízkou mírou konektivity (řídkým zápojem) efektivně brání šíření ohně. Takové ekosystémy jsou z pohledu požárové