

Oheň v naší krajině

Požár je příkladem procesu, který ovlivňoval evoluci bioty a globální biogeochemické cykly na Zemi již od vzniku suchozemských ekosystémů v siluru (zhruba před 440 miliony let), jak dokládají nálezy zuhelnatělých částí prvních suchozemských rostlin – *Rhyniophyta*. Příčinou vzniku tehdejších požárů byly výhradně přírodní procesy jako úder blesku, sopečná činnost nebo pády meteoritů. Pohled do geologické minulosti ukazuje, že požárová aktivita úzce koreluje se změnami koncentrace kyslíku v zemské atmosféře. V některých fázích vývoje atmosféry, zvláště v průběhu karbonu (asi před 350 miliony let), podmiňovala zvýšená dostupnost kyslíku (až 31 %) hoření i v takovém prostředí, jako byly mokřadní porosty stromových plavin *Lepidodendrales*. Zásadní změna ve fungování požárů nastává s prvním doloženým využitím ohně předchůdcem člověka, konkrétně člověkem vzpřímeným (*Homo erectus*) v době asi před jedním milionem let. Člověk má jako jediný organismus na Zemi monopol na aktivní využívání ohně a tuto dovednost ve velké míře používá také k ovlivňování svého životního prostředí. Postupným vývojem tak převzal roli hlavní příčiny vzniku požárů. Suchozemská vegetace byla tedy během svého vývoje ovlivňována působením ohně, což vedlo ke vzniku druhů i celých ekosystémů, které jsou na výskyt požárů adaptovány.

Požár významně ovlivňuje biotické i abiotické podmínky na stanovišti tím, že odstraňuje biomasu i rostlinný opad. Dochází ke změně teplotního a světelného režimu stanoviště a změně fyzikálních a chemických vlastností půdy. Typické je náhlé zvýšení dostupnosti živin vázaných v opadu a zvýšení pH půdy. Požár eliminuje z porostu nižší a citlivé druhy a jedince, zatímco druhy, které dokážou žít přežít a/nebo se na vzniklých spáleništích dobře rozrůstat, jsou favorizovány. Extrémními případy jsou pyrofyty – druhy rostlin, které působení ohně přímo potřebují ke svému rozmnožování a existenci.

Vliv požáru na ekosystém závisí na mnoha faktorech, především na intenzitě, době trvání, sezonnosti a typu, tedy zda

jde o požár povrchový nebo korunový. Pro dlouhodobý vývoj a charakter ekosystému je však klíčový požárový režim, charakterizovaný zmíněnými faktory a zejména časovým intervalem návratu požáru (frekvencí výskytu). Obvykle se totiž vyskytuje v ekosystému spíše periodicky než epizodicky, v souběhu s klimatickými podmínkami, vývojovým cyklem vegetace a hromaděním odumřelého opadu. Změna režimu může vést ke změnám struktury a druhového složení společenstva nebo až k přeměně v jiný vegetační typ. Pravidelně se opakující požáry tak mohou v krajině udržovat specifický typ společenstva – požárový klimax. Eliminace přirozených pravidelných požárů např. v některých lesních ekosystémech Severní Ameriky naopak

vedla ke zvýšení hustoty a zápoje porostu, ústupu světlomilných druhů podrostu a hromadění množství opadu, vedoucího ke vzniku nekontrolovatelných katastrofických požárů.

K požárům dochází nejčastěji v klimaticky teplých oblastech s dlouhotrvajícím obdobím sucha, následujícím po vlhčím období vegetačního růstu. Příkladem „nejhořlavějších“ ekosystémů jsou savany Afriky, Jižní Ameriky a Austrálie a mediteránní vegetace jižní Evropy, severní a jižní Afriky, jihu Austrálie a jihozápadu USA. Rostliny těchto oblastí jsou na časté požáry adaptovány, dokážou je přežít díky tvorbě specifických morfologických ochranných struktur a/nebo využít oheň k rozmnožování. Na pravidelné požáry jsou adaptovány i ekosystémy jiných oblastí, např. boreální jehličnaté lesy Severní Ameriky a severní Eurasie. Oheň zde působí jako důležitý faktor pro zmlazování dřevin, biodiverzitu ekosystému a koloběh živin tím, že uvolňuje živiny vázané ve špatně se rozkládajícím opadu jehličnanů. Při současném trendu globálních klimatických změn lze očekávat častější výskyt požárů i v oblastech, kde představovaly doposud spíše okrajový jev.

Požáry v krajině

Výskyt požárů závisí na mnoha biotických i abiotických faktorech a dostupnosti zdrojů vznícení, která je v současnosti reprezentována zejména lidskou přítomností. Biotické faktory jako složení vegetace určují množství, kvalitu a hořlavost paliva, abiotické faktory jako klima, topografie a fyzikální vlastnosti půdy ovlivňují vlhkost paliva a šíření ohně. Požáry jsou tak četnější v sušším podnebí, na konvexních místech a jižně orientovaných svazích. Jejich četnost naopak klesá se zvyšující se vlhkostí, např. směrem k pólům, větším nadmořským výškám a oceanitě podnebí. Příkladem klimatického fenoménu silně zvyšujícího frekvenci požárů jsou tzv. suché bouřky (beze srážek), které se častěji vyskytují např. v západní části USA nebo na ruském Dálném východě. Další skupinou činitelů, souvisejících s výskytem a četností požárů, jsou faktory socioekonomické – např. hustota zalidnění nebo míra nezaměstnanosti, a socioenvironmentální, jako je land use (způsob využití krajiny).

Na vznik, šíření a chování požáru má vliv také vegetační pokryv, tedy druhové složení porostu a množství dostupného paliva. Jako zajímavý příklad z boreálních jehličnatých lesů lze uvést ovlivnění převládajícího typu požáru složením vegetace. Udává se, že četnost požárů je v rámci ekosystémů boreálních lesů Severní Ameriky a Eurasie srovnatelná, ale v Americe převládají spíše „spektakulární“ korunové požáry, zatímco v eurasijských boreálních lesích povrchové požáry menší intenzity. Tento rozdíl je vysvětlován odlišnou požárovou strategií klíčových druhů dřevin těchto ekosystémů. V severoamerických lesích se vyskytují jehličnany se serotinnými šiřticemi, které se otevírají a vypouštějí okřídlená semena jen působením žáru. Tyto druhy, např. smrk černý (*Picea mariana*), borovice Banksova (*Pinus banksiana*) a b. pokroucená (*P. contorta*), potřebují



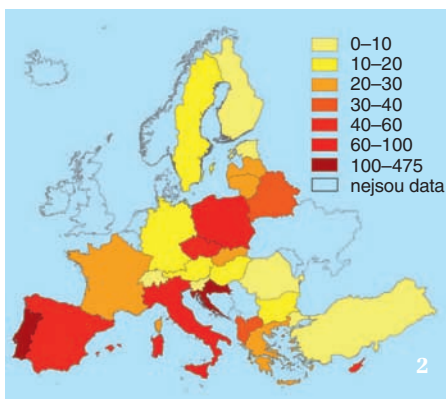
projít ohněm k dokončení svého životního cyklu. Jejich nízko posazené větve, tvořící „žebřík“ pro plameny, podporují vznik korunových požárů, které umožňují otevření šištic a vylétnutí semen na ohněm připravenou půdu. V podmínkách severní Eurasie jsou požáry vázány především na lesy s borovicí lesní (*P. sylvestris*), která produkuje pryskyřičný, snadno vznětlivý opad. Zároveň dokáže přežít požáry nižší intenzity díky silné borce a hluboko položenému kořenovému systému a brání vzniku korunových požárů tím, že shazuje nízko rostoucí větve. Obnažená minerální půda a zvýšená dostupnost světla na vzniklých spáleništích tvoří ideální podmínky pro zmlazení borovice. Pravidelně se opakující požáry s dostatečnou frekvencí tak udržují porosty s dominancí b. lesní také na místech, kde by vzhledem ke stanovištním podmínkám jinak převládaly jiné druhy dřevin.

Lesní požáry v ČR a jejich zákonitosti

Naprostá většina vědeckých studií o faktorech ovlivňujících výskyt lesních požárů na území Evropy pochází ze Středozezemí a Fennoskandinávie, kdežto v temperátních oblastech střední Evropy byl tento fenomén dosud málo studován. Donedávna převládalo přesvědčení, že požár představuje v našich podmínkách jen okrajový jev bez výraznějšího vlivu na lesní ekosystémy, jehož výskyt je pouze negativním důsledkem lidské činnosti.

Při pohledu na statistiky výskytu požárů v lese však zjišťujeme, že na území ČR jsou v průměru častější jevem než např. v severských lesích (obr. 2). Týká se to dokonce i frekvence výskytu přirozených, bleskem zažehnutých požárů. Tuto informaci nám poskytne srovnání jejich prostorové frekvence (hustoty) mezi určitými oblastmi. V rámci dostupných údajů jsou největší hodnoty četnosti přirozených požárů pro některé části USA a alpské regiony Evropy (0,9 požárů za rok na 100 km²). Pro mediteránní Evropu byla zjištěna průměrná hodnota 0,12. Pro území ČR byla vypočítána hodnota 0,065, o málo nižší než na západní Sibiři (0,075) a mírně vyšší než ve Skandinávii (0,039). Na našem území dochází průměrně k více než 1 000 lesních požárů ročně s průměrnou velikostí zasažené plochy zhruba 0,5 ha. Naprostá většina je způsobena lidskou činností (zakládání ohňů, kouření, hospodaření v lese), zhruba 30 % zůstává neobjasněných. Bleskem bývá zažehnuto 1–2 % lesních požárů.

Krajina České republiky má však oproti té skandinávské určitá specifika. Jde zejména o větší různorodost lesních společenstev s častějším zastoupením listnatých lesů, které bývají v našich podmínkách považovány na rozdíl od těch jehličnatých za téměř nehořlavé. Důležitou roli hraje také větší hustota zalidnění a s tím související větší zastoupení bezlesé kulturní krajiny a větší fragmentace lesního porostu. Zajímalo nás tedy, jakými zákonitostmi se řídí výskyt lesních požárů v podmínkách středoevropského temperátního biomu a zda i v této hustě obydlené kulturní krajině mohou výskyt požáru určovat přírodní podmínky stanoviště. Toto zjištění by umožnilo identifikaci přirozeně „hoř-



1 Spáleniště na skalním pískovcovém plátu v chráněné krajinné oblasti Kokořínsko – Máchův kraj. Foto M. Adámek

2 Průměrný počet požárů za rok v období 1980–2010 na 1 000 km² zalesněného území. Zdroj dat: European Forest Fire Information Service (EFFIS). Orig. M. Adámek

3 Požárem zasažený bor u Bzence na Hodonínsku. Foto P. Bobek

lavějších“ oblastí (a naopak), kde lze předpokládat dlouhodobý vliv požárů na vývoj místních lesních ekosystémů.

K zodpovězení těchto otázek jsme použili databázi 15 985 lesních požárů z našeho území za období 1992–2004, pocházející z archivu generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. Jednotlivé události byly lokalizovány na úrovni katastrů obcí. S použitím digitálních mapových vrstev biotických, abiotických a antropogenních faktorů jsme provedli statistickou analýzu výskytu požárů po celé republice a na vybraném území v její severozápadní části s větším plošným zastoupením polopřirozených lesních společenstev a nápadným výskytem lesních požárů. Tato oblast zahrnovala chráněné krajinné oblasti České středohoří, Český ráj, Lužické hory a Kokořínsko – Máchův kraj, národní park České Švýcarsko a plochu mezi nimi (obr. 4).

Biotické faktory reprezentovalo procentuální zastoupení jednotlivých druhů dřevin v katastrech obcí, abiotické faktory zahrnovaly topografii (nadmořskou výšku, index členitosti terénu), zrnitost půd, klima



(průměrné srážky, teplotu, počty detekovaných bleskových výbojů mrak–zem za dané období) a jako antropogenní faktory byly použity hustota zalidnění, vzdálenost od velkých měst a počty ubytovacích zařízení jako měřítko turistického ruchu. V severozápadním regionu jsme navíc sledovali vztah četnosti požárů a geologické podkladu se zahrnutím geomorfologické kategorie pískovcových skalních měst.

Již z pouhé vizualizace dat do sloupkových grafů je zřejmé, že požáry se mohou vyskytnout téměř ve všech lesních typech (viz obr. na webové stránce Živý). Vztáhneme-li počet požárů na plochu lesa s určitou dominantou, překvapivě zjistíme, že „nehořlavější“ jsou lesy s dominantní břízou (*Betula* spp., ca 110 požárů / 100 km²). V tomto případě jde pravděpodobně zejména o sukcesní porosty na západočeských výsypkách a v Labských pískovcích. Za nimi následují lesy s převahou borovice lesní (ca 39 požárů) a poté dalších druhů. Nejméně požárů se vyskytuje v listnatých lesích s dominancí topolu (*Populus* spp., asi 10) a lípy (*Tilia* spp.). Dále můžeme sledovat nápadnou negativní korelaci výskytu požárů s rostoucí nadmořskou výškou – podle vegetačních stupňů ČR: pahorkatinový ca 33, nížinný 31, podhorský 21 a horský 10 požárů / 100 km². Na příkladu vybrané části ČR je zřejmé, že nejvíce požárů, vztaženo na 100 km², vzniklo v pískovcových skalních městech (ca 110), o něco méně na pískovcovém podloží s plošším reliéfem (asi 55). Nejméně pak v oblastech se sprašovým podložím (kolem 25).

Výsledky sofistikovanější statistické analýzy (GLM) na celorepublikové úrovni ukázaly, že výskyt požárů ve smyslu prevalence–absence za dané časové období byl určován hlavně přírodními podmínkami stanoviště, kdežto četnost požárů za toto období byla dána především antropogenními faktory. Výskyt požárů byl pozitivně ovlivňován zejména biotickými faktory, konkrétně větším zastoupením borovice lesní a smrku ztepilého (*P. abies*) v porostu. Jako významné faktory zvyšující pravděpodobnost vzniku požáru se ukázaly také členitost terénu vyjádřená topografickým indexem a zrnitost (propustnost) půdy. Další faktory včetně antropogenních měly menší vliv. Naopak četnost požárů byla pozitivně ovlivňována nejvíce hustotou zalidnění, v menší míře zastoupením břízy a borovice v porostu a počtem blesků na km². Další abiotické faktory jako členitost terénu, zrnitost půdy a úhrn srážek měly menší, ale přesto statisticky průkazný vliv. Stejná analýza v případě vybraného severozápadního regionu poskytla podobná data, jen s větším důrazem na vliv zastoupení borovice.

Tyto výsledky naznačují, že výskyt požárů na území naší republiky se řídí podobnými zákonitostmi jako jinde v Evropě, kde je působení ohně tradičně považováno za přirozenou součást dynamiky lesních ekosystémů. V relativně hustě osídlené kulturní krajině jsou požáry velkou měrou podmíněny antropogenními faktory, zvláště zalidněním. Přítomnost člověka v krajině působí jako hlavní příčina vzniku požárů, přírodní podmínky stanoviště určují, zda k jeho vzniku a rozšíření dojde či nikoli. Vliv množství blesků na četnosti

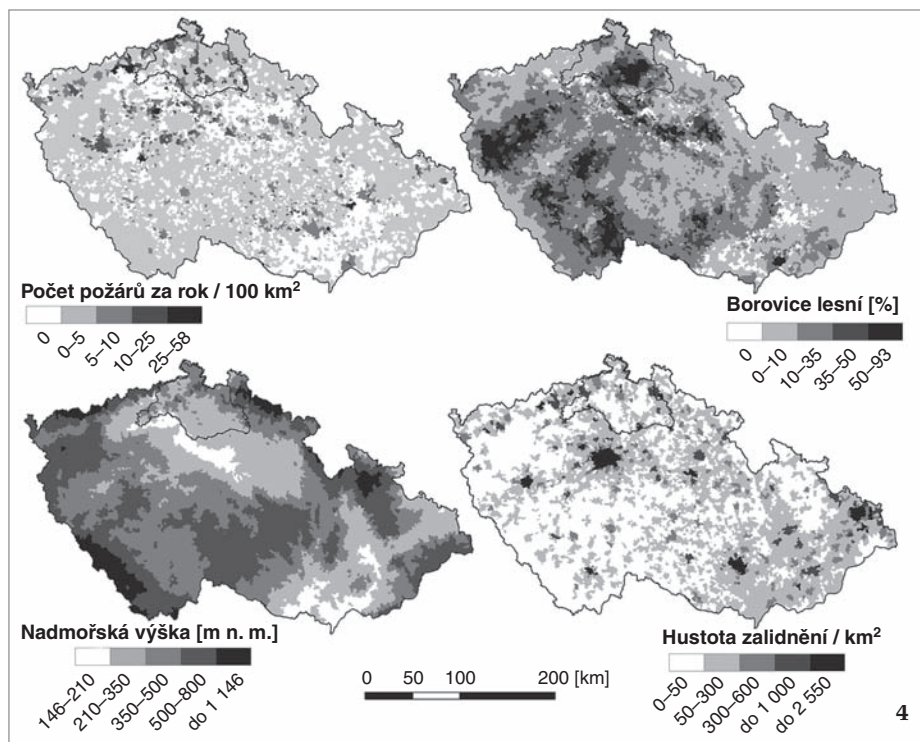
požárů lze chápat jako další zdroj zážehu, který se však uplatňuje řádově menší měrou. Příznivé přírodní podmínky pro výskyt požárů lze popsat jako členitý reliéf v nižších nadmořských výškách s propustnými půdami s převahou jehličnatých lesů, především borových a s výrazným zastoupením břízy. Je tak možné, že bříza díky své snadno hořlavé borce a opadu po odumření starších jedinců může hrát poměrně důležitou roli.

Všechny tyto podporující přírodní podmínky spolu interagují zejména v oblastech pískovcových skalních měst. Dalším podobným krajinným prvkem mohou být např. hrany a terasy říčních údolí s propustnými půdami s porostem borovice lesní, často v podobě acidofilních borových doubrav. Lze tedy očekávat, že vývoj vegetace takových stanovišť i v našich středoevropských podmínkách mohl být dlouhodobě ovlivňován působením požárů.

Požáry v dlouhodobé perspektivě

Požárové disturbance jsou ekologickým faktorem, který výrazně ovlivňuje vegetační dynamiku v průběhu celého současného interglaciálu – holocénu. Doklady o dřívější požárové aktivitě nacházíme např. v sedimentárním záznamu rašelinišť a jezer. V těchto stratifikovaných sekvencích lze mikroskopickým rozbořením identifikovat vrstvy se zvýšeným obsahem zuhelnatělých částí rostlin, především dřeva, jehlic nebo borky. Mnohdy jsou takové horizonty uhlíků mocné 2–3 cm a snadno rozpoznatelné díky nápadně tmavému zabarvení. Velké fragmenty zuhelnatělého dřeva pak naznačují, že požár postihl přímo vegetaci, která pokrývala povrch tehdejšího rašeliniště. Stopy po dřívějších požárech však bývají většinou subtilnějšího charakteru a představují je tenké vrstvy obsahující mikroskopické uhlíky – zachycují i události, které se odehrávaly několik stovek metrů od místa sondy – vrtu, tedy zpravidla v lese obklopujícím mokřad. Stáří každého požáru můžeme odvodit pomocí modelu rychlosti sedimentace, který lze vytvořit na základě série radiometricky datovaných vzorků z různých hloubek profilu. Kombinace obou metod pak umožňuje získat sekvenci přesně datovaných událostí, tedy specifickou požárovou historii dané lokality sahající mnohdy až na počátek holocénu – zhruba 11 650 let BP (before present, tzn. před r. 1950). Výpočtem frekvence můžeme částečně charakterizovat výše zmíněný požárový režim, souhrn parametrů popisujících dlouhodobé chování ohně v určitém ekosystému.

Tímto způsobem byly zkoumány např. sedimenty šumavských jezer nebo rašeliniště na dnech pískovcových roklí Českého Švýcarska. Všechny doposud provedené analýzy shodně ukazují na překvapivou skutečnost, že požáry, podobně jako další přírodní disturbance, často formovaly dynamiku vývoje středoevropských lesů. Četnost jejich výskytu ale nebyla v průběhu holocénu konstantní a měnila se v závislosti na změnách klimatu, charakteru vegetace a míře antropogenního vlivu. Ze syntézy požárového záznamu z horských oblastí ČR víme, že oheň byl součástí dlouhodobé dynamiky lesů s převahou smrku ztepilého, v období jejich největšího



4 Průměrné roční počty lesních požárů v období let 1992–2004 na území obcí ČR a příklady některých faktorů vstupujících do analýzy: zastoupení borovice lesní (*Pinus sylvestris*), průměrná nadmořská výška a hustota zalidnění na km². Upraveno podle: M. Adámek a kol. (2018)

rozvoje mezi 9–6 tisíci let BP. V průběhu uvedeného časového úseku na přelomu starého a středního holocénu se požár v ekosystému jehličnatého lesa vyskytoval s frekvencí přibližně 300–400 let. Toto zjištění odpovídá hodnotám udávaným pro současné smrkové lesy ve Skandinávii, které jsou v kontextu dalších typů boreálních lesů, zejména těch s dominancí borovice lesní, považovány za přirozeně méně náchylné k požárům. Přestože se tato frekvence požárů může jevit jako relativně nízká, výsledky zkoumání dlouhodobého vývoje půd v Zoffinském pralese naznačují, že i při této četnosti jsou požáry schopny ovlivňovat pedogenetické procesy a usměrňovat trajektorii vývoje půd.

Faktory ovlivňující intenzitu požárové aktivity vstupují do komplexních vztahů a odlišení míry vlivu jednotlivých proměnných je obtížné. Nicméně se zdá, že klima a druhové složení vegetace determinovalo vyšší požárovou aktivitu ve starší polovině holocénu. S postupným vývojem ekosystémů a především šířením smíšených listnatých lesů s dominantním bukem lesním (*Fagus sylvatica*) došlo přibližně od 6 tisíc let BP k zásadnímu poklesu výskytu požárů v horských oblastech střední Evropy. Biotický vliv, konkrétně převaha málo hořlavých bukových porostů, vedl k marginalizaci podílu požárových disturbance na fungování ekosystému temperátního listnatého lesa.

Tento trend byl však vyvážen vzrůstajícím vlivem člověka v mladší polovině holocénu, který akceleroval především v době bronzové a podmiňoval vysoký nárůst požárové aktivity. Použití ohně k vytváření

biotopů vhodných pro některé antropogenní aktivity (např. lov) bylo popsáno již v mezolitu, avšak teprve později zřejmě dosáhlo intenzity, která ovlivňovala velké krajinné celky, jako např. některé severočeské pískovcové oblasti. Výzkumy z členité oblasti Českého Švýcarska ukazují, že člověk zde používal oheň při tzv. slash-and-burn hospodaření, které umožňovalo využít hustě zalesněnou krajinu bez trvalého osídlení k obživě. V principu šlo o využití krátkodobého efektu obohacení půdy živinami uvolněnými při požáru. Výrazně zvyšovaly produktivitu zemědělství, jež mohla díky tomu i převyšovat výnosy v neúrodnějších oblastech. Pozitivní efekt však přetrvával pouze dva až tři roky, než se obohacená půda vyčerpala a zároveň se začaly šířit konkurenčně silnější druhy. Celý cyklus se proto přesunul na nové místo a zarůstající plocha bezlesí mohla být využita třeba k pastvě. Skutečný plošný rozsah tohoto způsobu hospodaření není prozatím jednoznačně doložen, ale s velkou pravděpodobností ovlivnil vývoj vegetace pískovcových oblastí směrem k současným druhově chudým acidofilním společenstvům.

Závěrem

Podle současných poznatků požáry ovlivňovaly vývoj lesních ekosystémů v průběhu celého holocénu, míra jejich vlivu však kolísala v závislosti na komplexní souhře klimatických a biotických faktorů. S rostoucí lidskou populací došlo k výraznému nárůstu požárové aktivity a změně původních režimů. Přírodní podmínky ale nadále do velké míry určují pravděpodobnost výskytu požáru i v hustě osídlené krajině, což vedlo k nestejnoměrnému ovlivňování různých stanovišť požárovou disturbance s nezanedbatelným vlivem na vývoj místní vegetace.

Použitou literaturu a doplňující grafy uvádíme na webu Živy. K dalšímu čtení např. Živa 2018, 4: 179–184 nebo 2019, 5: 230–234.