

# Přírodní požáry a jejich dopady na životní prostředí a společnost

- \\ Jako přírodní požáry označujeme nekontrolované požáry lesní, keřové i travinné vegetace.
- \\ Nejčastější příčinou vzniku přírodních požárů je lidská neopatrnost. Následné šíření ohně závisí především na přírodních faktorech.
- \\ Oheň je přirozenou součástí přírodních procesů a v řadě ekosystémů plní důležité ekologické funkce.
- \\ V důsledku změny klimatu bude v nadcházejících dekádách riziko přírodních požárů narůstat.
- \\ Současná kulturní krajina není vůči rostoucímu riziku přírodních požárů dostatečně odolná.

Nežádoucí environmentální a ekonomické dopady můžeme zmírnit zaváděním opatření, jako je výsadba méně hořlavých typů lesa, nebo redukcí množství paliva.

- \\ Oheň v národních parcích neznamená automaticky degradaci stavu chráněných ekosystémů. V mezích adekvátní frekvence a intenzity je naopak často podmínkou zachování přírodní rozmanitosti.
- \\ Řízené vypalování snižuje riziko velkých požárů. Zároveň může přispět k zachování biodiverzity a zdravého stavu krajiny.



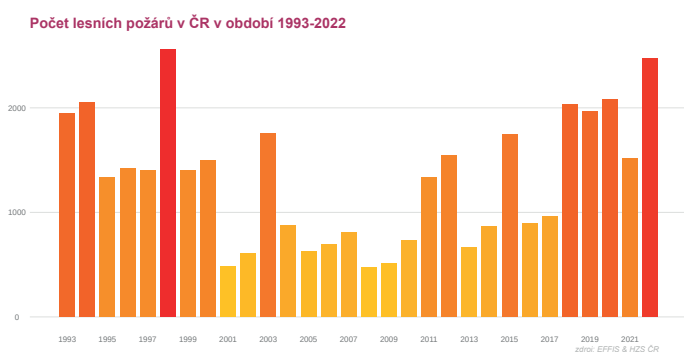
Přírodní požáry jsou celosvětově závažný fenomén, který má přímé dopady na životní prostředí a významně zasahuje i lidskou společnost. Požáry mají bezesporu značný potenciál vážně poškodit majetek a zdraví lidí. Pro mnoho ekosystémů a jejich organismů je však požár přirozenou součástí životního cyklu a v průběhu evoluce se na něj mnohé druhy adaptovaly. S postupující klimatickou změnou očekáváme významné dopady na četnost výskytu přírodních požárů a jako společnost proto musíme přijmout strategie pro zmírnění jejich negativních dopadů.

Tento AVex shrnuje aktuální stav vědeckého poznání o důsledcích přírodních požárů na životní prostředí v České republice. Vysvětluje příčiny jejich vzniku, dopady na fungování ekosystémů a nastiňuje možná opatření, kterými se můžeme bránit následným negativním důsledkům.

Území České republiky leží v oblasti mírného klimatického pásu, kde se s přírodními požáry nesetkáváme často a většina společnosti je obvykle ani nezaznamenaná. Přesto i zde je oheň důležitým ekologickým faktorem, který hraje roli v mnoha přírodních procesech. Pohled do hlubší minulosti ukazuje, že požáry ovlivňovaly naši přírodu po tisíciletí.

V usazeninách rašelinišť a jezer nacházíme vrstvy mikroskopických uhlíků – stop dávných požárů. Vypovídají o tom, že v minulosti hořely například horské smrkové lesy na Šumavě<sup>1</sup> nebo bory v pískovcové oblasti Českého Švýcarska<sup>2</sup>.

Překvapivě často ovšem hoří i v současnosti, avšak před významnějšími škodami nás doposud chránil efektivní systém požární ochrany. Jen mezi lety 1993–2022 bylo v lesích v České republice zaznamenáno více než 39 tisíc přírodních požárů<sup>3</sup>, tedy



asi 1300 ročně. Naprostá většina (89 %) však nezasáhla plochu větší než jeden hektar<sup>4</sup>, a proto unikají pozornosti společnosti.

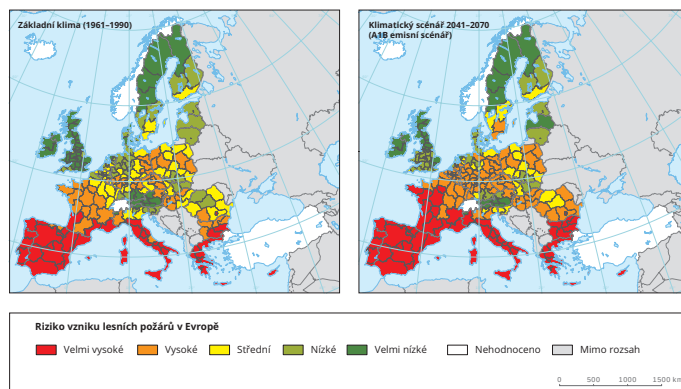
Prohlubující se klimatická změna však bude mít na situaci v ČR významné dopady<sup>5</sup>. Rostoucí teploty a častější sucha budou prodlužovat rizikové období příhodné pro vznik a šíření požárů. Vláhový deficit v krajině povede ke zhoršenému zdravotnímu stavu lesních porostů, které budou více náchylné k poškozením.

Nastolenou trajektorii vývoje klimatu se v horizontu následujících desetiletí pravděpodobně nepodaří otočit, takže se s požáry budeme i v našich podmínkách setkávat častěji. Proto musíme přijmout strategie, které nám pomohou vzniku požárů předcházet a lépe nás připraví na jejich zvládnutí.

## Příčiny vzniku přírodních požárů

Vznik a šíření požárů v krajině závisí na kombinaci přírodních a lidských faktorů. Zásadní je dostupnost paliva, která souvisí s charakterem vegetačního pokryvu a způsobem hospodaření. Pro vznik lesních požárů je důležitým faktorem druhová skladba<sup>6</sup>, struktura porostu a jeho zdravotní stav.

Požáry vznikají především v obdobích s extrémním průběhem počasí, jako jsou periody sucha a vlny veder<sup>7</sup>. Rizikové je ale také jarní období před rozvojem vegetace. Šíření požáru napomáhá nízká vlhkost vzduchu a vyšší rychlost větru. Převážná většina přírodních požárů v období 1971–2015 byla zaznamenána na zemědělské půdě (89,5 %), kdežto lesních požárů bylo ve stejném období pouze 10,5 %<sup>7</sup>.



Riziko lesních požárů vypočtené pro srovnávací období (1961–1990) a budoucí projekce pro 2041–2070 (emisní scénář A1B).  
Zdroj: European Environment Agency (EEA)

Hlavní příčinou vzniku požárů v lesích ČR je lidská činnost. Zvláště rizikové aktivity jsou kouření v lese (22 % objasněných případů), zakládání ohňů (22 %) a zapálení ve spojitosti s lesním hospodařením (10 %). Vznik požáru v důsledku přírodních faktorů, nejčastěji po úderu blesku, je velmi ojedinělý (0,4 %)<sup>8</sup>.

Zásadní vliv na četnost požárů má zvýšená hustota lidské populace<sup>9</sup>. V následujících dekádách (2021–2080) proto bude narůstat riziko požáru především v okolí velkých měst, jako je Praha, Brno a Ostrava<sup>10</sup>. Rizikové oblasti představují hlavně zóny přechodu urbanizovaných území do volné krajiny.

## Faktory ovlivňující průběh požárů

Palivem přírodních požárů se může stát jakýkoli materiál rostlinného původu ve stavu živé i odumřelé biomasy. Pro rychlost šíření požáru je však důležitá především hořlavost paliva, která závisí na jeho struktuře a momentální vlhkosti.

Pokles obsahu vody na zápalnou úroveň probíhá u živých rostlin pomaleji a vyžaduje dlouhodobé srážkově deficitní podmínky – sucha. Naopak v mrtvé biomase může oheň postupovat velmi rychle v závislosti na teplotě a relativní vlhkosti okolního vzduchu.

Zatímco kmen padlého stromu vysychá několik měsíců, drobné typy paliva, jako jsou listy trav, opadané jehlice nebo menší větve, mohou v příhodných podmínkách ztratit veškerý obsah vlhkosti během několika hodin. Množství nahromaděného paliva ovlivňuje intenzitu požáru a délku hoření.

Pokud hoří v blízkosti půdního povrchu, klasifikujeme děj jako pozemní požár. V případě, že se oheň přenesení do koruny stromů, mluvíme o tzv. korunovém požáru. Rychlost šíření plamenů korunami může být velmi vysoká, což enormně zvyšuje riziko pro zasahující hasiče.



## Budování odolné krajiny

Vzhledem k nepříznivým předpovědím vývoje klimatu potřebujeme začít budovat ekosystémy, které budou k požárům méně náchylné. Zvýšení protipožární odolnosti krajiny společně se zajištěním všech ekosystémových služeb vyžaduje od správců i celé společnosti realizaci řady adaptačních opatření. Téma ochrany před přírodními požáry se stává stále důležitější také v rámci politik Evropské unie, která prostřednictvím svých strategií usiluje o posílení odolnosti členských států.

V krátkodobém horizontu se musíme soustředit na prevenci požárů a zlepšit připravenost k jejich zvládnutí. V současnosti je k dispozici systém předpovědi požárního rizika (FireRisk), který slouží k informování veřejnosti a přijímání preventivních opatření, jako je omezení vstupu nebo zákaz rizikových činností.

Intenzivně bychom měli rozvíjet organizační připravenost a schopnosti včasné detekce požárů pomocí metod dálkového průzkumu. Rozšíření kapacit a technického vybavení záchranných složek, včetně rozvoje schopností leteckého hašení, je důležitou složkou komplexní ochrany před požáry.

Vzhledem k tomu, že vznik většiny přírodních požárů má lidskou příčinu, je nezbytné komunikovat tuto problematiku s veřejností.

Dále musíme identifikovat riziková místa, kde může případný požár způsobit vážné škody na majetku nebo infrastruktuře, a v jejich blízkosti provádět vhodnými způsoby preventivní zásahy v podobě redukce paliva a tvorby protipožárních pásů<sup>5</sup>.

V dlouhodobém horizontu ale potřebujeme provést přestavbu jehličnatých monokultur na smíšené a prostorově rozrůzněné lesy. Vhodnými zásahy můžeme strukturní různorodost lesa měnit okamžitě, druhová diverzifikace bude vyžadovat desetiletí. Stejnověké monokultury velmi hořlavých jehličnanů nejsou pro budoucí klimatickou realitu udržitelným modelem a požáry mohou závažně ohrozit jejich ekonomický přínos.

### SMRKOVÉ LESY V OHROŽENÍ

Velký problém představují smrkové lesy kulturního i přirozeného původu, které se vlivem sucha a následné kůrovcové gradace rychle rozpadají na velkých plochách. Riziko požárů je v tomto případě velmi vysoké především v prvních dvou letech po odumření stromů, protože nastává enormní přísun velmi hořlavého paliva v podobě jehličí a menších větví.

V dalších fázích obnovy lesa riziko postupně klesá a projeví se stabilizační funkce mrtvého dřeva<sup>11</sup>.

Kmeny v pokročilejší fázi rozkladu se stávají zásobárnou vlhkosti, protože dřevokazné houby v nich udržují vysoký obsah vody. Pomáhají tak v lese zadržovat vodu a regulují mikroklima porostu, což naopak zvyšuje jeho odolnost vůči požáru.

### STRATEGIE ŘÍZENÍ RIZIK POŽÁRŮ



Oblasti preventivních opatření vedoucích ke zmírnění rizika požárů. Zdroj: OECD (Taming Wildfires in the Context of Climate Change, 2023)

## POŽÁRY JAKO SOUČÁST PŘÍRODNÍCH PROCESŮ

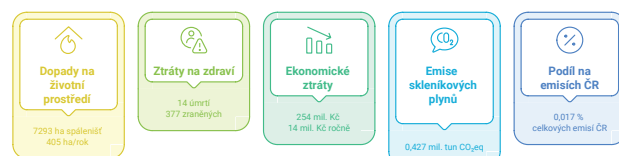
Z biologického hlediska požáry představují náhlý zásah do ekosystému (tzv. disturbanci), který dočasně mění jeho strukturu, složení druhů a fungování. Přestože spáleníště s černým povrchem může na první pohled působit negativně, dopady tohoto narušení nemusí nutně vést k trvalému zhoršení stavu ekosystému.

Požáry přiměřené intenzitě a rozsahu mohou mít naopak velmi pozitivní vliv na biodiverzitu<sup>12</sup> a následkem redukce paliva chránit před rizikem velkých požárových událostí. Důležitým faktorem pro hodnocení důsledků požáru a predikce obnovy ekosystému je stupeň jeho narušení (angl. severity).

Při mírném narušení požárem zůstávají svrchní organické vrstvy půdy neporušené a mortalita vzrostlých stromů je omezená, což zabraňuje rozpadu porostu. Vzhledem k vysoké izolaci schopnosti půdy jsou semena rostlin i organismy v ní žijící chráněny před destruktivním účinkem vysokých teplot.

Naopak při požárech, které silně naruší ekosystém, dochází k úplnému spálení organických půdních horizontů a sukcese začíná téměř od nuly. I v takových případech však zůstávají některé méně zasažené oblasti, odkud se mohou organismy postupně šířit zpět.

## EKONOMICKÉ DOPADY PŘÍRODNÍCH POŽÁRŮ



Údaje pro ČR v období 2005-2022. Zdroj: Evropská komise<sup>3</sup> a Global Wildfire Information System



## JAK SE PŘÍRODA VYROVNÁVÁ S POŽÁRY

Spontánní regenerace vegetace probíhá velmi rychle a již v prvním roce se intenzivně rozvíjí bylinné patro. Při hoření se totiž uvolní velké množství živin, které byly předtím vázány v biomase rostlin a v jejich opadu na povrchu půdy. Nadbytek živin a dostupnost světla podpoří růst rostlin i rozvoj společenstev půdních organismů zasažených požárem. Jde o stejný efekt, jaké má hnojení zemědělské půdy. Počáteční fáze obnovy je tak typická značným nárůstem biodiverzity<sup>13</sup>.

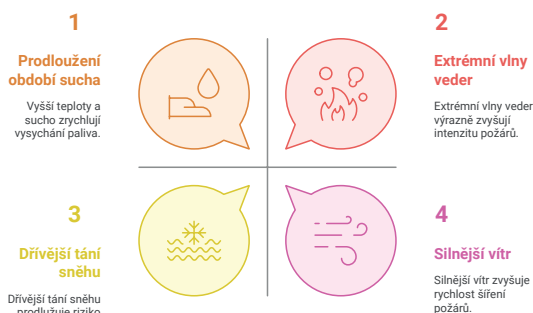
Návrat většiny skupin půdní fauny trvá od dvou do pěti let, ačkoli druhová diverzita může být stále relativně nízká a její návrat na úroveň před požárem trvá řádově déle<sup>14</sup>. Například v borových lesích z pohledu druhového složení bylinného patra už po 150 letech nepoznáme, že les byl narušen požárem<sup>15</sup>. Podobně se většina půdních vlastností vrátí do původního stavu po 20 (mikrobiologické vlastnosti) či 40–100 letech (fyzikální a chemické vlastnosti)<sup>15</sup>.

## PŘÍRODNÍ POŽÁRY A KLIMATICKÁ ZMĚNA

Přírodní požáry jsou významným zdrojem emisí skleníkových plynů, zejména pak CO<sub>2</sub>. Celosvětové emise uhlíku způsobené požáry činily v letech 1997-2016 přibližně 2,2 Pg ročně, což je asi 22 % současných celosvětových ročních emisí uhlíku ze spalování fosilních paliv<sup>26</sup>.

Emise uhlíku z přírodních požárů jsou přirozeně vyvažovány jeho fixací během procesu obnovy vegetace. V mnoha případech ale dochází k trvalému odlesnění<sup>27</sup> nebo spálení dlouhodobých zásob uhlíku (rašelina). V těchto případech se stávají zdrojem uhlíku.

Zvláště velké požáry mohou ovlivnit koloběh uhlíku na Zemi a uvolnit více CO<sub>2</sub>, než kolik ho zachytí obnovující se vegetace. Schopnost fixace uhlíku v rostlinné biomase a půdě totiž může být v důsledku extrémních požárů velmi snížena. Přílišná požárová aktivita v důsledku pozitivní zpětné vazby přispívá k prohlubování klimatické změny.



*Dopady klimatické změny na rostoucí riziko požárů.  
Upraveno podle: OECD (Taming Wildfires in the Context of Climate Change, 2023)*

s vážnými environmentálními i společenskými dopady. Do popředí se dostává přístup, který se naopak snaží využít pozitivní aspekty požárů ve prospěch lidí i přírody<sup>27</sup>.

Prosazuje se zavádění tzv. řízeného vypalování (angl. prescribed burn), při kterém se uplatňuje záměrné a lidmi kontrolované hoření, aby se snížilo riziko silných požárů nebo zachovala biodiverzita a fungování některých typů biotopů<sup>28</sup>. V podmínkách ČR lze řízené vypalování využít především při péči o polopřirozené biotopy (vršoviště, suchomilné trávníky, mokřadní louky, křoviny, horské bezlesí), které jsou ohroženy kvůli úpadku obhospodařování a hrozí jim zánik v důsledku expanze lesa. V těchto případech se jedná o biologicky účinný a ekonomicky velmi efektivní nástroj.

### Požáry v národních parcích

Posláním národních parků je ochrana přirozených a člověkem málo pozměněných ekosystémů a zajištění nerušeného průběhu přírodních procesů. Přírodní požáry, vichřice nebo gradace lýkožrouta smrkového jsou přirozenou součástí dynamiky vývoje ekosystémů v chráněných územích a nelze je pokládat za projev jejich degradace. Většinu ekosystémů v ČR v minulosti ovlivňovaly přírodními požáry, které se vyskytovaly s určitou frekvencí, intenzitou a velikostí.

Hovoříme o tzv. požárovém režimu, na který jsou chráněné ekosystémy adaptovány a za těchto podmínek jsou schopné dlouhodobě přetrvávat a obnovovat svou strukturu a fungování. Překročení mezi historické variability požárového režimu, ať již tím, že se pokusíme požárům hašením zcela zamezit, nebo naopak připustíme příliš velký požár, poškozuje integritu ekosystémů a může ohrozit zachování přírodní rozmanitosti.

Příkladem mohou být horské smrkové lesy, které jsou schopné samovolné obnovy i po požárech vysoké intenzity a frekvence od 333<sup>25</sup> do 500 let<sup>26</sup>. Borové lesy mají naopak schopnost odolávat velmi častým pozemním požárům (5–28 let<sup>27</sup>), které však nedosahují příliš velké intenzity.

Cílem protipožárních opatření nemá být úplné vyloučení ohně z dynamiky přírodních a lidmi málo ovlivněných ekosystémů, ale jejich smyslem je řízení rizik možných negativních dopadů na majetek a zdraví, zvláště v okolí sídel a důležité infrastruktury. Protipožární opatření v národních parcích nesmějí narušit integritu ekosystémů a průběh přírodních procesů v zóně přírodní a přírodě blízké. Nekontrolovanému šíření mimo tyto plochy je možné bránit pomocí leteckého hašení. V ostatních zónách (soustředěné péče a kulturní zóně) jsou pozemní protipožární opatření možná.

## Oheň v rukou lidí

Současné vědecké poznání v oboru požárové ekologie a požární ochrany vedlo k důležitému přehodnocení pohledu na přírodní požáry. Absolutní vyloučení ohně je v případě některých ekosystémů kontraproduktivní a vede k velkým požárovým událostem

## ZÁVĚRY

- Je nezbytné začít budovat krajinu odolnou vůči požárům. Znamená to zavádět komplexní opatření zvyšující rezistenci ekosystémů (vhodné druhové složení, redukce dostupného paliva), prevenci vzniku požárů i připravenost společnosti řešit krizovou situaci.
- Účinnost adaptačních opatření bude vyžadovat aktivitu nejen na úrovni odpovědných institucí, ale i úsilí ze strany celé společnosti.
- Příliš časté nebo intenzivní požáry, ale i absence ohně, ohrožují přirozenou rovnováhu ekosystémů a mohou způsobit jejich náhlé a potenciálně nevratné změny.
- Obnova chráněných přírodních oblastí po požáru by měla probíhat hlavně přirozenou cestou, bez zásahů člověka. Porosty vzniklé tímto způsobem mají vyšší odolnost vůči budoucím požárům.
- Moderní lesnictví pracující s principy udržitelného lesního hospodaření by mělo usilovat o vyvážený přístup k požárnímu riziku a ponechávat části mrtvého dřeva v lesních porostech, aby plnily svou důležitou funkci pro udržení biologické rozmanitosti.
- Ochrana před velkými požáry<sup>18</sup> nespočívá v prostém zvyšování kapacit hasebních prostředků, ale v realizaci preventivních opatření. Ukazuje se, že účinný boj s rozsáhlými požáry se přibližuje k hranici technických možností lidstva<sup>19</sup>.

AVEX 3/2025: PŘÍRODNÍ POŽÁRY A JEJICH DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A SPOLEČNOST, KVĚTEN 2025

Přehled použité literatury: <https://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/>

AVex je nezávislé a nestranné expertní stanovisko, které Akademie věd České republiky připravuje pro legislativní potřeby zákonodárců Poslanecké sněmovny a Senátu Parlamentu České republiky.

Připravila: Akademie věd ČR. Odborným garantem stanoviska je Botanický ústav AV ČR, v. v. i.

Odpovědná redaktorka: Markéta Růžicková, e-mail: [avex@kav.cas.cz](mailto:avex@kav.cas.cz), <http://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/>.

Foto: Shutterstock, Přemysl Bobek.

Kontaktní osoby: Přemysl Bobek, Botanický ústav AV ČR, [premysl.bobek@ibot.cas.cz](mailto:premysl.bobek@ibot.cas.cz), Martin Adánek, Biologické centrum AV ČR, [martin.adamek@natur.cuni.cz](mailto:martin.adamek@natur.cuni.cz), Lukáš Čížek, Biologické centrum AV ČR, [cizek@entu.cas.cz](mailto:cizek@entu.cas.cz), Jakub Hruška, Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Česká geologická služba, [jakub.hruska@geology.cz](mailto:jakub.hruska@geology.cz), Miloslav Devetter, Biologické centrum AV ČR, [devetter@upb.cas.cz](mailto:devetter@upb.cas.cz), Veronika Jílková, Biologické centrum AV ČR, [veronika.jilkova@upb.cas.cz](mailto:veronika.jilkova@upb.cas.cz)

Text vznikl za podpory výzkumného programu Strategie AV21 „Záchrana a obnova krajiny“.



## Literatura a použité zdroje – AVex 3/2025

1. Florescu, G. *et al.* Forest composition and density shaped long-term fire regimes and catchment-lake interactions in the temperate-mixed mountain forests of Central Europe. *Forest Ecology and Management* **572**, 122267 (2024).
2. Bobek, P., Svobodová, H. S., Werchan, B., Švarcová, M. G. & Kuneš, P. Human-induced changes in fire regime and subsequent alteration of the sandstone landscape of Northern Bohemia (Czech Republic). *Holocene* **28**, 427–443 (2018).
3. San-Miguel-Ayanz, J. *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*. (Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023). doi:10.2760/348120.
4. Kula, E. & Jankovská, Z. Forest fires and their causes in the Czech Republic (1992 – 2004 ). *Journal of Forest Science* **59**, 41–53 (2013).
5. Trnka, M. *et al.* *Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu* (2020).
6. Adámek, M., Bobek, P., Hadincová, V., Wild, J. & Kopecký, M. Forest fires within a temperate landscape: A decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. *Forest Ecology and Management* **336**, 81–90 (2015).
7. Možný, M., Trnka, M. & Brázdil, R. Climate change driven changes of vegetation fires in the Czech Republic. *Theoretical and Applied Climatology* **143**, 691–699 (2021).
8. Jankovská, Z. *Lesní požáry v ČR (1992–2004) – příčiny, dopady a prevence*. (Masarykova univerzita Brno, 2006).
9. Adámek, M., Jankovská, Z., Hadincová, V., Kula, E. & Wild, J. Drivers of forest fire occurrence in the cultural landscape of Central Europe. *Landscape Ecology* **33**, 2031–2045 (2018).
10. Trnka, M. *et al.* Observed and expected changes in wildfire conducive weather and fire events in peri-urban zones and key nature reserves of the Czech Republic. *Climate Research* **82**, 33–54 (2020).
11. Larjavaara, M. *Deadwood and Fire Risk in Europe* (Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023).
12. Pausas, J. G. & Ribeiro, E. Fire and plant diversity at the global scale. *Global Ecology and Biogeography* **26**, 889–897 (2017).

13. Adámek, M., Hadincová, V. & Wild, J. Long-term effect of wildfires on temperate *Pinus sylvestris* forests: Vegetation dynamics and ecosystem resilience. *Forest Ecology and Management* **380**, 285–295 (2016).
14. Farská, J., Adámek, M., Schlaghamerský, J., Starý, J. & Devetter, M. Long-term post-fire recovery of an oribatid mite assemblage: A case study from a temperate coniferous forest. *Applied Soil Ecology* **202**, 105603 (2024).
15. Jílková, V., Adámek, M., Angst, G., Tůmová, M. & Devetter, M. Post-fire forest floor succession in a Central European temperate forest depends on organic matter input from recovering vegetation rather than on pyrogenic carbon input from fire. *Science of The Total Environment* **861**, 160659 (2023).
16. Van Der Werf, G. R. *et al.* Global fire emissions estimates during 1997–2016. *Earth System Science Data* **9**, 697–720 (2017).
17. Tyukavina, A. *et al.* Global Trends of Forest Loss Due to Fire From 2001 to 2019. **3**, 1–20 (2022).
18. Linley, G. D. *et al.* What do you mean, ‘megafire’? *Global Ecology and Biogeography* **31**, 1906–1922 (2022).
19. Tedim, F. *et al.* Defining Extreme Wildfire Events: Difficulties, Challenges, and Impacts. *Fire* **1**, 9 (2018).
20. GWIS - Global Wildfire Information System. *Global Wildfire Information System* <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/apps/country.profile/charts/emi>.
21. Statistics | Eurostat. *Greenhouse gas emissions by source sector* [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/page/ENV\\_AIR\\_GGE](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/page/ENV_AIR_GGE) (2024).
22. *Sparkling Policies in the EU* (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2018). doi:10.2777/248004.
23. *Best Practices of Fire Use: Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe*. (European Forest Institute, Joensuu, 2010).
24. Valkó, O. & Deák, B. Increasing the potential of prescribed burning for the biodiversity conservation of European grasslands. *Current Opinion in Environmental Science and Health* **22**, 100268 (2021).
25. Carter, V. A. *et al.* Holocene-scale fire dynamics of central European temperate spruce-beech forests. *Quaternary Science Reviews* **191**, 15–30 (2018).

26. Bobek, P., Šamonil, P. & Jamrichová, E. Biotic controls on Holocene fire frequency in a temperate mountain forest, Czech Republic. *Journal of Quaternary Science* **33**, 892–904 (2018).
27. Niklasson, M. *et al.* A 350-year tree-ring fire record from Białowieża Primeval Forest, Poland: implications for Central European lowland fire history. *Journal of Ecology* **98**, 1319–1329 (2010).