

Čerstvý vítr v dynamice horských pralesů

Když 29. října 2017 orkán Herwart padl přes hřeben Boubína (1 362 m n. m.) a v pralese na úbočí hory zabil pětinu mohutných smrků, bylo to pro stromy dějà vu, oživení události staré 147 let. V r. 1870 jiná říjnová vichřice silně zasáhla totožné partie Boubínského pralesa a tehdy relativně malým stromům otevřela cestu ke světlu. Vichřice bývají klíčovými impulzy v dynamice středoevropských horských pralesů, současně život dávají i berou. V textu je popsán režim narušení těchto unikátních ekosystémů i jeho dopad na půdy, které jsou často přehlíženy, ale významnou proměnnou v rovnici jejich celkové dynamiky.

Pulzace horského pralesa

Středoevropské horské smíšené a smrkové přirozené lesy se v posledních staletích nejčastěji vyvíjejí v tzv. smíšeném režimu narušení (mixed disturbance regime, např. Trotsiuk a kol. 2014 a také předchozí článek na str. 255–257). Lesy bývají ojediněle, třeba jednou za století, vystaveny velmi silné disturbance. Typicky jde o lokální konvektivní bouři nebo nadregionálně působící orkán – velmi silný vítr (118 km/h a více) vznikající při hlubokých mimotropických cyklonách. Silnému větru s rych-

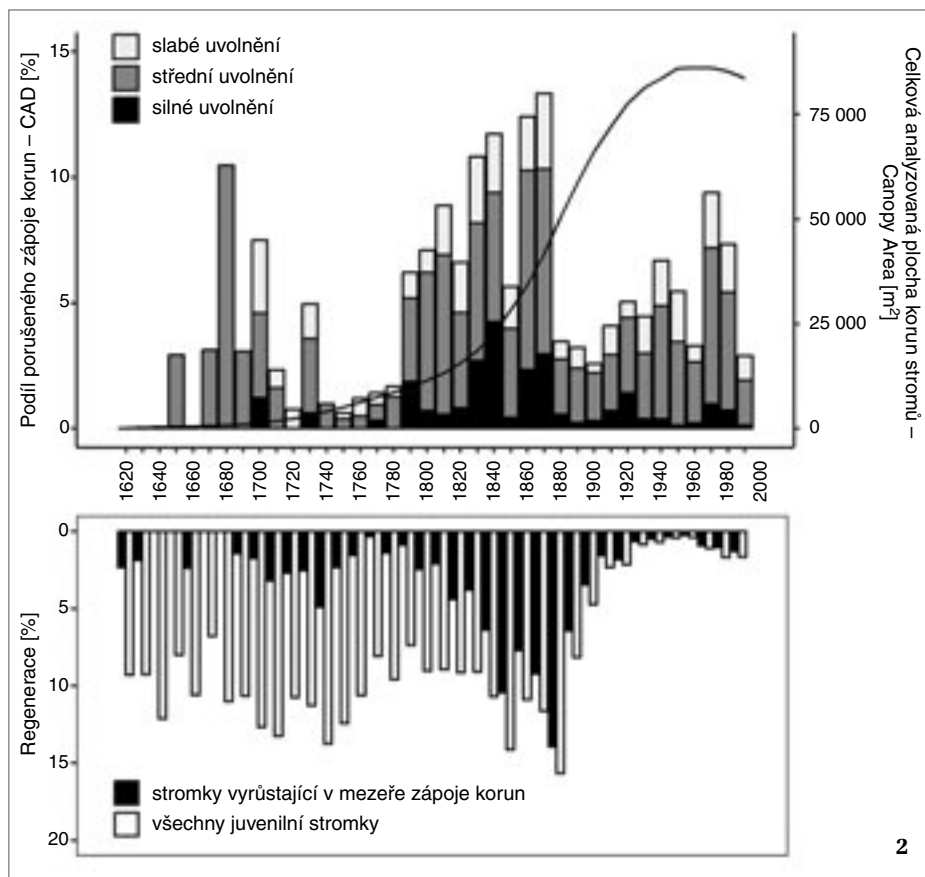
lostí i okolo 200 km/h neodolají bez následků ani pralesovité porosty. Pokud se navíc „vhodně“ potkají podmínky, jako např. rozmrznutí půd a jejich saturace vodou, může dopad větru do labilních lesních porostů nabýt skoro apokalyptických rozměrů. Právě takový byl kontext výjimečně bořivého impaktu orkánu Kyrill v lednu 2007.

Na vichřici často v synergickém působení navazují další disturbanční faktory, především biotické. V našich podmínkách jimi bývají gradace podkorního hmyzu, z nichž nejvýznamnější je lýkožrout smr-

kový (*Ips typographus*). V retrospektivních dendrochronologických záznamech letokruhů přeživších stromů je vidět, že periody silných narušení působené postupně více faktory se často přelévají i do další dekády a mezery v zápoji korun stromů se postupně rozšiřují. Původně kompaktní plášť krajiny tvořený korunami stromů může být nakonec zcela děravý a otevřený. Zatímco ve smíšených smrko-jedlo-bukových pralesích obvykle vzniklé mezery nepřesahují velikost několika hektarů, v horských smrkových pralesích byl v důsledku silného narušení doložen i dominantně otevřený zápoj na plochách prvních stovek hektarů. Zpětná analýza dynamiky lesa naznačuje, že biotický atak může být ve výsledku z pohledu rozsahu zasažené plochy a počtu zabitých stromů podstatnější než iniciální působení větru. To ostatně pozorujeme dosud po orkánu Herwart v oblasti Boubína nebo mezi lety 2008 a 2012 po orkánu Kyrill v Novohradských horách. Rozvoji kůrovcové gradace prokazatelně napomáhá suché a teplé počasí v době vichřice a těsně po ní (Dobrovolný a kol. 2022). Napojení biotické disturbance na působení větru je i důvod, proč se extrémní narušení z r. 1870 jeví v letokruzích stromů jako nejzásadnější impuls ve vývoji lesů celého boubínského regionu za posledních 400 let. Pro hřebenové partie Šumavy je neméně podstatná perioda 30. a 40. let 19. století.

1 Rašelinná smrčina v centrální části Žofínského pralesa v Novohradských horách vyvrácená orkánem Kyrill v lednu 2007. Na pozadí je patrný převážně bukový les na sušším stanovišti, kde byly silným větrem vyvráceny pouze menší skupiny stromů. Snímek z října 2007





2 Celková disturbanční minulost Šumavy zjištěná analýzou letokruhových sérií 2 375 stromů. Horizontální osa je časovou osou s dělením po dekádách. Canopy Area Disturbed (CAD) představuje podíl porušeného zápoje korun stromů. Velikost vzorku, tedy celkovou plochu korun analyzovaných stromů pro každou dekádu, ukazuje osa Canopy Area. Síla uvolnění (release) přeživších stromů vyjádřená stupni šedé je mírou jistoty detekce disturbanční události. Černá barva značí vysokou míru jistoty, světle šedá může být zatížena falešnými událostmi a vyšší chybou stanovení. Spodní graf znázorňuje průběh regenerace lesa, černé sloupce vyjadřují podíl regenerace stromů odrůstajících v mezeře zápoje korun dospělých stromů.

Karel Klostermann popisující šumavskou krajinu konce 19. století v této souvislosti příznačně hovoří o „broučkové době“, vsudypřítomném sněžení zravých jehlic napadených smrků a ohnících živých odlupujících se kůrou. Narušení po r. 1870 bylo dokonce významnější než dopad „matky vichřic“, která v r. 1740 zasáhla většinu Evropy. Vítr sice dosahoval větší rychlosti než v r. 1870, nebyl ale v důsledku chladnějšího počasí následován tak silnou gradací lýkožrouta smrkového a celkový projev narušení byl ve výsledku slabší.

Mezi dvěma silnými disturbancemi se horský přirozený les může vyvíjet relativně poklidně. Umírají jednotlivé stromy nebo malé skupiny a vznikají omezené mezery v zápoji korun stromů, tzv. gapy, s velikostí maximálně desítek arů. Pulzace dynamiky horského lesa v občasných silných narušeních byla popsána v rumunských a slovenských Karpatech, pohořích Bulharska i v českých pohraničních horách (blíže např. Panayotov a kol. 2015).

Výjimečný režim narušení šumavských lesů

Historie narušení lesa je pro jeho budoucí vývoj stejně důležitá jako charakter stanoviště. Liší se místo od místa, ale má i obecnější pravidla. Na nadregionální úrovni je zdrojem pestrosti režimu narušení lesů typicky geografická poloha pohoří vzhledem k drahám proudění větru. Ta má sice v temperátní zóně menší význam než v tropech (kde lze detailně počítat rotační periody ataku hurikánů), i tak je zde ale zřetelná vazba na vzdálenost k Atlantskému oceánu i na polohu ostatních horstev. Není náhoda, že nejsilnější proudění větru posledních staletí v Evropě vznikala v důsledku extrémního tlakového gradientu mezi Skandinávií (resp. Islandem) s výjimečně hlubokou tlakovou níží a oblastí Španělska s aktuálně výjimečnou tlakovou výší. Týká se to zmíněné vichřice v r. 1870, orkánů Martin a Lothar v r. 1999 i orkánů Kyrill z r. 2007 (Fink a kol. 2009, Brázdl a kol. 2017).

Šumava a dílem i Novohradské hory jsou z pohledu režimu narušení unikátní v celé globální temperátní zóně (Šamonil a kol. 2022, a Živa 2021, 6: 282–284). Nejméně v posledních staletích extrémní disturbance atakovaly tamní lesy přibližně jedenkrát za století a mezitím „umožnily“ stromům růst do úctyhodných rozměrů, s výškou i přes 55 m. Následné vichřice tyto obrovské stromy vyvracely, čímž se maximalizoval dopad větru a stromů na půdy a s vahovou dynamiku. Objem kořenového balu velkého vyvráceného stromu je totiž i řádově větší než objem kořenového systému vyvráceného útlejšího stromu. Pokud by byla frekvence vichřic nižší, stromy by se méně vyvracely a půda méně promíchávala. Totéž ale platí i v případě vyšší frekvence vichřic. Stromy by v takovém případě nestihly dorůst do dnešních dimenzí a dramaticky

by se snížila velikost vyvrácených kořenových balů a tím i celkové promíchávání půd. Šumava zkrátka balancuje na ostří maximálního mechanického narušení půd stromy a potažmo větrem. Přestože stromy v Yosemite národním parku (Kalifornie, USA) nebo na lokalitě Wind River (Washington, USA) dosahují výšek i přes 80 m, jejich celkové působení na půdy je v důsledku jiného režimu narušení menší než na Šumavě.

Vývraty jsou přímým důsledkem působení větru. Tyto větrné šlápoty vydrží v podobě vývrátových kup a jam v lesích po staletí a mohou sloužit jako jasný doklad přirozeného původu některých lesů, jejichž struktura se po silném narušení může jevit fádni, podobná kulturnímu lesu. Při samotné vichřici se vyvrací i 85–90 % stromů, tato čísla však klesají u dřevin s křivým kořenem, jako mají duby. V pralesovitých porostech Šumavy a Novohradských hor umírá v důsledku vyvrácení dlouhodobě okolo poloviny stromů, v jiných po desetiletí studovaných temperátních pralesích (v USA plocha Utah ForestGEO, SCBI ve Virginii a zmíněná Wind River, u nás Ranšpurk při soutoku Moravy a Dyje) to bývá mezi 1 a 25 %. Za pouhých asi 900 let se skrze vývrátovou dynamiku zorá a promíchá půda v celém Boubínském pralesi. Půdy se zde během holocénu mohly až 10krát promíchat. V jiných středoevropských přirozených lesích, jako je např. Salajka v Beskydech, je perioda obratu výrazně delší, mezi 1 400 a 5 000 let. U lužních lesů na soutoku Moravy a Dyje je tato hypotetická doba delší než samotné trvání tamních ekosystémů. V některých lesích může kompletní narušení půdy skrze vývraty trvat i déle než 11 000 let (Arkansas, Phillips a Marion 2006).

Otisk do paměti půd a krajiny

Vývrátová dynamika zvyšuje spolu s ležícími kmeny stromů drsnost mikroreliefu lesa, zpomaluje odtok a převádí jej z povrchové, koncentrované formy na formu podpovrchovou, disperzní. Každá jáma po vývratu se stává lokálním sedimentačním prostorem, což v důsledku znamená pokles erozní rychlosti, a dokonce zablokování tvorby lokální říční sítě (Phillips a Šamonil 2021). Režim narušení – a specificky výskyt silných vichřic – se tím přímo propisuje do formování vzhledu celé krajiny.

Uvnitř půdy působí promíchávání skrze vývraty na její prohlubování, neboť vyvrácené stromy doslova těží kameny z podloží. Půda se promícháním současně omlazuje. Přirozeně probíhající degradace půd podzolizací, při níž je nejsvrchnější část půdy ochuzována o živiny, které putují do hlubších partií, se částečně resetuje a běží (téměř) od začátku. K povrchu půdy se promícháním dostávají z hloubky nové primární minerály, ty postupně zvětrávají, mění se na jiné minerály a uvolňují živiny. Zároveň se do půdy hlouběji zapracovává organická hmota z opadaných asimilačních orgánů, zdroj živin i tvůrce struktury půdy. I v důsledku těchto procesů mají půdy na Šumavě velmi vysokou využitelnou vodní kapacitu s hodnotami i přes 300 mm. Stromy proto relativně málo trpí suchem a při dostačujícím zásobení živinami (z biotického migmatitu v regionu Boubína) dorůstají značných dimenzí. Následné vyvrácení vichřicí může uzavřít

cyklus interakcí mezi biotickou a abiotickou složkou temperátního pralesa a udržovat jej na nebyvale vysokých hodnotách.

Lokální pestrost

Zmíněný režim narušení není samozřejmě univerzálně platný. Ve skutečnosti tvoří jen jakousi základní matici, v rámci které se tvoří mnoho místních alternativ. Nepřekvapí proto studie odhalující dominanci silných vichřic v dynamice horských lesů, ale ani práce popisující staletí dynamiky horského lesa bez zaznamenaných velkých narušení, pouze s tvorbou malých mezer (Splechtna a kol. 2005). Později jmenované studie se častěji věnují analýze menších území. Jak ukazuje příklad Boubínského pralesa ukrytého na svahu a dně údolí Kaplického potoka, vítr zdaleka neatakuje pouze exponované polohy. Tu a tam padá po úbočích hor (např. ve Vysokých Tátrách v r. 2004) nebo se jinak zrychluje v rámci anemo-orografických systémů v krajině.

Na regionální a lokální úrovni jsou zdrojem prostorové pestrosti disturbančního režimu orografie území a stanovištní podmínky. Smíšený disturbanční režim totiž bývá komplexní i v prostoru. V Boubínském pralesu se to projevuje tím, že vodou více ovlivněné partie pseudoglejů a glejů porostlé převážně labilnějším smrkem ztepilým (*Picea abies*) jsou po 147 letech opět tvrdě zasaženy silným větrem, zatímco okolní partie se suššími půdami typu kryptopodzolu a kambizemě a s vyšším podílem buku lesního (*Fagus sylvatica*) a jedle bělokoré (*Abies alba*) jsou prolámány omezeně. Retrospektivní analýza radiálního růstu větrem usmrcených stromů ukázala, že stromy, které vyrostly v mezeře po vichřici z r. 1870, vyvíjely se trvale osluněny, a měly proto široké letokruhy s relativně řídkým dřevem, byly v r. 2017 významně citlivější vůči orkánu (Vašíčková a kol. 2021). Naopak opakovaně zastíněné stromy (i téhož druhu a velikosti jako u předešlé skupiny) s větším podílem letního dřeva byly vůči orkánu relativně odolné. Výsledkem je, že uvnitř pralesa se nacházejí dva prostorově oddělené režimy narušení řízené půdními podmínkami.

Režim narušení lesa se propojuje s lokálními ekologickými gradienty prostředí. Místa se svébytnou hydrologií, živinovými



3 Boubínský prales narušený orkánem Herwart v říjnu 2017. Pohled z r. 2018. Snímky a orig.: P. Šamonil

poměry a mikroklimatem mají i svébytný režim. Jinými slovy, porosty na různých stanovištích se přirozeně vyvíjejí po odlišných trajektoriích a to dále prohlubuje odlišnosti půd. Poslední analýzy ukazují i rozdílný vývoj lesa v závislosti na expozici svahu vůči světovým stranám a vůči směru přicházejících silných větrů. Různě exponované svahy se liší podílem vyvrácených stromů v dynamice lesa i jejich orientací. Směr pádu stromu vzhledem ke spádnici svahu přitom rozhoduje o tom, do jaké míry vývrát přispívá k erozi půd. Rozdílně orientované svahy vůči směru větru by v důsledku mohly být pokryty různě hlubokými půdami v různém stupni vývoje. Dosud jde ale o hypotézu probíhajícího výzkumu.

Nic netrvá věčně

Odhalený režim narušení horských lesů není jistě jejich trvalou vlastností, byť představuje charakteristiku robustnější a méně stochastickou než výskyt jednotlivých událostí. V první polovině holocénu byly střeoevropské horské lesy tvořené borovicí

lesní (*Pinus sylvestris*) a později smrkem ztepilým dominantně narušovány požáry (Bobek a kol. 2018), jejichž působení se s větrem spíše vylučuje, než posiluje. Z mála existujících dokladů lze spekulovat, že vítr byl v té době méně podstatným disturbančním faktorem než dnes, kdy po desetiletí vévodil statistikám příčin „škod“ v českých lesích (až masivní kůrovcová gradace od r. 2016 jej posunula na druhé místo). S aktuálně postupující klimatickou změnou se navíc zdá, že role silných narušení včetně role větru nadále roste, i když tento růst má své zmíněné limity. Byť intenzita a rozsah disturbancí nejeví v datech jednoznačný trend, frekvence narušení lesů se v posledních dekádách zvyšuje (Seidl a kol. 2014, Patacca a kol. 2022).

Lze očekávat, že kvůli klimatické změně dojde i ke změně režimu narušení střeoevropských horských lesů. Součástí bude posun v druhovém složení, prostorové i věkové struktuře lesů a změně se i trajektorie vývoje půd a svahových procesů.

Vznik textu byl podpořen projektem Grantové agentury ČR (24-11119S).

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

T | Ý | D | E | N | A | V

/ věda /
/ v roce /
/ 24

TÝDEN AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY

4–10/11/2024

PARTNER

SPONZOR

HLAVNÍ MEDIÁLNÍ PARTNER

MEDIÁLNÍ PARTNEŘI

LISTY PRAHY

ZA PODPORY