

Šumavské lesy jako studnice nových poznání

Jak jsme již v Živě připomněli, letos v březnu uplynulo 30 let od vyhlášení národního parku Šumava (2021, 3: LXXIII–LXXIV), výzkumům i situaci v ochraně místní přírody jsme se také podrobně věnovali u příležitosti 50. výročí chráněné krajinné oblasti Šumava (2013, 5). Právě na tyto články bychom chtěli následujícími příspěvky navázat a seznámit čtenáře s vývojem, kterým od té doby šumavská příroda i naše poznatky o ní prošly. Lesy národního parku, v době jeho vzniku oslavované a obdivované, se staly v průběhu existence parku předmětem vášnivých diskuzí. Klíčovou otázkou bylo, zda je vůbec možné ponechat je přírodním procesům. Odpůrci argumentovali různě: jde o stejnověkové hospodářské smrkové monokultury, které nejsou přirozené, a tudíž jsou labilní. Místo smrčím tu mají růst smíšené lesy hercynské směsi. Bez dlouhodobé lidské péče nelze dojít k přirozeným lesům. A tak se začaly hledat odpovědi. Díky vědeckému bádání se postupně odhalovala skutečná struktura lesa, její reakce na disturbance a množství a rychlost odrůstání nové generace stromů. Znovuobjevy byly historické popisy šumavských lesů. Tam, kde záznamy chyběly, historii odkrylo studium letokruhů. Do ještě dávnější minulosti jsme nahlédli skrze pylové záznamy z rašelinišť a jezerních sedimentů. Vnořili jsme se do genetické informace smrků... Les nám na mnohé otázky odpověděl. A mnohé další položil.

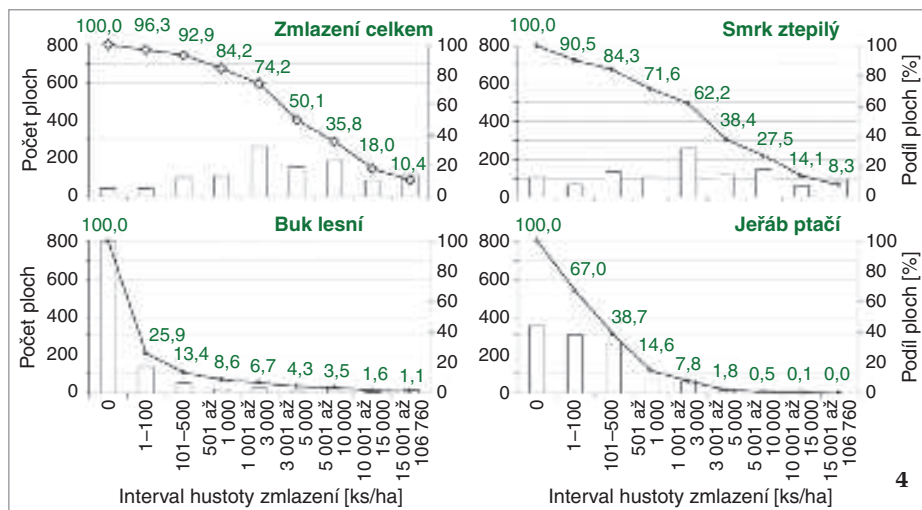
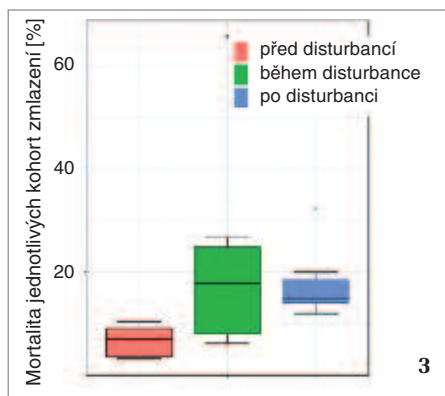
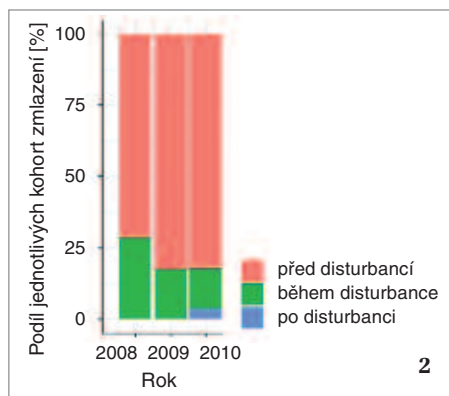
Nově zpracované palynologické rozborů Petra Kuneše z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy ukazují na 9 tisíc let trvající dominanci smrku ztepilého (*Picea abies*; Carter a kol. 2018). Buk lesní (*Fagus sylvatica*) při svém nástupu před 7 tisíci let a jedle bělokorá (*Abies alba*) před 6 tisíci let vystřídaly předchozí druhově velmi

pestré lesy časného postglaciálu, kdy bylo teplé klima a půdy bohaté na živiny. Postupující přirozená acidifikace nakonec vedla ke vzniku rozlehlých pralesních komplexů, v nichž převažoval smrk. Podle historických popisů a měření z počátku 19. století (vrchol malé doby ledové) si tak lze šumavský prales představit jako pře-

vážně smrkový les se zemí pokrytou množstvím odumřelých kmenů, na nichž rostou legie mladých smrčků. Takové byly hřbety a planiny, i dna údolí a mokřiny, kterých je na Šumavě mnoho. Se smrkem se místy mísila borovice lesní (*Pinus sylvestris*), na svazích buky a jedle. Buky rostly častěji v podrostu, jen některé dosáhly korunové úrovně. Čistě bučiny byly naprosto výjimečné. Buky i jedle dočasně profitovaly z opakujících se narušení (disturbancí), při nichž vichřice a lýkožrouti usmrtili dominantní smrky. Masivní příliv světla a srážek ale opět pomohl hlavně čekající smrkové obnově. Součástí historických průzkumů je i odhad zbytkové výměry šumavských pralesů; popisy konkrétních lesů obsahují informaci o předchozím využívání porostů (více v přehledu citací na webové stránce Živy).

Šumava je dnes stále bohatá na přírodní lesy, které nebyly výrazně změněny lidskou činností. Dlouho převládala představa, že zdejší lesy byly vykáceny a následně vysázeny člověkem. Jevily se totiž poměrně jednotvárné, a připomínaly tak hospodářské lesy. Ale samy stromy nám v letokruzích ukázaly, že jejich věk je různorodý, a potvrdily i to, že nejstarší z nich přežívají více než pět staletí. Poměrně jednotvárný vzhled jim totiž vtiskly disturbance, které (podobně jako v současnosti) zahubily většinu staré generace a daly vzniknout generaci nové. Většina stromů proto odrůstala ve vlnách, které se shodovaly na různých místech napříč Šumavou. A navíc jsme v kronikách a dalších archiváliích našli záznamy o velkých vichřicích nebo namnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*; dále pro zjednodušení uváděn i jako kůrovec), které těmto vlnám předcházely. Nejčastější byly disturbance v 18. a 19. století, přičemž asi třetina horských smrčín byla postižena v první polovině 19. století. V nižších polohách se pak mnohem častěji jako klíčové ukazují disturbance z první i druhé poloviny 19. století. Ve druhé





1 Horský smrkový les obnovující se po narušení ukazuje na hloučkově odrůstající přirozenou obnovu a velké množství odumřelého dřeva.

2 Podíl jednotlivých kohort zmlazení v průběhu disturbance a po ní. Graf demonstruje dominanci banky zmlazení – přirozené obnovy, která byla v porostech přítomna již před samotnou disturbancí.

3 Mortalita různých kohort zmlazení. Obnova přítomná v porostech před disturbancí má nejmenší mortalitu, v porovnání s obnovou uchycenou v průběhu nebo po disturbanci.

Podle: J. Brůna a kol. (2019, obr. 2 a 3)
4 Monitorované plochy podle početnosti jedinců zmlazení. Sloupce představují počty ploch, na kterých hustota zmlazení leží uvnitř intervalů zobrazených na ose x. Body na klesající křivce ukazují, na kolika procentech ploch dosahuje hustota zmlazení alespoň spodní hranice daného intervalu. Zobrazeno je zmlazení celkem a první tři dřeviny s nejvyšším zastoupením v území ponechaném samovolnému vývoji – smrk ztepilý (*Picea abies*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*). Intervaly hustot zmlazení jsou zvoleny subjektivně s důrazem na hustoty v řádech tisíců jedinců, kde se nachází nejvíce sledovaných míst. Vypočteno z 1 079 ploch o výměře po 500 m².
 Upraveno podle: P. Cížková a kol. (2020)

polovině 20. století jsme však na Šumavě podobným událostem odvykli. Proto měla nedávná vlna odumírání smrků na nás i na stromy tak velký dopad. Museli jsme se znovu naučit, že lesy se zkrátka vyvíjejí a mění, někdy i drasticky. Hybatelem jejich

změn jsou právě vichřice, kůrovec a další disturbance.

Návrat přírodního lesa v přímém přenosu

Abychom získali co nejlepší přehled, jak se les před disturbancí, v jejím průběhu a po ní mění, založili jsme už v r. 2008 v bezzáasahovém území NP Šumava více než 1 000 převážně lesních monitorovaných ploch, které opakovaně navštěvujeme, měříme a vyhodnocujeme změny v druhovém složení a struktuře lesa. Tyto plochy zachycují široké spektrum stanovišť typických pro národní park.

Současně dlouhodobě sledujeme vývoj horských smrčin po rozsáhlé a intenzivní kůrovcové disturbanci, což pomáhá objasnit, do jaké míry jsou smrčiny na taková narušení adaptovány. Další typy výzkumných ploch slouží ke studiu specifických otázek, např. změn množství světla v podrostu, změn bylinného patra, rychlosti růstu a mortality vyznačených jedinců nebo sledování změn prostorového uspořádání.

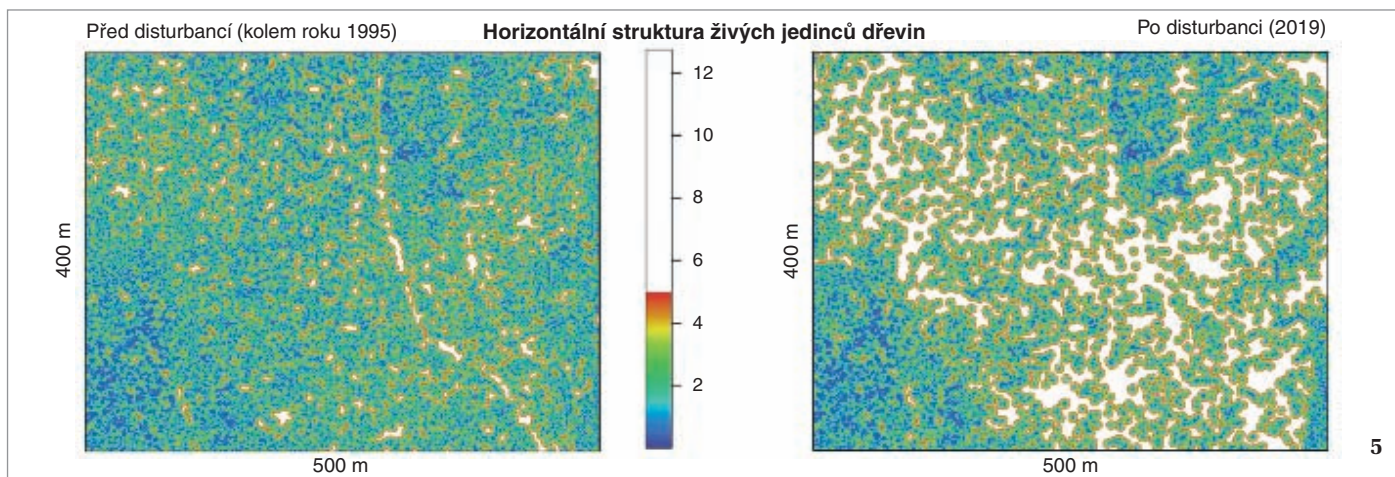
Lesy, které se po větrných a kůrovcových disturbancích na Šumavě obnovují, byly, jsou a minimálně v nejbližších desetiletích budou dominantně smrkové. Ale rozhodně nejsou jednotvárné jako hospodářské lesy. Obsahují totiž řadu prvků (tzv. biologické dědictví), které jsou klíčové pro mnohé organismy a nově definují prostorovou i věkovou strukturu lesa. Typickým příkladem biologického dědictví je mrtvé dřevo v rozmanitých podobách, stěžejní substrát pro biodiverzitu mnoha skupin organismů i pro uchycení a úspěšný růst především smrkové zmlazení. Důležitou složkou biologického dědictví je „banka přirozeného zmlazení“. Toto zmlazení,

rostoucí i desítky let v zástínu mateřského porostu, čeká na svou příležitost. V případě odumření horního stromového patra zajišťuje pokračování lesa a nese genetickou stopu předchozího porostu. Zjistili jsme, že většina současného zmlazení se v porostech vyskytovala již před samotným rozpadem (obr. 2). Tito jedinci zároveň vykazují nižší mortalitu než semenáčky uchycené v průběhu disturbance nebo po ní (obr. 3). Preživší zmlazení má rozhodující význam pro vývoj a strukturu vznikajícího porostu na desítky až stovky let dopředu, protože k uchycování nových semenáčků dřevin na delší dobu nedochází zejména tam, kde je zvýšený kompetiční tlak bylin. Biologické dědictví je klíčem k samovolné obnově lesa, les roste sám, jen mu musíme dát šanci to ukázat.

Hustota zmlazení je v bezzáasahovém území velmi variabilní. Pohybuje se od několika málo jedinců po desetitisíce stromků na hektar (obr. 4). Proto je struktura nového lesa i po 20 letech od disturbance značně heterogenní jak prostorově na několika úrovních (od metrů po kilometry), tak výškově (jedinci vysokí 0,1 až 10 m). Nejlépe to vidíme při porovnání bezzáasahových území s porosty zalesňovanými uměle. Za silně heterogenní strukturou stojí vazba zmlazení na specifická místa. Malé smrky nejlépe prospívají v blízkosti souší a pahýlů a na vhodném ležícím dřevě, jeřáby zase na vyzvednutých kořenových talířích vyvrácených smrkových velikánů, protože tam unikají dosahu zvěře. Vazba zmlazení na místa, která si stromy samy vytvářejí, je jedním z důvodů, proč se struktura lesa přenáší z generace na generaci. Větší hustota zmlazení a menší mezernatost je tam, kde byl v předchozí generaci silný zápoj korun. Naopak tam, kde byly porosty rozvolněnější, je viditelně rozmanitější i nově vznikající les. Na mnoha místech byla heterogenita porostů vysoká i před disturbancí. Avšak naše výsledky potvrzují, že po ní se ještě zvýšila (obr. 5).

Recept na rychlou divočinu?

Mortalita zmlazení zůstává po celou dobu od disturbance překvapivě velice nízká, navzdory tomu, že početnost jedinců ve shlucích je velmi vysoká (časté jsou desítky jedinců na 1 m²). Vysokou mortalitu jsme zaznamenali jen na začátku, a to pouze u jednoletých a dvouletých semenáčků. Průměrná hustota zmlazení, více než 6 tisíc ks/ha, se snižuje jen pozvolna. Procházet lesy v bezzáasahovém území je tak dnes ještě náročnější než před 10 lety. Může za to stále se zvětšující množství různorodého tlejícího dřeva (vývraty, padlé souše), které je nutné na každém kroku přelézat, ale také nárůst počtu jedinců ve stromovém patře – malé stromky odrůstají a začínají zaplňovat prostor kolem sebe. Jak rostou, proplétají se korunami, jejich neprostupnost zvyšují ti méně úspěšní, jejichž různé vysoké souše trčí mezi zelenými větvemi. Úspěšnější stromy naopak zabírají stále více místa a dnes dosahují výšky 5–10 m. Divočení území jednoduše probíhá rychleji, než jsme čekali. Pro příklad zapojování ještě nedávno světlem zaplaveného lesa nemusíme chodit daleko. Na svazích Luzenského údolí je nejstarší kůrovcem disturbovaný les na území NP



Šumava. Gradace zde proběhla v první polovině 90. let 20. století a v r. 1995 zde bylo vyhlášeno bezzásahové území. Z Břežníku si turisté fotili apokalypsu v podobě moře stříbrných souší táhnoucích se od obzoru k obzoru. Dnes, 25 let po gradaci lýkožrouta smrkového, jsou svahy Luzenského údolí porostlé kompaktním zeleným lesem.

Kůrovec na svém místě

Ačkoli je lýkožrout smrkový v hospodářských lesích považovaný za nebezpečného, v chráněných územích začíná být pokládán za klíčový faktor nárůstu biodiverzity a za ekosystémového inženýra. Mnoha živočišným, rostlinným a dalším druhům dává šanci, na kterou dlouho čekaly. Mortalita stromů způsobená kůrovcem přináší více světla a tepla do podrostu a množství tlejícího dřeva. Díky tomu zde nachází domov celá řada organismů, které nemohou existovat v plně zapojeném lese. V těchto podmínkách se daří i tetřevu hlušci (*Tetrao urogallus*) – deštníkovému druhu, jehož populace v posledním desetiletí neklesá, pravděpodobně pozvolna roste (blíže na str. 302–304 této Živy). Prostředí vytvořené disturbancemi vyhovuje i dalším skupinám, jako jsou bakterie, řasy, houby, mechy, játrovky, lišejníky, kapradorosty, roztoči, hmyz, ptáci a další (mnoho z nich je vázáno právě na tlející dřevo). Jeden z posledních projektů mapujících biodiverzitu Šumavy v letech 2017–19 zaznamenal 2 007 rostlinných a živočišných druhů. Byl zjištěn výskyt 17 kriticky ohrožených druhů (7 druhů lišejníků, 5 druhů dřevožijných hub, 1 druh chvostoskoka, 1 druh brouka, 1 druh motýla, 2 ptačí druhy). Dále bylo zjištěno 66 ohrožených a 113 zranitelných druhů uvedených v červených seznamech ohrožených druhů ČR. Kromě toho byly pozorovány výskyty tří druhů dřevožijných hub – kornatce nazeleňalého (*Athelopsis subinconspicua*), kůžičky bledohnědé (*Cytidiella albomellea*, nyní *Auriculariopsis albomellea*) a kornatce kulatovýtrusého (*Tubulicrinis globisporus*), které byly podle Červeného seznamu hub (makromycetů) ČR považovány za vyhynulé. Sběr dat o biodiverzitě probíhal na 120 biomonitoračních plochách v různých typech lesů ponechaných samovolnému vývoji (původní lesy, lokality po vichřicích, lokality po kůrovci atd.) podél výškového gradientu, tak aby umožňovaly vyhodnotit dopady přírodních disturbancí a klimatických změn na biodiverzitu.

To, že tlející smrkové dřevo a obecně šumavské ekosystémy hostí pestrá společenstva organismů, je zřejmé už dlouho. Avšak nárůst populací některých druhů brouků, kterým kůrovec připravil vhodné podmínky, je skutečně fascinující. Asi nejznámějším kriticky ohroženým druhem profitujícím z masivního výskytu troudnatce pásovaného (*Fomitopsis pinicola*), napadajícího odumřelé smrky, je kornatec velký (*Peltis grossa*, obr. 7–9), který byl na Šumavě znovuobjeven po bezmála 100 letech v r. 2018. Samice kladou vajíčka do zhruba 10 let starých smrkových a jedlových souší (na Šumavě většina dosavadních nálezu) a larvy se vyvíjejí ve dřevě prorostlém mycelii hub, kterými se živí. V r. 2021 jsme doložili jedince kornatce a výletové otvory i ve dřevě olší šedých (*Alnus incana*) rostoucích v nivě Teplé Vltavy. Dospělci se živí plodnicemi hub, často i v průběhu dne okusují výtrusorodá rouška běžného troudnatce pásovaného. Nejsilnější zastoupení má kornatec v oblasti Trojmezí s velkým množstvím odumřelých stromů. Intenzivním průzkumem v posledních letech byly zmapovány řádově tisíce jedinců tohoto brouka, soustředěných především v jižní části Šumavy, ale objevují se i v centrálním území obou národních parků (Šumava a Bavorský les). Dalšími významnými druhy, jejichž početnost narostla díky disturbancím, jsou roháček jedlový (*Ceruchus chrysomelinus*)

5 Zobrazení horizontální struktury lesa před disturbancí (zhruba r. 1995) a po ní (2019) na přeshraniční ploše (rozměry 500 × 400 m) v oblasti Špičnicku. Struktura je vyjádřena pomocí distribuce volného prostoru bez dřevin. Vzdálenost každého bodu k nejbližšímu vyskytujícímu se živému jedinci dřeviny (jakékoli výšky) ukazuje barevná stupnice do 5 m. Bílé oblasti mají tedy vzdálenost k nejbližšímu jedinci dřeviny větší než 5 m.

6 Kamenné moře u Plešného jezera **7 až 9** Kornatec velký (*Peltis grossa*, obr. 7 a 8) je vzácný dřevožijný brouk z čeledi kornatcovití (Trogossitidae). V r. 2018 byl po téměř 100 letech znovuobjeven v NP Šumava. Jeho výletové otvory mají tvar piškoty se základnou zhruba 10 mm (9). Snímky P. Čížkové **10** Mapa vhodnosti stanovišť pro tetřeva hlušce (*Tetrao urogallus*) podle struktury porostu. Čím vyšší hodnota, tím je místo vhodnější. Orig. autoři článku (obr. 5 a 10)

nebo trnoštitec horský (*Tragosoma depesarium*). Oba druhy jsou vázány na různá stadia rozpadu dřeva.

Laser, který nepálí

Výše jsme prezentovali výsledky získané terénním pozorováním. To má své praktické i ekonomické limity. Chceme-li však získat informace z celé plochy území, je vhodné využít dálkový průzkum. Zaměřili





jsme se na zjišťování prostorové struktury lesa. Proto Správy NP Šumava a NP Bavorský les hledaly nástroje ke společnému plošnému monitorování. Jako perspektivní metoda pro 3D monitoring struktury lesa bylo určeno právě letecké skenování. Laserové skenování (Light Detection and Ranging, LIDAR) přineslo novou kvalitu – enormní množství dat získané jednou metodou z velmi rozsáhlého území ve velmi krátkém čase. Sběr dat pomocí helikoptéry proběhl v červnu 2017. Použitý laser je velice přesný, schopný zachytit 30–40 bodů na 1 m². Tímto způsobem vznikl digitální model terénu. Ve spolupráci s Univerzitou aplikovaných věd v Mnichově byly vyvinuty algoritmy pro rozpoznávání jednotlivých stromů a rastrové vyhodnocení laserových dat. Pro plně funkční algoritmy byla klíčová referenční data. Využili jsme údaje z již zmíněného terénního monitoringu struktury lesa, které posloužily ke kalibraci a zpřesnění dat získaných pomocí laserového skenování. Obě správy národních parků tak získaly elektronickou databázi obsahující informace o všech silnějších stromech (tloušťka ve výčetní výšce 1,3 m nad zemí 7 cm a více, parametr označovaný zkratkou DBH – Diameter at Breast Height) na svém území. Celkem bylo jednotlivě identifikováno 27 321 962 stromů. O každém z nich máme podrobné charakteristiky (pozice, výška, objem koruny, DBH, objem dřevní hmoty) a víme, zda jde o jehličnan, listnatý druh, nebo souš. Ke správné interpretaci získaných dat bylo propojení s výsledky z terénu nezbytné.

Zajímavé bylo také porovnání ceny – laserové skenování vyšlo až 10× levněji než standardní terénní inventarizační metody. Ale zcela je ještě nenahradí. Zatím neumíme rozpoznat všechny stromy, problémyčtí jsou v případě zapojených porostů především jedinci v podrostlé etáži nebo rozpoznávání jednotlivých stromů v listnatých porostech, kde ze skenování vychází víc jedinců, než se ve skutečnosti v porostu vyskytuje. Současnými algoritmy dokážeme spolehlivě rozlišit, jestli jde o jehličnan, nebo listnáč, ale nelze určit jednotlivé druhy. Metoda laserového skenování není vhodná ani ke sledování obnovy dřevin. Algoritmy se však stále vyvíjejí a předpokládáme, že ty nově vzniklé bude možné aplikovat na stejná data a ze současné databáze v budoucnu vytěžit přesnější údaje. Tuto metodu však nemůžeme použít ke zjišťování kvalitativních charakteristik, jako např. škod způsobených zvěří (okus a loupání od spárkaté zvěře) nebo vlastností ležících kmenů.

LIDARová data jsou a budou na Správu NP Šumava využívána k rozličným účelům. Správa především získala přehled o struktuře lesa na celém území, který je porovnatelný se sousedním NP Bavorský les. Data analyzujeme ve vlastní režii, ale spolupracujeme i s jinými výzkumnými organizacemi na zodpovězení různých otázek. Struktura lesa byla např. porovnána s pozicemi pobytových znaků tetřeva hlušce a byla tak namodelována vhodná stanoviště jeho výskytu (obr. 10). Stejně mohou být údaje využity pro identifikaci vhodných

biotopů dalších druhů (jelenovitých, různých druhů ptáků atd.). LIDARová data využíváme i při hodnocení stavu terénních struktur, zejména pro identifikaci odvodňovacích zařízení při revitalizaci mokřadů. Po stopách historické lidské činnosti pátrají pomocí těchto dat archeologové. To jen ukazuje na rozsah využitelnosti LIDARu, který je skutečnou studnicí současného, ale i budoucího poznávání Šumavy.

Kyvadlo velkých disturbancí

Žijeme v době, kdy Šumava na mnohých místech odhalila to, co obvykle skrývá pod hustým „kožichem“ korun stromů – otevřené plochy, které lákají lidské návštěvníky na výhledy do krajiny, ale vyhovují i mnoha dalším organismům. Jak jsme popsali, dočasné prosvětlení vyvolává odezvu v podobě významného nárůstu druhové bohatosti. Na mnohých místech ale pravděpodobně dojde k opětovnému zapojení korun a světlá fáze pomine. V budoucnosti proto můžeme předpokládat přirozený pokles populačních hustot světlomilných druhů. Některé z nich se budou stěhovat do vhodnějších lokalit budoucích disturbancí (např. kornatec velký potřebuje pro svůj vývoj souše tlející nastojato asi 10 let) a budou přežívat v nižších hustotách, a to až do období dalšího velkého prosvětlení. Proto je velmi důležité rozlehlé území ponechané samovolnému vývoji, kde tyto druhy vždy najdou vhodné útočiště.

Informace, které jsme v posledních desetiletích získali, zodpověděly řadu otázek a vyřešily spor, zda šumavský les lze ponechat přírodním procesům, či nikoli. Odpověď lesa je: ano. Otevírá se tak cesta k vytvoření rozlehlého přirozeně se chovajícího lesního komplexu, který ukáže, jak dynamická bude jeho struktura nebo jak flexibilní bude odezva jednotlivých druhů. Jedno je už dnes zřejmé – současné dominantní postavení smrku v přirozené obnově zaručuje, že se rozsáhlé disturbance zopakují. Generace vědců budoucnosti však už nebudou zaskočený. Budou je netrpělivě očekávat a nadšeně monitorovat a vyhodnocovat vyvolané efekty. Les národního parku tedy nepotřebuje naši pomoc, stačí mu jen naše tolerance a zájem hledat odpovědi. Odmění se novými, někdy i nečekanými scenériemi, překvapivými reakcemi i nezměrnou vitalitou a opakovanými explozemi druhové rozmanitosti.

Spoluautoři: Radek Bače, Vojtěch Čada, Jaroslav Červenka a Pavla Čížková

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

