

**Česká lesnická společnost, o.s.
Ministerstvo životního prostředí
a Lesy ČR, s.p.**

pod odbornou záštitou a za finančního přispění
Ministerstva zemědělství, sekce lesního hospodářství
a státního podniku Lesy ČR



**POCHŮZKA PO ČERNÉM A ČERTOVĚ JEZEŘE
KE 100 LETŮM OCHRANY NPR ČERNÉ A ČERTOVO JEZERO
SEMINÁŘ SE KONÁ POD ZÁŠTITOU MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

SBORNÍK REFERÁTŮ



**Úterý, 13. září 2011
Špičák**

Odborní garanti:**Ing. Petr Najman**

LČR s. p., LS Železná Ruda
Tel.: 724 524 652
E-mail: petr.najman.ls209@lesy.cz

Mgr. Pavel Hubený

Správa CHKO Šumava
Zámek 1, 281 63 Kostelec n. Č. l.
Tel.: 731 530 296
E-mail: pavel.hubeny@npsumava.cz

Organizační garant:**Ing. Karel Vančura**

Česká lesnická společnost, o.s.
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
Mobil: 776 791 401
E-mail: cesles@csvts.cz

Oblast Černého a Čertova jezera je významná nejen tím, že tudy prochází hlavní evropské rozvodí, ale i výročím 100 let své cílené ochrany. Ochranu tohoto území poprvé vyhlásil jeho někdejší vlastník kníže Hohenzollern v roce 1911, a to z podnětu zakladatele ochrany přírody v současném pojetí – německého botanika Hugo Conwentze. V roce 1933 se potom území stalo součástí výnosu tehdejšího Ministerstva školství a národní osvěty. Dnem 15. prosince 2010 nabyla účinnosti vyhláška Ministerstva životního prostředí o vyhlášení národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero v CHKO Šumava.

Přestože se ani tomuto území nevyhýbají ničivé přírodní živly, neztratilo dodnes nic na své hodnotě. I proto došlo k jeho vyhlášení, dokonce v rozšířené podobě. Předmětem ochrany jsou přirozená lesní společenstva horských smrčín, kyselých bučin, ledovcových karů, sutí, balvanitých polí a stojatých oligotrofních vod ledovcových jezer a vzácné i ohrožené druhy rostlin a živočichů, zejména populace kriticky ohroženého druhu rostliny šídlatky jezerní. V neposlední řadě pak typy lesních i nelesních přírodních stanovišť a druhy, pro které byla jinými právními předpisy vyhlášena „evropsky významná lokalita Šumava“ a stejnojmenná ptačí oblast.

Cílem semináře je seznámit účastníky s historií a současností ochrany tohoto jedinečného území, s lesním hospodařením ovlivňovaným existencí NPR, s významem této NPR pro výzkum a ochranu druhů a ekosystémů. NPR je příklad společného úsilí lesního hospodáře i ochránce přírody na ochraně převážně smrkového lesního komplexu v 7. a 8. LVS. Seminář je určen lesníkům, pracovníkům ochrany přírody a zájemcům z řad široké veřejnosti.

Autor souhlasí se zveřejněním svého příspěvku ve sborníku a na internetu. V případě použití kterékoli části příspěvku bude ze strany ČLS vyžadována přesná citace autora.

Texty ve sborníku neprošly jazykovou korekturou.

Technická spolupráce:**Lesnická práce, s. r. o.**

nakladatelství a vydavatelství
Zámek 1, 281 63 Kostelec n. Č. l.
E-mail: neuhoferova@lesprace.cz

Česká lesnická společnost
ISBN 978-80-02-02330-2

OBSAH

- 4 Petr Najman, Lesy ČR, s.p., Lesní správa Železná Ruda**
Lesnické hospodaření v NPR Černé a Čertovo jezero
- 8 Pavel Hubený, Správa NP a CHKO Šumava**
Skutečný věk lesních porostů vrcholu Jezerní hory
- 14 Pavel Hubený, Správa NP a CHKO Šumava**
Les jako dynamický ekosystém
- 18 Pavel Hubený, Správa NP a CHKO Šumava**
Rozpad lesa očima ochránáře
- 21 Pavel Bečka, Správa NP a CHKO Šumava**
Biomonitoring v NPR Černé a Čertovo jezero
- 29 Ivan Klik, LČR, s.p., Krajské ředitelství Plzeň**
Významná chráněná území v péči Lesů ČR, s.p. v Plzeňském kraji
- 34 Martina Čtvrtlíková, BÚ AV ČR, Třeboň, BC AV ČR, HÚ, Č. Budějovice**
Zotavování šidlatky jezerní v silně acidifikovaném Černém jezeře
- 39 Jiří Kopáček¹, Jaroslav Vrba², Hana Šantrůčková² a Miroslav Svoboda³**
¹BC AV ČR, HÚ, České Budějovice ²PF, JU v Českých Budějovicích, ³FLD, ČZU v Praze
Dlouhodobý ekologický výzkum šumavských jezer a jejich povodí

LESNICKÉ HOSPODAŘENÍ V NPR ČERNÉ A ČERTOVO JEZERO

Petr Najman
Lesy ČR, s.p., Lesní správa Železná Ruda

Popis území

Národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero patří mezi nejvýznamnější segmenty horské přírody v České republice. Zahrnuje dvě největší šumavská ledovcová jezera s jejich kary a masivem Jezerní hory. Černé jezero se svou rozlohou 18,4 ha je zároveň největším přirozeným jezerem v České republice.

Nejnižším místem NPR je hladina Černého jezera s 1.008 m n. m. a nejvyšším potom vrchol Jezerní hory s 1.343 m n. m. Na území rezervace leží hlavní evropské rozvodí, a tak voda z Černého jezera odtéká přes Úhlavu, Berounku, Vltavu a Labe do Severního moře a z Čertova jezera potom přes Řeznou a Dunaj do moře Černého.

Území NPR má vlhké a velmi chladné klima, což je způsobeno nejen značnou nadmořskou výškou, ale především expozicí s převahou východních, severních a západních svahů s minimálním osluněním.

Historie

Do konce 15. století byla oblast ledovcových jezer a Jezerní hory pravděpodobně zcela nedotčena lidskou činností. Budování hamrů a hutí ve století 16. znamenalo těžbu dřeva v blízkém okolí, lesní porosty Jezerní hory však zůstaly pro jejich odlehlost a těžkou přístupnost stále bez zásahů. Až prodej tzv. Jezerního lesa pro hutě v Hamrech a Zelené Lhotě v 18. století posunul těžbu do lesů dnešní rezervace.

Lesní porosty v karech obou jezer jsou pravděpodobně prvními lesy po pralese, zatímco porosty na morénách pravděpodobně lesem druhým. Co se týče porostů ve vrcholové partii Jezerní hory, tak habitus stromů naznačuje dlouhodobý soliterní růst nejpravděpodobněji způsobený pastvou v 16. a 17. století, o níž se zmiňuje i Komárek v roce 1883.

Podle analýz sedimentů v Čertově jezeře (Veselý), lze usuzovat, že před rokem 1600 zde v nadmořské výšce nad 1.100 m dominoval smrk. Kolem roku 1790 byl zaznamenán pokles jeho zastoupení a později kolem roku 1850 opět mírný vzestup. Co se týče zastoupení jedle, tak to bylo největší na přelomu 18. a 19. století, ale následně opět rychle klesá. To může být způsobeno selektivním kácením smrku a teprve po jeho vykácení i s těžbou jedle. V nižších partiích území pod 1200 m n. m. při úpatích karových stěn rostly i klenové bučiny.

Analýzy sedimentů rovněž naznačují, že v posledních 250 letech byla oblast výrazněji odlesněna jen jednou, a to právě kolem roku 1790 až 1850.

Vysokou přírodovědnou hodnotu tohoto jedinečného území poprvé ocenil místní lesmistr Julius Komárek, který zde působil v letech 1880 až 1912. Cílená ochrana obou jezer a jejich okolí se potom datuje od roku 1911 z rozhodnutí tehdejšího majitele pozemků knížete Viléma Hohenzollern-Sigmaringen, a to z podnětu zakladatele ochrany přírody v současném pojetí, německého botanika Dr. Hugo Conwentze. V roce 1922 byla obě jezera prohlášena v rámci pozemkové reformy Československa za přírodní rezervaci a následně v roce 1925 velká část území kolem Černého jezera a Jezerní stěny za státní rezervaci. Ke dni 31. prosince 1933 byla Ministerstvem školství a národní osvěty vyhlášena státní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero. V roce 1963 byla rezervace začleněna do vznikající Chráněné krajinné oblasti Šumava, dne 19. února 1992 nahrazena statutem národní přírodní rezervace a 15. prosince 2010 potom nabyla účinnosti vyhláška Ministerstva životního prostředí o vyhlášení Národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero v rozšířené podobě 208 ha.



Kyrill v NPR - letecký snímek.



Kyrill v NPR - letecký snímek.





Přirozené zmlazení.



Stříkání na stojato.



Lesnické hospodaření v současnosti

Již z doby okolo roku 1956 existuje v rezervační knize chráněného území „Prohlášení“ Československých Státních lesů, Krajské správy lesů v Plzni k ochranným podmínkám týkajícím se lesního hospodářství. V tomto prohlášení je uvedeno například, že bude prováděna pouze kalamitní těžba a veškeré hospodářské zásahy budou prováděny tak, aby nebyl porušen celkový ráz a charakter rezervace.

Veškeré zásahy se tak omezily jen na likvidaci polomů a zamezení výskytu hmyzích škůdců. Drobné případy výskytu kůrovců většinou nebyly řešeny, případná obranná opatření se prováděla jen pomístně, působení škůdců se vždy samovolně zastavilo. Po roce 1991 se však kůrovec v oblasti Jezerní hory začíná objevovat častěji, proto bylo započato s asanačními těžbami. Dříví bylo z lokality vyklizováno s tím, že část byla odkorněna a ponechána na místě.

V roce 1996 se v celé ploše Jezerní hory objevilo větší množství kůrovcem napadených stromů, evidováno bylo cca 500 m³ aktivní hmoty. Na žádost zástupců státních lesů bylo vyvoláno jednání se Správou NP a CHKO Šumava, kde byl vznesen požadavek zásahů proti kůrovci s vyklízením hmoty. Rozhodnutím Správy CHKO byl vydán souhlas s průběžným zpracováním dřevní hmoty napadené kůrovcem za podmínky ponechání veškeré asanované hmoty na místě. Totéž se vztahovalo i na možnost kladení lapáků. Obnova porostů měla být zajištěna sazenicemi z autochtonního semene tak, aby druhová skladba byla blízká přirozené.

V roce 1998 vydala správa CHKO rozhodnutí, kterým byly zakázány veškeré zásahy proti kůrovci v karu Černého jezera a v roce 1999 potom rozhodnutí zakazující kácení lapáků a aktivních kůrovcových stromů. Asanace ležícího dříví a používání feromonových lapačů zůstalo umožněno. Hustota výsadby sazenic smrku byla omezena dle jednotlivých lokalit na 200 až 500 kusů po hektaru.

V říjnu 2002 došlo následkem větrné kalamity k poškození cca 1.600 m³ smrku. Tato polomová hmota byla ponechána do následujícího roku bez zpracování jako lapáky a po nalétnutí kůrovcem byla selektivně asanována odkorněním. Zásadním zlomem v charakteru lesního společenstva rezervace však byl až 19. leden roku 2007, kdy vítr orkánu Kyrill dosahující rychlosti až 170 km za hodinu zcela rozvrátil vrcholovou část Jezerní hory. Jen v tomto roce bylo zpracováno a asanováno 8.800 m³ a v roce následujícím 1.070 m³ polomového dříví.

Proti všem rozhodnutím zakazujícím aktivní zasahování proti kůrovci se Lesy ČR neúspěšně odvolávaly k Územnímu odboru MŽP ČR v Českých Budějovicích. Porosty v NPR Černé a Čertovo jezero jsou dnes téměř čistě smrkové, a tak pokud bychom je v případě přemnožení podkorního hmyzu ponechali v bezzásahovém režimu, mohlo by dojít k jejich destrukci a zároveň k vážnému ohrožení okolních porostů. Proto je třeba neustále monitorovat vývoj stavu početnosti kůrovce a nedopustit jeho kalamitní přemnožení. Na základě platných rozhodnutí se proto zpracovávají a asanují veškeré napadené zlomy a vývraty, provádí se monitoring i obrana pomocí feromonových lapačů a poslední dva roky se úspěšně testuje i postřik stojících aktivních kůrovcových stromů insekticidy.

Závěr

Každoročně se v NPR Černé a Čertovo jezero provádí terénní šetření za účelem posouzení aktuálního stavu a návržení způsobu řešení situace. Tohoto šetření se účastní zástupci jak Lesů ČR, s.p., LS Železná Ruda, tak Správy NP a CHKO Šumava. V případě reálné hrozby kalamitního přemnožení kůrovců bude situace řešena vyvoláním dalších jednání za účelem změny platných rozhodnutí. Věříme, že i díky důsledné asanaci veškerého kůrovcem napadeného dříví v lesích obklopujících rezervaci nebude dynamika rozvoje kůrovce v NPR taková, aby bylo nutné toto radikální řešení.

Kontakt

Petr Najman, Lesy ČR, s.p.,
Lesní správa Železná Ruda, Šumavská 4, 340 04 Železná Ruda
petr.najman.ls209@lesycr.cz

SKUTEČNÝ VĚK LESNÍCH POROSTŮ VRCHOLU JEZERNÍ HORY

Pavel Hubený
Správa NP a CHKO Šumava

Úvod

Smrkové lesní porosty vrcholu Jezerní hory jsou velmi staré. Mapy z 1. vojenského mapování (1764) zachycují vrchol Jezerní hory jako plně zalesněný. První nám známé porostní mapy zachované po Hohenzollernském panství jsou z roku 1876 a 1890. Tyto záznamy se od sebe v námi sledovaných porostech liší minimálně: vrcholová planina je v roce 1876 zařazena do věkové kategorie 81 let a starší (tj. porost vzniklý před rokem 1795), západní svah je zařazen v kategorii 41 až 60 let (tj. porost vzniklý mezi roky 1810–1830). V mapě z roku 1890 je les na vrcholové planině i na západním svahu zařazen do věkové kategorie starší 81 let (jeho vznik bychom tedy mohli datovat obdobím před rokem 1810). Z map z let 1876–1890 nelze usuzovat na to, zda skutečně šlo o lesy jedné věkové kategorie vzniklé na pasece, nebo zda jde o zachycení věku hlavní populační kohorty. Porostní mapa z roku 1900 charakterizuje všechny porosty na území současné rezervace starší 80 let. Fischerova lesní porostní mapa z roku 1922 zařazuje lesy vrcholu a jihozápadního svahu Jezerní hory jako 100 až 180 let staré (vzniklé v letech 1740–1820). Lesní hospodářský plán z let 1996–2005 uvádí pro tyto lesní porosty věk 135–205 let (1790–1860).

V 16. a 17. století zde byly zřejmě pasené lesy, jak uvádí v roce 1883 Komárek. Stránský v roce 1818 uvádí pro nejvýše položené porosty rezervace: "Porosty podél bavorských hranic v Jezerním lese byly asi z 1/3 poškozeny pastvou a mýtní porosty přetěžovány holosečí.". Stopy této činnosti už dnes nelze identifikovat.

Metodika

Na přelomu tisíciletí se však naskytla možnost, jak skutečně přesně určit stáří porostů. Ověřit, zda porosty vznikaly formou holosečného hospodaření, nebo zda jde o lesní porosty přírodní. Na vrcholové planině i na jejím západním svahu vznikly mezi roky 1996 až 2002 holiny po kalamitní těžbě, zčásti způsobené lýkožroutem smrkovým, zčásti větrem. Na těchto holinách jsme v roce 2003 vytýčili 18 ploch pro analýzu stáří lesa. Každá z ploch měla rozměry 10x50m, jedna 30x15m. Na každé jsme změřili všechny pařezy a zjistili jejich skutečné stáří na řezu. Dále jsme spočetli všechny zbylé stojící stromy včetně souší a změřili jejich tloušťku. Podle průměrného ročního přírůstu na každé ploše jsme pak odhadli stáří těchto stojících stromů. Na holinách je jich však výrazná menšina, a proto tento odhad nemohl zásadně ovlivnit výsledek za všechny hodnocené plochy.

Dvanáct ploch jsme vytýčili v porostních skupinách na vrcholové planině Jezerní hory a 6 ploch na západním a jihozápadním svahu, všechny uvnitř NPR Černé a Čertovo jezero. Plochy jsou umístěny v nadmořských výškách 1080–1340m.

Toto hodnocení jsme později doplnili jednoduššími transektovými snímky, kdy bylo v porostu na pasece v jedné linii odečteno skutečné stáří stromů na min. 10 pařezech. Celková rozloha sledovaného lesa je cca 100 ha.

Výsledky a diskuse

Náhorní planina

Na severním svahu náhorní planiny převažuje les se stopami nejstarší generace stromů, po které zbyly v podstatě jen pařezy, zbytky souší nebo souše (mimo tuto plochu se zachovaly jen výjimečně živé stromy

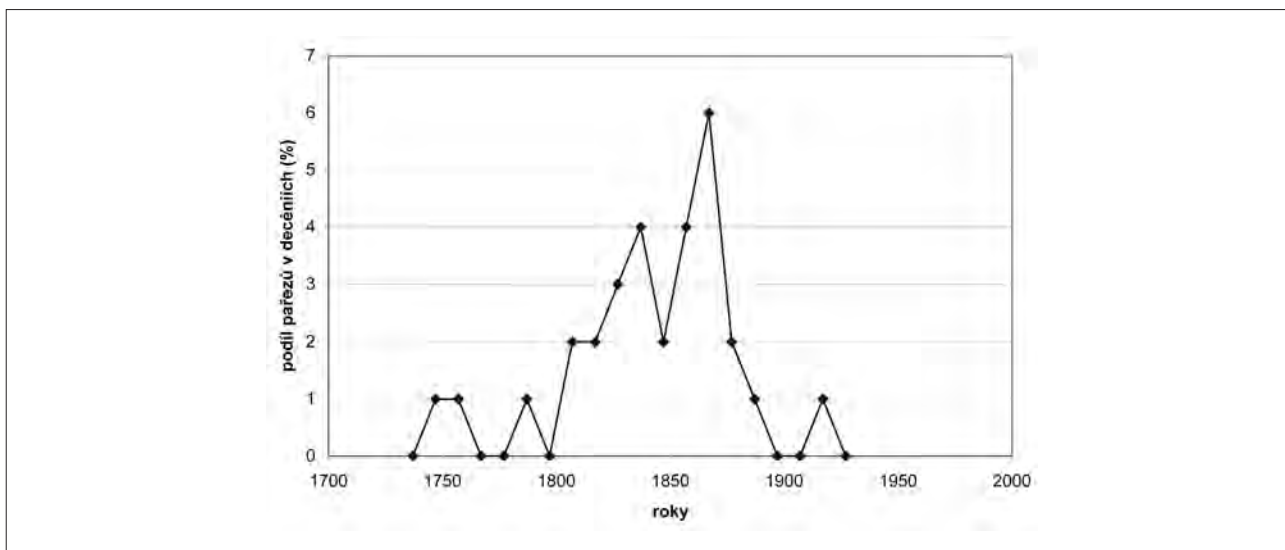
této generace) pocházející zřejmě z období kolem 1720–1760. Jde vesměs o soliterně vyhlížející stromy se zbytnělými pažďími větví. Hustota zachovaných zbytků je 10 ks/ha. Nelze vyloučit, že jde o zbytek porostu po rozpadu lesa kůrovcem či vichřicí.

Prokazatelná nejstarší kohorta promísená v porostu, ze které se dosud zachovaly živé stromy (v ploše zničené vichřicí 2002) pochází z období 1770–1800, její hustota je kolem 25 ks/ha.

Hlavní kohorta, která má charakter Gaussovy křivky spíše s pomalým náběhem a strmým ukončením (postupné zapojování lesa) začíná v roce 1800 a končí v roce 1890, kulminuje kolem 1840 a 1880. Její hustota je 415 ks/ha, souše jsou spíše ve středních a menších tloušťkách. Tato kohorta může být přímo ovlivněna člověkem (podsadby, síje apod.). Prostorové rozložení stromů je však heterogenní.

Podružná kohorta kulminuje mezi lety 1900–1910. Výrazně nastupuje a pomaleji klesá. Může být vyvolána sítí, podsadbou, nebo uvolněním ploch toulavou těžbou. Může být rovněž způsobena přirozenou selekcí mezi nejstaršími stromy (z 18. stol.) Hustota kolem 115 ks/ha.

Poslední kulminace dozívá kolem roku 1940–1950, s hustotou stromů kolem 5–10 ks/ha (možná po selekci suchem a kůrovcem v roce 1947). Tím je porost zapojený a dalších cca 50 let pomalu selektuje jedince smrku a zapojuje se, zmlazování je zcela utlumené. Jistě i pod vlivem imisí. Porost byl strukturovaný, plochy bezlesí měly průměr až 10 x 17 m. Dnes po vichřici přežívá na holině 15 stromů na hektar ve stáří cca 150 let a 15 ks/ha ve stáří cca 70 let (viz Obr. 1).



Obr. 1: Věková struktura lesa na vrcholové planině v NPR Černé a Čertovo jezero.

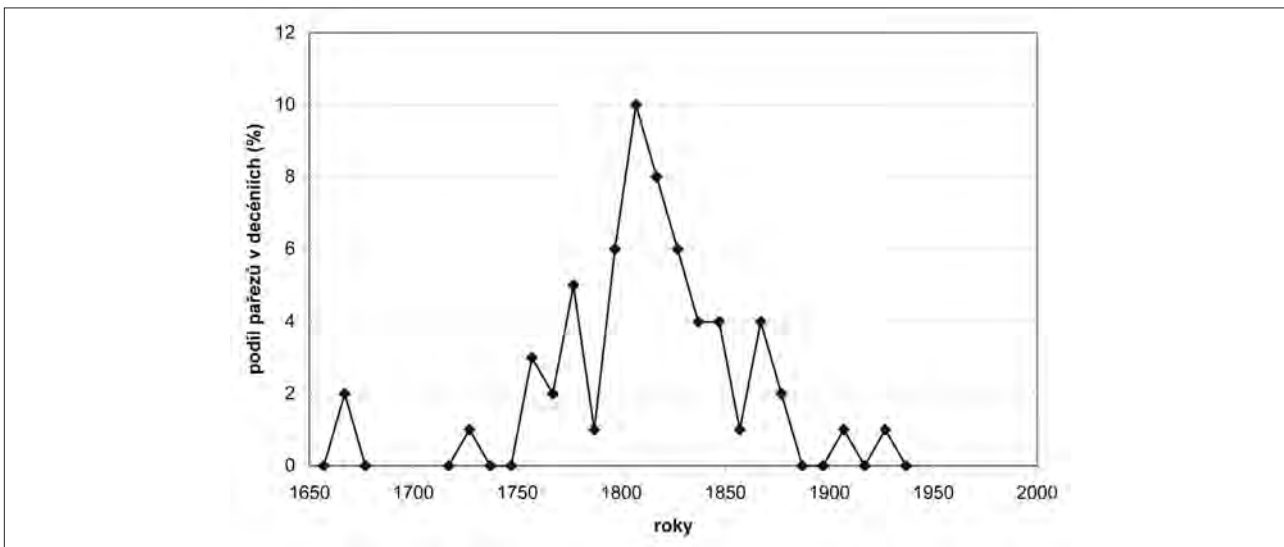
Západní svah

V tomto území je patrná vysoká diferenciace přírůstků jednotlivých stromů. Tloušťku stromu zde nelze spojovat s jeho stářím.

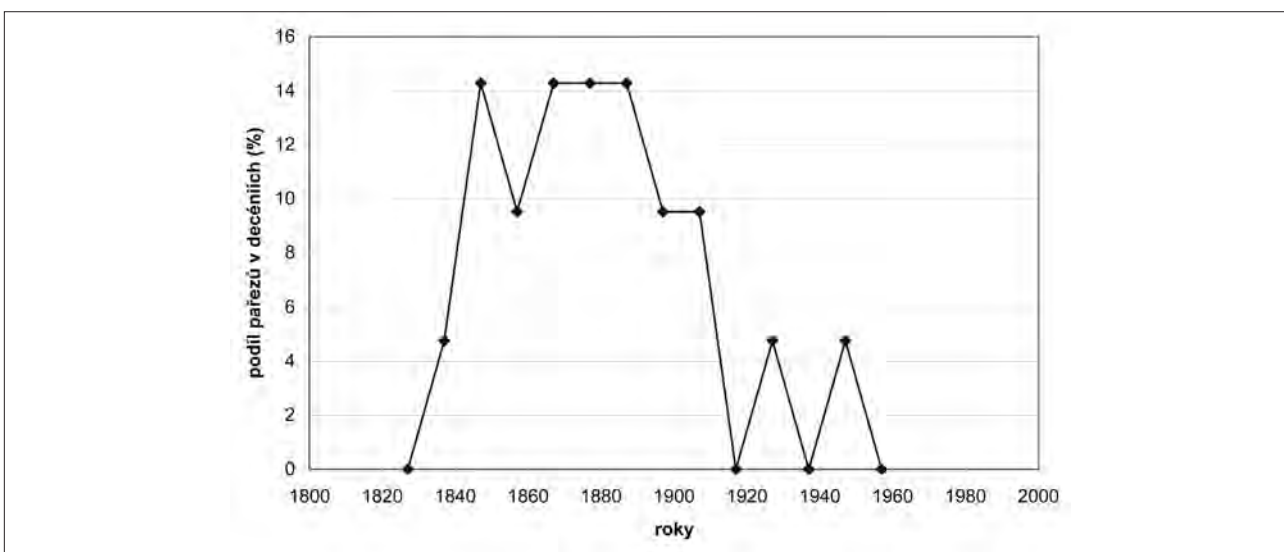
Nejstarší populační kohorta pochází z období kolem roku 1650 je následována kohortou z období 1720–1790. Zde nastupuje kohorta hlavní populace smrku, která vrcholí kolem 1820. Kohorta dozívá až do poloviny 20. století (viz Obr. 2).

Odlíšná situace je v severní části NPR na západním svahu nad Dámskou cestou, kde porost vznikl poměrně vyrovnaně od roku 1830 do roku 1910 (tj. asi 80 let), možná postupnou sukcesí na odlesněné ploše (těžba, vichřice?) – viz Obr. 3.

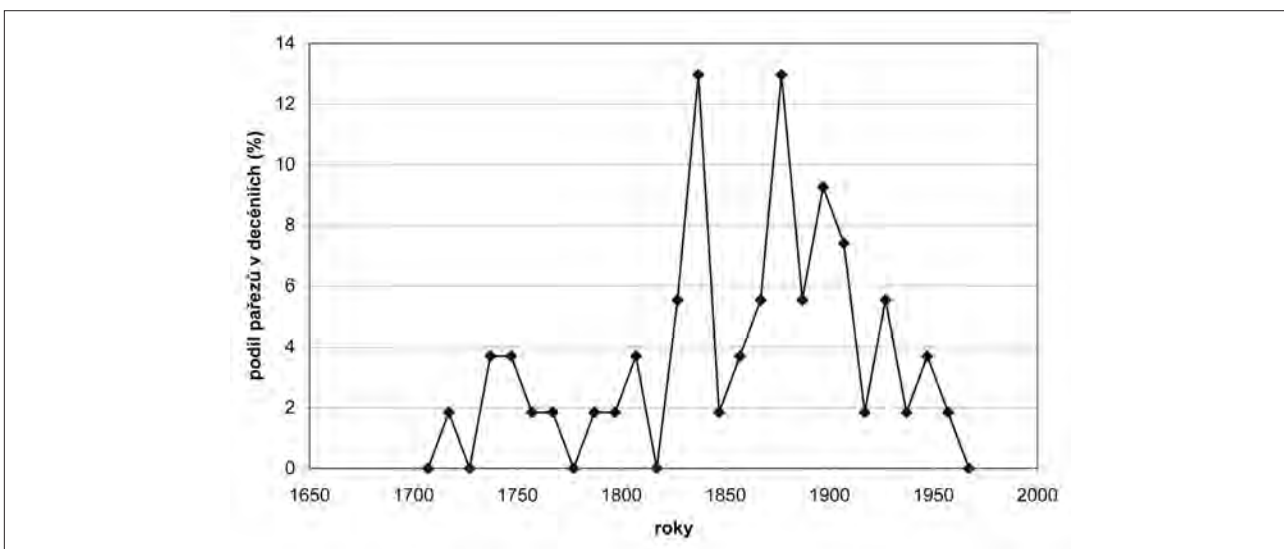
Mimo NPR však dosud rostou rovněž věkově rozrůzněné a hlavně poměrně staré porosty. Tato data však pocházejí z transektových sčítání (cca 10 pařezů v linii napříč pasekou), grafy zahrnují vždy souhrn více transektů.



Obr. 2: Věková struktura lesa na jihozápadním svahu Jezerní hory v NPR Černé a Čertovo jezero.

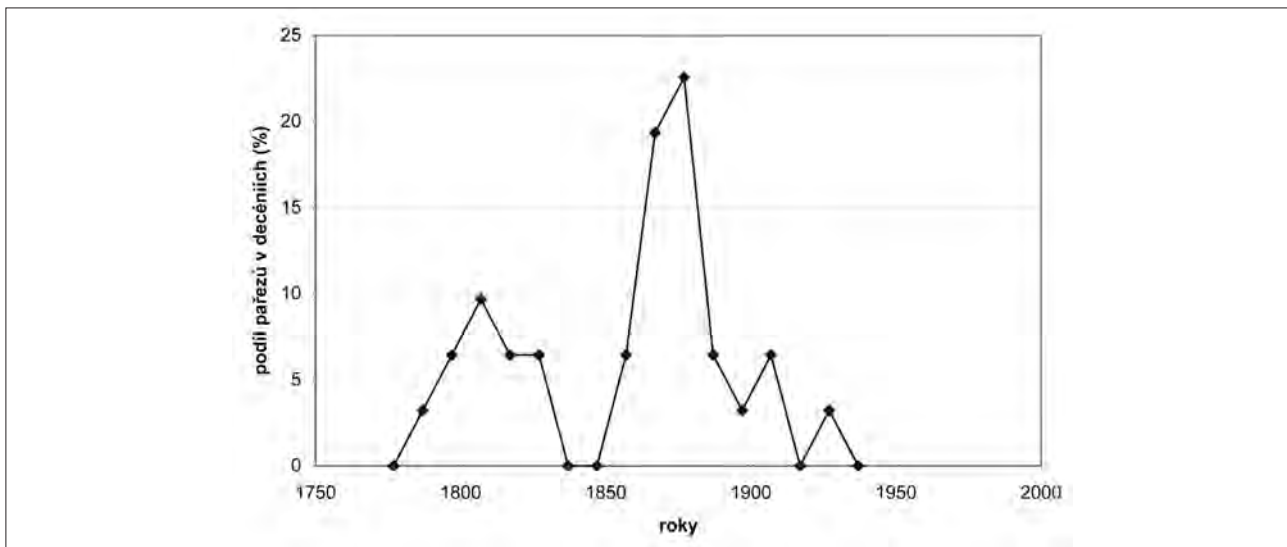


Obr. 3: Věková struktura lesa mezi starým drátem a Dámskou cestou v NPR Černé a Čertovo jezero.

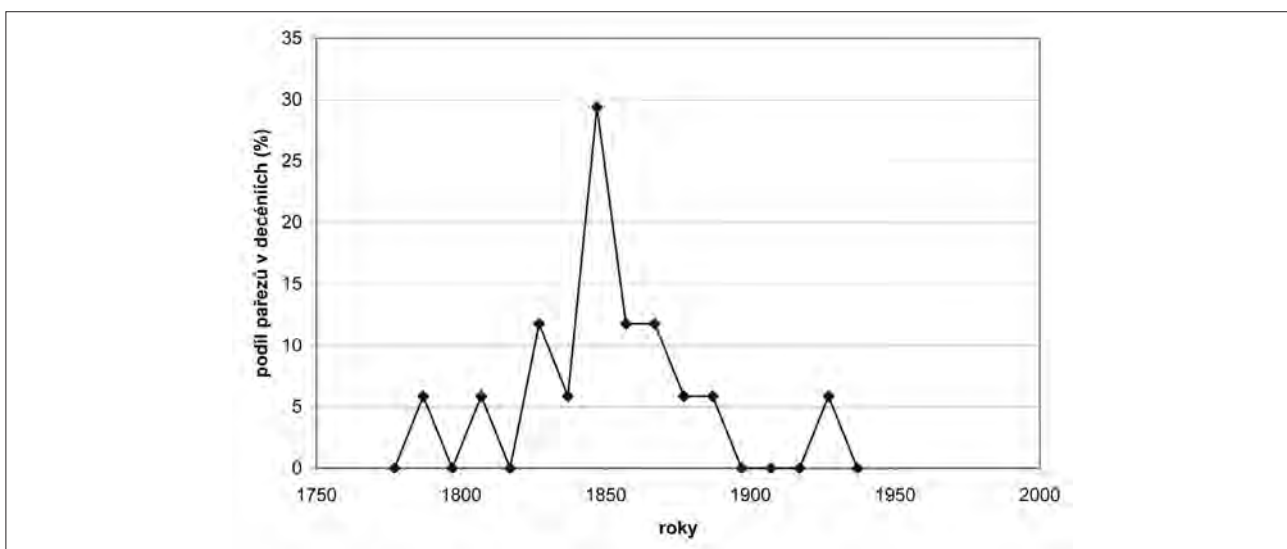


Obr. 4: Věková struktura lesa pod Dámskou cestou (mimo NPR Černé a Čertovo jezero).

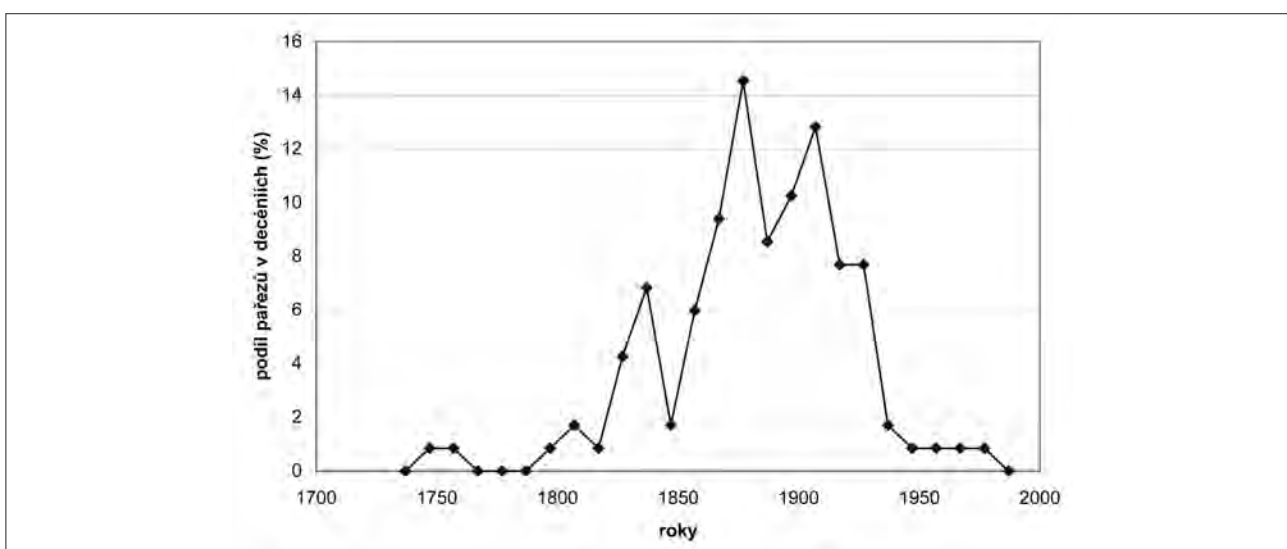




Obr. 5: Věková struktura lesa mezi Jezerní horou a Svarohem (mimo NPR Černé a Čertovo jezero).



Obr. 6: Věková struktura lesa na svahu Lávková cesta – svah k Rozvodí (mimo NPR Černé a Čertovo jezero).



Obr. 7: Věková struktura lesa na morénách Černého jezera (mimo NPR Černé a Čertovo jezero).

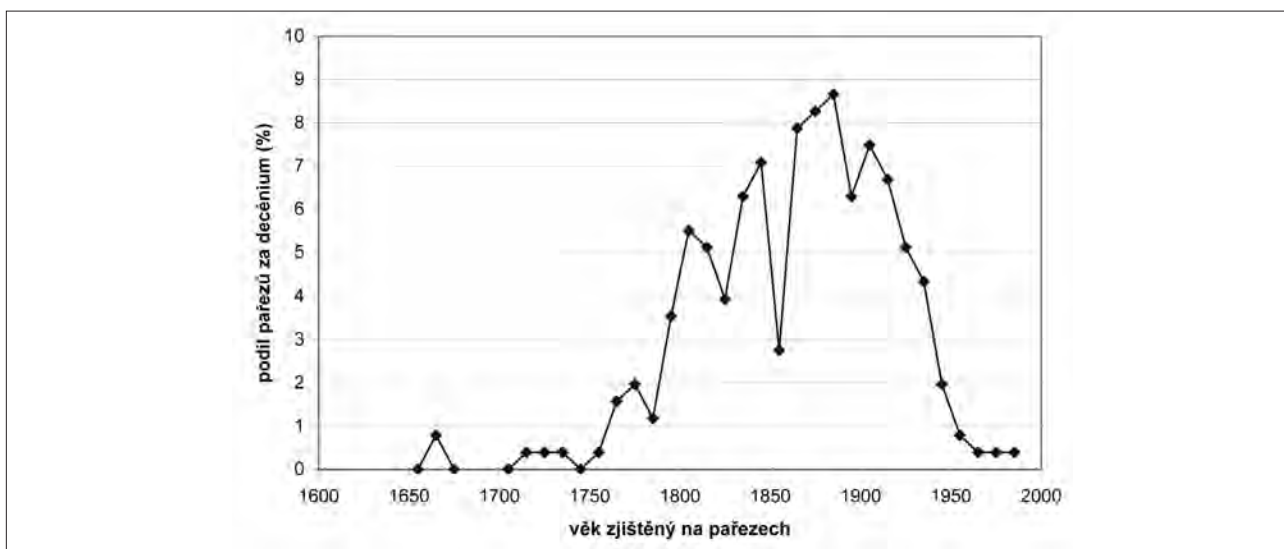


Analýza věkové struktury lesního porostu jako celku (NPR Černé a Čertovo jezero a navazující porosty)

Pro zjištění celkového obrazu věkové struktury lesních porostů jsme vytýčili na pasekách po těžbě v NPR a v porostech navazujících na NPR celkem 19 monitorovacích linií, na nichž jsme odečetli věk na celkem 257 pařezech a to v období od roku 2004 do roku 2011.

Z analýzy je patrné, že hlavní kohorta smrků je stará cca 80 až 210 let. V porostu jsou rozptýleny i stromy starší, přičemž přítomnost velmi starých stromů (300 a více let) naznačuje fragment dávno zaniklé kohorty. Podobně jako u dílčích ploch je patrné, že zapojování lesa bylo postupné a trvalo více jak jedno století – po zapojení korunové úrovně došlo ke zpomalení obnovy lesa. (v posledních cca 80 letech).

Monitoring mimo jiné ověřil, že průměrná šířka letokruhu je v této oblasti na šumavské poměry podprůměrná (2,08 a jižně orientovaném karu Čertova jezera je 1,88 mm, na jihozápadním svahu Jezerní hory v NPR je pouze 1,18 mm (1300 m n. m.).



Obr. 8: Věková struktura lesa Jezerní hory na pařezech po těžbě (uvnitř i vně NPR Černé a Čertovo jezero).

Další zdroje

Vojtěch Čada v roce 2009 prováděl dendrochronologickou analýzu na plochách po působení orkánu Kyrill v rámci své diplomové práce Analýza věkové struktury horského smrkového lesa v oblasti Královského hvozdu (ČZU v Praze, Fakulta životního prostředí, 2009):

“Na pasekách v NPR byly založeny dvě čtvercové studijní plochy o velikosti 50x50 m, jedna na náhorní planině, druhá na jihozápadním svahu Jezerní hory. Zde bylo provedeno dendrochronologické hodnocení u 182 stromů, dále analýza struktury lesa po ploše.”

Za hlavní rozdíl mezi plochami je autorem považováno to, že zatímco na ploše na jihozápadním svahu rostou v současnosti téměř výhradně stromy hlavní populační vlny, na ploše na náhorní planině pochází polovina stromů z doby před vznikem hlavní populační vlny. Vznik této hlavní populační vlny lze datovat do 60. let 19. století, přičemž k uvolnění docházelo i v 50. a 70. letech a k ukončení období intenzivního přirůstání došlo až po roce 1883. Po roce 1903 došlo k poklesu průměrného přirůstu pod 1 mm.

Oproti tomu na jihozápadním svahu hlavní populační vlna souvisí s narušeními z období od roku 1810. K uvolněním zde docházelo až do 30. let a snížení přirůstu přišlo v roce 1848.

Závěr

Jak je patrné, hodnoty pro věkovou škálu lesního porostu obsažené v lesních hospodářských mapách jsou velmi zjednodušené a v podstatě nepřesné. Na Jezerní hoře neroste les věkových kategorií, ale les věkově



velmi diferencovaný. Zajímavé je i skutečné lesnické mapování. Porostní mapy z konce 19. století do počátku 20. století v podstatě s postupujícím časem stále zvyšovaly hodnotu stáří porostů (stále ji posouvaly hlouběji). Hodnocení se nepochybně zpřesňovalo díky lepším znalostem o lese, takže na počátku 20. století bylo zařazení lesních porostů do věkových kategorií skutečně reálné. Nicméně tyto mapy ani v historii ani dnes nezachycují existenci nejstarších stromů v porostu, ani složitost prolínajících se věkových tříd. Díky převážně malým přírůstkům a jejich velké diferenci u jednotlivých stromů má zdejší les poměrně vyrovnanou tloušťkovou škálu a tak opticky navozuje dojem stejnověkého lesa vzniklého na holině. Odečty věků na pařezech však dokazují, že les nebyl s vysokou pravděpodobností vymýcen ve větších plochách a jednorázově. Jde o les přírodní se všemi typickými charakteristikami postupného zapojování a rozpadu, ve kterém jsou přítomny stromy až 300 let staré, a který se obnovuje v podstatě velmi pomalu a v časově dlouhé periodě.

Z věkových struktur zjišťujeme, že hlavní populace smrku, která dnes dožívá, zde vznikala v polovině 18. století, kulminovala v první polovině 19. století a doznívala v polovině 20. století. Výjimečně jsou dochovány jednotlivé stromy s předchozí populace (kohorty), jejichž věk sahá do poloviny 17. století.

Ve struktuře jsou nápadná období silnějšího růstu a útlumu. Období růstu zřejmě můžeme ztotožnit s obdobími prosvětlení lesa, a to buď těžbou, nebo disturbancí – nebo obojím. Taková období můžeme pozorovat už kolem roku 1750, dále v roce 1810, 1840 nebo 1870, v doznívající populační vlně pak v letech 1910 a 1930.

Kontakt

Pavel Hubený

Správa NP a CHKO Šumava, 1. máje 260, Vimperk

pavel.hubeny@npsumava.cz



LES JAKO DYNAMICKÝ EKOSYSTÉM

Pavel Hubený
Správa NP a CHKO Šumava

Úvod

○ tom, že se les v čase mění, asi nelze pochybovat. Přesto však máme všichni tendenci považovat les za mnohem stabilnější a dlouhodobější přírodní strukturu, než jakou ve skutečnosti je. Asi proto, že dokáže dlouhá desetiletí – možná i staletí setrvávat v téměř neměnném stavu.

Lesy na Jezerní hoře byly takto “stabilní” posledních cca 50 let. Pravděpodobně ani za posledních 100 let neprodělaly takový přerod, jako za posledních 15 let.

Byli jsme u toho, takže dnes můžeme říci, že celý proces změny porostní struktury máme zmapován. Monitoring vývoje lesa jsme sledovali třemi různými způsoby: transektovým snímkováním v 90. letech, založením trvalých monitorovacích transektů na přelomu tisíciletí a metodou biomonitoringu od roku 2011.

Trvalé monitorovací transekty na hřebetu a náhorní planině

Metoda

Jde o plochy 10x100 m nebo 40x40 m umístěné v oblasti náhorní planiny Jezerní hory. Leží v nadmořských výškách 1310 až 1330 m. Jedna z nich leží severně vrcholu podél staré stezky vedoucí po hřebetu, druhá na jihozápadním svahu mezi hranou náhorní planiny a “starým drátem”, třetí pod “starým drátem” na západním svahu. Na takto vymezené ploše jsou zaměřeny všechny stojící stromy vyšší než 1,3 m a zaznamenán jejich stav (živý, souše, zlom), zakresleno veškeré ležící dříví a zaznamenán stupeň jeho rozkladu, zaznamenání všichni jedinci přirozené obnovy, popř. podsadby podle druhu. Plocha zvaná “totalizátor” leží na jihovýchodním svahu oblého vrcholu Jezerní hory, plocha “plošina” v centrální části náhorní planiny mezi Jezerní horou a Svarohem a plocha “drát” leží pod průsekem zaniklého ženičně technického zabezpečení hranice (“starý drát”) na jihozápadním svahu Jezerní hory.

Hlavní v, sledky

Monitorovací plochy zachytily podobu lesa před rozpadem následujícím po roce 1999. Tabulka 1 zachycuje početnost jednotlivých dřevin podle druhu a počtu jedinců na hektar v roce 1999.

Tab. 1: Počet jedinců (ks/ha) dřevinného patra na jednotlivých plochách Trvalých monitorovacích transektů. Stav v roce 1999.

Dřevina/plocha	Totalizátor	Plošina	Drát
Hlavní stromové patro			
smrk ztepilý	419	370	520
jeřáb ptačí	0	20	0
souše	456	270	170
Zmlazení (do 1,3 m)			
smrk ztepilý	388	710	680
jeřáb ptačí	0	130	0
jedle bělokorá	0	0	40
buk lesní	0	0	10
borovice lesní	0	0	10



V současné době jsou plochy "plošina" a "drát" změněny vlivem působení orkánu Kyrill a lokálních žírů lýkožrouta smrkového. Vzhledem k tomu nebylo možné v roce 2011 přesně identifikovat monitorovací plochu "drát" – celá plocha byla postižena polomem. Plocha zvaná "plošina" byla proselektována vichřicí a lýkožroutem smrkovým a přežilo zde 130 vzrostlých smrků na hektar, tj. 35% původního počtu. Plná polovina tohoto počtu patřila smrkům tloušťek 30–40 cm, ostatní patřily k nižším tloušťkovým třídám. Vzrostlé jeřáby nepřežily vůbec. Ubylo dokonce i souší, jejich počet poklesl na 220 ks/ha. Na ploše "totalizátor" nedošlo k žádným výraznějším změnám – řada menších souší se zlomila a zřítily se, přibylo několik souší po napadení lýkožroutem smrkovým, několik stromů bylo vyvráceno. Celkově počet souší klesl téměř na polovinu (z 456 na 231 ks/h). Plochu "totalizátor" postihl jen lokální polom v hustotě 19 ks/ha, leží zde také 25 odkorněných kmenů na hektar – většinou ale přepadlých z území mimo monitorovací plochu. Na ploše "totalizátor" i "plošina" poklesl počet zmlazení smrku na cca polovinu, na ploše "totalizátor" i "plošina" se část zmlazení přesunula do vyšší výškové kategorie – nad úroveň 1,3 m. Na ploše "totalizátor" došlo k přesunu 3 ks jeřábu (19 ks/ha), na ploše "plošina" došlo k přesunu celkem 6 kusů (60 ks/ha) zmlazení do stromového patra – konkrétně se jednalo o 1 smrk (10 ks/ha) a 5 jeřábů (50 ks/ha). Početnost zmlazení se tedy sice snížila, ale zvýšila se jeho vitalita (většina zmlazení se posunula do výškové třídy nad 20 cm).

Počty zmlazení (jedinci do výšky 1,3 m) v roce 2011 viz Tab. 2.

Tab. 2: Počty jedinců zmlazení (ks/ha) v roce 2011.

Dřevina/plocha	Totalizátor	Plošina	Drát
smrk ztepilý – přír. zml.	219	360	–
smrk ztepilý – podsadba	0	140	–
jeřáb ptačí	12	450	–
břízy	0	40	–

Jak je patrné, na plochách náhorní planiny, které nejsou prosvětleny, je stále poměrně nízká hustota přirozené obnovy a dokonce klesá oproti roku 1999. Doplnění podsadbou na jedné z ploch zachovalo rámcově původní početnost obnovy. Ze schopnosti obnovy odrůstat, je stejně jako z věkových struktur vzrostlého lesa patrné, že v těchto polohách se smrkový les obnovuje pomalu a také pomalu odrůstá. Nevytváří kobercovitá zmlazení o několika tisících jedinců na hektar, jako je tomu v nižších polohách NPR. Na prosvětlené ploše však došlo k výraznému odrůstání jeřábu ptačího, jeho početnost se zde dokonce zečtyřnásobila.

Výsledky z trvalých monitorovacích transektů na vrcholu Jezerní hory tedy neodrážejí efekty, zejména týkající se přirozené obnovy, jaké vykazuje NPR jako celek (viz níže).

Transektová snímkování

Metoda

Transekt tvoří řetězec snímkaných čtverců vedený lineárně porostem. Transekty jsou (pokud je to možné) umísťovány mimo okrajové části porostů – doporučená vzdálenost od okraje porostu je na výšku vzrostlého stromu. Optimální počet čtverců je 25. Každý čtverec má plochu rámcově 2 x 2 m až 2,5 x 2,5 m, plocha není přesně změřena, je pouze odhadnuta sčítatelem, který prochází volně porostem a při cca každém třetím kroku vstupuje do nového čtverce, jehož šířka zhruba odpovídá jeho délce (tj. krok a půl na každou stranu od osy transektu).

Pro každou sekci se zaznamenává hlavní hodnota. Hlavní hodnotou čtverce je buď žijící dřevina vyšší než 1,3 m, není-li zde žijící dřevina, pak souše nebo pahýl souše, další pořadí priorit je následující: pařez z těžby (tvrdý, měkký), ležící mrtvé dřevo (tvrdé, měkké) nebo prázdné místo. V případě, že hlavní hodnotou čtverce je živý strom, souše, či pahýl souše nad 1,3 m výšky změří se její průměr ve výšce 1,3 m. Pokud je hlavní hodnotou čtverce pahýl souše pod 1,3 m nebo pařez změří se průměr na lomu či řezu. U všech objektů (živý strom nad 1,3 m výšky, souše nebo pahýl souše, pařez z těžby, ležící mrtvé dřevo) je zároveň zaznamenána dřevina – pokud je možné ji rozpoznat.

V každém čtverci je rovněž spočteno veškeré zmlazení dřevin podle druhů. Za zmlazení se považují jedinci dřevin mimo jedince, který je hlavní hodnotou čtverce. Při výskytu vícekmenných stromů či větším počtu vzrostlých kmenů na čtverci se jako zmlazení počítají všechny ostatní kmeny mimo kmen s největším výčetním



průměrem – ten je zařazen jako hlavní hodnota čtverce. V případech, kdy hlavní hodnotou je pařez, ležící mrtvé dřevo nebo prázdné místo se za zmlazení považuje jen zmlazení dřevin do výšky 1,3 m (dřeviny nad 1,3 m výšky by se na těchto čtvercích neměly vyskytovat – viz. pravidlo pořadí priorit hlavní hodnoty čtverce).

Transektové mapování bylo provedeno po celé ploše rezervace, tj. od nadmořských výšek 1000 m do 1340 m.

Hlavní v, sledky

Data transektů jsme vyhodnocovali k roku 1997 a 2011. Zachytili jsme následující trendy:

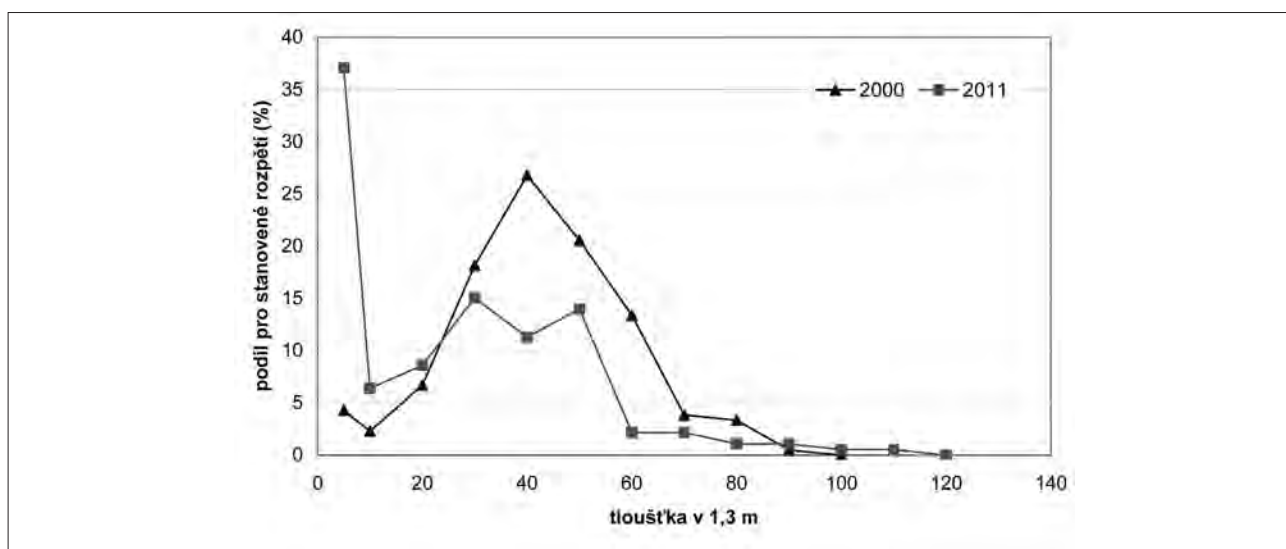
Početnost vzrostlých smrků se snížila v tloušťkových kategoriích 30–70 cm a to na cca 2/3 původní populace. Početnost smrků menších dimenzí se zvýšila – jde o smrky, jejichž výčetní tloušťka v 1,3 m se pohybovala od 1 cm po 5 cm – zmlazení smrku tedy začalo výrazněji odrůstat, zejména ve středních a spodních částech karů. Zachována byla většina extrémně silných smrků (lokalizovány převážně v karech a kamenných mořích).

Výrazně vzrostla početnost jeřábu ptačího, který překonal výšku 1,3 m. Zejména na plochách po disturbanci (z podílu na druhové skladbě u dřevin nad 1,3 m stoupl jeho podíl z 2,7% na 28,6 %).

Výrazně vzrostla početnost přirozeného zmlazení. Od roku 1997 do roku 2006 se jeho početnost v průměru ztrojnásobila, do roku 2011 dosáhla v průměru 3,7 násobku stavu z konce 90. let. Podsadby na plochách po vývratech a těžbě v roce 2006 tvořily místy až polovinu celkové obnovy, v průměru však v roce 2011 tvořily podsadby už jen 5% celkového zmlazení.

Ve sledovaném období poklesla početnost souší a vzrostlo množství tvrdého ležícího dříví. Podíl ležícího tlejícího dříví zůstal téměř zachován (11,6% a 10,6 %), očekávatelně vzrostl podíl plochy pokrytého tvrdým nerozetlým dřívím (z 4,5% na 11,5%) – tj. 2,6 x.

Západní svahy a náhorní planina Jezerní hory byly od poloviny 90. let postihnuty několika disturbancemi, přičemž hlavní změny v podobě ekosystémů způsobil orkán Kyrill. Před touto disturbancí byla většina lesního porostu kompaktní ve stadiu zralosti, kdy konkurenční boj vzrostlých smrků vedl k postupnému odumírání potlačených jedinců. V některých lokalitách bylo v porostu i vyšší množství souší, než živých smrků, nicméně šlo převážně o souše menších dimenzí. Uzavřená korunová úroveň rovněž blokovala projevy přirozené obnovy lesa. Postupující disturbance kombinované žírem lýkožrouta smrkového, těžbou a větrnými polomy způsobily lokálně úplné zničení korunové úrovně smrků – zároveň ale tento jev odstartoval hojnou přirozenou obnovu. Početnost přirozené obnovy se zhruba ztrojnásobila, významně se na ní podílí smrk a jeřáb. Početnost obnovy smrku je nižší ve vrcholové oblasti Jezerní hory, než na jejích svazích, přesto hustota mladých smrků prokazujících velmi dobrou vitalitu dosahuje 200–400 ks/ha, což dostačuje k tomu, aby se smrkový porost samovolně obnovil do původní struktury.



Obr. 1: Tloušťková struktura smrků v NPR Černé a Čertovo jezero. Porovnání změny mezi roky 2000 a 2011.



Biomonitoring

Výsledky Biomonitoringu jsou součástí příspěvku Ing. Pavla Bečky, který je také otištěn v tomto sborníku.

Kontakt

Pavel Hubený
Správa NP a CHKO Šumava, 1. máje 260, Vimperk
pavel.hubeny@npsumava.cz



ROZPAD LESA OČIMA OCHRANÁŘE

Pavel Hubený
Správa NP a CHKO Šumava

Popis situace

Na počátku 90. let bylo území tehdejší Státní přírodní rezervace ponecháváno zcela bez zásahu. Na západní straně nad Dámskou cestou už tehdy existovalo starší vylétané kůrovcové ohnisko o velikosti cca 0,5 ha. Pocházelo zřejmě z počátku 80. let a zřetelně se toto rozpadové stadium samo zastavilo. Všechny porosty postupovalo větší množství starých souší, které ale tvořily jen malé skupiny a u nichž nebylo možné identifikovat, zda vznikly po žíru lýkožrouta smrkového, nebo jiným způsobem. Změnu přinesl rok 1995, kdy (už v národní přírodní rezervaci) se objevily první smrky napadené lýkožroutem smrkovým. Hlavní oblastí výskytu byly opět západní svahy Jezerní hory. Nejdříve šlo o cca 200–300 m³ aktivní hmoty. Ačkoli na straně Správy CHKO byla jistá zdrženlivost k zásahům, bylo nakonec dohodnuto, že včasné zpracování těchto aktivních stromů pokácením a odkorněním na místě by mělo být opatřením, které sníží populaci lýkožrouta smrkového a zpomalí trend rozpadu lesa.

Bohužel v roce 1996 už množství napadených stromů překročilo hodnotu 1000 m³. Jejich těžbou tedy vznikly maloplošné paseky, stále umístěné zejména na západním svahu hory. První polovina roku 1997 přinesla razantnější přístup k blokování kůrovce, lesní správa tehdy pokácela a odkornila cca 680 m³ smrkové hmoty, téměř polovina z tohoto množství byly nenapadené stromy určené pro lapáky. Okraje sečí se tedy poněkud rozestoupily a les se místy stal mezernatým s odhalenými porostními stěnami. Deštivé léto v roce 1997 potlačilo výskyt lýkožrouta smrkového, takže na počátku roku 1998 se zdálo, že se kulminaci podařilo zlomit. Říjen 1998 však přinesl vichřici, která zasáhla zejména západní svahy Jezerní hory a zčásti náhorní planinu. Více jak 80% vyvrácených smrků leželo za nově těžbou obnaženými porostními stěnami. Rozpad porostu tedy nebyl zpomalen, ale zrychlen.

Tento efekt nakonec vyústil v nové řešení přístupu k zásahům proti lýkožroutu smrkovému. Bylo vyloučeno kácení stojících aktivních smrků a obranná opatření se soustředila zejména na odkorňování napadených vývrátů, jejichž počet se očekával každoročně dostatečně vysoký díky labilitě porostních okrajů.

Na konci 90. let skutečně množství kůrovcem napadených smrků pokleslo a na počátku tisíciletí se zdálo, že množství každoročně napadených stromů bude v zásadě vyrovnané, bez větší gradace. Na území NPR se každoročně objevovalo kolem 100 lýkožroutem opuštěných stromů, dle klimatických podmínek někdy více, jindy méně. Nehrozilo tu také vytvoření velkého ohniska populace lýkožrouta smrkového díky rozčlenění porostu pasekami s odkorněnými kmeny. Další větší škody větrem vznikly v roce 2002. Opět většina stromů padla na obnažených porostních stěnách na západním svahu – tehdy se už na náhorní planině Jezerní hory vytvořily dvě souběžné holé plochy. Vyvrácené stromy byly použity z velké části jako lapáky. Po suchém roce 2003 začalo ale množství kůrovcem napadených smrků opět stoupat, i když stále nevznikaly žádné větší plochy souší.

Orkán Kyrill v lednu 2007 navázal na efekty vichřic z roku 1998 a 2002 a smetl velké plochy dosud stojících porostů na náhorní planině a zejména na západním svahu. Ochranný efekt malého množství souší na starších porostních stěnách se příliš neprojevil. Orkán navázal na porostní stěny vytvořené v roce 1998 a provalil je místy až o několik set metrů dále k severovýchodu. Rychlost větru se pohybovala patrně kolem 160 km/hod.

Při odkorňování vývrátů bylo opět poněkud sníženo množství aktivních napadených smrků. Přesto se kůrovcem napadené smrky začaly objevovat ve větším množství už v roce 2009, zejména na hraně karu Čertova jezera, který byl po celou dobu ponechán zcela bez zásahu. Kar Čertova jezera – ačkoli jižně exponovaný – kupodivu mimo jižní hranu karu prolomenou Kyrillem, zatím kůrovci odolával.



Obr. 1: Porovnání vývoje ploch poničených vichřicemi mezi roky 2003–2008 (zdroj GIS Správy NP a CHKO Šumava).





V současné době se provádí asanace vývrátů ale i chemický postřik stojících stromů v těžko přístupných lokalitách. Rozpad lesa však i přes tato opatření zřetelně postupuje a je zřejmé, že velká část dosud přežívajících smrků bude v dohledné době selektována, nicméně rozpad korunové úrovně vzrostlých smrků selektovaným kůrovcem je v oblasti obou karů na šumavské poměry zatím velmi pomalý a dovoluje tak mozaikovitě odrůstání obnovy pod rozpadajícím se porostem.

Závěr

Horská smrčina Jezerní hory dosáhla stadia rozpadu v době, kdy se průměrný věk smrků pohyboval kolem 130 let, přičemž v porostu byly hojně zastoupeny i stromy starší. Rozpad korunové úrovně na větrem exponovaných stanovištích proběhl v období pouhých 10 let. Prvotní zásahy směřované k pokácení kůrovcem napadených stromů způsobily rozčlenění porostu a vytvoření porostních stěn. Prvotní myšlenka, ke které jsme se v polovině 90. let upínali, že úzkostlivé kácení všech aktivních stromů a dostatečné pokládání lapáků zpomalí rozpad korunové úrovně smrkového lesa, se nepotvrdila. Zejména díky vichřicím (rychlosti větru se pohybovaly kolem 100–160 km/hod. a jejich četnost byla cca 1 vichřice za 5 let) byla korunová úroveň z velké části vyvrácena a rozlámana. Z této lokální epizody se nabízí zkušenost, že ani veškerá snaha o potlačení šíření lýkožrouta smrkového ve smrkovém lese, nemusí vést ke zpomalení jeho rozpadu. Plošným rozpadem byly postiženy plochy orientované k západu, jihozápadu a partie vrcholu a hřbetu, nejméně dotčeny byly svahy východní a jižní, tj. nejméně exponované větrem. Kladu si otázku, zda by bývalo nebylo vhodnější ponechat celý porost bez asanačních zásahů. Pravděpodobně by v něm totiž dnes bylo mnohem méně živých smrků, většinu NPR by pokrýval les souší, na druhé straně by ale nebylo tak velké území narušeno vývraty, které poškodily půdu a nemalou část přirozené obnovy. Porost se na pasece po asanaci polomu také pomaleji obnovuje z přirozeného náletu a podíl umělé výsadby je zde výraznější. Na druhé straně i na těchto plochách dnes odrůstá perspektivní převážně přírodně strukturovaný les. Jeho odrůstání je pomalé – nepochybně stejně pomalé, jak bylo i v minulosti. Vždyť tento les přirozeně roste velmi pomalu – čeká ho dalších snad sto padesát – snad dvě stě let pozvolného zapojování a dorůstání.

Kontakt

Pavel Hubený

Správa NP a CHKO Šumava, 1. máje 260, Vimperk

pavel.hubeny@npsumava.cz



BIOMONITORING V NPR ČERNÉ A ČERTOVO JEZERO

Pavel Bečka
Správa NP a CHKO Šumava

Cíle projektu

Biomonitoring lesních ekosystémů ve zvláště chráněných maloplošných územích (ZCHMÚ) v CHKO Šumava je dlouhodobý inventarizační projekt založený na opakovaných měřeních na trvalých monitoračních plochách. Projekt začal v roce 2009. V roce 2011 byla v jeho rámci změřena Národní přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero.

Krátkodobým cílem biomonitoračního šetření je zachytit současný stav lesních ekosystémů v ZCHMÚ a vytvořit tak kvalitní informační základnu pro opakovaná měření.

Dlouhodobým cílem je získání a vyhodnocení dat z opakovaných měření. Při každém následujícím cyklu měření se bude zvyšovat vypovídající hodnota dat a možnosti jejich interpretace.

Metodika sběru dat

Pro sběr dat byla použita znáhodněná síť bodů s krokem před znáhodněním 250 m, která byla oříznuta hranicemi ZCHMÚ. Do NPR Černé a Čertovo jezero padlo 33 bodů, z toho pět bodů na vodní plochu jezer a jeden bod do nepřístupného terénu. Založeno a změřeno bylo 27 monitoračních ploch.

Data jsou sbírána technologií Field-Map na kruhových plochách o výměře 500 m². Každá plocha je označena třemi nezávislými znaky, které zajistí její přesné dohledání při opakovaných měřeních: střed plochy je fixován geodetickým mezníkem, jsou zaznamenány geodetické souřadnice středu plochy a reflexním sprejem je označen jeden nebo dva stromy uvnitř nebo v blízkosti plochy, jejichž souřadnice jsou rovněž zaznamenány.

Na každé ploše jsou data sbírána v pěti vrstvách: charakteristiky plochy, lokalizace a charakteristiky jedinců stromového patra, charakteristiky obnovy, ležícího mrtvého dřeva, pahýlů souší a pařezů a fytoocenologický snímek.

Metodika sběru dat je převzata z projektu Biomonitoring lesních ekosystémů v území NP Šumava ponechaném samovolnému vývoji prováděným ing. Pavlou Čížkovou.

Výsledky

Hlavní stromové patro

Do hlavního stromového patra jsou počítány stromy od 70 mm výčetního průměru. Z důvodu časové náročnosti sběru dat je monitorační plocha rozdělena na dvě části. Na vnitřním kruhu o poloměru 7 m jsou zjišťovány pozice a charakteristiky všech stromů nad 70 mm, mezi 7 m a hranicí plochy (12,62 m) jsou zjišťovány pozice a charakteristiky stromů od 300 mm výčetního průměru.

Podíl živých stromů a souší v hlavním stromovém patře

V Tab. 1 a 2 jsou uvedeny hektarové počty, hektarové výčetní kruhové základny a procentické podíly živých stromů a souší v hlavním stromovém patře.

Tab. 1: Podíl živých stromů a souší v hlavním stromovém patře podle hektarových počtů stromů.

Dřevina	Živé stromy		Čerstvé souše		Staré souše	
	[ks/ha]	[%]	[ks/ha]	[%]	[ks/ha]	[%]
smrk ztepilý	192	53.8	11	3.0	155	43.2
jedle bělokorá	5	75.8	0	0.0	1	24.2
buk lesní	6	69.8	0	0.0	2	30.2
celkový součet	203	54.5	11	2.9	158	42.6

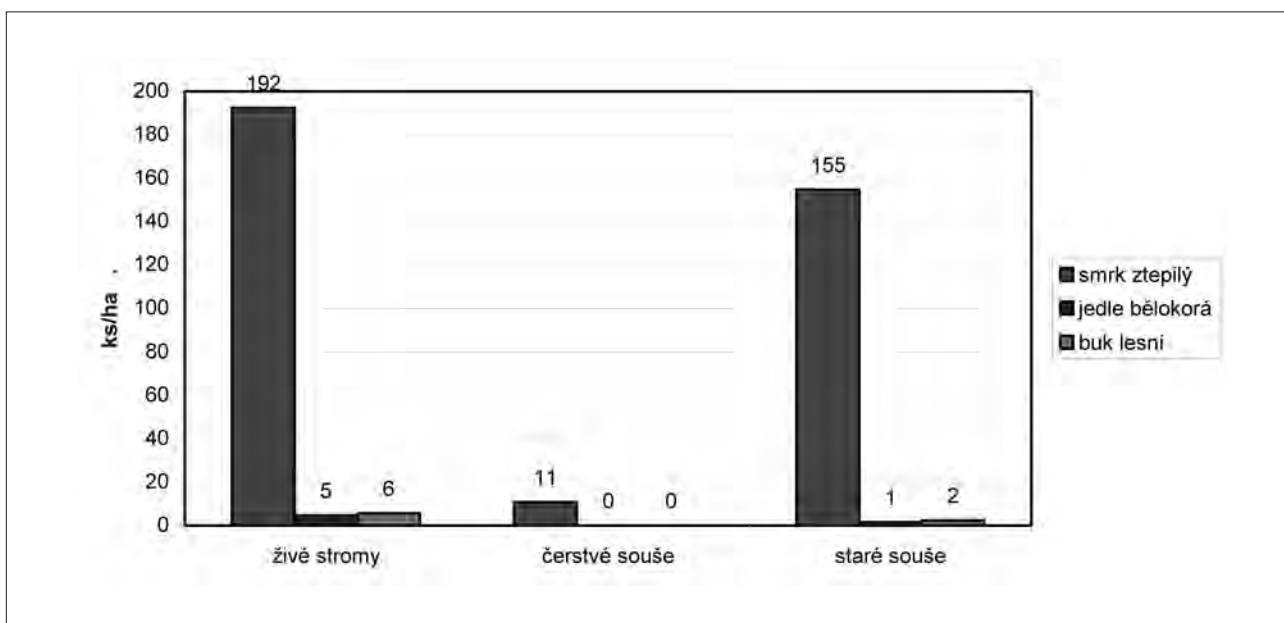
Tab. 2: Podíl živých stromů a souší v hlavním stromovém patře podle hektarové výčetní kruhové základny.

Dřevina	Živé stromy		Čerstvé souše		Staré souše	
	[m ² /ha]	[%]	[m ² /ha]	[%]	[m ² /ha]	[%]
smrk ztepilý	26.6	72.0	1.2	3.2	9.2	24.8
jedle bělokorá	0.4	67.4	0	0.0	0.2	32.6
buk lesní	0.3	65.9	0	0.0	0.1	34.1
celkový součet	27.3	71.9	1.2	3.1	9.5	25.0

Dle počtu stromů na hektar tvoří živé stromy 54,5 % a souše 45,5 % stromů hlavního stromového patra. U smrku ztepilého je poměr živé stromy a souše 53,8 % a 46,2 %. Celkový počet živých stromů a souší v hlavním stromovém patře je 372 ks/ha.

Dle hektarové výčetní kruhové základny tvoří živé stromy 71,9 % a souše 28,1 % stromů hlavního stromového patra. U smrku ztepilého je poměr živé stromy a souše 72 % a 28 %. Celková výčetní kruhová základna živých stromů a souší v hlavním stromovém patře činí 38 m²/ha. Je patrné, že dimenze souší jsou obecně menší než dimenze živých stromů.

V hlavním stromovém patře se na měřených plochách v rezervaci nacházejí pouze tři druhy, ze kterých jak v živých stromech (94,6 %) tak v souších (98,2 %) dominuje smrk ztepilý. Další dva druhy, jedle bělokorá a buk lesní se vyskytují jenom sporadicky.



Obr. 1: Druhové složení hlavního stromového patra (živé stromy) podle počtu stromů- smrk ztepilý (*Picea abies*) a ostatní dřeviny.

Ležící mrtvé dřevo, pahýly souší a pařezy

Veškeré mrtvé dřevo – kmeny (ležící mrtvé dřevo), pahýly souší do výšky 1,3 m a pařezy do výšky 1,3 m – je na monitoračních plochách zaznamenáváno pozičně. Registrační hranice pro ležící kmen je 70 mm na slabším konci a minimální délka 1 m. Registrační hranice pro pahýl souše a pro pařez je minimální průměr 70 mm na zlomu (řezu).

Plocha kmenů byla spočtena jako plocha jejich půdorysného průmětu – tedy jako plocha lichoběžníku. Pokud kmen nebyl průběžný, ale byl zakřivený nebo zalomený a jednotlivé jeho části byly stále spojené – pak byla celková plocha spočtena jako součet ploch dílčích kusů.

Plocha pahýlů souší a pařezů byla spočtena jako půdorysný průmět jejich lomové či řezné plochy – tedy jako plocha kruhu o průměru střední hodnoty intervalu, do kterého byl pařez zařazen.

Plocha pahýlů souší a pařezů byla spočtena jako půdorysný průmět jejich lomové či řezné plochy – tedy jako plocha kruhu o průměru střední hodnoty intervalu, do kterého byl pařez zařazen. Objem pařezů byl spočten jako objem válce – plocha lomové či řezné plochy byla násobena výškou pařezu.

Při výpočtu plochy pahýlů souší a pařezů je jejich skutečná plocha podhodnocena o plochu „pláště“. Do plochy a objemu pahýlů souší a pařezů nejsou započteny kořenové náběhy. Plocha a objem kořenových náběhů rovněž nejsou zohledněny u výpočtů vyvrácených kmenů.

Základní charakteristiky mrtvého dřeva

Změřené mrtvé dřevo pokrývá průměrně 935,4 m²/ha a jeho objem je 193,5 m³/ha. Hustota ležícího dřeva je 867 ks/ha a pařezů/pahýlů 257 ks/ha.

Tab. 3: Množství (plocha, objem a počet) mrtvého dřeva na hektar plochy.

	Plocha [m ² /ha]	Objem [m ³ /ha]
kmeny	915.2	184.9
pahýly souší a pařezy	20.2	8.5
mrtvé dřevo celkem	935.4	193.5
ostatní mikrostanoviště	9064.6	

Podíl plochy mrtvého dřeva podle stupně rozkladu a podíl zmlazení, které se na něm vyskytuje

Mrtvé dřevo bylo rozděleno do 5 typů podle stupně rozkladu – 1. dřevo tvrdé, kmen v kůře, živé lýko, 2. dřevo tvrdé, nůž lze zarazit 1–2 cm, 3. dřevo částečně rozložené, nůž lze zarazit do hloubky 3–5 cm, 4. dřevo měkké, lze zarazit celou čepel nože, 5. dřevo velmi měkké, kopíruje terén, při manipulaci se rozpadává.

Tab. 4: Plocha a množství obnovy na mrtvém dřevě podle rozkladu.

Rozklad	Ležící dřevo			Pařezy/pahýly		
	plocha [m ²]	obnova [ks]	obnova [ks/m ²]	plocha [m ²]	obnova [ks]	obnova [ks/m ²]
ZivelykoNuzMax0,5cm	3.6	0	0	0	0	0
DrevoTvrdeNuz1–2cm	929.0	827	0.9	16.4	11	0.7
CastRozlozNuz3–5cm	228.2	728	3.2	4.3	28	6.5
DrevoMekkeNuzZcela	55.3	363	6.6	4.7	77	16.5
DrevoSeRozpadava	19.5	148	7.6	1.9	6	3.2
celkem	1235.5	2066	1.7	27.3	122	4.5

Absolutní množství obnovy napočítané na kmenech je 2066 kusů, na pařezech nebo pahýlech pak 122 kusů obnovy.

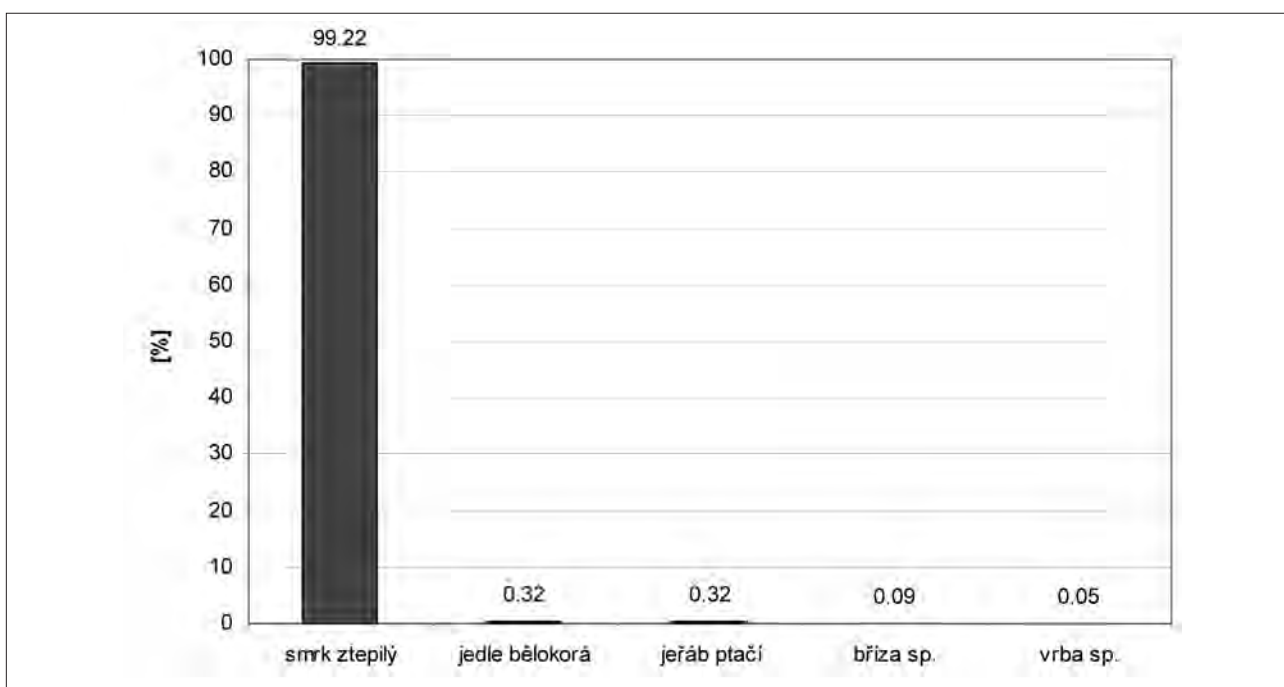


U ležícího dřeva je relativně nejvíc obnovy na plochu na kmenech kategorie 5 (dřevo se rozpadává) 7,6 ks/m², dále pak v kategorii 4 (lze zarazit celou čepel) 6,6 ks/m², následují kategorie 3 (nůž lze zarazit 3–5 cm) s 3,2 ks/m² a 2 (nůž lze zarazit 1–2 cm) s 0,9 ks/m².

U pařezů/pahýlů je nejvíce obnovy na plochu v kategorii 4 (lze zarazit celou čepel) 16,5 ks/m², následují kategorie 3 (nůž lze zarazit 3–5 cm) s 6,5 ks/m², 5 (dřevo se rozpadává) s 3,2 ks/m² a 2 (nůž lze zarazit 1–2 cm) s 0,7 ks/m².

Druhé složení obnovy na mrtvém dřevě

V druhovém složení obnovy na mrtvém dřevě dominuje smrk ztepilý (99,22 %). Z dalších dřevin se ojediněle vyskytují jedle bělokorá (0,32 %), jeřáb ptačí (0,32 %), bříza (0,09 %) a vrba (0,05 %).



Obr. 2: Procentuální zastoupení druhového složení obnovy na mrtvém dřevě.

Obnova dřevin

Množství a vlastnosti obnovy dřevin jsou na monitoračních plochách zjišťovány dvěma způsoby. Na celé monitorační ploše – 500 m². U každého jedince se zaznamenává dřevina, výšková třída (1. od 10 do 20 cm výšky, 2. nad 20 cm výšky do výčetního průměru 70 mm) a mikrostanoviště (1. obnažená půda, 2. hrabanka, 3. hrabanka na kameni, 4. pařezy a pahýly souší, 5. kmene, 6. travní drn, 7. ostatní vegetace).

Malá obnovní ploška – 28,27 m² slouží ke zjišťování podrobných vlastností jedinců obnovy, které by na celé ploše nebylo možné zjišťovat z důvodů přílišné pracnosti a tím i časové náročnosti. Pro každého jedince je na obnovní plošce zaznamenána dřevina, výška (cm), DBH (mm) – pokud je jedinec vyšší než 1,3 m, dále mikrostanoviště, původ obnovy – přirozená, umělá, nelze rozpoznat původ, její ochrana, mikrorelief a poškození obnovy.

Obnova na celé monitorační ploše

Průměrné množství obnovy přepočtené z 27 ploch o výměře 500 m² je 8641 ks/ha. Medián počtů obnovy, který není ovlivněn extrémními hodnotami, je 2700 ks/ha. Minimální zjištěná hustota zmlazení je 280 ks/ha a maximální zjištěná hustota zmlazení je 52460 ks/ha.

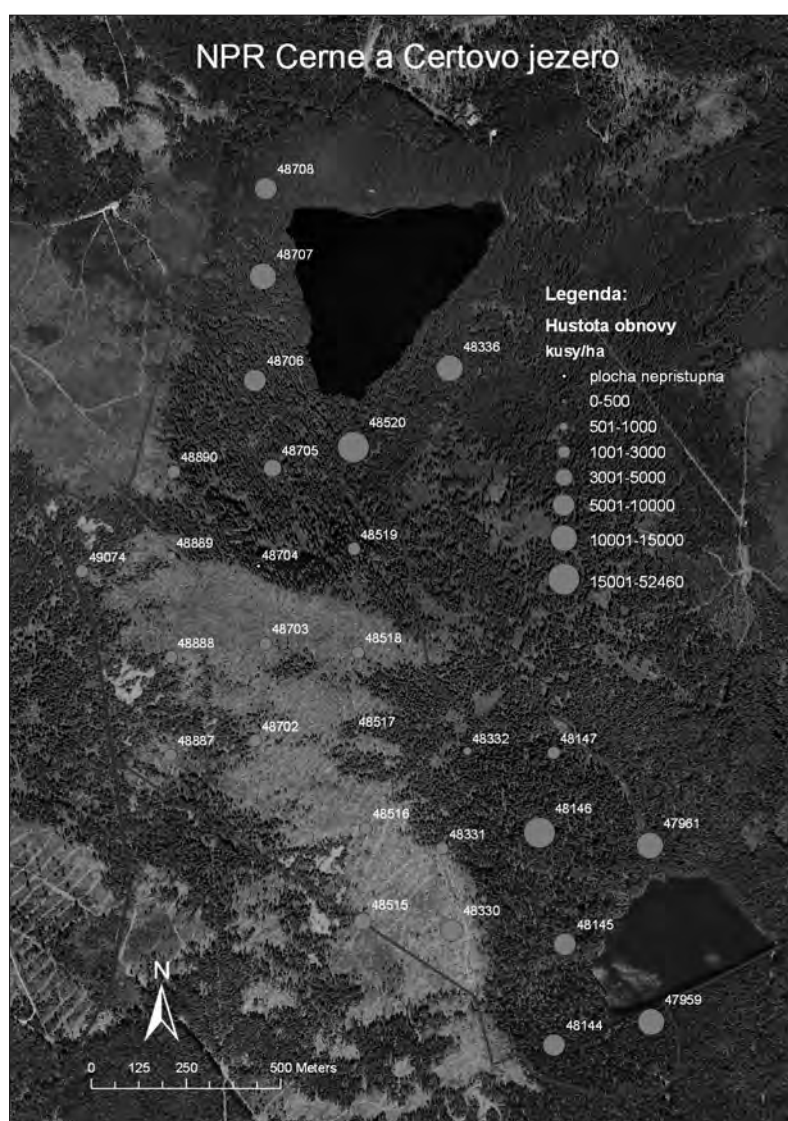


Tab. 5: Plocha mrtvého dřeva (kmenů a pařezů) a ostatních mikrostanovišť a podíl zmlazení dřevin, které se na nich vyskytuje. Zmlazení I. je počet jedinců zmlazení [ks/ha] z jednotlivých mikrostanovišť přepočtený na hektar. Zmlazení II. je počet jedinců zmlazení [ks/ha] z jednotlivých mikrostanovišť přepočtený na hektar za předpokladu, že by jednotlivé kategorie pokrývaly 100% monitoračních ploch.

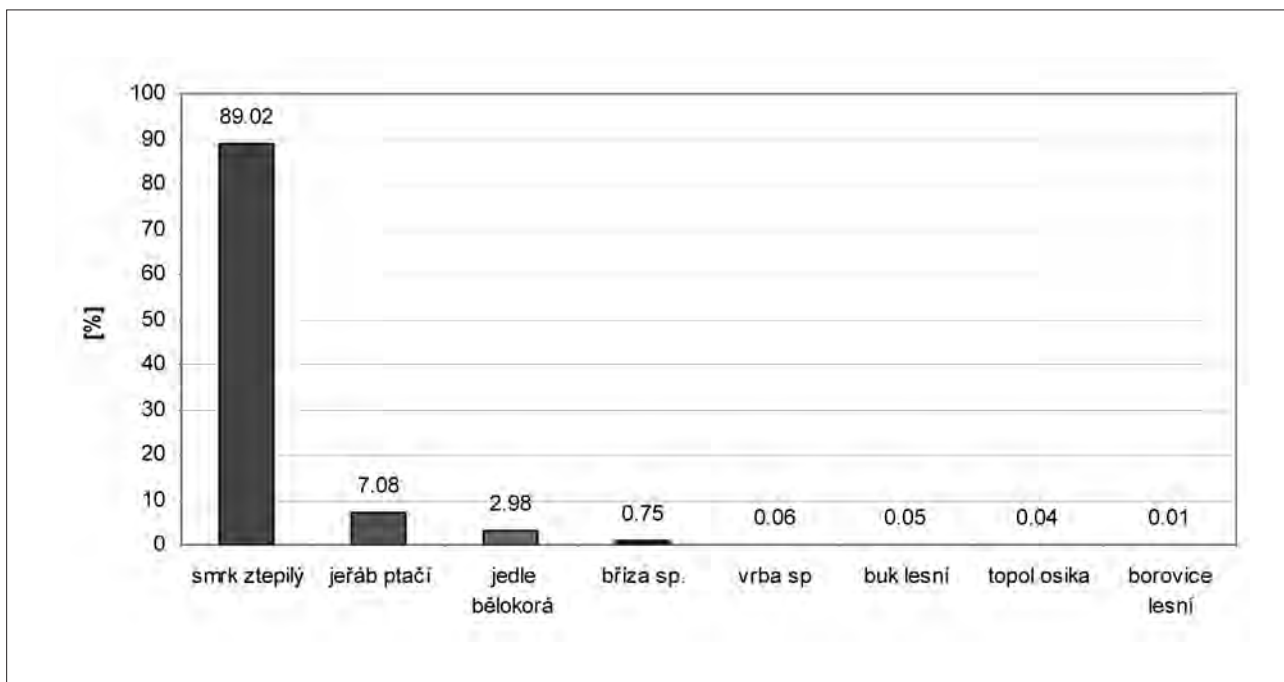
	podíl plochy [%]	podíl zmlazení [%]	zmlazení I. [ks/ha]	zmlazení II. [ks/ha]
šetřené území celkem	100.0	100.0	8641	8641
kmeny	9.2	17.7	1531	16641
pařezy/pahýly	0.2	1.0	90	45000
mrtvé dřevo celkem	9.4	18.7	1621	17245
ostatní mikrostanoviště	90.6	81.3	7020	7748

Veškeré mrtvé dřevo pokrývá 9,4% výměry monitoračních ploch a vyskytuje se na něm 17,7% veškerého zjištěného zmlazení. Zbývající mikrostanoviště (obnažená půda, hrabanka na kameni, hrabanka, travní drn, ostatní vegetace) zaujímají 90,6% výměry monitoračních ploch a vyskytuje se na nich 81,3% zmlazení.

Průměrné množství jedinců zmlazení na mrtvém dřevě je 1621 ks/ha. Pro porovnání preference mikrostanovišť, byla spočtena hustota obnovy, které by bylo dosaženo v případě, že by dané mikrostanoviště pokrývalo celou výměru monitoračních ploch. Pokud by kmeny pokrývaly celou výměru monitoračních ploch, dosáhla



Obr. 3: Rozdělení ploch podle množství obnovy.



Obr. 4: Druhového složení obnovy zjištěné na celé ploše.

by hustota zmlazení 16641 ks/ha, pokud by pařezy pokrývaly celou výměru monitoračních ploch byla by hustota zmlazení 45000 ks/ha, na mrtvém dřevě celkem vychází hustota zmlazení na 17245 ks/ha a na ostatních mikrostanovištích na 7748 ks/ha.

V druhovém složení obnovy vyplývajícím z šetření na celé monitorační ploše výrazně dominuje smrk ztepilý s 89,02 %. Následuje jeřáb ptačí (7,08 %), jedle bělokorá (2,98 %) a břízy (0,75 %). Žádná ze zbývajících dřevin nepřesáhla 0,1 %.

Obnova na obnovní plošce

Průměrné množství obnovy přepočtené z 27 obnovních plošek o výměře 28,27 m² je 11108 ks/ha. Medián počtů obnovy je 4244 ks/ha. Na dvou obnovních ploškách nebyla nalezena žádná obnova, maximální zjištěná hustota zmlazení je 90895 ks/ha.

Druhové složení obnovy odpovídá zhruba výpočtům obnovy z celé monitorační plochy. Dominuje smrk ztepilý (92,33 %), následují jeřáb ptačí (5,07 %), jedle bělokorá (1,77 %), břízy (0,71 %) a vrby (0,12 %).

Z podrobných údajů o původu jedinců zmlazení vyplývá, že 836 (98,58 %) kusů je přirozeného původu, 9 (1,06 %) je uměle vysazených a u tří (0,35 %) původ nešlo rozpoznat. Při hodnocení původu obnovy se musí vzít v úvahu, že k umělému vysazování docházelo zejména na plochách poznamenaných orkáнем Kyrill a že byl vysazován hlavně smrk. Na těchto plochách je druhové složení odlišné od celkových výsledků. Stále dominuje smrk, ale jeho zastoupení v obnově je pouze 66,67 %, následují jeřáb ptačí (27,03 %), břízy (5,41 %) a vrby (0,90 %). Každý sedmý jedinec smrku zde pochází z umělého vysazení.

Diskuse/závěr

Při biomonitoringu NPR Černé a Čertovo jezero bylo podrobně zmapováno 27 ploch á 500 m², což je 1,35 ha. Nejnižše položená založená monitorační plocha je 1046 m n. m., nejvýše položená plocha je blízko vrcholu Jezerní hory 1342 m n. m. Téměř polovina ploch (13) byla více či méně poznamenaná orkáнем Kyrill.

V hlavním stromovém patře byly zaznamenány jak v živých stromech tak v souších pouze tři druhy dřevin, ze kterých dominuje smrk ztepilý s 94,6 % v živých stromech a 98,2 % v souších. Další dva druhy – jedle



bělokora a buk lesní – se objevují jenom ojediněle. Skoro každý druhý stojící strom je souše. Poměr živých stromů k souším je 5,4:4,6. Souše ale nedosahují takových výčetních průměrů jako živé stromy. Poměr výčetní kruhové základny živých stromů a souší je 7,2:2,8.

Zajímavým aspektem je, že ačkoli jde o starou rezervaci s převážně původními lesy, smrk v ní naprosto dominuje, a to i v nižších nadmořských výškách (1050 m). Zkušenosti ze snahou podsadbami zvýšit podíl ostatních dřevin, například výsadbou javoru kleny, říkají, že taková snaha je marná, výsadby odumřely. V bimonitoračních plochách se nijak neprojevila. Zprávy o dominantním postavení smrku z počátku 19. století a současná situace tedy jednoznačně ukazuje na přirozeně vysoký podíl smrku v této části Šumavy.

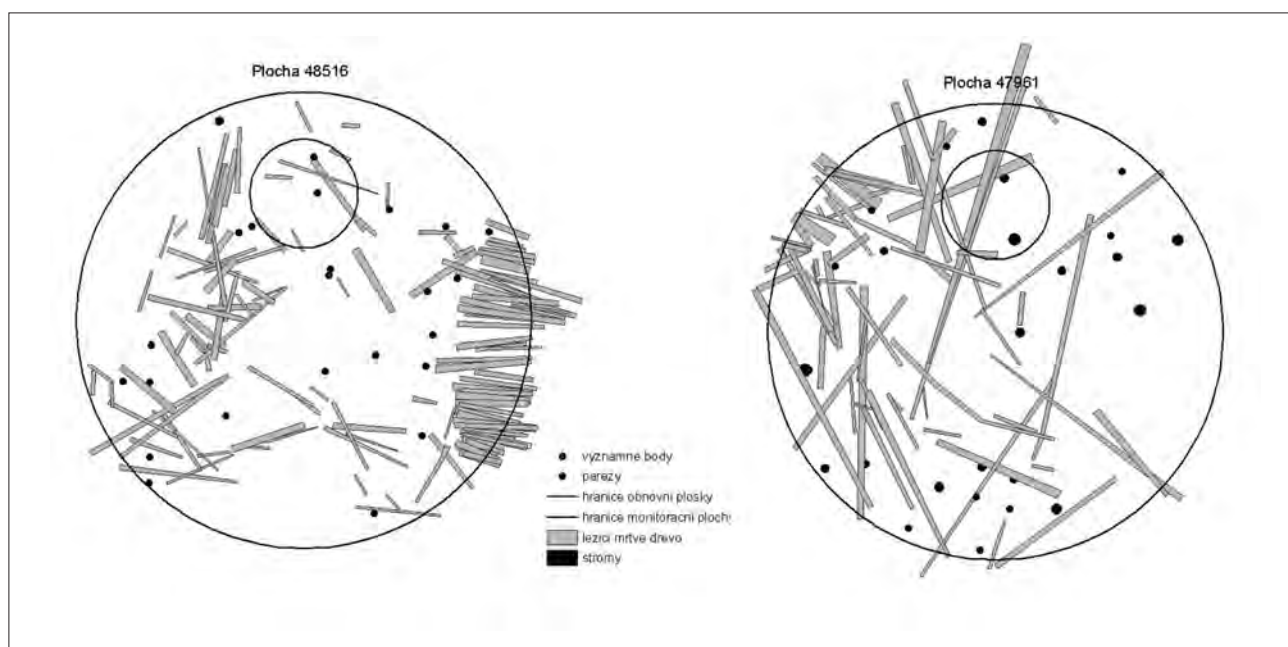
V rezervaci se nachází relativně velké množství mrtvého dřeva, které pokrývá 9,4% výměry monitoračních ploch. Při biomonitoringu lesních ekosystémů v území NP Šumava ponechaném samovolnému vývoji bylo zaměřeno mrtvé dřevo na necelých 5% monitorované plochy (P. Čížková 2010). Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben vysokým podílem lesních porostů narušených Kyrillem, které se v rezervaci nacházejí. Na takových plochách je objem mrtvého dřeva více jak dvojnásobný proti nezasaženým plochám.

Mrtvé dřevo je velmi důležitou součástí lesního ekosystému, které hraje mimo jiné zásadní roli při zmlazování dřevin – především smrku ztepilého. Z celkového počtu zmlazení se 18,7% nachází právě na mrtvém dřevě. Na 1 m² pařezů bylo v průměru napočítáno 4,5 kusů zmlazení, u ležícího mrtvého dřeva pak 1,7 ks/m² a na ostatních mikrostanovištích mimo mrtvé dřevo 0,8 ks/m². Velkou roli hraje i stupeň rozkladu dřeva. Čím více je dřevo rozložené, tím více obnovy se na něm nachází.

V rezervaci roste na všech přeměřených plochách obnova. Minimální zjištěná hustota zmlazení na jedné ploše je 280 ks/ha a maximální zjištěná hustota zmlazení je 52460 ks/ha. Průměr je 8641 ks/ha (medián 2700 ks/ha). V obnově dominuje smrk ztepilý s 89,02%. Následuje jeřáb ptačí (7,08%), jedle bělokora (2,98%) a břízy (0,75%). Velmi ojediněle se vyskytují vrby, buk lesní, topol osika a borovice lesní.

I u obnovy byly pozorovány rozdíly mezi plochami zasaženými a nezasaženými Kyrillem. Na nezasažených plochách bylo napočítáno průměrně 14356 ks/ha (medián 7670 ks/ha). Na zasažených plochách roste průměrně 2486 ks/ha (medián 2200 ks/ha). Smrk na nich nedosahuje takové hustoty zmlazení (66,67%) jako na nezasažených plochách (96,2%) a více než čtvrtina jedinců patří jeřábu ptačímu. Každý sedmý smrk na zasažených plochách pochází z umělého vysazování.

Výrazně nižší počet obnovy na plochách zasažených Kyrillem může mít několik příčin. Při biomonitoringu lesních ekosystémů v území NP Šumava ponechaném samovolnému vývoji bylo zjištěno, že hustota obnovy klesá s přibývajícím nadmořskou výškou (P. Čížková 2010). Prakticky všechny monitorační plochy v zasaže-



Obr. 5: Ukázka monitoračních ploch z narušeného a nenarušeného porostu.



ných porostech jsou ve vrcholových partiích rezervace, tedy v nejvyšší nadmořské výšce monitorovaného území. Poničením stromového patra došlo ke změně mikroklimatických podmínek pro mladé stromky, dochází k větším teplotním výkyvům, v suchých obdobích rychlejšímu vysušení půdního povrchu. Částečnou roli sehrálo nepochybně i zpracování/odkornění vyvrácených stromů harvestorem, kdy pořezané kmeny byly naskládány do řádků, tím v některých částech obnova není zastíněna vůbec a v jiných došlo naopak k úplnému zakrytí půdy a tím poničení vyskytující se obnovy. Vysoký objem mrtvého dřeva se zatím nemohl na počtu obnovy pozitivně projevit. Naprostá většina změřeného odkorněného dřeva je v současné době tvrdá, a protože zkušenosti ukazují, že se rozkládá déle než dřevo v kůře, nebude hrát z hlediska četnosti obnovy ještě delší dobu významnou roli. Do budoucna by se mělo zvážit využití méně invazivních metod, které jsou nepochybně náročnější na provedení a investice. Na druhé straně by se při menším poškození stávající obnovy mohlo ušetřit za umělé výsadby.

I přes tyto rozdíly v hustotě obnovy je čtyři roky po Kyrillu i na narušených plochách dostatek obnovy pro nově vznikající stromové patro.

Dalším potěšitelným faktem je, že přes výrazné narušení porostů byl v rezervaci v průběhu biomonitoringu (květen až srpen 2011) pozorován kriticky ohrožený tetřev hlušec – slepice se čtyřmi kuřaty a jeden kohout. Další pobytové znaky tetřeva (trus, péra a stopa v bahně) byly zaznamenány jak přímo na monitoračních plochách (7 záznamů) tak při přibližování se na plochy (13 záznamů). Z dalších chráněných či zajímavých druhů došlo k pozorování sokola stěhovavého, datlíka tříprstého, krkavce velkého a kavče žlutozobého.

Kontakt

Diplom-Biolog, Ing. Pavel Bečka
Správa NP a CHKO Šumava, pracoviště Sušice
Na Burince 339, 342 01 Sušice
pavel.becka@npsumava.cz





VÝZNAMNÁ CHRÁNĚNÁ ÚZEMÍ V PÉČI LESŮ ČR, S.P. V PLZEŇSKÉM KRAJI

Ivan Klik, LČR, s.p.
Krajské ředitelství Plzeň

Lesy České republiky v územní působnosti KŘ Plzeň obhospodařují 135 tisíc ha lesa. Více než třetina této výměry je tvořena lesy zvláštního určení, převažují chráněná území. Z velkoplošných chráněných území se zde nacházejí čtyři CHKO – Český les, Šumava, Slavkovský les a Křivoklátsko a dále téměř 80 maloplošných zvláště chráněných území.

Při zajišťování hospodaření v lesích ve správě Lesů ČR jsou plně respektovány zájmy ochrany přírody. Cílem ochrany v těchto chráněných územích je uchování přírodních hodnot nebo zlepšení jejich stavu. Pro jednotlivá zvláště chráněná území jsou vymezeny základní a bližší ochranné podmínky, jejichž nerespektování by mohlo mít za následek poškození či úplné zničení předmětu ochrany. Vlastní hospodaření je zajišťováno plně v souladu s výše uvedenými podmínkami a schválenými plány péče. Maloplošná zvláště chráněná území jsou v terénu označena červenými pruhy a osazena státním znakem, případně informační tabulí.

Na lesních pozemcích ve správě LČR, s.p. KŘ Plzeň se nacházejí pouze čtyři národní přírodní rezervace, z nichž jednoznačně nejvýznamnější je NPR Černé a Čertovo jezero na Šumavě. Další významná a dlouhodobě chráněná rezervace je Chejlava na Bukové hoře u Nepomuku. NPR Bílá strž a NPR Čerchovské hvozdy jsou rezervace novodobé.

Další kategorie tvoří národní přírodní památky, přírodní rezervace, přírodní památky. Všechna maloplošně zvláště chráněná území mají ochranné pásmo zpravidla v rozsahu 50 metrů.



Nejvýznamnější kategorií maloplošných zvláště chráněných území jsou národní přírodní rezervace.



Národní přírodní rezervace v územní působnosti KŘ Plzeň

NPR ČERNÉ A ČERTOVO JEZERO

Dva ledovcové kary s jezery na svazích Jezerní hory, 4 – 6 km severozápadně od Železné Rudy.

Katastrální území: Hojsova Stráž, Železná Ruda (okres Klatovy)

Výměra: 208 ha

Nadmořská výška: 1008–1343,4 m

Vyhlášeno: 1933

Dvě jezera, Černé a Čertovo, vyplňující dna výrazně modelovaných ledovcových karů s vyvinutými suťovými karovými smrčiny a fragmenty subalpínských bezlesých společenstev a s přirozenými klimaxovými smrčinami na hřbetu Jezerní hory. V Černém jezeře roste na jediné lokalitě v ČR šídlatka jezerní (*Isoëtes lacustris*).

Charakter rezervace určují dva ledovcové kary, v nichž leží přirozená jezera, hrazená čelními morény. V severovýchodním svahu Jezerní hory (1343,4 m n. m.) je zahloubený rozsáhlý a výrazně modelovaný kar Čertova jezera, největšího a nejnižě položeného jezera české Šumavy (18,43 ha, 1008 m n. m.), s povodím o ploše 1,286 km² patřící k povodí Labe. V jihovýchodním svahu se nachází menší a méně výrazný kar Čertova jezera (10,33 ha, 1030 m n. m.), jehož povodí o výměře 0,857 km² leží v povodí Dunaje.

Zcela převažující smrkové porosty jsou různorodého původu. Staré porosty na náhorní planině Jezerní hory jsou pravděpodobně přirozenou klimaxovou smrčinou. Nejstarší smrky dosahují věku 300 let a mají solitérní habitus naznačující, že před zhruba 150 až 300 lety zde rostl nezapojený smrkový les. Tato smrčina byla na větších plochách kácena při zásazích proti kůrovci v letech 1996 až 1998 (dřevo zůstalo na místě), jinak je ponechávána samovolnému vývoji. Svahy Jezerní hory, stejně jako svahy karů, pokrývají mladší smrčiny, vyvinuté na místech, kde bylo pravděpodobně holosečně káceno na počátku 19. století. Nenajdeme zde stromy starší než 250 let. Do nadmořské výšky 1200 až 1250 m pronikají buky, které místy dokonce převažují (v části karu Čertova jezera). V celé rezervaci, zejména pod úrovní 1250 m n. m., roste jedle, která se, s výjimkou vrcholového hřbetu Jezerní hory, přirozeně obnovuje a místy je dokonce v přirozené obnově dominantní. Rozsáhlé změny však způsobil v roce 2007 orkán Kyrill.





NPR CHEJLAVA

NPR Chejlava je jedinou ze jmenovaných rezervací ležících mimo území CHKO. Rezervace se nachází v okrese Plzeň-jih a rozkládá se na ploše necelých 26 ha. Leží severovýchodně od vrcholu Bukové hory (651 m n. m.).

Předmětem ochrany je starý smíšený listnatý porost (zachovalá a druhově bohatá bučina) s bohatou hájovou květenou v podrostu. Prioritním zájmem ochrany přírody je zachování a obnova starých smíšených listnatých porostů a postupné omezení, až vyloučení lidských zásahů s cílem dosažení režimu samovolného vývoje.



NPR Chejlava je zároveň součástí evropsky významné lokality v soustavě Natura 2000.

NPR Chejlava byla vyhlášena výnosem Ministerstva školství a národní osvěty již v roce 1933, stejně jako NPR Černé a Čertovo jezero. Pro hospodaření v rezervaci je vytvořen sběrný hospodářský soubor 3446, porosty jsou zařazeny do kategorie lesa zvláštního určení. Nepřetržitá obnovní doba, zákaz používání těžké mechanizace, těžba jednotlivým výběrem, zpracování kůrovce.

V NPR Chejlava byl ze strany ČIŽP řešen problém poškozování přirozené obnovy srnčí zvěři, srnčí zvěř byla označena za limitní faktor pro vznik listnaté etáže. Postupně se ale ukazuje, že rozhodujícím faktorem jsou světelné podmínky ve starých bukových a jasanových porostech, kde v prolukách nové porosty zvěři bez velkého poškození při dostatečném přístupu světla odrůstají.

NPR BÍLÁ STRŽ

Rezervace o výměře 79 ha se nachází na Bílém potoce v rozsáhlém komplexu Královského hvozdu uvnitř CHKO Šumava, vyhlášena byla v roce 1972. Charakteristickým je 13 m vysoký stejnojmenný vodopád.

Převažují původní porosty smrku ztepilého s jedlí a bukem, nejstarší porosty dosahují věku více než 200 let. V současné době jsou porosty prakticky ponechány samovolnému vývoji.

V NPR Bílá strž se neprovádějí žádné lesnické zásahy, nezpracovává se ani kůrovcové dříví, výskyt kůrovce ale není na rozdíl od rezervace Černé a Čertovo jezero problémem vzhledem ke skladbě porostů BK, JD, SM.



NPR ČERCHOVSKÉ HVOZDY

NPR byla vyhlášena v roce 2000. Rezervace se nachází v jižní části CHKO Český les a s ohledem na rozlohu 327 ha je nejrozsáhlejším chráněným územím Českého lesa. NPR Čerchovské hvozdy se nalézá na svazích vrcholů Čerchov (1042 m.n.m), Malý Čerchov (988 m.n.m) a Sedlová jedlina (927 m.n.m), v katastrálním území Česká Kubice, Dolní Folmava, Chodov a Pec pod Čerchovem.



Rezervace se nachází v bývalém hraničním pásmu. Dlouhodobá nepřístupnost hraničního pásma veřejnosti do jisté míry přispěla k minimálnímu narušení území. Hlavním předmětem ochrany jsou zachovalé, přírodě blízké bukové a smíšené lesní porosty. Oblast Čerchovských hvozdů je poměrně častým cílem turistů. Je zde řada známých turistických tras a v zimě upravovaných běžeckých tratí. Centrem turistického ruchu je vrchol Čerchova. Zalesněný horský masiv vystupuje do výšky 1.042 m a je nejvyšší horou téměř 100 km dlouhého pásma, které se rozprostírá od Všerubského průsmyku až k Dyleni na Chebsku.

Převážná část NPR Čerchovské hvozdy je ve správě Městských lesů Domažlice, LČR obhospodařují jen malou část cca 3 ha. Pro NPR je vytvořen hospodářský soubor 3506, hospodaření směřuje k posílení podílu BK a JD v porostech. Asanace kůrovcové hmoty je povolena, provádí se mechanicky odkorněním.

NPP AMERICKÁ ZAHRADA

Americká zahrada se nachází v lesním komplexu Žďár pod rozhlednou Bolfánek zhruba 2 km od Chudenic. Původně byla část plochy Americké zahrady založena v r. 1828 jako okrasná školka cizokrajných rostlin pro rozsáhlý park u blízkého Lázeňského domu v Chudenicích. V následujících letech zakládá tehdejší vlastník Evžen Černín arboretum. V roce 1969 byla Americká zahrada, o rozloze 1,89 ha, vyhlášena ministerstvem kultury za chráněné území v kategorii Národní přírodní památka. Dnes je arboretum v majetku Lesů ČR a správu vykonává Správa Chráněné krajinné oblasti Český les. Národní přírodní památka Americká zahrada je nejucelenějším souborem introdukovaných dřevin z území Severní Ameriky v České republice s významnými taxony dřevin. V zahradě se doposud uchovaly některé dřeviny z dob jejího založení. Mezi nejvýznamnější dřeviny Americké zahrady patří:

- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, douglaska tisolistá (odd. III./1),
- „Černínova douglaska“ – 165letý unikátní exemplář s mimořádnými rozměry (výška 39 m, obvod kmene přes 5 m),
- *Cornus florida* L., dřín květnatý (odd. V/272),
- *Thuja plicata* Lamb., zerav obrovský (túje) (odd. V/264),
- *Thujopsis dolabrata* (L. fil.) Sieb. et Zucc, zeravinec japonský (odd. XIV/115).





Kontakt

Ivan Klik

LČR, s.p., Krajské ředitelství Plzeň, Sukova 40, Plzeň,

klik.oi30@lesy.cz



ZOTAVOVÁNÍ ŠÍDLATKY JEZERNÍ V SILNĚ ACIDIFIKOVANÉM ČERNÉM JEZEŘE

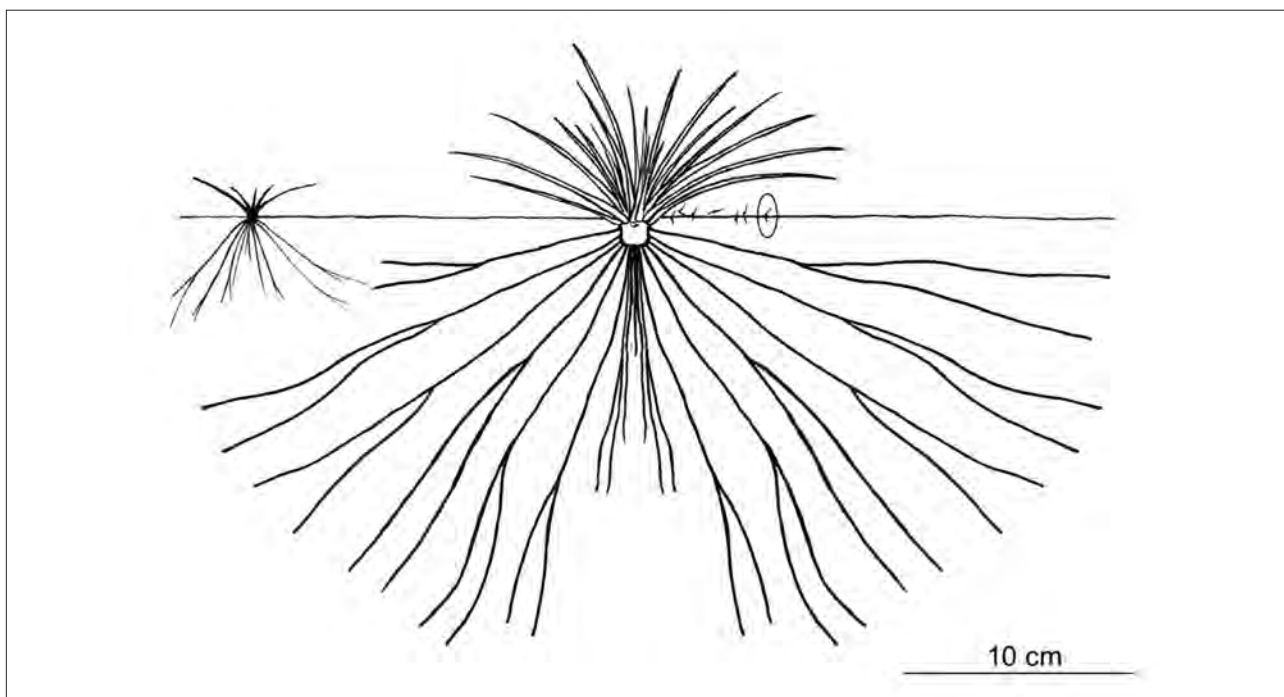
Martina Čtvrtlíková^{1,2}

¹Botanický ústav AV ČR, Třeboň

²Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice

Šídlatky (rod *Isoëtes*) jsou různovýtrusné plavuně (čeleď *Isoëtaceae*, oddělení *Lycopodiophyta*; obr.1). V České Republice se vyskytují dva vodní druhy, každý s jedinou populací, a to na Šumavě. Šídlatka jezerní (*Isoëtes lacustris*) u nás žije pouze v Černém jezeře, šídlatka ostnovýtrusná (*I. echinospora*) jen v Plešném jezeře. Oba druhy jsou charakteristickými zástupci druhově chudé vegetace oligotrofních jezer boreálně-arktických oblastí Evropy. Osídlují jezera Britských ostrovů, Skandinávie a severozápadní části evropského Ruska a také jezerní oblasti od Nizozemska po Pobaltské republiky (Rørslett & Brettum 1989). V humidní střední Evropě, se šídlatky vyskytují jen velmi vzácně v několika horských jezerech (Pyreneje, Alpy, Šumava, Krkonoše, Pyrin), kde jsou glaciálními relikty (přežívají zde od doby ledové díky přetrvávajícímu severskému rázu těchto jezer) a přísně chráněnými rostlinami. V České Republice jsou šídlatky zvláště chráněnými, kriticky ohroženými druhy (podle zákona 114/1992 Sb.).

Od poloviny 20. století zaniklo v Evropě mnoho lokalit šídlatek a mnoho je ohroženo v důsledku antropogenních zásahů, zejména acidifikace (okyselení), eutrofizace a kolísání vodní hladiny v souvislosti s energe-



Obr. 1: Schematický náčrt šídlatky jezerní. Zleva juvenilní, dospělá a klíčící rostlina (v oválu). Šídlatky jsou přizemní (výška do ~15 cm), pomalu rostoucí a celoročně zelené trvalky s různími šídlovitými listy (trofosporofylů), zkrácenou hlízkou a rozsáhlým kořenovým systémem zanořeným hluboko v sedimentu. Tato charakteristická růstová forma je unikátní adaptací na prostředí oligotrofních jezer umožňující rostlinám efektivně čerpat chudé zdroje a úsporně s nimi hospodařit. Šídlatky nekvetou, na bázi listů tvoří výtrusnice se samčími, nebo samičími výtrusy (sporami). Vegetativně se nemnoží. Šídlatka jezerní (*Isoëtes lacustris*) roste v Černém jezeře v hloubkách 1–4 m.



tickým využíváním jezer (Rørslett & Brettum 1989, Arts 2002). Jak podrobně popisuje příspěvek Kopáček a kol. obě šumavské lokality šídlatek jsou již více než půl století postiženy velmi silnou acidifikací v jezerních vod, která je spojena s vysokými koncentracemi iontového hliníku, toxického pro živé organismy. Podle sporadických zpráv z tohoto období (Albrecht 1999 a nepubl., Husák et al. 2000), obě šídlatky přežily, ale přestaly se rozmnožovat (netvořily mladé rostliny) a populace ze zmenšily. Přestože vliv acidifikace na původní vegetaci byl pohotově a detailně popsán z mnoha severských oligotrofních jezer již v minulém století (zmenšování porostů a vytlačení bujnou acidofilní vegetací; např. Rørslett & Brettum 1989, Arts 2002, Szmeja & Bociag 2004), konkrétní kritické faktory a mechanismy jejich působení na živé organismy nejsou dosud zcela jasné. Vzhledem k výjimečnosti reliktních populací šídlatek v naší flóře provádíme od roku 2001 intenzivní výzkum (i) vlivu kritických faktorů spojených s acidifikací jezer na růst a reprodukci obou druhů šídlatek a (ii) přirozeného zotavování populací šídlatek v šumavských jezerech. Výzkum probíhá v rámci magisterského a doktorského studia M. Čtvrtlíkové ve spolupráci s Katedrou Botaniky a Ekologie a životního prostředí Univerzity Palackého v Olomouci (P. Havránek, P. Hekera), Botanickým ústavem (L. Adamec, R. Sudová, J. Rydlová, Z. Sýkorová, P. Kohout) a Biologickým centrem (Hydrobiologickým ústavem) Akademie Věd ČR (J. Vrba, J. Kopáček, P. Znachor, J. Nedoma).

Výzkum v jezeře je krajně nedestruktivní, díky používání potápěčské techniky zpravidla nedochází ke kontaktu s rostlinami. Protože v průhledné vodě jezera panují velmi dobré světelné podmínky, přibližujeme se k rostlinám většinou jen pohledem, počítáme a měříme. Zjištěné údaje pod vodou zapisujeme tužkou na plastovou tabulku, pro archivaci používáme i fotodokumentaci. Nepůvodní předměty (bójky, experimentální nádoby, přístroje apod.) nekotvíme do dna, jen pokládáme na povrch dna a zatěžujeme místními kameny. Mnohé cizí předměty (vojenská munice, odpadky) jsme z porostů odstranili a odstraňujeme. Jediným našim zásahem jsou jednorázové a omezené odběry sedimentu (zjišťujeme chemické složení), obnažených kořenů (zjišťujeme přítomnost mykorhizních symbiontů) a pravidelný podzimní sběr několika desítek listů, z nichž získáváme spory (výtrusy) pro experimentální výzkum v laboratoři a v jezeře. Tento zásah aplikujeme na základě znalosti růstových vlastností šídlatky a jen ve zcela neškodné míře. Pravidelně (měsíčně) také odebíráme vzorek hladinové vody a stanovujeme chemické složení.

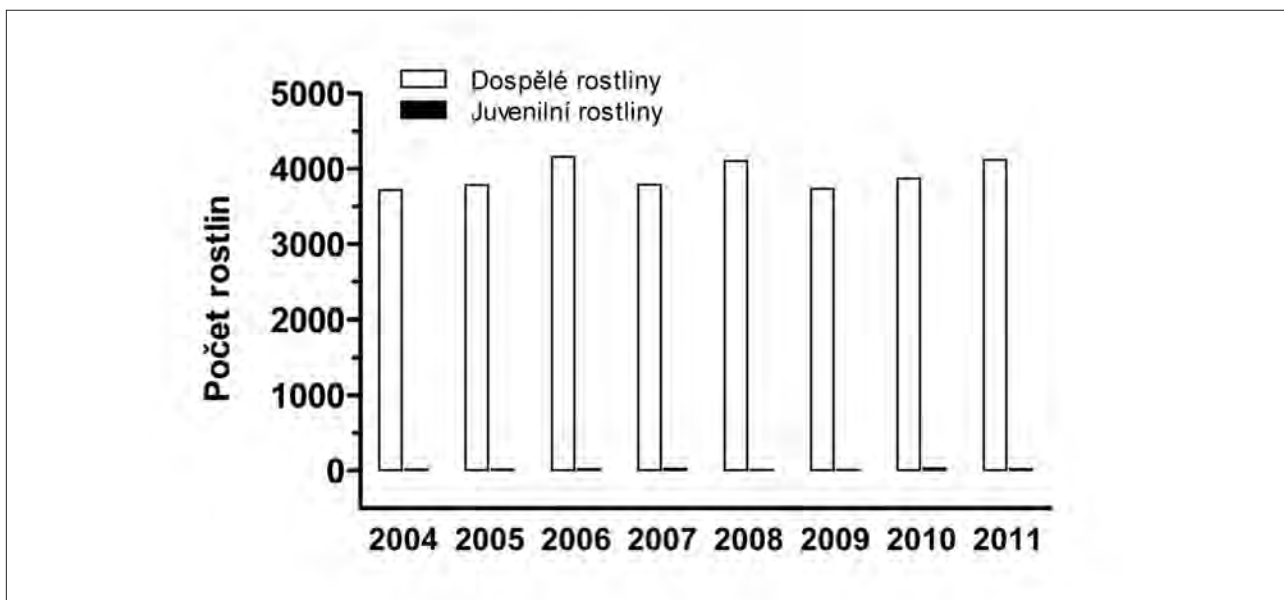
Populace šídlatky je celá vymezena přízemními očíslovanými bójkami, které ohraničují celkem 40 transektů (pásů) na hloubkovém gradientu. V transektech jsou každý rok v červnu sčítány dospělé a juvenilní (mladé) rostliny (s přesností ± 100 u dospělých a ± 5 u juvenilních rostlin). Kromě celkové početnosti je zjišťována i věková struktura populace tj. podíl mladé generace, který vypovídá o obnově porostu. Odhadem je také zjišťováno množství klíčnicích rostlin v porostu. V populaci je rozmístěno 15 čtvercových rámců ($\approx 0,5 \text{ m}^2$), v těchto studijních plochách detailně sledujeme biometrii rostlin (počty a délky listů). Celkem 75 rostlin je zde šetrně označeno kroužky, s pomocí kterých pravidelně (2–20 × ročně) odečítáme přírůstky nových listů a zjišťujeme sezónní dynamiku růstu šídlatky. V optimální (2,5 m) a největší (4 m) hloubce výskytu populace je rozmístěno několik datalogerů Minikin QT (fa Ing. Jiří Kučera – EMS Brno), které celoročně zaznamenávají průběh teploty vody v porostu a množství slunečního záření PAR (fotosynteticky využitelné spektrum) dopadajícího k rostlinám. Do blízkosti datalogerů umísťujeme experimentální nádoby (zkumavky). Například dlouhodobě sledujeme schopnost klíčení spor a tvorby klíčnicích rostlin v přirozených podmínkách populace tak, že směs samičích a samčích spor umísťujeme do zkumavek s perforovaným víčkem (zajistíme tím kontakt s okolní vodou). Zkumavky ukotvíme v porostu, odkud je pravidelně vyzvedáváme a s pomocí mikroskopu zjišťujeme stav rozklíčenosti spor.

Část výzkumu pod hladinou je také zaměřena na sledování chování rostlin v extrémních situacích (pokles nebo nárůst hladiny a s ním spojené změny teplotního a světelného režimu). K tomu je v přenositelné přepravce umístěno několik kontejnerů (květináčů) s deseti dospělými rostlinami, které společně s datalogery dlouhodobě umísťujeme do větších či menších hloubek než je současný výskyt populace. Současně testujeme možnosti efektivní záchrany druhu v jezeře pro případ nepředvídatelných situací (sesuvy, odumření porostu apod.). Sledujeme dlouhodobé přežívání přesazených dospělých rostlin ve výše zmíněných kontejnerech a v samostatných kontejnerech pak testujeme i možnosti výsevu spor. Záchranné kultivace nejsou v žádném případě aplikovány přímo do porostu, důsledně dbáme na jeho zcela přirozený vývoj.

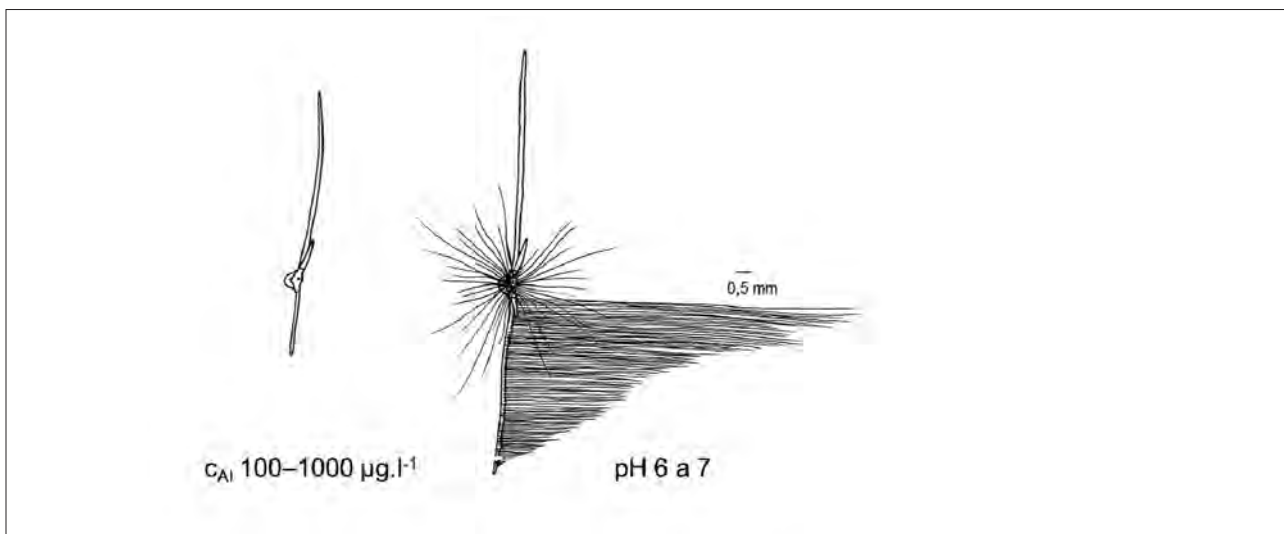
Pro možnost srovnání extenzivně sledujeme i vývoj několika porostů šídlatky v norských jezerech, acidifikovaných i nezasažených acidifikací. Zde se nejvíce zaměřujeme na studium dosud neprobádané mykorhizní symbiózy v kořenech šídlatek.

V laboratoři provádíme experimenty se sporami. Testujeme spory z naší populace i z norských populací. Sledujeme vliv všech reálných hodnot pH (4, 5, 6, 7, 8) a toxicity hliníku (koncentrace iontového Al = 0, 100,





Obr. 2: Početnost a věková struktura populace šídlatky jezerní v Černém jezeře v letech 2004–2011.



Obr. 3: Schematické znázornění příznaků působení toxických koncentrací iontového hliníku (c_{Al} 100–1000 při kyselém pH 5) a optimálního vývoje klíčnicí rostliny v příznivých podmínkách (pH 6 a 7). Rozměry jsou proporcionální. Toxické koncentrace hliníku brzdí růst rhizoidů, kořenů, kořenových vlásků a způsobuje nekrózy (odumírání) kořenové špičky klíčnicích rostlin, které tak brzy hynou.

200, 300, 500, 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) na klíčení spor a schopnost přežívání klíčnicích rostlin, které zajišťují obnovu porostů. Dále sledujeme vliv teploty (6, 8, 10, 12, 15 a 17 °C a přirozené jezerní teploty) na klíčení spor a snažíme se mimo jiné popsat i dosud neznámou fenologii (sezónní časování) klíčení druhu, abychom objasnili, kdy klíčí stadia nejvíce citlivá vůči toxicitě hliníku.

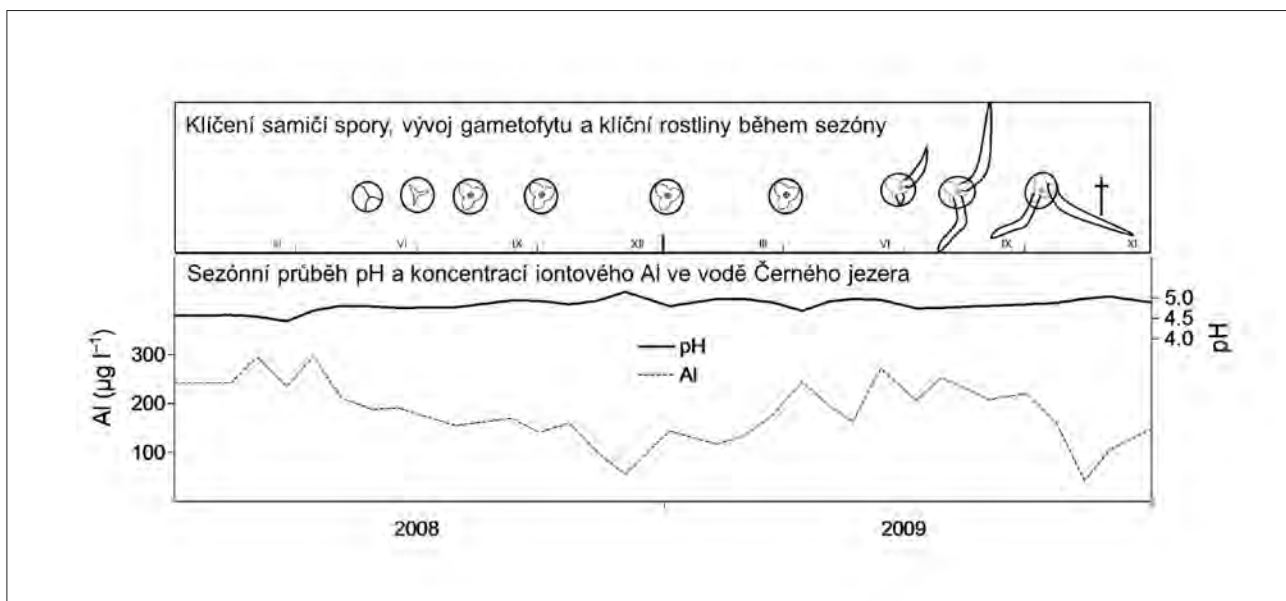
I když se chemismus vody Černého jezera mírně zotavuje (viz příspěvek Kopáček a kol.), populace šídlatky jezerní dosud nezmlazuje. Porost dlouhodobě tvoří téměř výhradně dospělí jedinci (celkem 4100 jedinců) a jen několik (< 20) mladých (juvenilních) rostlin (obr. 2), které většinou uhynou, nebo nevykazují růst. Protože se šídlatky nerozmnožují vegetativně, spoléhají pouze na tvorbu a úspěšné vyklíčení svých spor a vývoj klíčnicích rostlin. Klíčivost spor šumavských šídlatek se ukázala být srovnatelná s norskými populacemi a vypovídá o vitalitě spor i dospělých rostlin, které je produkují v podmínkách našich kyselých jezer. Pravidelně na jaře dokonce pozorujeme v porostu š. jezerní velmi početnou (~ 10–25 tis.) novou generaci klíčnicích rostlin. Ta ale zatím nedokáže přezimovat a pravidelně odumírá. Výsledky laboratorních experimentů i vyšetření jezerních klíčnicích rostlin prokázaly, že hlavní příčinou úhynu klíčnicích rostlin jsou vysoké koncentrace iontového hliníku



v jezerní vodě, které fatálně poškozují jejich kořínky a kořenové vlášení (obr. 3; Čtvrtlíková 2009). Na rozdíl od dospělých rostlin, které mají kořenový systém chráněný hluboko v sedimentu, kde je hliník vázán ve sloučeninách (není toxický), vyvíjejí se klíční rostliny včetně kořínků při povrchu sedimentu v těsném kontaktu s toxickou jezerní vodou (obr. 1). Zmlazování porostů bylo přerušeno pravděpodobně po celou dobu silné acidifikace jezerní vody, tj. více než 40 let. Vzhledem k tomu, že u šídlatky není známa délka života, nelze odhadnout rozsah případného úhynu dosud přežívajících dospělých rostlin (zřejmě více než 40letých) v budoucnu.

Ukázalo se, že míra poškození klíčních rostlin iontovým hliníkem je u šídlatky jezerní mnohem větší než u š. ostnovýtrusné z Plešného jezera, která od roku 2005 velmi rychle zmlazuje (populace se za pět let se zvětšila na osminásobek, tj. na 16 tis. jedinců, z toho 24 % tvoří mladé rostliny vznikající pravidelně z mnohatisícové generace klíčních rostlin). Příčinu zcela odlišného vývoje dvou příbuzných druhů šídlatek v šumavských acidifikovaných jezerech vysvětlily až další experimenty na vliv teploty objasňující mimo jiné i fenologii klíčení spor těchto druhů. Zjistili jsme, že klíční proces (tvorba gametofytu a vznik klíční rostlinky) trvá u šídlatky jezerní mnohonásobně déle než u š. ostnovýtrusné (stejně časování potvrzeno i u norských vzorků obou druhů). Šídlatka ostnovýtrusná v Plešném jezeře vyklíčí během tří týdnů na přelomu června a července, kdy jsou koncentrace iontového hliníku v jezerní vodě nejnižší za celý rok a nebrání růstu kořínků do hlubších vrstev sedimentu s příznivými podmínkami. Šídlatka jezerní v Černém jezeře však klíčí nejméně jeden rok a citlivá klíční stadia jsou dlouhodobě vystavena vysokým koncentracím iontového hliníku včetně sezónních extrémů (obr. 4). Od roku 2010 je patrný alespoň částečný růst kořínků i vlášení u klíčních rostlin, který dokonce v několika případech umožnil i rozvoj klíční rostliny do juvenilního stadia a přezimování. V roce 2011 jsme objevili necelé dvě desítky juvenilních rostlin, které přežily první zimu.

I přes stárnutí populace šídlatky jezerní a přetrvávající acidifikaci vody Černého jezera doporučujeme udržovat nadále bezzásadový management s pravidelným sledováním stavu porostů a jejich prostředí. Vzhledem k dlouhodobě dobré vitalitě dospělých rostlin předpokládáme přirozenou obnovu porostů v blízké budoucnosti. Předpověď zotavení chemismu jezerní vody předpokládá snižování kyselosti a toxicity hliníku v příštích 50 letech (viz příspěvek Kopáček a kol.). Pro případnou záchranu druhu ukládáme pravidelně každý rok spory do chladové banky. Máme tak k dispozici relativně pestrý genetický materiál pro záchranný výsev, který se doufejme nikdy neuskuteční. K ohrožení druhu by mohlo dojít i sesuvem svažitého dna, například v důsledku zvýšené abraze břehů. Proto je od roku 2006 omezen chod přečerpávací elektrárny na Černém jezeře tak, aby hladina při odběrech vody neklesala níže než 1 m nad porosty šídlatky. Ochrana druhu i lokality je legislativně dostatečně zajištěná; hluboké porosty jsou navíc těžko dostupné a nejsou ohroženy přímou destrukcí např. vstupem do jezera.



Obr. 4: Schema fenologie (sezónního průběhu) klíčení spor šídlatky jezerní v Černém jezeře a graf sezónního průběhu okyselení (pH) a koncentrací iontového hliníku v okolní vodě (data Kopáček neubl.). Klíčení šídlatky trvá nejméně jeden rok a citlivá klíční stadia jsou dlouhodobě vystavena vysokým koncentracím iontového hliníku včetně sezónních extrémů, a brzy hynou.



Seznam použité literatury

- ALBRECHT J. (1999): Záchranný program šidlatky ostnovýtrusné (*Isoëtes echinospora* Durieu) v České Republice. výzkumná zpráva, AOPK ČR, České Budějovice.
- ARTS G.H.P. (2002): Deterioration of Atlantic soft water macrophyte communities by acidification, eutrophication, and alkalisation. – *Aquat. Bot.* 73: 373–393.
- ČTVRTLÍKOVÁ M., VRBA J., ZNACHOR P. & HEKERA P. (2009): The effects of aluminium toxicity and low pH on the early development of *Isoëtes echinospora*. – *Preslia* 81: 135–149.
- RØRSLETT B. & BRETTUM P. (1989): The genus *Isoëtes* in Scandinavia: an ecological review and perspectives. – *Aquat. Bot.* 35: 223–261.
- SZMEJA J. & BOCIAG K. (2004): The disintegration of populations of underwater plants in soft water lakes enriched with acidic organic matter. – *Acta Soc. Bot. Pol.* 73: 165–173.

Kontakt

Martina Čtvrtlíková^{1,2}

¹Botanický ústav AV ČR, Třeboň

²Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice

ctvrtlikova@butbn.cas.cz





DLOUHODOBÝ EKOLOGICKÝ VÝZKUM ŠUMAVSKÝCH JEZER A JEJICH POVODÍ

Jiří Kopáček¹, Jaroslav Vrba², Hana Šantrůčková² a Miroslav Svoboda³

¹Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice

²Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

³Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze

Černé a Čertovo jezero ve stejnojmenné NPR patří k turisticky nejatraktivnějším, a tudíž nejnavštěvovanějším oblastem Šumavy. Špatná přístupnost jezerních karů na svazích Jezerní hory omezila v minulých dobách jejich využívání člověkem (v porovnání s lépe dostupným lesem v níže položených oblastech), což právě před stoletím vedlo k vyhlášení první rezervace. Podobný statut mají dnes povodí všech šumavských jezer, představujících jedny z přírodně nejzachovalejších partií středoevropských horských lesních ekosystémů. Slovem „lesní“ zde není míněno jen složení stromového patra, které bylo člověkem částečně ovlivněno i zde, ale skutečně celý lesní ekosystém včetně jeho podrostu, chemismu a oživení půd, vodního režimu i oživení jezer. Zároveň je třeba hned na začátku zdůraznit, že nemluvíme o antropogenně „nedotčené“, ale „relativně nedotčené“ oblasti, neboť celá Šumava byla v nedávné minulosti citelně „dotčena“ působením kyselých dešťů a patří k nejacidifikovanějším horským oblastem na světě (Evans a kol. 2001).

Tento punc relativní nedotčenosti již celá desetiletí láká kromě turistů i vědeckou veřejnost, která zde hledá odpovědi na otázky, jakým způsobem probíhají různé biologické, biochemické a chemické procesy v přírodních podmínkách oproti silně zemědělsky, antropogenně a průmyslově ovlivněné kulturní krajině, rozprostírající se do všech stran jen několik hodin chůze od šumavských vrcholů. Cílem našeho příspěvku je představit hlavní smysl, směry a dosavadní využití současného vědeckého výzkumu šumavských jezer a jejich povodí.

Hydrobiologický výzkum šumavských jezer zahájil již na konci 19. století prof. Antonín Frič. Přestože v následujících desetiletích následovaly ojedinělé studie zaměřené zejména na chemismus a oživení jezer, jejich pravidelné sledování začalo až na počátku 80. let minulého století. Současný integrovaný výzkum jezerních systémů je více komplexní, od roku 1998 zahrnuje kromě jezer samotných i související procesy probíhající v jejich povodích a atmosféře a opírá se kromě klasického monitorování chemismu a oživení vod a půd i o analýzy jezerních sedimentů, opadu a letokruhů a různé typy matematického a fyzikálně chemického modelování. Hlavními tématy tohoto integrovaného výzkumu jsou (1) zotavování terestrických i jezerních ekosystémů z poškození způsobeného kyselými dešťi, (2) rekonstrukce dosavadního a předvídání budoucího vývoje jednotlivých částí systému ve vztahu k předpokládaným změnám klimatu a znečišťování atmosféry a (3) studium vnitřních vazeb ekosystému, jejichž pochopení je nezbytné pro předvídání a kvantifikaci důsledků různých typů disturbancí (vichřice, sucha, požáry, přemnožení škůdců) na jeho dílčí složky.

Náš výzkum neprobíhá stejně intenzivně na všech osmi šumavských jezerech, přestože všechna jsou pravidelně sledována pro studium dlouhodobých změn chemismu a oživení. Pro detailní výzkum procesů a sezónních trendů jsme se zaměřili především na Čertovo jezero, které se podobně jako půdy v jeho povodí staly nejkyselejšími na Šumavě vlivem odosu bazických kationtů s dřevným uhlím a popelem pro hutní zpracování železné rudy a výrobu skla již v preindustriálním období a poté následujícím působením kyselých dešťů (Veselý 1994, Kopáček a kol. 1998), a Plešné jezero, které je nejproduktivnějším ze šumavských jezer díky odlišnému podloží a vyššímu vyplavování živin z povodí (Kopáček a kol. 2004). Naše studium se opírá především o bilanční měření látkových toků hlavních živin a toxických prvků celým systémem atmosféra–povodí–jezero, které zahrnuje atmosférickou depozici, půdní roztoky, jezerní přítoky a odtok, vodní sloupec a sedimenty, lesní porost včetně opadu, podrost a půdní biochemické parametry. Proto jsou odtoky z obou jezer vybaveny hydrologickými a klimatickými stanicemi a dvě výzkumné plochy v každém povodí pak srážkoměry, sběrnými rámy opadu, čidly na kontinuální sledování půdní teploty a vlhkosti a dalšími sondami. Kromě



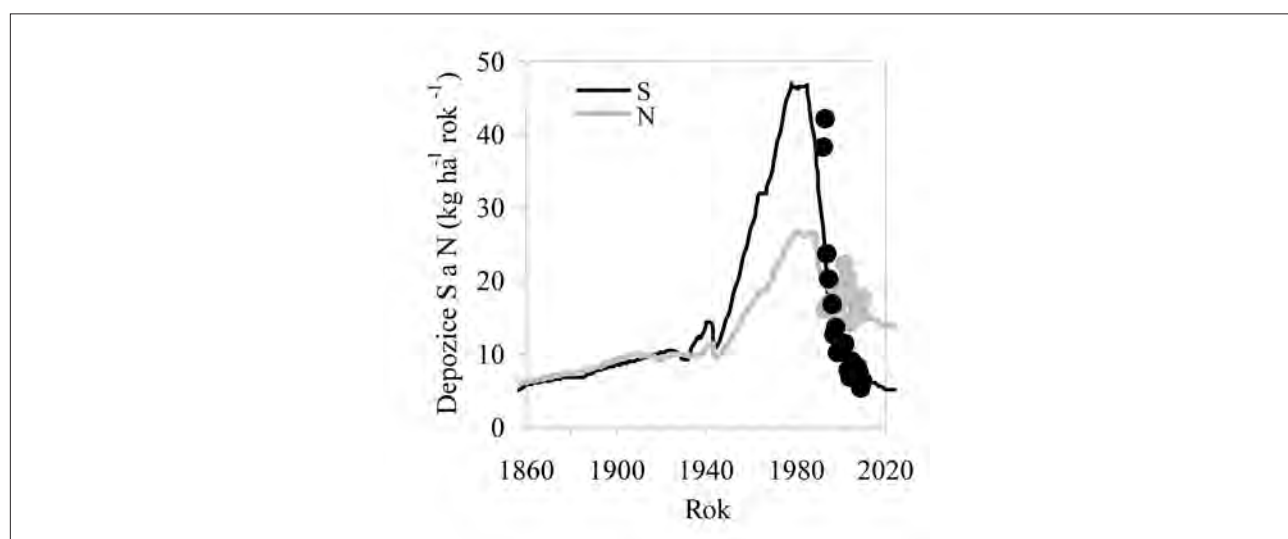
těchto dvou jezer nadále pokračujeme v dlouhodobém výzkumu Černého jezera, které se díky tomu, že je ze šumavských jezer největší, historicky těšilo velkému zájmu badatelů, takže z něj máme nejlépe podchytené změny oživení v průběhu posledních 140 let (Vrba a kol. 2003).

Díky matematickým modelům a údajům o dosavadním složení a oživení šumavských jezer, trendech kyselých depozic a chemismu půd jsme dnes schopni předpovídat budoucí vývoj jezerních ekosystémů v souvislosti se změnami emisí sloučeniny síry a dusíku do atmosféry. Tyto emise prudce vzrostly po II. světové válce a dosáhly maximální úrovně v 80. letech minulého století, kdy vrcholila etapa kyselých depozic, a od té doby značně poklesly díky porevolučním změnám v průmyslové a zemědělské výrobě a palivové základně, odsiřování a zavádění katalyzátorů u automobilů (Kopáček a Veselý 2005). Depozice síry jsou tak dnes na území Šumavy desetkrát a depozice dusíku přibližně o polovinu nižší než před čtvrt stoletím (obr. 1). Jedná se o největší pokles kyselých depozic v Evropě a v případě dusíku dokonce o pokles ojedinělý, což nám umožňuje studovat procesy jinde obtížně měřitelné a posoudit, do jaké míry a z jakých zdrojů je třeba nadále omezovat emise kyselých polutantů. Podobné modelování není samoúčelným krácením dlouhé chvíle izolované skupinky vědců, ale bylo vyvoláno socio-ekonomickou poptávkou. Vzhledem k obrovským nákladům vynakládaným v celé EU na potlačení kyselých depozic v Evropě musí být jednotlivá kontrolní opatření postavena na spolehlivých základech, aby se minimalizovalo riziko zbytečného plýtvání.

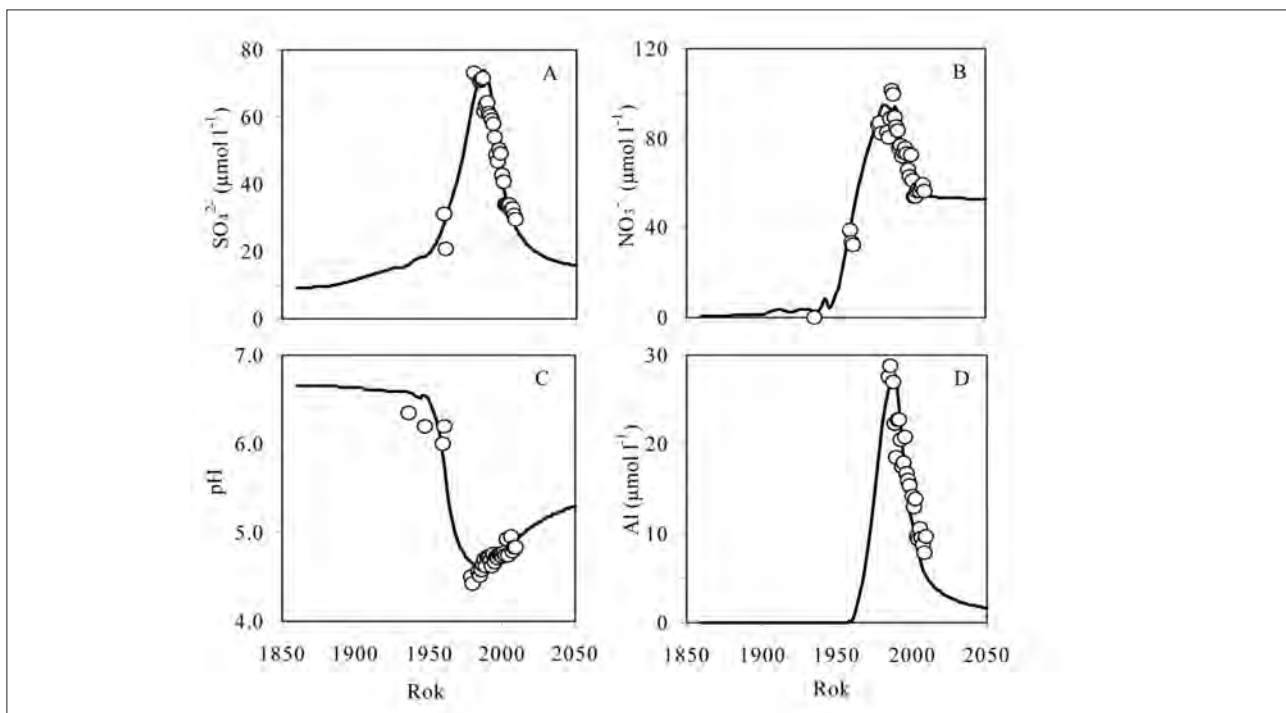
Příklad modelovaných změn chemismu vod pro Černé jezero ukazuje obr. 2. Nárůst koncentrací síranů a dusičnanů po II. světové válce (obr. 2A,B) vedl ke zvýšení kyselosti půdních a jezerních vod (tzn. poklesu hodnoty jejich pH, obr. 2C) a k prudkému zvýšení koncentrací hliníku (Al) (obr. 2D), který je silným jodem pro většinu vodních organismů i kořenové systémy stromů. To způsobilo postupné vyhynutí planktonních korýšů a na počátku 70. let i ryb v Černém jezeře. Podobný výsledek mělo okyselování na chemismus a oživení i ostatních jezer a výše položených potoků (Vrba a kol. 2003) a mobilizace půdního Al způsobila silný fyziologický stres šumavských smrkových porostů (Šantrůčková a kol. 2007). Tento stres je patrný ze spojení historických trendů půdního chemismu s izotopovým složením letokruhů stromů a výrazně se projevil od 50. let 20. století, kdy se šumavské půdy prudce okyselily a vzrostl v nich obsah toxických forem hliníku (obr. 3). Díky těmto analýzám rovněž víme, že se tento stres v posledním desetiletí významně snižuje s tím, jak se celý ekosystém po poklesu kyselých depozic (obr. 1) zotavuje. To je dobrou zprávou z hlediska možnosti budoucí regenerace a vývoje stromového patra šumavských lesů.

S tím, jak v současnosti kyselá depozice ustupuje, klesají i koncentrace Al ve vodách a do jezer se zvolna vrací původní oživení (Nedbalová a kol. 2006). Podle předpovědi modelů však bude tento proces relativně pomalý a například podmínky vhodné pro přežívání i těch nejodolnějších ryb se ve většině šumavských jezer neobnoví minimálně dalších 50 let (Majer a kol. 2006).

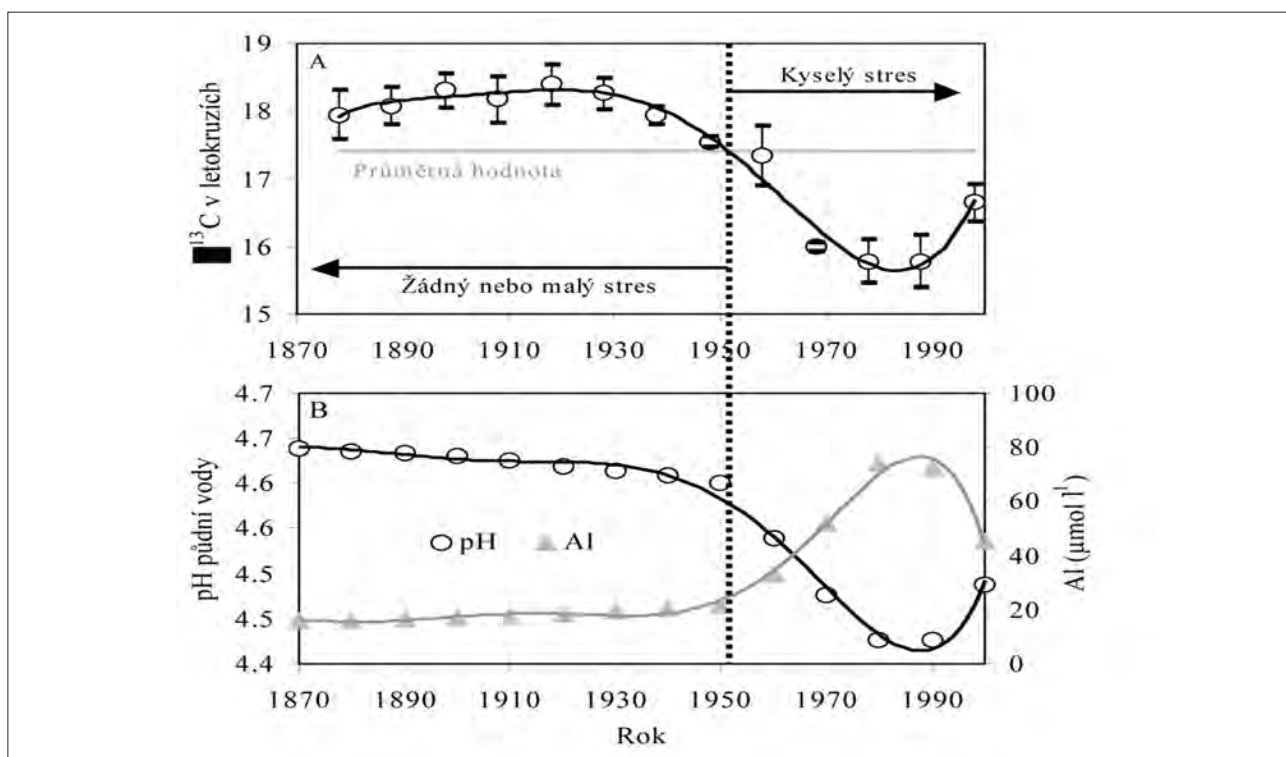
V porovnání s minulostí již nebude tento vývoj významněji ovlivňován depozicí síry, ale především dusíku, který se stal hlavním kyselým polutantem. Dusík je důležitou lesní živinou a jeho zvýšená depozice měla



Obr. 1: Modelovaná (plné čáry) a měřená depozice (body) S a N v oblasti Jezerní hory na Šumavě a její předpověď do roku 2020 (Kopáček a Hruška 2010).



Obr. 2: Vývoj koncentrací síranů (SO_4^{2-}), dusičnanů (NO_3^-), pH a hliníku (Al) ve vodě Černého jezera od roku 1860 a jejich předpověď do roku 2050 (upraveno z Majer a kol. (2003)). Modrá čára představuje výstup z modelu MAGIC (Cosby a kol. 1985) a červené body skutečně naměřená data. Čím přesněji model proloží naměřené hodnoty, tím důvěryhodnější předpověď lze očekávat i pro budoucnost. Sírany byly během vrcholné acidifikace hlavními anionty v jezerní vodě, ale nyní jsou to dusičnany, které především určují pH vody a obsah toxických forem hliníku.



Obr. 3: (A) Změna signálu izotopu ^{13}C ve čtyřech smrčích v povodích Čertova a Plešného jezera (průměrná hodnota \pm standardní odchylka) a (B) složení půdních roztoků v povodí Čertova jezera (pH a koncentrace celkové hliníku, Al) rekonstruované pomocí modelu MAGIC. Upraveno ze Šantrůčková a kol. (2007) a Majer a kol. (2003). Po poklesu pH půdních roztoků v 50. letech 20. století prudce vzrostly koncentrace toxických forem Al. Následoval pokles signálu $\Delta^{13}\text{C}$, indikující fyziologický stres porostů. Vliv klimatických faktorů nebyl prokázán. Současný nárůst signálu patrně odráží pokles kyselé depozice a výsledné postupné snižování kyselosti půdních roztoků a jejich toxicity pro kořenové systémy smrků.

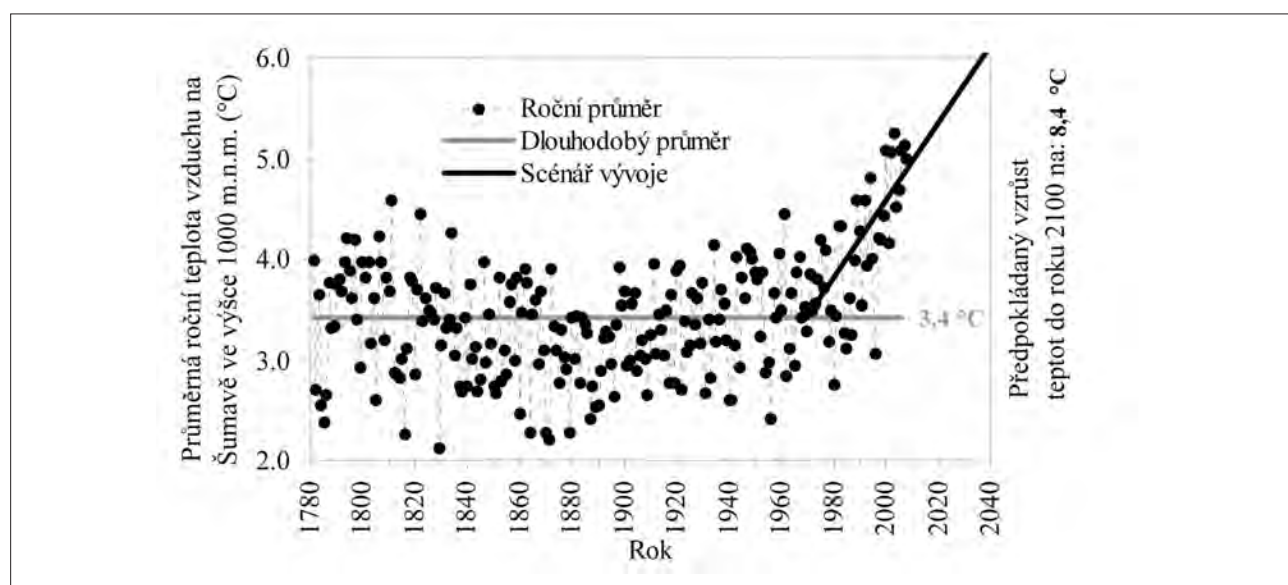


zpočátku pro vegetaci hnojivý účinek. Zhruba v 50. letech minulého století však jeho vstup převýšil poptávku, šumavská povodí začala být dusíkem saturována, přestala jej zadržovat a nevyužitá část je z půd vyplavovaná ve formě dusičnanů (obr. 2B). Tento jev je zvláště patrný po klimaticky výjimečných událostech (např. extrémně chladných zimách či suchých obdobích) nebo po poškození lesa vichřicí, kůrovcem nebo těžbou. Budoucí trend zotavování šumavských jezer tak bude v následujících letech především ovlivněn úrovní emisí dusíku do atmosféry ze stacionárních zdrojů, dopravy a zemědělství, jakož i faktory, které ovlivňují jeho koloběh v systému, tzn. klimatickými změnami a zdravotním stavem porostů. Budoucí emisní limity kyselých polutantů proto bude nutné nastavovat zejména s ohledem k dusíku.

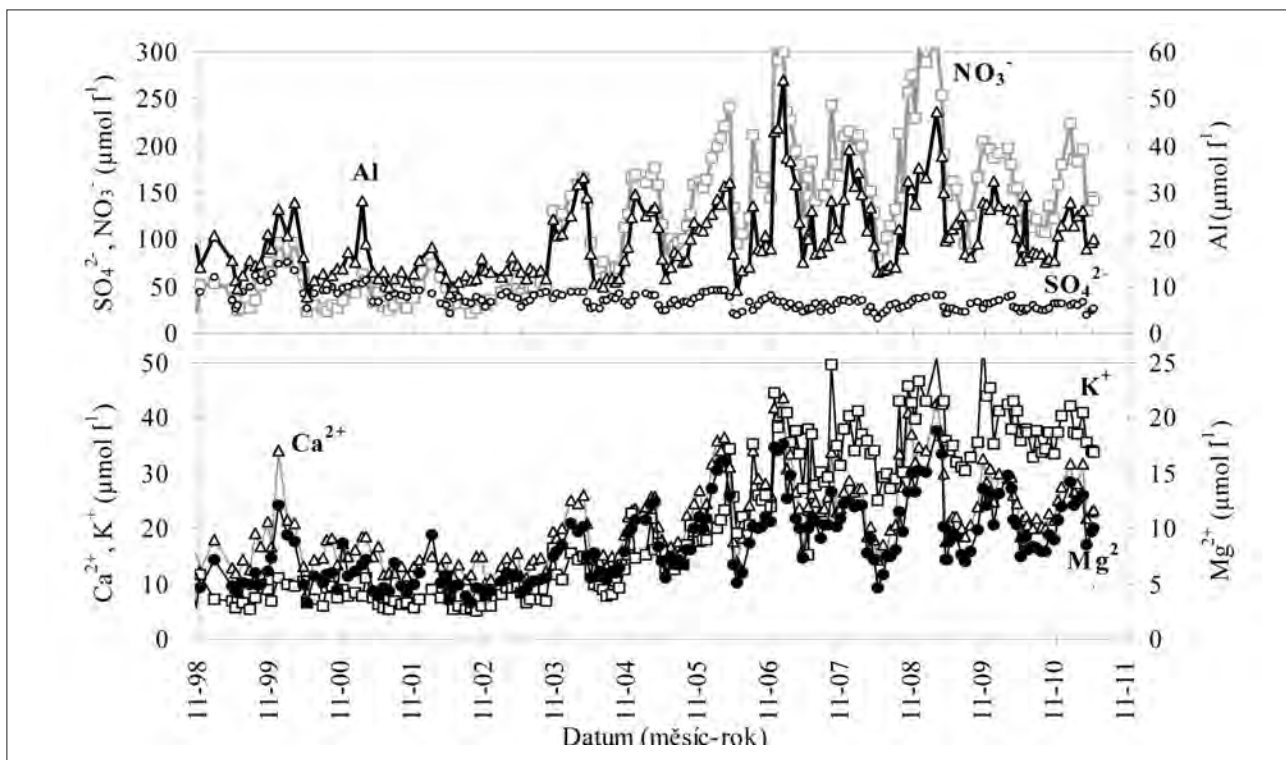
Další významnou hybnou silou vývoje šumavských ekosystémů bude globální oteplování. Nárůst teplot je oproti dlouhodobému trendu od roku 1780 patrný již nyní (obr. 4). Za posledních 40 let vzrostla průměrná roční teplota vzduchu v oblasti Čertova jezera o 1,6 °C nad dlouhodobý průměr 3,4 °C. Alarmující je, že tento nárůst velmi přesně odpovídá dlouhodobým změnám, které lze pro Šumavu odvodit z globálních klimatických modelů. Podle nich můžeme při zachování dosavadní rychlosti růstu koncentrací oxidu uhličitého v atmosféře očekávat do konce století vzrůst průměrné roční teploty vzduchu na Šumavě až o 5 °C a podstatné zvýšení odparu. Skutečně naměřený trend teplot vzduchu od roku 1980 zatím velmi dobře odpovídá modelovým předpovědím (obr. 4), takže je nelze brát na lehkou váhu. Mimo jiné by tyto změny Šumavě přinesly podstatně méně sněhu v zimě, což by například mohlo ovlivnit rentabilitu zimních středisek, a větší deficit půdní vlhkosti v letních měsících, který by byl stresující pro mělce kořenící smrkové porosty. Vyšší teploty (a zejména předpokládané teplejší zimy) patrně umožní nástup nových a rychlejší šíření současných škůdců. Oba studované scénáře vlivu globálních změn na lesní ekosystémy Šumavy, chemický i klimatický, tak nabízí dva protichůdné výsledky. Příznivější podmínky z chemického hlediska mohou být převáženy negativním vývojem klimatických faktorů. Přestože není v silách České republiky podobně rozsáhlé globální trendy vývoje zvrátit, znalost jejich pravděpodobných scénářů nám alespoň pomáhá se připravit a minimalizovat jejich dopady.

Současné znalosti, které máme o atmosférické depozici, složení půd, stromovém patře, podrostu, opadu, půdních procesech a hlavních tocích prvků z povodí a jezer nám umožňují různé úvahy a kvalifikované prognózy. Například bilance živin v půdách a stromovém patře povodí Čertova jezera nám ukazuje, že současné množství dostupných (to znamená výměnných) forem vápníku (Ca), hořčíku (Mg) a draslíku (K) v půdě je dvakrát až třikrát nižší než ve stromovém patře (tabulka 1). V případě, kdy by současná lesní biomasa byla odvezena včetně větví a jehličí, jak tomu bývalo při výrobě potaše pro sklárny, byl by vývoj nového lesa již silně limitován nedostatkem bazických kationtů.

Údaje o změnách půdního chemismu a složení jezerních přítoků se dají použít rovněž ke kvantifikaci biochemických změn probíhajících v systému po stresových situacích, v současnosti například po kůrovcové kalamitě. V povodí Plešného jezera byly vlivem poklesu asimilace dusíku odumírajícím lesem a zvýšeného opadu



Obr. 4: Průměrné roční teploty vzduchu u Čertova jezera v nadmořské výšce 1000 m (černé body), jejich dlouhodobá střední hodnota (modrá čára, 3,4 °C) a očekávaný scénář vzrůstu (červená čára). Upraveno z Kettle a kol. (2003) a nepublikované údaje.



Obr. 5: Změna koncentrací hlavních iontů v přítoku do Plešného jezera v letech 1998–2011. Zvýšené koncentrace NO_3^- v roce 2004 byly reakcí na extrémní suchu v létě 2003, od podzimu 2004 pak souvisí s odumíráním lesa a jsou provázány mobilizací hliníku (Al) a ztrátami živin z půd (nepublikováno).

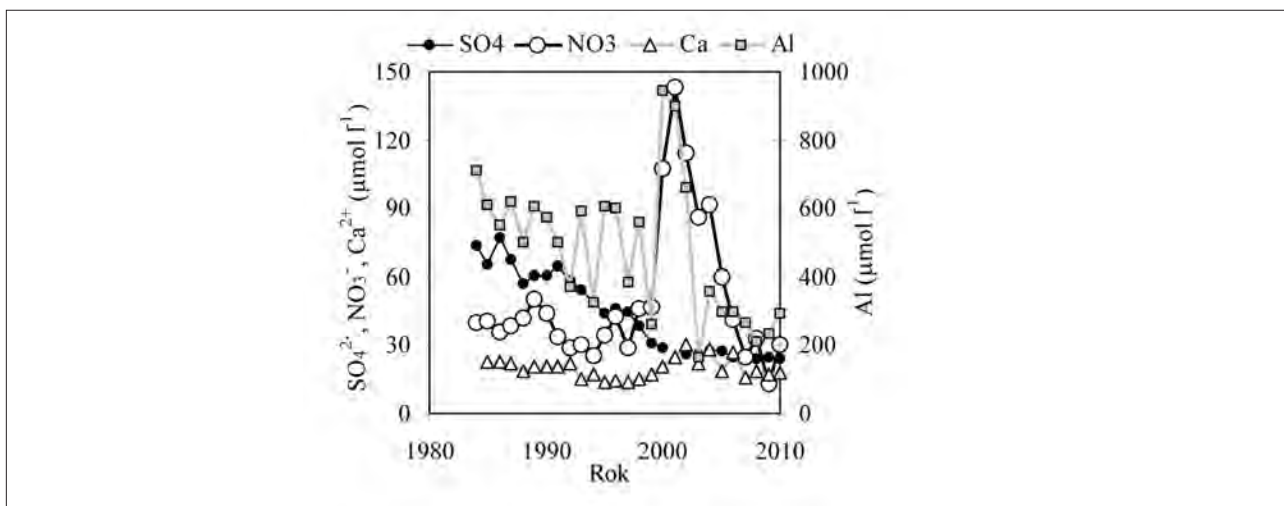
Tab. 1: Bilance prvků v povodí Čertova jezera. Jednotky: t ha^{-1} . Upraveno ze Svoboda a kol. (2006) a Kopáček a kol. (2010).

	Půda celkem	Půdní výměnné formy	Stromové patro	Podrost
C	162		219	4.000
N	8.2		1.03	0.108
P	1.7	0.56	0.07	0.007
Ca	2.5	0.21	0.56	0.021
Mg	8.0	0.05	0.92	0.006
K	17.6	0.19	0.44	0.032

jechliči ovlivněny mikrobiální pochody v půdách. Mineralizace a nitrifikace dusíku se téměř zdvojnásobily, načež následovalo zdvojnásobení toků anorganického N mezi půdními horizonty a vyplavování dusičnanů do povrchových vod. To vyvolalo další změny v chemickém složení vod, jako například zvýšenou mobilizaci toxických forem hliníku a ztráty bazických kationtů (obr. 5).

Podobnou změnu chemismu vody lze očekávat i v Černém a Čertově jezeře, dojde-li v jejich povodí ke smýcení nebo odumření lesa. Ve skutečnosti tyto změny již nastaly a některé přítoky do Čertova jezera, odvodňující části povodí s vichřicí poškozeným lesem, tyto změny již vykazují. Z příkladu Rachelsee však již nyní víme, že podobný vliv odumření lesa na chemismus vod odezní během několika let a chemismus vod se vrátí na předkalamitní hodnoty (obr. 6).

Otázku, kterou je nutné zodpovědět je, jak závažné ztráty živin utrpí celý ekosystém. To bude možné vyhodnotit až po odeznění kalamity. Předběžné výsledky a laboratorní pokusy však ukazují, že mnohem závažnější ovlivnění půdního cyklu dusíku a tím i ostatních živin mohou vyvolat klimatické změny, protože intenzita mikrobiálních pochodů silně závisí na teplotě a vlhkosti. Ustanovení nových rovnovážných stavů může v tomto případě trvat mnohem déle než v případě kalamity a může mít větší vliv na složení a oživení vod než kyselá depozice. Studium toků živin celým systémem povodí-jezero je proto důležité nejen pro pochopení procesů probíhajících ve vodách, ale může nabízet důležité údaje pro jeho terestrickou část včetně lesů a možností jejich dalšího vývoje.



Obr. 6: Trend vývoje chemismu vody v Rachelsee před a po kúrovcové kalamitě v jeho povodí v roce 1999 (nepublikováno).

Seznam použité literatury

- COSBY, B.J., WRIGHT, R.F., HORNBERGER, G.M., GALLOWAY, J.N. 1985. Modelling the effects of acid deposition: estimation of long term water quality responses in a small forested catchment. *Water Resour. Res.* 21: 1591–1601.
- EVANS, C.D., CULLEN, J.M., ALEWELL, C., MARCHETTO, A., MOLDAN, F., KOPÁČEK, J., PRECHETEL, A., ROGORA, M., VESELÝ, J., WRIGHT R.F. 2001. Recovery from acidification in European surface waters. *Hydrol. Earth System Sci.* 5(3): 283–297.
- KETTLE, H., KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J. 2003. Modelling air temperature at Čertovo Lake back to 1781. *Silva Gabreta*, 9: 15–32.
- KOPÁČEK, J., HRUŠKA, J. 2010. Reconstruction of acidic deposition in the catchments of Plešné and Čertovo lakes (the Bohemian Forest). *Silva Gabreta* 16(3):149–163
- KOPÁČEK, J., VESELÝ, J. 2005. Sulfur and nitrogen emissions in the Czech Republic and Slovakia from 1850 till 2000. *Atmos. Environ.* 39: 2179–2188.
- KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., STUHLÍK, E., FOTT, J., VESELÝ, J. 1998. Reversibility of acidification of mountain lakes after reduction in nitrogen and sulphur emissions in central Europe. *Limnol. Oceanogr.* 43: 357–361
- KOPÁČEK, J., BRZÁKOVÁ, M., HEJZLAR, J., NEDOMA, J., PORCAL, P., VRBA, J. 2004. Nutrient cycling in a strongly acidified mesotrophic lake. *Limnol. Oceanogr.* 49(4): 1202–1213.
- KOPÁČEK, J., CUDLÍN, P., SVOBODA, M., CHMELÍKOVÁ, E., KAŇA, J., PICEK, T. 2010. Composition of Norway spruce litter and foliage in atmospherically acidified and nitrogen-saturated Bohemian Forest stands, Czech Republic. *Boreal Environ. Res.*, 15: 413–426.
- MAJER, V., COSBY, B.J., KOPÁČEK, J., VESELÝ, J. 2003. Modelling reversibility of central European mountain lakes from acidification: Part I – The Bohemian Forest. *Hydrol. Earth System Sci.*, 7: 494–509.
- NEDBALOVÁ, L., VRBA, J., FOTT, J., KOHOUT, L., KOPÁČEK, J., MACEK, M., SOLDÁN, T., 2006. Biological recovery of the Bohemian Forest lakes from acidification. *Biologia, Bratislava* 61, Suppl. 20: S453–S465.
- ŠANTRŮČKOVÁ, H., ŠANTRŮČEK, J., ŠETLÍK, J., SVOBODA, M., KOPÁČEK, J. 2007. Carbon isotopes in tree rings of Norway spruce exposed to atmospheric pollution. *Environ. Sci. Technol.* 41: 5778–5782.
- SVOBODA, M., MATĚJKA, K. KOPÁČEK, J. 2006. Biomass and element pools of understory vegetation in the catchments of Čertovo Lake and Plešné Lake in the Bohemian Forest. *Biologia, Bratislava* 61, Suppl. 20: S509–S521.
- VRBA, J., KOPÁČEK, J., FOTT, J., KOHOUT, L., NEDBALOVÁ, L., PRAŽÁKOVÁ, M., SOLDÁN, T., SCHAUMBURG, J. 2003. Long-term studies (1871–2000) on acidification and recovery of lakes in the Bohemian Forest (Central Europe). *Sci. Total Environ.* 310: 73–85.
- VESELÝ, J. 1994. Investigation of the nature of the Šumava lakes: a review. *Časopis Národního Muzea, Praha, Řada přírodovědná* 163: 103–120.

Kontakt

Jiří Kopáček¹, Jaroslav Vrba², Hana Šantrůčková² a Miroslav Svoboda³

¹Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice (jkopacek@hbu.cas.cz)

²Přírodovědecká fakulta, JU v Českých Budějovicích (jaroslav.vrba@prf.jcu.cz; hasan@prf.jcu.cz)

³Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze (svobodam@fld.czu.cz)

