

METODICKÉ POSTUPY VYHLEDÁNÍ A ZÁCHRANY REZISTENTNÍCH DRUHŮ DOMÁCÍCH DŘEVIN

LESNICKÝ PRŮVODCE



Ing. MARTIN FULÍN, Ph.D.
RNDr. ADAM VÉLE, Ph.D.



12/2024

Metodické postupy vyhledání a záchrany rezistentních druhů domácích dřevin

Certifikovaná metodika

Ing. Martin Fulín, Ph.D.

RNDr. Adam Véle, Ph.D.

Strnady 2024

Lesnický průvodce 12/2024

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

www.vulhm.cz

Publikace vydané v řadě Lesnický průvodce jsou dostupné v elektronické verzi na:

http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-286-1

ISSN 0862-7657

METHODOLOGICAL PROCEDURES FOR FINDING AND RESCUING RESISTANT SPECIES OF DOMESTIC TREE SPECIES

Abstract

Forest tree species have several ways of resisting stress conditions. The appropriate combination of defence mechanisms and rapid response to possible stress conditions predetermine the survival of individuals to further development and continuation of its population. Maintaining a surviving tree after a bark beetle calamity requires careful methodological procedures to ensure that the tree continues to thrive and that its surrounding environment is restored. Breeding, silviculture and conservation measures are combined to address the issue. Surviving individuals play a key role in the recovery of the forest after a calamity. They can serve as a source of new generation for forest regeneration and help maintain biodiversity. In the long term, the presence of surviving trees can be crucial for the natural regeneration of forest ecosystems. The proposed methodological approaches are aimed at locating, identifying and possible use of resistant trees on forest assets affected by abiotic and biotic factors. Resistance of tree species was tested by a calamity in a forest stand, where among the mass of declining trees may be a good quality and resistant individual or part of the stand. The retention of a resistant tree or stand as a source of forest tree reproductive material is related to the possible determination of the use within the evaluation of quality traits, which may range from exhibition for natural regeneration, as a source of seeds to the possibility of establishing a seed orchard with resistant clones. Therefore, the methodology also deals with the possibility of classifying a resistant tree or part of a stand into different categories of reproductive material source and their recognition procedure in forestry. The manual is mainly intended for forest owners and managers who are faced with bark beetle calamities, even repeatedly, and who need to manage their forest properties efficiently and sustainably without major disturbances from biotic and abiotic factors.

Key words: survival; resistance; natural regeneration; calamity; pests

Oponenti: Ing. Vlasta Knorová, Ministerstvo zemědělství, Odbor hospodářské
úpravy a ochrany lesů
doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D., Katedra pěstování lesů,
Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze

Podíl autorů na publikaci:

Ing. Martin Fulín, Ph.D. 80 %

RNDr. Adam Věle, Ph.D. 20 %

Foto na obálce:

Buková hora, 5.6. 2023. (Foto: J. Dostál)

Obsah

1 ÚVOD	7
2 CÍL METODIKY	11
3 METODIKA.....	12
3.1 Vyhledávání kvalitních jedinců či části porostů odolávajících působení škodlivých organismů na zasaženém lesním majetku	12
3.2 Zjištění stavu napadených stromů	13
3.2.1 Vliv škodlivých organismů	13
3.2.2 Vyhledávání rezistentních, resp. napadených jedinců	13
3.2.3 Ochrana porostů s rezistentními jedinci.....	16
3.3 Charakteristika nejvýznamnějších druhů podkorního hmyzu na smrku, borovici, jedli, dubu a buku	17
3.3.1 Přirození nepřátelé	25
3.4 Využití přeživších jedinců či části porostu	25
3.5 Možnost uznání za zdroj reprodukčního materiálu.....	26
3.6 Přínosy a náklady na ponechání vybraných stromů nebo části porostu.	28
4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	29
5 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	30
6 EKONOMICKÉ ASPEKTY	31
7 DEDIKACE	32
8 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY.....	32
9 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	38
SUMMARY	40

1 ÚVOD

Organismus žijící v optimálních podmínkách prostředí vykazuje výbornou vitalitu, ale nelze poznat jeho reakce na případné negativní vlivy prostředí. Minimální a maximální hranice podmínek pro přežití organismu jsou u každého jedince různé a schopnost adaptace je určena mírou ekologické valence daného organismu (Jelínek, Zicháček 2014). Vystavení organismu negativním vlivům (pomineme-li intenzitu a dobu působení) způsobí jeho úhyn, nebo jeho přežití, což se odvíjí od stupně jeho odolnosti. Odolnost rostlin neboli rezistence je schopnost rostliny přežít a prosperovat navzdory nepříznivým podmínkám a činitelům, jako jsou škůdci, choroby, sucho, mráz nebo znečištění prostředí. Existuje řada mechanismů a faktorů přispívajících k odolnosti rostlin, mezi něž patří např. biochemické reakce rostlin, fyziologické struktury, genetické a epigenetické charakteristiky, šlechtění a kultivace a postupná adaptace na extrémní podmínky (Wagner et al. 2002). Odolnost rostlin je tedy kombinací genetických vlastností, fyzických a chemických obranných mechanismů, a schopnosti adaptovat se na měnící se podmínky prostředí. Extrémní podmínky, zejména stres z nedostatku vláhy a živin, mohou naopak silně zhoršit zdravotní stav rostlin a následně jejich obranyschopnost (Nilsen, Orcutt 1996). V zemědělství a zahradnictví je zvyšování odolnosti rostlin klíčové pro zajištění vysokých výnosů a udržitelnosti produkce surovin. V lesnictví je však výzkum a šlechtění rezistentních stromů velmi náročná činnost, a to především z důvodu dlouhověkosti lesních dřevin, a nachází se zatím na svém počátku.

V době současných klimatických změn dochází k neustálému poškozování významných hospodářských dřevin (Liška et al. 2021, Hlásný et al. 2021). Teplotní a hydrické změny za současně se zvyšující početnosti podkorního hmyzu (z důvodu zrychlení jejich vývoje při vyšších teplotách) a snížená obranyschopnost dřevin dostávají strom do stresované pozice (Kolb et al. 2019, Hlásný et al. 2021). Navíc při těchto změnách je vytvořen prostor pro šíření invazních druhů a dříve pouze regionálně se vyskytujících škodlivých organismů na nová a rozlehlejší území (např. Pyšek et al. 2020 Canelles et al. 2021, Liška et al. 2021). Hospodářské problémy nastávají nejčastěji u jehličnatých druhů lesních dřevin, kde dochází ke kritickým situacím. Např. na borovici lesní se mezi lety 2010 a 2019 zvýšily škody způsobené podkorním hmyzem osmkrát (Knížek 2010, Knížek, Liška 2020). Lokálně dochází také k usychání náhradních dřevin vysazených po smýcení smrkových monokultur (Knížek, Liška 2020). Na některých místech v roce 2020 bylo zjištěno chřadnutí buku a je dle z důvodů zvýšení početnosti podkorního hmyzu, který byl doposud monitorován pouze v minimálním počtu jako sekundární škůdce primárně neohrožující

tyto dřeviny (např. *Taphrorychus bicolor*). Buk lesní má sice dobré regenerační schopnosti, ale takovýmto podmínkám nedokáže dostatečně odolávat. U jedle bělokoré je snaha zvýšit její zastoupení v lesních porostech, v důsledku klimatických změn a současně vysokému tlaku škůdců je však její návrat do lesního prostředí významně zpomalen či znemožněn. Výkyvy teplot, srážek a vyšší koncentrace CO₂ nebo intenzita UV záření mohou vyvolávat změny v rychlosti růstu, metabolismu i mezidruhových vztazích, které se obecně považují za důvod zvyšujícího se významu škodlivých organismů, byť výsledky jednotlivých studií bývají často nejednoznačné (Lieutier 2007, Julkunen-Tiitto et al. 2015, Kolb et al. 2019). Z terénních šetření je známo, že jednotlivé stromy vykazují odlišné reakce na stres. I v regionech ČR, které jsou působením podkorního hmyzu postiženy nejvíce, kde plošně odumřely či odumírají celé porosty, se najdou vitální jedinci odolávající vysokému tlaku těchto škůdců. Konkrétní mechanismy schopnosti jedinců odolávat vysokému tlaku nejsou doposud známy, dosavadní poznatky jsou příliš obecné a neumožňují jednoznačně určit, o jaké příčiny se jedná. I zdravý strom při silném napadení kůrovcem nedokáže přežít (Vega, Hofstetter 2015), je tedy pravděpodobné, že důvod odolnosti může spočívat v odlišné produkci volatilních látek, které brouci využívají k vyhledávání hostitelských stromů (Schroeder 1998). V našich podmínkách bylo provedeno šetření na volatilní látky u napadených a zdravých jedinců vybraných druhů lesních dřevin přímo v lesním porostu (Soudek et al. 2024). V rámci této studie byly porovnány endogenní hladiny antioxidačních enzymů, fotosyntetických pigmentů, fytohormonů, celkových fenolů a flavonoidů u kůrovci napadených a nenapadených stromů. Rovněž byly hodnoceny přežívající stromy v porostech napadených podkorním hmyzem, přičemž byl posouzen stav i obranná schopnost nenapadených a napadených stromů buku lesního, borovice lesní a jedle bělokoré. Získané výsledky ukázaly, že sledovaní jedinci borovice lesní reagují na napadení kůrovcem odlišně od jedinců buku lesního a jedle bělokoré. Největší změny fytohormonů byly pozorovány u jedinců borovice, zatímco nejvýraznější změny fotosyntetických pigmentů byly pozorovány u jedinců buku a jedle.

Odlišná odolnost dřevin k působení podkorního hmyzu může být rovněž dána geneticky podmíněnými dispozicemi. Rozdíly v obranných mechanismech se odvíjí od druhu dřeviny a jejich stanovištních podmínek (Lieutier 2007), jednoznačně určit hlavní příčinu je obtížné a je nutné vycházet ze studia místních populací včetně rezistentních stromů v našich lesích. Adaptační schopnosti dřevin jsou postupným vývojem populace a selekcí v různých přírodních podmínkách upravovány a zdokonalovány, přičemž základem je i stabilní a dostatečná genetická diverzita s možnými potencionálně prospěšnými alelami (Behringer et al. 2015, Korecký et al. 2023). Míra genetické rozmanitosti populací lesních dřevin určuje schopnost přizpůsobit se klimatickým změnám (Shi et al. 2017), v měnících se podmínkách

prostředí je proto základem vysoká úroveň vnitro- i mezipopulační variability dřevin (Koskela et al. 2007). V mnoha studiích (Lefèvre et al. 2012, Pluess, Määttänen 2013, Lučič et al. 2014, Pazouki et al. 2016, Belletti 2017, Piotti et al. 2017) jsou využity ke sledování úrovně genetické diverzity DNA markery, resp. pro sledování polymorfismu jsou široce používané mikrosatelity (SSR markery). Tyto markery byly využity i pro studium genetické diverzity významných populací lesních dřevin rostoucích na našem území (Čáp et al. 2016, 2017, Cvrčková et al. 2015, 2016, Fulín et al. 2016a, 2016b, Máchová et al. 2018, Novotný et al. 2016a, 2016b). Byla též provedena genetická studie na přeživších smrcích ze Šumavy, kde se ukázala jako jedna z důležitých složek obranyschopnosti stromu genetická rozmanitost. Nově je genetický výzkum také zaměřen na vyhledávání genů zapojených do odezvy na stresové faktory, kdy se míra jejich exprese stanovuje na základě míry syntézy mRNA (Behringer et al. 2015, Krivmane et al. 2020, Nguyen 2017, Mishra et al. 2018).

Obranyschopnost lesních dřevin proti působení negativních faktorů je závislá i na chemické obraně stromů, která nebyla doposud dostatečně objasněna. V současnosti dochází k výraznému poškození suchem stresovaných populací dřevin, např. borovice lesní, jedle bělokoré a buku lesního (Lubojacký et al. 2019). U takového stromu bylo zjištěno, že pokles fotosyntetické aktivity v důsledku uzavření průduchů vede ke snížení dostupnosti uhlíku pro primární a sekundární metabolismus, což ovlivňuje zejména investici uhlíku do růstu rostlin a do život udržujících mechanismů, jako je dýchání a obrana (McDowell et al. 2008). Stres ze sucha může mít negativní, neutrální nebo dokonce pozitivní vliv na obranu dřeviny. Jeho význam závisí na intenzitě a frekvenci spouštěcích událostí a době regenerace (Eyles et al. 2010, Niinemets 2010, Netherer et al. 2021), jejímž příkladem může být tok pryskyřice u čeledi borovicovité (*Pinaceae*) chránící strom před napadením podkorním hmyzem. Množství pryskyřice roste s mírným až středním suchem, ale klesá, a dokonce mizí s těžkým nedostatkem vody (Lombardero et al. 2000, Netherer et al. 2015). Navíc sucho může narušit i samotnou tvorbu traumatických pryskyřičných kanálků, a tím i obranyschopnost proti poranění kmene napadením škůdci, patogeny či mechanickému poškození (Klutsch et al. 2017). Zvláště u jehličnatých dřevin dochází vlivem teploty a sucha k významné změně koncentrace a emisí terpenů v pryskyřici s negativním nebo pozitivním účinkem (Ferrenberg et al. 2017, Holopainen et al. 2018, Mattson, Haak 1987). Vitální strom je pro svou obranu dobře zásoben, buď v pryskyřičných kanálkách dostatečným množstvím pryskyřice bohaté na terpeny, nebo v buňkách polyfenolického parenchymu produkujícího a uchovávající fenolické sloučeniny (Franceschi et al. 2005). V případě vyššího množství specifických fenolických sloučenin a fenolické diverzity se zvyšuje odolnost stromů proti ophiostomatálním houbám, které s sebou kůrovci často přenášejí (Evensen et al. 2000).

Dřeviny, jak už bylo zmíněno, mají několik způsobů, jak odolávat stresovým podmínkám. Vhodná kombinace obranných mechanismů a rychlé reakce na případné stresové podmínky předurčují přežití jedinců k dalšímu vývoji a pokračování jeho populace, pokud do přirozené selekce nevstoupí člověk např. s nevhodnými těžebními zásahy. Naopak pokud lidský faktor podpoří probíhající přirozený proces, můžou z těchto postupů mít v budoucnosti užitek obě strany. Dobře vyvíjející se zdravotní stav vhodně podpořené populace dřevin se odrazí ve výnosu z kvalitní cílové dendromasy, která odolala negativnímu vnějšímu tlaku v důsledku probíhající klimatických změn.

2 CÍL METODIKY

Současná změna klimatu působí čím dál častěji negativně na životní prostředí, resp. na jeho jednotlivé složky včetně lesního ekosystému. Při stresových podmínkách v populaci lesních dřevin se u jednotlivých stromů projevují různé obranné mechanismy a odlišné rychlosti jejich reakce. Postupně odumírají nejméně odolní jedinci, kteří nevydrželi vnější nápor, a projevuje se zde přirozená selekce v kalamitou zasažené populaci. Zachování přežívajícího stromu po kůrovcové kalamitě vyžaduje pečlivé metodické postupy, aby se zajistilo, že strom bude nadále prosperovat a že jeho okolní prostředí bude obnoveno. Při řešení dané problematiky se spojují šlechtitelsko-pěstebně-ochranná opatření. Přeživší jedinci hrají klíčovou roli v obnově lesa po kalamitě. Mohou sloužit jako zdroj nové generace pro obnovu lesa a pomáhají udržovat biodiverzitu lesa. V dlouhodobém horizontu může být přítomnost přeživších stromů rozhodující pro přirozenou obnovu lesních ekosystémů.

V praxi často dochází k vykácení všech stromů i s přimíšenými odolnými jedinci v zasaženém porostu kalamitou. Holosečným způsobem vzniklé holiny jsou dnes vytvořeny především při harvestorové technologii využívané pro rychlé a efektivní zpracování kalamity. Pokud strom odolává nepříznivým vlivům a není zdrojem šíření škodlivých organismů, je jeho těžba zbytečnou ztrátou příležitosti získat cenný materiál s možností pěstování odolnější nové generace lesa.

Navržené metodické postupy jsou zaměřeny na vyhledání, rozpoznání a možné využití rezistentních dřevin v lesních porostech zasažených abiotickými i biotickými činiteli. Odolnost dřeviny je prověřena nastalou kalamitou v lesním porostu, kde mezi masou chřadnoucích stromů může být i kvalitní a odolávající jedinec či část porostu. Ponechání rezistentního stromu či porostu jako zdroje reprodukčního materiálu lesních dřevin (RMLD) souvisí s možným určením způsobu využití v rámci hodnocení kvalitativních znaků, které může být od výstavku pro přirozenou obnovu, jako zdroje semen, až po možnost založení semenného sadu s rezistentními klony. Metodika se tedy také zabývá možností zařazení rezistentního stromu či části porostu do jednotlivých kategorií zdroje reprodukčního materiálu a jejich postupu uznání v lesním hospodářství.

3 METODIKA

3.1 Vyhledávání kvalitních jedinců či části porostů odolávajících působení škodlivých organismů na zasaženém lesním majetku

V kalamitou zasažených lesních porostech se nacházejí i dřeviny, které odolávají negativnímu tlaku biotických a abiotických činitelů. Správné navržení postupu je základem pro vyhledávání odolávajících jedinců na kalamitou velkoplošně i maloplošně zasažených územích.

Na velkoplošně zasažených územích, kde je vyhledávání přeživších stromů individuálním osobním průzkumem (v nebezpečném terénu s rizikem zranění) problematické, se nejprve rozdělí zasažené území na několik sektorů podle velikosti, náročnosti terénu a případně vzniklých překážek v podobě polomů, vývratů, eroze půdy apod. Monitoring území lze provést současnou moderní technikou v podobě dálkového průzkumu Země (DPZ) pomocí satelitního nebo leteckého snímkování. Také se nově rozvíjí využití bezpilotních letounů (UAV) neboli dronů, které poskytuje rychlou a levnou variantu detailního snímkování zasaženého území. Drony umožňují využít na zasaženém území snímkování v RGB a NIR spektru¹. Po zjištění pozic přeživších stromů je důležité zkontrolovat jejich zdravotní stav a zhodnotit jejich možné využití. Dopravu lze provést podle náročnosti terénu. Z dopravních prostředků můžeme vybrat od motocyklu, čtyřkolek (ATV), přes automobil až po lesní kolový traktor (LKT). Po přiblížení k danému místu následuje individuální osobní průzkum (vlastní terénní šetření), kde daná osoba zaznamená pozice přeživších stromů pomocí GPS, kontrolu zdravotního stavu, provedení případného morfologického hodnocení a označení pro další využití.

Na maloplošně zasažených územích je základem individuální osobní průzkum (pochůzka) plochy, kde se mohou nalézat přeživší stromy. Osoba musí být znala místních podmínek a rozvrhnout si správně dopravu a rozčlenění terénu podle náročnosti při hledání přeživších stromů. Postup je již podobný jako v případě velkoplošně zasaženého území, kde ale odpadá vzdušný průzkum a více se dbá na znalost a zdatnost dané osoby při vyhledávání.

¹ RGB je barevný model neboli červená-zelená-modrá, barvy míchané aditivním způsobem, kde podle mezinárodní normy je červená charakterizována vlnovou délkou 700 nm, zelená 546,1 nm a modrá 435,8 nm. NIR je blízká infračervená spektroskopie, tj. spektroskopická metoda, která zahrnuje blízkou infračervenou oblast z elektromagnetického spektra (tedy 800–2500 nm).

3.2 Zjištění stavu napadených stromů

3.2.1 Vliv škodlivých organismů

Ke zhoršení zdravotního stavu často dochází v důsledku působení sucha či dalších abiotických stresorů. Zdravotní stav zhoršuje také předchozí napadení stejným či jinými druhy škodlivých organismů (Waring, Pitman 1985; Lindgren, Raffa 2013; Haavik et al. 2015). Intenzita napadení, jež je pro stromy letální, se liší především v závislosti na jejich zdravotním stavu. Čím je strom více oslaben, tím snáze podlehne napadení (Weed et al. 2015). Vliv hrají také další parametry jako např. věk stromů. Starší stromy vesměs snáze podléhají napadení (Pineau et al. 2017). Jednotlivé druhy škůdců disponují odlišnou schopností narušit zdravotní stav hostitele, stejně jako jednotlivé stromy se dokáží s odlišnou intenzitou bránit napadení (Jeger et al. 2017, Pineau et al. 2017, Lieutier 2007). Rovněž je nutné vzít v potaz početnost přirozených nepřátel, jež mohou narušit vývoj svého hostitele, což se následně může projevit v nižším poškození stromu (Wegensteiner et al. 2015).

3.2.2 Vyhledávání rezistentních, resp. napadených jedinců

Podkorním hmyzem (především kůrovci) napadené, resp. rezistentní stromy lze vyhledávat podle více symptomů, mezi něž patří např. závrtové otvory, drtinky, ronění pryskyřice, barevné změny a předčasný opad asimilačního aparátu, stopy aktivity hmyzožravého ptactva (Fettig, Hilszczański 2015, Lubojacký, Liška 2023)

Závrtové otvory, příp. požerky lze považovat za nejdůležitější symptom, neboť je patrný již v počáteční fázi náletu, tedy v době, kdy se rozhoduje o případné asanaci stromů z důvodu ochrany okolních jedinců. Na přítomnost zavrtávajících se jedinců upozorňují také drtinky a případně i výrony pryskyřice nebo mokré skvrny (Lubojacký, Liška 2023). Vzhledem k variabilitě a množství kombinací uvedených faktorů není možné přesně určit hranici napadení (počty závrtvových otvorů, požerků apod.), jež je pro stromy letální. Publikované studie neposkytují dostatek informací umožňujících jednoznačné posouzení zdravotního stavu na základě početního výskytu symptomů napadení. Níže uvedené informace mají proto orientační charakter. Při hodnocení výskytu a poškození rezistentních jedinců je tedy vhodné vycházet i z předešlých zkušeností z dané lokality a charakterově obdobných porostů. Letální hranice napadení (tab. 1) lýkožroutem borovým nastane téměř vždy při hustotě cca 140 závrvtů na m² plochy kůry, u lýkožrouta vrcholkového se jedná

o 850 závrťů a u lýkohuba sosnového o cca 300 závrťů na m² (Lieutier et al. 2003, Pineau et al. 2017, Långström et al. 1992, Guérard et al. 2000). U agresivnějšího lýkožrouta smrkového se jedná o 120–200 závrťů na m² (Raffa, Berryman 1983, Christiansen 1985). Obecně můžeme říci, že cca 40 úspěšných napadení na m² kůry je pro strom letální (Raffa, Berryman 1983). Naopak většina jedinců je schopna přežít napadení v hustotě odpovídající přibližně 10 požerkům na m² (Raffa, Berryman 1983, Mulock, Christiansen 1986).

Tab. 1: Letální hranice napadení stromu vybranými lýkožrouty

Druh	Počet závrťů na m ²
Lýkožrout borový	cca 140
Lýkožrout vrcholkový	cca 850
Lýkohub sosnový	cca 300
Lýkožrout smrkový	cca 120–200

Ronění pryskyřice (tzv. rezinoza), jejímž cílem je zalévání závrťových otvorů a v nich hlodajících jedinců je přirozenou obranou reakcí proti napadení. U jehličnanů schopnost produkovat dostatečné množství pryskyřice zásadně zvyšuje pravděpodobnost přežívání. Vitální stromy jsou schopny pryskyřicí zalít přibližně 2/3 požerků (Raffa, Berryman 1983). Nutno upozornit, že ronění pryskyřice je obecně nespecifický symptom a nemusí být vždy spojen s napadením podkorním hmyzem, k čemuž je nutno přihlížet při vyhledávání napadených jedinců. Napadené jehličnany lze poznat podle opadu světla zeleného jehličí, které je patrné na povrchu lesní půdy pod profilem koruny. Intenzita opadu je přímo úměrná rozsahu napadení stromu. Opět se však jedná o nespecifický symptom, napadení kůrovci je proto také v tomto případě nutné ověřit sledováním dalších symptomů. Na přítomnost podkorního hmyzu mohou upozornit pobytové znaky hmyzožravého ptactva, tj. jednotlivé oklované, resp. odloupnuté šupiny kůry, později i odlupování větších částí kůry a lýka (Lubojacký, Liška 2023). Ke sledování vitality stromů či včasné identifikace napadených stromů lze použít také nové metody využívající dálkový průzkum země nebo UAV, které mohou poskytnout bližší detail sledovaného porostu i v těžko přístupných terénech (Kautz et al. 2024)

Výskyt rezistentních (nebo naopak odumírajících) jedinců lze sledovat při pravidelných obhlídkách. V případě menších rozloh (např. jednotlivých porostů) je možné kontrolovat všechny stromy. V případě rozsáhlejších celků lze jejich pří-

tomnost sledovat na transektech, např. v pásu o šířce 15 m, v němž je možno pozorovat výskyt napadených/nenapadených stromů po obou stranách vytyčené linie. K pozorování napadení či jeho symptomů ve vyšších částech stromu lze používat dalekohled. V případě výskytu drobných druhů kůrovců, a tedy i malých závrťových otvorů, je vhodný monokulární dalekohled umístěný na stativu (obr. 1). V rozvolněných porostech a u méně zavětvených stromů lze využívat drony s dostatečnou možností zoomu či metody dálkového průzkumu země. Ty mohou upozornit především na oslabení stromů. U napadených jedinců nemusí být detekce za pomoci dronů včasná, naopak mohou již předem určit stromy náchylnější k budoucímu napadení.



Obr. 1: Dalekohled na stativu je ideální k počítání závrťových otvorů ve vyšších částech stromu. (Foto: A. Véle)

3.2.3 Ochrana porostů s rezistentními jedinci

Obzvláště v porostech s přežívajícími jedinci je vhodné uskutečňovat preventivní opatření spočívající v metodách, které popisují např. Lubojacký, Liška (2023), mezi něž patří posilování vitality porostů vhodnými pěstebními zásahy a dodržováním obecných zásad porostní hygieny, dále pak zlepšováním podmínek pro podporu výskytu přirozených nepřátel, zejména hmyzožravého ptactva a parazitoidů. Nezbytné je rovněž zabránit lákání škůdců do blízkosti rezistentních jedinců (např. nevhodnou instalací feromonových lapačů). Vitálnější stromy mohou být napadeny podkorním hmyzem vylétávajícím z okolních stromů např. během druhého rojení. V okolí přežívajících stromů je žádoucí dodržovat zásady porostní hygieny. Jedná se o včasné odstraňování materiálu vhodného k rozmnožování potenciálních škůdců (dřevní hmota po prořezávkách, probírkách i mýtních těžbách, polomy, suchem silně oslabené stromy, stromy akutně napadené václavkou a jinými houbovými patogeny, stromy poškozené zvěří nebo jinými škodlivými faktory). Veškerá takto riziková hmota by měla být z předmětných porostů odstraněna v závislosti na nadmořské výšce do konce měsíce března, resp. dubna, tj. před začátkem letové aktivity relevantních druhů kůrovců. Kůrovci napadené stromy je nutné vyhledávat celoročně, zejména však během jarního a letního rojení lýkožroutů a krátce po něm. Ke sledování rojení lze kromě vlastních terénních šetření využít také např. web www.kurovcoveinfo.cz či biometeorologické předpovědi ČHMÚ.

Pozornost je vhodné věnovat zejména odolnějším stromům rostoucím na rizikových místech jako jsou: a) porostní stěny, které vznikly v důsledku předchozí těžby napadených stromů, b) místa kolem včas nezpracovaných kalamit, c) okolí kůrovcových souší, d) porostní stěny vzniklé v důsledku větrných poškození, zejména jejich osluněné části, e) porosty se sníženým zápojem, vzniklým po kůrovcových těžbách, f) stanoviště, v jejichž okolí byly v předcházejícím roce použity feromonové lapače a okolí stávajících lapačů a lapáků, g) porosty v blízkosti odvozních míst, skládek a dřevoskladů, kde byly soustředěny napadené stromy apod. (Jakuš et al. 2015).

3.3 Charakteristika nejvýznamnějších druhů podkorního hmyzu na smrku, borovici, jedli, dubu a buku

Všechny níže uvedené druhy patří mezi podkorní, sekundární a fyziologické škůdce, kromě druhů, u nichž je výslovně uvedeno jinak. Uvedená doba rojení je orientační, liší se v závislosti na konkrétním průběhu počasí a zejména v posledních letech nemusí odpovídat dřívějším poznatkům.

Lýkohub menší (*Tomicus minor*)

Hlavní hostitelské dřeviny: borovice

Výskyt: Napadá stromy již od věku 10–15 let, avšak preferuje stromy středních a starších věkových tříd. Nalétává na spodní část kmene oslabených, vyvrácených či pokácených stromů. Zralostní žír prodělává v letorostech.

Rojení: První rojení probíhá v dubnu až květnu, druhé v červnu až červenci.

Příznaky napadení: Na kmenech lze pozorovat závrtové otvory, později bývá možné pozorovat barevné změny jehličí.

Význam: Může poškodit vrchní část dřeva. Méně významný škůdce, napadající především silně oslabené a odumřelé jedince. Pouze při přemnožení napadá i zdravé stromy.

Lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*)

Hlavní hostitelské dřeviny: borovice

Výskyt: Je schopen napadat stromy již od věku cca 10–15 let, avšak preferuje stromy středních a starších věkových tříd. Nalétává na spodní část kmene oslabených, vyvrácených či pokácených stromů. Zralostní žír prodělává v letorostech.

Rojení: Únor/březen až květen.

Příznaky napadení: Na kmenech jsou patrné závrtové otvory a hromádky rezavobílých drtinek a ronící pryskyřice.

Význam: Méně významný škůdce, napadající především silně oslabené a odumřelé jedince. Během zralostního žíru může silně zredukovat asimilační aparát.

Lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*)

Hlavní hostitelské dřeviny: borovice

Výskyt: Vyskytuje se ve většině borových oblastí Česka, početněji na Moravě. Upřednostňuje teplejší lokality. Napadá spodní část kmenů.

Rojení: Jarní rojení nastává na přelomu dubna a května, letní v červenci.

Příznaky napadení: Typickým znakem jsou závrtové otvory a z nich vytlačené drtinky ulpívající na napadeném kmeni a kořenových náběžích. Rovněž dochází k postupné změně v barvě jehličí.

Význam: Jeho populační hustota a míra napadení stoupá, v posledních letech bylo zaznamenáno i kalamitní přemnožení. Běžně napadá pouze oslabené, odumírající či čerstvě odumřelé stromy. Při přemnožení napadá i stromy bez známek oslabení. Je přenašečem ophiostomálních hub.

Lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*)

Hlavní hostitelské dřeviny: borovice

Výskyt: Vyskytuje se především v teplejších územích (nižší až střední polohy) na osluněných lokalitách či v proředěných porostech. Napadá korunovou část kmene a větve borovic středního a staršího věku.

Rojení: První rojení začíná na přelomu dubna a května, druhé trvá od přelomu června a července po celý červenec.

Příznaky napadení: Na ležících kmenech lze za šupinkami kůry pozorovat hromádky rezavobílých drtinek. Závrťové otvory jsou špatně pozorovatelné, pro jejich detekci je nutné použít dalekohled. Postupně dochází k barevným změnám jehličí. Opad kůry nastává s velkým zpožděním.

Význam: Napadá čerstvě odumřelé jedince i oslabené stromy. Při přemnožení, jež nastává často v důsledku sucha, napadá i zdravé stromy.

Krasec borový (*Phaenops cyanea*)

Hlavní hostitelské dřeviny: borovice

Výskyt: Osídluje přednostně středně staré a dospělé borové porosty, zejména v nížinách a v teplých oblastech. Napadá kmeny od paty kmene až téměř po vrchol. Preferuje osluněné jedince.

Rojení: Brouci nalétávají na kmeny v červnu a červenci.

Příznaky napadení: Výrony pryskyřice se objevují v prasklinách kůry krátce po napadení. V zimních měsících dochází k opadu kůry především ve střední části kmene. Barevné změny jehličí nastávají u borovic později (často až v průběhu následujícího roku), proto není tento symptom pro včasnou detekci použitelný.

Význam: Lokálně velmi početný druh, zejména v porostech oslabených suchem. V gradaci napadá i stromy bez známek poškození. Preferuje čerstvě odumřelé dříví (z těžby, vývraty apod.) nebo silně oslabené stromy. Sekundární a fyziologický škůdce.

Lýkožrout bukový (*Taphrorychus bicolor*)

Hlavní hostitelské dřeviny: buk

Výskyt: na okrajích porostů, resp. v proředěných porostech. Nejpočetněji v nadmořských výškách do 450 m.

Rojení: První rojení probíhá od března (dubna) do června, druhé od srpna do září. Rojení však nejsou ostře ohraničena, mohou se překrývat.

Příznaky napadení: Osídluje zejména kmeny (od báze až do koruny, nejčastěji do 2–4 m nad zemí), ale i silnější větve (obr. 2). Závrtové otvory mají průměr cca 1 mm. Kolem závrtových otvorů mohou vznikat mokravé skvrny, následně tekutinou vyplněné černé léze (důsledek infekce). Rovněž může docházet k praskání kůry a vzniku kalusů. Silně napadeným stromům prosychá koruna.

Význam: Sekundární škůdce, jehož početnost vzrůstá v suchých a teplých letech. Silně napadené buky (znaky přítomnosti škůdců, četné mokravé výtoky, odumření více než 50 % koruny, ztráta olistění nad 70–80 %) odumírají.



Obr. 2: Lýkožrout bukový hloubící komůrku. (Foto: A. Véle)

Polník zelenavý (*Agrilus viridis*)

Hlavní hostitelské dřeviny: buk, bříza, vrba

Výskyt: Napadá silně oslabené a čerstvě pokácené stromy, kmeny i větve.

Rojení: Imaga létají od května do srpna.

Příznaky napadení: Larvy vyžírají pod kůrou větví a kmenů esovité chodby, vyplněné drtinkami.

Význam: Sekundární škůdce, kromě čerstvě pokácených stromů napadá i silně oslabené, chrádnoucí stromy. K přemnožení dochází zejména po horkých a suchých letech.

Bělokaz dubový (*Scolytus intricatus*)

Hlavní hostitelské dřeviny: duby

Výskyt: V Česku se vyskytuje od nížin do hor. Mladé jedince napadá na kmeni (obr. 3). U starších jedinců jej lze nalézt na větvích a slabších částech kmene v koruně. Početněji se vyskytuje na kmenech o tloušťce 45–50 cm a v zastíněnějších porostech.

Rojení: Květen/červen až červenec. Druh s jednou generací v roce.

Příznaky napadení: Prvotní napadení v korunách se zjišťuje komplikovaně. Následně napadené části zasychají (nejprve slabší větve). Na ležícím dříví je možné pozorovat hromádky jemných bělavých drtinek. Na letorostech jsou patrné důsledky zralostního žíru.

Význam: U napadených stromů dochází k jejich oslabování a prosychání (starší stromy) či odumírání (mladší stromy). Sekundární škůdce preferující oslabené, odumírající jedince. Často se vyskytuje v porostech oslabených suchem.

Lýkožrout malý (*Pityokteines vorontzowi*)

Hlavní hostitelské dřeviny: jedle

Výskyt: Vyskytuje se lokálně ve středních a vyšších polohách, zejména ve starších porostech. Napadá vrcholek kmene a větve.

Rojení: První rojení probíhá již na přelomu března a dubna, druhé na přelomu června a července. Ve vyšších polohách, kde může mít pouze jednu generaci, rojení probíhá v květnu.

Příznaky napadení: Obdobně jako u dalších druhů kůrovců na napadení upozorní závrtové otvory, na ležícím dřevu také hromádky drtinek. Barevné změny jehličí stejně jako opad kůry nastávají opožděně, proto pro včasnou detekci napadených stromů nejsou vhodné.

Význam: Sekundární a fyziologický škůdce. Primárně napadá čerstvě odumřelé a oslabené stromy, vždy ve vrcholové části koruny. V případě silného výskytu může napadnout i stromy bez viditelného oslabení.



Obr. 3: Bělokaz dubový. (Foto: archiv LOS)

Lýkožrout prostřední (*Pityokteines spinidens*)

Hlavní hostitelské dřeviny: jedle

Výskyt: Obdobně jako lýkožrout malý se vyskytuje lokálně ve středních a vyšších polohách. Napadá vrcholové části kmenů jedlí rostoucích ve starších porostech.

Rojení: První rojení probíhá na přelomu března a dubna, druhé na přelomu června a července. V některých letech může založit ještě třetí generaci.

Příznaky napadení: Na napadených stromech lze pozorovat rezavobílé drtinky, jež se zachytávají i za šupinkami kůry. Barevné změny jehličí a opad kůry nejsou vhodným symptomem pro včasný zásah.

Význam: Sekundární a fyziologický škůdce.

Lýkožrout lesklý (*Pityokteines chalcographus*)

Hlavní hostitelské dřeviny: smrk, borovice

Výskyt: V mladých porostech (tyčkoviny, tyčoviny) obsazuje celý kmen, ve starších porostech se vyskytuje v koruně, na kmeni a na větvích. Rozšířený od nížin až po horské polohy.

Rojení: První rojení nastává koncem dubna (ve vyšších polohách v květnu), druhé v červnu. V teplých letech může nastat ještě třetí rojení.

Příznaky napadení: V mladších porostech se objevují barevné změny jehličí, které žloutne a posléze rezne, záhy po náletu. Na kmínku je možné současně nalézt drobné závitové otvory. Drtinky jsou špatně pozorovatelné. Ve starších porostech, kde napadá vrcholovou část koruny včetně větví, dochází ke změnám v barvě jehličí a následnému opadávání kůry (na malých ploškách).

Význam: Významný škůdce zejména mladších porostů (mlaziny – tyčoviny). Při přemnožení silně napadené stromy odumírají.

Lýkožrout severský (*Ips duplicatus*)

Hlavní hostitelské dřeviny: smrk

Výskyt: Napadá středně staré a staré smrkové porosty, konkrétně slabší část kmene v korunách, v případě mladších porostů celý kmen. Vyskytuje se nejčastěji v nižších a středních polohách do nadmořské výšky 600–700 m n. m.

Rojení: První rojení začíná na přelomu dubna a května, druhé, jež bývá delší v červenci. V případě teplejšího počasí může založit i třetí generaci.

Příznaky napadení: Změna barvy jehličí nastává především v napadených částech koruny. Později dochází k opadu kůry.

Význam: Sekundární (při přemnožení i primární) škůdce.

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Hlavní hostitelské dřeviny: smrk

Výskyt: Vyskytuje se v porostech starších 60 let, od báze kmene až po dolní část koruny.

Rojení: První rojení nastává v druhé polovině dubna, druhé rojení koncem června. Případné třetí rojení probíhá koncem srpna. Ve vyšších polohách nad 700 m může mít pouze jednu generaci (rojení v květnu).

Příznaky napadení: Na kmenech jsou patrné závrtové otvory, příp. též výrony pryskyřice. Za šupinami kůry jsou zachycené rezavé drtinky. Postupně dochází k barevným změnám jehličí a následně i opadávání kůry.

Význam: Sekundární (při přemnožení i primární) škůdce.

3.3.1 Přirození nepřátelé

Mezi nejhojnější přirozené nepřátele kůrovců z třídu hmyzu patří draví brouci (např. *Cleridae*), parazitoidi z řádů dvoukřídlých a blanokřídlých (Wermelinger 2004), např. larva pestrokrovečníka mravenčího (*Thanasimus formicarius*) během svého vývoje uloví zhruba 50 larev kůrovce, dospělý brouk dalších 100 larev (Heidger 1994). Parazitoidi mohou napadnout i více než 50 % populace hostitele (Wermelinger 2002). Z obratlovců se jedná především o ptáky, mezi nimiž dominantní postavení zaujímají datlovití (Vélová, Véle 2018). Úmrtnost kůrovců způsobená predátory a parazitoidy může dosahovat až cca 80 % (Wermelinger 2002). Parazitoidi pozitivně reagují na heterogenitu rostlin, pro jejich podporu je tedy vhodné udržovat mozaiku různě starých a druhově odlišných porostů (Rodriguez 2019). Pestrokrovečníkům vyhovuje přítomnost slunných ploch (Hilczanski et al. 2007). Nezbytnou podmínkou pro výskyt datlovitých ptáků je přítomnost doupných stromů (Vélová, Véle 2018).

3.4 Využití přeživších jedinců či části porostu

Po zjištění stavu kalamitu přeživších stromů z hlediska zdravotního a morfologického lze uvažovat o několika variantách využití. Přežívající stromy po kalamitě mohou být důležité pro obnovu ekosystému. Jednou z variant je ponechání výstavku v zasaženém porostu. Ponechání výstavku stromů, zejména po kalamitě, může mít mnoho výhod pro ekosystém a také pro estetiku krajiny. Ponechání stávajících stromů podporuje výskyt zástupců místní fauny, jako jsou ptáci, hmyz a další živočichové, kteří využívají stromy jako úkryt nebo zdroj potravy. Stromy pomáhají stabilizovat půdu a snižují erozi, což je zvláště důležité na svazích a v oblastech náchylných k povodním. Výstavky stromů mohou zlepšit vzhled krajiny a poskytnout esteticky zajímavé přírodní prvky. Ponechání stromů napomáhá přirozenému procesu obnovy, neboť stromy poskytují stín a mikroklima pro další rostliny a založení nové generace lesa s vyšší mírou adaptace z důvodu přirozené selekce. Výběr stromů je důležitý především z hlediska zdravotního a kvalitativního stavu, ale jsou zde i další aspekty výběru, jako věková a druhová rozmanitost, genetická charakteristika nebo i ekologický význam (např. stromy s dutinami pro hnízdění ptáků, stromy poskytující potravu), rozložení stromů po ploše pro lepší obnovu. Nicméně ponechání výstavku také nese i následná rizika v podobě poškození výstavku při těžbě, zvýšené expozice abiotickým faktorům (vyšší riziko poškození větrem, sněhem nebo suchem).

Další variantou je uznání odolávajícího stromu jako zdroje semen, rodiče rodiny nebo skupiny stromů/části porostu jako porosty fenotypové třídy A, B nebo C. Cílem je identifikovat a selektovat geneticky kvalitní stromy, které budou sloužit jako zdroj osiva pro další generace lesních porostů. Tento proces je klíčový pro zajištění trvalé udržitelnosti lesů, jejich odolnosti a produkční kapacity. Využití zdroje je možné nejen v rámci přirozené obnovy, ale i na dalších lokalitách formou umělé obnovy v příslušné přírodní lesní oblasti a lesním vegetačním stupni dle platné legislativy.

Poslední variantou je zdoluhavější proces šlechtitelského výběru, a to uznání za kvalifikovaný zdroj reprodukčního materiálu jako semenný sad a směs klonů, u kterých se předpokládá vyšší kvalita produkce dendromasy a rezistence vůči negativním vlivům. V těchto případech musí být dobře vyhodnoceno dlouhodobější nakládání a udržování uznaných zdrojů a jejich vyprodukovaného reprodukčního materiálu.

Využití kalamitu přeživších stromů je možné také k dalšímu výzkumu, konkrétně k rozvoji nových metod na vyhledání a zkoumání obranných mechanismů rostlin proti stresovým situacím způsobeným škodlivými organismy či např. dlouhodobě trvajícím suchem.

3.5 Možnost uznání za zdroj reprodukčního materiálu

Po vyhledání přeživších stromů v zasažené oblasti a zjištění jejich zdravotního stavu, resp. stavu napadení škůdci, lze uvažovat o jejich využití jako zdroje reprodukčního materiálu. Podle požadovaných kritérií můžeme určit, do jaké míry lze zařadit přeživší stromy či části porostu do příslušné kategorie od identifikovaných, selektovaných až kvalifikovaných zdrojů. Ale i zvážit, zda lze tento zdroj využívat dlouhodobě a výši nákladů na jeho udržování.

Kritéria pro uznání zdroje reprodukčního materiálu vychází z legislativy (zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů, vyhlášky č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních

dřevin), kde se u porostů fenotypových tříd určuje původ, objemová produkce, morfologické znaky, zdravotní stav a odolnostní potenciál, kvalita dřeva, izolace, velikost porostu, věk a vývojový stupeň, homogenita, přizpůsobenost, druhová čistota a minimální velikost populace. Především u odolávajících stromů je důležité posoudit zdravotní stav a odolnostní potenciál, kde musíme zvážit obranyschopnost přežívajícího stromu v kalamitní situaci. Podrobnější kritéria na posouzení zdravotního stavu jsou popsány v certifikované metodice autorů Fulín, Novotný (2019) s názvem Metodické postupy pro zařazování sporných porostů zájmových dřevin do komplexu genových základů. Kritéria pro uznání kvalifikovaného zdroje reprodukčního materiálu jako je ortet či rodiče rodiny jsou věk a vývojový stupeň, přizpůsobivost, zdravotní stav a odolnost, objem produkce, jakost dřeva a tvar a habitus stromu. Všechna zmíněná kritéria jsou podrobněji rozepsána v certifikované metodice autorů Novotný et al. (2021) s názvem Metodické postupy pro uznání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin.

Po zvážení a vyhodnocení možností uznání za zdroj reprodukčního materiálu lesních dřevin je nutné požádat příslušnou pobočku Národního lesnického institutu (dále "NLI")² pomocí písemné žádosti o uznání zdroje reprodukčního materiálu. Příslušný zaměstnanec provede terénní šetření a posouzení navrhovaného zdroje, vyžádá si popis porostu či údaje k uznávaným stromům a vydá stanovisko v písemné podobě dokladu o uznání zdroje reprodukčního materiálu. Doba uznání zdroje se vydává na dobu trvání platnosti lesního hospodářského plánu nebo osnovy s připočtením jednoho roku navíc. Potřebné formuláře žádostí o uznání zdroje reprodukčního materiálu lze najít na: <https://mze.gov.cz/ssl/app/erma2/web/Zadosti>.

Pokud vlastník, správce či odborný hospodář plánuje využít kvalitní reprodukční materiál pro založení semenného sadu nebo směsi klonů, je potřeba počítat s vyššími náklady a pozdější produkcí reprodukčního materiálu, a to z důvodu náročnosti odběru roubů a jejich naroubování na příslušné podnože, aklimatizace roubovanců, přípravy plochy pro založení semenného sadu či směsi klonů, návrhu designu sadu, zažádání a schválení registrace kvalifikovaného zdroje reprodukčního materiálu a období do začátku plodnosti klonů, v němž je potřeba udržování plochy v dobrém zdravotním stavu.

² Do 31. 12. 2024 Ústav pro hospodářskou úpravu lesů.

3.6 Přínosy a náklady na ponechání vybraných stromů nebo části porostu

Přínosy ponechání stromu v porostu zasaženém kalamitou mají ekonomické, ekologické i sociální aspekty. V rámci ekonomického přínosu je zajištěna přirozená obnova s vyšší mírou adaptability nové generace lesa na negativní vlivy klimatických změn. Vyprodukovaný adaptabilnější reprodukční materiál z uznaných zdrojů je možné využít na zalesnění dalších vzniklých holin a je zde vyšší pravděpodobnost dosažení myšlného věku porostu, a tím i vyšší zhodnocení vytvořené biomasy. V rámci ekologického přínosu je zajištěna věková a druhová rozmanitost ponecháním stromů různého věku a různých druhů. Je zachována a podpořena biologická rozmanitost a ekologická stabilita stanoviště, dochází k vytvoření mikrostanovišť, jsou udržovány půdní a vodohospodářské funkce. Zachování těchto stromů se mimo jiné pozitivně projeví i na možnostech opylování, poskytnutí potravy a na diverzifikaci lesního porostu. A poslední složkou je estetická, rekreační a vzdělávací (ukázka přírodních procesů) hodnota, která je opomíjena, ale hraje svou roli při pohledu veřejnosti na zasažený lesní porost.

Ponechání stromů po kalamitě přináší pro vlastníky lesa i určitá rizika a povinnosti. Během těžby může dojít k poškození ponechaných výstavků, proto je důležité provádět těžbu opatrně a s ohledem na ponechané stromy. Nemalé je i riziko poškození větrem, sněhem nebo suchem, protože výstavky jsou odloučeny od ostatních stromů. Musí se provádět pravidelné hodnocení stavu ponechaných stromů z hlediska zdravotního stavu a stability, aby se zajistilo, že neohrožují okolní porost nebo bezpečnost lidí, čímž vznikají další finanční a časové náklady. Stromy, jež mohou být zdrojem šíření škodlivých organismů, musí být neprodleně odstraněny z porostu. O ponechané stromy musí být pečováno, aby se prodloužila jejich životnost a zvýšila jejich stabilita. Po dožití výstavku vznikají komplikace v podobě těžby rizikového stromu a poškození nově odrůstající obnovy nebo jiné újmy na majetku.

4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Novost předložené metodiky spočívá v souhrnném uceleném popisu postupů zachování rezistentních stromů či části porostů a využití jejich potenciálu v rámci boje a mitigace na klimatické změny a jimi způsobeného negativního vlivu na životní prostředí. V současnosti jsou v praxi území zasažené kalamitou často celoplošně vytěžena, čímž se zamezuje možnost využití přeživších stromů pro novou generaci lesa, resp. přirozenou obnovu či jako zdroj reprodukčního materiálu uchovávající si obranné mechanismy na odolávání negativnímu tlaku. Reprodukční materiál z přirozeně selektovaných stromů má pravděpodobně vyšší potenciál dorůst do mytního věku a dosáhnout lepšího finančního zhodnocení dřevní suroviny. Metodické postupy zahrnují kombinaci šlechtitelských, pěstebních a ochrannářských metod za účelem udržitelného a rentabilního lesního managementu. Popsané postupy jsou konkrétně zaměřeny na vyhledání vhodných jedinců, rozpoznání intenzity napadení stromu škůdci a určení převažujícího druhu škůdce, záchranu a zachování přeživších stromů a případné využití jako zdroje reprodukčního materiálu. Postupy splňují současnou legislativu z pohledu reprodukčního materiálu lesních dřevin (zákon 149/2003 Sb. a vyhláška 29/2004 Sb.) a lesního zákona (zákon 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů) i snahu zvýšení podílu přirozené obnovy v lesním hospodářství jako nástroj pro stabilnější lesní porosty.

5 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena především vlastníkům lesa, lesním hospodářům a správcům obecních, městských, církevních a soukromých lesů, kteří obhospodařují lesní porosty zasažené kůrovcovou kalamitou či dalšími biotickými a abiotickými faktory a hledají nejvhodnější způsob obnovy na svém majetku, s cílem zajistit dlouhodobě udržitelné lesní hospodářství s možným výnosem. Metodiku mohou využít i pracovníci poboček NLI a státní správy, studenti lesnických a odborných škol a odborná i neodborná veřejnost. Jde o příručku k záchraně a zachování odolných přeživších stromů či částí lesních porostů, zaměřující se i na jejich vyhledávání, zhodnocení a případnému dalšímu využití. Uvedené postupy umožňují efektivní využití potenciálu přeživších stromů pro přirozenou obnovu či jako zdroj reprodukčního materiálu. Z pohledu biologického a ekonomického významu jsou postupy výhodné a finančně nenáročné. Metodika popisuje postupy, přínosy a rizika pro rozhodnutí o ponechání rezistentního stromu na stanovišti a možnosti jeho dalšího efektivního využití.

6 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Hlavním záměrem předkládaných metodických postupů je využití šlechtitelského výběru pro zvýšení zastoupení geneticky hodnotných zdrojů pro zajištění trvale udržitelného lesního hospodářství. Starší a zaniklé reprodukční zdroje je nutné nahrazovat novými, a to nejlépe původem z „*in situ*“, aby nedocházelo k nedostatku kvalitního a odolného reprodukčního materiálu. Hodnota uznaných zdrojů či ponechání přeživších jedinců a části porostů pro přirozenou obnovu je obtížně vyčíslitelná z finančního hlediska, jelikož je nutné zahrnout nejen ekonomické hodnoty (zvýšení produkce dřevní hmoty), ale i ekologické a sociální aspekty. Postupným šlechtěním dosahujeme zdravých a kvalitních porostů s obnovitelným zdrojem surovin. Podle odhadu představuje zavedení systému selekce genetických zdrojů lesních dřevin potenciál zvýšení dřevní produkce o 20 % (Lindquist 1959). Reprodukční materiál získaný z vybraných zdrojů dosahuje vysoké míry adaptability a genetické variability pro zajištění existence odolnějších a kvalitních lesních porostů, které jsou podmínkou pro trvale udržitelné lesní hospodářství a stabilní ekosystém. Při využití přirozené obnovy lze ušetřit na hektar lesa tisíce korun (20 000–95 000 Kč) záleží na počtu a druhu dřeviny a technologii přípravy pro zalesnění. V rámci dotačních podpor lze využít od státu, resp. Ministerstva zemědělství příspěvek na přirozenou obnovu (20–30 tis. Kč na ha) podle nařízení vlády ČR 455/2021 Sb. Prostřednictvím *Národního programu ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin 2019–2027* lze dostat podporu pro uznané kvalifikované zdroje reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro uznané porosty prostřednictvím *Programu rozvoje venkova*. Sazby za jednotlivé položky (např. ortet, selektovaný zdroj RMLD, semenný sad) jsou určeny podle aktuálního sazebníku, který vydává příslušný resort. Celkové náklady na založení uznaných zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin jsou tedy sníženy o přiznanou podporu a jsou dlouhodoběji kompenzovány v případě například založení a údržby semenných sadů. Ekonomická náročnost postupů není příliš vysoká ve srovnání s výnosy odvíjejícími se ze zajištění kvalitního reprodukčního materiálu pro novou generaci lesa.

7 DEDIKACE

Metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QK22020062 „Identifikace přeživších jedinců lesních dřevin na kalamitních plochách, jejich ochrana a výzkum jejich rezistence“.

8 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Behringer D., Zimmermann H., Liepelt S., 2015. Differential Gene Expression Reveals Candidate Genes for Drought Stress Response in *Abies alba* (Pinaceae). Plos One, 10: e0124564: 1–18.
- Belletti P., Ferrazzini D., Ducci F., de Rogatis A., Mucciarelli M., 2017. Genetic diversity of Italian populations of *Abies alba*. Dendrobiology, 77: 147–159.
- Canelles Q., Bassols E., Vayreda J., Brotons L., 2021. Predicting the potential distribution and forest impact of the invasive species *Cydalima perspectalis* in Europe. Ecology and Evolution, 11: 5713–5727.
- Cvrčková H., Máchová P., Malá J., 2015. Use of nuclear microsatellite loci for evaluating genetic diversity among selected populations of *Abies alba* Mill. in the Czech Republic. Journal of Forest Science, 61: 345–351.
- Cvrčková H., Máchová P., Poláková L., Trčková O., 2016. Evaluation of the genetic diversity of selected *Fagus sylvatica* L. populations in the Czech Republic using nuclear microsatellites. Journal of Forest Science, 63: 53–61.
- Evensen P.C., Solheim H., Høiland K., Stenersen J., 2000. Induced resistance of Norway spruce, variation of phenolic compounds and their effects on fungal pathogens. Forest Pathology, 30: 97–108.
- Eyles A., Bonello P., Ganley R., Mohammed C., 2010. Induced resistance to pests and pathogens in trees. New Phytologist, 185: 893–908.

- Ferrenberg S., Langenhan J.M., Loskot S.A., Rozal L.M., Mitton J.B., 2017. Resin monoterpene defenses decline within three widespread species of pine (*Pinus*) along a 1530-m elevational gradient. *Ecosphere*, 8: e01975.
- Franceschi V.R., Krokene P., Christiansen E., Krekling T., 2005. Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. *New Phytologist*, 167: 353–375.
- Guérard N., Dreyer E., Lieutier F. 2000. Interactions between Scots pine, *Ips acuminatus* (Gyll.) and *Ophiostoma brunneo-ciliatum* (Math.): Estimation of the critical thresholds of attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem. *Annals of Forest Science*, 57: 681–690.
- Haavik L.J., Billings S. A., Guldin J. M., Stephen F. M. 2015. Emergent insects, pathogens and drought shape changing patterns in oak decline in North America and Europe. *Forest Ecology and Management*, 354: 190–205.
- Hlásný T., Zimová S., Merganičová K., Štěpánek P., Modlinger R., Turčáni M., 2021. Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management*, 490: article 119075.
- Heidger C. 1995. The importance of *Thanasimus formicarius* as antagonist of *Ips typographus*. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 10: 79–82.
- Hilszczański J., Gibb H., Bystrowski C., 2007. Insect natural enemies of *Ips typographus* (L.) (*Coleoptera*, *Scolytinae*) in managed and unmanaged stands of mixed lowland forest in Poland. *Journal of Pest Science*, 80: 99–107.
- Holopainen J.K., Virjamo V., Ghimire R.P., Blande J.D., Julkunen-Tiitto R., Kivimaenpaa M., 2018. Climate change effects on secondary compounds of forest trees in the Northern hemisphere. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1445.
- Jakuš R., Cudlín P., Slivinský J., Mezei P., Majdák A., Blaženec M., 2015: Hodnotenie zdravotného stavu smreka vo vzťahu k náletu podkorného hmyzu a k odumieraní lesa. Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied, 152 s.
- Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Miret J.A.J., MacLeod A., Navarro M.N., Niere B., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen S., Werf W.V., West J., Winter S., Kertész V., Aukhojee M., Grégoire J.C., 2017. Pest categorisation of *Ips sexdentatus*. *EFSA Journal*, 15: 4999.
- Jelínek J., Zicháček V., 2014. Biologie pro gymnázia. Teoretická a praktická část. Nakladatelství Olomouc s.r.o., 11. vydání: 579 s.

- Julkunen-Tiito R., Nybakken L., Randriamanana T., Virjamo V., 2015. Boreal Woody Species Resistance Affected by Climate Change. In: Björkman C., Niemelä P.: Climate Change and Insect Pests. UK, CABI, Wallingford: 173–201.
- Kautz M., Feurer J., Adler P., 2024. Early detection of bark beetle (*Ips typographus*) infestations by remote sensing – A critical review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 556: 121595.
- Klutsch J.G., Shamoun S.F., Erbilgin N., 2017. Drought stress leads to systemic induced susceptibility to a necrotrophic fungus associated with mountain pine beetle in *Pinus banksiana* seedlings. *PLoS One*, 12: e0189203.
- Knížek M. (ed.), 2010. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2009 a jejich očekávaný stav v roce 2010. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum: 70 s.
- Knížek M., Liška J. (ed.), 2020. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2019 a jejich očekávaný stav v roce 2020. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum: 76 s.
- Kolb T., Keefover-Ring K., Burr S.J., Hofstetter R., Gaylord M., Raffa K.F., 2019. Drought-Mediated Changes in Tree Physiological Processes Weaken Tree Defenses to Bark Beetle Attack. *Journal of Chemical Ecology*, 45: 888–900.
- Korecký J., Čepel J., Korolyova N., Stejskal J., Turčáni M., Jakuš R., 2023. Resistance to Bark Beetle Outbreak in Norway Spruce: Population Structure Analysis and Comparative Genomic Assessment of Surviving (LTS) and Randomly Selected Reference Trees. *Forests*, 14: 2074.
- Koskela E., Ollikainen M., Pukkala T., 2007. Biodiversity conservation in commercial boreal forestry: The optimal rotation age and retention tree volume. *Forest Science*, 53: 443–452.
- Krivmane B., Šnepste I., Škipars V., Yakovlev I., Fossdal C. G., Vivian-Smith A., Rungis D., 2020. Identification and in Silico Characterization of Novel and Conserved MicroRNAs in Methyl Jasmonate-Stimulated Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Needles. *Forests*, 11: 384.
- Långström B., Hellqvist C., Ericsson A., Gref R., 1992. Induced defence reaction in Scots pine following stem attacks by *Tomicus piniperda*. *Ecography*, 15: 318–327.
- Lefèvre S., Wagner S., Petit R.J., de Lafontaine G., 2012. Multiplexed microsatellite markers for genetic studies of beech. *Molecular Ecology Resources*, 12: 484–491.
- Lieutier F., Ye H., Yart A., 2003. Shoot damage by *Tomicus* sp. (Coleoptera: Scolytidae) and effect on *Pinus yunnanensis* resistance to subsequent reproductive attacks in the stem. *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 227–233.

- Lieutier F., 2007. Host resistance to bark beetles and its variations. In: Lieutier F. a kol. (ed.): Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Netherlands, Springer: 135–180.
- Lindgren B.S., Raffa K.F., 2013. Evolution of tree killing in bark beetles (*Coleoptera: Curculionidae*): trade-offs between the maddening crowds and a sticky situation. The Canadian Entomologist, 145: 471–495.
- Lindquist B., 1959. Lesnícka genetika v pestovaní lesa podľa švédskej praxe. Bratislava, Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry: 167 s.
- Lombardero M.J., Ayres M.P., Lorio P.L., Ruel J.J., 2000. Environmental effects on constitutive and inducible resin defence of *Pinus taeda*. Ecology Letters, 3: 329–339.
- Lubojacký J., Lorenc F., Liška J., Knížek M., 2019. Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2018 a prognóza na rok 2019. Zpravodaj ochrany lesa, 22: 14–19.
- Lubojacký J., Liška J. 2023. Ochrana smrkových porostů před kůrovci (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) pro drobné vlastníky lesa. Strnady, VÚLHM: 43 s. Lesnický průvodce 14/2023.
- Lučić A., Popović V., Nevenić M., Ristić D., Rakonjac L., Čirković-Mitrović T., Mladenović-Drinić S. 2014. Genetic diversity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations in Serbia revealed by SSR markers. Archives of Biological Sciences, 66: 1485–1492.
- Máchová P., Trčková O., Cvrčková H., 2018. Use of nuclear microsatellite loci for evaluating genetic diversity of selected populations of *Picea abies* (L.) Karsten in the Czech Republic. Forests, 9: 1–15.
- Mattson W.J., Haak R.A., 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. Drought's physiological effects on plants can predict its influence on insect populations. Bioscience, 37: 110–118.
- McDowell N., Pockman W. T., Allen C.D., Breshears D.D., Cobb N., Kolb T., Plaut J., Sperry J., West A., Williams D. G., Yezzer E. A., 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? New Phytologist, 178: 719–739.
- Mishra B., Gupta M. K., Pfenninger M., Hickler T., Langer E., Nam B., Paule J., Sharma R., Ulaszewski B., Warmbier J., Burczyk J., Thines M., 2018. A reference of the European beech (*Fagus sylvatica* L.). GigaScience, 7: 1–8.
- Mulock P., Christiansen E., 1986. The threshold of successful attack by *Ips typographus* on *Picea abies*: a field experiment. Forest Ecology and Management,, 14: 125–132.

- Netherer S., Kandasamy D., Jirosová A., Kalinová B., Schebeck M., Schlyter F., 2021. Interactions among Norway spruce, the bark beetle *Ips typographus* and its fungal symbionts in times of drought. *Journal of Pest Science*: 1–24.
- Niinemets Ü., 2010. Responses of forest trees to single and multiple environmental stresses from seedlings to mature plants: past stress history, stress interactions, tolerance and acclimation. *Forest Ecology and Management*, 260: 1623–1639.
- Nilsen E.T., Orcutt D.M., 1996. *Physiology of plants under stress. Abiotic factors*. New York, John Wiley and Sons: 68 s.
- Nguyen Q. N., Polle A., Pena R., 2017. Intraspecific variations in drought response and fitness traits of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings from three provenances differing in annual precipitation. *Trees*, 31: 1215–1225.
- Pazouki L., Shanjani P.S., Field P.D., Martins K., Suhhorutšenko M., Viinalass H., Niinemets Ü., 2016. Large within-population genetic diversity of the widespread conifer *Pinus sylvestris* at its soil fertility limit characterized by nuclear and chloroplast microsatellite markers. *European Journal of Forest Research*, 135: 161–177.
- Pineau X., Bourguignon M., Jactel H., Lieutier F., Sallé A., 2017. Pyrrhic victory for bark beetles: Successful standing tree colonization triggers strong intraspecific competition for offspring of *Ips sexdentatus*. *Forest Ecology and Management*, 399: 188–196.
- Piotti A., Leonarduzzi C., Postolache D., Bagnoli F., Spanu I., Brousseau L., Urbinati C., Leonardi S., Vendramin G.G., 2017. Unexpected scenarios from Mediterranean refugial areas: disentangling complex demographic dynamics along the Apennine distribution of silver fir. *Journal of Biogeography*, 44: 1547–1558.
- Pluess A.R., Määttänen K., 2013. Characterization of eighteen novel microsatellite markers and multiplex PCR protocol for *Fagus sylvatica*. *Conservation Genetics Resources*, 5: 311–314.
- Pyšek P., Hulme P.E., Simberloff D., Bacher S., Blackburn T.M., Carlton J.M., Dawson W., Essl F., Foxcroft L.C., Genovesi P., Jeschke J.M., Kühn I., Liebhold A.M., Mandrak N.E., Meyerson L.A., Pauchard A., Pergl J., Roy H.E., Seebens H., van Kleunen M., Vilà M., Wingfield M.J., Richardson D.M., 2020. Scientist's warning on invasive alien species, *Biological reviews*, 95 : 1511–1534.
- Raffa, K., Berryman, A., 1983. Role of host plant resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (*Coleoptera: Scolytidae*). *Ecological Monographs*, 53: 27–49.

- Rodríguez A., Jaakko L.O. Pohjoismäki J. K., 2019. Diversity of forest management promotes parasitoid functional diversity in boreal forests. *Biological Conservation*, 238: 108205.
- Shi X., Wen Q., Cao M., Guo X., Xu L-A., 2017. Genetic diversity and structure of natural *Quercus variabilis* population in China as revealed by microsatellites markers. *Forests*, 8: article 495.
- Schroeder L.M., 1988. Attraction of the bark beetle *Tomicus piniperda* and some other bark- and wood-living beetles to the host volatiles alpha-pinene and ethanol. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 46: 203–210.
- Vega F.E., Hofstetter R.W. (ed.), 2015. *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Amsterdam, Elsevier: 640 s. ISBN 9780124171565.
- Wagner M.R., Clancy K.M., Lieutier F., Paine T. D., 2002. *Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects*. New Yourk, Kluwer academic publishers: 332 s.
- Waring R.H., Pitman G.B., 1985. Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. *Ecology*, 66: 889–897.
- Weed A.S., Ayres M.P., Bentz B.J., 2015. Chapter 4 – Population Dynamics of Bark Beetles. In: Fernando E. Vega, Richard W. Hofstetter (ed.), 2015 *Bark beetles*. Academic Press: 157–176.
- Wegensteiner R., Wermelinger B., Herrmann M., 2015. Chapter 7 – Natural Enemies of Bark Beetles: Predators, Parasitoids, Pathogens, and Nematodes. In: Fernando E. Vega, Richard W. Hofstetter (ed.): *Bark beetles*. Academic Press: 247–304
- Wermelinger B., 2002. Development and distribution of predators and parasitoids during two consecutive years of an *Ips typographus* (Col., Scolytidae) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 126: 521–527.
- Wermelinger B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67–82.
- Zahradník P., (ed.), 2014. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce.

9 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Čáp J., Fulín M., Novotný P., Cvrčková H., Máchová P., Trčková O., Poláková L., Dostál J., Frýdl J., 2016. Genetická charakterizace významných regionálních populací borovice lesní v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 41 s., 5 map. Lesnický průvodce 19/2019.
- Čáp J., Novotný P., Cvrčková H., Máchová P., Fulín M., Frýdl J., Dostál J., Buriánek V., Beran F., Lefnar R., Poláková L., Malá J., 2017. Genetická charakterizace významných regionálních populací smrku ztepilého v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem (aktualizované vydání). Strnady, VÚLHM: 43 s., 5 map. Lesnický průvodce 2/2017.
- Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Novotný P., Máchová P., Dostál J., Frýdl J., Beran F., 2016a. Genetická charakterizace významných regionálních populací jedle bělokoré v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 42 s., 5 map. Lesnický průvodce 3/2016.
- Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Novotný P., Máchová P., Dostál J., Frýdl J., 2016b. Genetická charakterizace významných regionálních populací buku lesního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 52 s., 5 map. Lesnický průvodce 4/2016.
- Fulín M., Novotný P. 2019. Metodické postupy pro zařazování sporných porostů zájmových dřevin do komplexů genových základů. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce, 5: 39 s.
- Knížek M., Liška J., Véle A., Zahradník P., Lubojacký J., 2021. Ochrana borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) před podkorním a dřevokazným hmyzem. Strnady, VÚLHM: 120 s. Lesnický průvodce 9/2021.
- Knížek M., Liška J., Véle A., 2023. Výskyt a význam kůrovců rodu *Pityokteines* v porostech jedle bělokoré (*Abies alba*). Zprávy lesnického výzkumu, 68(3): 169–175.
- Liška J., Knížek M., Véle A., 2021. Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine. Central European Forestry Journal, 67: 85–90.
- Novotný P., Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Máchová P., Trčková O., Buriánek V., Dostál J., Frýdl J., 2016a. Genetická charakterizace významných regionálních

populací dubu letního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 35 s., 5 map. Lesnický průvodce 12/2016.

Novotný P., Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Máchová P., Trčková O., Buriánek V., Dostál J., Frýdl J., 2016b. Genetická charakterizace významných regionálních populací dubu zimního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 36 s., 5 map. Lesnický průvodce 16/2016.

Novotný P., Buriánek V., Frýdl J., Kaňák J., Čížková L., Fulín M., Beran F., Benedíková M., 2021. Metodické postupy a kritéria pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce, 5: 190 s. Strnady, VÚLHM: 190 s. Lesnický průvodce 5/2021.

Soudek P., Podlipná R., Langhansová L., Motřková K., Dvořáková M., Petrová Š., Haisel D., Satarova T.M., Dobrev P.I., Gaudinová A., Máchová P., Véle A., Fulín M., Cvrčková H., Hošek P., Berchová-Bímová K., 2024. Stress Responses to Bark Beetle Infestations among Pine (*Pinus sylvestris*), Fir (*Abies alba*), and Beech (*Fagus sylvatica*) Trees. Forests, 15: 1761.

Špoula J., Véle A., Neudertová-Hellebrandová K., 2024. Influence of Elevation and Stand Age on the Abundance of the Beech Bark Beetle (*Taphrorychus bicolor* Her.) and its Potential Threat to Beech Stands. Forests, 15: 1595.

Véle A., Horák J., 2018. The importance of host characteristics and canopy openness for pest management in urban forests. Urban Forestry & Urban Greening, 36: 84-89.

Vélová L., Véle A., 2019. Význam datlovitých ptáků v ochraně lesa: review. Zprávy lesnického výzkumu, 64: 77-84.

METHODOLOGICAL PROCEDURES FOR FINDING AND RESCUING RESISTANT SPECIES OF DOMESTIC TREE SPECIES

Summary

There are a number of mechanisms and factors contributing to plant resistance. In general, these include plant biochemical responses, physiological structures, genetic and epigenetic characteristics, breeding and cultivation, and gradual adaptation to extreme conditions. However, extreme environmental conditions, especially stress from lack of moisture and nutrients, can strongly affect plant health and consequently plant defences. In agriculture and horticulture, increasing plant resilience is crucial to ensure high yields and sustainability of raw material production. However, a less studied issue in terms of tree resilience is the forestry sector, which is complex in terms of the longevity of woody plants and their permanence in the forest environment.

Mostly in forestry practice, all trees are felled, even with the admixed resistant individuals in a stand affected by a calamity. Clear-cutting areas thus created by clearfelling are nowadays mainly created by harvesting technology in order to process the calamity quickly and efficiently. Of course, the legislation is also concerned with the removal of infested trees, but if the tree resists the adverse effects and does not spread the pest further, harvesting it closes the door on the opportunity to obtain valuable material with the possibility of a more resistant new generation of forest.

Preserving a surviving tree after a bark beetle calamity requires careful methodological procedures to ensure that the tree continues to thrive and that its surrounding environment is restored. They can serve as a source of new generation for forest regeneration and help maintain biodiversity. In the long term, the presence of surviving trees can be critical to the natural regeneration of forest ecosystems.

The methodological procedures are specifically aimed at locating suitable individuals, identifying the strength of pest infestation and the most commonly occurring species, rescuing and conserving surviving trees and possibly using them as a source of reproductive material. The procedures meet the current legislation in terms of forest reproductive material (Law 149/2003 Coll. and Decree 29/2004 Coll.) and the Forest Act (Law 289/1995 Coll.) and the desire to increase the share of natural regeneration in forestry as a tool for more stable forest stands.

The benefits of leaving a tree in a calamity-affected stand are economic, ecological and social. The economic benefits include natural regeneration with a higher degree of adaptability of the new forest generation to the negative effects of climate change. Using of the reproductive material produced from recognised sources is suitable for reforestation of the resulting clearings. Higher probability of reaching the rotation age of the stand and thus higher value of the biomass produced. Ecological benefits include age and species diversity by retaining trees of different ages and species, biodiversity and ecological stability, creation of micro-habitats, soil and water management functions, provision of refuge for fauna and flora, pollination, food trees, diversification of the forest cover. And the last component is the aesthetic, recreational and educational (demonstration of natural processes) value, which is neglected but plays a role in the public's view of the affected forest cover.

The methodology is mainly intended for forest owners, forest managers of municipal, urban, church and private forests, who have forest stands affected by bark beetle calamity or other biotic and abiotic factors and are looking for the most appropriate restoration method on their property to ensure long-term sustainable forest management with possible yield.



Výzkumný ústav
lesního hospodářství
a myslivosti, v. v. i.

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 12/2024