

OPTIMALIZACE POUŽÍVÁNÍ STROMOVÝCH LAPÁKŮ PROTI LÝKOŽROUTŮM NA SMRKU



prof. Ing. Bc. JAROSLAV HOLUŠA, Ph.D.
a kol.

Optimalizace používání stromových lapáků proti lýkožroutům na smrku

Certifikovaná metodika

prof. Ing. Bc. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Mgr. Bc. Karolina Resnerová, Ph.D.

Ing. Roman Berčák

doc. Mgr. Milan Koreň, PhD.

prof. Ing. Emanuel Kula, CSc.

Lesnický průvodce 12/2021

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 978-80-7417-227-4

ISSN 0862-7657

OPTIMIZATION OF FELLED TRAP TREES FOR BARK BEETLES CONTROL

Abstract

The trap tree is felled, healthy, (most often) debranched, covered with branches, mature spruce (*Picea* sp.) used as a capture device against bark beetles. The work describes in detail this trapping method and the possibilities of its use. It is based on new knowledge that the author team has gained in projects over the last 10 years. We have scientifically verified information that has been only historically traded so far, especially in connection with the influence of the date of preparation on the efficiency of trap trees and the number of trap trees used on the volume of bark beetle logging. An important goal is also to clarify the influence of traps on the creation of new bark beetles' outbreak. The work concludes with the use of tree traps for other species of spruce bark beetles.

Key words: efficiency; location; optimisation; preparation; sanitation; trap trees

Oponenti: Ing. Andrej Gubka, PhD., Národné lesnícke centrum Zvolen
Ing. Bc. Radka Stolariková, Ph.D., Střední lesnická škola Žlutice
Ing. Tomáš Fiala, AOPK ČR, CHKO Slavkovský les
Ing. Jiří Stanovský, Ph.D., Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
Uživatel: Střední lesnická škola Žlutice

Adresy autorů:

prof. Ing. Bc. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Mgr. Bc. Karolina Resnerová, Ph.D.

Ing. Roman Berčák

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská

Kamýcká 1176

165 00 Praha 6 - Suchdol

Česká republika

doc. Mgr. Milan Koreň, PhD.

Lesnická fakulta

Technická univerzita vo Zvolene

T. G. Masaryka 24

960 01 Zvolen

Slovenská republika

prof. Ing. Emanuel Kula, CSc.

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta

Zemědělská 3

613 00 Brno

Česká republika

Obsah:

1	ÚVOD	7
2	CÍL METODIKY	11
3	VLASTNÍ POPIS METODIKY	12
3.1	Příprava lapáků	12
3.2	Umístění lapáků	13
3.3	Termín přípravy/adjustace lapáků	15
3.4	Účinnost a počty lapáků	16
3.5	Kontrola lapáků	19
3.6	Asanace lapáků	21
3.7	Výhody a nevýhody lapáků	24
3.8	Využití stromových lapáků	25
4	NOVOST POSTUPŮ	26
5	POPIS UPLATNĚNÍ	26
6	EKONOMICKÉ ASPEKTY UPLATNĚNÍ	27
7	DEDIKACE	27
8	LITERATURA	28
8.1	Použitá literatura	28
8.2	Publikace, které předcházely metodice	39
9	SUMMARY	41

Metodika byla schválena odborem vědy a výzkumu MZe ČR pod č. j. MZE-3058/2022-16222/M237. MZe doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi.

1 ÚVOD

Kůrovci jsou nejvážnějšími hmyzími škůdci v evropských lesích (Annala 1969; Christiansen, Bakke 1988), přičemž v posledních desetiletích se škody neustále zvyšují (Schelhaas et al. 2003; Seidl et al. 2014; Senf et al. 2018). Předpovědi naznačují, že rozsah poškození bude pravděpodobně narůstat i nadále, zejména v důsledku změny klimatu (Jönsson et al. 2007; Seidl et al. 2014). Vzhledem k rozsahu existujících smrkových lesů a stupni jejich ohrožení lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) se kontinuálně zdokonalují metodické postupy pro kvalitní kontrolu, prognózu a eliminaci tohoto druhu (např. Jakuš et al. 2017; Koreň et al. 2021).

V hospodářských lesích je intenzivní odstranění napadených stromů považováno za nejúčinnější způsob, jak snížit hustotu l. smrkového a zabránit nebo omezit vznik ohnisek (Hlásny, Turčáni 2013; Stadelmann et al. 2013; Økland et al. 2016). Vyhledávání a asanace napadených stromů je však často kombinována s odchytom lýkožroutů do různých druhů pastí (Wichmann, Ravn 2001; Jakuš, Blaženec 2002; Grégoire, Evans 2004). Ke kontrole a snižování populační hustoty l. smrkového jsou využívány nejčastěji lapáky, lapače, otrávené lapáky a stojící lapáky (Kučera 1951; Martinek 1952; Gregoire, Evans 2004). Ačkoli se používají různé metody potlačování populací kůrovců, je překvapivě málo známo o účinnosti těchto opatření v různých prostředích a s různou hustotou populace lýkožroutů.

Nejčastěji jsou používány stromové lapáky (Martinek 1953; Pfister 1999; Grégoire, Evans 2004) po dobu již nejméně 200 let (Gmelin 1787; Pfeil 1827; Kremser 1982) až do současnosti (Miláň, Hanus 2010; Vaniš 2010; Kohler 2012; Fučík 2015). Lapák (také klasický lapák, stromový lapák) je pokácený, zdravý, (nejčastěji) odvětvový, větvemi zakrytý, dospělý smrk (*Picea* sp.) nebo jeho část, atraktivní pro l. smrkového, připravený pro jeho kontrolu a odchyt (Pfeffer 1954; Kula, Šotola 2017) (Obr. 1). Lapáky fungují na principu uvolňování primárních atraktantů (např. monoterpenů) při postupném vysychání lýka. Tímto jsou lákáni první (pionýrství) dospělci (samci). Během hloubení závrtového otvoru a snubní komůrky již uvolňují samci tzv. agregační feromony (sekundární atraktanty), kterými usměrňují nálet lýkožroutů při osídlování materiálu vhodného k rozmnožování. Intenzita náletu je závislá na řadě faktorů (např. na populační hustotě lýkožroutů, počasí, poloze lapáku) (Wermelinger 2004).

Metoda lapáků je již více než půlstoletí součástí řady směrnic (Pivet et al. 1953; Anonym 1965), norem (ČSN 48 2711 1953; ON 48 2711 1968, 1973, 1987; ČSN 48 1000 2005) a legislativních předpisů v českých zemích (vyhláška č. 101/1996 Sb.;

vyhláška č. 236/2000 Sb.), avšak faktory ovlivňující účinnost lapáků v boji proti l. smrkovému, včetně termínu kácení, nebyly nikdy podrobněji verifikovány. Výjimkou je studium vlivu polohy měsíce při přípravě lapáků (Jahn 1982), jehož vý-

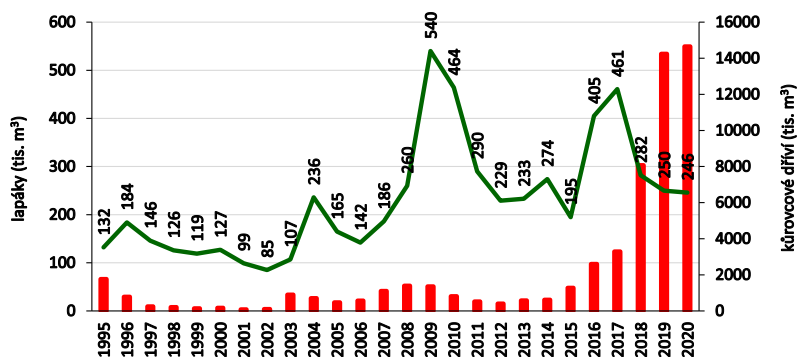


Obr. 1: Smrkový lapák připravený pro odchyt lýkožrouta smrkového

sledky jsou však problematicky uplatnitelné. Práce, které uvádějí termíny kácení lapáků (Slander 1948; Pfeffer 1952; Martinek 1953; Schmidt-Vogt 1989), nikterak nedokladují svá tvrzení na základě exaktního výzkumu. Dokonce ani v pracích, které studovaly lapáky nebo je srovnávaly s jinými metodami, nejsou uváděny dimenze stromů, stanoviště či termíny kácení lapáků (Nagel et al. 1957; Jahn 1982; Kohnle 1984; Johann 1986).

Předpokládá se, že účinnost lapáků je spojena s rozměry stromů, osluněním, navnaděním, ale i obdobím, kdy byly lapáky připraveny (Martinek 1953; Zumr 1985; Schmidt-Vogt 1989). V pokynech pro lesníky jsou však uváděna zobecnění, která se zakládají na obecných zkušenostech, ne na výsledcích exaktního výzkumu (např. Zumr 1985).

V lesnické praxi je ke stanovení nutného počtu lapáků používán tzv. kalamitní základ. Kalamitní základ je kůrovcová hmota (lapáky i ostatní napadené stromy), zpracovaná od 1. srpna do 31. března (ČSN 48 2711 1953; ON 48 2711 1968; Martinek 1960; Anonym 1965). Člení se na kůrovcové dříví včas asanované a dříví částečně nebo úplně opuštěné generací dceřiných brouků (označována jako F1). Kalamitní základ však nebyl založen na podrobném studiu, ale československá norma 48 2711 (1953) vycházela ze zkušenosti lesnických entomologů (v originále „z našich dosavadních zkušeností“) (Pfeffer 1961).



Obr. 2: Evidovaný objem smrkového kůrovcového dříví (bez lapáků), vytěženého v České republice v letech 1995–2016 (červené sloupce) a objem položených lapáků (zelená křivka) (podle <https://www.vulhm.cz/aktivity/vydavatelska-cinnost/zpravodaj-ochrany-lesa-supplementum/>)

Počet lapáků (potažmo obecně obranných opatření) pro první sérii (tzn. pro zachycení výletu přezimujících brouků) se stanovoval původně tak, že na dva až pět včas zpracovaných kmenů byl položen jeden lapák a na jeden vylétnutý pozdě zpracovaný kmen byly položeny jeden až dva lapáky (Pivetz et al. 1953; ČSN 48 2711 1953). Počet usmrčených a napadených stromů byl platným pro stanovení počtu lapáků po dlouhou dobu i u jiných autorů, a to v rozsahu 1/5 (Pfeffer 1961; Anonym 1965) či 1/8 kalamitního základu (Švestka et al. 1996). K výraznému snížení podílu došlo v 70. letech 20. století tím, že výpočet počtu obranných lapáků představoval 1/8 objemu kalamitního základu a přepočítával se podle průměrné hmotnosti kmene (ON 48 2711, 1973). Kalamitní základ byla aktivní kůrovcová hmota (lapáky i ostatní napadené stromy), zpracovaná od 1. srpna do 31. března (ČSN 48 2711 1953; ON 48 2711 1968; Martinek 1960; Anonym 1965). Tedy ve srovnání s předchozím obdobím byl stanovený počet obranných opatření nižší. ČSN 48 1000 (2005) posunula stanovení počtu odchytových zařízení (tedy včetně feromonových či jiných lapačů (viz např. Holuša, Čejka 2020) až k 1/10 objemu kalamitního základu, který se používá do současnosti (vyhláška č. 76/2018). Z uvedeného přehledu je zřejmé, že se podíly používaly nekonzistentně a zřejmě libovolně reagovaly na přemnožení lýkožroutů tak, aby množství připravovaných lapáků nebylo extrémně vysoké.

Na Slovensku je postup určení počtu lapáků stejný jako u nás (viz vyhláška č. 453/2006 Z), ale v okolních zemích se většinou používají mnohem vyšší podíly (Tab. 1).

Tab. 1: Přehled stanovení počtu lapáků ve středoevropských zemích; v Bavorsku (forstpraxis.de), České republice (vyhláška 76/2018 Sb.), Polsku (Szabla 2012), Rakousku (borkenkaefer.at), Severním Porýní–Vestfálsku a Sasku (sachsen.de), Slovensku (vyhláška č. 453/2006 Z. z.) a Slovinsku (Zakon o gozdovih, Uradni list RS, št. 30/93)

Jeden lapák na	Bavorsko	Česká republika	Polsko	Rakousko	Severní Porýní–Vestfálsko	Slovensko	Slovinsko
počet kůrovcových stromů	2-3	10 ^{1,2)}		2	2-3	10 ^{1,2)}	10 ^{1,3)}
počet opuštěných stromů		1-2 ²⁾				1-2 ²⁾	1
na plochu (ha)		20 ⁴⁾	<3 ⁵⁾			5 ⁴⁾	
délku porostní stěny (m)			100–300 ⁵⁾				

¹⁾m³; ²⁾ zvýšený stav populace; ³⁾ jeden až dva lapáky; ⁴⁾ základní stav populace; ⁵⁾ tři lapáky

Neexistuje vědecká studie, která by na robustních datech doložila stanovení počtu lapáků na základě kalamitního základu. Při tom v národním měřítku v letech 2008–2020 bylo na území České republiky každoročně pokládáno 200–300 tisíc lapáků, v některých letech dokonce půl miliónu (Knížek, Modlinger 2012, 2013; Knížek et al. 2015, 2016; www.vulhm.cz) (Obr. 2).

2 CÍL METODIKY

Cílem práce je podrobně popsat metodu stromových lapáků a možnosti jejího využití. Metodika je založena na nových poznatcích, které autorský tým získal při řešení projektů za posledních 10 let. Jedná se především o vědecké ověření informací, které byly doposud jen historicky tradovány, a to zejména v souvislosti s vlivem termínu přípravy na účinnost lapáků a množstvím použitých lapáků k objemu kůrovcových těžeb. Důležitým podcílem je rovněž objasnit vliv lapáků na vytvoření nového kůrovcového kola.

3 VLASTNÍ POPIS METODIKY

3.1 Příprava lapáků

Lapák je pokácený zdravý strom, zpravidla odvětvený, s větvemi zakrytým kmenem (Obr. 1). Lapáky zakryté větvemi vysychají pomaleji než kmeny nezakryté, a proto odchytají více lýkožroutů (Burket 1927; Franz 1948; Charraras 1959; Švihra 1968). Lapáky mohou být připraveny z čerstvých polomů nebo vývrátů (Martinek 1960; Otto, Schmieder 2022).

Pfeffer (1952) popisuje lapák jako pokácený strom s ponechanou kůrou a větvemi a o výčetní tloušťce nad 30 cm. Ponechání větví má zřejmě praktický význam. Větve v koruně zabráňují dolehnutí kmene na zem a přispívají k rychlejšímu zavadání kmene (Pfeffer 1952; Zumr 1995). Stromy se mohou kácet později a kůrovci nalétávají dříve na kmeny s větvemi než kmeny odvětvené (Zumr 1995). I v Polsku se běžně pokácené lapáky první série neodvětvuují, ale navazující série lapáků jsou již odvětvené (Szabla 2012). Recentně jsou lesnickou praxí neodvětvené lapáky využívány, o jejich účinnosti však chybí robustní údaje. Zdá se však, že mezi odvětvenými a neodvětvenými lapáky statisticky významné rozdíly v počtu nalákaných kůrovců nejsou (Kula, Šotola 2017). Rozdíl byl zjištěn na části stromu, která byla obsazena; zatímco, neodvětvené lapáky byly obsazeny více v podkorunové a středokorunové části, u odvětvených lapáků byla preferována silnější část kmene (oddenková a středokmenová sekce) (Kula, Šotola 2017).

Martinek (1960) uváděl, že lapák je pokácený úroveňový strom, vyrostlý v zápoji, s kmenem bez větví s kůrou jemně šupinatou o výčetní tloušťce 20–30 cm. Můžeme vybírat i stromy větších dimenzí, protože čím je tloušťka stromů větší, tím více je lapák obsazen lýkožrouty (Obr. 3) (Holuša et al. 2017; viz také Pivetz et al. 1953; Mezei et al. 2014; Sproull et al. 2015). Důvodem pro výběr stromů menších dimenzí byl pravděpodobně fakt, že lapáky příliš velkých rozměrů ztěžují jejich další zpracování (Pivetz et al. 1953). Nicméně z hlediska odchytu lýkožroutů nemusíme vybírat pouze stromy úroveňové, ale i větší.

Kromě zakrývání kmene po celé délce větvemi, se pro zvýšení účinnosti lapáků někdy doporučovalo jejich podkládání podvalem či kácením lapáků přes pařez, aby se omezil kontakt s lesní půdou (Burket 1927; Pfeffer 1952; Martinek 1960; Švestka et al. 1996), které se v praxi pro obtížnou aplikovatelnost nepoužívá. U podložených lapáků mohou kůrovci využít celý povrch kmene, přičemž však velmi záleží na aktuálním počasí během letové aktivity brouků. Za velmi teplého a slunného počasí

brouci obsazují zastíněné části kmene, odkloněné od slunce, zatímco za chladnějšího, především horní část kmene (Modlinger et al. 2015). Na druhou stranu ve většině případů je terén v lese natolik zvlněný, že lapák leží na několika bodech a při vysokých populačních hustotách brouci obsazují celý kmen po obvodu v místech, kde se kmen půdy nedotýká. Ovšem jakékoli vyzvednutí lapáků nad povrch terénu zároveň snižuje i negativní vliv zarůstání lapáků buření.

Doporučení:

- Pro přípravu lapáků používat zdravé stromy s drsnější borkou; stromy mohou být i větších dimenzí.
- Lapáky se zakrývají větvemi.

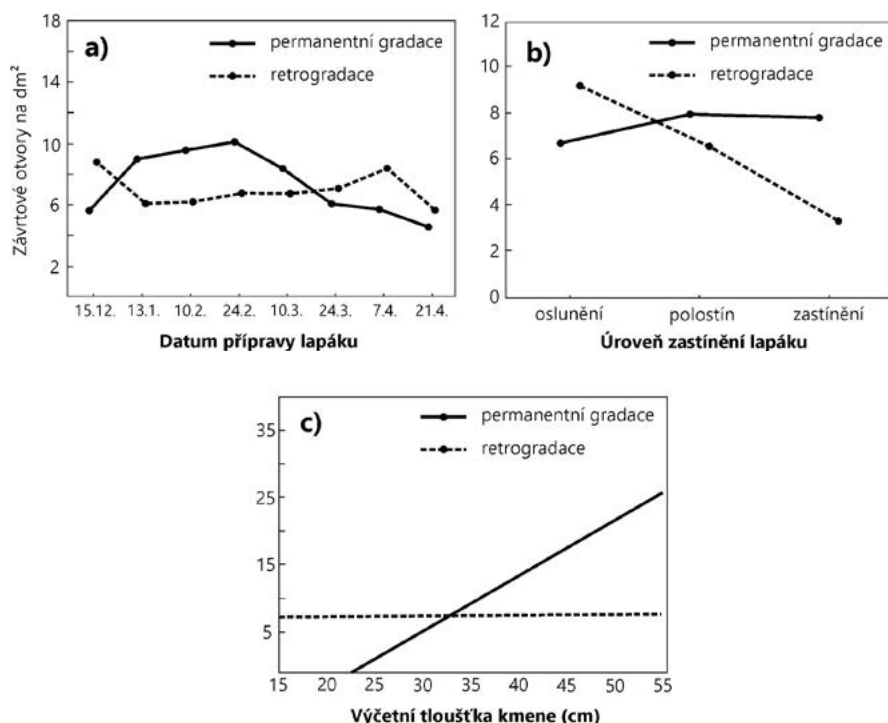
3.2 Umístění lapáků

Uvádí se, že u lapáků není nutné dodržovat žádnou bezpečnostní vzdálenost od sousedních smrků a je možné je připravovat přímo v porostech. Pokud je ovšem lapák položen přímo v plně zapojeném porostu a je zastíněn, může být obsazen spíše druhy jako je lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus* (Linnaeus, 1758)) nebo kůrovci rodu *Dryocoetes* (Pfeffer 1955; Fiala, Holuša observ.). Lapáky se umísťují do míst s předchozím výskytem lýkožroutů, kde je předpoklad vývinu další životaschopné generace. Lapáky však nemají vytvářet nové kotlíky, ani se nesmějí porušovat zdravé porostní stěny (Martinek 1960). Také nesmějí zarůst buření a je nutno je v případě bujného rozvoje vegetace ošlapávat.

Lapáky umístěné mimo místa s předchozím výskytem lýkožroutů nemají vliv na vznik nových ohnisek napadeného dříví (pravděpodobnost vzniku ohniska je stejná jako u míst bez lapáků). Naopak ohnisko kůrovcového dříví vzniká v létě s větší pravděpodobností tam, kde lapák první série nebyl položen. Lapáky svou přítomností nemají vliv na objem kůrovcového dříví v ohnisku ani s ohledem na objem kůrovcového dříví v předchozí generaci (kalamitní základ). Také počty lýkožroutů zachycené na lapácích i kůrovcových stromech (na m³) jsou stejné bez rozdílu, zda lapáky byly či nebyly položeny na místech s předchozím kalamitním základem. Počty lýkožroutů (na lapácích i kůrovcových stromech) rovněž neovlivňuje celkový objem kůrovcových stromů v ohniscích (Holuša et al. unpubl.).

Podle řady materiálů (ČSN 48 2711 1953; Martinek 1960; ON 48 2711 1968, 1973, 1984; Zumr 1985; Švestka et al. 1996) mají být lapáky pro zachycení první pře-

zimující generace pokládány z větší části na osluněná místa (2/3 počtu lapáků) a menší část do polostínu (1/3) (ČSN 48 1000 2005 podrobnosti neuvádí). Naše studium tento fakt potvrdilo na lokalitě ve fázi retrogradace (tedy poklesu populačních hustot) a bez oslabených smrků. Na druhou stranu v oblasti s permanentní gradací a stresovanými stromy nebyl zjištěn rozdíl v počtu nalétnutých kůrovců mezi osluněnými, zastíněnými čili zčásti zastíněnými lapáky (Holuša et al. 2017) vzhledem k velkému počtu brouků, kteří nalétávají na lapáky (Obr. 3). V Polsku se předpokládá, že lapáky v polostínu si ponechávají účinnost i na přerostující se jedince (Szabla 2012).



Obr. 3: Parametry ovlivňující efektivitu lapáků v permanentní gradaci (plná linie) a retrogradaci (tečkovaná linie). Počty závrťů lýkožrouta smrkového v závislosti na termínu přípravy lapáků (a); na oslunění lapáků (b), a tloušťce lapáků (c) (upraveno podle Holuša et al. 2017).

(Případná) druhá série (tedy skupiny lapáků určených k zachycení brouků F1 generace) se klade vždy do polostínu (ČSN 48 2711 1953), eventuálně bylo doporučeno lapáky nezakrývat (ON 48 2711 1968). Pfeffer (1952) doporučuje kladení lapáků v nižších polohách na dno širších údolí, při úpatí strání a do okraje porostů, aniž by byly vystaveny přímému slunci. V horských polohách naopak klademe lapáky na osluněná místa.

Je nutno připustit, že v určitých případech mohou lapáky způsobit napadení okolních stojících stromů. Při vyšších koncentracích feromonu mají totiž samci lýkožroutů tendenci přistávat spíše v okolí než v místě původního napadení. Tím „rozšiřují“ zónu napadení (Byers 1989). Proto je možné, že při plně obsazeném lapáku a vysokých populačních hustotách kůrovců mohou samci lýkožroutů obsazovat i okolní stromy (Kula observ.). Tuto situaci však nelze zaměňovat se stavem, kdy ze zapomenutých lapáků vylétne nová generace (F1) lýkožroutů, která může být mnohonásobně početnější (viz např. Vanická et al. 2020). Část populace kůrovců se chová spíše sedentárně, zatímco jiná část se šíří do sousedních nebo relativně vzdálených oblastí. Migrace je důležitým procesem v dynamice většiny populací kůrovců (Forsse, Solbreck 1985; Duelli et al. 1997).

Doporučení

- Lapáky se umísťují do míst s předchozím vývojem lýkožroutů, kde je předpoklad výskytu další generace.
- Lapáky je možné pokládat přímo v porostech, pokud budou umístěny na osluněná místa.
- Lapáky nesmí zarůst buření (je nutno vegetaci ošlapávat).
- Lapáky klademe na osluněná místa, za vysokých populačních hustot můžeme připravovat i na místa zastíněná.

3.3 Termín přípravy/adjustace lapáků

Lapáky připravené pro odchyt brouků přezimující generace se kácely v různém předstihu (Sedlaczek 1921; Sedlaczek 1908 in Burket 1927; Slander 1948; Pfeffer 1952; Martinek 1953; Anonym 1965; Zumr 1985; Schmidt-Vogt 1989)¹.

V naší studii termín kácení (od poloviny prosince do dubna) neovlivňoval signifikantně počty nalétnutých brouků (Holuša et al. 2017). Pouze na lokalitě s perma-

¹ 2–3 týdny před předpokládaným rojením (Slander 1948); čtyři týdny před rojením (Martinek 1953; Schmidt-Vogt 1989); dva měsíce před počátkem předpokládané letové aktivity (Anonymus 1965); konec zimy nebo v březnu a dubnu (Sedlaczek 1924; Pfeffer 1952).

nentní gradací a stresovanými stromy byla zjištěna mírně vyšší početnost závrtů na stromech pokácených dva až tři měsíce před letovou aktivitou (Holuša et al. 2017) (Obr. 3). To znamená, že termín přípravy lapáků nemá vliv na obsazení lapáků brouky. Jedná se však o logistickou výhodu, tedy možnost připravovat lapák několik týdnů (měsíců) před počátkem vegetační sezony bez toho, že by účinnost lapáků byla snížena.

Výrazně pozitivní vliv na počty nalétnutých lýkožroutů mělo pokácení lapáků do sněhu a délka období, po které lapáky (ovšem celé) ve sněhu ležely. Sníh pravděpodobně zachovává kvalitu lýka (Holuša et al. 2017) nebo je to důsledek minoritních složek volatilních látek, které mohou mít doposud neznámý význam v rámci vhodnosti hostitele pro lýkožrouty (Kalinová et al. 2014). Toto zjištění podporuje doporučení Zumra (1985), že v polohách s dlouho trvající vysokou sněhovou pokrývkou (hory) je možno lapáky připravit již koncem podzimu a začátkem zimy, protože tím, že leží ve sněhu, zůstane jeho atraktivita zachována. Riziko spočívá v tom, že lapáky na jaře mohou ležet ještě pod sněhovou pokrývkou a nebudou funkční.

Doporučení

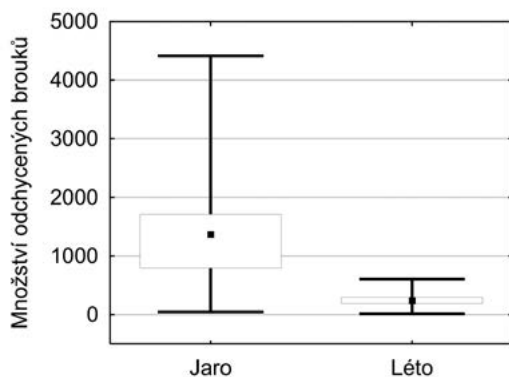
- Lapáky můžeme připravit již dva až tři měsíce před letovou aktivitou lýkožroutů.
- V polohách s dlouhotrvající vysokou sněhovou pokrývkou (hory) je možno lapáky připravit již koncem podzimu a začátkem zimy.

3.4 Účinnost a počty lapáků

Již dříve upozorňovali někteří autoři na to, že význam lapáků se nesmí přeceňovat, protože žádný odchyťový systém proti lýkožroutům není schopen redukovat populaci na velké ploše v dlouhodobém časovém horizontu (Abgrall, Schvester 1987; Niemeyer 1997). Některé práce sice referovaly o pozitivním vlivu lapáků na potlačení gradace (Lozzia 1993), jiné však upozorňovaly na to, že ani masové použití lapáků nepřinášelo dobré výsledky vždy, především v oblastech s velkým množstvím václavkou nebo suchem oslabených porostů (Krol, Bakke 1986). Strategie boje s lýkožrouty se tak správně přenesla na vyhledávání napadených stromů a jejich včasnou asanaci (Martinek 1953; Pfeffer 1961), což je neúčinnější způsob, jak snížit hustotu l. smrkového a zabránit nebo omezit vznik ohnisek (Hlásny, Turčáni 2013; Stadelmann et al. 2013; Økland et al. 2016). Podle modelů musí být odstraněno

95 % napadených stromů, aby byl snížen populační růst (Dobor et al. 2020). Proto i přes relativně intenzivní obranu nemusí být populace potlačena, ale může naopak narůstat (Vanická et al. 2020).

Podpůrný obranný význam lapáků je jednoznačně pozitivní. Umístění lapáků snižuje objem kůrovcového dříví v ohniscích napadeného jak přezimující generací (na jaře), tak i dceřinou generací (v létě). Lapáky také odchytnou o 20–40 % více lýkožroutů přezimující generace (na m³) ve srovnání s počty lýkožroutů zachycených na kůrovcových stromech jak generace stejné, tak generace předchozí (Holuša et al. nepubl.). Za „středních“ populačních hustot² jsou počty odchycených lýkožroutů přezimující generace mnohonásobně vyšší než počty lýkožroutů F1 generace (Obr. 4) (Lubojacký, Holuša 2014).



Obr. 4: Počty brouků I. smrkového *I. typographus* zachycených na lapácích v období duben–červen (jaro) a červenec–srpen (léto) (malé čtverce – mediány; obdélníky – 25%–75% hodnoty; svorky – min-max) (LS Opava, 2012) (Lubojacký, Holuša 2014)²

Z experimentů, ve kterých jsme připravovali různý objem lapáků k množství napadených stromů předchozí generací v předchozím roce³ je zřejmé, že jako podporu obrany je nutno připravit jeden lapák na 2 kůrovcové stromy napadené předchozí generací lýkožroutů za všech populačních hustot lýkožroutů (Holuša et al. nepubl.).

² V lesním komplexu o rozloze 10 km² (s kůrovcovými těžbami v letech 2002-2012 pohybujícími se mezi 3 až 9 m³.ha⁻¹) byly jednotlivě instalovány lapáky. Lapáky byly položeny v porostní stěně. V průběhu letové aktivity I. smrkového byly postupně připraveny čtyři série lapáků (od konce dubna v intervalu čtyř až pěti týdnů) (obr. 4). Napadení lapáků bylo studováno vždy po měsíci od jejich položení. Stromy byly rozděleny na 4,5 m dlouhé segmenty. Uprostřed každého z nich byl odloupen prstenec kůry, na němž bylo spočítáno množství snubních komůrek a matečných chodeb I. smrkového. Hodnoty byly následně přepočítány na plochu celého lapáku (Lubojacký, Holuša 2014).

³ Jedná se tedy o kůrovcové stromy z období od srpna předchozího roku do konce roku (března) (původní kalamitní základ) pro přezimující populaci („první generací“).

Ve stejném či podobném poměru se lapáky připravují v řadě zemí střední Evropy (Bavorsko, Rakousko, Severní Porýní – Vestfálsko, Sasko) (Tab. 1). Podobnému poměru se blíží i doporučený podíl 1/5 až 1/2 z množství stromů napadených předcházejícím pokolením kůrovce (Pivetz et al. 1953)⁴.

V žádném případě to však neznámá, že se ustoupí od nejdůležitějšího obranného postupu, tzn. permanentního vyhledávání kůrovcových stromů. Při permanentní gradaci, vysokých populačních hustotách může i jeden zapomenutý kůrovcový strom způsobit v další generaci okamžitý vznik dalšího rozsáhlého kůrovcového ohniska.

Jen velký objem lapáků na počátku gradace, doprovázený intenzivním vyhledáváním kůrovcových stromů a jejich asanace může mít pozitivní vliv na tlumení gradace. I když se zdánlivě jedná o „obětování“ velkého množství stromů ze začátku, v důsledku to znamená menší množství napadených stromů v budoucnu. V opačném případě se jedná o odsouvání problému a umožnění exponenciálního nárůstu populace lýkožroutů.

V základním stavu (méně než 1 m³ kůrovcového dříví na 5 ha smrkových porostů) můžeme souhlasit s tím, že odhadneme výskyt l. smrkového prostřednictvím lapáků v počtu minimálně jedno kontrolní opatření na každých 20 ha lesních porostů nad 50 let věku se zastoupením smrku nad 20 %⁵ (Martinek 1960; vyhláška č. 76/2018 Sb.). Kontrolní lapáky mohou být položeny v hustotě vyšší, tj. jeden lapák na 2–3 ha smrkových monokultur (ve věku nad 80 let) (Pfeffer 1952).

Doporučení

- Lapáky používáme především pro odchyt přezimující generace lýkožroutů.
- Lapáky aplikujeme v poměru jeden lapák na dva kůrovcové stromy napadené předchozí generací lýkožroutů.
- Především v oblastech s velkým množstvím václavkou nebo suchem oslabených porostů je efektivita lapáků snížena.

⁴ Úspěšné použití vysokého podílu obranných opatření potvrzují také údaje z praxe (LS Dvůr Králové, LČR, s.p.). Po rozsáhlých větrných polomech v roce 2007 následovalo namnožení populací kůrovců a byly použity lapáky (v objemu 15 tisíc m³) v podílu 1:1 (objem lapáků k objemu kůrovcového dříví). V následujících dvou letech byly aplikovány lapáky v poměru 1:3, dalších třech letech 1:2, později 1:1,5 (Hillermann, Štůsek 2019). Podobně v celonárodním měřítku (Obr. 2) byl podíl lapáků v roce 2009 k objemu kůrovcových těžeb v roce 2008 1/3 a došlo k postupnému utlumení gradace.

⁵ Většina kůrovců žijících na jehličnanech detekuje rozdíly mezi jehličnany a nehostitelskými krytosemennými dřevinami již za letu, aby se záměrně vyhnuli a nemuseli přistát na nehostitelské dřevině (viz Huber et al. 2020; Netherer et al. 2021). *Ips typographus* se vyhýbá zdroji nehostitelských těkavých látek (Zhang a Schlyter, 2004), protože se s největší pravděpodobností vyvinul v krajně se smíšenými lesy (Lindgren a Raffa 2013), a je tak dobře přizpůsoben k tomu, aby se vyhnul nehostitelským stromům. Je proto pravděpodobné, že vysoké zastoupení listnatých dřevin způsobí maskování smrku ve smíšených porostech před *I. typographus*.

3.5 Kontrola lapáků

Lapáky pravidelně kontrolujeme v intervalu 7–10 dní a zjišťujeme obsazení a stupeň vývoje kůrovce (Švestka et al. 1996). Kontrola se provádí na té části obliny kmene, kde se v dané sezóně brouci přednostně zakousávají, tedy na horní či spodní části lapáku. Nejvhodnější část kmene je prostor pod (původně) nasazenou korunou, neboť tato je brouky obsazována přednostně (Pfeffer 1952; Švihra 1968; Zumr 1984; Holuša et al. 2017).

Lýkožrout smrkový preferuje části stromů s minimální tloušťkou kůry a lýka 2,5 mm a optimální tloušťkou 5,0 mm (Grünwald 1986; Csoka, Kovacs 1999), a obsazuje podkorunovou část, protože v podkorunové části stromů je uvolňování monotepeňů obvykle nejvyšší (Baier et al. 1999). Rozdílný design osídlování bývá u horských smrků se silnou borkou (Modlinger et al. 2015).



Obr. 5: Drtinky lýkožrouta obecného z větví na povrchu lapáku

Determinace druhu kůrovce⁶ a stadia jeho vývoje se stanoví při kontrole po odříznutí borky a lýka. Pro stanovení počtu závrťů pomáhají kupky drtinek shromažďované nad otvorem. Nad větracími otvory se drtinky neukládají a nesprávné započtení těchto otvorů vede k nadhodnocení napadení. Ovšem ani evidence pouhých drtinek spolehlivá není. Nemusí se jednat o drtinky vytlačené samci rodu *Ips* zavrtaných v lapáku, ale drtinky mohou vypadávat z požerků lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761) obsazujícího silnější části větví a lýkožrouta obecného (*Pityophthorus pityographus* (Ratzeburg, 1837)) obsazujícího tenčí části větví, kterými je lapák zakryt (Plašil, Cudlín 2005; Obr. 5). Proto vždy doporučujeme počet závrťů počítat přímo na odkorněném vzorku dle počtu snubních komůrek (Obr. 6).

Stupeň napadení se vyjadřuje hustotou náletu (průměrným počtem závrťů na dm^2) z plochy 20 dm^2 (ON 48 2711 1973; ČSN 48 1000 2005). V Polsku je doporučena kon-



Obr. 6: Umístění závrťových otvorů a snubních komůrek (šipky) na odkorněném vzorku lesníkem.

⁶ Kmen smrků může totiž obsadit celá řada druhů kůrovců. Kromě ekonomicky významných druhů (viz kapitola 3.8.) bývá často báze obsazena kůrovci rodu *Hylurgops* nebo *Dryocoetes*, které mají podobnou velikost závrťových otvorů (Pfeffer 1955).

trolní plocha kmene o délce 0,5 m a šířce 2/3 obvodu kmene (Szabla 2012). Stanovení kritických počtů (jako slabý ($<0,5$ závrtu/dm²), střední (0,5–1 závrt/dm²) a silný (>1 závrt/dm²) bylo přijato na základě studie Martinka (1956). Silný stupeň náletu (>1 závrt na dm²) signalizuje plné obsazení lapáku, který je nezbytné asanovat.

Doporučení

- Lapáky se kontrolují v 7–10denních intervalech na oblině kmenové části, kde se v dané sezóně brouci přednostně zakousávají.
- Determinace druhu a stadium jeho vývoje se stanoví při kontrole po odříznutí borky a lýka.

3.6 Asanace lapáků

Včasná asanace lapáků je zásadní podmínkou pro úspěšné použití této metody. Lapák, ze kterého by lýkožrouti vylétli, by byl nejen nefunkční, ale zvýšil by abundanci lýkožroutů v porostu.

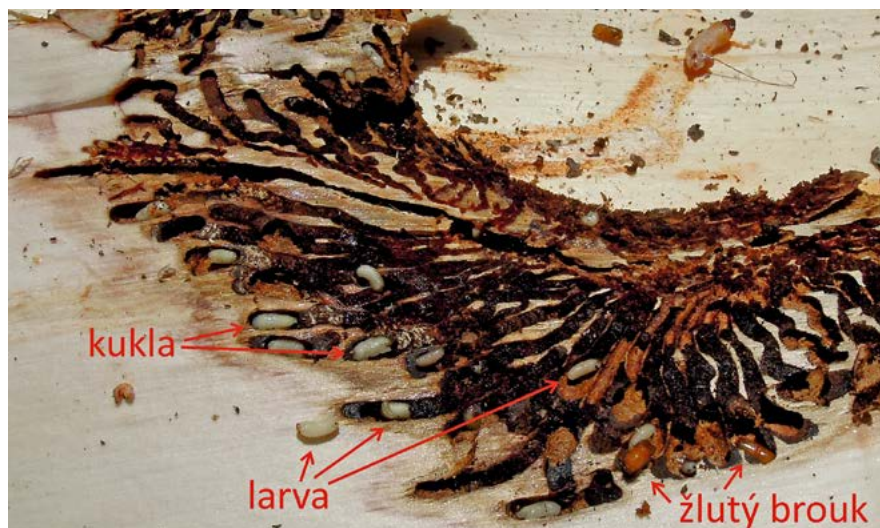
Asanaci odvozem, která je nejjednodušší, je nejvhodnější provést v období kladení samic, protože po cca třech týdnech může nastat ještě tzv. sesterské přerovení (Schneiderorelli 1948; Baier et al. 2007), kdy brouci opustí strom a po úživném žíru založí nové požerky. Je logické, že po asanaci odvozem následuje zpracování dříví. Samotný odvoz, resp. převoz dříví na jiné místo však asanací není (vyhláška č. 76/2018Sb.). Vylíhlí brouci F1 nebo přerovující se brouci mohou přelétnout na značné vzdálenosti. Protože více než 50 % brouků přelétá vzdálenosti delší než 500 m (Wermelinger 2004). V případě, že kapacitně vlastník lesa nezvládá odvoz lapáků, připadá v úvahu mechanická asanace a jen výjimečně asanace chemická.

Mechanická asanace, tedy odkornění kmene speciálními loupáky, byla ve velkém použita již ve známé kůrovcové kalamitě na Šumavě ve druhé polovině 19. století (1868–1878) (Fleischer 1875). Principem je, že je odstraněna borka s lýkem a vývojová stadia lýkožroutů jsou konzumována predátory. S mechanickou asanací se může začít krátce po náletu brouků v období kladení vajíček a dokončit se musí v období, kdy larvy v chodbách nejbližší snubní komůrce dosáhly posledního, tj. třetího instaru (ČSN 48 1000 2005), resp. kukel (Obr. 7). Noví, i když nedospělí brouci F1 (F2, F3) generace by již z odkorněného dříví odlétli a dokončili vývoj na jiném vhodném místě (Öhrn et al. 2014). Pokud se nepodaří lapák odvézt a zpracovat na jiném místě, odkornění je nejefektivnější způsob, jak zabránit opouštění kmene.

Výjimečně se asanace provádí i ve stadiu dospělého brouka před výletem (nebylo-li možné provést asanaci dřívě). Jsou-li v požercích kukly a světlí (žlutí) brouci (Obr. 7), lze použít pouze strojní mechanickou asanaci (adaptérem na motorovou pilu), při které dochází k rozdrčení kůry nebo štěpkování a pálení (Švestka 1996; ČSN 48 1000 2005). K asanaci se přistupuje i při zjištěném slabém výskytu požerků.

Alternativou odkornění je proškrabávání. Vytvoří se tak drážky zasahující až do dřeva v rozestupech ca 3 cm od sebe, což způsobí rychlejší vysychání lýka a úhyn větší části populace na kmeni. Ruční škrabáky jsou vyrobeny ze dvou břitů lesnického črtáku a lze je použít jen při malém množství napadeného dříví. Provozně vhodnější a finančně výhodnější jsou adaptéry na motorové pily, např. od firmy Günter. Je nutné zdůraznit, že drážkování musí zasahovat až do dřeva. V případě, že drážky končí mělce a zanechají část nepřerušného lýka, jsou larvy schopny tuto překážku překonat do vedlejšího proužku kůry a dokončit vývoj. Malá část populace i přesto vývoj dokončí (Juha, Turčáni 2008).

Poslední, ale z hlediska dopadu na necílové organismy nedoporučovanou metodou⁷, je chemická asanace. Celý povrch kmene je ošetřen insekticidním postřikem, který



Obr. 7: Požerek lýkožrouta smrkového s larvami třetího instaru, kuklami a žlutými brouky. Požerek je deformován přítomností suku.

⁷ V některých zemích, jako ve Švýcarsku (RB 921.13) nebo Lichtenštejnsku (921.0. Liechtensteinisches Landesgesetzblatt, 1991) je za běžné situace v ochraně lesa použití pesticidů zakázáno, nebo, jako např. v Sasku, je považováno za poslední možnost ve smyslu integrované ochrany před škůdci (Otto, Schmieder 2022).

obsahuje výrobci doporučené množství (koncentraci) insekticidu, barviva a vody. Pro chemickou asanaci se používají pouze schválené přípravky na ochranu rostlin v souladu s podmínkami jejich povolení, uvedenými na etiketě přípravku a v Registru přípravků na ochranu rostlin (Registr přípravků na ochranu rostlin; eagri.cz). Používají se zejména syntetické pyretroidy. Pro kontrolu a zvýšení pokrývnosti se přidává barvivo i schválené smáčedlo (Zahradník et al. 2014).

Pro nakládání s insekticidy (resp. s přípravky na ochranu rostlin) v rámci profesních činností je nutné být držitelem osvědčení o odborné způsobilosti I. stupně pro nakládání s přípravky na ochranu rostlin a pracovat pod dohledem držitele osvědčení alespoň II. stupně. Odborná způsobilost je zakotvena v § 86 zákona č.326/2004 Sb. a podrobnosti obsahuje vyhláška č. 206/2012 Sb.

Pokud je chemická asanace provedená správně, jedná se o velmi účinnou metodu (Zahradník, Geraková 2010). Postřik musí být aplikován rovnoměrně po celém povrchu (kmeny je potřeba otáčet). Ošetření je nezbytné provádět na suchý povrch, přípravek musí zaschnout, než začne pršet. Postřik je možné zahájit ihned po obsazení lapáku, v období kladení vajíček (aby se zamezilo přerojování samic a zakládání sesterského pokolení), a ukončit jej v krajním případě můžeme těsně před výletem brouků; vhodnější je chemickou asanaci provést nejpozději ve stadiu výskytu prvních kukel. Nežádoucí jsou při aplikaci nízké teploty (kolem bodu mrazu) a teploty nad 25 °C, avšak hrozí-li nebezpečí z prodlení, je možné aplikovat i za vyšších teplot (Zahradník 2015).

Chemickou asanací se nezahubí larvy, kukly ani brouci v lýku⁸. Jedná se v podstatě o preventivní metodu, jejíž princip je následující: v případě, že lapáky není možné z kapacitních důvodů odvést a dochází k dalšímu vývinu, brouci F1 generace jsou zahubeni při prokousávání borky a opouštění stromů. Metoda však není zcela bezpečná, neboť v případě souvislého úživného žíru mohou jedním výletovým otvorem uniknout další brouci (Zahradník, Geraková 2010). Pokud se lapák stane součástí skládky dříví, mohl být zakryt insekticidní sítí Storanet® a princip je stejný (Skrzecz et al. 2015). Velkým negativem použití této metody ošetření je také to, že zahubí velké množství necílových bezobratlých (Kula – vlastní pozorování; viz také Lubojacký, Holuša 2013, 2014⁹).

Pokud jsou dospělí lýkožrouti a jejich vývojová stadia pod kůrou ve velkém měřítku nalezeni mrtví, jedná se o důsledek prudkého oslunění lapáků, kdy dojde k zahubení v důsledku vznikajících vysokých teplot pod kůrou (Beal, Massey 1945; Rudinsky, Vité 1956; Vité 1961).

⁸ Jinak je tomu u fumigace zakrytých stromů ethandinitrilem (EDN), který penetruje rostlinnými pletivy (Stejskal et al. 2017).

⁹ Studie se týkají otrávených lapáků ve formě trojnožek.

Doporučení

- Nejvhodnější a nejlepší je odvoz lapáku a jeho okamžité zpracování.
- Lapáky asanujeme mechanicky pomocí loupáků. Lapáky můžeme proškrabávat, ovšem účinnost není stoprocentní.
- Mechanická asanace se musí provést nejpozději do období, kdy larvy v chodbách položených u snubních komůrek dosáhly posledního instaru, nebo se zakuklily.
- Chemická asanace se nedoporučuje.

3.7 Výhody a nevýhody lapáků

Lapáky jsou relativně drahé a časově náročné (Bakke 1989; Pfister 1999). Nemusejí být vždy obsazeny, jsou schopny zachytit (pojmout) jen omezené množství jedinců a vyžadují pravidelné kontroly (Abgrall, Schvester 1987). Efektivita použití lapáků závisí na gradační fázi populace a velkém množství stresovaných stromů v okolí. Zatímco za kulminace gradace je závislost počtu závrtů lýkožroutů na parametrech stromů a prostředí nižší, za retrogradace byla zjištěna větší (Holuša et al. 2017).

Podle ČSN 48 1000 (2005) jsou odchyťová zařízení (lapáky, lapače, otrávené lapáky a stojící lapáky) za dodržení daných postupů srovnatelná. První série lapáků však zachytí mnohonásobně více brouků než trojnožky za stejné období (Lubojacký, Holuša 2014).

Lapáky sice nemusí být vždy plně obsazeny (Abgrall, Schvester 1987), ale zachytí i druhy, které nejsou monitorovány feromonovými lapači, např. lýkožrouta menšího (viz dále). Avšak je nutné dbát na jejich kvalitní asanaci, neboť opuštěný lapák nejen že nesplnil svůj úkol, ale vedl k intenzivnímu namnožení populace, protože reprodukční úspěch na pokácených stromech je vysoký (Kausrud 2012). Na druhou stranu ve srovnání především s otrávenými lapáky (částečně i feromonovými lapači) nezabíjejí necílové druhy (Lubojacký, Holuša 2013, 2014).

„Zpracování“ lapáků odvozem, které je sice nejjednodušší, ale je nezbytné ho provést v období vykladení samic, protože po třech týdnech může nastat ještě tzv. sesterské přerostení, kdy lýkožrouti opustí strom (Pfister 1999) a po úživném žíru založí požerky nové (Wermelinger 2004). Tyto jedince lze nachytat na další pokácené stromy, čímž se dále navyšuje množství zdravých stromů, které používáme na tuto metodu.

3.8 Využití stromových lapáků pro ostatní druhy smrkových kůrovců

Dále je uvedeno užití smrkových lapáků pro ekonomicky významné a velmi početné druhy kůrovců, i když je jasné, že na lapácích je možno nalézt i další druhy kůrovců (viz např. Holuša et al. 2019).

3.8.1 Lýkožrout menší *Ips amitinus*

V případě výskytu lýkožrouta menšího (*Ips amitinus* (Eichhoff, 1871)) jsou lapáky a zásady jejich použití pro jeho odchyt použitelné v celé šíři jako u l. smrkového (viz Holuša et al. 2012). Navíc mohou být využity i mladší stromy (21–40 let), které tento druh nalétává po celé délce (Witrylak 2008).

3.8.2 Lýkožrout severský *Ips duplicatus*

Lapáky neaplikujeme, protože lýkožrout severský (*Ips duplicatus* (C. R. Sahlberg, 1836)) na ležící dříví nenalétává (Pfeffer, Knížek 1995; Mrkva 1995; Grodzki 1997a; Lubojacký et al. 2018). I v laboratorních podmínkách byla opakovaně zjištěna silná atraktivita svisle a šikmo postavených polen, zatímco na vodorovně uložené sekce nalétlo podstatně méně dospělců lýkožrouta severského (Mrkva 1995).

Neodvětvené stromové lapáky jsou obsazeny l. severským pouze v případě, že je navnaděn feromonovým odpárníkem. V několikaletých experimentech v oblastech s vysokými populačními hustotami byly však obsazeny jen několika stovkami jedinců (<400 brouků). Jednalo se o mnohem menší počty, než byly nachytány ve feromonových lapačích. Na pokácených stromech bez odpárníků ležících ve vzdálenosti 1, 5 nebo 10 m od navnaděného stromu byly závrtky zjištěny jen ojediněle. Metoda umísťování feromonových odpárníků na ležící neodvětvené stromy má tedy v případě l. severského jen omezené použití (Šotola et al. 2021).

3.8.3 Lýkožrout lesklý *Pityogenes chalcographus*

Speciální instalace lapáků, především slabých dimenzí, proti lýkožroutu lesklému (*Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761)) je nesmyslná. Tento druh obsazuje veškeré těžební zbytky slabých dimenzí, včetně ponechaných stromků po prořezávkách, na kterých se vyvíjí (Grodzki 1997b; Kula, Kajfosz 2006, 2007; Starzyk et al. 2008; Kacprzyk 2012; Foit 2012). Proto tento materiál funguje jako lapací zařízení,

a instalace lapáků tenkých dimenzí, i když je doporučovala řada instrukcí (např. Zahradník et al. 2014; vyhláška č. 67/2018 Sb.), je zbytečná. Lapáky z dospělých smrků zachytávají i lesklého po celé délce kmene (Modlinger et al. 2009).

4 NOVOST POSTUPŮ

I když zásady aplikace lapáků v lesnickém provozu jsou dlouhodobě známy, byly na základě výzkumu upraveny doporučované termíny přípravy lapáků a jejich používání během vegetační sezóny. Rovněž jsou uvedeny výhody i nevýhody použití lapáků, které se běžně nezmiňují. Postupy neověřené studiemi jsou diskutovány a jsou implementovány mezi nevýhody lapáků. Bylo doloženo, že počet lapáků vztažený k napadeným stromům předchozí generace musí být vyšší, než stanovují současné postupy, aby lapáky byly účinným podpůrným opatřením obrany. Tento podíl se blíží počtu doporučovanému v 50. letech 20. století a používanému v některých okolních středoevropských zemích.

5 POPIS UPLATNĚNÍ

Metodika je určena pro praktické využití vlastníky lesů, lesními hospodáři, subjekty provádějícími lesnické činnosti, státní správou lesů, lesnickými výzkumnými ústavy a univerzitami při ochraně lesa před l. smrkovým. Navržená metodika má uplatnění především v hospodářských lesích. Protože je založena na přirozených principech, jedná se o biotechnické opatření. Aplikaci lapáků lze doporučit i v územích s různým statusem ochrany přírody.

6 EKONOMICKÉ ASPEKTY UPLATNĚNÍ¹⁰

Položení lapáku zahrnuje kácení, odvětvění, zakrytí, 1× kontrolu lapáku, příp. odkornění, a je stanoveno na 600 Kč za 1 m³. To odpovídá jednomu průměrnému stromovému lapáku, ve dvou sériích kalkulujeme tedy 1200 Kč. Cena nezahrnuje pravidelnou kontrolu (120 Kč za kontrolu). Po celou sezónu od května do srpna v pravidelných intervalech kontrol (každých 10 dní) se jedná celkově o cca 12 kontrol, dohromady cca 1200 Kč.

Následné přibližování a vyklizování za každý 1 m³ pomocí mechanizace se pohybuje mezi 450 Kč za využití mechanizace, respektive více s využitím koní (650 Kč) či lanovky (900 Kč).

Náklady na jedno obranné opatření po celou sezónu (dvě série) tedy odpovídají zhruba 3300 Kč bez DPH.

V případě, že by nebyla provedena mechanická, ale chemická asanace, by cena za každý m³ byla navýšena o 145 Kč bez DPH.

Podpůrný význam lapáků při obraně proti lýkožroutům je zřejmý. Záleží však na lesním hospodáři, do jaké míry je „ochoten“ klást velké množství lapáků a ve kterém okamžiku je hospodárnější věnovat se vyhledávání napadených stromů.

7 DEDIKACE

Metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QK1920433 „Vliv obranných opatření na populace lýkožroutů v závislosti na populačních hustotách“. Autorské podíly tvůrců metodiky jsou následující: J. Holuša 40 %, K. Resnerová 30 %, R. Berčák 10 %, M. Koreň 10 %, E. Kula 10 %.

¹⁰ Náklady na přípravu, kontrolu a asanaci lapáku vycházejí z ceníku „Nákladů obvyklých opatření MŽP 2021“ platného od 26. 2. 2021.

8 LITERATURA

8.1 Použitá literatura

- 921.0. Liechtensteinisches Landesgesetzblatt 1991. Č. 42 vydaný 27.07.1991. Lesní zákon ze dne 25. 3. 1991. Platzhalter 1991042000.
- ABGRALL J. F., SCHVESTER D. 1987. Observations sur le piegeage de *Ips typographus* L. apres chablis. Revue Forestière Francaise, 39: 359–377. doi:10.4267/2042/25808
- ANDERBRANT O. 1989. Reemergence and second brood in the bark beetle *Ips typographus*. Holarctic Ecology, 12: 494–500. doi:10.1111/j.1600-0587.1989.tb00927.x
- ANNILA E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). Annales Zoologici Fennici, 6: 161–208. <https://www.jstor.org/stable/23731366>
- ANONYM 1965. Rámcové směrnice ochrany lesů. Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství, Praha.
- ANONYM 2009. Metodika kontrolní činnosti při zajišťování ochrany lesa proti kůrovcům. Lesy ČR, s.p. Interní pokyn 02/2005a.
- BAIER P. 1996. Auswirkungen von Vitalität und Brutbaum-Qualität der Europäischen Fichte, *Picea abies*, auf die Entwicklung der Borkenkäfer-Art *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae). Entomologia Generalis, 21: 27–35. doi:10.1127/entom.gen/21/1996/27.
- BAIER P., BADER R., ROSNER S. 1999. Monoterpene content and monoterpene emission of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) bark in relation to primary attraction of bark beetles (Col., Scolytidae). In: Lieutier F. et al. (eds.) Physiology and genetics of tree-phytophage interactions. Gujan (France): Les Colloques de l'INRA, 249–259.
- BAIER P., PENNERSTORFER P., SCHOPF A. 2007. PHENIPS—A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. Forest Ecology and Management 249: 171–186. doi: 10.1016/j.foreco.2007.05.020
- BAKKE A. 1989. The recent (*Ips typographus*) outbreak in Norway - experiences from a control program. Holarctic Ecology, 12: 515–519. doi: 10.1111/j.1600-0587.1989.tb00930.x

- BÁRTA O. 2017. Zamyšlení nad ochranou lesa proti kůrovcům na Lesní správě Prostějov. Lesu zdar, 22: dostupné online 10.1.2021: <https://lesycr.cz/casopis-clanek/zamysleni-nad-ochranou-lesa-proti-kurovcum-na-lesni-sprave-prostejov/>
- BEAL J. A., MASSEY C. L. 1945. Bark beetles and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytoidea) with special reference to the species occurring in North Carolina. Bulletin of the Duke University School of Forestry, 10: 1–178.
- BURKET M. 1927. Ochrana lesů. Nákladem České grafické unie, as., Praha.
- ČSN 48 1000, 2005. Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku. Český normalizační institut, Praha, 8 s.
- ČSN 48 2711, 1953. Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. *Ips typographus* L., schválena v říjnu 1953, s účinností od března 1954.
- CSÓKA G., KOVACS T. 1999. Xylophagous Insects. Hungarian Forest Research Institute, Budapest, 189 s.
- DAVÍDKOVÁ M., DOLEŽAL P. 2017. Sister broods in the spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.). Forest Ecology and Management, 405: 13–21. doi:10.1016/j.foreco.2017.08.040
- DOBOR L., HLÁSNY T., RAMMER W., ZIMOVÁ S., BARKA I., SEIDL R. 2020. Is salvage logging effectively dampening bark beetle outbreaks and preserving forest carbon stocks?. Journal of Applied Ecology, 57(1): 67–76. doi: 10.1111/1365-2664.13518
- FLEISCHER A. 1875. Lýkožrouti čili korovci (*Bostrychus typographus* L.) v Šumavě a jich nepřátelé. Vesmír, 4: 97–99, 111–114, 128–129.
- FOIT J. 2012. Felling date affects the occurrence of *Pityogenes chalcographus* on Scots pine logging residues. Agricultural and Forest Entomology, 14: 383–388. doi: 10.1111/j.1461-9563.2012.00579.x
- FRANZ J. 1948. Neues zur Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). Schädlingssk, 2–3.
- FUČÍK V. 2015. Kůrovec – významný škůdce lesa. Lesu zdar, 15: dostupné online 10.1.2021: <https://lesycr.cz/casopis-clanek/kurovec-vyznamny-skudce-lesa/>
- GMELIN J. F. 1787. Abhandlungen über die Wurmtrocknis. Crusius'sche Buchhandlung, Leipzig, 176 s.
- GRÉGOIRE J. C., EVANS H. F. 2004. Damage and control of BAWBILT organisms - an overview. In: Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Grégoire J. C., Evans H. (eds.):

- Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer, Dordrecht, 19–37. doi:10.1007/978-1-4020-2241-8_4
- GRODZKI W. 1997a. Możliwości kontroli liczebności populacji kornika zroszebnego (*Ips duplicatus* C. R. Sahlb.) na południu Polski. Possibilities of the control of double-spined bark beetle (*Ips duplicatus* C. R. Sahlb.) populations in southern Poland. Sylwan, 141: 25–36.
- GRODZKI W. 1997b. *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytidae) – an indicator of man-made changes in Norway spruce stands. Biologia, Bratislava, 52: 217–220.
- GRÜNWARD M. 1986. Ecological segregation of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of spruce. Journal of Applied Entomology, 101: 176–187. doi:10.1111/j.1439-0418.1986.tb00846.x
- HARDING S., RAVN H.P. 1983. Undersøgelse af *Ips typographus* (L.)' biologi og økologi i Danmark. M. S. thesis, Department of Population Biology, University of Copenhagen.
- HENNINGS C. 1908. Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, 6: 209–229.
- HILLERMANN T., ŠTŮSEK J. 2019. Modelová analýza invazivní strategie lýkožrouta smrkového v podmínkách LS Dvůr Králové. Model analysis of the bark beetle invasive strategy in conditions of the Dvůr Králové forest district administration (Czech Republic). Zprávy lesnického výzkumu, 64: 25–36.
- HLÁSNÝ T., SITKOVÁ Z. (eds.) 2010. Spruce forests decline in the Beskids. National Forest Centre-Forest Research Zvolen & Czech University of Life Science Prague & Forestry and Game Management research institute Jiloviště-Strnady, 15–32.
- HLÁSNÝ T., TURČÁNI M. 2013. Persisting bark beetle outbreak indicates the unsustainability of secondary Norway spruce forests: Case study from Central Europe. Annals of Forest Science, 70: 481–491. doi:10.1007/s13595-013-0279-7
- HOLUŠA J., LIŠKA J. 2002. Hypotéza chřadnutí a odumírání smrkových porostů ve Slezsku (Česká republika). Zprávy lesnického výzkumu, 47: 9–15.
- HOLUŠA J., ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M., DRÁPELA K. 2003. Seasonal flight activity of the double-spined spruce bark beetle *Ips duplicatus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) in Silesia (Czech Republic). Biologia, Bratislava, 58: 935–941.
- HOLUŠA J., GRODZKI W., LUKAŠOVÁ K., LUBOJACKÝ J. 2013. Pheromone trapping of the double-spined bark beetle *Ips duplicatus* (Coleoptera:

- Curculionidae, Scolytinae): seasonal variation in abundance. *Folia Forestalia Polonica*, series A, 55(1): 3–9. doi:10.2478/ffp-2013-0001
- HUBER, D. P., FETTIG, C. J., BORDEN, J. H. 2021. Disruption of coniferophagous bark beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) mass attack using angiosperm nonhost volatiles: from concept to operational use. *The Canadian Entomologist*, 153(1): 19–35. doi: 10.4039/tce.2020.63
- CHARARAS C. 1959. L'influence des conditions climatiques sur l'évolution des scolytidae. *Annales de l'école des eaux et forêts Université de Nancy*, 16: 135–167.
- CHRISTIANSEN E., BAKKE A. 1988. The spruce bark beetles of Eurasia. In: Berryman A. A. (ed.): *Dynamics of forest insects populations: pattern, causes, implications*. Plenum Press, New York, 479–503. doi: 10.1007/978-1-4899-0789-9_23
- JAHN E. 1982. Untersuchungen zum Befall von Fichten-Fangbaumen durch Borkenkäfer im Zusammenhang mit Mondphasen zur Fallungszeit. Investigations on the infestation of trap-trees of spruce by bark-beetles in connection with moon phases at the time of felling. *Anzeiger für Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 55/10: 145–149.
- JAKUŠ R., BLAŽENEC M. 2002. Influence of proportion of (4S)-cis-verbenol in pheromone bait on *Ips typographus* (Col., Scolytidae) catch in pheromone trap barrier and in single traps. *Journal of Applied Entomology*, 126(6): 306–311. doi: 10.1046/j.1439-0418.2002.00659.x
- JAKUŠ R., GRODZKI W., JEŽIK M., JACHYM M. 2003. Definition of spatial patterns of bark beetle *Ips typographus* (L.) outbreak spreading in Tatra Mountains (Central Europe), using GIS. In: McManus M., Liebhold A. (eds.) *Ecology, survey and management of forest insects*. Proceedings of the conference. USDA Forest Service, Warren, 25–32.
- JAKUŠ R., BLAŽENEC M., KOREŇ M., BARKA I., LUKÁŠOVÁ K. LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J. 2017. TANABBO II - model pro hodnocení rizika napadení lesních porostů lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* (L.) [Coleoptera: Curculionidae]. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady. Lesnický průvodce, 69 s.
- JAKUŠ R., BLAŽENEC M., GURTSEV A., HOLUŠA J., HROŠŠO B., KŘENOVA Z., LONGAUEROVÁ V., LUKÁŠOVÁ K., MAJDÁK A., MEZEI P., SLIVINSKÝ J. 2015. Principy ochrany dospelých smrekových porastov pred podkorným hmyzom. Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied, 232 s.
- JOHANN, M. 1986. On the attraction of *Ips typographus* L. 1. The attraction by natural breeding material. *Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie*, Germany.

- JÖNSSON A. M., HARDING S., BÄRRING L., RAVN H. P. 2007. Impact of the climate change on the population dynamics of *Ips typographus* in southern Sweden. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146: 70–81. doi:10.1016/j.agrformet.2007.05.006
- JUHA M., TURČÁNI M. 2008. Netradiční způsoby boje s lýkožroutem smrkovým – *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). *Zprávy lesnického výzkumu*, 53: 1–5.
- KACPRZYK M. 2012. Feeding habits of *Pityogenes chalcographus* (L.) (Coleoptera: Scolytinae) on Norway Spruce (*Picea abies*) L. (Karst.) logging residues in wind-damaged stands in southern Poland. *International Journal of Pest Management*, 58(2): 121–130. doi: 10.1080/09670874.2012.669077
- KALINOVÁ B., BŘÍZOVÁ R., KNÍŽEK M., TURČÁNI M., HOSKOVEC M. 2014. Volatiles from spruce trap-trees detected by *Ips typographus* bark beetles: chemical and electrophysiological analyses: *Arthropod Plant Interactions*, 8: 305–316. doi:10.1007/s11829-014-9310-7
- KAUSRUD K., OKLAND B., SKARPAAS O., GREGOIRE J. C., ERBILGIN N., STENSETH N. C. 2012. Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biological Reviews*, 87: 34–51. doi:10.1111/j.1469-185X.2011.00183.x
- KISIELOWSKI S. 1978. The four-eyed spruce bark beetle (*Polygraphus poligraphus* L.) in montane forest stands attacked by the honey-fungus. *Sylvan*, 122: 25–29.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R. 2015. Zpravodaj ochrany lesa: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2014 a jejich očekávaný stav v roce 2015. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 77 s.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R. 2016. Zpravodaj ochrany lesa: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2015 a jejich očekávaný stav v roce 2016. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 70 s.
- KNÍŽEK M., MODLINGER R. 2012. Zpravodaj ochrany lesa: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2011 a jejich očekávaný stav v roce 2012. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 79 s.
- KNÍŽEK M., MODLINGER R. 2013. Zpravodaj ochrany lesa: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2012 a jejich očekávaný stav v roce 2013. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 65 s.
- KOHLER J. 2012. Lesníkové jaro je spojeno i s přípravou na boj se škůdci. *Lesu zdar*, 12: 19–20.

- KOHNLE U. 1984. Beziehungen zwischen der Austrocknung von Fangbaumen und ihrer Attraktivitat für Fichtenborkenkäfer. Relationships between the desiccation of trap trees and their attractiveness to spruce bark beetles. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 155: 270–274.
- KOREŇ M., JAKUŠ R., ZÁPOTOCKÝ M., BARKA I., HOLUŠA J., ĎURAČIOVÁ R., BLAŽENEC M. 2021. Assessment of Machine Learning Algorithms for Modelling the Spatial Distribution of Bark Beetle Infestation. Forests, 12: 395. doi: 10.3390/f12040395
- KREMSER W. 1982. Niedersächsische Forstgeschichte. M.u.H. Schaper, Alfeld, 965 s.
- KROL A., BAKKE A. 1986. Skuteczność wabienia kornika drukarza przez tradycyjne drzewa pułapkowe oraz pułapki feromonowe. Effectiveness of traditional trap trees and pheromone traps in attracting *Ips typographus*. Sylwan, 130(12): 29–39.
- KUČERA V. 1951. Insekticidy v boji proti kůrovci. Československý les, 31: 75–77.
- KUDELA M., WOLF R. 1963. Podíl podkorního a dřevokazného hmyzu na odumírání smrku a borovice v porostech poškozených průmyslovými exhalacemi. Sborník Lesnické Fakulty VŠZ, Praha 6, 157–187.
- 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(5): 471–495. doi: 10.4039/tce.2013.27
- LOZZIA G. C. 1993. Outbreaks of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera Scolytidae) in spruce stands of northern Italy. Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura, 25: 173–182.
- LUBOJACKÝ J., LIŠKA H., KNÍŽEK M. 2018. Atraktivita stromových lapáků pro lýkožrouta severského, *Ips duplicatus* Sahlberg (Coleoptera: Curculionidae). Zprávy lesnického výzkumu 63: 48–52.
- MARTINEK V. 1952. Pokusy s bojem proti kůrovci (*Ips typographus* L.) poprašováním lapáků insekticidy. Lesnická práce, 31: 17–26.
- MARTINEK V. 1953. Methody boje proti kůrovci *Ips typographus* v Polsku. Lesnická práce, 32: 316–318.
- MARTINEK V. 1956. Číselné vyjádření hustoty náletu kůrovce *Ips typographus* L. na kmenech při přemnožení. Sborník Československé akademie zemědělských věd, Lesnictví, 29: 411–426.
- MARTINEK, V. 1957. K otázce zakládání tzv. sesterského pokolení u kůrovce *Ips typographus* L. v horské a chlumní oblasti. Sborník Československé akademie zemědělských věd – Lesnictví, 3: 687–722.

- MARTINEK V. 1960. Příprava lapáků pro kontrolu a boj s kůrovcem smrkovým *Ips typographus* L. Lesnická práce, 39: 186
- MATTANOVICH J., EHRENHOFER M., SCHAFELLNER C., TAUSZ M., FUHRER E. 2001. The role of sulphur compounds for breeding success of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) on Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). Journal of Applied Entomology, 125: 425–431.
- MEZEI P., GRODZKI W., BLAŽENEC M., ŠKVARENINA J., BRANDÝSOVÁ V., JAKUŠ R. 2014. Host and site factors affecting tree mortality caused by the spruce bark beetle (*Ips typographus*) in mountainous conditions. Forest Ecology and Management, 331: 196–207. doi: 10.1016/j.foreco.2014.07.031
- MILÁŇ J., HANUS F. 2010. Boj s kůrovcem neustává. Lesu zdar, 10: 2–3.
- MODLINGER R., HOLUŠA J., LIŠKA J., KNÍŽEK M. 2009. Stav populace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) v NPR Žofinský prales (Novohradské hory, Česká republika). Silva Gabreta, 15: 143–154.
- MODLINGER R., LIŠKA J., KNÍŽEK M., ADAM D., JANÍK D., HORT L. 2015. Ochrana lesa před lýkožroutem smrkovým v ochranném pásmu lesních rezervací ponechaných samovolnému vývoji. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady. Lesnický průvodce, 67 s.
- MRKVA R. 1995. Nové poznatky o bionomii, ekologii a hubení lýkožrouta severského. Lesnická práce, 74: 5–7.
- NAGEL R. H., MCCOMB D., KNIGHT F. B. 1957. Trap tree method for controlling the Engelmann Spruce beetle in Colorado. Journal of Forestry, 55: 894–898. doi:10.1093/jof/55.12.894
- NELSON W., LEWIS M. 2008. Connecting host physiology to host resistance in the conifer-bark beetle system. Theoretical Ecology, 1: 163–177. doi:10.1007/s12080-008-0017-1
- NELSON K. N., ROCCA M. E., DISKIN M., AOKI C. F., ROMME W. H. 2014. Predictors of bark beetle activity and scale-dependent spatial heterogeneity change during the course of an outbreak in a subalpine forest. Landscape Ecology, 29: 97–109. doi:10.1007/s10980-013-9954-1
- 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, 94: 91–614. doi:10.1007/s10340-021-01341-y

- NIEMEYER H. 1997. Integrated bark beetle control: experiences and problems in Northern Germany. USDA Forest Service General Technical Report NE, 236: 80–86.
- ÖHRN P., LÅNGSTRÖM B., LINDELÖW Å., BJÖRKLUND N. 2014. Seasonal flight patterns of *Ips typographus* in southern Sweden and thermal sums required for emergence. *Agricultural and Forest Entomology*, 16: 147–157. doi:10.1111/afe.12044
- ØKLAND B., NIKOLOV C., KROKENE P., VAKULA J. 2016. Transition from windfall- to patch-driven outbreak dynamics of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Forest Ecology and Management*, 363: 63–73. doi:10.1016/j.foreco.2015.12.007
- ON 48 2711, 1968. Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému, s účinností od 13. 2. 1968.
- ON 48 2711, 1973. Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.), schválena 30. 5. 1973, s účinností od 1. 4. 1974.
- ON 48 2711, 1984. Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.) včetně zpracované změny b/ - 1/1984.
- ON 48 2711, 1987. Ochrana lesa proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.), která byla schválena 30. 10. 1987, s účinností od 1. 2. 1988.
- OTTO L. F., SCHMIEDER B. 2022. Borkenkäfer – Hinweise für Waldbesitzer. https://www.sbs.sachsen.de/download/sbs/44_Borkenkaefer.pdf
- PFEFFER A. 1952. Kůrovec lýkožrout smrkový a boj proti němu Lesnická knihovna 12. Brázda, Praha, 45 s.
- PFEFFER A. 1955. Fauna ČSR. Svazek 6. Kůrovci – Scolytoidea (Řád: Brouci – Coleoptera). Československá akademie věd, Praha, 324 s.
- PFEFFER A. 1961. Ochrana lesů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 838 s.
- PFEFFER A., KNÍŽEK M. 1995. Expanze lýkožroutu *Ips duplicatus* (Sahlb.) ze severske tajgy. *Zpravodaj ochrany lesa*, 2: 8–11.
- PFEIL W. 1827. Über Insektenschaden in den Wäldern, die Mittel ihm vorzubeugen und seine Nachteile zu vermindern. Verlag Boicke, Berlin, 72 s.
- PFISTER A. 1999. Verursachen Borkenkäferbekämpfungsmassnahmen Stehendbefall? Do measures against bark beetles cause infestation of new trees? *Forstschutz Aktuell*, 23-24: 21–23.

- PIVETZ B., HINTERBUCHNER Z., PFEFFER A., KUDELA M., KALANDRA A., KOLUBAJIV S. 1953. Směrnice ochrany lesů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- PLAŠIL P., CUDLÍN P. 2005. Population dynamics of eight-toothed spruce bark beetle (*Ips typographus* [L.]) in the area of National Nature Reserve Praděd in 1998–2001. *Journal of Forest Science*, 51: 359–370. doi:10.17221/4571-JFS
- POLÁK P. 2004. Zkušenosti v ochraně lesa proti škodám způsobovaným lýkožrouty u VLS – divize Lipník. In: Sborník referátů 28. setkání lesníků tří generací na téma “Nebezpečí kůrovce v roce 2004” 19. 3. 2004 (Praha-Novotného lávka). Česká lesnická společnost, VÚLHM Jíloviště-Strnady, Lesnická práce, 91–93.
- RB 921.13, 2013. Verordnung des Regierungsrates betreffend die rechtliche Stellung und die Aufgaben der Revierförsterinnen und Revierförster vom 29.10.2013, in Kraft seit: 02.11.2013.
- RUDINSKY J. A., VITĚ J. P. 1956. Effects of temperature upon the activity and the behavior of the Douglas fir beetle. *Forest Science*, 2(2): 258–267. doi:10.1093/forestscience/2.4.258
- SEDLACZEK W. 1921. Fangbaumethoden für die verschiedenen Borkekäferarten. *Zeitschrift für die angewandte, Entomologie*, 7: 334–339.
- SEIDL R., SCHELHAAS M. J., RAMMER W., VERKERK P. J. 2014. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4(9): 806–810. doi: 10.1038/NCLIMATE2393
- SENF C., PFLUGMACHER D., ZHIQIANG Y., SEBALD J., KNORN J., NEUMANN M., SEIDL, R. 2018. Canopy mortality has doubled in Europe's temperate forests over the last three decades. *Nature Communications*, 9 (10): 1–8. doi:10.1038/s41467-018-07539-6
- SCHMIDT-VOGT H. 1989. Die Fichte, II/2, Krankheiten, Schäden, Fichtensterben. Paul Parey, Hamburg und Berlin, 607 s.
- SCHNEIDER-ORELLI O. 1948. Richtlinien zur Borkenkäferbekämpfung in den schweizerischen Waldern für 1948. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 99: 71–81.
- SCHROEDER L. M., LINDELÖW A. 2002. Attacks on living spruce trees by bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology*, 4: 47–56. doi:10.1046/j.1461-9563.2002.00122.x
- SKRZECZ I., GRODZKI W., KOSIBOWICZ M., TUMIALIS D. 2015. The alpha-cypermethrin coated net for protecting Norway spruce wood against bark

- beetles (Curculionidae, Scolytinae). Journal of Plant Protection Research, 55: 156–161. doi:10.1515/jppr-2015-0020
- SLANDER J. 1948. Zatrímo lubadarja. Gozdarski Vestnik, 7: 41–42.
- SCHELHAAS M. J., NABUURS G. J., SCHUCK A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. Global Change Biology, 9(11): 1620–1633. doi: 10.1046/j.1365-2486.2003.00684.x
- SCHMIDT-VOGT H., KELLER T., KLIMETZER D., SCHOENHAR S., TESCHE M., VITE J. P. 1989. Norway spruce. Vol. 2, pt. 2: Diseases, damage, spruce dieback. Parey.
- SPROULL G. J., ADAMUS M., BUKOWSKI M., KRZYŻANOWSKI T., SZEWCZYK J., STATWICK J., SZWAGRZYK J. 2015. Tree and stand– level patterns and predictors of Norway spruce mortality caused by bark beetle infestation in the Tatra Mountains. Forest Ecology and Management, 354: 261–271. doi:10.1016/j.foreco.2015.06.006
- STADELMANN G., BUGMANN H., MEIER F., WERMELINGER B., BIGLER C. 2013. Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. Forest Ecology and Management, 305: 273–281. doi:10.1016/j.foreco.2013.06.003
- STARZYK J. R., BILECKA K., PURGAL M., ROTMAN K. 2008. Cambio and xylophagous insects infesting Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) cut off tree-tops and branches left in the forest after thinnings and final cuttings. Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria, 7(1): 59–74.
- STEJSKAL V., JONÁŠ A., HNÁTEK J., AULICKÝ R., MOCHÁN M., VYBÍRAL O. 2017. Nová technologie fumigace dřeva proti kůrovcům. První výsledky testování přípravku EDN v ochraně lesa v České republice. Lesnická práce, 96: 38–40.
- SZABLA K. (ed.) 2012. Instrukcja ochrony lasu. Państwowe gospodarstwo leśne, Lasy państwowe, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, Vol. I, 124 s.
- ŠVESTKA M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V. 1996. Praktické metody v ochraně lesa. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 311 s.
- ŠVIHRA P. 1968. Účinnost lapákov prikrývaných vetvami. Lesnícky časopis, 41(4): 363–374.
- VANIŠ M. 2010. Několik praktických zkušeností a rad při likvidaci kůrovce. Lesu zdar, 10: 18–20.

- VITĚ J. P. 1961. The influence of water supply on oleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in *Pinus ponderosa*. Contributions from Boyce Thompson Institute, 21: 37–66.
- VYHLÁŠKA č. 453/2006 Z. z. Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky o hospodárskej úprave lesov a o ochrane.
- VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže.
- VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ č. 236/2000 Sb. ze dne 18. 7. 2000, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku průkazu lesní stráže.
- 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. doi:10.1016/j.foreco.2004.07.018
- WESLIEN J., ANNILA E., BAKKE A., BEJER B., EIDMANN H. H., NARVESTAD K., NIKULA A., RAVN H. P. 1989. Estimating risk for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)) damage using pheromone-baited traps and trees. Scandinavian Journal of Forest Research, 4: 87–98. doi: 10.1080/02827588909382549
- WICHMANN L., RAVN H. P. 2001. The spread of *Ips typographus* (L.)(Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analysed using GIS. Forest Ecology and Management, 148(1-3): 31–39. doi:10.1016/S0378-1127(00)00477-1
- WITRYLAK M. 2008. Studies of the biology, ecology, phenology, and economic importance of *Ips amitinus* (Eichh.) (Col., Scolytidae) in experimental forests of Krynica (Beskid Sadecki, southern Poland). Acta Scientiarum Polonorum Silvorum Colendarum Ratio et Industria Lignaria, 7: 75–92.
- ZAHRADNÍK P., GERÁKOVÁ M. 2010. Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Lesnická práce, 89(12): Příloha: I–VIII.
- ZAHRADNÍK P., HOLUŠA J., JANAUER V., JURÁSEK A., KACÁLEK D., NOVÁK J., PEŠKOVÁ V., SLODIČÁK M., ŠRÁMEK V., ZAHRADNÍKOVÁ M. 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 335 s.
- ZHANG Q. H., SCHLYTER F. 2004. Olfactory recognition and behavioural avoidance of angiosperm nonhost volatiles by conifer-inhabiting bark

beetles. *Agricultural and Forest Entomology*, 6: 1–19. doi: 10.1111/j.1461-9555.2004.00202.x

ZUMR V. 1984. Spatial distribution of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Norway spruce (*Picea excelsa* Link) and their indifference in relation to forest belts. *Lesnictví*, 30: 509–523.

ZUMR V. 1985. Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a ochrana proti němu. Academia, Praha, 124 s.

ZUMR V. 1995. Lýkožrout smrkový – biologie prevence a metody boje. Matice lesnická, Písek, 131 s.

8.2 Publikace, které předcházely metodice

HOLUŠA J., ČEJKA M. 2020. Estimates of phoretic mite abundance on bark beetles as affected by beetle capture method: a case study with Mesostigmata mites and *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae). *Experimental and Applied Acarology*, 82: 347–357. doi:10.1007/s10493-020-00560-9

HOLUŠA J., FOIT J., KNÍŽEK M., SCHOVÁNKOVÁ J., LUKÁŠOVÁ K., VANICKÁ H., TROMBIK J., KULA E. 2019. The bark beetles *Orthotomicus laricis* and *Orthotomicus longicollis* are not pests in Central Europe: a case study from the Czech Republic. *Bulletin of Insectology*, 72: 253–260.

HOLUŠA J., HLÁSNÝ T., MODLINGER R., LUKÁŠOVÁ K., KULA E. 2017. Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management*, 404: 165–173. doi:10.1016/j.foreco.2017.08.019

HOLUŠA J., LUKÁŠOVÁ K., GRODZKI W., KULA E., MATOUŠEK P. 2012. Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) abundant in wide range of altitudes? *Acta Zoologica Bulgarica*, 64: 219–228.

KOREŇ M., JAKUŠ R., ZÁPOTOCKÝ M., BARKA I., HOLUŠA J., ĎURAČIOVÁ R., BLAŽENEC M. 2021. Assessment of machine learning algorithms for modelling the spatial distribution of bark beetle infestation. *Forests*, 12: 395. doi:10.3390/f12040395

- KULA E., KAJFOSZ R.** 2006. Osidlování smrkového těžebního odpadu z jarní prořezávky kambioxylofágy ve vyšších polohách Beskyd. *Beskydy*, 19: 171–176.
- KULA E., KAJFOSZ R.** 2007. Colonization of spruce logging debris from summer and autumn cleaning by cambioxylophagous insect at higher locations of the Beskids. *Beskydy*, 20: 193–198.
- KULA E., ŠOTOLA V.** 2017. Atraktivita neodvětvených a odvětvených smrkových lapáků. *Zprávy lesnického výzkumu*, 62: 42–49.
- LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J.** 2013. Comparison of lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and lure-baited traps for control of *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 86: 483–489. doi:10.1007/s10340-013-0492-z
- LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J.** 2014. Attraction of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) beetles by lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and trap trees. *International Journal of Pest Management*, 60: 153–159. doi:10.1080/09670874.2014.944610
- LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J.** 2014. Effect of insecticide-treated trap logs and lure traps for *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) management on nontarget arthropods catching in Norway spruce stands. *Journal of Forest Science*, 60: 6–11. doi:10.17221/62/2013-JFS
- ŠOTOLA V., HOLUŠA J., KUŽELKA K., KULA E.** 2021. Felled and lure trap trees with uncut branches are only weakly attractive to the double-spined bark beetle, *Ips duplicatus*. *Forests*, 12: 941. doi:10.3390/f12070941
- VANICKÁ H., HOLUŠA J., RESNEROVÁ K., FERENČÍK J., POTTERF M., VĚLE A., GRODZKI W.** 2020. Interventions have limited effects on the population dynamics of *Ips typographus* and its natural enemies in the Western Carpathians (Central Europe). *Forest Ecology and Management*, 470: 118209. doi:10.1016/j.foreco.2020.118209

OPTIMIZATION OF FELLED TRAP TREES FOR BARK BEETLES CONTROL

Summary

The trap trees (also a classic trap trees, tree trap) is a felled, healthy, (most often) debranched, mature spruce (*Picea* sp.) or a part of it. It is used for capture of *Ips typographus*. The traps work on the principle of releasing primary attractants (e.g., monoterpenes) during the gradual drying of the bast. This attracts the first (pioneer) adults (males). During the digging of the hole and the nuptial chamber, the males already release the so-called aggregation pheromones (secondary attractants), which the other bark beetles directs the swarming when settling the material suitable for reproduction. There is an air raid on the trap, the intensity of which depends on a number of factors (e.g., the population density of the bark beetles, the weather, the position of the trap).

Preparation of trap trees

- Healthy trees with a rougher bark are used to prepare traps; trees can be even larger.
- The traps are covered by branches.

Location of trap trees

- Traps can be laid directly in the stands; however, at high population densities, traps can cause infestation of the surrounding standing trees.
- The trap trees must not be overgrown by plants/weeds (it must be trampled).
- We place trap trees in sunny places, at high population densities we can also prepare them in shaded places.

Date of preparation / adjustment of traps

- We prepare trap trees two to three months before the flight activity of the bark beetles.
- In positions with long-lasting high snow cover (in mountains), trap trees can be prepared as early as the end of autumn and the beginning of winter.

Efficiency and numbers of trap trees

- We use trap trees only to catch the overwintering generation of bark beetles.
- We use trap trees only up to population densities of 1 m³ of wood infested by bark beetles per ha.

Check of trap trees

- Trap trees are inspected at 7–10-day intervals on the upper curve of the trunk.
- The determination of the species and the stage of its development is determined during the inspection after cutting the bark and bast.

Sanitation trap trees

- We sanitize trap trees mechanically using peelers. We can scratch trap trees, but the efficiency is not 100%.
- Mechanical remediation must be carried out at the latest by the time when the larvae in the corridors laid at the wedding chambers have reached the last instar or have pupated.
- Chemical sanitation is not recommended.

Advantages and disadvantages of trap trees

Trap trees are relatively expensive, and the method is time consuming. They do not always have to be occupied by bark beetles, they are able to capture only a limited number of bark beetles and trap trees require regular inspections.

Although trap trees may not always be fully occupied, they will also capture species that are not monitored by pheromone traps, such as the *Ips amitinus*. On the other hand, it is necessary to pay attention to their quality sanitation because trap trees abandoned by bark beetles not only did not fulfill their purpose, but also led to intensive population growth of bark beetles, because the reproductive success of bark beetles on felled trees is high. On the other hand, in comparison with insecticide sprayed trap trees (partly also pheromone traps), they do not kill non-target species.

Sanitation by removal of trap trees, which is the easiest, must be done during the egg laying by females, because after three weeks beetles can reemerge and leave the tree. These beetles can be caught on other felled trees, which further increases the number of healthy trees we use for this capture method.



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

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 12/2021