

# INTEGROVANÁ OCHRANA PROTI LÝKOŽROUTU LESKLÉMU *PITYOGENES CHALCOGRAPHUS*

LESNICKÝ PRŮVODCE



prof. Ing. Bc. JAROSLAV HOLUŠA, Ph.D.

Ing. TOMÁŠ FIALA, Ph.D.

Certifikované  
METODIKY  
PRO PRAKTIKU

2/2025

**Integrovaná ochrana  
proti lýkožroutu lesklému  
*Pityogenes chalcographus***

**Certifikovaná metodika**

**prof. Ing. Bc. Jaroslav Holuša, Ph.D.**

**Ing. Tomáš Fiala, Ph.D.**

Strnady 2025

## **Lesnický průvodce 2/2025**

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

[www.vulhm.cz](http://www.vulhm.cz)

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

[http://www.vulhm.cz/lesnicky\\_pruvodce](http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce)

**Vedoucí redaktor:** Ing. Jan Řezáč; e-mail: [rezac@vulhm.cz](mailto:rezac@vulhm.cz)

**Výkonná redaktorka:** Miroslava Valentová; e-mail: [valentova@vulhmop.cz](mailto:valentova@vulhmop.cz)

**Grafická úprava a zlom:** Klára Šimerová; e-mail: [k.simerova@vulhm.cz](mailto:k.simerova@vulhm.cz)

ISBN 978-80-7417-294-6

ISSN 0862-7657

# **INTEGRATED PROTECTION AGAINST THE SIX-TOOTHED SPRUCE BARK BEETLE *PITYOGENES CHALCOGRAPHUS***

## *Abstract*

The six-toothed spruce bark beetle, *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera, Scolytinae), is a common species that can affect coniferous forests across Europe, particularly *Picea abies* L. Karst (Norway spruce). This species thrives following abiotic disturbances such as windthrows, drought, or snow damage, leading to localized outbreaks. *P. chalcographus* poses a threat, especially in young spruce stands, but in older trees, it infests the upper parts with thin bark, often in conjunction with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytinae).

Effective management of *P. chalcographus* relies on preventive and direct control measures. Integrated pest management (IPM) strategies focus on sanitation logging, prompt removal of infested trees, and reducing available breeding material, particularly fresh logging residues. Semiochemical-baited traps are used primarily for monitoring flight activity.

Cultural controls involve careful management of logging residues, such as chipping, piling branches in shaded areas to minimize breeding opportunities. Burning debris tends to be recommended in cases of *P. chalcographus* outbreaks. Other practices, like timely logging and thinning operations, are essential for reducing population growth by making trees less susceptible to beetle attacks. In small areas, pheromone traps can effectively capture and concentrate emerging beetles.

While current IPM measures are less developed compared to those for *I. typographus*, ongoing research and experience in *P. chalcographus* management highlight the importance of tailoring strategies to local conditions and further research into enhancing pest control efficiency.

**Key words:** forest protection; IPM; monitoring; *Pityogenes chalcographus*; prevention; Scolytinae

*Adresy autorů:*

prof. Ing. Bc. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Kamýčká 1176

165 00 Praha 6 - Suchdol

Ing. Tomáš Fiala, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně

Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií

Zemědělská 1665/1

613 00 Brno

*Oponenti:*

Ing. Jiří Bílý, Ph.D., Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65, 110 00 Nové Město

Bc. Petr Dvořák, Arcibiskupské lesy a statky Olomouc s.r.o., Dvorského 5/17,

779 00 Olomouc - Svatý Kopeček

doc. Ing. Jiří Foit, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně,

Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

Dr. Ing. Magdalena Kacprzyk, Wydział Leśny Uniwersytetu Rolniczego im.

Hugona Kołłątaja w Krakowie, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, Polsko

Ing. Ladislav Půlpán, Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19,

Nový Hradec Králové, 500 08 Hradec Králové

*Uživatel:*

Arcibiskupské lesy a statky Olomouc s.r.o., Dvorského 5/17,

779 00 Olomouc - Svatý Kopeček

Metodika byla schválena odborem vědy a výzkumu MZe ČR pod č. j. MZE-85607/2025-16222/M308. MZe doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi.

# Obsah:

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2 CÍLE METODIKY</b> .....	<b>8</b>
<b>3 VLASTNÍ POPIS METODIKY</b> .....	<b>9</b>
3.1 Charakteristika lýkožrouta lesklého .....	<b>9</b>
3.1.1 Popis druhu .....	<b>9</b>
3.1.2 Rozšíření lýkožrouta lesklého a jeho hostitelské dřeviny .....	<b>10</b>
3.1.3 Biologie lýkožrouta lesklého .....	<b>11</b>
3.1.4 Reprodukční úspěch lýkožrouta lesklého .....	<b>17</b>
3.1.5 Symbiotické houby .....	<b>18</b>
3.1.6 Antagonisté lýkožrouta lesklého .....	<b>19</b>
3.2 Škody a přemnožení .....	<b>21</b>
3.3 Zásady integrované ochrany .....	<b>24</b>
3.3.1 Monitoring .....	<b>25</b>
3.3.2 Soubor preventivních opatření .....	<b>28</b>
3.3.3 Mechanická obrana a „mass trapping“ .....	<b>32</b>
3.3.4 Biologická obrana .....	<b>35</b>
3.4 Shrnutí zásad integrované ochrany .....	<b>36</b>
<b>4 NOVOST POSTUPŮ</b> .....	<b>38</b>
<b>5 POPIS UPLATNĚNÍ</b> .....	<b>38</b>
<b>6 EKONOMICKÝ VÝZNAM</b> .....	<b>39</b>
<b>7 DEDIKACE</b> .....	<b>40</b>
<b>8 LITERATURA</b> .....	<b>40</b>
8.1 Použitá literatura .....	<b>40</b>
8.2 Publikace, které předcházely metodice .....	<b>60</b>
<b>9 SUMMARY</b> .....	<b>61</b>

# 1 ÚVOD

Kůrovci se ve velkém množství vyskytují v jehličnatých lesích na severní polokouli. V Evropě a Severní Americe jsou z ekologického i hospodářského hlediska nejvýznamnější rody *Ips* spp. a *Dendroctonus* spp. (Schelhaas et al. 2003; Grégoire a Evans 2004; Raffa et al. 2008; Six a Bracewell 2015). V některých částech Evropy bývají smrkové lesy často zasaženy přemnožením lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), kterého doprovází lýkožrout lesklý *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761).

Rozsáhlá přemnožení kůrovců obvykle následují po abiotických narušeních, jako jsou větrné nebo sněhové polomy a období sucha. Tyto události vytvářejí ideální podmínky pro rozmnožování kůrovců, protože poskytují dostatek vhodných stromů, což vede k rychlému nárůstu jejich populace a následné kolonizaci i méně oslabených stromů (Schroeder a Eidmann 1993; Schroeder a Lindelöw 2002; Hedgren et al. 2003; Hedgren 2004; Wermelinger 2004; Grégoire et al. 2015; Netherer et al. 2015, 2021; Biedermann et al. 2019).

Lýkožrout lesklý je v Evropě považován za významného škůdce jehličnatých lesních porostů (Ehnström et al. 1974; Eidmann 1992; Wood a Bright 1992; Göthlin et al. 2000; Hedgren et al. 2003). Za vážného škůdce byl tento druh označen ve třech zemích střední Evropy a ve třech zemích východní Evropy – konkrétně v Rakousku, České republice, Německu, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku (Grégoire a Evans 2004). V České republice je l. lesklý dokonce uveden mezi nejvýznamnějšími škůdci v platné legislativě (vyhláška č. 76/2018 Sb.). V současné době navíc napadá i exotické jehličnany, *Abies grandis* (Douglas ex D.Don) Lindl., *Picea mariana* Britton, Sterns & Poggenb., *Picea omorika* Pančić Purk., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Tsuga heterophylla* Sarg. vysazované v parcích (Fiala et al. 2022).

Hlavním hostitelem tohoto druhu je smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.), který může být do budoucna ještě zranitelnější vzhledem ke změnám klimatu, jež pravděpodobně nepřímo podpoří také další šíření l. lesklého (Cao a Feng 2023).

Zatímco l. smrkový preferuje starší smrkové porosty, ač během přemnožení napadá i porosty jiných dřevin a porosty mladší, představuje l. lesklý riziko především pro mladší stromy a běžně napadá širší spektrum hostitelských dřevin (Berthelot et al. 2021).

K přemnožení l. lesklého a následnému napadání mladších porostů dochází v nepravidelných časových intervalech (Hedgren et al. 2003). V takových situacích lesníci a vlastníci lesních pozemků hledají vhodné postupy, jak minimalizovat další škody způsobované tímto druhem. Integrovaná ochrana proti l. lesklému (anglicky

integrated pest management, ve zkratce IPM) dosud není zdaleka tak propracovaná jako u l. smrkového (Marković a Stojanović 2010) nebo lýkožrouta modřínového *Ips cembrae* (Heer, 1836) (Holuša et al. 2021). Z tohoto důvodu tato certifikovaná metodika shrnuje dosavadní poznatky o bionomii a potenciální škodlivosti l. lesklého, určuje jeho význam a popisuje zásady integrované ochrany IPM, včetně možností obrany a ochrany proti tomuto škůdci.

Ačkoli existuje poměrně rozsáhlá literatura zaměřená na různé aspekty biologie a výskytu l. lesklého, některé klíčové otázky dosud nebyly dostatečně prozkoumány. Proto metodika vychází také z případových studií a zkušeností, které jsme shrnuli a publikovali v anglicky psané přehledové práci (Holuša a Fiala 2025). Zásadní část metodiky je věnována reprodukčnímu potenciálu tohoto druhu, jelikož právě pochopení jeho závislosti na různých podmínkách je klíčové pro efektivní volbu obranných a ochranných opatření proti l. lesklému.

## **2 CÍLE METODIKY**

Cílem této metodiky je podrobně popsat postupy integrované ochrany lesa a současně shrnout dostupné možnosti prevence a obrany proti l. lesklému, které jsou uplatnitelné v podmínkách střední Evropy.

### 3 VLASTNÍ POPIS METODIKY

#### 3.1 Charakteristika lýkožrouta lesklého

##### 3.1.1 Popis druhu

Dospělí brouci l. lesklého dosahují délky 1,6 až 2,9 mm. Hlava a hrud' jsou hnědo-černé, zatímco zadeček má měděné zbarvení (Obr. 1). Na konci každé krovky mají dospělci tři zašpičatělé trny. U samců mají tyto trny trojúhelníkový tvar, zatímco u samic jde o drobné špičky vyčnívající z krovek (Novák et al. 1976; Cavey et al. 1994) (Obr. 1). Samice jsou nepatrně těžší než samci, ale tento rozdíl není statisticky významný (Kacprzyk a Bednarz 2015a).



**Obr. 1:** Boční pohled na dospělého samce (a) a samici (b) lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus*) (foto Z. Kejval). Převzato z článku Holuša a Fiala (2025).

V Evropě se vyskytuje celkem 12 druhů a poddruhů rodu *Pityogenes* (Alonso-Zarazaga et al. 2023). Nejpodobnějším druhem l. lesklému je *Pityogenes trepanatus* (Nördlinger, 1848). Samci tohoto druhu se odlišují tím, že vzdálenost mezi druhým a třetím zoubkem je 1,5krát delší než mezi prvním a druhým. U l. lesklého jsou vzdálenosti mezi jednotlivými zoubky přibližně stejné. Samice *P. trepanatus* mají matné krovky, zatímco u l. lesklého jsou lesklé. Jamka na temeni hlavy je u samic *P. trepanatus* hluboká, kruhovitá a umístěná ve středu temene, zatímco u l. lesklého je jamka široce oválná (Pfeffer 1955). *P. trepanatus* je teplomilný druh, který se v České republice vyskytuje ojediněle (Pfeffer 1955; Benedikt et al. 2023).

Dalším podobným druhem je severský *Pityogenes saalasi* Eggers, 1914. U samců tohoto druhu je druhý zoubek umístěn blíže k prvnímu než ke třetímu. Samice mají jamku na temeni mělkou a umístěnou v horní části temene (Kvamme et al. 2015). *P. saalasi* je druhem boreálním a u nás se nevyskytuje.

V jehličnatých lesích je další rozšířenou skupinou lýkožroutů, velikostně se přibližující l. lesklému, rod *Pityophthorus*. V České republice se vyskytuje celkem 10 druhů, z nichž někteří se specializují na s. ztepilý, jako *Pityophthorus exsculptus* (Ratzeburg, 1837) (Fiala a Hradil 2024) nebo borovice, jako např. *Pityophthorus lichtensteinii* (Ratzeburg, 1837) (Pfeffer 1955), případně jsou polyfágní, jako je *Pityophthorus pityographus* (Ratzeburg, 1837) (Pfeffer 1955). V této skupině jsou zastoupeny i druhy boreální, které mají v ČR vzácné zastoupení, *Pityophthorus micrographus* (Linnaeus, 1758), *Pityophthorus morosovi* Spessivtsev, 1926 a *Pityophthorus traegardhi* Spessivtsev, 1921 (Pfeffer 1955; Fiala et al. 2024; Fiala a Holuša 2025).

### 3.1.2 Rozšíření lýkožrouta lesklého a jeho hostitelské dřeviny

Lýkožrout lesklý je oligofágní druh vázaný na jehličnany (Pfeffer 1995). Mezi jeho hostitelské dřeviny patří zástupci rodů *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga menziesii* a *Tsuga heterophylla* (Kleine 1935; Galoux 1947; Pfeffer 1995; Fiala et al. 2022). Oligofágní strategie představuje pro l. lesklého ekologickou a evoluční výhodu, neboť mu umožňuje přežít i při nedostatku primárních hostitelů – například při kolonizaci nových lokalit (Schebeck et al. 2023).

Nejpreferovanější hostitelskou dřevinou l. lesklého je s. ztepilý, který patří k nejběžnějším a zároveň hospodářsky nejvýznamnějším dřevinám v Evropě (Spiecker 2003; Bertheau et al. 2009). Rozšíření l. lesklého proto úzce koreluje s areálem jeho hlavního hostitele, s. ztepilým (Avtzis et al. 2008). Z tohoto důvodu se l. lesklý vyskytuje ve všech smrkových porostech, a to od Skandinávie na severu až po Balkán na jihu (Novák et al. 1976; Wood a Bright 1992; Pfeffer 1995; Avtzis et al. 2010; Alonso-Zarazaga et al. 2023).

L. lesklý přečkal období glaciálu ve třech hlavních refugiiích: v Ruské nížině, v Karpatěch a v italsko-dinárské oblasti, odkud následně došlo k sekundárnímu postglaciálnímu šíření (Avtzis et al. 2008; Bertheau et al. 2012; Schebeck et al. 2018). V důsledku částečné genetické inkompatibility si tyto divergované linie zachovaly svou genetickou identitu i v postglaciálním období (Avtzis et al. 2008). Jedna z linií se vyskytuje v severovýchodní Evropě, druhá v italsko-dinárské oblasti zasahující až po jižní Rakousko a třetí ve střední a jihovýchodní Evropě (Schebeck et al. 2018). Tyto linie si navíc stále udržují i určitou míru reprodukční izolace (Führer 1977, 1978).

### 3.1.2 Biologie lýkožrouta lesklého

Zatímco menší druhy kůrovců osídľují především horní části stromů s tenkou kůrou, větší druhy se vyskytují hlavně ve spodních částech kmene se silnější kůrou. Toto prostorové rozdělení ekologických nik snižuje mezidruhovou konkurenci kůrovců a je úzce spojeno s velikostí těla (Grünwald 1986; Amezaga a Rodriguez 1998). L. lesklý může obsazovat stejné smrky větších dimenzí s l. smrkovým. Vzhledem ke své větší velikosti pak právě l. smrkový preferuje silnější části kmene, zatímco l. lesklý osídľuje tenčí části kmene a větve, i když k částečnému překryvu dochází (Grünwald 1986; Göthlin et al. 2000). Na mladých dřevinách pak l. lesklý napadá celé stromy (Grodzki 1997; Kula a Ząbecki 2001; Kacprzyk a Bednarz 2015b; Fiala a Holuša 2022) (Obr. 2).

Lýkožrout lesklý preferuje sluncem osluněné kmeny s tenčí kůrou (Harding et al. 1986; Peltonen a Heliövaara 1999; Göthlin et al. 2000; Hedgren et al. 2003; Jurc et al. 2006; Kacprzyk a Bednarz 2021; Špoula a Kula 2024), nebo alespoň místa mírně osluněná (Kolk a Starzyk 1996).

Požerky se skládají ze snubní komůrky, kterou v lýku stromu zakládá samec. Přestože brání samicím ve vstupu, do komůrky nakonec pronikne několik samic (obvykle 5–6, výjimečně 3–9). Samice se se samcem páří a poté hloubí do všech směrů matečné chodby s jamkami pro vajíčka (Schwerdtfeger 1929; Klausner 1954). Do těchto jamek klade každá samice přibližně 10–30 vajíček, výjimečně až 40 (Schwerdtfeger 1929; Führer a Mühlenbrock 1983).

Vylíhlé larvy vyžirají v lýku, kolmo k matečné chodbě, larvální chodby o délce 2–4 cm. Žír trvá 4–6 týdnů, načež se larvy zakuklí v kukelních komůrkách umístěných v borce. Po vylíhnutí mladí brouci provádějí zralostní žír v okolním lýku, během něhož se jim plně vyvinou gonády a letové svaly. Poté opouštějí strom skrz vyhloubené výletové otvory a rozptyľují se, aby založili novou generaci (Schwerdtfeger 1929; Postner 1974) (Obr. 3).

Požerak I. lesklého jen minimálně ovlivňuje povrch bělového dřeva. Snubní komůrka je vždy uložena v lýku a larvální chodby jsou téměř výhradně vyhloubeny v lýku, aniž by zasahovaly do běle (Faccoli 2015) (Obr. 4). Pouze na borových větvích s tenkou kůrou jsou snubní komůrky viditelné v běli (J. Foit, osobní sdělení).

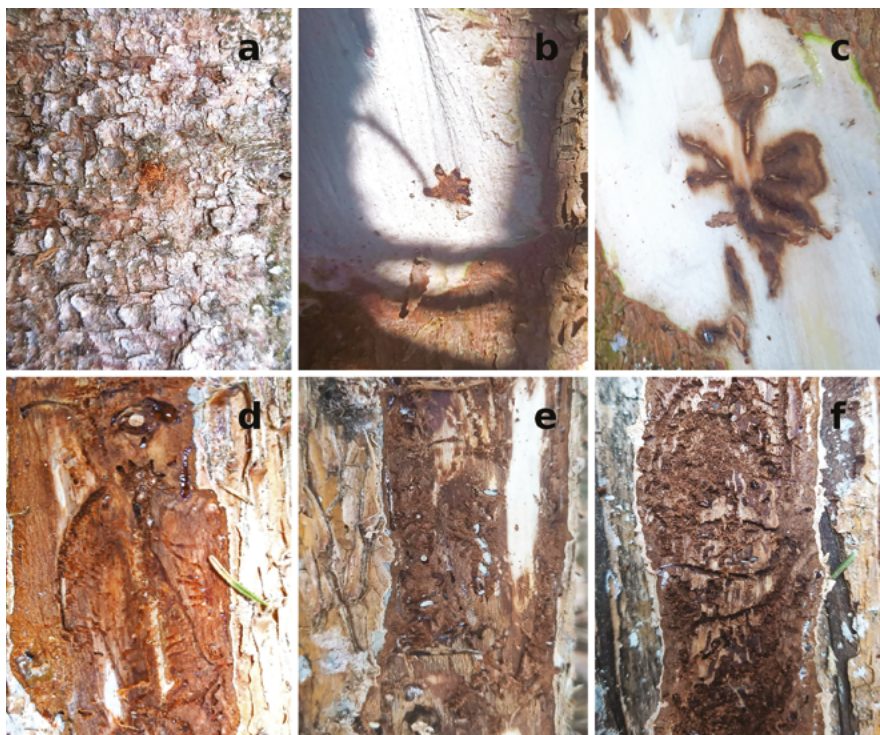
Požerak I. lesklého může být snadno zaměněn s požerkem lýkožrouta obecného *P. pityographus*, protože oba druhy napadají celou řadu jehličnanů (Pfeffer 1955). L. obecný je rovněž drobný polygamní druh kůrovce rozšířený v celé Evropě. Patří mezi sekundární druhy, které se vyvíjejí na oslabených nebo čerstvě pokácených stromech a těžebních zbytcích v tenkých větvičkách o průměru cca 2 cm a méně (Pfeffer 1955). Za samcem do snubní komůrky přilétá 3–8 samic (obvykle 5–7), které po oplození vyhlodávají hvězdicovitě uspořádané matečné chodby. Avšak matečné chodby bývají poměrně dlouhé a často dosahují délky 12–15 cm. Nejdůležitějším rozdílem od požerků I. lesklého je to, že požerky jsou hluboko zanořené až do běle. Vajíčka jsou kladena daleko od sebe, a proto i larvální chodby jsou řidší (Pfeffer 1955) (Obr. 4).

Životní cyklus I. lesklého odpovídá typickému průběhu vývoje u polygamních druhů lýkožroutů (Sauvard 2004). Dospělci po přezimování opouštějí zimoviště a na



**Obr. 2:** Mladé smrky (a) a koruna starého smrku (b) ztepilého (*Picea abies* L. Karst) napadené lýkožroutem lesklým (*Pityogenes chalcographus* L.) (foto J. Vakula). Převzato z článku Holuša a Fiala (2025).

jaře vykazují hromadnou letovou aktivitu. Ve Skandinávii se obvykle vyvíjí jedna generace ročně, přičemž nová generace přezimuje ve stadiu dospělce nebo larvy. Letové období zde obvykle probíhá od května do srpna (Eidmann 1974; Harding et al. 1986). Ve střední Evropě má l. lesklý obvykle dvě generace ročně, a to jak v nížinách, tak v horských oblastech. Letová aktivita probíhá nepřetržitě od dubna do srpna (Isaia a Paraschiv 2011; Galko et al. 2012; Ogris et al. 2020). Často však vykazuje dvě výraznější období zvýšeného výskytu létajících jedinců, zpravidla v dub-



**Obr. 3:** Závrtový otvor lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus* L.) s drtinkami (a), snubní komůrka vyhloubená samcem (b), osm mateřských chodeb vyhloubených samicemi s jamkami pro vajíčka (snubní komůrka není viditelná, protože je položena blíže k borce) (c), larvy 2. instaru (d), kukly (e) a mladí brouci (f) na smrku ztepilém (*Picea abies* L. Karst) (foto T. Fiala). Převzato z článku Holuša a Fiala (2025).

nu/květnu a červenci/srpnu (Obr. 5). Za příznivých podmínek se koncem srpna či v září může objevit i třetí generace (Pfeffer 1955; Zahradník 2007).

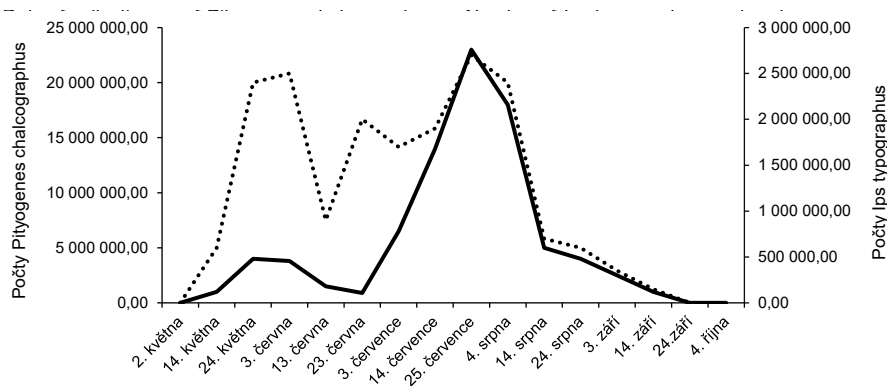
Rodičovští brouci jsou navíc schopni po založení první snůšky opět vylézt a zahájit novou reprodukci, čímž vzniká tzv. sesterská generace (Postner 1974; Jurc et al. 2006; Kacprzyk a Bednarz 2021). Podrobné údaje o podílu jedinců vstupujících do sesterského pokolení zatím chybí, ale obdobně jako u lýkožrouta smrkového lze předpokládat, že tento podíl závisí především na průběhu počasí a vnitrodruhové konkurenci (Baier et al. 2007; Davidkova a Doležal 2017). V jednoduchém experimentu provedeném v roce 2024 se znovu rojilo přibližně 10 % samců, kteří založili další požerky (Holuša a Fiala 2025).



**Obr. 4:** Požerky lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus* L.) v lýku na borce (a) a lýkožrouta obecného (*Pityophthorus pityographus* (Ratzeburg, 1837)) v bělí větve smrku (*Picea abies* L. Karst). Požerek I. lesklého jen minimálně ovlivňuje povrch bělového dřeva a snubní komůrka je vždy uložena v lýku blíže k povrchu borky, takže se v lýku ani nezobrazuje. Larvální chodby jsou téměř výhradně vyhloubeny v lýku. Všechny části požerku I. obecného jsou hluboko zanořené až do běle a larvální chodby jsou řidší (foto J.Holuša).

Letová aktivita I. lesklého začíná při teplotách kolem 16,8–17 °C (Lobinger 1994). Vývoj jedné generace vyžaduje přibližně  $652,8 \pm 22,7$  stupňodnů nad prahovou teplotou 7,4 °C (Ogris et al. 2020). Zdá se, že I. lesklý vstupuje do fotoperiodicky řízené diapauzy i ve stadiu dospělce (Führer a Chen 1979). Diapauza začíná koncem srpna, kdy délka světelné části dne klesne pod 13,6 hodiny (Ogris et al. 2020). Při nižších teplotách byl popsán výrazný vliv délky dne na vývoj, což podporuje hypotézu o fotoperiodicky indukované diapauze, která je však modifikována teplotními podmínkami — vysoké teploty mohou její nástup oddálit nebo potlačit (Führer a Chen 1979).

Bod podchlazení (supercooling point) činí u I. lesklého ve střední Evropě přibližně -25 °C, zatímco v severských zemích dosahuje až -32 °C (Košťál et al. 2011, 2014). Larvy, kukly i dospělci jsou schopni přežít nízké zimní teploty (Košťál et al. 2014), avšak preimaginální stadia mají obecně vyšší bod podchlazení než dospělí brouci. Z nich jsou kukly vůči chladu odolnější než larvy. Přezimovací schopnosti výrazně ovlivňuje chování během žíru — jak dospělci, tak larvy před hibernací vyprazdňují střeva, čímž snižují množství potenciálních ledových jader, a zvyšují tak šanci na přežití v mrazu.



**Obř. 5:** Typická letová aktivita *Pityogenes chalcographus* (černá linie) ve srovnání s letovou aktivitou *Ips typographus* (tečkovaná linie) dokumentovaná na odchycích v feromonových lapačích na stejném místě (podle Zúbrik et al. 2008) ukazuje dva výrazné vrcholy, což naznačuje dvě generace ročně u obou druhů. Počty jedinců zachycených v lapačích se však výrazně liší. Upraveno podle článku Holuša a Fiala (2025).

Dospělci I. lesklého přezimují buď v hrabance, nebo pod kůrou stromů (Simionescu 2000). Ve střední Evropě se podíl jedinců přezimujících mimo hostitelský strom zvyšuje s nadmořskou výškou, v severských oblastech přezimuje výrazně větší množství brouků v hrabance (Schebeck et al. 2017).

Rozmnožování I. lesklého zahajuje samec na hostitelské dřevině, kterou vyhledává na základě vizuálních, čichových a chuťových podnětů. Při závrtu pod kůru překonává obranné mechanismy stromu, například výtok pryskyřice, a v lýku vyhloubí snubní komůrku (Postner 1974). Samci I. lesklého jsou výhradními producenty klíčových feromonových složek, jako jsou chalcogran a methyl (E,Z)-2,4-dekadienoát (E,Z-MD), které se začínají uvolňovat až po zahájení žíru na hostitelském stromu. Tyto feromony slouží k agregaci dalších jedinců a umožňují úspěšnou kolonizaci hostitelského stromu (Francke et al. 1977; Byers et al. 1988; Birgersson et al. 1990). Zatímco kombinace E,Z-MD a chalcogranu působí synergicky a účinně přitahuje další brouky, samotný E,Z-MD bez přítomnosti chalcogranu není dostatečně atraktivní (Byers et al. 1989). Atraktivitu feromonového signálu dále zvyšuje uvolňování monoterpenů, zejména (+)- $\alpha$ -pinenu a (-)- $\alpha$ -pinenu, z hostitelských dřevin (Byers et al. 1988).

V pozdější fázi žíru se ve střevě samců I. lesklého začíná tvořit 1-hexanol, který plní důležitou roli v komunikaci mezi jedinci během napadení stromu. Tento alkohol signalizuje narůstající konkurenci na hostitelské dřevině nebo přítomnost nevhodného (nehostitelského) stromu. Chemická signalizace zahrnuje rovněž několik monoterpenů – trans-verbenol, myrtenol a trans-myrtanol. Jejich funkcí je mimo jiné koordinace osidlování tak, aby se předešlo nadměrnému obsazení hostitelské dřeviny (Birgersson et al. 1990). Některé kvasinky asociované s brouky mohou produkovat trans-verbenol nebo verbenon, přičemž tyto látky působí na I. lesklého repelentně, a tím mohou přispívat k autoregulaci osidlování stromu (Leufvén et al. 1984).

Experimentální studie neprokázaly u samic I. lesklého významné hladiny klíčových feromonů, což naznačuje, že tvorba feromonů u samic je velmi omezená nebo zcela chybí. Po krmení na hostitelských stromech měly samice velmi nízké nebo nedetekovatelné množství feromonů, jako jsou chalcogran či E,Z-MD. Tento fakt potvrzuje, že hlavními producenty těchto feromonových signálů jsou samci (Byers et al. 1988; Birgersson et al. 1990).

Maximální dolet I. lesklého za pomoci větru pravděpodobně dosahuje několika desítek kilometrů (Nilssen 1984). Invazní karanténní kůrovec *Pityophthorus juglandis* Blackman, 1928 (Coleoptera, Scolytinae), jehož doletové schopnosti byly detailně zkoumány, vykazuje dolet v řádu několika stovek metrů, přičemž maximální zaznamenaná vzdálenost letu za 24 hodin činila 3,6 km. Průměrná a mediánová vzdálenost, kterou brouci urazili, byly 372 m, respektive 158 m (Kees et al. 2017).

Vzhledem k podobné velikosti l. lesklého lze předpokládat, že jeho doletové schopnosti budou srovnatelné (Holuša a Fiala 2025). U l. lesklého zatím nebyla provedena takto podrobná studie.

### 3.1.4 Reprodukční úspěch lýkožrouta lesklého

Průměrný reprodukční úspěch lýkožrouta lesklého, tedy počet dceřiných brouků produkovaných na jednu samici, je v přírodních podmínkách značně variabilní (Thalenhorst 1958). Tento úspěch závisí především na reprodukčním potenciálu rodičovských jedinců a na intenzitě mezidruhové i vnitrodruhové konkurence a ekologických podmínkách (vlhkost, kvalita lýka apod.) (Grünwald 1986; Hedgren 2002; Hedgren a Schroeder 2004; Johansson et al. 2006; Jurc et al. 2006; Kula a Ząbecki 2006; White 2015).

I když se na stromech l. lesklý často vyskytuje společně s l. smrkovým (Faccoli 2015), l. lesklý se omezuje hlavně na oblasti s kůrou, která je pro l. smrkového příliš tenká (Göthlin et al. 2000). Tam hustota závrtů l. lesklého dosahuje 480–650 jedinců na m<sup>2</sup> (Schebeck et al. 2023) (Obr. 4). Pokud je však početnost l. smrkového nízká, l. lesklý je početný i na pahýlech a kmenech se silnou kůrou (Johansson et al. 2006). Očividně však l. lesklý z koexistence s l. smrkovým profituje. Pokud l. smrkový obsadí spodní část stromů a l. lesklý horní část korunovou stromů (Kolk a Starzyk 1996), je reprodukční úspěch výrazně vyšší, a to 1,20 dceřiných brouků na jednu samici rodičovské generace, ve srovnání s reprodukčním úspěchem l. lesklého v korunách stromů kolonizovaných pouze samotným l. lesklým, který činí jen 0,75 dceřiných brouků (Hedgren 2004).

Frekvence i hustota napadení l. lesklého na větvích smrku jsou výrazně vyšší na odřezaných, volně rozptýlených větvích než na větvích uložených v hromadách, a to přibližně 20 vs. 10 jedinců na dm<sup>2</sup> (Ząbecki a Kacprzyk 2007; Kacprzyk 2012; Kacprzyk a Bednarz 2015b). V povrchových vrstvách hromad větví je však reprodukční úspěch vyšší, a to 2,0 až 2,5, zatímco na jednotlivě rozmístěných větvích je to kolem 1,3–1,4 (Kacprzyk a Bednarz 2015b). To vede k tomu, že celkový počet brouků opouštějících větev je u obou variant přibližně stejný (cca 40–46 jedinců/dm<sup>2</sup>) (Kacprzyk 2012). Souvisí s tím i známý fakt, že rostoucí hustota rodičovských brouků má negativní vliv na počet potomků opouštějících větev (např. Kacprzyk 2012; Holuša a Lukášová 2017). Při gradaci l. lesklého tedy nezáleží na tom, jakým způsobem nebo kde jsou po těžbě ponechány větve a vršky – nemá to vliv na počet brouků, kteří opouštějí požerky, tedy ani na jejich reprodukční úspěšnost.

Ačkoli byla nejvyšší hustota obsazení v horní části hromad, průměrný reprodukční úspěch v souboru větví shromážděných na hromadách byl vyšší ve střední vrstvě

(Kacprzyk 2012). Je však zřejmé, že počet brouků, kteří opouštějí hromadu klestu, je obrovský.

### 3.1.5 Symbiotické houby

Lýkožrout lesklý přenáší řadu druhů hub řádu Ophiostomatales (Holuša a Fiala 2025). L. lesklý však nemá mycangia a spory hub přenáší přímo na těle (Davydenko et al. 2017; Schebeck et al. 2023). Většina těchto druhů hub jsou pravděpodobně komenzálové nebo antagonisté, nicméně kůrovci obvykle přenášejí i několik druhů pro ně prospěšných hub. Tyto mutualistické druhy poskytují kůrovcům nutriční výhody, pomáhají při detoxikaci obranných látek stromů, produkci feromonů a/nebo chrání své hostitele před antagonistickými mikroby (Birkemoe et al. 2018; Biedermann a Vega 2020). Pravděpodobnými mutualisty l. lesklého jsou druhy z rodů: *Ophiostoma*, *Graphium*, *Grosmannia*, *Ceratocystis*, *Ceratocystiopsis*, *Leptographium*, *Microascales* a *Endoconidiophora* (Harrington 2005; Jankowiak et al. 2009; Six 2013). Úloha hub, kvasinek a bakterií v životě kůrovců zatím není dostatečně prozkoumána (Six 2013; Davis 2015; Zhao et al. 2019).

*Ophiostoma macroclavatum* Linnak, Z.W. de Beer & M.J. Wingf., 2016 a *Ophiostoma ainoae* H. Solheim, 1986 jsou druhy hub, které mají významný vztah s l. lesklým. Tyto druhy patří do skupiny tzv. „modrých hub“, které kolonizují dřevo stromů a způsobují jeho zabarvení (Jankowiak 2004, 2005; Kirisits 2004; Viiri a Lieutier 2004; Jankowiak a Hilszczański 2005; Sallé et al. 2005; Linnakoski et al. 2016).

Tato skupina hub způsobujících modrání dřeva je méně častá v požercích l. lesklého než l. smrkového, kterého často doprovází (Grosmann 1930; Mathiesen-Käärik 1960; Krokene a Solheim 1996; Kirisits 2004). Jednoduchým vysvětlením může být fakt, že tenčí lýko rychleji vysychá, což pro houby představuje méně příznivé podmínky pro růst (Grosmann 1930; Mathiesen-Käärik 1953). Toto je podporováno i skutečností, že v požercích l. lesklého se častěji vyskytují houby relativně odolné vůči suchu a teplu, například houby řádu Hypocreales z rodu *Geosmithia* (Kolařík a Jankowiak 2013; Jankowiak et al. 2014). Grosmann (1930) uvádí, že v časných larválních chodbách jsou hojně přítomny kvasinky, zejména v okolí vajíček, odkud je larvy přebírají a později slouží jako střevní symbionti. Pokud jsou tato pozorování pravdivá, může l. lesklý těžit z přítomnosti hub při detoxikaci obranných látek stromů, avšak na druhou stranu postrádá specifické houbové symbionty, kteří by mu, podobně jako u l. smrkového, pomáhali překonávat obranné reakce živých stromů (viz Holuša a Fiala 2025).

### 3.1.6 Antagonisté lýkožrouta lesklého

Antagonisty kůrovců jsou predátoři, například ptáci, brouci, dvoukřídlý hmyz a roztoči, dále parazitoidi z řádů blanokřídých a dvoukřídých, patogeny jako viry, houby, mikrosporidie a prvoci, a také parazitické hlístice (Holuša a Fiala 2025).

U l. lesklého byly dosud zaznamenány tři druhy entomopatogenních hub: *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., 1912, *Beauveria caledonica* Bissett & Widden, 1988 a *Metapochonia bulbillosa* (W. Gams & Malla) Kepler, S.A. Rehner & Humber, 2014. Nejčastěji detekovaným patogenem u l. lesklého byla *B. bassiana*, avšak přirozená prevalence těchto hub, včetně *B. bassiana*, je nízká a pravděpodobně nemá významný regulační vliv na populace kůrovců (Hyblerová et al. 2021; Holuša a Fiala 2025).

U l. lesklého byl zaznamenán výskyt tří druhů hromadinek (*Gregarina* spp.) a pravděpodobně tří druhů mikrosporidií (*Microspora* spp.), které se vyskytují v různých orgánech kůrovců (Holuša a Fiala 2025). Obecně hromadinky způsobují mechanická i fyziologická poškození střevního epitelu a ovlivňují vylučování metabolitů a toxinů během pinocytózy. Vývoj trofozoitů hromadinek poškozuje buňky střevního epitelu, čímž vytváří vstupní bránu do tělní dutiny pro další patogeny (Lipa 1967).

Neogregarina *Mattesia schwenkei* (Purrini, 1977) může ovlivňovat letovou aktivitu l. smrkového, proto je velmi pravděpodobné, že podobný mechanismus se týká i l. lesklého. Infekce tímto patogenem může snižovat tendenci brouků opouštět požerky, což může vést k nadhodnocení míry infekce. Tento efekt byl zaznamenán zejména na konci vegetační sezóny, kdy nakažení jedinci pravděpodobně zůstávají v požerku déle právě kvůli snížené letové schopnosti (Holuša a Lukášová 2017). *Chytridiopsis typographi* Weiser, 1954 je nespecifický patogen napadající epitel střeva u řady druhů kůrovců, včetně l. lesklého (Wegensteiner 2004).

Vzhledem k tomu, že život kůrovců probíhá pod kůrou a v systému chodeb, je přenos patogenů výrazně omezen. Relativně snadnější je horizontální přenos mezi jedinci jedné generace ve snubní komůrce (Lukášová a Holuša 2011), zatímco přenos většiny patogenů na novou generaci – pokud neprobíhá ovariální cestou – je možný pouze při velmi vysokých populačních hustotách. V těchto případech mohou pohlavně nedozrálí brouci („žlutí brouci“) prokousat mateřskou chodbu a přijít do kontaktu se zdrojem infekce. Z tohoto důvodu jsou infekční hladiny patogenů u kůrovců obecně velmi nízké, a tyto patogeny tak pravděpodobně výrazně neovlivňují populační dynamiku l. lesklého (Holuša a Fiala 2025).

Některé druhy háďátek jsou foretické a využívají l. lesklého k transportu do nového prostředí. *Bursaphelenchus piceae* Tomalak et Pomorski, 2015 byl nalezen v larválních chodbách l. lesklého na smrku a způsobuje poškození Malpighiho trubic do-

spělých brouků i jejich larev (Tomalak a Pomorski 2015). Endoparazitická háďátka, jako *Cryptaphelenchus diversispicularis* Korentchenko, 1987 a *Parasitorhabditis* sp. (Takov et al. 2019), pronikají do těla kůrovce, získávají z něj živiny a jsou na něm závislá pro dokončení svého životního cyklu (Rühm 1956). Jejich dopad na populační dynamiku však dosud není znám.

Parazitoidi l. lesklého z řádu Hymenoptera náleží především do čeledí Pteromalidae, Eulophidae, Encyrtidae, Eupelmidae, Eurotomidae a Chalcididae. Ostatní čeledi jsou zastoupeny jen ojediněle (Loftalizadeh 2012). Údaje o jejich vlivu na populace l. lesklého však chybí; k dispozici jsou pouze soupisy zjištěných druhů (Holuša a Fiala 2025).

Vliv roztočů na populační dynamiku kůrovců je dosud nedostatečně prozkoumán, přesto je často považován za významný. U některých druhů, například *Pyemotes* spp. a *Iponemus* spp., kteří napadají vajíčka, může mortalita způsobená jejich působením dosahovat až 90 % (Gäbler 1947; Kielczewski et al. 1983; Moser et al. 1989).

Je známa celá řada predátorů z řádů Diptera a Coleoptera (Holuša a Fiala 2025). Ačkoli pestrokrovecník mravenčí *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) preduje i l. lesklého (Wigger 1996a), za hlavního predátora je považován kornatec dlouhý *Nemozoma elongatum* (Linnaeus, 1761) (Dippel 1996). Kornatec dlouhý je přitahován kairomony, tedy feromony l. lesklého uvolňujícími se při napadení stromu. Jeho abundance vykazuje z dlouhodobého hlediska časové zpoždění za početností l. lesklého (Kopf a Funke 1998), přičemž jeho sezónní fenologie s jednou generací ročně se výrazně liší od dvougeneračního vývoje l. lesklého (viz Baier 1991; Wigger 1996b).

Larvy k. dlouhého během vývoje procházejí třemi instary a během tohoto období zkonzumují přibližně 30 jedinců kůrovců (larválních stadií nebo kukel). Délka života dospělce k. dlouhého je v průměru 3–5 měsíců, přičemž průměrná plodnost samic činí asi 50–60 vajíček. Dospělí jedinci k. dlouhého konzumují přibližně jednoho dospělce l. lesklého denně (Dippel 1996), případně až 3 kusy kořisti za den (Wigger 1994). Početnost k. dlouhého pozitivně koreluje s hustotou populace l. lesklého, avšak predace tohoto predátora pravděpodobně nemá výrazný regulační vliv na hustotu populace kůrovce. Přestože je k. dlouhý početný, během gradací zřejmě nedokáže efektivně omezit populační dynamiku l. lesklého (Holuša et al. 2025).

Vedle k. dlouhého patří mezi nejvýznamnější predátory l. lesklého mouchy rodu *Medetera* a brouci rodu *Rhizophagus* (Hulcr et al. 2005; Fora et al. 2012). Ostatní predátoři se podílejí na predaci l. lesklého jen nepatrně (Fora et al. 2012). Nicolai (1995) zaznamenal až 45% mortalitu larev l. smrkového způsobenou *Medetera dendrobaena* Kowarz, 1877 na napadených kmenech l. smrkovým po vichřici. Na zá-

kladě míry konzumace larvami *M. dendrobaena* předpokládali Dippel et al. (1997) podobné hodnoty mortality i u l. lesklého.

Druhy rodu *Rhizophagus* jsou pravděpodobně pouze částečně dravé, ačkoli existují důkazy o predaci jak brouků, tak larev ze strany *R. ferrugineus* (Paykull, 1800), *R. depressus* (Fabricius, 1792) a *R. dispar* (Paykull, 1800) na různých druzích kůrovců (Hanson 1937; Schroeder 1996). Je však velmi pravděpodobné, že tyto druhy nemají významný dopad na populační dynamiku kůrovců (Holuša a Fiala 2025).

## 3.2 Škody a přemnožení

Lýkožrout lesklý se vyskytuje ve velkém množství na těžebních zbytcích (Harding et al. 1986; Hedgren et al. 2003; Foit 2012). Dostatek vhodného materiálu pro rozmnožování na pasekách po mýtních těžbách a prořezávkách v mlazinách vede k vysoké početnosti l. lesklého v mladých porostech, zatímco v dospělých či přestárých porostech je jeho výskyt výrazně nižší (Johansson et al. 2006). Tento kůrovec sice preferuje větve na volných plochách před větvemi v polostínu (Kula et al. 2011; Špoula a Kula 2024), nicméně je schopen obsadit i zlomy po poškození sněhem jak v mladých (Kula et al. 2007), tak i v dospělých porostech (Kula a Ząbecki 2006). Vyskytuje se rovněž na vysokých pařezech (Schroeder et al. 1999) a na stromech po větrných kalamitách (Göthlin et al. 2000). Zdá se však, že pokud má na výběr, preferuje vývraty, kdy na dospělých stromech obsazuje vrcholové části před zlomy (Modlinger et al. 2009).

Dále l. lesklý napadá oslabené hostitelské stromy, například poškozené větrem nebo sněhem (Persson 1972; Rottmann 1985), těžbou (Starzyk et al. 2008) a může se vyskytnout i v porostech oslabených defoliátory (Kolk a Starzyk 1996). Je také schopen detekovat a obsazovat stromy oslabené suchem (Escherich 1923; Harding et al. 1986; Chlodny et al. 1987; Byers et al. 1988).

Za vysokých populačních hustotách je l. lesklý schopen zahubit zdravé tenčí stromy samostatně ((Harding et al. 1986; Kolk a Starzyk 1996; Grodzki 1997; Lieutier 2004) a samozřejmě také stromy poškozené a oslabené (Christiansen 1989; Grodzki 1997). Podle Chararase (1960) je 30 požerků na 1 m<sup>2</sup> kritický počet vedoucí k odumření stromu.

Schopnost l. lesklého překonat obranu starších stromů je pravděpodobně nízká a zdá se nepravděpodobné, že by v základním stavu při absenci napadení dalšími druhy kůrovců způsobil úhyn vzrostlých zdravých stromů (Hedgren et al. 2003; Hedgren 2004). Mortalita stromů napadených společně l. smrkovým a l. lesklým

je totiž mnohem vyšší než u stromů napadených pouze I. lesklým (Hedgren et al. 2003). V případě samostatného napadení vrcholové části dospělých stromů I. lesklým může dojít k odumření vrcholu, nicméně tyto stromy napadení přežijí (L. Půlpán, osobní sdělení).

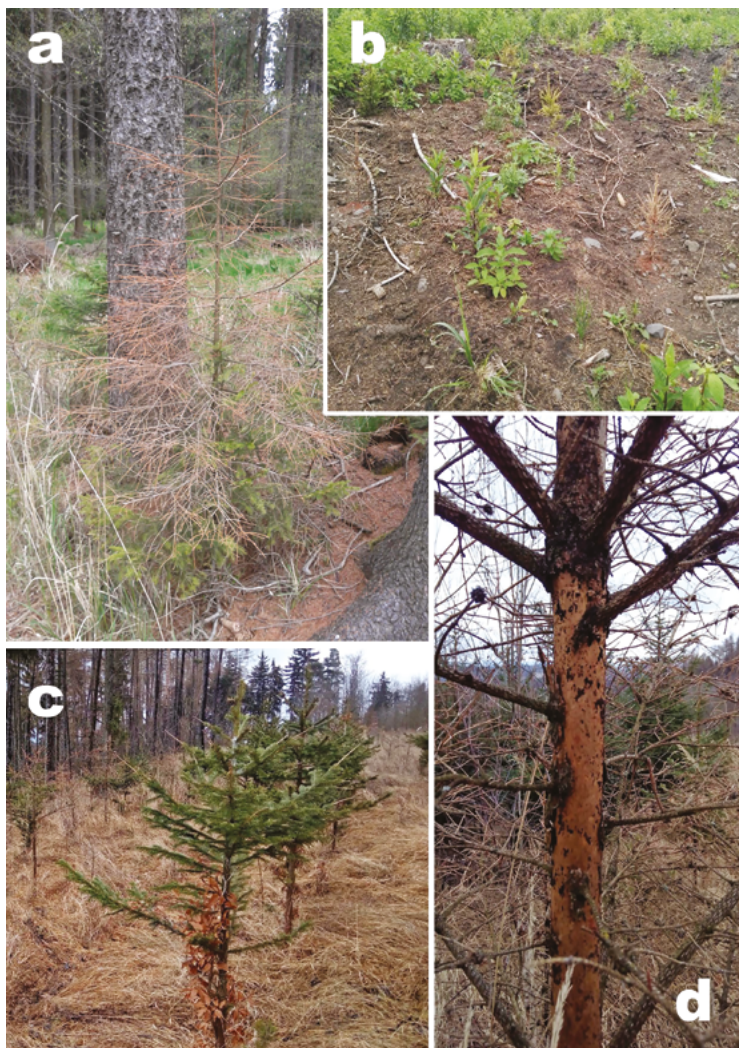
V případě silného poškození smrkových lesů se drobní kůrovci napadající oslabené stromy podílejí na procesu jejich odumírání, a protože se hromadně vyskytují v porostu, mohou také způsobit kolonizaci větví zdravých stromů a stát se faktorem iniciujícím další stresové procesy (Koehler a Kolk 1974; Starzyk a Siemek 1987).

Na menších stromech vysokých 2 až 4 metry dochází k napadení I. lesklým po celé délce stromu, přičemž příznaky napadení koruny — rezavé a suché jehličí — jsou zcela viditelné (Harding et al. 1986). U větších stromů kůrovec nejdříve napadá vrcholové části koruny, kde změna barvy jehličí často není ihned patrná. Postupně se napadení šíří níže po kmeni stromu (Novák et al. 1976) (Obr. 2).

Lýkožrout lesklý v nepravidelných intervalech způsobuje vysokou mortalitu stromů v mladých smrkových porostech (Trägårdh a Butovitsch 1935; Thomsen 1939; Klauser 1954; Ehnström 1985; Eidmann 1992). Příčinou přemnožení bývá nízká vitalita stromů v důsledku vodního stresu v kombinaci s vysokou populační hustotou (Ehnström et al. 1974; Jurc et al. 2006; Zeniauskas a Gedminas 2010; Krams et al. 2012). Štěpkování, při kterém zůstávají v porostech kusy kmínků a větvi větších než 10 cm, povede k úspěšnému dokončení vývoje dceřině generace a dalšímu namnožování I. lesklého, a tedy k dalšímu poškození (Fiala a Holuša 2022).

V letech 1970–1971 byly mladé smrky na mnoha místech jižního Švédska napadeny a usmrceny I. lesklým (Ehnström et al. 1974; Eidmann 1992) a v letech 1981–1986 také v Polsku (Grodzki 1997). Zdá se, že období škodlivého výskytu jsou od konce 20. století častější. Ve Slovinsku tento kůrovec způsobil škody v 80. letech 20. století pouze během tří let, zatímco v 90. letech již během osmi let (Jurc et al. 2006). V létě roku 2015 zasáhlo v České republice smrkové porosty všech věkových kategorií rozsáhlé přemnožení lýkožroutů, včetně I. lesklého, a to v důsledku nezvykle teplého a suchého počasí (Knížek et al. 2016). Zdálo se, že vysoké populace I. lesklého budou představovat hrozbu i v roce 2016, avšak tehdy bylo zaznamenáno napadení pouze malého množství stromků v mladých smrkových porostech. Během roku 2016 se hustota populací výrazně snížila a rozsah napadených ploch zůstal relativně malý, pohyboval se mezi 0,01 a 0,1 hektaru. Napadení bylo soustředěno převážně do nezapojených mladých porostů vzniklých po nahodilé těžbě, zatímco zapojené mladé porosty byly většinou nenapadeny (Holuša a Fiala 2025) (viz Obr. 6).

Během přemnožení I. smrkového obsazuje i I. lesklý stejné smrky. Na těchto stromech však preferuje části s tenkou kůrou, tedy vrcholy stromů a větve, což ztěžuje



**Obr. 6:** Různé příklady napadení porostů lýkožroutem lesklým (*Pityogenes chalcographus* L.) v roce 2016. Jeden metr vysoký nárost smrku pod dospělým porostem (a), kultura s rozlohou více než 1 ha se 70% mortalitou stromů (b), odrůstající kultura (c), sousední mladý smrkový porost s detailním záběrem na požerky (d) v České republice. (Foto P. Baroch a J. Holuša). Převzato z článku Holuša a Fiala (2025).

odhad rozsahu poškozeného dříví (Galko et al. 2017). Při kůrovcových těžbách po l. smrkovém často zůstává tento materiál nezpracován, což umožňuje dalšímu namnožování l. lesklého (Zúbrik et al. 2008). Na stanovištích s dostatkem vhodného materiálu k rozmnožování, například na stromech poškozených větrem, je l. lesklý ve srovnání s l. smrkovým hojnější zejména v pozdějších fázích období po větrné kalamitě (Hedgren 2004; Schroeder a Cocos 2018).

Lýkožrout lesklý je ve většině svého areálu dosti početný druh, přesto jeho přemnožení je většinou vázáno na mladší smrkové lesy a v celé Evropě je známé především v souvislosti s oslabenými porosty smrku ztepilého. Ačkoli by přemnožení l. lesklého mohlo teoreticky postihovat i porosty dalších jehličnatých dřevin, které jsou jeho hostitelskými druhy, není tento druh znám jako škůdce borových lesů (Holuša a Fiala 2025).

### 3.3 Zásady integrované ochrany

V evropských zemích byla v rámci integrované ochrany proti škůdcům využita celá řada metod prevence, kontroly a monitorování (Grégoire a Evans 2004). Nicméně jen málo studií hodnotí skutečný dopad těchto opatření nebo alespoň rozdíly v obsazení či reprodukčním potenciálu l. lesklého (viz Holuša a Fiala 2025).

Snížení výskytu l. lesklého, ale i dalších druhů kůrovců ze skupiny sekundárních škůdců, spočívá především v preventivních opatřeních. Klíčové je respektování zásad ochrany zdravotního stavu lesa, zejména včasná likvidace a odstraňování napadených stromů ještě před vylétnutím škůdců (Wermelinger 2004). Tím se snižuje množství vhodného disponibilního dříví, které mohou kůrovci využít k rozmnožování. Zdá se, že další podpůrné metody, jako jsou feromonové lapače a lapáky, mají na potlačení populací l. lesklého jen omezený vliv (Grodzki 1997).

Hospodářské lesy poskytují l. lesklému velké množství vhodného materiálu k rozmnožování, především díky hojnosti těžebních zbytků (Schlyter a Lundgren 1993). Tento druh je nejhojnější na zbytcích s. ztepilého (Kula a Kajfosz 2006, 2007; Ząbeci a Kacprzyk 2007; Kacprzyk 2012), avšak vyskytuje se i na borovici lesní (Foit 2012, 2015a).

Počet brouků l. lesklého nalákaných na těžební zbytky po obnovních těžbách není přímo závislý na objemu těchto zbytků. Nejvyšší početnost je přímo na pasekách a je stejně vysoká v okolí do 50 metrů. Po 75 metrů je stejná jako v okolní krajině. Ačkoli obnovní zásahy vedou ke zvýšení početnosti l. lesklého, obvykle nepředstavují významné riziko rozšíření do sousedních zdravých lesů, a tím ani zvýšené riziko napadení živých stromů v okolí (Toivanen et al. 2009).

Různé způsoby odstraňování těžebních zbytků, jako je pálení či štěpkování, jsou často doporučovány jako opatření proti množení škůdců (DeGomez et al. 2008). Při vyšších populačních hustotách a oslabení lesních porostů je však zásadní množství tohoto disponibilního materiálu snížit, nebo jej učinit méně atraktivním pro l. lesklého pomocí následujících metod (Holuša a Fiala 2025).

### 3.3.1 Monitoring

Přestože je pro předpověď fenologie l. lesklého k dispozici model CHAPY a feromonové lapače se běžně využívají k jejímu sledování, nedokážou tyto nástroje odhalit lokální ohniska napadení. Nejspolehlivější metodou proto zůstává přímé sledování zdravotního stavu mladých smrkových porostů. Pravidelný terénní monitoring je zásadní pro včasné zjištění výskytu l. lesklého a umožňuje rychlou, cílenou reakci lesního hospodáře.

Feromonové lapače jsou díky své jednoduché obsluze a dlouhodobému využití běžným nástrojem pro sledování populací kůrovců. Jejich hlavní výhodou je možnost s minimálními nároky na údržbu monitorovat výskyt l. lesklého na rozsáhlých plochách. Mají však i svá omezení – neposkytují spolehlivou kontrolu nad populací a mohou přitahovat i necílové druhy hmyzu. Tyto faktory snižují jejich účinnost při přímém zásahu proti lokálním ohniskům výskytu.

Pro simulaci fenologie l. lesklého byl ve Slovinsku vyvinut predikční model CHAPY. Vývoj tohoto druhu je silně ovlivněn teplotou, která určuje zásadní životní fáze, jako je letová aktivita, napadení stromů a vývoj nové generace. Model pracuje s kritickými teplotními prahy – dolní (7,4 °C), horní (39,4 °C) a optimální (30 °C) – a byl kalibrován na základě terénních dat. Umožňuje přesně předpovídat klíčové fenologické události, jako je jarní rojení (s průměrnou odchylkou 5,6 dne) a výskyt nové generace brouků (odchylka 2,1 dne) (Ogris et al. 2020).

Model CHAPY lze využít v různých scénářích lesního hospodářství k předpovědi rizika kůrovcové kalamity a k načasování nasazení monitorovacích nástrojů, například feromonových lapačů. Výstupy modelu slouží jako podklad pro rozhodování o kontrolních opatřeních, jako je hromadný odchyt nebo asanační těžba. Navíc byl model integrován do veřejně dostupných webových aplikací, které umožňují lesním hospodářům získat aktuální předpovědi vývoje populace l. lesklého pro libovolné místo ve Slovinsku (Ogris 2019).

Ve středoevropských zemích se syntetické feromony na lýkožrouta lesklého začaly v lesnické praxi používat již v 90. letech 20. století ve feromonových lapačích (Brutovský 1996). Proto byla studována zejména technika použití lapačů, stanovení jejich účinnosti (Babuder et al. 1996; Brutovský 1996; Dubbel a Vaupel 1996)

a jejich vhodnost pro monitorování a predikci výskytu (Niemeyer 1992; Zuber a Benz 1992). Důležitá byla také otázka selektivity lapačů vůči cílovým druhům (Pavlin 1991). V současnosti se často používají typy lapačů jako Theysohn® (např. Galko et al. 2012; Kasumović et al. 2016; Fora a Balog 2021) a Ecotrap (např. Pernek 2002; Marković a Stojanović 2010; Galko et al. 2012).

Řada feromonových odparníků obsahujících především chalcogran a E,Z-MD je efektivní při lákání dospělců l. lesklého do lapačů. Množství odchycených brouků se však mezi jednotlivými typy odparníků liší (Zuber a Benz 1992; Pernek 2002; Isaia a Paraschiv 2011; Brutovský et al. 2011; Kasumović et al. 2016). Také poměr pohlaví chycených brouků závisí na typu odparníku, který se ovšem mění v průběhu letové aktivity. Při prvním náletu je větší zastoupení samců, ale po 2–3 týdnech počet samců v odchytech klesá (Zuber a Benz 1992).

Není vhodné kombinovat Pheroprax a Chalcoprax v jednom lapači, je však možné instalovat více lapačů do hvězdicového uspořádání, přičemž každý má svůj samostatný odparník (Pavlin 1991; Dubbel a Vaupel 1996). Některé feromonové odparníky obsahují kombinace látek i pro další druhy kůrovců, zejména l. smrkového. Odchyty l. lesklého jsou v těchto případech nižší (Zahradník a Zahradníková 2014), i když některé studie uvádějí opak (Brutovský et al. 2011), a jejich účinnost závisí i na typu lapače (Pernek 2002). Hlavním problémem je, že není možné spolehlivě oddělit oba druhy v odchytech, což ztěžuje přesné stanovení počtu l. lesklého, ale především l. smrkového.

Reakce l. smrkového a l. lesklého na feromony druhého druhu se liší. Zatímco feromonové složky l. lesklého (chalcogran a methyl (E,Z)-2,4-dekadienoát) inhibují reakci l. smrkového na jeho vlastní feromony, naopak složky feromonu l. smrkového mohou dokonce zesílit reakci l. lesklého na jeho feromony. Důsledkem je, že se l. smrkový vyhýbá kmenům, které byly kolonizovány l. lesklým, zatímco l. lesklý na přítomnost l. smrkového nijak nereaguje (Byers 1993).

Tato zákonitost má jednoznačně evoluční výhodu pro l. lesklého. Obsazuje vrcholové části stromů ve spodní části již obsazené l. smrkovým, tedy stromů, jejichž obranné reakce již byly překonány, nebo vyplňuje volný prostor i na silnějším částech stromů mezi požerkami l. smrkového. Podobně se zpožděním obsazuje l. lesklý lapačky již obsazené l. smrkovým (Kula et al. 2007).

Vzdálenost lapače od nejbližšího stromu by měla být minimálně 10–15 m v případě mladých porostů a 5–10 m u starších. Doporučuje se umísťovat pasti co nejvýše. (Niemeyer 1992). Zmenšení těchto vzdáleností zvyšuje riziko napadení stojících smrků (Hrašovec 1995).

Niemeyer (1992) doporučuje, aby vzdálenosti mezi jednotlivými lapači byla 30–50 m. Nicméně pravděpodobně není žádný důvod, aby nebyly i blíže. V Polsku se

podle Instrukce ochrany lasu (2024) umísťujú feromonové pasti na I. smrkového a I. lesklého ve skupinách po 2–3 kusech. Vzdálenost mezi pastmi ve skupině by měla být 2–5 m, a mezi sousedními skupinami nejméně 20 m. Bezpečná vzdálenost pastí od nejbližších živých smrků by měla být nejméně 25 m a v horách nejméně 30 m.

Lapače je potřeba pravidelně vybírat, protože zápach mrtvých kůrovců výrazně snižuje jejich účinnost. Tento zápach je způsoben látkami jako jsou 1-hexanol a verbenon, které mrtví brouci uvolňují (Zhang et al. 2003). V Polsku se během rojení přezimující generace I. lesklého kontrolují pasti dvakrát týdně. U následných líhnutí (sesterské a dceřiné generace) pak jednou týdně. Je to však směřováno na obranný cíl, že omezení populace přezimujících brouků I. lesklého je považováno za klíčové pro další vývoj a efektivní ochranu smrkových porostů škůdci (Kacprzyk a Bednarz 2021).

I když byl u I. lesklého prokázán vztah mezi procentem smrku v porostech vykácečných při vzniku mýtních porostů a počtem brouků odchycených v lapačích (Schroeder 2013), nelze tvrdit, že odchyty v lapačích přesně odpovídají skutečné populační hustotě v okolí. Navíc ani vysoké počty zachycených brouků v lapačích nemusí mít zásadní vliv na populační dynamiku tohoto druhu (Kacprzyk a Bednarz 2021).

Z větvi o délce přibližně 4 m a obvodu kolem 10 cm (což odpovídá ploše asi 40 dm<sup>2</sup>) může podle údaje Kacprzyk (2012) vylétnout až 1600 brouků, což představuje až 160 000 jedinců z jednoho dospělého smrku. V publikovaných studiích, které uvádějí počty odchycených brouků I. lesklého za letovou aktivitu, se tak jedná o množství odpovídající broukům vylétlým pouze z jednoho až dvou či pěti dospělých smrků (Jurc et al. 2006; Kasumović et al. 2016), což je relativně málo. Proto nelze považovat odchyt 30 000 či 60 000 jedinců I. lesklého na past za rok za spolehlivý důkaz jeho vysoké populační hustoty (Zúbrik et al. 2008). Počet brouků opouštějících strom (střední tloušťka 26 cm, výška 23 m) může dosahovat hodnot srovnatelných s celoročními úlovky do jedné feromonové pasti. To naznačuje, že v podmínkách silného oslabení porostů by feromonové pasti měly sloužit především k monitorování výskytu škůdců, nikoli jako hlavní nástroj regulace jejich populace (Wolak 2015).

Obecně je účinnost feromonových pastí při snižování populace lýkožroutů omezená. Proto je vhodné používat je spíše k monitorování populace než jako primární ochrannou metodu. Lapače tak slouží především k signalizaci začátku letové aktivity brouků (Kacprzyk a Bednarz 2021). Počet odchycených jedinců lze jednoduše odhadnout změřením objemu zachyceného materiálu – 1 ml odpovídá přibližně 400 broukům I. lesklého (Hrašovec 1995). Je však možné, že feromonové lapače lze na menších plochách využít k odchycení a koncentrování vylétajících brouků (Holuša a Fiala 2025).

Odchyty dospělců I. lesklého do lapačů navnaděných průmyslově vyráběnými odparníky mají v oblastech se dvěma generacemi podobný fenologický průběh (Zuber a Benz 1992; Zúbrik et al. 2008; Kacprzyk a Bednarz 2021). Zatímco na jaře bývá počet zachycených přezimujících brouků nízký, v létě je počet čerstvě vylíhlých jedinců zachycených v lapačích výrazně vyšší (Obr. 5). Tento rozdíl nelze vysvětlit pouze reprodukcí, která je obvykle dvojnásobná až trojnásobná, nejvýše však čtyřnásobná na jednu samici (Hedgren 2004; Kacprzyk 2012; Kacprzyk a Bednarz 2021).

Hlavním důvodem vysokého letního odchyty je pravděpodobně silná atraktivita feromonových směsí, které lákají brouky i z okolních lokalit (Holuša a Fiala 2025). Tato atraktivita vyplývá z výrazné reakce na kombinaci chalcogranu a E,Z-MD (Francke et al. 1977; Byers et al. 1988; Birgersson et al. 1990). Tento poznatek je důležitý při interpretaci dat z lapačů, protože vysoké letní odchyty nemusí nutně odrážet lokální populační hustotu, ale spíše efektivitu atraktantů a prostorový přesah jejich působení. Zohlednit je nutno rovněž průběh počasí a stav lesních porostů.

Feromonové lapače mají jednoznačný význam při včasné detekci zavlečených populací v zemích, kde I. lesklý není původní součástí fauny (Sweeney et al. 2007). Tento druh bývá opakovaně zavlečen například na Nový Zéland, kde bylo zaznamenáno více než šedesát případů výskytu (Brockerohoff et al. 2003). Také ve Spojených státech byl I. lesklý zachycen opakovaně, především v dřevěných výrobcích, včetně obalového materiálu z masivního dřeva, bednění a palet (Haack 2001, 2006; Rabaglia et al. 2019).

Negativem použití feromonových lapačů je jejich nízká selektivita, protože zachycují také necílový hmyz (Aukema et al. 2000). V případech využití feromonových odparníků s chalcogranem je v lapačích kornatec dlouhý odchyťován pravidelně (Baader a Vité 1986; Wegensteiner a Führer 1991; Skatulla a Feicht 1992; Zahradník a Zahradníková 2020).

## **3.3.2 Soubor preventivních opatření**

### **3.3.2.1 Umísťování klestu na hromady**

Větve smrků po mýtních těžbách představují velmi vhodný rozmnožovací materiál pro I. lesklého, přičemž množství brouků, kteří z těchto větví vyletují, může být mimořádně vysoké (Kacprzyk 2012). V tříletých pokusech se však ukázalo, že i když na pasekách s ponechaným klestem došlo k až pětinasobnému zvýšení náletu na okolní stromy, úhyn stromů zůstal nízký – méně než 2 % (Hedgren et al. 2003). Intenzita náletu přitom neměla přímý vliv na mortalitu stromů. To může souviset

s tím, že l. lesklý vytváří méně pevné symbiotické vztahy s patogenními houbami než l. smrkový (Schebeck et al. 2023).

Hedgren (2002, 2004) ukázal, že největší ohrožení ze strany l. lesklého v oblastech s jednou generací, spojené s přítomností hromad klestu, nastává během jejich osídlování brouky, nikoli až v období výskytu nové generace l. lesklého ve vegetačním období.

Zdá se tedy, že za dobré zdravotní kondice lesních porostů a při standardním lesnickém managementu nemá ponechávání těžebních zbytků po mytních těžbách výrazný vliv na mortalitu okolních stromů. Není však zřejmé, jak by se situace mohla změnit během období intenzivního sucha (Hedgren et al. 2003). Někteří autoři proto upozorňují, že celkový dopad hromad klestu na množení l. lesklého zůstává nejednoznačný, přičemž se jedná i o klest v borových porostech (Foit 2015a).

Použití větví v hromadách klestu jako přirozených pastí proti menším druhům kůrovců bylo navrženo již dříve (Wegensteiner et al. 1989; Ząbecki a Kacprzyk 2007; Schroeder 2008). Někteří autoři doporučovali ponechávat smrkové větve a vršky stromů po těžbě na slunných místech, kde rychleji vyschnou a stanou se tak pro kůrovce méně atraktivními (Harding et al. 1986). Takové opatření by však mohlo zkomplikovat další lesnické práce. Avšak za vysokých populačních hustot a v případě rychlého zabuřnění pasek, které zastíňují klest, se atraktivita větví ponechaných na slunných místech pro l. lesklého nesnižuje (M. Kacprzyk, vlastní pozorování).

Z experimentálních dat vyplývá, že na rozptýlené větve nalétá přibližně dvakrát více jedinců l. lesklého a hustota jejich napadení je rovněž výrazně vyšší než na větvích uskladněných v hromadách (přibližně 18–19 vs. 10 jedinců na  $\text{dm}^2$ ). Přesto však počet dospělých brouků, kteří z těchto větví nakonec vyletí, zůstává prakticky stejný bez ohledu na uspořádání materiálu (Ząbecki a Kacprzyk 2007; Kacprzyk 2012).

Při snížené zdravotní kondici stromů a vysoké populaci l. lesklého bývá klest rozptýlený rovnoměrně na ploše rychle osídlen brouky. Naproti tomu u hromad klestu snižuje mikroklima (nižší teplota a vyšší vlhkost) atraktivitu pro osídlení druhů, jako je l. lesklý. Nejvíce jedinců se soustředí na vrchní vrstvy, jejich počet postupně klesá směrem ke středu a k základně hromady. Reprodukční úspěšnost však bývá ve středu hromady často stejná nebo dokonce vyšší než v jiných částech (Kacprzyk 2012).

Ve srovnání s rozptýlenými větvemi vykazovaly hromady větví borovice nižší míru kolonizace některými druhy škůdců. Zatímco horní vrstvy hromad byly osídlovány podobně jako jednotlivě ležící větve, spodní vrstvy byly pro většinu druhů méně atraktivní – pravděpodobně v důsledku nižších teplot a vyšší vlhkosti. Ukládání

borových větví do hromad tak může snižovat množení některých škůdců, jako jsou lýkožrout vrcholkový *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) a l. lesklý, právě díky méně příznivým mikroklimatickým podmínkám ve spodních částech hromady (Foit 2015a).

Ukládání větví do hromad, zejména na místech chráněných před přímým slunečním zářením, může výrazně snížit riziko jejich kolonizace kůrovci, a tím i omezit šíření škůdců do okolních zdravých stromů (Holuša a Fiala 2025).

### 3.3.2.1 Čas provedení prořezávek a mýtních těžeb

Ponechání materiálu po prořezávkách přímo na místě v lese je běžnou praxí zejména proto, že jeho odstranění není ekonomicky výhodné. Tento materiál bývá ponechán na místě k postupnému rozkladu, čímž může přispět ke zlepšení půdních podmínek a podpoře biodiverzity (Simon a Ameztegui 2023).

Ve střední Evropě, kde má l. lesklý dvě generace ročně, byly v pahorkatinách zaznamenány výrazně vyšší průměrné hustoty obsazení u stromků s. ztepilého pocházejících z jarních prořezávek – až 80 % z nich bylo napadeno. Naproti tomu materiál vzniklý v létě a na podzim byl obsazován podstatně méně (pouze 3 %). Mírné zvýšení hustoty obsazení se pak znovu objevilo až u materiálu vzniklého na podzim (Hochmut 1977). Podobný trend byl pozorován i v horských oblastech. L. lesklý se zde reprodukoval jen omezeně na materiálu z konce léta (srpen), zatímco ve většině sekcí z jarních prořezávek (duben) se vyvinula i druhá generace, která přezimovala ve stadiu kukly (Kula a Kajfosz 2006).

Těžební zbytky borovice po mýtních těžbách představují vhodný substrát pro intenzivní množení zejména l. lesklého a některých dalších potenciálně významných škůdců, jako jsou l. vrcholkový a l. obecný (Foit 2015a). Nejvyšší míra obsazení byla zaznamenána u zbytků vzniklých v období od ledna do června, nižší pak u materiálu z července a z listopadu až prosince. Naopak jen minimální kolonizace byla prokázána u zbytků vytvořených v srpnu, září a částečně i v říjnu, což lze pravděpodobně přičíst dvěma faktorům: (i) v tomto období již není k dispozici dostatek nalétávajících brouků, a (ii) během následujícího vegetačního období je materiál již příliš starý a pro kolonizaci nevhodný (Foit 2015b). Totéž platí i pro obsazování materiálu po prořezávkách v borových porostech pro jejich obsazování lýkožroutem dvouzubým *Pityogenes bidentatus* (Herbst, 1784) (Korczyński a Kuźmiński 2007).

Také při obsazování stromů ponechaných po prořezávkách v mlazinách buku lesního měl termín těžby významný vliv na hustotu výskytu l. lesklého. Nejvyšší počet

jedinců byl zaznamenán na materiálu vzniklém v zimních a jarních měsících, zatímco v letním a podzimním období (srpen–říjen) byl výskyt tohoto škůdce minimální. Tento rozdíl lze pravděpodobně vysvětlit absencí letové aktivity během uvedených měsíců a nižší atraktivitou starších dřevních zbytků pro kolonizaci (Foit 2012).

Na základě získaných výsledků lze doporučit soustředit jak mýtní těžby, tak prořezávky do období srpen a září, aby se minimalizovalo riziko namnožení l. lesklého, a to bez nutnosti odstraňování těžebních zbytků (Holuša a Fiala 2025). Tento postup může být účinný při omezování přemnožení l. lesklého, a to hlavně v nižších a středních polohách střední Evropy. Ačkoli těžební zbytky mohou sloužit jako substrát pro vývoj kůrovců, jejich plošné odstraňování by bylo z ekologického hlediska nevhodné, neboť vede ke snižování biodiverzity saproxylických druhů (Foit 2012, 2015a).

### **3.3.2.3 Schéma prořezávkového zásahu**

Abundance obsazení vyřezaných stromků s. ztepilého l. lesklým závisí na intenzitě zásahu a vzdálenosti vhodného materiálu od okraje porostu. Na okraji porostu je míra obsazení l. lesklého až dvakrát vyšší (Hochmut 1977). Také frekvence napadení jednotlivých vyřezaných stromků závisí na intenzitě provedeného zásahu. Při hustém výskytu zavadařících hostitelských dřevin, kdy je odstraněna každá druhá řada, dosahuje napadení 100 %. V případě, že je vyřezána každá čtvrtá řada, činí napadení 89 % a při individuálním zásahu, kdy průměrný nálet dosahuje 1 snubní komůrky na  $\text{dm}^2$ , je napadení pouze 60 % (Hochmut 1977).

### **3.3.2.4 Krácení materiálu v prořezávkách**

Při provádění prořezávek máme tři možnosti, jak naložit s pokácenými stromky: ponechat je na místě, vytáhnout na volnou plochu, nebo je rozřezat. Zatímco vytažení je nákladné a pracné, krácení těchto stromků je výrazně méně náročné. Nejvíce jsou napadány nekrácené stromky ponechané v porostu, nejméně jsou pak napadány části kratší než 2 metry (Kula a Kajfosz 2006, 2007). Krácením ponechaného materiálu lze tedy výrazně omezit množení populace l. lesklého (Holuša a Fiala 2025). U borových prořezávek, které jsou kráceny, může naopak dojít k většímu napadení l. lesklým než v případě nekrácených borových stromků (Foit 2015b). Je možné, že toto zjištění souvisí s vlhkostí lokality (J. Foit, osobní sdělení).

### 3.3.3 Mechanická obrana a „mass trapping“

#### 3.3.3.1 Odstraňování a pálení napadených částí

Obecná opatření proti kůrovcům zahrnují pokácení čerstvě napadených stromů a jejich odstranění z lesa. Napadený materiál, který zůstává v lese, je třeba spálit nebo štěpkovat (Schroeder 2008; Fora a Balog 2021). Štěpkování je účinnou metodou, jak zahubit velké množství brouků, přičemž zbylé kousky dřeva s kůrou po štěpkování nesmí být větší než 100 cm<sup>2</sup> (Haack a Petrice 2009), protože až 70 % rodičovské populace je schopno přežít likvidaci větví tímto způsobem (Bejer a Raven 1984; Dubbel 1993).

Klíčovým opatřením pro zvládnutí ohnisek je však i minimalizace dostupného reprodukčního materiálu po těžbě – prostřednictvím pálení nebo štěpkování na malé, do 10 cm<sup>2</sup> plochy dřeva (Fettig et al. 2006). Ve větších kusech dřeva je l. lesklý schopen dokončit svůj vývoj. Zároveň štěpkování zvyšuje riziko napadení okolního stojícího porostu, protože se při štěpkování uvolňuje vysoké množství monoterpenů a dalších volatilních látek, které do místa štěpkování lákají kůrovce (Fettig et al. 2006, 2007), pokud je provedeno v období letové aktivity kůrovců.

Při štěpkování stojících smrků pichlavých (*Picea pungens* Engelmanna), kdy zůstávají kusy větší než 10 cm, může l. lesklý přežít a brouci dceřiné generace dokončit vývoj (Fiala a Holuša 2022). Je však důležité si uvědomit, že rozsáhlé odstraňování těžebních zbytků může vést ke ztrátě rozmanitosti saproxylického hmyzu (Jonsell 2008a, b; Bouget et al. 2012; Jonsell a Schroder 2014). Na druhou stranu rozdrčený klest na velmi malé kousky a zároveň smíchaný s půdou zlepšují jeho fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti (Tahboub et al. 2008). V horských podmínkách může být štěpkování větví obtížné kvůli těžko přístupnému terénu.

Důležitým prvkem štěpkování je rovněž čas provedení zásahu. V rámci preventivních opatření lze mluvit o likvidaci neosídleného klestu. Pokud však zohledníme možnost jeho využití jako přirozené pasti, může být štěpkování účinné, pokud je provedeno ve vhodném termínu, který je určen vývojem l. lesklého. Čas likvidace osídleného klestu by měl být zvolen tak, aby nedošlo k opuštění pozerků a založení sesterské generace, tedy nejpozději v závěrečném stadiu tvorby matečných chodeb.

V horských, obtížně přístupných terénech se v podmínkách ohrožení masovým přemnožením l. smrkového jeví jako výhodnější řešení pálení klestu. Pálení je doporučováno zejména v horských porostech na bohatých stanovištích, které jsou mírně vlhké a na mírných sklonech terénu. Rovněž nebyl prokázán negativní dopad lokálního pálení klestu na úrodnost půdy ani na půdní mikrobiální život (Kacprzyk et al. 2020).

### 3.3.3.2 Likvidace kůrovcových ohnisek pomocí feromonových lapačů

Role feromonových lapačů nesmí být přeceňována. Masový odchyt l. smrkového na velkém území pomocí feromonových lapačů nemůže být účinný, protože masové lapání zachytí pouze omezený podíl celkové populace kůrovců (Weslien a Lindelöw 1990; Dimitri et al. 1992; Heber et al. 2021). Masové chytání kůrovců proto nemůže být jedinou metodou ochrany lesů, ale musí být kombinováno s dalšími opatřeními, především rychlým odstraněním napadených stromů (Dobor et al. 2020).

V případě l. lesklého se však ukazuje, že pro malé plochy mlazin, kde došlo k napadení a zpracování napadeného dříví, lze feromonové lapače použít k dochytání lokální populace. Jedná se přitom o rozlohy maximálně 20–30 arů. Účinnost lapačů je velmi vysoká a brouci následné generace jsou nalákáni z okolí. Doporučuje se použít přibližně 1 lapač na 0,05 ha, tedy 2 lapače na 10 arů (Holuša a Fiala 2025). Doporučujeme lapače kontrolovat vícekrát než jednou týdně, především za vrcholu letové aktivity. Pro odchyt brouků další generace upřednostňujeme feromonové lapače před jinými metodami, například otrávenými lapáky, které negativně zasahují i řadu necílových druhů hmyzu.

Úskalím použití feromonových lapačů je riziko vzniku nového napadení v okolí lapače, tzv. „spillover effect“. Tento jev nastává, když pasti přilákají více brouků, než jsou schopné zachytit, a brouci, kteří uniknou, mohou napadat stromy poblíž pastí (Kuhn et al. 2022). Na napadení okolních stromů je možno pohlížet jako na obrannou metodu, při které došlo ke koncentrování populace l. lesklého. Proto při použití feromonových lapačů je nezbytné pečlivě kontrolovat okolní porosty a napadené stromy asanovat.

### 3.3.3.3 Stromové lapáky

Lýkožrout lesklý obsazuje lapáky připravené z vhodných hostitelských dřevin, zejména smrku, borovice a modřínu, které slouží jako návnada pro jiné druhy kůrovců. U smrku obsazuje především vršky a části stromu, které l. smrkový neobsadí. Lapáky (včetně těch určených pro l. smrkového) aktivně zachycují l. lesklého, jehož početnost roste směrem k vrcholu stromu (Kula et al. 2007; Holuša et al. 2017).

Je však zbytečné připravovat lapáky ze smrků malých dimenzí, jak bylo někdy doporučováno (Sedlaczek 1922; Zahradník 2007), protože v lese zůstává dostatek zbytků dřeva v (Wolak 2015; Holuša a Fiala 2025). Lapáky pro l. smrkového lze doplnit feromonovým odparníkem, čímž se výrazně zvýší jejich napadení, zejména v částech s tenčí kůrou, které jsou pro l. lesklého vhodnější (Grodzki 2003). Napadené lapáky musí být z lesa odstraněny nebo odkorněny a odstraněná kůra i tenké části stromů by měly být spáleny nebo jinak zničeny (Grodzki 2003).

### 3.3.3.4 Navnaděné otrávené lapáky

Otrávené lapáky ve formě trojnožek jsou lesníky běžně využívány od 90. let 20. století (Lubojacký a Holuša 2013) jako prostředek obrany proti l. smrkovému (Lubojacký a Holuša 2011, 2014), případně i proti lýkožroutu severskému *Ips duplicatus* (C.R. Sahlberg, 1836) (Lubojacký a Holuša 2013). Každý lapák se obvykle skládá ze tří kmenů o délce přibližně 2 metry a průměru minimálně 15 cm, jejichž povrch je ošetřen kontaktním insekticidem. Kromě těchto dvou druhů existují pouze ojedinělé údaje o využití této metody i u l. lesklého (Holuša a Fiala 2025).

Feromonové lapače na l. lesklého obvykle zachytí více brouků než otrávené lapáky ve formě trojnožek. Zároveň mají trojnožky vyšší podíl zachycených necílových bezobratlých, včetně užitečných druhů, jako jsou mravenci nebo pestrokrovečníci. Insekticidy aplikované na lapáky se navíc mohou splachovat do půdy, což lze částečně omezit použitím geotextilie pod lapáky (Tomiczek 2009).

Ačkoli je metoda otrávených trojnožek velmi praktická, protože není nutné vybírat zachycený hmyz a stačí pouze pravidelně aplikovat insekticid a vyměňovat feromonové odparníky, její použití nedoporučujeme. Použití otrávených lapáků je důvodné pouze za vysoké populační hustoty a suchého období k redukci populace l. lesklého, zejména v místech, kde není možné z provozních důvodů zajistit pravidelnou kontrolu lapačů v dostatečném časovém intervalu (L. Půlpán, osobní sdělení). Použití při nízké populační hustotě či za vlhkého roku nedoporučujeme, protože odchyt l. lesklého je vyvážen negativním vlivem na necílové organismy.

Při použití otrávených lapáků v těchto případech je nutno uvážit, zda nevyužít také jiné konstrukce lapáků s větším povrchem. Můžeme tedy navýšit počty výřezy u stojících lapáků (pět až šestinožky) tam, kde hrozí zarůstání bujení, nebo využít ležící větší počet silnějších výřezů na podvalech (Kula et al. 2024). Pokud v místě přemnožení existuje dospělý smrkový porost, lze sestavit otrávený lapák z výřezů do tloušťky 20 cm, pokud je nutno lapák stavět ze slabého dříví, celý strom rozřezeme na 2m výřezy a a ze všech dílů sestavíme „mnohonožku“ v závislosti na délce stromu.

### 3.3.3.5 Push-(pull) strategie

Strategie push-pull spočívá v kombinaci repelentů, které odpuzují škůdce od cílových stromů („push“), a atraktantů, které je naopak lákají do pastí („pull“) (Afzal et al. 2023). Tato metoda byla testována u l. smrkového, kde se však použití volatálních látek z nehostitelských dřevin (tzv. non-host volatiles) v kombinaci s pastmi umístěnými na špalky neukázalo jako účinná metoda ke snížení populace. Studie Lindmark et al. (2022) nezjistila statisticky významný efekt těchto opatření na re-

dukci početnosti lýkožroutů ani na jejich přesměrování z okrajových částí lesa do pastí.

Antiatraktanty mohou mít částečný repelentní účinek, ale zároveň mohou vést k tzv. „switch efektu“ – přesměrování útoku l. smrkového na stromy v okolních, nechráněných plochách. Výsledkem může být paradoxně vyšší úroveň napadení právě v těchto oblastech (Jakuš et al. 2022). Strategie push-pull se navíc ukazuje jako nedostatečně účinná v podmínkách extrémního sucha nebo při vysoké populační hustotě kůrovců. Autoři proto doporučují další optimalizaci této metody, např. úpravou výšky instalace antiatraktantů (Jakuš et al. 2022). Je velmi pravděpodobné, že podobná omezení a úskalí by se vztahovala i na použití antiatraktantů u l. lesklého.

Protože l. lesklý je druh vázaný na jehličnany, je velmi pravděpodobné, že na něj budou mít repelentní účinek volatilní látky produkované listnáči (Zhang et al. 1999a; Poland and Haack 2000; Schlyter et al. 2000; Peverieri et al. 2004), především břízou. Volatilní látky z břízy, jako (Z)-3-hexen-1-ol a 1-hexanol, inhibují orientační odpověď na agregační feromony (Zhang et al. 1999). Verbenon v kombinaci s (Z)-3-hexen-1-olem působí synergicky, přičemž inhibiční účinek je výraznější u samců než u samic. Také etanol, který signalizuje aktivitu mikroorganismů na odumírajícím dřevě, snižuje nálet (Byers et al. 1998). Je rovněž možné, že nálet l. lesklého na chřadnoucí stromy nebo těžební zbytky ve smrkových a borových porostech bude snížen přítomností břízy (Holuša a Fiala 2025).

Protože jde výhradně o repelentní působení na l. lesklého, označujeme tuto strategii jako push-(pull). Není však zatím zřejmé, zda bude metoda použitelná v rámci integrované ochrany, případně ve spojení s použitím feromonových lapačů pro „pull“ (Holuša a Fiala 2025).

### 3.3.4 Biologická obrana

Dosud není známa žádná efektivní metoda biologické kontroly l. lesklého. Přímá aplikace entomopatogenních hub, jako *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Met-sch.) Sorokin, 1883 a *Cordyceps fumosorosea* (Wize) Kepler, B. Shrestha & Spatafora, 2017, sice způsobila 100% mortalitu brouků během 10 dnů (Moino et al. 1998), nicméně v přírodních podmínkách je tento přístup neproveditelný – brouci se mimo lýko pohybují pouze krátce během letu. Preventivní postřiky celých kmenů jsou neekonomické a vykazují jen nízkou účinnost i u l. smrkového (Jakuš a Blaženc 2011). Umělé šíření entomopatogenních hub pomocí brouků odchycených do lapačů je neefektivní, protože přenos spor z dospělců na larvy neprobíhá (Weiser 1966;

Vakula et al. 2019). Opětovné vypouštění již odchycených brouků je navíc zbytečné vzhledem k tomu, že brouci již jednou byli odchyceni (Holuša a Fiala 2025).

Nejnovější výzkumy naznačují, že použití antiatraktantů pro l. smrkového v kombinaci s atraktanty pro jeho přirozeného predátora, p. mravenčího, může snížit napadení stromů (Korolyova et al. 2024). Je možné, že tento přístup zvýší také predanční tlak na dospělé l. lesklého

Sterilizace samců jako metoda obrany se u lýkožroutů, včetně l. lesklého, dosud nepoužívá a ani nebyla studována. Hlavní překážkou jsou praktické problémy spojené s hromadným chovem, sterilizací a vypouštěním dostatečného počtu samců, aby byla metoda účinná (Holuša a Fiala 2025).

### 3.4 Shrnutí zásad integrované ochrany

Lýkožrout lesklý je obecně považován za sekundárního škůdce, který často doprovází l. smrkového a profituje z jeho výskytu dvěma způsoby. Za prvé, při přemnožení l. smrkového a následné těžbě napadených stromů zůstává v lesních porostech velké množství větví a vrcholových částí, které představují ideální substrát pro vývoj l. lesklého. Za druhé, pokud l. smrkový obsadí dospělý strom, může se l. lesklý úspěšně vyvíjet v tenčích, tedy horních částech kmene a ve větvích.

Ačkoli schopnost l. lesklého usmrtit zdravé dospělé smrky je omezená, při vysoké populační hustotě může způsobovat významné škody, zejména v mladších smrkových porostech. Tento druh se stává problematickým především po abiotických disturbancích, jako je sucho nebo větrné kalamity, kdy využívá oslabené stromy a zbytky po asanační těžbě. Přestože je jeho význam jako škůdce výrazně nižší než u l. smrkového, za příznivých podmínek může l. lesklý způsobit úhyn skupin stromů v mladých smrkových porostech.

Integrovaná ochrana by měla upřednostňovat praktické a cílené přístupy, namísto spoléhání se výhradně na rozsáhlý monitoring a odchyt do feromonových lapačů, neboť populační hustota l. lesklého se může zvyšovat i přes důslednou kontrolu. V případě výrazného nárůstu populačních hustot a zvyšujícího se počtu napadených stromů je nezbytné provádět pravidelnou vizuální kontrolu porostu, identifikovat chřadnoucí stromy a tyto stromy co nejdříve vytěžit a asanovat.

Vzniklá ohniska menšího rozsahu (do 20–30 arů) je nutné kompletně vytěžit, napadené dřevo asanovat a následně využít feromonové lapače k vychytávání zbylé populace (2 lapače na 10 arů). Eventuálně lze použít otrávený lapák na nedostupných

místech, kde je opakovaný odběr odchytených brouků komplikovaný. Klíčovým opatřením pro zvládnutí ohnisek je však i minimalizace dostupného reprodukčního materiálu po těžbě – prostřednictvím pálení (v podzimním a zimním období) nebo štěpkování na kousky dřeva o velikosti do 10 cm<sup>2</sup>. Ve větších kusech dřeva je l. lesklý schopen dokončit svůj vývoj. Zároveň je však nutno si uvědomit, že štěpkování zvyšuje riziko napadení okolního stojícího porostu kůrovci.

Použití otrávených lapáků ošetřených insekticidy doporučujeme omezit na minimum a využívat je pouze v odůvodněných případech, neboť aplikace kontaktních insekticidů může vést k usmrcení necílových druhů bezobratlých. Cílená mechanická obrana a prevence tak nadále představují nejudržitelnější strategii zvládnutí ohnisek výskytu l. lesklého.

V případě nárůstu populačních hustot, tzn. objevování se kůrovcových kol a napadených vrcholových částí dospělých smrků, by měly obnova dospělých porostů i prořezávky ideálně probíhat v srpnu a září, protože materiál vzniklý v tomto období nebývá v následujícím roce napadán l. lesklým. Za jednu z nejúčinnějších metod regulace tohoto druhu se považuje prořezávka kombinovaná s rozřezáním kmenů na části kratší než dva metry.

Přestože těžební zbytky uložené v lese do hromad obvykle nemají zásadní vliv na zvyšování populační hustoty l. lesklého a napadení okolních stromů bývá minimální, jejich soustředování do hromad má praktický význam. Doporučuje se proto ukládat větve a další zbytky těžby – ve smrkových i borových porostech – právě tímto způsobem. Zatímco větve v horních vrstvách hromad mohou být intenzivně napadeny a sloužit jako významné místo pro reprodukci, větve uložené hlouběji bývají kolonizovány jen omezeně.

## 4 NOVOST POSTUPŮ

Publikací přehledové studie o l. lesklém (Holuša a Fiala 2025) byl potvrzen jeho aktuální status a poprvé byly souhrnně představeny metody prevence a obrany proti tomuto druhu škůdce. Na základě současných poznatků je zřejmé, že se jedná o druh doprovázející l. smrkového, přičemž k nárůstu populační hustoty l. lesklého dochází zpravidla až při přemnožení l. smrkového. Přesto tento druh není schopen usmrtit dospělý smrk, a jeho škodlivost se tak omezuje především na mladší porosty oslabené suchem. Z toho vyplývá, že jeho zařazení mezi kalamitní škůdce (vyhláška č. 101/1996) není dostatečně podloženo. Obecně známe i další druhy kůrovců, které mohou za určitých podmínek způsobit ekonomické škody, aniž by byly řazeny mezi kalamitní škůdce. Ačkoli mnohé ochranné postupy již lesníci znají, v tomto přehledu jsou nově diskutovány a sestaveny do rámce integrované ochrany proti tomuto druhu.

## 5 POPIS UPLATNĚNÍ

Tato metodika je určena širokému spektru uživatelů, zejména vlastníkům lesů, lesním hospodářům, lesnickým firmám, státní správě lesů a odborníkům v oblasti ochrany lesa. Využití metodiky je především v hospodářských lesích, kde umožňuje efektivní ochranu porostů před škodami způsobenými l. lesklým.

Díky vědecky podloženým poznatkům a ověřeným postupům metodika pomáhá optimalizovat ochranná opatření a zvyšovat jejich účinnost v praxi. Vzhledem k využití přirozených biologických a biotechnických principů je vhodná i pro aplikaci v oblastech s vyšším stupněm ochrany přírody.

Díky své univerzálnosti a snadné aplikaci v různých podmínkách může být metodika využívána nejen v České republice, ale i v dalších zemích s podobnými lesnickými podmínkami.

## 6 EKONOMICKÝ VÝZNAM

Ekonomická efektivita ochrany proti I. lesklému závisí na zvolených metodách a přístupech managementu porostů. Certifikovaná metodika přináší především úspory tím, že:

- zpřesňuje se využívání feromonových lapačů. Feromonové lapače nejsou vhodné pro monitoring I. lesklého, jejich využití je opodstatněné pouze v případě lokálního vychytání dospělců v maloplošných ohniscích napadení. Cena jednoho feromonového odparníku se pohybuje okolo 250 korun, čímž lze při správném přístupu k ochraně lesa ušetřit značné finanční prostředky;
- optimalizuje termíny pěstebních zásahů. Posunutí prořezávek na pozdní léto až začátek podzimu minimalizuje riziko napadení čerstvého vzniklého dřevního materiálu I. lesklým, přičemž ekonomické náklady na pěstební činnosti nenarůstají; minimalizuje zbytečné operace se zbytky po těžbě. Absence umístování a formování klestu do hromad může přinést úspory na lesnických pracích. Je však nutné zvážit, že tento postup může komplikovat další hospodářské operace, například obnovu lesa a další mechanizované a zásahy;
- používání otrávených lapáků se nedoporučuje a metodika definuje možnosti jejich použití v případech, kde je vhodné jejich využití k zabránění destruktivnímu napadení lesních porostů. Omezením otrávených lapáků lze ušetřit náklady na jejich sestavení, aplikaci insekticidů a náklady spojené s pravidelným postřikem (běžně až čtyřikrát ročně).
- není nutno kácet živé dospělé stromy, u kterých je I. lesklým napadena pouze vrcholová část. Zbytečná asanace těchto stromů rovněž přinese finanční úspory.

Z celkového pohledu umožňuje aplikace metodiky snížit přímé náklady na ochranu lesa proti I. lesklému, a zároveň omezit environmentální dopady spojené s nadbytečným využíváním chemických a biotechnických opatření. Efektivní ochrana lesních porostů přispívá k dlouhodobé stabilitě dřevoprodukčních funkcí lesů, a tím i k zajištění trvale udržitelného hospodaření.

## 7 DEDIKACE

Metodika byla zpracovaná v rámci řešení výzkumného projektu Ministerstva zemědělství ČR NAZV QL24010235 „Optimalizace zastoupení listnatých dřevin ve smíšených lesních porostech vedoucí ke snížení atraktivity smrku ztepilého pro lýkožrouty“.

## 8 LITERATURA

### 8.1 Použitá literatura

- Afzal S., Nahrung H.F., Lawson S.A., Hayes R.A. 2023: How effective are push–pull semiochemicals as deterrents for bark beetles? A global meta-analysis of thirty years of research. *Insects* 14: 812.
- Alonso-Zarazaga M.A., Barrios H., Borovec R., Bouchard P., Caldara R., Colonnelli E., Gültekin L., Hlaváč P., Korotyaev B., Lyal C.H.C., Machado A., Meregalli M., Pierotti H., Ren L., Sánchez-Ruiz M., Sforzi A., Silfverberg H., Skuhrovec J., Trýzna M., Velázquez de Castro A.J., Yunakov N.N. 2023: Cooperative catalogue of palaeartic Coleoptera Curculionoidea. *Monografías Electrónicas SEA* 14: 1–729.
- Amezaga I., Rodriguez M.A. 1998: Resource partitioning of four sympatric bark beetles depending on swarming dates and tree species. *Forest Ecology and Management* 109: 127–135.
- Aukema B.H., Dahlsten D.L., Raffa K.F. 2000: Exploiting behavioral disparities among predators and prey to selectively remove pests: maximizing the ratio of bark beetles to predators removed during semiochemically based trap-out. *Environmental Entomology* 29: 651–660.
- Avtzis D.N., Arthofer W., Stauffer C. 2008: Sympatric occurrence of diverged mtDNA lineages of *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytinae) in Europe. *Biological Journal of the Linnean Society* 94: 331–340.

- Avtzis D.N., Arthofer W., Stauffer C., Avtzis N., Wegensteiner R. 2010: *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Scolytinae) at the southernmost borderline of Norway spruce (*Picea abies*) in Greece. *Entomologia Hellenica* 19: 3–13.
- Baader E.J., Vité J.P. 1986: Zum Einsatz syntetischer Lockstoffe gegen den Kupferschneider. *Allgemeine Forstzeitschrift* 41: 1008.
- Babuder G., Pohleven F., Brelih S. 1996: Selectivity of synthetic aggregation pheromones linoprax® and pheroprax® in the control of the bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in a timber storage yard. *Journal of Applied Entomology* 120: 131–136.
- Baier P. 1991: The biology of the bark-beetle predator *Nemosoma elongatum* (L.) (Col.: Ostomidae). *Zeitschrift für Angewandte Zoologie* 78: 421–431.
- Baier P., Pennerstorfer J., 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.
- Bejer B., Ravn H.P. 1984: Barkbillerisiko i forbindelse med flisproduktion - en foreløbig vurdering. Copenhagen, Royal Veterinary and Agricultural University: 6 s.
- Benedikt S., Benedikt V., Dongres V., Dvořák L., Fiala T., Hejkal J., Kresl P., Lahoda J., Sieber A., Šimeček J., Týr V. 2023: Zajímavé nálezy hmyzu na území západních Čech – 3. Coleoptera (2018-2022). *Západočeské entomologické listy* 14: 43–59.
- Bertheau C., Salle A., Roux-Morabito G., Garcia J., Certain G., Lieutier F. 2009: Preference-performance relationship and influence of plant relatedness on host use by *Pityogenes chalcographus* L. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 389–396.
- Bertheau C., Bankhead-Dronnet S., Martin C., Lieutier F., Roux-Morabito G. 2012: Lack of genetic differentiation after host range extension argues for the generalist nature of *Pityogenes chalcographus* (Curculionidae: Scolytinae). *Annals of Forest Science* 69: 313–323.
- Berthelot S., Frühbrodt T., Hajek P., Nock C.A., Dormann C.F., Bauhus J., Fründ J. 2021: Tree diversity reduces the risk of bark beetle infestation for preferred conifer species, but increases the risk for less preferred hosts. *Journal of Ecology* 109: 2649–2661.
- Biedermann P.H.W., Vega F.E. 2020: Ecology and evolution of insect-fungus mutualisms. *Annual Review of Entomology* 65: 431–455.
- Biedermann P.H.W., Müller J., Grégoire J.-C., Gruppe A., Hagge J., Hammerbacher A., Hofstetter R.W., Kandasamy D., Kolařík M., Kostovčík M., Kroke-

- ne P., Sallé A., Six D.L., Turrini T., Vanderpool D., Wingfield M.J., Bässler C. 2019: Bark beetle population dynamics in the Anthropocene: challenges and solutions. *Trends in Ecology & Evolution* 34: 914–924.
- Birgersson G., Byers J.A., Bergström G., Löfqvist J. 1990: Production of pheromone components chalcogran and methyl (e-z)-2,4 decadienoate in the spruce engraver *Pityogenes chalcographus*. *Journal of Insect Physiology* 36: 391–395.
- Birkemoe T., Jacobsen R.M., Sverdrup-Thygesen A., Biedermann P.H.W. 2018: Insect-fungus interactions in dead wood systems. In: Ulyshen M.D. (ed.): Saproxylic insects: diversity, ecology and conservation. Cham, Springer: 377–427.
- Bouget C., Lassauce A., Jonsell M. 2012: Effects of fuelwood harvesting on biodiversity – a review focused on the situation in Europe. *Canadian Journal of Forest Research* 42: 1421–1432.
- Brockerhoff E.G., Knížek M., Bain J. 2003: Checklist of indigenous and adventive bark and ambrosia beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) of New Zealand and interceptions of exotic species (1952–2000). *New Zealand Entomologist* 26: 29–44.
- Brutovský D. 1996: Results of verifying of pheromone preparations Ecolure line on spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) and (*Pityogenes chalcographus* L.). *Zprávy lesnického výzkumu* 41: 27–37.
- Brutovský D., Galko J., Mal'ová M. 2011: Efficiency of bark beetles catch to pheromone trap in atypical conditions. *Lesnický Časopis – Forestry Journal* 57: 11–21.
- Byers J.A. 1993: Avoidance of competition by spruce bark beetles, *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*. *Experientia* 49: 272–275.
- Byers J.A., Birgersson G., Löfqvist J., Bergström G. 1988: Synergistic pheromones and monoterpenes enable aggregation and host recognition by a bark beetle. *Naturwissenschaften* 75: 153–155.
- Byers J.A., Högberg H.E., Unelius C.R., Birgersson G., Löfqvist J. 1989: Structure-activity studies on aggregation pheromone components of *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Scolytidae): all stereoisomers of chalcogran and methyl 2,4-decadienoate. *Journal of Chemical Ecology* 15: 685–695.
- Byers J.A., Zhang Q.-H., Schlyter F. 1998: Volatiles from nonhost birch trees inhibit pheromone response in spruce bark beetles. *Naturwissenschaften* 85: 557–561.
- Cao R., Feng J. 2023: Future range shifts suggest that the six-spined spruce bark beetle might pose a greater threat to Norway spruce in Europe than the eight-spined spruce bark beetle. *Forests* 14: 2048.

- Cavey J., Passoa S., Kucera D. 1994: Screening aids for exotic bark beetles in Northeastern United States. Washington, United States Department of Agriculture: 19 s.
- Davídková M., Doležal P. 2017: Sister brood in the spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.). *Forest Ecology and Management* 405: 13–21.
- Davis T.S. 2015: The ecology of yeasts in the bark beetle holobiont: a century of research revisited. *Microbial Ecology* 69: 723–732.
- Davydenko K., Vasaitis R., Menkis A. 2017: Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species. *European Journal of Entomology* 114: 77–85.
- DeGomez T., Fettig C.J., McMillin J.D., Anhold J.A., Hayes C.J. 2008: Managing slash to minimize colonization of residual leave trees by *Ips* and other bark beetle species following thinning in southwestern ponderosa pine. Tucson, The University of Arizona: 12 s.
- Dimitri L., Gebauer U., Lösekrug R., Vaupel O. 1992: Influence of mass trapping on the population-dynamic and damage-effect of bark beetles. *Journal of Applied Entomology* 114: 103–109.
- Dippel C. 1996: Investigations on the life history of *Nemosoma elongatum* L. (Col., Ostromidae), a bark beetle predator. *Journal of Applied Entomology* 120: 391–395.
- Dippel C., Heidger C., Nicolai V., Matthias S. 1997: The influence of four different predators on bark beetles in European forest ecosystems (Coleoptera: Scolytidae). *Entomologia Generalis* 21: 161–175.
- 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: 67–76.
- Dubbel V. 1993: Überlebensraten von Fichtenborkenkäfern bei maschineller Entrindung. *Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge* 48: 350–351.
- Dubbel V., Vaupel O. 1996: Optimierung des falleneinsatzes bei buchdrucker und kupferstecher. *Forsttechnische Informationen* 8: 77–80.
- Ehnström B. 1985: Insect damage in Swedish forests since 1970. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 2: 11–18.
- Ehnström B., Bejer-Petersen B., Löyttyniemi K., Tvermyr S. 1974: Insect pests in forests of the nordic countries 1967-1971. *Annales Entomologicae Fennicae* 40: 37–47.

- Eidmann H.H. 1974: Versuche über den Verlauf des Schwärmens von Borkenkäfern und des Insektenbefalls an Kiefernholz in Mittelschweden. *Studia Forestalia Suecica* 113: 1–26.
- Eidmann H.H. 1992: Impact of bark beetles on forests and forestry in Sweden. *Journal of Applied Entomology* 114: 193–200.
- Escherich K. 1923: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey: 663 s.
- Faccoli M. 2015: European bark and ambrosia beetles: types, characteristics and identification of mating systems. Verona, World Biodiversity Association: 158 s.
- Fettig C.J., McMillin J.D., Anhold J.A., Hamud S.M., Borys R.R., Dabney C.P., Seybold S.J. 2006: The effects of mechanical fuel reduction treatments on the activity of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) infesting ponderosa pine. *Forest Ecology and Management* 230: 55–68.
- Fettig C.J., Klepzig K.D., Billings R.F., Munson A.S., Nebeker T.E., Negrón J.F., Nowak J.T. 2007: The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States. *Forest Ecology and Management* 238: 24–53.
- Fiala T., Hradil K. 2024: Výskyt kůrovce *Pityophthorus exsculptus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) v Česku. *Západočeské entomologické listy* 15: 83–86.
- Fiala T., Holuša J. 2025: Verification of the distribution of the rare and cryptic boreal bark beetle *Pityophthorus micrographus* in Central Europe. *Entomological News* 132: 311–324.
- Fiala T., Knížek M., Kula E. 2024: Faunistic records from the Czech Republic Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae. *Klapalekiana* 60: 50.
- Foit J. 2012: Felling date affects the occurrence of *Pityogenes chalcographus* on Scots pine logging residues. *Agricultural and Forest Entomology* 14: 383–388.
- Foit J. 2015a: Bark- and wood-boring beetles on Scots pine logging residues from final felling: effects of felling date, deposition location and diameter of logging residues. *Annals of Forest Research* 58: 67–79.
- Foit J. 2015b: Factors affecting the occurrence of bark- and wood-boring beetles on Scots pine logging residues from pre-commercial thinning. *Entomologica Fennica* 26: 74–87.
- Fora C.G., Balog A. 2021: The effects of the management strategies on spruce bark beetles populations (*Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*), in Apuseni Natural Park, Romania. *Forests* 12: 760.

- Fora C.G., Lauer K.F., Berar C., Ștefan C., Silivășan M., Lalescu D. 2012: Predators of *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Scolytidae) in Natural Park Apuseni. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 16: 171–173.
- Francke W., Heemann V., Gerken B., Renwick J.A.A., Vité J.P. 1977: 2-Ethyl-1,6-dioxaspiro[4.4]nonane, principal aggregation pheromone of *Pityogenes chalcographus*. *Naturwissenschaften* 64: 590–591.
- Führer E. 1977: Studien über intraspezifische Inkompatibilität bei *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology* 83: 286–297.
- Führer E. 1978: Rassendifferenzierung bei *Pityogenes chalcographus* L. (Col.: Scolytidae). I. Morphologische Merkmale. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 86: 392–402.
- Führer E., Chen Z.Y. 1979: Zum Einfluß von Photoperiode und Temperatur auf die Entwicklung des Kupferstechers, *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 98: 87–91.
- Führer E., Mühlenbrock B. 1983: Brutexperimente mit *Pityogenes chalcographus* L. an verschiedenen Nadelbaumarten. *Journal of Applied Entomology* 96: 228–232.
- Gäbler H. 1947: Milbe als Eiparasit des Buchdruckers. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 1: 113–115.
- Galko J., Vakula J., Gubka A., Rell S., Christo N. 2012: Catches of the European spruce bark beetle to different types of pheromone traps in Tatranská Javorina – preliminary results 2012. In: Proceedings from the 5th Windstorm Research, International Scientific Seminar. Tatranská Lomnica, Štátne lesy TANAPu: 27–28.
- Galko J., Vakula J., Gubka A., Kunca A. 2017: Podkorný a drevokazný hmyz na Slovensku v rokoch 1960-2015. In: Kunca A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa. Zvolen, Národné lesnícké centrum-Lesnícky výzkumný ústav: 45–53.
- Galoux A. 1947: Biologie et importance forestière de *Pityogenes chalcographus* Linné (Coleoptera Ipsidae). *Travaux* 12: 4–23.
- Göthlin E., Schroeder L.M., Lindelöw Å. 2000: Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 542–549.
- 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.F. (eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht, Springer: 19–37.

- Grégoire J.C., Raffa K.F., Lindgren B.S. 2015: Economics and politics of bark beetles. In: Vega F.E., Hofstetter R.W. (eds.): *Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species*. San Diego, Academic Press: 585–613.
- Grodzki W. 1997: Changes in the occurrence of bark beetles on Norway spruce in a forest decline area in the Sudety Mountains in Poland. In: Grégoire J.C., Liebhold A.M., Stephen F.M., Day K.R., Salom S.M. (eds.): *Proceedings: integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests*. Washington, U.S. Department of Agriculture: 105–111.
- Grodzki W. 2003: The effect of synthetic pheromones on the infestation of trap logs by *Pityogenes chalcographus* (L.) (Col.: Scolytidae). *Sylwan* 11: 54–60.
- Grossman H. 1930: Beiträge zur Kenntnis der Lebensgemeinschaft zwischen Borkenkäfern und Pilzen. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 3: 56–102.
- Grünwald M. 1986: Ecological segregation of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of spruce. *Journal of Applied Entomology* 101: 176–187.
- Haack R.A. 2001: Intercepted Scolytidae (Coleoptera) at U.S. ports of entry: 1985–2000. *Integrated Pest Management Review* 6: 253–282.
- Haack R.A. 2006: Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 269–288.
- Haack R.A., Petrice T.R. 2009: Bark- and wood-borer colonization of logs and lumber after heat treatment to ISPM 15 specifications: the role of residual bark. *Journal of Economic Entomology* 102: 1075–1084.
- Hanson H.S. 1937: Notes on the ecology and control of pine beetles in Great Britain. *Bulletin of Entomological Research* 28: 185–236.
- Harding S., Lapis E.B., Bejer B. 1986: Observations on the activity and development of *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae) in stands of Norway spruce in Denmark. *Journal of Applied Entomology* 102: 237–244.
- Harrington T.C. 2005: Ecology and evolution of mycophagous bark beetles and their fungal partners. In: Vega F.E., Blackwell M. (eds.): *Ecological and evolutionary advances in insect-fungal associations*. Oxford, Oxford University Press: 257–291.
- Heber T., Helbig C.E., Osmers S., Müller M.G. 2021: Evaluation of attractant composition, application rate, and trap type for potential mass trapping of *Ips typographus* (L.). *Forests* 12: 1727.

- Hedgren P.O. 2002: Dead wood retention and the risk of bark beetle. Uppsala, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria: 20 s.
- Hedgren P.O. 2004: The bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) (Scolytidae) in living trees, reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology* 128: 161–166.
- Hedgren P.O., Schroeder L.M. 2004: Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology and Management* 203: 241–250.
- Hedgren P.O., Weslien J., Schroeder L.M. 2003: Risk of attack by the bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) on living trees close to colonized felled spruce trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 39–44.
- Hochmut R. 1977: Výskyt lýkožrouta lesklého [*Pityogenes chalcographus* (L.)] při schematických výchovných zásazích. *Lesnictví* 23: 533–545.
- Holuša J., Lukášová K. 2017: Pathogen's level and parasitism rate in *Ips typographus* at high population densities: Importance of time. *Journal of Applied Entomology* 114: 68–779.
- Holuša J., Hlásny 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.
- Holuša J., Resnerová K., Kula E. 2021: Uplatnění zásad integrované ochrany rostlin proti lýkožroutu modřínovému (*Ips cembrae* (Heer, 1836)). Strnady, Výzkumý ústav lesního hospodářství a myslivosti: 62 s.
- Hrašovec B. 1995: Pheromone traps – modern biotechnical method in integrated bark beetle management. *Šumarski List* 119: 27–31.
- Hulcr J., Pollet M., Ubik K., Vrkoč J. 2005: Exploitation of kairomones and synomones by *Medetera* spp. (Diptera: Dolichopodidae), predators of spruce bark beetles. *European Journal of Entomology* 102: 655–662.
- Hyblerová S., Medo J., Barta M. 2021: Diversity and prevalence of entomopathogenic fungi (Ascomycota, Hypocreales) in epidemic populations of bark beetles (Coleoptera, Scolytinae) in spruce forests of the Tatra National Park in Slovakia. *Annals of Forest Research* 64: 129–145.
- Chararas C. 1960: Recherches sur la biologie de *Pityogenes chalcographus* L. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 111: 82–97.

- Chlodny J., Nowak M., Baczkowski G. 1987: Insects damaging wood and bast of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in stands exposed to the influence of non-iron metal industry in Upper Silesia and Legnica-Głogów Copper Basin. In: IV<sup>th</sup> Symposium on the Protection of Forest Ecosystems. Warszawa, Warszawa Agricultural University: 233–254.
- Christiansen E. 1989: Bark beetles and air pollution. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 42: 101–107.
- Instrukcja ochrony lasu 2024: Opracowanie zbiorowe. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: 227 s.
- Isaia G., Paraschiv M. 2011: Research concerning the effect of synthetic pheromones on *Pityogenes chalcographus* L. in Braşov county. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering* 4: 55–60.
- Jakuš R., Blaženec M. 2011: Treatment of bark beetle attacked trees with entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Folia Forestalia Polonica, Series A. Forestry* 53: 150–155.
- Jakuš R., Modlinger R., Kašpar J., Majdák A., Blaženec M., Korolyova N., Jirošová A., Schlyter F. 2022: Testing the efficiency of the push-and-pull strategy during severe *Ips typographus* outbreak and extreme drought in Norway spruce stands. *Forests* 13: 2175.
- Jankowiak R. 2004: Fungi associated with the beetles of *Ips typographus* on Norway spruce in Southern Poland. *Acta Mycologica* 39: 105–116.
- Jankowiak R. 2005: Fungi associated with *Ips typographus* on *Picea abies* in Southern Poland and their succession into the phloem and sapwood of beetle-infested trees and logs. *Forest Pathology* 35: 37–55.
- Jankowiak R., Hilszczański J. 2005: Ophiostomatoid fungi associated with *Ips typographus* (L.) on *Picea abies* [(L.) H. Karst.] and *Pinus sylvestris* L. in north-eastern Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 74: 345–350.
- Jankowiak R., Kolařík M., Bilański P. 2014: Association of *Geosmithia* fungi (Ascomycota: Hypocreales) with pine- and spruce-infesting bark beetles in Poland. *Fungal Ecology* 11: 71–79.
- Jankowiak R., Kacprzyk M., Młynarczyk M. 2009: Diversity of ophiostomatoid fungi associated with bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) colonizing branches of Norway spruce (*Picea abies*) in southern Poland. *Biologia* 64: 1170–1177.

- Johansson T., Gibb H., Hilszczański J., Pettersson R.B., Hjältén J., Atlegrim O., Ball J.P., Danell K. 2006: Conservation-oriented manipulations of coarse woody debris affect its value as habitat for spruce-infesting bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) in northern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 174–185.
- Jonsell M. 2008a: The effect of biofuel harvest on biodiversity. In: Röser D. et al. (eds.): Sustainable use of forest biomass for energy – a synthesis with focus on the Nordic and Baltic region. Dordrecht, Springer: 129–154.
- Jonsell M. 2008b: Saproxylic beetle species in logging residues: which are they and which residues do they use? *Norwegian Journal of Entomology* 55: 109–122.
- Jonsell M., Schroeder M. 2014: Proportions of saproxylic beetle populations that utilise clear-cut stumps in a boreal landscape – Biodiversity implications for stump harvest. *Forest Ecology and Management* 334: 313–320.
- Jurc M., Perko M., Džeroski S., Demšar D., Hrašovec B. 2006: Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: monitoring and modeling. *Ecological Modelling* 194: 219–226.
- 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: 121–130.
- Kacprzyk M., Bednarz B. 2015a: The possibilities of six-toothed bark beetle (*Pityogenes chalcographus* L.) (Coleoptera: Scolytinae) sex identification based on adults' biometric characteristic. *Journal of the Entomological Research Society* 17: 71–82.
- Kacprzyk M., Bednarz B. 2015b: The occurrence of bark beetles on cut Norway spruce branches left in managed stands relative to the foliage and bark area of the branch. *Journal of Forest Research* 20: 143–150.
- Kacprzyk M., Bednarz B. 2021: The development and reproductive success of *Pityogenes chalcographus* (L.) at different generations in trap trees. *Sylvan* 165: 738–746.
- Kacprzyk, M., Błońska, E., Lasota, J. 2020: Effect of spot burning of logging residues on the properties of mountain forest soils and the occurrence of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). *Journal of Mountain Science* 17: 31–41.

- Kasumović L., Hrašovec B., Jazbec A. 2016: Efficiency of dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps in catching the spruce bark beetles *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. *Šumarski List* 140: 477–483.
- Kees A.M., Hefty A.R., Venette R.C., Seybold S.J., Aukema B.H. 2017: Flight capacity of the walnut twig beetle (Coleoptera: Scolytidae) on a laboratory flight mill. *Environmental Entomology* 46: 633–641.
- Kielczewski B., Moser J.C., Wisniewski J. 1983: Surveying the acarofauna associated with Polish Scolytidae. *Bulletin de la Société des Amis des Sciences et des Lettres de Poznan, Série D* 22: 151–159.
- Kirisits T. 2004: Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi. In: Lieutier F. et al. (eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht, Springer: 181–235.
- Klauser O. 1954: Ein Beitrag zur Kenntnis des Kupferstechers *P. chalcographus* L. In: Wellenstein G. (ed.): Die große Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944-1951. Ulm, Forstschutzstelle Südwest: 285–299.
- Kleine R. 1935: Die Borkenkäfer (Ipidae) und ihre Standpflanzen. Eine vergleichende Studie. II. Teil. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 21: 597–646.
- Knížek M., Liška J., Modlinger R. 2016: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2015 a jejich očekávaný stav v roce 2016. *Zpravodaj ochrany lesa Supplementum*: 1–68.
- Koehler W., Kolk A. 1974: Badania nad wpływem letniej ścinki na dynamikę populacji szkodników wtórnych. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa* 463: 1– 59.
- Kolařík M., Jankowiak R. 2013: Vector affinity and diversity of *Geosmithia* fungi living on subcortical insects inhabiting Pinaceae species in Central and Northeastern Europe. *Microbial Ecology* 66: 682–700.
- Kolk A., Starzyk J.R. 1996: The Atlas of forest insect pests. Warszawa, Multico: 705 s.
- Kopf A., Funke W. 1998: Borkenkäfer und Borkenkäferfeinde. In: Fischer A. (ed.): Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. Landsberg, Ecomed: 315–320.
- Korczyński I., Kuźmiński R. 2007. An attempt to determine the effect of thinning residue on development possibility of *Pityogenes bidentatus* (Coleoptera, Curculionidae) in pine stands. *Acta Scientiarum Polonorum, Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* 6: 33–36.

- Korolyova N., Bláha J., Hradecký J., Kašpar J., Dvořáková B., Jakuš R. 2024: Mitigating Norway spruce mortality through the combined use of an anti-attractant for *Ips typographus* and an attractant for *Thanasimus formicarius*. *Frontiers in Forests and Global Change* 7: 1383672.
- Koštál V., Doležal P., Rozsypal J., Moravcová M., Zahradníčková H., Šimek P. 2011: Physiological and biochemical analysis of overwintering and cold tolerance in two Central European populations of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Journal of Insect Physiology* 57: 1136–1146.
- Koštál V., Miklas B., Doležal P., Rozsypal J., Zahradníčková H. 2014. Physiology of cold tolerance in the bark beetle, *Pityogenes chalcographus* and its overwintering in spruce stands. *Journal of Insect Physiology* 63: 62–70.
- Krams I., Daukste J., Kivleniece I., Brümelis G., Cibulskis R., Āboliņš-Ābols M., Rantala M.J., Mierauskas P., Krama T. 2012: Drought-induced positive feedback in xylophagous insects: Easier invasion of Scots pine leading to greater investment in immunity of emerging individuals. *Forest Ecology and Management* 270: 147–152.
- Krokene P., Solheim H. 1996: Fungal associates of five bark beetle species colonizing Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 2115–2122.
- Kuhn A., Hautier L., San Martin G. 2022: Do pheromone traps help to reduce new attacks of *Ips typographus* at the local scale after a sanitary cut? *PeerJ* 10: e14093.
- 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., Ząbecki W. 2001: Attractiveness of spruce for cambioxylophages as related to stand age. *Journal of Forest Science* 47: 88–96.
- Kula E., Ząbecki W. 2006: Spruce windfalls and cambioxylophagous fauna in an area with the basic and outbreak state of *Ips typographus* (L.). *Journal of Forest Science* 52: 497–509.
- Kula E., Kajfosz R., Ząbecki W. 2007: Cambioxylophagous fauna of young spruce stands damaged by snow in the Beskids. *Journal of Forest Science* 53: 413–423.
- Kula E., Kajfosz R., Polívka J. 2011: Cambioxylophagous fauna developing on logging residues of blue spruce (*Picea pungens* Engelmann). *Journal of Forest Science* 57: 24–33.

- Kula E., Holuša J., Hrdlička P., Resnerová K. 2024: Závěrečná zpráva Výzkumného projektu Grantové služby LČR. Optimalizace otráveného lapáku pro maximální odchyt lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* (L.)). Brno, Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně: 183 s.
- Kvamme T., Lindelöw Å., Ehnström B. 2015: The first records in Norway of *Pityogenes saalasi* Eggers, 1914 (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) and notes on the biology. *Norway Journal of Entomology* 62: 216–223.
- Leufvén A., Bergström G., Falsen E. 1984: Interconversion of verbenols and verbenone by identified yeasts isolated from the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology* 10: 1349–1361.
- Lieutier F. 2004: Host resistance to bark beetles and its variations. In: Lieutier F. et al. (eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht, Springer: 135–180.
- Lindmark M., Wallin E.A., Jonsson B.G. 2022: Protecting forest edges using trap logs – limited effects of associated push-pull strategies targeting *Ips typographus*. *Forest Ecology and Management* 505: 119886.
- Linnakoski R., Jankowiak R., Villari C., Kirisits T., Solheim H., de Beer Z.W., Wingfield M.J. 2016: The *Ophiostoma clavatum* species complex: a newly defined group in the Ophiostomatales including three novel taxa. *Antonie van Leeuwenhoek* 109: 987–1018.
- Lipa J.J. 1967: Studies on gregarines (Gregarinomorpha) of arthropods in Poland. *Acta Protozoologica* 5: 97–223.
- Lobinger G. 1994: Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz Umweltschutz* 67: 14–18.
- Loftalazadeh H. 2012: Review of chalcidoid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of xylophagous beetles. *Munis Entomology & Zoology* 7: 309–333.
- Lubojacký J., Holuša J. 2011: Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and pheromone traps. *Šumarski List* 135: 233–242.
- 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.

- 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.
- Lukášová K., Holuša J. 2011: Natural enemies and biological control of *Dendroctonus micans*: review. *Zprávy lesnického výzkumu* 56: 15–23.
- Marković C., Stojanović A. 2010: Differences in bark beetle (*Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*) abundance in a strict spruce reserve and the surrounding spruce forests of Serbia. *Phytoparasitica* 38: 31–37.
- Mathiesen-Käärik A. 1953: Eine Übersicht über die gewöhnlichsten mit Borkenkäfer assoziierten Bläuepilze in Schweden und einige für Schweden neue Bläuepilze. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 43: 1–74.
- Mathiesen-Käärik A. 1960: Studies on the ecology, taxonomy and physiology of Swedish insect-associated blue stain fungi, especially the genus *Ceratocystis*. *Oikos* 11: 1–25.
- Moino A., Alves S.B., Pereira R.M. 1998: Efficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin isolates for control of stored-grain pests. *Journal of Applied Entomology* 122: 301–305.
- Moser J.C., Eidmann H.H., Regnander J.R. 1989: The mites associated with *Ips typographus* in Sweden. *Annales Entomologici Fennici* 55: 23–27.
- Netherer S., Matthews B., Katzensteiner K., Blackwell E., Henschke P., Hietz P., Pennerstorfer J., Rosner S., Kikuta S., Schume H., Schopf A. 2015: Do water-limiting conditions predispose Norway spruce to bark beetle attack? *New Phytologist* 205: 1128–1141.
- Netherer S., Kandasamy D., Jirošová 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* 9: 591–614.
- Nicolai V. 1995: The impact of *Medetera dendrobaena* Kowarz (Dipt., Dolichopodiidae) on bark beetles. *Journal of Applied Entomology* 119: 161–166.
- Niemeyer H. 1992: Monitoring *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* (Col., Scolytidae) in Lower Saxony and Schleswig-Holstein. *Journal of Applied Entomology* 114: 98–102.
- Nilssen A.C. 1984: Long-range aerial dispersal of bark beetles and bark weevils (Coleoptera, Scolytidae and Curculionidae) in northern Finland. *Annales Entomologicae Fennicae* 5: 37–42.

- Novák V., Hrozinka F., Starý B. 1976: Atlas of insects harmful to forest trees. Vol. 1. Philadelphia, Elsevier Scientific Publishing Company: 123 s.
- Ogris N. 2019: Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*), model CHAPY-1. [online]. Slovenian Forestry Institute. [cit. 7. srpna 2025]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.scilit.net/publications/700a513f082695ead2aeb37cf3cc48a1>
- Ogris N., Ferlan M., Hauptman T., Pavlin R., Kavčič A., Jurc M., de Groot M. 2020: Sensitivity analysis, calibration and validation of a phenology model for *Pityogenes chalcographus* (CHAPY). *Ecological Modelling* 430: 109137.
- Pavlin R. 1991: Problem selektivnosti sintetičnih feromonov za obvladovanje podlubnikov. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva* 38: 125–160.
- Peltonen M., Heliövaara K. 1999: Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from clear-cut edge. *Agricultural and Forest Entomology* 1: 237–242.
- Pernek M. 2002: Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopki namjenjenih lovu. *Radovi- Šumarski Institut Jastrebarsko* 37: 61–83.
- Persson P. 1972: Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen - inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser: 205 s.
- Pfeffer A. 1955: Fauna ČSR. Svazek 6. Kůrovci – Scolytoidea (Řád: Brouci – Coleoptera). Praha, Československá Akademie Věd: 323 s.
- Pfeffer A. 1995: Zentral – und westpaläarktische Borken – und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Basel, Pro Entomologia, Naturhistorisches Museum Basel: 310 s.
- Postner M. 1974: Scolytidae (= Ipsidae), Borkenkäfer. In: Schwenke W. (ed.): Die Forstschädlinge Europas. Hamburg, Verlag Paul Parey: 334–482.
- Rabaglia R.J., Cognato A.I., Hoebeke E.R., Johnson C.W., Labonte J.R., Carter M.E., Vlach J.J. 2019: Early detection and rapid response. A 10-year summary of the USDA Forest Service program of surveillance for non-native bark and ambrosia beetles. *American Entomologist* 65: 29–42.
- Raffa K.F., Aukema B.H., Bentz B.J., Carroll A.L., Hicke J.A., Turner M.G., Romme W.H. 2008: Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience* 58: 501–517.

- Rottmann M. 1985: Schneebruchschäden in Nadelholzbeständen. Beiträge zur Beurteilung der Schneebruchgefährdung, zur Schadensvorbeugung und zur Behandlung schnee geschädigter Nadelholzbestände. Frankfurt am Main, J.D. Sauerlander's Verlag: 159 s.
- Rühm W. 1956: The Nematodes of Bark Beetles. Jena, Fischer: 437 s.
- Sallé A., Monclus R., Yart A., Garcia J., Romary P., Lieutier F. 2005: Fungal flora associated with *Ips typographus*: frequency, virulence, and ability to stimulate the host defence reaction in relation to insect population levels. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 365–373.
- Sauvard D. 2004: General biology of bark beetles. In: Lieutier F. et al. (eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht, Springer: 63–88.
- Sedlaczek W. 1922: Studien an Fangbäumen zur Bekämpfung der Borken- und Rüsselkäfer. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 48: 185–207.
- Schebeck M., Hansen E.M., Schopf A., Ragland G.J., Stauffer C., Bentz B.J. 2017: Diapause and overwintering of two spruce bark beetle species. *Physiological Entomology* 42: 200–210.
- Schebeck M., Dowle E.J., Schuler H., Avtzis D.N., Bertheau C., Feder J.L., Ragland G.J., Stauffer C. 2018: Pleistocene climate cycling and host plant association shaped the demographic history of the bark beetle *Pityogenes chalcographus*. *Scientific Reports* 8: 14207.
- Schebeck M., Schopf A., Ragland G.J., Stauffer C., Biedermann P.H.W. 2023: Evolutionary ecology of the bark beetles *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*. *Bulletin of Entomological Research* 113: 1–10.
- 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: 1620–1633.
- Schlyter F., Lundgren U. 1993: Distribution of a bark beetle and its predator within and outside old growth forest reserves: no increase of hazard near reserves. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 246–256.
- Schroeder L.M. 1996: Interactions between the predators *Thanasimus formicarius* (Col.: Cleridae) and *Rhizophagus depressus* (Col.: Rhizophagidae), and the bark beetle *Tomicus piniperda* (Col.: Scolytidae). *Entomophaga* 41: 63–75.
- Schroeder L.M. 2008: Insect pests and forest biomass for energy. In: Röser D. et al. (eds.): Sustainable use of forest biomass for energy. Dordrecht, Springer: 109–128.

- Schroeder L.M. 2013: Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*: influence of trapping site and surrounding landscape on catches. *Agricultural and Forest Entomology* 15: 113–119.
- Schroeder M., Cocoş D. 2018: Performance of the tree-killing bark beetles *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* in non-indigenous lodgepole pine and their historical host Norway spruce. *Agricultural and Forest Entomology* 20: 347–357.
- Schroeder L.M., Eidmann H.H. 1993: Attacks of bark- and wood-boring Coleoptera on snow-broken conifers over a two-year period. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 257–265.
- Schroeder L.M., Lindelöw Å. 2002: Attacks on living spruce trees by the 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.
- Schroeder L.M., Weslien J., Lindelöw Å., Lindhe A. 1999: Attacks by bark- and wood-boring Coleoptera on mechanically created high stumps of Norway spruce in the two years following cutting. *Forest Ecology and Management* 123: 21–30.
- Schwerdtfeger F. 1929: Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie des Borkenkäfers *Pityogenes chalcographus* L. *Journal of Applied Entomology* 15: 335–427.
- Simionescu A. 2000: Insecte care atacă între scoarță și lemn. In: Simionescu A., Mihalache G. (eds.): Protecția pădurilor. Sucaeva, Editura Mușatinii: 220–311.
- Simon D.-C., Ameztegui A. 2023: Modelling the influence of thinning intensity and frequency on the future provision of ecosystem services in Mediterranean mountain pine forests. *European Journal of Forest Research* 142: 521–535.
- Six D.L. 2013: The bark beetle holobiont: why microbes matter. *Journal of Chemical Ecology* 39: 989–1002.
- Six D.L., Bracewell R. 2015: Dendroctonus. In: Vega F.E., Hofstetter R.W. (eds.): Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species. San Diego, Academic Press: 305–350.
- Skatulla U., Feicht E. 1992: Studies on the flight behavior of *Pityogenes chalcographus* L. (Col. Scolytidae) and of some other insect species in connection with pheromone traps by aid of a new electronic instrument. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz* 65: 4–7.

- Spiecker H. 2003: Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe – temperate zone. *Journal of Environmental Management* 67: 55–65.
- Starzyk J.R., Biłecka 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: 59–74
- Sweeney J., de Groot P., Humble L., MacDonald L., Price J., Mokrzycki T., Gutowski J.M. 2007: Detection of wood-boring species in semiochemical-baited traps. In: Evans H., Oszako T. (eds.): Alien invasive species and international trade. Warsaw, Forest Research Institute: 139–144.
- Špoula J., Kula E. 2024: Bark beetles on logging residues of European larch: effects of shading and diameter of logging residues on infestation density. *Agricultural and Forest Entomology* 26: 457–469.
- Tahboub M.B., Lindemann W.C., Murray L. 2008: Chemical and physical properties of soil amended with pecan wood chips. *HortScience* 43: 891–896.
- Takov D., Doychev D., Pilarska D., Draganova S., Nedelchev S., Linde A. 2019: Occurrence of pathogens and nematodes in forest beetles from Curculionidae and Attelabidae in Bulgaria. *Biologia* 74: 1339–1347.
- Thalenhorst W. 1958: Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborckenkäfers *Ips typographus* L. *Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen* 21: 1–126.
- Thomsen M. 1939: Attack of *Tomicus chalcographus* on young Sitka spruce, Norway spruce and Douglas fir. *Statens Forstlige Forsogsvaesen* 136: 199–208.
- Toivanen T., Liikanen V., Kotiaho J.S. 2009: Effects of forest restoration treatments on the abundance of bark beetles in Norway spruce forests of southern Finland. *Forest Ecology and Management* 257: 117–125.
- Tomalak M., Pomorski J.J. 2015: Description of *Bursaphelenchus piceae* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchinae) from larval galleries of the six-toothed spruce bark beetle, *Pityogenes chalcographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karsten. *Nematology* 17: 1165–1183.
- Tomiczek C. 2009: Fangtipi und Pheromonfalle: erste Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung zu Fangleistung und Naturschutzaspekten. *Forstschutz Aktuell* 48: 6–7.

- Trägårdh I., Butovitsch V. 1935: Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach Sturmverheerungen 1931–32. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 46: 550–560.
- Vakula J., Kunca A., Barta M., Lalík M., Galko J., Gubka A., Zúbrik M., Leontovyč R., Rell S., Nikolov C. 2019: Vertical transmission of the *Beauveria bassiana* between the double-spined bark beetle *Ips duplicatus*. *Recent Changes in Forest Insects and Pathogens Significance. IUFRO WP 7.10*: 16–20.
- Viiri H., Lieutier F. 2004: Ophiostomatoid fungi associated with the spruce bark beetle, *Ips typographus*, in three areas in France. *Annals of Forest Science* 61: 215–219.
- Wegensteiner R. 2004: Pathogens in bark beetles. In: Lieutier F. et al. (eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht, Springer: 291–314.
- Wegensteiner R., Führer E. 1991: Flight activity of some conifer bark beetles (Col, Scolytidae) in relation to altitude. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz* 64: 25–34.
- Wegensteiner R., Lorbeer E., Führer E. 1989: Additional attraction of *Pityogenes chalcographus* (L.) (Col., Scolytidae) to chalcoprax-baited traps with spruce branches. *Journal of Applied Entomology* 108: 250–259.
- Weiser J. 1966: Nemoci hmyzu. Praha, Nakladatelství Československá akademie věd: 554 s.
- 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.
- Weslien J., Lindelöw Å. 1990: Recapture of marked spruce bark beetles (*Ips typographus*) in pheromone traps using area-wide mass trapping. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 1786–1790.
- White T.C.R. 2015: Are outbreaks of cambium-feeding beetles generated by nutritionally enhanced phloem of drought-stressed trees? *Journal of Applied Entomology* 139: 567–578.
- Wigger H. 1994: Response of adult feeding capacity of the bark beetle predator *Nemosoma elongatum* L. (Col., Ostomidae) to different prey quantities in artificial galleries. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz* 67: 8–13.

- Wigger H. 1996a: Bark beetle predator and six-toothed bark beetle – aspects of a predator-prey-relationship. [online]. IWF. [cit. 7.srpna 2025]. Dostupné na World Wide Web: <https://av.tib.eu/media/14572>.
- Wigger H. 1996b: Populationsdynamik und Räuber-Beute-Beziehung zwischen dem Borkenkäfer-Räuber *Nemosoma elongatum* und dem Kupferstecher *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Ostomidae, Scolytidae). *Entomologia Generalis* 21: 55–67.
- Wolak P. 2015: Sukces rozwojowy i rozrodczy rytownika pospolitego *Pityogenes chalcographus* L. w kolejnych etapach pojawu na drzewach leżących w różnych warunkach otoczenia drzewostanu świerkowego w Nadleśnictwie Stary Sącz [Magisterská práce]. Kraków: Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja: 52 s.
- Wood S.L., Bright D.E. 1992: A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic index. *Great Basin Naturalist Memoirs* 13: 1–1553.
- Ząbecki W., Kacprzyk M. 2007: A potentiality of using spruce branches left in the left in the forest after incidental cuttings to attract *Pityogenes chalcographus* (L.). *Beskydy* 20: 185–192.
- Zahradník P. 2007: Lýkožrout lesklý *Pityogenes chalcographus* (L.). *Lesnická práce* 86, 4(příloha): 1–4.
- Zahradník P., Zahradníková M. 2014: Evaluation of the efficacy duration of different types of pheromone dispensers to lure *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Forest Science* 60: 456–463.
- Zahradník P., Zahradníková M. 2020: The relationships between *Pityogenes chalcographus* and *Nemosoma elongatum* in clear-cuts with different types of management. *Plant Protection Science* 56: 30–34.
- Zeniauskas R., Gedminas A. 2010: Insect infesting Norway spruce (*Picea abies* Karst.) branchces in clear-cuts and adjacent stands. *Baltic Forestry* 16: 93–101.
- Zhang Q.-H., Schlyter F., Anderson P. 1999: Green leaf volatiles interrupt pheromone response of spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology* 25: 2847–2861.
- Zhang Q.-H., Jakuš R., Schlyter F., Birgersson G. 2003: Can *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) smell the carion odours of the dead beetles in pheromone traps? Electrophysiological analysis. *Journal of Applied Entomology* 127: 185–188.

- Zhao T., Kandasamy D., Krokene P., Chen J., Gershenson J., Hammerbacher A. 2019: Fungal associates of the tree-killing bark beetle, *Ips typographus*, vary in virulence, ability to degrade conifer phenolics and influence bark beetle tunnelling behavior. *Fungal Ecology* 38: 71–79.
- Zuber M., Benz G. 1992: Untersuchungen über das Schwärmverhalten von *Ips typographus* (L.) und *Pityogenes chalcographus* (L.) (Col., Scolytidae) mit den Pheromonpräparaten Pheroprax und Chalcoprax. *Journal of Applied Entomology* 113: 430–436.
- Zúbrik M., Raši R., Vakula J., Varínský J., Nikolov C., Novotný J. 2008: Bark beetle (*Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L., Col.: Scolytidae) pheromone traps spatial distribution optimisation in Central Slovakian Mountains. *Lesnícky časopis - Forestry Journal* 54: 235–248.

## 8.2 Publikace, které předcházely metodice

- Fiala T., Holuša J. 2022: Outbreak of *Pityogenes chalcographus* and *Pityophthorus pityographus* on spruce seedlings resulting from inappropriate management in a forest nursery. *Forests* 13: 987.
- Fiala F., Holuša J., Vélé A. 2022: Both native and invasive bark beetles threaten exotic conifers within the spa towns in the Czech part of “The Great Spas of Europe”. *Urban Forestry & Urban Greening* 67: 127417.
- Holuša J., Fiala T. 2025: *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Curculionidae): biology, pest status, and current management options. *Journal of Integrated Pest Management* 16: 11.
- Holuša J., Hlásny 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.
- Holuša J., Resnerová K., Dvořáková B., Hradecký J., Šipoš J., Fiala T. 2025: the relationship between *Nemozoma elongatum* (Coleoptera: Trogossitidae) and its primary prey species of bark beetles. *Annals of Forest Science* 82: 11.
- Modlinger R., Holuša J., Liška J., Knížek M. 2009: Stav populace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) v NPR Žofínský prales (Novohradské hory, Česká republika). *Silva Gabreta* 15: 143-154.

# INTEGRATED PROTECTION AGAINST THE SIX-TOOTHED SPRUCE BARK BEETLE *PITYOGENES CHALCOGRAPHUS*

## *Summary*

The six-toothed spruce bark beetle (*Pityogenes chalcographus* L.) (Coleoptera, Scolytinae) is generally considered a secondary pest that often accompanies the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) (Coleoptera, Scolytinae) and benefits from its presence in two ways. First, when *I. typographus* populations explode and the infested trees are subsequently harvested, a large amount of branches and treetops remain in the forest stands, providing an ideal substrate for *P. chalcographus* development. Second, if *I. typographus* infests a mature tree, *P. chalcographus* can successfully develop in the thinner, upper sections of the trunk.

Although the ability of *P. chalcographus* to kill healthy, mature spruces is limited, at high population densities it can cause significant damage, particularly in younger spruce stands. This species becomes problematic mainly following abiotic disturbances such as drought or windthrow, when it exploits weakened trees and residues from sanitation logging. Although its significance as a pest is considerably lower than that of *I. typographus*, under favorable conditions *P. chalcographus* can cause the death of groups of trees in young spruce stands.

Integrated protection should prioritize practical and targeted approaches rather than relying solely on extensive monitoring and pheromone trap catches, as *P. chalcographus* population density can increase despite thorough control. In the event of a marked increase in population density and a rising number of infested trees, regular visual inspection of the stand is essential, identifying declining trees and harvesting and sanitizing them as soon as possible.

Smaller outbreak areas (up to 20–30 ares) must be completely harvested, the infested wood sanitized, and pheromone traps used subsequently to capture the remaining population (2 traps per 10 ares). However, a key measure for controlling outbreaks is minimizing available reproductive material after logging – through burning or chipping into small pieces. In larger pieces of wood, *P. chalcographus* can complete its development.

The use of poisoned traps treated with insecticides should be minimized and employed only in justified cases, as the application of contact insecticides can kill non-target invertebrate species. Targeted mechanical control and prevention thus remain the most sustainable strategy for managing *P. chalcographus* outbreaks.

As a part of preventive measures, regeneration of mature stands and thinning operations should ideally take place in August and September. Material produced during this period is usually not attacked by *P. chalcographus* in the following year. One of the most effective control methods is considered to be thinning combined with cutting trunks into sections shorter than two meters.

Although logging residues piled in the forest usually do not significantly increase *P. chalcographus* population density and the infestation of surrounding trees is typically minimal, concentrating them in piles has a practical value. It is therefore recommended to store branches and other logging residues in this manner in both spruce and pine stands. While branches in the upper layers of piles may be heavily infested and serve as an important site for reproduction, branches stored deeper are only limitedly colonized. This reduces the overall availability of suitable material for *P. chalcographus* development.



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

[www.vulhm.cz](http://www.vulhm.cz)

LESNICKÝ PRŮVODCE 2/2025