

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Určení podílu jednotlivých druhů kůrovců na nahodilých těžbách**

**v pahorkatinách**

Bakalářská práce

Autor: František Richter

Vedoucí práce: Bc. Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

František Richter

Lesnictví  
Lesnictví

Název práce

**Určení podílu jednotlivých druhů kůrovců na nahodilých těžbách v pahorkatinách**

Název anglicky

**Determining the proportion of bark beetles species in the salvage cutting trees in the hills**

---

### Cíle práce

- vyhodnotit druhové spektrum kůrovců na nahodilých těžbách
- srovnat zastoupení jednotlivých druhů kůrovců na různých částech napadených stromů

### Metodika

- na vybrané lokalitě budou revidovány nahodilé těžby smrku ztepilého (*Picea abies*)
- na každém stromě budou odkorněny čtyři půlmetrové sekce, na nichž budou determinovány jednotlivé druhy kůrovců a vypočtena jejich populační hustota (dle počtu závrtů a matečných chodeb)
- u každého stromu budou zaznamenány klíčové parametry: výška, průměr, tloušťka lýka apod.
- výsledky budou zapsány do tabulkového software a analyzovány v programu STATISTICA
- bude zhodnocen podíl jednotlivých druhů na nahodilých kůrovcových těžbách a jejich preference podle obsazenosti na jednotlivých sekcích a dalších parametrech (tloušťka lýka, průměr atd.)

**Doporučený rozsah práce**

40 stran včetně Příloh

**Klíčová slova**

Ips typographus; Ips duplicatus; Pityogenes chalcographus; populační hustota

---

**Doporučené zdroje informací**

- 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.
- 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*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 19-37.
- Grodzki W., Jakuš R., Gazda M. 2003: Patterns of bark beetle occurrence in Norway spruce stands of national parks in Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Journal of Pest Science*, 76: 78–82.
- Holuša J., Lubojacký J. & Knižek M. 2010: Distribution of double-spined spruce bark beetle Ips duplicatus in the Czech Republic: spreading in 1997–2009. *Phytoparasitica*, 38: 435-443.
- Skuhřavý V. (ed.) *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. Agrospoj, Praha.
- Stadelmann G., Bugmann H., Meier F., Wermelinger B., Bigler C. 2013: Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (Ips typographus L.) infestations. *Forest Ecology and Management*, 305: 273-28.
- 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.
- Witrylak M. 2008: Studies of the biology, ecology, phenology, and economic importance of Ips amitinus (Eichh.) (Col., Scolytidae) in experimental forests of Krynica (Beskid Sadecki, Southern Poland). *Acta Scientiarum Polonorum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 7: 75-92.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Bc. Mgr. Karolína Resnerová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 25. 10. 2019

**prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2021

## **Prohlášení**

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Určení podílu jednotlivých druhů kůrovců na nahodilých těžbách v pahorkatinách vypracoval samostatně pod vedením Bc. Mgr. Karoliny Resnerové, Ph.D. a použil jen uvedené zdroje v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, se zveřejněním bakalářské práce a souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne 20.4.2021

.....

Richter František

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce paní Bc. Mgr. Karolině Resnerové, Ph.D. za její cenné rady, připomínky a odborné vedení během psaní práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje určení druhového spektra kůrovců na nahodilých těžbách a porovnává jednotlivé druhy na různých částech napadených stromů. Výzkum byl zjišťován na lokalitě Kachní louže, která se nachází v Kostelci nad Černými Lesy, v roce 2019. Pro tento výzkum bylo evidováno 101 kůrovcových stromů v nahodilé těžbě, které byly pro kůrovce dost atraktivní. Vybrané stromy byly prstencovitě odkorněny a na požerku byly určeny jednotlivé druhy kůrovců a počty založených rodin, matečných chodeb, závrtočných otvorů a vývojové stadium. Data byla statisticky zpracována a graficky vyobrazena (letová aktivita, srovnání odchytů, korelační diagramy) v programu TIBCO Statistica™ (TIBCO Software Inc.; USA). Srovnání druhového spektra a intenzity náletu na jednotlivé sekce napadených stromů bylo provedeno mnohonásobným porovnáním Kruskal Wallisovým testem. Obdobně byly zjišťovány korelační koeficienty jednotlivých parametrů stromů a populačních hustot jednotlivých druhů lýkožroutů na smrku. Výsledky potvrdily, že nejvíce se vyskytoval *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Ips duplicatus* a *Ips amitinus*.

Klíčová slova: *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Ips amitinus*, *Ips duplicatus*, populační hustota

## Abstract

This bachelor thesis is dedicated to determining the species spectrum of bark beetles in random harvests and compares the different species on different parts of infected trees. The research was carried out on the site Kachní louže, located in Kostelec nad Černými Lesy, in 2019. For this research, 101 bark trees were recorded in random harvesting, which were attractive enough for bark beetles. The selected trees were debarked and various types of bark beetles and the number of families, mother tunnels, and development phases were determined. The data was statistically processed and graphically displayed (flight activity, capture comparisons, correlation diagrams) in the TIBCO StatisticaTM (TIBCO Software Inc.) program.; USA). Comparison of species spectrum and intensity of attack on individual sections of infected trees was made by multiple comparison Kruskal Wallis test. Similarly, correlation coefficients of individual tree parameters and population densities of individual species of bark beetle per spruce were determined. The results confirmed that *w* was the most widespread, followed by *Pityogenes chalcographus*, *Ips duplicatus* and *Ips amitinus*.

Keywords: *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Ips amitinus*, *Ips duplicatus*. population density

## Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce .....	12
3 Literární rešerše.....	13
3.1 Lýkožrout smrkový – <i>Ips typographus</i> .....	13
3.1.1 Popis .....	13
3.1.2 Vývojový cyklus .....	14
3.2 Lýkožrout lesklý – <i>Pityogenes chalcographus</i> .....	15
3.2.1 Popis .....	15
3.2.2 Vývojový cyklus .....	16
3.2.3 Lesnický význam a rozšíření.....	17
3.3 Lýkožrout menší – <i>Ips amitinus</i> .....	17
3.3.1 Popis .....	17
3.3.2 Vývojový cyklus .....	18
3.3.3 Lesnický význam a rozšíření.....	18
3.4 Lýkožrout severský – <i>Ips duplicatus</i> .....	19
3.4.1 Popis .....	19
3.4.2 Vývojový cyklus .....	19
3.4.3 Lesnický význam a rozšíření.....	20
4 Monitoring.....	21
4.1 Monitoring (kontrola).....	21
5 Metodika.....	23
6 Výsledky.....	25
7 Diskuze.....	35
8 Závěr.....	38
9 Seznam literatury a použitých zdrojů.....	39



## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Zastoupení jednotlivých druhů podčeledi Scolytinae na nahodilé těžbě na studijní lokalitě v roce 2019. ....	25
Obrázek 2: Srovnání populačních hustot samců lýkožrouta smrkového na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. Čtverečky a kolečka zobrazují medián ± 25-75% kvartil, svorka ukazuje rozsah neodlehých hodnot. ....	28
Obrázek 3: Srovnání populačních hustot samců lýkožrouta lesklého na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. Čtverečky a kolečka zobrazují medián ± 25-75% kvartil, svorka ukazuje rozsah neodlehých hodnot. ....	30
Obrázek 4: Srovnání populačních hustot samců lýkožrouta severského na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. Čtverečky a kolečka zobrazují medián ± 25-75% kvartil, svorka ukazuje rozsah neodlehých hodnot. ....	31
Obrázek 5: Korelační diagramy vzájemného vztahu populačních hustot lýkožrouta smrkového a průměru kmene (vlevo nahoře), vzdálenosti od paty (vpravo nahoře) a tloušťky lýka (dole). ....	32
Obrázek 6: Korelační diagramy vzájemného vztahu populačních hustot lýkožrouta lesklého a průměru kmene (vlevo nahoře), vzdálenosti od paty (vpravo nahoře), výšky stromu (vlevo dole) a tloušťky lýka (vpravo dole) .....	33
Obrázek 7: Korelační diagramy vzájemného vztahu populačních hustot lýkožrouta severského a průměru kmene (vlevo nahoře), vzdálenosti od paty (vpravo nahoře) a tloušťky lýka (dole). ....	34
Tabulka 1: Přepočtené hodnoty odchyty jednotlivých druhů na kůrovcových stromech. ....	26
Tabulka 2: Populační hustoty jednotlivých druhů na 1 m <sup>2</sup> podle jednotlivých sekcí kůrovcového stromu. ....	27
Tabulka 3: Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) populačních hustot samců <i>Ips typographus</i> na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. ....	28
Tabulka 4: Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) populačních hustot samců <i>P. chalcographus</i> na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. ....	29
Tabulka 5: Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) populačních hustot samců <i>I. duplicatus</i> na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. ....	31

## 1 Úvod

Lesy České republiky patří do mírného lesního pásma Evropy s mírným oceánským podnebím (Rivas-Martínez et al., 2004).

Lesy pokrývají 2,67 milionu ha, což představuje 34,1 % rozlohy půdy. Intenzivní hospodaření uplatňované v posledních třech stoletích vedlo k dominanci smrku ztepilého *Picea abies*.

Kůrovci jsou významnými škůdci a svým působením ovlivňují strukturu, složení a fungování porostů (Vindstad et al., 2019). V Evropě se škody způsobené kůrovcem v lesích v posledních desetiletích neustále zvyšují (Schelhaas et al., 2003; Seidl et al., 2014). Již od sedmáctého století jsou zprávy o kalamitních přemnoženích lýkožrouta smrkového v původních lesích Evropy (Skuhřavý, 2002). Jeho negativní dopady byly definovány již v letech 1782–1784 a to v Čechách na Křivoklátsku (Kula, 2014). Když v těchto letech začaly usychat lesy nebylo jasné proč, až na Křivoklátsku, bylo zjištěno, že příčinou je kůrovec, ale v ten byl v té době označován za „červa“ žijícího mezi kůrou a dřevem, a napadené dříví se označovalo jako „červivé klády“. Na přelomu 18. a 19. století byl vydán předpis, který upravoval hubení lesních škůdců (1808). Zcela konkrétním bylo nařízení (1835) k hubení kůrovců, podle kterého se měly napadené stromy pokácet, odkornit a kůra se spálit, dříví se přednostně vyváželo z lesa. Až ve dvacátém století nachází příhodné podmínky pro svůj vývoj zvláště ve smrkových monokulturách, jimiž byly nahrazeny či změněny původní smíšené lesy. Největšímu přemnožení lýkožrouta smrkového dominují tři historické kalamity. První z těchto tří kalamit je z let 1868-1878 v části Bavorska, Rakouska a v oblasti dnešní České republiky. Tu následovala kůrovcová kalamita v Německu a střední části Evropy, která se objevila na konci druhé světové války a v období po ní zejména v letech 1942-1953. V současné době zasáhla střední Evropu kůrovcová kalamita v letech 1970–2000 (Skuhřavý, 2002). *Ips typographus* je označován též za sekundárního škůdce, napadá především oslabené a vyvrácené stromy, jejich rozkladem napomáhá dynamice lesního ekosystému a udržení biodiverzity (Wermelinger, 2004).

V oblasti dnešní Evropy dochází v posledních 200 letech k větším počtům přemnožení lýkožrouta smrkového. Kromě uváděných kalamit ve státech jako jsou Německo, Rakousko, Česká republika, Švédsko a Norsko, se lýkožrout přemnožil i v ostatních evropských státech zejména ve Francii, severní Itálii, Švýcarsku, ale i ve státech na Balkánském poloostrově jako je Srbsko, Rumunsko, Bosna a Hercegovina, dále také v Pobaltských státech. K těmto kalamitám je nutno připojit taky oblasti Uralu, východní a západní části Sibiře (Skuhřavý, 2002).

Nejčastěji se vyskytuje ve smrkových monokulturách starších 60 let, pokud populace dosáhne kalamitního stavu, kdy je stromů oslabených pro vývoj nedostatek napadají lýkožrouti i porosty nižší věkové struktury (Zahradník & Knížek, 2007). Za příznivých podmínek je schopen napadnout zdravé stromy a způsobit jejich přímou úmrtnost (Christiansen & Huse, 1980; Christiansene, 1989).

Ohniska žíru se rychle rozšiřují například v porostech napadených větrem (Capecki, 1978; Lindelöw A Schroeder, 2001), v porostech poškozených sněhem (Schroeder a Eidmann, 1993), nebo též v porostech, které jsou sužovány suchem (Grodzki, 1998; Grodzki et al., 2002) nebo v porostech, kde je více znečištěné ovzduší (Baltensweiler, 1985; Christiansene, 1989).

I když aktuálně čelí ochrana lesa od roku 2015 (Holuša et al, 2017, Vindstad et al., 2019, Hlasný et al., 2021) nejvýznamnější a největší kůrovcové gradaci v novodobé historii, nemáme mnoho přesných informací o jednotlivých druzích kůrovců a jejich zastoupení na nahodilých těžbách na smrku. Dalším otazníkem je význam kontinuálně se šířícího druhu lýkožrouta severského *Ips duplicatus*, který se na nahodilých těžbách v současnosti nerozlišuje stejně jako ostatní významní kůrovci, jako jsou například lýkožrout lesklý *Pityogenes chalcographus* (L.), lýkožrout menší *Ips amitinus* (L.).

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je vyhodnotit druhové spektrum kůrovců na nahodilých těžbách a srovnat zastoupení jednotlivých druhů kůrovců na různých částech napadených stromů ve studované oblasti v Kostelci nad Černými Lesy.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Lýkožrout smrkový – *Ips typographus*

#### 3.1.1 Popis

Lýkožrout smrkový, *Ips typographus*, je brouk z čeledi nosatcovitých (Curculionidae, Coleoptera), byl popsán Linném v roce 1758. Ale do rodu *Ips* byl zařazen až Reitterem v roce 1894.

Je to relativně malý druh, dlouhý 4 – 5,5 mm, černý, lesklý, široký 1,9 mm. Vyskytují se i menší jedinci např. jen 3,9 mm, jako důsledek nedostatku potravy v larválním stadiu. Brouci, kteří se právě vylíhli z kukly, jsou nejdříve bílí, později žlutnou a postupně ztmavnou. Jako první tmavnou krovky, později celá horní část těla a následně tmavne spodní část těla. Brouci jsou lesklí, což je možné zpozorovat lupou či binokulárním mikroskopem. Horní část těla je pokryta množstvím drobných chloupků, takže se tělo zdá matné (Skuhravý, 2002). Štít má vpředu hrbolkatý, vzadu je jemně tečkovaný až hladký. Mezirýží mezi řádky teček na krovkách je hladké. Prohlubeň na srázu krovek je matná a vroubena z každé strany čtyřmi velkými zuby, z nichž je třetí od shora ten největší. Před zuby bývá ještě několik málo zřetelných hrbolků (Forst et al., 1970). Čelo je hrbolkaté s velkým hrbolkem uprostřed předního okraje. Tykadla jsou žlutavá, lomená a zakončena kulovitou paličkou tvořenou třemi články. Na velké oválné tykadlové paličce jsou zřetelně vidět zprohýbané švy (Kula, 2014).

Samice lýkožrouta smrkového se od samců liší vyšším počtem chloupků na přední části štítu a také vytvořenými rýhami pod ústním ústrojím (Kula, 2014). Jsou uváděny se i jiné rozlišovací znaky (výraznější hrbolek na zadní části hlavy nad mandibulami u samců nebo třetí zub na zadní části krovek, který by měl být větší) které se překrývají u 22-84 % jedinců (Schlyter & Cederholm, 1981).

Vajíčko lýkožrouta smrkového je eliptického tvaru, nepatrné velikosti o rozměrech 0,6 x 0,9 mm. Larvy jsou bílé, beznohé, s nahnědlou hlavovou schránkou (Skuhravý, 2002). Samice klade jednotlivě 1–2 vajíčka denně do bočních zářezů chodby v odstupu 1–10 mm. Larvy se líhnou postupně. Vajíčko je jediným vývojovým stadiem, které nepřezimuje (Kula, 2014).

Larvy lýkožrouta smrkového jsou bělavé a beznohé mají chitinizovanou hnědou hlavu, částečně redukovanou, zatažitelnou do prvního hrudního článku. Na chitinizované hlavové schránce larev prvního instaru vyrůstají tupě ozubená kusadla prvního páru. Pod nimi se nacházejí kusadla druhého páru s krátkými dvojčlennými čelistními makadly a krátký čelistní lalok, pokrytý krátkými, ale silnými ostny. Třetí pár srůstá ve spodní pysk, který je opatřen krátkými

dvojčlennými makadly. Nejvyvinutější je první hrudní článek. Středohrud', zadohrud' a osm zadečkových článků je proporcionálně shodných, ten poslední devátý je zvětšený a ztloustlý, desátý článek je průsvitný. Povrch článků porůstají jemné, krátké a světlé brvy, viditelné pouze při zvětšení. Larvy se líhnou po 6–18 dnech (Kula, 2014).

Kukla je bílá o velikosti 5-6 mm s viditelnými orgány, na zadečku vyrůstají dva trny. Kukla je uložena v kukelné kolébce vytvořené larvou, v lýku, po dobu 6-17 dní (Kula, 2014).

### 3.1.2 Vývojový cyklus

Lýkožrout smrkový preferuje pro svou hibernaci v místě jeho vývoje pod kůrou dřeviny ve stadiu larvy, kukly nebo imaga (Kula, 2014). Část brouků přezimuje také v půdní hrabance. Údaje o počtech brouků přezimujících v půdě se u jednotlivých autorů liší. Někteří autoři udávají, že v půdě přezimují zhruba 4 % brouků, jiní zjistili až 80 % přezimujících brouků (Skuhravý, 2002). Příčinou těchto rozdílů souvisí se stavem populace kůrovců na stromech. Jestliže poslední generace brouků či sesterských pokolení dokončí na začátku zimy vývoj do stadia dospělců, poté opustí stromy a zimují v hrabance. Pokud populace dokončí svůj vývoj pouze do stadia larev nebo kukel, tak zůstává pod kůrou a stromy opouští jen malá část jedinců, kterým se podařilo ukončit celý svůj vývoj (Skuhravý, 2002).

Brouci, kteří přezimují v půdě nebo pod kůrou stromů opouštějí zimoviště za vhodných podmínek v rozmezí 18–20 °C a po několikadenní fázi (dospívání) jsou připraveni nalétnout na strom (Skuhravý, 2002). Pfeffer (1955) a Forst et al. (1970) uvádějí, že brouci se začnou pohybovat i poletovat, pokud se kůra či hrabanka zahřeje na 14 °C. Při 20 °C je rojení už dost silné a vrcholí při teplotě 29 °C, kdy má lýkožrout své tepelné optimum. V nižších polohách jako jsou pahorkatiny (300–400 m.n.m.) se tak stává koncem dubna ve vyšší nadmořské výšce (400–600 m.n.m.) začátkem května a v horských oblastech koncem května až začátkem června (Pfeffer, 1955).

Mezi poletujícími brouky je nutno rozeznávat dvě skupiny, a to brouky neúplně vyspělé, kteří nejsou schopni rozmnožování, a brouky vyspělé. První létají vždy o 1-2 týdny dříve, než nastane pravé svatební rojení a hromadně nalétávají na okraje odchlíplé kůry na pařezech, na kraje neoloupaných stromů, na odříznuté vrcholky stromů, na spodní stranu silnějších a na zemi ležících, čerstvě odseknutých větví, kde hlodají svůj úživný žír a pohlavně dospívají. Po 7-14 dnech žír ukončují a nalétají na kmeny, aby se zde rozmnožovali. Dospělí brouci, kteří dokončili svůj úživný žír již na podzim, zakládají snubní komůrky již po prvním poletování, takže se

začínají rozmnožovat dříve než brouci první skupiny, přesto, že se rojí o něco později (Pffefer, 1955).

Na stromy nalétávají jako první samci. Pionýrství brouci, kteří po náletech na smrky začnou produkovat agregační feromony, postupně překonají obranyschopnost napadeného stromu a zahájí tak v důsledku produkce agregačních feromonů hromadný nálet (Zahradník & Geráková, 2010). Až do objevení feromonů nebylo možno řešit mnoho problémů z oblasti bionomie, ekologie a etologie kůrovců. Teprve až objev feromonů v roce 1960 dal podnět k řešení otázek vztahu v poměru samců a samic, jejich disperzi v lese, ke studiu náletů brouků obou pohlaví na stromy (Skuhřavý, 2002).

Na jednoho samce připadají 1–3 samice. Po spáření hlodá každá samice svoji matečnou chodbu, kde do zářezů po stranách matečné chodby klade vajíčka, kterých je v průměru okolo šedesáti. Klazení vajíček trvá zhruba 7-10 dní (Zahradník & Geráková, 2010). Během klazení je samice vícekrát oplozována. Po 6–18 dnech se z nakladených vajíček líhnou larvy. Vývoj vylíhnutých larev trvá 7–50 dnů, záleží na teplotních podmínkách. Larva se zažírá do lýka a hlodá kolmo na směr matečné chodby. V dalším vývoji se 4 – 5krát svléká a nabývá na objemu. Chodba, kterou larva vyhlodává, se rozšiřuje a je vyplněna hnědavým trusem. Nejdelší jsou chodby larev, které se vylíhly poblíž snubní komůrky (Pffefer, 1955)

Období kukly trvá 8 dnů za příznivých podmínek, průměrně obvykle asi 14 dnů. Polovina vylíhklých brouků jsou samci a polovina samice. Tito vylíhklí brouci nejsou ihned schopni dalšího rozmnožování a musí pohlavně dozrát. Období tohoto pohlavního dospívání trvá 2-3 týdny, v té době hlodá brouk z místa, kde se vylíhl, nepravidelnou, parohovitě se vinoucí chodbu. Při tomto úživném žíru brouk teprve zcela ztmavne (Pffefer, 1955).

Celý vývoj lýkožrouta smrkového od zavrtání samce do kůry až po výlet nových dospělých jedinců trvá tedy nejméně 6-10 týdnů (Pffefer, 1955).

## **3.2 Lýkožrout lesklý – *Pityogenes chalcographus***

### **3.2.1 Popis**

Lýkožrout lesklý patří do řádu brouků (Coleoptera) (Zahradník, 2007). Velikost lýkožrouta lesklého je zhruba 1,6 – 2,8 mm. Je krátce válcovitý, hnědočerný, štít má silně lesklý, krovky jsou hnědavé. Pohlavní dimorfismus je velmi zřetelný, a to ve tvaru čela i v ozubení zadní části krovek. Čelo u samců je ploché, řídce tečkované, u samic s příčně oválnou,

prohlubeninou umístěnou ve středu čela mezi očima. Štít je o něco delší než širší, vpředu je hrboľkovaný, vzadu řídce a silně tečkovaný, lesklý. Uprostřed má podélný, lesklý a hladký kýl. Krovky jsou krátce válcovité, nápadně lesklé (Pfeffer, 1955).

Vajíčka jsou oválná, drobná. Mají jemnou, měkkou průhlednou skořápku. V prvních fázích vývoje jsou bílá, později se na povrchu jeví stín zárodku (Pfeffer, 1955).

Larva je beznohá, bělavá a má hnědavě sklerotizovanou hlavu, která nepatrně vyniká z obrysu těla. Na pevnou chitinovou hlavovou schránku jsou napojena silná, často tupě ozubená kusadla prvního páru. Pod nimi jsou uložena kusadla druhého páru, která mají krátká dvojčlenná čelistní makadla a krátký čelistní lalok pokrytý na okraji řadou kratičkých, ale silných ostnů. Kusadla třetího páru srůstají ve spodní pysk, na němž vynikají dvoučlenná makadla (Pfeffer, 1955).

Kukla je volná, bělavá a naznačuje velmi zřetelně tvar příštího dospělého brouka. Struktura povrchu je dost složitá. Krátké brvy porůstají štít a zadeček, jemné hrboľkovité háčky zdobí svrchní část jednotlivých zadečkových článků, z nichž poslední, devátý, nese pár silnějších háček mířících do stran, kterými se kukla opírá o stěny kolébky, v níž odpočívá (Pfeffer, 1955).

### 3.2.2 Vývojový cyklus

Rojení nastává v nižších polohách zpravidla koncem dubna, začátkem května, ve vyšších polohách pak až v květnu, obdobně jako u lýkožrouta smrkového, za dnů, kdy průměrná teplota přesahuje 16 °C. Vlastní let probíhá při teplotách nad 20 °C (Pfeffer, 1955)

Jako první na stromy nalétávají samci. Vyhlodají snubní komůrku a začnou produkovat agregační feromon, který obsahuje jako hlavní účinnou látku chalcogran. Za samcem přilétá následně zpravidla 3–6 samic, které hlodají ze snubní komůrky hvězdicovitě uspořádané matečné chodby a do jemných postranních zářezů těchto chodeb kladou jednotlivě vajíčka. Během zhruba 7 dnů vyklade samice v průměru 10–26 vajíček. Larvy se líhnou postupně, jak byla kladena vajíčka. Po ukončení žíru, který trvá 4–6 týdnů (v závislosti na teplotě), se larvy kuklí. Kukelná komůrka je v kůře. Koncem června se již objevují první brouci, kteří po ukončení zralostního žíru, jenž nejčastěji probíhá zpravidla v místě vývoje, nalétají na stromy a zakládají druhou generaci. Za příznivých podmínek může lýkožrout lesklý založit v nižších polohách 3 generace, ve vyšších polohách pak dvě. Za nepříznivých podmínek (chladné a deštivé jaro) pak o jednu generaci méně. Období vegetačního klidu přetrvává jako larva, kukla nebo dospělec. Zimování probíhá zpravidla v místě vývoje, ale může se uskutečnit také v místě náhradního zralostního žíru nebo hrabance (Zahradník, 2007).



Lýkožrout lesklý upřednostňuje pro svůj vývoj slabší materiál, jakým jsou větve nebo horní část kmene. Pouze výjimečně se vyvíjí i v silnějším materiálu. Nejhojnější je proto v tyčkovinách a tyčovinách. Ve starších porostech osidluje především koruny. Po sněhových nebo větrných polomech dochází často k jeho přemnožení ve slabším dřevě a nalétává pak i na okolní stojící stromy, které při silném napadení odumírají. Obdobně k tomu může dojít i na lokalitách, kde probíhala těžba a kde je soustředěn těžební odpad (Zahradník, 2007).

### 3.2.3 Lesnický význam a rozšíření

Lýkožrout lesklý působí škody zejména v mladších porostech, zejména tyčkovinách a tyčovinách, v posledních dvou desetiletích působí škody také v porostech starších, zejména v oblastech s výrazným imisním poškozením a v okolí větších aglomerací nebo průmyslových komplexů. Jedná se o škůdce sekundárního a fyziologického. Přednostně obsazuje materiál, který je čerstvě odumřelý, popřípadě odumírající. Pokud dojde k jeho přemnožení napadá i stromy zdravé, jeho požerky přerušují vodivá pletiva stromů, což způsobuje odumírání částí stromu jako jsou větve, vršky nebo odumření celých stromů. Ve starších porostech brouci obsazují vrcholové partie stromů, kde je slabá kůra. Při přemnožení brouci napadají i spodní partie. Pokud se objeví v mlazinách napadají brouci celé stromky.

Nejčastěji osidluje smrk ztepilý, ale u nás ho můžeme najít i na smrku pichlavém, napadá i ostatní jehličnaté dřeviny jako je modřín opadavý, borovice lesní nebo další druhy borovic (vejmutovka, blatka, kleč, borovice černá) (Zahradník, 2007).

Je široce rozšířen téměř po celé Evropě, na Kavkazu, na Sibiři až po asijské státy jako jsou například Korea nebo Japonsko. V našich podmínkách se nachází ve smrkových a borových porostech, bez ohledu na nadmořskou výšku (Zahradník, 2007).

## 3.3 Lýkožrout menší – *Ips amitinus*

### 3.3.1 Popis

Jedná se o druh, jehož velikost se pohybuje od 3,5 – 4,5 mm. Brouk je tmavě hnědý až černý, dlouze válcovitý. Je nejmenší ze skupiny druhů lýkožroutů, který má čtyři zuby na zadní části krovek. Nápadný je kvůli dozadu zúženým krovkám.

Krovky kryjí zadeček a ze stran jsou v řádcích pravidelně tečkované. Na lesklé a silně tečkované zádi má čtyři zuby. Třetí zub shora je ten největší. Druhý a třetí zub je zřetelně oddělen. Hlava je krytá štítem, který je po stranách neobroubený (Lubojacký, 2012). Čelo je hustě

zrnité a hrbolkované, u samců je s lesklými hrbolky uprostřed na předním okraji. U samic tento lesklý hrbolek chybí. Na krovkách jsou řádky teček zřetelné a hluboké, mezirýží jsou lesklá, zřetelná a řidce tečkovaná. Hustší tečkovaní nacházíme kolem prohlubně krovek, která je lesklá. Zadní část krovek je vyhloubená a je lehce vlnovitě prohnutá (Pffefer, 1955).

Vajíčka jsou oválná, lesklá, bílá a obvykle 0,6 x 0,9 mm velká. Larvy jsou beznohé a rohlíčkovitě zahnuté, bělavé s ortogonální hlavou, která je silně sklerotizovaná a hnědě zbarvená, bez očí, s krátkými ale silnými kusadly. Larva, která se čerstvě vylíhne měří zhruba 1 mm, v třetím, a tudíž posledním instaru měří 4–6 mm. Kukla je bělavá a má dobře naznačené části těla dospělé, je dlouhá 4–5 mm (Lubojacký, 2012).

### **3.3.2 Vývojový cyklus**

V našich podmínkách má lýkožrout menší v nižších polohách dvě generace do roka, ve vyšších polohách pohybující se okolo 700 m.n.m má zpravidla jednu generaci. Zakládá též sesterské pokolení. První nálet bývá pozorován v polovině května. Během sesterského rojení dochází k přerojení samic na stejný nebo jiný strom (Lubojacký, 2012).

Jako první nalétají na stromy samci. Během hlodání snubních komůrek začínají brouci produkovat agregační feromon, který způsobuje hromadný nálet obou pohlaví. Samci hlodají snubní komůrku 2–4 dny, poté přilétají samice. Na jednoho samce připadá 3–5 samic. Po spáření hlodá každá svou matečnou chodbu a do zářezů po stranách poté klade vajíčka. Samice naklade 40–70 vajíček, průměr se pohybuje okolo 60 vajíček. Hlodání matečné chodby a kladení vajíček trvá 7–10 dní. Larvy se z vajíček líhnou po 6–18 dnech. Vývoj larev může v příznivých podmínkách trvat 7 dní, pokud jsou podmínky nepříznivé vývoj může trvat až 50 dní. Larvy prochází třemi instary. Období kukly trvá 10 dní. Čerstvě vylíhlí brouci jsou nejdříve bílí a postupem času žloutnou, později tmavnou a pohlavně dospívají. Při dospívání provozují zralostní žír, a to buď v místě vylíhnutí nebo až po přeletu na jiné náhradní místo. Celkový vývoj, od zavrtání samců až po ukončení zralostního žíru trvá 6–10 týdnů. Larvy a kukly přezimují pod kůrou, brouci přezimují jak pod kůrou, tak v hrabance (Lubojacký, 2012).

### **3.3.3 Lesnický význam a rozšíření**

Místa jeho výskytu jsou zejména ve střední Evropě, a v severní části balkánského poloostrova, zjištěn byl ale také například v Belgii, Bosně a Hercegovině, Bulharsku, Chorvatsku, Estonsku, Finsku, Francii, Itálii, Litvě, Maďarsku, Polsku, Německu, Rakousku a v ostatních státech Evropy.

Ve střední Evropě je jeho výskyt uváděn v polohách dosahujících až 1000 m.n.m. V České republice je rozšířen zejména v pahorkatinách a v horách v areálu rozšíření smrku. Lýkožrout menší patří k významným fyziologickým škůdcům. Často preferuje smrky III. – V. věkové třídy. Osídluje spíše horní části oslabených a pokácených kmenů nebo napadá kmeny se slabší kůrou. Proto se nachází spíše v korunách starších smrků, tyčoviny nebo nastávající kmenoviny (Lubojacký, 2012).

### 3.4 Lýkožrout severský – *Ips duplicatus*

#### 3.4.1 Popis

Dospělec je válcovitého tvaru o rozměrech 2,8 – 4,5 mm. Brouk je černohnědý až černý, lesklý. Při pohledu shora je přední okraj štítu a zadní část krovek zaoblená. Tykadlové paličky mají švy, které jsou zprohýbané. Krovky jsou válcovité, v zadní části krovek se nachází prohloubenina, která je lesklá a po okrajích nese 4 páry zubů, první pár je od ostatních vzdálenější. Samci mají horní dva zuby malé, největší mají zubů je třetí, před vrcholem rozšířený, čtvrtý zub je opět malý. Samice nemají zoubky třetího páru rozšířené. Po celém těle mají dospělci dlouhé, ale řídké ochlupení (Knížek & Holuša, 2007).

Vajíčka jsou oválného tvaru, přibližně 0,7 mm dlouhá. Vyznačují se bílou lesklou barvou.

Larvy jsou oválného tvaru, rohlíčkovitě zahnuté. Jsou bělavé barvy, pouze hlava, která je silně chitinizovaná a hnědá. Larva má tři instary, ve třetím instaru dorůstají larvy 4,5 – 5,5 mm.

Kukla je bělavá, zhruba 5 mm velká a jsou na ní vidět již všechny vnější orgány, které můžeme pozorovat u dospělých jedinců. Na zadečku jsou pak dva viditelné trny (Knížek & Holuša, 2007).

#### 3.4.2 Vývojový cyklus

V podmínkách střední Evropy má lýkožrout severský jednu až tři generace do roka. Jarní rojení probíhá začátkem května, popřípadě na přelomu dubna a května. Letní rojení probíhá v první polovině července. Pokud jsou příznivé podmínky můžeme pozorovat i třetí rojení, při kterém vylétuje jen část čerstvě vyvinutých jedinců, to probíhá v druhé polovině srpna (Knížek & Holuša, 2007). Jako první nalétávají na kmeny samci. Ti začnou produkovat po 1-2 dnech agregační feromon který láká další samce a následně i samice. Na jednoho samce připadají 1-3

samice. Samice zakládají i sesterské pokolení na stejném nebo jiném stromu, po regeneračním žíru bez dalšího páření, pokračují v kladení. Samice naklade během svého života kolem 60 vajíček. Kladení vajíček trvá zhruba jeden týden. Zhruba po 1-2 týdnech se z vajíček líhnou larvy, jejichž vývoj trvá 2-4 týdny někdy, i déle. Období kukly trvá přibližně 7-10 dnů. Čerstvě vylíhnutí brouci provádějí zralostní žír, a to nejčastěji na místě svého vylíhnutí, v případě nepříznivých podmínek v náhradním místě. Toto období trvá přibližně 2 týdny. Celkový vývoj trvá nejčastěji 6-8 týdnů (Zahradník, 2014).

### **3.4.3 Lesnický význam a rozšíření**

Místa jeho původního výskytu jsou severské tajgy v oblasti Švédska až po Sachalin. Znám je též ze severního Polska a ojediněle z alpské oblasti. U nás byly nálezy o tomto škůdci z konce 60. let minulého století, kdy se objevil v oblasti Slezska a severní Moravy. První velké přemnožení bylo v 90. letech minulého století. Od této doby se rozšířil po celé republice (Zahradník, 2014).

V současné době se jedná o jednoho z nejvýznamnějších škůdců, zejména na Moravě a Slezsku. Vyskytuje se například v porostech oslabených suchem. Často doprovází lýkožrouta smrkového, ale může napadat stromy i samostatně. Napadá zdravé stromy, což je způsobeno tím, že proti němu nejsou účinné metody obrany. Tento škůdce napadá vrcholovou část starších stromů, u mladších a slabších smrků napadá celý kmen (Knížek & Holuša, 2007).

## 4 Monitoring

### 4.1 Monitoring (kontrola)

#### *Ips typographus*

Lýkožrout smrkový se v základním stavu kontroluje především pochůzkami. Při zvýšeném stavu se kontrola výskytu u lýkožrouta smrkového provádí pomocí feromonových lapačů a lapáků, tato kontrola je ve všech smrkových porostech starších 60 let a se zastoupením smrku minimálně 20 %. Kontrolní opatření se instalují na nejvíce ohrožená místa jako jsou osluněné porostní stěny, starší místa žíru apod., kontrolní opatření se instalují v minimálním počtu 1 kontrolní zařízení na 5 ha. Tyto kontrolní opatření do jisté míry plní i funkci obranných opatření. Pokud populace dosáhne kalamitního stavu, jedná se už o obranná opatření a jejich počet se stanoví na základě zjištěného stavu (Zahradník & Geráková, 2010).

#### *Pityogenes chalcographus*

Kontrola se provádí ve všech smrkových, ale částečně i v borových porostech, ve stáří 40–60 let, podle potřeby i v porostech mladších nebo starších. V základním stavu se kontrola provádí stejně jako u lýkožrouta smrkového především pochůzkami, kdy vyhledáváme a evidujeme napadené kůrovcové stromy, pokud se jedná o porost mladší tak i kůrovcová ohniska. Lze také využít lapáky a feromonové lapače, které umístíme do předchozích ohnisek žíru nebo do ohrožených porostních stěn. Ve zvýšeném stavu se kontrola provádí pomocí feromonových lapačů, popřípadě lapáků. Kontrolní opatření se umísťují na nejohroženější místa (porostní stěny, starší ohniska žíru, paseky po polomech atd.) a to v počtu minimálně 1 kontrolní opatření na 5 ha. Pokud je populace v kalamitním stavu tak už je potřeba zaměřit se na obranu. Za slabý stupeň napadení se považuje na lapačích výskyt menší jak 1 závrť na 1 dm<sup>2</sup>, za střední stupeň se považuje napadení, kde nacházíme 1-2 závrty na 1 dm<sup>2</sup>, za silný stupeň se považují 2 a více závrťů na 1 dm<sup>2</sup>. Podle stupně napadení se stanovují počty obranných opatření (Zahradník, 2007)

#### *Ips duplicatus*

Kontrola se provádí ve smrkových porostech, které jsou starší 40 let, pokud je gradace vyšší tak se kontrola provádí i v porostech mladších, kde je zastoupení smrku minimálně 20 %.

Pro kontrolu jsou využívány feromonové lapače. V základním stavu se za slabý stupeň odchyty považuje odchyt 300 jedinců na 1 feromonový lapač. Za střední stupeň odchyty se považuje odchyt 300–1000 jedinců a za kalamitní stav se považuje odchyt více jak 1000 jedinců (Knížek & Holuša, 2007).

## 5 Metodika

Sběr dat probíhal od 1.5. do 15.11. v roce 2019, na lokalitě Kachní louže o nadmořské výšce 361 m.n.m., v okolí Kostelce nad Černými Lesy. Celkem bylo evidováno 101 kůrovcových stromů na nahodilých těžbách. Cílem bylo revidování jednotlivých druhů kůrovců na napadených stromech pomocí rozdělení stromů na čtyři sekce, na kterých byly zaznamenány celkové populační hustoty a stav požerků. Z kůrovcového kola, které bylo vykáceno, byly vybrány minimálně tři stromy, dva stromy z okraje kůrovcového kola, jeden strom byl vybrán přímo uprostřed. Stromy se rozdělily na čtyři sekce, přičemž první sekce se nacházela 1-2 m od paty kmene, druhá sekce se nacházela zhruba v polovině kmenové části, třetí sekce se nacházela na počátku koruny a čtvrtá sekce se nacházela ve středu koruny. Pro usnadnění práce, bylo nejvhodnější najít třetí sekci, s tou začít a poté si rozdělit kmenovou a korunovou část stromu na polovinu. Na jednotlivých sekcích byla změřena vzdálenost od paty stromu, tloušťka kmene v polovině sekce a tloušťka lýka. Sekce měla rozměr o délce 50 cm, snažili jsme se odkornit co největší prstenek a co nejvíce okolo kmene. Po odkornění se spočítal počet snubních komůrek a počet matečných chodeb kůrovce. Nejlepší bylo si nejprve spočítat snubní komůrky a vynásobit je dvěma, poté se spočítají třetí a čtvrté chodby. Do formuláře se zaznamenalo číslo stromu, délku stromu, číslo sekce, průměr (cm), šířku sekce, vzdálenost od paty (m), tloušťku lýka (mm), nedořez, napadení nedořezu, počet rodin, počet matečných chodeb, stadium, případně pokud objevíme jiný druh kůrovce.

Stadium – SK – Snubní komůrka

V – Vajíčka

L – Larvy

ZB – Žlutí brouci

U *Pityogenes chalcographus* se zaznamenával pouze počet rodin.

Pásek kůry, který nebylo možno odkornit neboli nedořez, byl změřen a odhadl se podle sousedních částí obsazení prstence a podle toho, zda bude mít stejnou denzitu tedy hustotu kůrovců (2), nemá žádnou (0), má menší (1).

Podle plochy a sekcí a počtu rodin, respektive počtu chodeb se dopočítal počet samců a samic na m<sup>2</sup>.

Počet brouků na m<sup>2</sup> se stanovil zprůměrováním první a druhé sekce, druhé a třetí sekce, třetí a čtvrté sekce, čtvrté sekce

Povrch sekci byl spočítán následovně:

- První sekce - 0 až vzdálenost druhé sekce od paty stromu
- Druhá sekce - vzdálenost od paty 3. sekce minus vzdálenost od paty 2. sekce
- Třetí sekce - vzdálenost od paty 4. sekce minus vzdálenost od paty 3. sekce
- Čtvrtá sekce - délka lapáku minus vzdálenost od paty 4. sekce

Počet brouků na sekci odpovídal povrchu sekce a průměrnému počtu brouků na m<sup>2</sup> v závislosti na počítané sekci.

GPS souřadnice stromů a porostů, ve kterém se nacházejí, se pohybovaly od 49,91274-49,94258N a 14,9055-14,9308E.

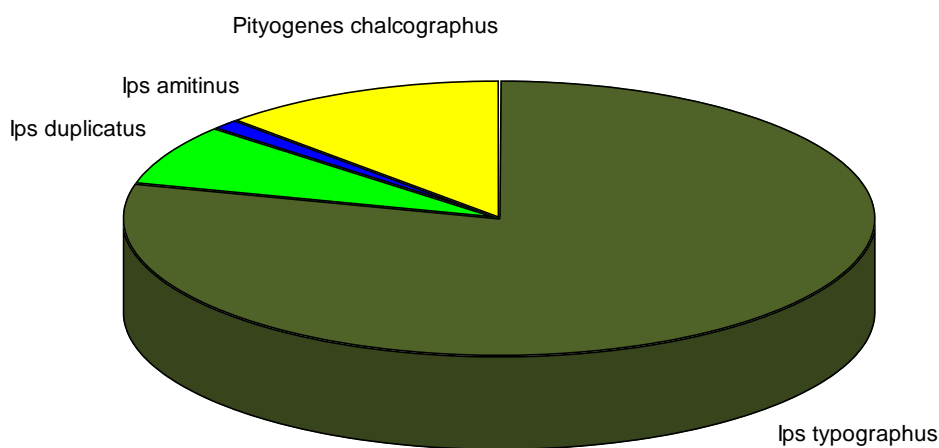
Výsledky byly statisticky zpracovány a graficky vyobrazeny (letová aktivita, srovnání odchytů, korelační diagramy) v programu TIBCO Statistica™ (TIBCO Software Inc.; USA). Srovnání druhového spektra a intenzity náletu na jednotlivé sekce napadených stromů bylo provedeno mnohonásobným porovnáním Kruskal-Wallisovým testem. Obdobně byly zjišťovány korelační koeficienty jednotlivých parametrů stromů a populačních hustot jednotlivých druhů lýkožroutů na smrku. Tabulky byly vytvářeny v programu Microsoft Excel.



## 6 Výsledky

Celkem bylo v roce 2019 revidováno 101 kůrovcových stromů na lokalitě Kachní louže v okolí Kostelce nad Černými Lesy. Výška analyzovaných stromů byla v průměru  $28,5 \pm 3,29$ , nejnižší strom měl 18 m a nejvyšší 38 m. Průměr kmene se průměrně pohyboval okolo  $36,7 \pm 7,2$  cm.

Na první sekci se průměr stromů pohyboval okolo  $36,7 \pm 7,1$  cm, na druhé sekci  $30,9 \pm 6,2$  cm, na třetí sekci  $24,7 \pm 4,9$  cm a na čtvrté sekci  $16,2 \pm 3,7$  cm. Tloušťka lýka na stromech se pohybovala mezi 0 a 10 mm a v průměru byla  $4,6 \pm 1,4$  mm.



**Obrázek 1:** Zastoupení jednotlivých druhů podčeledi Scolytinae na nahodilé těžbě na studijní lokalitě v roce 2019.

Byli zjištěni čtyři zástupci podčeledi Scolytinae: *Ips typographus*, *I. amitinus*, *I. duplicatus* a *Pityogenes chalcographus*. Celkově ze všech požerků zjištěných na nahodilé těžbě dominoval ze 79,01 % lýkožrout smrkový, dále 12,43 % lýkožrout lesklý, 7,30 % lýkožrout severský a 1,26 % lýkožrout menší (Obr. 1).

Na každého samce lýkožrouta smrkového připadaly v pozerku průměrně 1,74 samice, obdobně u lýkožrouta menšího byl poměr samců k samicím 1:1,48 a u lýkožrouta severského dokonce 1:2,04.

Na jeden kůrovcový strom nalétlo v průměru více než 10 000 jedinců *Ips typographus* (minimum se pohybuje okolo 510 a maximum se pohybuje okolo 36970); okolo 154 jedinců *Ips amitinus* (minimum se pohybuje okolo 0 a maximum se pohybuje okolo 9613); více než 1000 jedinců *Ips duplicatus* (minimum se pohybuje okolo 0 a maximum se pohybuje okolo 9374) a okolo 614,2 samců *Pityogenes chalcographus* (minimum se pohybuje okolo 0 a maximum se pohybuje okolo 6395) (Tab. 1).

Druh	průměrný počet/strom	SD	Min.	Max.
<i>I. typographus</i> ♂♂	3904,6	2275,9	185	13112
<i>I. typographus</i> ♀♀	6791,6	4114,6	325	23858
<i>I. typographus</i> celkem	10696,2	6317,2	510	36970
<i>I. amitinus</i> ♂♂	62,2	406,6	0	3773
<i>I. amitinus</i> ♀♀	92,1	610,5	0	5840
<i>I. amitinus</i> celkem	154,3	1015,3	0	9613
<i>P. chalcographus</i> ♂♂	614,2	1256,1	0	6395
<i>I. duplicatus</i> ♂♂	360,8	742,4	0	3619
<i>I. duplicatus</i> ♀♀	737,8	1531,5	0	9374
<i>I. duplicatus</i> celkem	1098,6	2236,1	0	12993

**Tabulka 1:** Přepočtené hodnoty odchyty jednotlivých druhů na kůrovcových stromech.

Populační hustota jednotlivých druhů na čtyřech stromových sekcích

Na první sekci se celková populační hustota *Ips typographus* Fpohybovala okolo 486,7 (samci 179,0; samice 307,7). Jedná se o nejvíce zastoupený druh kůrovce na všech sekcích. U *Ips amitinus* se hodnoty pohybovaly okolo 0 (samci 0, samice 0), z čehož je zřejmé, že se na první sekci tento druh nevyskytoval vůbec. *Pityogenes chalcographus* byl na první sekci zastoupen hodnotami, které se pohybovaly, okolo 9,4. U tohoto druhu se nerozlišují samci a samice. V poslední řadě se zde vyskytoval ještě *Ips duplicatus*, jehož hustota populace dosahovala okolo 22,1 (samci 7,8; samice 14,3) (Tab.2).

V druhé sekci se celková populační hustota *Ips typographus* pohybovala okolo 493,5 (samci 179,9; samice 313,6). Jedná se o nejvíce zastoupený druh kůrovce stejně jako v první

sekcí. U *Ips amitinus* se hodnoty pohybovaly okolo 4,5 (samci 1,2; samice 3,3), v této sekci se populační hustota tohoto druhu zvýšila. *Pityogenes chalcographus* byl v druhé sekci zastoupen hodnotami, které se pohybovaly, okolo 35,2. V poslední řadě se zde vyskytoval ještě *Ips duplicatus*, jehož hustota populace dosahovala okolo okolo 33,4 (samci 11,2; samice 22,2) (Tab.2).

Ve třetí sekci se celková populační hustota *Ips typographus* okolo 403,1 (samci 144,8; samice 258,3). U *Ips amitinus* se hodnoty pohybovaly okolo 23,6 (samci 10,7; samice 12,9), u tohoto druhu je vidět nárůst populace na sekcích blížících se ke koruně, protože napadá primárně horní části stromů. *Pityogenes chalcographus* byl na první sekci zastoupen hodnotami, které se pohybovaly, okolo 82,9. Stejně tak jako u *Ips amitinus* se populační hustota zvýšila, což je způsobeno tím, že se tento druh taky vyskytuje spíše v horních částech stromů. V poslední řadě se zde vyskytoval ještě *Ips duplicatus*, jehož hustota populace dosahovala okolo 153,9 (samci 49,1; samice 104,8) (Tab.2).

Na čtvrté sekci se celková populační hustota *Ips typographus* okolo 167,7 (samci 61,3; samice 106,4). U *Ips amitinus* se hodnoty pohybovaly okolo 14,9 (samci 5,3; samice 9,6). *Pityogenes chalcographus* byl ve čtvrté sekci zastoupen hodnotami, které se pohybovaly, okolo 57,2. V poslední řadě se zde vyskytoval ještě *Ips duplicatus*, jehož hustota populace dosahovala okolo 132,8 (samci 42,9; samice 89,9) (Tab.2).

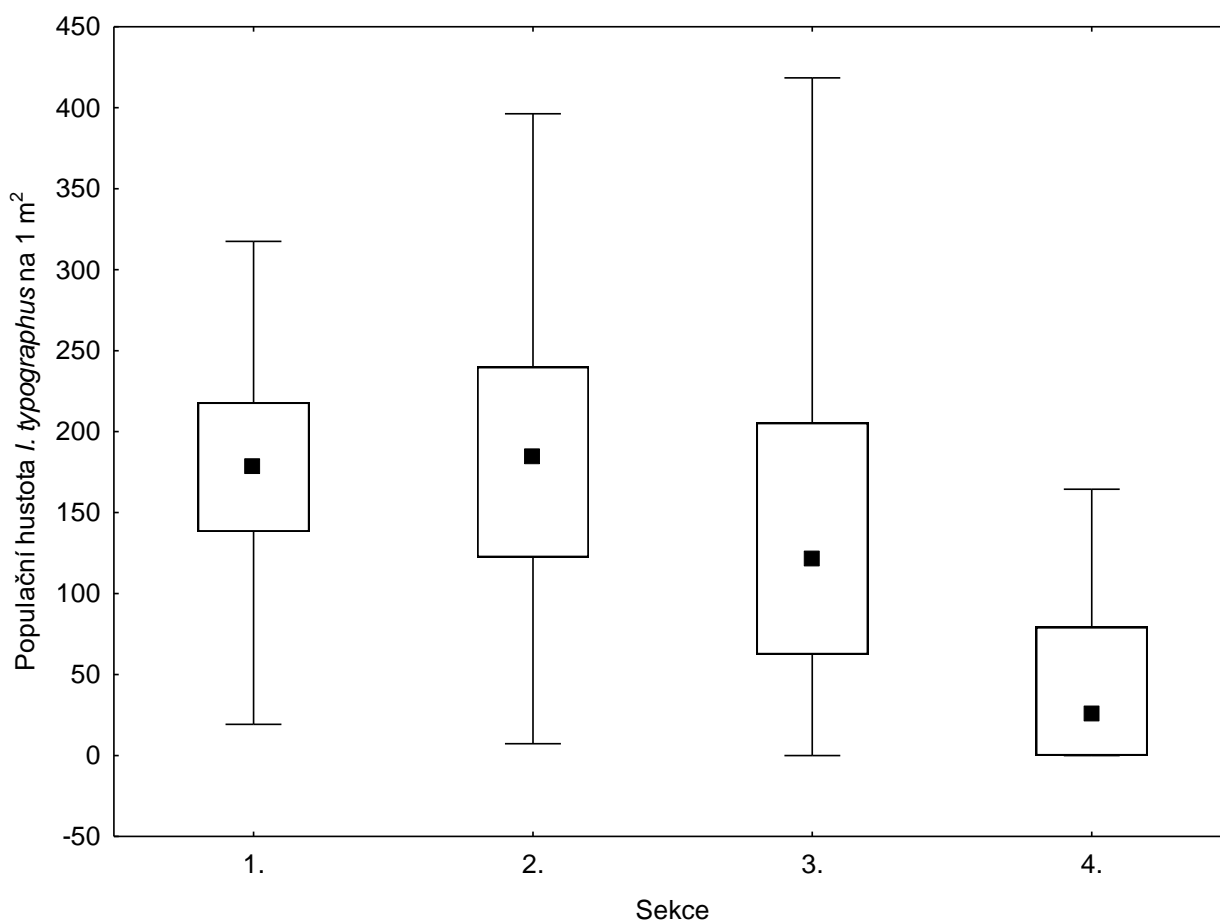
Druh	1. sekce	2. sekce	3. sekce	4. sekce
<i>I. typographus</i> ♂♂	179,0 ± 90,0	179,9 ± 85,8	144,8 ± 150,9	61,3 ± 129,4
<i>I. typographus</i> ♀♀	307,7 ± 172,6	313,6 ± 154,7	258,3 ± 260,9	106,4 ± 218,4
<i>I. amitinus</i> ♂♂	0 ± 0	1,2 ± 8,4	10,7 ± 67,3	5,3 ± 37,0
<i>I. amitinus</i> ♀♀	0 ± 0	3,3 ± 24,1	12,9 ± 80,4	9,6 ± 61,1
<i>P. chalcographus</i> ♂♂	9,4 ± 35,9	35,2 ± 98,1	82,9 ± 181,5	57,2 ± 120,8
<i>I. duplicatus</i> ♂♂	7,8 ± 35,3	11,2 ± 37,7	49,1 ± 97,3	42,9 ± 92,1
<i>I. duplicatus</i> ♀♀	14,3 ± 72,3	22,2 ± 80,3	104,8 ± 206,0	89,9 ± 192,9

**Tabulka 2:** Populační hustoty jednotlivých druhů na 1 m<sup>2</sup> podle jednotlivých sekcí kůrovcového stromu.

*Ips typographus* nalétával a zakládal požerky signifikantně více na prvních dvou sekcích stromů, podkorunovou a korunovou sekci obsazoval méně (Tab. 3, Obr. 2).

Kruskal-Wallisův test-porovnání populačních hustot samců <i>I. typographus</i> na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů				
Hustota samců IT	1. R:253,27	2. R:257,70	3. R:199,49	4. R:99,540
1.		1	<b>0,006376</b>	0
2.	1		<b>0,002373</b>	0
3.	<b>0,006376</b>	<b>0,002373</b>		0
4.	0	0	0	

**Tabulka 3:** Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) populačních hustot samců *Ips typographus* na 1 m<sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů.



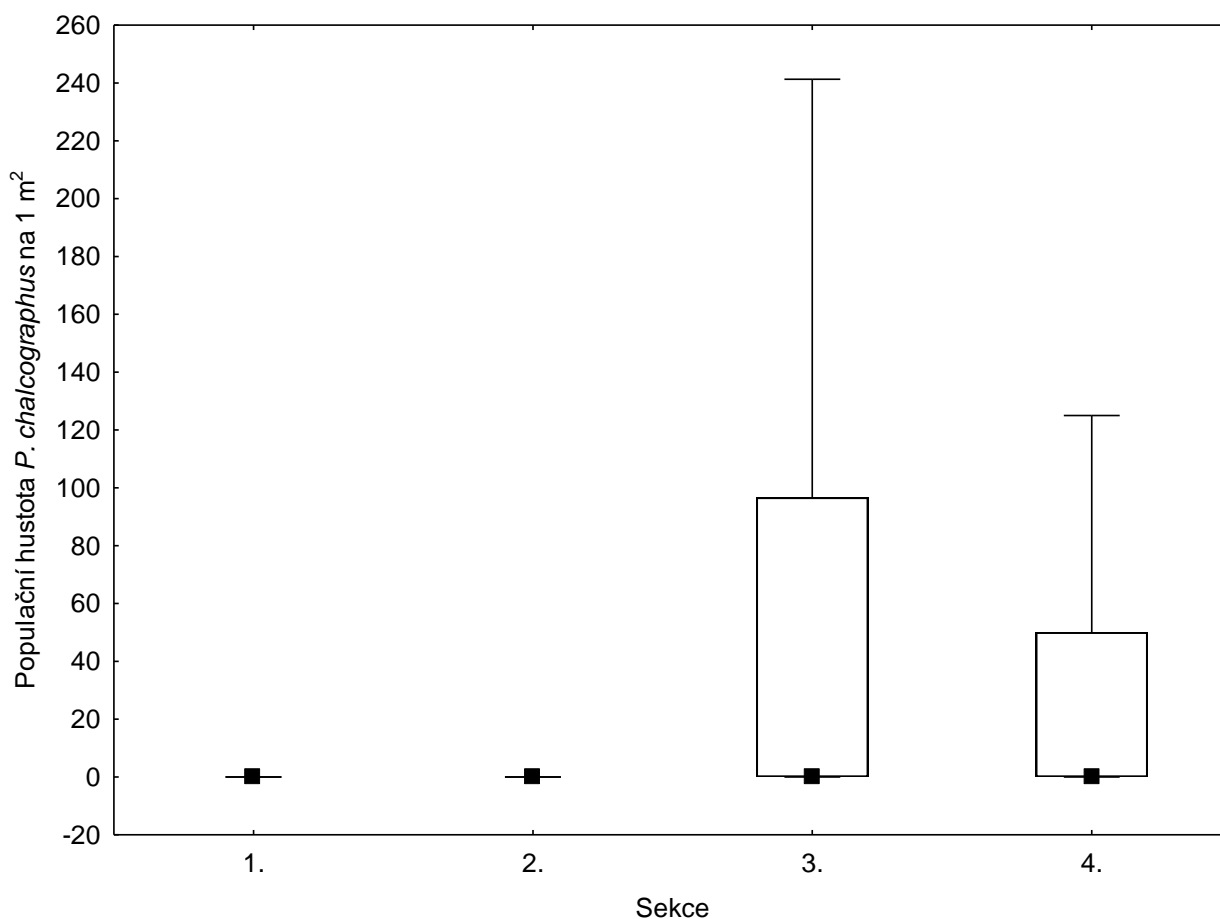
**Obrázek 2:** Srovnání populačních hustot samců lýkožrouta smrkového na 1 m<sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. Čtverečky a kolečka zobrazují medián ± 25-75% kvartil, svorka ukazuje rozsah neodlehých hodnot

*Ips amitinus* nevykazoval preferenci při obsazování (v počtu závrtů ani matečných chodů na 1 m<sup>2</sup>) jednotlivých sekcí a nebyly mezi nimi zjištěny signifikantní rozdíly (závrty: Shapiro-Wilkův test;  $W = 0,09$ ;  $p < 0,0001$ ; Kruskal Wallisův test;  $H(3;404) = 5,52$ ;  $p > 0,05$ ; matečné chodby: Shapiro-Wilkův test;  $W = 0,10$ ;  $p < 0,0001$ ; Kruskal Wallisův test;  $H(3;404) = 5,50$ ;  $p > 0,05$ ).

*Pityogenes chalcographus* obsazoval přednostně třetí a čtvrtou sekci, na kterých zakládal požerky statisticky průkazně častěji a ve větších hustotách než na první sekci (Tab. 4, Obr. 3).

Kruskal-Wallisův test - porovnání populačních hustot samců <i>Pityogenes chalcographus</i> na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů				
Hustota samců PCH	1. R:166,49	2. R:194,50	3. R:229,25	4. R:219,76
1.		0,529583	<b>0,000802</b>	<b>0,007128</b>
2.	0,529583		0,206596	0,745587
3.	<b>0,000802</b>	0,206596		1
4.	<b>0,007128</b>	0,745587	1	

**Tabulka 4:** Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) populačních hustot samců *P. chalcographus* na 1 m<sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů.

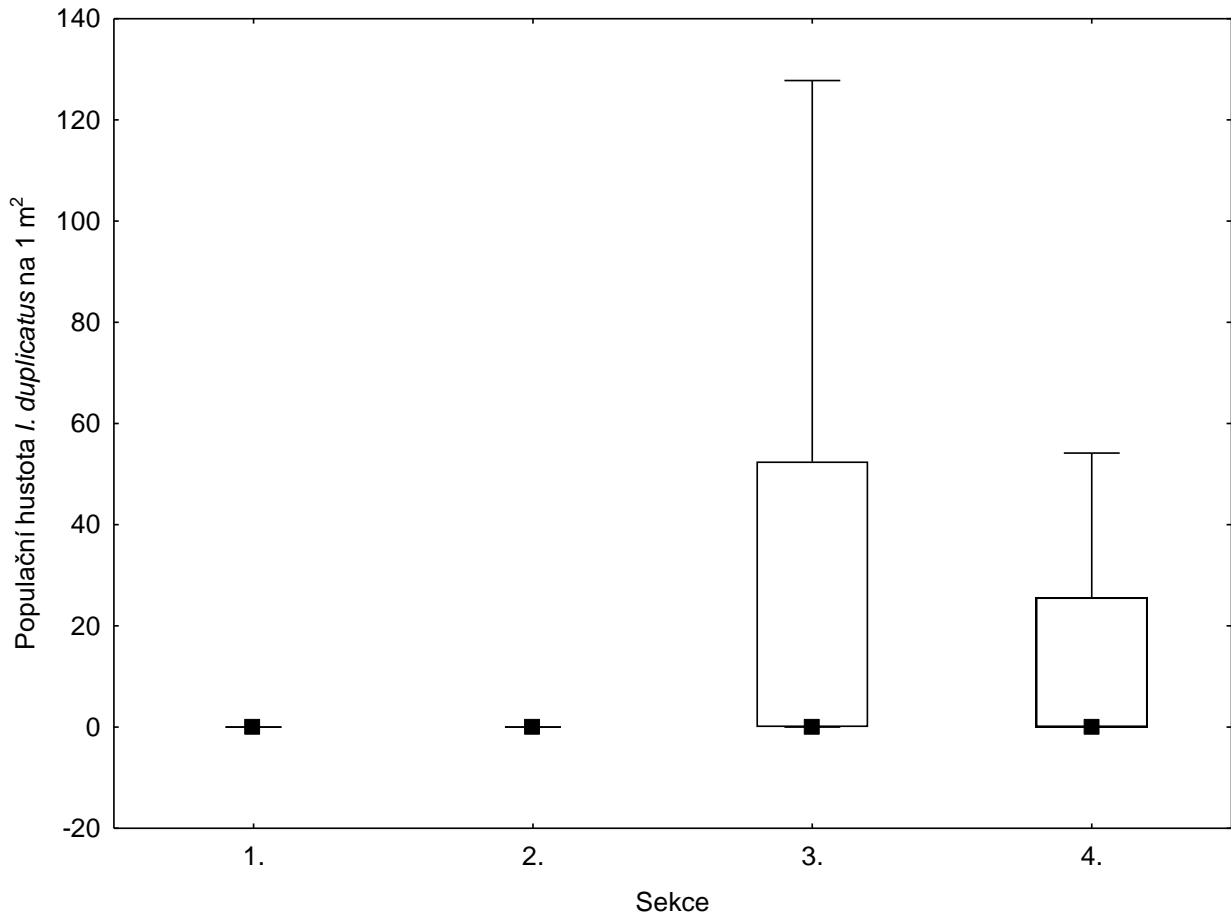


**Obrázek 3:** Srovnání populačních hustot samců lýkožrouta lesklého na 1 m<sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. Čtverečky a kolečka zobrazují medián ± 25-75% kvartil, svorka ukazuje rozsah neodlehých hodnot.

Obdobně jako u lýkožrouta lesklého také *I. duplicatus* byl zjištěn v signifikantně vyšších populačních hustotách na horních dvou sekcích stromů, které byly obsazovány častěji než první sekce na patě kmene (Tab. 5, Obr. 4).

Kruskal-Wallisův test-porovnání populačních hustot samců <i>Ips duplicatus</i> na 1 m <sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů				
Hustota samců ID	1. R:175,68	2. R:188,23	3. R:225,50	4. R:220,58
1.		1	<b>0,014588</b>	<b>0,037703</b>
2.	1		0,139969	0,293823
3.	<b>0,014588</b>	0,139969		1
4.	<b>0,037703</b>	0,293823	1	

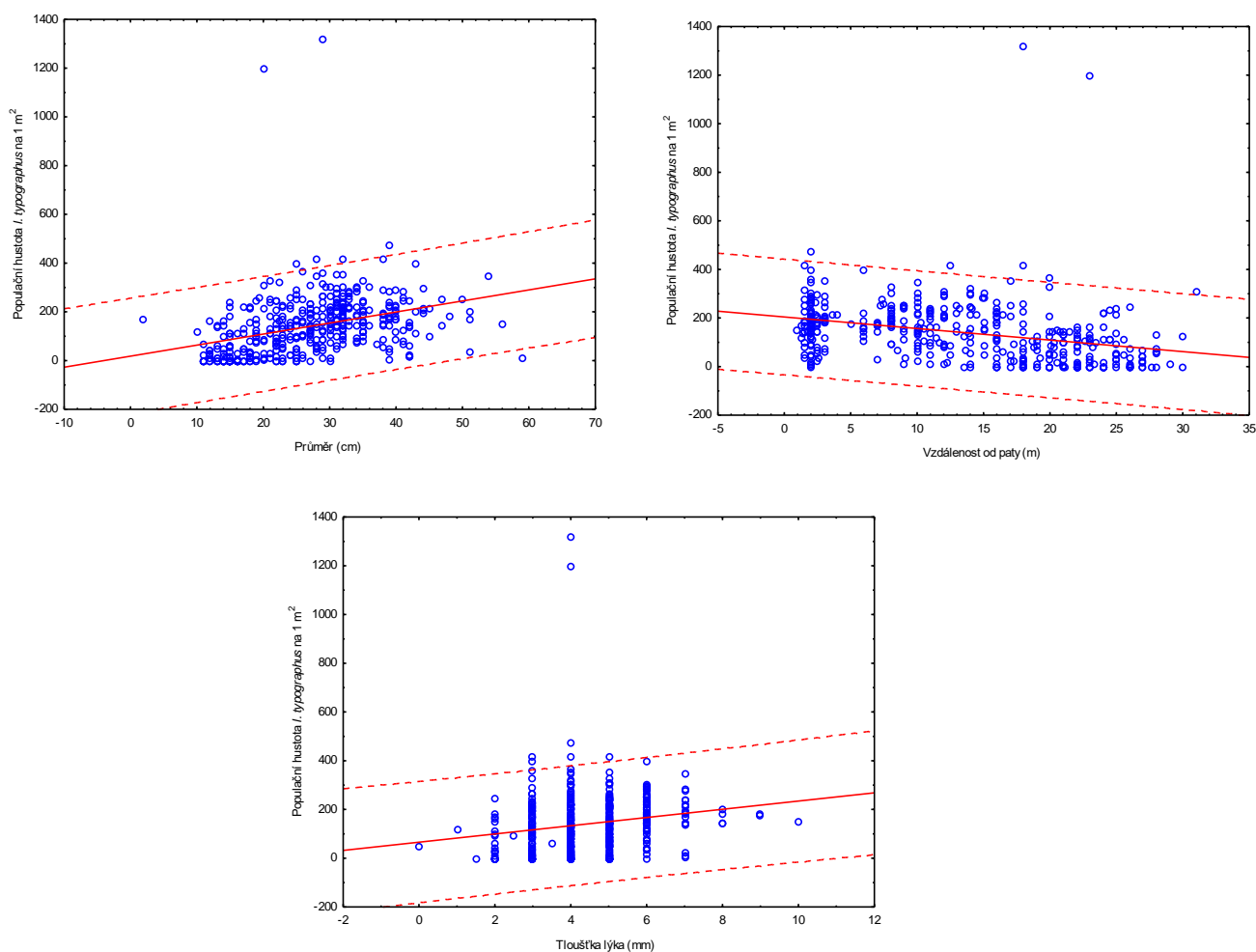
**Tabulka 5:** Mnohonásobné porovnání (Kruskal-Wallisův test) populačních hustot samců *I. duplicatus* na 1 m<sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů.



**Obrázek 4:** Srovnání populačních hustot samců lýkožrouta severského na 1 m<sup>2</sup> na jednotlivých sekcích analyzovaných stromů. Čtverečky a kolečka zobrazují medián ± 25-75% kvartil, svorka ukazuje rozsah neodlehých hodnot.

Populační hustota lýkožrouta smrkového nebyla ovlivněna výškou stromu, ale vyšší populační hustoty byly zaznamenány na částech stromu s větším průměrem ( $y = 18,3856 + 4,5336 \cdot x$ ;  $r = 0,34$ ;  $p < 0,0001$ ), blíže patě kmene ( $y = 204,347 - 4,7549 \cdot x$ ;  $r = -0,31$ ;  $p < 0,0001$ ) a větší tloušťkou lýka ( $y = 65,9776 + 16,8825 \cdot x$ ;  $r = 0,18$ ;  $p < 0,001$ ) (Obr. 5).

Výška stromu, stejně jako jeho průměr, vzdálenost od paty nebo tloušťka lýka neovlivňovaly výskyt a populační hustotu lýkožrouta menšího.

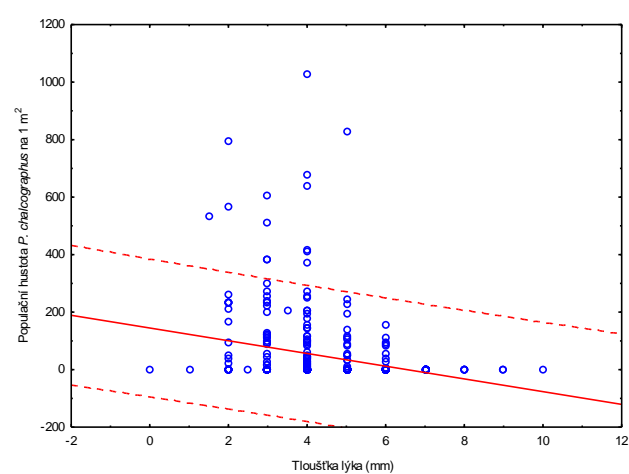
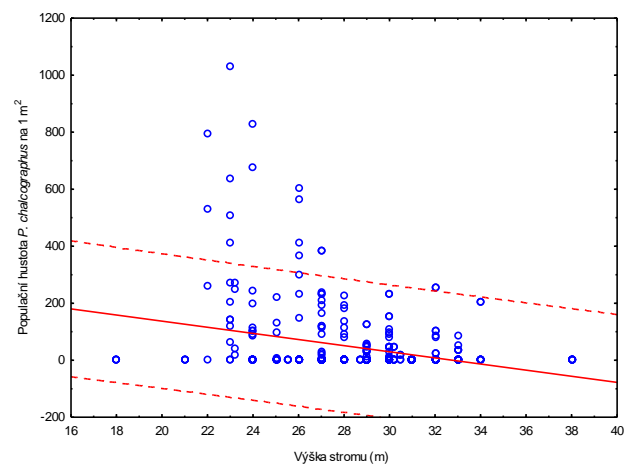
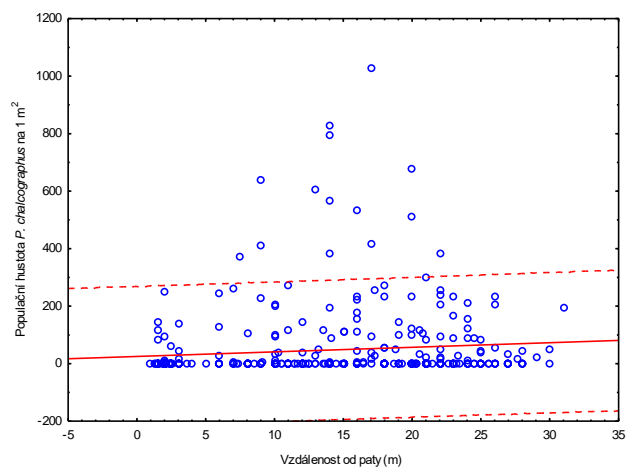
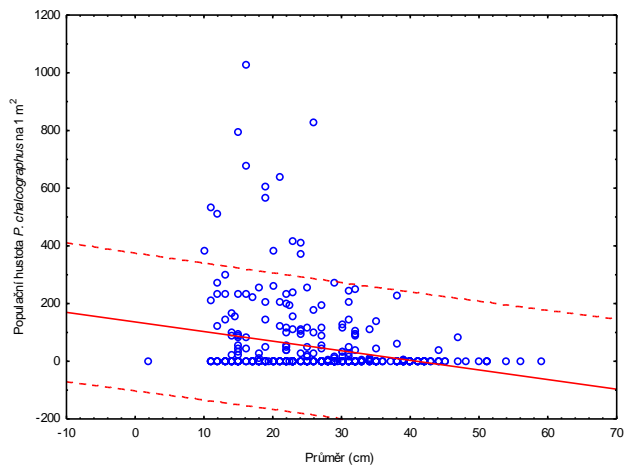


**Obrázek 5:** Korelační diagramy vzájemného vztahu populačních hustot lýkožrouta smrkového a průměru kmene (vlevo nahoře), vzdálenosti od paty (vpravo nahoře) a tloušťky lýka (dole).

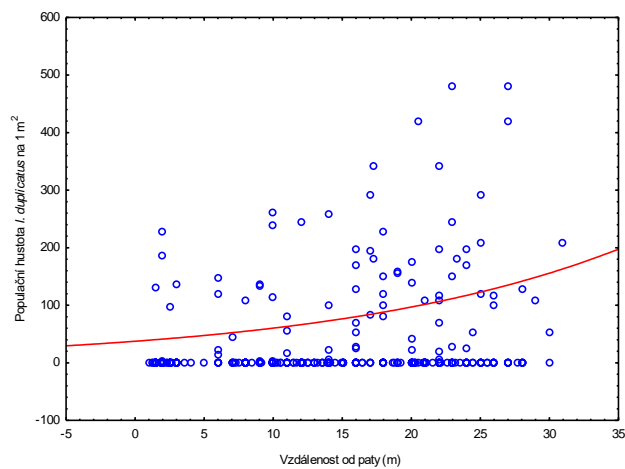
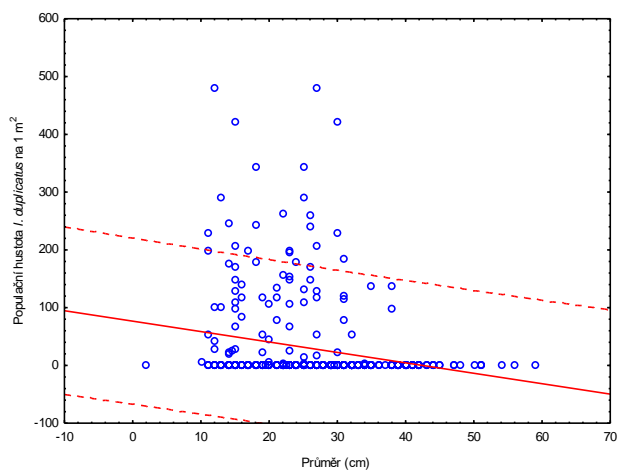
Obsazení smrku lýkožroutem lesklým bylo negativně ovlivněno výškou stromu ( $y = 352,1086 - 10,7392 \cdot x$ ;  $r = -0,29$ ;  $p < 0,00001$ ), stoupajícím průměrem ( $y = 136,2875 - 3,325 \cdot x$ ;  $r = -0,25$ ;  $p < 0,00001$ ), stoupající tloušťkou lýka ( $y = 144,968 - 22,1562 \cdot x$ ;  $r = -0,25$ ;  $p < 0,00001$ ) a naopak populační hustota se zvyšovala s rostoucí vzdáleností od paty kmene ( $y = 25,0009 + 1,5955 \cdot x$ ;  $r = 0,11$ ;  $p < 0,05$ ) (Obr. 6).

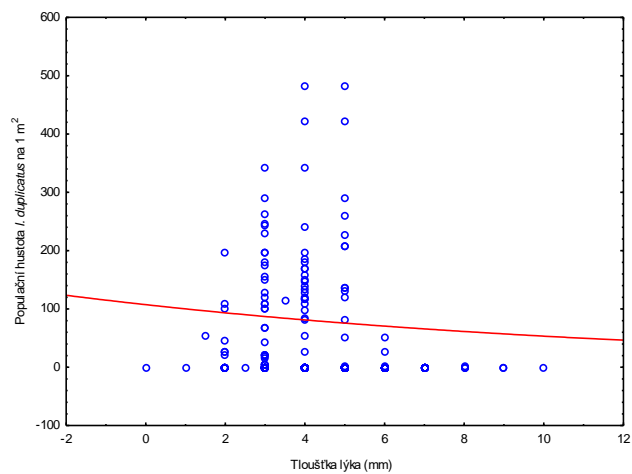
Intenzita náletu lýkožroutem severským neměla souvislost s výškou stromu, ale byla ovlivněna dalšími faktory. Se stoupajícím průměrem ( $y = 76,6558 - 1,8044 \cdot x$ ;  $r = -0,23$ ;  $p < 0,00001$ ) a tloušťkou lýka ( $y = 68,472 - 9,1321 \cdot x$ ;  $r = -0,17$ ;  $p < 0,001$ ) klesaly populační hustoty tohoto druhu. Na druhou stranu s rostoucí vzdáleností od paty kmene populační hustoty *I. duplicatus* rostly ( $y = 1,6773 + 1,9651 \cdot x$ ;  $r = 0,22$ ;  $p < 0,0001$ ) (Obr. 7).





**Obrázek 6:** Korelační diagramy vzájemného vztahu populačních hustot lýkožrouta lesklého a průměru kmene (vlevo nahoře), vzdálenosti od paty (vpravo nahoře), výšky stromu (vlevo dole) a tloušťky lýka (vpravo dole)





**Obrázek 7:** Korelační diagramy vzájemného vztahu populačních hustot lýkožrouta severského a průměru kmene (vlevo nahoře), vzdálenosti od paty (vpravo nahoře) a tloušťky lýka (dole).

## 7 Diskuze

Z mnou získaných dat se na odchyťových stromech nejčastěji vyskytoval lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*), lýkožrout severský (*Ips duplicatus*), lýkožrout menší (*Ips amitinus*). Kula (2014) uvádí, že na stojících stromech, které byly usmrčeny podkorními škůdci v oblasti mimo gradaci *Ips typographus* je rozhodující část obsazena *P. chalcographus* (32 %). V gradačním území byly stojící stromy obsazeny v rozsahu blízcím se maximální kapacitě stromu – *P. chalcographus* (46 %), *I. typographus* (51 %) a *I. amitinus* (23 %), v porovnání s mými výsledky je procentuální zastoupení odlišné. V mé práci byly počty *I. typographus* (79,01 %) *Pityogenes chalcographus* (12,43 %), a *Ips amitinus* (1,26 %), dalším druhem, který byl zjištěn v mojí bakalářské práci je *Ips duplicatus* (7,30 %), Kula (2014) tento druh neuvádí, což je možná způsobeno šířením *Ips duplicatus* až v posledních letech, dříve u nás byl prakticky nevýznamný. Má zjištění též souhlasí se závěry Holuši et al., (2017), kteří uvádějí, že kůrovci, kteří zabírali většinu 1 m dlouhých úseků na lapácích, byli zástupci druhu *Ips typographus*, který byl zaznamenán na více než polovině délky lapáků, následovaný *Pityogenes chalcographus* a *I. amitinus*.

Jedním z mnoha faktorů ovlivňujícím šíření kůrovců je, že smrk představuje 52 % druhové skladby v České republice a vyskytuje se převážně v monokulturách a převažují zráníteľné věkové třídy (Podrázský et al., 2014). Za další faktor může být považována samotná morfologie kůrovců, Platonoff (1940) a Nilssen (1978) uvádějí že, jedinci druhu *Ips typographus* byli nalezeni 19-55 km daleko od smrkových lesů. I když většina jedinců tak daleko nemigruje. Například *Ips typographus* se řadí k druhům schopným predisponovat si i potenciálně zdravý strom k úspěšnému náletu. Během tohoto procesu musí překonat přirozenou rezistenci smrku (Christiansen et al. 1987).

Avšak výsledky se zřejmě mohou lišit v závislosti na podmínkách podnebí, nadmořské výšce a geografické oblasti. Hlasný et al (2021) uvádějí, že kůrovcová ohniska zatím nezasáhla oblasti s vysokou nadmořskou výškou na severozápadě země s vysokým podílem smrku. Navíc se tyto oblasti se vyznačují chladnějším a vlhčím podnebím než většina ostatních okresů. Zejména dlouhodobý (1980–2010) průměrný roční úhrn srážek v okresech na severozápadě České republiky se pohyboval zhruba okolo 775 mm, zatímco ve zbytku země to bylo 670 mm. Stejně srovnání pro teplotu je 7,3 °C vs. 8,1 °C.

Že jedním z mnoha faktorů, které mají vliv na šíření a gradaci kůrovců je počasí potvrzují také Christiansen & Bakke (1988), ti uvádějí, že teplá a suchá léta mohou vyvolat

kůrovcovou kalamitu. Vyšší úmrtnost byla právě spojena s místy, kde panovalo větší sucho, k tomu to názoru se přiklání i Kula & Šotola (2017), kteří tvrdí, že vysoké počty nahodilých kůrovcových těžeb v roce 2014 byly právě způsobeny nadprůměrnými teplotními podmínkami hlavně v letních měsících.

Nálety kůrovců po větrných bouřích byly spíše doprovodný efekt, protože stromy ztratily svou obranyschopnost a staly se pro kůrovce snáze dosažitelnými. To se shoduje i v práci Marini a kol. (2017), který naznačil, že sucho a oteplování klimatu mohou povzbudit populační dynamiku i při absenci větrů. Nicméně někteří autoři (Lausch et al., 2013; Modlinger a Novotný, 2015) uvádějí, že většina předchozích ohnisek výskytu kůrovce ve střední Evropě byla vyvolána vichřicí a vyskytla se v geograficky izolovaných oblastech. Skuhravý (2002) uvádí, že negativní vliv na kvalitu porostů mají také imise a kyselé deště, které vedou ke chřadnutí lesů, jenž může vést až k jejich odumření.

Obsazení kmene popisuje Kula (2014) jako zákonitost, která má svá pravidla. Při obsazování kmene má vliv stáří stromu, kvalita kůry a tloušťka lýka. Podle hladiny monoterpenů a jejich intenzity se odděluje hlavní místo náletu mezi lýkožroutem smrkovým (především sekce, která se nachází pod korunu se živými větvemi) a lýkožroutem menším (střed koruny), přičemž lýkožrout lesklý může vstupovat do obou uvedených sekcí zástupců rodu *Ips*, ale častější intenzita je v korunové části jak na kmenu, tak na větvích. Zahradník (2014) uvádí, že *Ips typographus* nejvíce napadá spodní část kmene, lze ho však najít i v korunové části, pokud populace dosáhne kalamitního stavu, lze ho najít na všech sekcích. *Pityogenes chalcographus* napadá spíše horní část stromů. *Ips duplicatus*, napadá především vrcholovou část v koruně a starších porostech, pokud je v mladších porostech, tam může obsadit celý kmen. *Ips amitinus*, osidluje horní části kmenů, se slabší kůrou, vyskytuje se též na čerstvě pokácených stromech.

V porovnání s mojí prací byl největší výskyt na všech sekcích primárně zastoupen *Ips typographus*. *Ips typographus* nalétával a zakládal požerky nejvíce na prvních dvou sekcích stromů, podkorunovou a korunovou sekci obsazoval méně. *Pityogenes chalcographus* obsazoval přednostně třetí a čtvrtou sekci, na kterých zakládal požerky statisticky průkazně častěji a ve větších hustotách než na první sekci. Obsazení smrku lýkožroutem lesklým bylo negativně ovlivněno výškou stromu, která se pohybovala okolo 28,5 m, naopak populační hustota se zvyšovala s rostoucí vzdáleností od paty kmene. *Ips amitinus* nevykazoval preferenci při obsazování jednotlivých sekcí a nebyly mezi nimi zjištěny signifikantní rozdíly. *I. duplicatus* byl zjištěn v signifikantně ve vyšších populačních hustotách na horních dvou sekcích stromů, které

byly obsazovány častěji než první sekce na patě kmene. Tyto zjištění souhlasí se závěry Zahradník (2014)

## 8 Závěr

V mé práci byli zjištěni čtyři zástupci podčeledi Scolytinae: *Ips typographus*, *I. amitinus*, *I. duplicatus* a *Pityogenes chalcographus*. Celkově ze všech požerků zjištěných na nahodilé těžbě dominoval ze 79,01 % *Ips typographus*, dále 12,43 % *Pityogenes chalcographus*, 7,30 % *Ips duplicatus* a 1,26 % *Ips amitinus*.

Na první sekci je dominantní druh kůrovce *Ips typographus*, jehož populační hustota se pohybovala okolo 486,7 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Druhým nejvíce zastoupeným druhem kůrovce je *Ips duplicatus*, jehož hustota populace, která se pohybovala okolo 22,1 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. *Pityogenes chalcographus* byl v první sekci zastoupen populační hustotou pohybující se okolo 9,4 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. *Ips amitinus* se v první sekci nevyskytoval vůbec.

V druhé sekci se opět nejvíce vykytoval *Ips typographus*, s hustotou populace, která se pohybovala okolo 493,5 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Druhým nejvíce zastoupeným druhem kůrovce je *Pityogenes chalcographus*, jehož populace dosahovala okolo 35,2 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. *Ips duplicatus* byl ve druhé sekci zastoupen s populační hustotou pohybující se okolo 33,4 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. *Ips amitinus* se ve druhé sekci vyskytoval v minimálním zastoupení s populací dosahující 4,5 na 1 m<sup>2</sup>.

Ve třetí sekci populační hustota *Ips typographus* klesá, ale stále je nejvyšší, ze všech uvedených druhů kůrovců s počtem 403,1 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Naopak se zvedla hustota populace *Ips duplicatus*, která se pohybovala okolo 153,9 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Populační hustota se zvedla také u *Pityogenes chalcographus*, která se pohybovala okolo 82,9 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Nárůst populační hustoty byl zaznamenán i *Ips amitinus*, kdy se pohybovala okolo 23,6 jedinců na 1 m<sup>2</sup>.

Ve čtvrté sekci je znatelný pokles *Ips typographus*, ale stále je to nejvíce se vyskytující se druh s populací, která se pohybovala okolo 167,7 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Dalším hojně zastoupeným druhem je *Ips duplicatus*, populační hustota tohoto druhu se pohybovala okolo 132,8 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. *Pityogenes chalcographus* byl ve čtvrté sekci zastoupen hustotou populace pohybující se okolo 57,2 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Zastoupení u *Ips amitinus*, dosahovalo populační hustoty okolo 14,9 jedinců na 1 m<sup>2</sup>.

## 9 Seznam literatury a použitých zdrojů

BALTENSWEILER, W. 'Waldersterben': forest pests and air pollution. Z. Angew. Ent. 99 (1), 1985. 77–85

CAPECKI, Z. *Badania nad owadami kambio-i ksylofagicznymi rozwijajacymi się w górskich lasach świerkowych uszkodzonych przez wiatr i okiść.* Prace Inst. Bad. Leśn. n 563, 1978. 37–117.

FORST a kol. *Ochrana lesů*, 1970. Státní zemědělské nakladatelství Praha

GRODZKI, W. *Wybrane objawy stresu w świerczynach Sudetów Zachodnich w aspekcie oddziaływania czynników abiotycznych i skutków masowego pojawu wskaźnicy modrzewianeczki Zeiraphera griseana Hb. (Lepidoptera: Tortricidae).* Prace Inst. Bad. Leśn. ser. A nr 848, 1998. 127–155.

GRODZKI, W.; JAKUŠ, R.; SITKOVA, Z.; GAZDA, M. *Ocena zagrożenia oraz postępowanie ochronne w ekosystemach leśnych Tatr objętych gradacjami owadów kambiofagicznych.* In: Borowiec, W., Kotarba, A., Kownacki, A., Krzan, Z., Mirek, Z. (Eds.), *Współczesne przemiany środowiska przyrodniczego Tatr.* PTPNoZ–TPN, 2002. pp. 213–216

HLASNÝ, T.; Merganicova, K.; Zímová, S.; Modlinger, R. *Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications,* FEM. 490, 2021. 119075.

HOLUŠA, J.; HLÁSNY, T.; MODLINGER, R.; LUKÁŠOVÁ, K.; KULA, E. *Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased?* FEM. 404, 2017.165–173

CHRISTIANSEN, E.; HUSE, K.J. *Infestation ability of Ips typographus in Norway spruce, in relation to butt rot, tree vitality and increment.* Medd. NISK 35 (8), 1980. 473–482.

CHRISTIANSEN E.; WARING R.H.; BERRYMAN A.A. 1987: Resistance of Conifers to Bark Beetle Attack: Searching for General Relationships. FEM. 22, 1987. 89–106.

CHRISTIANSEN, E., 1989. Bark beetles and air pollution. Medd. NISK 42 (1), 101–107.

CHRISTIANSEN, E.; BAKKE, A. *Does drought really enhance Ips typographus epidemics? A Scandinavian perspective.* In: Gregoire, J.C., Liebhold, A.M., Stephen, F.M., Day, K.R., Salom, S.M. (Eds.), In: *Proceedings Integrating Cultural Tactics into the Management of Bark*

Beetle and Reforestation Pests. USA FS., General Technical Report NE-236, 1997. pp. 163–171.

KULA, E. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) kalamitní škůdce smrkových ekosystémů střední Evropy*, 2014. Brno.

KNÍŽEK, M.; HOLUŠA J. *Lýkožrout severský (Ips duplicatus L.) Lesnická práce*, 2007. Příloha 4: I – IV.

LAUSCH, A.; HEURICH, M.; FAHSE, L. *Spatio-temporal infestation patterns of Ips typographus (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany*. Ecol. Indicat. 31, 2013. 73–81

LINDELÖW, A.; SCHROEDER, L.M. *Attack dynamic of the spruce bark beetle (Ips typographus L.) within and outside unmanaged and managed spruce stands after a stormfelling*. In: Knížek, M. et al. (Eds.), *Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe*. Proceedings of the IUFRO WP 7.03.10 Workshop, Busteni, Romania, 2001. IUFRO–ICAS, Brasov, pp. 68–71.

LUBOJACKÝ J. *Lýkožrout menší Ips amitinus (Eichhoff, 1871)*. Lesnická práce, 2012. Příloha 10: I – IV.

MARINI, L.; ØKLAND, B.; JÖNSSON, A.M.; BENTZ, B.; CARROLL, A.; FORSTER, B.; GRÉGOIRE, J.; HURLING, R.; NAGELEISEN, L.M.; NETHERER, S.; RAVN, H.P.; WEED, A., SCHROEDER, M. *Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests*. Ecography 40, 2017. 1426–1435.

MODLINGER, R.; NOVOTNÝ, P. *Quantification of time delay between damages caused by windstorms and by Ips typographus*. Central Eur. For. J. 61, 2015. 221–231

NILSSEN, A.C. (1978) *Development of bark fauna in plantations of spruce (Picea abies (L.) Karst.) in North Norway*. Astarte, 11, 1978. 151–169.

PFEFFER, A. *FAUNA ČSR, svazek 6, – KŮROVCI – SCOLYTOIDEA*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1955.

PLATONOFF, S. *Beobachtungen uber windgetriebene Insekten im Petsamfjord an der finnischen Eismeerkuste*. Notulae Entomologicae, 20, 1940. 10–13.



- PODRÁZSKÝ, V.; ZAHRADNÍK, D.; REMEŠ, J. 2014. Potential consequences of tree species and age structure changes of forests in the Czech Republic-Review of forest inventory data. *Wood Res.* 59, 2014. 483–490.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; PENAS, A.; DÍAZ, T.E. *Bioclimatic Map of Europe, Bioclimates*. Cartographis Service, University of León, León, Spain, 2004.
- SEIDL, R.; SCHELHAAS, M.-J.; RAMMER, W.; VERKERK, P.J. *Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage*. *Nat. Clim. Chang.* 4, 2014. 806–810.
- SCHELHAAS, M.-J.; NABUURS, G.-J.; SCHUCK, A. *Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries*. *Glob. Chang. Biol.* 9, 2003.1620–1633.
- SCHLYTER F.; CEDERHOLM I. *Separation of the sexes of living spruce bark beetles, Ips typographus (L.), (Coleoptera: Scolytidae)* *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 92. 1981. 42–47.
- SKUHRAVÝ V. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. Agrospoj. Praha, 2002. 196 pp. ISBN 8070842385.
- SCHROEDER, L.M.; EIDMANN, H.H. 1993: *Attacks of bark-and woodboring coleoptera on snow-broken conifers over a two-year period*. *Scand. J. For. Res.* 8, 1993. 257–265.
- VINDSTAD, O.P.L.; JEPSEN, J.U.; EK, M.; PEPI, A.; IMS, R.A. *Can novel pest outbreaks drive ecosystem transitions in northern-boreal birch forest?* *J. Ecol.* 107, 2019. 1141–1153.
- WERMELINGER, B. *Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus-a review of recent research*, 2004. *Forest Ecology and Management* 202. 67–82.
- WESLIEN, J. *Effects of mass trapping on Ips typographus (L.) populations*, 1992. *J. Appl. Ent.* 114, 228–232.
- WUGGENIG, W. *Erste Erfahrungen mit Chalcopyx in Kornten*, 1988. *Österreichische Forstzeitung*, 99 (2), 22–23.
- ZAHRADNÍK, P.; KNÍŽEK, M. *Lýkožrout smrkový Ips typographus (L.)*. *Lesnická práce*, 2007. Příloha 4 : I – VIII.
- ZAHRADNÍK, P. *Lýkožrout lesklý Pityogenes chalcographus (L.)*. *Lesnická práce*, 2007. Příloha 4 : I – IV.

ZAHRADNÍK, P. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Lesnická práce, 2014. 376 s. ISBN 978-80-7458-057-4.