

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ochrany lesa a entomologie**



**Srovnání početnosti jarní a letní generace kůrovců
(Curculionidae: Scolytinae) na základě odchytů do
feromonových lapačů a na stromové lapáky**

Diplomová práce

**Autor diplomové práce: Bc. Lukáš Konderla
Vedoucí práce: Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.
Praha 2020**

**Czech University of Life Sciences Prague
Faculty of Forestry and Wood Sciences
Department of Forest Protection and Entomology**



**Comparison of the overwintering and offspring generations
abundance of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) based on
catches in pheromone traps and on trap trees**

Diploma thesis

**Author diploma thesis: Bc. Lukáš Konderla
Thesis supervisor: Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.
Prague 2020**

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lukáš Konderla

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Srovnání početnosti jarní a letní generace kůrovců (Curculionidae: Scolytinae) na základě odchyťů do feromonových lapačů a na stromové lapáky

Název anglicky

Comparison of the overwintering and offspring generations abundance of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) based on catches in pheromone traps and on trap trees

Cíle práce

- na základě odchyťů do feromonových lapačů a na stromové lapáky srovnat počet jedinců přezimující a dceřiné generace lýkožrouta smrkového
- srovnat druhové složení a populační hustoty kůrovců na první a druhé sérii lapáků
- vyhodnotit prostorovou distribuci zjištěných druhů kůrovců na stromových lapácích

Metodika

Na vybrané lokalitě bude instalováno 40 stromových lapáků první série a 20 lapáků druhé série. Na každé sérii bude provedena jedna revize po ukončení náletu kůrovců. Kontrola bude probíhat vždy na čtyřech půlmetrových sekcích lapáků (pata kmene, polovina kmene, začátek koruny a polovina koruny), na kterých budou zjišťovány jednotlivé druhy kůrovců a jejich populační hustoty (počty snubních komůrek a matečných chodeb na jednotku plochy). K jednotlivým skupinám lapáků bude vždy připraven také feromonový lapač na začátku sezóny. Odběry z lapačů budou prováděny pravidelně každý týden od poloviny dubna do konce srpna. Během sezóny budou průběžně počítáni všichni kůrovci v odchytech.

V programu Statistica 12 bude srovnán počet odchycených jedinců kůrovcovitých v jarní a letní generaci na lapácích a počet lýkožroutů smrkových ve feromonových lapačích. Vyhodnoceny budou rovněž prostorové preference jednotlivých druhů kůrovců na stromových lapácích.

Doporučený rozsah práce

50 stran včetně Příloh

Klíčová slova

Picea abies; *Ips typographus*; *Pityogenes chalcographus*;

Doporučené zdroje informací

- Annala E. 1969: Influence of the temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici*, 6: 161-207.
- 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.
- Botterweg P.F. 1982: Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat content. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 94: 466-489.
- Faccoli M., Buffo E. 2004: Seasonal variability of sex-ratio in *Ips typographus* (L.) pheromone traps in a multivoltine population in the Southern Alps. *Journal of Pest Science*, 77: 123-129.
- Faccoli M., Stergulc, F. 2004: *Ips typographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. *Journal of Applied Entomology*, 128: 307-311.
- Holuša J., Grodzki W., Lukašová K., Lubojacký J. 2013: Pheromone trapping of the double-spined bark beetle *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae): seasonal variation in abundance. *Folia Forestalia Polonica*, 55: 3-9.
- Holuša J., Lukášová K., Lubojacký J. 2013: Comparison of seasonal flight activity of spruce bark beetle (*Ips typographus*) with flight activity of northern bark beetle (*Ips duplicatus*) (Coleoptera: Curculionidae). *Scientia Agricultura Bohemica*, 43: 109-115.
- Schlyter F., Byers J.A., Löfqvist, J. 1987: Attraction to pheromone sources of different quantity, quality, and spacing: density-regulation mechanisms in bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 13: 1503-1524.
- 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.
- Zumr V. 1982: The data for the prognosis of spring swarming of main species of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) on the spruce (*Picea excelsa* L.). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 93: 305-320.
-

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, PhD.

Děkan

V Praze dne 15. 05. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Srovnání početnosti jarní a letní generace kůrovců (Curculionidae: Scolytinae) na základě odchytů do feromonových lapačů a na stromové lapáky vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karoliny Resnerové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce 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..... dne.....

Podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Karolině Resnerové za vedení mé diplomové práce, cenné rady a odborný dohled. Děkuji také Luboši Hovorkovi a Martinovi Horkému za odborné vedení při plnění praktické části diplomové práce.

Abstrakt

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) se v aktuální situaci stal hlavním biotickým škůdcem lesních ekosystémů ve střední Evropě. Lesní prostředí je pro udržení rovnováhy celého ekosystému nejdůležitější prvek a díky tomu je zapotřebí revidovat účinnost obranných metod v boji s tímto škůdcem. Diplomová práce srovnává účinnost feromonových lapačů a stromových lapáků. Metody boje proti lýkožroutovi byly nainstalovány na dvou výzkumných plochách v okrese Benešov s rozdílnou nadmořskou výškou a expozicí v revírech Blaník, spadajícímu pod Arcibiskupství pražské a Líšno pod Líšno a.s. Umístěno bylo 16 lapačů typu Theyson (Blaník 7, Líšno 9). Lapáky byly položeny v první sérii v počtu 38 kusů (Blaník 18, Líšno 20) a pro zachycení letního rojení ve druhé sérii 20 lapáků (Blaník 10, Líšno 10). Hodnocení a kontrola vývoje napadení proběhla v roce 2019 s terénním vyhodnocováním v týdenních intervalech.

Letová aktivita probíhala v běžných, termínech a byly detekovány standardní dvě generace I. smrkového. V rámci sledovaného období se do 16 lapačů celkem odchytilo 158 829 jedinců druhu *I. typographus* (Líšno 86 893 jedinců, Blaník 71 936 jedinců), průměrně na lapač necelých 10 tisíc jedinců. Do 58 lapáků se odchytilo v přepočtu na imága přibližně 613 tis., průměrně na lapák (I. a II. série včetně) celých 10 344 jedinců I. smrkového, konkrétně na lokalitě Líšno se do lapáků přibližně odchytilo 389 tis. jedinců I. smrkového, necelých 13 tis. imág na položený lapák. Na 1. sérii se zachytilo 320 803 a ve 2. rojení 68 tis., v této lokalitě průkazně napadal a vykonával svůj vývoj v prvních třech sekcích ze čtyřech. Na výzkumném území Blaník se odchytilo do lapáků přibližně 224 tis. imág I. smrkového, v přepočtu na jeden lapák vychází počet jedinců na cca 8000. Během jarního rojení zachytily lapáky 160 tis. a v letním 62 tis. jedinců I. smrkového. Na této lokalitě se signifikantně vyskytoval na I. a II. sekci lapáku ze čtyř. Sekce neobsazené I. smrkovým průkazně obsazoval I. lesklý (*P. chalcographus*) na obou lokalitách.

Klíčová slova: *Picea abies*, *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*

Abstract

Spruce bark beetle (*Ips typographus*) has become the main biotic pest of forest ecosystems in Central Europe. The forest environment is the most important element for maintaining the equilibrium of the whole ecosystem and therefore it is necessary to revise the effectiveness of control methods in this pest suppression. This diploma thesis specifically compares the efficiency of pheromone traps and trap trees. Control methods against bark beetle were installed on two research plots in the district of Benešov with different altitude and exposure in the Blaník districts, organizationally under Archbishopric of Prague and Líšno a.s. A total of 16 traps of Theyson type were placed (Blaník 7, Líšno 9,). Traps were laid in the first series in an amount of 38 pieces (Blaník 18, Líšno 20) and to capture the offspring generation in the second series in an amount of 20 traps (Blaník 10, Líšno 10). Evaluation and control of the development in numbers of attacks were carried out in 2019 with field control at weekly intervals.

The flight activity was carried out following the usual terms and we detected standard two generations of the spruce bark beetle. Within the monitored period, 158,829 individuals of *Ips typographus* (Líšno 86,893 individuals, Blaník 71,936 individuals) were captured into 16 traps in total, on average less than 10,000 individuals per trap. Approximately 613,000 adults were captured in trap trees, an average 10,344 of spruce bark beetle individuals per season (series I and II), in particular at the Líšno locality, approximately 389,000 beetles of *I. typographus* per trap tree less than 13,000 imago on trap tree. The first series captured 320,803 individuals and in the second swarm 68,511 adults. In this locality demonstrably attacked and carried out its development in the first three sections of the four. In the research area of Blaník, approximately 224,000 adults of spruce were caught in the traps in terms of one trap, the number of adults is about 8000. During the spring swarm, the traps caught 160,000 adults. and in the summer 62,000 individuals of spruce bark beetle. In this locality, it occurred significantly often in I. and II. section of the trap trees. The sections not infested by the spruce bark beetle were conclusively occupied by the sixtoothed spruce bark beetle (*P. chalcographus*) at both localities.

Keywords: *Picea abies*, *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*

Obsah

1 Úvod	14
2 Cíle práce	16
3 Literární rešerše	17
3.1 Lýkožrout smrkový (<i>Ips typographus</i>)	17
3.2 Bionomie	18
3.2.1 Vývojová stadia	18
3.3 Letová aktivita	21
3.4 Jarní rojení.....	22
3.5 Letní rojení	22
3.6 Hostitelské dřevina.....	23
4 Ochrana lesních porostů	24
4.1 Obranná opatření.....	25
5 Metodika	30
5.1 Studijní plochy.....	30
5.2 Instalace a vyhodnocování kontrolních opatření.....	31
5.2.1 Lapače	31
5.2.2 Lapáky	32
5.2.3 Statistické zpracování	33
6 Výsledky	34
6.1 Lokalita Líšno	38
6.2 Lokalita Blaník.....	45
7 Diskuse	52
8 Závěr	56
9 Seznam literatury	57

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Souřadnice lapačů na studijních plochách. str. 31

Tab. č. 2: Průměrné počty jedinců na lapač podle druhu (IT...*Ips typographus*; PCH...*Pityogenes chalcographus*). str. 35

Tab. č. 3: Počet odchycených jedinců *Ips typographus* (IT) a počet rodin *P. chalcographus* (PCH) do lapáků na lokalitě Blaník str. 36

Tab. č. 4: Počet odchycených jedinců *Ips typographus* (IT) a počet rodin *P. chalcographus* (PCH) do lapáků na lokalitě Líšno str. 37

Tab. č. 5: Mnohonásobné srovnání průměrného počtu závrtů *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem H (3, N= 120) = 25,57240 p= ,0000 str. 44

Tab. č. 6: Mnohonásobné srovnání průměrného počtu matečných chodeb *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem H (3, N= 120) = 22,98364 p=,0000. str. 44

Tab. č. 7: Mnohonásobné srovnání průměrného počtu závrtů *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem. H (3, N=112) =15,24877 p=,0016. str. 49

Tab. č. 8: Mnohonásobné srovnání průměrného počtu matečných chodeb *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem H (3, N=112) =9,338011 p=,0251. str. 50

Tab. č. 9: Mnohonásobné srovnání průměrného počtu závrtů *P. chalcographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem. str. 51

Seznam obrázků

- Obr. č. 1:** Lýkožrout smrkový (Novák et al. 1974). str. 18
- Obr. č. 2:** Průběh rojení lýkožrouta smrkového v roce 2017 (Knížek & Liška 2018), upraveno autorem práce. str. 20
- Obr. č. 3:** Drtinky po vniknutí lýkožroutů do lýka (autor) str. 24
- Obr. č. 4:** Položený lapák a správně zakrytý klestem (autor) str. 25
- Obr. č. 5:** Lapač typu Theyson (lesní pedagogika.cz) str. 26
- Obr. č. 6:** Poloha zkoumaného území v rámci České republiky. (geoportal.gov.cz). str. 30
- Obr. č. 7:** Vzdálenost výzkumných lokalit mezi sebou (geoportal.gov.cz). str. 30
- Obr. č. 8:** Lapač typu Theyson na lokalitě Blaník str. 31
- Obr. č. 9:** Determinace jedinců z podčeledi Scolytinae (autor) str. 31
- Obr. č. 10:** Probíhající kontrola napadení lapáku lýkožrouty (autor) str. 32
- Obr. č. 11:** Lapák položený do polostínu. str. 63
- Obr. č. 12:** Odebraný vzorek kůry z lapáku a počítání všech potřebných hodnot. str. 64
- Obr. č. 13:** Vybraný entomologický materiál ze záchytné nádoby lapače do sklenice. str. 65
- Obr. č. 14:** Průběh kontroly matečných chodeb v lapácích průběhu napadení l. smrkovým. str. 65

Seznam grafů

Graf č. 1: Výše smrkového kůrovcového dříví z let 1990 až 2018 (Lubojacký et al. 2019) str. 15

Graf č. 2: Počet využitých obranných/ochranných opatření v létech 2014–2018 (Knížek & Liška 2018, Lubojacký et al. 2019) str. 15

Graf č. 3: Letová aktivita druhu *Ips typographus* na lokalitě Líšno. str. 38

Graf č. 4: Letová aktivita druhu *Pityogenes chalcographus* na lokalitě Líšno. str. 39

Graf č. 5: Korelace průměrných odchytů *Ips typographus* a *Pityogenes chalcographus* do lapačů během letové aktivity v roce 2019 na lokalitě Líšno. Kroužky indikují jednotlivé průměrné odchvyty při kontrolách, pásy představují 95% konfindenční interval. str. 40

Graf č. 6: Srovnání průměrných odchytů lýkožroutů do feromonových lapačů na lokalitě Líšno (červená krabice...*Ips typographus*, zelená krabice...*P. chalcographus*, 1...přezimující generace, 2...dceřiná generace). Boxplot tvoří medián \pm 25-75 % kvartil, svorka znázorňuje rozsah. str. 40

Graf č. 7: Srovnání počtu odchycených jedinců lýkožrouta smrkového na stromových lapácích na lokalitě Líšno podle série lapáků. Boxplot tvoří průměr \pm směrodatná chyba, svorka znázorňuje průměr \pm 2*směrodatná odchylka. str. 41

Graf č. 8: Srovnání počtu odchycených jedinců lýkožrouta lesklého na stromových lapácích na lokalitě Líšno podle série lapáků. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot. str. 42

Graf č. 9: Srovnání počtu závrťů (černě) a matečných chodeb (zeleně) lýkožrouta smrkového na m² na stromových lapácích na lokalitě Líšno podle jednotlivých sekcí. Boxplot tvoří medián \pm 25-75 % kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot. str. 43

Graf č. 10: Letová aktivita *I. typographus* na lokalitě Blaník. str. 45

Graf č. 11: Zaznamenaná letová aktivita druhu *P. chalcographus*. str. 46

Graf č. 12: Srovnání průměrných odchytů lýkožroutů do feromonových lapačů na lokalitě Blaník (červená krabice...*Ips typographus*, zelená krabice...*P. chalcographus*, 1...přezimující generace, 2...dceřiná generace). Boxplot tvoří medián \pm 25-75 % kvartil, svorka znázorňuje rozsah hodnot. str. 47

Graf č. 13: Srovnání počtu odchycených jedinců lýkožrouta smrkového na stromových lapácích na lokalitě Blaník podle série lapáků. Boxplot tvoří průměr \pm směrodatná chyba, svorka znázorňuje průměr \pm 2*směrodatná odchylka. str. 48

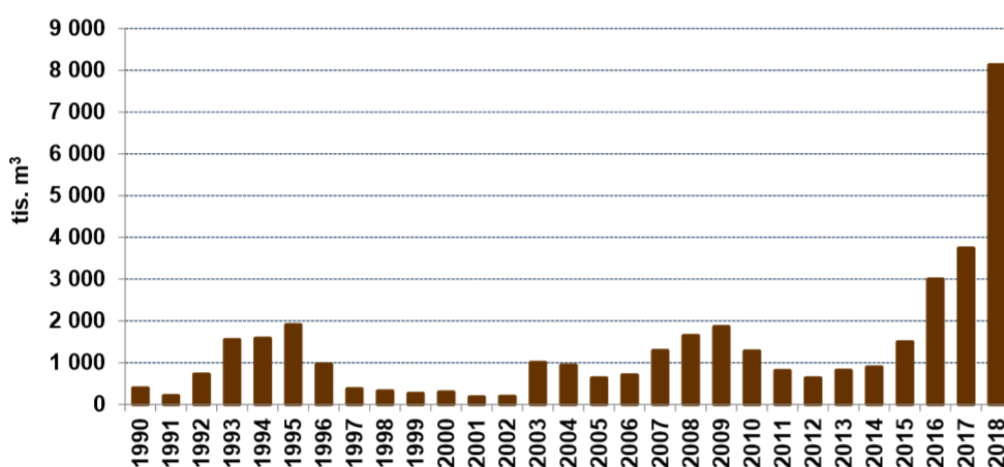
Graf č. 14: Srovnání počtu závrťů (černě) a matečných chodeb (zeleně) lýkožrouta smrkového na m² na stromových lapácích na lokalitě Blaník podle jednotlivých sekcí. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot. str. 49

Graf č. 15: Srovnání počtu závrťů lýkožrouta lesklého na m² na stromových lapácích na lokalitě Blaník podle jednotlivých sekcí. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot. str. 50.

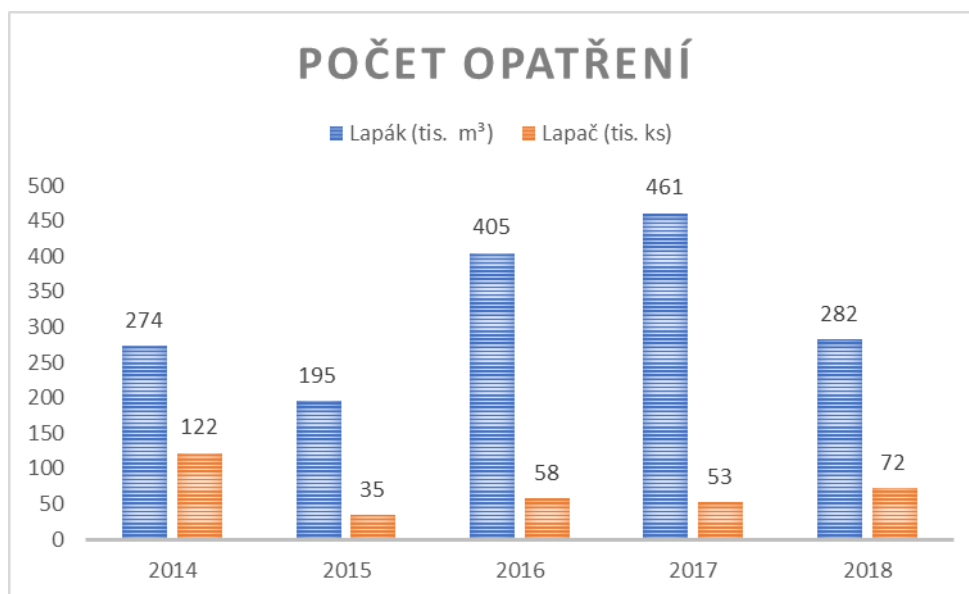
1 Úvod

Lýkožrouti jsou nejvýznamnější hmyzí škůdci lesních porostů a v České republice se jejich dopad na lesní ekosystémy se neustále zvyšuje (Knížek & Liška 2018, Lubojacký et al. 2019). Predikuje se, že v celé Evropě jejich vliv bude stále se sílit (Seidl et al. 2014). Z toho důvodu je zapotřebí důsledná ochrana lesních porostů před lýkožrouty. Nejvýznamnější škůdce na nejvíce zastoupené dřevině smrku ztepilém (*Picea abies* (L.) H. Karst.) je lýkožrout smrkový *Ips typographus* (Linnaeus 1758) na území celé Evropy (Skuhrovský 2002). Jedním z možných důvodů zvyšujících se počtu gradací za rok je změna klimatu, tím se zároveň zrychluje jeho vývoj a narůstá počet generací (Hlásny et al. 2011). Nárůst teplot a snížení množství srážek vede k tomu, že smrk se stane mnohem zranitelnější k vnějším vlivům (Netherer et al. 2015). Tím nastupuje nezastupitelná role lesního hospodáře. Jedna ze základní jeho činností je ochrana lesa před biotickými a abiotickými činiteli. Ochrana lesa usiluje o co nejlepší zdravotní stav lesních porostů. Předpokladem zdravých porostů je, že plní kvalitně všechny funkce lesa bez rozdílu na produkční a mimoprodukční funkce. Za současných klimatických podmínek se se ochrana lesa nejvíce zabývá právě kalamitními škůdci: lýkožroutem smrkovým a lýkožroutem severským. Lesní hospodář během standardního průběhu počasí vytěží v rámci ročních kůrovcových těžeb průměrně do 2 mil. m³. Od roku 2015 se neustále zvyšuje objem nahodilých těžeb způsobené lýkožrouty. Mimořádný byl v tomto ohledu rok 2018, kdy dokázal stihnout vytvořit 4 generace s celkovou následnou nahodilou těžbou dosahující 8 mil. m³ smrkového dříví (Lubojacký et al. 2019, Zelená zpráva 2019; Graf 1). S tím je spojené množství obranných opatření proti šíření lýkožrouta smrkového 2015–2018 bylo položeno téměř 1,5 mil. m³ lapáků a roční instalace lapačů se pohybuje okolo 30 tisíc kusů (Knížek & Liška 2018, Lubojacký et al. 2019) viz graf č. 2. Jen díky těmto číslům lze usoudit, že se jedná o největší kůrovcovou kalamitu v novodobé historii. Proto lesní hospodáři používají již známé a osvědčené metody obrany a kontroly proti všem hospodářsky nebezpečným druhům z podčeledi kůrovcovitých. Nejúčinnější je pochůzková metoda – vyhledávání napadených stromů, zpracování, odvoz a sanace dříví (Pfeffer 1954, Zumr 1995, Stadelmann et al. 2013, Jakuš et al. 2015). Na základě pokácených stromů je založena metoda stromových

lapáků, dále je využívána metoda lapačů s feromonovou návnadou a vylepšená metoda otrávených lapáků, na kterých se používají insekticidy (požerové, kontaktní) často s feromonovou návnadou pro zatraaktivnění náletu lýkožroutů. Nejvíce používané v lesnické praxi kontrolní a obranné metody jsou stromové lapáky (Holuša et al. 2017), feromonové lapače a otrávené lapáky (Zumr 1995). Cílem této diplomové práce je vyhodnocení efektivity v odchytu a populační dynamice lýkožroutů za pomoci stromových lapáků a feromonových lapačů v oblasti se zvýšenou populační hustotou kůrovců na smrku.



Graf 1. Výše smrkového kůrovcového dříví z let 1990 až 2018 (Lubojacký et al. 2019).



Graf 2. Počet využitých obranných/ ochranných opatření v letech 2014–2018 (Knížek & Liška 2018, Lubojacký et al. 2019).

2 Cíle práce

- na základě odchytů do feromonových lapačů a na stromové lapáky srovnat počet jedinců přezimující a dceřiné generace lýkožrouta smrkového
- srovnat druhové složení a populační hustoty kůrovců na první a druhé sérii lapáků
- vyhodnotit prostorovou distribuci zjištěných druhů kůrovců na stromových lapácích

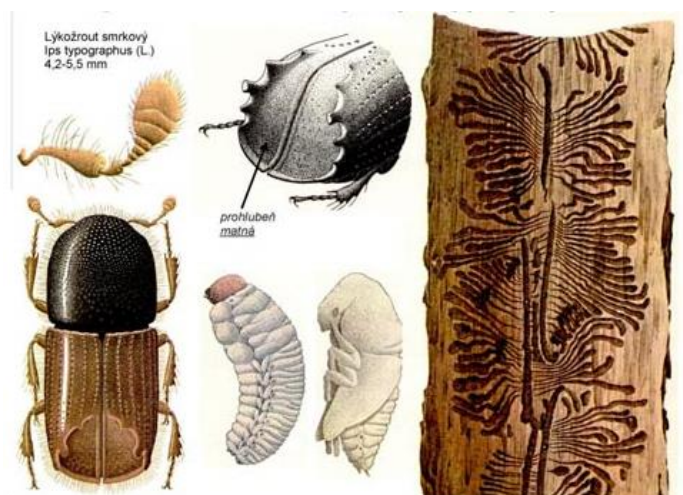
3 Literární rešerše

3.1 Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Lýkožrout smrkový je veden v řádu Coleoptera (brouci), čeledi Curculionidae (nosatcovití) a její podčeledi Scolytinae (kůrovcovití). Dříve byli kůrovci samostatnou čeledí Scolytidae (Zumr 1995). Odhaduje se, že kůrovcovití mají více jak 5000 druhů (Zumr 1995). V současné době v České republice evidujeme celkem 111 druhů z této podčeledi (Knížek 2005). Lýkožrout smrkový prošel od svého objevení častými změnami svého rodového jména. V roce 1758 ho Linné pojmenoval *Dermestes typographus* a až od roku 1894 platí současný název (Zumr 1995). *I. typographus* se vyvíjí na několika druzích jehličnatých dřevin. Ve střední Evropě žije zejména na smrku ztepilém *Picea abies* (L.) H. Karst. V chladnějších územích jako je Skandinávie a Sibiř, je nalézán i na borovici lesní (*Pinus sylvestris* L.), (Zumr 1995). Lýkožrout smrkový se vyskytuje všude tam, kde se nacházejí jeho hostitelské dřeviny (Pfeffer 1955, Zumr 1995). Lýkožrout smrkový je typickým sekundárním činitelem, který při běžných populačních hustot nenapadá zdravé stromy, přednost dává polomům, vývratům a jinak poškozeným (oslabeným) stromům např. suchem, až při přemnožení nalétává na zdravé stromy, pokud nenalezne vhodnější místa k vývoji (Pfeffer 1955, Forst et al. 1985, Zumr 1995, Zahradník & Geráková 2010). První nálet kůrovce smrkového cílí na rozhraní zelených a suchých větví z důvodu optimální tloušťky lýka (Pfeffer 1955, Zumr 1995, Holuša et al. 2017). Lýkožrout ke zdárnému vývoji larev vyžaduje poměrně silnou vrstvu lýka. Minimální síla lýka se uvádí 4 mm a maximální 10 mm (Zumr 1984, Holuša et al. 2017). Tento fakt znamená, že jde o škůdce zejména starších porostů 60 let a výše (Pfeffer 1955, Forst et al. 1985). Zumr (1984) uvádí, že lýkožrout má optimální podmínky pro vývoj v porostech 60–100 let z důvodu tloušťky lýka a drsnosti borky.

3.2 Bionomie

3.2.1 Vývojová stadia



Lýkožrouti jako brouci mají proměnu dokonalou. Jednotlivá stadia jsou vajíčko, larva, kukla a dospělec (imágo) viz obr. č. 1. Každé stadium má svoje charakteristiky, a proto budou detailněji probrány.

Obrázek 1. Lýkožrout smrkový (Novák et al. 1974)

Vajíčko

Toto stadium má nejkratší dobu trvání 6–18 dní v závislosti na počasí (Zumr 1995). Stadium vajíčka přetrvává zhruba 12 % z celkové doby vývoje (Berec et al. 2013). Samice klade vajíčka v počtu 1–2 denně. Jedná se o jediné stadium vývoje lýkožrouta, které nezimuje (Pfeffer 1955). Samice za celý svůj život vyklade 20–100 vajíček (průměr 60), počet vajíček závisí i na tom, zda samice klade i v tzv. sesterském rojení (Pfeffer 1955, Zumr 1995). Při početném aplikovaném výzkumu počítající množství vajíček na jednu samici bylo zjištěno průměrně 35 vykladených vajíček (Matoušek et al. 2012). Nižší počet vajíček je zpravidla dán vysokou koncentrací samic v boji o lýko (Mills 1986). Ve studii Bombosch (1954) bylo pozorováno pro 150 matečných chodeb na m² – 54 vajíček, pro 250 chodeb na m² – 41 vajíček a pro 350 chodeb na m² – 34 vajíček.

Larva

Larvy se líhnou postupně a to tak, jak byla kladena. První se líhnou larvy nejbližší snubní komůrky. Larva hlodá do lýka kolmo na směr matečné chodby (Forst et al. 1985). V průběhu růstu se 4-5x svléká (Pfeffer 1955). Zprvu je larvální chodba rovná, později je lehce vlnitá a nikdy se nekřížují. Dospělá larva měří až 7 mm a na konci larvální chodby tvoří kukelní komůrku (Zumr 1995). Délka vývinu larvy je závislá na

teplotě. Při průměrné teplotě 29 °C je vývin larvy ukončen za týden, za to při teplotě 10 °C se prodlužuje až na dva měsíce, při přezimování se vývoj protahuje na několik měsíců (Pfeffer 1955). I další autoři (např. Quaschik 1953, Zahradník & Geráková 2010) udávají, že larvální vývin trvá 6-50 dní. Stadium larválního stadia se počítá zhruba na 35 % z celkové doby životního cyklu (Berec et al. 2013).

Kukla

Toto stadium trvá za přízně počasí osm dní (Zahradník & Geráková 2010), ale obvyklejší doba výskytu kukly je 14 dní (Pfeffer 1955). Podle Zumra (1995) délka vývinu kukly je 6-17 dní, když bude kukla přezimovat, tak její vývin bude dlouhý až několik měsíců (Pfeffer 1955, Zumr 1995). Obecně se uvažuje, že období kukly zabírá přibližně 13 % z celkového vývoje (Berec et al. 2013)

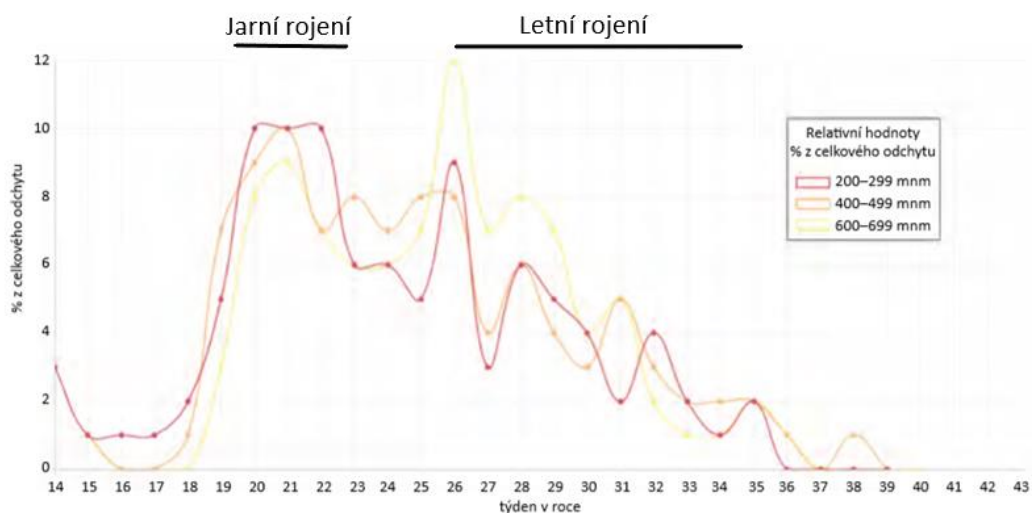
Dospělec (imágo)

Čerstvě vylíhlý brouk je bílý, postupem času žlutne a nakonec hnědne (Zahradník & Geráková 2010). Poměr pohlaví je rozdělen rovnoměrně na poloviny 50 % samců a 50 % samic (Pfeffer 1955, Forst et al. 1985, Zumr 1995). Avšak při progradační fázi samičí pohlaví vysoko převyšuje hodnotu 50 % (Lobinger 1996). Pohlavně dospělý je lýkožrout až po době asi 2–3 týdnů, při kterém vykonává zralostí žír, po ukončení žíru brouk zcela ztmavne a je připraven k rozmnožování (Pfeffer 1955, Zahradník & Geráková 2010). Zralostní žír provádí z kukelné kolébky, kde se vylíhl a vyhlodává nepravidelnou chodbu dál do lýka, tím se požerek stává špatně znatelným (Zumr 1995). Dospělec žije 2–3 měsíce, při přezimování až 20 měsíců (Pfeffer 1954, Forst et al. 1985). Celé období vývoje lýkožrouta od zavrtání do borky až po nové dospělce trvá 6-10 týdnů (Pfeffer 1955, Zahradník & Geráková 2010). Někteří autoři uvádějí horní hranici až 13 týdnů (Křístek & Urban 2013). Tímto faktem, že celkový vývoj trvá cca 2 měsíce, může lýkožrout stihnout během vegetační sezony několik těchto cyklů (generací, rojení). Zpravidla má u nás 2 generace (rojení) a to jarní rojení a letní rojení (Pfeffer 1955, Zumr 1995, Zahradník & Geráková 2010). Za velmi příznivého počasí

prodělá lýkožrout až 4 generace během jednoho roku, tento jev byl sledován například v roce 2018 (Lubojacký et al. 2019).

3.3 Letová aktivita

Rojení je hromadný nálet dospělců (zimujících, nově vylíhlých) na nová místa jejich budoucího vývoje (Zumr 1995). Rojení probíhá v závislosti na ročním období a celkovém průběhu teplého počasí. Největší aktivitu lýkožrouti mají v denní amplitudě (9:00–21:00) s kulminací kolem poledne (Funke & Petershagen 1991). Rojení lýkožroutů se zastavuje, pokud je chladno a deštivo (Zumr 1995, Hinze & John 2020) a vítr se též negativně zapisuje do průběhu rojení. Začátek nástupu rojení je podmíněno teplotou vzduchu, která musí být alespoň 15 °C (Zumr 1995, Hinze & John 2020), nebo musí být prohrátá hrabanka alespoň do hloubky 5 cm na teplotu 9–12 °C, pokud lýkožrout přečkává v lýku, tak se začne rojit při teplotách kolem 25–28 °C (Zumr 1980, 1982, Funke & Petershagen 1991, Lobinger 1994). Vzdálenost, kterou průměrně jedinci lýkožrouta smrkového uletěli v chladných dnech, činí 57 m a za teplých dní 120 m, celkově odchytili 85 % označených brouků do vzdálenosti 200 m (Hinze & John 2020). Taktéž Zumr (1991) odchytil ze 6000 vypuštěných jedinců většinu do vzdálenosti 300 m. Jarní rojení má charakter hromadného náletu, pozdější letní rojení je mnohem rozptýlenější (Pfeffer 1955, Zumr 1995; obr. 2).



Obrázek 2. Průběh rojení lýkožrouta smrkového v roce 2017 (Knížek & Liška 2018), upraveno autorem práce.

3.4 Jarní rojení

Vývoj je určován zejména teplotou kůry a to tak, že rychlost a ukončení stadia se označují do stupňodní kumulace teplot ve dnech (degree-days). Pro ukončení vývoje jedné generace je zapotřebí suma 557 stupňodní (Berec et al. 2013). Jarní rojení začíná koncem dubna, a především v květnu (Zahradník & Geráková 2010). Díky nadprůměrným jarním teplotám se může rojení posunout až na začátek dubna jako v roce 2018 (Lubojacký et al. 2019). Po opuštění zimovišť lýkožrouty, jarní rojení probíhá zpravidla hromadně (Zumr 1995). V tomto období nezačínají hned nalétávat na vhodné stromy. Napadení stromů po zimování je závislé na teplotních poměrech dané lokality (Zumr 1995). Lýkožrout může létat při teplotě 17,5 °C, ale větší část populace není schopna letu pod 22 °C (Merker 1957). Při teplotách do 20 °C je rojení jednotlivé a při teplotě nad 22 °C nastává rojení hromadné (Zumr 1995). Tepelné optimum pro rojení lýkožrouta je 29 °C (Pfeffer 1955). Ani podle zjištění (Hinze & John 2020) teploty nad 30 °C neinhibují letovou aktivitu. Interval jarního rojení je dlouhý 10-20 dní (Pfeffer 1955, Knížek & Liška 2018). Začátek náletu je také závislí na typu porostu, na mýtině dochází k nárůstu teplot dříve než v hustém porostu.

3.5 Letní rojení

Druhé rojení je méně výrazné, rozptýlené a prodloužené na delší časové období (Pfeffer 1954, 1955). Je závislé na ukončení vývoje jarního rojení (Zumr 1995). Nálet na stromy probíhá zhruba od poloviny června do srpna (Zahradník & Geráková 2010). Zejména se zde vyskytuje vliv mikroklimatických podmínek (nadmořská výška, expozice), (Pfeffer 1955, Zumr 1995). Při abnormálně teplých podmínkách se nová generace objevuje již v červnu, za běžných podmínek se letní rojení odbývá v červenci (Zumr 1995). Nezvyklé teplo v roce 2018 vedlo k nástupu letní generace již na přelomu května a června (Lubojacký et al. 2019). Rozdíl oproti jarnímu rojení je také v tom, že letní rojení se prodlužuje až do západu slunce, zatímco jarní rojení je lokalizováno do brzkých odpoledních hodin (Pfeffer 1954).

3.6 Hostitelské dřevina

Hostitelskou dřevinou lýkožrouta smrkového je v Evropě smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) či jedle bělokorá *Abies alba* Mill., (Skuhravý 2002).

Smrk je rozšířen prakticky po celé severní polokouli, zatímco původně obýval zejména vysoko položené lokality Evropy s přesahem do Asie. Společenská poptávka po kvalitním stavebním dříví nastala v 17. století. Díky tomuto impulsu byl lesnickým hospodařením rozšířen i do nižších poloh a na nepůvodní lokality, často došlo k vytvoření rozsáhlých monokultur. Tímto faktem se smrk stal naší nejdůležitější hospodářskou dřevinou s aktuálním zastoupením 50 % (Zelená zpráva 2018). V minulosti zastoupení bylo z 90 % zastoupení jehličnatých dřevin, a to zejména smrku a borovice (Poleno et al. 2007). Monokultury smrku a borovice jsou typické pro boreální lesy (tajgu). Tomuto biomu je typické, že obnova probíhá velkoplošnými kalamitami (velký vývojový cyklus lesa). Umělé lesní ekosystémy si udržují tuto strategii i v novém prostředí (Poleno et al. 2007). Důsledkem jsou rozsáhlé kalamity před dosažením produkčně stanoveného věku – doba obmýtí.

4 Ochrana lesních porostů

Jak nabývala obava z hmyzích škůdců, tak se obranná opatření na ochranu lesa začala vyskytovat i v právních normách. Jako první norma na našem území platná od roku 1954 byla ČSN 48 2711, která se zejména zabývala lapáky (Lubojacký 2012). V současnosti máme platný zákon č.289/1995 Sb. o lesích v § 32 (odstavec 1) se píše o ochraně lesa a nařizuje vlastníku lesa povinnost provádět taková opatření, aby se předcházelo a zabránilo působení škodlivých činitelů na les. § 32 (odstavec 1, řádek“a“,“b“). Vlastník lesa je povinen zjišťovat a evidovat výskyt a rozsah škodlivých činitelů a mimo jiné je povinen provést nezbytná opatření k ochraně lesa, spolu s preventivní obranou proti šíření a přemnožení škodlivých organismů. Taktéž v § 33 (odstavec 1) je vlastníku lesa dána povinnost přednostně provádět těžbu nahodilou tak, aby nedocházelo k vývinu, šíření a přemnožení škodlivých organismů.

Lýkožrout smrkový je veden ve vyhlášce 101/1996 Sb. v aktuálním znění 76/2018 Sb. jako kalamitní druh. V této vyhlášce se věnuje pozornost na zjišťování stavu (základní, zvýšený, kalamitní) a obranným opatřením přesněji v příloze č. 2 k vyhlášce č. 76/2018 Sb:

Základní stav

je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru nedosáhl 1 m³ na 5 ha smrkových porostů, a nedošlo k vytvoření ohnisek výskytu lýkožrouta.

Zvýšený stav

je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru dosáhl nebo překročil 1 m³ na 5 ha a nedosáhl 5 m³ na 5 ha smrkových porostů, a došlo k vytvoření ohnisek výskytu lýkožrouta. Tento stav upozorňuje na možnost kalamitního přemnožení lýkožrouta.

Kalamitní stav

je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru dosáhl nebo překročil 5 m³ na 5 ha smrkových porostů, a který způsobuje rozsáhlá poškození lesních porostů na stěnách nebo vznik ohnisek uvnitř lesních porostů až plošné napadení lesních porostů.

4.1 Obranná opatření

V oborové normě ČSN 48 1000 a ve vyhlášce 76/2018 Sb. se uvádějí základní obranná a preventivní opatření. Těmito obrannými prvky se rozumí: pochůzková (vizuální metoda), odchyťová zařízení (feromonové lapače, lapáky). Jednotlivé druhy kontrol budou hlouběji rozebrány níže.

Pochůzková metoda

Pokud se stav lýkožrouta pohybuje v rámci základního stavu lze tuto metodu upřednostňovat před ostatními. Při pochůzce se v době jarního rojení tzn. (květen) vyhledávají čerstvě napadené stromy hlavně za pomoci drtinek, které hlodající brouci



Obrázek 3 Drtinky po vniknutí lýkožroutů do lýka (autor)

matečních chodeb a snubních komůrek vyhazují ven (Pfeffer 1954, Zumr 1995). Drtinky jsou nejčastěji na kořenových náběžích, šupinkách kůry a často jsou dobře k nalezení na pavučinách (Pfeffer 1954, Zumr 1995) viz obr. č. 3. Samotné vyhazování drtinek trvá asi 14 dní. Avšak tento význačný znak bývá při deštích smyt, a tak se daný napadený strom jeví jako zdravý. V době jarního rojení, které se vyznačuje hromadným náletem brouků na stromy, je nutné vyhledávat vyznačit napadené stromy už zprvu začátku rojení (Zumr 1995). V samotných ohniscích je nutné značit stromy alespoň 3-4 x v několikadenních intervalech (Zumr 1995). Za předpokladu dobré organizace práce je možno díky této metodě zcela

eliminovat vývoj lýkožrouta a tím zamezit líhnutí mladých brouků (Pfeffer 1954, Zumr 1995). Změny barvy jehličí napadaného stromu jsou variabilní (Jakuš et al. 2015). Při

jarním rojení jehličí stromů ze začátku šedne a asi po měsíci mění barvu na rezavou a opadává (Forst et al. 1985, Zumr 1995, Jakuš et al. 2015). V letním napadení strom ztrácí jehličí až ke konci zimy (Zumr 1995). Pochůzková metoda je podle řady autorů (Pfeffer 1954, Zumr 1995, Stadelmann et al. 2013, Jakuš et al. 2015) neúčinnější v eliminaci nástupu gradace lýkožroutů, nejhospodárnější způsob hubení lýkožroutů, která spočívá pouze v asanaci zpracovaného dřeva. Tato metoda se používá především při jarním hromadném rojení, pro letní rozptýlené rojení není tolik účinná (Zumr 1995).

Lapáková metoda

Jako nejznámější a nepoužívanější metoda pro kontrolu lýkožroutů jsou



Obrázek 4 Položený lapák a správně zakrytý klestem (autor)

využívány právě lapáky (Zumr 1995, Holuša et al. 2017) a zároveň i nejstarší metoda (Pfeil 1827). Uvažuje se, že jsou až 14x účinnější než lapače (Drumont et al. 1992). Svědčí o tom počty položených lapáků viz graf č. 1. Lapák není nic víc než pokácený úrovňový strom, pouze odvětvený a těmito větvemi strom zakrytý proti nadměrnému vysychání (Zumr 1995, Skuhřavý 2002, Holuša et al. 2017, Kula & Šotola 2017) viz obr. č. 4. Důležitý prvek při kladení lapáků je, aby kmen spočíval na podvalcích. Tímto opatřením se zvyšuje plocha pro nálet lýkožrouta (Pfeffer 1954, Zumr 1995).

Z důvodu optimální tloušťky lýka se doporučuje kácení smrků o minimální tloušťce 20 cm optimální je však 30 cm (Pfeffer 1954, Zumr 1995). Nálet lýkožroutů na lapák probíhá do stejných míst jako u stojícího stromu přechod zelené a suché koruny (Holuša et al. 2017). Počty kladených lapáků pro jarní rojení se volí podle výpočtu tzv. kalamitního základu, což je objem včas zpracovaného kůrovcového dříví (v m³) za období od 1. srpna do 31. března následujícího roku. Umístění lapáku v porostech pro jarní rojení z důvodu chladnějšího počasí se provádí tak, aby 2/3 byly na slunci a 1/3 ve stínu, pro letní rojení se volí místa v porostech v polostínu, aby nebyly plně osluněná

(Zumr 1995). Jako vhodný čas kladení lapáků I. série do porostů je konec února a březen v chladnějších horských oblastech i v dubnu (Forst et al. 1985, Zumr 1995). Pro letní rojení se lapáky pokládají alespoň 14 dní před předpokládaným rojením (Forst et al. 1985, Zahradník & Geráková 2010). Všechny tyto praktické návody revidoval Holuša et al. (2017), kteří doporučují klást lapák před samotné rojení. Z důvodu ztráty atraktivity pro jedince druhu *I. typographus*. Důležitým faktorem pro udržení lákavých lapáků pro zachycení jarního rojení je sníh (Zumr 1985, Holuša et al. 2017). Samotné lapáky je nutné kontrolovat nejlépe v intervalu sedmi dní, a to už poloviny dubna, kdy se zjišťuje počet závrtů (stupeň napadení) a stupeň vývoje lýkožroutů (Zumr 1995). Stupeň napadení se hodnotí podle počtu závrtů na 1 dm na plošce kmene. Je-li na plošce do 0,5 závrtu/dm² jde o slabé napadení, pokud je 1 závrt/dm² jde o střední a pokud je více jak 1 závrt/dm² jde o silné napadení. Pro počítání hustoty napadení se vybírají nejvíce napadené části položeného lapáku (Zumr 1995). Za přemnožení lýkožroutů se z kontrolní metody stává obranný prostředek (Zumr 1995). Důležitou a neméně podstatnou záležitostí je evidence položených lapáků. Evidence obsahuje číslo lapáku, číslo porostu, datum pokácení, výsledky kontrol (hustota náletu a stav vývoje) a konečný údaj je datum asanace (Zumr 1995, Zahradník & Geráková 2010).

Feromonové lapače

Tento druh lapače je umělé vytvořená past (Zahradník 2004), která slouží



Obrázek 5. Lapač typu Theyson (lesní pedagogika.cz)

k odchyťování dospělců druhu *I. typographus*, do pasti jsou lákáni pomocí feromonových odparníků (Zahradník & Geráková 2010). Do feromonových odparníků se fixuje sekundární atraktanta – populačně pohlavních látek lýkožrouta (Zumr 1995). Samotný princip lapače se skrývá v jednoduchém nárazu letícího lýkožrouta do pasti a tím upadne do záchytné nádoby anebo vlezou do otvorů lapače a následně padají do sběrné nádoby (Zumr 1995). Na počátku používání této metody

byly lapače různých typů. Nárazový typ, který se skládal dvoustěn a tvořil tzv. okenní past se sklem (Pavlíček 1949). Pokračujícím vývojem se do oběhu dostal čtyřstěnný lapač se srážecími stěnami z plexiskla a potom byly neprůhledné (Zumr 1979, 1980). Tyto typy lapačů byly tzv. mokré, kdy do sběrné nádoby se přidávala voda pro sbírání padajících lýkožroutů (Zumr 1995). Druhý typ lapačů tzv. suchých se začal vyrábět v Norsku (Bakke 1989). Na základě porovnání suchých a mokrých lapačů bylo zjištěno, že suché pasti dosahují zřejmě lepších výsledků, a tak se naše původní čtyřstěnné lapače nahrazovali nádobkami s perforovaným dnem (Zumr 1995). Zumr (1995) píše, že typ lapače Theyson se používají v menších počtech. Od doby, kdy byla napsaná tato literatura se velmi změnilo a to tak, že typ Theyson je dnes nejpoužívanější typ lapače (Lubojacký 2012). Popularitu si získal díky vysoké účinnosti, snadné obsluze, kvalitní odvod vody a neméně důležité, že se může použít na různé druhy lýkožroutů. Jeho účinnost byla potvrzena řadou testů porovnávající ostatní typy lapačů (Švestka 1996). Novější produkci lapačů vyhodnocoval Galko et al. (2010) a typ Lindgren měl o 18 % více zachycených jedinců lýkožrouta smrkového než lapač typu Theyson. Účinnými feromonovými lapači lze odchytil téměř 30 % populace (Zahradník et al. 2015). Lapač typu Theyson je znázorněn na obr. č. 5. Lapače se umísťují do okrajů porostů, porostních stěn či mezer, kde se v předpokládá výskyt lýkožrouta. Vzdálenost kontrolních lapačů mezi sebou by neměla klesnout pod 200 m (Zumr 1995). Lapače, u kterých předpokládáme, že budou plnit funkci obranného opatření se rozestupy volí kolem 20 m (Forst et al. 1985, Zahradník & Geráková 2010). Z výzkumu (Zahradník & Geráková 2011) vyplynulo, že při gradaci lýkožrouta se volí rozestupy menší a naopak. Nicméně nedoporučuje se menší vzdálenost lapačů od sebe, než je 5 m (Zahradník & Zahradníková 2016). Nejdůležitější, je však dodržet minimální vzdálenost lapačů od nejbližšího zdravého smrku. Touto vzdáleností se rozumí 10–25 m (Zumr 1995, Zahradník 2004, Zahradník & Geráková 2010), horní hranice odstupu není povinná (Zahradník & Geráková 2010). Nicméně s narůstající vzdáleností klesá účinnost záchytného zařízení a s kratším odstupem od porostní stěny se zvyšuje riziko jejího napadení.

Stejně jako u lapáků se podle počtů odchycených imág určuje stupeň napadení. Slabý stupeň je do 1000 jedinců, od 1000 do 4000 jedinců je střední stupeň a o silné napadení se jedná, když počet brouků překročí 4000 jedinců. Počty lýkožroutů se zjišťují pomocí tzv. objemové metody, při které se do odměrného válce sesypou lýkožrouti, kde platí, že 1ml = 35 imág lýkožrouta smrkového (Zumr 1995).

5 Metodika

5.1 Studijní plochy

Výzkum proběhl v České republice, konkrétně ve Středočeském kraji (obr. č. 6). Zkoumaná území se nacházejí v okrese Benešov viz obr. 7. Lokalita Líšno (GPS – x 49,709571, y 14,698317) je v 585 m n. m. a lokalita Blaník (GPS – x 49.645685, y 14.867034 se nachází v nadmořské výšce 638 m n.m. Obě tyto lokality se nachází v PLO 10 Středočeská pahorkatina. Klima podle Quitta (1971) se označuje MT7, kde počet letních dní je 40 a průměrná červencová teplota je 17 °C.



Obrázek 6. Poloha zkoumaného území v rámci České republiky. (geoportal.gov.cz)



Obrázek 7 Vzdálenost výzkumných lokalit mezi sebou (geoportal.gov.cz)

5.2 Instalace a vyhodnocování kontrolních opatření

5.2.1 Lapače

Celkem bylo instalováno 16 lapačů typu Theyson (obr. č. 8). Na lokalitu Líšno bylo umístěno 9 a na lokalitu Blaník 7 kusů. Samotná instalace proběhla 31.3. 2019, aktivní byly do 31.8 2019. Jednotlivé vzdálenosti lapačů od stěn porostů se pohybovaly v 20–25 m. Uchyceny byly v prostoru pomocí železné konstrukce viz obr. č. 8. Po dohodě s lesním hospodářem byla vybrána místa, kam umístit lapače. Lapače měly dvě konstrukce, a to dřevěné a železné. Po určení správného místa se kolíky nabily palicí do země. Na kolíky se přitloukly hřebíky. Následně byly na lapače umístěny provázky a lapače byly zavěšeny do výšky 130-150 cm. Železné konstrukce pro uchycení lapače byly pouze zaraženy do země, následně upevněny drátem. Do lapačů byly následně vloženy feromonové odparníky.

Tabulka 1 Souřadnice (N, E) lapačů na studijních plochách

	Souřadnice lapačů	
	Líšno	Blaník
1.	49.708819, 14.701325	49.631592, 14.867169
2.	49.716243, 14.704511	49.631270, 14.871622
3.	49.723271, 14.704802	49.642417, 14.868854
4.	49.713191, 14.708202	49.643261, 14.863558
5.	49.720582, 14.700286	49.645109, 14.864685
6.	49.721683, 14.707141	49.647091, 14.865183
7.	49.712301, 14.692631	49.649719, 14.868231
8.	49.708104, 14.695024	x
9.	49.701913, 14.698543	x



Obrázek 8 Lapač typu Theyson na lokalitě Blaník



Obrázek 9 Determinace jedinců z podčeledi Scolytinae

Na obou lokalitách byl použit feromonový odparník IT Ecolure klasik (FYTOFARM CZ s.r.o, Česká republika), který je po umístění do lapače potřeba jednoduše nastříhnout folii na určeném místě, které specifikuje výrobce. K výběru lapačů bylo přistupováno v 7–10 denních intervalech. Jednotlivé výběry proběhly v termínech 05.4. 12.4.,20.4.,28.4.,5.5. 13.5, 19.5., 27.5., 2.6, 11.6., 21.6., 28.6., 5.7., 14.7., 23.7., 31.7., 8.8., 18.8. a poslední výběr proběhl 28.8.2019. Entomologický materiál z lapačů se přesypal do skleněných sklenic viz foto 13 v příloze. Každá sklenice měla své originální číslo s číslem lapače, datem výběru a jméno lokality. Následné vyhodnocení bylo prováděno v laboratoři tzn. vytřídění necílových bezobratlých, determinace jedinců z podčeledě Scolytinae viz obr. č. 9.

5.2.2 Lapáky

Lapáky byly umístěny na lokalitě Blaník v počtu 18 kusů na jarní rojení a 10 kusů na letní rojení. Počet lapáků na lokalitě Líšno se ustálil na 20 kusů na zachycení jarního rojení a 10 kusů na letní rojení. Při umístění lapáků se dodržovaly klasické zásady např. podle Zumra (1995). Tedy podle aktuální situace porostů se volilo umístění lapáků v porostech pro jarní rojení z důvodu chladnějšího počasí, tak aby 2/3 byly na slunci a 1/3 ve stínu, pro letní rojení se volí místa v porostech v polostínu, aby nebyly plně osluněná např. foto 11 v příloze. Samotné stromy pro lapáky byly vyhledávány, tak že nejevily známky



Obrázek 10 Probíhající kontrola napadení lapaku lýkožrouty (autor)

nějakého poškození a byly průměrných hodnot v rámci celého porostu. Byly vyznačeny a lesní dělník následně stromy pokácel, potom odvětvil a zakryl klestem.

Jednotlivé kusy lapáků byly položeny 10. 3. na výzkumné ploše Blaník a 15. 3.2019 na výzkumné ploše Líšno. Lapáky I. série na lokalitě Blaník byly revidovány 21. a 23. 5. 2019 a II. série 27., 28. a 29. 7. 2019. Na lokalitě Líšno bylo přistoupeno k revizi

jarního rojení ve dnech 11. a 15. 5. na letní rojení 29. 7. a 30.7, způsobem zachycený na obr. č. 10. K výzkumu vlastnostem populace *I. typographus* byly použity 4 sekce na kmene stromu, které byly vyznačeny a odkorněny. Délka sekce se pohybovala okolo 50 cm, následně se odkorňuje prstenec po obvodu celého kmene, fotografie této sekce viz č. 12 v příloze. I. sekce se umístila vždy 2 m od paty kmene, II. sekce v polovině kmene, III. sekce se vyměřovala na začátku koruny stromu. Poslední IV. sekce se vyměřovala v polovině koruny. Byla měřena vzdálenost sekce od paty a také tloušťka kmene v půlce sekce, tloušťka lýka. U každé sekce bylo vyznačeno, jestli se kmen nachází v místě měření sekce na zemi, nebo ve vzduchu. Byly spočítány snubní komůrky a matečné chodby kůrovců viz foto 14 v příloze. Nejrelevantnější bylo spočítat snubní komůrky. Tento počet byl poté vynásoben dvěma. Dále byly spočítány třetí a čtvrté chodby. Byl zaznamenán stav po~~ž~~erků: SK-snubní komůrky, V-vajíčka, L-larvy, ZB-žlutí brouci. U *Pityogenes chalcographus* byl proběhlo vyhodnocení pouze podle počtu závrťů. Veškeré měření bylo zpracováno v terénu.

5.2.3 Statistické zpracování

Data, která byla získána z terénu byla vyhodnocována programem MS Excel 2019 (přepočítání počtu kůrovců na celý lapák, příprava tabulek pro statistiku) a následně v programu TIBCO Statistica™ (TIBCO Software Inc., USA) se graficky vyjádřila například letová aktivita, průměrné počty lýkožroutů a proběhlo jejich vyhodnocení (testy normality, korelační analýzy, Kruskal Wallisovy testy a další neparametrické testy).

Přepočítání lapených jedinců druhu *I. typographus* probíhal takovou metodikou výpočtu, že se propočítali relativní hodnoty počtu zachycených brouků na sekci, poté se dopočítali na celý lapák do konce dané sekce, a nakonec dopočítali brouci na případném nedořezu.

6 Výsledky

V rámci dvou studovaných lokalit se do 16 lapačů celkem odchytilo 158 829 jedinců druhu *Ips typographus* (Líšno 86 893 jedinců, Blaník 71 936 jedinců). Celkové množství druhého sledovaného druhu *Pityogenes chalcographus* dosáhlo 136 475 imág (Líšno 84 685 imág, Blaník 51 790 imág). Letovou aktivitu představují grafy (12, 13, 19, 20). Průměrné počty na lapač jsou zhodnoceny v tabulce č. 2. Celkové množství lapaných lýkožroutů v lapácích znázorňuje tabulka 3. (Blaník) a 4. (Líšno).

Tabulka 2 Průměrné počty jedinců na lapač podle druhu (IT...*Ips typographus*; PCH...*Pityogenes chalcographus*)

Datum kontroly	Průměrné počty kusů na lapač			
	Líšno		Blaník	
	IT	PCH	IT	PCH
05.04.2019	59	4	5	0
12.04.2019	766	336	106	1
20.04.2019	2162	1473	1087	11
28.04.2019	694	949	1138	93
05.05.2019	747	1755	1264	107
13.05.2019	93	72	482	51
19.05.2019	91	90	150	72
27.05.2019	84	564	852	724
02.06.2019	377	328	975	1220
11.06.2019	345	286	423	1414
21.06.2019	432	715	433	715
28.06.2019	916	642	477	550
05.07.2019	764	1027	832	369
14.07.2019	740	581	994	570
23.07.2019	361	303	320	656
31.07.2019	218	64	294	303
08.08.2019	307	86	232	389
18.08.2019	326	97	211	153
28.08.2019	173	38		

Letová aktivita při jarním období začíná v druhé polovině dubna. Letní rojení probíhalo rozptýleně. Lokalita Blaník je o cca 100 metrů výše. Nejvyšší letová aktivita byla sledována 20. dubna (2192 jedinců na lapač) na lokalitě Líšno. Na lokalitě Blaník to bylo 13. května, kde bylo napočítáno 1264 jedinců na lapač. V tomto období probíhal

vrchol letové aktivity přezimující generace. Dceřiná generace se objevila od června a její aktivita byla rozptýlená až do července. Další vyhodnocení bylo rozděleno podle jednotlivých výzkumných lokalit.

Z tabulky č. 2 je zřejmé, že ve většině odchytů se jedná o slabý stupeň napadení u druhu *I. typographus* do 1000 jedinců na lapač. U tohoto druhu byl slabý stupeň napadení překročen pouze jednou na lokalitě Líšno (20.4.). Na lokalitě Blaník byl tento stav překročen v termínech výběrů 20.04., 28.04., 5.05. U druhu *Pityogenes chalcographus* nebyl překročen slabý stupeň napadení ve zkoumaných lokalitách v žádném sledovaném období.

Z tabulky 3. a 4. lze pozorovat značný rozdíl v odchycených jedinců lýkožroutů. U *P. chalcographus* tento rozdíl je dán hlavně prostorovou distribucí, jelikož na Blaníku obsazoval průkazně poslední dvě sekce a v Líšně pouze poslední. Tímto faktem, známe důvod rozdílných počtu *P. chalcographus* u *I. typographus* rozdíl může být dán taktéž prostorovým rozmístěním, kdy na Blaníku signifikantně obsazoval první dvě sekce a na Líšně první tři sekce.

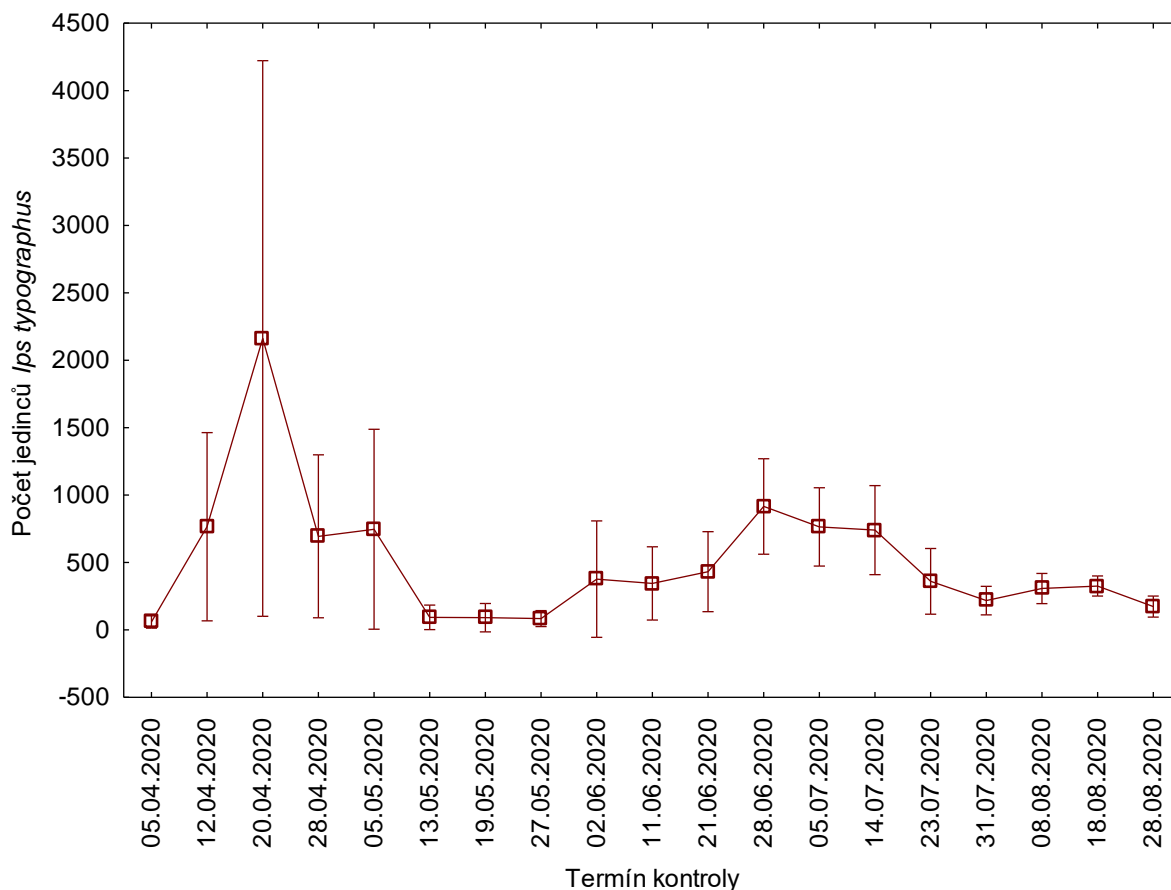
Tabulka 3 Počet odchycených jedinců *Ips typographus* (IT) a počet rodin *P. chalcographus* (PCH) do lapáků na lokalitě Blaník

Blaník	ID lapáku	Délka lapáku (m)	Počet samců IT celkem	Počet samic IT celkem	Počet brouků IT celkem	Počet rodin PCH celkem
1. série	1	30,5	4767	7579	12346	0
	2	24	2623	3627	6250	487
	3	23,5	2136	3093	5229	0
	4	26	3516	5994	9510	62
	5	24	3266	4653	7919	893
	6	21	161	271	432	3488
	7	25,5	3109	4928	8037	125
	8	26	2772	5479	8251	1480
	9	28	7590	12663	20253	0
	10	28	2282	3030	5312	812
	11	29	6544	9263	15807	548
	12	24,0	2713	4097	6810	1373
	13	22,3	1797	3297	5094	307
	14	29	6268	10086	16354	166
	15	26	2947	4714	7661	1097
	16	30	4659	8241	12900	709
	17	27	2410	3818	6228	1248
	18	28	2962	4546	7508	1332
2. série	1	25,2	2747	4875	7622	903
	2	24,5	2204	3936	6140	1673
	3	26,0	2434	3523	5957	1016
	4	23,0	2960	4281	7241	308
	5	24,5	2413	3704	6117	560
	6	29,0	4565	6987	11552	1024
	7	27	2380	3430	5810	251
	8	24,0	1524	2611	4135	1588
	9	24,5	1058	1656	2714	962
	10	24,4	1701	3215	4916	1357
Celkem	28	x	86508	137597	224105	23769
Průměr	x	x	3090	4914	8004	849

Tabulka 4 Počet odchylených jedinců *Ips typographus* (IT) a počet rodin *P. chalcographus* (PCH) do lapáků na lokalitě Líšno

Líšno	ID lapáku	Délka lapáku (m)	Počet samců IT celkem	Počet samic IT celkem	Počet brouků IT celkem	Počet rodin PCH celkem
1. série	1	29,7	3087	3311	6398	0
	2	31,1	14303	31505	45808	411
	3	31,1	10302	18076	28378	0
	4	31,2	4051	7199	11250	546
	5	29,7	6894	12528	19422	0
	6	30,0	4174	7891	12065	0
	7	24,6	6992	13508	20500	0
	8	33,2	14582	15729	30311	0
	9	24,5	6064	12240	18304	12
	10	28,0	5365	11826	17191	2109
	11	27,0	365	698	1063	3724
	12	27,5	2428	4521	6949	0
	13	34,2	7888	15584	23472	0
	14	32,6	3045	6230	9275	306
	15	28,0	2084	2526	4610	0
	16	29,0	4171	6174	10345	0
	17	27,5	5548	8451	13999	0
	18	24,0	3374	5753	9127	0
	19	22,0	2957	4510	7467	0
	20	33,2	9691	15178	24869	0
2. série	1	26,1	2675	3456	6131	83
	2	25,3	4273	6352	10625	283
	3	26,9	3798	7176	10974	196
	4	25,5	1263	2463	3726	1028
	5	24,6	1400	2518	3918	310
	6	25,2	3228	6347	9575	381
	7	28,0	568	891	1459	799
	8	24,3	2382	4882	7264	157
	9	26,0	3616	6733	10349	73
	10	24,5	1463	3027	4490	124
Celkem	30	x	142031	247283	389314	10542
Průměr	x	x	4734	8243	12977	351

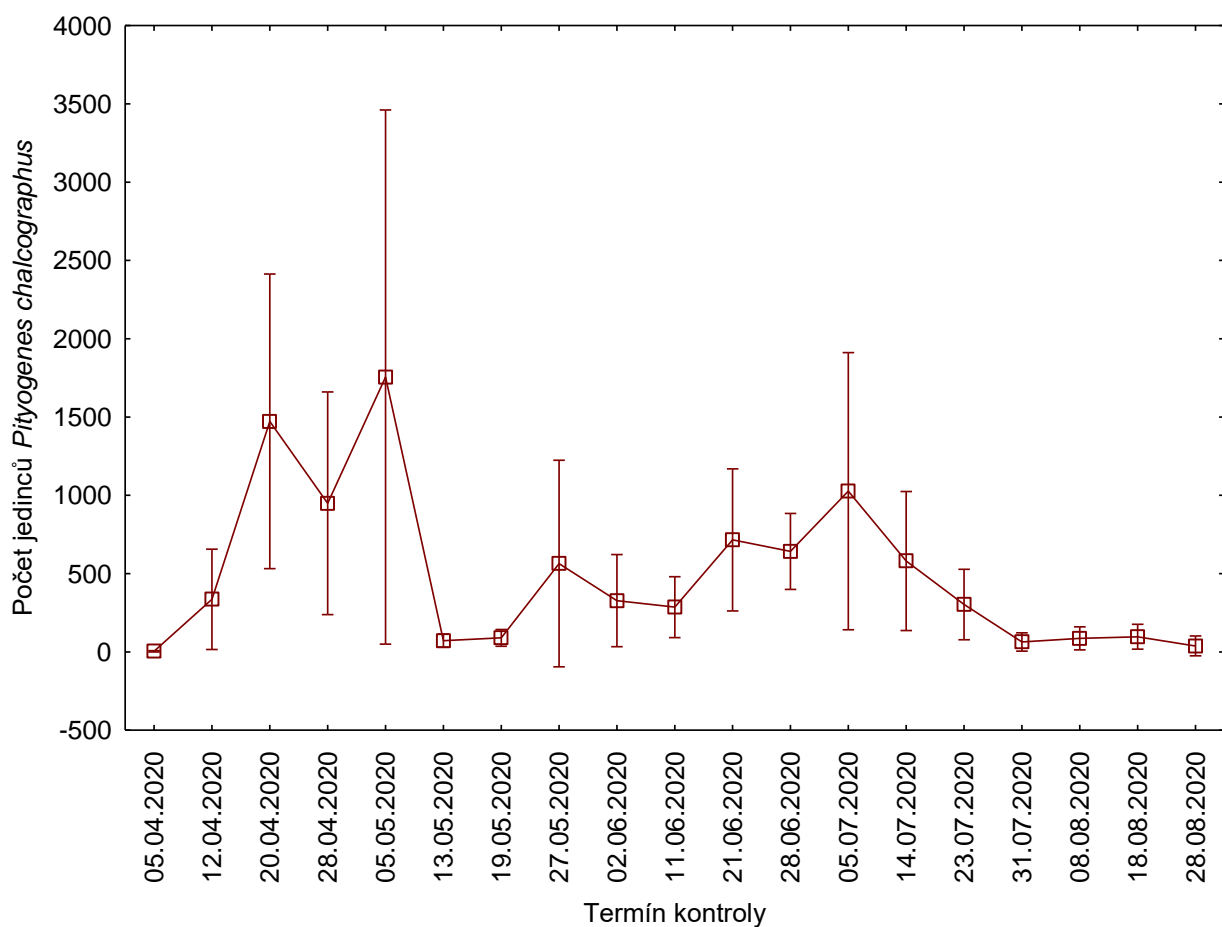
6.1 Lokalita Líšno



Graf 3 Letová aktivita druhu *Ips typographus* na lokalitě Líšno. Graf tvoří průměrný odchyt jedinců do lapačů \pm 0,95 konfidenční interval.

Jak je vidno z grafu 3, tak jarní rojení *I. typographus* započalo a vrcholu dosáhlo 20.4. Během měsíce května nenastalo ani sesterské pokolení. Letní rojení odstartovalo na začátku června a kulminovalo 28.6. a aktivní bylo po necelý časový horizont tři týdnů do 14.7.

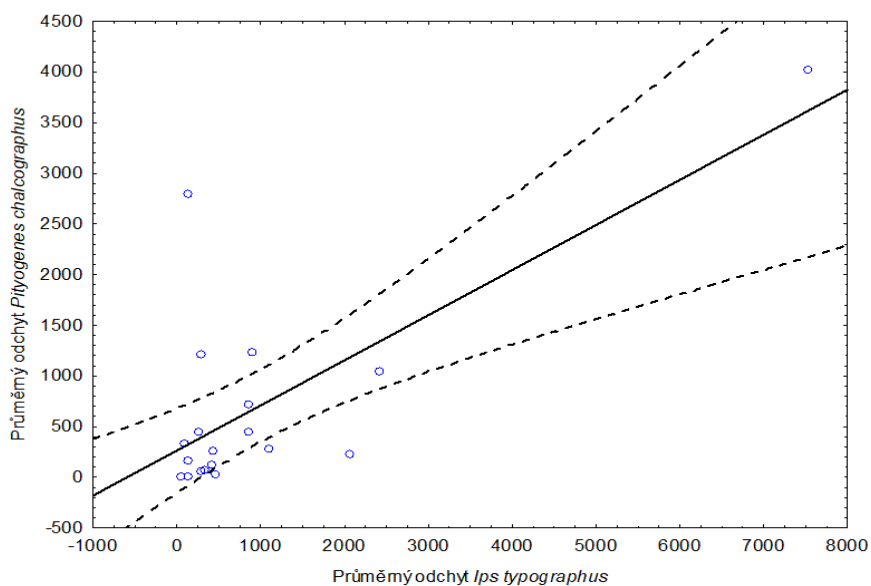
V grafu 4 je znázorněna letová aktivita *I. lesklého*. Jarní rojení s největší abundancí proběhlo od 20.4 do 5.5, kdy výběr 28.4. byl ovlivněn chladným počasím, tím byla letová aktivita inhibována. Letní rojení bylo zaznamenáno od 21.6 - 14.7.2019.



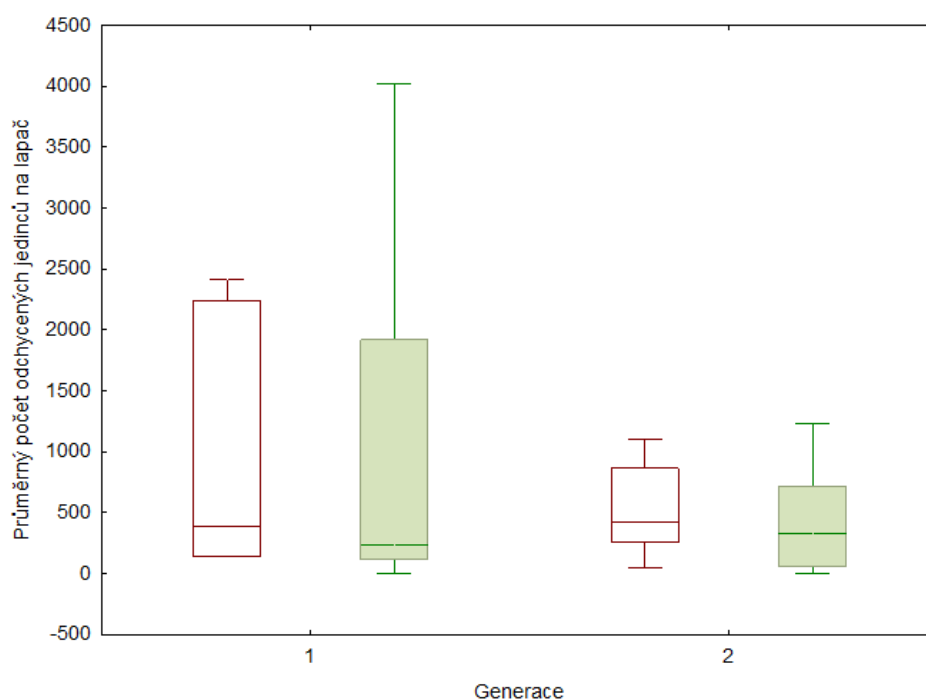
Graf 4 Letová aktivita druhu *Pityogenes chalcographus* na lokalitě Líšno. Graf tvoří průměrný odchyt jedinců do lapačů \pm 0,95 konfidenční interval.

Letová aktivita *I. typographus* a *P. chalcographus* na lokalitě Líšno vzájemně pozitivně korelovala ($y = 264,8323 + 0,4451 \cdot x$; $r = 0,7273$; $p = 0,0004$; $r^2 = 0,5290$) viz graf č. 5.

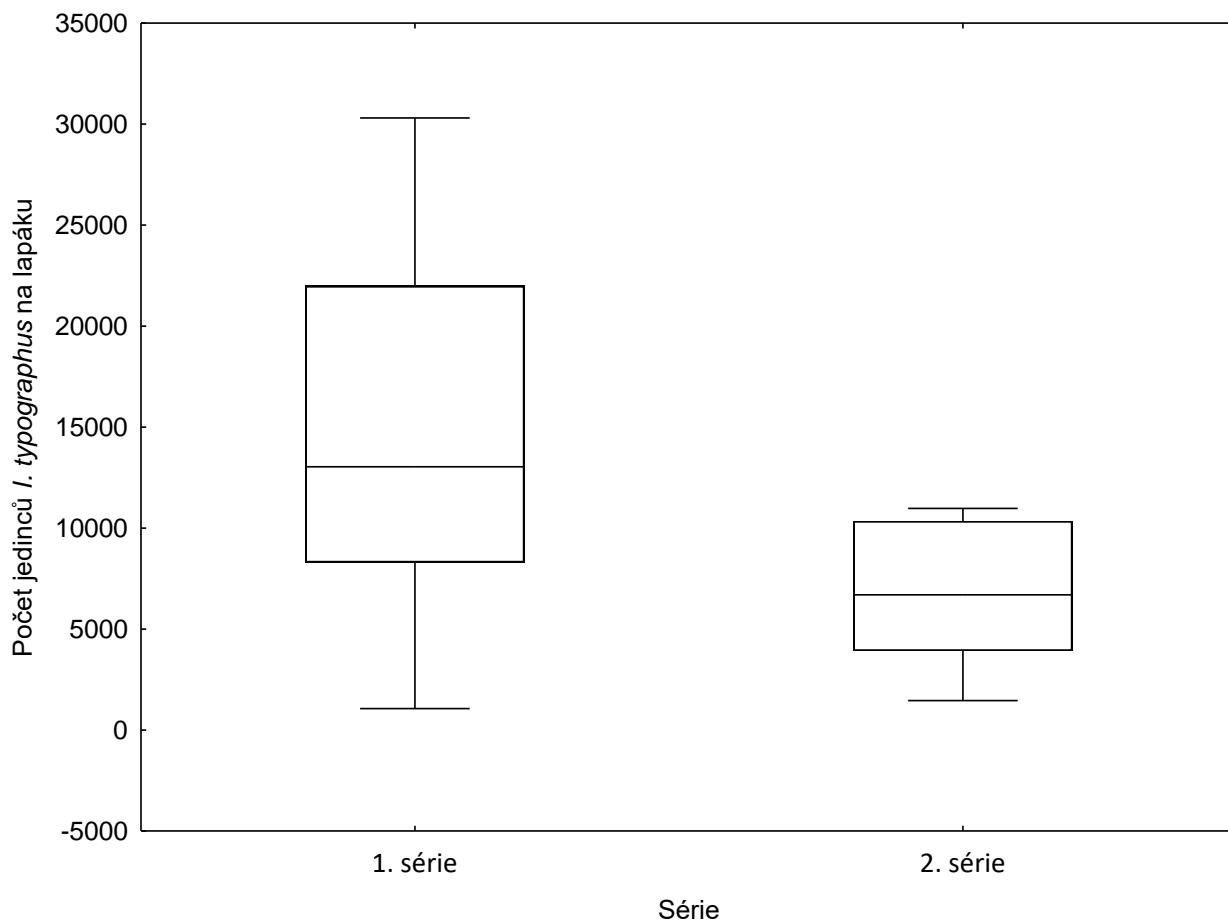
Mezi odchyty *I. typographus* do lapačů během přezimující a dceřiné generace nebyly zjištěny signifikantní rozdíly (Kruskal Wallisův test- $H(1;19) = 0,2459$; $p = 0,6200$). Podobné zjištění byla potvrzena i u *P. chalcographus*, kde rovněž nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi generacemi (Kruskal Wallisův test - $H(1;19) = 0,0614$; $p = 0,8043$).



Graf 5 Korelace průměrných odchytů *Ips typographus* a *Pityogenes chalcographus* do lapačů během letové aktivity v roce 2019 na lokalitě Líšno. Kroužky indikují jednotlivé průměrné odchty při kontrolách, pásy představují 95% konfidenční interval.

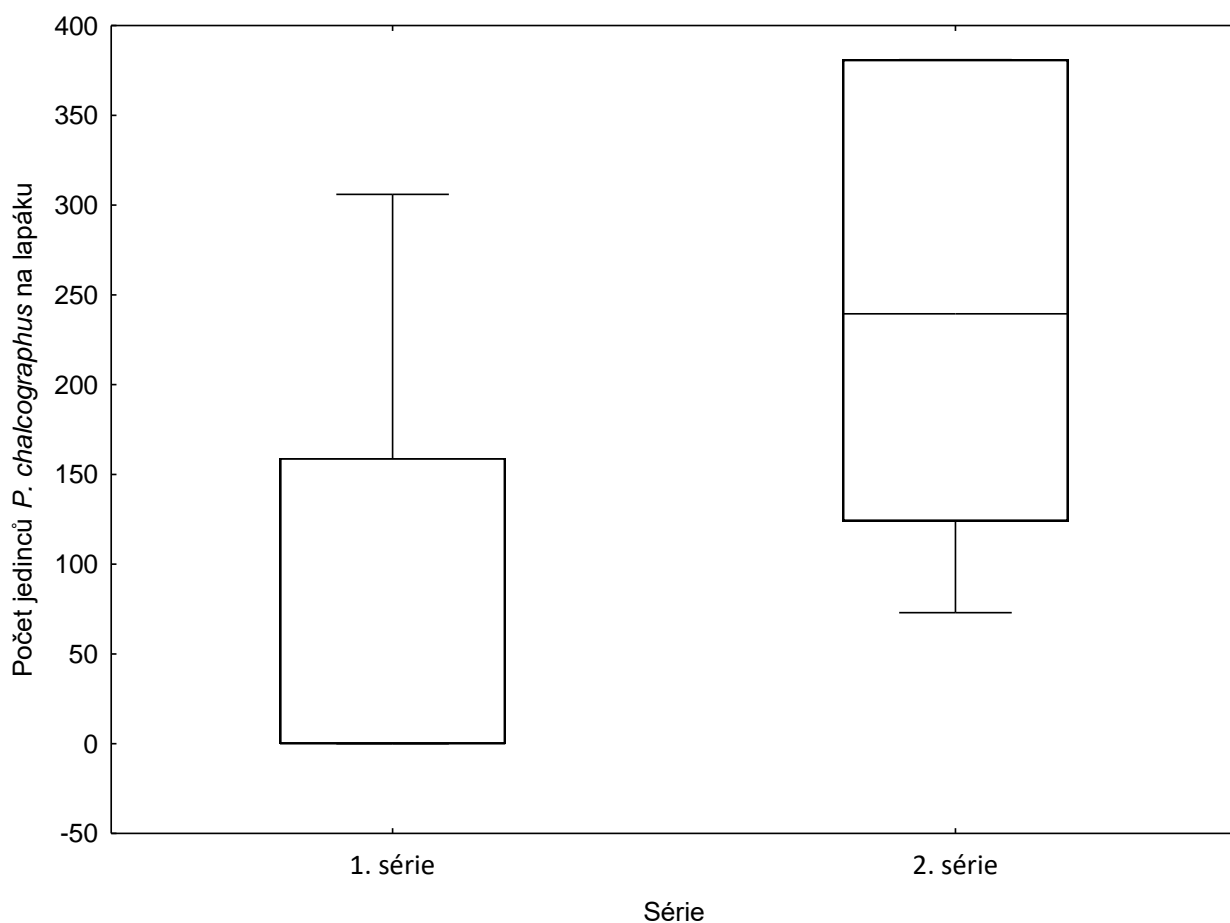


Graf 6 Srovnání průměrných odchytů lýkožroutů do feromonových lapačů na lokalitě Líšno (červená krabice...*Ips typographus*, zelená krabice...*P. chalcographus*, 1...přezimující generace, 2...dceřiná generace). Boxplot tvoří medián \pm 25-75 % kvartil, svorka znázorňuje rozsah



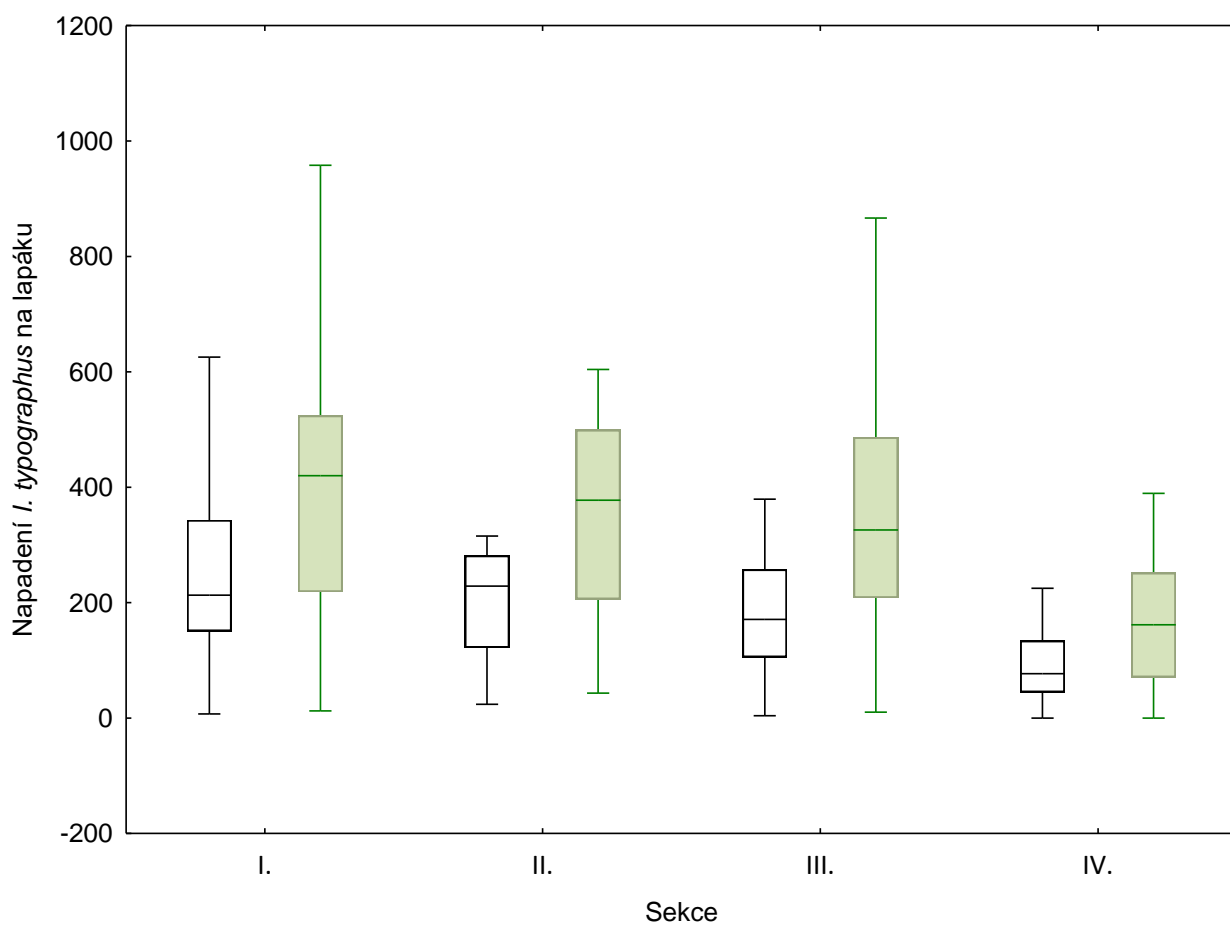
Graf 7 Srovnání počtu odchycených jedinců lýkožrouta smrkového na stromových lapácích na lokalitě Líšno podle série lapáků. Boxplot tvoří průměr \pm směrodatná chyba, svorka znázorňuje průměr ± 2 * směrodatná odchylka.

Na lapácích na lokalitě Líšno byly zjištěny na obou sériích pouze dva druhy kůrovců lýkožrout smrkový a lýkožrout lesklý. Celkově bylo za celou sezónu odchyceno přibližně 389 314 jedinců lýkožrouta smrkového, což je zhruba 12977,13 jedinců na jedno lapací zařízení. Na první sérii lapáků bylo zachyceno celkem 320803 lýkožroutů smrkových, tedy průměrně 16040,15 jedinců na jedno lapací zařízení. Na druhé sérii lapáků bylo zjištěno 68511 dospělců, v průměru bylo lýkožroutů méně než na první sérii: 6851,1 lýkožroutů smrkových na jeden lapák. Rozdíly mezi sériemi byly statisticky signifikantní, odchyty přezimující generace lýkožrouta smrkového byly významně vyšší (Kruskal Wallisův test: $H(1;30) = 6,7374$; $p = 0,0094$, Graf 7).



Graf 8 Srovnání počtu odchycených jedinců lýkožrouta lesklého na stromových lapácích na lokalitě Líšno podle série lapáků. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot.

Jelikož byly u lýkožrouta lesklého počítány pouze snubní komůrky, je dále uváděn pouze počet odchycených samců. Celkem bylo za obě série lapáků nachytáno 10542 samců (průměrně 351,4). Na první sérii bylo zjištěno na jedno lapací zařízení statisticky průkazné méně jedinců než na sérii druhé (Kruskal Wallisův test: $H(1;30) = 7,2443$; $p = 0,0071$; Graf 8).



Graf 9 Srovnání počtu závrtů (černě) a matečných chodeb (zeleně) lýkožrouta smrkového na m² na stromových lapácích na lokalitě Líšno podle jednotlivých sekcí. Boxplot tvoří medián ± 25-75 % kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot.

Lýkožrout smrkový obsazoval signifikantně častěji první tři sekce lapáku než sekci čtvrtou, a to jak pro počet závrtů (graf 9, tabulka 5), tak pro počet matečných chodeb (graf 9, tabulka 6). Lýkožrout lesklý nevykazoval žádnou průkaznou preferenci k jednotlivým sekcím lapáku (Kruskal Wallisův test: $H(3;120) = 7,097610$ $p = 0,0689$).

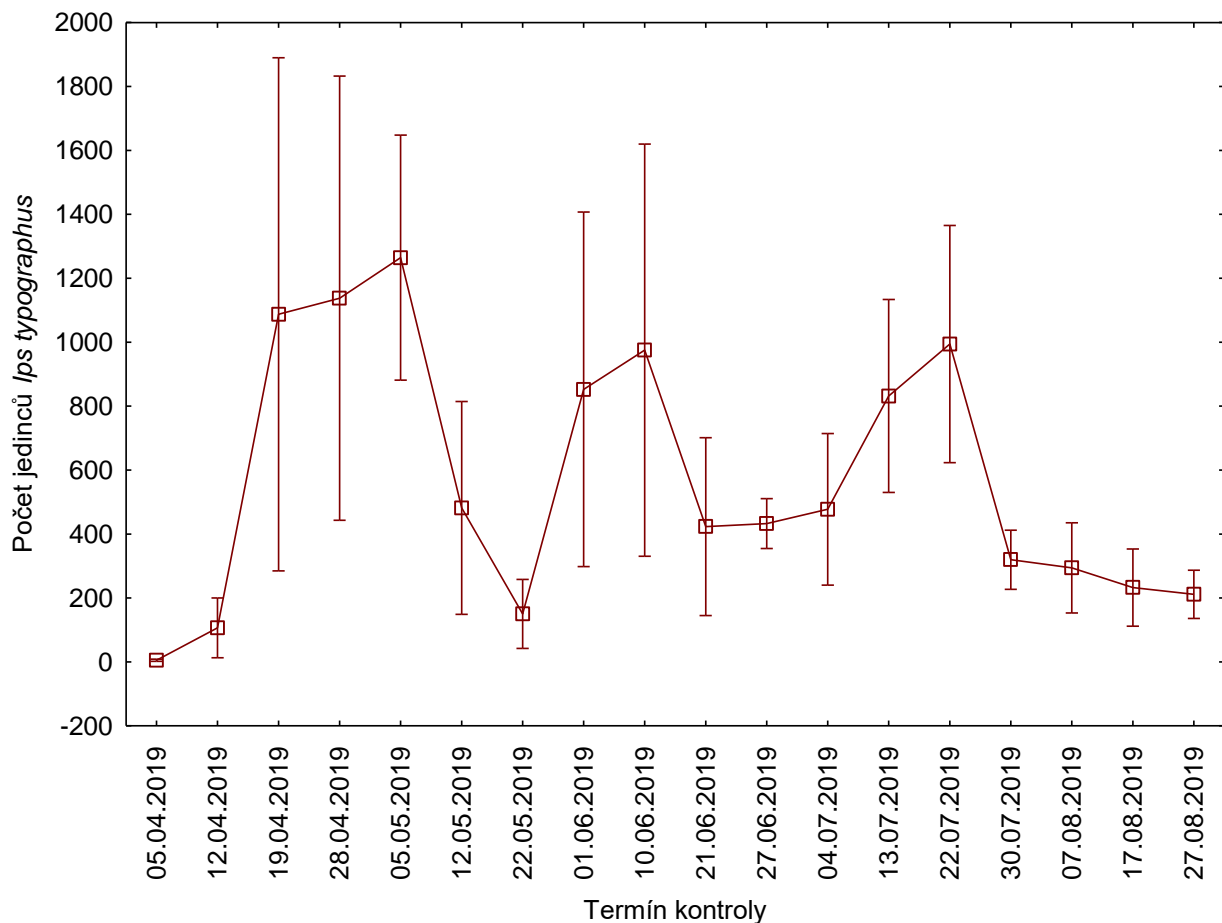
Tabulka 5 Mnohonásobné srovnání průměrného počtu závrťů *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem $H(3, N= 120) = 25,57240$ $p= ,0000$

Sekce	I.	II.	III.	IV.
Počet samců IT (m2)	R:72,767	R:70,867	R:65,267	R:33,100
I.		1,000000	1,000000	0,000060
II.	1,000000		1,000000	0,000157
III.	1,000000	1,000000		0,002050
IV.	0,000060	0,000157	0,002050	

Tabulka 6 Mnohonásobné srovnání průměrného počtu matečných chodeb *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem $H(3, N= 120) = 22,98364$ $p= ,0000$

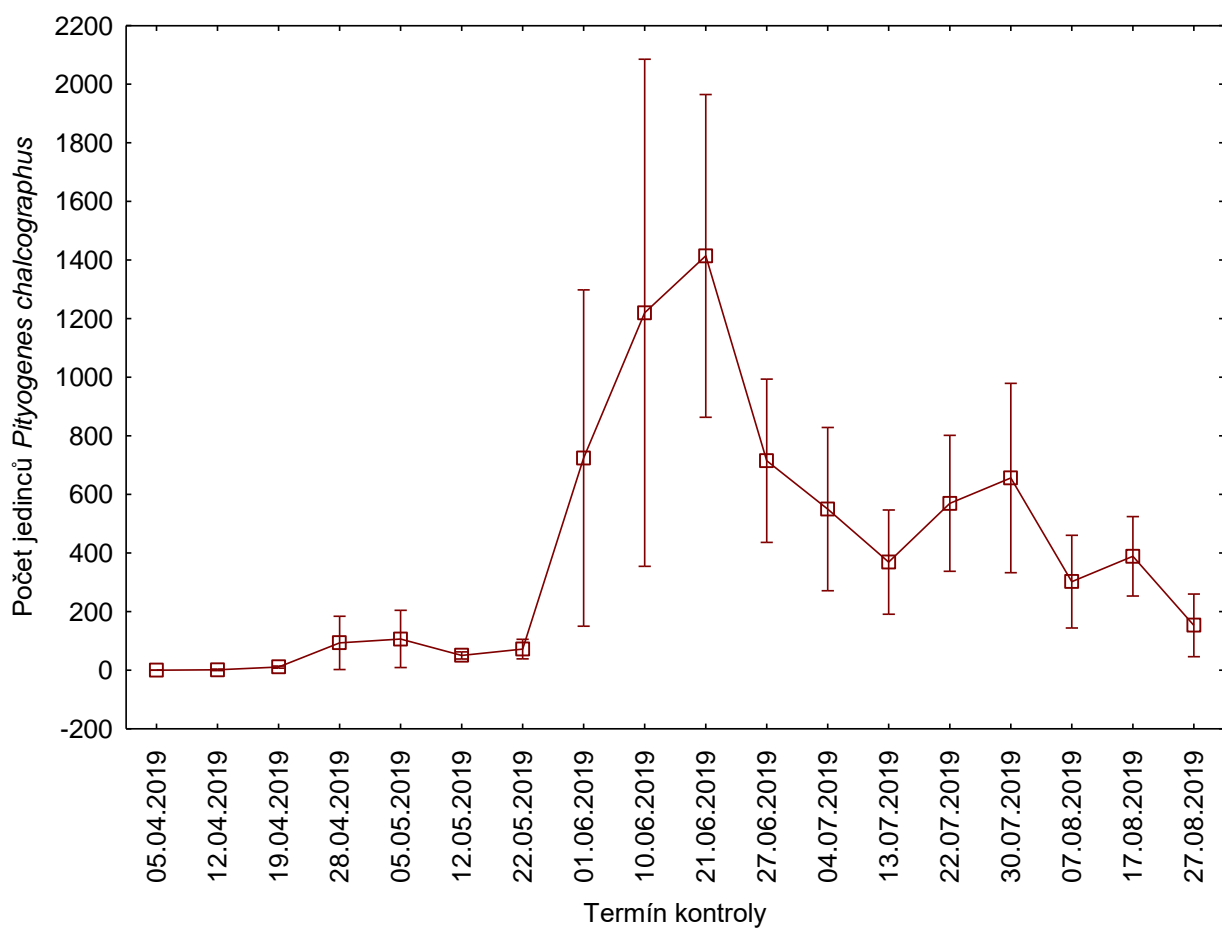
Sekce	I.	II.	III.	IV.
Počet samic IT (m2)	R:72,333	R:70,100	R:65,033	R:34,533
I.		1,000000	1,000000	0,000154
II.	1,000000		1,000000	0,000450
III.	1,000000	1,000000		0,004104
IV.	0,000154	0,000450	0,004104	

6.2 Lokalita Blaník



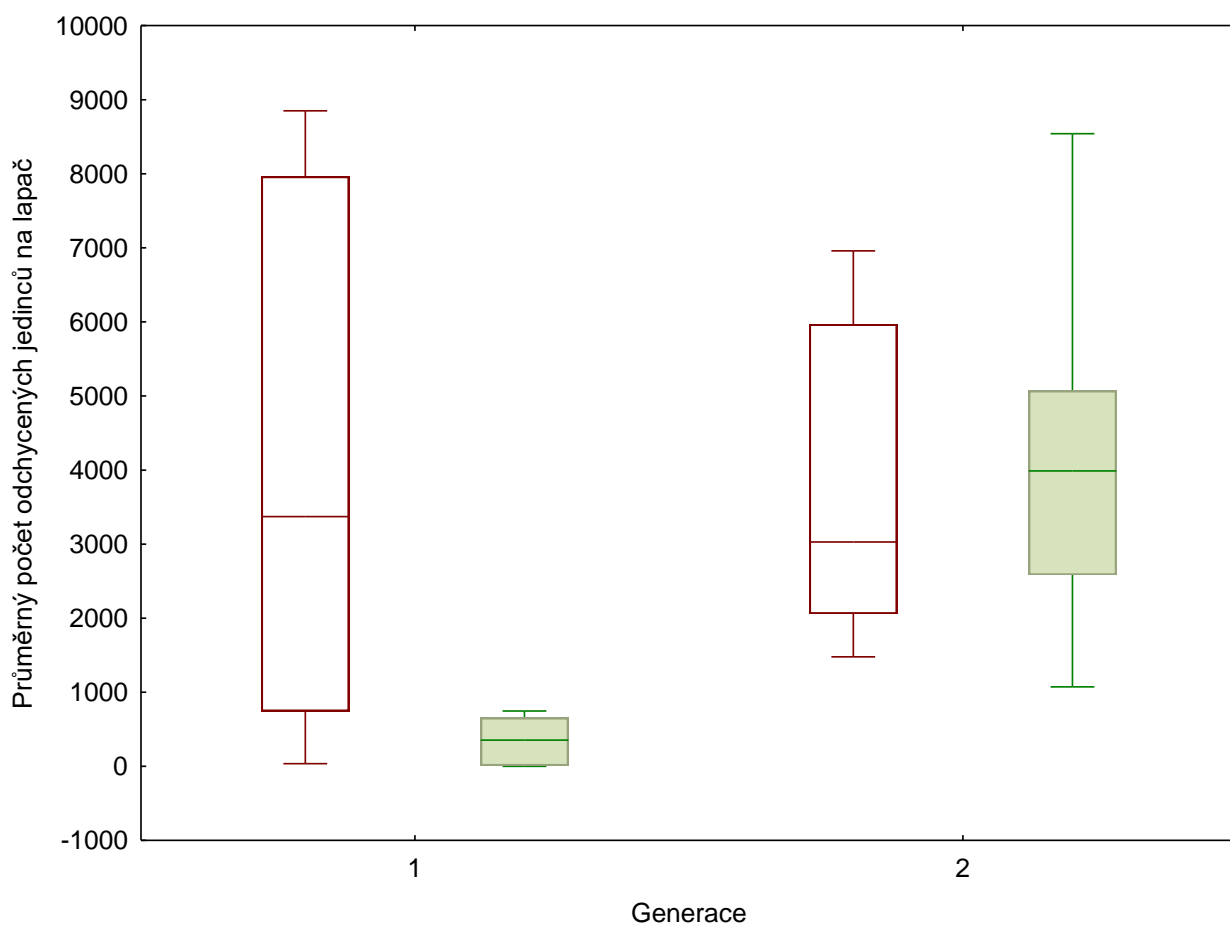
Graf 110 Letová aktivita *I. typographus* na lokalitě Blaník. Graf tvoří průměrný odchyt jedinců do lapačů \pm 0,95 konfidenční interval.

Jarní rojení nastalo od 19.4. a vrcholu dosáhlo 5.5.2019. Zde nastalo sesterské rojení, které bylo detekováno 1. – 10. 6. Letní rojení odstartovalo 4.7. a kulminovalo 28.6. a aktivní bylo po poměrně krátký časový úsek dvou týdnů. Na lokalitě Blaník letová aktivita lýkožrouta smrkového a lesklého vzájemně nekorelovala ($y = 2381,3615 + 0,1241 \cdot x$; $r = 0,1186$; $p = 0,6394$; $r^2 = 0,0141$).



Graf 11 Zaznamenaná letová aktivita druhu *P. chalcographus*. Graf tvoří průměrný odchyt jedinců do lapačů \pm 0,95 konfidenční interval.

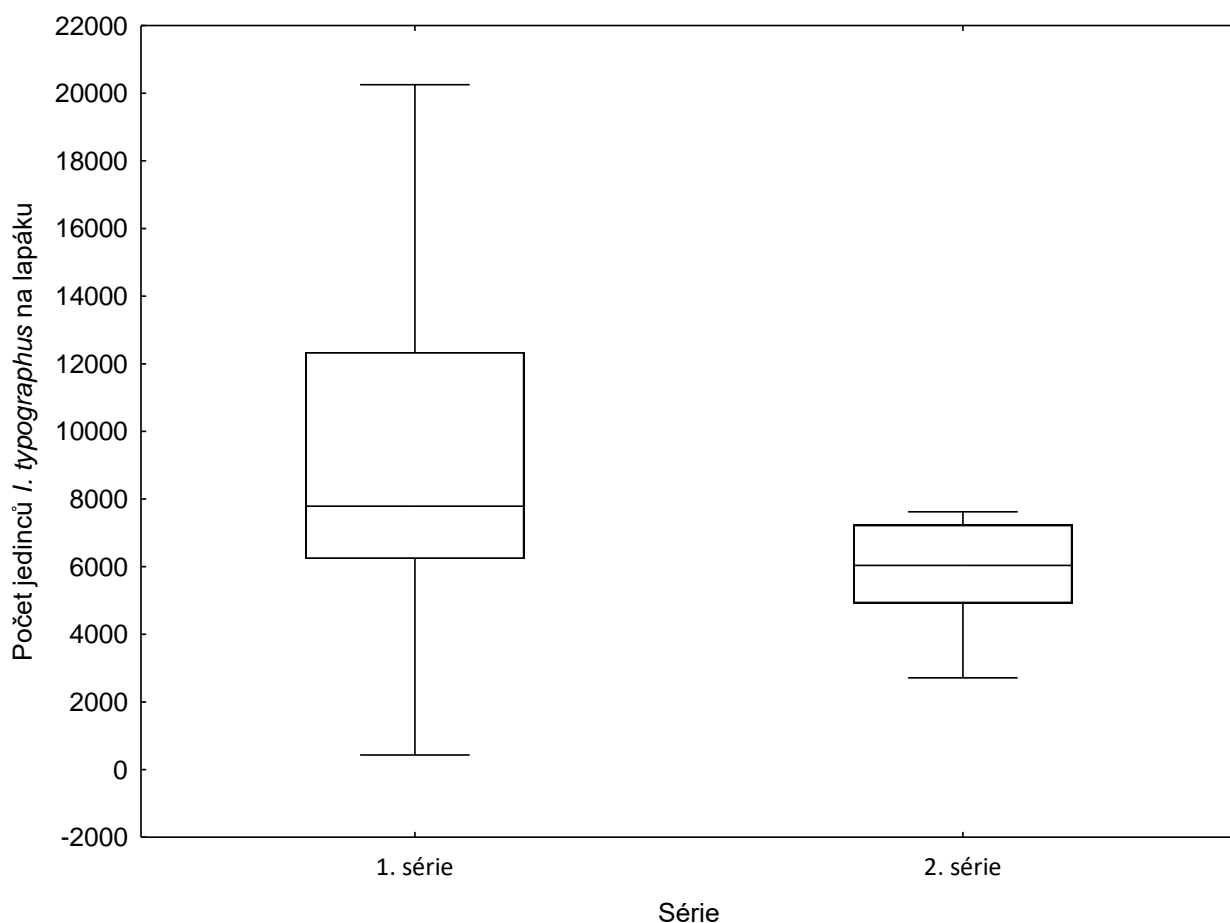
Jarní rojení nebylo zaznamenáno z neznámých příčin, zato letní rojení *P. chalcographus* začalo 1.6. s kulminací 21.6 s mírným sesterským pokolením od 22.-30.7.



Graf 12 Srovnání průměrných odchytů lýkožroutů do feromonových lapačů na lokalitě Blaník (červená krabice...*Ips typographus*, zelená krabice...*P. chalcographus*, 1...přezimující generace, 2...dceřiná generace). Boxplot tvoří medián \pm 25-75 % kvartil, svorka znázorňuje rozsah hodnot

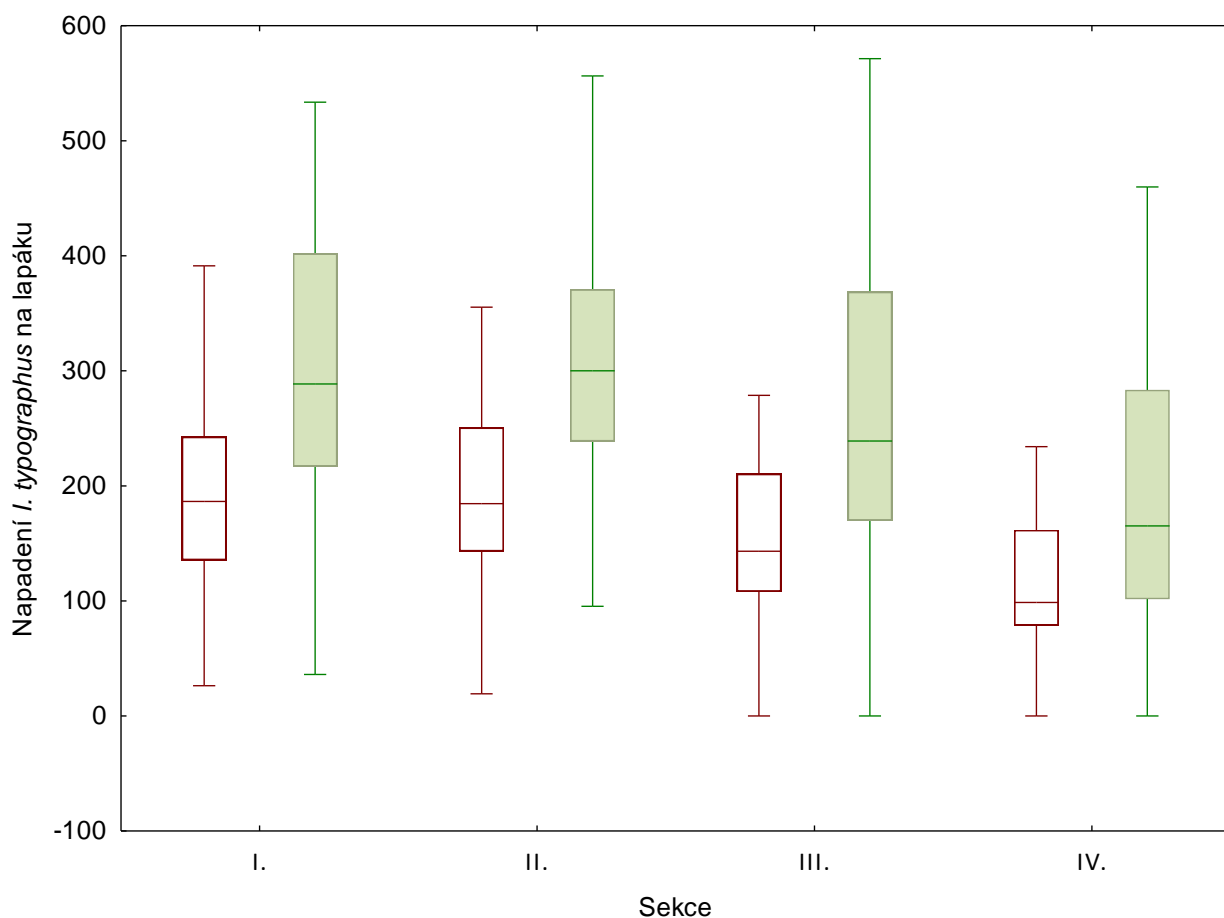
Celkové odchyty lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů na lokalitě Blaník byly v obou generacích srovnatelné (Kruskal Wallisův test-H (1;18) = 0,0185; $p = 0,8919$). U lýkožrouta lesklého bylo signifikantně více jedinců odchyceno v dceřiné generaci, slabý odchyt první generace byl způsoben pozdním osazením feromonů do lapačů. (Kruskal Wallisův test-H (1;18) = 12,1579; $p = 0,0005$).

Na lapácích na lokalitě Blaník byly také zaznamenány dva druhy kůrovců *Ips typographus* a *Pityogenes chalcographus*. Během letové aktivity kůrovců bylo odchyceno 224105 jedinců lýkožrouta smrkového, což odpovídá 8003,75 jedincům na jedno lapací zařízení.



Graf 12 Srovnání počtu odchytených jedinců lýkožrouta smrkového na stromových lapácích na lokalitě Blaník podle série lapáků. Boxplot tvoří průměr \pm směrodatná chyba, svorka znázorňuje průměr ± 2 * směrodatná odchylka.

První série lapáků odchytila celkem 161901 lýkožroutů smrkových, průměrně 8994,5 jedinců na jedno lapací zařízení. Na druhé sérii lapáků bylo zaznamenáno 62204 dospělců (průměrně 6220,4), celkově bylo tedy lýkožroutů méně než na první sérii. Rozdíly v počtu zachycených jedinců lýkožrouta smrkového byly statisticky signifikantní (Kruskal Wallisův test: $H(1;28) = 4,2506$; $p = 0,0392$, Graf 13). Mezi první a druhou sérií lapáků nebyly zaznamenány signifikantní rozdíly v počtech odchytených samců lýkožrouta lesklého (Kruskal Wallisův test: $H(1;28) = 1,9355$; $p = 0,1642$). Celkem bylo na první sérii odchyteno v průměru 784,8333 samců na jeden lapák, na druhé sérii to bylo průměrně 964,2 samců na jedno odchytové zařízení.



Graf 14 Srovnání počtu závrťů (černě) a matečných chodeb (zeleně) lýkožrouta smrkového na m² na stromových lapácích na lokalitě Blaník podle jednotlivých sekcí. Boxplot tvoří medián ± 25-75% kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot.

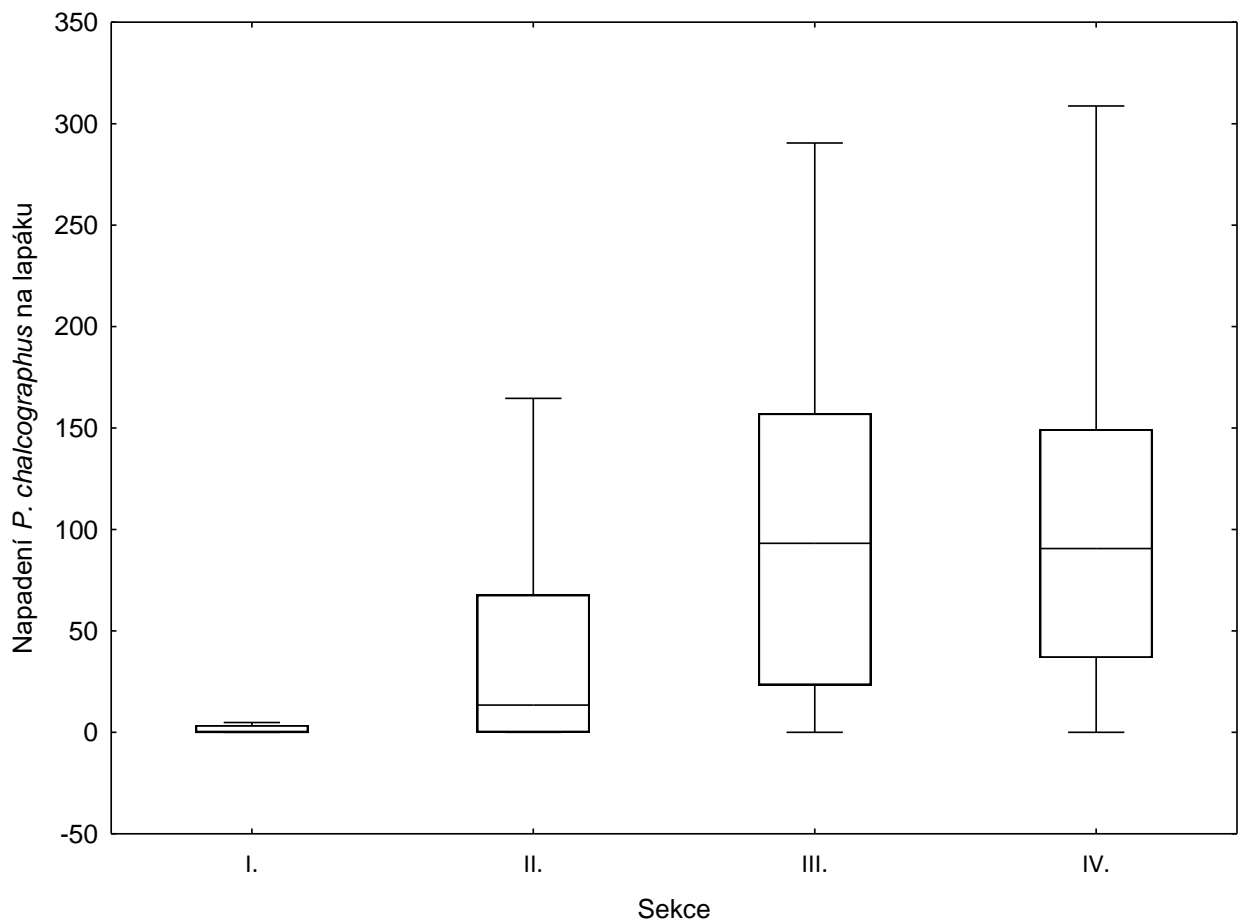
Lýkožrout smrkový během náletu signifikantně častěji nalétával na první a druhou sekci než na sekci čtvrtou, rozdíly byly prokázány jak u závrťů (Graf 14; Tabulka 7), tak pro počet matečných chodeb na druhé sekci (Graf 14, Tabulka 8).

Tabulka 7 Mnohonásobné srovnání průměrného počtu závrťů I. typographus na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem. $H(3, N=112) = 15,24877$ $p = ,0016$

Sekce	I.	II.	III.	IV.
Počet samců IT (m ²)	R:66,964	R:68,268	R:51,679	R:39,089
I.		1,000000	0,469295	0,007920
II.	1,000000		0,335778	0,004646
III.	0,469295	0,335778		0,881572
IV.	0,007920	0,004646	0,881572	

Tabulka 8 Mnohonásobné srovnání průměrného počtu matečných chodeb *I. typographus* na jednotlivých sekcích (na m2) lapáku Kruskal Wallisovým testem $H(3, N=112) = 9,338011$ $p = 0,0251$

Sekce	I.	II.	III.	IV.
Počet samic IT (m2)	R:63,286	R:65,143	R:56,268	R:41,304
I.		1,000000	1,000000	0,067921
II.	1,000000		1,000000	0,036127
III.	1,000000	1,000000		0,508139
IV.	0,067921	0,036127	0,508139	



Graf 15 Srovnání počtu závrťů lýkožrouta lesklého na m2 na stromových lapácích na lokalitě Blaník podle jednotlivých sekcí. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka znázorňuje rozsah neodlehých hodnot.

Lýkožrout lesklý se vyskytoval průkazně s nejvyšší intenzitou na třetí a čtvrté sekci stromových lapáků (Graf 15. Tabulka 9).

Tabulka 9 Mnohonásobné srovnání průměrného počtu závrťů *P. chalcographus* na jednotlivých sekcích (na m²) lapáku Kruskal Wallisovým testem.

Sekce	I.	II.	III.	IV.
Počet samců PCH (m2)	R:29,536	R:51,536	R:71,179	R:73,750
I.		0,067523	0,000010	0,000002
II.	0,067523		0,141763	0,062911
III.	0,000010	0,141763		1,000000
IV.	0,000002	0,062911	1,000000	

7 Diskuse

V minulosti bylo zaznamenáno mnoho kalamit způsobené lýkožroutem smrkovým. Největší kalamitou 19. a 20. stol. se stala kalamita, která postihla Šumavu, při této události bylo zničeno přes 7 mil m³ smrkového dřeva (Zumr 1995). V současné době, díky velmi příhodným teplotním podmínkám pro vývoj lýkožrouta, zažíváme další velmi silnou kůrovcovou kalamitu. Tuto kalamitu můžeme datovat až do roku 2003, kdy nastala první vlna sucha (Knížek & Liška 2018). Avšak největšího rozmachu došlo o 10 let později, ke strmému nárůstu došlo v roce 2015, kdy panovalo dlouhotrvající sucho (Knížek & Liška 2018). Do roku 2017 počet kůrovcových těžeb narůstal, nicméně nárůst se pohyboval kolem 30 %. Rok 2018 byl zlomový a nastal velmi strmý nárůst, kde se vytěžilo o více jak 100 % než v předchozím roce 2017 viz graf. č. 1. V roce 2018 bylo vytěženo 8 mil m³ smrkového kůrovcového dříví (Lubojacký et al. 2019) V tomto roce nastala největší kůrovcová kalamita od dob evidence škodlivých činitelů v lesích. O ohromnosti kalamity, také svědčí to, že v létech 1963–1975 byla průměrná roční nahodilá smrková těžba 0,47 m³/ha (Zumr 1995), za to v roce 2017 to bylo už 4 m³/ha (Knížek & Liška 2018), což je devítinásobné množství než za normálních podmínek (základního stavu).

Za sledované období předložené diplomové práce se odchytilo průměrně v lokalitách Blaník a Líšno 9 800 imág na 16 lapačů. U Repty (2017) byl průměr na 10 lapačů 13 500 imág l. smrkového. Tento vyšší počet odchycených jedinců Repty (2017) může být dán nižší průměrnou nadmořskou výškou lokalit s 485 m n. m. Lokality na Benešovsku mají průměr 612 m n. m.

Samotné jarní rojení na lokalitě Líšno (585 m n. m.) započalo 19. 4. (16. týden), lokalitě Blaník (638 m n. m.) nastalo v největší abundanci 5. 5. (19. týden). tyto termíny se považují za běžnou dobu pro jarní rojení, kterou uvádění např. (Forst et al. 1985, Zahradník & Geráková 2010). Podle kurovcoveinfo.cz (Příhoda & Zahradník 2020) v těchto nadmořských výškách došlo k jarnímu rojení ve Středočeském kraji během 18. týdne. Důvod v rozdílu těchto termínů bude pravděpodobně v detailnějším měřítku jedné lokality než za celý kraj a také to, že expozice výzkumných plochy v Líšně byla jižní svah, kde na přímém slunci se dosáhlo vyšších teplot a tím i zrychlenému nástupu

jarního rojení. Této tezi dává za pravdu i zjištění Repty (2017), kdy v nadmořské výšce 370 m n. m. sledoval jarní rojení v 19. týdnu. Tím je myšleno, že jižní expozice a nárůst průměrných teplot (od normálu) o 1,6 °C (ČHMÚ 2020) snižuje pomyslnou nadmořskou výšku až o 200 m. Hinze & John (2020) zjistili, že se vzrůstající teplotou do 27 °C narůstá letová aktivita lýkožroutů a až do 36 °C zůstává téměř beze změny. Kdy při 50 °C brouk hyne (Skuhrový 2002). Letní rojení na výzkumném území probíhalo v rámci 26. – 28. týdne přelom června a první půlka července. Potvrdilo se, že průběh letního rojení je méně výrazné, rozptýlené a prodloužené na delší časové období, jak uvádějí autoři např. Pfeffer (1954, 1955), Zumr (1995). Stejně tak toto sledování koresponduje se sledováním průběhu rojení (Příhoda & Zahradník 2020) kurovcoveinfo.cz, kdy v těchto nadmořských výškách (500–700 m n. m.) proběhlo v tentýž týdnech (26.–28.). Ve vyhodnocení Zahradníka (2016) je též tento termín, že kolem 29. týdne spadá na začátek letního rojení. Malý rozdíl v lokalitách je dán především jižní expozicí lokality Líšno s dřívějším nástupem rojení. To potvrzují autoři Pfeffer (1955), Zumr (1995), kteří říkají, že do průběhu letního rojení velmi zasahuje vliv mikroklimatických podmínek např. nadmořská výška, expozice.

V porovnání odchycených jedinců lapáky vykázaly na přepočtený průměr o 3 % více než lapače. To zcela vylučuje tvrzení Drumonsta et al. (1992), že jsou až 14 x účinnější než lapače. Jedná se velmi nízké hodnoty a díky ekonomické náročnosti se jeví jako užitečnější metoda ta feromonových lapačů. Stejně tvrdí Bakke (1989), který pokládá odchyt I. smrkového prostřednictvím klasických lapáků za drahý a časově náročný v porovnání s lapači. Samotná lepší účinnost záchytu I. smrkového byla sledována na stromech, které mají silnější lýkovou vrstvu. O tom píšou i (Pfeffer 1954, Zumr 1995) a říkají, že pro lapáky je vhodnější vyhledávat stromy silnějších dimenzí v porostech. Rozpětí počtu rodin na lapácích na lokalitě Blaník byl 0–285 na m² (průměr cca 120 rodin) velmi podobného čísla 6–330 rodin na m² dosáhl i Matoušek et al. (2010). Podle Wermelinger (2004) jsou tyto hodnoty poloviční od normálu, kdy on označuje 250 rodin na m² za standardní počet. Počty závrtů se stabilizovali na hodnotě průměrně na 2,12/dm², což je na spodní hranici hodnot 2,27–3,58/dm², kterých dospěli ve své studii (Kula & Šotola 2017). Intenzita napadení překročila hodnotu 1

závrtnu na dm² a můžeme hovořit o silném napadení. Tímto vlivem byla ovlivněna i druhová diverzita kambioxylofágního hmyzu. Byly determinovány pouze dva druhy lýkožroutů *I. typographus* a *P. chalcographus*. Tento fakt, lze vysvětlit předchozími výzkumy, které při vysoké populační hustotě I. smrkového zjistily, že se obecně snižuje druhová rozmanitost dalšího lýkožravého hmyzu (Kula & Ząbecki 2006). V prostorovém rozmístění byla sledována lokalizace *I. typographus* v pod korunové části kmene s postupujícím sestupem do části bazální. Ke stejným výsledkům při pozorování dospěl i Holuša et al. (2009).

Metoda stromových lapáků se vyznačovala efektivní zachytnou reakcí hlavně jarní generace lýkožroutů, což prokázaly i další předchozí studie např. (Lubojacký & Holuša 2014). V létě byl pozorován průkazně nižší záchyt II. generace. Tento fakt může být dán tím, že v létě již nastává v aktuální době „období sucha“, kdy jsou lapáky přehlíženy, kvůli stojícím chřadnoucím stromům. Holuša & Liška (2002) a Hlásny et al. (2010) píší, že v důsledku sucha lapákům konkurují chřadnoucí stojící stromy. A vhodně to doplňuje zjištění Kausruda et al. (2011), který prokázal, že stojící stromy jsou zpravidla více napadány než stromy ležící. Z těchto vypočítaných faktů se doporučuje v létě především zabývat aktivním vyhledáváním napadených stromů než na pokládání druhé série lapáků (Polák 2004). Avšak schopnost druhé série zachytit letní rojení, nepochybně velmi silnou zachytnou schopnost první série lapáků (Schneiderorelli 1948).

V současnosti se rovněž objevuje problém v rozvrácených porostech smrku, kde kácení zdravých jedinců může být kontraproduktivní, neboť dochází k další eliminaci a likvidaci stromů. V oblastech nějakým způsobem oslabených (sucho, lýkožrouti, imise atd.) je vhodnější využívat metodu feromonových lapačů (Jakuš et al. 2015), protože v těchto stresujících podmínkách lapák často k odchytní lýkožroutů selhává (Pfeffer 1961), neboť je v porostu mnohem více příhodného materiálu k eventuálnímu náletu. Stromový lapák má svou určitou maximální kapacitu, po úplném obsazení již není prostor pro nové jedince, jenomže lapač má nekonečnou lapací kapacitu a prakticky nesrovnatelně jednodušší destrukci entomologického materiálu oproti lapákům. Na druhou stranu lapák může monitorovat a zachycovat i ty druhy, na které nelze použít

feromonový lapač (Abgrall & Schvester 1987) nebo pro jejich odchyt není určen a může tak lépe informovat o diverzitě podkorního hmyzu v porostech.

8 Závěr

Na lokalitě Blaník byl průměrný počet zachycených *I. typographus* jarní a letní generace do feromonových lapačů téměř shodný a signifikantně se nelišil. V Líšně byly zaznamenány obdobné výsledky a průměrný počet jedinců v jarním a letním rojení byl srovnatelný a okolo 500 jedinců lapač. V rámci studie se u *I. typographus* a *P. chalcographus* výše odchyť u jednotlivých generací pomocí lapačů vzájemně statisticky nelišily ($p > 0,05$). Pouze na lokalitě Blaník se z důvodů neznámých odchyťlo více jedinců *P. chalcographus* do lapačů během letního rojení.

Během sledovaného období na studijních lokalitách byly na stromových lapácích determinovány dva druhy lýkožroutů: smrkový a lesklý. *I. typographus* ve vysokých denzitách napadal především a statisticky průkazně více I. sérii lapáků. Lýkožrout lesklý byl sledován především na II. sérii lapáků.

Z hlediska lesnické praxe je vhodné používat obě obranné metody naráz. V praxi je tato kombinace velmi běžná, a tak doporučuji v tomto schématu pokračovat.

Lýkožrout smrkový se statisticky významně vyskytoval na I., II., a III. sekci a na poslední IV. sekci dominoval I. lesklý. Tloušťka lýka v jednotlivých sekcích byla změřena s průměrnými hodnotami (\emptyset) u I. 4,2 mm, II. 4,1 mm, III. 4,5 mm a IV. 3,8 mm. Prostorové rozmístění na lokalitě Blaník se statisticky průkazně pozorovalo u I. smrkového na I. a II. sekci a zbylé III. a IV. sekce byly signifikantně hlavními ohnisek náletu a vývoje I. lesklého. Tloušťka lýka v sekcích byla průměrně (\emptyset) u I. 4 mm, II. 4,3 mm, III. 3,1 mm a IV. 3,0 mm. Autoři (Zumr 1984, Holuša et al. 2017) uvádějí pro I. smrkového minimální sílu lýka na hodnotu 4 mm, což se naprosto potvrdilo. Z těchto pozorování lze vyjádřit, že hlavním určující charakteristikou pro prostorovou lokaci těchto druhů lýkožroutů je tloušťka lýka.

9 Seznam literatury

- ABGRALL, J.-F., SCHVESTER, D. Observations sur le piégeage de *Ips typographus* L. apres chablis. *Revue Forestière Française*, 1987, 359–377 pp.
- ANDERBRANT, O. Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities, *Ecological Entomology*, 1990, 1-8 pp.
- BAKKE, A. The recent *Ips typographus* outbreak in Norway – experiences from a control program, *Holarctic Ecology*, 1989, 515–519 pp.
- BEREC, L., DOLEŽAL, P., HAIS, M. Population dynamics of *Ips typographus* in the Bohemian Forest (Czech Republic): Validation of the phenology model PHENIPS and impacts of climate change, *Forest Ecology and Management*, 2013, 1–9 pp.
- BOMBOSCH, S. Zur Epidemiologie des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). In: Wellenstein G. (ed.): Die Grosse Borkenkalamitat in Sudwestdeutschland 1944-1951. Ringingen, Forstschutzstelle Sudwest, 1954, 239-283 pp.
- Český hydrometeorologický ústav. <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty> (accessed March 03, 2020).
- LUBOJACKÝ, J. & HOLUŠA, J. Attraction of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) beetles by lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and trap trees, *International Journal of Pest Management*, 2014, 153-159 pp., DOI: 10.1080/09670874.2014.944610
- DRUMONST, A. GONZALES, R. de WINDT, N. GREGOIRE, J. C. de PROFT M. SEUTIN, E. Semiochemicals a the integrated management of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in Belgium. *Journal of Applied Entomology*, 1992, 333–337 pp.
- FORST, P. et al. *Ochrana lesů a přírodního prostředí*. SZN Praha, 1985. 407 pp.
- FUNKE, W. PETERSHAGEN, M. Zur Orientierung und zur Flugaktivität von *Ips typographus* L. und *Trypodendron lineatum* Ol. (Scolytidae). In: Wulf, A., Kehr, R., (Eds.), BorkenkäferGefahren nach Sturmschäden: Möglichkeiten und Grenzen einer integrierten Bekämpfung, *Mitt. Biol. Bundesanst. Landw. Forstw.*, Berlin, 1991, 94–100 pp.
- GALKO, J. GUPKA, A. VAKULA, J. BRUTOVSKÝ, D. Comparison of catches of the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) (Coleoptera: Scolytidae) in pheromone traps of Canadian and European production, *Journal of Forestry*, 2010, 337–347 pp.

HINZE, J. JOHN, R. Effects of heat on the dispersal performance of *Ips typographus*. *J Appl Entomol.* 2020, 144–151 pp. <https://doi.org/10.1111/jen.12718>

HLÁSNÝ, T. GROTZKI, W. ŠRÁMEK, V. HOLUŠA, J. et al. Spruce forest decline in the Beskids/Hynuti smrekových poratso v Beskydách. Hlásný T., Sitková Z. (eds): Spruce forests decline in the Beskids. National Forest Centre-Forest Research Zvolen & Czech University of Life Science Prague & Forestry and Game Management research institute Jíloviště-Strnady, 2010, 15-32 pp.

HLÁSNÝ, T. ZAJIČKOVÁ, L. TURČÁNI, M. HOLUŠA, J. & SITKOVÁ, Z. Geographical variability of Spruce bark beetle development under climate change in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 2011, 242–249 pp.

HOLUŠA, J. HLÁSNÝ, T. MODLINGER, R. LUKÁŠOVÁ, K., KULA E. Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management*, 2017, 65–173 pp.

HOLUŠA, J. LIŠKA, J. Hypotéza chřadnutí a odumírání smrkových porostů ve Slezsku (Česká republika). *Zprávy lesnického výzkumu*, 2002, 9–15 pp.

HOLUŠA, J. KULA, E. KOZÁK, D. KNÍŽEK, M. ZABECKI, W. Atraktivita lapáků. Atraktivita smrkových lapáků napadených václavkou *Armillaria* sp. pro kambiofágy. [Hradec Králové], Lesy České republiky, 2009, 39 pp.

JAKUŠ, R. HOLUŠA, J. BLAŽENEC, M. Principy ochrany dospělých smrkových porostů před podkorním hmyzem. 1. vydání. Praha: ČZU Praha, 2015, 198 pp. ISBN 978-80-213-2605-7.

KAUSRUD, K. OKLAND, B. SKARPAAS, O. GREGOIRE, J. et al. Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biological Review*, 2011, 34–51 pp.

KNÍŽEK, M. Scolytinae (kůrovcovití). 2005, pp. 527–530. In Farkač et al. (ed.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic Invertebrates. Vydání první, Praha, 2005, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: 760 pp.

KNÍŽEK, M. LIŠKA, J. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2017 a jejich očekávaný stav v roce 2018. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., *Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum* 2018, 72 pp.

KŘÍSTEK, J. URBAN, J. *Lesnická entomologie*. Vyd. 2., upr. Praha: Academia, 2013. ISBN isbn:978-80-200-2237-0.

KULA, E. ŠOTOLA, V. Ips typographus on Norway spruce trap trees with and without branches [Lýkožrout smrkový na neodvětvených a odvětvených smrkových lapácích], *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 2017, 42–49 pp.

KULA, E. ZABECKI, W. Spruce windfalls and cambioxylophagous fauna in an area with the basic and outbreak state of Ips typographus (L.), *Journal of Forest Science*, 2006, 497–509 pp.

LOBINGER, G. Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Anz. Schädl.kd, Pflanzenschutz Umweltschutz* 1994, 14–17 pp.

LOBINGER, G. Variations in sex ratio during an outbreak of *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in Southern Bavaria. *Anz. Schädl. kd, Pflanzenschutz Umweltschutz* 1996, 51–53 pp.

LUBOJACKÝ, J. LORENC, F. LIŠKA, J. KNÍŽEK, M. Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2018 a prognóza na rok 2019. In: Knížek M. (ed.): Škodliví činitelé v lesích Česka 2018/2019 – Historie a současnost kůrovcových kalamit ve střední Evropě. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, *Zpravodaj ochrany lesa*, 2019, 14–19 pp.

LUBOJACKÝ, J. Vývoj legislativy související s ochranou lesů před lýkožroutem smrkovým (IPS TYPOGRAPHUS L.) v Českých zemích do současné podoby. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2012, 189–193 pp.

MATOUŠEK, P. MODLINGER, R. HOLUŠA, J., TURČÁNI, M. Počet vajíček kladených lýkožroutem smrkovým Ips typographus (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) na stromových lapácích: vliv vybraných faktorů. *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 2012, 126–132 pp.

MERKER, E. *Die ökologischen Ursachen der Massenvermehrung des grossen Fichtenborkenkäfers in Südwestdeutschlands wahren der Jahre 1941 bis 1951*. Freiburg: potrik K.-G., 1957, 140 pp.

MILLS, N. J. A preliminary analysis of the dynamics of within tree population of Ips typographus (L.) (Coleoptera:Scolytidae), *Journal of Applied Entomology*, 1986, 402–416 pp.

NETHERER, S. MATTHEWS, B. KATZENSTEINER, K. BLACKWELL, E., et al. Do water-limiting conditions predispose Norway spruce to bark beetle attack? *New Phytologist*, 2015. 1128–1141 pp.

NOVÁK, V. HROZINKA, F. STARÝ, B. Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin. vyd. Liberec: SZN, 1974, 127 pp. ISBN 07-007-74

PAVLÍČEK, K. Ipsolapka, přístroj na lapání kůrovce a jiných brouků. *Lesnická práce*, 1949, 39–42 pp.

PFEFFER et al: *Lesnická zoologie II.*, SZN Praha 1954, 403–546 pp.

PFEFFER, A. *Fauna ČSR. Kůrovci – Scolytoidea*. ČASV Praha, 1955, 324 pp.

PFEFFER, A. *Ochrana lesů*. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 196, 831 pp.

PFEIL, W. Über Insektenschaden in den Wäldern, die Mittel ihm vorzubeugen und seine Nachteile zu vermindern. Verlag Boicke, Berlin. 1827.

POLÁK, P. 2004. Zkušenosti v ochraně lesa proti škodám způsobovaným lýkožrouty u VLS divize Lipník. In: Sborník referátů 28. setkání lesníků tří generací na téma "Nebezpečí kůrovce v roce 2004" (Praha-Novotného lávka). Česká lesnická společnost, VÚLHM Jíloviště-Strnady, *Lesnická práce*, 2004, 91-93 pp.

POLENO, Z., et al. *Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Č. lesy: Lesnická práce, 2007, 463 pp.

Plán péče Velký Blaník 2014–2019
(<http://www.ochranaprirody.cz/lokality/?idlokality=1657>)

PŘÍHODA, ZAHRADNÍK P. Kůrovcové info. <http://www.kurovcoveinfo.cz/vyhodnoceni> (accessed Feb 03, 2020).

QUASHIK, E. *Der fichteborkenkäfer Akadem. Verlagsges.; potrik K.-G.: liepzig, 1953.*

QUITT, E. Klimatické oblasti Československa, Academia, 1971, 73 pp.

REPTA, M. *Srovnání odchyty lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů a pod otrávenými lapáky v Karpatech: diplomová práce*. ČZU: Fakulta lesnická a dřevařská, 2017.

SEIDL, R. SCHELHAAS, M.-J., RAMMER, W., VERKERK, P.J. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage, *Nature Climate Change*. 2014, 806–810 pp.

SCHNEIDERORELLI, O. Richtlinien zur Borkenkäferbekämpfung in den schweizerischen Wäldern für 1948. *Schweiz. Z. Forstw.* 1948, 71-81 pp.

SKUHRAVÝ, V. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. Praha: Agrospoj, 2002, 196 pp.

STADELLMAN, G., BUGMANN, H., MEIER, F., WERMELINGER, B., BIGLER, C. Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest Ecological Management*. 2013, 273–281 pp.

ŠVESTKA, M. Efektivní využití feromonových lapačů proti lýkožroutu smrkovému. *Lesnická práce* 1996, 48-49 pp.

Vyhláška č. 76/2018 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce, ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-76>,

WERMELINGER B. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology Management*, 2004, 67-82 pp.

ZAHRADNÍK, P. – GERÁKOVÁ, M. Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.) VULHM Strnady Jíloviště, příloha časopisu *lesnická práce* 2010, 8 pp.

ZAHRADNÍK, P. - ZAHRADNÍKOVÁ, M. Použití feromonových lapačů v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému: Certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. 2016, 23 pp. ISBN 978-80-7417-103-1.

ZAHRADNÍK, P. Ochrana smrčín proti kůrovčům. *Lesnická práce*. Kostelec nad Černými lesy. 2004, 39 pp. ISBN 80-86386-48-1.

ZAHRADNÍK, P., HOLUŠA, J. KNÍŽEK, M., LIŠKA, J., LUBOJACKÝ, J., PEŠKOVÁ, V., VÉLE, A., ZAHRADNÍHOVÁ, M. Výsledky výzkumu útvaru LOS uplatnitelné v praxi. In KNÍŽEK, M. (ed.): Škodlivý činitelé v lesích Česka 2014/2015. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. *Zpravodaj ochrany lesa* 2015, 47-58 pp.

Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), Zákon č. 289/1995 Sb. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>,

ZUMR, V. Izpolzovanije specialnych lovušek i feromonov v cejlach opredelenija plotnosti polpuljácii korojeda typografa (*Ips typographus* L.). *Symposium Chemorepcija nasekomych*, 1979, 1–6 pp.

ZUMR, V. prostorové rozmístění kůrovců (Coleoptera, Scolytidae) na smrku ztepilém (*Picea abies* L.) a jejich indeference k lesním vegetačním stupňům. *Lesnictví*, 1984, 509–522 pp.

ZUMR, V. Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a ochrana proti němu, Academia, Prague, 1985, 234 pp.

ZUMR, V. chování lýkožrouta smrkového, *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae), během letové fáze ve smíšených porostech. *Lesnictví*, 1991, 669–675 pp.

ZUMR, V. Lýkožrout smrkový – biologie, prevence a metody boje. 1. vydání. Písek: Matice lesnická. 1995. 131 pp. ISBN 978-809-0004320



Obrázek 11 Lapák položený do polostínu



Obrázek 12 Odebraný vzorek kůry z lapáku a počítání všech potřebných hodnot



Obrázek 13 Vybraný entomologický materiál ze záchytné nádoby lapače do sklenice



Obrázek 14 Průběh kontroly matečných chodeb v lapácích v průběhu napadení I. smrkovým