

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Vyhodnocení poměru pohlaví u jedinců *Ips cembrae*  
odchycených do otrávených trojnožek

Diplomová práce

**Autor:** Bc. Jiří Bidmon

**Vedoucí práce:** Mgr. Karolina Lukášová Ph.D.

2018

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



Evaluation of sex ratio of *Ips cembrae* individuals caught  
in the poisoned tripods

Diploma Thesis

**Author:** Bc. Jiří Bidmon

**Supervisor:** Mgr. Karolina Lukášová Ph.D.

2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Bidmon

Lesní inženýrství

Název práce

Vyhodnocení poměru pohlaví u jedinců *Ips cembrae* odchycených do otrávených trojnožek

Název anglicky

Evaluation of sex ratio of *Ips cembrae* individuals caught in the poisoned tripods

---

Cíle práce

- vyhodnotit efektivitu odchytné metody u jednotlivých generací lýkožrouta modřínového
- srovnat poměr pohlaví *I. cembrae* během letové aktivity

Metodika

- bude provedena literární rešerše o bionomii a obranných opatřeních proti lýkožroutu modřínovému
- na čtyřech studijních lokalitách bude instalován otrávený lapák navzájem feromonovým odparníkem *Cembraewit* a stromový lapák jako kontrolní metoda
- od dubna do srpna budou prováděny pravidelné odběry na otrávených lapácích v 7-10denních intervalech a dvě kontroly na stromových lapácích (2 série)
- po ukončení letové aktivity *Ips cembrae* bude provedena laboratorní analýza a pitva u vzorku vždy 30 jedinců z odchytné, u kterých bude určeno pohlaví
- velikost odchytné a poměr pohlaví bude srovnán v programu STATISTICA
- na základě výsledků bude hodnocena efektivita metody pro monitoring a obranu proti lýkožroutu smrkovému

---

Doporučený rozsah práce  
40 stran včetně Příloh

**Klíčová slova**

lýkožrout modřínový, trojnožka, poměr pohlaví, letová aktivita

---

**Doporučené zdroje informací**

- Elsner G., 1997: Relationships between cutting time in winter and breeding success of *Ips cembrae* in larch timber. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11: 653-657.
- Grodzki W., 2008: *Ips cembrae* Heer. (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in young larch stands – a new problem in Poland. *Forstschutz Aktuell* 44: 8-9.
- Holuša J., Kula E., Wewiara F., Lukášová K., 2014: Flight activity, within the trap tree abundance and overwintering of the larch bark beetle (*Ips cembrae*) in Czech Republic. *Šumarski list* 1-2: 19-27.
- Lubojacký J., Holuša J., 2011: Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and pheromone traps. *Šumarski list* 135 (5-6): 233-242.
- Lubojacký J., Holuša J., 2013: Comparison of lure-baited in insecticide-treated tripod trap logs and lure-baited traps for control of *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Pest Science* 86 (3): 483-489.
- Lubojacký J., Holuša J. 2014a: Attraction of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) beetles by lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and trap trees. *International Journal of Pest Management* 60 (3): 153-159.
- Lubojacký J., Holuša J. 2014b: Effect of insecticide-treated trap logs and lure traps for *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) management on nontarget arthropods catching in Norway spruce stands. *Journal of Forest Science* 60 (1): 6-11.
- Zhang Q.H., Byers J.A., Schlyter F., 1992: Optimal attack density in the larch bark beetle, *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Applied Ecology* 29 (3): 672-678.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Mgr. Karolína Lukášová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2017

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 07. 02. 2018

---

### **Prohlášení**

„prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vyhodnocení poměru pohlaví u jedinců *Ips cembrae* odchycených do otrávených trojnožek vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karolíny Lukášové Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použité literatury.

Jsem si vědom, že zveřejněním své 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 Praze dne .....

.....

Podpis autora

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl velice poděkovat vedoucí diplomové práce Mgr. Karolině Lukášové, Ph. D. za odborné rady, připomínky a čas, který mi ochotně věnovala při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat odbornému lesnímu hospodáři, panu Hubertu Daleckému, který mi na lesním majetku Dr. Alexandra Waldsteina a obce Hrochův Týnec umožnil vypracovat tento výzkum. Závěrem bych chtěl také poděkovat své rodině a přátelům za velkou podporu a trpělivost.

## **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je srovnat poměr pohlaví odchycených jedinců *Ips cembrae* během letové aktivity a současně vyhodnotit efektivitu a účinnost dvojice obranných opatření u jednotlivých generací lýkožrouta modřínového. V literární části této práce jsou na základě dostupné literatury popsána veškerá obranná opatření, bionomie a způsob života tohoto škůdce. V rámci výzkumu prováděném na LHC Lesy Babákov byla ve sledovaném období od počátku dubna do konce srpna na čtyřech lokalitách instalována dvojice obranných opatření, konkrétně otrávené trojnožky a stromové lapáky. V průběhu sledovaného období byly v 7–10 denních intervalech prováděny kontroly obranných opatření a sběr vzorků, které byly následně laboratorně a statisticky zpracovány. Během výzkumu bylo na otrávené trojnožky odchyceno 1881 jedinců *Ips cembrae*, z kterých bylo 413 samců a 239 samic. Otrávenými trojnožkami bylo také odchyceno 1516 jedinců necílového bezobratlého hmyzu. Na základě zpracovaných výsledků byla vyhodnocena letová aktivita, která se během sledovaného období měnila. Na počátku letové aktivity byl vyšší poměr samců než samic, nicméně ve druhé polovině sledovaného období se v rámci letové aktivity poměr pohlaví vyrovnal. Při výzkumu bylo zjištěno, že na otrávené trojnožky bylo odchyceno signifikantně vyšší množství samců, na základě čehož byla otrávená trojnožka vyhodnocena jako efektivnější metoda pro odchyt *Ips cembrae*. Na stromové lapáky se v důsledku nízké populační hustoty škůdce nepodařilo odchytout téměř žádné jedince.

**Klíčová slova:** Lýkožrout modřínový, trojnožka, poměr pohlaví, letová aktivita

## **Abstract**

The aim of this diploma thesis is to compare the sex ratio of the captured individuals of the *Ips cembrae* specimens during their flight activity, and simultaneously evaluate the effectiveness of the doubled defensive measures at particular generations of the Large larch bark beetle. In the theoretical part of this thesis all known defensive measures, the bionomy and the way of life of this plant pest are described on the basis of available literature. The practical part of the thesis was based on the research, which was performed in the LHC Lesy Babákov forest center from the beginning of April to the end of August. Pairs of defensive measures, the TRIPODs (lure-baited insecticide-treated tripod trap logs) and the trap trees were installed in four localities. During the observation period the defensive measures were regularly checked and the specimens were collected. These activities were held in the intervals of 7-10 days. Subsequently the data were processed in laboratory and statistically analysed. In the course of the research 1881 specimens of *Ips cembrae* were captured on the TRIPODs; the total number was consisting of 413 male and 239 female insects. In addition to the monitored species also other 1516 specimens of not-targeted invertebrate insects were captured. The flight activity varied during the observation time. The flight variance was evaluated on the basis of the processed research results. At the beginning of the flight activity the number of the male insects was higher than the number of the female insects; nevertheless the sex ratio equaled in the second part of observation time. The research displayed that the quantity of males captured on the TRIPODs was significantly higher; this leads to the conclusion that the TRIPODs method is more effective for the *Ips cembrae* capture. Due to the low population density of the monitored plant pest, the number of the specimens captured by the trap trees approached the zero figures.

**Key words:** large larch bark beetle, lure-baited insecticide-treated tripod trap logs (TRIPODs), sex ratio, flight activity



# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	12
<b>2 Cíle práce</b> .....	14
<b>3 Literární rešerše</b> .....	15
3.1 Taxonomické zařazení .....	15
3.2 Popis a lesnický význam škůdce .....	15
3.3 Způsob života .....	18
3.4 Příznaky napadení .....	19
3.5 Morfologie a popis vývojových stádií .....	20
3.6 Kontrola .....	21
3.7 Ochrana .....	23
3.8 Preventivní opatření .....	24
3.9 Obranná opatření .....	24
3.9.1 Feromonové lapače .....	25
3.9.2 Stromové lapáky .....	26
3.9.3 Otrávené lapáky (trojnožky) .....	27
3.9.4 Stojící lapáky .....	28
3.10 Porovnání a vyhodnocení obranných opatření .....	28
<b>4 Metodika</b> .....	29
4.1 Popis studované oblasti .....	29
4.2 Přírodní podmínky .....	30
4.2.1 Geologické a půdní poměry .....	30
4.2.1 Hydrografické poměry .....	30
4.2.2 Klimatické poměry .....	30
4.3 Výběr a popis jednotlivých lokalit .....	31
4.4 Výroba a instalace otrávených lapáků (trojnožek) .....	33
4.5 Příprava stromových lapáků .....	35
4.6 Vyvěšení feromonových odparníků .....	36
4.6 Aplikace insekticidního přípravku .....	36
4.7 Sběr vzorků z lokalit a kontrola stromových lapáků .....	37
4.8 Laboratorní analýza .....	38

4.9 Statistické zpracování.....	39
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>40</b>
5.1 Odchyty otrávenými trojnožkami ve sledovaném období .....	40
5.2 Letová aktivita.....	41
5.3 Odchyty otrávenými trojnožkami na jednotlivých lokalitách.....	44
5.4 Kontroly a revize stromových lapáků .....	46
5.5 Odchyt necílových druhů .....	47
<b>6 Diskuze.....</b>	<b>50</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>54</b>
<b>8 Seznam literatury.....</b>	<b>55</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1:Závrtové otvory s drtinkami .....	19
Obr. 2:Dospělec lýkožrouta modřínového.....	20
Obr. 3:Vývojový diagram lýkožrouta modřínového, termíny kontrolních a obranných opatření .....	21
Obr. 4:Feromonový odparník značky Cembräwit® .....	23
Obr. 5: Poloha LHC Lesy Babákov .....	29
Obr. 6: Umístění jednotlivých lokalit na LHC .....	33
Obr. 7:Přesné umístění trojnožek a stromových lapáků na jednotlivých lokalitách.....	33
Obr. 8:Otrávená trojnožka na lokalitě č. 1 .....	34
Obr. 9:Záchytný rám pro odchyt usmrcených jedinců .....	35
Obr. 10:Stromový lapák na lokalitě č. 1 .....	36
Obr. 11:Aplikace insekticidního přípravku zádovým postřikovačem .....	37
Obr. 12:vypreparovaný samčí pohlavní orgán (aedeagus) .....	38

## Seznam tabulek

Tab. 1: Vývoj nahodilých modřínových kůrovcových těžeb.....	13
Tab. 2:Stanovení stupně odchyty a stupně napadení .....	26
Tab. 3: Klimatická charakteristika studované oblasti.....	30
Tab. 4: Souřadnice a nadmořské výšky studovaných lokalit.....	32

Tab. 5: Odchyty jedinců <i>Ips cembrae</i> po jednotlivých datech.....	40
Tab. 6: Počet odchytených jedinců <i>Ips cembrae</i> na jednotlivých lokalitách .....	44
Tab. 7: Vícenásobné porovnání p hodnot odchyťů <i>Ips cembrae</i> na jednotlivých lokalitách s instalovanými otrávenými lapáky.....	45
Tab. 8: První revize lapáků (9. 6. 2017) .....	46
Tab. 9: Druhá revize lapáků (10. 9. 2017) .....	47
Tab. 10: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých řádů .....	48
Tab. 11: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých čeledí.....	48
Tab. 12: Měsíční odchyty predátorů rodu <i>Ips</i> .....	49

## Seznam grafů

Graf 1: Porovnání celkových odchyťů <i>Ips cembrae</i> na trojnožkách podle pohlaví. Krabici tvoří medián $\pm$ 25-75% kvartil, svorka představuje minimální-maximální hodnotu.....	41
Graf 2: Letová aktivita lýkožrouta modřínového na studijních lokalitách v roce 2017. Graf tvoří průměr $\pm$ 0,95 interval spolehlivosti. ....	42
Graf 3: Vývoj průměrné teploty vzduchu v rozpětí měsíců duben – srpen roku 2017...	43
Graf 4: Srovnání letové aktivity samců (červená) a samic (zelená) lýkožrouta modřínového na studijních lokalitách v roce 2017. Graf tvoří průměr $\pm$ 0,95 interval spolehlivosti. ....	43
Graf 5: Srovnání odchyťů <i>Ips cembrae</i> na jednotlivých lokalitách. Krabici tvoří medián $\pm$ 25-75% kvartil, svorka představuje rozsah neodlehých hodnot.....	45
Graf 6: Závislost početnosti lýkožrouta modřínového a pestrokrovečníka mravenčího na studovaných lokalitách. Regresní pás představuje 0,95 hladiny spolehlivosti .....	49

# 1 Úvod

Vznik poškození lesních porostů je globálním problémem světového lesnictví a v podmínkách lesního hospodářství České republiky představuje určité riziko. K poškození porostů dochází vlivem působení škodlivých abiotických a biotických činitelů. K nejvýznamnějším abiotickým škodlivým činitelům patří zejména vítr, který způsobuje rozsáhlé mechanické poškození porostů v podobě zlomů, vývratů a polomů. K dalším činitelům patří těžký vlhký sníh, námraza, ledovka a v neposlední řadě sucho. Mezi biotickými činiteli je nejvýznamnější působení podkorního hmyzu v součinnosti s dřevokaznými a fytopatogeními houbami. Poškození lesních porostů těmito škodlivými činiteli spolu úzce souvisí. V důsledku působení abiotických činitelů (větru) vzniká již zmiňované mechanické poškození porostů (zlomy, vývraty), které v případě pozdního zpracování představuje vhodný a atraktivní zdroj pro napadení biotickými činiteli, konkrétně dřevokazným podkorním hmyzem, který se na tomto materiálu reprodukuje a založí další generace působící další rozsáhlá poškození. Není však vyloučeno, že podkorní hmyz napadá pouze tento materiál, respektive poškozené stromy, ale v případě přemnožení může napadnout a nalétnout na stojící, do určité míry, například suchem oslabené živé stromy. V tomto případě pak následně vznikají rozsáhlé kůrovcové těžby.

Informace o rozsahu škod, kůrovcových nahodilých těžbách a výskytu škodlivých činitelů podává Lesní ochranná služba (LOS) při útvaru ochrany lesa VÚLHM Jíloviště - Strnady, na základě hlášení lesního provozu, které zasílají především podniky a společnosti hospodařící v lesích ve vlastnictví státu, majitelé obecních lesů a částečně lesní družstva, což odpovídá přibližně 70 % výměry lesů v ČR. Rozsah škod a zdravotní stav lesních porostů je také monitorován pomocí rekognoskačních (průzkumných letů) organizovaných Ministerstvem zemědělství ve spolupráci s LOS. Rozsáhlé a významné škody působí zástupci podčeledi kůrovcovití (Scolytinae), zejména pak trojice druhů, kterými jsou lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*) a lýkožrout severský (*Ips duplicatus*). V důsledku poškození porostů vznikají rozsáhlé kůrovcové těžby, které se pohybují v řádech stovek tisíc, někdy i milionů m<sup>3</sup> kůrovcového dříví, z čehož vyplývá, že na většině území ČR je evidován zvýšený až kalamitní stav. Nejzávažnější situace je v oblasti jižních a západních Čech, severní Moravy a Slezska. Četnost škodlivých

činitelů a rozsah poškození porostů je závislý na několika faktorech, kdy nejdůležitějším faktorem je počasí a povětrnostní vlivy. Lýkožrout modřínový (*Ips cembrae*) taktéž patří do skupiny škodlivého podkorního hmyzu, ačkoli v jeho případě nedochází ke vzniku rozsáhlých škod a kůrovcových těžeb, je nadále velmi podstatné monitorovat jeho stav a výskyt. Lýkožrout modřínový napadá porosty modřínu všech věkových kategorií, ale nejčastěji se namnožuje na potěžebních zbytcích a klestu. Rozsah kůrovcových modřínových těžeb se pohybuje v rozmezí stovek m<sup>3</sup> dříví (viz. tab. 1). Nejvíce jsou napadeny oblasti středních Čech (Křivoklátsko a Nižborsko) a severní Moravy a Slezska. Ke zlepšení stavu v souvislosti s početností škodlivých činitelů a rozsahem škod v jehličnatých porostech dojde, správným využitím obranných opatření (stromové lapáky, lapače), dále časným a důsledným asanováním všech stromů napadených kůrovci v průběhu celého roku. Toto stanovisko však porušují drobní majitelé lesních pozemků, kteří striktně neasanují napadené stromy, což umožní kompletní vývojový cyklus kůrovce. V tomto případě je následné snižování početnosti kůrovců a vzniklých škod velice neefektivní a náročné (Knížek, 2008; Knížek, 2009; Knížek, 2010; Knížek et al., 2011; Knížek et al., 2012; Liška et al., 2012; Lubojacký et al., 2013, Lubojacký et al., 2015; Lubojacký et al., 2016; Lubojacký et al., 2017).

Tato diplomová práce je zaměřena na monitoring lýkožrouta modřínového pomocí stromových lapáků a otrávených trojnožek, které jsou vhodnou modifikací stromových lapáků. U odchytených jedinců bude následně srovnáno pohlaví v rámci laboratorní analýzy a vyhodnocena efektivita odchyťových metod.

*Tab. 1: Vývoj nahodilých modřínových kůrovcových těžeb  
Zdroj: Lubojacký et al. (2016)*

Rok											
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
m <sup>3</sup>											
424	1415	1149	640	393	157	172	186	973	555	103	3124

## 2 Cíle práce

- Srovnat poměr pohlaví *I. cembrae* během letové aktivity
- Vyhodnotit efektivitu odchytové metody u jednotlivých generací lýkožrouta modřínového

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Taxonomické zařazení

**Nadříše** – *Eukaryota* (Jaderní)

**Říše** – *Animalia* (Živočichové)

**Kmen** – *Arthropoda* (Členovci)

**Podkmen** – *Hexapoda* (Šestinozí)

**Třída** – *Insecta* (Hmyz)

**Řád** – *Coleoptera* (Brouci)

**Podřád** – *Polyphaga* (Všežraví)

**Infrařád** – *Cucujiformia*

**Čeled'** – *Curculionidae* (Nosatcovití)

**Podčeled'** – *Scolytinae, Ipiniae* (Kůrovci)

**Rod** – *Ips* (Lýkožrout)

**Druh** – *Ips cembrae* (Lýkožrout modřínový)

([www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))

### 3.2 Popis a lesnický význam škůdce

Lýkožrout modřínový *Ips cembrae* (Heer, 1836) je vedle *Ips typographus* (Linné 1758), *Ips amitinus* (Eichhoff, 1871), *Ips sexdentatus* (Börner, 1776), *Ips duplicatus* (C. R. Sahlberg, 1836), *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) a *Ips mannsfeldi* (Wachtl, 1879) jedním ze sedmi druhů kůrovců rodu *Ips*, vyskytujících se na Evropském kontinentu (Stauffer, 1997; Holuša et al., 2013). Jedná se o evropsko - sibiřský druh, vyskytující se prakticky na celém území Evropy od nejnižších nadmořských výšek až po sub - alpská pásma (Postner, 1974; Grodzki, 2008; Grucmanová et al., 2016). Jeho výskyt byl lokalizován ve více státech (Česká republika, Rakousko, Chorvatsko, Francie, Německo, Maďarsko, Itálie, Nizozemsko, Polsko, Rumunsko, Srbsko, Černá hora, Slovensko, Slovinsko, Švýcarsko, Ukrajina, Skotsko a centrální Rusko) (OEPP/EPPO, 2005). Rod *Ips* je zařazený do podčeledě *Scolytinae*, která napříč celým světem zahrnuje asi 6000 druhů popsanych v přibližně 225 rodech (Knížek a Beaver, 2004).

Zástupci rodu *Ips*, včetně lýkožrouta modřínového, tráví většinu svého životního cyklu pod kůrou nebo v lýku svých hostitelských dřevin. Většina kůrovců z tohoto rodu jsou polygammními druhy, kteří mají vyšší plodnost a během reprodukčního období jsou schopni založit několik dceřiných generací. Velikost a početnost jednotlivých generací je ovlivněna různými faktory. K nejvýznamnějším faktorům ovlivňující velikost a početnost populace patří dostatečné množství atraktivního materiálu, na kterém se škůdce reprodukuje, ale zejména také teplota a povětrnostní podmínky. Velice chladná zima s déle setrvávající sněhovou pokrývkou a následné vlhčí počasí během jarního rojení přispějí k výraznému zmenšení početnosti přezimujících populací kůrovcovitých brouků (Contago, 2015; Shebeck a Schopf, 2016).

*Ips cembrae* je známý druh a biotický škůdce žijící pod kůrou hostitelských dřevin. Napadá především dospělé (starší) stromy v jejich kmenové části, které byly poškozeny zejména větrem a dalšími abiotickými činiteli (Grodzki, 2008). Současně však napadá i porosty mladších věkových tříd, čerstvě odvětvené rozmanipulované kmeny a jednotlivé výřezy, rozsáhlé plantáže, ale i zbytky po těžbě, jako je klest a silnější větve (Yamaoka et al., 1998). Hlavní hostitelskou dřevinou pro vývoj *Ips cembrae* je evropský modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.) (Postner, 1974; Holuša et al., 2014). V období sucha a při přemnožení je tento druh však schopen kolonizovat a napadat také smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) H. Karst.) (Pfeffer, 1989; Grucmanová et al., 2016). Příležitostný výskyt lýkožrouta modřínového byl zaznamenán i na borovici limbě (*Pinus cembra* L.), z čehož také vzniklo a vyplývá jeho druhové jméno. Závěrem však bylo objasněno, že došlo k chybě při determinaci a škůdce byl zaměněn s jiným druhem, pravděpodobně s lýkožroutem menším (*Ips amitinus*). *Ips cembrae* je na většině území Evropy původním druhem bez zvláštního rizika a je tak například v porovnání s lýkožroutem smrkovým méně důležitým škůdcem (OEPP/EPPO, 2005). Jedná se o sekundárního škodlivého činitele, který se může lokálně přemnožit a vytvářet tak lokální ohniska (Krehan a Cech, 2004; Stratmann, 2004; Grodzki, 2009). Asanace napadených stromů a modřínových porostů je proto ve srovnání s jinými kůrovci malá, ale i tak je lýkožrout modřínový v některých evropských zemích považován za závažného škůdce, který je schopný na jedné lokalitě poškodit více než 100 m<sup>3</sup> dříví (Holuša et al., 2013). Na území České republiky, konkrétně na severní Moravě a Slezsku byla v posledních letech zjištěna lokální ohniska a gradace tohoto škůdce (Grucmanová et al., 2014). Reprodukční a vývojový cyklus probíhá na oslabených



a poškozených stromech v důsledku vlivu prostředí, zejména pak větrem a suchem. V suchých oblastech s nedostatečným přísunem dešťových srážek může napadat i zdravé, živé stromy a v takovýchto případech se může stát i primárním škůdcem středně starých a starších modřínových porostů v nižších a středních nadmořských výškách (Bevan, 1987; Elsner, 1997; Krehan a Steyer, 2005; Grucmanová et al., 2014). Velice často také nalétává na stromy, které jsou napadeny tesaříkem modřínovým (*Tetropium gabrieli* Weise, 1905) (Knížek, 2006). Při dostatečném množství atraktivního materiálu v součinnosti s vhodnými klimatickými podmínkami může dojít k intenzivnímu nárůstu populace, která může pro majitele lesů způsobit rozsáhlé hospodářské škody (Schebeck a Schopf, 2016). *Ips cembrae* značně škodí i v rámci zralostního žíru mladých brouků, kteří nalétnou do korun stromů, kde v délce přibližně 15 cm vyžírají dřev modřínových výhonů, které potom ztrácí velkou část jehličí a dochází tak k oslabení stromů, které jsou v další vlně rojení lehce napadnutelné (Kunca et al., 2007). V Polsku byl jeho vývoj podpořen ponecháním modřínového dřeva vedle mladých porostů (Hutka, 2006). Následkem ponechání tohoto atraktivního materiálu bylo zvýšení kůrovcového modřínového dřeva až o šestinásobek mezi roky 2006–2007 (Grodzki a Kosibowicz, 2009).

Několik autorů uvažovalo o použití jména *Ips subelongatus* (Motschulsky, 1860), *Ips fallax* a *Ips shinanonensis* (Heer, 1836) jako synonymum pro *Ips cembrae* (OEPP/EPPO, 2005). Konkrétně *Ips subelongatus* je velice příbuzný druh lýkožrouta modřínového (Zhang et al., 2000). Jedná se o asijský druh vyskytující se na východní části polokoule, na území Asie, Číny a Japonska, který napadá zejména asijské druhy modřínů např. modřín japonský (*Larix leptolepis*, Sieb. & Zucc.) (Zhang et al., 2007). Tyto dva druhy si jsou z hlediska morfologie a vzhledu velice podobní, nicméně se na základě DNA od sebe do určité míry odlišují (Stauffer et al., 2001). *Ips subelongatus* je považován za jednoho z nejzávažnějších škůdců modřínu v Asii. Největší škody jsou v případě tohoto škůdce pozorovány v modřínových porostech, které byly dříve napadeny *Dendrolimus sibiricus* (Tschetverikov, 1908) a dalšími škůdci, nebo byly poškozeny lesními požáry. Současně se uvádí, že *Ips subelongatus* způsobuje rozsáhlejší škody v porostech a proto je v Asii vyžadována intenzivnější kontrola v porovnání s kontrolou *Ips cembrae* v Evropě. Nicméně vše nasvědčuje tomu, že *I. cembrae* komplex zahrnuje alespoň 2 taxony: *Ips cembrae* napadající modřín v Evropě a *Ips subelongatus* napadající modřín v Asii (OEPP/EPPO, 2005).

*Ips cembrae* je také částečně spojován s houbovými patogeny. Je považován za přenašeče poměrně vysoké diverzity ophiostomatálních hub (Jankowiak et al, 2007). S tímto přenosem do určité míry také souvisí patogenita těchto hub, konkrétně hub rodu *Ceratocystis laricola*, *Ophiostoma bruneo-ciliatum*, *Ophiostoma piceae* (Much) a *Leptographium spp.*, které mohou mít nepříznivý vliv na napadené porosty modřínu a v lesních porostech by tak mohlo vzniknout velké nebezpečí vzniku škod, pokud by byly spojeny s intenzivními útoky brouků (Peng et al., 1996).

### 3.3 Způsob života

*Ips cembrae* zakládá v nižších a středních polohách střední Evropy průměrně dvě generace během jednoho roku (Grodzki a Kosibowicz, 2009). V horských polohách je vlivem nižších teplot a méně příznivých klimatických podmínek zakládána lýkožroutem modřínovým pouze jedna generace. První neboli jarní rojení nastává obvykle na počátku měsíce května, druhé, letní rojení pak začátkem července (Knížek, 2006). Po mírných zimách a za příznivého jarního počasí však může docházet k jarnímu rojení již v polovině či ke konci dubna (Postner, 1974). Zralostní žír brouků se nejčastěji uskutečňuje v místě jejich vývoje, nebo v korunách zdravých stromů, kde se zavrtávají do čerstvých výhonů obdobně jako při poškození borovic zástupci rodu *Tomicus*. V průběhu července dochází k rojení brouků druhé generace a vývoj této generace je ukončen zpravidla ještě v témže roce. Nově vylíhlí jedinci pak přezimují v místě svého vývoje nebo v náhradních místech, například pod kůrou pařezů nebo jiného modřínového dříví. V případě nedokončení vývoje přezimuje ve stadiu larvy nebo kukly. Během zakládání nového pokolení brouci prodělávají zralostní žír, který probíhá v místech kladení vajíček, a samice pokračují v regeneračním žíru na konci matečných chodeb. U samic také může dojít k tzv. sesterskému přerojení, které nastává z důvodu naprostého obsazení hostitelského stromu lýkožrouty a samice nemá v podstatě prostor pro vykladení vajíček (Knížek, 2006).

Jako první vylétávají samci, kteří vyhledávají oslabený strom vhodný k založení další generace a stejně jako u ostatních druhů rodu *Ips* zakládají požerek vyhloubením závrtového otvoru a snubní komůrky (Knížek, 2006). Následně samec začne uvolňovat agregační feromon, který se skládá z ipsenol, ipsdienol, 3-methyl-3-buten-1-ol, 3methylbutan-1-ol a láká tak další jedince obojího pohlaví (Švestka et al., 1998). Samice po spáření následně vyhlodává matečnou chodbu, podél které klade do

postranních zářezů (nik) jednotlivá vajíčka. Postner (1974) uvádí, že matečná chodba může dosahovat délky až 30 cm. Z vajíček se následně líhnou larvy, které vyhlodávají larvální chodby o celkové délce 4–8 cm, kdy na konci této chodby vyhloubí kukelnou kolébku, ve které se zakuklí. Celkový vývoj od kopulace, přes vývoj vajíčka, larev, kukly až po dospělého jedince trvá přibližně devět týdnů. V případě velmi teplého závěru léta a počátku podzimu může výjimečně dojít k založení třetí generace, která však svůj vývoj dokončí na jaře následujícího kalendářního roku (Knížek, 2006).

### 3.4 Příznaky napadení

Stromy napadené lýkožroutem modřínovým jsou na první pohled jednoduše rozeznatelné. Vyznačují se typickými závrtovými otvory o průměru přibližně 2,5 mm, ze kterých brouci vyhazují hnědé drtinky, které se zachytávají za šupinami kůry a zejména jsou velice zřetelné na patě kmene a kořenových náběžích (viz. obr. 1). Napadené stromy se také vyznačují nadměrným roněním pryskyřice, kdy se tímto obranným procesem snaží nalétávající brouky pryskyřicí zalít a usmrtit. Po několika týdnech se u napadených stromů začne projevovat změna na asimilačních orgánech, které mění svojí zelenou barvu, žloutnou a následně dochází k jejich opadu (Knížek, 2006).



*Obr. 1: Závrtové otvory s drtinkami  
Zdroj: Knížek (2006)*

### 3.5 Morfologie a popis vývojových stadií

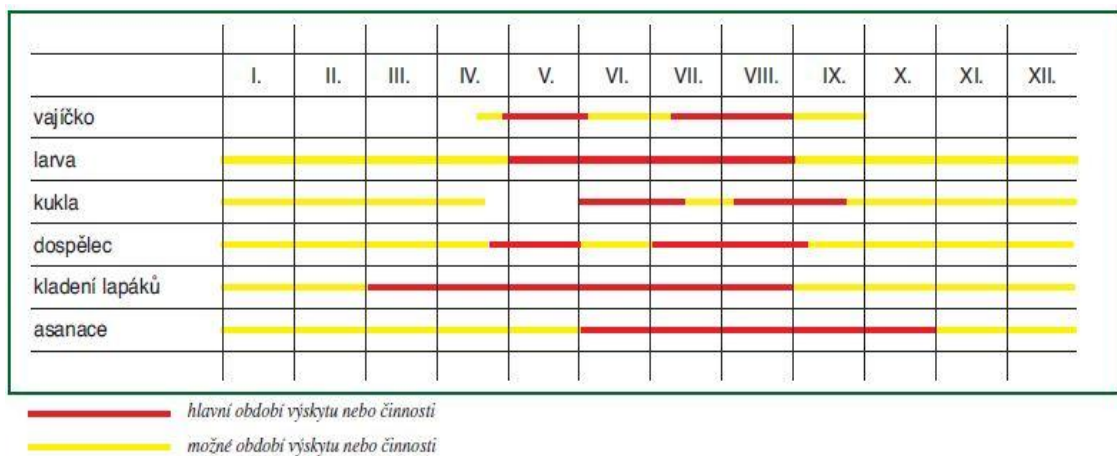
*Ips cembrae* je brouk o velikosti 4,0–5,5 mm, který se morfologií a svým vzhledem velice podobá lýkožroutu smrkovému, od něhož se liší tečkovanými mezirýžími (Pfeffer, 1989; Kunca, 2007). Loužil (1964) uvádí, že se také tento druh podobá lýkožroutu menšímu. Dospělý jedinec (viz. obr. 2) je černohnědé až černé lesklé barvy a válcovitého tvaru těla. Čelo má zrnitě hrbolkovité, bez většího lesklého hrbolku na předním okraji. Tykadlová palička má zřetelně vlnovitě zprohýbané švy. Štít je válcovitý v poměru ke krovkám přirozeně dlouhý, vpředu hrbolkovaný a vzadu mírně tečkovaný (Pfeffer, 1989). Krovky jsou válcovité, prohloubenina v zadní zkosené části krovek je lesklá. Po stranách krovek jsou pravidelně rozmístěné 4 páry hrbolků (zoubků), které jsou od sebe stejně vzdálené, přičemž třetí hrbolky je největší, ke konci rozšířený a tupě zašpicatělý (Knížek, 2006). Na krovkách jsou patrné jasné a hluboké řádky teček. Po celém těle je jedinec porostlý dlouhým, odstálým a řídkým ochlupením (Pfeffer, 1989).



Obr. 2: Dospělec lýkožrouta modřínového  
Zdroj: Autor

Celý vývojový cyklus (viz. obr. 3) se skládá z jednotlivých vývojových stadií. Konkrétně pak ze stadia vajíčka, larvy, kukly a dospělého neboli imaga. Délka jeho trvání je přibližně devět týdnů, ale velice také závisí na průběhu počasí a povětrnostních vlivů (Knížek, 2006). Na základě jednotlivých výzkumů bylo zjištěno, že nejvyšší teplotu pro svůj vývoj (12,0 °C) vyžaduje stadium vajíčka, které zaujímá přibližně 9 % z celkového vývoje nebo 16 % z pre-imaginálního vývoje. Stadium larvy pro svůj vývoj

vyžaduje teplotu 11,2 °C a z celkového vývoje zaujímá zhruba 39 % a z pre-imaginálního přibližně 66 %. Nejnižší teplotu pro svůj vývoj (9,8 °C) vyžaduje stadium kukly, které zaujímá přibližně 11 % z celkového vývoje nebo 18 % z pre-imaginálního vývoje. Závěrem bylo zjištěno, že nejnižší teplota pro vývoj jedné generace byla stanovena na 11,2 °C (Schebeck a Schopf, 2016). Vajíčko je bílé, lesklé, oválného tvaru a do 1 mm dlouhé. Larva je beznohá, rohlíčkovitě prohnutá, má chitizovanou hlavu hnědavé barvy (Knížek, 2006). Larvy se živí lýkem hostitelské dřeviny a vyvíjejí se ve čtyřech instarech, kdy v posledním instaru dorůstají délky přibližně 4–6 mm (Postner, 1974). Kukla je volná, bílá na konci zadečku se dvěma krátkými trny. Požerek je 3–4 ramenný (má 3–4 matečné chodby), což prokazuje, že lýkožrout modřínový je polygamní druh, který je schopný oplodnit 3–4 samice. Požerek je hvězdicovitého tvaru s matečnými chodbami až 30 cm dlouhými a 2,5 mm širokými. Matečné chodby jsou opatřeny několika větracími otvory, které vyúsťují na povrch kůry. Larvální chodby jsou nepravidelné, dlouhé 4–8 cm (Knížek, 2006). Němec et al. (1964) uvádí, že požerek je víceramenný, zprohýbaný a podobný jako u *Ips amitinus*.



Obr. 3: Vývojový diagram lýkožrouta modřínového, termíny kontrolních a obranných opatření  
Zdroj: Knížek (2006)

### 3.6 Kontrola

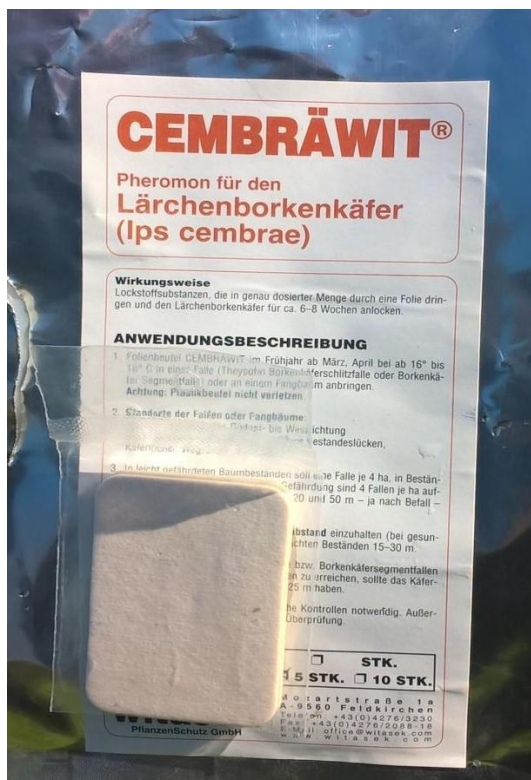
Zástupci podčeledi kůrovcovitých způsobují rozsáhlá poškození nejrůznějších částí lesních dřevin ve všech věkových třídách. Vznikající škody mohou mít charakter produkčních ztrát na kvalitě dříví, což se může projevit ve snížení jeho kvality a následkem může být jeho přesun do méně cenných sortimentů (Švestka et al., 1998). Kontrola by se proto měla provádět ve všech ohrožených modřínových porostech

a zejména v těch, které byly do určité míry oslabeny a poškozeny předcházejícím působením abiotických činitelů, například deletrvujícím obdobím sucha. Kontrola se provádí více možnými způsoby, přičemž základní kontrolní metodou je pochůzková okulární kontrola, kdy se v porostu vyhledávají vizuálně napadené stromy. Lýkožrouti napadají kmen v celé jeho délce, ovšem počátek náletu je velmi často zaměřen na horní partie stromu a symptomy napadení nemusí být na první pohled zřetelné. Vyhledávání napadených stromů se tak stává obtížnějším. K typickým příznakům napadení patří již zmiňované ronění pryskyřice (smolení), dále drtinky vypadávající ze závrtových otvorů, které se zachytávají za šupinami kůry, na patě kmene a kořenových náběžích. Na ležících kmenech hnědavé drtinky vytváří typické hromádky kolem závrtových otvorů, které se velmi často v důsledku větru a deště stávají méně zřetelnými symptomy. K posledním příznakům napadení patří také barevné změny asimilačních orgánů a jejich následný opad (Knížek, 2006).

Dalším možným způsobem kontroly je využití stromových lapáků, které musí být po nalétnutí lýkožrouta včas rozmanipulovány a odvezeny z lesa. Možným způsobem je také ještě využití probírkového materiálu a potěžebních zbytků, na kterých se lýkožrout rád namnožuje (Knížek, 2006).

Kontrolu v ochraně lesa je také možné provozovat pomocí biologicky aktivních látek, které ovlivňují chování hmyzu a zprostředkovávají chemickou komunikaci mezi příslušníky stejného druhu. Těmito látkami jsou především sexuální a agregační feromony, které se v podobě feromonových odparníků (viz. obr. 4) vkládají do pastí, tzv. feromonových lapačů. Tyto návnady mohou mít podobu např. polyetylenového sáčku s polštářkem z buničiny, alobalového sáčku s vnitřním polyetylenovým obalem a s polštářkem opatřeným knotem nebo skleněné lékovky. Uvolňování účinné látky nastává ihned po vybalení odparníku z transportního obalu a u některých odparníků je důležité odstříhnout spodní okraj sáčku. Tyto odparníky se primárně využívají k lákání škůdců do lapačů (pastí) různých typů a konstrukcí, ve kterých se hmyz zachycuje a následně je lesníky na základě počtu odchycených jedinců stanoven stupeň odchyty. Nespornou výhodou kontroly prostřednictvím feromonových odparníků je velká atraktivita feromonů, pomocí které se zjistí výskyt škůdce i při velmi nízkých populačních hustotách, kdy jiné kontrolní metody nejsou dostatečně účinné. Feromonové odparníky umístěné v lapačích slouží nejen k monitorování výskytu a

rozšíření škůdců, tj. ke kontrole, ale využívají se též k masovému odchytu a následnému hubení odchycených jedinců, resp. ke snížení jejich stavu (Švestka et al., 1998).



Obr. 4: Feromonový odparník značky Cembräwit®  
Zdroj: Housa (2017)

### 3.7 Ochrana

Způsoby ochrany proti lýkožroutu modřínovému jsou velice obdobné a celkově vychází z principů ochrany známých pro lýkožrouta smrkového, především v důsledku shodného vývojového cyklu. Žádné specifické způsoby obrany nejsou tedy dosud známy a nemohly tak být aplikovány v praxi (Knížek, 2006).

Grucmanová et al. (2014) uvádí, že ochrana proti tomuto škůdci je ve srovnání s ostatními druhy rodu *Ips* problematická zejména z těchto dvou hlavních důvodů:

- Lýkožrout modřínový je škůdce, který je schopný se reprodukovat a vyvíjet na silnějších větvích, respektive na potěžebních zbytcích, ale i na porostech mladších věkových tříd a porostech slabších dimenzí.
- Podstatná část populace tohoto škůdce je schopná přezimovat v lesní hrabance, stejně jako ostatní druhy rodu *Ips*.

### 3.8 Preventivní opatření

Základním prvkem prevence je zvyšování ekologické stability lesních porostů, zejména úpravou jejich dřevinné skladby, dále zvyšování biodiverzity a zlepšování podmínek pro ptactvo a entomofágní hmyz (Knížek, 2006). Aby byla ochrana lesa proti tomuto škůdci účinná a efektivní, tak musí být založená na těchto čtyřech základních preventivních opatření:

- Odstranění veškerého kůrovcem napadeného dříví nebo jeho asanace, a to nejpozději do doby, kdy jej kůrovci začnou opouštět.
- Odstranění veškerého dříví atraktivního pro kůrovce nebo jeho odkornění, popřípadě preventivní chemické ošetření, a to nejpozději do doby, kdy na něj škůdce začne nalétávat a zakládat novou generaci.
- Soustředění brouků v době rojení do lapačů nebo na lapáky a jejich zahubení.
- Asanace veškerých potěžebních zbytků pálením nebo štěpkováním

Z těchto čtyř základních opatření vyplývají způsoby prevence, kontroly výskytu a obrany. Účinná ochrana tedy musí vycházet ze striktního splnění všech čtyř výše uvedených základních opatření. Do oblasti prevence patří včasná asanace všech pro kůrovce vhodných zdrojů potravy, tj. dříví z polomů a vývratů, které by umožnily přemnožení škůdce. Velice nutné je přednostní zpracování atraktivního dříví z větrných či sněhových kalamit, a to nejpozději do doby výletu nové generace brouků. Bezprostředně po těžbě musí být vyrobené dříví, zejména v oblasti se zvýšeným stavem lýkožrouta vyvezeno z lesa a dodáno ke zpracování. V případě, že není možné a nelze vyrobené dříví do rojení škůdce vyvézt z lesa, může se preventivně ošetřit insekticidy, kdy jejich koncentrace a použití jsou uvedeny výrobcem (Švestka et al., 1998).

### 3.9 Obranná opatření

Již bylo zmíněno, že základním prvkem obrany je důsledné vyhledávání a včasná asanace veškerého napadeného materiálu, což je v současné době nejúčinnější metoda obrany. Lýkožrout modřínový napadá často stromy uvnitř porostů, dále stromy v osluněných porostních stěnách, ale vytváří také kůrovcová kola. Asanaci napadeného



modřínového dříví je možné provádět mechanickým nebo chemickým způsobem. V případě mechanické asanace se jedná zejména o ruční či mechanizované odkorňování. Ruční odkorňování se provádí nejlépe ve vývojovém stadiu larev. V případě pokročilejšího vývoje, tj. ve stadiu kukel či mladých brouků je ruční odkorňování již méně vhodné a v úvahu spíše přichází mechanizované odkorňování prostřednictvím stabilních odkorňovacích strojů nebo použitím frézových odkorňovačů na motorové pile. Při tomto mechanizovaném odkorňování dochází k dostatečnému mechanickému poškození i pozdějších vývojových stadií lýkožroutů a k jejich následnému usmrcení. V případě chemické asanace je možné používat pouze schválené přípravky uvedené v Seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin, který každoročně vydává registr povolených přípravků na ochranu rostlin, vedený Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským, nebo v odvozeném Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa (Knížek, 2006). Tato opatření se využívají k monitoringu a kontrole stavu lýkožroutů, ale v případě vysoké populační hustoty slouží i jako obranné metody ke snížení jejich stavu.

### **3.9.1 Feromonové lapače**

V ochraně lesa se využívají feromonové lapače různých typů a konstrukcí, kdy nejpoužívanějším typem jsou štěrbinové lapače typu Theyson. Využívány jsou samozřejmě i lapače odlišných typů například typ bariérového lapače, „Ledečský“ typ nebo typ Borregaard. Instalace feromonových lapačů se provádí nejpozději 14 dnů před předpokládaným rojením, přičemž feromonový odparník se vyvěšuje těsně před počátkem rojení. Lapače se umísťují do ohnisek výskytu kůrovce před porostní stěny a na vzniklé osvětlené holiny s rozstupem minimálně 20 m, přičemž jejich vzdálenost od nejbližšího zdravého stromu nesmí klesnout pod 10 m. Kontrola lapačů probíhá v intervalu 7–10 dnů, při které se eviduje datum kontroly, počet odchycených jedinců a datum vyvěšení a výměny feromonových odparníků. Počet feromonových lapačů, ale i stromových lapáků pro zachycení jarního rojení se stanovuje na základě tzv. kalamitního základu, respektive objemu kůrovcového dříví vzniklého od 1. 8. do 31. 3. Na základě odchycených brouků do lapačů, ale i na stromové lapáky se stanovuje stupeň odchyty, respektive stupeň napadení (viz. tab. 2). Při stanovení počtu feromonových lapačů a lapáků pro zachycení letního rojení se vychází ze stupně

odchytu resp. stupně napadení lapáků a feromonových lapačů po jarním rojení (Švestka et al., 1998).

Grucmanová et al. (2014) uvádí, že v Evropě jsou k lákání lýkožrouta modřínového využívány čtyři komerčně vyráběné feromonové odparníky používané v lesním provozu, konkrétně pak Cembräwit®, Cemprax, Cemsan a Cembrodor.

Stupeň odchytu lýkožrouta smrkového odpovídá odchytům stanoveným pro lýkožrouta modřínového (viz. tab. 2).

*Tab. 2: Stanovení stupně odchytu a stupně napadení  
Zdroj: Švestka et al. (1998)*

Stupeň odchytu, stupeň napadení	Počet odchycených brouků (lapač, otrávený lapák)	Počet závrťů na 1 dm <sup>2</sup> (Lapák)
Slabý stupeň	< 1000	< 0,5
Střední stupeň	1000–4000	0,5–1,0
Silný stupeň	> 4000	>1,0

### 3.9.2 Stromové lapáky

Dalším možným opatřením je využití stromových lapáků, které jsou ze všech obranných opatření nejstarší a jejich použití se datuje od poloviny 19. století. Lapáky první série se připravují nejpozději v březnu a slouží k zachycení brouků první generace, ale i přerostlých se imag v rámci sesterského rojení. Lapáky druhé série určené k zachycení letního rojení (druhé generace) se pokládají nejpozději týden před jeho předpokládaným začátkem. Lapáky první série se pokládají v okrajích porostů, přičemž 2/3 tohoto lapáku by měly být umístěny na výsluní a 1/3 v polostínu. Lapáky druhé série se obvykle pokládají do polostínu. Aby byla zachována a zvýšena jejich atraktivita, tak se po celé délce zakrývají větvemi a za účelem zvýšení jejich účinné plochy se podkládají podvalky (viz. obr. 10). Kontrola u stromových lapáků probíhá obdobně jako u lapačů v intervalu 7–10 dnů, kdy se průběžně sleduje intenzita napadení a stadium vývoje, aby v případě silného výskytu byly včas položeny další série lapáků pro případné sesterské rojení, a aby byly lapáky v dostatečném předstihu včas vyvezeny z lesa (Švestka et al., 1998).

### 3.9.3 Otrávené lapáky (trojnožky)

V ochraně lesa se obdobným způsobem jako feromonové lapače využívají otrávené lapáky, kdy se v podstatě jedná o kombinaci dvou předchozích opatření. Otrávené lapáky se využívají ve dvou podobách. Jednou z nich jsou pokácené stromy nebo vyrobené výřezy, které jsou těsně před rojením lýkožrouta po celé jejich ploše ošetřené kontaktním insekticidním přípravkem a opatřené feromonovou návnadou (odparníkem). V současné době jsou však otrávené lapáky velice často využívány v podobě tzv. trojnožek, které jsou taktéž ošetřeny insekticidním přípravkem a opatřeny feromonovým odparníkem (Švestka et al., 1998). Trojnožky jsou sestaveny ze tří výřezů o délce zpravidla 2 m a tloušťce 15–20 cm, které jsou v jejich horní části spojeny železným trojzubcem nebo hřebíky. Celý povrch jednotlivých výřezů je ošetřen insekticidním přípravkem v určité koncentraci spolu s barvivem a vodou, který musí být za účelem jeho funkčnosti a účinnosti ve dvou až čtyřtýdenních intervalech obnovován (Holuša et al., 2016). Při extrémně vysokých teplotách nad 30 °C je nutné počítat se zkrácením doby účinnosti insekticidu až o polovinu oproti době stanovené výrobcem (Jeniš a Vrba, 2007). Ve vrcholové části trojnožky je umístěn feromonový odparník, který se taktéž během sezóny vyměňuje, aby byla zachována jeho účinnost. U trojnožek nejsou ve srovnání s feromonovými lapači vyžadovány pravidelné kontroly, ale i tak se pod trojnožky umisťují odchytné rámy, ve kterých se zachycuje usmrcený hmyz. Jedná o záchytný rám tvaru čtverce o straně 1 m vytvořený z prken širokých 10 cm, který je pod trojnožku podsunutý tak, aby byl pokryt celý svislý průmět trojnožky. Ze spodní strany rámu je přichycené pletivo s jemnými oky (1 mm), na kterém se zachycuje usmrcený hmyz a z horní strany je snímatelně napnuté pletivo s průměry ok do 16 mm, které zabraňuje přístupu predátorů (ptáci, hmyzožravci a hlodavci). Pro instalaci a rozmístění otrávených lapáků platí stejné zásady jako pro použití feromonových lapačů, nicméně otrávené lapáky ve tvaru trojnožek jsou obvykle instalovány na jaře těsně před předpokládaným začátkem letové aktivity cílového organismu. Umístění otrávených trojnožek je taktéž shodné s feromonovými lapači, tedy bezpečnostní vzdálenost feromonové návnady 10–25 m od nejbližšího živého stromu by měla být dodržena. Při porovnání otrávených trojnožek s feromonovými lapači je nespornou výhodou fakt, že trojnožky nevyžadují pravidelnou kontrolu, a proto jsou nejčastěji instalovány na obtížně přístupných místech. Méně časté kontroly jsou prováděny pouze vizuálním pohledem na podložku, kdy není zjištěn přesný počet usmrcených brouků.

Hlavní nevýhodu trojnožek představuje vyšší množství usmrčených necílových členovců, konkrétně predátorů lýkožroutů například pestrokrovečníků rodu *Thanasimus* (Holuša et al., 2016).

### 3.9.4 Stojící lapáky

Novou metodou boje proti kůrovci je usměrnění jejich náletu na okraje porostů určených k těžbě. V napadených nebo ohrožených porostech, ve kterých se během roku předpokládá další kůrovcová těžba, se feromonové lapače ani lapáky neumísťují a feromonové odparníky se vyvěšují přímo na stromy. Počet porostů i počet stromů s vyvěšenými odparníky by měl být v relaci s těžební kapacitou, aby se napadené stromy mohly včas zpracovat. Odparníky se vyvěšují na jaře před počátkem jarního rojení, popřípadě kdykoli v období do konce letního rojení. Upevňují se na neosluněnou stranu stromů v porostních stěnách ve výšce 1,50 m, přičemž musí být dodržena vzdálenost mezi stromy s odparníky a to 10–20 m. Počet odparníků vyvěšených v porostu se stanoví podle kalamitního základu obdobně jako u lapačů nebo lapáků, nicméně v jednom ohnisku zpravidla postačí 5–10 odparníků. Nalétnuté stromy a vývojový stav škůdce se kontroluje v intervalu 7–10 dnů. V oblastech s vyšší hustotou škůdce se počet napadených stromů v porostu zvyšuje, naopak v oblastech, kde není škůdce přemnožen je počet napadených stromů nižší. S těžbou a soustředováním nalétnutých stromů je vhodné začít v období larválního stadia, kdy je možné napadené dříví odvézt na sklad a tam jej asanovat odkorněním (Švestka et al., 1998).

## 3.10 Porovnání a vyhodnocení obranných opatření

Podle ČSN 48 1000 jsou obranná opatření (lapáky, feromonové lapače, otrávené lapáky a stojící lapáky) za dodržení předepsaných postupů srovnatelně účinná, vzájemně nahraditelná a jejich vzájemná kombinace v jednom porostu či ohnisku žíru je možná (Holuša et al., 2016).

Švestka et al. (1998) uvádí, že samotný odchyt a hubení kůrovci nezajistí účinné snížení stavů tohoto škůdce. Pouze při koordinovaném spojení odchyty se včasným zpracováním a odvozem kůrovcového dříví, než jej kůrovci začnou opouštět a zpracováním dříví atraktivního pro kůrovce do doby, kdy na něj lýkožrout začne nalétávat a zakládat nové pokolení, může být zajištěna účinná ochrana před tímto škůdcem.

## 4 Metodika

### 4.1 Popis studované oblasti

Výzkum zaměřený na lýkožrouta modřínového byl prováděn na území Pardubického kraje, v okrese Chrudim, konkrétně jihozápadně od obce Dolní Babákov, která je vzdálena přibližně 5,5 km od města Hlinska (viz. Obr. 5). Veškeré výzkumné práce probíhaly v LHC Lesy Babákov, jehož majoritním vlastníkem je Dr. Alexander Waldstein (Rakousko) a menšinovým vlastníkem je obec Hrochův Týnec. Celková výměra LHC zaujímá 429,50 ha a náleží do PLO 16 – Českomoravská vrchovina. Celý lesní majetek se rozkládá v mírně zvlněném terénu a nadmořská výška se pohybuje od 480 do 625 m. n. m. V závislosti na nadmořské výšce se téměř celé území LHC rozkládá v 6. lesním vegetačním stupni (smrkobukový). Malá oddělená část LHC v k. ú. Včelákov náleží do CHKO Železné hory.

Z hlediska druhové skladby jsou v rámci LHC zastoupeny převážně jehličnaté dřeviny, které konkrétně tvoří 85,3 %. Listnaté dřeviny jsou zastoupeny zbylými 14,7 %. Z jehličnatých dřevin tvoří největší zastoupení smrk 74,8 %, následuje modřín 7,6 %, dále borovice 1,9 % a jedle 1 %. Z listnatých dřevin je s největším zastoupením olše 6,7 %, bříza 3,2 %, buk 2,9 %, 1,9 % jasan (LHP 2010–2019).



Obr. 5: Poloha LHC Lesy Babákov

Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

## 4.2 Přírodní podmínky

### 4.2.1 Geologické a půdní poměry

Z geologického hlediska náleží celé území LHC do Mladšího paleozoika, kdy jako půdotvorný substrát převažovaly granity, amfibolicko - biotické granodiority až křemenné diority. Z hlediska půdního převažují oglejené lesní půdy až glejové podzoly. Půdy jsou většinou písčitohlinité, hlinitopísčité, hlinité až jílovitohlinité, hluboké až středně hluboké převážně bez skeletu (LHP 2010–2019).

### 4.2.1 Hydrografické poměry

Celé území LHC spadá do povodí řeky Labe a dílčím povodím je povodí řeky Chrudimky. V rámci LHC se nacházejí pouze drobné vodní toky, konkrétně potok Bystříčka, Babákovský potok a potok Drahtínka (LHP 2010–2019).

### 4.2.2 Klimatické poměry

Celé území LHC náleží do oblasti mírně teplé, okrsek MT 3 (viz. tab. 3).

*Tab. 3: Klimatická charakteristika studované oblasti  
Zdroj: LHP 2010–2019*

Počet letních dnů	20–30
Počet mrazových dnů	130–160
Počet ledových dnů	40–50
Průměrná teplota v lednu	-3 až -4 °C
Průměrná teplota v červenci	16 až 17 °C
Průměrná teplota v dubnu	6 až 7 °C
Průměrná teplota v říjnu	6 až 7 °C
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350–450 mm
Srážkový úhrn v zimním období	250–300 mm
Počet dnů s oblačností	120–150
Počet jasných dnů	40–50
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60–80

### 4.3 Výběr a popis jednotlivých lokalit

Na území LHC Lesy Babákov byly vybrány čtyři lokality (zkusné plochy) v rozpětí nadmořských výšek 530–570 m. n. m., na kterých byla nainstalována odchytová zařízení, konkrétně otrávené lapáky tzv. trojnožky a stromové lapáky určené pro kontrolu a monitoring lýkožrouta modřínového (viz. tab. 4). Jednotlivé lokality byly vybírány tak, aby splňovaly požadavky a charakter pro výskyt lýkožrouta modřínového, tedy především místa, kde v předchozích letech byly provedeny modřínové těžby a plochy, které jsou v blízkosti porostů se zastoupením modřínu.

#### **Lokalita č. 1**

První lokalita byla vybrána ve východní části LHC. Otrávená trojnožka byla umístěna na zalesněnou holinu vzniklou po provedené těžbě ve vzdálenosti přibližně 50 metrů od porostu se zastoupením modřínu, ve kterém byl také položený modřínový stromový lapák (viz. obr. 6 a 7).

Porost: 7B13

Plocha: 0,83 ha

Hosp. soubor: 551

Věk: 129

Zakmenění: 9

Zastoupení: SM 65 %, MD 35%

AVB: SM 28, MD 30

Obmýti/obnov. doba: 110/30

#### **Lokalita č. 2**

Druhá lokalita byla taktéž umístěna ve východní části LHC. Trojnožka byla umístěna na hraně porostní stěny porostu mýtního věku, na kterou navazoval smrkový porost v růstové fázi mlaziny. Stromový lapák byl položený přibližně ve vzdálenosti 60 metrů od trojnožky (viz. obr. 6 a 7).

Porost: 7A11

Plocha: 3,73 ha

Hosp. soubor: 571

Věk: 109

Zakmenění: 8

Zastoupení: SM 86 %, MD 10%. BO 4 %

AVB: SM 30, MD 30, BO 30

Obmýti/obnov. doba: 100/40

### **Lokalita č. 3**

Třetí lokalita byla umístěna v severovýchodní části LHC. Trojnožka byla umístěna na odvozním místě v těsné blízkosti křižovatky. Stromový lapák byl položený v porostu se zastoupením modřínu přibližně 80 metrů od trojnožky (viz. obr. 6 a 7).

Porost: 2C14

Plocha: 5,17 ha

Hosp. soubor: 571

Věk: 135

Zakmenění: 8

Zastoupení: SM 88 %, MD 10%, BO 2 %

AVB: SM 28, MD 32, BO 26

Obmýti/obnov. doba: 100/40

### **Lokalita č. 4**

Čtvrtá, poslední lokalita byla situována v severozápadní části LHC. Trojnožka byla umístěna na zalesněnou holinu vzniklou po provedené těžbě. Stromový lapák byl položen v porostu se zastoupením modřínu. Vzdálenost mezi trojnožkou a lapákem byla na této lokalitě větší a představovala přibližně 150 metrů (viz. obr. 6 a 7).

Porost: 3A13

Plocha: 2,10 ha

Hosp. soubor: 551

Věk: 130

Zakmenění: 7

Zastoupení: SM 45 %, MD 20%, OL 25 %, JS 10 %

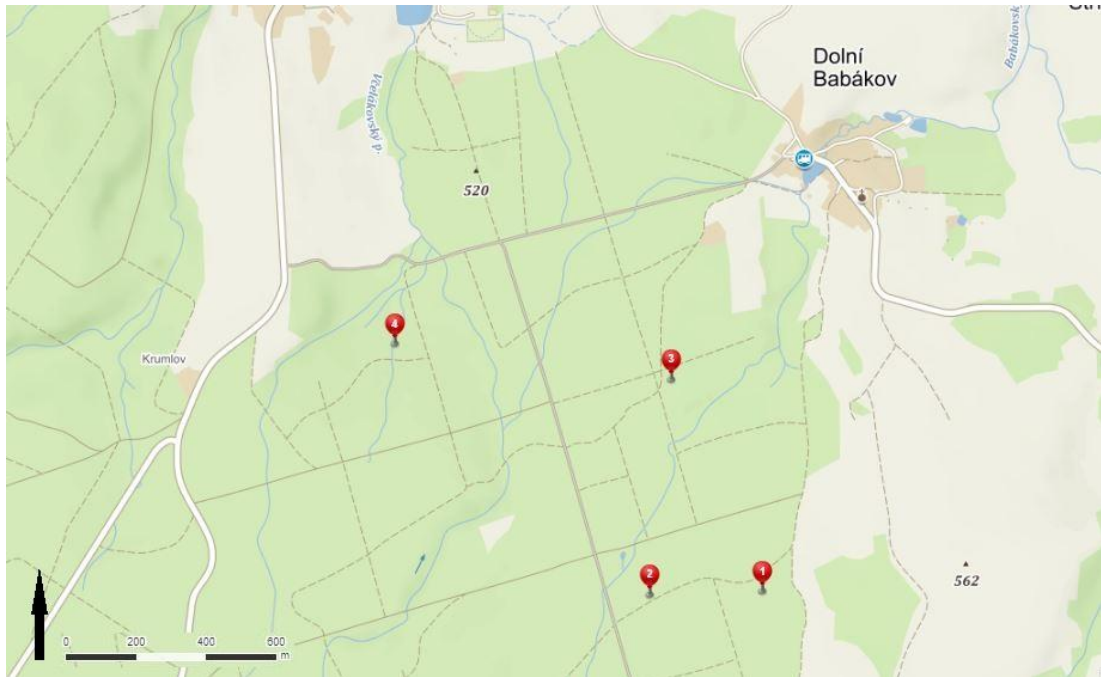
AVB: SM 30, MD 32, OL 26, JS 29

Obmýti/obnov. doba: 110/30

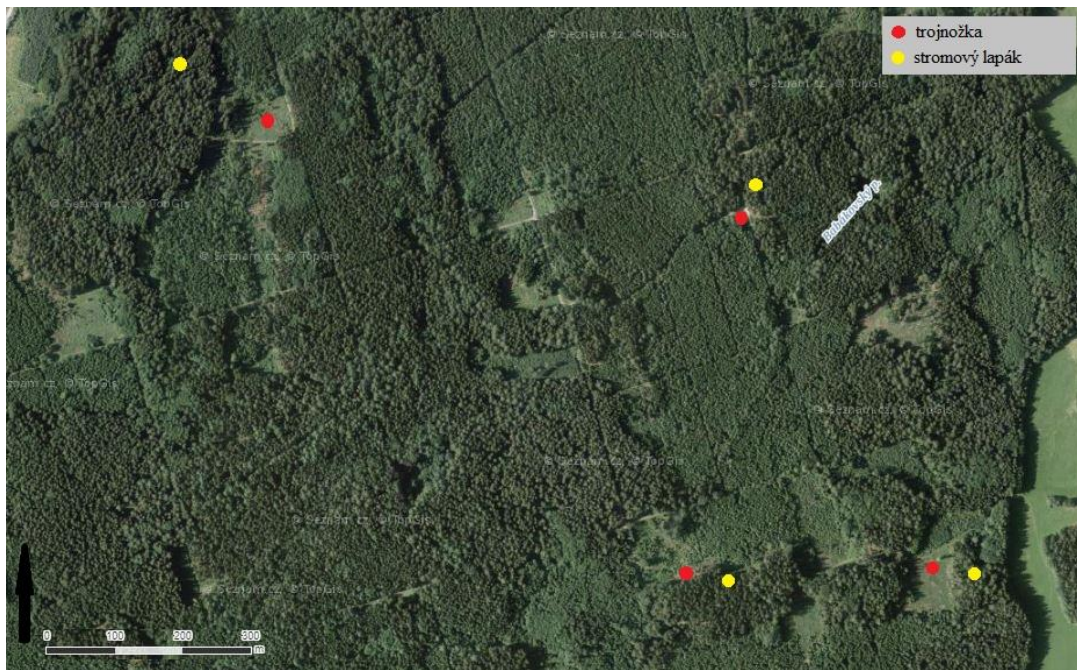
*Tab. 4: Souřadnice a nadmořské výšky studovaných lokalit*

Lokalita	Souřadnice	Nadmořská výška
1.	49.7984917N 15.8959911E	563 m. n. m
2.	49.7986442N, 15.8911417E	560 m. n. m.
3	49.8033342N, 15.8921100E	544 m. n. m.
4.	49.8045114N 15.8821858E	532 m. n. m.





Obr. 6: Umístění jednotlivých lokalit na LHC  
Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)



Obr. 7: Přesné umístění trojnožek a stromových lapáků na jednotlivých lokalitách  
Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

#### 4.4 Výroba a instalace otrávených lapáků (trojnožek)

Pro výzkum zaměřený na výskyt lýkožrouta modřínového byla použita dvojice odchytných zařízení. Konkrétně bylo využito otrávených trojnožek a stromových lapáků, které byly vyrobeny a instalovány na všech čtyřech studovaných lokalitách. Jejich výroba a instalace probíhala v jarním období před předpokládaným začátkem

letové aktivity lýkožrouta modřínového. Otrávené trojnožky a stromové lapáky byly vždy od sebe na jednotlivých lokalitách vzdáleny v různě velkých rozestupech. Současně však bylo dodrženo umístění trojnožek s feromonovou návnadou v bezpečné vzdálenosti, a to 10–25 metrů od nejbližšího porostu, respektive od nejbližšího žijícího modřínu.

Výroba společně s instalací trojnožek probíhala 26. 3. 2017. Nejdříve byly pokáceny 4 modřínové stromy o slabších dimenzích, kdy z každého modřínu byly vyrobeny přibližně 3 výřezy o délce 2 metry a tloušťce 15–20 cm. Tyto vyrobené modřínové výřezy byly následně převezeny na jednotlivé studované lokality, kde byly sestaveny do tvaru trojnožky (viz. obr. 8). Na každé lokalitě byla trojnožka sestavena ze tří výřezů, které byly v jejich horní části pevně spojeny pomocí ocelových pozinkovaných profilů ve tvaru T a vrutů. Následně byla spodní část výřezů upevněna pomocí vrutů na podstavce (patky), které byly vyrobeny navařením ocelového pozinkovaného profilu ve tvaru L k ocelové kulatině (roxoru). Následně byla do borových hranolů o výšce 20 cm vyfrézovaná díra o průměru ocelové kulatiny. Tyto borové hranoly byly navléknuty na kulatinu a podstavec byl za pomoci palice zatlučen do země. Borové hranoly byly na ocelovou kulatinu (na konstrukci podstavce) navléknuty proto, aby nedocházelo vlivem váhy celé trojnožky k zatlačení kulatiny a současně trojnožky hlouběji do země a aby byla umožněna při odběrech vzorků snadná manipulace a vyndávání záchytných rámců.



*Obr. 8: Otrávená trojnožka na lokalitě č. 1  
Zdroj: Autor*

Pod každou trojnožkou byl podsunut záchytný rám ve tvaru čtverce, který byl vyroben z prken o rozměrech 1 x 1 metr a šířce 10 cm. Na spodní straně záchytného rámu byla upevněna speciální textilie, která zachycovala usmrcený hmyz, a která současně propouštěla srážkovou vodu. Na vrchní straně záchytného rámu bylo upevněno pletivo s velikostí ok 15 x 15 mm, které bylo upevněno tak, že bylo do poloviny rámu odnímatelné, aby mohl být pohodlně proveden odběr usmrcených jedinců. Pletivo současně zamezovalo přístup a konzumaci usmrceného hmyzu drobným ptactvem, hlodavci a ostatními konzumenty. Záchytný rám byl pod trojnožku podsunutý tak, aby byl pokrytý celý svislý průmět trojnožky a nedocházelo k spádu usmrceného hmyzu mimo záchytný rám. Pod každý záchytný rám byl umístěn silnější igelit, aby nedocházelo k prorůstání trávy a buřeně do odchytového rámu (viz. obr. 9).



*Obr. 9: Záchytný rám pro odchyt usmrcených jedinců  
Zdroj: Autor*

#### 4.5 Příprava stromových lapáků

V rámci výzkumu bylo jako druhé odchytové a kontrolní metody využito stromových lapáků. Na všech studovaných lokalitách byly v určených porostech v jarním období před předpokládaným začátkem letové aktivity lýkožrouta modřínového, konkrétně 24. 3. 2017 pokáceny modřínové stromy, které byly zakryty větvemi, aby nedocházelo k jejich rychlému vysychání. Přibližně v polovině letové aktivity - 29. 6. 2017 byla na všech lokalitách nakácena druhá série stromových lapáků.



*Obr. 10: Stromový lapák na lokalitě č. 1  
Zdroj: Autor*

#### 4.6 Vyvěšení feromonových odparníků

Trojnožky byly na všech studovaných lokalitách opatřeny feromonovým odparníkem s polopropustnou membránou značky Cembräwit® (výrobce: Witasek Pflanzenschutz GmbH, Rakousko). Agregační feromon, jako účinná látka lákající lýkožrouty se postupně přes polopropustnou membránu uvolňuje 8–10 týdnů a následně ztrácí svojí účinnost a atraktivitu. Feromonové odparníky byly po uplynutí 10 týdenního intervalu od jejich vyvěšení vyměněny za odparníky nové.

Feromonové odparníky byly vyvěšeny 1. 4. 2017 a jejich výměna proběhla 11. 6. 2017.

#### 4.6 Aplikace insekticidního přípravku

Celý povrch trojnožek byl ošetřen kontaktním insekticidním přípravkem značky Vaztac Active, který byl namíchan s vodou a Scolycidem tak, aby vznikl roztok o koncentraci 1 %. Insekticidní přípravek byl aplikován pomocí zádového postřikovače značky Solo (viz. obr. 11). První aplikace insekticidního přípravku proběhla společně s vyvěšením feromonových odparníků - 1. 4. 2017. Aplikace insekticidního přípravku probíhala po celou dobu sledovaného období, vždy v 4 týdenních intervalech, aby byla

zajištěna jeho funkčnost. Insekticidní přípravek byl vždy aplikován za vhodných povětrnostních podmínek, aby se dobře vsáknul do výřezů tvořících trojnožku. Na délce jeho funkčnosti mělo do určité míry vliv počasí a povětrnostní vlivy.



*Obr. 11: Aplikace insekticidního přípravku zádovým postřikovačem  
Zdroj: Autor*

#### 4.7 Sběr vzorků z lokalit a kontrola stromových lapáků

Sběr vzorků z jednotlivých lokalit probíhal od 8. 4. 2017 do 21. 8. 2017 v pravidelném intervalu 7–10 dnů. Ze záchytných rámců umístěných pod trojnožkami se odebíral pomocí exhaustoru veškerý usmrcený hmyz, včetně necílových druhů. Po odběru vzorků byl vždy záchytný rám vyčištěn od hrubých nečistot a následně připraven na další sběr. Odebrané vzorky byly předány do uzavíratelných lahviček, které vždy byly popsány číslem pasti a datem sběru. Lahvičky s odebranými vzorky byly následně umístěny do mrazicího boxu, kde byly při teplotě - 21 °C uchovány do laboratorní analýzy.

V případě stromových lapáků byly provedeny dvě revize. První série byla zrevidována 9. 6. 2017 a druhá série 10. 9. 2017. V rámci revize se odkorňovaly čtyři půl metru široké pásy, které byly rovnoměrně rozmístěné po kmeni. První sekce se nacházela 2 metry od paty kmene, druhá sekce přibližně v polovině kmene, třetí sekce

na rozhraní zelených větví koruny a poslední čtvrtá sekce se nacházela uprostřed koruny. Při revizi se zaznamenávaly dimenze lapáků, na odkorněných sekcích se zaznamenávala jejich středová tloušťka, vzdálenost od paty kmene, tloušťka lýka, počet závrťových otvorů a počet matečných chodeb, počet rodnin a stadium vývoje.

#### 4.8 Laboratorní analýza

Laboratorní práce probíhaly v průběhu října a listopadu v laboratořích Katedry ochrany lesa a entomologie. V laboratoři byly vždy odebrané vzorky z jednotlivých lokalit a pastí vysypány do Petriho misek. Ze vzorků byly vytříděny necílové druhy, které byly následně spočítány a zařazeny do řádů či čeledí. Následně byl zjištěn počet jedinců *Ips cembrae* a v případě dostatečného počtu lýkožroutů v odchytu byla provedena pitva u vzorku vždy 20 jedinců, při které bylo určeno pohlaví. K pitvě bylo využito několika pomůcek včetně binokulární lupy, pinzet, podložního sklíčka a pipety. Pitva byla provedena na základě primárního pohlavního dimorfizmu u tohoto druhu, a proto byla zaměřena na vypreparování sekundárních pohlavních orgánů, na jejichž základě bylo určeno pohlaví pitvaných jedinců. Samotná pitva byla prováděna pod binokulární lupou, kdy na podložní sklíčko byla nejprve pipetou nanášena kapka vody a následně byl na sklíčko uložen jedinec *Ips cembrae*. Pomocí pinzety byl usmrcený jedinec uchopen za přední část těla, druhou pinzetou byly odstraněny krovky, křídla a poslední část zadečku, na jehož spodní straně se u samců nacházel výrazný pohlavní orgán (aedeagus) viz. obr. 12. U samic nebyly při pitvě vypreparovány zřetelné pohlavní orgány, pouze vaječníky. Poměr pohlaví a počty odchycených lýkožroutů byly spolu s vytříženým počtem necílových druhů zaznamenány v tabulkovém editoru MS Excel 2016.



Obr. 12: vypreparovaný samčí pohlavní orgán (aedeagus)  
Zdroj: Autor

## 4.9 Statistické zpracování

Statistická analýza a grafické znázornění dat bylo provedeno v programu MS Excel 2016 a STATISTICA 12 (testy normality, párový t-test, Kruskal - Wallisův test).

## 5 Výsledky

### 5.1 Odchyty otrávenými trojnožkami ve sledovaném období

Během studie prováděné na LHC Lesy Babákov byla na čtyřech lokalitách v blízkosti porostů se zastoupením modřínu instalována dvojice obranných zařízení (otrávený lapák a stromový lapák) určených ke kontrole a monitoringu lýkožrouta modřínového. Během sledovaného období, které probíhalo od měsíce dubna do měsíce srpna, bylo v rámci jednotlivých odchytů prostřednictvím otrávených trojnožek odchyceno celkem 1881 jedinců *Ips cembrae* (viz. tab. 5). První odchyt byl proveden 8. 4. 2017 a poslední odchyt byl proveden 21. 8. 2017. V rámci těchto odchytů bylo celkem odchyceno již zmíněných 1881 jedinců *Ips cembrae*, z kterých bylo 413 samců a 239 samic. Prostřednictvím pokácených stromových lapáků, které byly kontrolovány ve dvou revizích byl na LHC Lesy Babákov zjištěn závrt jedné rodiny *Ips cembrae* (viz. tab. 8 a 9).

Tab. 5: Odchyty jedinců *Ips cembrae* po jednotlivých datech

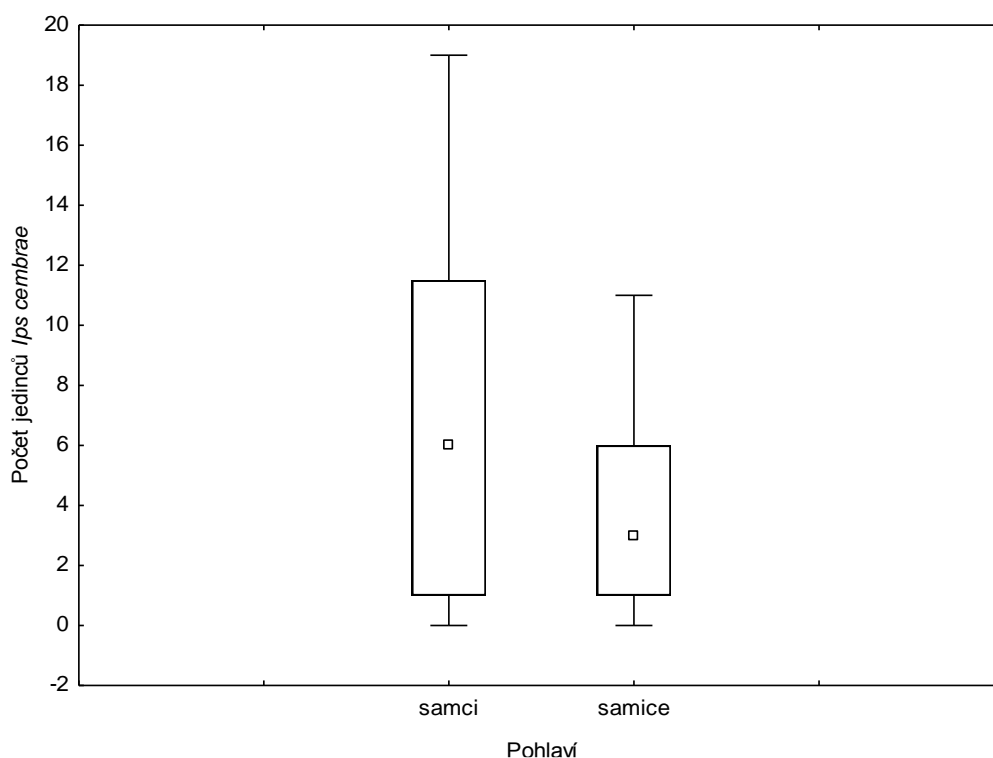
Počet odchycených <i>Ips cembrae</i>			
Odchyt	<i>Ips cembrae</i>	Samec	Samice
8.4.	6	6	0
15.4.	60	43	12
6.5.	18	10	8
14.5.	241	52	22
21.5.	660	44	36
28.5.	298	46	26
5.6.	295	58	22
11.6.	23	14	9
18.6.	39	25	14
26.6.	100	46	31
2.7.	10	5	5
9.7.	76	33	30
17.7.	27	15	12
23.7.	26	14	12
7.8.	1	1	0
21.8.	1	1	0
<b>celkem</b>	<b>1881</b>	<b>413</b>	<b>239</b>

V tabulce 5 jsou podle dat zaznamenány jednotlivé odchvy provedené v období od dubna do srpna. Nejvyšší odchvy byly provedeny během měsíce května, konkrétně 21. 5. 2017, kdy bylo odchyceno celkem 660 jedinců *Ips cembrae*, z kterých bylo 44



samců a 36 samic (viz. tab. 5). V tomto případě se jednalo o vrchol letové aktivity první generace. Nejmenší odchyty byly provedeny naopak v měsíci srpnu, kdy postupně docházelo k útlumu a ukončení letové aktivity lýkožrouta modřínového.

Během sledovaného období bylo v odchytech na otrávených lapácích zjištěno signifikantně větší množství samců než samic (normalita dat - Shapiro-Wilkův test (samci):  $W=0,89830$ ,  $p<0,0001$ ; Shapiro-Wilkův test (samice):  $W=0,90199$ ,  $p<0,001$ ; Wilcoxonův párový test:  $z=4,5563$ ,  $p<0,00001$ ; Graf 1).

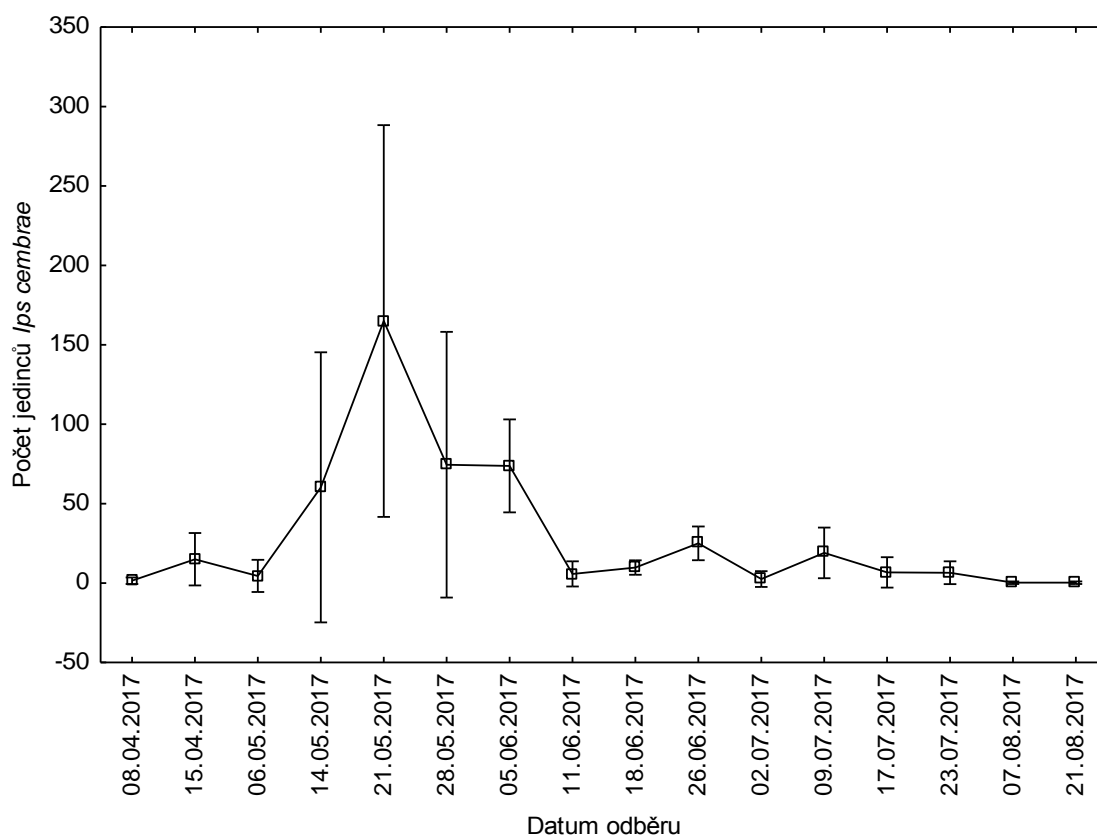


*Graf 1: Porovnání celkových odchytů Ips cembrae na trojnožkách podle pohlaví. Krabici tvoří medián  $\pm$  25-75% kvartil, svorka představuje minimální-maximální hodnotu.*

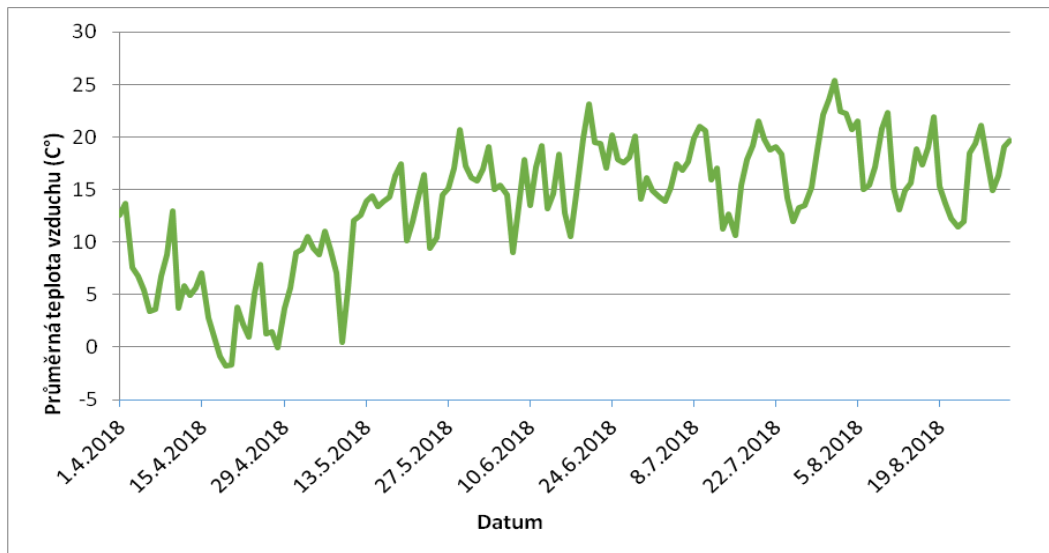
## 5.2 Letová aktivita

Letová aktivita je zaznamenána na grafu 2 prostřednictvím jednotlivých odchytů, kterých bylo ve sledovaném období provedeno celkem šestnáct. První odchyty v dubnu a na počátku května, konkrétně 8. 4. 2017 a 6. 5. 2017 byly poměrně nízké a pohybovaly se v řádech desítek odchycených jedinců, což bylo způsobeno nepříznivými povětrnostními vlivy (děšť, sněhové přeháňky) a nízkými teplotami (viz. graf 3). Z grafu 2 je následně 14. 5. 2017 patrný zvýšený odchyt, který představoval počátek rojení první generace. Ke kulminaci rojení a dosažení vrcholu první generace došlo 21. 5. 2017, kdy bylo prostřednictvím otrávených trojnožek odchyceno největší

množství jedinců *Ips cembrae*, které se pohybovalo v řádech stovek dospělců. Po dosažení vrcholu první generace následovalo výrazné snížení odchyťů, které bylo způsobeno prudkým poklesem teplot v předcházejících dnech (viz. graf 3) a z tohoto důvodu bylo 11. 6. 2017 odchyceno malé množství jedinců. V druhé polovině června došlo k pozvolnému oteplení, které se projevilo 26. 6. 2017 zvýšeným odchycem, což představovalo slabší rojení druhé generace, při kterém byly odchyceny řádově desítky jedinců. Následné srpnové odchycy již byly velice malé, minimální a výše těchto odchytů souvisí s ukončením letové aktivity. Na LHC Lesy Babákov došlo k vývoji jedné výrazné jarní generace lýkožrouta modřínového a slabšího druhého rojení na konci června a začátkem srpna (viz graf 2).

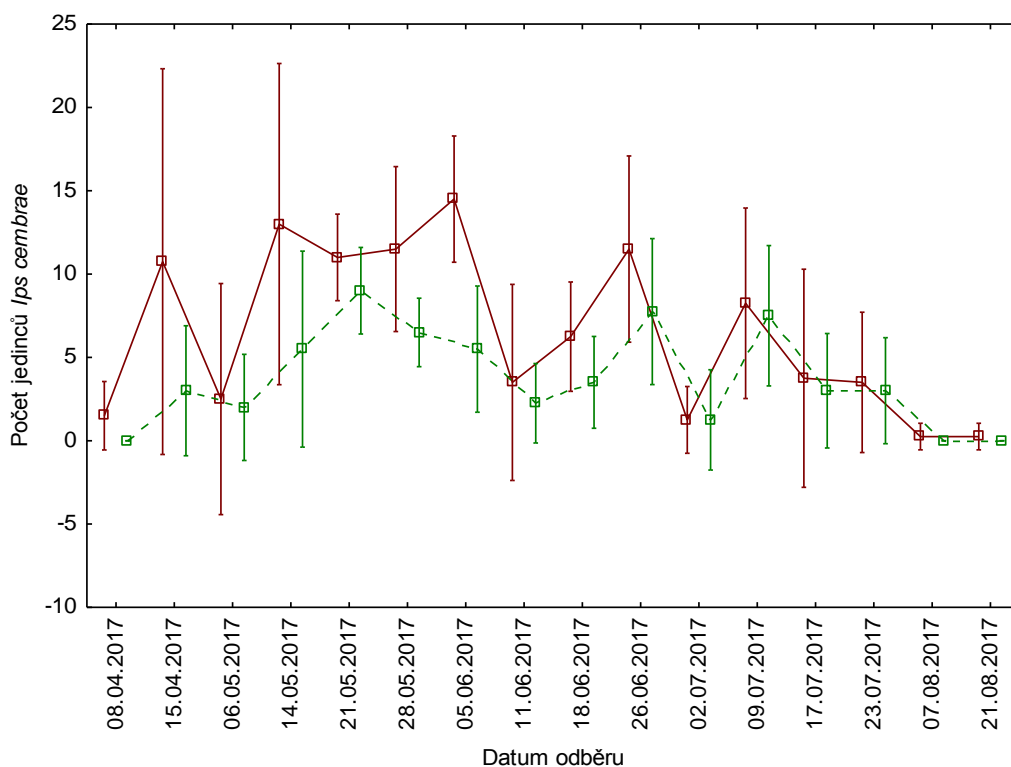


Graf 2: Letová aktivita lýkožrouta modřínového na studijních lokalitách v roce 2017. Graf tvoří průměr  $\pm 0,95$  interval spolehlivosti.



Graf 3: Vývoj průměrné teploty vzduchu v rozpětí měsíců duben – srpen roku 2017  
Zdroj: ČHMÚ

Graf 4 vyjadřuje vzájemnou letovou aktivitu samců a samic. Od počátku sledovaného období byla letová aktivita samců v porovnání s letovou aktivitou samic až na dva výkyvy, které nastaly 6. 5. 2017 a 11. 6. 2017 vyšší. V druhé polovině sledovaného období, konkrétně 26. 6. 2017 se však letová aktivita obou pohlaví vyrovnala a do konce tohoto období již zůstala téměř stejná a neměnila se (viz. graf 4).



Graf 4: Srovnání letové aktivity samců (červená) a samic (zelená) lýkožrouta modřínového na studijních lokalitách v roce 2017. Graf tvoří průměr  $\pm 0,95$  interval spolehlivosti.

### 5.3 Odchyty otrávenými trojnožkami na jednotlivých lokalitách

Výše odchytů na jednotlivých lokalitách jsou uvedeny v tabulce 6. Nejvíce jedinců *Ips cembrae* bylo odchyceno na první lokalitě, kde se celkem odchytlo 590 jedinců, z kterých bylo 109 samců a 72 samic.

Na druhé lokalitě byl naopak zaznamenán nejnižší počet odchycených jedinců, kdy bylo odchyceno pouze 223 jedinců *Ips cembrae*, z kterých bylo 68 samců a 50 samic.

Na třetí lokalitě byl zaznamenán druhý nejvyšší odchyt jedinců *Ips cembrae*, při kterém se odchytlo 572 dospělců, respektive 115 samců a 50 samic.

Na čtvrté lokalitě bylo celkem odchyceno 496 jedinců *Ips cembrae*, kdy z celkového počtu bylo 121 samců a 67 samic.

Na základě odchytů prostřednictvím otrávených trojnožek na jednotlivých lokalitách je z tabulky 6 patrné, že došlo k odchytu signifikantně většího množství samců než samic.

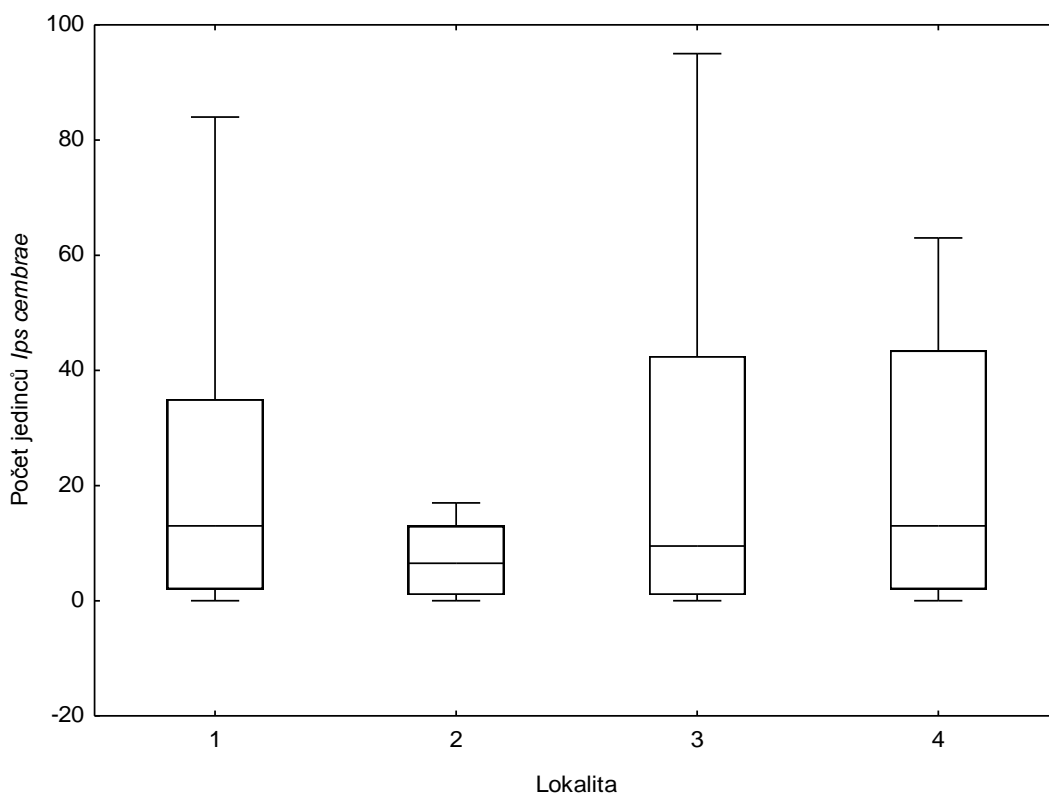
Tab. 6: počet odchycených jedinců *Ips cembrae* na jednotlivých lokalitách

Počet odchycených <i>I. Cembrae</i> po lokalitách			
Lokalita	<i>Ips Cembrae</i>	Samec	Samice
1	590	109	72
2	223	68	50
3	572	115	50
4	496	121	67
<b>Celkem</b>	<b>1881</b>	<b>413</b>	<b>239</b>

Na všech čtyřech lokalitách byla zjištěna srovnatelná celková početnost *I. cembrae* podle odchytů na trojnožky (normalita dat - Shapiro-Wilkův test:  $W=0,62950$ ,  $p<0,0001$ ; Kruskal-Wallisův test:  $H(3;64) = 2,6543$ ;  $p > 0,05$ ; Tabulka 7; Graf 5), tak i počet samců (Kruskal-Wallisův test:  $H(3;64) = 3,4187$ ;  $p > 0,05$ ) a samic (Kruskal-Wallisův test:  $H(3;64) = 1,5355$ ;  $p > 0,05$ ).

Tab. 7: Vícenásobné porovnání p hodnot odchytů *Ips cembrae* na jednotlivých lokalitách s instalovanými otrávenými lapáky.

Závislá: celkem	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr); celkem (Tabulka 2) nezávislá (grupovací) proměnná: Trojnožka Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=64) = 2,654271$ $p = 4481$			
	1	2	3	4
	R:36,094	R: 26,250	R: 32,906	R: 34,750
1		0,808903	1,000000	1,000000
2	0,808903		1,000000	1,000000
3	1,000000	1,000000		1,000000
4	1,000000	1,000000	1,000000	



Graf 5: Srovnání odchytů *Ips cembrae* na jednotlivých lokalitách. Krabici tvoří medián  $\pm$  25-75% kvartil, svorka představuje rozsah neodlehých hodnot

## 5.4 Kontroly a revize stromových lapáků

V průběhu sledovaného období byly provedeny dvě revize lapáků, při kterých se zaznamenávaly jejich dimenze (délka a tloušťka), rozměry sekcí, vzdálenost od paty kmene a tloušťka lýka. Na lapácích byl následně revidován počet *Ips cembrae*, konkrétně pak počet závrťových otvorů, počet matečných chodeb, počet rodin a stadium vývoje. Revize na lapácích pro první rojení byly provedeny 9. 6. 2017. V rámci revizí nebylo zjištěné žádné napadení až na lokalitu číslo tři, kde byla zavrtána jedna rodina *Ips cembrae* (viz. tab. 8) bez matečných chodeb. Průměrná délka lapáků první série se pohybovala okolo 27,5 m  $\pm$  2,69 m, průměr se pohyboval okolo 23,3 cm  $\pm$  6,02 cm a tloušťka lýka se pohybovala okolo 4,5 mm  $\pm$  2,00 mm.

Tab. 8: První revize lapáků (9. 6. 2017)

Číslo lapáku	Délka lapáku (m)	Sekce	Průměr (cm)	šxd sekce	Vzdálenost od paty (m)	Tloušťka lýka (mm)	N rodin IC	N mat. chodeb IC	Stadium IC
1	31	I.	29	51	2	4	0	0	0
		II.	26	50	7	4	0	0	0
		III.	26	46	14	4	0	0	0
		IV.	14	50	20	4	0	0	0
2	29	I.	25	50	1,5	11	0	0	0
		II.	22	50	7	5	0	0	0
		III.	20	40	20	3	0	0	0
		IV.	14	50	24	3	0	0	0
3	24	I.	29	50	2	7	0	0	0
		II.	23	50	9	5	0	0	0
		III.	21	50	17	3	0	0	0
		IV.	17	50	21	2	1	0	0
4	26	I.	35	50	2	5	0	0	0
		II.	32	50	5	5	0	0	0
		III.	24	50	14	4	0	0	0
		IV.	16	50	22	4	0	0	0

Revize pro druhé rojení byly na lapácích provedeny 10. 9. 2017. V rámci revizí byl taktéž revidován počet závrťových otvorů, počet matečných chodeb, počet rodin a stadium vývoje, přičemž nebylo zjištěné žádné napadení (viz. tab. 9). Průměrná délka lapáků druhé série se pohybovala okolo 25 m  $\pm$  2,24 m, průměr lapáků se pohyboval okolo 24 cm  $\pm$  4,74 cm a tloušťka lýka se pohybovala okolo 3,5 mm  $\pm$  1,32 mm.

Tab. 9: Druhá revize lapáků (10. 9. 2017)

Číslo lapáku	Délka lapáku (m)	Sekce	Průměr (cm)	šxd sekce	Vzdálenost od paty (m)	Tloušťka lýka (mm)	N rodin IC	N mat. chodeb IC	Stadium IC
1	28	I.	32	50x40	2	6	0	0	0
		II.	27	50x35	7	4	0	0	0
		III.	24	50x42	12	3	0	0	0
		IV.	20	50x37	17	3	0	0	0
2	26	I.	24	50	2	4	0	0	0
		II.	21	50	6	3	0	0	0
		III.	19	40	14	3	0	0	0
		IV.	17	50	21	2	0	0	0
3	24	I.	32	50	2	6	0	0	0
		II.	30	50	6	5	0	0	0
		III.	27	50	11	3	0	0	0
		IV.	19	50	16	2	0	0	0
4	22	I.	28	50	2	5	0	0	0
		II.	23	50	6	3	0	0	0
		III.	23	50	14	2	0	0	0
		IV.	18	50	19	2	0	0	0

## 5.5 Odchyt necílových druhů

V průběhu sledovaného období byl v rámci odchytu jedinců *Ips cembrae* zaznamenán také odchyt bezobratlého necílového hmyzu, který se s odchytom jedinců *Ips cembrae* téměř shodoval. Prostřednictvím otrávených trojnožek bylo celkem odchyceno 1516 jedinců, kteří byli zařazeni do jednotlivých řádů a čeledí.

Nejvyšší odchty necílových druhů byly zaznamenány v měsíci květnu, kdy v jednotlivých řádech necílového hmyzu bylo odchyceno celkem 536 jedinců. Naopak nejnižší odchty byly zaznamenány v měsíci srpnu, kdy bylo v jednotlivých řádech hmyzu odchyceno celkem 75 jedinců. Nejpočetněji zastoupeným řádem s 1244 odchycenými jedinci byl řád Coleoptera. Naopak nejméně zastoupeným řádem s jedním odchyceným jedincem byl řád Mecoptera (viz. tab. 10)

Tab. 10: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých řádů

Měsíční odchyty necílových druhů						
	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Celkem (řád)
Blatodea	0	3	3	0	0	6
Coleoptera	382	467	265	107	23	1244
Diplopoda	2	2	0	0	0	4
Diptera	1	15	16	20	21	73
Hemiptera	0	1	0	0	1	2
Heteroptera	5	5	5	3	2	20
Hymenoptera	22	25	16	6	16	85
Lepidoptera	7	3	6	0	0	16
Mecoptera	0	1	0	0	0	1
Orthoptera	0	0	0	0	2	2
Pavouci	10	14	14	10	10	58
Raphidioptera	5	0	0	0	0	5
<b>Celkem (odchyty)</b>	<b>434</b>	<b>536</b>	<b>325</b>	<b>146</b>	<b>75</b>	<b>1516</b>

Měsíční odchyty necílových druhů nejpočetnějšího řádu Coleoptera byly současně zhodnoceny z hlediska odchycených jedinců zařazených do jednotlivých čeledí, které taxonomicky náleží do tohoto řádu. Nejvyšší odchyty byly zaznamenány v čeledi Cleridae, ve které bylo celkem odchyceno 707 jedinců, kdy se jednalo zejména o zástupce rodu *Thanasimus*. Nejnižší odchyty byly naopak zaznamenány u čeledí Geotrupidae, Histeridae, Leiodidae, Nitidulidae, Nordelidae, Platypodidae, Rhyzophagidae, Scarabidae a Tenebrionidae, kdy se jednalo o odchyty v řádech jednotek jedinců. Nejvyšší odchyty byly opět zaznamenány v měsíci květnu a nejnižší v měsíci srpnu (viz. tab. 11).

Tab. 11: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých čeledí

Měsíční odchyty necílových druhů řádu Coleoptera						
	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Celkem (čeleď)
Anthribidae	190	65	2	1	1	259
Buprestidae	0	3	80	31	2	116
Cantharidae	0	4	12	6	0	22
Carabidae	6	6	4	2	5	23
Cerambycidae	0	10	4	2	1	17
Cleridae	161	328	148	58	12	707
Coccinellidae	3	8	1	0	1	13
Curculionidae	13	15	8	5	0	41
Elateridae	3	15	4	1	0	23
Geotrupidae	0	5	0	0	0	5
Histeridae	1	0	0	0	0	1
Leiodidae	1	4	0	1	0	6
Nitidulidae	0	3	0	0	0	3
Nordelidae	1	0	0	0	0	1
Platypodidae	0	0	0	0	1	1
Rhyzophagidae	0	1	0	0	0	1
Scarabaeidae	0	0	2	0	0	2
Tenebrionidae	3	0	0	0	0	3
<b>celkem (odchyty)</b>	<b>382</b>	<b>467</b>	<b>265</b>	<b>107</b>	<b>23</b>	<b>1244</b>

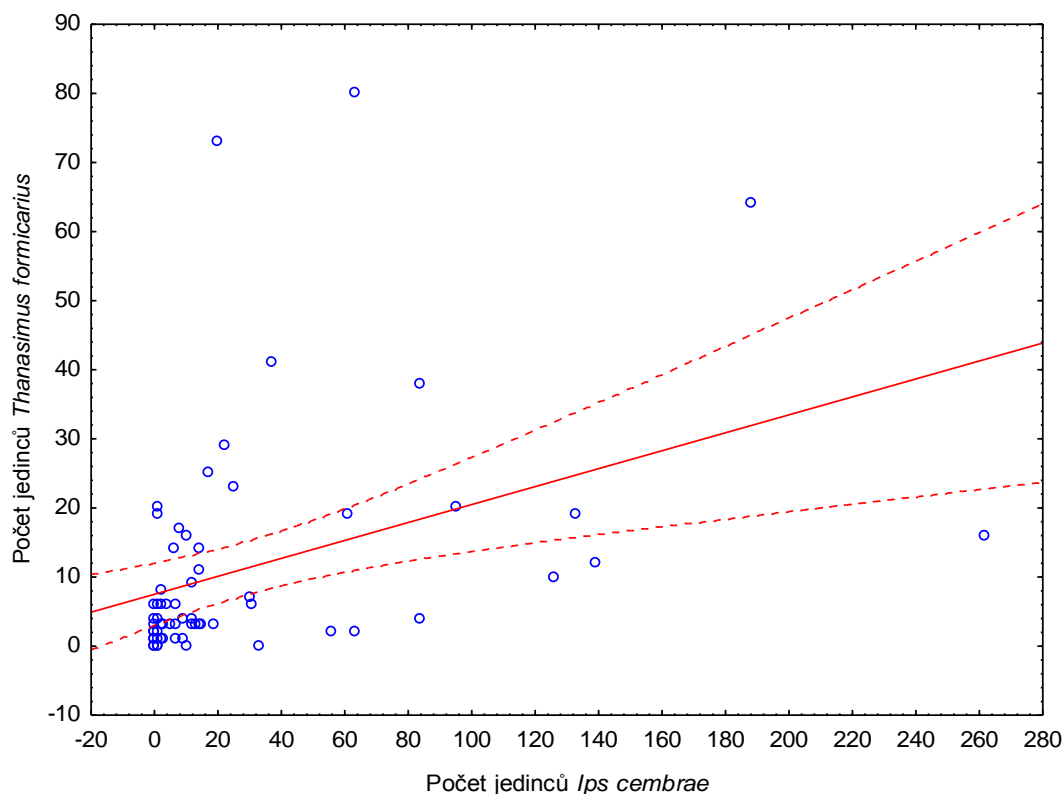


V rámci odchyty necílových druhů byly současně zaznamenány odchvy jedinců, kteří jsou přirozeními nepřáteli a predátory zástupců rodu *Ips*. Jednalo se zejména o zástupce z čeledi Rhizophagidae, kdy byl odchycen pouze jeden jedinec, dále o zástupce z rodu Raphidioptera, ve kterém bylo odchyceno pět jedinců. Nejpočetnější skupinu predátorů představovali zástupci rodu *Thanasimus*, kterých se podařilo odchytit celkem 707 jedinců. Nejvyšší odchvy predátorů rodu *Ips* byly zaznamenány opět v měsíci květnu a naopak nejnižší v měsíci srpnu (viz. tab. 12).

Tab. 12: Měsíční odchvy predátorů rodu *Ips*

Měsíční odchyt predátorů						
	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Celkem
<i>Thanasimus formicarius</i>	161	328	148	58	12	<b>707</b>
<i>Raphidioptera</i> spp.	5	0	0	0	0	<b>5</b>
<i>Rhizophagidae</i>	0	1	0	0	0	<b>1</b>

Počet zachycených pestrokrovečníků mravenčích pozitivně koreloval s počtem zaznamenaných jedinců lýkožrouta modřínového na trojnožkách ( $y = 7,5183 + 0,1298 \cdot x$ ;  $r = 0,3875$ ;  $p = 0,0017$ ;  $r^2 = 0,1502$ ; Graf 6).



Graf 6: Závislost početnosti lýkožrouta modřínového a pestrokrovečníka mravenčího na studovaných lokalitách. Regresní pás představuje 0,95 hladiny spolehlivosti

## 6 Diskuze

Během studie, která probíhala v období od 8. 4. 2017 do 21. 8. 2017 na území LHC Lesy Babákov, se zaměřením na srovnání pohlaví jedinců *Ips cembrae* odchycených na otrávené trojnožky a vyhodnocení efektivity odchyťových metod, se na čtyřech lokalitách na otrávené trojnožky odchyťlo celkem 1881 jedinců lýkožrouta modřínového a 1516 jedinců ostatních necílových druhů hmyzu.

Výzkum prokazuje, že v průběhu sledovaného období bylo odchyceno značné množství cílového organismu, který byl v porostu přítomen i přesto, že na okolních porostech nebyly patrné žíry. První odchty byly zahájeny počátkem dubna a k jejich ukončení došlo koncem srpna, což odpovídá poznatkům zjištěným jinými autory, kdy po mírných zimách a za příznivého počasí může dojít k jarnímu rojení a zahájení letové aktivity již v polovině či konci dubna (Postner, 1974). Jedinci *Ips cembrae* mají za vhodných podmínek velice často tendence zahajovat letovou aktivitu poměrně brzy, a to již v průběhu března (Knížek, 2006). V tomto období však ve studované oblasti z důvodů přírodních podmínek převládaly zhoršené povětrnostní vlivy (dešťové a sněhové přeháňky), přičemž teploty v průměru nepřekročily 11 °C, což zabraňovalo zahájení letové aktivity. Vše je doloženo vývojem průměrných teplot za celé sledované období. Letová aktivita jedinců *Ips cembrae* proto byla zahájena počátkem dubna, kdy došlo ke zlepšení povětrnostních podmínek a zvýšení průměrných teplot nad 10 °C. Hlavní letová aktivita následně nastává v průběhu května, kdy průměrné teploty překročily 15 °C. Začátek rojení druhé generace je taktéž spojen se zvýšením teplot v druhé polovině sledovaného období. V počátcích studie, přibližně v prvních třech týdnech byli dominantně odchyťováni samci, což může být vysvětleno skutečností, že samci vylétávají a objevují se dříve než samice, kdy nám současně zvýšený odchyt a aktivita samců indukuje jarní rojení (Lubojacký et al., 2011). Ve druhé polovině sledovaného období se letová aktivita samců i samic vyrovnává a do konce sledovaného období zůstává téměř stejná a neměnná.

Během studie bylo prostřednictvím otrávených trojnožek, které byly navnazeny feromonovými odparníky odchyceno signifikantně větší množství samců než samic. Tento výsledek zjištěný v rámci našeho výzkumu se však nedá porovnat s jinými studiiemi a pracemi, které by byly zaměřeny na posouzení a porovnání poměru pohlaví jedinců *Ips cembrae* odchycených na otrávené trojnožky z důvodu, že práce či studie na

tuto tematiku nebyly provedeny. Námi zjištěné výsledky proto budou porovnány s druhy *Ips typographus* a *Ips duplicatus*, u kterých je poměr pohlaví jedinců odchycených na otrávené trojnožky znám a na zjištění poměru pohlaví u těchto druhů byla provedena řada studií.

V případě *Ips typographus* dochází k vyšším odchytům pomocí feromonových lapačů, které jsou přibližně o 30 % účinnější a odchytí tak o jednu třetinu jedinců více než otrávené trojnožky. V případě odchytů pomocí feromonových lapačů dominují odchvy samic nad odchvy samců, zatímco u otrávených trojnožek nejsou v odchycích samců a samic lýkožrouta smrkového statisticky signifikantní rozdíly a odchycený poměr pohlaví je tak vyvážený (Lubojacký et al., 2011; Holuša et al., 2016). Stejně tak Vrba (2009) uvádí signifikantně vyšší odchvy do deskových lapačů než na trojnožky. Naopak Hurling a Stetter (2012) tvrdí, že signifikantně vyšších odchytů dosáhli na navnaděné otrávené lapáky ve srovnání se štěrbinovými feromonovými lapači. Jeniš a Vrba (2007) zase v rámci své studie rozdíly ve velikosti odchytů na otrávené trojnožky a do feromonových lapačů nenašli. Rozdíly ve velikostech odchytů mohou být ovlivněny řadou faktorů (např. různé roky šíření, rozdíly mezi studovanými lokalitami, mezidruhová konkurence, různé druhy feromonových návnad nebo použitých insekticidů) (Lubojacký et al., 2011).

U jedinců *Ips duplicatus* bylo řadou studií prokázáno, že feromonové lapače jsou účinnější, protože jimi byly zaznamenány přibližně o polovinu vyšší odchvy než na otrávených trojnožkách. V odchycích do lapačů převažovali samice nad samci, zatímco u otrávených trojnožek byl poměr pohlaví ve prospěch samců. Na oba typy odchytových zařízení bylo zachyceno přibližně stejné množství samců, zatímco samic bylo v lapačích zachyceno až třikrát více (Lubojacký et al., 2013).

Signifikantně vyšší odchvy samců na otrávené trojnožky v rámci výzkumu na LHC Lesy Babákov jsou zřejmě způsobeny tím, že samci *Ips cembrae* silněji reagují na feromony postupně uvolňované z odparníků.

V průběhu sledovaného období byly prováděny jednotlivé odchvy na čtyřech lokalitách, mezi kterými nebyly zjištěny nesignifikantní rozdíly, z čehož vyplývá, že se jednalo o celkem stabilní populaci lýkožrouta modřínového. Odchvy na těchto lokalitách byly velice podobné, tedy mezi lokalitami nebyl výrazný statistický rozdíl. Na všech lokalitách bylo odchyceno přibližně stejné množství jedinců *Ips cembrae*,

nicméně menší odchylku představovala lokalita číslo dvě, na které byly oproti ostatním lokalitám zaznamenány nižší odchvyty. Nízké odchvyty na druhé lokalitě mohly být pravděpodobně způsobeny polohou lokality a umístěním trojnožky, která byla instalována při hranici porostní stěny porostu mýtního věku, který sousedí se smrkovou mlazinou. Druhá lokalita byla současně v porovnání s ostatními lokalitami umístěna na více stinném místě (Švestka et al., 1998; Knížek, 2006).

Pro kontrolu *Ips cembrae* byly současně použity stromové lapáky, což je klasická metoda, která se v podmínkách našeho lesnictví používá již stovky let. Ačkoliv se z hlediska dimenzí a rozměrů jednalo o lapáky vhodné ke kontrole lýkožrouta modřínového, tak se až na jeden případ, kdy na lokalitě číslo tři byla zavrtána jedna rodina *Ips cembrae* nepodařilo na lapáky odchytit žádné jedince, což mohlo být pravděpodobně způsobené nízkou populační hustotou lýkožrouta modřínového, který spíše reagoval na feromonové odparníky, respektive otrávené trojnožky (Švestka et al., 1998).

Výraznou výhodou otrávených trojnožek je, že odchyťávají signifikantně vyšší množství samců. Pro omezení útoku na oslabené stromy je zachycení samců velice důležité, a proto se zdá být využití otrávených trojnožek výhodnější v porovnání s feromonovými lapači, zejména z toho důvodu, že odchyťávají již zmiňované statisticky vyšší množství samců, kteří na stromy nalétávají první a zakládají zde další generace (Jakuš a Blaženec, 2002). Hlavní nevýhodou trojnožek naopak představuje vyšší množství usmrčeného bezobratlého hmyzu, zejména pak predátorů lýkožroutů. K nejpočetnějším skupinám odchycených necílových druhů patří zejména čeledi Anthribidae, Buprestidae, Curculionidae, Elateridae a Cleridae. Čeleď Cleridae je tvořena přirozenými nepřáteli a predátory kůrovců, konkrétně jedinci rodu *Thanasimus*, a z tohoto důvodu je čeleď, do které patří nejvíce necílových jedinců, kteří byli během sledovaného období v rámci odchytů prostřednictvím otrávených trojnožek odchyceni. Jedinci rodu *Thanasimus* jsou nejčastějšími predátory kůrovců, kteří reagují na jejich agregační feromony, tudíž je aktivně vyhledávají a z tohoto důvodu došlo k jejich nejvyšším odchytům. Čeledě Anthribidae, Elateridae, Curculionidae jsou považovány za aktivní skupiny necílového bezobratlého hmyzu, který se v lesích běžně vyskytuje, poletuje v blízkosti otrávených, navnazených trojnožek, na které náhodně nalétává, a proto je odchyťován ve vyšších početnostech (Lubojacký et al., 2014b). Necílové druhy členovců jsou trojnožkami usmrčovány mnohem více než při odchytu do lapačů.

Například blanokřídle druhy hmyzu jsou trojnožkami usmrcovány 3x více a mravenci dokonce 5x více v porovnání s lapači (Lubojacký et al., 2013; 2014b).

Snížení odchyty necílových druhů, konkrétně pestrokrovečníků otrávenými trojnožkami je možné, pokud by byl odsunut termín instalace trojnožky o jeden týden od začátku letové aktivity lýkožroutů, neboť v této době dochází k nejvyšším odchytům těchto necílových druhů. Posunutí termínu instalace je však doporučeno provádět jen v ojedinělých případech a současně je důležité letovou aktivitu sledovat ve feromonových lapačích pro indikaci počátku letové aktivity a trojnožky současně nahradit jinou odchytovou metodou (Lubojacký et al., 2014b, Holuša et al., 2016).

## 7 Závěr

- Během letové aktivity se poměr pohlaví jedinců *Ips cembrae* měnil. Na počátku letové aktivity od 8. 4. 2017 byl vyšší poměr samců než samic. Ve druhé polovině sledovaného se v rámci letové aktivity poměr pohlaví vyrovnal a do konce tohoto období již zůstal téměř stejný a neměnil se.
- V průběhu sledovaného období bylo prostřednictvím otrávených trojnožek v celkových odchycích odchyceno signifikantně vyšší množství samců než samic.
- Efektivnější metodou pro odchyt *Ips cembrae* jsou otrávené trojnožky, na které bylo odchyceno větší množství jedinců. Z důvodů nízké populační hustoty reagovali lýkožrouti především na feromonové odparníky, a proto se na lapáky nepodařilo odchytat téměř žádné jedince *Ips cembrae*.

## 8 Seznam literatury

BEVAN, D., 1987: *Forest insects. A Guide to Insects Feeding on Trees in Britain*. Forestry Commission, Handbook 1. London, HMSO, 153 p.

COGNATO A. I., 2015: *Biology, systematics, and evolution of Ips*. In: VEGA F.E.; HOFSTETTER R.W. (eds), *Bark beetles, biology and ecology of native and invasive species*. Academic Press, Elsevier, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo, s. 351–370.

ELSNER, G., 1997: *Relationships between cutting time in winter and breeding success of Ips cembrae in larch timber*. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11, s. 653–657.

*FAUNA EUROPAEA: all european animal species online* [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: [https://fauna-eu.org/cdm\\_dataportal/taxon/2dceea0e-69ce-48f7-9ae3-ce483f2ac257](https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/2dceea0e-69ce-48f7-9ae3-ce483f2ac257)

GRODZKI, W., KOSIBOWICZ, M., 2009: *Materiały do poznania biologii kornika modrzewiowca Ips cembrae (Heer) (Col., Curculionidae, Scolytinae) w warunkach południowej Polski*. *Sylwan*, 153, s. 587-593.

GRODZKI, W., 2008: *Ips cembrae Heer. (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in Young Larch Stands – a New Problem in Poland*. In: STEYER, G. et al. (eds): *Proceedings of the Second Meeting of Forest Protection and Forest Phytosanitary Specialists*, Vienna, Department of Forest Protection, *Forstschutz Aktuell* (44), s. 8–9.

GRODZKI, W., 2009: *Kornik modrzewiowiec Ips cembrae (Heer) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) w drzewostanach modrzewiowych południowej Polski*. *Lesne Prace Badawcze* 70, s. 355–361.

GRUCMANOVÁ, Š.; HOLUŠA, J.; ČERMÁK, V.; NERMUŤ, J., 2016: *Nematodes associated with Ips cembrae (Coleoptera: Curculionidae): comparison of generations, sexes and sampling methods*. Journal of Applied Entomology. 140(4), s. 395–403.

GRUCMANOVÁ, Š.; HOLUŠA, J.; TROMBIK, J.; LUKÁŠOVÁ, K., 2014. *Large larch bark beetle Ips cembrae (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the Czech Republic: analysis of population development and catches in pheromone traps*. Lesnický časopis Forestry Journal 60, s. 143–149.

HOLUŠA, J.; KULA, E.; WEWIORA, F.; LUKÁŠOVÁ, K., 2014: *Flight activity, within the trap tree abundance and overwintering of the larch bark beetle (Ips cembrae) in Czech Republic*. Šumarski list 1–2, s. 19–27.

HOLUŠA, J.; LUBOJACKÝ, J.; LUKÁŠOVÁ, K., 2016: *Lesnický průvodce, Využití otrávených lapáků ve formě trojnožek proti lýkožroutu smrkovému (Ips typographus L.) a lýkožroutu severskému (Ips duplicatus Sahlberg (Coleoptera: Curculionidae))*. 1 vydání. Jíloviště. VULHM. 28 s. ISBN 978-80-7417-113-0.

HOLUŠA, J.; LUKÁŠOVÁ, K.; WEGENSTEINER, R.; GRODZKI, W.; PERNEK, M.; WEISER, J., 2013: *Pathogens of the bark beetle Ips cembrae: microsporidia and gregarines also known from other Ips species*. Journal of Applied Entomology. 137(3), s. 181–187.

HOUSA, O., 2017: *Neciloví bezobratlí odchycení ve feromonových lapačích a na otrávených trojnožkách určených k monitoringu Ips cembrae*, Praha, DP FLD ČZU Praha.

HURLING, R.; STETTER, J., 2012: *Untersuchungen zur Fangleistung von Schlitzfallen und Fangholzhaufen bei der lokalen Dichteabsenkung von Buchdrucker (Ips typographus)-Populationen*. Gesunde Pflanzen, 64, s. 89–99.

HUTKA, D., 2006: *Nowe oblicze kornika modrzewiowca*. Trybuna Leśnika, 4, s. 10–11.



JAKUŠ, R.; BLAŽENEC, M., 2002: *Influence of proportion of (4S)-cisverbenol in pheromone bait on Ips typographus (Col., Scolytidae) catch in pheromone trap barrier and in single traps*. Journal of Applied Entomology, 126, s. 306–311.

JANKOWIAK, R.; ROSSA, R.; MIŠTA, K., 2007: *Survey of fungal species vectored by Ips cembrae to European larch trees in Raciborskie forests (Poland)*. CZECH MYCOLOGY. 59 (2). s. 227–239.

KNÍŽEK, M., 2006: *Lýkožrout modřínový*. Lesnická práce 85 (Příloha):I-IV.

KNÍŽEK, M., 2008: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M.; PEŠKOVÁ V. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2007 a jejich očekávaný stav v roce 2008*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 21–34.

KNÍŽEK, M., 2009: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2008 a jejich očekávaný stav v roce 2009*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 20–32.

KNÍŽEK, M., 2010: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2009 a jejich očekávaný stav v roce 2010*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 18–29.

KNÍŽEK, M.; BEAVER, R., 2004: *Taxonomy and systematics of bark and ambrosia beetles*. In: LIEUTIER, F.; DAY, K.R.; BATTISTI, A.; GREGOIRE, J.C.; EVANS, H.F. (eds), *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, s. 41–54.

KNÍŽEK, M.; LUBOJACKÝ, J., 2011: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2010 a jejich očekávaný stav v roce 2011*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 19–30.

KNÍŽEK, M.; LUBOJACKÝ, J., 2012: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M.; MODLINGER R. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2011 a jejich očekávaný stav v roce 2012*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 20–30.

KREHAN, H.; CECH, TL., 2004: *Larch damage in Upper Styria. An example of the complex effects of damage agents*. Forstschutz Aktuell. 32, s. 4–8.

KREHAN, H.; STEYER, G., 2005: *Borkenkäfer-Monitoring und Borkenkäfer-kalamität 2004*. Forstschutz Aktuell 33, s. 12–14.

KUNCA, A.; ZÚBRIK, M.; NOVOTNÝ, J., 2007: *Škodlivé činitele lesných drevín a ochrana pred nimi*. Prvé vydanie. Zvolen: Národné lesnícké centrum vo Zvolene. 208 s., s. 97–98. ISBN 978-80-8093-048-6.

LESPROJEKT s. r. o., 2010: *Textová část LHP 2010–2019 pro LHC Lesy Babákov*, Hradec Králové.

LIŠKA, J.; LUBOJACKÝ, J.; BÍLÝ, J., 2012: *Rekognoskační lety v roce 2012*. Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 91(10), s. 42–44.

LOUŽIL, J., 1964: *Atlas lesného hmyzu.*, Bratislava: Slovenské vydavateľstvo podohospodárskej literatúry a Státní zemědělské nakladatelství v Praze s. 190.

LUBOJACKÝ J.; KNÍŽEK, M.; ZAHRADNÍK, P., 2017: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M.; LIŠKA J.; MODLINGER, R. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2016 a jejich očekávaný stav v roce 2017*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 20–29.

LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA, J., 2011: *Comparison of spruce bark beetle (Ips typographus) catches between treated trap logs and pheromone traps*. Šumarski List. 5-6 (CXXXV), s. 233-242.

LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA, J., 2013: *Comparison of lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and lure-baited traps for control of Ips duplicatus (Coleoptera: Curculionidae)*. Journal of Pest science, 86, s. 483–489.

LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA, J., 2014b: *Effect of insecticide-treated trap logs and lure traps for Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae) management on nontarget arthropods catching in Norway spruce stands*. Journal of Forest Science. 60(1), s. 6–11.

LUBOJACKÝ, J.; KNÍŽEK, M., 2013: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M.; MODLINGER R. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2012 a jejich očekávaný stav v roce 2013*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 19–29.

LUBOJACKÝ, J.; KNÍŽEK, M., 2015: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M.; LIŠKA J.; MODLINGER R. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2014 a jejich očekávaný stav v roce 2015*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 20–29.

LUBOJACKÝ, J.; KNÍŽEK, M., 2016: Podkorní hmyz. In: KNÍŽEK M.; LIŠKA J.; MODLINGER R. (eds.): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2015 a jejich očekávaný stav v roce 2016*. Jíloviště - Strnady: Zpravodaj ochrany lesa (Supplementum), VÚLHM, s. 19–28.

NĚMEC a kol., 1964: *Technická příručka lesnická.*, Druhé přepracované a doplněné vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství v Praze, s. 850.

OEPP/EPPO, 2005: *Ips cembrae and Ips subelongatus*. Bull. OEPP/EPPO, 35, s. 445–449.

PENG, X.; KAJIMURA, H.; SHIBATA, E., 1996: *Inoculation with Blue Stain Fung Associated with Ips cembrae (Coleoptera: Scolytidae) on Seedlings of Japanese Larch and Japanese Red Pine*. Laboratory of forest protection, School of agricultural sciences, Nagoya University, Nagoya, No. 15, s. 141–150.

PFEFFER, A., 1989: *Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae*. Praha, Academia, 138 p.

POSTNER, M., 1974: *Ips cembrae*. In: SCHWENKE, W. (eds.): *Die Forstschädlinge Europas*. II. Band. Kafer. Hamburg, Paul Parey, s. 458–459.

SCHEBECK, M.; SCHOPF, A., 2016: *Temperature-dependent development of the European larch bark beetle, Ips cembrae*. *Journal of Applied Entomology*, s. 1–7.

STAUFFER, C.; KIRISITS, T.; NUSSBAUMER, C.; PAVLIN, R. a WINGFIELD, M. J., 2001: *Phylogenetic relationships between the European and Asian eight-spined larch bark beetle populations (Coleoptera, Scolytidae) inferred from DNA sequences and fungal associates*. *European Journal of Entomology*. 98, s. 99–105.

STAUFFER, CH., 1997: *A Molecular Method for Differentiating Sibling Species within the Genus Ips*. In: GRÉGORIE, J.C.; LIEBHOLD, A.M.; STEPHEN, F.M.; DAY, K.R.; and SALOM, S.M. *Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests*, Forest Service General Technical Report NE-236, s. 87–91.

STRATMANN, J., 2004: *Borkenkäferkalamität 2003, was haben wir gelernt, sind wir für 2004 gerüstet?* *Forst und Holz* 59, s. 166–169.

ŠVESTKA, M.; HOCHMUT, R.; JANČAŘÍK V., 1998: *Praktické metody v ochraně lesa.*, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., s. 311. ISBN 80-902503-0-0.

VRBA, M., 2009: *Ohrožení smrkových porostů kambiofágy u VLS Lipník na Bečvou a ekonomické aspekty užití lapáků v ochraně lesa*, Brno, DP Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

YAMAOKA, Y.; WINGFIELD, M. J.; OHSAWA, M.; KURODA, Y., 1998: *Ophiostomatoid fungi associated with Ips cembrae in Japan and their pathogenicity to Japanese larch*. Mycoscience, 39, s. 367–378.

ZHANG, Q. H.; BIRGERSSON, G.; SCHLYTER, F.; CHEN-GUO, F., 2000: *Pheromone components in the larch bark beetle, Ips cembrae, from China: quantitative variation among attack phases and individuals*. Journal of Chemical Ecology. 26, s. 841–858.

ZHANG, Q. H.; SCHLYTER, F.; CHEN-GUO, F.; WANG, Y. J., 2007: *Electrophysiological and behavioral responses of Ips subelongatus to semiochemicals from its hosts, non-hosts, and conspecifics in China*. Journal of Chemical Ecology. 33, s. 391–404.