**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie

# Srovnání početnosti jarní a letní generace *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) na základě odchytů do feromonových lapačů

Bakalářská práce

**Autor:** Oldřich Housa

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

2015

**Czech University of Life Sciences Prague**

Faculty of Forestry and Wood Sciences

Department of Forest Protection and Entomology

# Comparison of the overwintering and offspring generations abundance of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) based on catches in pheromone traps

Bachelor thesis

**Author:** Oldřich Housa

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

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Oldřich Housa

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

**Srovnání početnosti jarní a letní generace Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae) na základě odchytů do feromonových lapačů**

Název anglicky

**Comparison of the overwintering and offspring generations abundance of Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae) based on catches in pheromone traps**

---

**Cíle práce**

- na základě odchytů do feromonových lapačů srovnat počet jedinců přezimující a dceřiné generace lýkožrouta smrkového

**Metodika**

Na 5 lokalitách bude instalováno několik lapačů s feromonovým odparníkem v 10 m rozestupech od sebe a zhruba 20 m od nejbližšího smrkového porostu. Odběry budou prováděny pravidelně každý týden od poloviny dubna do konce srpna. Materiál bude uskladněn v mrazícím boxu. V každém odběru bude spočítán počet jedinců Ips typographus a u části materiálu určeno pohlaví. V programu Statistica 12 bude srovnán počet odchycených jedinců v jarní a letní generaci.

**Doporučený rozsah práce**

30 stran

**Klíčová slova**

lýkožrout smrkový, letová aktivita, poměr pohlaví, generace, feromonový odparník

---

**Doporučené zdroje informací**


Annila E. 1969: Influence of the temperature upon the development and voltinism of Ips typographus L. (Coleoptera, Scolytidae). Annales Zoologici Fennici, 6: 161-207.

Baier P., Pennerstorfer J., Schopf A. 2007: PHENIPS-A comprehensive phenology model of Ips typographus (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. Forest Ecology and Management, 249: 171-186.

Botterweg P.F. 1982: Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle Ips typographus in relation to sex, size and fat content. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 94: 466-489.

Faccoli M., Buffo E. 2004: Seasonal variability of sex-ratio in Ips typographus (L.) pheromone traps in a multivoltine population in the Southern Alps. Journal of Pest Science, 77: 123-129.

Faccoli M., Stergulc, F. 2004: Ips typographus (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. Journal of Applied Entomology, 128: 307-311.

Holuša J., Grodzki W., Lukašová K., Lubojacký J. 2013: Pheromone trapping of the double-spined bark beetle Ips duplicatus (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae): seasonal variation in abundance. Folia Forestalia Polonica, 55: 3-9.

Holuša J., Lukášová K., Lubojacký J. 2013: Comparison of seasonal flight activity of spruce bark beetle (Ips typographus) with flight activity of northern bark beetle (Ips duplicatus) (Coleoptera: Curculionidae). Scientia Agricultura Bohemica, 43: 109-115.

Schlyter F., Byers J.A., Löfqvist, J. 1987: Attraction to pheromone sources of different quantity, quality, and spacing: density-regulation mechanisms in bark beetle Ips typographus. Journal of Chemical Ecology, 13: 1503-1524.

Wermelinger B. 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus – a review of recent research. Forest Ecology and Management, 202: 67-82.

Zumr V. 1982: The data for the prognosis of spring swarming of main species of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) on the spruce (Picea excelsa L.). Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 93: 305-320.


---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

Mgr. Karolína Lukášová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2014

**prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 8. 2014

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2015

---

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Srovnání početnosti jarní a letní generace Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae) na základě odchytů do feromonových lapačů* vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karoliny Lukášové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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 9. března 2015

*Podpis*

## Poděkování

Chtěl bych tímto velmi poděkovat vedoucí své bakalářské práce Mgr. Karolině Lukášové, Ph.D. za veškeré cenné rady, podněty a čas, jež mi ochotně věnovala. Dále bych chtěl poděkovat kolektivu LS Nymburk za pomoc při terénních pracích a na závěr též děkuji své rodině a blízkým za velkou podporu a trpělivost.

## Abstrakt:

Hlavním úkolem studie letové aktivity *Ips typographus* (L), která proběhla v roce 2014 na území LHC Žehrov, bylo porovnání početnosti dospělců přezimující a dceřiné generace. Na tomto území bylo rozmístěno 5 deskových lapačů typu Theyson s feromonovými odparníky PHEAGR - IT. Lapače byly pravidelně kontrolovány v rozmezí 7 až 10 dnů od poloviny dubna do konce srpna. V průběhu sledovaného období bylo odchyceno celkem 19380 jedinců lýkožrouta smrkového, zjištěný poměr pohlaví byl 2,4:1 ve prospěch samic. Analýza jednotlivých odchytů ukázala tři vrcholy letové aktivity, z nichž dva lze považovat jako hlavní rojení a jeden jako sesterské rojení. Velikosti odchytu přezimující a dceřiné generace nebyly statisticky signifikantně odlišné, avšak v přezimující generaci bylo zjištěno průkazně více samců než v dceřině generaci. U samic tomu bylo naopak a jejich počet byl průkazně vyšší během letního rojení.

**Klíčová slova:** lýkožrout smrkový, letová aktivita, počet generací, poměr pohlaví, feromonový odparník, nízké nadmořské výšky.

## Abstract:

The purpose of the study of flight activity *Ips typographus* (L), conducted in 2014 in the territory of LHC Žehrov, is to compare the abundance of the overwintering and offspring generations. Five pheromone traps of the type Theyson with pheromone lures PHEAGR - IT were used in this research. Traps were checked periodically every 7 to 10 days from mid-April to the end of August. Altogether 19,380 individuals of spruce bark beetle were collected within the reporting period; the detected sex ratio was 2.4:1 in favour of females. The analysis of individual samples from traps has revealed three peaks of flight activity, two of which might be considered the main swarming and the other one a sister brood. The abundance of bark beetles of the overwintering and filial generations was not significantly statistically different; however in the overwintering generation there more males were significantly detected than in the offspring generation. In case of females, the opposite was true and their number was clearly higher during the summer swarming.

**Key words:** spruce bark beetle**,** flight activity, number of generations, sex ratio, pheromone lure, low altitudes.

## Obsah

1 ÚVOD ..... 11
2 CÍL PRÁCE ..... 12
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED ..... 13
3.1 Areál rozšíření ..... 13
3.2 Hostitelské dřeviny ..... 13
3.3 Morfologie ..... 14
3.4 Způsob života ..... 15
3.5 Přezimování ..... 16
3.6 Vnitrodruhová komunikace ..... 17
3.7 Kontrola ..... 17
3.8 Ochranná opatření ..... 18
4 METODIKA ..... 20
4.1 Výběr lokalit ..... 20
4.2 Instalace lapačů ..... 21
4.3 Aplikace feromonových odparníků ..... 22
4.4 Kontrola lapačů ..... 23
4.5 Uskladnění odchycených jedinců ..... 24
4.6 Laboratorní testy ..... 24
4.7 Vyhodnocení ..... 24
5 VÝSLEDKY ..... 25
5.1 Srovnání přezimující a dceřiné generace ..... 28
6 DISKUZE ..... 31
7 ZÁVĚR ..... 34
8 POUŽITÁ LITERATURA ..... 35
9 SEZNAM PŘÍLOH ..... 39
10 PŘÍLOHY ..... 40

## Seznam grafů

Graf 1: Letová aktivita *Ips typographus* (levá osa y) a průběh průměrných denních teplot (pravá osa y) na studijní lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. ..... 25

Graf 2: Srovnání odchytu *Ips typographus* do jednotlivých lapačů na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. ..... 26

Graf 3: Poměr pohlaví v odchytech na LHC Žehrov v roce 2014. ..... 27

Graf 4: Srovnání odchytu přezimující (jaro) a dceřiné (léto) generace *Ips typographus* na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. ..... 28

Graf 5: Srovnání odchytu přezimující (jaro) a dceřiné (léto) generace samců *Ips typographus* na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. ..... 29

Graf 6: Srovnání odchytu přezimující (jaro) a dceřiné (léto) generace samic *Ips typographus* na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. ..... 30

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Poloha studijního území LHC Žehrov ..... 20

Obrázek 2: Štěrbinový (deskový) lapač LČR ..... 22

Obrázek 3: Feromonový odparník PHEAGR – IT ..... 23

# 1 ÚVOD

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) (Linnaeus, 1758) patří ve střední Evropě mezi nejvýznamnější škůdce na smrkových porostech (Annila, 1969). Jeho nebezpečnost tkví především v schopnosti rychlého nárůstu hustoty populace (Zumr, 1995), to je patrné zejména při lesních kalamitách na smrkových monokulturách (Skuhravý, 2002). Je typickým sekundárním škůdcem, který vyhledává oslabené nebo poškozené stromy v porostech starších 60-ti let (Zahradník, Knížek, 2007), to je dáno tloušťkou lýka, kterou lýkožrout potřebuje pro svůj zdárný vývoj. Jen ve výjimečných případech, kdy dojde k vysokému přemnožení, napadá i porosty mladší, tam však obvykle není schopen dokončit svůj vývoj (Zumr, 1985). Ve střední Evropě v nižších a středních polohách mívá lýkožrout smrkový dvě až tři generace ročně, v nejvyšších polohách to však bývá pouze jedna generace ročně (Skuhravý, 2002). Lýkožrout smrkový je rovněž jako všechny zástupci rodu *Ips* polygamním druhem, u kterého připadají v průměru na jednoho samce tři samice (Wermelinger, Seifert, 1999), při přemnožení se však tento poměr vyrovnává (Zumr, 1995).

Podle tzv. „Zelené zprávy“ (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013), kterou vydává Ministerstvo zemědělství, bylo v roce 2013 na území České republiky 2 599 142 ha porostní půdy, což je 33 % rozlohy celé České republiky. Podíl smrku ztepilého byl v roce 2013 1 327 398 ha, tedy 51,1 % rozlohy porostní půdy. Těžba dřeva v roce 2013 činila 15,33 mil. $m^3$, z toho objem tzv. kůrovcového dřeva byl 1,2 mil. $m^3$, což představuje velmi významnou položku v lesním hospodaření. Je proto velmi důležité věnovat velkou pozornost kontrole a ochraně porostů proti podkornímu hmyzu.

Jedna z nejčastěji používaných monitorovacích metod ke zjištění a určení letové aktivity *I. typographus* jsou feromonové lapače. Hodnocení jejich účinnosti především v dvougeneračních oblastech výskytu lýkožrouta smrkového nám pomůže zvýšit efektivnost využití této metody v lesním hospodářství.

# 2 CÍL PRÁCE

- zaznamenat letovou aktivitu a počet generací *I. typographus* na 5 lokalitách na území LHC Žehrov

- zjistit poměr pohlaví u jedinců zachycených do feromonových lapačů během letové aktivity *I. typographus*

- na základě odchytů do feromonových lapačů srovnat počet jedinců přezimující a dceřiné generace lýkožrouta smrkového

# 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

## 3.1 Areál rozšíření

Areál výskytu lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) je značný a odpovídá areálu rozšíření smrku ztepilého (Pfeffer, 1955). V Evropě zaujímá obrovskou oblast od západní části Pyrenejí na hranicích Španělska přes jižní část francouzských Alp, dále pak severní částí Itálie, Bulharska, Rumunska a Ruska (Zumr, 1995). Severní hranice výskytu pak sahá do Skandinávie až k polárnímu kruhu (Zahradník, Knížek, 2007). V Asii můžeme lýkožrouta smrkového nalézt od pobřeží Japonska přes severní Čínu, Mongolsko a severní Kazachstán, severní hranici rozšíření pak tvoří jižní oblast arktické tundry (Skuhravý, 2002).

Původně byl lýkožrout smrkový výhradně druhem horských smrčin, postupem času se však přizpůsobil a rozšířil přes střední polohy až do nížin (Skuhravý, 2002). V České republice se až do čtyřicátých let dvacátého století vyskytoval především ve vyšších polohách a v podhůřích příhraničních pohoří (Kudela, 1946). Během druhé světové války se však rozšířil a dnes zaujímá areál prakticky na celém území České republiky od nížin až po horské oblasti (Zahradník, Knížek, 2010). Tato adaptace se přisuzuje především způsobu pěstování smrku ztepilého v rozsáhlých smrkových monokulturách a v místech nepůvodního výskytu smrku ztepilého (Zumr, 1995).

## 3.2 Hostitelské dřeviny

V Evropě je pro lýkožrouta smrkového hlavní hostitelskou dřevinou smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) H. Karst.) a jeho poddruhy (Zumr, 1995). Při přemnožení se vzácně vyskytuje i na modřínu opadavém (*Larix decidua* Mill.), borovici lesní (*Pinus sylvestris* L.) či jedli bělokoré (*Abies alba* Mill.) (Skuhravý, 2002). V Asii se úspěšně vyvíjí i na jiných druzích smrku jako *Picea obovata* Ledeb., *Picea omorika* (Pančić) Purk., *Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière (Zahradník, Knížek, 2007).

## 3.3 Morfologie

Lýkožrout smrkový má během života čtyři vývojová stádia, a to vajíčko, larvu, kuklu a dospělce (imago) (Pfeffer, 1955).

Prvním vývojovým stádiem je vajíčko, které je oválné, bílé, lesklé a dlouhé jen 0,6 až 1 mm. Samice lýkožrouta smrkového za svůj život dokáže vyprodukovat až osmdesát vajec (Wermelinger, 2004). V jedné snůšce však obvykle naklade přibližně padesát vajec (Skuhravý, 2002). Toto množství je velmi ovlivněno hustotou populace, čím je vyšší hustota napadení stromu, tím samice naklade méně vajec (Anderbrant, 1990). Optimální hustota populace je pak 500 samic na 1 m² (Schopf, Köhler, 1995).

Druhé vývojové stádium je larva, která je rovněž bílá, beznohá s výraznou hnědou hlavou, její délka po vylíhnutí je přibližně 2 mm. Larva během vývoje projde třemi instary, v posledním instaru měří 5 až 7 mm (Zahradník, Knížek, 2007).

Dalším vývojovým stádiem je kukla, která je bílá, dlouhá 5 až 7 mm s dvěma výraznými trny na zadečku (Zahradník, Knížek, 2007). V tomto stádiu už jsou patrné nohy, křídla a tykadla (Skuhravý, 2002).

Z kukly se vyvíjí dospělý jedinec, který je 4,0 až 5,5 mm dlouhý, válcovitého tvaru a lesklého hnědočerného zbarvení (Zahradník, Knížek, 2007). Na hlavě uprostřed čela má drobný hrbolek, u samce je hrbolek výraznější. Krovky jsou válcovité zakončené matnou drobně tečkovanou prohlubní se čtyřmi páry zoubků (Zumr, 1995). Třetí pár zoubků je výrazně větší než první dva horní páry a poslední čtvrtý pár (Zahradník, Knížek, 2007). Téměř celé tělo lýkožrouta smrkového je pokryto drobnými žlutými chloupky, u samice jsou chloupky hustější (Skuhravý, 2002).

## 3.4 Způsob života

Lýkožrout smrkový je typický sekundární škůdce, napadá především zesláblé nebo různě poškozené stromy ve věku 60 až 100 let (Weslien a kol., 1989). Tyto stromy mají většinou narušené mechanismy obrany, tím ztrácejí dostatečnou schopnost zalévání navrtaných chodeb pryskyřicí, a tudíž kladou jen velmi malý odpor při napadení (Rudinsky, 1962).

Jako první vylétávají samci a hledají vhodné místo k založení nové populace (Wermelinger, 2004). Po příletu na kmen stromu se ihned snaží překonat obranu stromu a zavrtat se pod kůru (Rohde a kol., 1996). Po úspěšném překonání obrany stromu začínají hloubit snubní komůrky, do kterých pak pomocí agregačního feromonu lákají samice (Zahradník, Knížek, 2010). Lýkožrout smrkový je polygamním druhem, proto je schopen oplodnit více samic, obvykle dvě až tři (Wermelinger, 2004). Samice po oplodnění začínají hloubit matečné chodby rovnoběžné s osou kmene stromu a postupně do nich kladou vajíčka, kterých bývá průměrně 50 (Skuhravý, 2002). Z vajíček se během šesti až osmnácti dní postupně líhnou larvy. Vylíhlé larvy se živí lýkem po dobu sedmi až padesáti dnů, rovněž v závislosti na teplotě (Wermelinger, Seifert, 1999). Na konci tohoto období vyhloubí larva kukelnou komůrku a nastává fáze kukly, která trvá šest až sedmnáct dnů, z té se pak vylíhnou světlí brouci (tzv. „žlutí brouci“), kteří po prodělání zralostního žíru postupně dospívají a tmavnou. Tento zralostní žír trvá dva až tři týdny a mohou ho prodělat v místě vylíhnutí nebo po přeletu na jiné místo. Po dokončení vývoje, který za běžných podmínek trvá přibližně pět až osm týdnů, vylétnou a celý cyklus se opakuje (Zahradník, Knížek, 2007).

Ve středních a nižších polohách mívá lýkožrout smrkový obvykle dvě generace (Wermelinger, 2004). V horských oblastech pak pouze jednu generaci. V letech s extrémně příznivými podmínkami však může mít ještě o jednu generaci více (Zahradník, Knížek, 2010).

První rojení začíná na jaře, kdy lýkožrout smrkový potřebuje alespoň čtyři teplé dny v řadě (Wermelinger, 2004). Ve střední Evropě v nižších polohách začíná rojení koncem dubna až začátkem května, při velmi vysokých teplotách může začít již počátkem dubna (Holuša a kol., 2012), v horských oblastech pak v závislosti na teplotách většinou o měsíc později (Pfeffer, 1955). Druhé rojení nastává přibližně v polovině června a případné třetí rojení koncem srpna až počátkem září (Zahradník, Knížek, 2007). U každé z těchto generací se pak můžeme setkat ještě s první nebo dokonce i druhou sesterskou generací (Anderbrant, 1989), kterou zakládá samice po vykladení snůšky a následném generačním žíru na stejném nebo jiném stromě přibližně po dvou až třech týdnech po první snůšce (Martínek, 1956).

## 3.5 Přezimování

Převážná část populace lýkožrouta smrkového přezimuje pod kůrou hostitelského stromu, kde probíhal jejich vývoj (Pfeffer, 1952). Někteří jedinci po výletu zimují v místě náhradního zralostního žíru (Zahradník, Knížek, 2010). Zbylá část populace přezimuje v půdní hrabance ve vzdálenosti do 2,2 m od hostitelského stromu (Zahradník, 1996). Hlavní část populace zimuje ve stádiu imaga, v malém procentu mohou lýkožrouti přezimovat také ve stadiu larvy nebo kukly (Christiansen, Bakke, 1988). Avšak na jaře je již téměř celá populace ve stádiu dospělců, jelikož jejich vývoj pokračuje i za teplot nad 7 °C (Zahradník, Knížek, 2010).

Při přezimování dochází u lýkožroutů smrkových k vysoké mortalitě, ta se pohybuje kolem 50 % (Wermelinger, 2004), velmi přitom závisí na biotických a abiotických faktorech (Zumr, 1995), z nichž nejdůležitější je teplota vzduchu (Faccoli, 2002). Dalším nezanedbatelným faktorem, který ovlivňuje mortalitu, je druh porostu. Zatímco v přirozeném smrkovém porostu je úmrtnost lýkožroutů smrkových nižší, naopak v pěstované smrkové monokultuře je úmrtnost mnohem vyšší (Skuhravý, 2002). Daleko více jsou mortalitou postižena nedokončená vývojová stádia než dospělí jedinci (Wermelinger, 2004). U nedokončených vývojových stádií může úmrtnost dosahovat až 70 % (Skuhravý, 2002).

## 3.6 Vnitrodruhová komunikace

Je známo, že lýkožrout smrkový pro vnitrodruhovou komunikaci využívá feromony (Birgersson, 1984). Hlavní složkou těchto feromonů jsou terpenoidy, které lýkožrout smrkový získává v potravě z pryskyřičných složek jehličnanů. Tyto semiochemikálie jsou pro lýkožrouty smrkové daleko atraktivnější než těkavé látky produkované samotnými stromy (Wermelinger, 2004). Těchto agregačních feromonů využívá lýkožrout smrkový pro lákání obou pohlaví, zpočátku pro přilákání více samců na překonání obrany stromu (Bakke a kol., 1977). Posléze po překonání této obrany a v případě vhodného substrátu láká samice k založení nové populace. Jestliže však substrát není vhodný pro založení nové populace, dokáže samec produkovat i odpuzující feromony (Francke a kol., 1995).

Dalším známým druhem komunikace jsou akustické signály. Tyto signály jsou schopny vytvářet pouze samice pomocí stridulačního ustrojí, které samci nemají (Rudinsky, 1979). Tento druh komunikace slouží především k tvorbě a rozložení jednotlivých mateřských galerii při zakládání nové kolonie na kmeni stromu (Skuhravý, 2002).

## 3.7 Kontrola

Monitoring početnosti populace lýkožrouta smrkového se provádí řadou metod, které lze rozdělit do třech skupin podle hustoty populace lýkožrouta smrkového (Zahradník, Knížek, 2010).

Při normální hustotě populace (latenci) se provádějí běžné pochůzky a kontrola spočívá především ve vizuální kontrole porostu (Zahradník, Knížek, 2007). Napadené stromy jsou dobře patrné výronem pryskyřice v místech závrtů a spadanými drtinkami na patě stromu (Pfeffer, 1955). K této vizuální kontrole je možné přidat i stromové lapáky a lapače s feromonovými odparníky (Skuhravý, 2002). Metody kontroly pomocí lapáků a lapačů se využívají jak v základním stavu, tak hlavně pak při zvýšeném stavu, kde by měl být umístěn minimálně jeden lapák nebo lapač na 1ha smrkového porostu staršího 60-ti let (Zahradník, Knížek, 2007) a konečně i v kalamitním stavu, kdy se zvyšuje množství kontrolních zařízení

a rozšiřuje se kontrola i na porosty mladší (Zahradník, Knížek, 2010). Při kalamitním stavu se však už jedná spíše o ochranné opatření (Zumr, 1995).

## 3.8 Ochranná opatření

Všechna ochranná opatření proti lýkožroutu smrkovému lze vnímat především jako preventivní (Skuhravý, 2002). Mezi základní a velmi účinné ochranné opatření patří včasné a důkladné odklizení vhodného substrátu pro vývoj lýkožroutů smrkových (Wermelinger, 2004), jedná se především o odvoz vytěženého dříví mimo les, likvidace kalamitního dříví a odstranění a sanace těžebních zbytků (Zahradník, Knížek, 2007). Tato opatření je nutné provést do letního slunovratu, tedy dříve než lýkožrouti dokončí vývoj své první generace (Göthlin a kol., 2000). Dalšími neméně důležitými opatřeními, která se často používají při větších kalamitách a v místech těžké dostupnosti, jsou chemické asanace nebo odkorňování napadených stromů, to je však velmi pracné a časově náročné. U těchto dvou metod však není nutný okamžitý odvoz dříví z lesa, avšak je nutné tyto metody aplikovat vždy před dokončením vývoje lýkožroutů smrkových, tedy dříve než opustí napadené dříví (Dubbel, 1993).

Do další skupiny ochranných opatření můžeme zařadit stromové lapáky, otrávené lapáky a lapače s feromonovými odparníky (Zahradník, Knížek, 2010). Tato opatření se používají především jako kontrolní, ale ve fázi zvýšené hustoty populace lýkožrouta smrkového již slouží jako obranné prostředky, ačkoli nemají příliš velký vliv na snížení hustoty populace (Lobinger, Skatulla, 1996). Používání stromových lapáků je historicky starší a sahá do první poloviny 19. století (Skuhravý, 2002). Aplikace není příliš náročná, obnáší skácení a odvětvení zdravého stromu o výčetní tloušťce minimálně 20 cm a zakrytí celého kmene větvemi, aby se zabránilo rychlému vysychání. Důležitým faktorem je umístění lapáku do polostínu (Zahradník, Knížek, 2010). Daleko novější a v současné době i velmi rozšířenou metodou je používání lapačů s feromonovými odparníky. Tato metoda se začíná objevovat v druhé polovině 20. století a je přímo spjatá s objevem a výrobou agregačních feromonů lýkožrouta smrkového

(Skuhravý, 2002). Klíčovou složkou těchto agregačních feromonů tvoří cis-verbenol (Jakuš, Blaženec, 2002). Účinnost lapačů ke snížení populace lýkožrouta smrkového není příliš vysoká a pohybuje se jen kolem 10 %, velmi přitom záleží na umístění lapače, teplotě vzduchu a povětrnostních podmínkách (Lobinger, 1995). Pasti umístěné na jižních plochách jsou až čtyřikrát účinnější než ty orientované na severní plochy (Lobinger, Skatulla, 1996). Navzdory relativně nízké účinnosti nám však tato metoda udává poměrně přesný obrázek o stavu populace lýkožrouta smrkového v dané lokalitě (Skuhravý, 2002).

Další ochranné opatření v této skupině vzniklo kombinací lapáku a feromonového odparníku a jedná se o otrávený lapák. Otrávený lapák se většinou skládá ze tří polen o délce cca 1,5 m, která jsou sestavena do tzv. trojnožky. Na tuto trojnožku je umístěn feromonový odparník a polena jsou ošetřena kontaktním insekticidem (Lubojacký, Holuša, 2011). Výhodou této metody je absence pravidelné kontroly, naopak nevýhodou je jeho vysoká ekologická zátěž, proto se používá především na špatně dostupných lokalitách (Zahradník, Knížek, 2010).

Poslední skupinou ochranných opatření jsou tzv. netradiční způsoby ochrany, jedná se o metody poškrábání kůry nebo ošetření stojících stromů kontaktními insekticidy (Juha, Turčáni, 2008). Další používanou metodou především v oblastech kalamit je řízený nálet (Skuhravý, 2002), metoda spočívá ve vyvěšení feromonových odparníků na stěnu porostu, ve kterém je naplánovaná těžba a přibližně 15 dnů po náletu se napadené stromy odtěží a vyvezou z lesa (Zahradník, Knížek, 2007).

# 4 METODIKA

## 4.1 Výběr lokalit

Lokality k monitorování letové aktivity lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) se nacházejí na území chráněné krajinné oblasti Český ráj v LHC Žehrov (Obr. 1, Příloha 1 a 2). Sledované území se rozkládá v dubovém vegetačním stupni v rozmezí 237 až 319 m n. m.

**Obrázek 1:** Poloha studijního území LHC Žehrov (zdroj: Mapy.cz)

První lokalitu „U blatského dvora“ postihla v roce 2012 větrná kalamita, po které následovalo částečné vytěžení porostu. Jednalo se o porost, kde převládal smrk ztepilý (*P. abies*) 95 % s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula* Roth), dubu letního (*Quercus robur* L.) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

Druhou lokalitu „Bažantnice“, která je typická pro svou vysokou hladinu spodní vody, postihlo v roce 2012 dlouhodobější lokální zatopení a v důsledku toho došlo k oslabení smrkové kultury. Již v roce 2013 zde byl vyšší výskyt *I. typographus.* Porost tvořil smrk ztepilý (*P. abies*) 91 %, dub letní (*Q. robur*) 7 %, olše lepkavá (*A. glutinosa*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.) a bříza bělokorá (*B. pendula*).

Třetí lokalita „U kempu“ v minulých letech vykazovala vysoký výskyt *I. typographus* a vznik tzv. „kůrovcového kola“. Porost se skládal ze smrku ztepilého (*P. abies*) 95 %, olše lepkavé (*A. glutinosa*) 2 % a břízy bělokoré (*B. pendula*) 2 %.

Čtvrtá lokalita „Pod schody“ se nacházela v blízkosti obce Příhrazy, kde v období 2012 až 2013 probíhaly mýtní těžby a bylo zde větší množství odhalených porostních stěn. Porost zde tvořil smrk ztepilý (*P. abies*) 96 %, bříza bělokorá (*B. pendula*), olše lepkavá (*A. glutinosa*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.).

Pátá lokalita „U točny“ rovněž u obce Příhrazy byla vybrána v těsné blízkosti manipulační linky. Porost v této lokalitě tvořil téměř výhradně smrk ztepilý (*P. abies*) 99 %, ostatní dřeviny jako borovice lesní (*P. sylvestris*), bříza bělokorá (*B. pendula*) a dub letní (*Q. robur*) zde zaujímaly pouhé 1 %.

## 4.2 Instalace lapačů

Umístění 5 štěrbinových (deskových) lapačů proběhlo v první polovině března 2014. Byly upřednostněny dostatečně osluněné volné plochy u jižních porostních stěn. Jednotlivé vzdálenosti umístění lapačů od porostních stěn se pohybovaly v rozmezí od dvaceti do pětadvaceti metrů.

Samotná montáž štěrbinových lapačů spočívala v připevnění korpusu lapače mezi dva dřevěné hranoly o profilu 30x40mm, které se pevně zafixovaly v půdě. Výšková vzdálenost od země činila 1,5 metru k horní hraně lapače.

Štěrbinový (deskový) lapač LČR je jedním z nejpoužívanějších lapačů na území České republiky (Obr. 2). Je to především díky jeho velmi dobré odolnosti vůči nepříznivým vlivům počasí, nízké hmotnosti, skladovatelnosti a také pro výrazně nižší pořizovací cenu než u ostatních lapačů podobné konstrukce. Základ lapače tvoří korpus s podélnými vletovými štěrbinami, dále se skládá z výsuvné misky s otvory se sítky pro odvod vody a víčka ve tvaru trychtýře pro zabránění úniku odchycených jedinců.

**Obrázek 2:** Štěrbinový (deskový) lapač LČR (foto: Oldřich Housa)

## 4.3 Aplikace feromonových odparníků

Pro feromonové odparníky byl použit přípravek s agregačním feromonem pro lákání obou pohlaví *I. typographus* PHEAGR - IT (firma Fytofarm CZ, s. r. o., Česká republika; Obr. 3). Tento přípravek se vyznačuje vysokou účinností a spolehlivostí především díky jeho moderní konstrukci polopropustné membrány a vyrovnaným obsahem účinných látek. Po aplikaci je již feromonový odparník bezzásahový po celou dobu účinnosti, která činí 8-10 týdnů. Účinné látky obsažené ve feromonovém odparníku PHEAGR - IT jsou: 2-metyl-3-buten-2-ol (91 %), (S)-cis-verbenol (3,9 % - 4,3 %) a 2,6-diterc.butyl-4-metylfenol (4,7 %).

První aplikace feromonových odparníku proběhla 15. dubna, další pak 23. června, což bylo přibližně v polovině sledovaného období. Po ukončení životnosti byly feromonové odparníky ekologicky zlikvidovány dle pokynů výrobce odparníků.

**Obrázek 3:** Feromonový odparník PHEAGR – IT (foto: Oldřich Housa)

## 4.4 Kontrola lapačů

Kontrola lapačů byla prováděna pravidelně v období od poloviny dubna do konce srpna, a to vždy v sedmi až desetidenních intervalech.

Při jednotlivých kontrolách se odchycený materiál nejprve očistil od hrubých nečistot a zástupců jiných druhů hmyzu. Poté se objemovou metodou (1ml = 33 jedinců) zjistil počet odchycených jedinců. Tato hodnota se zaznamenala spolu s datem kontroly na štítek u každého lapače. Dalším krokem byla fixace odchyceného materiálu do plastových krabiček (50 ml), na které se zaznamenalo číslo pasti a datum kontroly.

Na závěr každé kontroly se důkladně vyčistila sběrná miska a vletové štěrbiny lapače.

Po ukončení sledovaného období se z lapačů odstranily feromonové odparníky, poté se lapače důkladně vyčistily a uskladnily, aby se zabránilo jejich poškození.

## 4.5 Uskladnění odchycených jedinců

Po očistění jednotlivých vzorků od vody a menších nečistot se přistoupilo k přesnějšímu přepočítání odchycených jedinců. Další fází byla fixace do plastových krabiček s vyznačením čísla pasti, datem a přesným počtem odchycených jedinců. Posledním krokem před laboratorními testy bylo uskladnění odchyceného materiálu v mrazicím boxu při teplotě -22°C.

## 4.6 Laboratorní testy

Hlavním úkolem laboratorních testů bylo zjistit poměr pohlaví v jednotlivých vzorcích. Nejprve se však každý vzorek pečlivě spočítal a hodnota se zaznamenala do formuláře společně s číslem pasti a datem sběru. Poté byl v každém vzorku zredukován počet jedinců na padesát. Tato redukce se vztahovala pouze na vzorky, kde byl počet jedinců vyšší než padesát. Následujícím krokem byla pitva, která probíhala pod stereomikroskopem s pomocí chirurgických pinzet. V první fázi pitvy byly nejprve odstraněny krovky a blanitá křídla. V druhé fázi se opatrně odstranila vrchní část zadečku, na jehož konci byl u samce velmi patrný pohlavní orgán (aedagus). U samice nebyly patrné žádné sekundární pohlavní orgány, pouze přítomnost vaječníků. Počet samců a samic se rovněž zaznamenal do formuláře.

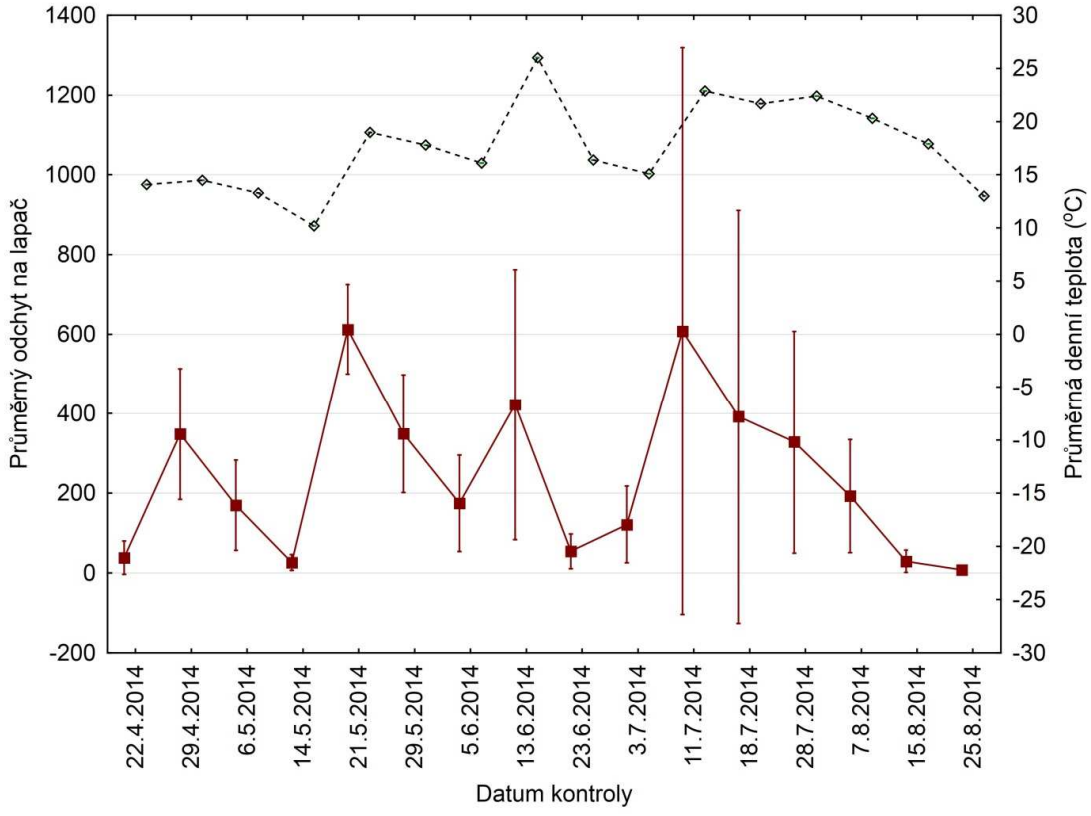
## 4.7 Vyhodnocení

Všechna zdrojová data byla zpracována v programu Microsoft Excel 2010. Základní statistické zpracování (testy normality, neparametrické testy - Kruskal Wallis test atd.) a všechny grafické výstupy byly provedeny v programu STATISTICA 12.

# 5 VÝSLEDKY

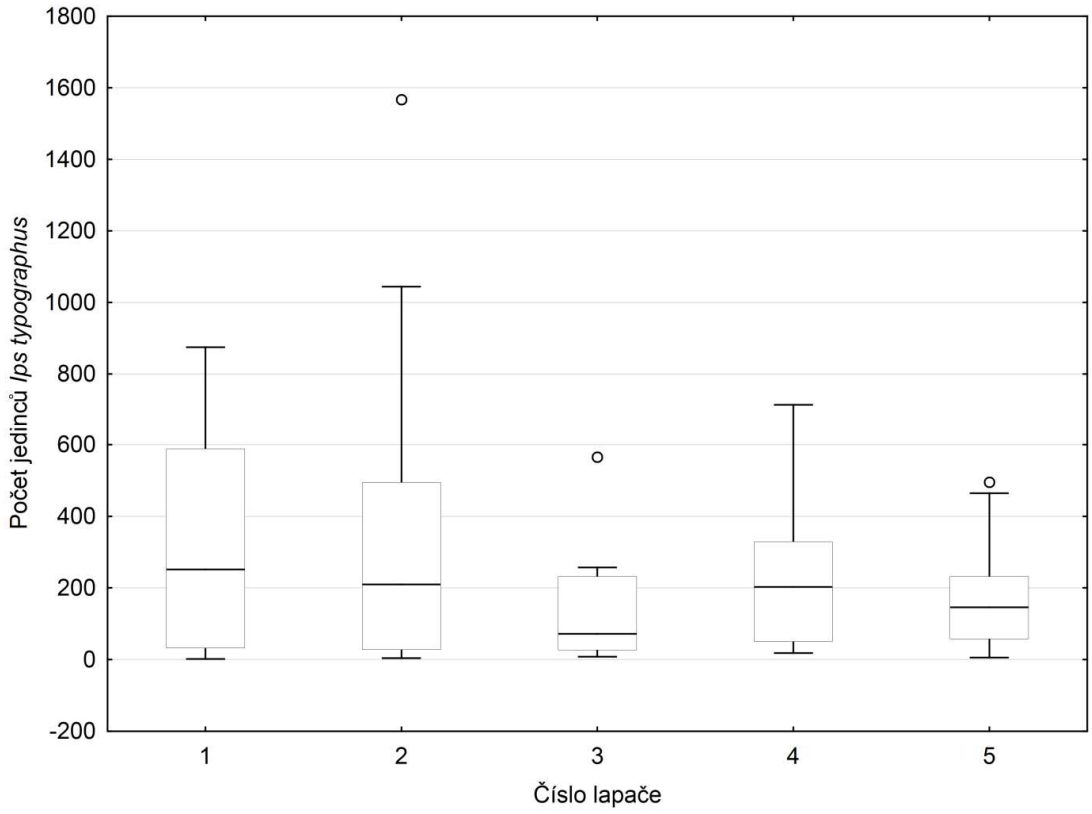
Analýzou dat studijního období, které probíhalo od 22. 4. 2014 do 25. 8. 2014, bylo na 5-ti lokalitách do 5-ti lapačů odchyceno celkem 19 380 jedinců lýkožrouta smrkového, z toho podíl samců činil 5562 jedinců. Nejvíce 5837 jedinců bylo odchyceno do lapače 2, kde podíl samců činil 1609 jedinců, naopak nejméně 2138 jedinců bylo odchyceno do lapače 3, zde podíl samců činil 629 jedinců (Příloha 3).

Studium odchytů do lapačů nám ukázalo několik vrcholů v letové aktivitě lýkožrouta smrkového během studijního období. Z grafu 1 je patrné, že první vrchol nastal koncem dubna, druhý pak v druhé polovině května a třetí v polovině června, ten je však přerušen poklesem teplot vzduchu na dvě části, dále pak pokračuje až do poloviny července.



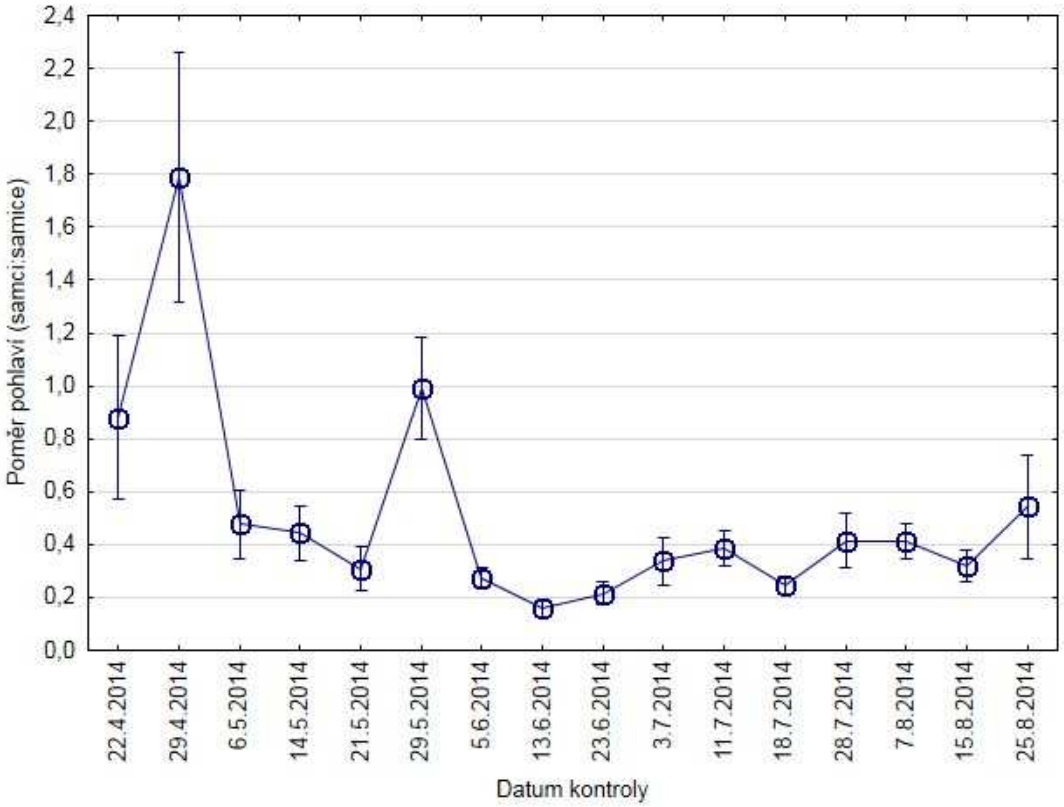

**Graf 1:** Letová aktivita *Ips typographus* (levá osa y) a průběh průměrných denních teplot (pravá osa y) na studijní lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. Svorku tvoří průměr ± 0,95 interval spolehlivosti.

Porovnáním jednotlivých odchytů jsme zjistili, že nejvyšší počet 1567 jedinců byl odchycen do lapače 2. na lokalitě „Bažantnice“, naopak nejnižší činil 2 jedince do lapače 1. na lokalitě „U blatského dvora“, nicméně průměrné odchyty mezi jednotlivými lapači nebyly signifikantně odlišné (Vícenásobné porovnání: Kruskal - Wallisův test; H(4, N=80)=4,029939, p=0,4020; Graf 2).




**Graf 2:** Srovnání odchytu *Ips typographus* do jednotlivých lapačů na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. Boxplot tvoří medián ± 25 % - 75 % hodnot, svorka označuje rozsah neodlehlých hodnot a kolečko označuje odlehlé hodnoty.

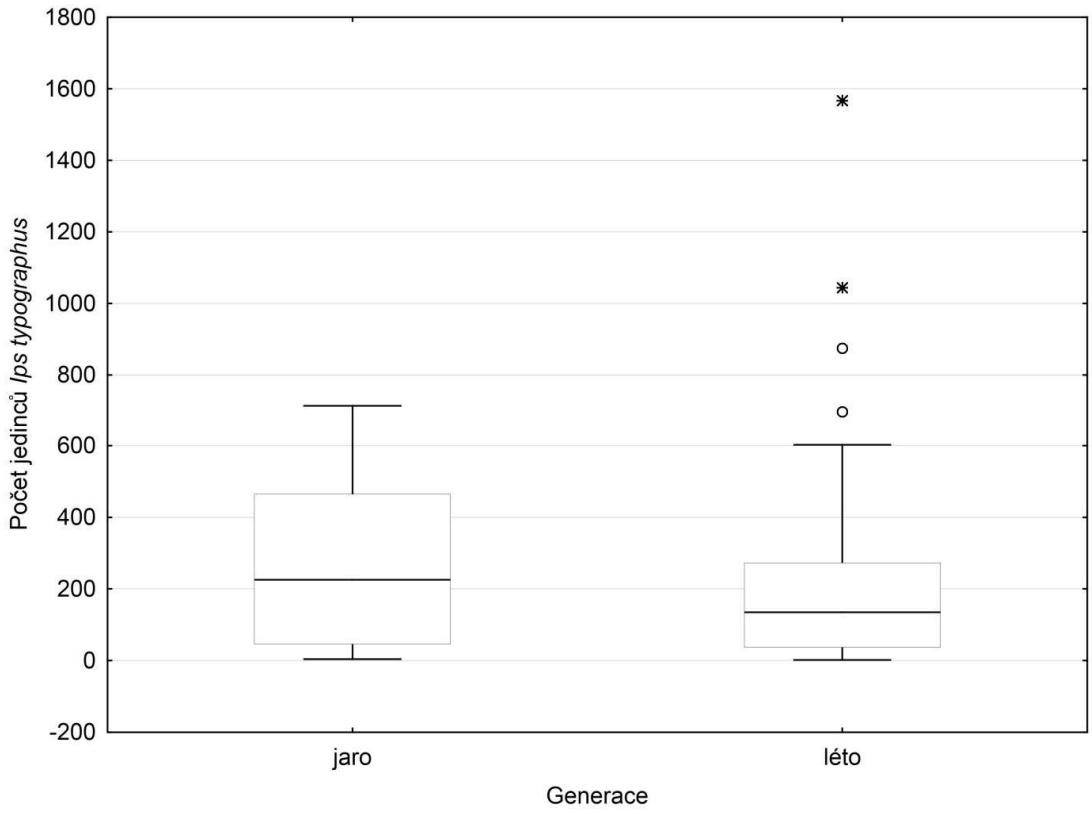
Z laboratorních testů, které byly zaměřeny především na zkoumání poměru pohlaví, jednoznačně vyplynulo, že po většinu období letové aktivity dominovaly v odchytech do lapačů samice v poměru 2,4:1. Avšak z grafu 3 jsou velmi dobře patrné dva vrcholy v letové aktivitě, kdy poměr pohlaví směřoval na stranu samců. Tato skutečnost může znamenat přítomnost dvou generací v tomto sledovaném období.




**Graf 3:** Poměr pohlaví v odchytech na LHC Žehrov v roce 2014. Graf tvoří průměrná hodnota poměru samců ku samicím v lapačích ± směrodatná chyba.

## 5.1 Srovnání přezimující a dceřiné generace

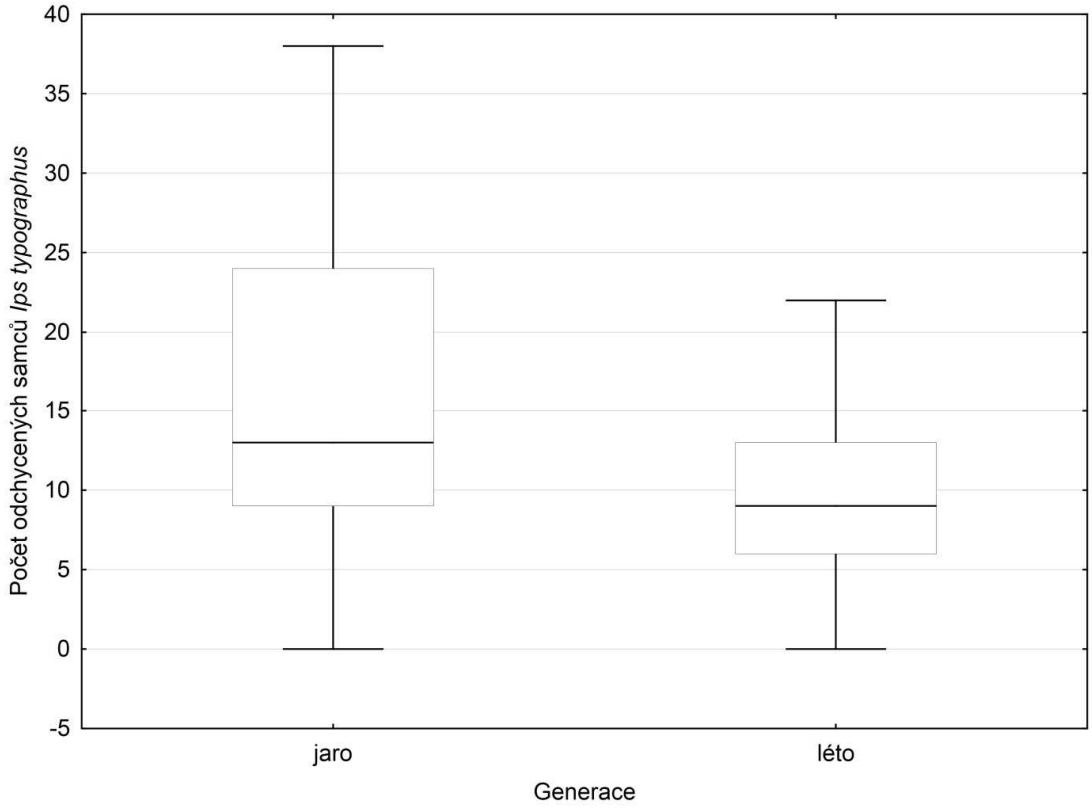
Odchyty do lapačů nebyly pro přezimující i dceřinou generaci statisticky signifikantně odlišné (Shapiro-Wilk test normality: W=0,78708, p=0,00000; Kruskal-Wallisův test: H(1;80)=0,9883; p=0,3201; Graf 4).



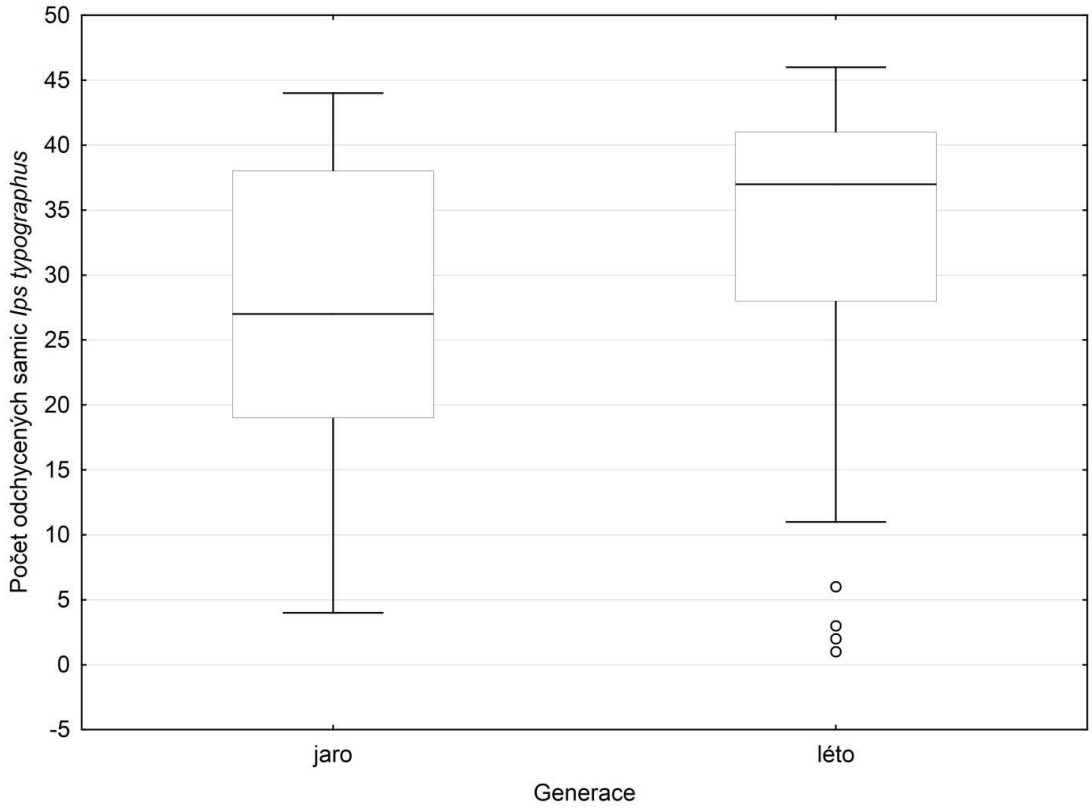

**Graf 4:** Srovnání odchytu přezimující (jaro) a dceřiné (léto) generace *Ips typographus* na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. Boxplot tvoří medián ± 25 % - 75 % hodnot, svorka označuje rozsah neodlehlých hodnot, kolečko označuje odlehlé hodnoty a hvězdička extrémní hodnoty.

Analýzou u jednotlivých pohlaví bylo zjištěno, že v odchytech přezimující generace bylo průkazně více samců než v dceřiné generaci (Shapiro-Wilk test normality: W=0,92363, p=0,00014; Kruskal-Wallisův test: H(1;80)=8,6872; p=0,0032; Graf 5).

Srovnáním odchytu samic do feromonových lapačů na studijní lokalitě byla zjištěna opačná situace, tzn., že počet samic byl průkazně vyšší v odchytech dceřiné generace než u přezimujících jedinců (Shapiro-Wilk test normality: W=0,89198, p=0,00001; Kruskal-Wallisův test: H(1;80)=4,4356; p=0,0352; Graf 6).




**Graf 5:** Srovnání odchytu přezimující (jaro) a dceřiné (léto) generace samců *Ips typographus* na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. Boxplot tvoří medián ± 25 % - 75 % hodnot, svorka označuje rozsah neodlehlých hodnot.




**Graf 6:** Srovnání odchytu přezimující (jaro) a dceřiné (léto) generace samic *Ips typographus* na lokalitě LHC Žehrov v roce 2014. Boxplot tvoří medián ± 25 % - 75 % hodnot, svorka označuje rozsah neodlehlých hodnot, kolečko označuje odlehlé hodnoty.

# 6 DISKUZE

Během studie letové aktivity *Ips typographus*, která proběhla v období od 22. 4. 2014 do 25. 8. 2014 na území LHC Žehrov, se na 5 lokalitách do 5 deskových lapačů s feromonovými odparníky odchytilo celkem 19380 jedinců lýkožrouta smrkového.

Sledované období charakterizovalo několik vrcholů v letové aktivitě lýkožrouta smrkového, z nichž dva nejvýraznější můžeme označit jako hlavní. Tyto dva hlavní vrcholy byly charakteristické především vyšším poměrem odchycených samců na počátku vzestupu letové aktivity. To dává smysl, protože samci vylétávají dříve než samice a hledají vhodný substrát pro založení nové generace (Zumr, 1995). Z těchto skutečností lze odvodit přítomnost dvou generací lýkožrouta smrkového za sledované období. Zde nalézáme shodu s teorií, která udává přítomnost dvou generací lýkožrouta smrkového pro středoevropské střední a nižší oblasti během jednoho roku (Wermelinger, 2004).

První z hlavních vrcholů letové aktivity, který můžeme označit jako rojení přezimující generace, začal přibližně na přelomu dubna a května. V tomto období je rovněž patrný vzestup denních teplot vzduchu, což přesně odpovídá tvrzení závislosti teploty vzduchu a letové aktivity lýkožrouta smrkového, kdy minimální teplota vzduchu pro let lýkožrouta smrkového nesmí klesnout pod 16,5°C (Funke, Petershagen, 1991). Druhý z hlavních vrcholů začíná od poloviny června a trvá přibližně do poloviny července, zde se může jednat o rojení dceřiné generace. Délka a intenzita rojení dceřiné generace byla výrazně ovlivněna poklesem teploty vzduchu, ke kterému došlo na přelomu června a července. To vedlo k útlumu letové aktivity a rozdělení rojení na dvě části. Při následném vzestupu teplot vzduchu pozorujeme rovněž i vzestup letové aktivity a dokončení rojení dceřiné generace. Po odeznění rojení dceřiné generace už po zbytek sledovaného období k žádnému dalšímu výraznějšímu vzestupu letové aktivity nedošlo.

Mimo těchto dvou hlavních vrcholů je v letové aktivitě patrný další dosti výrazný vzestup, který se objevil na konci května, tedy přibližně tři týdny po rojení přezimující generace. U tohoto vrcholu však dominovaly v odchytech především samice, což můžeme považovat za sesterské rojení. Sesterské rojení nastává obvykle 2 až 3 týdny po hlavním rojení a týká se pouze samic (Kritsch, 2005). Ty po vykladení první snůšky prodělají generační žír a po opuštění starého požerku založí požerek nový. Tento nový (sesterský) požerek je charakteristický přítomností pouze jedné svislé matečné chodby (Anderbrant , 1989).

Při podrobném zkoumání v laboratorních podmínkách nám studie dále ukázala nerovnováhu v poměru pohlaví odchycených jedinců lýkožrouta smrkového, která za celé sledované období vyzněla jednoznačně ve prospěch samic v poměru 2,4:1. To lze považovat za normální stav populace (latenci), kdy poměr pohlaví směřuje na stranu samic 2-3:1 (Zumr, 1995). Jsou ovšem i případy, kdy poměr pohlaví směřuje k vyrovnanosti, a to až na poměr 1:1, to je však signál, kdy populace spěje k přemnožení tzv. gradaci (Skuhravý, 2002). Shodu s výsledky studie nacházíme rovněž i v tvrzení, kdy pro odchyt do lapačů s feromonovými odparníky je typický převládající počet samic oproti samcům (Zumr, 1982).

Srovnáním jarní (přezimující) a letní (dceřiné) generace jsme dospěli k závěru, že odchyty do lapačů nebyly statisticky signifikantně odlišné. Nicméně však podrobnou analýzou dat u jednotlivých generací byla zjištěna nerovnost v poměru pohlaví. V odchytech přezimující generace bylo průkazně více samců než u dceřiné generace. Naopak při porovnání odchytů samic je situace opačná, tzn., že počet samic byl průkazně vyšší v odchytech dceřiné generace než u přezimující generace. V případě samců může toto zjištění souviset s teorií, kdy jedinci s menším tukovým tělesem reagují na feromon v lapači daleko aktivněji, než jedinci s tukovým tělesem větším (Němec a kol., 1993). Zde nalézáme spojitost s obdobím hibernace, kdy je přezimující generace zatížena velkou spotřebou tukových zásob (Wermelinger, 2004). Co se týče rozdílnosti počtu samic v přezimující a dceřiné generaci, najdeme odpověď rovněž v období přezimování

lýkožrouta smrkového. Toto období je charakteristické velmi vysokou mortalitou lýkožrouta smrkového, která dosahuje přibližně 50 % (Wermelinger, 2004). Když dáme tuto skutečnost do spojitosti s poměrem pohlaví v období latence, který je posunut ve prospěch samic (Zumr, 1995), nutně nám vychází teorie, kdy jsou mortalitou daleko více postiženy samice.

# 7 ZÁVĚR

Na území LHC Žehrov během sledovaného období v roce 2014 se do 5 deskových lapačů s feromonovými odparníky odchytilo celkem 19380 jedinců lýkožrouta smrkového. Letová aktivita byla zvýrazněna třemi vrcholy, z nichž dva byly výraznější.

Z podrobné analýzy jednotlivých odchytů vyplynula jednoznačná nerovnováha v pohlaví v poměru 2,4:1 ve prospěch samic. Tato nerovnováha provázela téměř celé sledované období, avšak ve dvou úsecích sledovaného období, vždy před nástupem rojení, se poměr odchycených samců výrazně zvyšoval, po dosažení vrcholu však znovu rychle klesnul.

Porovnání přezimující a dceřiné generace nám ukázalo, že odchyty do lapačů s feromonovými odparníky nebyly statisticky signifikantně odlišné. Významnější rozdíl můžeme pozorovat pouze v poměru pohlaví v jednotlivých generacích, kdy v přezimující generaci bylo v odchytech mnohem vyšší zastoupení samců než u dceřiné generace. Naopak u samic byla situace opačná, v přezimující generaci bylo samic prokazatelně méně než v generaci dceřiné.

# 8 POUŽITÁ LITERATURA


Anderbrant, O., 1989. Reemergence and second brood in the bark beetle *Ips typographus*. Holarctic Ecology, 12, 494-500.

Anderbrant, O., 1990. Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (*Coleoptera: Scolytidae*) at different breeding densities. Ecological Entomology, 15, 1-8.

Annila, E., 1969. Influence of the temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (*Coleoptera, Scolytidae*). Annales Zoologici Fennici, 6, 161-207.

Bakke, A., Froyen, P., Skatebol, L., 1977. Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. Naturwissenschaften, 64, 98 pp.

Birgersson, G., Schlyter, F., Löfqvist, J., Bergström, G., 1984. Quantitative variation of pheromone components in the spruce bark beetle *Ips typographus* from different attack phases. Journal of Chemical Ecology, 10, 1029-1055.

Dubbel, V., 1993. Überlebensrate von Fichtenborkenkäfern bei maschineller Entrindung. Allgemeine Botanische Zeitung Waldwirtsch. Umweltvorsorge, 48, 359-360.

Faccoli, M., 2002. Winter mortality in sub-corticicolous populations of *Ips typographus* (*Coleoptera, Scolytidae*) and its parasitoids in south - eastern Alps. Anzeiger für Schädlingskunde. Pflanzenschultz, Umweltschultz, 75, 62-68.

Francke, W., Bartels, J., Meyer, H., Schröder, F., Kohnle, U., Baader, E., Vité, J. P., 1995. Semiochemicals from bark beetles: new results, remarks, and reflections. Journal of Chemical Ecology, 21, 1043-1063.

Funke, W., Petershagen, M., 1991. Zur Orientierung und zur Flugaktivität von *Ips typographus* L. und *Trypodendron lineatum* Ol. (*Scolytidae*). In: Wulf, A., Kehr, R. (eds.): Borkenkäfer-Gefahren nach Sturmschäden. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlen, 267, 94-100.

Göthlin, E., Schroeder, L. M., Lindelow, A., 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. Scandinavian Journal of Forest Research, 15, 542-549.

Holuša, J., Lukášová, K., Lubojacký, J., 2012. Comparison of seasonal flight activity of *Ips typographus* and *Ips duplicatus.* Scientia Agriculturae Bohemia 43, 109-115.

Christiansen, E., Bakke, A., 1988. The spruce bark beetle of Eurasia. In: Berryman, A.A. (Ed.), Dynamics of Forest Insect Populations. Patterns, Causes, Implications, Plenum Press, New York, 479-503.

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, 306-311.

Juha, M., Turčáni, M., 2008. Netradiční způsoby boje s lýkožroutem smrkovým - *Ips typographus* L. (*Coleoptera: Scolytidae*). Zprávy lesnického výzkumu, 53, 1-5.

Kritsch, P., 2005. Sister brood in the spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.) (*Coleoptera, Scolytidae*) [Diploma Thesis]. University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, 72 pp.

Kudela, M., 1946. Hmyzové kalamity v ČSR na jehličnatých dřevinách v letech 1918 - 1945. Sborník *ČSAZ*, 19, 330-340.

Lobinger, G., 1995. Einsatzmöglichkeiten von Borkenkäferfallen. Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge, 50, 198-201.

Lobinger, G., Skatulla, U., 1996. Untersuchungen zum Einfluss von Sonnenlicht auf das Schwärmverhalten von Borkenkäfern. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 69, 183-185.

Lubojacký, J., Holuša, J., 2011. Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and pheromone traps. Šumarski list, 85, 233-242.

Martínek, V., 1956. Příspěvek k osvětlení problému sesterského pokolení u kůrovce *Ips typographus* L. Sborník Československé akademie zemědělských věd. Lesnictví, 26, 615-643.

Pfeffer, A., 1952. Kůrovec lýkožrout smrkový a boj proti němu. Lesnická knihovna 12, Brázda, Praha, 45 pp.

Pfeffer, A., 1955. Fauna ČSR, svazek 6, Kůrovci - Scolytoidea, řád-brouci. Československá akademie věd, Praha, 324 pp.

Rohde, M., Waldmann, R., Lunderstädt, J., 1996. Induced defence reaction in the phloem of spruce (*Picea abies*) and larch (*Larix decidua*) after attack by *Ips typographus* and *Ips cembrae*. Forest Ecology and Management, 86, 51-59.

Rudinsky, J. A., 1979. Chemoacustically induced behaviour of *Ips typographus* (Col., Scolytidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 88, 537-541.

Rudinsky, J. A., 1962. Ecology of Scolytidae. Annual Review of Entomology, 7, 327-348.

Schopf, R., Köhler, U., 1995. Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkafer im Nationalpark Bayerischer Wald. Nationalpark Bayerischer Wald - 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Neuschonau, 88-110.

Skuhravý, V., 2002. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* (L.)) a jeho kalamity. Der Buchdrudcker und siene Kalamitaten. Agrospoj, Praha, 196 pp.

Weslien, J., Annila, E., Bakke, A., Bejer, B., Eidmann, H. H., Narvestad, K., Nikula, A., Ravn H. P., 1989. Estimating risks for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)) damage using pheromone-baited traps and trees. Scandinavian Journal of Forest Research, 4, 87-98.

Wermelinger, B., Seifert, M., 1999. Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. Ecological Entomology, 24, 103-110.

Wermelinger, B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. Forest Ecology and Management, 202, 67-82.

Zahradník, P., 1996. Zimování lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.) v hrabance. Zpravodaj ochrany lesa, 3, 9-11.

Zahradník, P., Knížek, M. 2007. Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Druhé, doplněné vydání. Lesnická práce (4, Příloha), I-VIII.

Zahradník, P., Knížek, M. 2010. Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Lesnická práce (12, Příloha), I-VIII.

Zumr, V., 1982. On the sex-ratio of *Ips typographus* (L.). (Coleoptera: Scolytidae) in pheromone traps. Anzeiger für Schädlingskunde. Pflanzenschultz, Umweltschultz, 55, 68-71.

Zumr, V., 1995. Lýkožrout smrkový - biologie prevence a metody boje. Matice lesnická, Písek, 131 pp.

# 9 SEZNAM PŘÍLOH

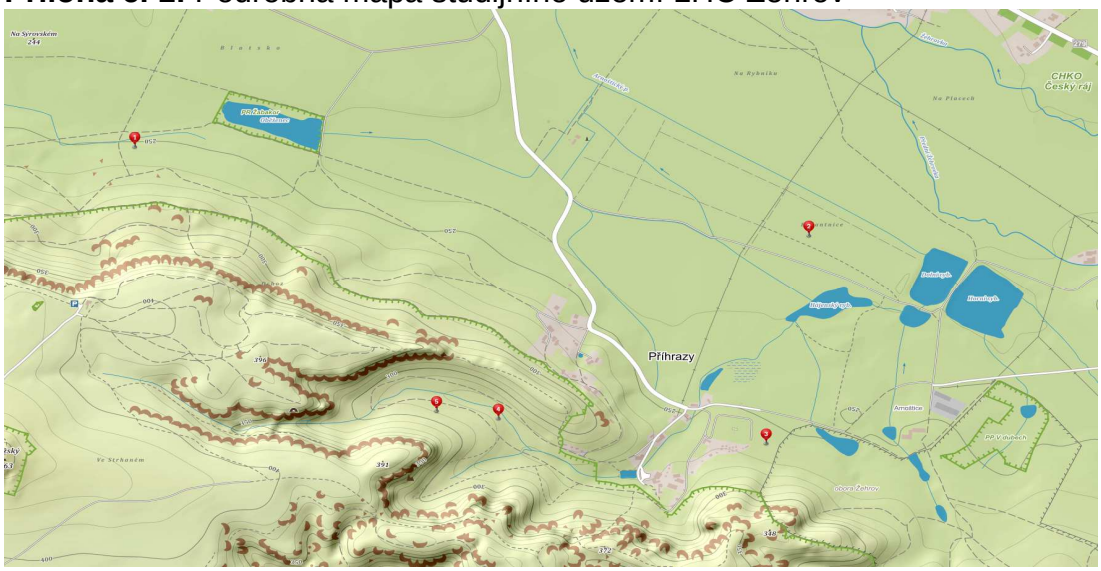
Příloha č. 1: Podrobná mapa studijního území LHC Žehrov ..... 40

Příloha č. 2: Podrobný popis umístění jednotlivých lapačů ..... 40

Příloha č. 3: Celkové odchyty za celé období v jednotlivých lapačích..... 40

# 10 PŘÍLOHY

**Příloha č. 1:** Podrobná mapa studijního území LHC Žehrov




**Příloha č. 2:** Podrobný popis umístění jednotlivých lapačů

| Číslo lapače | Lokalita | Souřadnice lapačů | Nadmořská výška |
|---|---|---|---|
| 1 | U blatského dvora | 50°32'18,7"N 15°3'17,69"E | 244 m n. m. |
| 2 | Bažantnice | 50°32'4,75"N 15°4'59,86"E | 237 m n. m. |
| 3 | U kempu | 50°31'43,19"N 15°4'53,76"E | 253 m n. m. |
| 4 | Pod schody | 50°31'43,57"N 15°4'7,77"E | 314 m n. m. |
| 5 | U točny | 50°31'45,03"N 15°4'2,56"E | 319 m n. m. |

**Příloha č. 3:** Celkové odchyty za celé období v jednotlivých lapačích

| Číslo lapače | Lokalita | Celkový odchyt | Poměr samců v % |
|---|---|---|---|
| 1 | U blatského dvora | 5088 | 26,7 |
| 2 | Bažantnice | 5837 | 27,6 |
| 3 | U kempu | 2138 | 29,4 |
| 4 | Pod schody | 3560 | 33,2 |
| 5 | U točny | 2757 | 28,1 |