

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Vliv lapáků na populační růst lýkožrouta smrkového  
(*Ips typographus*)**

Bakalářská práce

Autor: Vladimír Krofta

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vladimír Krofta

Lesnictví

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

**Vliv lapáků na populační růst lýkožrouta smrkového**

Název anglicky

**Impact of trap trees on popultin growth of European spruce bark beetles**

---

### Cíle práce

Stanovit, zda lapáky mohou mít vliv na populační růst lýkožroutů

### Metodika

Na lokalitě v okolí Kostelce nad Černými Lesy budou připraveny dvě série stromových lapáků smrku ztepilého (*Picea abies*) v březnu a v červnu roku 2019. Po náletů lýkožroutů budou na každém lapáku odkorněny čtyři půlmetrové sekce, na nichž budou determinovány jednotlivé druhy kůrovců a bude stanovena jejich početnost (podle počtu závrťů a matečných chodeb). Ke každému lapáku bude přiřazeno případné kůrovcové ohnisko a výše kůrovcových těžeb v daném roce. Bude zjištěno, zda míra obsazení lapáky v jarním období má vliv na populační růst lýkožroutů v ohniscích. Bude srovnána početnost lapáků bez vzniku ohniska a se vznikem kůrovcového ohniska a početnost brouků na lapácích obou sérií. Výsledky budou analyzovány pomocí párových testů a regresních analýz v programu STATISTICA 12.0.

**Doporučený rozsah práce**

30-50 stran

**Klíčová slova**

Ips typographus, stromové lapáky, GLM model

**Doporučené zdroje informací**

- Grégoire J.-C., Evans H. F. 2004: Damage and control of BAWBILT organisms, an overview. In: Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Grégoire J. C. & Evans H. F. (eds.) Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 19-37.
- Grodzki W., Jakuš R., Gazda M. 2003: Patterns of bark beetle occurrence in Norway spruce stands of national parks in Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Journal of Pest Science*, 76: 78–82.
- Holuša J., Hlásny T., Modlinger R., Lukášová K., Kula E. 2017: Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management*, 404: 165–173
- Holuša J., Lukášová K., Grodzki W., Kula E., Matousek P. 2012: Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) abundant in wide range of altitudes? *Acta Zoologica Bulgarica*, 64: 219-228.
- Jakuš R., Blaženec M., Gurtsev A., Holuša J., Hroško B., Křenova Z., Longauerová V., Lukášová K., Majdák A., Mezei P., Slivinský J. 2015: Principy ochrany dospělých smrekových porastov pred podkorným hmyzom. Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied, 232 p.
- Skuhřavý V. (ed.) 2002: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Agrospoj, Praha.
- Stadelmann G., Bugmann H., Meier F., Wermelinger B., Bigler C. 2013: Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest Ecology and Management*, 305: 273-28.
- Wermelinger B. 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67-82.
- Witrylak M. 2008: Studies of the biology, ecology, phenology, and economic importance of *Ips amitinus* (Eichh.) (Col., Scolytidae) in experimental forests of Krynica (Beskid Sadecki, Southern Poland). *Acta Scientiarum Polonorum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 7: 75-92.

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FLD

**Vedoucí práce**

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 04. 03. 2020

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vliv lapáků na populační růst lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Jaroslava Holuši, 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 \_\_\_\_\_

Podpis autora

\_\_\_\_\_

## PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval svému vedoucímu prof., Ing. Jaroslavovi Holušovi, Ph.D. za odborné vedení, připomínky a především za čas, který mi věnoval při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval všem zúčastněným, kteří se podíleli na sběru dat na stromových lapacích.

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce studuje, jaký vliv mají lapáky na populační růst lýkožrouta smrkového, *Ips typographus*. Stromové lapáky (bez feromonových odparníků) byly umístěny do smrkového porostu (starší 60 let), kde se kalamitní základ v předchozím roce pohyboval do 5 m<sup>3</sup>/ha. Lapáky první a druhé série byly umístěny tak, aby pravidelně pokryly studovanou oblast. Každý lapák byl rozdělen na čtyři sekce. Odkornění sekcí bylo provedeno vždy před koncem vývoje nejstarších larev. Na požerku byly determinováni lýkožrouti a počty založených rodin (snubních komůrek), matečných chodeb, závrtočných otvorů a dominantní vývojové stadium. Všechna data byla zapsána do tabulek a vyhodnocena v programu Statistica 2.0. (Mann-Whitey U test a regresní analýza). Provedeným výzkumem bylo zjištěno, že populační růst početnosti kůrovců na stromových lapacích byly rovnoměrné ve studovaném území a vliv lapáků nezapříčinil vznik ohnisek. Přítomnost lapáků nemá vliv na pokles populace.

**Klíčová slova:** *Ips typographus*, stromové lapáky, regresní analýza

## ABSTRACT

This bachelor work studies the influence traps have on the population growth of *Ips typographus*. Trap trees (without pheromone evaporators) were placed in spruce trees older than 60 years, where the calamity base in the previous year was up to 5 m<sup>3</sup>/ha. Traps of the first and second year series were placed to cover the study area. Each trap was divided into four sections. The debarking sections were always completed before the end of the development of the oldest larvae. Determined numbers of *Ips typographus* and their established families (wedding chambers), maternal corridors, drill holes and their dominant developmental stage data were evaluated in a Statistical 2.0. (Mann-Whitey U test and regression analyses) program. The research revealed that the population growth of the *Ips typographus* counts on the tree traps was equal to the studied area. The effect of the trap trees did not cause outbreaks. The presence of a trap has no effect on *Ips typographus* decline.

**Key words:** *Ips typographus*, trap trees, regression analyses

## OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>11</b>
3.1. LÝKOŽROUT SMRKOVÝ .....	11
3.2. MORFOLOGIE .....	11
3.3. ŽIVOTNÍ CYKLUS .....	12
3.4. POPIS POŽERKU .....	13
3.5. PŘEZIMOVÁNÍ .....	13
3.6. POPULAČNÍ DYNAMIKA .....	14
3.6.1 <i>Abiotické faktory</i> .....	14
3.6.2 <i>Biotické faktory</i> .....	16
3.7. PŘIROZENÍ NEPŘÁTELÉ .....	16
3.8. KONTROLA .....	17
3.9. ODCHYTOVÁ ZAŘÍZENÍ .....	18
3.9.1. <i>Stromové lapáky</i> .....	18
3.9.2. <i>Feromonové lapače</i> .....	20
3.9.3. <i>Trojnožky</i> .....	21
<b>4. METODIKA .....</b>	<b>22</b>
4.1. POPIS LOKALITY.....	22
4.2. POSTUP VÝZKUMU .....	22
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>25</b>
<b>6. DISKUZE.....</b>	<b>30</b>
<b>7. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>32</b>
<b>8. ZÁVĚR .....</b>	<b>34</b>
<b>9. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>35</b>
<b>10. SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>40</b>
<b>11. PŘÍLOHY .....</b>	<b>41</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1:</b> Stromový lapák.....	23
<b>Obrázek 2:</b> Lokality lapáků 1. série .....	24
<b>Obrázek 3:</b> Lokality lapáků 2. série .....	24
<b>Obrázek 4:</b> Lokalita se vzniklými holinami a stojícími kůrovcovými stromy .....	25
<b>Obrázek 5:</b> Velikost kůrovcových ohnisek v jarním období.....	27
<b>Obrázek 6:</b> Velikost kůrovcových ohnisek v letním období .....	27
<b>Obrázek 7:</b> Počet brouků zachycených na lapácích na jaře .....	28
<b>Obrázek 8:</b> Počet brouků zachycených na lapácích v létě.....	28
<b>Obrázek 9:</b> Závislost populačního růstu na procentu brouků odchytených lapáky .....	29

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1:</b> Kalkulace nákladů na přípravu stromových lapáků.....	32
<b>Tabulka 2:</b> Jednotlivé náklady odchyťových zařízení a porovnání variant.....	33



## 1. ÚVOD

V posledních desetiletích mají lýkožrouti za následek neustále se zhoršující vitalitu lesních dřevin (Holuša et al. 2017). Rozšíření lýkožrouta smrkového, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) je způsobeno několika faktory. Za jeden z nejvýznamnějších faktorů lze označit poškození porostů vyvolávané především silnými vichřicemi (jedna z posledních ničivých bouří Kyrill v roce 2007 vedla ke zničení nebo poškození stromů velkého rozsahu). Dalším významným faktorem jsou období sucha, která snižují vitalitu stromu a umožňují tak rozšíření škůdce (Stadelmann et al. 2013).

Lýkožrout smrkový, *I. typographus* se začal na území České republiky významněji přemnožovat v letech 1983 až 1988, přičemž tento trend vyvrcholil v posledních letech kalamitou, která trvá do dnešních dní. Rozsáhlá ohniska výskytu se objevovala zejm. na hranicích Německa a Polska. K závažné gradaci kalamitního stavu došlo především díky již zmíněnému dlouhodobému suchu a povětrnostním podmínkám. Dalším důvodem byla nečinnost a neschopnost lesníku vytvářet včasná opatření k zabránění kalamitě. (Skuhravý 2002).

V deseti evropských státech lýkožrout smrkový, *I. typographus* dle databáze BAWBILT způsobil v letech 1990 až 2006 škody na nejméně 2 819 000 hektarech, potenciálně ohrožené plochy jsou vyčísleny až na 7 640 000 ha. Nejvyšší napadení zaznamenaly Rakousko, Polsko, Německo, Slovensko (Grégoire & Evans 2004). Dle odhadů se toto poškození pravděpodobně nadále bude zvyšovat (Holuša et al. 2017).

Ze zřejmých důvodů je proto nutné vytvářet nová opatření nebo optimalizovat ta stávající. V hospodářských smrkových lesích je za nejúčinnější opatření pokládána těžba napadených stromů, tj. sanitární těžba. Sanitární těžba má za úkol snížit hustotu výskytu lýkožrouta (Stadelmann et al. 2013). V kombinaci se sanitární těžbou se využívají stromové lapáky a feromonové lapače (Holuša et al. 2017).

Pro vyšší efektivnost realizovaných opatření a omezení rozsahu škod je zapotřebí zajistit bližší informace o prognóze intenzity napadení porostů, gradaci škůdce v jednotlivých fázích a virulenci patogenů. Pomocí těchto informací pak lze vyhodnotit potenciální šíření ve zdravém porostu v dalším období. Proto se v posledních deseti letech využívá model TANABBO II. (Tatra National park Bark Beetle Outbreak), který byl testován v oblasti Vysokých Tater a je implementován do podmínek Střední Evropy. Model TANABBO II. je systém, který svým uživatelům nabízí mapy a vyhodnocuje statistická rizika výskytu I. smrkového, *I. typographus* (Jakuš et al. 2017).

## **2. CÍL PRÁCE**

Cílem bakalářské práce bylo stanovit, zda stromové lapáky mohou mít vliv na populační růst lýkožroutů.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1. LÝKOŽROUT SMRKOVÝ

Lýkožrout smrkový v současné době patří mezi nejvýznamnější kalamitní škůdce ve smrkových monokulturách v Evropě (Skuhravý 2002). Původní rozšíření tohoto druhu evidujeme v euro-sibiřské oblasti. Napadá především smrk ztepilý, *Picea abies*, popřípadě borovice (*Pinus* sp.) i modříný (*Larix* sp.) (Křístek & Urban 2013). Nejpočetnější je v polohách nad 600 m n. m. ve smrkových porostech starších 60 let s výčetní tloušťkou 30 centimetrů. V nižších polohách napadá stromy především na suchých místech, ve vyšších polohách preferuje slunná místa. Zimoviště opouští na jaře. Primárně druh nalétává na místa mezi suchými a zelenými větvemi. Nálet směřuje především na oslabené stromy u hranic mezi porostem a pasekou. Napadený strom lze identifikovat dle závrťů a drtinek na povrchu kůry a kmene (Forst a kol. 1966).

Lýkožrouta smrkového řadíme mezi polygamní druh, samec dokáže oplodnit více samiček (Skuhravý 2002). Sameček se dokáže spářit s 1-3 (výjimečně až 6) samičkami (Forst a kol. 1966). V rojení nalétávají na čerstvé polomové dřevo, v případě přemnožení napadají i zdravé stromy.

Hlavními faktory gradace je hygiena a zdravotní stav lesa, který je také ovlivněn průběhem počasí. Minimum srážek a vysoké teplotní podmínky zrychlují životní cyklus l. smrkového, který tak může mít až 3 generace v roce (Zahradník & Geráková 2010). Přemnožení má za následek přelety brouků a jejich zanášení pomocí vzdušných proudů do nižších a vyšších poloh. Díky schopnosti rychlého přemnožení řadíme lýkožrouta také mezi důležité škůdce smrkových porostů. Mezi jeho přirozené nepřátele patří pestrokrovečník mravenčí, *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758), který ničí larvy a kukly kůrovců (Forst a kol. 1966).

#### 3.2. MORFOLOGIE

Vajíčko je elipsovité, malé, bílé, lesklé. Průměrné vajíčko má velikost od 0,6 do 1,0 mm (Zumr 1995). Bělavá larva se vyznačuje hnědavou hlavovou schránkou a je beznohá. Na mléčně bílé kukle se rýsují tykadla, nohy i křídla. Mladí brouci jsou po vylíhnutí z kukly bílí, poté žloutnou a postupem času tmavnou (Skuhravý 2002).

Dospělý jedinec je malý, válcovitý, dlouhý 4,2-5,5 mm, lesklý, hnědočerný (Zumr 1995). Tykadlová část je viditelně zprohýbaná. Mezirýží hladké, netečkované

a lesklé (Křístek & Urban 2013). Horní a postranní části těla jsou pokryté velkým množstvím drobných chloupků (Skuhravý 2002). Drobné chloupky po stranách těla jsou dlouhé a zlatavé. Zadní část krovek je vyhloubená, tečkovaná s vroubenými ozubenými čtyřmi páry kuželovitých zubů, z toho 3 horní páry jsou největší (Křístek & Urban 2013).

Determinující znaky od ostatních lýkožroutů jsou především matně zkosené zadní části krovek, netečkované mezirýží mezi krovkami a celkově hustší ochlupení (Zahradník 2004).

### 3.3. ŽIVOTNÍ CYKLUS

Po přezimování v půdní hrabance nebo pod kůrou stojícího nebo padlého smrku začíná lýkožrout dospívat po několikadenním vývoji. Ve vhodných teplotách mezi 18-20 °C je připraven k náletu na strom (Skuhravý 2002). Letová aktivita závisí na teplotních podmínkách. Optimální teplota je mezi 22–26 °C. Letová aktivita začíná od 9 hodin ráno až trvá do 21 hodiny večer (Wermelinger 2004). Brouk má v nižších polohách 2 generace, ve vyšších polohách pouze 1 generaci. Při vhodných teplotních podmínkách vzniknou až 3 generace (Zahradník & Geráková 2010).

V nižších polohách se zpravidla I. smrkový začíná hromadně rojit závěrem dubna. Ve vyšších polohách je to ve druhé polovině května. Jarní rojení je větší než letní rojení. Jarní rojení proběhne v průběhu 10 až 20 dnů (Křístek & Urban 2013). První nálet na stojící strom zpravidla míří do starší oblasti kmene. Je to hranice mezi suchými větvemi a začátkem zelené koruny. Od místa náletu se I. smrkový šíří do oddenkové části a do horní části vrcholu. (Zumr 1995). Nejspodnější část oddenku (1-1,5 m) zůstává nenapadená. Vrcholy stromů v tloušťce pod 10 cm většinou nenapadá (Zahradník 2004). První příznaky napadnutí I. smrkovým se projevují na stromě během 2 až 3 týdnů (Zumr 1995). Mezi příznaky řadíme odlupující kůru, barevnou změnu jehličí v koruně, výskyt drtinek na patě kmene a přítomnost závrtů v bazální části kmene (Zahradník 2004).

Samec se po nalétnutí na strom začne zavrtávat a vytvářet snubní komůrku, která má směr horizontální v lýku stromu (Skuhravý 2002). Samci po nalétnutí uvolňují agregační látky a tím dávají signál k podmíněnému hromadnému náletu (Zumr 1995). Samička po oplodnění vytváří matečné chodby, které jsou rovnoběžné s osou kmene (Skuhravý 2002). Po několikadenním hloubení samička klade vajíčka. V průběhu kladení jsou samičky oplodňovány opakovaně. Snůška má v průměru 60 vajíček během celého života samičky. Po naklazení vajíček jsou v období regeneračního žíru, při kterém rozšiřují matečné chodby (Křístek & Urban 2013). Po regeneračním žíru

samičky mohou pokračovat v tzv. sesterském rojení (Zumr 1995). Sesterské rojení je charakterizováno jako kladení vajíček bez další kopulace na stejném nebo jiném stromě. Probíhá po 2 až 3 týdnech od příslušného rojení dané generace (Zahradník 2004).

Celkový vývoj trvá přibližně 6 až 10 týdnů, během kterých jedinec prochází od stadia vajíčka, larvy, kukly až do stadia dospělého jedince. Teplotní podmínky určují délku larválního stadia, které může trvat pouze 7 dní, ale v chladnějších podmínkách i 40 až 50 dní. Další stadium je stadium kukly, které v průměru trvá 8 dnů (Skuhrový 2002). Stadium vajíčka trvá 6 až 18 dnů a nachází se pouze ve vegetačním období, tedy nepřezimuje. Vajíčka jsou umisťována jednotlivě do matečných chodeb. Poté se z vajíček líhnou larvy. Žír larvy probíhá zpočátku kolmo k matečné chodbě a s postupujícím vývojem začíná vytvářet vlnovité chodby. Jednotlivé chodby larev se nekříží a mezi nejdelší chodby patří chodby, které jsou poblíž snubní komůrky. Dále se chodby rozšiřují, v jejichž závěru se larva zakuklí. Larva dosahuje velikosti 5–7 mm. Kukla se nachází v tzv. kuklové kolébce. Doba vývoje trvá 6 až 17 dnů. Posledním vývojovým stádiem je brouk, který po vylíhnutí musí pohlavně dozrát. Poměr samců a samic po vylíhnutí je 1:1. Mladý brouk v této vývojové fázi požírá zbývající lýko. Tato vývojová fáze trvá 2 až 3 týdny. Po ukončení poslední generace přezimují (Zumr 1995).

### 3.4. POPIS POŽERKU

Požerek I. smrkového je hvězdovitý, jednoramenný až šestiramenný. Po odloupení kůry je snubní komůrka nepatrná (Křístek & Urban 2013). Skládá se ze snubní komůrky, ze které vybíhají matečné chodby. Na matečné chodby navazují larvové chodby, které jsou rozšiřovány a ukončeny kolébkami. V kolébkách jsou uloženy kukly.

Po zralostním žíru vznikají nepravidelné chodby, které navazují na larvální chodby (Zumr 1995). Délka matečných chodeb se pohybuje od 6 až 10 cm a šířka od 3 až 3,5 mm (Křístek & Urban 2013).

### 3.5. PŘEZIMOVÁNÍ

Přes zimu brouk setrvává v místě vývinu pod kůrou stojících nebo padlých stromů (Zumr 1995). V závislosti na průběhu počasí může přezimovat jako larva, kukla nebo dospělce (Zahradník 2004). Nejčastěji však přezimuje ve stadiu dospělce, výjimečně ve třetím instaru larvy, případně kukly. Ve vyšších polohách přezimuje primárně ve stadiu dospělce (Kindlmann et al. 2012).

Pokud je kůra stromu na natolik poškozená, že nelze přezimovat, tak se brouk přesune do okolí. Kolem smrkových souší v půdní hrabance přezimuje menší část populace. V napadeném smrku přezimuje až 90 % potomstva a v půdní hrabance 2-6 %. Zbývající procento populace přezimuje jiným způsobem. Brouci přezimují do vzdálenosti 3 metrů od napadeného stromu. Kolem paty stromu do vzdálenosti 0,5 metrů se nachází až 66 % přezimujících brouků. Čím se vzdálenost zvětšuje, tím klesá procento přezimujících brouků (Zumr 1995).

Ve střední Evropě reprodukce I. smrkového končí v polovině srpna v době, kdy se denní světlo zkracuje. Dospělci se přestávají rozmnožovat a pokračují v žíru uvnitř kůry smrku. Během podzimu si vytvářejí tukové zásoby. V zimním období brouci setrvávají v diapauze (Doležal & Sehnal 2007).

V průběhu diapauzy nepřijímají potravu nebo jen malé množství. Jakmile denní teplota stoupne na 7 °C, obnoví se žír a jarní rojení začíná při teplotách od 16,5 °C (Doležal & Sehnal 2007).

### 3.6. POPULAČNÍ DYNAMIKA

Pro lýkožrouta jako lesního škůdce jsou typické cyklické gradace (Kindlmann et al. 2012). Velikost gradace je ovlivněna množstvím oslabených nebo starších stromů v porostu. (Wermelinger 2004). Tyto gradace jsou spojeny se změnou populační hustoty podle jednotlivých ročních období (Kindlmann et al. 2012). Čím větší je populační hustota brouků, tím je větší šance k úspěšné kolonizaci hostitelské dřeviny (Kausrud et al. 2012). Úspěšnost kolonizace je tedy komplexní výsledek vztahu mezi populační hustotou nalétávajících brouků a schopností obrany dřeviny a její fyziologií (Jakuš et al. 2015).

Samec vyhledá vhodnou hostitelskou dřevinu, ve které vytvoří snubní komůrku. K přilákání samičky využívá agregační feromony, které působí na obě pohlaví. Samičky vytvoří matečné chodby až v době, kdy obranné reakce dřeviny selhaly. Obranné reakce dřeviny můžou zpomalit nebo ukončit první nálet *I. typographus*. Tím se může snížit průměrný reprodukční úspěch I. smrkového (Kausrud et al. 2012).

#### 3.6.1 ABIOTICKÉ FAKTORY

Klimatické změny, které řadíme do abiotických faktorů, nepřímo ovlivňují populační dynamiku prostřednictvím závažných událostí, jako jsou období sucha, srážek a větrné nebo sněhové kalamity. Tyto události způsobí oslabení dřeviny a umožní kolonizaci

(Marini et al. 2013). Změnou teplot lze očekávat větší rozšíření hmyzích škůdců (Hlásny et al. 2011).

Teplota jako nejvýznamnější abiotický faktor působí na bionomii *I. smrkového*, *I. typographus*. Dlouhodobé oteplování od června do září vytváří ideální podmínky pro rozšíření v porostu (Skuhravý 2002). Pro vyhodnocení fenologického vývoje brouka slouží teorie stupňodní (degree-days), která určuje rychlost a ukončení jednotlivých vývojových fází. Teorie stupňodní vychází ze sumy rozdílů průměrných denních teplot nad limitní teploty, při kterých probíhají jednotlivá vývojová stadia. Vhodná teplota pro jednotlivá vývojová stadia v lýku je 8,3 °C, letální teplota, kdy je proces vývoje zastaven, je 38,9 °C (Jakuš et al. 2015). Jarní rojení přezimujících brouků je zahájeno v době, kdy teplota přesahuje 16,5 °C. Pro tento vývoj je zapotřebí suma 140 stupňodní. Pro ukončení celého vývoje je zapotřebí suma 557 stupňodní. Jakmile vývoj v kůře překročí polovinu této sumy dochází k opuštění některých dospělců. Tito dospělci kolonizují jiné stromy a vytváří sesterské rojení (Berec et al. 2013). Sesterské rojení, které je také závislé na teplotě v květnu, může výrazně navýšit populační hustotu. Na konci léta dochází ke zkracování délky dne s nízkými nočními teplotami, které ovlivňují brouka a indikují začátek diapauzy (Jakuš et al. 2015).

Vliv nízkých srážek s kombinací vyšších teplot má za důsledek sucho a tvorbu stresu ve dřevině. Stres ovlivňuje růst a snížení tlaku vodního potenciálu a pryskyřice, které způsobí snížení obranyschopnosti vůči *I. smrkovému* (Skuhravý 2002). Na druhou stranu stres způsobí snížení kvality lýka, a tím sníží i atraktivitu pro *I. smrkového*, *I. typographus*. Naopak vyšší letní srážky mají negativní dopad na populační růst (Jakuš et al. 2015). Větrné, sněhové kalamity způsobují rozsáhlé poškození lesů.

Větrné kalamity dávají vzniku polomům a vývrátům, které způsobují poškození především ve spodní části kořenových náběhů, ale i na celých stromech. Naopak sněhové kalamity způsobují poškození převážně v horní části kmene stromu. Horní část poškozeného stromu je pak nejčastěji napadaná lýkožroutem lesklým, *Pityogenes chalcographus*, (Linnaeus, 1761) (Skuhravý 2002). Právě polomy a vývraty po vichřici dávají příležitost pro vznik gradace, neboť lýkožrout nemusí překonávat obranné mechanismy stromu. Dceřiná populace má poté vysoký reprodukční potenciál, který je příčinou vzniku vysoké populační hustoty.

Takto vysoká populační hustota dokáže překonat obranné mechanismy i zdravého stromu. Kolonizace v takovém případě může vzniknout i na dřevině, která nedosáhla vhodného stáří k napadnutí (Jakuš et al. 2015). V této souvislosti lze současně poznamenat, že západní stanoviště jsou kolonizována šestkrát více než stanoviště na jižních, východních a nejméně na severních svazích (Skuhravý 2002).

### 3.6.2 BIOTICKÉ FAKTORY

Mezi biotické faktory řadíme zdravotní stav dřeviny a lesa, přirozené nepřátele, dřevokazné houby, mezidruhové, vnitrodruhové vztahy a jednotlivé vývojové fáze, ve kterých se I. smrkový nachází (Skuhravý 2002).

Zdravotní stav potenciální hostitelské dřeviny je zásadní pro úspěšné napadnutí lýkožroutem. Vitální dřeviny mají úroňové obranné mechanismy, které zabraňují úspěšnému napadnutí. První úroveň obrany je uvolnění takového množství pryskyřice, které zahubí brouka. Druhá úroveň ochrany je prostřednictvím produkce chemické látky prokyanidinu, který zhoršuje kvalitu potravy v oblasti otvoru závrtu. Třetí úroveň obrany vyvolává systémovou změnu metabolismu celého stromu. Způsobí snížení produkce sacharidů a zvýšení produkce proteinů, které jsou nutné k obraně. Tím se zhorší kvalita potravy, prostřednictvím čehož se sníží i kolonizace novými brouky. Čtvrtá úroveň obrany se aktivuje při vysoké hustotě napadení, tam kde nově vzniká peridermální tkáň a kanálky pryskyřice (Wermelinger, 2004). Podle Schwenkeho (1996) může usnadnit rozšíření I. smrkového i minimální poškození kořenového systému, neboť poškozený kořenový systém způsobí snížení příjmu výživy a minerálních látek stromu.

Mezi houby, které mohou oslabit smrk ztepilý a snížit obranyschopnost vůči I. smrkovému patří především václavka smrková, *Armillaria ostoyae* (Herink, 1973). Ta patří do skupiny stopkovýtusných hub. Její podhoubí se nachází jak pod kůrou odumřelých, tak i zdravých stromů. Další houby napadající smrk ztepilý jsou ze skupiny vřeckovýtusných, rod *Ophiostoma*.

Dalším biotickým faktorem, který má vliv na rozšíření I. smrkového jsou jeho přirození predátoři, jež mohou ovlivňovat i velikost jeho populace. Tyto predátory dělíme do dvou základních skupin. První skupinu tvoří predátoři, kteří loví lýkožrouty pouze přechodně a jsou označováni jako tzv. generalisté. Druhou skupinou jsou potravní specialisté, kteří jsou adaptováni na lov lýkožroutů. Mezi potravní speciality pak řadíme zejm. čeledi pestrokrovečnickovití (Cleridae), drabčíkovití (Staphylinidae), dvoukřídly hmyz (čeledi Dolichopodidae a Lonchaeidae) a larvální stadia dlouhošijek (Raphidioptera) (Jakuš et al. 2015).

### 3.7. PŘIROZENÍ NEPŘÁTELÉ

Mezi nejběžnější predátory tedy patří pestrokrovečník mravenčí, *Thanasimus formicarius* a pestrokrovečník, *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828). Tito predátoři mají na tykadlech čichové receptory, které silně reagují na ipsdienol, ipsenol a slabě na agregační feromony.



Pestrokrovečník mravenčí, *T. fomicarius* je predátor generalista, preduje až na 20 druhů lýkožroutů. Vyskytující se jak na jehličnatých, tak i na listnatých dřevinách. Samice vajíčka umisťuje přímo do chodeb lýkožroutů. Dospělci loví imaga lýkožroutů. Pomocí silných končetin oddělí kořisti končetiny i s hlavou a zkonsumují pouze měkkou tkáň (Jakuš et al. 2015).

Během celého života zkonsumuje jediná larva pestrokrovečnicka v průměru 44 larev I. smrkového (Zahradník 2004). Některé studie uvádějí, že pestrokrovečnicki mravenčí dokážou zredukovat populaci až o 18 % (Mills 1985).

Další predátoři patří do řádu dvoukřídlých (Diptera), kteří se specializují na konzumaci larválního stadia lýkožroutů, ale i dalších skupin. Jejich význam je menší než u pestrokrovečnicků. Larvy těchto predátorů loví přímo v požercích lýkožrouta a dokážou zkonsumovat za život 5 až 10 larev lýkožrouta (Dippel et al. 1997).

### 3.8. KONTROLA

Ve smyslu vyhlášky MZe ČR č. 76/2018 Sb., v paragrafu 3 je lýkožrout smrkový zařazen mezi kalamitní škůdce. Za základní ochranu lesa proti tomuto škůdci je považováno celoroční aktivní vyhledávání kůrovcových stromů a jejich včasná asanace. Kontrola je prováděna preventivně, tj. vizuálně při pochůzce. Souběžně se provádí kontrola pomocí odchyťových zařízení.

Odchyťová zařízení se používají podle technické normy ČSN 48 1000. Stanovení počtu zařízení vychází z kůrovcového základu za období od 1. srpna do 31. března následujícího roku. Podle přílohy č. 2 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 76/2018 Sb. máme tři typy početních stavů lýkožrouta, a to základní, zvýšený a kalamitní stav.

1. **Základní stav** je takový objem kůrovcového dříví, který v minulém roce průměrně nepřekročí 1 m<sup>3</sup> na 5 ha smrkového porostu a nevznikne ohnisko výskytu.
2. **Zvýšený stav** je objem kůrovcového dříví v minulém roce v rozmezí od 1 m<sup>3</sup> do 5 m<sup>3</sup> na 5 ha smrkového porostu a vznik ohniska.
3. **Kalamitní stav** je stav, kdy objem kůrovcového dříví v minulé roce překročí hranici 5 m<sup>3</sup> na 5 ha a vznik ohnisek a rozsáhlé poškození porostních stěn.

Za základní způsob kontroly stavu porostu je považováno umístění odchyťových zařízení v jarním i v letním období. Ve smrkových porostech je umisťován minimálně jeden kus odchyťového zařízení na každých 20 hektarů. Počet odchyťových zařízení

při zvýšeném stavu se určí podle výsledného počtu z kalamitního základu, kdy se přidá 1 kus na každý započatý 1 m<sup>3</sup>. Kalamitní základ se rovná 1/10 objemu včasného zpracování kůrovcového dříví. Hlavním cílem při kalamitním stavu je průběžná kontrola smrkových porostů a včasná asanace a zpracování mimo lesní porost. Minimální počet odchyťových zařízení se rovná maximální hranici počtu odchyťových zařízení při zvýšeném stavu (Vyhláška č. 76/2018 Sb.).

Pro aktuální kalamitu lýkožrouta smrkového vznikla mapa s aktuálním poškozením porostu v ČR (VÚLHM 2019). Kalamitní stav se vyskytuje téměř po celé ČR. Za předminulý rok 2018 bylo vytěženo 12 mil. m<sup>3</sup> smrkového kůrovcového dříví. V roce 2017 bylo vytěženo oproti roku 2018 jen 5,34 mil. m<sup>3</sup>. Na I. smrkového, lýkožrouta menšího, *Ips amitinus* (Eichhoff, 1871) a lýkožrouta lesklého, *P. chalcographus* připadlo 80 % kůrovcového dříví. Na lýkožrouta severského, *Ips duplicatus* (Sahlberg, 1836) připadlo 20 % (Zelená zpráva 2018).

### 3.9. ODCHYTOVÁ ZAŘÍZENÍ

#### 3.9.1. STROMOVÉ LAPÁKY

Klasické stromové lapáky na odchyt I. smrkového se využívají již přes 200 let (Pfeil 1827). Tradičně se stromové lapáky využívají ke kontrole lýkožrouta ve střední Evropě (Holuša et al. 2017). Kontrola výskytu se provádí v ohrožených smrkových porostech starších 60 let a ve smíšených porostech, kde je zastoupení smrku alespoň 20 %. Lapáky se především umísťují do míst, kde byl zjištěn výskyt lýkožrouta v předchozím roce a do porostů v jeho blízkosti. V ostatních porostech se provádí pochůzková kontrola, kde se kontrolují vývraty apod. (Forst a kol. 1966; Zumr 1995; Zahradník 2004).

Stromový lapák je zdravý pokácený, odvětvový strom (nebo jeho část), který je atraktivní pro lýkožrouta smrkového (Jakuš et al. 2015). Doporučená výčetní tloušťka smrku pro vytvoření lapáku je nejméně 20 cm (Zahradník 2004). Lapák se zakryje větvemi, které slouží udržení atraktivity (Zahradník & Geráková 2010). Pro zvýšení efektivity účinku lze využít podkládání lapáku, to se však v praxi nepoužívá z důvodu těžké proveditelnosti (Jakuš et al. 2015). Pro kontrolu potencionálně napadených porostů do výměry 5 hektarů se využívá minimálně jeden lapák. V porostech větších než 5 hektarů se využívá jeden kontrolní lapák na každý započatý 5 hektar. V ostatních porostech můžou lapáky nahradit čerstvé vývraty a polomy (Forst et al. 1966).

Při umístování lapáku nemusíme dodržovat bezpečnostní vzdálenost od lesa, tzn. že jej lze připravit přímo v ohrožených porostech. Lapáky se nejčastěji umísťují do polostínu a na osluněná místa, kde je nalétnutí brouka největší (Jakuš et al. 2015).

Příprava lapáku první série slouží k zachycení brouka z jarního rojení (Zahradník 2004). V nižších polohách se lapáky připravují v období února a března. V horských oblastech nejpozději do konce dubna. Lapáky nižších poloh se kontrolují v období dubna, ve vyšších polohách od poloviny května. Kontrola má za úkol zjistit počty závrťů a dominantní vývoj brouka. Provádí se v nejvíce napadené části kmene, zpravidla v místě nasazení koruny stromu (Forst et al. 1966).

Slabý stupeň napadnutí je méně než 0,5 závrťů na 1 dm<sup>2</sup>. Střední stupeň napadnutí se pohybuje v rozmezí od 0,5 až 1 závrťů na 1 dm<sup>2</sup>. Silný stupeň napadení je více než 1 závrť na 1 dm<sup>2</sup>. V případě silného napadení lapáku se instalují další obranná zařízení k odchytu tzv. sesterského rojení. Příprava druhé série lapáků začíná přibližně o jeden týden dříve před předpokládaným rojením. Druhá série slouží k zachycení letního rojení a lapáky se umísťují zpravidla do polostínů. Podle průběhu počasí lze připravit dle potřeby i třetí sérii k zachycení další generace (Zahradník 2004). Lapáky jsou kontrolovány v odstavu 7 až 10 dní. Důležitá je včasná asanace. Vhodná doba asanace je v období kladení vajíček a završení posledního instaru, resp. kukel (Jakuš et al. 2015).

Asanace se provádí mechanicky nebo chemicky. Mechanická asanace je odkornění kůry i s lýkem po celé ploše stromového lapáku či napadeného stromu. Takto oloupaná kůra s brouky se buď spálí, nebo postříká dotykovými insekticidy (Zumr 1995). Mechanická asanace se provádí buď ručně nebo strojově (tj. strojové odkorňování nebo odkorňování pomocí adaptéru na motorovou pilu). Chemická asanace se provádí prostřednictvím insekticidů, které jsou uvedeny v Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa. Postřík insekticidy se používá po počátku náletu, aby se zabránilo založení sesterského pokolení a dokončuje se do výletu brouka. Ideální období pro chemickou asanaci je během výskytu kukel (Zahradník 2004).

Každý lapák má specifické označení, které slouží k tvorbě databáze. V databázi se uvádí datum a místo umístění, datum odkornění, pravidelné kontroly a výsledky. Výsledky kontroly obsahují hustotu náletu, která je vyjádřena jako počet závrťů na 1 dm<sup>2</sup> (Forst et al. 1966). Odchyťové zařízení je vhodné i pro *I. amitinus*, *I. duplicatus* však na stromové lapáky nenalétává (Jakuš et al. 2015).

Nevýhodou stromových lapáků je neschopnost zachytit větší populace *I. smrkového*. Lapáky mohou zachytit pouze omezený počet a vyžadují pravidelnou kontrolu (Lubojacký & Holuša 2014). Stromové lapáky lze využít i alternativním

způsobem. Pro zvýšení účinnosti se používají otrávené lapáky navnaděné odparníky a postříkané insekticidy (Wermelinger 2004).

### 3.9.2. FEROMONOVÉ LAPAČE

V 70. letech, 20. století proběhla změna strategie odchyty lýkožrouta a začaly se používat agregační feromony. Agregační feromony jsou součástí feromonového odparníku (Lubojacký & Holuša 2014). Pro uplatnění feromonových lapáků proto bylo zapotřebí analyzovat feromony lýkožrouta a vytvořit je uměle (Zahradník & Zahradníková 2016).

Lapače jsou umělé pasti s feromonovými nástrahami. Tato zařízení jsou běžně používána pro hromadné odchyťávání a monitoring *I. typographus* (Lubojacký & Holuša 2014). Slouží ke snížení a dočištění hustoty populace v ohnisku daného porostu. Feromonový odparník se vkládá obvykle do každého lapače. Používají se pouze registrované odparníky, které splňují stanovené doby účinnosti dle Seznamu (Zahradník & Zahradníková 2016).

Mezi základní typy feromonových lapačů patří nárazový, šterbinový, trubicový a trychtýřový (Jakuš et al. 2015), přičemž obvykle se používají nárazové šterbinové lapače Theysohn (Zahradník & Zahradníková 2016). Příprava feromonových lapačů probíhá 14 dní před předpokládaným rojením (Zumr 1995). Pomocí feromonových lapačů (minimálně 2 ks) se vytvoří bariéry podél porostní stěny s maximálním rozstupem 20 metrů. Bariéry byly vytvořeny primárně pro odchyt *I. smrkového* a *I. lesklého*, ale lze je použít i na *I. severského* (Jakuš et al. 2015). Rozpětí bezpečné vzdálenosti je 10-25 metrů od porostu. Nejčastěji se umísťují do středu holin o šířce až 100 metrů, které byly napadeny lýkožroutem (Zahradník & Zahradníková 2016).

Expozice svahu a oslunění lapače jsou důležitými faktory, které určují jeho účinnost. Lapače na osluněných místech dosahují větších odchytů než lapače na chladných a vlhkých místech, kde je odchyt minimální (Jakuš et al. 2015). Kontrola lapačů probíhá v intervalu 10-14 dnů. Počet feromonových lapačů se stanovuje dle kalamitního základu pro jarní a letní rojení zvlášť. (Zahradník & Zahradníková 2016).

Počet lapačů na letní rojení se stanoví podle celkového počtu odchycených brouků na jeden lapač z jarního rojení. Při slabém stupni odchytu (do 1 000 ks) se může lapač přesunout na vhodnější místo. Při středním stupni odchytu (v rozmezí 1 000 až 4 000 ks) se doporučuje ponechat lapače ve stejném počtu. Při silném stupni odchytu (nad 4 000 ks) se doporučuje přiměřeně zvýšit počet lapačů na danou lokalitu (Zahradník 2004).

### 3.9.3. TROJNOŽKY

Trojnožky patří do skupiny navnaděných otrávených lapáků. V této souvislosti lze poznamenat, že otrávený lapák může být i stromový lapák, který je po celé ploše ošetřen insekticidy, které jsou uvedeny v Seznamu (Zahradník & Geráková 2010). Trojnožky jsou běžně používány lesníky od 90. let 20. století (Lubojacký & Holuša 2014). Připraví se tři výřezy smrkových polen v délce 1,5 až 2 metry o výčetní tloušťce >20 cm pro I. smrkového a pro I. severského o výčetní tloušťce >15 cm. Tyto výřezy se postříkají insekticidem po celém povrchu z vnější i vnitřní strany a postaví se do tvaru tzv. trojnožky.

Feromonová návnada v podobě odparníku je umístěná v horní části trojnožky, tak aby nebyla vystavena slunečním paprskům. Odparník obsahuje semiochemikálie, ze kterých jsou postupně uvolňovány aktivní látky, které slouží jako návnada. Před negativním vlivem vnějšího prostředí chrání účinnost atraktantu obal (Holuša et al. 2016). Trojnožky jsou udržovány pravidelným postřikem insekticidu a změnou feromonových návnad (Zahradník & Knížek 2007). Koncentrace insekticidního postřiku a výměna feromonových návnad se řídí dle pokynů jejich výrobce. Pravidelný postřik by však měl probíhat ve dvoutýdenním až čtyřtýdenním intervalu (Holuša et al. 2016).

Pro stanovení účinnosti se pod trojnožku umísťuje rám s plachtou, který slouží pro uhynulé lýkožrouty. Podle počtu uhynulých lýkožroutů se vyhodnotí účinnost obdobně jako u feromonových lapačů (Zahradník & Geráková 2010). Instalace trojnožek obvykle probíhá v období jara před začínající letovou aktivitou brouka a poté během celého vegetačního období. Trojnožky jsou nejčastěji instalovány na nepřístupných místech, protože nevyžadují, tak častou pravidelnou kontrolu (Holuša et al. 2016).

Zásady umístění jsou podobné jako u feromonových lapačů. Bezpečná vzdálenost feromonové nástrahy od smrkového porostu je nejméně 10 metrů (Zahradník 2005). Při rostoucí vzdálenosti od porostu klesá atraktivita odchyťového zařízení, a naopak při nižší vzdálenosti může brouk napadnout zdravý porost.

Ve srovnání s klasickými lapáky je výhodou neomezená kapacita odchyty a odpadá i nutnost odkorňování dříví. Nevýhodou je především vyšší mortalita necílových členovců (Holuša et al. 2016).

## 4. METODIKA

### 4.1. POPIS LOKALITY

Výzkum proběhl u Kostelce nad Černými lesy. Kostelec n. Č. l. je město ležící ve Středočeském kraji v okrese Praha-východ. Leží 30 km východně od Prahy v nadmořské výšce kolem 400 m. Část školního lesního podniku, na kterém výzkum probíhal se nazývá Kachní louže. Dominantní dřevinou je smrk ztepilý, *Picea abies* 60 %, dále borovice lesní, *Pinus sylvestris* 19 %, modřín opadavý, *Larix decidua* 5 % a ostatní dřeviny 16 % (Culek 1996).

### 4.2. POSTUP VÝZKUMU

Vzhledem k vývoji dvou generací lýkožrouta v roce 2019 byl proveden výzkum dvakrát za vegetační období (květen/červen, červenec/září). Třetí série lapáků už nebyla zapotřebí. Výzkum byl tedy rozdělen na dvě série jarní a letní. V březnu se připravila na vybraných lokalitách ŠLP Kachní louže první série klasických stromových lapáků smrku ztepilého. Výběr lokalit, umístění lapáků byl stanoven podle populační hustoty lýkožrouta. První série byla určena pro odchyt brouka v jarním rojení. Druhá série byla připravena v květnu a umístěná v návaznosti na první sérii, která byla určena pro odchyt brouka v letním rojení.

Před začátkem rojení byly vždy vybrány zájmové lokality, na kterých byly umístěny dle stanovených pravidel klasické stromové lapáky. Pokácený zdravý strom v celé jeho délce byl odvětven a poté stromové lapáky byly zakryty větvemi. Na takto připravené lapáky nalétli lýkožrouti. Bylo zpracováno 130 kusů lapáků. Rozmístění lapáku podle GPS souřadnic (Obr. 2, Obr. 3).

Klasické stromové lapáky (bez feromonových odparníků) byly sledovány z hlediska vývoje početnosti populace. Pro správné vyhodnocení dat byla provedena vždy analýza před koncem vývoje nejstarších larev. Jednotlivé lapáky byly rozděleny na čtyři kontrolní sekce. Délka každé sekce byla stanovena na 50 cm, široká dle tloušťky kmene. Od paty stromu ve vzdálenosti jednoho metru se nacházela sekce I., v polovině mezi sekcí I. a sekcí III. se nacházela sekce II., sekce III. začínala vždy ve spodní části koruny a sekce IV. začínala v horní části koruny stromu.

Poté proběhlo odkornění všech sekcí a pomocí požerku a imág byly determinovány jednotlivé druhy lýkožroutů a stanovena jejich početnost. Početnost byla zjištěna podle založených rodin (snubních komůrek) a vytvořených matečných chodeb,

vývojového stadia a závrtů. Následně byl stanoven počet jedinců na celém lapáku, tzn. na m<sup>3</sup>, tak i na kůrovcových stromech.

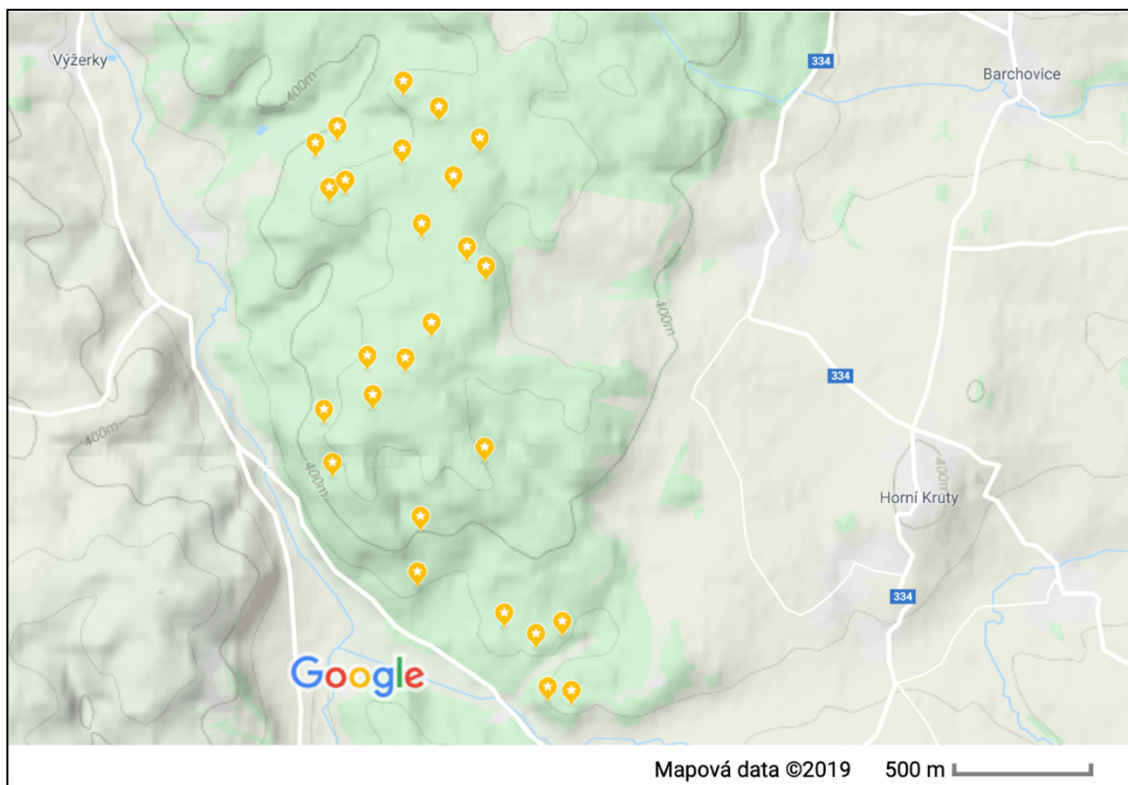
V každé sekci byl zjištěn průměr kmene, tloušťka lýka a velikost odkorněné kůry pomocí centimetrového pravítka. Délka lapáku se vždy měřila od paty stromu až po korunu pomocí měřického pásma. Všechny tyto údaje byly zaevidovány do zápisníku.

Současně byla uskutečňována analýza napadených kůrovcových stromů v daném porostu. Pro udržení metodiky, která byla u lapáků aplikovaná, byl revidován jeden strom na každé kůrovcové ohnisko. V případě většího rozsahu ohniska, než deset stromů byl na každých deset stromů revidován jeden kůrovcový strom. Kůrovcové těžby získané z lesohospodářské evidence školního podniku pro účely výzkumu byly zjišťovány z ohnisek bez lapáků, ale i z okolních ohnisek, v kterých se nacházely stromové lapáky.

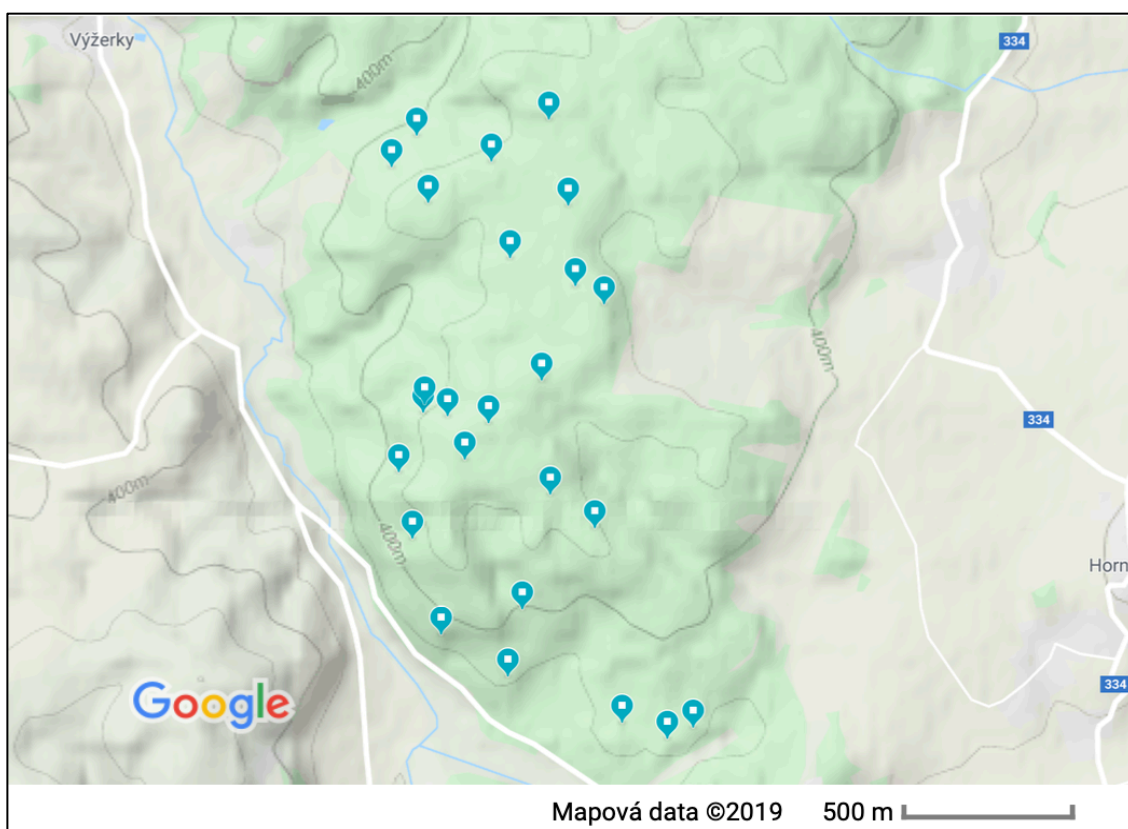
Počty brouků byly interpolovány pro celé stromy a byly vypočteny celkové počty zachycených brouků jak na lapácích, tak i na kůrovcových stromech. Podle průměrného náletu na kůrovcový strom, byl stanoven počet brouků v celém ohnisku. Koeficienty populačního růstu z jedné generace na druhou v jednodolných ohniscích se vypočítaly jako rychlosti růstu  $R = \log N_t - \log N_{t-1}$ . Vztah procenta odchyty brouků na lapácích k celkovému počtu brouků v ohniscích a populačního růstu byl analyzován pomocí regresní analýzy. Protože data neměla normální rozdělení byl použit párový Mann-Whitneův U test pro srovnání velikosti kůrovcových kol s a bez lapáků, podobně jako počtu brouků zachycených na lapacích bez vzniku ohniska a s ohniskem. Všechny analýzy byly provedeny v programu Statistica 12.0.



**Obrázek 1:** Stromový lapák (foto: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.)



**Obrázek 2:** Lokality lapáků 1. série (zdroj: maps.google.cz)



**Obrázek 3:** Lokality lapáků 2. série (zdroj: maps.google.cz)

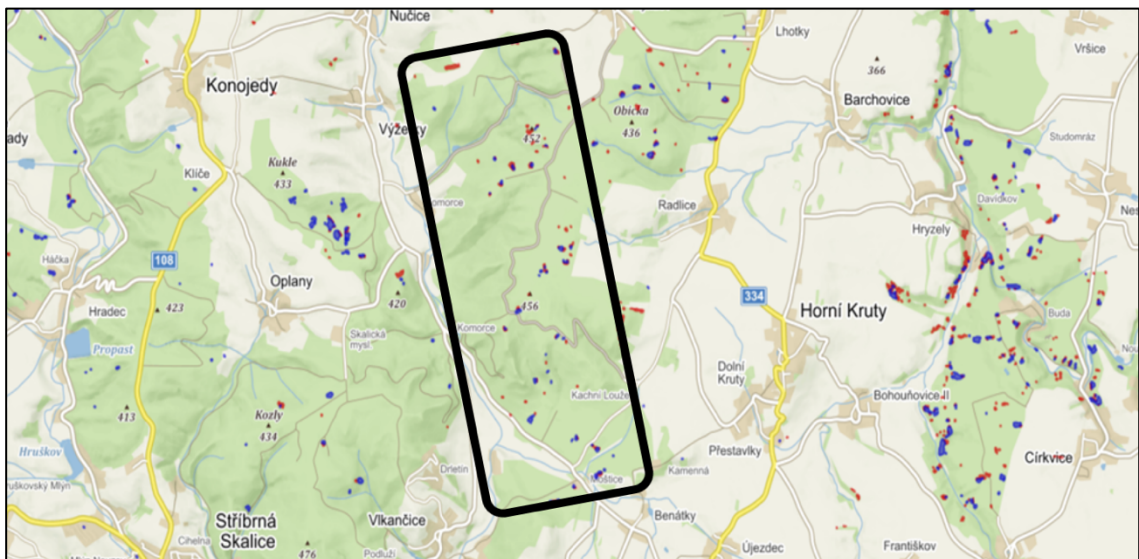


## 5. VÝSLEDKY

V lesních komplexech s dominancí smrku na lokalitě Kachní louže (ŠLP Kostelec nad Černými lesy) (cca 10km<sup>2</sup>) bylo v první sérii připraveno na 33 místech 100 lapáků a v letní sérii 30 lapáků. Lapáky první série byly připraveny tak, aby pravidelně pokrývaly studované území. V předchozím roce se jednalo o území, kde se kalamitní základ pohyboval do 5 m<sup>3</sup>/ha (smrkových lesů nad 60 let). V oblasti bylo revidováno 101 ks kůrovcových stromů z nahodilé těžby, které byly obsazeny výhradně lýkožroutem smrkovým *I. typographus*. Pouze na jednom kůrovcovém stromě byl zjištěn i lýkožrout severský, *I. duplicatus*.

Průměrný počet brouků zachycených na lapácích byl 9592 ± 3683 a 7065 ± 3975 brouků na m<sup>3</sup>. Lze zobecnit, že lapáky byly obsazeny cca 5000-10000 brouky, na menší části lapáků bylo zjištěno 15000-20000 brouků.

Celkem vzniklo během jara (květen až červenec) 30 kůrovcových ohnisek, z toho 17 v okolí lapáků (obr. 4). Kolem osmi skupin lapáků (byly připraveny ve trojicích) žádná ohniska nevznikla. Velikost kůrovcových ohnisek z jara se pohybovala mezi 6 a 160 m<sup>3</sup> a obsahovala 50000 až 1500000 brouků (průměrný počet brouků zachycených na kůrovcových stromech, kterých bylo zrevidováno celkem 10, byl 8033 brouků na m<sup>3</sup>). V létě se velikost ohnisek pohybovala mezi 8 a 330 m<sup>3</sup> a obsahovala 60000 až 3700000 brouků. Procento brouků zachycených lapáky z celkového počtu brouků v ohnisku byla na jaře 18±16 % a v létě 2±3 %.



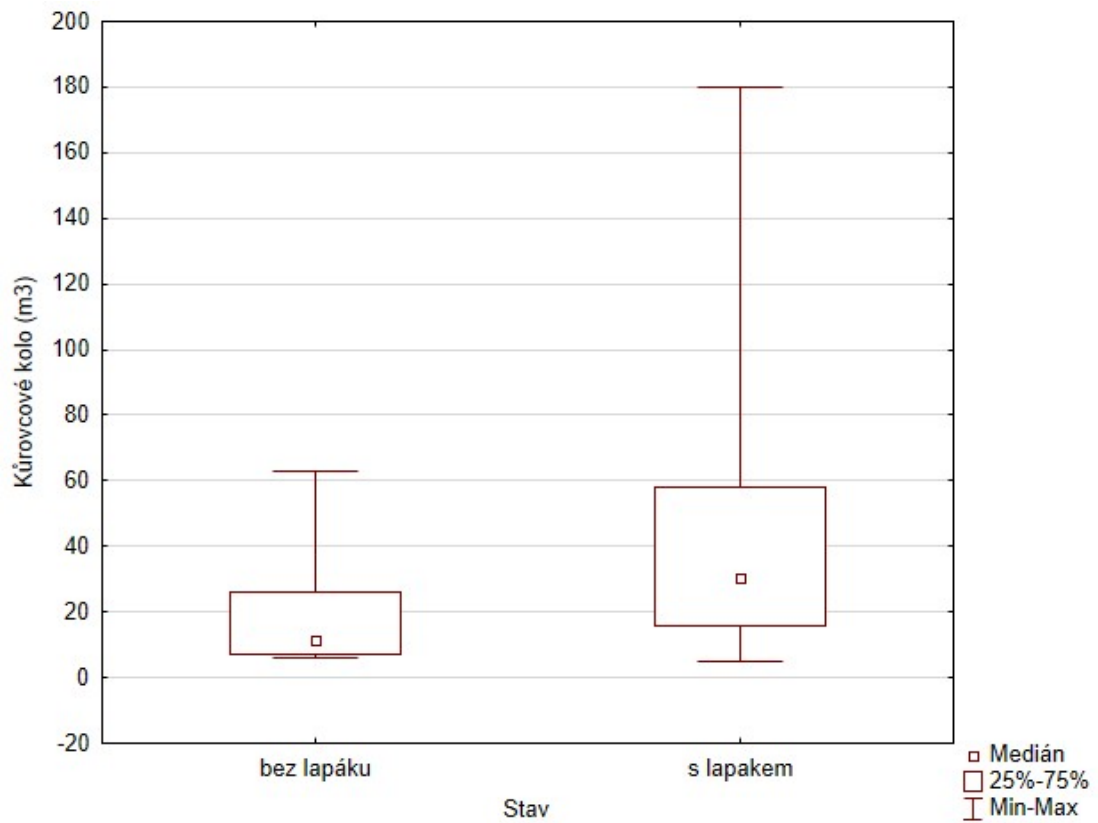
**Obrázek 4:** Lokalita Kachní louže (vyznačený obdélník) se vzniklými holinami (modrá barva) a stojícími kůrovcovými stromy ke dni 30.9.2019 (zdroj: www.kurovcovamapa.cz)

Mezi velikostí kůrovcových ohnisek s přítomností a bez přítomnosti lapáků nebyl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl, a to jak na jaře (Mann-Whitneyův U Test;  $z=-2,22$ ;  $p>0,01$ ) (obr. 3), tak ani v létě ( $z=1,64$ ;  $p>0,01$ ) (obr. 5, obr. 6).

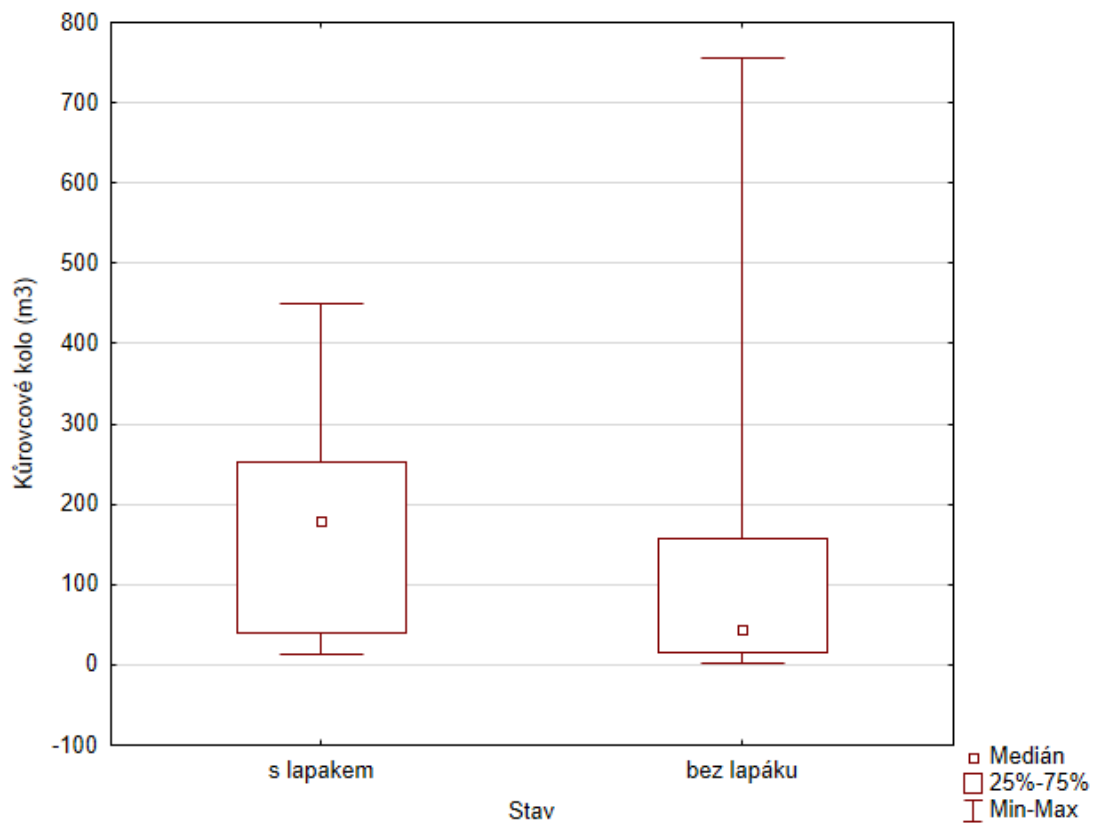
Mezi počty brouků zachycených lapáky, vedle kterých posléze existovala a neexistovala ohniska, nebyl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl, a to jak na jaře (Mann-Whitneyův U Test;  $z= 0,95$ ;  $p>0,01$ ) (obr. 5), tak ani v létě ( $z=1,08$ ;  $p>0,01$ ) (obr. 7, obr. 8).

Byl studován vliv lapáků (tedy počtu brouků, které zachytily) na populační růst lýkožroutů v jednotlivých kůrovcových ohniscích, tedy nárůst početnosti letní generace. Jen v několika případech kůrovcová ohniska zanikla. Podíl brouků zachycených lapáky na jaře k celkovému počtu brouků se pohyboval mezi 3 až 57 % (zatímco v létě byl podíl mnohem menší a činil 0,2 až 3 %). Počty odchycených brouků na lapácích neměly vliv na populační růst brouků v jednotlivých ohniscích při kalkulaci všech ohnisek a lapáků ( $y = 0,33 + 0,01*x$ ;  $r = 0,38$ ;  $p = 0,14$ ), a to ani při zachycení alespoň 10 % brouků na lapáku ( $y = 0,43 + 0,01*x$ ;  $r = 0,29$ ;  $p = 0,45$ ) (obr. 9), ani 20 % brouků na lapácích z celkového počtu brouků v ohnisku ( $y = 0,71 + 0,01*x$ ;  $r = 0,10$ ;  $p = 0,87$ ).

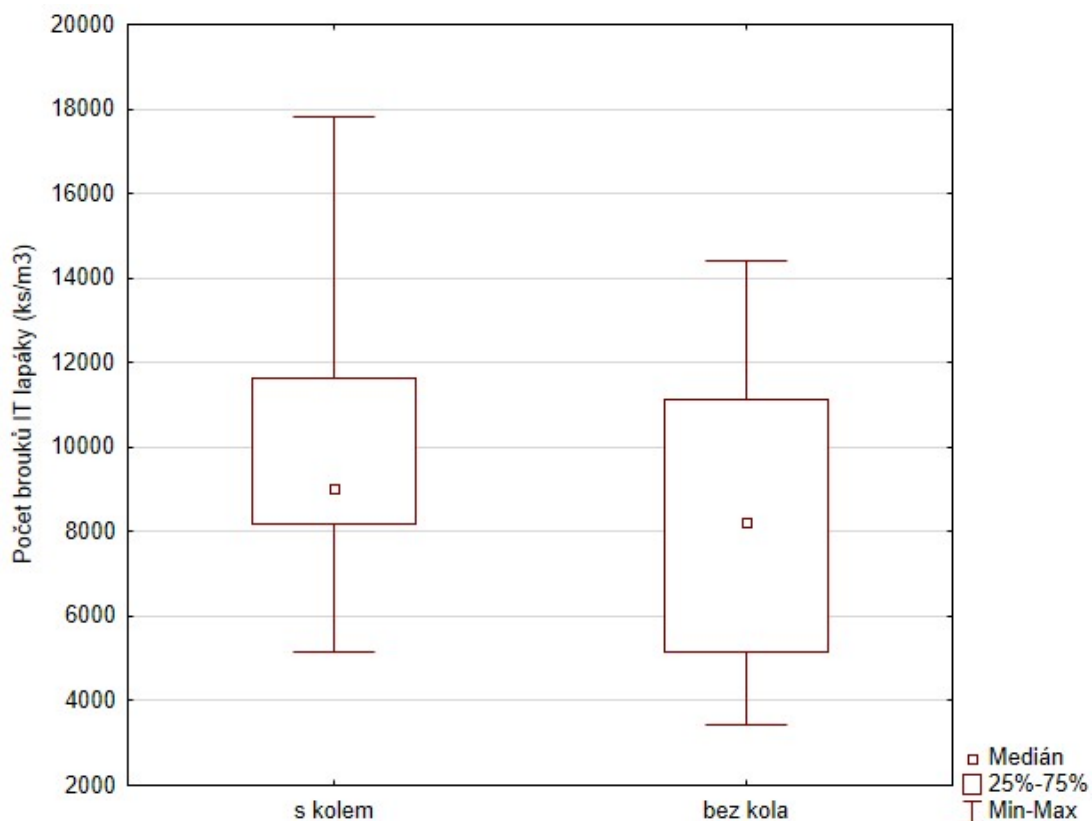
Na základě výsledků z roku 2019 lze předběžně konstatovat, že distribuce lýkožroutů ve studovaném území je rovnoměrná, protože početnost na lapácích byla vyrovnaná. Lapáky nezapříčinily vznik ohnisek, ale za stávajících hustot (do 5 m<sup>3</sup>/ha kůrovcových stromů v roce 2018) nemají lapáky vliv ani na pokles populace.



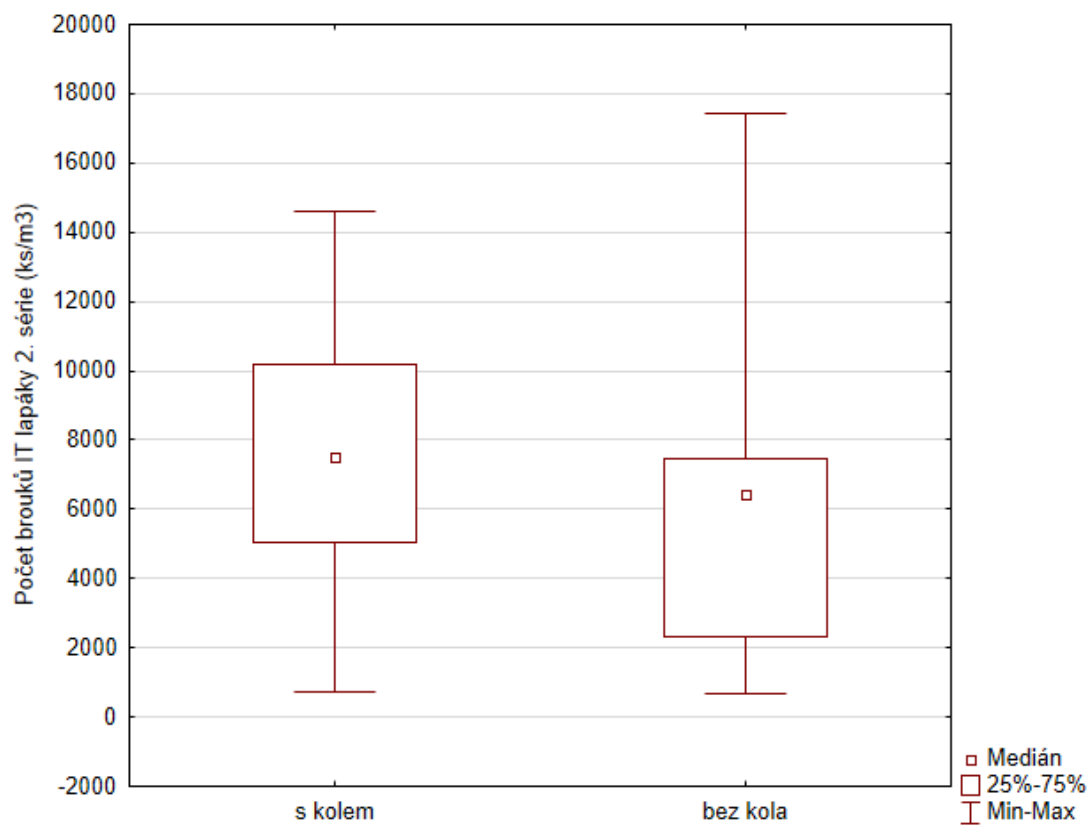
**Obrázek 5:** Velikost kůrovcových ohnisek s přítomností a nepřítomností lapáků v jarním období



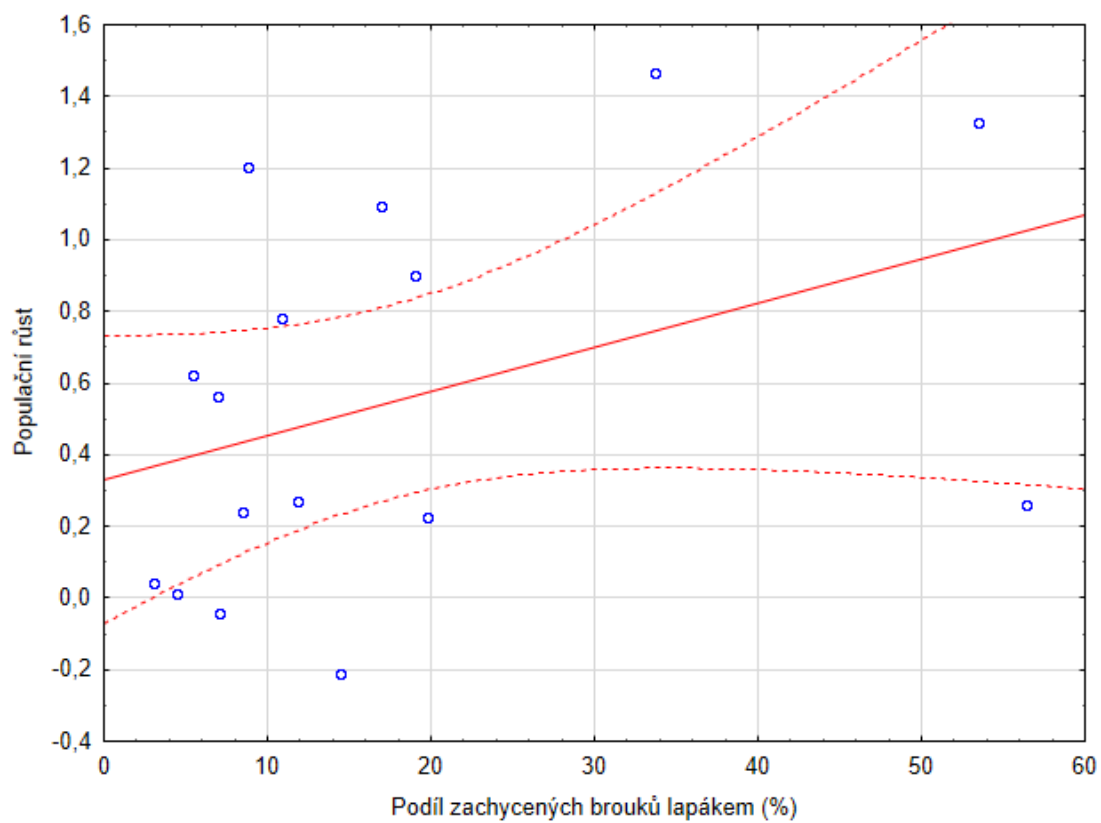
**Obrázek 6:** Velikost kůrovcových ohnisek s přítomností a nepřítomností lapáků v letním období



**Obrázek 7:** Počet brouků zachycených na lapácích bez a se vzniklými kůrovcovými ohnisky na jaře



**Obrázek 8:** Počet brouků zachycených na lapácích bez a se vzniklými kůrovcovými ohnisky v létě



**Obrázek 9:** Závislost populačního růstu v kůrovcových ohniscích na procentu brouků odchytených lapáky

## 6. DISKUZE

Shrnutím výsledku lze konstatovat, že lapáky neměly vliv na populační růst. Lapáky s kolem a bez kola zachytily stejný počet brouků. Velikost kůrovcových kol byla stejná kolem lapáků nebo bez lapáku.

Na smrkové lapáky obecně nalétává i lýkožrout menší, *I. amitinus* (Grodzki et al. 2003; Holuša et al. 2012; Witrylak 2008), ale v naší studii, jsme jej nepotvrdili. V nahodilé těžbě může být zjištěn i lýkožrout severský, *I. duplicatus*. V tomto případě byl zjištěn pouze na jednom stromě, takže nemohl ovlivnit výsledek.

Podle technické normy ČSN 48 1000 (2005) jsou odchyťová zařízení (lapáky, lapače, otrávené lapáky a stojící lapáky) při dodržení daných postupů srovnatelná, i když skutečný dopad na populace lýkožroutů není prokázán.

Některé práce dokumentují výrazně pozitivní vliv lapáků na potlačení gradace (Lozzia 1993), podle našich výsledků se však zdá, že lapáky v kalamitním stavu nemohou mít vliv na potlačení populace. Nebyl potvrzen vliv na pokles populačního růstu. Vyplývá to z toho, že podíl zachycených brouků na lapácích je jen v řádu desítek procent.

V některých oblastech může být účinnost lapáků ještě snížena, pokud se v oblastech vyskytuje velké množství václavkou nebo suchem oslabených porostů. Váha boje se pak správně přenesla více na vyhledávání napadených stromů a jejich včasnou asanaci (Martinek 1953; Pfeffer 1961). Čerstvé polomy nebo vývraty, vyskytující se v porostech, mohou nahradit lapáky a nové lapáky se pak již nekácí (Martínek 1960).

V podstatě neexistují práce, které by výzkumně hodnotily vliv lapáků na potlačení gradace. Pouze Krol & Bakke (1986) tvrdí, že feromonové lapače jsou účinnější než lapáky za nízkých a vysokých populačních hustot, zatímco lapáky byly více efektivní za středních populačních hustot. Ve vrcholu gradace se ukazuje, že naprosto největší význam má jen vyhledávání a odstraňování napadených stromů (Stadelmann et al. 2013), při progradaci může mít využití lapáků význam a pozitivně se projevuje na snížení populačního růstu (Holuša pers. comm.). Podobné studie a nemožnost provést takové studie ve větším rozsahu je důsledkem existujícího nedostatku věrohodných údajů, jakož i absence zaznamenaných dat o obsazení lapáků a počtech brouků odchyťaných do feromonových lapačů.

Je nutno zdůraznit význam lapáků pro zachycení přezimující generace, neboť první série lapáků zachytí mnohonásobně více brouků než trojnožky za stejné období (Lubojacký & Holuša 2014). Z tohoto důvodu lesnická praxe správně preferuje lapáky v místech nejvyššího výskytu I. smrkového, zatímco trojnožky používají v mladších porostech a lapače v oblastech s nízkými populačními hustotami (Klik pers. comm.).

Rovnoměrný osídlení lapáky kůrovci svědčí o tom, že brouci lýkožroutů proletují krajinou a hledají vhodné potravní zdroje. I když primárně hledají lýkožrouti hostitelskou dřevinu v blízkosti původního napadení, do 50 až 100 m (Doležal et al. 2016), ale část brouků létá do větších vzdáleností a většina brouků napadá stromy až do 500 m (Wermelinger 2004). Disperze lýkožrouta je ovlivněna vnitřními pochody (hmotnost, velikost, energetický stav). Frekvence letových vzdáleností klesá, když vzdálenost od bodu uvolnění atraktantů je větší (Doležal et al. 2016). To znamená, že vyšší hustota populace snižuje průměrnou vzdálenost letu.

Pozitivním zjištěním je to, že lapáky ve studované oblasti nezpůsobily vznik kůrovcových kol, což bývá obvyklá obava lesního provozu. Kůrovcová kola totiž vznikala na místech s lapáky i bez lapáků.

## 7. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy poskytl veškeré údaje pro zpracování ekonomického zhodnocení. Cena za jednotku stromového lapáku byla stanovena na 578 Kč. Tvorba ceny byla na základě instalace (+zakrývání), těžby, přibližování a asanace. Cena nezahrnuje cestovní náhrady a náklady na vybavení pro pravidelné kontroly (Tab. 1). Na první sérii v jarním rojení bylo využito 100 ks stromových lapáků v celkové hodnotě 57 800 Kč. V druhé sérii v letním rojení bylo využito 30 ks stromových lapáků za 17 340 Kč. Celková cena obou sérií činí 75 140 Kč. Průměrný objem dříví na jednotku byl stanoven na 0,90 m<sup>3</sup>. Pro uskutečnění výzkumu bylo vytěženo z porostu přes 117 m<sup>3</sup> (Tab. 1).

**Tabulka 1:** Kalkulace nákladů na přípravu stromových lapáků na školním lesním podniku

Kalkulace nákladů				
Stromové lapáky (v Kč)				
	Cena za jednotku (1 ks)	Jarní rojení (100 ks)	Letní rojení (30 ks)	Celkem (130 ks)
Instalace +zakrývání	55,00 Kč	5 500,00 Kč	1 650,00 Kč	7 150,00 Kč
Těžba	206,00 Kč	20 600,00 Kč	6 180,00 Kč	26 780,00 Kč
Přibližování	217,00 Kč	21 700,00 Kč	6 510,00 Kč	28 210,00 Kč
Asanace	100,00 Kč	10 000,00 Kč	3 000,00 Kč	13 000,00 Kč
<b>Celkem</b>	<b>578,00 Kč</b>	<b>57 800,00 Kč</b>	<b>17 340,00 Kč</b>	<b>75 140,00 Kč</b>
Stromové lapáky (v m <sup>3</sup> )				
	Množství	Objem vytěženého dříví	Průměrný objem dříví na jednotku	
Jarní rojení	100 ks	90 m <sup>3</sup>	0,9 m <sup>3</sup>	
Letní rojení	30 ks	27 m <sup>3</sup>		
<b>Celkem</b>	<b>130 ks</b>	<b>117 m<sup>3</sup></b>		
Ostatní náklady		Celkové náklady		
Cestovní náhrady	9 692,00 Kč	Stromové lapáky	75 140,00 Kč	
Vybavení	1 559,90 Kč	Ostatní náklady	11 251,90 Kč	
<b>Celkem</b>	<b>11 251,90 Kč</b>	<b>Celkem</b>	<b>86 391,90 Kč</b>	
		<b>Celkový objem</b>	<b>117 m<sup>3</sup></b>	

Další variantou řešení je uplatnění jiných odchyťových zařízení, jako jsou feromonové lapače a trojnožky. V současné době se feromonové lapače a trojnožky využívají v oblasti Kachní louže pouze pro odchyt I. smrkového v jarním rojení.

Při uplatnění trojnožek je tato varianta méně účinná než varianta uplatnění lapačů pro odchyt I. smrkového (Lubojacký & Holuša 2011). Z ekonomického hlediska je však finančně nenáročná. Cena za jednotku činí 500 Kč (Tab. 2). V ceně jsou zahrnuty



náklady na výrobu, instalaci, lať potaženou insekticidní sítí Storanet a odparník Pheroprax. Výhodou trojnožek je, že nejsou náročné na pravidelnou kontrolu.

Feromonové lapače odchytnají více brouků než trojnožky, i když počet dochycených samců je stejný (Lubojacký & Holuša 2011). Lapače jsou jednodušší na instalaci, ale nevýhodou je vysoká cena. Cena za jednotku činí 1054 Kč. Cena zahrnuje lapač se stojanem, feromonovou návnadu, instalaci a náklady na pravidelnou kontrolu (Tab. 2).

**Tabulka 2:** Jednotlivé náklady odchytných zařízení a porovnání variant

Jednotlivé náklady odchytných zařízení a porovnání variant			
<b>Stromové lapáky</b>		<b>Trojnožky</b>	
	<b>Cena za jednotku (1 ks)</b>		<b>Cena za jednotku (1 ks)</b>
Instalace +zakrývání	55,00 Kč	Výroba	170,00 Kč
Těžba	206,00 Kč	Síť Storanet	80,00 Kč
Přiblížování	217,00 Kč	Odparník	204,00 Kč
Asanace	100,00 Kč	Instalace	46,00 Kč
<b>Celkem</b>	<b>578,00 Kč</b>	<b>Celkem</b>	<b>500,00 Kč</b>
<b>Feromonové lapače</b>		<b>Porovnání variant na jednotku</b>	
	<b>Cena za jednotku (1 ks)</b>		<b>Cena za jednotku (1 ks)</b>
Lapač +stojan	500,00 Kč	Feromonový lapač	1 054,00 Kč
Feromon	204,00 Kč	Trojnožka	500,00 Kč
Instalace	50,00 Kč	Stromový lapák	586,00 Kč
Kontrola	300,00 Kč		
<b>Celkem</b>	<b>1 054,00 Kč</b>		

Při porovnání všech variant vychází nejlevněji varianta trojnožek, poté stromové lapáky a nejdražší variantou jsou feromonové lapače (Tab. 2). Při rozhodování mezi variantami je důležité porovnat i jiné aspekty.

## 8. ZÁVĚR

Při porovnání celkového počtu odchycených brouků na lapácích v místech s kůrovcovým ohniskem a bez kůrovcového ohniska v jarním a letním období nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly. Také nebyl zaznamenán významný rozdíl vzniku kůrovcových ohnisek mezi jarním a letním obdobím.

Celkovým vyhodnocením všech kůrovcových ohnisek a lapáku (dle počtu odchycených brouků na lapácích) bylo zjištěno, že stromové lapáky neměly vliv na populační růst. Ve studované oblasti je populační růst rovnoměrný, protože na lapácích bylo zastoupení vyrovnané.

Závěrem proto lze konstatovat, že lapáky nezapříčinily vznik ohnisek, přičemž za stávajících hustot (do 5 m<sup>3</sup>/ha kůrovcových stromů v roce 2018) neměly lapáky vliv ani na pokles populace.

Z ekonomického hlediska je tato metoda finančně a časově náročnější. Celkové náklady za výzkum činí 86 391,90 Kč. Nevýhodou využívání klasických lapáků jsou pravidelné kontroly, omezená kapacita odchyty a riziko vylétnutí brouka do zdravého porostu.

## 9. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

**BEREC, L.; DOLEŽAL P.; HAIS M.** Population dynamics of *Ips typographus* in the Bohemian Forest (Czech Republic): Validation of the phenology model PHENIPS and impacts of climate change. *Forest Ecology and Management*. 2013, vol. 292, s. 1–9. ISSN 03781127.

**CULEK, M.** *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma. 1996. 347 pp. 1. ISBN 80-85368-80-3.

**ČESKO. Vyhláška č. 101/1996 Sb.** Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce, ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb. 2018, částka 38, s. 1002-1005. ISSN 1211-1244

**ČSN 48 1000** Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku. Praha, Český normalizační institut. 2005, 8 s.

**DIPPEL, C.; HEIDGER, C.; NICOLAI, V.; SIMON, M.** The Influence of Four Different Predators on Bark Beetles in European Forest Ecosystems (Coleoptera: Scolytidae). *Entomologia Generalis*. Stuttgart, Germany: Schweizerbart Science Publishers, 1997, vol. 21, no. 3, s. 161–175. ISSN 0171-8177

**DOLEŽAL, P.; OKROUHLÍK, J.; DAVIDKOVÁ, M.** Fine fluorescent powder marking study of dispersal in the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae). *European Journal of Entomology*, 2016, vol. 113. s. 1–8. ISSN 1802-8829

**DOLEŽAL, P.; SEHNAL F.** Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. *Journal Applied Entomology*. 2007, vol. 131, no. 3, s. 165–173. ISSN 0931-2048.

Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=38425>

**FORST P. (ed.)** *Ochrana lesů*. SZN Praha. 1966, 432 s.

**GRÉGOIRE, J.-C.; EVANS, H. F.** Damage and Control of Bark-boring Organisms an Overview. In: François LIEUTIER, Keith R. DAY, Andrea BATTISTI, Jean-Claude GRÉGOIRE a Hugh F. EVANS, ed. *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Dordrecht: Springer Netherlands. 2004, s. 19–37. ISBN 978-1-4020-2241-8.

**GRODZKI, W.; JAKUŠ R.; GAZDA, M.** Patterns of bark beetle occurrence in Norway spruce stands of national parks in Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Anzeiger für Schädlingskunde*, 2003, vol. 76, no. 3, s. 78–82. ISSN 1436-5693

**HLÁSNY, T.; ZAJÍČKOVÁ, L.; TURČÁNI, M.; HOLUŠA, J.; SITKOVÁ, Z.** Geographical variability of spruce bark beetle development under climate change in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*. 2011, vol. 57, no. 6, s. 242–249. ISSN 12124834.

**HOLUŠA, J.; HLÁSNY, T.; MODLINGER, R.; LUKÁŠOVÁ, K.; KULA, E.** Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management* 2017, vol. 404, s. 165–173. ISSN 03781127.

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

**HOLUŠA, J.; RESNEROVÁ, K.; GRODZKI W.; MATOUŠEK, P.** Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) Abundant in Wide Range of Altitudes? *Acta Zoologica Bulgarica*, 2012, vol. 64, no. 3, s. 219–228.

**JAKUŠ, R.; BLAŽENEC, M; KOREŇ, M; BARKA, I; LUKÁŠOVÁ, K.; LUBOJACKÝ J.; HOLUŠA, J.** *TANABBO II: model pro hodnocení rizika napadení lesních porostů lýkožroutem smrkovým Ips typographus (L.) (Coleoptera: Curculionidae): certifikovaná metodika*. Lesnický průvodce. 2017. 71 s. ISBN 978-80-7417-135-2.

**JAKUŠ, R.; BLAŽENEC, M.; GURTSEV, A.; HOLUŠA, J.; HROŠŠO, B.; KRENOVA, Z.; LONGAUEROVA, V.; RESNEROVÁ, K.; MAJDÁK, A.; MEZEI, P.; SLIVINSKÝ, J.** *Princípy ochrany dospelých smrekových porastov pred podkôrnym hmyzom.* 2015. 231 s. ISBN 978-80-89408-21-4.

**KAUSRUD, K.; ØKLAND, B.; SKARPAAS, O.; GRÉGOIRE, J.-C.; ERBILGIN N.; STENSETH, N. C.** Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biological Reviews.* 2012, vol. 87, no. 1, s. 34–51. ISSN 14647931.

**KINDLMANN, P.; MATĚJKA, K.; DOLEŽAL, P.** *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody.* Vydání první. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2012. 328 s. ISBN 978-80-246-2155-5

**KROL, A.; BAKKE, A.** Skuteczność wabienia kornika drukarza przez tradycyjne drzewa pułapkowe oraz pułapki feromonowe. *Sylwan.* 1986, vol. 130, no. 12., s. 29-39. ISSN 0039-7660.

**KŘÍSTEK, J.; URBAN J.** *Lesnická entomologie.* Vydání druhé, upravené. Praha: Academia, 2013. 445 s., [32] s. obr. příloha ISBN 978-80-200-2237-0.

**LOZZIA, G. C.** Outbreaks of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera Scolytidae) in spruce stands of northern Italy. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura.* 1993, vol. 25, no. 2, s. 173-182.

**LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA, J.** Attraction of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) beetles by lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and trap trees. *International Journal of Pest Management.* 2014, vol. 60, no. 3, s. 153–159.

**LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA, J.** Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and pheromone traps. *Šumarski list,* 2011, vol. 135, no. 5-6, s. 233-242. ISSN: 0373-1332.

**LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA, J.** 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.* 2014, vol. 60, no. 1, s. 6–11. ISSN 1212-4834.

**MARINI, L.; LINDELÖW, Å; JÖNSSON, A. M.; WULFF, S.; SCHROEDER, L. M.** Population dynamics of the spruce bark beetle: a long-term study. *Oikos*. 2013, vol. 122, no. 12, s. 1768–1776. ISSN 0030-1299.

**MARTINEK V.** Metody boje proti kůrovci *Ips typographus* v Polsku. Methods of *I. typographus* control in Poland. *Lesnická práce*, 1953, vol. 32, no. 7, s. 316–318.

**MARTINEK V.** Příprava lapáků pro kontrolu a boj s kůrovcem smrkovým *Ips typographus* L. *Lesnická práce*, 1960, vol. 39, no. 4. s. 186

**MILLS, N. J.** Some observations on the role of predation in the natural regulation of *Ips typographus* populations. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 1985, vol. 99, no. 1-5, s. 209–215. ISSN 1439-0418

**PFEFFER A.** Ochrana lesů, Státní zemědělské nakladatelství Praha. 1961.

**PFEIL, W.** Über Insektenschaden in den Wäldern, die Mittel ihm vorzubeugen und seine Nachteile zu vermindern. Verlag Boicke, Berlin, 1827, 72 s.

**SCHWENKE, W.** Grundzüge des Massenwechsels und der Bekämpfung des Großen Fichtenborkenkäfers, *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *Anzeiger für Schädlingskd. Pflanzenschutz Umweltschutz*. 1996, vol. 69, no. 1, s. 11–15. ISSN 0340-7330.

**SKUHRAVÝ, V.** *Lýkožrout smrkový Ips typographus (L.) a jeho kalamity*. Praha: Agrospoj. 2002. 196 s. ISBN 80-7084-238-5.

**STADELMANN, G.; BUGMANN, H.; MEIER, F.; WERMELINGER, B.; BIGLER, Ch.** Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest of Ecology and Management*. 2013, vol. 305, s. 273–281. ISSN 03781127.

**VÚLHM:** *Výroční zpráva, 2018*. Strnady, 2019. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/vyrocní-zpravy/>

**WERMELINGER, B.** Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*. 2004, vol. 202, no. 1–3, s. 67–82. ISSN 03781127.

**WITRYLAK, M.** Studies of the biology, ecology, phenology, and economic importance of *Ips amitinus* (Eichh.) (*Col.*, *Scolytidae*) in experimental forests of Krynica (Beskid Sądecki, southern Poland). *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 2008, vol. 7, no. 1, s. 75–92.

**ZAHRADNÍK P.; GERÁKOVÁ M.** Lýkožrout smrkový *Ips typographus*, *Lesnické práce*, 2010, no. 12 - příloha. ISSN 0322-9254

**ZAHRADNÍK, P.** *Základy ochrany lesa v praxi*. Jíloviště-Strnady: VÚLHM. 2005. 127 s. ISBN 978-80-86461-61-8.

**ZAHRADNÍK, P.** *Ochrana smrčín proti kůrovčům*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 2004. 37 s. ISBN 978-80-86386-48-5.

**ZAHRADNÍK, P.; KNÍŽEK, M.** Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Vydání druhé doplněné. *Lesnické práce*, 2007, vol. 86, no. 4 - příloha

**ZAHRADNÍK, P.; ZAHRADNÍKOVÁ M.** *Použití feromonových lapačů v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému: certifikovaná metodika*. 2016. 23 s. ISBN 978-80-7417-103-1.

**Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky: Report on the state of forests and forestry in the Czech Republic.** Praha: Ministerstvo zemědělství v nakladatelství Lesnická práce, 2018. ISBN 978-80-7434-530-2. Dostupné z: [http://www.uhul.cz/images/ke\\_stazeni/zelenazprava/ZZ\\_2018.pdf](http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2018.pdf)

**ZUMR, V.** *Lýkožrout smrkový-biologie, prevence a metody boje*. Vydání první. Písek: Matice lesnická, 1995. 132 s., 25 obr. ISBN 80-900043-2-9.

## 10. SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha 1:</b> Požerek <i>Ips typographus</i> .....	41
<b>Příloha 2:</b> Tabulkový zápisník – ukázka .....	41
<b>Příloha 3:</b> Nahodilá těžba v lokalitě Kachní louže .....	42



## 11. PŘÍLOHY



Příloha 1: Požerek *Ips typographus* (foto: Vladimír Krofta)

Lokalita: Na Černé Loučce Datum: 3.5.19

Číslo lapáku	Délka lapáku (m)	Sekke	Průměr (cm)	Šíř. sekce	vzdálenost od paty (m)	tloušťka lýka (mm)	N rodin IT	N mat. chodeb IT	Stadium IT	N rodin IA	N mat. chodeb IA	Stadium IA	N rodin PCH	N mat. chodeb PCH	Stadium PCH	Jiní kůrovci (Druh/Počet rodin/stadium)	Poznámky - úskalí, špatná příprava, zajímavosti		
53	28	I.	28	80	53	2	4	109	220	V									
		II.	25	67	45	11	5	44	111	V				83			L	23→0	
		III.	22	48	54	16	4	12	18	V				102			N	10→1	
		IV.	17	40	50	23	4	4	9	V				69					
52	25	I.	40	52	53	2	5	63	89	SK-V								N	24→2
		II.	26	54	50	9	4	35	41	V				43			N	24→1	
		III.	21	42	50	15	5	22	55	V				59			L	19→0	
		IV.	15	28	42	21	4	24	49	V				40					
63	26	I.	28	44	51	2	5	3	6	SK								L	24→0
		II.	23	63	50	10	5	43	82	SK-V				24			N		
		III.	20	52	46	16	5	30	64	V				34			N		
		IV.	13	22	46	22	4	17	34	SK-V				8			L	72→1	
64	26	I.	33	53	44	2	5	102	214	SK-V								L	30→2
		II.	26	72	45	10	4	23	124	SK-V							N		
		III.	20	54	46	18	4	61	126	SK-V				10			N		
		IV.	16	26	49	22	4	64	155	SK-V				18			N	15→2	
66	27	I.	33	70	53	2	4	70	147	SK-V								L	30→0
		II.	29	47	57	10	4	77	164	SK-V				7			L	26→1	
		III.	23	50	43	16	4	45	90	SK-V				29			N	20→1	
		IV.	12	26	55	22	4	41	86	SK-V				6			N	16→1	
65	26	I.	28	48	44	2	4	44	89	SK-V								L	26→1
		II.	25	57	50	8	4	61	122	SK-V				7			L	23→1	
		III.	21	56	45	15	3	29	82	SK-V				22			N		
		IV.	16	30	47	20	5	10	21	SK-V				36			N	13→2	
I.																			
II.																			
III.																			
IV.																			

Příloha 2: Tabulkový zápisník – ukázka (foto: Vladimír Krofta)





**Příloha 3:** Nahodilá těžba v lokalitě Kachní louže (foto: Vladimír Krofta)