

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra ochrany lesa a entomologie



Vliv klasických lapáků na populaci lýkožrouta smrkového

Impact of trap trees on population of *Ips typographus*

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Havlena

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

Praha 2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Havlena

Lesnictví

Lesnictví

Název práce

Vliv klasických lapáků na populaci lýkožrouta smrkového

Název anglicky

Impact of trap trees on popula on of Ips typographus

Cíle práce

Stanovit, jaký podíl populace kůrovců mohou zachytit stromové lapáky.

Metodika

1) V deseti kůrovcových ohniscích z roku 2019 v okolí Rožmitálu bude připravena první série stromových lapáků smrku ztepilého (*Picea abies*) v březnu roku 2020.

2) Po náletu 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. Každý pátý kůrovcový strom bude rovněž revidován stejným postupem.

3) Bude stanoveno, jaký podíl populace je možno odchytat pomocí stromových lapáků. Výsledky budou analyzovány pomocí párových testů v programu STATISTICA 12.0.

Harmonogram

Březen 2020 – příprava lapáků

Květen 2020 – revize lapáků

Červen-září 2020 – revize kůrovcové těžby

Říjen- listopad 2020 – zpracování dat z terénu a statistické zhodnocení dat
Leden 2021 – předložení literární rešerše a zpracovaných dat ke kontrole

Březen 2021 – předložení zhodnocení výsledků a diskuse diplomové práce

Doporučený rozsah práce

30 stran včetně příloh

Klíčová slova

lýkožrout smrkový, lapáky, kalamitní základ

Doporučené zdroje informací

Grégoire J.-C. , Evans H. F. 2004: Damage and control of BAWBILT organisms, an overview. In: Lieu er F., Day K. R., Ba s 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: Pa erns of bark beetle occurrence in Norway spruce stands of na onal 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 tradi onal 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 al tudes? *Acta Zoologica Bulgarica*, 64: 219-228.

Jakuš R., Blaženec M., Gurtsev A., Holuša J., Hroššo B., Křenova Z., Longauerová V., Lukášová K., Majdák A., Mezei P., Slivinský J. 2015: Principy ochrany dospelých smrekových porastov pred podkorným hmyzom. Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied, 232 p.

Stadelmann G., Bugmann H., Meier F., Wermelinger B., Bigler C. 2013: Effects of salvage logging and sanita on felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infesta ons. *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.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2021

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2021

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Vedoucí katedry

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2021

Oficiální dokument * Česká zemědělská univerzita v Praze * Kamýcká 129, 165 00 Praha - Suchdol

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, za použití jen řádně citované literatury, pod vedením prof. Ing. Jaroslava Holuši, Ph.D.

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 obhajoby.

V Praze dne 12. 04. 2021

Tomáš Havlena

Abstrakt

Klasické lapáky mají výrazný vliv na populaci lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Jejich účinnost je vázána na několik faktorů, jako je správný počet obranných zařízení, včasné a vhodné umístění lapáků, evidence, pravidelná kontrola, včasná a důkladná asanace. Práce byla zaměřena nejen na účinnost klasických lapáků, ale také na jejich vliv ohledně velikosti kůrovcových ohnisek. Práce se dále zaměřovala na rozdíl v účinnosti lapáků jarní a letní série, na porovnání velikostí kůrovcových kol v jednotlivých obdobích, na rozdílný počet odchycených brouků na lapácích a revidovaných stromech z nahodilé těžby i celkový počet lýkožrouta v nahodilých těžbách a na druhové spektrum odchycených kůrovců. Sběr dat se uskutečnil v letech 2019 a 2020 v lokalitě lesů Vacíkov, které částečně zasahují do CHKO (chráněná krajinná oblast) Brdy. Pro odchyt kůrovců se používaly klasické odvětvené lapáky, které byly následně zpracovávány harvesterovou technologií. Umisťování a počet obranných opatření se odvíjel od kalamitního základu. Celkem za sledované období bylo pro naše výzkumné účely položeno 130 lapáků a zrevidováno 75 kůrovcových stromů z nahodilých těžeb. Na daném území za dva roky bylo evidováno 62 kůrovcových kol.

Klíčová slova: lapáky, *Ips typographus* (lýkožrout smrkový), smrk ztepilý (*Picea abies*), kalamitní základ.

Abstract

Classical trap trees have a significant effect on the population of *Ips typographus*. Their effectiveness is linked to several factors, such as the correct number of defense equipment, timely and appropriate placement of trap trees, records, regular inspections, timely and thorough remediation. The work was focused not only on the effectiveness of classical trap trees, but also on their influence on the size of bark beetle foci. The work also focused on the difference in the efficiency of spring and summer series trap trees, on the comparison of bark beetle wheel sizes in different periods, on different number of captured beetles in trap trees and revised trees from incidental logging, on total number of bark beetles in incidental loggings, and on the species spectrum of captured bark beetle. The data collection took place in 2019 and 2020, in the locality of the Vacíkov forests that partially extend into the Brdy Protected Landscape Area (CHKO Brdy). For the capture of bark beetles, classic trap trees were used, which were subsequently processed by the harvester technology. The location and number of defensive measures depended on the calamity base. A total of 130 traps were laid for our research purposes during the monitored period, and 75 bark beetle trees from random loggings were revised. In two years, 62 bark beetle wheels were registered in the given area.

Key words: Trap trees, *Ips typographus* (European spruce bark beetle), Norway spruce (*Picea abies*), calamity base

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat především mému vedoucímu práce prof. Ing. Jaroslavu Holušovi, Ph.D. nejen za trpělivou pomoc při konzultacích, ale i za to, že si mě vzal pod svá ochranná křídla hned poté, co jsem nastoupil na univerzitu a moc si jeho pomoci cením. Chtěl bych poděkovat organizaci LČR za umožnění sběru dat na jejich území. Dále pak bych chtěl poděkovat za spolupráci pracovníkům LZ Konopiště na polesí Vacíkov, jmenovitě Ing. Tomáši Čabrádkovi a Bc. Michalu Haníkovi. V neposlední řadě patří poděkování mé rodině a přítelkyni za trpělivost, kterou se mnou měli při psaní bakalářské práce, a za neustálou podporu.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Rozbor problematiky.....	12
2.1	Lýkožrout smrkový	12
2.2	Smrk ztepilý	13
2.2.1	Symptomy napadeného stromu	14
2.3	Kontrola a ochrana smrkových porostů	15
2.3.1	Základní stav	15
2.3.2	Zvýšený stav.....	16
2.3.3	Kalamitní stav	16
2.3.4	Feromonové lapače	18
2.3.5	Klasické lapáky	19
2.3.6	Otrávené lapáky	22
2.4	Porovnání lapáků a stojících kůrovcových stromů	23
3	Metodika	24
3.1	Popis studovaného území.....	24
3.2	Stav populace kůrovců v okrese Příbram.....	25
3.2.1	Příprava lapáků.....	27
3.2.2	Revize lapáků.....	27
3.3	Příprava kůrovcových stromů	28
3.3.1	Revize kůrovcových stromů.....	28
3.4	Výpočet brouků na stromě	29
3.4.1	Výpočet pro jednotlivé sekce	29
3.4.2	Výpočet plochy nedořezu.....	29
3.4.3	Přepočet množství brouků na m ³	30
3.4.4	Vzorec pro výpočet podílu odchycených kůrovců	30
3.5	Uspořádání dat	30
3.6	Statistické výpočty	31

4	Výsledky	32
4.1	Počty kol	32
4.2	Kůrovcová ohniska v I. sérii v roce 2019.....	32
4.3	Kůrovcová ohniska ve II. sérii v roce 2019	33
4.4	Kůrovcová ohniska v I. sérii v roce 2020.....	34
4.5	Srovnání kůrovcových kol bez rozdílů s nebo bez lapáku	36
4.5.1	Objem kůrovcových kol v roce 2019	36
4.5.2	Objem kůrovcových kol v roce 2020	37
4.5.3	Objem kůrovcových kol přezimujících generací.....	38
4.5.4	Objem kůrovcových kol dceřiných generací.....	39
4.6	Počet brouků na lapácích a stojících stromech.....	40
4.6.1	Odchycení kůrovci v roce 2019	40
4.6.2	Odchycení kůrovci v roce 2020	42
4.7	<i>I. typographus</i> v nahodilých těžbách mezi lety 2019 a 2020	44
4.8	Zachycená populace pomocí lapáků	45
5	Diskuse.....	46
5.1	Druhové spektrum lýkožroutů.....	46
5.2	Velikost kůrovcových kol s lapáky nebo bez.....	46
5.3	Velikost kůrovcových kol	46
5.4	Počty brouků v lapácích a revidovaných stromech.....	47
5.5	Porovnání lapáků jednotlivých sérií.....	47
5.6	Srovnání nahodilých těžeb z roku 2019 a 2020	48
5.7	Závislost podílu odchycené populace lýkožroutů na počtu lapáků.....	48
6	Závěr	49
7	Seznam použité literatury.....	50

1 Úvod

Smrkové porosty jsou v dnešní době ohrožovány mnoha faktory, ať už se jedná o abiotické činitele jako extrémní teplo a s ním spojené sucho, nebo narůstající populace jejich škůdců. Nejhlavnější škůdce smrkových porostů, zejména v porostech starších 60 let (Zahradník a kol. 2014), je *Ips typographus* (lýkožrout smrkový), který dělá lesníkům v posledních letech nemalé problémy.

Při namnožení populace *I. typographus* vzniká kůrovcová kalamita. Nynější kůrovcová kalamita na území České republiky trvá již od roku 2003 (Zahradník 2019), ale k největší expanzi došlo v roce 2015, který byl teplotně extrémní a vlivem sucha došlo k oslabení smrkových porostů a tím i dalšímu namnožení lýkožrouta. Každoročně stoupá množství vytěženého kůrovcového dříví a prognózy naznačují, že tento trend bude i nadále pokračovat (CZECH FOREST think tank 2020).

Na obranu proti *I. typographus* používají lesníci obranná opatření, jako jsou lapáky, otrávené lapáky a stromové lapáky (vyhláška MZe 76/2018). O účinnosti těchto obranných opatření víme velmi málo a často je i jejich účinnost zpochybňována. Mnoho lesníků tvrdí, že obranná opatření, zejména pak lapáky, jsou nejen neúčinná, ba naopak napomáhají k nárůstu populace lýkožrouta. Dále pak tvrdí, že při položení lapáku do porostu docílí akorát toho, že si do daného porostu brouka nalákají a v okolí položeného lapáku se vytvoří kůrovcové kolo. Proto se v praxi poslední dobou od této klasické metody obrany proti *I. typographus* upouští a je nahrazována alternativními metodami.

Naším cílem bylo zjistit, jak moc položené lapáky napomáhají ke zvětšování kůrovcových ohnisek a jak velký podíl populace *I. typographus* dokážou vychytat lapáky umístěné v kůrovcových kolech.

2 Rozbor problematiky

2.1 Lýkožrout smrkový

Lýkožrout smrkový, *Ips typographus* (Linnaeus 1758), je brouk (Coleoptera) z čeledi nosatcovitých (Curculionidae), spadající do podčeledi kůrovcovitých (Scolytinae) a jedná se o podkorního škůdce.

Lýkožrout smrkový je typický sekundární škůdce, který napadá zvláště čerstvě pokácené, bořivým větrem vyvrácené nebo oslabené stojící stromy. Pokud se populace rozroste natolik, že dojde k jeho přemnožení, začne nalétávat i na zdravé či mladší stromy (Amann 1995). Obsazuje silnější kmeny stromů, a to od bazální části až po vrchol. Jen nejslabší části kmene, které nejsou pro lýkožrouta smrkového tolik atraktivní, přenechává jiným druhům kůrovců (Zumr 1995).

Ips typographus je eurosibiřský druh, vyskytující se ve střední Evropě v horských smrčínách (Křístek, Urban, 2004). V dnešní době se společně s *Ips amitinus* (Eichhoff 1871) vyskytuje ve všech polohách a všude tam, kde je vysazován smrk ztepilý a oba druhy mají stejný generační vývoj (Holuša a kol. 2012). V polohách do 700 m n. m má lýkožrout dvě generace do roka, ve vyšších polohách pouze jednu generaci (Zahradník a kol. 2014). Při příznivějších klimatických podmínkách, kdy je časný nástup jara a dlouhé teplé léto, mívá lýkožrout navíc ještě jednu generaci. První rojení je závislé na počasí a nadmořské výšce, většinou nastává v druhé polovině dubna, v horských polohách o měsíc později. Druhé rojení začíná koncem června a případné třetí rojení na konci srpna. Při rojení samice zakládají sesterské generace, a to na stejném nebo na jiném stromě (Zahradník a kol. 2014). Podíl samic, které se účastní sesterského rojení, se pohybuje mezi 10 % - 90 % (Zahradník, Geráková 2010). V závislosti na stavu vývoje a průběhu počasí přezimují larvy a kukly v opadané kůře nebo pod kůrou stromu (Zahradník a kol. 2014). Dospělí brouci přezimují v hrabance v blízkosti napadených stromů (Amann 1991).

Dospělí jedinci mohou dosahovat rozměrů mezi 4 až 5,5 mm, jejich barva bývá tmavohnědá až černohnědá, lesklá. Po stranách jsou dlouze zlatavě ochlupení (Křístek, Urban, 2004). Na zkoseném konci krovek jsou čtyři páry typicky uspořádaných zubů. U škůdce není výrazný sexuální dimorfismus (Zahradník a kol. 2014).

Na kmen stromů nalétávají jako první samci, kteří pod kůrou stromu vytvoří prostor pro páření se samicemi, tzv. snubní komůrky. Samec vypouští feromony, zejména 2-metyl-3-buten-2-ol (Zahradník a kol. 2014). Samec dokáže nalákat do snubní komůrky 1 až 3 samice. Samice po oplodnění začnou vytvářet matečné chodby, které mají stejný směr s podélnou osou kmene. Matečné chodby jsou rovné, 6-10 cm dlouhé a 3 až 3,5 mm široké (Křístek, Urban, 2004). Takzvaný požerek je vytvářen systémem matečných chodeb, bývá jednoramenný až tříramenný, ve výjimečných případech i čtyřramenný (záleží na počtu přilákaných samic). Během kladení vajíček jsou samičky opakovaně oplodňovány (Křístek, Urban, 2004).

Samice kladou každý den 1 až 2 vajíčka a během života to bývá 20-100 (v průměrně 60) vajíček (Křístek, Urban, 2004). Kladení vajíček zabere samici přibližně týden. Po 6-18 dnech se z vajíček líhnou larvy, které vytvářejí larvové chodby (až 6 cm dlouhé). Vývoj larvy je zpravidla dlouhý 4-5 týdnů, poté se larva zakuklí. Stádium kukly je okolo 8 dnů. Vylíhnutí brouci prodělávají zralostní žír na místě svého vylíhnutí. Po 2 až 3 týdnech je brouk zcela vyvinutý. Celkový vývoj nového jedince trvá nejčastěji 6 až 10 týdnů (Zahradník a kol. 2014).

2.2 Smrk ztepilý

Smrk ztepilý (*Picea abies*) spadá do rodu *Picea*, který zahrnuje vždyzelené jehličnaté stromy se špičatou kuželovitou korunou. Jedná se o jednodomé dřeviny, jejichž jehlice vyrůstají jednotlivě na výstupcích listových polštářků (Musil 2007). Na našem území je autochtonní pouze jeden druh rodu *Picea*, a to smrk ztepilý (Úradníček, Chmelař 1998)

Smrk ztepilý patří mezi nejdůležitější hospodářské dřeviny jak u nás v České republice, tak i v ostatních státech střední Evropy. Nabývá rozměrů 40-60 metrů do výšky (Blaženeček a kol. 2015) a až 1,5 metru tloušťky kmene (Fér, Pokorný 1993). Průměrný věk dožití je 300 až 400 let, v ojedinělých případech i 600 let (Musil 2007). V současné době druhová skladba smrku ztepilého v lesích na našem území tvoří 50 %, přičemž je žádoucí snížit zastoupení této dřeviny na doporučenou skladbu, a to 36,5 % (Vacek a kol. 2018). Přirozená skladba smrku by tvořila zhruba 11 % v lesích ČR. (Musil 2007).

Ve střední Evropě je smrk ztepilý původně dřevinou horských poloh, kde tvoří horní lesní a stromovou hranici (Vacek a kol. 2018). Areál rozšíření smrku určuje především teplota. Smrk velmi dobře snáší nízké teploty a zimní mrazy ho takřka nepoškozují, na rozdíl od vysokých teplot. Smrk ztepilý je náročný na vodu a na její nedostatek je velice citlivý

(Blaženec a kol. 2015). Pro smrk a jeho přirozený výskyt tedy není limitující nadmořská výška, ale chladné klima s dostatečnou zásobou půdní vody (Vacek a kol. 2018). Může být pěstován i na velmi vlhkých půdách, např. na rašeliništích (Blaženec a kol. 2015). Co se týče vhodného klimatu pro smrk, tak optimální průměrná roční teplota je okolo 6 °C a úhrn srážek ve vegetační době v rozmezí 490-580 mm. (Musil 2007). Dlouhodobý srážkový deficit totiž snižuje celkovou vitalitu smrkových porostů a tím pádem i celkovou obranyschopnost (Zahradník, Knížek 2016). Zdravotní stav u smrku lze nejlépe pozorovat na jeho koruně a míře její defoliace (Blaženec a kol. 2015).

Smrk obecně není příliš náročný na bohatost půdy, což dokazuje, že dokáže růst i na chudých půdách, které jsou převážně kyselé, a může být pěstován i na velmi vlhkých půdách, např. na rašeliništích (Blaženec a kol. 2015). Stagnující voda však způsobuje zastavení růstu kořenového systému, a tím se snižuje stabilita porostů vůči silnému větru. Smrkové porosty často podléhají bořivým větrům, jelikož jejich kořenový systém je rozprostřen po povrchu, a proto nedostatečně ukotvuje strom pevně v půdě (Vacek a kol. 2018).

Česká republika spadá pod hercynsko-karpatskou oblast výskytu smrku (Úradníček, Chmelař 1998), přičemž přirozené smrčiny na našem území se dělí na horské klimatické smrčiny, které vystihuje chladné horské klima, a na podmáčené smrčiny, které můžeme nalézt na původních rašeliništích (Musil 2007). Nejhojnější rozšíření smrku se nachází na českých horách, například na Šumavě, v Krkonoších, Českém lese, a také ve vnitrozemských pohořích jako jsou Slavkovský les, Českomoravská vrchovina nebo Brdy (Úradníček, Chmelař 1998).

2.2.1 Symptomy napadeného stromu

Lýkožrout smrkový napadá především monokulturní smrkové porosty starší 60 let (Zahradník, Geráková 2010), ale při nárůstu populace dochází k tomu, že napadá i mladší porosty (Lubojacký, Knížek 2019). Zvláště vhodným šlechtitelským materiálem pro *I. typographus* bývají stromy pokácené při větrných kalamitách (Komonen a kol. 2011). Prvním příznakem poškození stromu škůdcem jsou jemné, oranžové až rezavé drtinky na patě kmene (Zahradník, Knížek 2016), které vypadávají ze závrtových otvorů (Zahradník a kol. 2014). Mohou se vyskytovat výronky pryskyřice na místech, kde se první samci snažili navrtat kůru stromu (Zahradník, Geráková 2010), ale v případě, kdy je strom

oslaben suchem, často nedochází k výronu pryskyřice a zalévání brouků (Lubojacký, Knížek 2019).

Po silném napadení stromu dochází k destrukci lýka (Amann 1991) a defoliaci. Asimilační orgány stromu (jehlice) mění barvu do šedozelena, poté reziví a odpadají (Zahradník a kol. 2014). Na místě primárního náletu (rozhraní koruny a kmene) po čase dochází k odpadání menších částí kůry a vznikají tzv. zrcátka. Později kůra odpadá z téměř celého kmene stromu (Zahradník, Knížek 2016). Opad kůry mohou urychlit povětrnostní podmínky a hmyzožraví ptáci (Zahradník a kol. 2014).

2.3 Kontrola a ochrana smrkových porostů

Monitoring a ochrana smrkových porostů proti podkorním hmyzím škůdcům se provádí v porostech starších 60 let, kde zastoupení smrku je 20 % a více (Zahradník a kol. 2014). Jelikož je *I. typographus* klasifikován jako kalamitní škůdce, je každý vlastník nebo uživatel lesních pozemků povinen stav jeho populace sledovat (vyhláška MZe ČR č. 101/1996 Sb., § 3). Důležitým preventivním opatřením při ochraně proti hmyzím škůdcům je včasné odstranění atraktivního materiálu pro jejich rozmnožení, zejména polomů a těžného dříví před výletem přezimující generace (Lubojacký, Knížek 2019).

Dojde-li k přemnožení kalamitních škůdců, jsou majitelé lesních pozemků povinni zavést obranná opatření (Knížek, Zahradník 2004). Na základě poškození lesních pozemků rozlišujeme tři stavy populace *I. typographus*.

2.3.1 Základní stav

Je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru nepřekročil 1 m³ na 5 ha smrkových porostů, a nedocházelo k vytvoření ohnisek výskytu (přílohy č. 2 vyhlášky č. 79/1996 Sb.).

- **Kontrola v základním stavu**

Při základním stavu populace *I. typographus* nejvíce využíváme pochůzkovou metodu monitoringu (Knížek, Zahradník 2004). Pochůzku lesem provádíme celoročně a snažíme se okulárně vyhledat škodlivé činitele (Forst a kol. 1895). Vyhledáváme aktivně napadené stromy a umisťujeme lapáky a lapače do potenciálně ohrožených porostů (Zahradník 2014).

2.3.2 Zvýšený stav

Je početní stav lýkožrouta, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru dosáhl nebo překročil 1 m³ na 5 ha a zároveň nedosáhl 5 m³ na 5 ha smrkových porostů, ale již došlo k vytvoření ohnisek výskytu (přílohy č. 2 vyhlášky č. 101/1996 Sb.). Tento stav upozorňuje na možnost kalamitního přemnožení – gradace populace lýkožrouta (Zahradník a kol. 2014).

- **Kontrola ve zvýšeném stavu**

Při zvýšeném stavu důsledně vyhledáváme na pochůzkách aktivně napadené stromy a včas tyto stromy asanujeme (Knížek, Zahradník 2004). Dále kontrolu provádíme za pomoci lapáků a feromonových lapačů, které instalujeme na paseky po bořivém větru, na osluněné porostní stěny či do ohnisek výskytu (Zahradník a kol. 2014). Tato kontrolní zařízení (lapáky, lapače) klademe v nejhroženějších místech v průměru jedno kontrolní zařízení na 5 ha plochy porostu (Forst a kol. 1895).

2.3.3 Kalamitní stav

Je početní stav lýkožrouta, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru dosáhl nebo překročil 5 m³ na 5 ha smrkových porostů, a způsobuje rozsáhlá poškození lesních porostů na stěnách nebo vznik ohnisek uvnitř lesních porostů až plošné napadení lesních porostů (přílohy č. 2 vyhlášky č. 101/1996 Sb.).

- **Kontrola v kalamitním stavu**

Při kalamitním stavu se zaměřujeme hlavně na ochranu (Zahradník a kol. 2014), a to v podobě pokládání odchyťových zařízení, jejichž počet se stanovuje pro každé ohnisko výskytu zvlášť (přílohy č. 2 vyhlášky č. 101/1996 Sb.). Nejdůležitější je v co nejkratším čase nalézt, zpracovat nebo asanovat napadený materiál (Knížek, Zahradník 2004).

Odchyťová zařízení slouží jako přímá obranná opatření při ochraně lesa i jako prostředek pro zjištění výskytu, stavu vývojové fáze škůdce a termínů pro včasnou ochranu (vyhláška 76/2018 Sb.). Mezi odchyťová zařízení řadíme zejména feromonové lapače, lapáky a otrávené lapáky (ČSN 48 1000, 2005). V základním stavu se výskyt lýkožrouta smrkového zjišťuje pomocí kontrolních opatření, tedy lapáků nebo feromonových lapačů. Kontrolní opatření se instalují (pokládají) v jarním a letním období, a to v počtu minimálně jednoho kontrolního opatření na každých 5 ha lesních porostů, které jsou starší 60 let a jejich zastoupení smrku je nad 20 % (Martinek 1960).

Ve zvýšeném a kalamitním stavu využíváme pro stanovení vhodného počtu odchyťových zařízení tzv. kalamitního základu pro jarní měsíce (ČSN 48 2711 1953), či postupujeme podle počtu nalezených kůrovců v lapačích, nebo dle míry napadení lapáků (pro letní měsíce) (Zahradník, Knížek 2016). Kalamitním základem rozumíme „objem včas zpracovaného kůrovcového dříví v m³ za období od 1. srpna do 31. března následujícího roku“ (přílohy č. 2 vyhlášky č. 101/1996 Sb., Martinek 1960). Jarní počet obranných zařízení se stanovuje z kalamitního základu jakožto $\frac{1}{10}$ objemu včas zpracovaného kůrovcového dříví (ČSN 48 1000 2005) a k tomuto počtu se přidá jedno odchyťové zařízení na každý započatý 1 m³ kůrovcového dříví, které již lýkožrout nově částečně nebo zcela opustil (vyhláška č. 76/2018 Sb.). Anebo se k takto získanému počtu, přidává 1-2násobek částečně nebo úplně vylétlého dříví z kalamitního základu (Pfeffer 1961).

2.3.4 Feromonové lapače

2.3.4.1 Obecný popis

Feromonový lapač je odchytné zařízení sloužící k zachycení určitého druhu kůrovce pomocí feromonové návnady (Knížek, Zahradník 2004). Jako feromonové návnady se nejčastěji využívají feromonové odparníky (Kula 2014), které obsahují agregační (shromažďovací) feromony pro příslušný druh a zajišťují samovolné rozptýlení látky do ovzduší (Knížek, Zahradník 2004). Takovými látkami jsou atraktanty, které vylučuje např. zlom (Holuša a kol. 2015). Aby nedocházelo k vysílání varovných feromonů odchytnými lýkožrouty, přidávají se do feromonových lapačů také protizápachové stabilizátory Antismell (Kula 2014).

2.3.4.2 Umístění

Lapače se umísťují na ohrožená místa v porostu tak, aby se nesdružovaly a vzdálenost od nejbližšího smrku (staršího 40 let) nebyla menší než 10 m a od porostní stěny kratší než 25 m (Forst a kol. 1985), přičemž za normálních okolností je optimální rozstup mezi lapači 20 m (Zahradník, Geráková 2010). Feromonové lapače nesmí být umísťovány do míst s nezpracovaným kalamitním dřívím, které je stále atraktivní pro kůrovce (Forst a kol. 1985). Bylo zjištěno, že do odchytného zařízení, které je orientováno jižním směrem, se chytí 4krát více jedinců než do lapačů orientovaných na sever (Wermelinger 2004).

2.3.4.3 Kontrola

Kontrola lapačů se provádí v rozmezí 7-14 dnů (Zahradník, Knížek 2016). U každé kontroly lapačů zjišťujeme počet brouků, na základě kterého stanovujeme stupeň odchytnu, a to zejména v jarních měsících před prvním rojením lýkožrouta (Zahradník a kol. 2014). Počty odchytných lýkožroutů podléhají místním podmínkám jako je expozice, teplota a další (Wermelinger 2004). Při kontrole lapačů určujeme tři stupně napadení: slabý, střední, silný. Když počty odchytných jedinců nepřesáhnou 1 000 kusů za sledované období, považujeme to za slabý stupeň odchytnu (Knížek, Zahradník 2004). Pokud je početní hustota v intervalu od 1 000 po 4 000 jedinců, hovoříme o středním stupni odchytnu, a o silném stupni mluvíme, když počty odchytných jedinců přesáhly 4 000 kusů za sledované období (Zahradník, Knížek 2016). Takto stanovené stupně odchytnu pomáhají ke stanovení počtu obranných opatření (Zahradník a kol. 2014). V základním stupni se lapače přemisťují na vhodnější místa

nebo se úplně zruší, ve středním stupni zůstává jejich počet nezměněn a při silném stupni se jejich počet navyšuje dle aktuální potřeby (Blaženec a kol. 2015).

2.3.5 Klasické lapáky

2.3.5.1 Obecně

Lapáky jsou nejznámější metodou ke kontrole a obraně proti *I. typographus* a jejich využití je známé již z 30. let 19. století (Kula 2014). Počáteční funkce lapáků je založena na sesychání lýka pokácených stromů, přičemž se do ovzduší uvolňují primární atraktanty. Takto na sebe odchytné zařízení láká první samčí jedince *I. typographus*, kteří následně po závrtu v kůře vypouštějí agregační (shromažďující) feromony, které patří pod sekundární atraktanty (Wermelinger 2004).

Lapák je definován jako strom, který je pokácený, odvětvený a následně těmito větvemi zakrytý po celé délce kmene (ČSN 48 1000, 2005), aby nedocházelo k rychlému vysychání kůry a lapák byl po delší čas atraktivní pro lýkožrouta (Franz 1948). To však neznamená, že za lapák jakožto obranné zařízení nemůžeme považovat pouze pokácený strom, který nebyl odvětven a ani jinak upravován (Zahradník, Zahradníková 2019). Jako klasický lapák označujeme tedy zdravý, větvemi zakrytý dospělý smrk nebo jenom jeho část, který je atraktivní pro lýkožrouta smrkového (Pfeffer 1952). Lapáky jsou káceny před začátkem rojení lýkožrouta smrkového, podléhají evidenci (Forst a kol. 1985) a jsou pokáceny tak, aby byly připraveny pro jeho kontrolu a odchyt (Pfeffer 1952). Další variantou je možnost využití čerstvých vývrátů a zlomů jakožto lapáků. Jsou-li porosty oslabené suchem nebo je v nich malý podíl zdravých jedinců smrku ztepilého, lze jako lapáky využít i oslabené nebo poškozené stromy. Ale jejich atraktivitu je nutné uměle zvýšit pomocí feromonových odparníků (Kula 2014). Při evidenci každého položeného lapáku se zaznamenává číslo lapáku, datum položení, poloha v porostu, posléze stupeň napadení a způsob, jakým se bude lapák asanovat (Zahradník a kol. 2014).

Rozlišujeme tři stupně napadení: základní stav, střední a silný nálet (Zahradník, Geráková 2010). Stupeň napadení se u lapáků určuje z počtu závrtů v nejsilněji napadené části kmene (Blaženec a kol. 2015) o výměře nejméně 20 dm² (Forst a kol. 1985). Získaný počet se přepočítává na 1 dm² plochy kmene (Kula 2014). O základní stav se jedná tehdy, pokud přepočtený počet závrtů na 1 dm² je menší než 0,5 závrtů. O středním náletu hovoříme, pokud přepočet vychází v rozmezí 0,5-1,0 závrtů na

1 dm² a o silném náletu, když přepočít přesáhne hodnotu 1,0 závrťů na 1 dm² plochy lapáku (Zahradník, Knížek 2016).

2.3.5.2 Výběr vhodného stromu pro lapák

Při pokládání lapáků nikdy nekácíme silně zasmolené stromy, stromy se zkvašeným lýkem a suché stromy, tzv. souše (Kula 2014). Tloušťka kůry vhodného stromu by měla mít minimálně 2,5 mm a ideálně 5,0 mm (Holuša a kol. 2017). Z dlouhodobého pozorování bylo zjištěno, že nejvhodnější je kácet úrovňové stromy za účelem lapáku (Blaženec a kol. 2015). Výčetní tloušťka takového stromu by neměla být menší než 20 cm a optimální tloušťka by měla být v rozmezí 30-35 cm (Kula 2014). Avšak platí, že čím je větší tloušťka lapáku, tím je větší obsazení lapáku (Holuša a kol. 2017). Jako lapáky se nedoporučuje kácet smrky z horských poloh a z okrajů rašelinišť (Kula 2014).

2.3.5.3 Počty potřebných lapáků

Stromy, které slouží jako lapáky, se pokládají ve dvou sériích (přílohy č. 2 vyhlášky č. 101/1996 Sb.). První série lapáku se pokládá přibližně 8 týdnů před prvním jarním rojením (Kula 2014). Nejvhodnější období pro kácení první série je tedy v měsících únor a březen s ohledem na klimatické podmínky (Zahradník, Geráková 2010). V horských polohách je možné lapáky pro jarní rojení pokládat i na podzim, kdy přes zimu jsou pokryté sněhem. Existuje však riziko tání sněhové pokrývky z lapáků, což zapříčiní jejich neúčinnost (Blaženec a kol. 2015). Z tohoto důvodu se kácení lapáků na podzim nedoporučuje (Knížek, Zahradník 2004). Počty odchyťových zařízení, tedy i lapáků pro včasné zachycení přezimující generace se odvíjí z celkového počtu potřebných obranných zařízení pro daný porost, který se stanovuje z kalamitního základu (Blaženec a kol. 2015). Výsledný počet se stanovuje na základě výpočtu viz odchyťová zařízení. Dojde-li při kontrole lapáků ke zjištění, že jsou plně obsazené, pokácíme další lapáky (Zahradník a kol. 2014). Při zjištění středního a silného stupně napadení na lapácích I. série se položí ihned po ukončení rojení další lapáky v počtu jedné desetiny (Švestka et al. 1996) až jedné pětiny z celkového počtu lapáků I. série pro zachycení sesterské generace (Forst a kol. 1985).

Lapáky II. série se připravují zpravidla jeden až dva týdny před začátkem letního rojení, které většinou bývá na přelomu června a července (Zahradník, Geráková 2010). Příprava lapáků II. série by měla být průběžná a započít dříve, než se bude asanovat předchozí série (Knížek, Zahradník 2004). Počet lapáků potřebných pro II. sérii se stanovuje ze stupně

napadení lapáků předchozí série, který zjistíme jiným způsobem než u feromonových lapačů (Zahradník a kol. 2014).

Při základním stupni napadení lapáků I. série se lapáky používají jakožto kontrolní zařízení a jejich kontrola se může ukončit (Kula 2014). Z toho důvodu se lapáky II. série nemusí pokládat, popřípadě se pokládají v menším množství a již jen jako kontrolní zařízení. Při středním náletu se ve II. sérii pokládá polovina lapáků z I. série. Stanoví-li se stupeň napadení jako silný, pokládá se stejný počet lapáků jako v I. sérii nebo se jejich množství navýší vzhledem k aktuální situaci (Knížek, Zahradník 2004).

2.3.5.4 Umístění lapáků

U lapáků se nezohledňuje žádná bezpečná vzdálenost od lesa a je tedy možné je pokládat přímo do porostu (Knížek Zahradník 2004). Lapáky pokládáme samostatně, a to v počtu maximálně 4 ks na hektar (Polák 2004) nebo pomocí metody hromadných lapáků, kdy se pokácí velký počet lapáků na jednom místě (Bárta 2017). Lapáky I. série se pokládají na okraje porostů tak, aby dvě třetiny z celkového počtu lapáků byly na osluněném místě a zbylá jedna třetina ležela v polostínu (Forst a kol. 1985). Lapáky umístěné v polostínu se vyznačují pomalejším vysycháním, čímž zůstávají déle atraktivní pro kůrovce a mohou zachytit i sesterskou generaci (Kula 2014). Zato lapáky umístěné na osluněných plochách vykazují větší nalétnutí (Blaženec a kol. 2015).

2.3.5.5 Kontrola lapáků

S kontrolou lapáků I. série se začíná v polovině dubna, v polohách s vyšší nadmořskou výškou v polovině května (Forst a kol. 1985). Lapáky se kontrolují jednou za týden nebo jednou za deset dní (Knížek, Zahradník 2004). U každé kontroly lapáků kontrolujeme a zaznamenáváme vždy jejich obsazení a stádium vývoje nového brouka (Zahradník a kol. 2014). Na základě stadia vývoje nového jedince se přikročuje k asanaci obranných zařízení (Blaženec a kol. 2015).

2.3.5.6 Asanace lapáků

Asanace kůrovcového dříví či lapáků se provádí dvěma způsoby, a to mechanicky nebo chemicky (Zahradník, Geráková 2010). Při slabém náletu lýkožrouta v lapácích bylo dříve možné použít jako asanaci včasný odvoz lapáků (Blaženec a kol. 2015). Mechanická asanace může být buď strojní (odkorňovací hlavice, mobilní sklady), ruční (škrabáky) nebo kombinovaná (adaptéry na motorovou pilu) (Zahradník, Geráková

2010). Odkorněné části se pokládají tak, aby byly vždy lýkovou částí nahoru a došlo k zaschnutí lýka a populace kůrovců. Při pozdější asanaci je nutné odstraněné části kůry a lýka spálit (Forst a kol. 1985). Tato metoda je velice účinná a provádí se do stádia larev. Chemická asanace spočívá v použití insekticidů. Insekticidy aplikujeme po celém kmene lapáků a za sucha. Aplikovaný postřik vydrží nejméně 8 týdnů. Chemickou asanaci je možné provádět v jakémkoliv stádiu a je velmi účinná (Zahradník, Geráková 2010). Správná a včasná asanace lapáků je důležitá pro efektivnost této metody (Knížek, Zahradník 2004). Asanace lapáků se provádí, když na lapácích zjistíme stádium vajíček, ale nejpozději v posledním stádiu larev či kukel. Hraničním termínem je asanace ve stádiu brouka (Blaženec a kol. 2015). Zde je velké riziko, že se asanace bude provádět na brouky opuštěném lapáku, a tudíž bude neúčinná (Knížek, Zahradník 2004).

2.3.6 Otrávené lapáky

Otrávenými lapáky se rozumí pokácený a odvětvený smrk v celé délce nebo jenom jeho výřezy o optimální délce 4 m (Knížek, Zahradník 2004). Tyto lapáky a výřezy jsou v celé délce chemicky ošetřeny schválenými insekticidy. Aplikace insekticidů se opakuje jednou za osm týdnů (Zahradník, Knížek 2016). Otrávené lapáky nejsou samy o sobě schopny zachytit masivní nálety lýkožroutů, protože brouci po usednutí na lapák hynou dříve, než začnou produkovat sekundární (agregační) feromony (Kula 2014). Proto se na tato obranná zařízení umísťují feromonové odparníky, které se pravidelně vyměňují (Zahradník, Knížek 2016).

Nejčastější variantou používání otrávených lapáků jsou tzv. trojnožky. Trojnožkou rozumíme tři kmeny o výřezu 1-2 m s ideálním průměrem 20 cm. Tyto kmeny jsou v horní části spojeny železným trojzubcem, hřebíky nebo drátem (Lubojacký, Holuša 2011). Feromonový odparník se u trojnožek umísťuje pod jejich vrchol (Knížek, Zahradník 2004).

Otrávené lapáky se umísťují do špatně přístupných míst s bezpečnostním rozmístěním 6 m od sebe. Pro správnou efektivnost feromonových odparníků je důležité, aby lapák nezarostl buřeni (Zahradník, Geráková 2010).

Kontrola trojnožek nebo otrávených lapáků se neprovádí, protože nedochází k závrtům sameček a kontrola je čistě orientační (Kula 2014). Pro kontrolu se pod lapáky pokládají plachty nebo voskový papír, na kterém se poté zjišťuje počet uhynulých jedinců (Knížek, Zahradník 2004). Tento počet je ale pouze orientační, protože mohlo dojít

k odstranění jedinců z plachet pomocí větru, deště nebo hmyzožravých živočichů (Zahradník, Knížek 2016).

2.4 Porovnání lapáků a stojících kůrovcových stromů

Lýkožrout smrkový napadá za normálních podmínek většinou stojící stromy jen tehdy, pokud jsou oslabené nebo poškozené. Tyto smrky mají na rozdíl od silných jedinců sníženou schopnost obrany vůči náletu kůrovce (Blaženec a kol. 2015). K oslabení smrkových porostů a následnému namnožení populace *I. typographus* dochází povětšinou po narušení porostu bořivými větry, kdy v porostu vznikají zlomy a vývraty (Kula 2014). Větrné disturbance, při kterých vzniká velké množství potenciálního materiálu pro rozmnožování, umožňují namnožení kůrovce. Přebytek materiálu snižuje silnou intraspecifickou konkurenci, která obvykle omezuje reprodukční úspěch kůrovců (Komonen a kol. 2011).

Ačkoli u obhospodařovaných lesů je mortalita smrku způsobená kůrovcem dvakrát nižší než u lesů bez lidské činnosti, při vypuknutí kůrovcové kalamity nemají ochranná opatření zjevný vliv její průběh (Grodzki a kol. 2003). V prvním roce po větrné kalamitě kůrovci napadají poškozené, vyvrácené stromy, přičemž brouci z druhého rojení se rozmnožují i na stojících stromech, kde přezimují pod kůrou častěji než v hrabance. V druhém roce jsou pak napadány stojící stromy (Komonen a kol. 2011). Na stojících stromech může být 300-400 matečných chodeb na m² (Holuša, Lukášová 2017). Avšak reprodukční úspěch je významně větší u větrem pokácených stromů oproti stojícím stromům. To je způsobeno aktivní obranou stojících stromů (Komonen a kol. 2011).

K oslabení a k ztraktivnění smrkového porostu pro lýkožrouta napomáhá i napadení václavkou (*Armillaria* sp.). Stromy napadené václavkou mají vyhníly kořenový systém a jsou nedostatečně zásobovány vodou. To napomáhá *I. typographus* překonat jeho obranné mechanismy a následný nálet (Holuša a kol. 2015). Naopak je tomu u lapáků, které se kácí ze stromů napadených václavkou. Takové lapáky velmi rychle vysychají a ztrácejí tak schopnost lákat další jedince, proto zachycují málo jedinců *I. typographus* (Kula 2014).

Efektivitu lapáků ovlivňuje i samotná populace lýkožrouta smrkového. Při malé populaci a dobrém zdravotním stavu stromů brouci vyhledávají vhodné stromy v porostu. Tím pádem kůrovci přednostně obsazují připravené lapáky a dochází k jejich účinnému odchytu a asanaci (Holuša a kol. 2017). To neplatí při vysoké početnosti lýkožroutů. Je-

li v dané lokalitě velká populace kůrovců, dochází k tomu, že brouci nevyhledávají oslabené stromy nebo lapáky, ale kolonizují stromy poblíž stávajícího napadení, protože lýkožrouti ve velkých populacích jsou schopni zdolávat i odolnější stromy (Kausrud et al. 2011), vytvářejí ohniska žíru a lapáky ztrácejí na účinnosti (Holuša a kol. 2017).

Některé práce však poukazují na výrazně pozitivní vliv lapáků na snížení narůstající populace lýkožrouta smrkového. Přesto masové použití lapáků nepřináší vždy adekvátní výsledky, zvláště pak v porostech napadených václavkou a ohrožených suchem. V těchto porostech je lepší se zaměřit na vyhledávání aktivně napadených stromů a jejich včasnou asanaci (Blaženec a kol. 2015). Bylo také prokázáno, že lapáky I. série pokládané v jarních měsících jsou účinnější než lapáky pozdějších sérií v letních měsících. Lapáky II. a III. série mívají často srovnatelnou účinnost (Lubojacký, Holuša 2014).

Aby lapáky správně fungovaly a zachytily co možná největší část populace, je zapotřebí kácet obranná zařízení na základě povětrnostních podmínek a vnějších vlivů prostředí. Proto není vhodné kácet lapáky k určitému datu, jak je v lesnické praxi zvykem (Holuša a kol. 2017).

Kácení, kontrola a asanace pokácených stromových lapáků je časově a finančně náročná. Především je důležitá včasná a kvalitní asanace. Pozdě nebo špatně asanovaný lapák neplní svou obrannou funkci, naopak napomáhá k intenzivnímu namnožení populace lýkožrouta (Blaženec a kol. 2015).

3 Metodika

3.1 Popis studovaného území

Území se nachází na hranicích Středočeského, Plzeňského a Jihočeského kraje v jižní části Brdského bioregionu v tzv. Jižních Brdech (Rožmitálských). Jedná se o vrchovinu s charakteristickými táhlými hřbety, tvořenými především křemennými slepenci a pískovci. Půdní profil tvoří především gleje a pseudogleje s dystrickými kambizeměmi. Půda je převážně kyselá a kamenitá (Culek 2005).

Podnebí je ovlivněno poměrně silným srážkovým stínem. Strážky se pohybují v rozmezí 550-600 mm za rok a průměrná teplota je vzhledem k ročním srážkám poměrně vysoká, a to 7,3 °C.

Nadmořská výška území je v rozmezí 420-720 m n. m přičemž nejvyšší vrcholy studovaného území dosahují 659 m n. m (Velká hora) a 651 m n. m (Petráškova hora).

Lesy v regionu polesí Vacíkov, LZ Konopiště spadají do 4. a 5. lesního vegetačního stupně a do přírodní lesní oblasti 7 - Brdská vrchovina. Přirozeně by se zde měly vyskytovat bučiny a jedliny. V současné době tvoří porosty převážně smrkové monokultury. Jedná se o lesní komplex navazující na lesy Brdské vrchoviny a na CHKO Brdy. Celková výměra námi sledovaného území je 842 ha.

3.2 Stav populace kůrovců v okrese Příbram

Stav populace kůrovců lze nejlépe vyjádřit pomocí množství vytěženého dříví v jednotlivých letech. Námi vybrané časové období je v rozmezí let 2014 až 2019, kde rok 2014 zastupuje rok s běžnými klimatickými podmínkami a roky 2015 až 2019 roky s klimatickými extrémy, jmenovitě s extrémním suchem.

Množství vytěženého kůrovcového dříví pro jednotlivé roky je následující: 2014 (3 754 m³), 2015 (9 332 m³), 2016 (13 304 m³), 2017 (23 343 m³), 2018 (64 301 m³), 2019 (304 945 m³) (graf č.1).



Graf č. 1 – Množství vytěženého kůrovcového dříví v m³ v okrese Příbram

Pro srovnání množství vytěženého kůrovcového dříví na zkoumaném polesí Vacíkov.

Jednotlivé množství vytěženého kůrovcového dříví pro vybrané roky: 2014 (478 m³), 2015 (1 822 m³), 2016 (1 174 m³), 2017 (3 814 m³), 2018 (6 822 m³), a 2019 (10 085 m³) (graf č. 2).



Graf č. 2 – Množství vytěženého kůrovcového dříví v m³ na polesí Vacíkov

Porovnání celkového vytěženého dříví v m³ na polesí v poměru k okresu.

Celkový objem vytěženého kůrovcového dříví za období 2014-2019 činil v okrese Příbram 418 979 m³ a na polesí Vacíkov 24 195 m³. Z toho vyplývá, že na polesí Vacíkov bylo vytěženo přibližně 5 % celkového objemu vytěženého dříví v okrese Příbram (graf č. 3).



Graf č. 3 – Poměr množství vytěženého kůrovcového dříví na polesí Vacíkov ku celému okresu Příbram.

3.2.1 Příprava lapáků

Při umístování lapáků jsme vycházeli z lesního zákona č. 289/1995 dle vyhlášky ministerstva zemědělství č. 76/2018 příloha č. 2. Počet stromů byl stanoven podle kalamitního základu, což je objem včas zpracovaného kůrovcového dříví v m³ za období od 1. srpna do 31. března následujícího roku.

Lapáky se umístily na místa v porostu, kde se předpokládala největší populace kůrovců. To se odvíjelo od druhu dřeviny v porostu, stáří porostu a výskytu lýkožrouta smrkového z předešlého roku. Z tohoto hlediska jsme umisťovali lapáky především na místa, kde se minulý rok objevila kůrovcová kola.

Po položení všech lapáků jsme provedli kontrolu na všech místech společně s hajným daného úseku. Při kontrole jsme se zaměřovali hlavně na to, zda kmeny nebyly poškozené během kacení a domluvili se na námi požadovaný počet lapáků ke zkoumání, vybrali pro nás nejatraktivnější stromy a vytvořili seznam, do kterého jsme posléze zapisovali čísla námi vybraných lapáků.

V roce 2019 jsme revidovali lapáky I. série i lapáky II. série i kůrovcové stromy z nahodilé těžby. V následujícím roce 2020 jsme již revidovali pouze lapáky 1. série a stromy z nahodilé těžby, protože se v tomto roce lapáky II. série nepokládaly z důvodu kůrovcové kalamity a aktivního vyhledávání kůrovcových ohnisek.

3.2.2 Revize lapáků

Samotná revize spočívala v odkornění čtyř sekcí na kmeni lapáků. První sekce ležela v rozmezí 1 až 2 m od paty kmene, druhá sekce se nacházela v polovině kmene, třetí sekce pak na počátku koruny (na rozhraní zelených a suchých větví) a čtvrtá sekce ležela uprostřed koruny ležícího stromu. Vždy jsme na lapáku vyhledali počátek nasazení koruny a začínali od třetí sekce.

Délka každé sekce byla cca 50 cm, u korunové sekce bylo někdy nutno ještě odstranit větve. Šířka sekce byla závislá na délce odkorněného prstence, ale vždy jsme se snažili oloupat kmen v daném místě, nejlépe kolem dokola, aby nezbyl žádný nedořez (pás kůry, který nelze odkornit).

Každou sekci jsme získali tak, že jsme provedli dva řezy po obvodu kmene a snažili se zachovat rozmezí mezi řezy 50 cm. Poté jsme provedli řez po svislé ose kmene mezi

obvodovými řezy a pomocí nože za využití páky odkornili sekci z místa svislého řezu po obvodu kmene.

Po odkornění všech čtyř sekcí jsme provedli zápis potřebných údajů a dat do polního zápisníku, kde jsme vyplňovali:

- číslo lapáku,
- vzdálenost sekcí od paty stromu pomocí dřevorubeckého pásma,
- šířku a délku každé sekce změřenou svinovacím metrem,
- tloušťku lýka v mm,
- zda strom v dané sekci kmen leží na zemi (L), či visí ve vzduchu (N),
- šířku nedořezu a odhad jeho napadení: napadení nedořezu jsme odhadli podle sousedních částí obsazení prstence a podle toho, zda sekce ležela či neležela na zemi a zda měla stejnou denzitu kůrovců (2), žádnou (nula) či menší (1),
- obsazení dané sekce kůrovci: určili jsme druhy kůrovců. Spočetli snubní komůrky a matečné chodby. Pro usnadnění počítání bylo výhodné, když jsme spočetli snubní komůrky, a ty vynásobili dvěma. Pak spočetli třetí a čtvrté chodby a připočetli k součinu. Jako poslední jsme zaznamenávali stav požerků: K-komůrky, V-vajíčka, L-larvy a jejich stádia (L1, L2, L3), ZB-žlutí brouci.

3.3 Příprava kůrovcových stromů

Před samotnou revizí kůrovcových stromů je výhodné, když si zkoumané stromy vybereme a označíme, aby nedošlo k jejich zpracování či záměně za méně nebo vůbec napadený strom. Pokud strom zkoumáme při probíhající těžbě, je nutné se domluvit s personálem o odvětvení a vyvezení zkoumaných stromů na bezpečné místo. Může se stát, že zkoumaný kmen je již manipulován, v tom případě si dáváme pozor, aby jednotlivé sortimenty na sebe navazovaly. V každém ohnisku byl revidován minimálně jeden kůrovcový strom.

3.3.1 Revize kůrovcových stromů

Revizi kůrovcových stromů jsme provedli obdobně jako revizi lapáku. Znovu jsme odkornili čtyři sekce na kmeni pokáceného stromu. Začali jsme první sekcí a postupovali stejně jako u revize lapáků.

Rozměry sekcí a jejich rozmístění po kmenech jsme zachovávali stejné a získávali je stejným způsobem jako u lapáků. Pokud byl kmen manipulován, použili jsme dřevorubeckou lopatku a obraceli jednotlivé části kmene za účelem dosažení maximální šířky sekce, popř. eliminovali nedořez.

Do polního zápisníku jsme opět zapisovali veškeré údaje a data, viz zápis údajů u lapáků, s tím rozdílem, že již nebylo podstatné, zda strom ležel nebo ne, protože lýkožrouti napadli daný strom dříve, než byl pokácen.

3.4 Výpočet brouků na stromě

3.4.1 Výpočet pro jednotlivé sekce

Na základě námi získané plochy úseku kmene a spočteného počtu rodin, respektive matečných chodeb byl následně přepočítán počet samců a samic na m².

Posléze byl vypočítán povrch jednotlivých úseků, jakožto povrch komolého kužele. Povrchy jednotlivých sekcí:

- 1. úsek – 0 až vzdálenost druhé sekce od paty stromu
- 2. úsek – vzdálenost od paty do 3. sekce mínus vzdálenost od paty do 2. sekce
- 3. úsek – vzdálenost od paty do 4. sekce mínus vzdálenost od paty do 3. sekce
- 4. úsek – délka lapáku mínus vzdálenost od paty do 4. sekce

Samotný výpočet brouků na úseku se stanovil jako povrch úseku krát průměrný počet brouků na m² v závislosti na právě počítaném úseku. Součtem počtu brouků v jednotlivých úsecích jsme dosáhli výsledku celkového počtu brouků na strom/lapák.

3.4.2 Výpočet plochy nedořezu

Plochu nedořezu u lapáků jsme stanovili jako plochu rovnoramenného trojúhelníku, který má základnu o délce $\frac{1}{5}$ obvodu výčetní tloušťky kmene (myšleno průměr v první sekci) a výšce počítaného lapáku.

Průměrný počet brouků na m² celého lapáku jsme vypočítali z celkového počtu brouků v lapáku/stromu a vydělili celkovým povrchem lapáku.

Na základě informací o stupni napadení z 1. sekce byl celkový počet brouků následně snížen o množství brouků, kteří se nacházeli na ploše nedořezu, a to buď o 100 %, když lapák ležel na zemi, o 50 % v případě lapáku s nižším stupněm napadení

na spodní straně, nebo o 0 %, jestliže v nedořezu byl stejný stupeň napadením jako na zbytku lapáku.

3.4.3 Přepočet množství brouků na m³

Počty brouků na m³ jsme stanovovali zvláště pro roky a jednotlivá období výskytu kůrovce v nich.

Pro výpočet množství kůrovců na m³ jsme nejprve museli vypočítat hmotu jednotlivých, námi zkoumaných lapáků/stromů pomocí Denzinova vzorce, kde jsme za výčetní tloušťku dosazovali tloušťku lapáku v 1. sekci. Celkový počet brouků na m³ jsme stanovili jako podíl objemu lapáku k celkovému počtu lýkožroutů na lapáku. Posléze jsme jednotlivé výsledky zprůměrovali a dostali tak průměrný počet kůrovců na m³ pro jednotlivá období (1. a 2. série) a roky (rok 2019 a 2020).

3.4.4 Vzorec pro výpočet podílu odchycených kůrovců

Při snaze zjistit, kolik procent z celkového počtu *I. typographus* nám zachytí položené lapáky, jsme postupovali následovně:

$$\frac{\text{celkový počet jedinců na lapácích v kůrovcovém kole}}{\text{Objem vytěženého kola} * \text{počet kůrovců na m}^3 \text{ daného kola}}$$

3.5 Uspořádání dat

Pro další výpočty bylo nutné si prozatím získaná data za rok 2019 a 2020 uspořádat, a na polesí, které spravuje zkoumanou lokalitu, si vyžádat sestavy s objemem kůrovcové nahodilé těžby, rozepsané po porostech a po jednotlivých měsících, kdy byla těžba prováděna.

Na základě měsíců jsme jednotlivé výkony ze sestavy pro konkrétní rok roztřídili na I. a II. sérii kůrovců. Do I. série jsme zařadili všechny nahodilé těžby, které byly vykázány od dubna do června s výjimkou roku 2019, kdy jsme do první série započítávali i nahodilou těžbu v červenci z důvodu opožděné evidence nahodilých těžeb. II. série pak zahrnovala všechny vykázané kůrovcové nahodilé těžby od července do prosince, popřípadě i kůrovcové těžby z ledna nebo února následujícího roku.

K jednotlivým porostům jsme přiřadili čísla lapáků, popř. revidovaných kůrovcových stromů k porostům, kde byla prováděna nahodilá těžba. K lapákům a revidovaným kůrovcovým stromům jsme přiřadili jejich hmotu (v porostu, kde se nacházelo více

lapáků, jsme objem lapáků zprůměrovali), hmotu vytěženého dříví v daném porostu dle poskytnutých sestav, počet evidovaných lapáků/stromů v kole, počty jednotlivých druhů lýkožroutů na m³ pro daný lapák (tam, kde bylo lapáků více, jsme počet kůrovců na m³ zprůměrovali) a souřadnice kůrovcového kola.

Do porostů s nahodilou těžbou, kde nebyly evidovány žádné lapáky či revidované kůrovcové stromy, jsme přiřazovali průměrné počty kůrovců na m³ pro jednotlivá období.

3.6 Statistické výpočty

Normalita dat velikosti kůrovcových kol byla testována KS Liliersovým testem normality a Shapiro Wilkovým W testem. Protože normalita dat nebyla potvrzena, byly pro srovnání středních hodnot velikosti kol za přítomnosti lapáků nebo bez lapáků použity neparametrické testy Mann-Whitneyův U Test.

Při výpočtech, zda se vyskytuje větší počet jedinců kůrovce, popřípadě rodin u *P. chalcographus*, již měla data u kůrovců normální rozdělení. Proto jsme mohli použít pro statistické testování ANOVA a T-testy. Závislost podílů odchytených brouků lapáky na počtu připravených lapáků byla provedena pomocí regresní analýzy.

Všechny testy byly provedeny v programu Statistica 12.0.

4 Výsledky

4.1 Počty kol

Celkem bylo položeno 130 lapáků a zrevidováno 75 kůrovcových stromů z nahodilých těžeb. Na zkoumané lokalitě (na polesí Vacíkov) bylo napočteno 109 kůrovcových kol za roky 2019 a 2020. V roce 2019 bylo celkem 62 kůrovcových kol, z toho bylo 33 kol v první sérii letové aktivity kůrovce (jaro) a 26 kol ve druhé sérii (léto). A za rok 2020 bylo evidováno celkem 47 kůrovcových kol v počtu 16 v první sérii (jaro) a 31 ve druhé sérii (léto) (tabulka č. 1).

Tabulka č. 1 – Počty lapáků bez kůrovcových kol, kol bez a s lapáky v jarním a letním období v letech 2019 a 2020

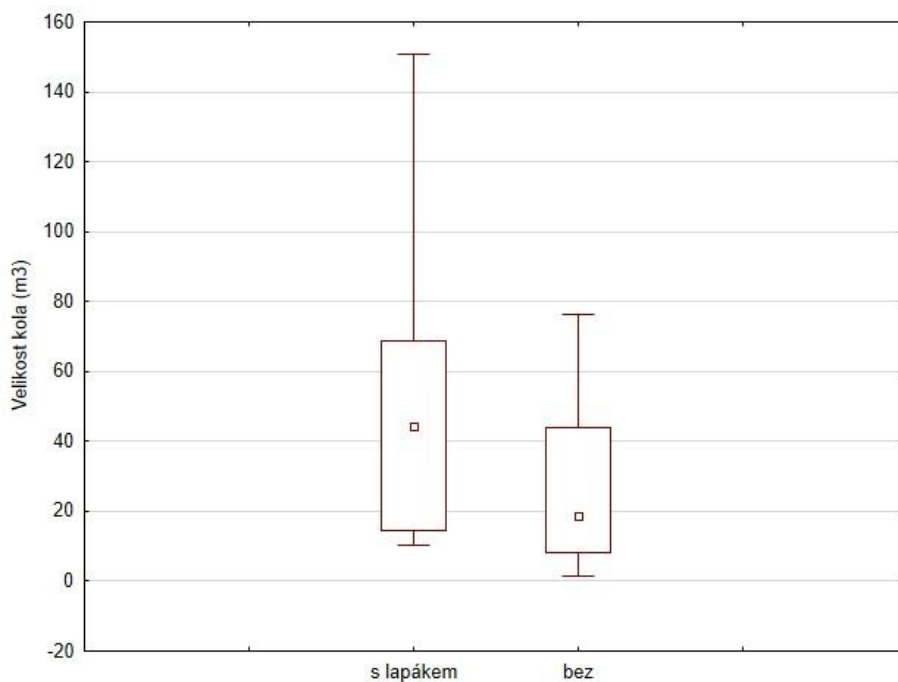
	2019	2019	2020	2020
	jaro	léto	jaro	léto
počet lapáků bez kola	1	0	9	0
počet kol bez lapáků	16	26	15	31
počet kol s lapákem	16	3	1	0

4.2 Kůrovcová ohniska v I. sérii v roce 2019

Po statistickém vyhodnocení kůrovcových ohnisek s lapáky a bez lapáků pro první sérii v roce 2019 jsme zjistili, že střední hodnota kůrovcových kol s lapáky byla přibližně 45 m³, kdežto střední hodnota kůrovcových kol bez lapáků se pohybovala okolo 18 m³. Minimální hmota ohniska s lapákem byla přibližně 15 m³, maximální hodnota dosahovala přes 150 m³. 25% hodnota dosahovala 25 m³ a 75% pak 65 m³. Naopak kůrovcová ohniska bez lapáků měla minimální objem něco okolo 2-4 m³ a maximální hodnota objemu byla 75 m³, kdy 25% hodnota měla objem 10 m³ a 75% hodnota 45 m³ (graf. č. 4).

Na první pohled by se mohlo zdát, že velikost kůrovcových ohnisek je větší tam, kde byly položeny lapáky, ale pak jsme použili Mann-Whitneyův U Test s hladinou významnosti

$p < 0,05000$. Při něm nebyl zjištěn rozdíl mezi velikostí kůrovcového kola s přítomností nebo bez přítomnosti lapáků v období 1. série 2019, protože zde nebyly zjištěny statistické signifikantní rozdíly ($z=1,73$; $p>0,05$).



Graf č. 4 – Rozdíly ve velikosti kůrovcových kol s lapákem a bez lapáku v 1. sérii roku 2019

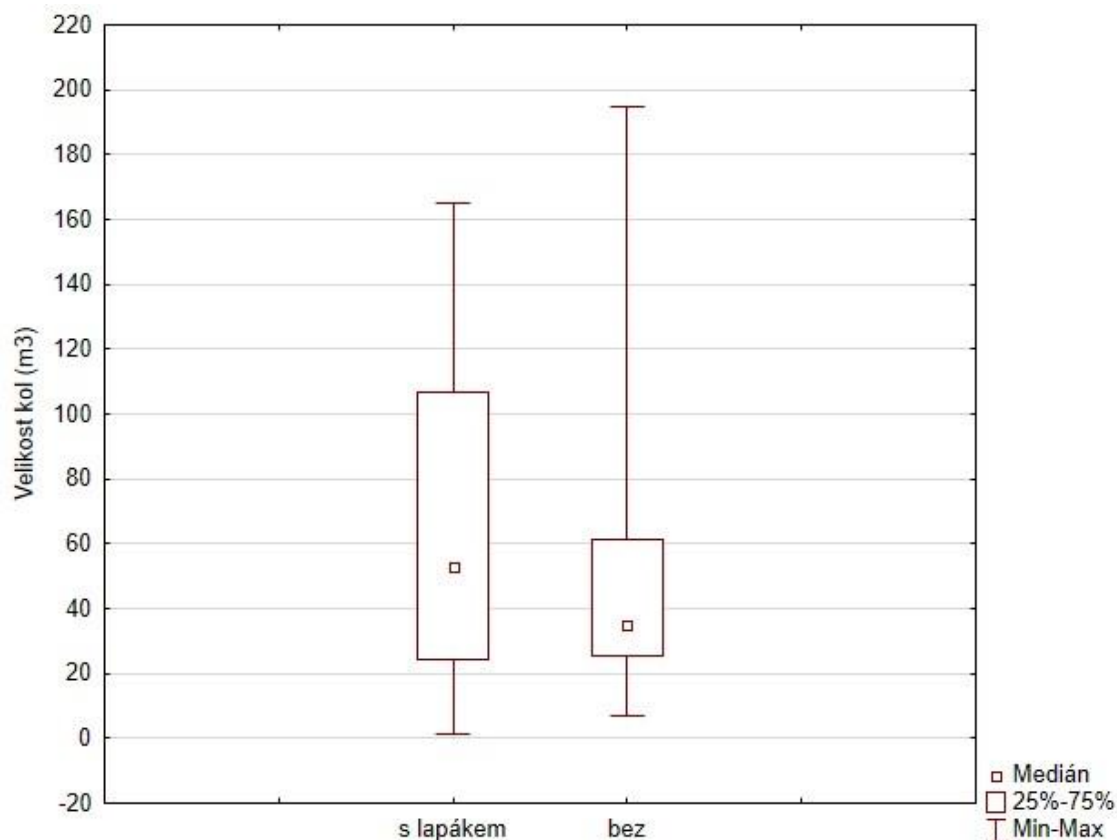
Z toho vyplývá, že na jaře (v období 1. série) 2019 nebyl rozdíl v kůrovcových kolech a lapáky nijak neovlivnily jejich velikost.

4.3 Kůrovcová ohniska ve II. sérii v roce 2019

Při stejném statistickém šetření pro kůrovcová ohniska s lapáky nebo bez lapáků pro 2. sérii v roce 2020 jsme zjistili, že střední hodnota kůrovcových kol s lapáky byla 55 m^3 , a střední hodnota kůrovcového kol bez lapáků byla 35 m^3 . Minimální vytěžený objem ohnisek s lapáky se blížil 0 m^3 , maximální hodnota dosahovala objemu 165 m^3 . 25% hodnota byla stejná jako v první sérii, a to 25 m^3 a 75% hodnota byla pak 105 m^3 . U kůrovcových ohnisek bez lapáků se minimální objem blížil 10 m^3 a maximální hodnota objemu byla 195 m^3 , kdy 25% hodnota vytěžené hmoty byla 25 m^3 a 75% hodnota něco málo přes 60 m^3 (graf č. 5).

Po provedení Mann-Whitneyova U Testu s hladinou významnosti $p < 0,05$ nebyl zjištěn rozdíl mezi velikostí kůrovcového kola s přítomností nebo bez přítomnosti lapáků

v období II. série 2019, taktéž zde nebyly zjištěny statistické signifikantní rozdíly ($z=0,99$; $p>0,05$).



Graf č. 5 – Rozdíly ve velikosti kůrovcových kol s lapákem a bez lapáku ve 2. sérii roku 2019

Z toho vyplývá, že ani v létě roku 2019 lapáky nijak neovlivňovaly velikost kůrovcových ohnisek.

To samé jsme udělali, abychom porovnali velikosti kůrovcových kol v jarních a letních měsících v roce 2019. Rozdíly rovněž nebyly zjištěny ($z=-1,97$; $p>0,05$).

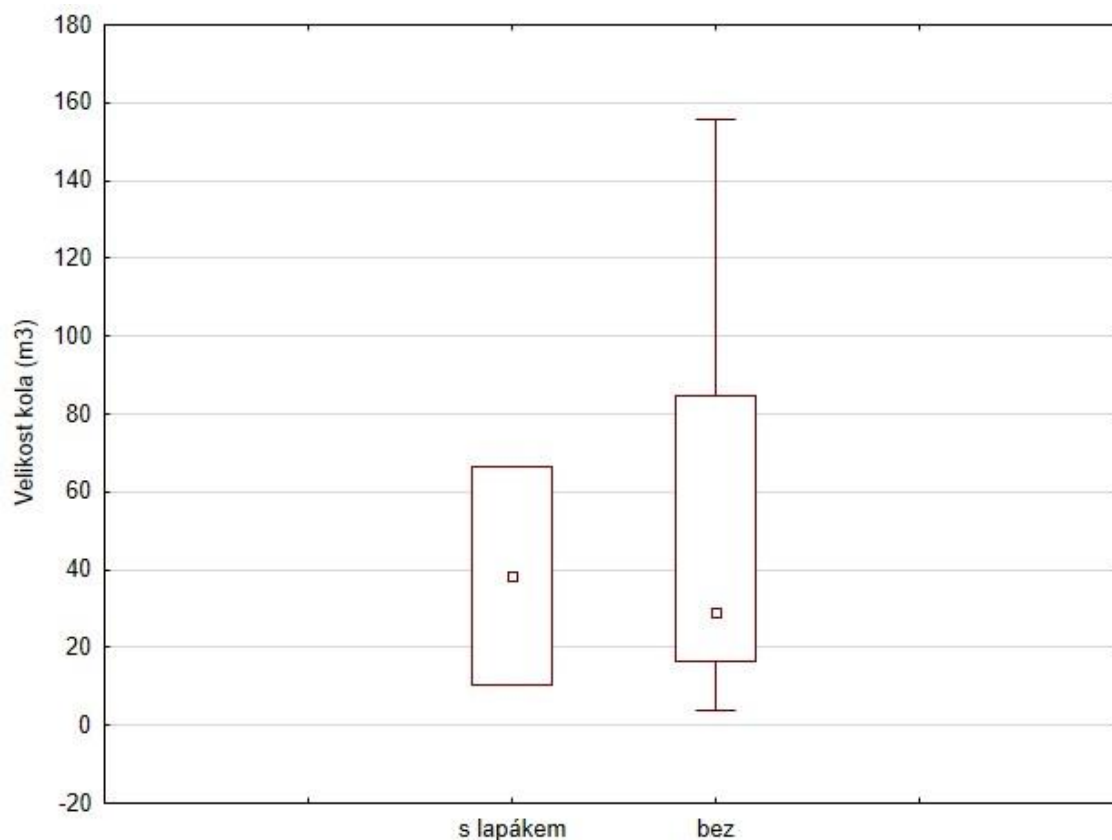
Ani ve srovnání období I. série (jaro) a II. série (léto) nebyl zjištěn rozdíl mezi velikostí kůrovcového kola s přítomností nebo bez přítomnosti lapáků.

4.4 Kůrovcová ohniska v I. sérii v roce 2020

Provedli jsme stejné statistické srovnání kůrovcových ohnisek s lapáky a bez lapáků i pro jaro roku 2020. Střední hodnota ohnisek s lapáky byla menší než předchozí rok a dosahovala hodnot přibližně 35 m³. Naopak střední hodnota kůrovcových kol bez lapáků se oproti roku 2019 navýšila na 25 m³. Minimální hmota ohnisek s lapáky splývala s 25% hodnotou, která dosahovala taktéž 15 m³ a maximální naopak splývala se 75% hodnotou,

která byla 65 m³. Minimální objem kůrovcových kol bez lapáků byl přibližně 5 m³, zato maximální hodnota hmoty dosahovala 75 m³ (graf. č. 6).

Abychom zjistili, zda jsou větší kůrovcová ohniska tam, kde byly položeny lapáky, jsme znovu použili Mann-Whitneyův U Test s hladinou významnosti $p < 0,05$. Po provedení testu nebyly nalezené rozdíly mezi velikostí kůrovcového kola s přítomností nebo bez přítomnosti lapáků na jaře roku 2020 ($z=0,39$; $p>0,05$).



Graf č. 6 – Rozdíly ve velikosti kůrovcových kol s lapákem a bez lapáku v 1. sérii roku 2020

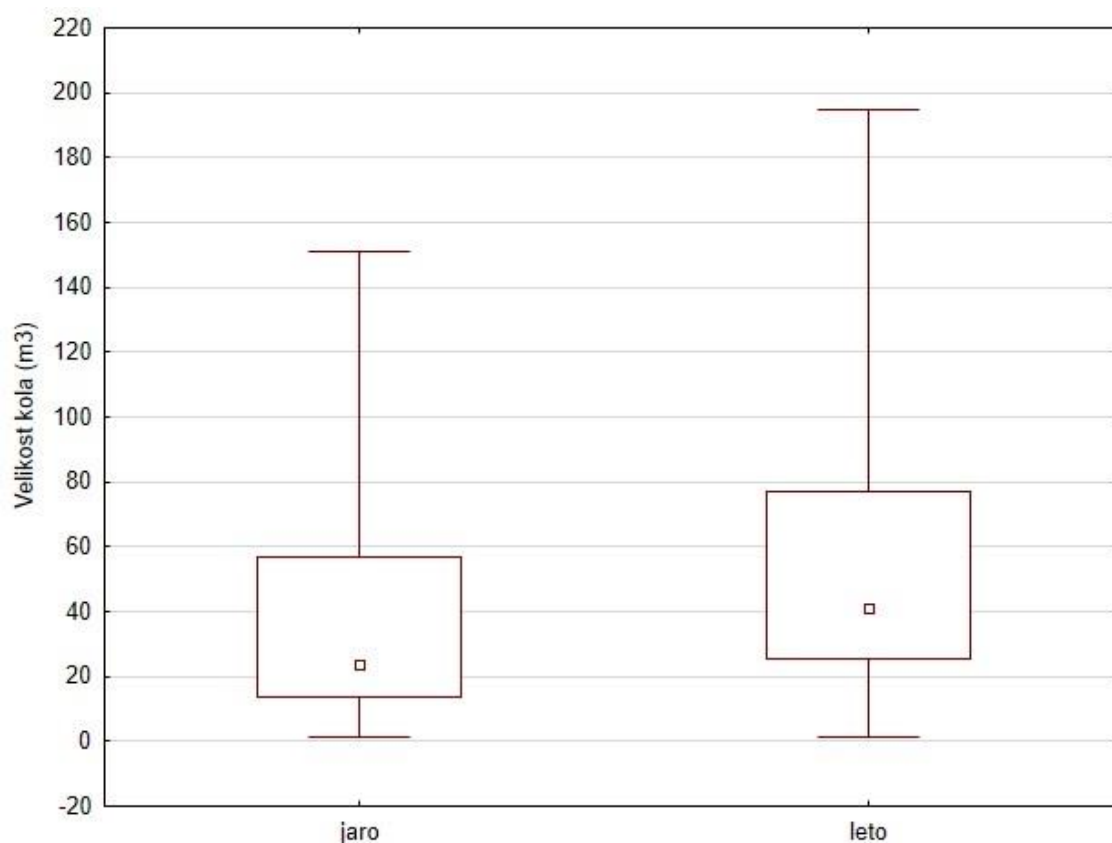
Ani na jaře roku 2020 nebyl rozdíl ve velikosti kůrovcových kol s lapáky nebo bez lapáků.

4.5 Srovnání kůrovcových kol bez rozdílů s nebo bez lapáku

Naším cílem bylo ověřit hypotézu, jestli byl rozdíl v kůrovcových kolech bez ohledu na to, zda v nich byl lapák nebo ne, v jarních a letních měsících v jednotlivých letech a mezi roky samotnými.

4.5.1 Objem kůrovcových kol v roce 2019

Při srovnávání kůrovcových kol v jarních a letních měsících bez rozdílů, zda v nich byl lapák, byla střední hodnota objemu kůrovcového kola na jaře 25 m^3 a v létě byla tato hodnota vyšší, a to přibližně 40 m^3 . Na jaře činila 25% hodnota 15 m^3 a 75% hodnota vytěženého objemu 55 m^3 . V letních měsících se 25% hodnota blížila 30 m^3 a 75% hodnota 75 m^3 . Minimální hodnota objemu kůrovcového kola na jaře byla $2\text{-}4 \text{ m}^3$ a maximální hodnota 150 m^3 . V letních měsících byla minimální hodnota stejná jako na jaře, zato maximální hodnota objemu kůrovcového kola byla 195 m^3 (graf. č. 7).



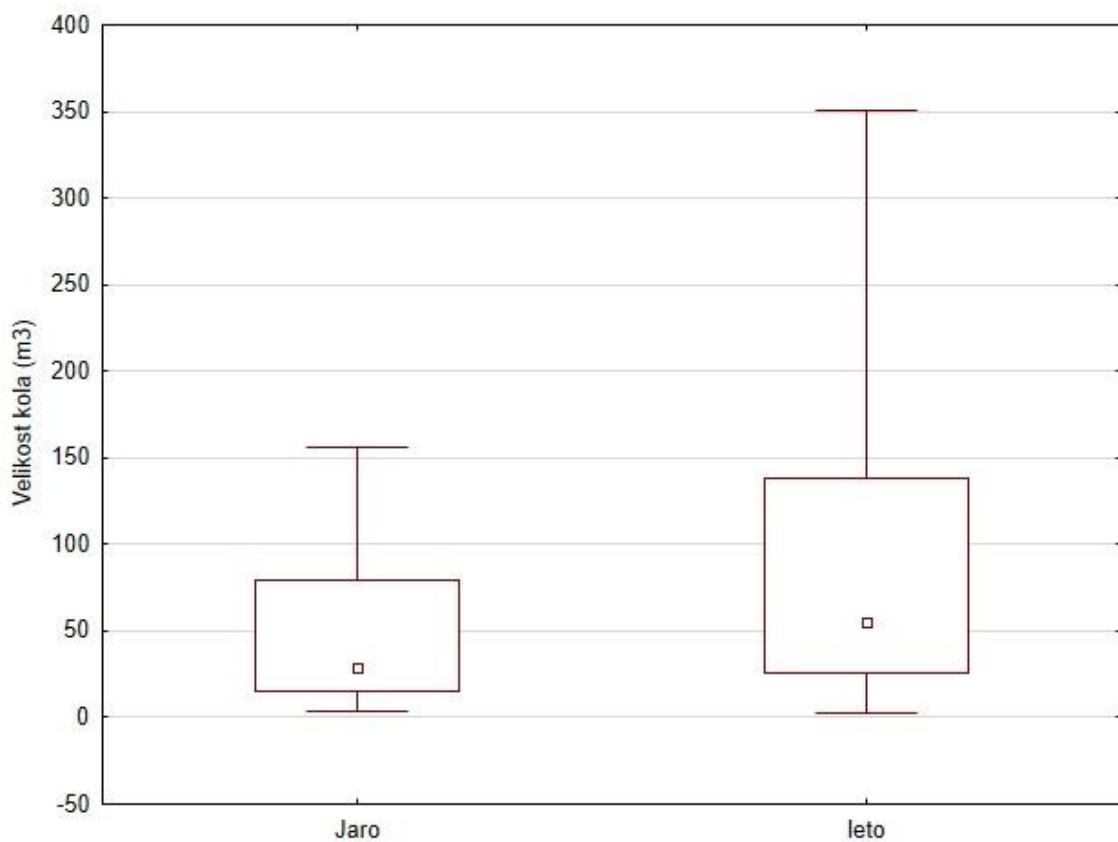
Graf č. 7 – Srovnání velikosti kůrovcových kol v roce 2019

Pro porovnání, jestli v létě byla kůrovcová kola větší než na jaře roku 2019 bez ohledu na lapáky, jsme provedli Mann-Whitneyův U Test na hladině významnosti $p < 0,05$ ($z = -1,97$;

$p < 0,05$). Byly zde zjištěny statisticky signifikantní rozdíly. Z toho vyplývá, že v létě roku 2019 byla kůrovcová kola o něco větší než u kůrovcového kola v jarních měsících.

4.5.2 Objem kůrovcových kol v roce 2020

Stejně porovnání jsme udělali i pro rok 2020. Střední hodnota objemu kůrovcového kola z jara činila 30 m^3 a v létě střední hodnota byla 60 m^3 . 25% hodnota na jaře byla 15 m^3 a 75% hodnota vytěženého objemu byla 80 m^3 . V létě byla 25% hodnota 30 m^3 a 75% hodnota 140 m^3 . Jarní minimální hodnota objemu kůrovcového kola byla 5 m^3 a maximální hodnota 155 m^3 . V létě byla minimální hodnota stejná jako na jaře, měla objem do 5 m^3 , a maximální hodnota objemu kůrovcového kola byla 350 m^3 (graf. č. 8).

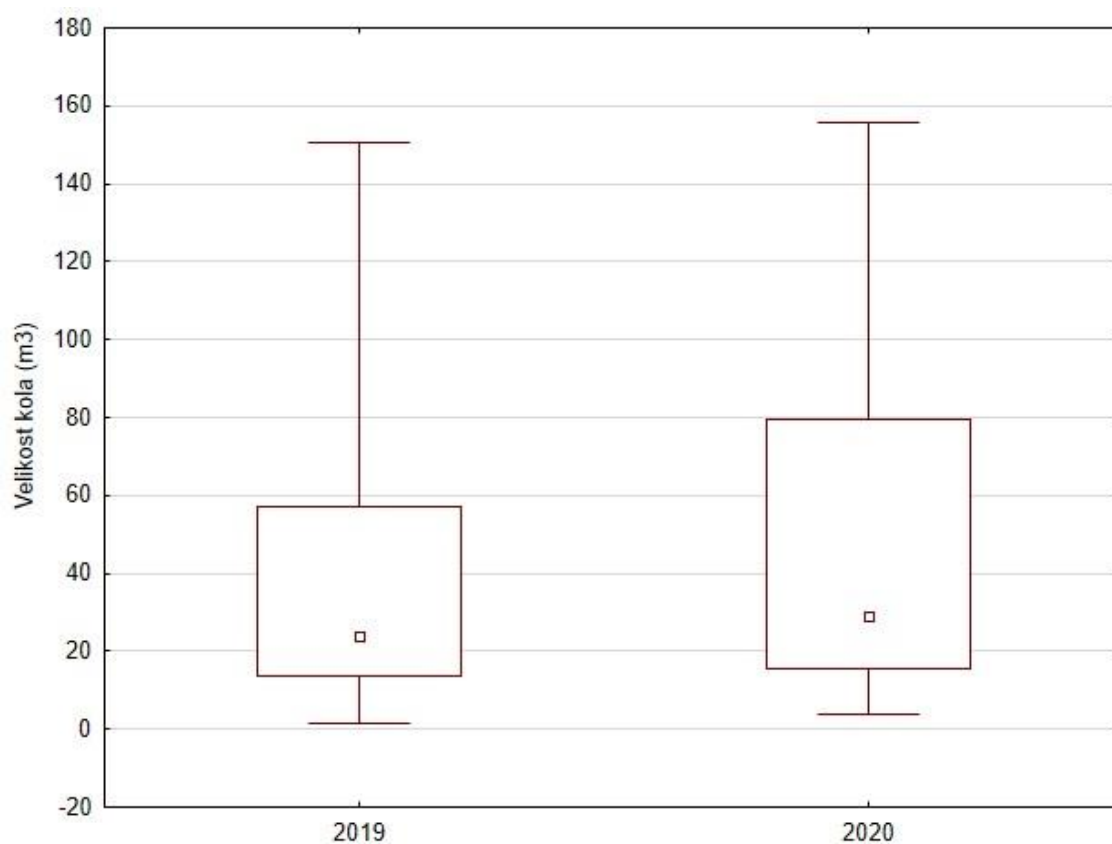


Graf č. 8 – Srovnání velikosti kůrovcových kol v roce 2020

Na zodpovězení otázky, jestli v létě byla kůrovcová kola větší než na jaře roku 2020 bez ohledu na lapáky, jsme použili Mann-Whitneyův U Test na hladině významnosti $p < 0,05$. Nebyly zde zjištěny statisticky signifikantní rozdíly ($z = -1,48$; $p > 0,05$). Z toho vyplývá, že nebyl rozdíl ve velikosti kůrovcových kol na jaře a v létě v roce 2020.

4.5.3 Objem kůrovcových kol přezimujících generací

Při srovnávání kůrovcových kol v jarních měsících v jednotlivých letech bez rozdílu, zda v nich byl lapák, byla střední hodnota objemu kůrovcového kola v roce 2019 25 m³ a v roce 2020 byla střední hodnota 30 m³. V roce 2019 činila 25% hodnota 15 m³ a 75% hodnota vytěženého objemu 55 m³. Na jaře roku 2020 byla 25% hodnota 15 m³ a 75% hodnota 80 m³. Minimální hodnota objemu kůrovcového kola na jaře v roce 2019 se pohybovala mezi 2-4 m³ a maximální hodnota 150 m³. V roce 2020 byla minimální hodnota 5 m³ a maximální hodnota objemu kůrovcového kola byla 155 m³ (graf.č.9).

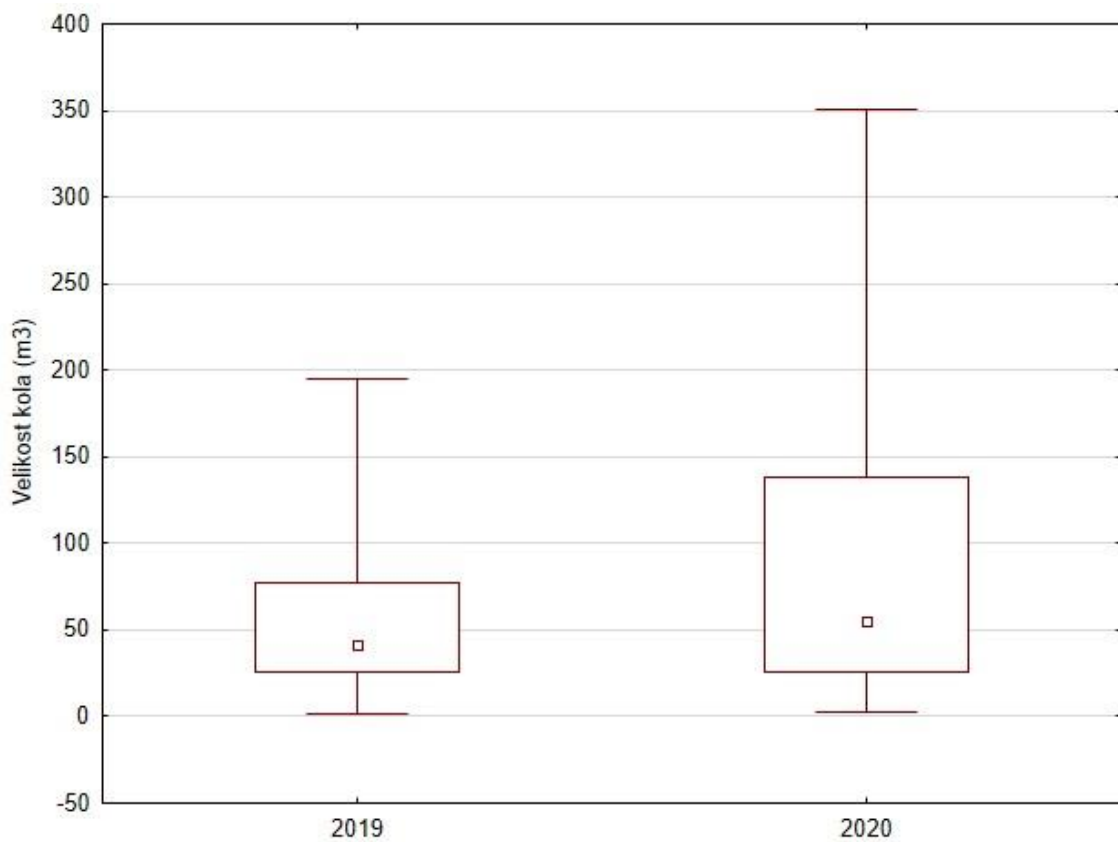


Graf č. 9 – Srovnání velikosti kůrovcových kol I. série v letech z let 2019 a 2020

Hypotéza zněla, jestli na jaře roku 2020 byla kůrovcová kola větší než na jaře roku 2019 bez ohledu na lapáky. Použili jsme Mann-Whitneyův U Test na hladině významnosti $p < 0,05$. Nebyly zde zjištěny statisticky signifikantní rozdíly ($z = -0,73$; $p > 0,05$). Z toho vyplývá, že nebyl zjištěn rozdíl ve velikosti kůrovcových kol na jaře roku 2019 a na jaře roku 2020.

4.5.4 Objem kůrovcových kol dceřiných generací

Stejným způsobem jsme porovnávali i velikosti kůrovcových kol v letních měsících v letech 2019 a 2020. Střední hodnota z léta 2019 činila 40 m³ a v roce 2020 střední hodnota byla 60 m³. V roce 2019 představovala 25% hodnota 30 m³ a 75% hodnota vytěženého objemu byla 75 m³. V roce 2020 byla 25% hodnota 30 m³ a 75% hodnota 140 m³. Minimální hodnota objemu kůrovcového kola v roce 2019 se pohybovala mezi 2-3 m³ a maximální hodnota činila 15 m³. V roce 2020 byla minimální hodnota do objemu 5 m³ a maximální hodnota objemu kůrovcového kola byla 350 m³ (graf č.10).



Graf č. 10 – Srovnání velikosti kůrovcových kol 2. série v letech z let 2019 a 2020

Otázka zněla, zda v létě roku 2020 byla kůrovcová kola větší než v letních měsících roku 2019 bez ohledu na přítomnost lapáků. Znovu jsme použili Mann-Whitneyův U Test na hladině významnosti $p < 0,05$. Nebyly zde zjištěny statisticky významné rozdíly ($z = -1,36$; $p > 0,05$). Z toho vyplývá, že nebyl rozdíl ve velikosti kůrovcových kol v letních kůrovcových kolech v letech 2019 a 2020.

4.6 Počet brouků na lapácích a stojících stromech

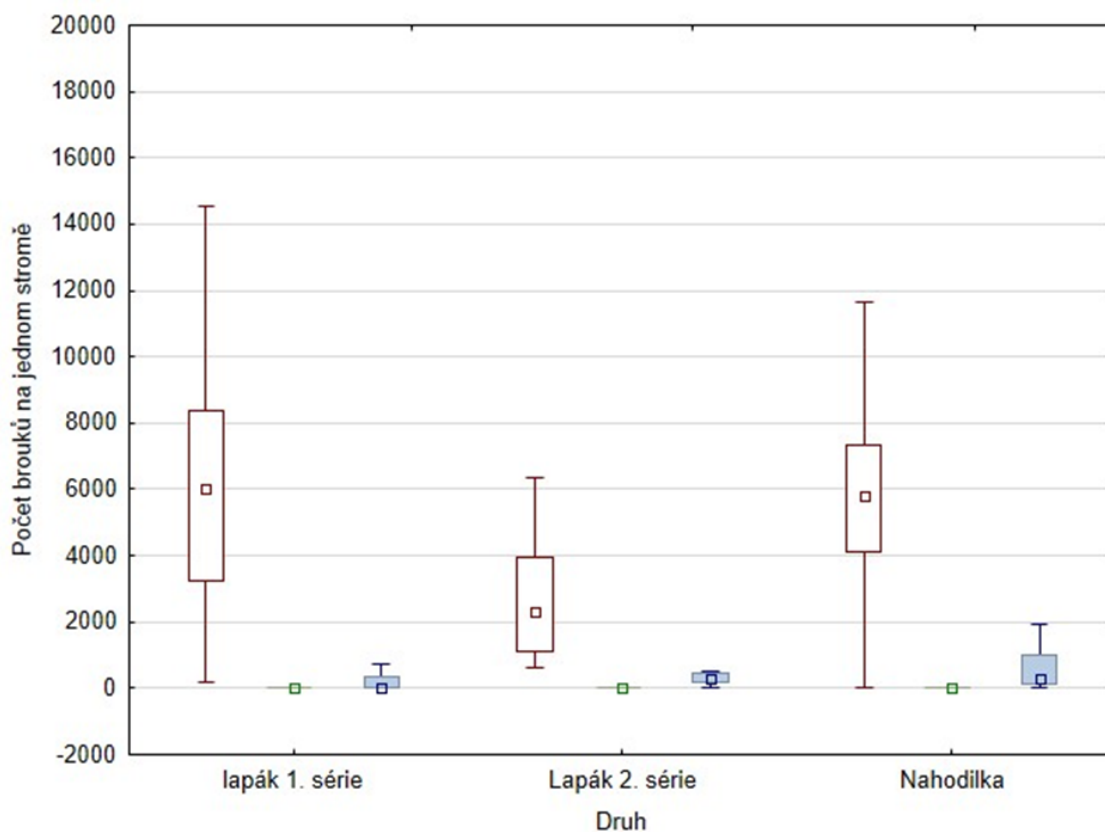
Pro statistické šetření a srovnání, kde se naházelo více jedinců jednotlivých druhů kůrovce, jestli na lapácích či na revidovaných stojících stromech, jsme použili statistickou metodu ANOVA.

4.6.1 Odchycení kůrovci v roce 2019

Na zkoumané ploše se nacházelo nepatrné zastoupení *I. duplicatus* a *I. amitinus* byl za rok 2019 nalezen celkem na 13 lapácích/revidovaných stromech. *I. duplicatus* byl nalezen na dvou revidovaných stromech.

Nejvíce zastoupen ve všech sledovaných období byl *I. typographus*, jehož střední hodnota byla na lapácích 1. série 6 000, na lapácích 2. série přibližně 2 500 a na revidovaných kůrovcových stromech 5 500 jedinců. 25% hodnota lýkožrouta smrkového byla 2 500 jedinců a 75% hodnota 8 500 jedinců na lapácích 1. série. Na lapácích 2. série byla 25% hodnota zastoupení *I. typographus* 1 000 kusů jedinců a 75% hodnota 6 500 jedinců. 25% hodnota na revidovaných stromech (nahodilá těžba) lehce přesahovala 4 000 imag a 75% hodnota u nahodilé těžby byla 7 500 jedinců. Minimální zastoupení lýkožrouta smrkového na lapácích I. série se pohybovalo okolo 90 jedinců, kdežto maximální hodnota byla až 14 500 dospělých imag. Na lapácích II. série byla zjištěna minimální hodnota 500 jedinců, maximální hodnota pak byla přibližně 6 300 jedinců. U revidovaných stromů (nahodilá těžba) se minimální počty lýkožrouta smrkového pohybovaly okolo 0 a maximální hodnota byla 11 800 dospělých jedinců.

Druhým nejvíce zastoupeným kůrovcem byl *Pityogenes chalcographus* (lýkožrout lesklý). Na lapácích I. série činila střední hodnota 0 brouků, na lapácích II. série se střední hodnota pohybovala okolo 500 jedinců a na revidovaných stromech byla střední hodnota mezi 250 až 300 jedinci. Na lapácích II. série byla 25% hodnota 0 a 75% hodnota byla 300 jedinců. 25% hodnota byla u lapáků II. série okolo 100 jedinců, 75% hodnota pak 350 jedinců. U revidovaných stromů byla 25% hodnota do desítek jedinců 70-80 a 75% hodnota byla 600 jedinců. Minimální hodnota u lapáků I. série splývala s 25 % hodnotou, maximální hodnota činila 900 jedinců. U lapáků II. série byla minimální hodnota rovněž 0 a maximální hodnota dosahovala okolo 500 jedinců. Na revidovaných stromech v nahodilé těžbě byla minimální hodnota 0 a maximální hodnota něco málo pod 2 000 dospělých jedinců (graf č. 11).



Graf č. 11 – Počty odchycených brouků jednotlivých druhů kůrovců na lapácích I. a 2. série a na revidovaných kůrovcových stromech v roce 2019

Na otázku, kde se nachází více jedinců *I. typographus* v roce 2019, zda na lapácích I. série, II. série, či na revidovaných kůrovcových stromech (na stojatých stromech), jsme použili LSD test, protože tato data měla normální rozdělení a hladina spolehlivosti byla stanovena na 95 % ($p < 0,05$).

Tabulka č. 2 – Rozdíly v náletu *I. typographus* u lapáků 1., 2. série a v nahodilé těžbě v roce 2019

Druh	Průměr IT	1	2
lapáky I. série	2568,050		****
lapáky II. série	5588,659	****	
Kůrovcové stromy	6167,177	****	

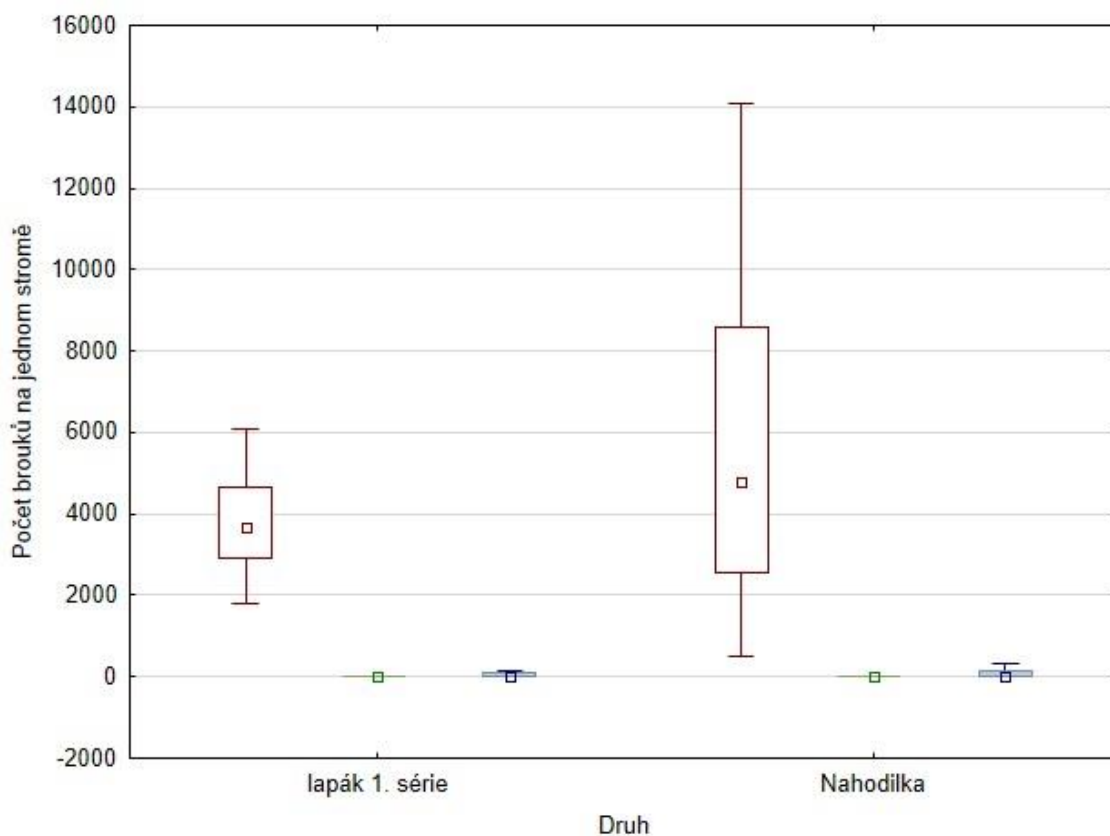
Byly zjištěny statisticky signifikantní rozdíly ($F(2, 140)=8,61; p<0,001$) (tabulka č. 2). Tzn., že existuje rozdíl v počtu nalétlých jedinců *I. typhographus*, ale pouze u lapáků II. série. U lapáků I. série a u stojících (revidovaných stromů) nejsou počty odchytnutých jedinců v roce 2019 statisticky odlišné.

4.6.2 Odchytení kůrovci v roce 2020

Ve druhém roce (2020) bylo na zkoumané ploše opět potvrzeno jen malé zastoupení druhů *I. duplicatus* a *I. amitinus*. *I. amitinus* byl celkem nalezen na čtyřech lapácích/revidovaných stromech. *I. duplicatus* obdobně jako v předchozím roce byl zjištěn na dvou revidovaných stromech. Ve sledovaném období se již z důvodu kůrovcové kalamity nepokládaly lapáky II. série.

Opět byl nejvíce zastoupen ve všech sledovaných obdobích *I. typhographus*. Střední hodnota lýkožrouta smrkového byla na lapácích I. série 3 500 jedinců a na revidovaných kůrovcových stromech 4 700 jedinců. 25% hodnota lýkožrouta smrkového byla 3 000 jedinců a 75% hodnota 4 500 jedinců na lapácích I. série. 25% hodnota na revidovaných stromech (nahodilá těžba) byla něco málo přes 2 500 imag a 75% hodnota u nahodilé těžby byla 8 500 jedinců. Minimální zastoupení lýkožrouta smrkového na lapácích I. série se pohybovalo okolo 1 900 jedinců a maximální hodnota 6 100 byla dospělých imag. U revidovaných stromů (nahodilá těžba) se minimální počty lýkožrouta smrkového pohybovaly na hodnotě 500 jedinců a maximální hodnota byla přes 14 000 dospělých jedinců.

Druhým nejvíce zastoupeným kůrovcem byl taktéž jako v předchozím roce *P. chalcographus*. Na lapácích I. série i u revidovaných stromů byla zjištěna střední hodnota blízká nule jedinců. Na lapácích I. série byla 25% hodnota 0 a 75% hodnota byla 100 jedinců. U revidovaných stromů byla 25% hodnota 0 jedinců a 75% hodnota byla 200 jedinců. Minimální hodnota u lapáků I. série splývala s 25% hodnotou, maximální hodnota byla 300 jedinců. Na revidovaných stromech (nahodilá těžba) byla minimální hodnota 0 a maximální hodnota 400 dospělých jedinců (graf č. 12).



Graf č. 12 – Počty odchycených brouků jednotlivých druhů kůrovců na lapácích 1. série a na revidovaných kůrovcových stromech v roce 2020

V roce 2019 jsme si položili podobnou otázku jako v roce 2019, a to, zda více jedinců *I. typographus* obsadí lapáky I. série nebo stojící stromy. Použili jsme LSD test, protože tato data také měla normální rozdělení a hladinu spolehlivosti jsme si stanovili na 95 % ($p < 0,05$).

Tabulka č. 3 – Rozdíly v náletu *I. typographus* u lapáků 1. série a v nahodilé těžbě v roce 2020

Druh	Průměr IT	1
lapáky I. série	4165,897	****
Kůrovcové stromy	6167,177	****

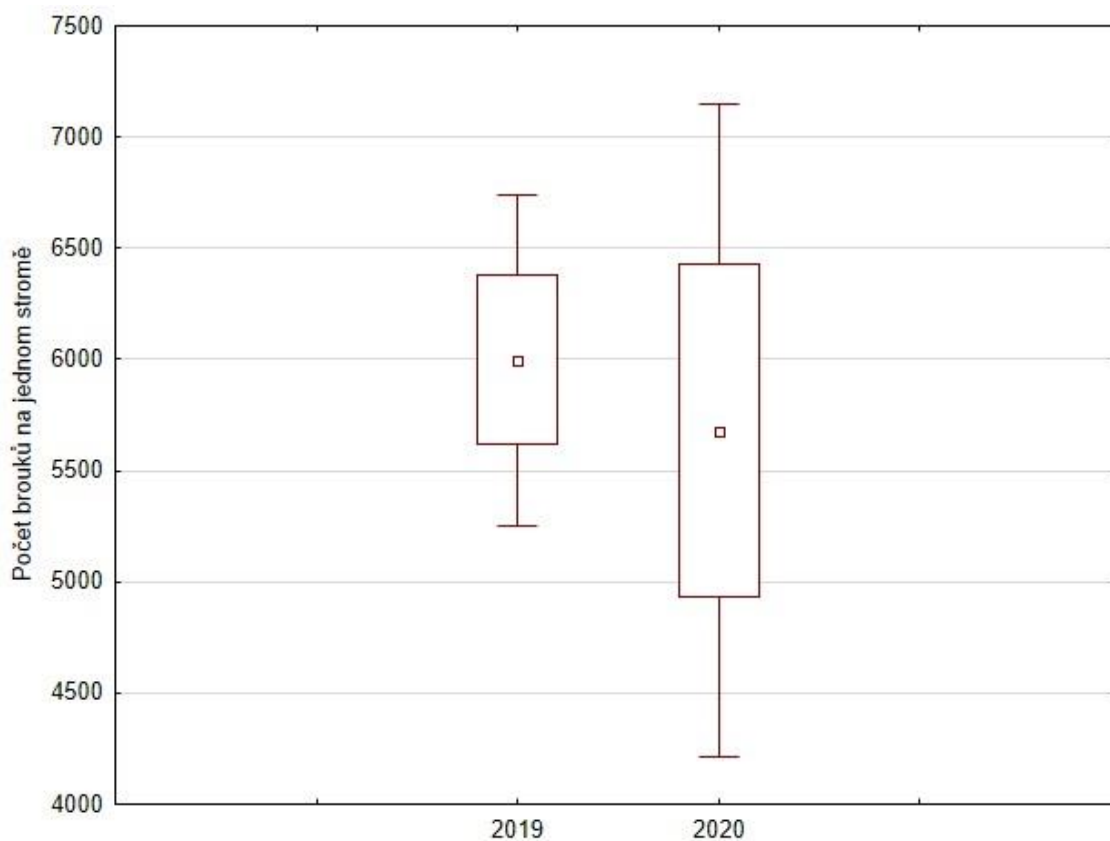
Nebyly zde zjištěny statisticky signifikantní rozdíly ($F(1, 55) = 3,32$; $p = 0,07$) (tabulka č. 3). Tzn. že není rozdíl v počtu nalétlých jedinců lýkožrouta smrkového u lapáků 1. série

a u stromů z nahodilých těžeb. U lapáků I. série a u stojících (revidovaných stromů) nejsou tedy počty odchycených jedinců v roce 2020 signifikantně rozdílné.

4.7 *I. typographus* v nahodilých těžbách mezi lety 2019 a 2020

Pomocí T-testu pro nezávislé vzorky jsme vyhodnotili početnost *I. typographus* v nahodilých těžbách za jednotlivé roky. Hladinu účinnosti jsme si stanovili na 95 % ($p < 0,05$).

Zjistili jsme, že střední hodnota zjištěných imag lýkožrouta smrkového v roce 2019 byla 6 000 brouků a střední hodnota v roce 2020 byla na hodnotě 5 650 jedinců. 25% hodnota z nahodilé těžby 2019 činila 5 600 brouků a 75% hodnota byla 6 400 jedinců. U nahodilé těžby v roce 2020 byla 25% hodnota 4 900 jedinců a 75% hodnota činila 6 400 jedinců kůrovců. Minimální hodnota u nahodilé těžby v roce 2019 byla 5 300 lýkožroutů a maximální hodnota měla 6 700 jedinců. Minimální hodnota v nahodilé těžbě 2020 byla 4 200 jedinců a maximální hodnota dosahovala až k 7 200 kůrovců u nahodilé těžby (graf. č. 13).

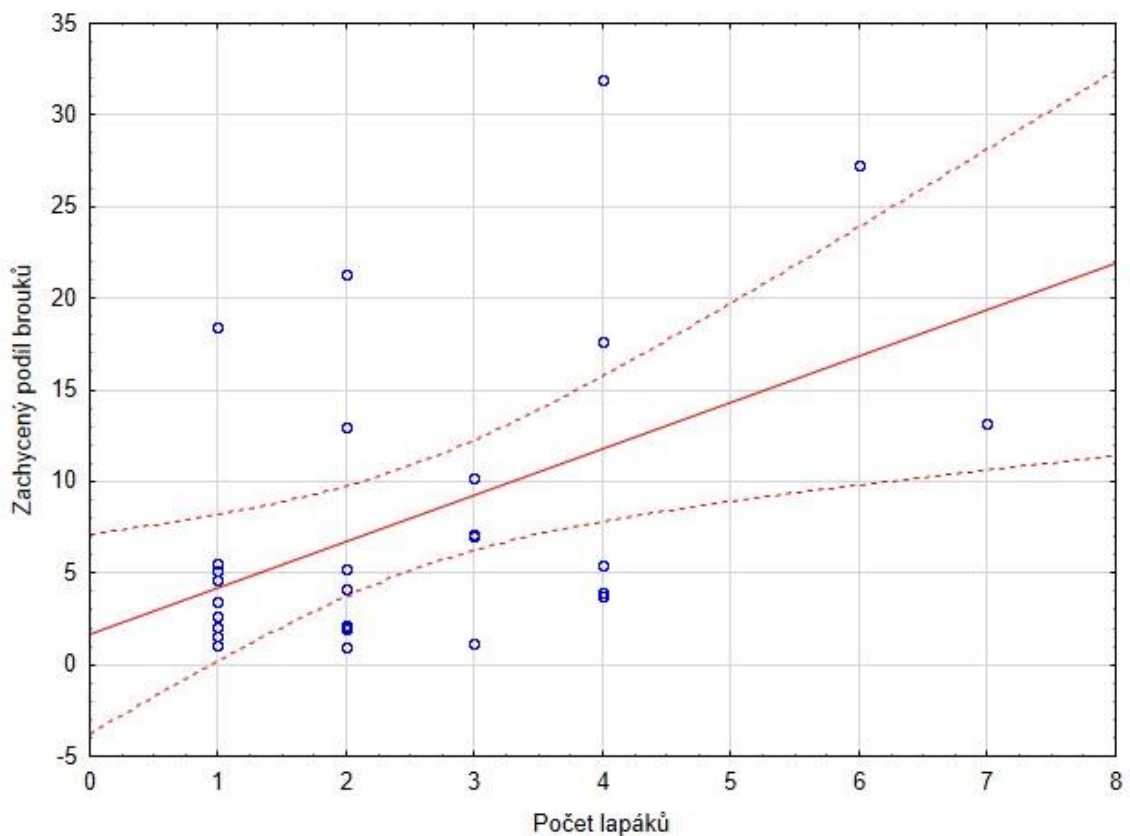


Graf č. 13 – Počty odchycených jedinců lýkožrouta smrkového na revidovaných kůrovcových stromech v nahodilých těžbách z let 2019 a 2020

Nebyly zde zjištěny statisticky signifikantní rozdíly ($t=0,41$; $p>0,05$). Z toho vyplývá, že nebyl rozdíl mezi počtem odchycených brouků v nahodilých těžbách ve všech sledovaných obdobích.

4.8 Zachycená populace pomocí lapáků

Minimální podíl odchycených jedinců *I. typographus* v kůrovcovém kole byl 1 % a maximální podíl odchycených jedinců v kůrovcovém kole byl 31,9 % lokální populace *I. typographus* (graf č. 14).



Graf č. 14 – Závislost počtu lapáků na podílu odchycené lokální populace *I. typographus*

Z našeho šetření vyplývá, že čím více lapáků, tím větší podíl odchycené lokální populace kůrovců ($y = 1,67 + 2,5304 \cdot x$; $r = 0,4821$; $p = 0,0094$; $r^2 = 0,2324$).

5 Diskuse

5.1 Druhové spektrum lýkožroutů

Na námi zkoumaném území jsme celkem odchytili čtyři druhy kůrovců (*Ips typographus*, *Ips amitinus*, *Ips duplicatus* a *Pityogenes chalcographus*), které se pravidelně vyskytují na smrku ztepilém. Nejmenší zastoupení z odchytnutých druhů měl *I. duplicatus*. To mohlo být způsobeno tím, že lýkožrout severský nenalétává na ležící stromy, tudíž ani na obranná zařízení, jako jsou lapáky (Lubojacký et al. 2018). To nám potvrzuje, že ani na jednom revidovaném lapáku za sledované období nebyl nalezen žádný jedinec tohoto druhu.

Zastoupení ostatních druhů lýkožrouta bylo očekávané. Nejvíce v dané oblasti dominoval *I. typographus*, který obsazoval celé stromy, tedy od bazální části kmene až po vrchol, s výjimkou částí lapáků, které ležely na zemi a slabších částí kmene, které přenechával jiným druhům (Zumr 1995), v našem případě *P. chalcographus*. Lýkožrout menší (*I. amitinus*) měl větší zastoupení než *I. duplicatus*, ale i tak jeho zastoupení bylo nepatrné a spíše obsazoval volná místa, která mu zanechal lýkožrout smrkový (Holuša et al. 2012). Jak už bylo zmíněno, lýkožrout lesklý (*P. chalcographus*) obsazoval slabší části kmene, které nebyly tolik atraktivní pro lýkožrouta smrkového. Jednalo se o části kmene těsně před nasazením koruny a korunové části. Ale od místních lesníků víme, že ve sledovaném období se v probírkovém porostu objevilo jedno kůrovcové kolo, kde byl pouze lýkožrout lesklý.

5.2 Velikost kůrovcových kol s lapáky nebo bez

Tvrzení, že velikost kůrovcových ohnisek je větší tam, kde je položený lapák, se nám nepotvrdilo jak v obdobích I. sérií v letech 2019 a 2020, tak v období pokládání II. série lapáků v roce 2019. Tudíž velikost kůrovcových ohnisek nebyla nikterak ovlivňována tím, zda v nich byl před začátkem rojení kůrovců lapák nebo ne. V námi zkoumané lokalitě pracovníci lesů prováděli včasnou asanaci položených lapáků, a tudíž lapáky plnily svou obrannou funkci. Nedošlo k intenzivnímu namnožení populace lýkožrouta na lapácích, jak uvádí (Blaženec a kol. 2015).

5.3 Velikost kůrovcových kol

Při porovnávání kůrovcových kol ve sledovaném období jsme zjistili, že byl rozdíl ve velikosti kůrovcových kol, která se objevila na jaře a v létě roku 2019. V létě 2019 byl

objem z vytěžených kůrovcových ohnisek větší než na jaře 2019. To si vysvětlujeme tím, že rok 2019 byl mimořádný, co se týče klimatu. Celý rok byl teplotně nadnormální. Průměrná roční teplota byla 9,5 °C což je o 1,6 °C než bylo zvykem. V polovině léta tohoto roku byla hodnota dostupné vody v půdě pouhých 25 % dlouhodobého normálu v ČR (Zpráva o životním prostředí České republiky 2019). Tudíž lesní porosty byly oslabené a teplé klima s nedostatkem vody napomohlo k velké populaci lýkožrouta smrkového ve 2. generaci.

Kůrovcová kola na jaře a v létě roku 2020 nevykazovala rozdíly ve velikosti vytěženého objemu kůrovcového dříví. To mohlo být zapříčiněno aktivnějším vyhledáváním kůrovcových ohnisek a jejich včasným zpracováváním zaměstnanci LČR a také tím, že rok 2020 byl sice taktéž teplotně výrazný a srážkově nadprůměrný (ČHMÚ). Dostatečná vláha v půdě mohla pomoci ke zlepšení zdravotního stavu porostů, ale jak víme, tak při velké populaci jsou lýkožrouti schopni zdolávat i odolnější stromy (Kausrud et al. 2011).

Následně jsme porovnávali kůrovcová kola v jednotlivých letech mezi sebou. V období 1. série nebyl zjištěn rozdíl ve velikosti kůrovcových kol v roce 2019 a 2020, stejný výsledek jsme získali i při porovnávání období 2. série v jednotlivých letech. Domníváme se, že by to mohlo být díky práci a včasným zásahům lesníků v dané lokalitě.

5.4 Počty brouků v lapácích a revidovaných stromech

Celá řada lesníků se domnívá, že pokládání lapáků je nejen časově náročné, ale hlavně zbytečné. O tom, jestli lapáky mají vliv na velikost kůrovcového kola, jsme diskutovali již výše. Při porovnávání, kolik jedinců *I. typographus* bylo na lapácích a revidovaných kůrovcových stromech z nahodilé těžby, jsme zjistili, že počty odchycených brouků jsou stejné. Tudíž na stojatých stromech není větší počet jedinců lýkožrouta než na lapácích. To může být způsobeno tím, že kůrovci zejména v letních měsících nenapadají stojaté stromy celé (od bazální části po korunu), nýbrž od poloviny kmene výše. Stojící stromy se také aktivně brání proti napadení lýkožroutem (Blaženec a kol. 2015, Komonen a kol. 2011). Nebyl však prokázán významně větší reprodukční úspěch u větrem pokácených stromů (popř. lapáků) oproti stojícím stromům, jak uvádí (Komonen a kol. 2011).

5.5 Porovnání lapáků jednotlivých sérií

Z našeho zkoumání vyplývá rozdílné obsazení mezi lapáky I. a II. série. Lapáky I. série i při vysoké početnosti lýkožroutů v probíhající kůrovcové kalamitě jsou stejně atraktivní

jako stojící stromy v okolí kůrovcového kola. To částečně vyvrací, že brouci nevyhledávají oslabené stromy nebo lapáky, ale kolonizují stromy poblíž stávajícího napadení (Kausrud et al. 2011). Naopak odchyt brouků u lapáků II. série je výrazně menší než u lapáků I. série. To potvrzuje, že lapáky I. série pokládáné v jarních měsících jsou účinnější než lapáky pozdějších sérií v letních měsících. Lapáky II. a III. série mívají často srovnatelnou účinnost (Lubojacký, Holuša 2014). To činí z lapáků II. série méně účinné obranné opatření než jakým jsou lapáky I. série nebo aktivní vyhledávání kůrovcových kol.

5.6 Srovnání nahodilých těžeb z roku 2019 a 2020

Při srovnávání nahodilých těžeb jsme dospěli k závěru, že počty jedinců *I. typographus* v nahodilých těžbách v jednotlivých letech byly sejné. Z toho usuzujeme, že brouci využívají prostor rovnoměrně, a že v rozmezí let 2019 a 2020 nedošlo k velkému nárůstu jedinců, a tudíž k navýšení populace lýkožrouta smrkového na námi sledovaném území lesů ve Vacíkově.

5.7 Závislost podílu odchycené populace lýkožroutů na počtu lapáků

Z výsledků je zřejmé, že čím více lapáků položíme v daném porostu, tím máme větší šanci zachytit vyšší podíl lokální populace *I. typographus* v porostu. Nicméně z předešlých výsledků víme, že lapáky zachytí stejné množství jedinců kůrovce jako stojící strom. Tudíž bychom museli do porostu položit stejný počet lapáků jako je kůrovcových stromů v daném kole, abychom vychytali lokální populaci. Proto nám také přijde neúčinné pokládání dalších lapáků při zjištění středního nebo silného náletu v lapácích (Švestka et al. 1996, Forst a kol. 1985).

6 Závěr

V oblasti Vacíkova byla zjištěna menší druhová pestrost kůrovců. Nejvíce je rozšířen druh *I. typographus*, který v této lokalitě dominuje. Dále pak se zde hojně vyskytuje *P. chalcographus*. Druhy, jako jsou *I. duplicatus* a *I. amitinus*, mají v dané oblasti velmi malé zastoupení.

Klasické lapáky nikterak nenapomáhají ke zvětšování kůrovcových kol v porostu, protože nebyla prokázána souvislost mezi velikostí kůrovcového ohniska a položením lapáku v něm. Tudíž použití lapáků není v tomto ohledu negativní. Rozdíl ve velikosti kůrovcových kol nebyl pozorován jak u kol v období I. sérií, tak u kůrovcových kol v období II. sérií ve sledovaných letech. Z toho vyplývá, že populace *I. typographus* v lesích námi zkoumané lokality na polesí Vacíkov je přibližně stejná a nedošlo k jejímu navýšení v roce 2019, který byl ideální pro reprodukci lýkožrouta smrkového. To dokazuje i srovnání celkových nahodilých těžeb z vacíkovských lesů na polesí Vacíkov mezi lety 2019 a 2020, kdy nebyl shledán rozdíl ve velikosti nahodilých kůrovcových těžeb.

Klasické lapáky jsou schopny zachytit stejné množství kůrovce jako stojící stromy a jsou v tomto ohledu stejně účinné. Ale abychom vychytali celou lokální populaci např. v porostu, bylo by nutné pokácet tolik lapáků, kolik se vyskytne kůrovcových stromů v daném porostu v kůrovcovém kole. Schopnost zachytit stejné množství kůrovce jako kůrovcové stromy mají pouze lapáky I. série. Lapáky II. série popř. III. série jsou takřka neúčinné vzhledem k schopnosti zachycení minimálního podílu populace *I. typographus* (do 3 %). Instalace lapáků je celkově jak časově, tak i finančně náročná (Blaženec a kol. 2015). Z toho důvodu je instalace lapáků II. a III. série neefektivní a zatěžuje lesníky při boji proti kůrovci. Taktéž se nám zdá být zbytečné pokládání dalších lapáků k lapákům I. série při zjištění středního a silného náletu na lapácích (Švestka et al. 1996, Forst a kol. 1985), a to proto, že při těchto náletech slouží lapáky spíše jako kontrolní zařízení než obranná opatření. Vynaložené finance a hlavně čas na pokládání lapáků k I. sérii a instalaci lapáků II. a III. série je výhodnější investovat do intenzivního vyhledávání aktivních kůrovcových kol, na jejich rychlé a včasné vytěžení a provedení kvalitní asanace.

7 Seznam použité literatury

- AMANN, G. 1995: *Hmyz v lese: kapesní obrazový atlas*. 1995. Přeložil Vlastimil KUČERA. Vimperk: Nakl. J. Steinbrener. ISBN 80-901324-8-0.
- BÁRTA, O. 2017: Zamyšlení nad ochranou lesa proti kůrovcům na Lesní správě Prostějov. *Lesu Zdrav* 24. 2. 2017.
- CENIA, 2019: Zpráva o životním prostředí České republiky – data, vývoj, souvislosti. Praha: CENIA, česká informační agentura životního prostředí, Ministerstvo životního prostředí 2019.
- CULEK, M. 2005: *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005. ISBN 80-86064-82-4.
- CZECH FOREST think tank, 2020: *Střednědobá prognóza vývoje lesnicko-dřevařského sektoru od roku 2020*. Kostelec nad Černými lesy, 2020.
- FÉR, F.; POKORNÝ, J. 1993: *Lesnická dendrologie*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola zemědělská. Publikace Matice lesnické, 131 s. (neváz.)
- FORST, P.; CABAN, J. a MICHALÍK, P. 1985: *Ochrana lesů a přírodního prostředí: učebnice pro stř. les. školy*. Ilustroval Vladimír HENDRYCH, ilustroval Antonín ZEŽULA. Praha: SZN, 1985. Lesnictví, myslivost a vodní hosp.
- 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.; HLÁSNÝ 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.; GURSTEV, A.; HOLUŠA, J.; HROŠŠO, B.; KŘENOVA, Z.; LONGAUEROVÁ, V.; LUKÁŠOVÁ, K.; MAJDÁK, A.; MEZEI, P. a SLIVINSKÝ, J. 2015: Principy ochrany dospělých smrekových porastov pred podkorným hmyzom. *Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied*, 232 p.

- KAUSRUD K.; OKLAND B.; SKARPASS O.; GREGOIRE J.C.; ERBILGIN N.; STENSETH N.C. 2012: Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biological reviews* 87: 34-51.
- KNÍŽEK, M.; ZAHRADNÍK, P. 2004: Kůrovci na jehličnanech. *Lesnická práce*, Kostelec nad Černými lesy, 2004, 83 (3), příloha: I-VIII.
- KOMONEN, A.; SCHROEDER, L. M.; WESLIEN, J. 2011: Ips typographus population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden. March 2010 *Journal of Applied Entomology* 135(1-2): 132 – 141.
- KŘÍSTEK, J.; URBAN, J. *Lesnická entomologie*. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-1052-1.
- KULA, E. Ochrana lesa ve středoevropských podmínkách 1. část – *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) kalamitní škůdce smrkových ekosystémů střední Evropy*. Skriptum. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 69 s.
- LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA J. 2011: *Comparison of spruce bark beetle (Ips typographus) catches between treated trap logs and pheromone traps*. Usporedba ulova smrekinog pisara (Ips typographus) na kemijski tretiranim lovnim trupčičima i feromonskim klopka. *Šumarski list* 135: 233-242.
- LUBOJACKÝ, J.; HOLUŠA J. 2014: *Attraction of Ips typographus (Coleoptera: Curculionidae) beetles by lure-baited insecticide-treated tripod trap logs and trap trees*, *International Journal of Pest Management*, 60: 153-159.
- LUBOJACKÝ, J.; KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J. 2019: Ochrana lesa před kůrovci na smrku pro menší lesní majetky. *Lesnická práce*, Kostelec nad Černými lesy, 2019, 98 (4), příloha: I-IV.
- LUBOJACKÝ, J.; LIŠKA, J.; KNÍŽEK, M. 2018: atraktivita stromových lapáků pro lýkožrouta severského, Ips duplicatus Sahlbreg (Coleoptera: Curculionidae): zprávy lesnického výzkumu, 63 (1): 48-52
- LUKÁŠOVÁ, K.; HOLUŠA, J. 2015: Podkorní hmyz. In Jakuš, R.; Holuša, J.; Blaženec, M. (eds.). *Principy ochrany dospělých smrkových porostů před podkorním hmyzem*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 198 s. ISBN 978-80-213-2605-7.

- MARTINEK V. 1960: *Příprava lapáků pro kontrolu a boj s kůrovcem smrkovým Ips typographus* L. Lesnická práce, 39(4): 186.
- MUSIL, I; HAMERNÍK, J. 2007: *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1*. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1567-9.
- PFEFFER A. 1952: *Kůrovec lýkožrout smrkový a boj proti němu* Lesnická knihovna 12. Praha: Brázda, 45 s.
- PFEFFER A. 1961: *Ochrana lesů*, Státní zemědělské nakladatelství Praha.
- POPLÁK, P. 2004: *Zkušenosti v ochraně lesa proti škodám způsobovaným lýkožrouty u VLS – divize Lipník*. In: Sborník referátů 28. setkání lesníků tří generací na téma “Nebezpečí kůrovce v roce 2004” 19. 3. 2004 (Praha-Novotného lávka). Česká lesnická společnost, VÚLHM Jíloviště-Strnady, Lesnická práce, 91–93.
- ŠVESTKA, M.; HOCHMUT, R.; JANČAŘÍK, V. 1996: *Praktické metody v ochraně lesa*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce.
- ÚRADNÍČEK, L.; CHMELÁŘ, J. 1998: *Dendrologie lesnická*. Dotisk 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.. 97 s. ISBN 80-7157-162-8.
- VACEK, S.; REMEŠ, J.; VACEK, Z.; BÍLEK, L.; ŠTEFANČÍK, I; BALÁŠ, M.; a Vilém PODRÁZSKÝ. 2018: *Pěstování lesů*. V Praze: Česká zemědělská univerzita.. ISBN 978-80-213-2891-4.
- 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. (2019): *Kůrovcové kalamity v ČR – historie, současnost, možnosti řešení*. Zpravodaj ochrany lesa, 22: 60 – 64.
- ZAHRADNÍK, P.; GERÁKOVÁ, M. 2010: *Lýkožrout smrkový. Ips typographus (L.)*. Lesnická práce 89 (12) příloha: I-VIII.
- ZAHRADNÍK, P. (ed) 2014: *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2014. ISBN 978-80-7458-057-4.
- ZAHRADNÍK, P.; KNÍŽEK, M. 2016: *Lýkožrouti na smrku a sucho*. Lesnická práce, 95 (4), příloha: I-VIII.

ZUMR, V. 1995: *Lýkožrout smrkový-biologie, prevence a metody boje*. Písek: Matice lesnická. ISBN 80-900043-2-9.

Vyhlášky a normy

76/2018 Sb. - Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže, ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb.

101/1996 Sb. - Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže.

ČSN 48 1000 - Ochrana lesa proti kůrovci na smrku

ČSN 48 2711 - Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. *Ips typhographus*