

Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové

VÝZKUMNÉ PROJEKTY
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR

LESYČR



Projekt

**OBRANNÁ OPATŘENÍ PROTI LÝKOŽROUTU
SEVERSKÉMU**

Závěrečná zpráva projektu

Řešitel

Mendelova univerzita v Brně

- MENDELU
- Lesnická
- a dřevařská
- fakulta

Odpovědný řešitel:

Ing. Vojtěch Šotola

Spoluřešitelé:

Ing. Petr Martinek Ph.D.

Mgr. Markéta Davidková Ph.D. (BC AV ČR)

Prof. Ing. Emanuel Kula CSc., RNDr. Petr Doležal Ph.D.

Brno, Duben 2021

Odborná závěrečná zpráva projektu
Obranná opatření proti lýkožroutu severskému

Kód projektu: TJ02000025

Hlavní příjemce: Mendelova univerzita v Brně

Další účastník: Biologické centrum AV ČR

Obsah

1. Úvod	1
2. Podíl kůrovců na nahodilých kůrovcových těžbách.....	5
2.1. Metodika	5
2.2. Výsledky.....	7
2.2.1. Rok 2019.....	7
2.2.1.1. Nekalamitní revír Koníkov	7
2.2.1.2. Kalamitní revír Horka.....	13
2.2.2. Rok 2020.....	19
2.2.2.1. Nekalamitní lokalita.....	19
2.2.2.2. Kalamitní lokalita	25
2.2.3. Zhodnocení dvouletého šetření kůrovců	31
2.2.4. Využití dronu při terénním šetření.....	37
2.3. Shrnutí	42
3. Stojící otrávené lapáky	43
3.1. Lapáky připravené postřikem kmene	43
3.1.1. <i>Metodika</i>	43
3.1.2. Výsledky.....	44
3.1.2.1. Nekalamitní lokalita.....	44
3.1.2.2. Kalamitní lokalita	45
3.1.2.3. Statistické zhodnocení.....	46
3.2. Lapáky připravené mikroinjektáží	49
3.2.1. Metodika	49
3.2.2. Výsledky.....	50
3.2.2.1. Nekalamitní lokalita.....	50
3.2.2.2. Kalamitní lokalita	52
3.2.2.3. Rozbor výřezů ze stromů ošetřených injektáží.....	56
3.2.2.3.1. Materiál a metody.....	56
3.2.2.3.2. Výsledky.....	56
3.2.2.3.2.1. <i>Lokalita 1</i>	56
3.2.2.3.2.2. <i>Lokalita 2</i>	58
3.3. Shrnutí otrávených lapáků	60
4. Rychlost vývoje ve střídavých teplotách u lýkožrouta severského	61
4.1. Materiál a metodika	61
4.1.1. Pokusní jedinci a sendvičová metoda.....	61
4.1.2. Statistické vyhodnocení.....	62

4.2.	Výsledky.....	63
4.3.	Závěry	65
5.	Diapauza u lýkožrouta severského	66
5.1.	Materiál a metodika	66
5.1.1.	Migrace do hrabanky v laboratorních podmínkách	66
5.1.2.	Migrace do hrabanky v terénu	66
5.2.	Výsledky.....	67
5.2.1.	Migrace do hrabanky v laboratorních podmínkách	67
5.2.2.	Migrace do hrabanky v terénu	69
5.3.	Závěry	69
6.	Závěr	70
7.	Zdroje.....	71

1. Úvod

Na smrku se vyskytuje 30 druhů kůrovců, jen někteří se pokládají za škůdce. Současná legislativa vylišuje tři kalamitní druhy kůrovců, lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.), lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus*) a lýkožrouta severského (*Ips duplicatus*) (Vyhl. 101/1996 Sb.). Gradační situace na území severní Moravy vede k rozpadu smrkových porostů a je spojena nejen s lýkožroutem smrkovým, ale i s mimořádným výskytem lýkožrouta severského.

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) je nevýznamnějším škůdcem smrkových ekosystémů nejen v Evropě, ale v celé Eurasii (Christiansen, Bakke 1988). Za příznivých podmínek vznikají celoevropské gradace (Skuhřavý 2002), při kterých může usmrtit miliony stromů (Dale et al. 2001; Schelhaas et al. 2003), kalamity jsou časté ve Skandinávii (Vallinger, Petterson 1996, Vallinger, Fridman 1999), Anglii (Wright, Quine 1993), Francii (Hougardy, Grégoire 2001), Švýcarsku (Wohlgemuth et al. 1995; Wermelinger et al. 2002), Německu (Griesche 1995; König et al. 1995), v Nizozemsku (Luitjes 1976) i České republice (Kořen 2005b; Skuhřavý 2002; Vicena et al. 2004; Zach et al. 2007). Původně byl škůdcem hlavně horských smrčín, odkud se rozšířil s uměle zaváženým smrkem do nížin (Křístek, Urban 2004). Schelhaas et al. (2003) odhadují, že 8 % z celkových škod na lese mezi lety 1850–2000 byly způsobeny kůrovci, především I. smrkovým. Mezi spouštěcí faktory gradací se všeobecně řadí nadstandardní kvantita disponibilní potravy po disturbancích větrných a sněhových, nebo oslabení suchem (Wermelinger 2004; Netherer, Schopf 2010).

Lýkožrout severský původem ze Skandinávie a Sibiřské tajgy byl ještě v 60. letech 20. století hodnocen jako nevýznamný druh. První výskyt na území ČR byl zaznamenán roku 1927 u Českého Těšína (Holuša et al. 2010). První přemnožení je popsáno v 90. letech minulého století (Zahradník 2014). Druh je hodnocený ve střední a severovýchodní Evropě jako invazní (Wanka 1927; Zúbrik et al. 2006; Vakula et al. 2007; Daise 2009). Jeho aktuální hospodářský význam byl podnětem k zařazení mezi kalamitní druhy novelou vyhlášky MZe 101/1996 Sb. stanovující podrobnosti o opatřeních v ochraně lesa. I. severský ve střední Evropě napadá především smrkové monokultury na nepůvodních stanovištích (Knížek, Zahradník 1996; Stanovský 2002; Grodzki 2003; Hrubík 2007; Olenici et al. 2009, 2011; Duduman et al. 2011). Neustálé zvyšování populační hustoty je zapříčiněno pozitivní reakcí na mírné klima střední Evropy. V severním Polsku má pouze jednu generaci za rok, v našich podmínkách se dokážou vyvinout dvě až tři generace (Grodzki 1997; Holuša et al. 2003; Mrkva 1995; Schnaider, Sierpinski 1955). Krom teploty je voltinismus kůrovcovitých významně ovlivněn i délkou dne a související adaptací lokálních populací na sezonalitu prostředí (Doležal, Sehnal 2007 a; Schroeder, Dalin 2017). Zkracování dne pod kritickou mez na sklonku vegetační sezóny tak vede k indukci imaginální diapauzy – stavu, v němž lýkožrouti přezimují. U lýkožrouta smrkového i severského je kritické délky dne dosaženo přibližně v polovině srpna a po tomto termínu je reprodukční a letová aktivita kůrovců utlumována a dochází k posilování mechanismů směřujících k přípravám na zimování (Košťál 2006; Doležal, Sehnal 2007 a, b; Košťál et al. 2011; Doležal, Davídková 2018). Rozvoj diapauzy je částečně ovlivněn teplotou, takže vysoké teploty v závěru vegetační sezóny mohou proces zpomalit, ovšem v našich zeměpisných šířkách představuje přelom srpna a září definitivní ukončení aktivního vývoje. Od tohoto termínu je u většiny lýkožroutů v terénu pozorovatelná atrofie létací svaloviny i pohlavních orgánů, a naopak výrazný nárůst energetických rezerv deponovaných v tukovém tělese (Botterweg 1982; Košťál et al. 2011).

Kontrolní a obranná opatření, která se vyvinula za uplynulá dvě století, se uplatňují v různém rozsahu a účinnosti. Nejznámější kontrolní metodou lýkožrouta smrkového jsou lapáky (Pfeil 1827), jejichž lákavá schopnost se využívá k agregaci kůrovců. Lapáky jsou známy od 30. let 19. století, kdy je do lesnické praxe v oblasti Harzu zavedl Heinrich Julius von Uslar v r. 1840. Lapáky se úspěšně aplikují i na další významné druhy kůrovců na smrku [*Ips amitinus* (Eichh.), *Polygraphus poligraphus* (L.), *Dendroctonus engelmanni* (Hopk.)], modřínu [*Ips cembrae* (Heer)] nebo borovici (*Tomicus* sp., *Ips acuminatus* Gyll.) (Kula et al. 2007; Holuša et al. 2006, 2009, 2012, 2014; Witrylak 2008; Borkowski, Podlaski 1992; McComb 1955). V 70. letech s výrobou syntetických feromonových odparníků začíná

jejich využití v kontrole v různých typech lapačů (Novák 1980; Brutovský 1981; Zumr 1983 a atd.). Masové nasazení jako obranného opatření bylo využíváno okamžitě a přetrvává do současnosti v mnoha státech (Itálie – Faccoli, Stergulc 2007; Skandinávie – Bakke, Strand 1981; Bakke et al. 1983; Eidmann 1983; Polsko – Bielán, Haliniak 2012).

Mnoho studií potvrzuje účinnost feromonových lapačů a stromových lapáků na I. smrkového (Jakuš 1998; Niemeyer 1992; Richter 1991; Schlyter et al. 2001; Vrkoč 1989). Běžné používání feromonových lapačů i stromových lapáků předurčuje i zařazení do Integrated-Pest-Management (Jakuš 1998; Niemeyer 1992; Niemeyer et al. 1994; Schlyter et al. 2001; Bakke 1991; Jakuš 2001). Postupná modifikace obranných opatření (lapáky: Pfeil 1827; ČSN 48 1000; otrávené lapáky: Kučera 1951; Martínek 1952; feromonové lapače: Dimitri 1985; Klimetzek, Vité 1989; Zahradník 1989; Koleva et al. 2012 aj.; otrávené trojnožky: Knížek, Zahradník 1996; Stanovský 2002; Grodzki 2003; Hrubík 2007; Olenici et al. 2009, 2011; Dudumann et al. 2011; Zahradník 2005; Vrba 2009; Lubojacký, Holuša 2011; hromadné – soustředěné – lapáky nebo švédská metoda s umístěním feromonů na stojící stromy: Švestka 1990; Švestka et al. 1996; Zahradník 2005; nebo otrávené sítě: Geráková 2011) přispívá ke zkvalitnění kontroly kůrovců (především lýkožrouta smrkového) a boje s nimi.

V současné době upravuje prevenci, kontrolu, obranu, odchyťová zařízení i asanaci kůrovcového dříví proti I. smrkovému, lesklému a severskému norma ČSN 48 1000 Ochrana proti kůrovcům na smrku (2005).

Lubojacký (2012) shrnul a komentoval vývoj legislativních předpisů a technických norem upravujících problematiku prevence, kontroly a obrany před lýkožroutem smrkovým na území ČR od prvních zmínek do současnosti. V současné době je hlavním pramenem práva v lesích na území České republiky „Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)“. Hlediska pro určování základního, zvýšeného nebo kalamitního výskytu lýkožrouta smrkového a lýkožrouta lesklého a základní způsoby zjišťování výskytu, kontroly a obrany proti nim vyplývají z přílohy č. 2 vyhlášky č. 101/1996 Sb., resp. vyhlášky č. 236/2000 Sb., respektive vyhlášky 76/2018 Sb. Vyhláška č. 236/2000 Sb. nově přidala stručný popis způsobů zjišťování výskytu I. smrkového při různých populačních hustotách a výpočet množství odchyťových zařízení při zvýšeném a kalamitním stavu. Vyhláška 76/2018 Sb. přidala mezi kalamitní druhy I. severského. Postup je však již řadu desetiletí prakticky neměnný a nereflektuje rozdíly v konstrukčních řešeních lapačů, proměnlivost efektivity jednotlivých typu odchyťových zařízení (lapáče, lapáky, otrávené lapáky atd.), nebere v úvahu alternativní způsoby boje se škůdcem a není přizpůsobena významnému působení I. severského. Postup kontroly a boje s lýkožroutem smrkovým, I. lesklým a I. severským je zakotven ve státních normách, které rovněž prošly vývojem, přičemž pojem kalamitní základ pro stanovení počtu obranných opatření byl užit již v ČSN 482711 (1953). Následovaly ON 482711 (1968) a ON 482711 (1973), ON 482711 (1984), ON 482711 (1987), přičemž závaznost státních norem skončila 31. 12. 1994 a české technické normy jsou vydávány obecně jako dobrovolné (Vančurová et al. 1996).

Mnoho autorů se zabývalo porovnáním feromonových lapačů a různých variant lapáků. Porovnání obranných opatření vychází rozporuplně, Lubojacký a Holuša (2011), Vrba (2009), Koleva et al. (2012) zaznamenali vyšší odchyty do feromonových lapačů než na otrávené trojnožky, zato Hurling a Stetter (2012) tvrdí, že vyšší odchyty jsou na otrávených čtyrnožkách s feromonovou návnadou. Rozporuplné výsledky dalších šetření porovnávajících obranná opatření (Adlung et al. 1986; Abgrall 1987; Bombosch 1988; Drumont et al. 1992; Jeniš, Vrba 2007; Tomiczek 2009) ukazují na velký vliv řady faktorů (odchytky meziroční, specifika lokalit, fáze gradačního cyklu I. smrkového, vliv dalších druhů podkorního hmyzu, kvalita feromonových návnad a použitých insekticidů atd.) (Lubojacký, Holuša 2011). Król a Bakke (1986) uvádějí, že efektivnost lapáků a lapačů je značně ovlivněna velikostí populace kůrovců, při nižší populační hustotě zůstávají lapáky málo nebo vůbec neobsazené na rozdíl od

feromonových lapačů, při střední výši populace jsou obranná opatření vyrovnaná a při vysoké populační hustotě jsou lapáky efektivnější.

Lapáky, kromě silného ovlivnění zmíněnými faktory, mají ještě i jiné nevýhody, vysokou pracnost, zvyšující se náklady (Król, Bakke 1986), časovou náročnost metody (Bakke 1989), omezenou kapacitu odchycených brouků (Król, Bakke 1986), problémy související s načasováním asanace (Lubojacký 2013), omezenou dobu atraktivity a při asanaci lapáků dochází k odstranění predátorů a parazitoidů z lesního prostředí (Król, Bakke 1986).

Proti v současnosti jednomu z nejdůležitějších škůdců smrku, I. severskému, nemáme účinné obranné opatření. Proto je zkoušení a ověřování nových obranných opatření prioritou. Mnoho autorů se shoduje, že I. severský nenalétá ležící dřevo (Schneider, Sierpinski 1955; Grodzki 1997; Knížek 1998; Švestka et al. 1998; Zahradník 2014; Lubojacký et al. 2018). I přes ojedinělé případy napadení ležících lapáků I. severským, například napadení „klasických“ ležících lapáků uvádí z podhůří Českomoravské vrchoviny Liška a Lubojacký (2015), se ležící lapáky ukazují jako nevyužitelné obranné opatření. Použití stojících lapáků, přípustných dle normy ČSN 48 1000 (2005), je logické. Nutnost navnadění uvádí shodně norma STN 48 27 11 (Slovenská republika 1997) i Zahradník (2014). Zahradník (2014) ovšem připouští možnost, že i navnaděné stojící lapáky nedokážou přilákat I. severského. Otrávení řeší jeden ze základních problémů lapáků, omezenou kapacitu (Dodds et al. 2000; Blaženec et al. 2015). Další výhodou je, že odpadá nutnost odkornění nebo asanace (Holuša et al. 2016). Juha a Turčáni (2008) uvádí, že při použití stojících otrávených navnaděných lapáků proti I. smrkovému dochází při vyvěšení feromonové návnady na patu kmene k nadpolovičnímu napadení do vzdálenosti 1,5 m a jen ve výjimečných případech dochází k úmrtí živých smrků použitých jako stojící lapáky. Raty et al. (1995) píšou, že stojící otrávené lapáky mohou být efektivním obranným opatřením proti I. smrkovému a riziko odumření lapáku je nízké. Švestka (1990) uvádí, že ošetření insekticidní jíchou může zahubit i 100 % nalétajících kůrovců při aplikaci insekticidu těsně před rojením, v případě otrávení lapáků 2 týdny před rojením a neobnovení postřiku by pokus vyšel negativně. Dostatečného účinku insekticidní jíchy bylo možné zaručit na 2-4 týdny dle použité dávky insekticidu. Zahradník a Kapitola (1993) uvádí, že při nedostatečném otrávení mohou samci začít vytvářet požereky a začít lákat další lýkožrouty. Zároveň připouští vyšší nálet na otrávené lapáky, jako důvod uvádí, že přítomní brouci nezačnou vypouštět látky omezující další nálet jako při přirozeném obsazení kmene. Dále zmiňují nutnost využití feromonového odparníku na otrávených lapácích, při absenci dochází k lákání na ležící lapáky jen primárními atraktanty. Často zmiňovaným důvodem proti používání otrávených lapáků je negativní dopad na necílovou faunu a hlavně predátory kůrovců (Werner et al. 1983; Okland et al. 1996; Zahradník 2004; Tomiczek 2009; Koleva et al. 2012). Holuša et al. (2016) uvádí vyšší usmrcených necílových členovců. Otrávené trojnožky usmrtily 10 – 20krát více pavouků, 3krát více blanokřídlého hmyzu (mravenců dokonce 5krát více). Nárůst predátorů rodu *Thanasimus* byl 2–6krát větší než u lapačů. Částečné otrávení stojících lapáků může znamenat nižší mortalitu necílových organismů, negativní vliv na uvedenou skupinu, přesto přetrvává. Otrávené stojící lapáky navnaděné na I. severského, jsou přesným případem použití neověřené metody.

Nové metody přístupů ochrany a obrany dřevin proti významným druhům hmyzu, které představují vážné ohrožení pro udržitelnost lesních ekosystémů, vyplývají ze zvyšující se role kůrovců a podkorního hmyzu (Krist et al. 2007). Ke stávající formě a způsobům kontroly a obrany podkorní entomofauny se jeví jako optimální individuální ochrana jednotlivých dřevin, které byla v minulosti designovaná především jako postřik, či zamřžování jednotlivých kmenových částí ošetřovaných dřevin. Fettig et al. (2006 a) zmiňuje Karbaryl (1-naphthylmethylcarbamate) jako jeden z významných způsobů efektivní, ekonomické a ekologické metody chemické ochrany individuálních dřevin. Použití pyretroidů (např. Permethrin((3-fenoxyfenyl)methylester kyseliny 2,2-dimethyl-3-(2,2-dichlorovinyl)cyclopropankarboxylové) a Bifenthrin (2-Methyl-3-phenylphenyl)methyl (1S,3S)-3-[(Z)-2-

chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl]- 2,2-dimethylcyclopropane-1-carboxylát) atp.) může být také efektivní metoda chemické ochrany dřevin (DeGomezat al. 2006). Stejný autorský kolektiv připouští pouze jednorocní ochranu ošetřených dřevin u těchto látek. Nevýhody samotné metody postřiku, či zamlžování (velké náklady, obtížnost manipulovatelnosti postřikové techniky atp.) indukují nutnost aplikace jiné metody individuální ochrany dřevin (Fettig et al. 2008). Stromová injekce a s ní provázaná aplikace systémově působících insekticidů byla v ochraně dřevin poprvé použita před téměř čtyřiceti lety v USA (Berisford et al. 1981). Z důvodu celosvětového nárůstu počtu invazních a invazivních chorob a škůdců s vážnými dopady na celé populace dřevin (duby, jilmy, jasany, lípy atd.), jsou možnosti použití této technologie nadále intenzivně studovány a v některých případech už i úspěšně aplikovány v praxi. Aplikace insekticidních látek systémové povahy pro kontrolu a obranu dřevin proti aktivitě podkorního hmyzu popsují Billings (1980), Dalusky et al. (1990) atp. Metoda je zásadně závislou na podmínkách prostředí, ve kterém zásah probíhá (ekofyziologie ošetřovaného stromu, teplota prostředí, roční doba aplikace, charakter účinné látky atp.) (Grosman and Upton 2006). Tento autor zároveň poukazuje na efektivní účinné látky pro tento management ochrany dřevin (emamectinbenzoate, fipronil, a imidacloprid). Tyto látky byly testovány jako preventivní ochrana proti aktivitě jedinců rodu Ips, Dendroctonus spp. atp. Na přelomu 80. a 90. let minulého století se metoda stala používanou alternativou k plošným, resp. Individuálním chemickým postřikům dřevin jak na lesní, tak na mimolesní stromové vegetaci (Stormat al. 2015). Metoda byla využívána např. v USA a Kanadě pro ochranu stromů např. před kůrovci rodu Dendroctonus, některými obalečovými, korovnicovými atp. Na přelomu století se metoda začala uplatňovat při ochraně dřevin před karanténními škodlivými organismy i v zemích západní a jižní Evropy (Francie, Itálie a Portugalsko), a to i jako prostředek prevence, či jako součást eradikačních zásahů (Kreutzweiser et al. 2008).

Rozšíření I. severského je dlouhodobě mapováno na území České republiky Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., přehled výskytu se každoročně vydává a je součástí publikace „Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum“ (Knížek et al. 2017). Mapováním výskytu I. severského se zabýval i Holuša et al. (2010), který uvádí, že již v roce 1997 byl I. severský zjištěn v celé republice v polohách do výšky 650 m n. m., populace má těžiště výskytu na severní Moravě a Slezsku. Zvyšující se význam škůdce potvrzuje i monitoring z Rumunska, kde Duduman (2011) zjistil, že I. severský se přirozenou migrací rozšířil v pohořích s přítomností smrku v polohách do 1000 m n. m., první výskyt v Rumunsku byl zaznamenán v roce 1948 a ještě v roce 1970 bylo zastoupení pouze sporadické. V současnosti je registrováno v severovýchodní části Rumunska kalamitní přemnožení, napadány jsou především smrkové porosty na nepůvodních stanovištích. Zmíněné kontroly výskytu byly prováděny za pomoci feromonových lapačů. Podíl škůdce na nahodilých kůrovcových těžbách nebyl prozatím objasněn, avšak Holuša et al. (2010) uvádí, že téměř všechny odumírající smrky na zkoumaném území byly napadeny značným počtem I. severských. Zároveň uvádí, že I. severský napadal mnohem méně kůrovcového dříví, než je mu dnes přisuzováno.

Lýkožrout severský je významně rozšiřován pomocí transportu napadeného dřeva, dokumentované případy uvádí autoři z Rumunska (Duduman et al. 2011), Slovenska (Vakula et al. 2007) i Belgie (Piel et al. 2006). I přes kalamitní přemnožení u nás (Holuša et al. 2010; MZe 2017) nebo v jiných částech Evropy (Duduman et al. 2011; Vakula et al. 2007; Turčáni 2000) a zařazení mezi invazní organismy v střední a severovýchodní Evropě (Wanka 1927; Zúbrik et al. 2006; Vakula et al. 2007; Daise 2009) není podíl na odumírání, a tedy i kůrovcového dříví, jasně vymezen. Vymezení podílu a dimenzí napadeného dříví může pomoci v zamezení šíření škůdce při transportu dříví.

Cílem projektu bylo zpřesnit a doplnit poznatky o ochraně lesa proti lýkožroutu severskému. Projekt byl rozdělen do několika částí:

- a) Vymežit podíl I. severského na objemu kůrovcových těžeb v gradačním a mimo gradačním území I. smrkového.
- b) Stanovit účinnost stojících otrávených lapáků a zásady jejich užití jako obranného opatření proti I. severskému.
- c) Doplnit poznatky o vývoji I. severského v závislosti na teplotě a doplnit poznatky o diapauze

Ověření a návazné zavedení nových metod proti I. severskému může přispět k řešení zvýšeného (kalamitního) výskytu. Všechny dílčí části projektu směřují k poskytnutí doplňujícího nástroje pro lesní hospodářství, který může přispět k řešení kalamitní situace v České republice. Zařazení I. severského mezi kalamitní druhy dává ověřování a zavádění nových metod vysokou důležitost. Zavedení systému postupů pro kontrolu a obranu I. severského je předpokladem úspěšného managementu škůdce.

2. Podíl kůrovců na nahodilých kůrovcových těžbách

2.1. Metodika

V rámci projektu byl zjišťován podíl hospodářsky významných druhů kůrovců na nahodilých těžbách na vybraných územích. Pro tyto účely byly vybrány dva revíry, kde byly v průběhu obou let hodnoceny kůrovcové těžby z hlediska zastoupení jednotlivých kůrovců. Vybrán byl jeden revír v nekalamitním (zvýšený stav) a druhý v mimořádně kalamitním stavu. V porostech, které byly diferencovány věkem (tři věkové intervaly), byla po dobu dvou let sledována kůrovcová těžba. Kůrovci napadené stromy byly pokáceny a analyzovány na čtyřech ploškách, oddenkové (2 m od paty kmene), středokmenové (uprostřed mezi patou kmene a nasazením koruny), podkorunové (na rozhraní suchých a zelených větví) a středokorunové (uprostřed mezi nasazením a vrcholem koruny). Kontrolní ploška byla široká 50 cm a probíhala okolo celého kmene (pokud to bylo možné). Věkové intervaly byly stanoveny dle předpokládané mezidruhové konkurence nejvýznamnějších kůrovců na smrku. První skupina s rozpětím 30–59 let předpokládala konkurenci I. severského a I. lesklého, rozpětí 60–79 let předpokládalo dominantní postavení I. severského a ve skupině 80 let a starší jsme předpokládali dominanci I. smrkového.

Na každé plošce byla změřena délka (šířka byla vždy 50 cm), spočteny a determinovány přítomné požerky jednotlivých druhů kůrovců a zaznamenán jejich vývojový stupeň. Z analyzovaných plošek byl vypočten počet závrtových otvorů na dm^2 (dále zo/dm^2), který charakterizuje obsazení kmene jednotlivými druhy kůrovců. Na každé plošce byl vypočten poměr přítomných požerků I. severského a I. smrkového, pro rozdíly mezi velikostí požerků byl pro přepočítání použit poměr 1 požerka I. smrkového se rovná 2 požerkům I. severského (1 IT = 2 ID). Poměr I. smrkové a I. severského byl vypočítán pro jednotlivé plošky i celé analyzované stromy. Pro výpočet poměru na celém stromě byl použit vážený aritmetický průměr zohledňující vzdálenosti mezi ploškami. Průměr všech poměrů v jednotlivých letech a rojeních byl použit pro výpočet množství kůrovcového dřeva připadajícího na I. severského v každém z věkových intervalů. Pro statistické porovnání byly použity poměry na celém analyzovaném stromě (vážený aritmetický průměr z poměrů na analyzovaných ploškách).

Ze získaných dat a úhrnných kůrovcových těžeb byl stanoven význam jednotlivých druhů kůrovců s důrazem na I. severského. Vypočítán byl podíl jednotlivých kůrovců (I. smrkového a I. severského) na celkových těžbách, kalamitním základě, poměr I. smrkového a I. severského. Součástí je i posouzení částí kmene napadených I. severským (dle průměru a polohy na kmeni), rozřídění dle věkových skupin

(označení rizikových porostů). Výsledkem jsou dva případy působení I. severského na revír v kalamitě i mimo ni.

Na sekcích kmene, kde se vyskytovaly oba druhy kůrovců, jsme vypočítali poměr I. severského a I. smrkového. Pomocí poměru jsme zjistili, jakou část objemu dřeva ze sekce připočteme na vrub I. severskému. Poměr I. severského na celém kmeni jsme vypočítali váženým aritmetickým průměrem, který jsme zohlednili rozdílnou délku jednotlivých sekcí.

Na základě poměru I. severského v daných intervalech bylo vypočítáno množství kůrovcového dřeva. Data těžeb dle jednotlivých měsíců ve členění na jednotlivé porosty jsme získali od Lesů České republiky s.p. (množství vytěžené nahodilé kůrovcové těžby), pro výpočet podílu I. severského byly využity dvě metody. První metoda byla založena na dominanci I. severského na stromech (poměr větší než 50 %). Pro výpočet kůrovcového dřeva bylo využito procento analyzovaných smrků, na kterých I. severský dominoval z celého počtu analyzovaných stromů. Z celkového objemu bylo vypočteno dle procent kolik m³ připadá na I. severského. Druhá metoda vypočítávala objem kůrovcového dřeva z vypočítaného poměru. Objem celkové těžby byl vynásoben poměrem, tím jsme získali objem dřeva, které připadá na I. severského i na stromech, kde nedominoval.

Data získaná analyzováním plošek na kůrovcových stromech byla statisticky hodnocena. Pro srovnání různě velikých plošek byl pro statistické hodnocení využit přepočtení na zo/dm^2 . Pro vyhodnocení byl využit Kruskal-Wallisův test, kritériem byla heteroskedasticita a nenormalita rozdělení využitých dat. U dat nespňujících normalitu není vhodné porovnat průměry a rozptyly, které jsou typickými parametry normálního rozdělení. Místo metody ANOVA tedy použijeme její neparametrickou obdobu Kruskal-Wallisův test, jenž je založený na pořadí jednotlivých hodnot. Pro vícenásobné porovnání získaných hodnot (post-hoc porovnávání) užitý statistický software nabízí Dunnův test. Ten byl pro post-hoc porovnání užit, a to na stejné hladině významnosti ($p=0.05$), jako v případě ostatních statistických šetření. Pro grafické znázornění dat byly využity krabicové grafy znázorňující medián, kvartily a rozpětí minima a maxima, protože medián lépe odpovídá povaze Kruskal-Wallisova testu (hodnocení založeno na pořadí hodnot). Dále byla pro hodnocení využita analýza hlavních komponent. Statistické analýzy byly prováděny v programu Statistica 12 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, USA).

Při analýze plošek byly zaznamenávány průměry v místě plošky. Pro určení preferovaných průměrů kmene nejčastěji napadených I. severským byl sestaven sloupcový graf četností napadení. Vstupní data pro graf byly četnosti zaznamenaných průměrů, na kterých byl I. severský objeven v průběhu terénního šetření.

Šetření probíhalo na dvou revírech, nekalamitním na LS Nové Město na Moravě, revír Koníkov a na kalamitním LS Telč, revír Horka.

2.2. Výsledky

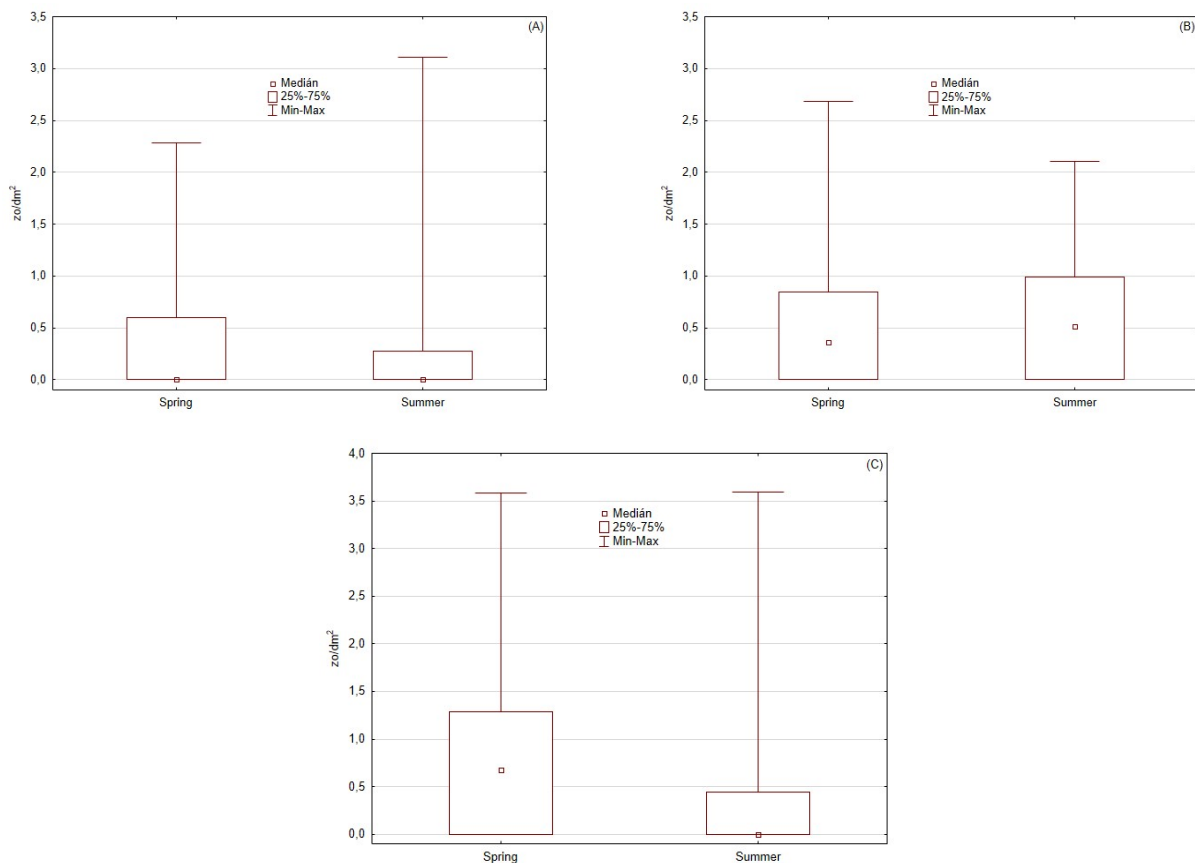
2.2.1. Rok 2019

2.2.1.1. Nekalamitní revír Koníkov

Revír Koníkov, který se nachází severně od Nového Města na Moravě, doposud nebyl výrazněji zasažen kůrovci. Na revíru bylo vybráno šest smrkových porostů, po dvou v každé věkové skupině, z nichž některé byly ve druhém roce šetření změněny z důvodu nedostatečných kůrovcových těžeb.

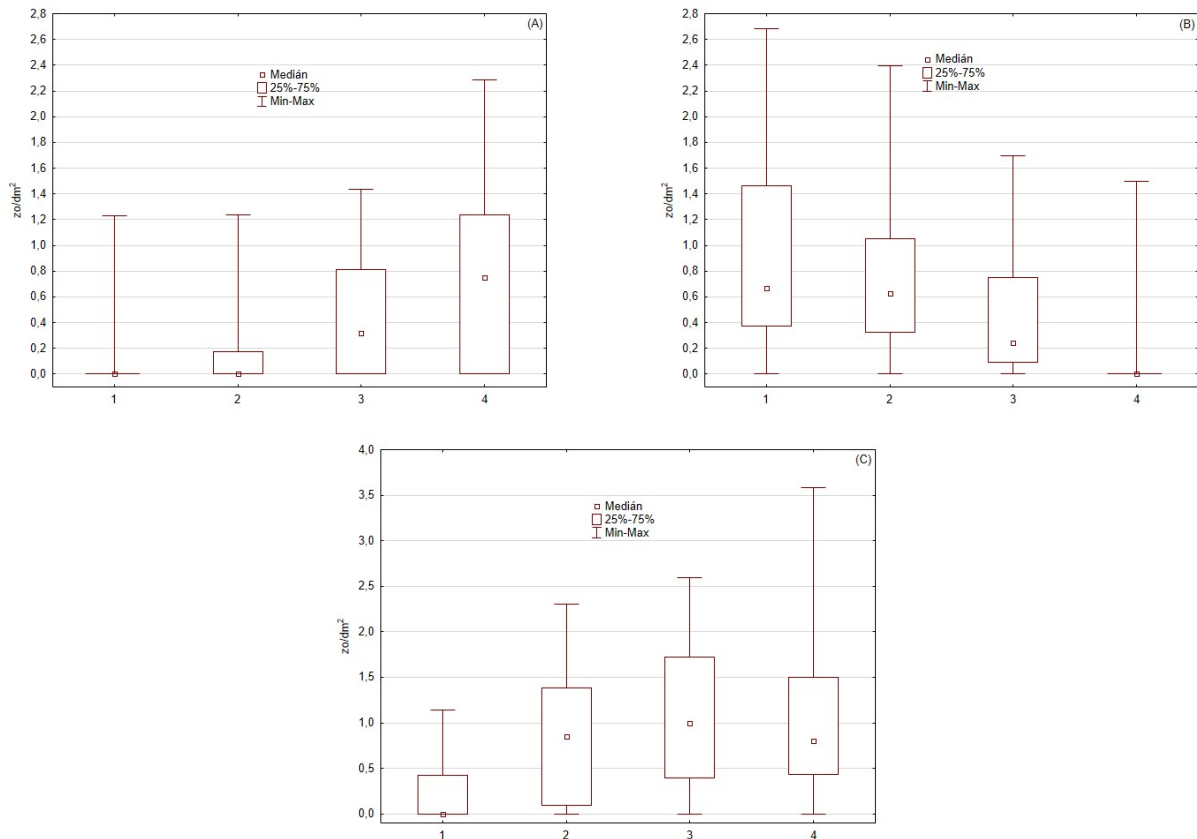
Rok 2019 nevybočoval průběhem z předešlých několika let, je charakterizován srážkovým deficitem a nadprůměrnými teplotami, které umožnily vytvoření dvou rojení. V porostech se tvořila kůrovcová ohniška, ale nedocházelo k vzniku větších holin.

Na lokalitě se zvýšeným stavem I. smrkového v roce 2019 byla kůrovcová těžba prováděna včas. Proto nebyl zjištěn rozdíl v napadání smrků mezi jarním a letním rojením ($H(1, N=252) = 2,034552$, $p=0,1538$; Obr. 1 B). U I. severského byl rozdíl mezi jarním a letním rojením statisticky významný. Vícenásobné porovnání, ale neukázalo rozdíl mezi rojeními ($H(1, N=252) = 5,333803$, $p=0,0209$, Dunnův test $p=0,0756$; Obr. 1 A). Pouze u I. lesklého jarní rojení převyšovalo letní ($H(1, N=252) = 27,75970$, $p=0,0000$; Dunnův test $p=0,000001$; Obr. 1 C).



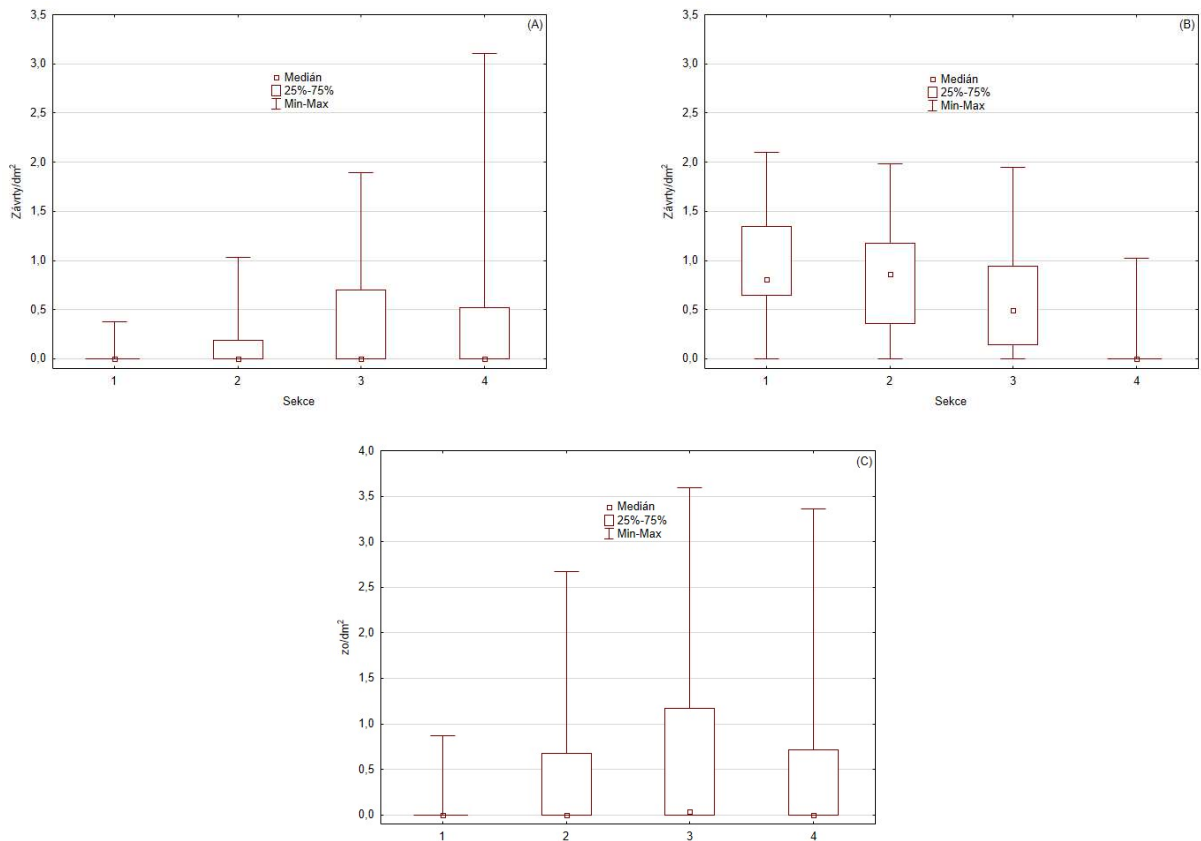
Obr. 1 Rozdíl mezi jarním a letním rojením I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C), lokalita Koníkov, rok 2019

Synuzie hospodářsky významných druhů kůrovců v profilu kmene byla v jarním rojení standardní (Zahradník, 2014), obsazování kmene bylo v souladu s bionomií a etologií sledovaných druhů. Lýkožrout severský byl zaznamenán na všech sekcích v profilu kmene. Oddenková sekce (1) byla statisticky významně méně obsazená než sekce podkorunová (3) a korunová (4), korunová sekce převyšovala i sekci středokmenovou (H (3, N=120) =27,29806, p=0,0000, Dunnův test p <0,00113; Obr. 2 A). Podobné rozložení měli I. lesklý, jeho přítomnost byla potvrzena na všech ploškách, ale oddenková byla statisticky nejméně obsazena (H (3, N=120) =27,20837, p=0,0000; Dunnův test p <0,0019; Obr. 2 C). U I. smrkového se potvrdilo nízké obsazování korunové části kmene, tato sekce byla odlišná od všech ostatních (H (3, N=120) =35,75004, p=0,0000; Dunnův test p <0,0097; Obr. 2 B).



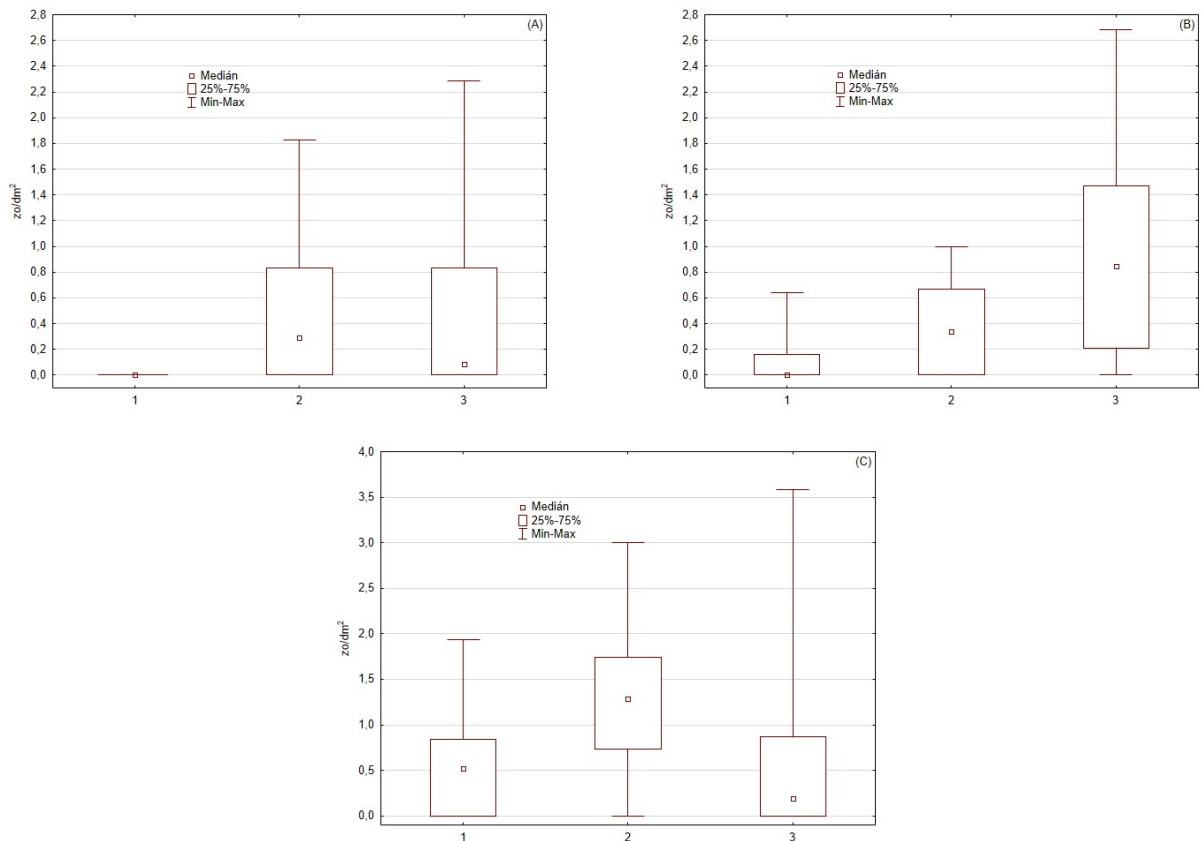
Obr. 2 Abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (c) na sekcích kmene, jarní rojení, lokalita Koníkov, rok 2019 (1 – oddenek, 2 – střed kmene, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny)

Letní rojení vykazuje téměř stejnou distribuci - I. smrkový obsazoval především kmenovou část (oddenková, středokmenová a podkorunová sekce) ($H(3, N=132) = 51,09198, p=0,0000$, Dunnův test $p < 0,0002$; Obr. 3 B). U I. severského bylo vyrovnanější napadení spodní části kmene. Výjimkou byla oddenková část, na které byl nálet pouze ojedinělý ($H(3, N=132) = 15,97152, p=0,0011$, Dunnův test $p < 0,0307$; Obr. 3 A). Také I. lesklý obsazoval kmen shodně s jarním rojením, oddenková část byla statisticky méně obsazena oproti korunové a podkorunové sekci ($H(3, N=132) = 15,43867, p=0,0015$; Dunnův test $p < 0,0462$; Obr. 3 C).



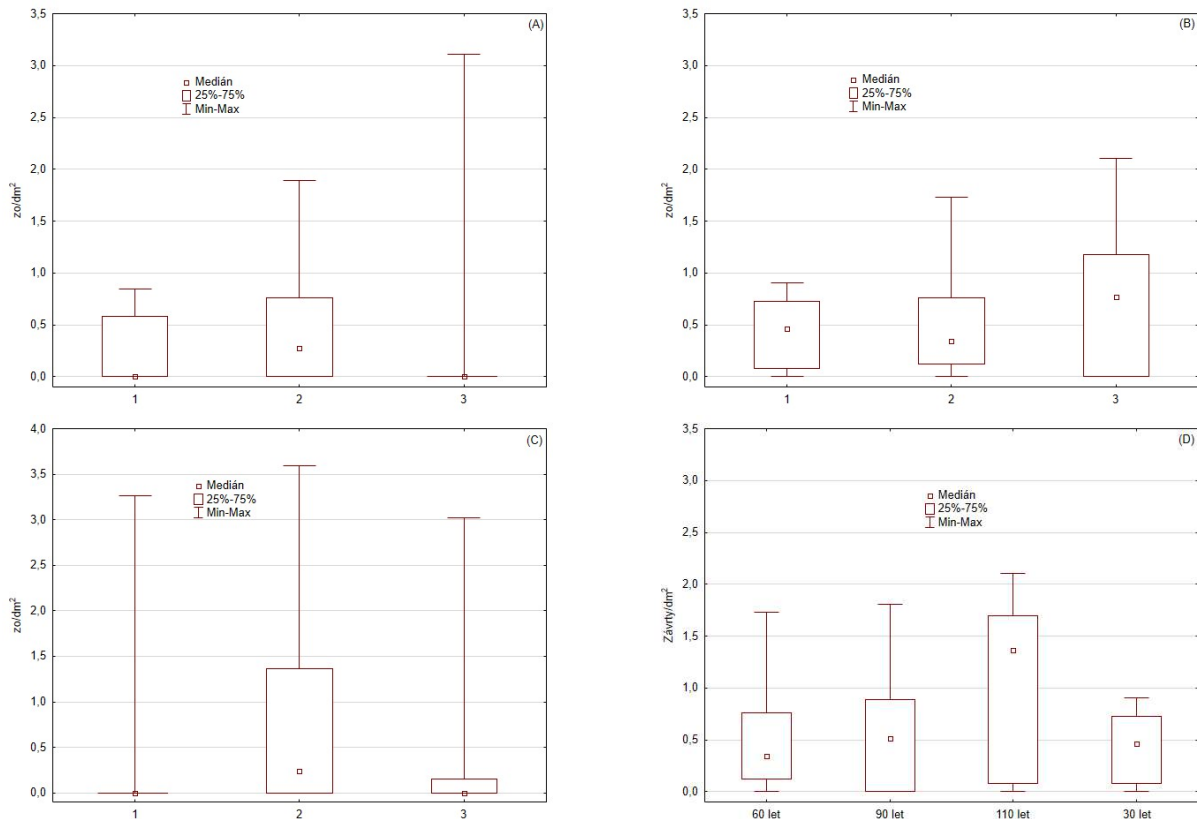
Obr. 3 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene, letní rojení, lokalita Koníkov, rok 2019 (1 – oddenek, 2 – střed kmene, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny)

Výše abundance v jednotlivých věkových skupinách byla u I. smrkového také dle předpokladů. Nejméně byl I. smrkový zastoupený v nejmladších porostech a s rostoucím věkem jeho hustota narůstala. Překvapivá tedy může být jen poměrně vysoká hustota napadení v nejmladší skupině, která by pro tak velkého kůrovce neměla být atraktivní ($H(2, N=120) = 32,79534$, $p=0,0000$, Dunnův test $p < 0,0287$; Obr. 4 B). V nejmladších porostech nebyl potvrzen nálet I. severského, který se vyskytoval v zbylých dvou skupinách s podobnou intenzitou ($H(2, N=120) = 26,45879$, $p=0,0000$, Dunnův test $p < 0,0001$; Obr. 4 A). Lýkožrout lesklý se nejčastěji vyskytoval v porostech ve věku 60–79 let a převyšoval ostatní studované porosty ($H(2, N=120) = 26,67900$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,0003$; Obr. 4 C).



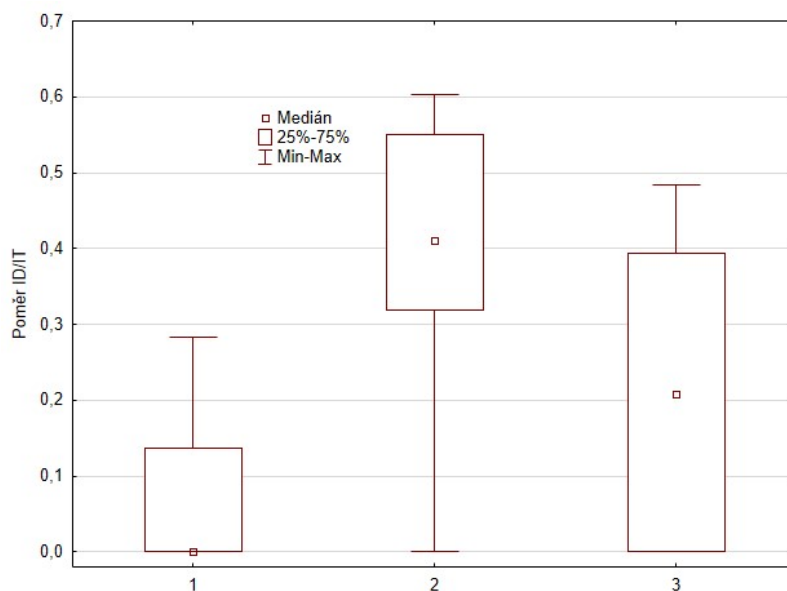
Obr. 4 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let), jarní rojení, lokalita Koníkov, rok 2019

Posouzení věkových intervalů u letního rojení I. smrkového bylo statisticky neprůkazné ($H(2, N=132) = 3,136264, p=0,2084$; Obr. 5 B). Správnost rozvržení věkových tříd potvrzuje hustota populace I. severského. Nejvyšší zastoupení bylo potvrzeno ve střední věkové skupině ($H(3, N=132) = 27,62109, p=0,0000$, Dunnův test $p < 0,00003$; Obr. 5 A). Stejně reagoval I. lesklý, nejvíc byl zaznamenán ve středním věkovém intervalu, stejně jako v jarním rojení ($H(2, N=132) = 13,72564, p=0,0010$; Dunnův test $p < 0,0421$; Obr. 5 C). Preference I. smrkového pro starší porosty se prokázala až při posouzení porostů podle věku (ne věkových intervalů). Porosty ve věku 30, 60 a 90 let byly I. smrkovým vyrovnaně napadeny, pouze porost ve věku 110 let převyšoval 60 a 90letý porost ($H(3, N=132) = 14,61503, p=0,0022$; Dunnův test $p < 0,006$; Obr. 5 D). U zbylých dvou druhů kůrovců byly výsledky stejné.



Obr. 5 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B), I. lesklého (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let) a průměrná abundance I. smrkového dle věku porostů, letní rojení, lokalita Koníkov, rok 2019

Na revíru Koníkov v jarním i letním rojení dokázal I. severský dominovat na stromech věkového intervalu 60–79 let. V ostatních dvou intervalech dosahoval maximálních hodnot poměru požerků I. smrkového a severského 0,48 (>80 let), resp. 0,29 (30-59 let). Z analyzovaných stromů dokázal I. severský dominovat na 40 % (4/10 analyzovaných stromů) v jarním rojení a na 45 % (5/11 stromů) v letním rojení. Posouzením vážených aritmetických průměrů poměru mezi požerky I. severského a I. smrkového vychází poměry ve věkovém intervalu 60–79 let významně odlišné ($H(2, N=63) = 19,70562$, $p=0,0001$; Dunnův test $p < 0,0042$; Obr. 6). V obou zbývajících intervalech vidíme výrazný pokles.



Obr. 6 Poměry I. severského a I. smrkového, Koníkov, 2019 (1: 30–59 let, 2: 60–79 let, 3: >80 let)

Rozdíl mezi jarním a letním rojením v podílu I. severského na nahodilých kůrovcových těžbách se projevil při modelovém zpracování revíru Koníkov. V období od dubna 2019 do března 2020 dosahovala kůrovcová těžba 8 057 m³. Dle provedeného terénního šetření připadá na I. severského v jarním rojení 86 m³ a v letním rojení 1 013 m³, což je 34 % z objemu jarního rojení a 13 % z letního rojení. Na revíru Koníkov připadlo na I. severského celkem 1 099 m³, což je 14 % z celkových kůrovcových těžeb roku 2019. Kalamitní základ za rok 2019 byl 7 442 m³, z toho připadlo na I. severského 964 m³, to je 13 %. Zajímavý byl vývoj především ve věkové skupině 30-59 let. Při analýze jarního rojení nebyl potvrzen výskyt I. severského na kůrovcových stromech, zatímco v letním rojení 4,61 m³ kůrovcového dříví. Skupina s porosty ve věku 60-79 let zaznamenala výrazný vzestup I. severského (jarní rojení 35 m³, letní rojení 202 m³). Tento trend byl potvrzen i ve skupině porostů starších 80 let (jaro 51 m³, léto 806 m³).

Tab. 1 Kůrovcové těžby, revír Koníkov, 2019

Rojení	Objem kůr. těžby celkem (m ³)	Objem kůr. těžby (výpočet z poměru, m ³)	%		Objem kůr. Těžby (výpočet z dominance, m ³)	%	
			z rojení	z celk. těžb.		z rojení	z celk. těžb.
Jarní	8057	86	34	1	35	14	0,4
Letní		1013	13	13	235	3	2,9
Celkem		1099		14	270		3,3

Když započítáme procento stromů, na kterých dominoval I. severský v jednotlivých věkových intervalech (pouze 60-79 let), tak vychází v jarním rojení 2019 na I. severského 34,7 m³ a v letním rojení 235,1 m³. V roce 2019 I. severský dominantně napadl 269,8 m³ (3,3 %). Suma výrazně kontrastuje

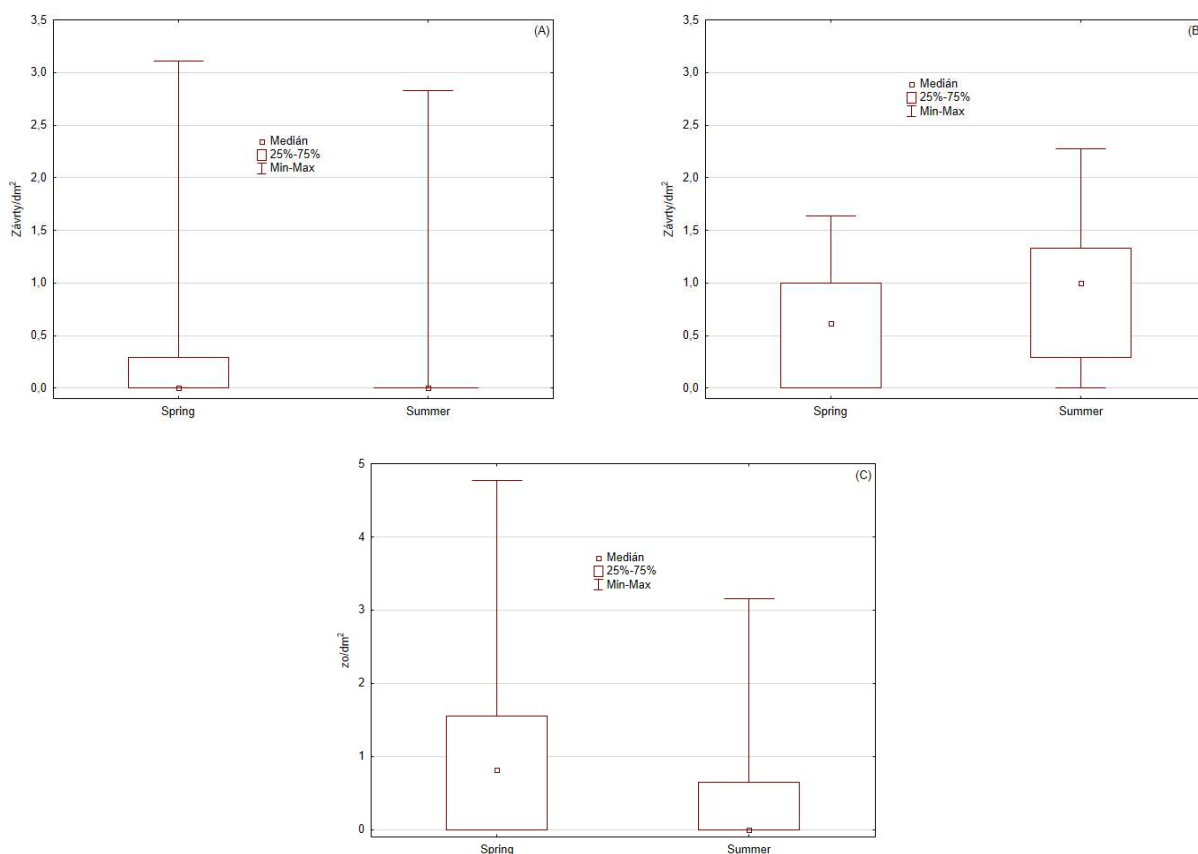
s přepočteným objemem, který dosahoval 1 099 m³. I přes to můžeme konstatovat, že význam I. severského byl nízký.

Z výsledků terénního šetření v roce 2019 vyplývá, že rozmístění v profilu kmene vychází z bionomie všech hodnocených druhů kůrovců. Mezi odchylky lze uvést zjištění, že I. severský nalétal i do spodní části kmene, včetně oddenku. Za odchylku od standardu lze považovat zjištění náletu I. smrkového v nejmladším věkovém intervalu na nekalamitní lokalitě při relativně nízké populační hustotě.

2.2.1.2. Kalamitní revír Horka

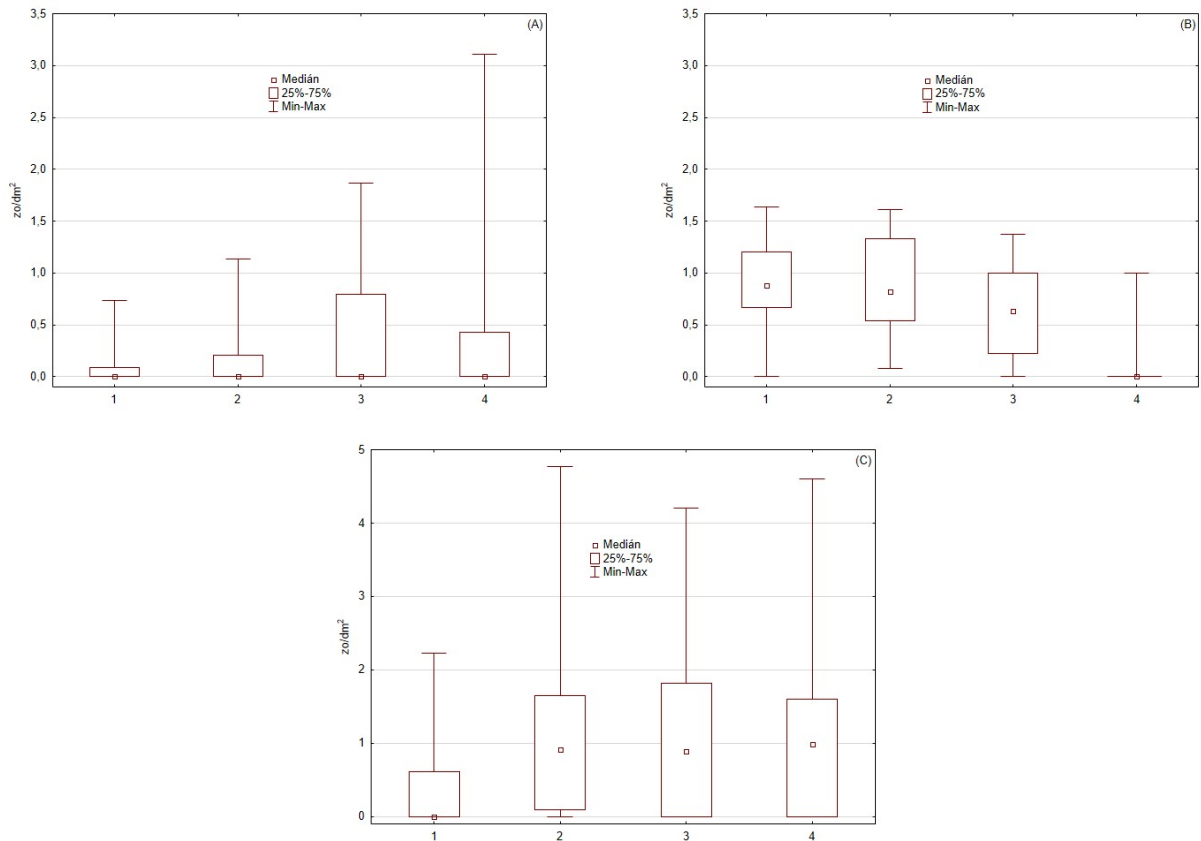
Na revíru, který se vyznačuje mimořádně kalamitním výskytem kůrovců, byl metodický postup výběru porostů shodný. Vybrány byly porosty ve věku 30 a 50 let (první skupina), dva porosty ve věku 70 let (druhá skupina) a porost 90 a 110letý (třetí skupina). V uvedených porostech bylo analyzováno 57 stromů.

Kalamitní revír Horka se vyznačoval vysokým objemem nahodilé kůrovcové těžby, který nebyl v požadovaném čase zpracován. Důsledkem bylo navýšování hustoty závrtů I. smrkového mezi jarním a letním rojením (H (1, N=228) =10,23440, p=0,0014, Dunnův test p=0,0014; Obr. 7 B). U I. severského se projevil opačný vývoj, kdy jarní rojení početně převyšuje letní (H (1, N=228) =10,72075, p=0,0011, Dunnův test p=0,0177; Obr. 7 A). Stejný vývoj byl zaznamenán u I. lesklého (H (1, N=228) =14,57626, p=0,0001; Dunnův test p=0,0003; Obr. 7 C).



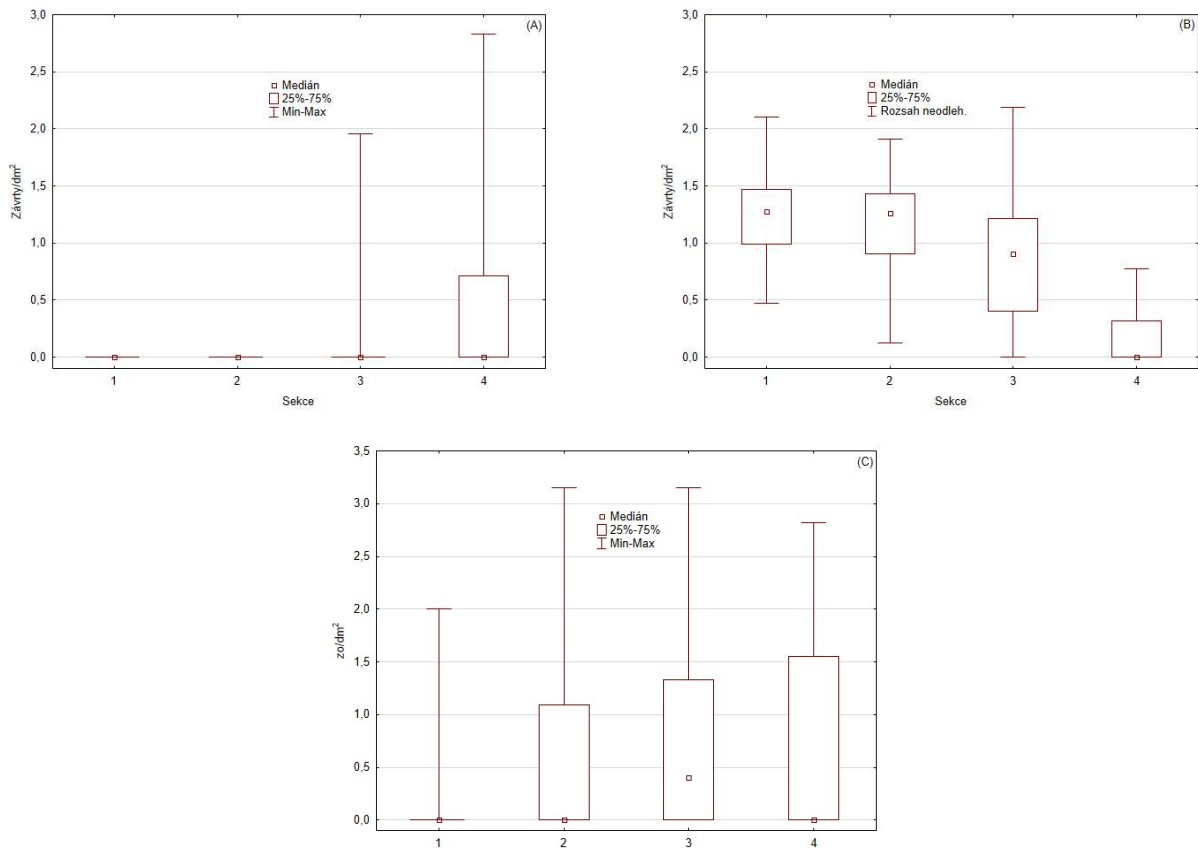
Obr. 7 Rozdíl v abundanci mezi jarním a letním rojením I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C), lokalita Horka, rok 2019

Synuzie kůrovců se částečně lišila od situace zaznamenané v porostech se zvýšeným stavem. Lýkožrout smrkový v jarním rojení potvrdil očekávaný převažující výskyt na kmenové části ($F(3, 68) = 12,919$, $p = 0,0000$, Dunnův test $p < 0,0005$; Obr. 8 B). U I. severského byla stanovena nižší hustota závrťů, přičemž na jednotlivých sekcích bylo množství závrťů rozdílné, ale statisticky nevýznamné ($H(3, N=72) = 2,385574$, $p = 0,4963$; Obr. 8 A). Obsazování kmene I. lesklým nebylo statisticky významné, i když v grafu jsou rozdíly patrné ($H(3, N=72) = 6,201357$, $p = 0,1022$; Obr. 8 C).



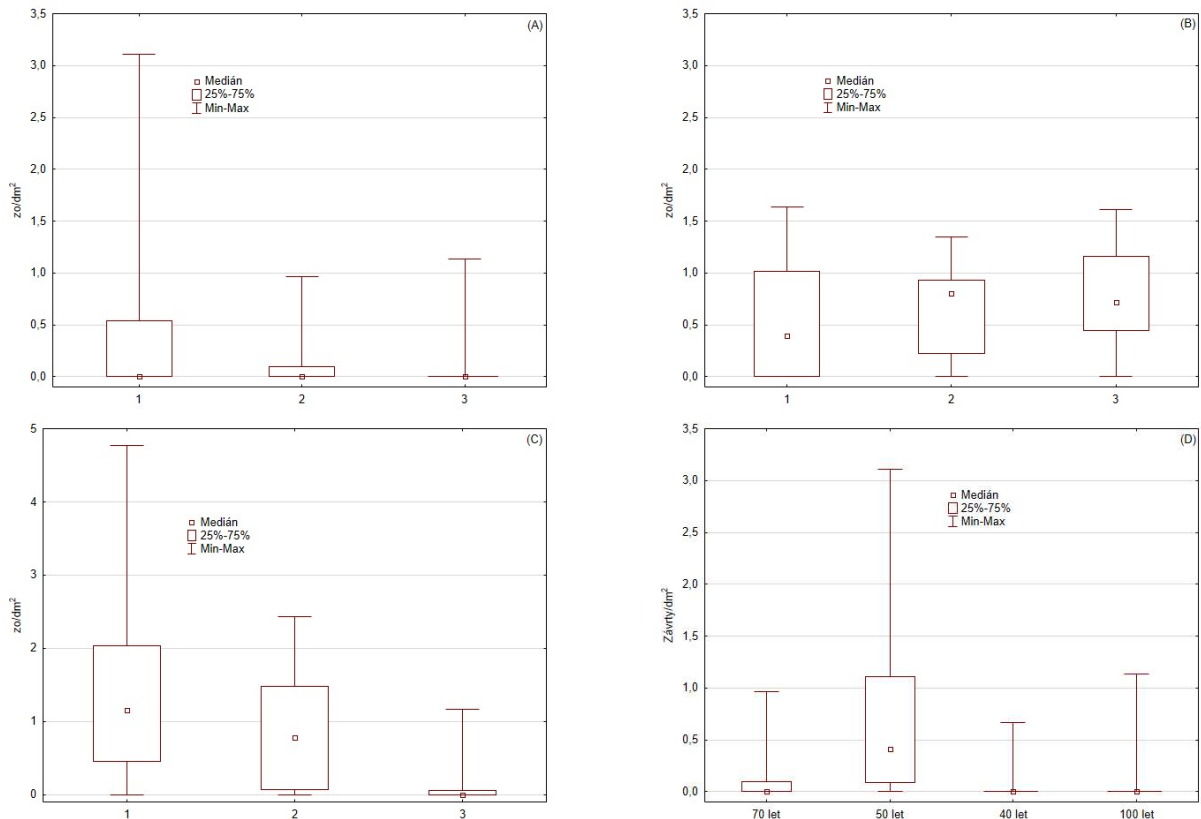
Obr. 8 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene, jarní rojení, lokalita Horka, rok 2019 (1 – oddenek, 2 – střed kmenu, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny)

Stromy napadené I. smrkovým v průběhu letního rojení vykazaly ustupující hustotu požerků od oddenku ke středokorunové sekci. Stejně zůstává to, že korunová část je obsazena nejméně. Překvapivě druhá nejméně obsazená část je podkorunová sekce, která je i přes vyšší průměrnou abundanci odlišná od všech ostatních sekcí ($F(3, 152) = 26,816$, $p = 0,0000$, LSD test $p < 0,0135$; Obr. 9 B). Lýkožrout severský se jednoznačně soustředil do korunové části, která statisticky významně převyšuje dvě nejnižší kmenové sekce ($H(3, N=156) = 34,75890$, $p = 0,0000$, Dunnův test $p < 0,0092$; Obr. 9 A). Příčinou bylo konkurenční prostředí s I. smrkovým a absence I. severského na oddenkové a středokmenové části kmene. Nalétnutí kmene I. lesklým bylo v letním rojení vyrovnané, absence v oddenkové sekci není překvapující ($H(3, N=156) = 17,46839$, $p = 0,0006$; Dunnův test $p = 0,0023$; Obr. 9 C).



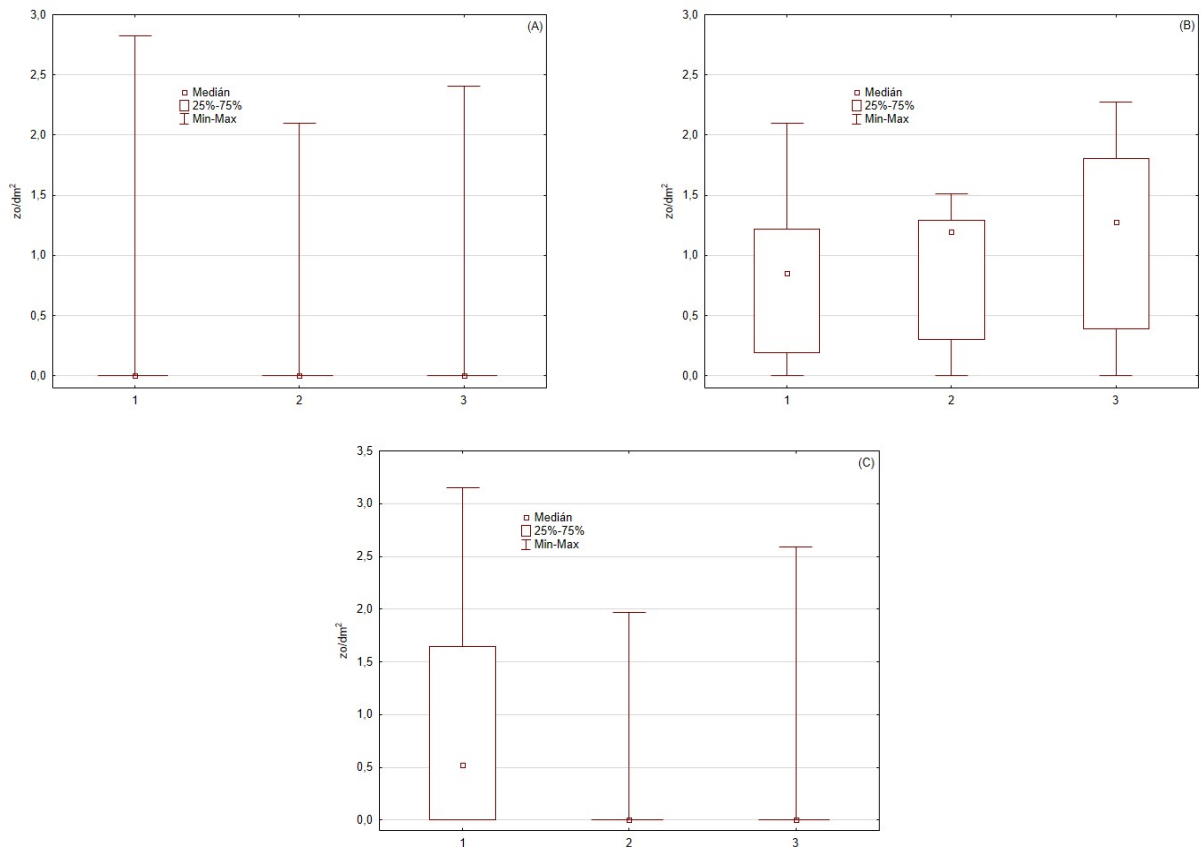
Obr. 9 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene, letní rojení, lokalita Horka, rok 2019 (1 – oddenek, 2 – střed kmene, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny)

Z hodnocení průměrné abundance *I. smrkového* ve věkových intervalech vyplývá vyrovnané zastoupení bez statistické závislosti, včetně nejmladšího intervalu obsahujícího 30 a 50letý porost (jarní rojení: $F(2, 69) = 1,2873$, $p = 0,28257$; Obr. 10 B). V jarním rojení nebyla preference *I. severského* pro dorůstající porosty statisticky potvrzena ($H(2, N=72) = 2,561772$, $p = 0,2778$; Obr. 10 A). Lýkožrout lesklý se v jarním rojení vyskytoval především v mladších porostech, jeho zastoupení v nejmladším intervalu statisticky významně převyšovalo zastoupení v porovnání s porosty staršími 80 let ($H(2, N=72) = 18,73465$, $p = 0,0001$; Dunnův test $p = 0,00006$; Obr. 10 C). Při posouzení abundance *I. severského* dle věku porostů se prokázalo nejvyšší zastoupení v 50letém porostu ($H(3, N=72) = 26,30026$, $p = 0,0000$; Dunnův test $p = 0,0061$; Obr. 10 D).



Obr. 10 Průměrná abundance *I. severského* (A), *I. smrkového* (B), *I. lesklého* (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let) a průměrné abundance *I. severského* dle věku porostů (D), jarní rojení, lokalita Horka, rok 2019

Letní rojení ukazuje výraznou změnu napadání smrků dle věku. Lýkožrout severským byl nevýznamný ve všech analyzovaných porostech a hustota závrtů se rapidně snížila ($H(3, N=156) = 5,879993$, $p=0,1176$; Obr. 11 A). U l. smrkového došlo k celkovému nárůstu hustoty závrtů, ale na rozdíl od jarního rojení abundance v nejstarších porostech převyšovala abudanci v porostech nejmladšího intervalu ($H(2, N=156) = 6,266373$, $p=0,0436$; Dunnův test $p=0,0388$; Obr. 11 B). Opačné reagoval l. lesklý, který statisticky významně atakoval nejmladší porosty ($H(2, N=156) = 36,81348$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,0001$; Obr. 11 C).



Obr. 11 Průměrná abundance l. severského (A), l. smrkového (B) a l. lesklého (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let), letní rojení, lokalita Horka, rok 2019

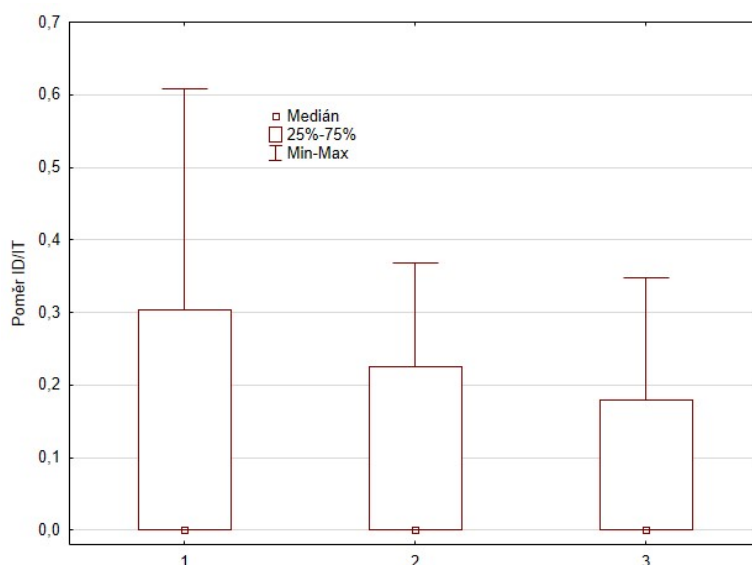
Od začátku dubna 2019 do konce března 2020 bylo na revíru Horka vytěženo celkem 166 894 m³ kůrovcového dříví. V jarním rojení bylo vytěženo 25 998 m³ (IV.–VI.), z toho připadá na I. severského 6 268 m³ (24 % z jarního rojení a 3,8 % z celkové roční těžby). V letním rojení byl podíl I. severského na těžbách podobný. Na letní rojení (VII. –III.) připadá 140 985 m³, na I. severského připadá 1 718 m³ (přibližně 1 % z celkové těžby za rok 2019). Kalamitní základ (124 749 m³) dosáhl téměř 75 % z celkových těžeb za rok 2019. Z kalamitního základu připadá I. severského 1 533 m³.

Tab. 2 Kůrovcové těžby, revír Horka, 2019

Rojení	Objem kůr. těžby celkem (m ³)	Objem kůr. Těžby (výpočet z poměru, m ³)	%		Objem kůr. Těžby (výpočet z dominance, m ³)	%	
			z rojení	z celk. těžb.		z rojení	z celk. těžb.
Jarní	166894	6268	24	3,8	612,9	2,3	0,4
Letní		1718	1	1	0	0	0
Celkem		7986		4,7	612,9		0,4

Vývoj v jednotlivých věkových intervalech byl stejný, ve všech třech skupinách dochází k výraznému nárůstu objemu těžeb připadajících na I. severského mezi jarním a letním rojením, ale podíl I. severského na kůrovcových těžbách poklesl ve všech případech. Nejvyšší podíl si I. severský držel v nejmladších porostech, kde v jarním rojení dosahoval 20 % podílu, v letním rojení již pouze 3 %. I tak hodnoty v jarním i letním rojení převyšovaly podíly v ostatních intervalech. V ostatních věkových intervalech se podílel I. severský 12 % (60-79 let) a 6 % (>80 let) v jarním rojení a shodně pouhým 1 % během letního rojení.

V roce 2019 na revíru Horka byl I. severský dominantní pouze na dvou stromech z celkového analyzovaného počtu 57 smrků. Oba tyto smrky byly v jarním rojení v nejmladším věkovém intervalu (30-59 let). V intervalu dosáhl podíl stromů, na kterých I. severský dominoval, 20 %. Z posouzení vážených průměrů nevyplývají žádné odlišnosti mezi věkovými intervaly ($H(2, N=57) = 1,959492$, $p=0,3754$; Obr. 12). Použitím poměru stromů, na kterých dominoval I. severský, vychází na I. severského celkem 612,9 m³. Suma odpovídá 2,3 % z kůrovcových těžeb jarního rojení a 0,4 % z celoročních kůrovcových těžeb, což je výrazně méně než přepočtených 7 tis. m³.



Obr. 12 Poměr I. severského a I. smrkového, lokalita Horka, 2019 (1: 30–59 let, 2: 60–79 let, 3: >80 let)

U I. smrkového se projevily nárůst populační hustoty mezi rojeními, vysoké hodnoty mediánu v jarním i letním rojení, včetně 30letého porostu. Analýza dat potvrdila kalamitní situaci, která se podílí na rozpadu smrkových porostů.

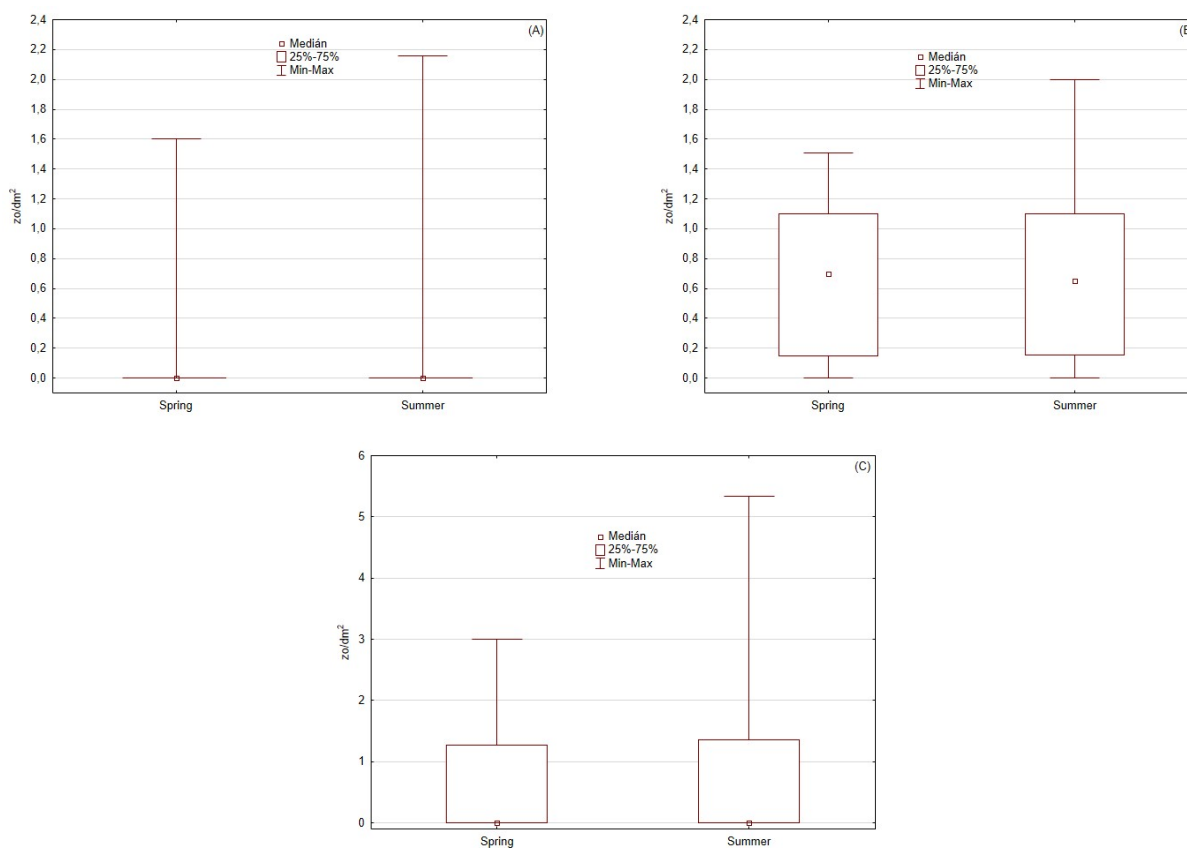
Lýkožrout severský na kalamitní situaci podílí jen minimální částí.

2.2.2. Rok 2020

2.2.2.1. Nekalamitní lokalita

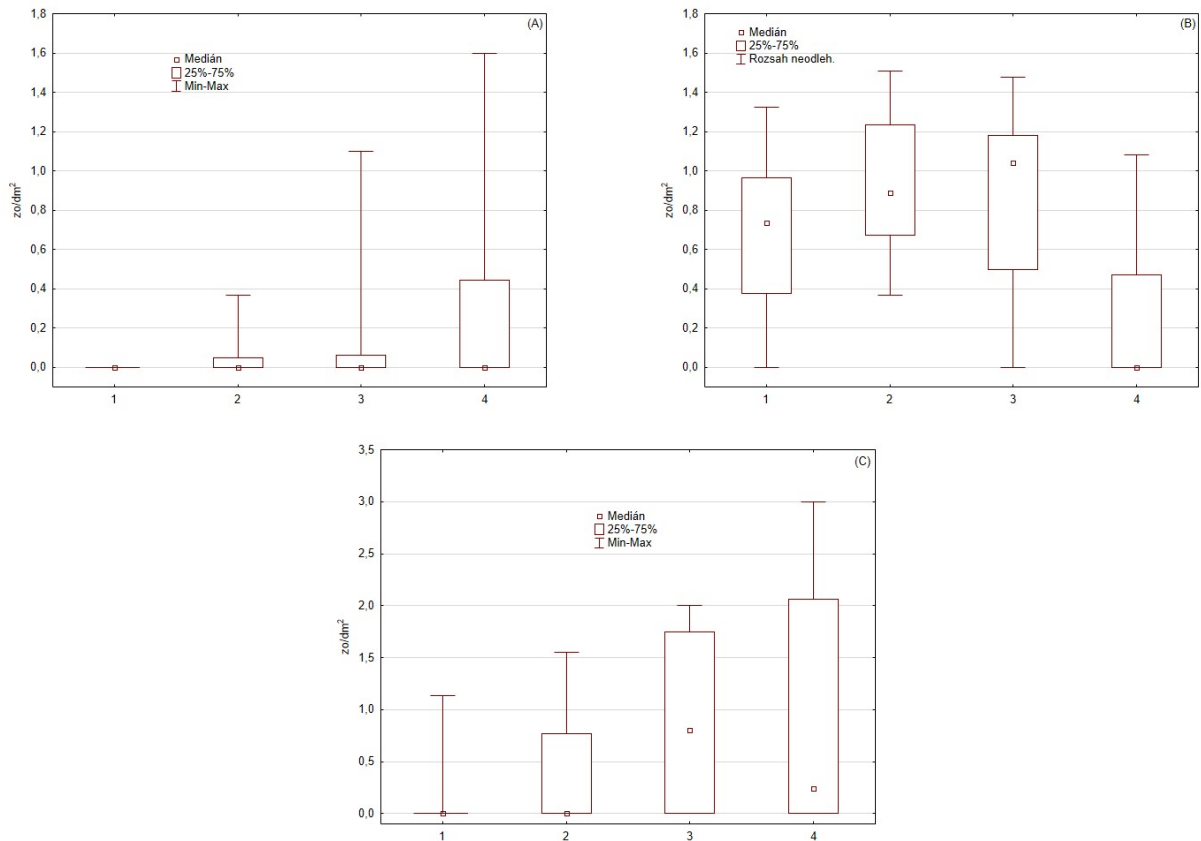
V roce 2020 nebyly porosty na revíru Koníkov měněny, zůstaly stejné jako v prvním roce šetření. V porostech starších 60 let se s výjimkou jednoho porostu objevila kůrovcová těžba, která byla analyzována. Bohužel ve vybraných porostech prvního věkového intervalu se neobjevil ani jediný kůrovcový strom, ve věkovém intervalu 30-59 let byla v roce 2020 zaznamenána nahodilá kůrovcová těžba pouze v jednom porostu.

Při posouzení rozdílů mezi rojeními nebyly výsledky statisticky významné. Stejně jako v roce 2019 nedošlo k zvýšení abundance I. smrkového mezi jarním a letním rojením ($H(1, N=112) = 0,0254509$; $p=0,8732$; Obr. 13 B). Abundance mezi rojeními nebyla statisticky významná ani u I. severského ($H(1, N=112) = 1,363798$; $p=0,2429$; Obr. 13 A). Stejně jako u předešlých dvou druhů ani rozdíl mezi jarním a letním rojením u I. lesklého nebyl statisticky významný ($H(1, N=112) = 0,0152419$, $p=0,9017$; Obr. 13 C).



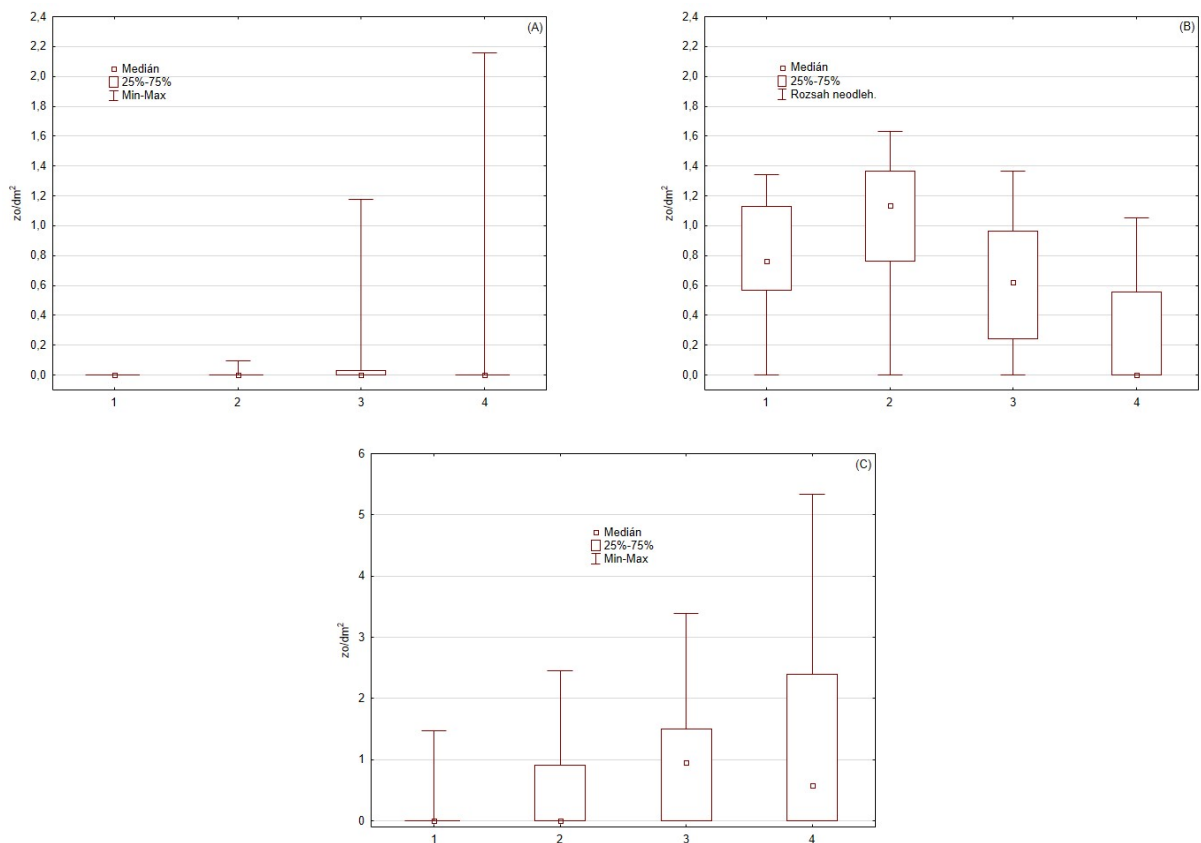
Obr. 13 Rozdíl v abundanci mezi jarním a letním rojením I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C), lokalita Koníkov, rok 2020

Synuzie kůrovců na kmeni v jarním rojení naznačila preferenci I. smrkového pro kmenovou část smrků. Korunová část (ploška) byla statisticky méně obsazená než zbytek kmene ($F(3, 44) = 5,9045$, $p = 0,00178$; Fisherův LSD test $p < 0,0193$; Obr. 14 B). Analýza rozmístění I. severského na kmeni smrků v jarním rojení roku 2020 nepotvrdila preferenci korunové části, výsledky jsou statisticky nevýznamné ($H(3, N=48) = 4,589903$; $p = 0,2044$; Obr. 14 A). Ani u I. lesklého se neprojevila preference žádné části kmene ($H(3, N=48) = 6,401258$, $p = 0,0936$; Obr. 14 C).



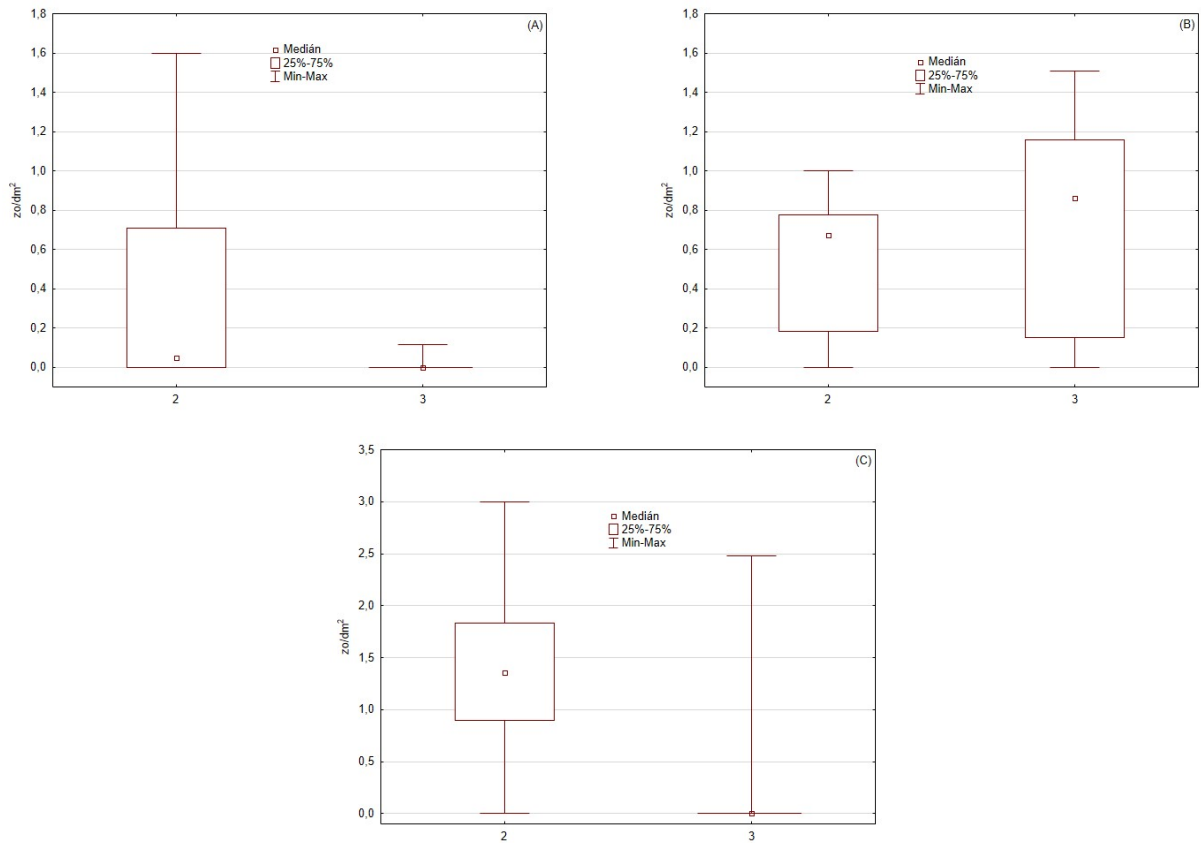
Obr. 14 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene (1 – oddenek, 2 – střed kmenu, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny), jarní rojení, lokalita Koníkov, rok 2020

Podobné výsledky byly zjištěny i v letním rojení, průměrná abundance I. smrkového byla statisticky významná, ale abundance I. severského nikoliv. Rozmístění I. smrkového na kmeni ukazuje zvýšenou preferenci kmenové části pod korunou, a větší ústup z korunové a podkorunové části kmene ($F(3, 60) = 8,0027$, $p = 0,00014$; Fisherův LSD test $p < 0,047$; Obr. 15 B). Nálet na kmen I. severským v letním rojení byl statisticky nevýznamný ($H(3, N=64) = 5,742688$; $p = 0,1248$; Obr. 15 A). Vyrovnané obsazování kmene v letním rojení bylo i u I. lesklého, nejméně byla obsazována oddenková část, ale statisticky významně byla odlišná pouze od korunové sekce ($H(3, N=64) = 13,06974$, $p = 0,0045$; Dunnův test $p = 0,0237$; Obr. 15 C).



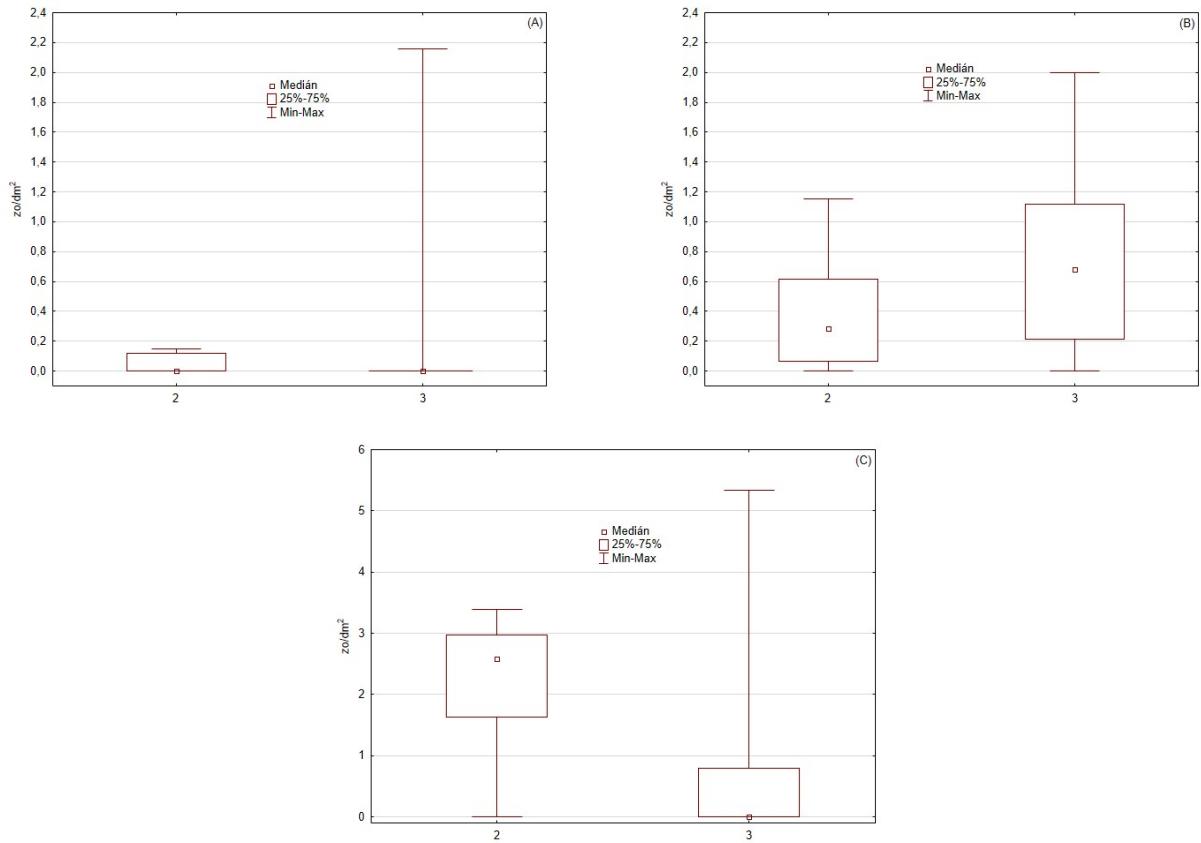
Obr. 15 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene (1 – oddenek, 2 – střed kmene, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny), letní rojení, lokalita Koníkov, rok 2020

Distribuce *I. smrkového* ve starších porostech odpovídá předpokladu, ale rozdíl mezi věkovými intervaly 60-79 let a > 80 let nebyl statisticky významný ($H(1, N=48) = 2,861565$; $p=0,0907$; Obr. 16 B). Těžištěm výskytu *I. severského* byla skupina s věkem 60–79 let ($H(1, N=48) = 13,44037$; $p=0,0002$; Dunnův test $p=0,0092$; Obr. 16 A). *Lýkožrout lesklý* se choval ve shodně s *I. severským*, neboť statisticky významně obsazoval interval 60-79 let ($H(1, N=48) = 19,10238$, $p=0,0000$; Dunnův test $p=0,0001$; Obr. 16 C).



Obr. 16 Průměrná abundance *I. severského* (A), *I. smrkového* (B) a *I. lesklého* (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let), jarní rojení, lokalita Koníkov, rok 2020

I v letním rojení byla distribuce I. smrkového mezi intervaly 60–79 let a > 80 let vyrovnaná ($H(1, N=64) = 2,405275$; $p=0,1209$; Obr. 17 B). Při posuzování I. severského se ukázala statistická významnost, ale metoda vícenásobného porovnání neodhalila rozdíly mezi intervaly ($H(1, N=64) = 4,419175$; $p=0,0355$; Obr. 17 A). Stejnou preferenci měl I. lesklý i v letním rojení v porostech ve věku 60-79 let ($H(1, N=64) = 14,94164$, $p=0,0001$; Dunnův test $p=0,0006$; Obr. 17 C).



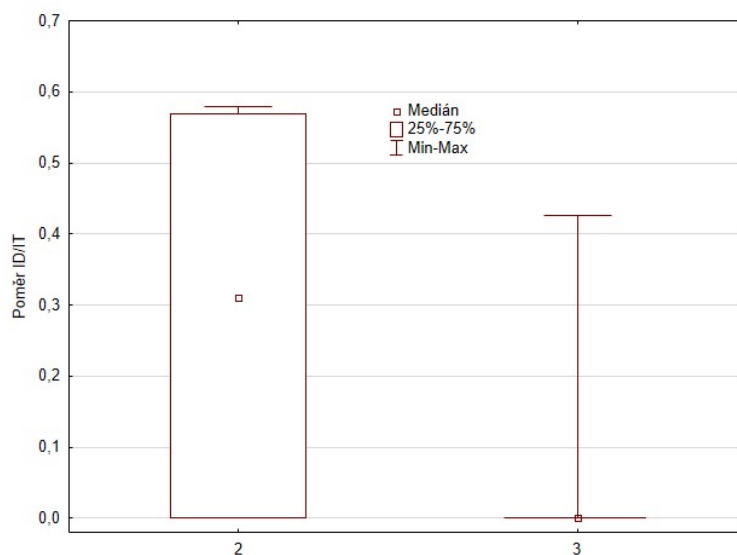
Obr. 17 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let), letní rojení, lokalita Koníkov, rok 2020

Těžba na revíru Koníkov (IV.–XII.) dosáhla 6903 m³ (v roce 2019 – 8 057 m³), z celkové těžby na I. severského připadlo 437 m³ (6 % z celkových těžeb). V jarním rojení bylo vytěženo 237 m³, z toho bylo 15 m³ dřeva napadeno I. severským (přibližně 6 % z nahodilé těžby jarního rojení). V letním rojení bylo vytěženo celkem 6 667 m³ kůrovcového dřeva, na lýkožrouta severského připadlo 423 m³ (což je shodně 6 % z letního rojení). Celkově nízký podíl I. severského ovlivnila jeho absence v mladších porostech. Nízké podíly byly i v porostech starších 80 let, kde v jarním rojení byl podíl 3 % a v letním rojení necelých 5 % z těžeb daného rojení. Výrazně vyšší byly podíly v intervalu 60–79 let (v jarním rojení 30 % a v letním 28 % z nahodilých kůrovcových těžeb jarního, resp. letního rojení).

Tab. 3 Kůrovcové těžby, revír Koníkov, 2020

Rojení	Objem kůr. těžby celkem (m ³)	Objem kůr. těžby (výpočet z poměru, m ³)	%		Objem kůr. těžby (výpočet z dominance, m ³)	%	
			z rojení	z celk. těžb.		z rojení	z celk. těžb.
Jarní	6903	15	6	0,2	6,68	3	0,09
Letní		423	6	6	219	3,2	3,1
Celkem		437		6		225,68	

Převaha I. severského v prostředním věkovém intervalu (60-79 let) se potvrdil i v roce 2020. Výsledky v intervalu dosahovali v jarním rojení 25 % a v letním 50 %. Tyto výsledky jen znevažuje nízký počet analyzovaných stromů, který byl pro nepřízeň počasí pouhých 6 stromů v obou rojeních (počasí se podepsalo i na celkovém počtu na lokalitě, kdy bylo analyzováno pouhých 28 stromů). Přesto byla převaha I. severského ve středním intervalu jasná (H (1, N=28) =6,237579, p=0,0125; Dunnův test p=0,0383; Obr. 18). Suma objemu stromů dominantně obsazených I. severským dosáhla 225,68 m³, to je 3,2 % z celkové roční těžby (kůrovcové těžby duben–prosinec 2020). Objem byl tedy poloviční oproti přepočtenému, který dosáhl 437 m³.

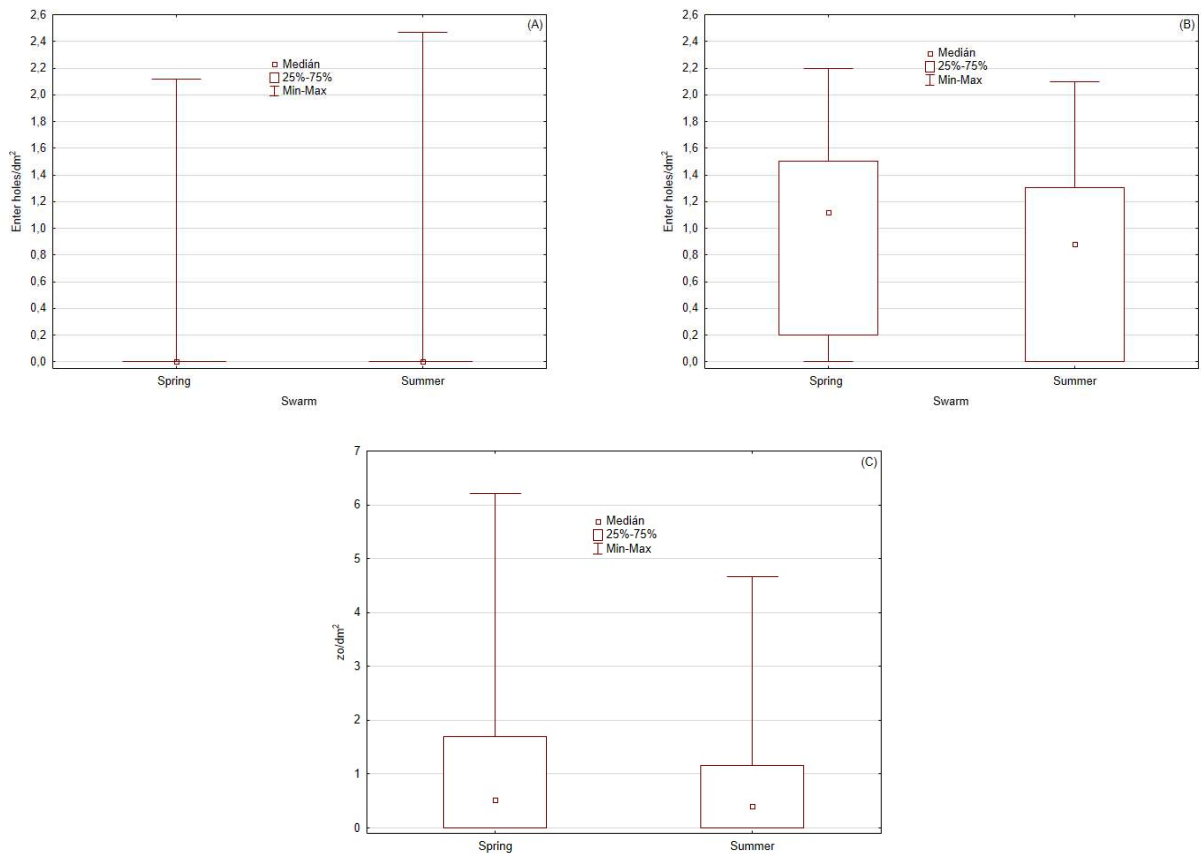


Obr. 18 Poměr I. severského a I. smrkového, lokalita Koníkov, 2020 (2: 60–79 let, 3: >80 let)

2.2.2.2. Kalamitní lokalita

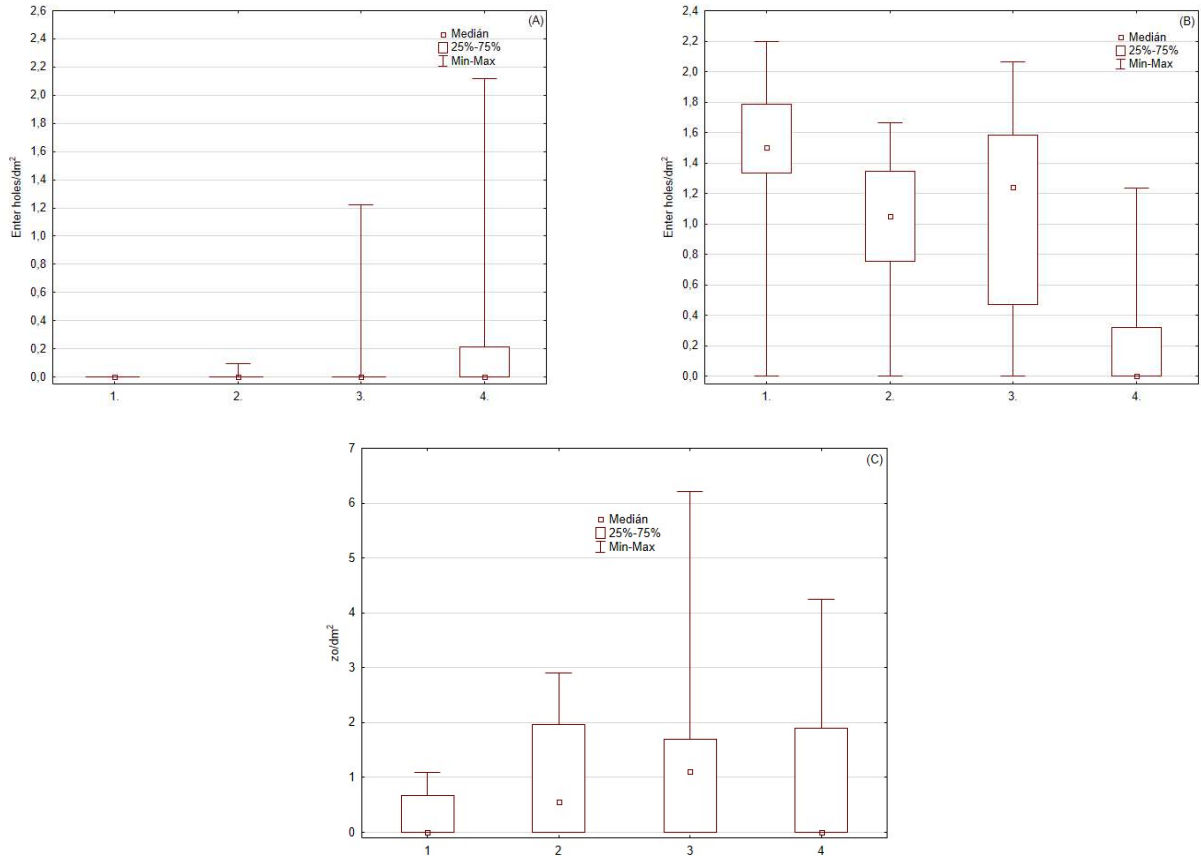
V roce 2020 bylo na kalamitní lokalitě využito porostů z roku 2019, s výjimkou dvou porostů 50 let a 90 let, které byly vytěženy v roce 2019. Nahrazeny byly porostem ve stáří 40 a 80 let. Skupiny dle věku zahrnovaly dvojice porostů, nejmladší zahrnoval porosty věku 30 a 40 let, v intervalu 60-79 let byly dva 70leté porosty a v nejstarším byly porosty 80 a 110 let staré.

Rozdíly mezi rojeními v roce 2020 ukazují opačný trend, než byl v roce 2019. Lýkožrout smrkový měl statisticky významně ($H(1, N=200) = 4,236410$; $p=0,0396$; Dunnův test $p=0,041$; Obr. 19 B) vyšší abundanci v jarním rojení proti letnímu. U l. severského byla obě rojení vyrovnaná ($H(1, N=200) = 0,1622870$; $p=0,6871$; Obr. 19 A). Rozdíl mezi jarním a letním rojením u l. lesklého nebyl statisticky významný ($H(1, N=200) = 0,7981131$, $p=0,3717$; Obr. 19 C).



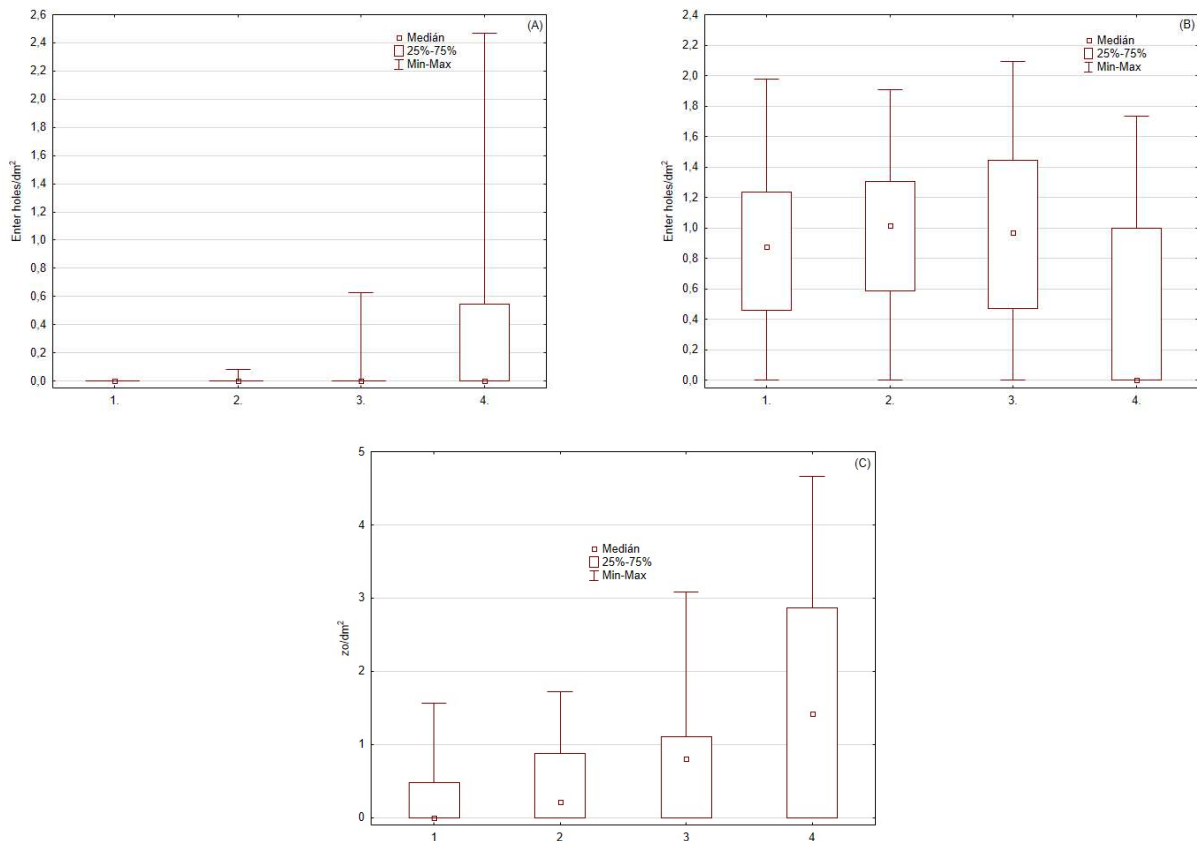
Obr. 19 Rozdíl v abundanci mezi jarním a letním rojením l. severského (A), l. smrkového (B) a l. lesklého (C), lokalita Horka, rok 2020

Rozmístění I. smrkového v profilu kmene potvrzuje šetření z r. 2019. Rozmístění I. smrkového ukazuje statisticky významný ústup od oddenku do koruny (H (3, N=84) =33,72653; p=0,0000; Dunnův test p <0,0049; Obr. 20 B). Obsazování kmene I. severským bylo statisticky významné (H (3, N=84) =10,44658; p=0,0151; Obr. 20 A), ale vícenásobné porovnání nepotvrdilo vyšší abundanci v korunové části. Rozmístění I. lesklého bylo statisticky nevýznamné (H (3, N=84) =7,056042, p=0,0701; Obr. 20 C).



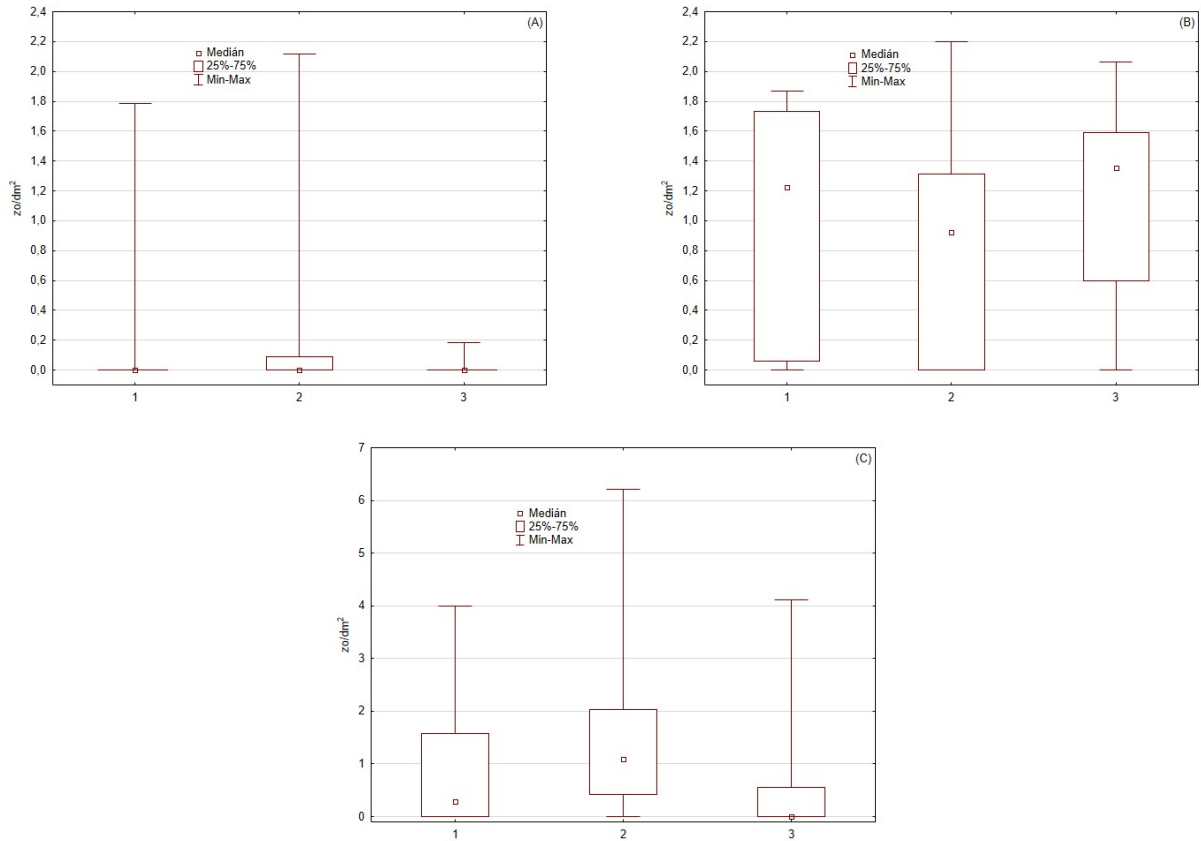
Obr. 20 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene (1 – oddenek, 2 – střed kmene, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny), jarní rojení, lokalita Horka, rok 2020

V letním rojení bylo potvrzeno statisticky významně vyšší obsazení kmenové části pod korunou I. smrkovým ($H(3, N=116) = 11,72940$; $p=0,0084$; Dunnův test $p < 0,027$; Obr. 21 B). Na rozdíl od jarního rojení se projevil ústup I. smrkového z oddenkové části kmene, oddenková ploška byla jediná stejná s korunovou, zbylé dvě plošky převyšují korunovou sekci. Rozmístění I. severského je totožné s jarním rojením ($H(3, N=116) = 21,79250$; $p=0,0001$; Obr. 21 A), statisticky významné obsazení neukázalo žádné odlišnosti mezi jednotlivými ploškami. U I. lesklého byl patrný přesun do korunové části, korunová sekce převyšovala oddenkovou a středokmenovou sekci ($H(3, N=116) = 21,54413$, $p=0,0001$; Dunnův test $p < 0,0294$; Obr. 21 C).



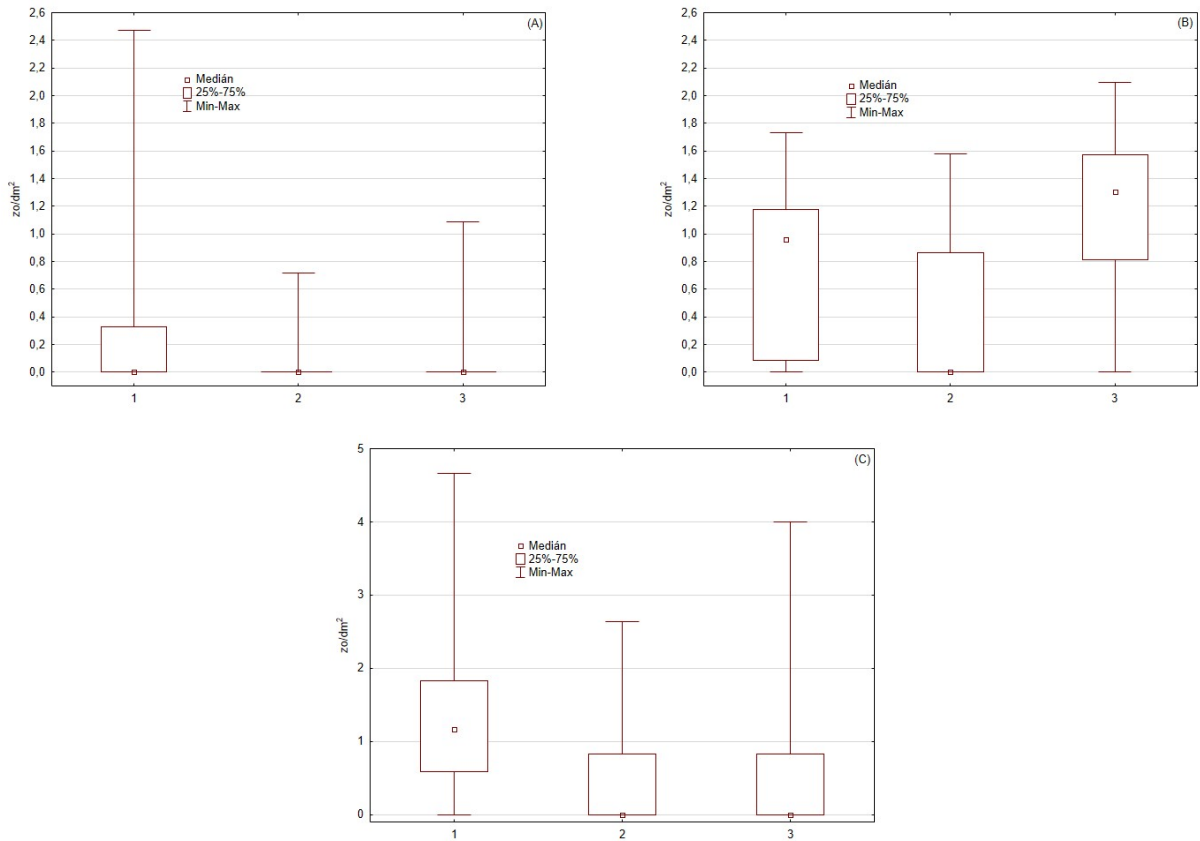
Obr. 21 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na sekcích kmene (1 – oddenek, 2 – střed kmenu, 3 – podkoruna, 4 – střed koruny), letní rojení, lokalita Horka, rok 2020

Hodnocení abundance dle věkových intervalů v jarním rojení neukazuje žádné odlišnosti mezi jednotlivými skupinami u l. smrkového (H (2, N=84) =5,895459; p=0,0525; Obr. 22 B). Podobně vychází i posouzení l. severského, kde jsou výsledky sice statisticky významné (H (2, N=84) =7,662506; p=0,0217; Obr. 22 A), ale porovnání neukazuje žádné odlišnosti. Vyrovnané bylo i rozmístění l. lesklého, zde převyšoval interval 60-79 let jen nejstarší (>80 let), jiné odlišnosti nebyly zaznamenány (H (2, N=84) =14,49291, p=0,0007; Dunnův test p=0,0008; Obr. 22 C).



Obr. 22 Průměrná abundance l. severského (A), l. smrkového (B) a l. lesklého (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let), jarní rojení, lokalita Horka, rok 2020

V letní rojení I. severského ($H(2, N=116) = 11,35899$; $p=0,0034$; Obr. 23 A) i přes statistickou významnost nebyly vyhodnoceny žádné odlišnosti. U I. smrkového se projevila výrazná diference v napadání porostů ($H(2, N=116) = 31,96633$; $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,03$; Obr. 23 B). Věkovým intervalem, který byl nevíce napadený I. smrkovým, se ukázal ten nejstarší (>80 let). Zbylé dva intervaly ukazují překvapivé výsledky. Interval 60-79 let se ukázal jako nejméně obsazovaný I. smrkovým, převyšoval ho i nejmladší interval (30-59 let). Mladé porosty byly atraktivní pro I. lesklého ($H(2, N=116) = 28,15081$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,00003$; Obr. 23 C).



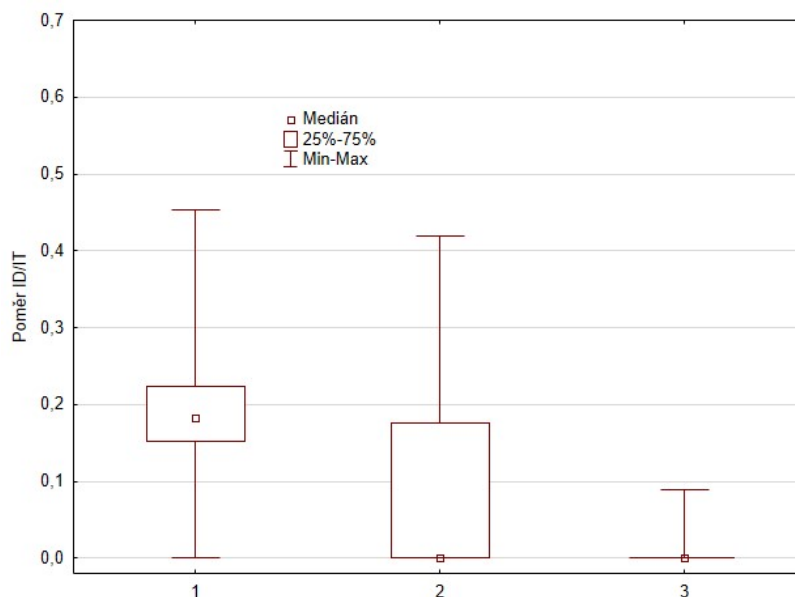
Obr. 23 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklý (C) dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let), letní rojení, lokalita Horka, rok 2020

Celková kůrovcová těžba na revíru Horka byla v roce 2020 výrazně nižší, vytěžilo se „pouhých“ 72 360 m³ v období duben až prosinec (v roce 2019 bylo ve stejné době evidováno 90 % těžby). Výrazný pokles těžeb byl důsledkem snížené zásoby smrkových porostů na revíru a nepříznivého počasí pro vývoj kůrovců. Na jarní rojení připadlo celkem 25 375 m³ kůrovcového dříví. Z tohoto objemu připadlo na I. severského 648 m³ (tj. 2,6 % z objemu jarního rojení a 0,8 % z celkové roční těžby). Výše kůrovcové těžby za letní rojení byla 46 985 m³, na I. severského připadá 528 m³ (1,1 % z objemu letního rojení, 0,7 % z celkové roční těžby). Výše napadeného dřeva I. severským za rok 2020 dosáhla 1176 m³ (1,6 % z celkových kůrovcových těžeb). Příčinou nízkého zastoupení byla absence výskytu v nejstarších porostech v jarním rojení a pouze 1 % podílu v letním rojení. Podobně snižuje celkový objem absence I. severského v letním rojení v intervalu 60-79 m³ (v jarním rojení byl podíl 6 %). Nejvyrovnanější byla přítomnost I. severského v nejmladší skupině, zde dosáhl 4 % v jarním a 3 % v letním rojení.

Tab. 4 Kůrovcové těžby, revír Horka, 2020

Rojení	Objem kůr. těžby celkem (m ³)	Objem kůr. těžby (výpočet z poměru, m ³)	%		Objem kůr. těžby (výpočet z dominance, m ³)	%	
			z rojení	z celk. těžb.		z rojení	z celk. těžb.
Jarní	72360	648	2,6	0,8	0	0	0
Letní		528	1,1	0,7	0	0	0
Celkem		1176		1,6		0	

Rok 2020 byl na revíru Horka jediný, kdy I. severský nedominoval ani na jediném stromě. Z celkového počtu 50 analyzovaných smrků dosáhl nejvyššího poměru smrk v nejmladším věkovém intervalu, který dosáhl poměru 0,45. Převahu poměrů v nejmladším intervalu potvrzuje i statistické posouzení, které ukazuje významně vyšší poměry oproti nejstaršímu intervalu ($H(2, N=50) = 16,30733$, $p=0,0003$; Dunnův test $p=0,0007$; Obr. 24). Neodhalená dominance I. severského dokresluje jeho nízký vliv v mimořádné kalamitě.

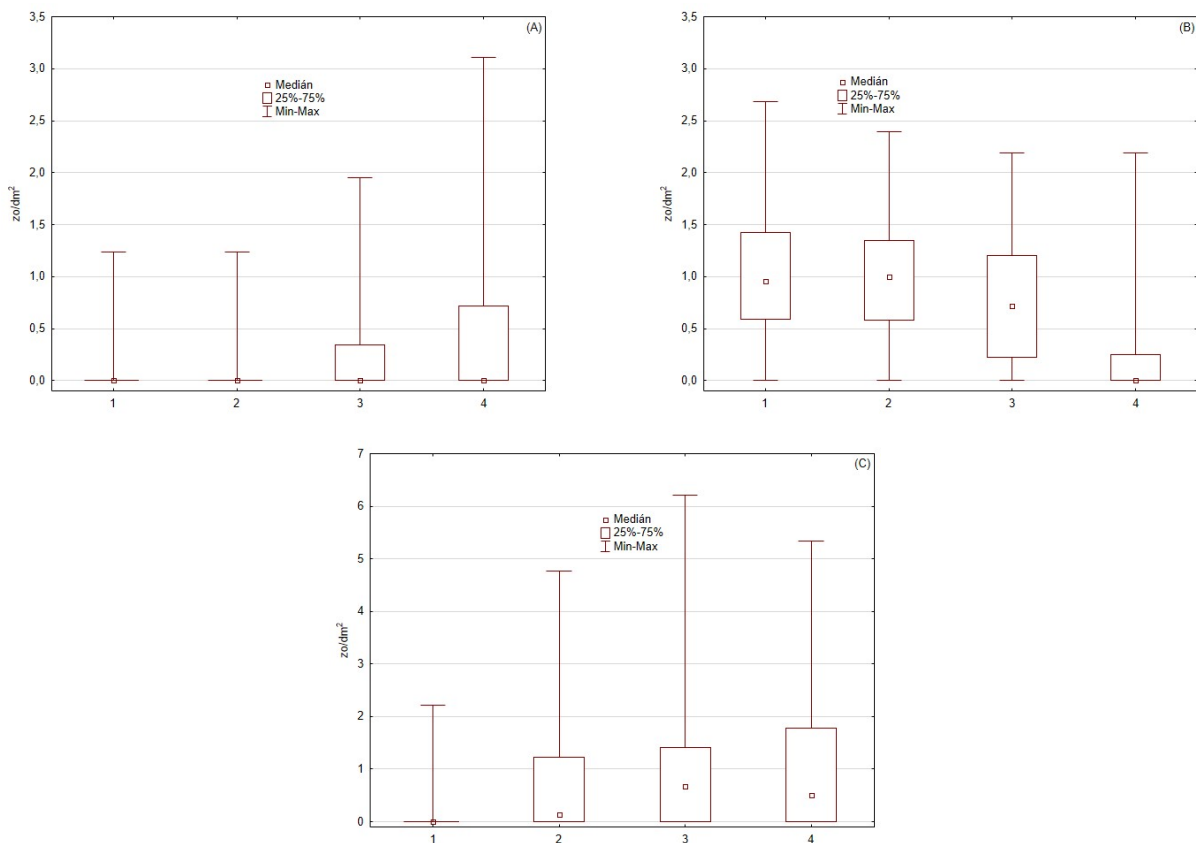


Obr. 24 Poměr I. severského a I. smrkového, lokalita Horka, 2020 (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let)

2.2.3. Zhodnocení dvouletého šetření kůrovců

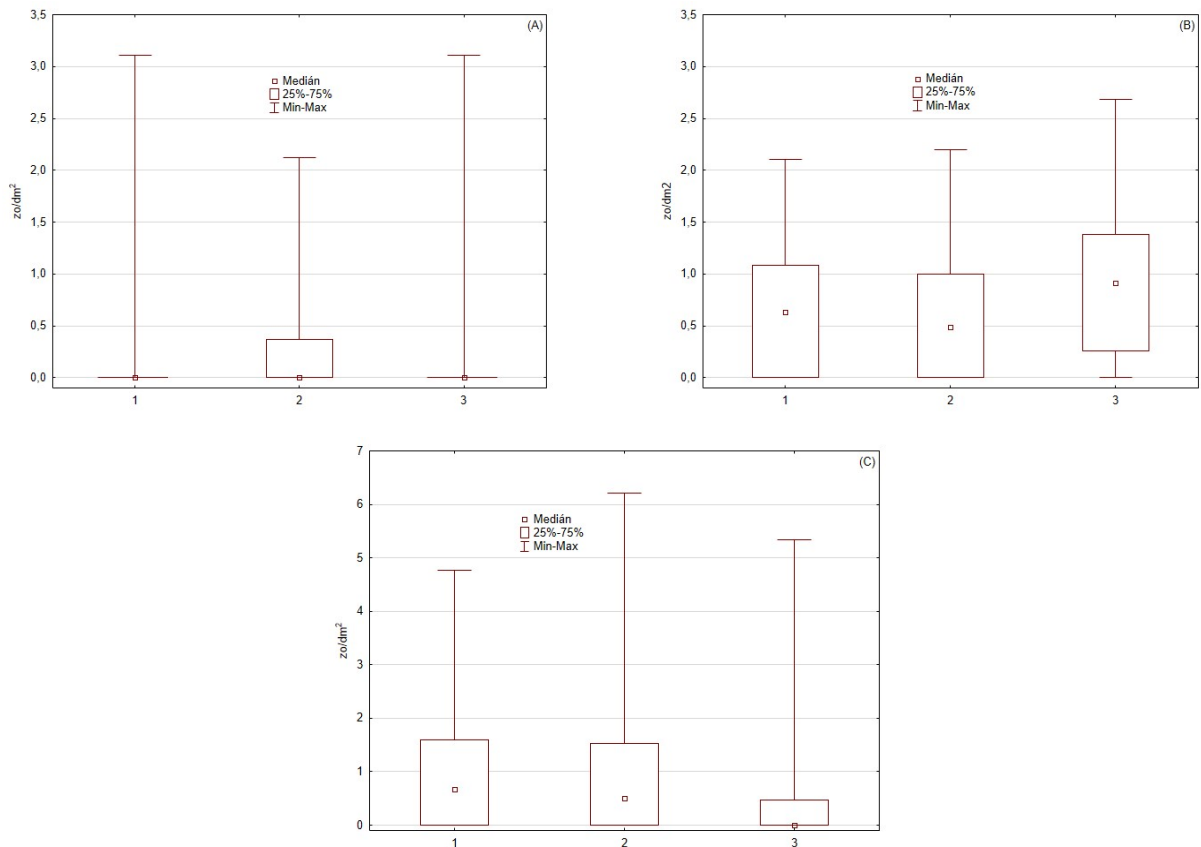
Při posuzování celého souboru dat jsme použili několik metod pro objasnění závislostí mezi proměnnými (Kruskal-Wallisův, analýzu hlavních komponent, histogramy, sloupcové a krabicové grafy).

Distribuce sledovaných druhů kůrovců na smrku odpovídala jejich bionomii. Profil celého stromu si I. smrkový a I. severský dělí. Na kmenové části pod korunou dominuje I. smrkový, obsazuje zde největší prostor. Potvrzuje to i statistické porovnání, ukazuje nižší abundanci I. smrkového v podkorunové a korunové části (H (3, N=792) =216,2897, p=0,000; Dunnův test p <0,0042; Obr. 25 B), právě v korunové části bylo zastoupení nejnižší. A právě tuto část smrků obsazuje I. severský, jeho abundance byla statisticky významně nejvyšší v podkorunové a korunové části stromů (H (3, N=792) =90,06089, p=0,000; Dunnův test p <0,023; Obr. 25 A). Třetí nejčastější druh I. lesklý se ukázal jako doprovodný druh. Obsazování kmene bylo vyrovnané a jedinou sekcí, která vykazovala nižší obsazování byla oddenková sekce (H (3, N=792) =91,54190, p=0,000; Dunnův test p <0,0000; Obr. 25 C).



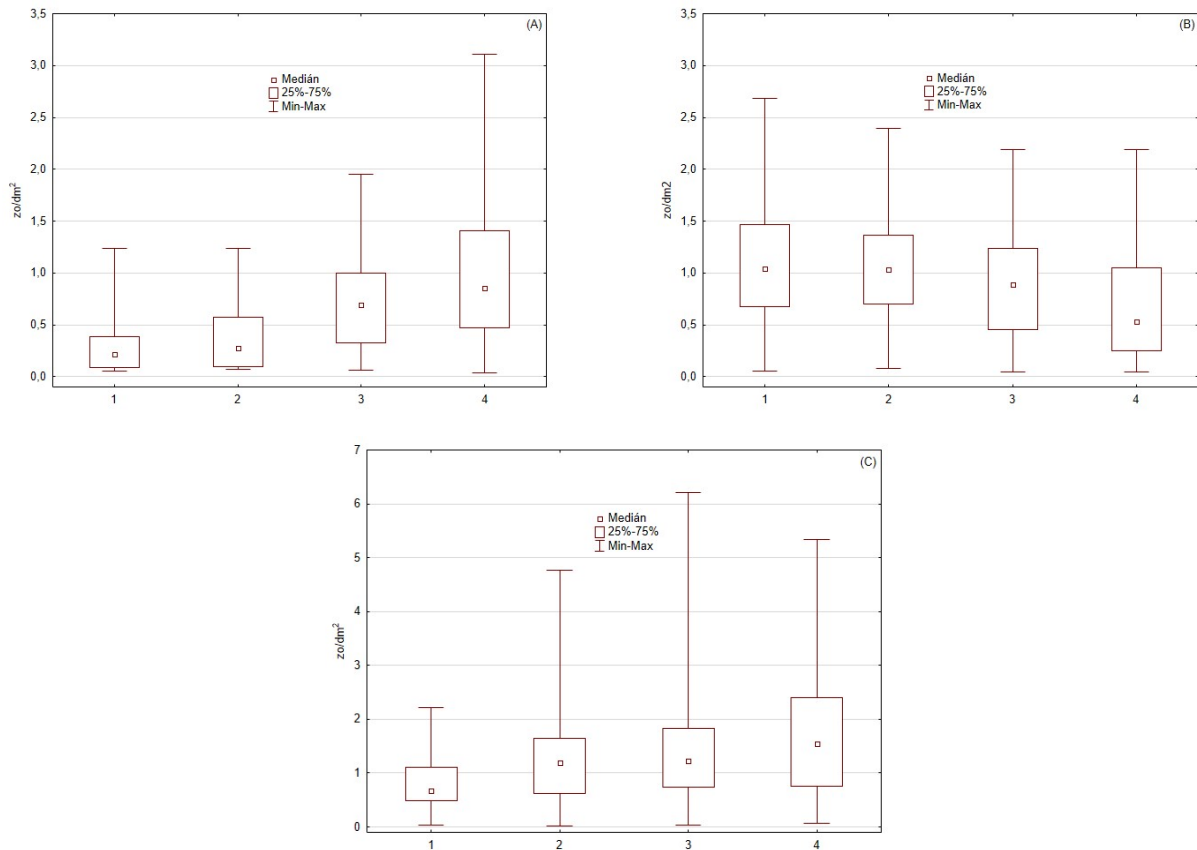
Obr. 25 Průměrná abundance I. severského (A), I. smrkového (B) a I. lesklého (C) na ploškách oddenku (1), středu kmene (2), podkoruně (3) a středu koruny (4)

Potvrdila se i předpokládaná převaha *I. smrkového* v porostech > 80 let, kde abundance statisticky významně převýšila sledované mladší porosty ($H(2, N=792) = 38,08847$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,00004$; Obr. 26 B). Lýkožrout severský se vyskytoval v porostech 60–79 let, ale statisticky převyšoval pouze nejstarší interval ($H(2, N=792) = 26,71491$, $p=0,0000$; Dunnův test $p=0,0002$; Obr. 26 A). Lýkožrout lesklý preferoval porosty mladších 79 let, právě nejstarší věkový interval se ukázal statisticky významně odlišný od obou mladších intervalů ($H(2, N=792) = 90,45905$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,0000$; Obr. 26 C).



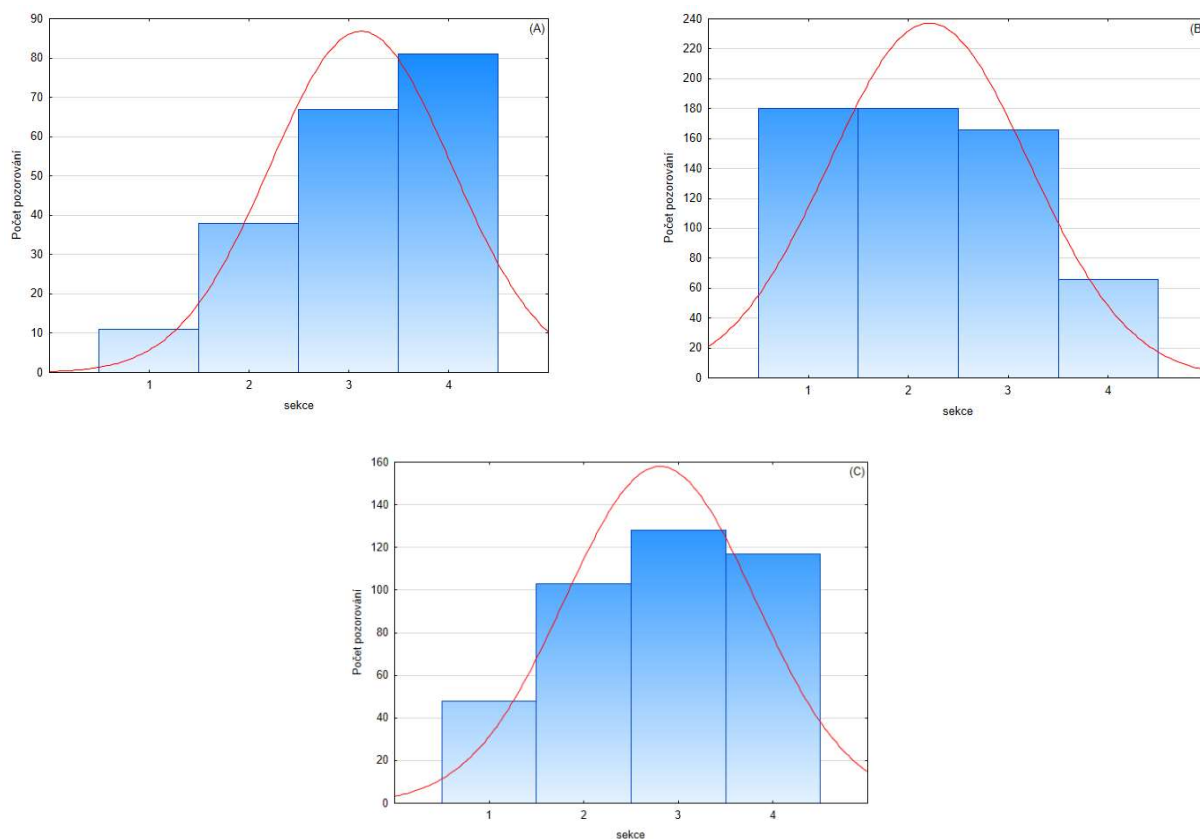
Obr. 26 Průměrná abundance *I. severského* (A), *I. smrkového* (B) a *I. lesklého* (C) ve věkových intervalech 30-59 let (1), 60–79 let (2) a >80 let (3)

Pro další posouzení byl upraven soubor dat, kdy byly testovány pouze sekce napadené I. smrkový, I. severským nebo I. lesklým. U I. smrkového podkorunová a korunová část mají statisticky významně nižší obsazení oproti oddenkové a středokmenové sekci ($H(3, N=592) = 39,56890$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,0265$; Obr. 27 B). U I. severského statisticky významně převyšuje abundanci podkorunové a korunové sekce kmen pod korunou ($H(3, N=197) = 36,05003$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,0367$; Obr. 27 A). Lýkožrout lesklý potvrdil preferenci korunové části stromu, statisticky významně nižší je obsazování oddenkové části, abundanci na oddenku převyšovaly všechny ostatní plošky, korunová ploška převyšovala i středokmenovou ($H(3, N=396) = 31,26572$, $p=0,0000$; Dunnův test $p < 0,0319$; Obr. 27 C).



Obr. 27 Průměrná abundancce I. severského (A) a I. smrkového (B) na ploškách oddenku (1), středu kmene (2), podkoruně (3) a středu koruny (4)

Rozmístění v profilu kmene potvrzují i histogramy počtu napadených sekcí (počty napadených plošek daným druhem). Oba grafy jasně potvrzují již zmíněné preference v obsazování kmene, I. smrkový obsazuje především kmenovou část pod korunou, v korunové části vykazuje silný pokles (Obr. 28 B). Lýkožrout severský má své těžiště v korunové části (Obr. 28 A), po mírném poklesu v podkorunové části přichází významný pokles v kmenové části. I přes silnější napadání korunové části I. lesklým bylo nejvíc napadená podkorunová sekce (Obr. 28 C).

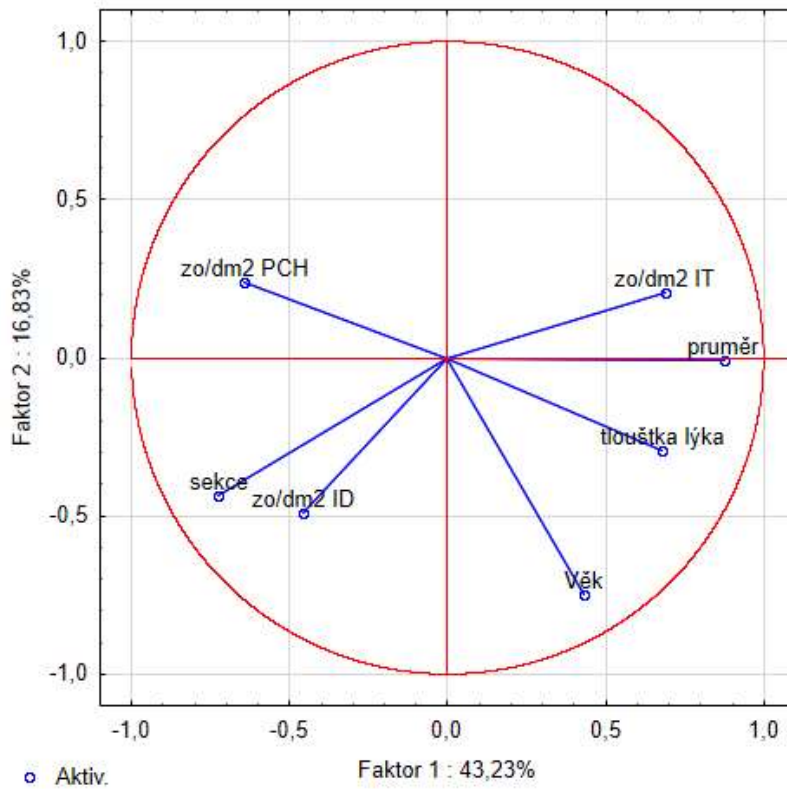


Obr. 28 Histogram četnosti obsazení sekcí I. severským (A), I. smrkovým (B) a I. lesklým

Analýza hlavních komponent naznačila závislosti mezi měřenými veličinami. Postupně byly z hodnocení vyloučeny veličiny, které neovlivňovaly nálet kůrovců a tvorbu závrtů. Jako veličiny bez velkého vlivu se ukázalo: umístění na lokalitě, rok šetření a doba rojení. Poté jsme vyloučili veličiny, které měly podobný vliv, vždy jsme vybrali jednu z dvojice veličin. Výstupem byly dvojice veličin: sekce a vzdálenost od paty kmene; věk a délka lapáku. Z hodnocení byla vyloučena vzdálenost od paty kmene a délka lapáku. Pro hodnocení vzájemných vztahů byly zařazeny veličiny: věk, průměr sekce, tloušťka lýka, poloha sekce a počet zo/dm² platné pro I. smrkového, I. severského a I. lesklého.

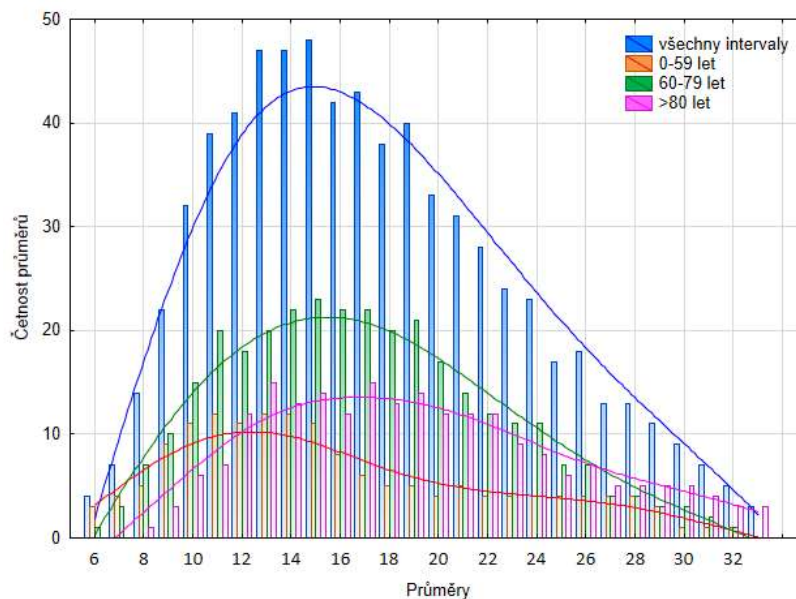
Z grafu vyplývá několik závislostí blíže vysvětlující chování jednotlivých druhů. Negativní závislost náletu (závrtů) I. lesklého na věku dřeviny, průměru a tloušťce lýka na sekci potvrzuje, že lýkožrout lesklý preferuje části stromů s menšími průměry, tenčím lýkem a nižším věkem porostu. Současně se potvrzuje mírná negativní závislost na přítomnosti (závrtech) I. smrkového a mírná pozitivní závislost na přítomnosti (závrtech) I. severského. Stanovené závislosti u I. smrkového vycházejí z bionomie druhu, spočívají v silné negativní závislosti na sekci a mírné pozitivní závislosti na průměru. Obojí potvrzuje preferenci I. smrkového pro nižší části kmene s většími průměry. Analýza hlavních komponent u I. severského vymezila silnou pozitivní závislost na sekci a mírnou negativní závislost na průměru. Obojí potvrzuje nálet I. severského především do korunové a podkorunové části kmene.

Z grafu vyčteme i mírnou negativní závislost I. smrkového k I. severskému a I. lesklému. Mírná pozitivní závislost platí mezi I. severským a lesklým (Obr. 29).



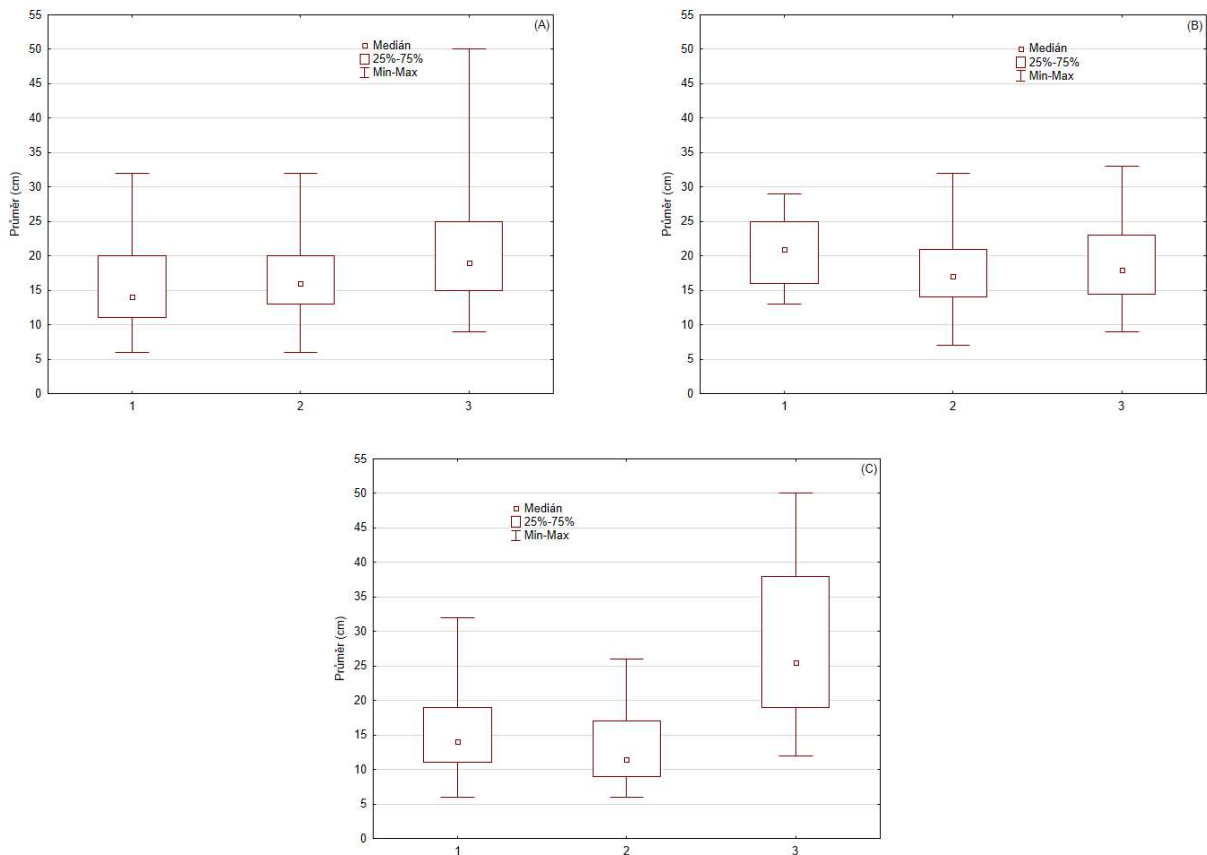
Obr. 29 Graf analýzy hlavních komponent

Pro přesnější vymezení pozice I. severského na stromech byl sestaven graf četností průměrů s potvrzenou přítomností I. severského (rozpětí 6–55 cm) (obr. 30) ve sledovaných věkových skupinách. Z grafu lze odvodit minimální změnu mezi věkovými skupinami a nejvyšší atraktivitu k nalétnutí na kmen o síle 10–21 cm (četnost nad 30 případů).



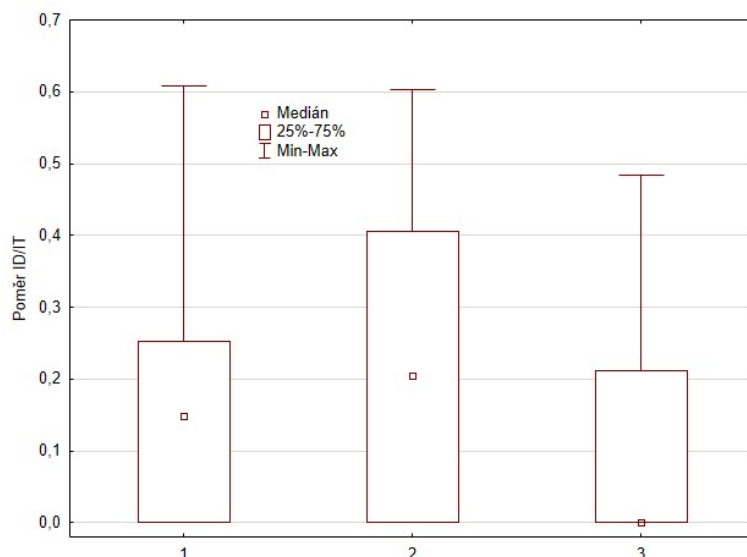
Obr. 30 Graf četností průměrů kmene obsazených I. severským

Průměry nalézaných částí kmene I. severským byly na revírech odlišné. Z vyhodnocení všech dat vyplývá, že nejsilnější části kmene obsazoval I. severský v nejstarší skupině. Zbylé dvě skupiny mají rozložení téměř totožné (medián: 30-59 let – 13,8 cm, kvantily – 11 a 20 cm, 60-79 let – medián: 16,2 cm, kvantily 13 a 20 cm, a >80 let – medián: 19,2 cm, kvantily 15 a 25 cm; Obr. 31 A). Podobné rozvrstvení bylo na revíru Horka, medián nejmladší skupiny dosáhl 14 cm (kvantily 11 a 19 cm). Zbylé dvě skupiny již byly výrazně odlišné (medián: 60-79 let – 11,5 cm, kvantily 9 a 17 cm, a >80 let – medián: 25,5 cm, kvantily 19 a 38 cm; Obr. 31 C). Jiná situace byla na revíru Koníkov, zde nejvyššího mediánu dosáhla nejmladší skupina (30-59 let, kvantily 16 a 25). Zbylé dva věkové intervaly dosáhly podobných dimenzí, 60-79 let: medián – 17, kvantily 14 a 21 cm, >80 let: medián – 18, kvantily 15 a 23 cm (Obr. 31 B).



Obr. 31 Krabicové grafy průměrů kmene obsazených I. severským dle věkových intervalů (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: 80 let), obě lokality dohromady (A), revír Koníkov (B) a revír Horka (C)

Posouzení vážených průměrů poměru I. severského a I. smrkového potvrzuje vyšší zastoupení I. severského v mladších porostech. Nejvyšší poměry I. severského se nacházely ve věkovém intervalu 60–79 let. Interval vykázal jedinou statisticky významnou převahu nad nejstarším intervalem (H (2, N=198) =12,52781, p=0,0019; Dunnův test p=0,0029; Obr. 32). Nejmladší interval také vykazoval vyšší podíly než nejstarší (statisticky nepotvrzeno). Nejstarší interval byl jediným intervalem, který za oba roky neměl ani jeden strom s dominantním postavením I. severského.



Obr. 32 Poměr I. severského a I. smrkového (1: 30-59 let, 2: 60-79 let, 3: >80 let)

2.2.4. Využití dronu při terénním šetření

Pro přesnější vyhledávání napadených stromů I. severským byl využit dron. Bionomie lýkožrouta severské (potvrzena i výsledky projektu) ukazuje preferenci pro korunovou část smrků, proto je vyhledávání stromů napadených I. severským problematické. Druhou eventualitou, kvůli které bylo využití dronu žádoucí, je obsazování stromů roztroušeně v porostu (I. smrkový napadá především osluněné kmeny, I. severský osluněné koruny, proto může být kdekoliv v porostu). Pro přesné zkoumání vlivu I. severského jsme proto po prvním roce přistoupili k nákupu dronu.

Dalším důvodem pro nákup dronu bylo napadání střední části kmene a nižší napadání oddenkové části I. smrkovým (viz. Obr. 15 B). Při silném obsazení kmene a nízkém až žádném obsazení oddenkové části se na patě kmene neprojevuje základní znak napadení smrku, drtinky. Tato odchylka se vyskytuje čím dále častěji a pro zjišťování obsazení těchto smrků bylo nutné pořídit dron, který byl schopný zjišťovat napadení na vyšších částech kmene.

V projektu proto byly šetřené porosty pravidelně snímány z výšky 90 m. Na fotografiích jsou patrné barevné změny smrků, především v zapojeném porostu je problematické tyto pravděpodobně napadené stromy vyhledat. Proto byla pochůzka po porostech doplněna snímáním z výšky a zmíněné skupiny smrků byly lépe zkoumány. V případě nenalezení „klasických“ symptomů napadení na patě kmene, byl dron využit druhým směrem. Dron byl umístěn do ochranné klece (snížení rizika kolize se stromy a větvemi) a následně byl zkoumán povrch kůry ve výšce od několika metrů až po nasazení koruny. Ze získaných záběrů bylo možné určit, jestli je kmen napaden nebo ne.

Díky využití dronu bylo nalezeno větší množství napadených smrků před dokončením vývoje kůrovců (až v tu chvíli se začne kůra loupat a je možné odhalit stromy bez symptomů). Především na lokalitě Koníkov bylo díky dronu odhaleny napadené smrky a nalezeny celá kůrovcová ohniska. V sousedních porostech byly napadené stromy nalezeny až v průběhu července a srpna, kdy jsme mohli jen konstatovat, že stromy jsou již déle opuštěny.



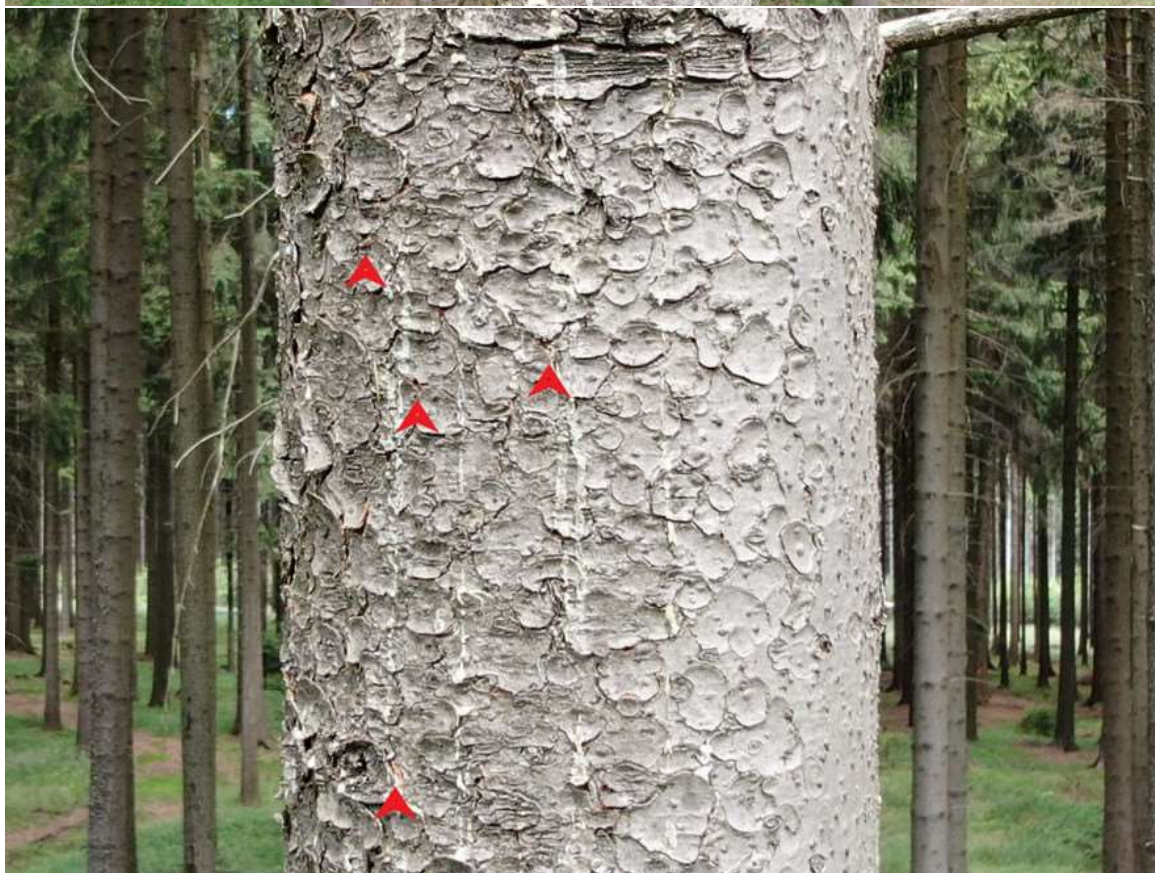
Obr. 33 Porost ve věkovém intervalu 30-59 let, stav na jaře a ke konci sezony, revír Horka, 2020 (na prvním snímku patrné barevné změny smrků v porostní stěně)



Obr. 34 Porost ve věkovém intervalu 60–79 let, stav na jaře a ke konci sezony, revír Horka, 2020



Obr. 35 Porost ve věkovém intervalu >80 let, stav na jaře a na konci sezony, lokalita Horka, 2020



Obr. 36 Příklad zjišťování napadení smrku ve podkorunové části (spodní fotografie zvětšený kmen s vyznačenými závrti), lokalita Horka, rok 2020

2.3. Shrnutí

Zjištěné poznatky do značné míry potvrzují bionomii všech tří kalamitních škůdců. Především chování I. smrkového a I. lesklého, které je lesnické praxi podrobně známo, potvrdilo dlouholeté zkušenosti s těmito kůrovci. Z výsledků jsou jasně patrné hlavní ukazatele osídlování kmene, u I. smrkového, který napadá kmenovou část vyšších průměrů s tlustějším lýkem, i nižší věkové stupně a průměrově slabší části s tenčím lýkem u I. lesklého. Jediným zajímavějším faktem bylo, že závislost na věku se prokázala pouze u I. lesklého, nikoliv u I. smrkového. Vysvětlením může být vyšší agresivita I. smrkového, který osídluje vhodné stromy (silnější lýko) bez rozdílu věku, zatímco vyšší populační hustota I. lesklého se předpokládá v mladších porostech, kde mu žádný druh nekonkuruje.

Už ne tak jednoznačné výsledky jsme zjistili u I. severského. Prokázalo se, že těžištěm jeho výskytu je korunová část s menšími průměry. Naopak jakákoliv závislost na tloušťce lýka byla slabá. Stejně jako u I. smrkového nebyla zjištěna závislost na věku. Z terénních šetření ale můžeme potvrdit, že předpokládaným věkovým intervalem pro nejvyšší výskyt I. severského je 50-79 let. K námi stanovenému intervalu 60-79 let, jsme přidali ještě padesátileté porosty. Důvodem bylo silné obsazování stromů na kalamitní lokalitě, právě v porostu tohoto věku. Bohužel na „nekalamitní“ lokalitě jsme neměli porost podobného věku. Celková abundance tohoto kůrovce se až na výjimky držela pod hranicí jednoho závrtu na dm^2 , dokonce nad hodnotu mediánu $0,5 \text{ zo}/\text{dm}^2$ vystupoval pouze v korunové části kmene (Obr. 27 A). To je v porovnání s I. smrkovým (větším kůrovcem s většími požerky), který dosahoval mediánu obsazení kolem $1 \text{ zo}/\text{dm}^2$ na třech ze čtyř sledovaných plošek, zanedbatelná hodnota.

Na sledovaných stromech jsme mohli poměrně jasně určit preferenci dle průměrů kmene. Z grafu četností napadení, sestaveného ze známých průměrů napadených částí kmene, jasně vyplývá interval průměrů, který I. severský vyhledává (Obr. 30). Tento interval se s věkem porostu (věkového intervalu) měnil pouze mírně.

Z námi vyhodnocených dat můžeme posoudit vzájemný vztah přítomných kůrovců. Na území s mimořádně kalamitní situací i situací zvýšeného stavu kůrovců byl rozhodujícím druhem I. smrkový. Tento nejagresivnější kůrovec byl hlavním mortalitním faktorem, na námi analyzovaných stromech převažoval nad ostatními druhy ve většině případů. Z analýzy hlavních komponent vidíme vztah všech tří kůrovců a I. smrkový má oproti ostatním rozdílné postavení. Můžeme konstatovat, že I. severský a I. lesklý mají s I. smrkovým negativní závislost (čím více I. smrkového tím méně ostatních druhů). Naopak závislost mezi I. severským a I. lesklým je mírně pozitivní. Když navíc doplníme informace z vyhodnocení jednotlivých plošek, kde I. smrkový jasně ustupuje v korunové části. Tak můžeme konstatovat, že oba zmíněné druhy jsou pouze doplňujícími druhy, které obsazují zbývající část kmenové části stromu, kam I. smrkový již nenalétá. Dokresluje to i schopnost I. severského obsazovat nižší části kmene (největší průměr na kterém byl zaznamenán byl 33 cm), ale přes silný tlak I. smrkového v těchto partiích kmene dostává prostor k vývoji. Poslední zmíněný v námi analyzovaných porostech (nejmladší s věkem 30 let) obsazoval volná místa lýka v celém profilu kmene. Lýkožrout lesklý svým malým vzrůstem je ideální pro doplňování nevyužitých míst lýka ostatními druhy.

Z posouzení poměrů zastoupení I. severského (v poměru k I. smrkovému) jasně vyplývá jeho nízké zastoupení na kmenech, pouze výjimečně poměr dosahoval na 40 % přítomných požerků. Výjimkou jsou porosty v intervalu 60–79 let na revíru Koníkov. Zde I. severský na analyzovaných zaujímal dominantní postavení až ve 50 % stromů. I přes tento významný podíl se množství dřeva, které můžeme připsat I. severskému pohybovalo na úrovni 3 % celkové roční těžby. Tento výsledek ukazuje jeho nízký význam, i přes občasné působení jako mortalitní faktor.

Závěrem se dá konstatovat, že působení obou druhů (I. smrkový a I. severský) na kalamitní i nekalamitní lokalitě odpovídá poznatkům o bionomii. Nezvyklé chování I. smrkového při napadání mladších porostů (stromy analyzovány i v 30letých porostech) přisuzujeme suchému období, kdy jsou i tyto smrky stresovány a byly pro kůrovce atraktivní. Jako poslední bych zmínil poměrně vysoký podíl I. severského na celkových těžbách nekalamitního revíru, kde dosáhl 18 % objemu kůrovcového dříví na revíru, to silně kontrastuje s 1 % zastoupením na kalamitní lokalitě.

3. Stojící otrávené lapáky

Šetření cílené na stojící lapáky mělo dílčí část zaměřenou na ověření účinnosti lapáků připravených postřikem kmene a část řešící lapáky připravené metodou mikroinjektáže. Lapáky připravené postřikem kmene využívají poznatků z otrávených lapáků aplikovaných na různé druhy kůrovců. V ČR byly lapáky ověřovány na I. smrkového, pro odlišnosti v bionomii mezi I. smrkovým a I. severským bylo nutné ověřit efektivnost a výšku otrávení kmene v rámci přípravy lapáků.

Metoda mikroinjektáže je inovativní metoda, která je v ČR používána pouze několik let. Metoda je založena na vpravení účinné látky do vodivých pletiv stromu. Metoda doposud nebyla využita pro přípravu stojících otrávených lapáků. Metoda byla zvolena z důvodu, že účinná látka je rozvedena vodivými pletivy po celém stromě. V našem šetření byl, jako efektivní látka, použit emamectin-benzoat.

3.1. Lapáky připravené postřikem kmene

3.1.1. Metodika

V roce 2019 byla provedená terénní šetření zaměřena na hodnocení účinnosti stojících lapáků vyhotovené postřikem kmene na revírech Horka (LS Telč) a revír Najdek (LS Pelhřimov), obě lokality jsou pod správou Lesů České republiky, s. p.

Šetření v roce 2020 pokračovalo na revíru Horka (LS Telč), pro vysokou populační hustotu I. severského jsme druhou lokalitu přesunuli na LZ Konopiště, vybrány byly porosty v blízkosti města Pyšely.

V roce 2019 bylo připraveno a vyhodnoceno pět skupin lapáků. Tři skupiny v kalamitní oblasti na revíru Horka a dvě skupiny na revíru Najdek. V každé skupině byl jeden strom navnaděn feromonovou návnadou ID Ecolure (účinná látka ipsdienol, Fytofarm group s.r.o.), navnaděný strom spolu s okolními byl ošetřen insekticidem Vaztak les (účinná látka alfa-cypermethrin) do výšky 10 m. Insekticidní jícha byla připravována v koncentraci 1 % (dle pokynů výrobce), dávka na jednotlivý lapák nebyla určena, důležitým parametrem při postřiku byla dokonalá pokrývnost kmene. Ve skupině byl jeden strom ponechán bez ošetření pro kontrolu napadení ošetřených stromů. V každé skupině byly přítomny vždy dva stromy (na navnaděném stromě a vedlejším stromě v každé skupině), na které bylo instalováno záchytné zařízení. Záchytné zařízení v podobě trychtýře, který přesahoval průměr kmene o 36 cm. Horní strana trychtýře byla překryta sítí zamezující ptákům přístup k uhynulým kůrovcům. Záchytné zařízení bylo instalováno ve výškách 1, 3,5 a 6 m. Postavení „vedlejšího“ a kontrolního lapáku bylo vybíráno v podobném umístění vzhledem k navnaděnému lapáku.

Pro šetření v roce 2020 bylo připraveno 6 skupin lapáků, vždy po třech na každé lokalitě. Oproti prvnímu roku šetření byla snížena výška otrávení na 8 m, v návaznosti na to byly sníženy i výšky umístění záchytných zařízení. Záchytná zařízení byla instalována do výšek 1, 2,5 a 5 m. Poslední změnou pro rok 2020 bylo snížení počtu lapáků ve skupině, v prvním roce byly otráveny všechny stromy v okolí navnaděného lapáku, v roce 2020 byl otráven pouze jeden vedlejší strom (v porostní stěně). Účelem bylo zjištění minimálního počtu stromů ve skupině lapáků.

Insekticid byl aplikován v druhé polovině dubna, záchytná zařízení byla instalována ve stejnou dobu. Feromonový odparník byl instalován těsně před začátkem rojení. Usmrčení jedinci byli vybráni pouze jednou, a to při vyhodnocování stojících lapáků v druhé polovině června (po skončení prvního rojení). Usmrčení jedinci byli odebráni a determinováni v laboratoři pod speciálním stereomikroskopem.

V každé skupině byl po odebrání záchytných zařízení pokácen kontrolní a navnaděný strom, v případě napadení i strom vedlejší. Stromy byly odkorněny v 10 cm širokém pásu probíhajícím po celém kmene. Na odkrytém pásu byly determinovány a spočteny požerky jednotlivých druhů přítomných kůrovců.

3.1.2. Výsledky

3.1.2.1. Nekalamitní lokalita

Rok 2019

Lokalita Horní Radouň byla vybrána jako nekalamitní, nachází se v blízkosti města Nová Včelnice v Jihočeském kraji. Na vybrané lokalitě byl potvrzen výskyt lýkožrouta severského. Připraveny byly dvě skupiny stojících lapáků, které byly vyhotoveny v porostní stěně paseky. Lapáky byly v porostu 251 A 8.

Vyhodnocení probíhalo v druhé polovině června a z obou skupin byly pokáceny navnaděné stromy a kontrolní stromy. Žádný strom nebyl napadený nad otrávenou částí kmene, ani kontrolní stromy nebyly napadeny kůrovci. Lapáky byly umístěny v pasece vzniklé v roce 2018, v roce 2019 zde nebyly evidovány žádné další napadené stromy (evidována byla pouze živelná těžba 42 m³). V pasece sousedící přes cestu od naší zájmové lokality byl umístěn jeden lapač s feromonovou návnadou na lýkožrouta smrkového.

V nejnižším záchytném zařízení nacházející se pod feromonovou návnadou (1 m) bylo zachyceno 414 ks lýkožrouta severského a 303 ks lýkožrouta smrkového. Ve výše položených záchytných zařízení nastal výrazný pokles odchytu, střední záchytné zařízení zachytilo 12 ks l. severského (dále „ID“) a 35 ks l. smrkového (dále „IT“), v nejvyšším záchytném zařízení byly 1 ks ID a 1 ks IT. Na druhém lapáku byly odchyty podobné, nejnižší záchytné zařízení zachytilo 258 ks jedinců l. severského a 324 dospělců l. smrkového. Ve vyšších záchytných zařízeních byly odchyty v jednotkách dospělců, výraznější byl jen odchyt l. smrkového v 3,5 m, kde bylo zachyceno 33 jedinců (3,5 m–8 ks ID, 33 ks IT; 6 m–0 ks ID a 1 ks IT). Vedlejší stromy zachytily ve všech úrovních pouze jednotlivé kusy kůrovců (první skupina: 1,5 m–6 ks ID, 4 ks IT; 3,5 m–18 ks ID, 39 ks IT; 6 m–3 ks ID a 4 ks IT; druhá skupina: 1,5 m–22 ks ID, 78 ks IT; 3,5 m–24 ks ID, 70 ks IT; 6 m–0 ks ID a 5 ks IT).

Rok 2020

Pro rok 2020 byla přesunuta nekalamitní lokalita na LZ Konopiště, lokalita byla vybrána pro vysoký podíl l. severského na těžbách a zvyšující se kůrovcové těžby. Revír se nachází v počáteční fázi kůrovcové kalamity. Pro šetření byly vybrány tři porosty s věkem 40–50 let, v každém porostu byla jedna skupina lapáků. Jednotlivé porosty se nacházely v blízkosti měst Pyšely, Benešov (Pomněnice) a Týnec nad Sáz. (Krhanice). Ve všech porostech byly v minulém roce vzniklé paseky, způsobené kůrovcovou těžbou.

Odchyty v jednotlivých záchytných zařízeních odpovídají předpokladu o vysokém podílu l. severského na lokalitě, neboť jsme zaznamenali prozatím nejvyšší odchyt l. severského jak na lapáku, tak v jednom záchytném zařízení. Na druhé lokalitě bylo zachyceno přes 12 tis. jedinců na lapák a téměř 10 tis. jedinců v nejnižším záchytném zařízení. Poměrně vysoké byly i odchyty l. smrkového, kdy bylo zachyceno 1,3 tis. dospělců v nejnižším záchytném zařízení a na celém lapáku přes 1,7 tis. jedinců.

Výrazný pokles odchyťů byl zaznamenán na vedlejším lapáku, kde bylo na celém lapáku zachyceno jen něco málo více než 1 tis. jedinců I. severského. Podobně výrazný byl i pokles v odchytech I. smrkového, kde se pohybujeme pouze v řádech desítek na jedno záchytné zařízení. Odloveno bylo méně než 150 dospělců.

Zároveň se nám ukázala nevyrovnanost jednotlivých porostů, již zmíněnou první skupinu doplňuje druhá, která dosáhla podobně vysokých odchyťů. V záchytných zařízeních navnaděného lapáku se nacházelo 6,8 tis. jedinců I. severského (pouze 140 jedinců IT). Na vedlejším lapáku bylo zachyceno přes 800 ks ID a 134 ks IT. Od těchto dvou skupin se odlišuje třetí skupina, která dosáhla nízkých záchyťů kůrovců. Na navnaděném lapáku bylo odchyceno „pouhých“ 1587 ks ID a 538 ks IT. Nižší populační hustotu kůrovců dokreslují i záchyty na vedlejším lapáku, které se pohybovaly v úrovni několika desítek brouků (47 ks ID a 8 ks IT).

Nebylo zaznamenáno odumírání lapáků, při vyhodnocování nebyly zaznamenány žádné požerky ani nad otrávenou částí ani na kontrolních lapácích.

3.1.2.2. Kalamitní lokalita

Rok 2019

Na lokalitě nacházející se v blízkosti města Telč, byly připraveny tři skupiny otrávených lapáků. Všechny skupiny byly vyhotoveny v porostu 420 F 7. Dvě skupiny byly připraveny ve skupině smrků vybíhající do paseky a jedna v porostní stěně na okraji paseky.

Při vyhodnocování pokácených stromů se ukázalo, že kontrolní stromy dvou skupin ve zbytku porostu vybíhajícím do paseky (první dvě skupiny) nebyly napadeny kůrovci. Stejný stav charakterizuje navnaděné stromy nad otrávenou částí, zbytek stromu byl bez přítomných závrťů. Rozdílná situace byla na poslední sledované skupině. Přestože zbývající smrkové žebro i okolí poslední skupiny bylo silně napadené, byly kontrolní a navnaděný strom poslední skupiny jako jediné silně napadené. Ovšem na navnaděném stromě byl vývoj kůrovců těsně nad otrávenou částí zřetelně opožděný. Z toho usuzujeme, že napadení vrcholové části nemělo souvislost s umístěnou feromonovou návnadou.

Lokalita byla výjimečná vyrovnanými odchyty I. smrkového a severského. Nejvíce byla napadena druhá skupina, kde na celém lapáku bylo zachyceno 2255 ks ID a 2708 ks IT na navnaděném lapáku. Vedlejší strom byl oproti navnaděnému málo napaden (22 ks ID a 122 ks IT). V první skupině lapáků na navnaděném lapáku bylo zachyceno více jedinců I. smrkového (1732 ks ID a 2723 IT). Záchyty na vedlejším otráveném lapáku byly velice nízké (25 ks ID a 143 ks IT). Nejnížší počty zachycených brouků vykazala třetí skupina lapáků, jediná s obsazeným kontrolním stromem (1153 ks ID a 1433 ks IT).

Kůrovcová situace na pasece, ve které byly umístěny všechny tři skupiny lapáků, byla kalamitní. V porostu 420 F 7 bylo od května 2018 do konce dubna 2019 vytěženo 3068 m³ (z toho kůrovcová těžba byla 2779 m³). Již v prvním rojení byla výše kůrovcových těžeb 1359 m³, a po letním rojení byl porost téměř dotěžen (výše těžeb od začátku rojení 2019 byla 5623 m³; údaj udává těžby do konce října).

Rok 2020

Kalamitní lokalita zůstala jako v předchozím roce šetření, změnil se pouze porost, protože původní porost vzdálený přibližně 500 m byl vytěžen. Tři skupiny lapáků byly umístěny do porostní stěny 50letého porostu. Šetření proběhlo na revíru Horka v blízkosti města Telč.

Napadení lapáků bylo do značné míry nestandardní, v době vyhodnocování lapáků (první polovina června) byl napadený pouze jeden navnaděný lapák a všechny kontrolní lapáky. Stromy byly obsazeny pouze I. smrkovým. V okolí první skupiny (napadený pouze kontrolní) vzniklo velké kůrovcové ohnisko, v okolí ostatních skupin došlo k silnému výskytu kůrovců (téměř výhradně I. smrkového) až v průběhu měsíce července (nevylučujeme pozdní projevení jarního rojení).

První skupina lapáků na revíru Horka dosáhla srovnatelných dimenzí jako na LZ Konopiště. Zbylé dvě lokality vykázaly nižší záchyty. První skupina na navnaděném lapáku zachytila celkem 6598 ks ID a 1365 ks IT. Rozdíl oproti skupinám na LZ Konopiště bylo rozložení odchytů, celý záchyt (kromě 72 ks ID) byl v prvních dvou záchytných zařízeních (na LZ Konopiště většina v prvním záchytném zařízení). I zde byl pozorován výrazný pokles zachycených kůrovců na vedlejších lapácích, v první skupině bylo zachyceno 601 ks ID a 382 ks IT. Zároveň to byla jediná skupina s převahou I. severského. Na zbylých dvou převažoval I. smrkový. Druhá skupina zachytila na navnaděném lapáku 2457 ks ID a 4751 ks IT. Na vedlejším bylo usmrčeno 461 ks IT a 202 ks ID. Vyrovnanější odchyt byl v poslední skupině, na navnaděném lapáku bylo zachyceno 2203 ks ID a 3308 ks IT. A na vedlejším otráveném lapáku 71 ks ID a 272 ks IT.

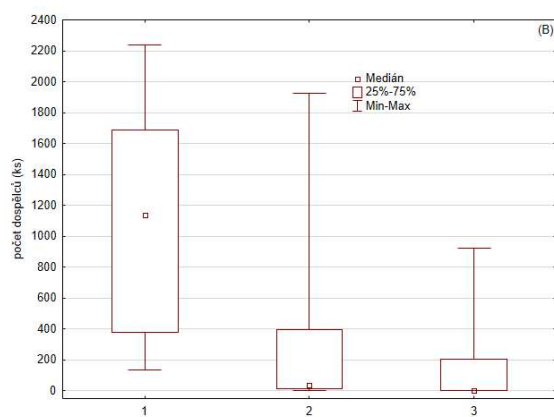
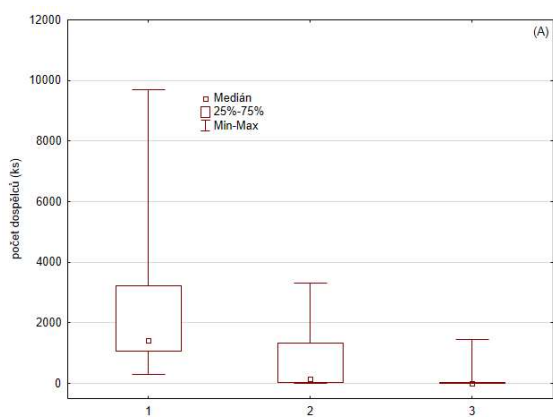
Lokalita potvrzovala stav v kalamitních oblastech, kde byl určujícím druhem I. smrkový. Ostatní přítomné druhy jsou pouze doprovázející a nezpůsobují výrazné škody.

3.1.2.3. Statistické zhodnocení

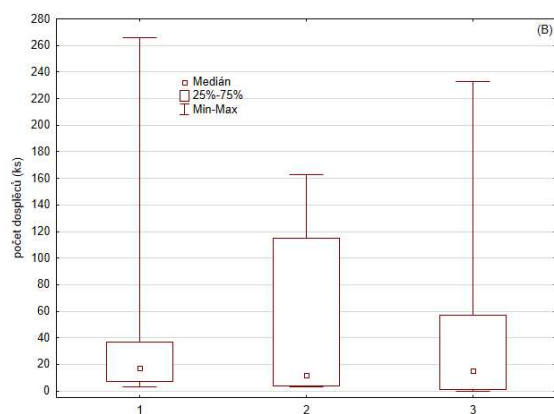
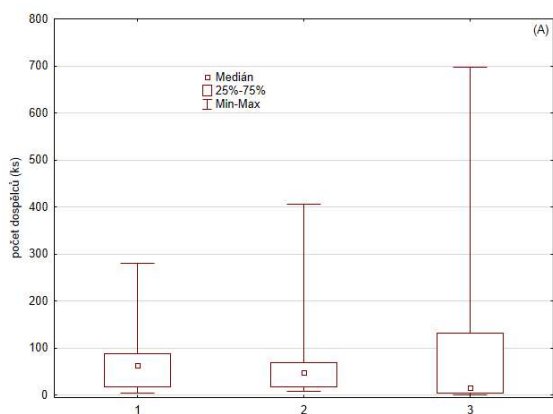
Výsledky šetření byly do značné míry předvídatelné, šetření mělo odhalit efektivnost metody. Proto některé analýzy jsou uvedeny pouze za obě lokality a oba roky dohromady. Pouze v případech, kdy se projevila neočekávaná netypická situace, byly přiřazeny i podrobnější grafy. Statistické analýzy byly prováděny v programu Statistica 12 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, USA).

Počet kůrovců v záchytných zařízeních

Při hodnocení odchytů do jednotlivých záchytných zařízení se ukazuje vliv feromonového odparníku (na I. severského) na oba druhy kůrovců. V obou případech došlo k statisticky významně vyšším odchytům do nejnižšího záchytného zařízení, to se ale lišilo pouze od nejvyššího (IT: H (2, N=33) =14,26675, p=0,0008; Dunnův test p=0,0005; Obr. 37 B; ID: H (2, N=33) =16,57467, p=0,0003; Dunnův test p=0,0001; Obr. 37 A). Odlišná situace byla na vedlejších otrávených lapácích, zde byly odchity v záchytných zařízeních vyrovnané, statisticky nevýznamné (IT: H (2, N=33) =0,6518194, p=0,7219; Obr. 38 B; ID: H (2, N=33) =0,9365949, p=0,6261; Obr. 38 A).

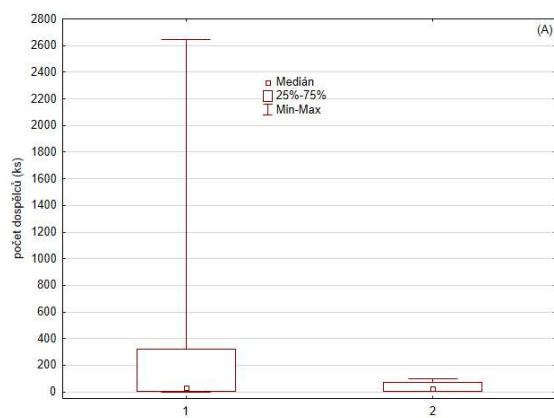
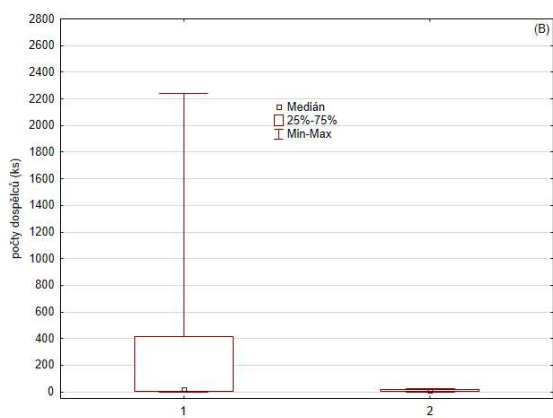


Obr. 37 Počty dospělců *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) na navnaděných lapácích

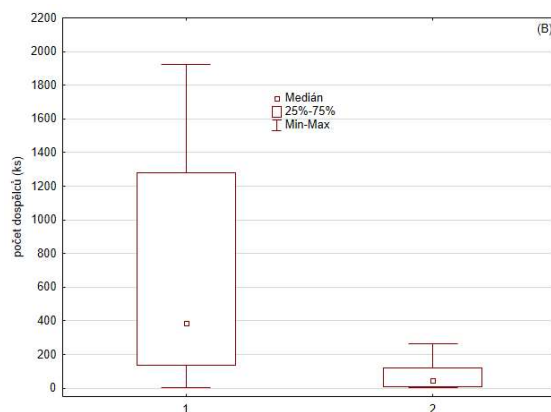
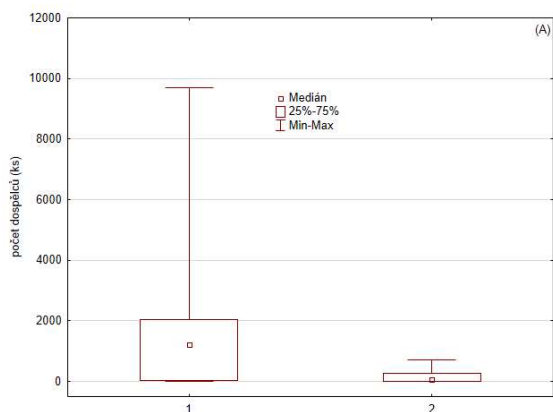


Obr. 38 Počty dospělců *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) na vedlejších lapácích

Zajímavé bylo i porovnání jednotlivých variant v obou letech. V prvním roce šetření se neprojevil rozdíl mezi navnaděným a vedlejším lapákem, statisticky nevýznamné byly odchvy *I. severského* (H (1, N=30) =,3630126, p=0,5468; Obr. 39 A) i *I. smrkového* (H (1, N=30) =2,240143, p=0,1345; Obr. 39 B). V roce 2020 se naplno projevil vliv feromonového odparníku. Statisticky významně vyšší byl odchyt *I. severského* na navnaděném lapáku (H (1, N=36) =6,568413, p=0,0104; Dunnův test p=0,0103; Obr. 40 A). Feromonový odparník na *I. severského* dokázal přilákat na navnaděný lapák i *I. smrkového* (H (1, N=36) =8,567020, p=0,0034; Dunnův test p=0,0034; Obr. 40 B).

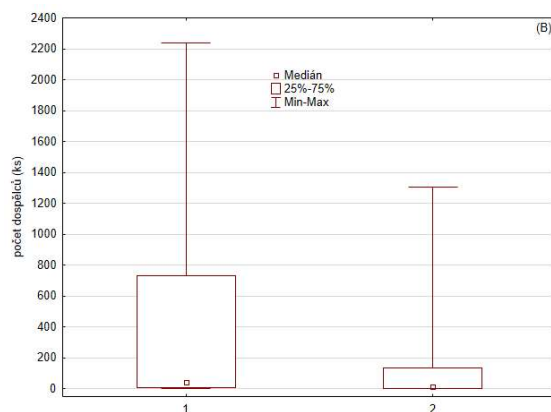
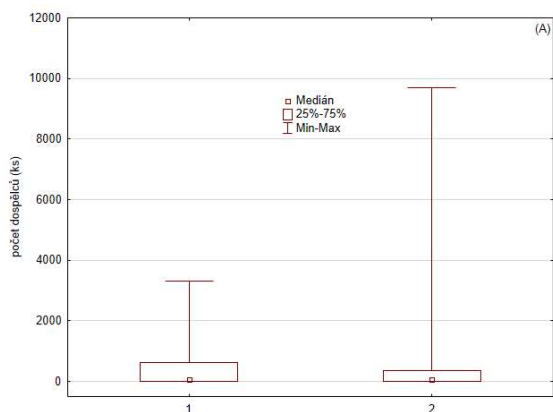


Obr. 39 Počty dospělců *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) dle variant, rok 2019 (1 - navnaděný, 2 - vedlejší)



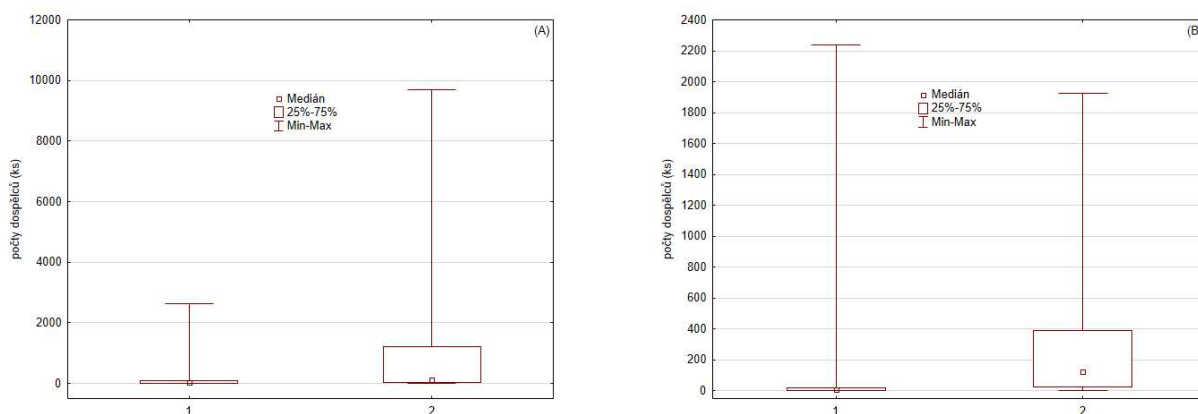
Obr. 40 Počty dospělců I. severského (A) a I. smrkového (B) dle variant, rok 2020 (1 - navnaděný, 2 - vedlejší)

Posouzením rozdílů mezi kalamitní a nekalamitní lokalitou ukazuje statisticky významný rozdíl při posouzení I. smrkového. Zde se projevila mimořádná kalamitní situace na revíru Horka, který převyšoval nekalamitní lokality ($H(1, N=66) = 4,356604$, $p=0,0369$; Dunnův test $p=0,0369$; Obr. 41 B). Naopak rozdíl mezi lokalitami nebyl statisticky významný při posouzení I. severského ($H(1, N=66) = 0,0134393$, $p=0,9077$; Obr. 41 A).



Obr. 41 Počet dospělců I. severského (A) a I. smrkového (B) dle lokalit (1 - kalamitní, 2 - nekalamitní)

Z porovnání obou let vyplývá, že přes méně příznivý průběh počasí v roce 2020 byly počty odchycených dospělců I. smrkového vyšší ($H(1, N=66) = 10,20990$, $p=0,0014$; Dunnův test $p=0,0014$; Obr. 42 B). Stejně tomu bylo i u I. severského, rok 2020 převyšoval první rok šetření ($H(1, N=66) = 7,993929$, $p=0,0047$; Dunnův test $p=0,0047$; Obr. 42 A). Vysvětlení rozdílů u I. severského je jednodušší, změnou lokality jsme se přemístili do místa s vyšší populační hustotou.



Obr. 42 Počty dospělců I. severského (A) a I. smrkového (B) dle let (1–2019, 2–2020)

3.2. Lapáky připravené mikroinjektáží

3.2.1. Metodika

Lapáky připravované mikroinjektáží v roce 2019 byly umístěny na stejných revírech jako lapáky vyhotovené postřikem kmene. Na revíru Horka se lapáky nacházely ve stejném porostu jako výše uvedené lapáky, umístění bylo vybráno tak, aby mohla být účinnost v kalamitních podmínkách srovnávána. Na revíru Najdek byly vybrány jiné porosty (ve stejném porostu nebylo dostatek místa, aby se jednotlivé skupiny neovlivňovaly navzájem). Pro účely šetření byly vybrány porosty s věkem 50 a 60 let. V porostu 244 B 5a byly vyhotoveny dvě skupiny a v porostu 244 E 6 jedna skupina. Bohužel skupina lapáků v porostu 244 E 6 byla pokácena před jejich vyhodnocením.

I šetření v roce 2020 proběhlo na totožných lokalitách jako lapáky připravené postřikem kmene. Na LZ Konopiště probíhalo šetření v párech, v každé porostu byla připravena skupina vyhotovená postřikem i mikroinjektáží. Na revíru Horka byla porostní stěna dostatečně dlouhá, abychom mohli umístit skupiny lapáků na střídačku.

V každé skupině bylo ošetřeno několik stromů mikroinjektáží (počet stromů se pohyboval od 3 do 5 na skupinu) a jeden strom ponechán bez ošetření. Při vyhodnocení byl pokácen vždy navnaděný strom, sousední ošetřený a kontrolní bez ošetření. Kontrolní a sousední strom byl vybírán s podobným postavením vzhledem k navnaděnému stromu. Z napadené části každého stromu byla následně odebrána metrová polena z oddenkové části a části pod korunou. Odebraná polena byla odvezena a analyzována v laboratoři řešitele projektu. Na všech pokácených stromech byl analyzován pruh kůry široky 10 cm probíhající po celé délce kmene. Na pásu byly determinovány a sečteny požerky v metrových sekcích.

Počet vyvrtaných otvorů a množství insekticidní jíchy bylo vypočítáváno individuálně pro každý strom. U injektovaného stromu byl změřen průměr ve výčetní výšce a dle průměru byla vypočítána dávka insekticidu, na každý 1 cm průměru připadal 1 ml insekticidní jichy. Pro účely injektáže byly používány ventilký o průměru 3/8 palce (0,95 cm), kdy při hloubce vyvrtaného otvoru 5 cm, se do otvoru vleze přibližně 5 ml jichy. Dostatečné množství insekticidní jichy bylo hlídáno na stupnici injektátoru (minimální množství 5 ml v každém vývrtu).

Pro prokázání vlivu feromonové návnady na nálet kůrovců byly porovnány kmenová část a korunová část stromu. Porovnány byly i varianty mezi sebou. Následně jsme hodnotili lokality mezi sebou. Rozdíly byly stanoveny analýzou rozptylu v programu Statistica 12 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, USA).

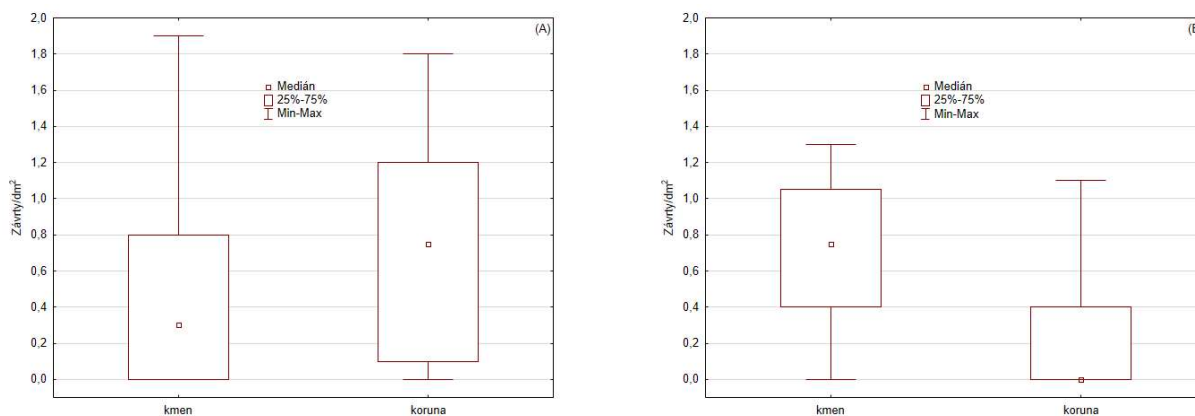
3.2.2. Výsledky

3.2.2.1. Nekalamitní lokalita

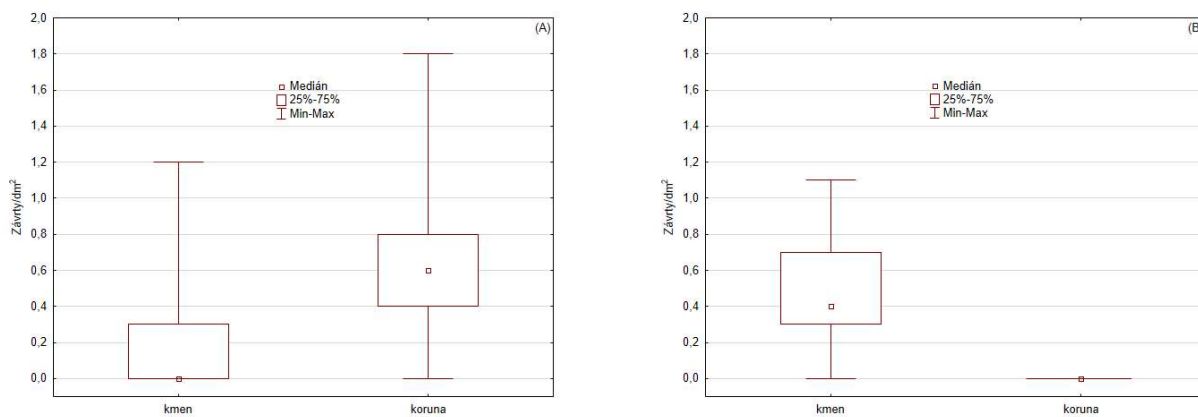
Rok 2019

Revír Najdek vykazuje zvýšený stav kůrovců, skupiny lapáků byly umísťovány do pasek, na kterých byla v roce 2018 vznikla kůrovcová těžba. Pro šetření byly vytipovány dva porosty, přičemž porost se dvěma skupinami stromů měl v roce 2018 vyšší kůrovcové těžby. Lapáky v porostu 244 B 5a byly vyhotoveny na protilehlých stranách paseky, jedna skupina čítala pouze 4 stromy bez návaznosti na další porost a druhá skupina byla vyhotovena na kraji zbývající skupiny smrků. V každé skupině byly ošetřeny 4 stromy mikroinjektáží a v druhé skupině jeden strom ponechán bez ošetření. Při vyhodnocení byl pokácen vždy navnaděný strom, sousední ošetřený a kontrolní bez ošetření (přítomný pouze v jedné skupině).

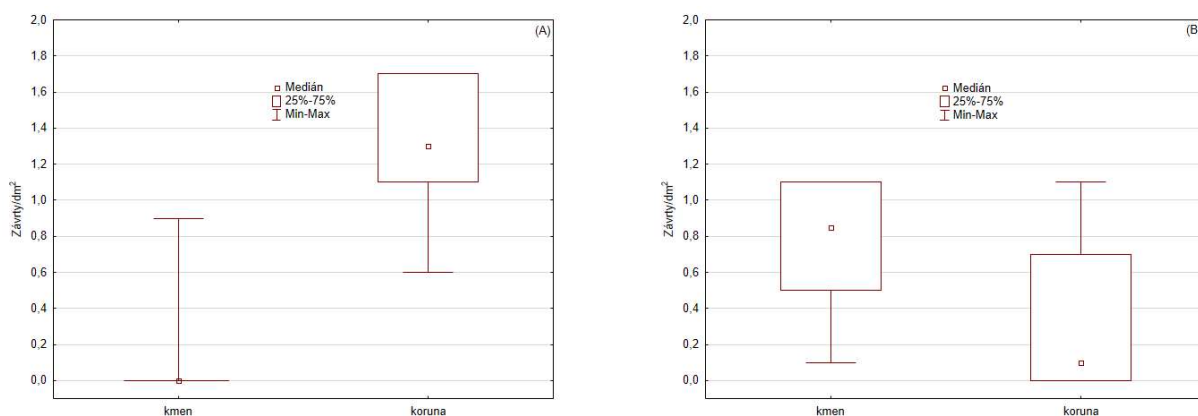
Pro prokázání vlivu feromonové návnady na nálet kůrovců byla porovnána kmenová a korunová část stromu. Srovnání ukazuje na výraznou preferenci lýkožrouta smrkového pro kmenovou část. Na všech přítomných variantách bylo obsazení kmene vždy statisticky významně vyšší než v koruně (navnaděné: H (1, N=50) =14,36477, p=0,0002, Dunnův test p=0,0002, Obr. 43 B; sousední: H (1, N=44) =26,78183, p=0,0000, Dunnův test p=0,0000, Obr. 44 B; kontrolní: H (1, N=21) =5,636183, p=0,0176, Dunnův test p=0,0187, Obr. 45 B). Vliv feromonové návnady na nálet l. severského vyplývá z porovnání kmenové a korunové části navnaděných injektovaných lapáků. Rozdíly mezi těmito částmi jsou na navnaděných lapácích statisticky nevýznamné (H (1, N=50) =1,998433, p=0,1575, Obr. 43 A). Nálet l. severského na sousedním lapáku a kontrolním lapáku byl soustředěn více do korunové části (sousední: H (1, N=44) =11,88519, p=0,0006, Dunnův test p=0,0008, Obr. 44 A; kontrolní: H (1, N=21) =14,35503, p=0,0002, Dunnův test p=0,0004, Obr. 45 A).



Obr. 43 Abundance l. severského (A) a l. smrkového (B) v koruně a na kmeni navnaděného lapáku, lokalita Najdek, rok 2019

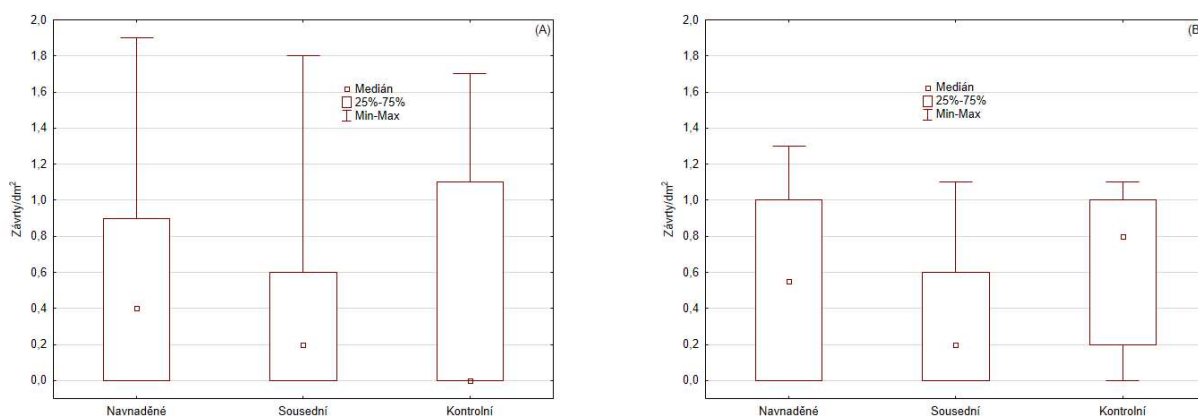


Obr. 44 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni sousedního lapáku, lokalita Najdek, rok 2019



Obr. 45 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni kontrolního lapáku, lokalita Najdek, rok 2019

Zajímavé je porovnání jednotlivých variant lapáků. Zde i přes rovnoměrnější rozmístění *I. severských* na navnaděných stromech, nejsou rozdíly mezi variantami statisticky významné ($H(2, N=115) = 2,132334, p=0,3443$; Obr. 46 A). Jinak tomu bylo u *I. smrkového*, překvapivě nejméně obsazené lapáky byly sousední od navnaděného smrku. Mezi navnaděnými a kontrolními lapáky nebyl významný rozdíl ($H(2, N=115) = 7,943963, p=0,0188$, Dunnův test $p=0,0281$; Obr. 46 B).

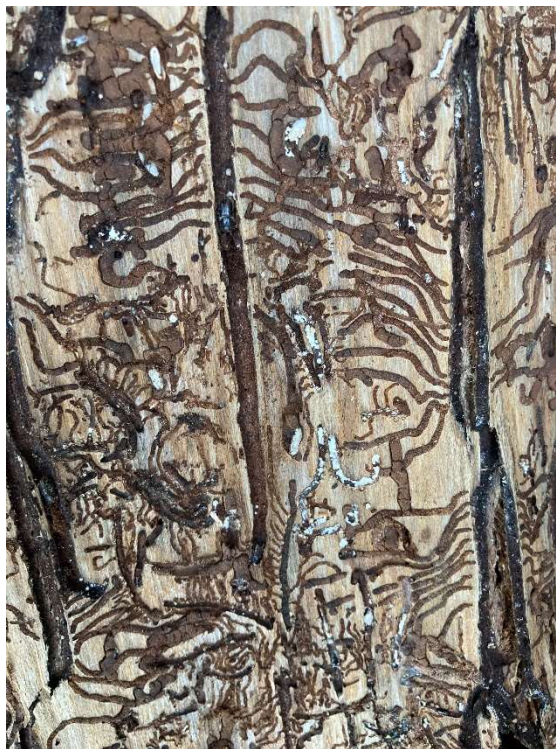


Obr. 46 Porovnání variant dle abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B), lokalita Najdek, rok 2019

Rok 2020

Na nekalamitní lokalitě došlo k znehodnocení výsledků v důsledku nepříznivého průběhu počasí. Při vyhodnocování injektovaných lapáků byly ve všech skupinách nalezeny nedokončené požerky

s odumřelými dospělci, larvami případně vajíčky (Obr. 47). V matečných chodbách se nacházela plíseň. Z těchto důvodů nebylo možné injektované lapáky vyhodnotit. Mortalitní působení injektované látky nebylo potvrzeno, zahubení kůrovců a jejich vývojových stádií vyloučil stejný nález na kontrolních neinjektovaných lapácích. I tyto kontrolní lapáky měly pod kůrou požerky s mrtvými brouky i vývojovými stádii.



Obr. 47 Části kůry s odumřelými dospělci i vývojovými stádii z injektovaných lapáků, lokalita Konopiště, rok 2020

3.2.2.2. Kalamitní lokalita

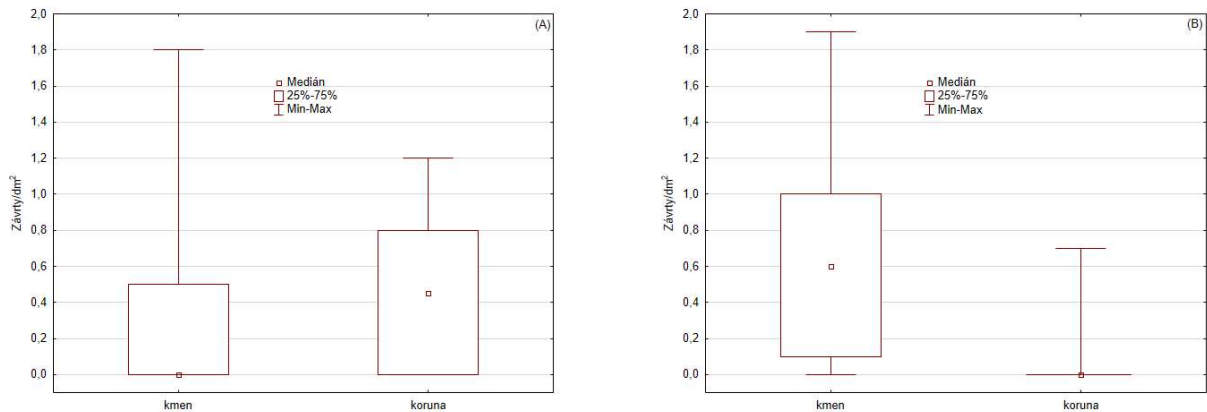
Rok 2019

Na revíru Horka (v blízkosti města Telč) byly stojící otrávené lapáky umístěny do stejné paseky jako otrávené lapáky připravené postřikem kmene. Všechny lapáky byly umístěny ve smrkovém žeburu nacházejícím se uprostřed několikahektarové paseky. Tři skupiny čítaly 3, 5 (3) a 5 stromů.

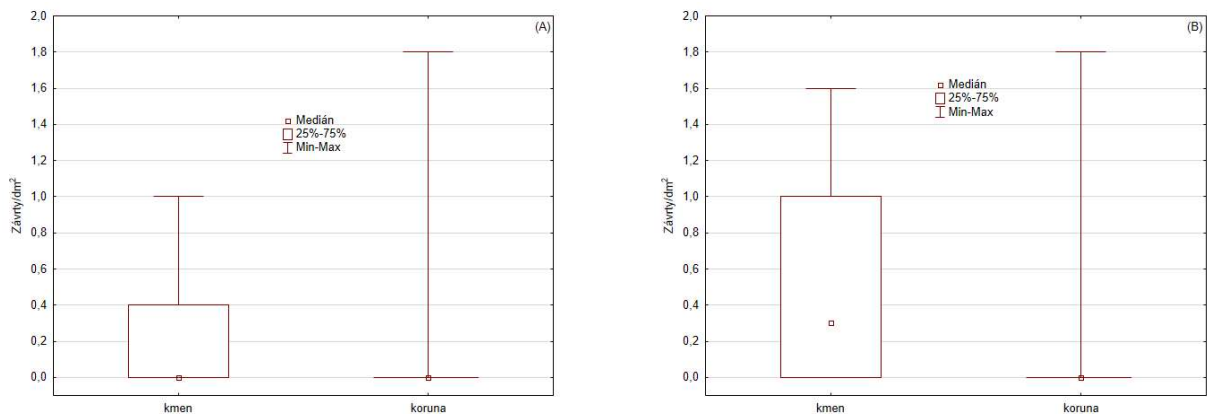
Výsledky napadení jednotlivých skupin se významně liší. Jedna skupina byla napadená jen asi do poloviny kmenové části, druhá skupina obsahovala i stromy napadené před injektáží a poslední skupina byla silně napadená. Ze skupiny, kde se nedopatřením injektovaly i již napadené stromy, musely z celkového počtu 5 stromů být dva vyloučeny. Zůstaly zde však všechny tři varianty pro analýzu. Skupina čítající pouze tři smrky měla omezené napadení, které se soustředilo do nižších částí lapáků. Napadení skupiny ani v jednom případě nedosáhlo do korunové části stromu (max. 12 m na navnaděném stromě). Poslední skupina vykázala nejvyrovnanější výsledky, napadeny byly všechny přítomné lapáky až do korunové části.

Silnější nálet I. smrkového do nižší kmenové části lapáků byl potvrzen i na kalamitní lokalitě. Všechny varianty bez rozdílu zaznamenaly vyšší obsazení kmene (navnaděné: H (1, N=81) =21,07139, $p=0,0000$, Dunnův test $p=0,0000$, Obr. 48 B; sousední: H (1, N=90) =8,127064, $p=0,0044$, Dunnův test $p=0,0095$, Obr. 49 B; kontrolní: H (1, N=81) =18,83381, $p=0,0000$, Dunnův test $p=0,0001$, Obr. 50 B). Podobně konstantní byly i výsledky u I. severského, nízké počty dospělců na kmenech i v korunách nevykazovaly statistickou významnost na navnaděných (H (1, N=81) =0,9360143, $p=0,3333$, Obr. 48 A) ani sousedních

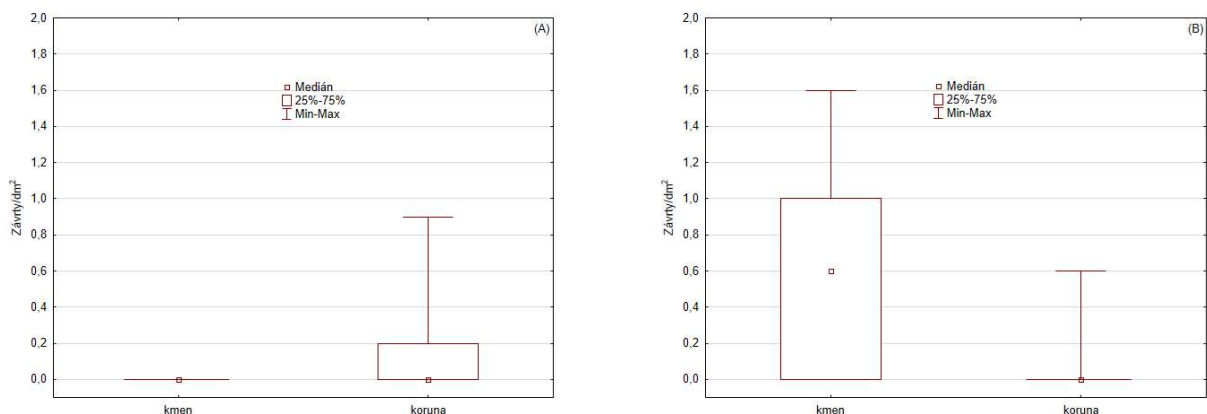
($H(1, N=90) = 0,2704312$, $p = 0,6030$, Obr. 49 A). Statisticky významné rozdíly byly pouze na kontrolních lapácích, ale vícenásobné porovnání neodhalilo rozdíly ($H(1, N=81) = 16,03388$, $p = 0,0001$, Dunnův test $p = 0,0948$; Obr. 50 A).



Obr. 48 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni navzájemných lapáků, lokalita Horka, rok 2019

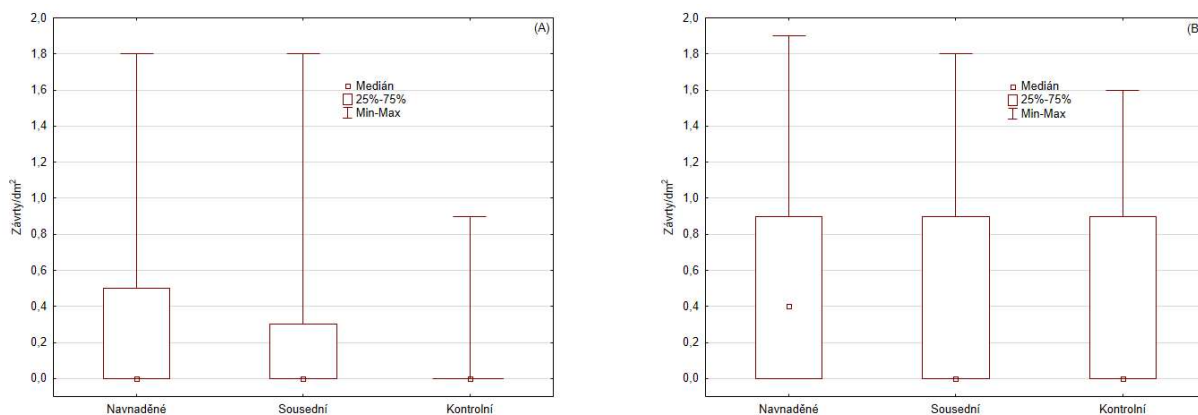


Obr. 49 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni sousedních stromů, lokalita Horka, rok 2019



Obr. 50 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni kontrolních lapáků, lokalita Horka, rok 2019

Jednotlivé varianty se liší od situace na nekalamitní lokalitě. Obsazení lapáků *I. severským* bylo vyrovnané, statisticky nevýznamné ($H(2, N=252) = 4,303635$, $p = 0,1163$, Obr. 51 B). Lýkožrout severský preferoval injektované stromy, obsazení kontrolních lapáků bylo nižší než obou zbývajících variant ($H(2, N=252) = 32,17097$, $p = 0,0000$, Dunnův test $p < 0,0251$; Obr. 51 A).



Obr. 51 Porovnání variant dle abundance I. severského (A) a I. smrkového (B), lokalita Horka, rok 2019

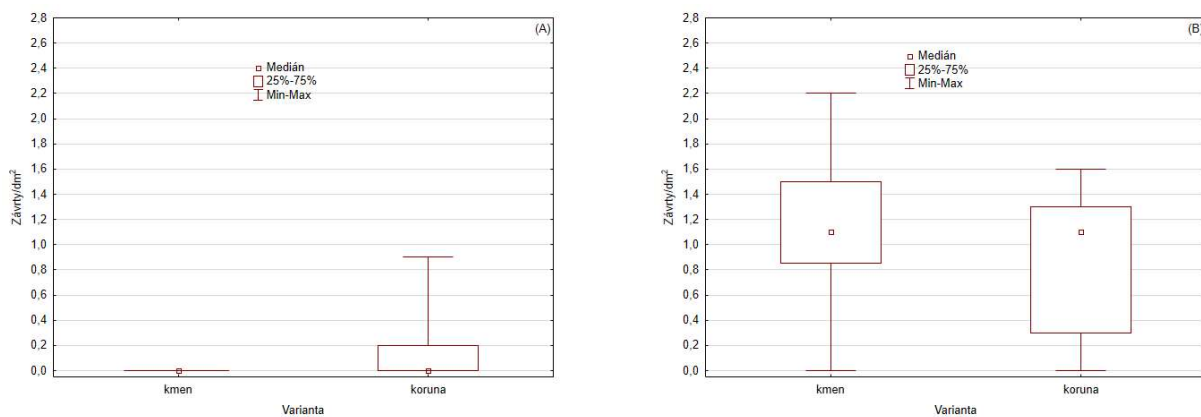
Situace v okolí lapáků byla již popsána v předešlé části (odstavec „Kalamitní lokalita“ v kapitole 1.1.1). Na lokalitě byla kalamitní situace kůrovců na smrku a kůrovcové těžby v roce 2019 dosahovaly obrovských rozměrů.

Lokalita byla vybrána pro vysoké kůrovcové těžby, které zde přetrvávají již několikátý rok. Všechny tři umístěné skupiny lapáků byly silně napadeny kůrovci. Po odkornění nebyly na první pohled zřetelné odlišnosti mezi ošetřenými a neošetřenými lapáky. Bohužel došlo k nedorozumění s lesnickým provozem a jedna skupina injektovaných stromů byla zpracována před vyhodnocením (silné napadení bylo zjištěno okulárně před zpracováním).

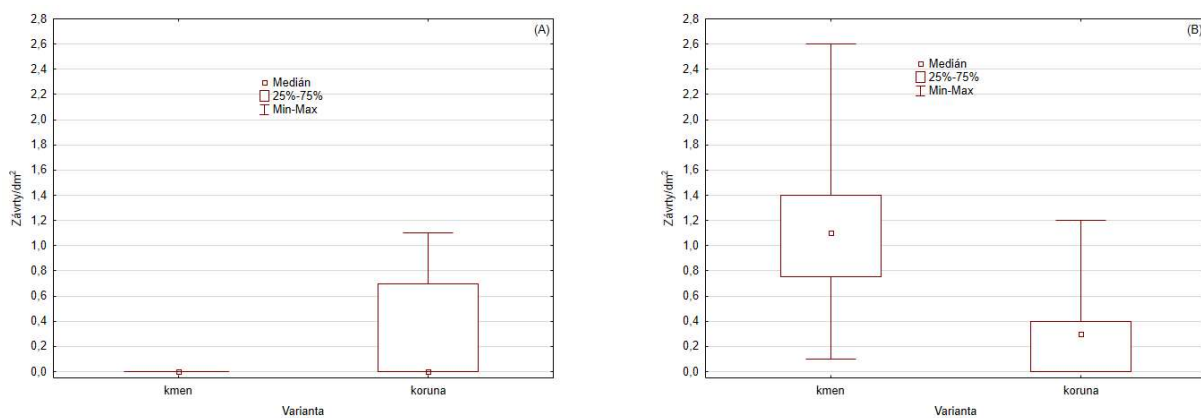
Porovnali jsme napadení korunové a kmenové části abychom určili vliv feromonu na nálet kůrovců. Napadení navnaděného lapáku I. smrkovým bylo vyhodnoceno jako statisticky nevýznamné ($H(1, N=57) = 1,611204$; $p=0,2043$; Obr. 52 B), I. smrkový výrazně převažoval a dominantně obsadil celý strom. Z porovnání obsazení koruny a kmene I. severským vyplývá statistická významnost ($H(1, N=57) = 14,28115$; $p=0,0002$; Obr. 52 A), vícenásobné porovnání ale odlišnost nepotvrdilo.

Odlišná situace byla na sousedním otráveném lapáku, kde I. smrkový podle předpokladu nalétl na kmenovou část ($H(1, N=53) = 14,44274$; $p=0,0001$; Dunnův test $p=0,00015$; Obr. 53 B). Také I. severský svou distribucí na kmenech potvrdil svou bionomii a napadal kmenovou část koruny ($H(1, N=53) = 20,71694$; $p=0,0000$; Dunnův test $p=0,037$; Obr. 53 A).

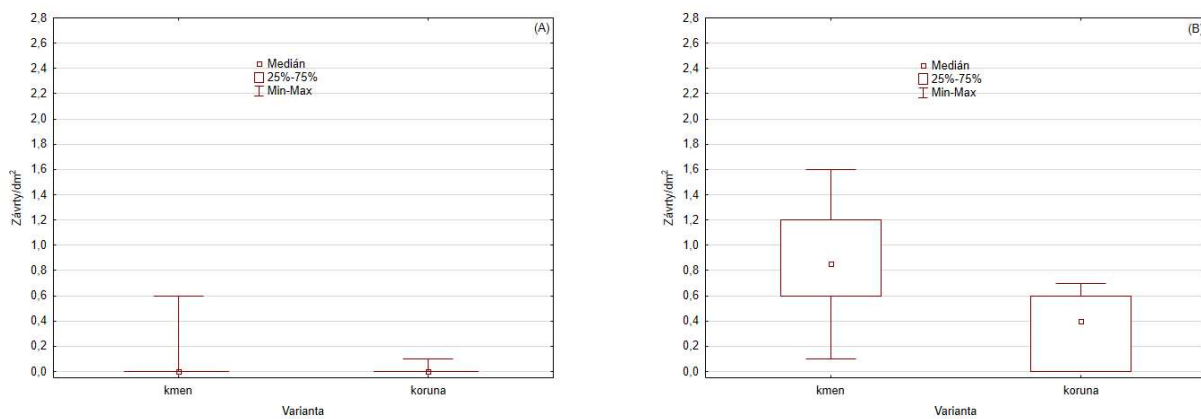
Na kontrolním lapáku se projevil dílčí vliv feromonu na nálet kůrovců. Zastoupení I. smrkového bylo statisticky významné ($H(1, N=47) = 11,52305$; $p=0,0007$; Dunnův test $p=0,00072$; Obr. 54 B), obsazená byla především kmenová část. U I. severského se nepotvrdil předpoklad o výhradním náletu do koruny stromu, rozdíl mezi korunou a kmenem byl statisticky nevýznamný ($H(1, N=47) = 0,0658164$; $p=0,7975$; Obr. 54 A).



Obr. 52 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni navnaděného lipáku, lokalita Horka, rok 2020

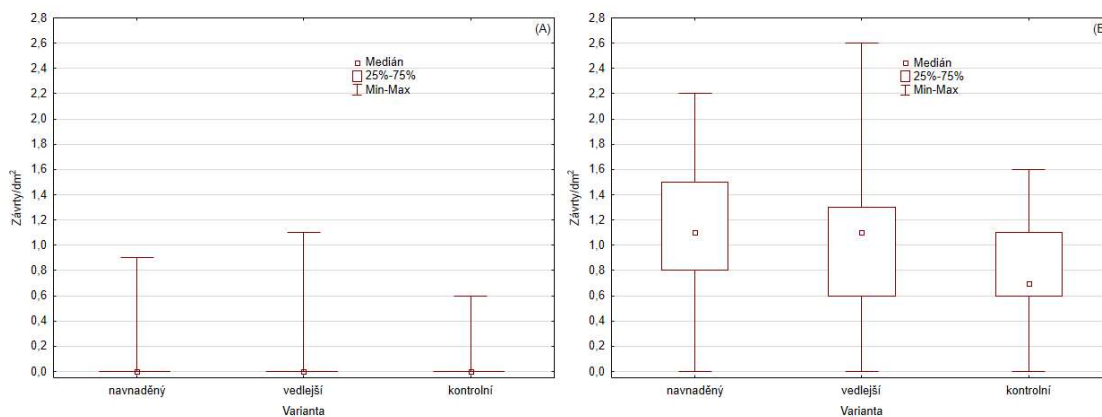


Obr. 53 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni sousedního lipáku, lokalita Horka, rok 2020



Obr. 54 Abundance *I. severského* (A) a *I. smrkového* (B) v koruně a na kmeni kontrolního lipáku, lokalita Horka, rok 2020

Porovnání jednotlivých variant u *I. severského* bylo statisticky nevýznamné ($H(2, N=157) = 0,9812285$; $p = 0,6123$; Obr. 55 A). U *I. smrkového* ($H(2, N=157) = 9,577773$; $p = 0,0083$; Dunnův test $p = 0,0064$; Obr. 55 B) byl nejvíce napadený navnaděný lipák v porovnání s kontrolním.



Obr. 55 Porovnání variant dle abundance I. severského (A) a I. smrkového (B), lokalita Horka, rok 2020

Lokalita Horka jasně ukazuje charakter kalamitní oblasti. Silnou dominanci I. smrkového jen nevýznamně doprovázejí jiné druhy kůrovců. Ani feromon na I. severského neovlivnil významně jeho přítomnost. Výsledky roku 2020 na revíru Horka jsou rozkolísané u I. severského jako důsledek nízké populační hustotě a vysoké mezidruhové konkurenci I. smrkového.

3.2.2.3. Rozbor výřezů ze stromů ošetřených injektáží

3.2.2.3.1. Materiál a metody

Smrkové výřezy o délce 1 m byly převezeny do laboratoře Entomologického ústavu BC AV v Českých Budějovicích. Vývoj dceřiné generace ve výřezích byl pravidelně sledován a po jeho dokončení výřezy odkorněny a zaznamenány následující parametry – druhy kůrovců ve výřezu, u lýkožrouta smrkového a I. severského pak i následující: délka mateřské chodby, počet nakladených vajíček. Mrtví a živí dospělci I. smrkového a I. severského byli vybráni z požerků.

Výřezy pocházely ze stromů ošetřených na dvou lokalitách na území LS Telč (revír Horka, kalamitní lokalita), proto probíhalo i jejich vyhodnocení odděleně.

Lokalita 1 – GPS - 49.1756994 N, 15.5414097E

Lokalita 2 – GPS - 49.1780281 N, 15.5407661E

Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení získaných dat proběhlo s využitím programu R verze 3.6.1. Pro vyhodnocení rozboru výřezů byl po otestování normality dat Shapiro-Wilkovým testem zvolen Mann-Whitneyův U-test.

3.2.2.3.2. Výsledky

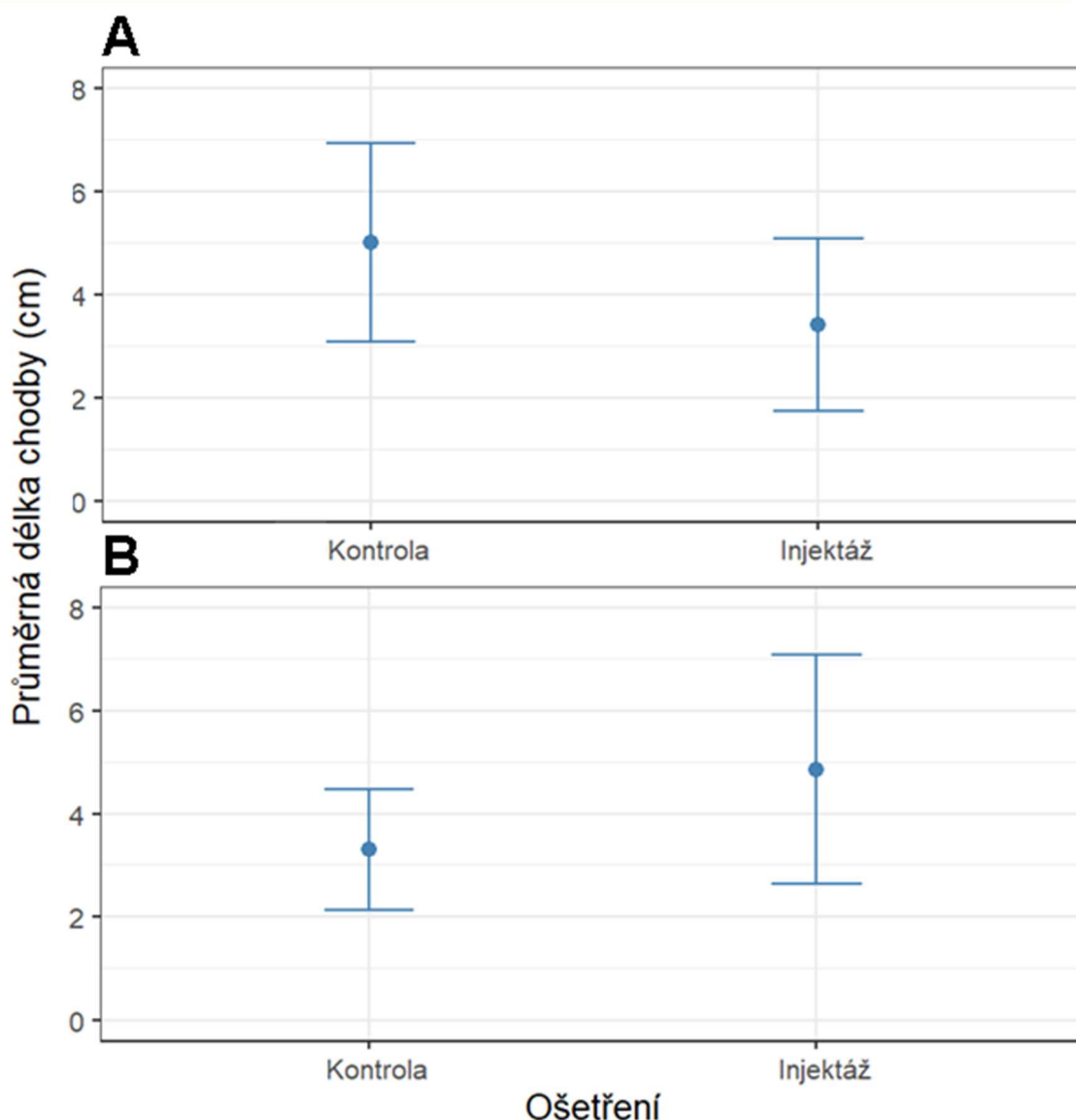
3.2.2.3.2.1. Lokalita 1

Z lokality 1 bylo přivezeno celkem šest výřezů. Jednalo se o jeden kontrolní a dva ošetřené z oddenkové části kmene a jeden kontrolní a dva ošetřené z korunové části kmene. Ve výřezích se v době rozboru nacházel téměř výhradně lýkožrout smrkový. Výjimku představovaly pouze ošetřené výřezy z korunové části, v nichž bylo nalezeno 5 požerků lýkožrouta severského. Statisticky vyhodnoceny byly proto pouze výsledky pro I. smrkového (**Tab. 5**). V oddenkové části byla prokázána statisticky významná odlišnost mezi délkou matečných chodeb v kontrolní variantě a ve variantě ošetřené (Mann-Whitney test; $p = 0,0000$) (**Obr. 56**). S větší délkou matečných chodeb v kontrole souvisí i vyšší počet nakladených vajíček, což bylo rovněž statisticky prokázáno (Mann-Whitney test; $p = 0,0000$) (**Obr. 57**). Velmi podobné výsledky byly

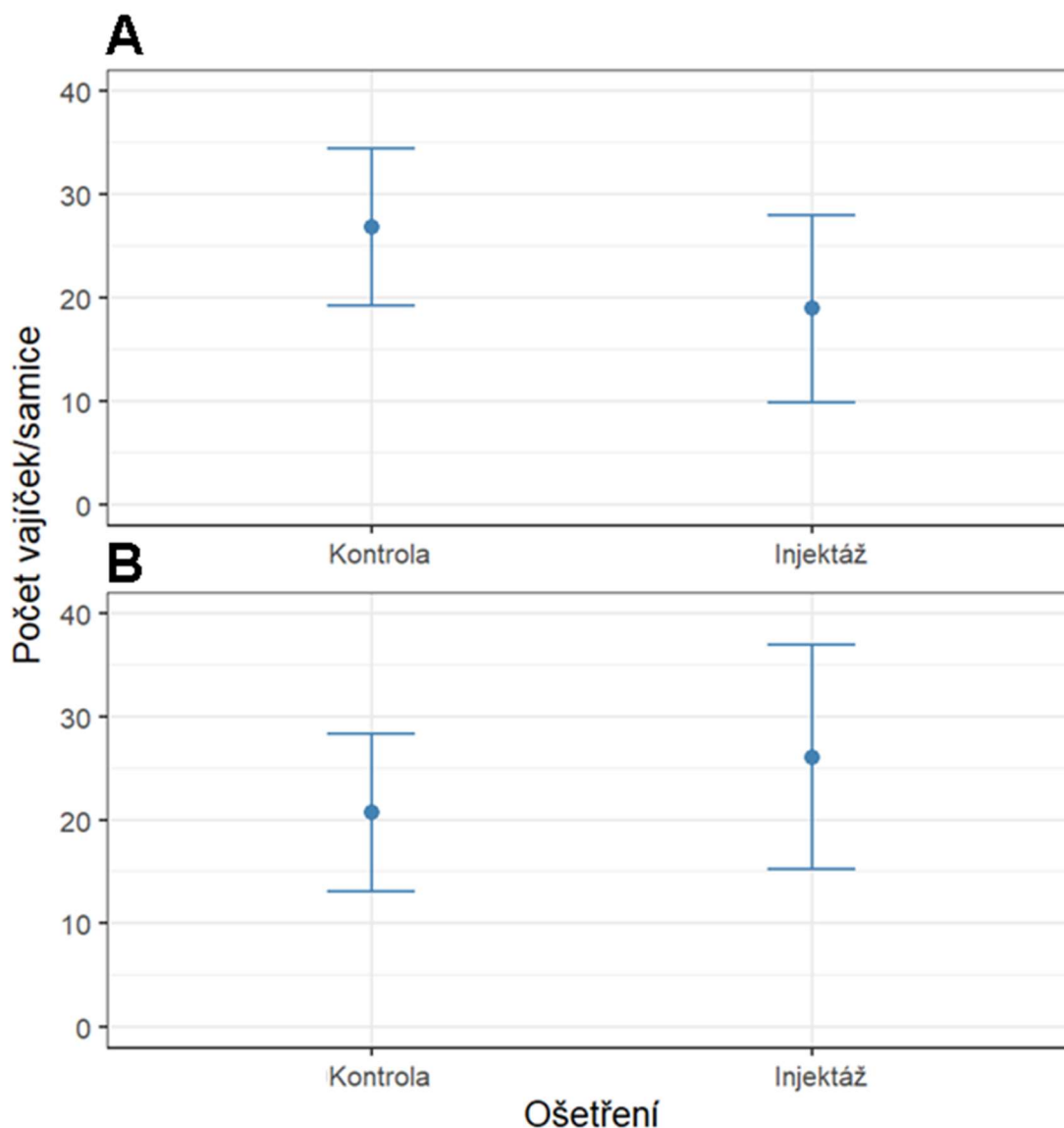
získány hodnocením parametrů z výřezů z korunové části. Statisticky významně delší chodby (Mann-Whitney test; $p = 0,00081$) (**Obr. 56**) i počet nakladených vajíček (Mann-Whitney test; $p = 0,0203$) (**Obr. 53**) byly zjištěny v kontrolní variantě.

Tab. 5 – Souhrn parametrů zjištěných rozбором výřezů kontrolní a ošetřené varianty dovezených z lokality 1. Jsou zahrnuty pouze výsledky týkající se l. smrkového, které byly statisticky hodnoceny. Data pro ošetřené varianty jsou součtem ze dvou 1 m dlouhých výřezů, kontrolní varianty představuje jeden 1 m dlouhý výřez

Varianta ošetření	Pozice na kmeni	Počet mat. chodeb	Průměrná délka mat. chodby (cm)	SD	Průměrný počet vajíček/samice	SD
Kontrola	Oddenek	138	5,01	1,91	26,78	7,6
Injektáž	Oddenek	230	3,41	1,67	18,93	9,03
Kontrola	Koruna	60	3,3	1,17	20,67	7,66
Injektáž	koruna	130	4,86	2,23	26,02	10,89



Obr. 56 Průměrná délka mateřských chodeb lýkožrouta smrkového v kontrolních a ošetřených výřezech z lokality 1. Graf A zobrazuje výsledky z oddenkové části kmene, graf B z korunové části kmene. Vynesen je vždy průměr, chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku ($\pm SD$)



Obr. 57 Průměrná velikost snůšky u lýkožrouta smrkového v kontrolních a ošetřených výřezích z lokality 1. Graf A zobrazuje výsledky z oddenkové části kmene, graf B z korunové části kmene. Vynesen je vždy průměr, chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku (\pm SD)

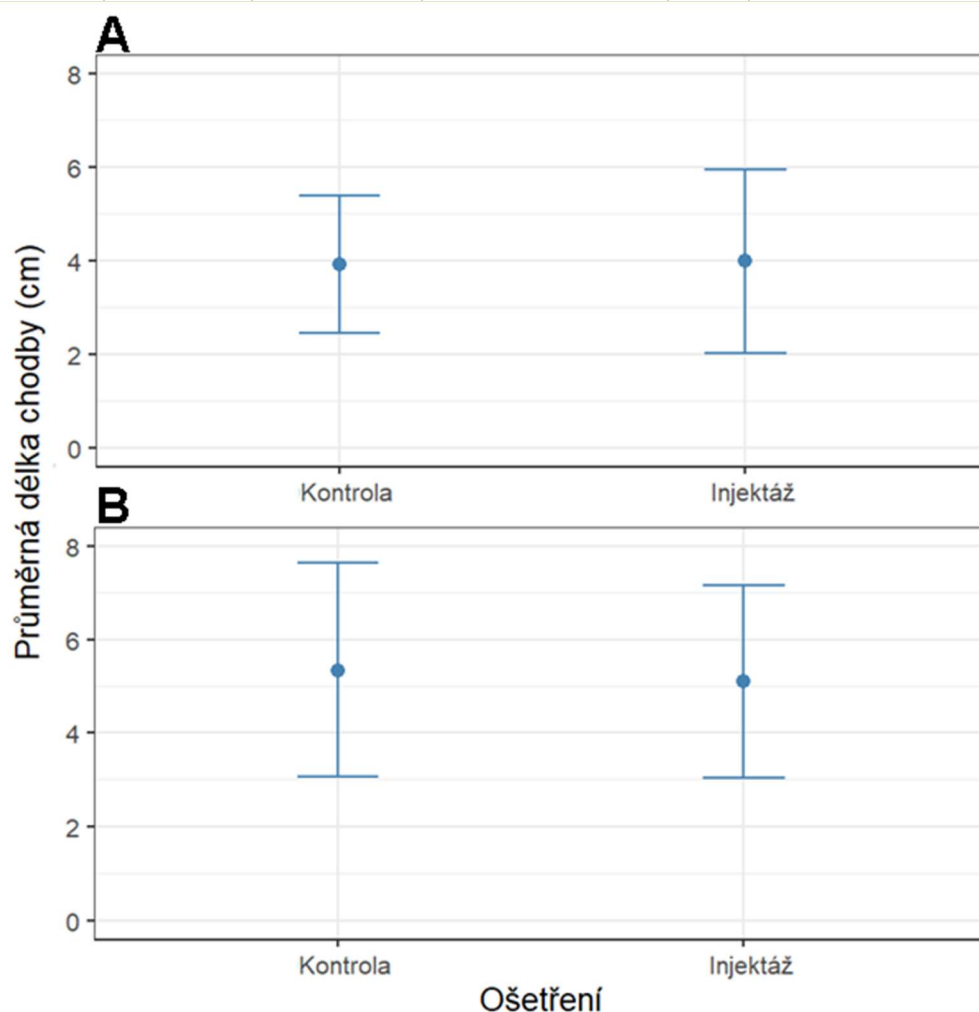
3.2.2.3.2.2. Lokalita 2

Z lokality 2 bylo přivezeno celkem šest výřezů. Jednalo se o jeden kontrolní a dva ošetřené z oddenkové části kmene a jeden kontrolní a dva ošetřené z korunové části kmene. Ve výřezích se v době rozboru nacházel téměř výhradně lýkožrout smrkový. Výjimku představoval pouze kontrolní výřez z oddenkové části, v němž bylo nalezeno 50 požerků lýkožrouta severského. Ve výřezích ošetřených injektáží však nebyl I. severský zaznamenán. Ve výřezích z korunové části kmene bylo u kontrolní varianty nalezeno 40 požerků I. severského, ve variantě ošetřené injektáží pouze 2. Statisticky vyhodnoceny byly proto pouze výsledky pro I. smrkového (Tab. 6). V oddenkové části nebyla prokázána statisticky významná odlišnost mezi délkou mateřských chodeb v kontrolní variantě a ve variantě ošetřené (Mann-Whitney test; $p = 0,9274$) (Obr. 58). Navzdory tomu však byly v kontrole zjištěny vyšší snůšky než v ošetřené variantě (Mann-Whitney test; $p=0,0206$) (Obr. 59). Velmi podobné výsledky byly získány hodnocením parametrů z výřezů z korunové části. Délka mateřských chodeb se mezi kontrolní a ošetřenou variantou nelišila

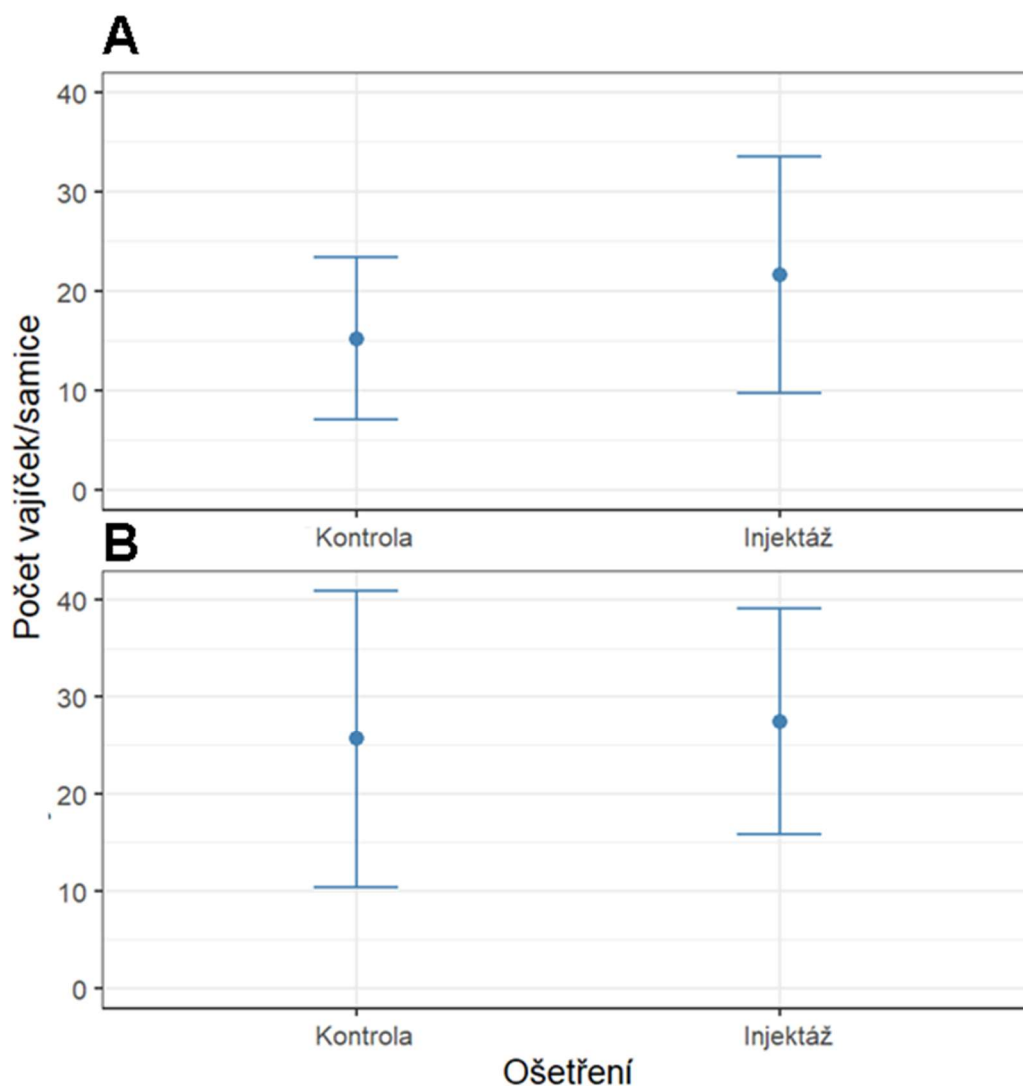
(Mann-Whitney test; $p=0,7366$) (**Obr. 58**) a stejný byl i počet nakladených vajíček (Mann-Whitney test; $p = 0,7302$) (**Obr. 59**).

Tab. 6 Souhrn parametrů zjištěných rozbořem výřezů kontrolní a ošetřené varianty dovezených z lokality 2. Jsou zahrnuty pouze výsledky týkající se I. smrkového, které byly statisticky hodnoceny. Data pro ošetřené varianty jsou součtem ze dvou 1 m dlouhých výřezů, kontrolní varianty představuje jeden 1 m dlouhý výřez

Varianta ošetření	Pozice na kmeni	Počet mat. chodeb	Průměrná délka mat. chodby (cm)	SD	Průměrný počet vajíček/samice	SD
Kontrola	Oddenek	44	3,91	1,47	15,19	8,18
Injektáž	Oddenek	254	3,99	1,96	21,61	11,9
Kontrola	Koruna	48	5,35	2,3	25,63	15,33
Injektáž	koruna	212	5,1	2,06	27,44	11,68



Obr. 58 Průměrná délka mateřských chodeb lýkožrouta smrkového v kontrolních a ošetřených výřezech z lokality 2. Graf A zobrazuje výsledky z oddenkové části kmene, graf B z korunové části kmene. Vynesen je vždy průměr, chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku ($\pm SD$)



Obr. 59 Průměrná velikost snůšky u lýkožrouta smrkového v kontrolních a ošetřených výřezech z lokality 2. Graf A zobrazuje výsledky z oddenkové části kmene, graf B z korunové části kmene. Vynesen je vždy průměr, chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku ($\pm SD$)

3.3. Shrnutí otrávených lapáků

V projektu byly hodnoceny dvě varianty stojících otrávených lapáků, již ověřená metoda postřiku kmene insekticidem a inovativní příprava mikroinjektáží.

Metoda postřiku kmene insekticidem je známá již řadu let a byla úspěšně využita proti řadě kůrovců, včetně I. smrkového. Pro využití v praxi bylo nutné ověřit počet lapáků ve skupině a výšku otrávení lapáku. V průběhu dvou let projektu jsme vyzkoušeli dvě varianty počtu lapáků ve skupině, v roce 2019 jsme měli ve skupině přibližně 5 lapáků (navnaděný a nejbližší stromy), v roce 2020 jsme přistoupili k testování „minimální“ varianty, skupina čítala pouze navnaděný lapák a otrávený nejbližší strom ve stěně porostu. Z výsledků je jasné, že minimální varianta není dostatečná. Při otrávení pouze navnaděného a sousedního stromu dochází ke vzniku kůrovcových kol v okolí lapáků. Varianta, kde jsme otrávil všechny okolní stromy navnaděného lapáku, dokázala, krom jednoho případu na kalamitní lokalitě, ochránit kontrolní neotrávený lapák. Další napadené stromy v blízkosti skupiny byly zaznamenány pouze v jediném případě.

Lýkožrout severský se vyskytuje především v korunové části kmene, proto bylo nutné ověřit výšky otrávení lapáku. V roce 2019 jsme začali s výškou otrávení 10 m, v následujícím roce byla výška snížena

na 8 m. Obě výšky se ukázaly jako efektivní, nedošlo k napadení kmene nad otrávenou částí. Pro určení efektivní výšky otrávení pro I. severského jsme instalovali záchytná zařízení, vyhodnocení jsme zjistili významný vliv feromonové návnady, v nejnižším záchytném zařízení (1 m nad zemí) na navnaděném lapáku bylo vždy zachyceno nejvíce dospělců I. severského. Pro snížení výšky otrávení na 6 m mluví i mizivé odchvy v záchytných zařízeních ve výšce 6 (2019) a 5 (2020) m. Záchyty na vedlejších lapácích byly téměř vždy výrazně nižší. Na vedlejších lapácích byly odchvy do všech záchytných zařízení vyrovnané.

Hlavní omezujícím faktorem metody byl silný nálet I. smrkového. U nás nejvýznamnější druh kůrovce silně napadal lapáky a ve všech případech byl mortalitním faktorem. Ze záchytů byl jasně patrný vliv feromonové návnady (využit odparník ID-Ecolure). Tato skutečnost výrazně omezuje využití metody jako obranného opatření proti I. severskému.

Metoda mikroinjektáže je inovativní metoda založená na vpravení účinné látky do vodivých pletiv stromu. Metoda byla ověřována v roce 2019 i 2020, rozdíl byl pouze v koncentraci účinné látky. Pro šetření byl využit Emamectin-benzoát, v koncentraci 1 % (2019) a 2 % (2020). Výsledky pokusu byly bohužel v roce 2020 znehodnoceny počasím na celém nekalamitním revíru (LZ Konopiště, hranice zvýšeného a kalamitního stavu), na lapácích se nacházely odumřelá vývojová stádia i dospělci v matečných chodbách (nebyl rozdíl mezi injektovanými a neinjektovanými lapáky). I přes neúčinnost 1 % koncentrace a znehodnocení jedné lokality při aplikaci 2 % roztoku, ukázala metoda slibné výsledky. V roce 2020 se ukázal vliv injektované látky v jedné skupině lapáků. Došlo ale pouze ke zkrácení matečných chodeb a v závislosti na něm k menšímu počtu vajíček. Pro využití metody bude nutné další zkoumání vlivu a koncentrace roztoku.

Závěrem musíme konstatovat, že ani jedna metoda nebyla dostatečně účinná pro využití bez kompromisů. V případě metody postřiku kmene vnímáme jako výrazné omezení silný nálet I. smrkového. V případě metody mikroinjektáže je nutné další šetření se zvýšenou koncentrací účinné látky.

4. Rychlost vývoje ve střídavých teplotách u lýkožrouta severského

4.1. Materiál a metodika

4.1.1. Pokusní jedinci a sendvičová metoda

Pro studii byli použiti dospělci lýkožrouta severského z laboratorního chovu v insektáriu řešitelského týmu, případně odebrání přímo z terénu. Čerstvě napadené výřezy byly odkorněny tak, aby dospělci zůstali v kůře. Kůra s dospělci byla poté vložena do „sendvičů“, tedy dvou plexiskel o rozměrech 20 x 20 cm. Těsné přilnutí plexiskla k lýku bylo zajištěno dotažením šroubů po obvodu. Lihovým fixem byly označeny délky mateřských chodeb a nakladená vajíčka, pokud se již v požerku nacházela. Sendviče byly umístěny do inkubátorů Sanyo MIR 153 (Sanyo Inc., Osaka, Japonsko), kde byly nastavené následující podmínky: fotoperioda 18:6 hodin (foto: skotofáze) a kombinace teplot 20, 25 a 30 °C při světelné fázi a 5, 10 a 15 °C při temnostní fázi. Každý den byla barevnými lihovými fixy na sendvičích zaznamenána nově nakladená vajíčka, vylíhlé larvy, změna larválního instaru, čerstvé kukly a dospělci. Experiment byl ukončen po vylíhnutí posledního dospělého dceřiného generace.

4.1.2. Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení byly teploty přepočítány na pravé denní teplotní průměry, výsledky přepočtu jsou zobrazeny v **Tab. 7**.

Tab. 7 Přepočet teplotních režimů použitých při studii s rychlostí vývoje lýkožrouta severského na pravé denní teplotní průměry. Teplotní režim zobrazuje použité teploty, přičemž vyšší teplota byla vždy při světlené fázi dne (18 hodin) a nižší teplota při temnostní fázi dne (6 hodin).

Teplotní režim	Pravý denní teplotní průměr
20 °C/5 °C	16,25
20 °C/10 °C	17,5
20 °C/15 °C	18,75
25 °C/5 °C	20
25 °C/10 °C	21,25
25 °C/15 °C	22,5
30 °C/5 °C	23,75
30 °C/10 °C	25
30 °C/15 °C	26,25

Statistické vyhodnocení proběhlo v programu Graph Pad v. 6 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Rychlost vývoje (r) byla spočítána následovně:

$$r = \frac{1}{\text{doba vývoje}}$$

K vypočtení spodního vývojového prahu byl použit model lineární regrese (Campbell et al., 1974). Z regresní rovnice:

$$r = a + b \cdot T$$

kde r je rychlost vývoje, T je teplota a a a b jsou parametry rovnice. Spodní vývojový práh byl spočítán extrapolací regresní přímky na $r = 0$.

Počet stupňodní (K) potřebných k dokončení vývoje byl spočítán jako reciproční k parametru lineární regrese b (Campbell et al., 1974).

$$K = \frac{1}{b}$$

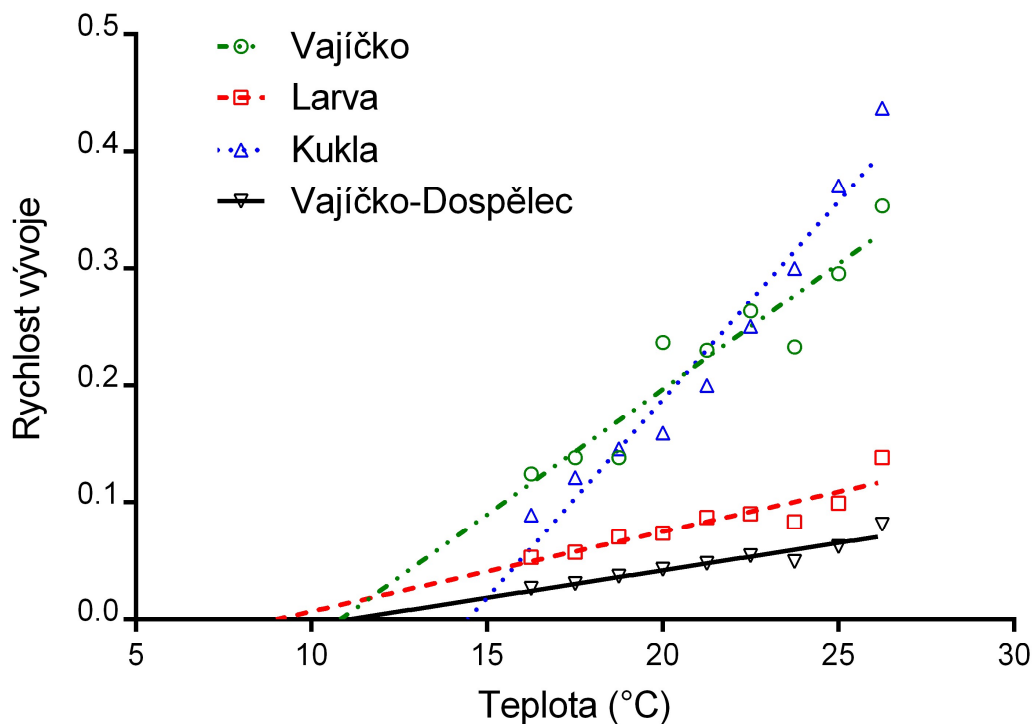
4.2. Výsledky

U všech sledovaných teplot byl zaznamenán vývoj nedospělých stádií od vajíčka po dospělce. Průměrná doba vývoje od vajíčka po dospělce trvala 12,4 – 38,3 dne. Z toho stádium vajíčka trvalo 2,8 – 8,1 dne, vývoj larvy proběhl za 7,3 – 19 dnů a kukelní vývoj trval 2,3 – 11,2 dne (**Tab. 8**).

Tab. 8 Průměrná délka vývoje a rychlost vývoje nedospělých stádií lýkožrouta severského ve střídavých teplotách Teplotní režim zobrazuje použité teploty, přičemž vyšší teplota byla vždy při světlené fázi dne (18 hodin) a nižší teplota při temnostní fázi dne (6 hodin)

Teplotní režim	Vajíčko		Larva		Kukla		Vajíčko-Dospělec		
	Teplotní průměr	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
<i>Doba vývoje (dny)</i>									
20/5 °C	16,25 °C	8,05	0,99	18,99	1,17	11,23	1,00	38,27	1,05
20/10 °C	17,5 °C	7,25	0,87	17,52	1,47	8,25	1,10	33,02	1,15
20/15 °C	18,75 °C	7,25	1,11	14,21	1,85	6,87	0,87	27,38	1,28
25/5 °C	20 °C	4,23	1,03	13,64	3,02	6,29	1,16	23,57	3,01
25/10 °C	21,25 °C	4,35	0,48	11,5	2,5	5	1,22	21	1
25/15 °C	22,5 °C	3,8	0,36	11,1	0,9	4	0,71	18,5	0,9
30/5 °C	23,75 °C	4,30	1,22	12,00	0,82	3,33	0,47	20,33	0,84
30/10 °C	25 °C	3,38	1,22	10,10	2,35	2,70	0,68	16,18	1,41
30/15 °C	26,25 °C	2,83	0,47	7,24	2,19	2,29	0,36	12,36	1,00
<i>Rychlost vývoje (1/den)</i>									
20/5 °C	16,25 °C	0,12	1,01	0,05	0,85	0,09	1,00	0,03	0,95
20/10 °C	17,5 °C	0,14	1,15	0,06	0,68	0,12	0,91	0,03	0,87
20/15 °C	18,75 °C	0,14	0,90	0,07	0,54	0,15	1,15	0,04	0,78
25/5 °C	20 °C	0,24	0,97	0,07	0,33	0,16	0,86	0,04	0,33
25/10 °C	21,25 °C	0,23	2,08	0,09	0,40	0,20	0,82	0,05	1,00
25/15 °C	22,5 °C	0,26	2,78	0,09	1,11	0,25	1,41	0,05	1,11
30/5 °C	23,75 °C	0,23	0,82	0,08	1,22	0,30	2,12	0,05	1,19
30/10 °C	25 °C	0,30	0,82	0,10	0,43	0,37	1,47	0,06	0,71
30/15 °C	26,25 °C	0,35	2,13	0,14	0,46	0,44	2,80	0,08	1,00

Zaznamenaná data vykazují silnou lineární závislost mezi rychlostí vývoje a teplotou, jelikož korelační koeficient se pohybuje od 0,83 do 0,95 (**Obr. 60** a **Tab. 9**). Z lineární regrese byl vypočten spodní vývojový práh. Nejnižší vývojový práh mají larvy, a to 8,99 °C. U vajíček pak byl vypočítán na 10,81 °C a nejvyšší vývojový práh o teplotě 14, 45 °C byl zaznamenán u kukel. Celkový vývojový práh nedospělých stádií byl stanoven na 11,05 °C (**Tab. 10**). Průměrný počet stupňodní *K*, potřebný k dokončení vývoje jedné generace dosáhl 213,9 dne. Nejvyšší počet stupňodní byl zaznamenán u larev a to 147. U vajíček pak 46,71 a nejnižší hodnota 29,55 byla zaznamenána u kukel (**Tab. 10**). Sumy stupňodní jsou v porovnání s lýkožroutem smrkovým nižší u všech vývojových stádií (Wermelinger & Seifert, 1998), celkový počet stupňodní nutný k dokončení vývoje jedné generace je u lýkožrouta smrkového o 120 stupňodní vyšší než u lýkožrouta severského a celkem činí 334,2 STD (**Tab. 11**).



Obr. 60 Vztah mezi teplotou a rychlostí vývoje u vajíček, larev, kukel a celková doba vývoje lýkožrouta severského. Vývoj probíhal ve střídavých teplotách, ze kterých byl vypočten pravý denní teplotní průměr.

Tab. 9 Parametry lineární regrese u jednotlivých stádií lýkožrouta severského.

Vývojové stádium	Sklon	Sklon (střední chyba)	průsečík	Průsečík (střední chyba)	r2
Vajíčko	0,02141	0,002884	-0,2315	0,06199	0,8873
Larva	0,006805	0,001147	-0,06116	0,02466	0,834
Kukla	0,03384	0,002801	-0,4889	0,06019	0,9542
Vajíčko – Dospělec	0,004675	0,0005747	-0,05168	0,01235	0,9043

Tab. 10 Spodní vývojový práh u nedospělých stádií lýkožrouta severského a průměrný počet stupňodní (K) potřebných k dokončení vývoje každého stádia.

Vývojové stádium	Dolní vývojový práh	K (STD)
Vajíčko	10,81	46,71
Larva	8,99	147
Kukla	14,45	29,55
Vajíčko – Dospělec	11,05	213,9

Tab. 11 Spodní vývojový práh u nedospělých stádií lýkožrouta smrkového a průměrný počet stupňodní (K) potřebných k dokončení vývoje každého stádia. Instar = vývojové stádium; DTLR = spodní vývojový práh; SE of DTLR = Střední chyba spodního vývojového prahu; K = Střední chyba výpočtu stupňodní; Eggs = Vajíčka; Larvae = Larvy; Pupae = Kukly; Egg – Pupa = Vajíčko – Kukla; Maturation feeding = úživný žír. Převzato z Wermelinger & Seifert (1998)

Instar	DT _{LR} (°C)	SE of DT _{LR} (°C)	K (dd)	SE of K (dd)
Eggs	10.6*	0.15	51.8	0.64
Larvae	8.2	0.77	204.4	11.46
Pupae	9.9*	0.42	57.7	2.16
Egg-Pupa	8.3	0.48	334.2	11.83
(Maturation Feeding	3.2	10.81	238.5	91.05)

4.3. Závěry

Cílem experimentů ve střídavé teplotě bylo ověřit, zda přechodné snížení teploty v temné fázi dne vyvolá zrychlený či spíše zpomalený vývoj. Po přepočtu střídavých teplot na denní průměr a porovnání délky vývoje v těchto teplotách s hodnotami vypočítanými z již studovaných konstantních teplot (Davidková & Doležal, 2019), se tento předpoklad nepodařilo potvrdit. Ve většině případů vývoj probíhal stejně rychle, odchylky v rychlosti vývoje směrem nahoru i dolů se pohybovaly v řádu 1–2 dnů. Pouze ve variantě 20/5 °C bylo u všech vývojových stádií i u celkové doby vývoje zaznamenáno zrychlení až o 4 dny. V této variantě však docházelo k vysoké úmrtnosti nedospělých stádií a vývoj dokončilo pouze 10 jedinců, takže výsledek je poznamenán nízkým n. Stejně tak i vypočtené vývojové prahy a sumy stupňodní odpovídají výsledkům získaným při konstantní teplotě. Spodní vývojové prahy se mezi oběma pokusy liší maximálně o 1 °C a sumy stupňodní o 5–7 STD.

5. Diapauza u lýkožrouta severského

5.1. Materiál a metodika

5.1.1. Migrace do hrabanky v laboratorních podmínkách

Z laboratorních chovů byly odebrány výřezy napadené I. severským, s dceřinou generací ve stádiu kukly či světlého dospělce. Výřezy byly umístěny do plastových boxů o rozměrech 40x56x19 cm, a to vždy dva výřezy napadené a jeden nenapadený do jednoho boxu. Na dně boxů se nacházela lesní hrabanka. Ve víku a stěně byly vyřezány větrací otvory překryté jemnou okenní sítí proti hmyzu. Pro zamezení úniku dospělců bylo víko boxu utěsněno silikonovým tmelem a zajištěno textilní lepicí páskou.

Plastové boxy byly umístěny do inkubátorů Sanyo MIR 253 (Sanyo Inc., Osaka, Japonsko) s následujícími teplotami a délkami dne:

- 1) Fotoperioda 15:9 (Fotofáze: Skotofáze, (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 5 °C během skotofáze
- 2) Fotoperioda 15:9 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 10 °C během skotofáze
- 3) Fotoperioda 14,5:9,5 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 5 °C během skotofáze
- 4) Fotoperioda 14,5:9,5 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 10 °C během skotofáze
- 5) Fotoperioda 14:10 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 5 °C během skotofáze
- 6) Fotoperioda 14:10 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 10 °C během skotofáze
- 7) Fotoperioda 13,5:10,5 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 5 °C během skotofáze
- 8) Fotoperioda 13,5:10,5 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 10 °C během skotofáze
- 9) Fotoperioda 13:11 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 5 °C během skotofáze
- 10) Fotoperioda 13:11 (F:S), teplota 20 °C během fotofáze a 10 °C během skotofáze

Po dvou měsících byl pokus ukončen a spočítání živí a mrtví brouci v hrabance a ve výrezech. Živí a mrtví jedinci byli zamrazeni a vypitváni pro určení fyziologického stavu (aktivní/diapauzní).

5.1.2. Migrace do hrabanky v terénu

Sledování migrace I. severských do hrabanky probíhalo na území LS Nové Město na Moravě (GPS: 49.5294886 N, 16.1620386E). Na vybrané lokalitě bylo označeno 10 stromů napadených I. severským a opatřeno dne 25.8.2020 lepovými pastmi dvou druhů. První typ představovala oboustranná lepová páska a druhý typ lepidlo na hmyz nanášené ve spreji (**Obr. 61**). Lepové pasti byly umístěny ve výšce 160 cm nad zemí a u paty kmene, každý týden kontrolovány a zaznamenán počet odchycených I. severských a I. smrkových. Vzhledem k snížení přilnavosti lepu prachem a necílovými druhy členovců byly dne 23.9.2020 lepové vrstvy obnoveny. Na jednom z ošetřených stromů probíhalo po celou dobu měření teploty dataloggerem Comet (CometSystems, Rožnov pod Radhoštěm, Česká republika) s intervalem záznamu 30 minut.

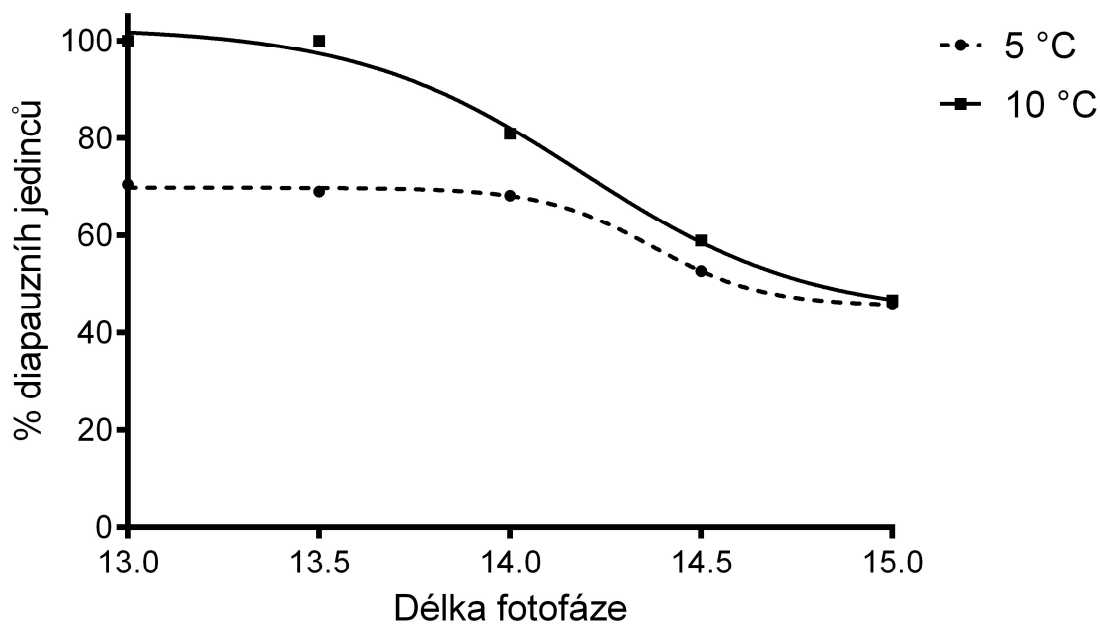


Obr. 61 Lepidlo proti hmyzu nanesené postříkacíkem ve výšce 160 cm a u paty kmene.

5.2. Výsledky

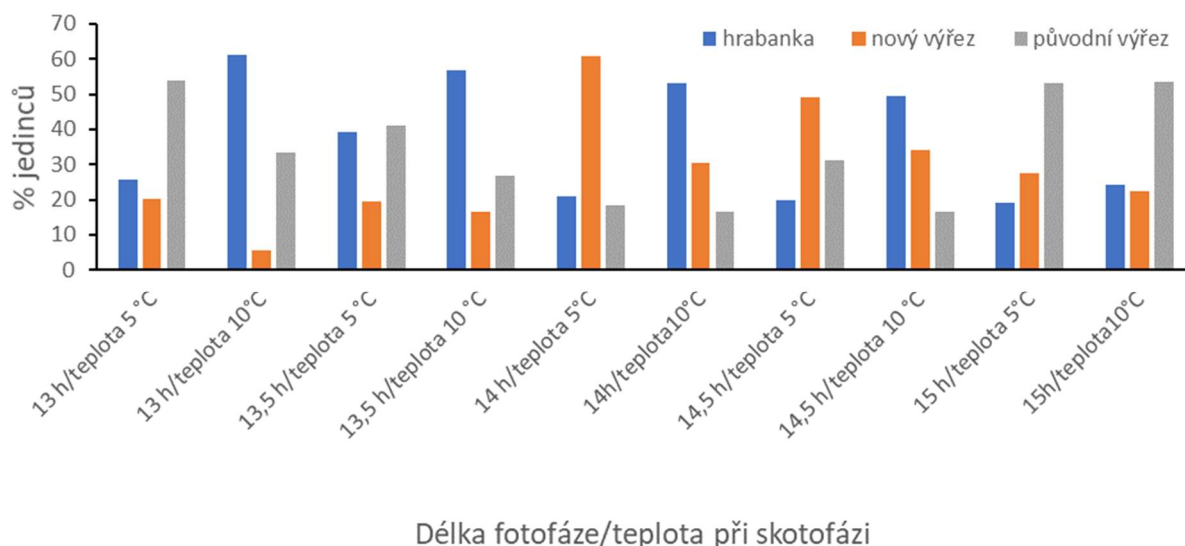
5.2.1. Migrace do hrabanky v laboratorních podmínkách

Počet diapauzních jedinců byl ovlivněn délkou dne i teplotou. Zatímco při noční teplotě 10 °C byli v délce dne 13 i 13,5 hodin všichni jedinci vyhodnoceni jako diapauzní a jejich procento začalo klesat až od délky dne 14 hodin, při noční teplotě 5 °C bylo v nejkratším dni zaznamenáno 70 % diapauzních jedinců. Podobný podíl diapauzních jedinců se vyskytoval i v délkách dne 13,5 a 14 hodin, s prodlužováním světelné fáze dne podíl klesal (**Obr. 62**).



Obr. 62 Procento diapauzních jedinců při různých délkách světlé fáze dne. Plná čára zobrazuje podíl diapauzních jedinců ve variantách s noční teplotou 10 °C, přerušovaná čára s noční teplotou 5 °C.

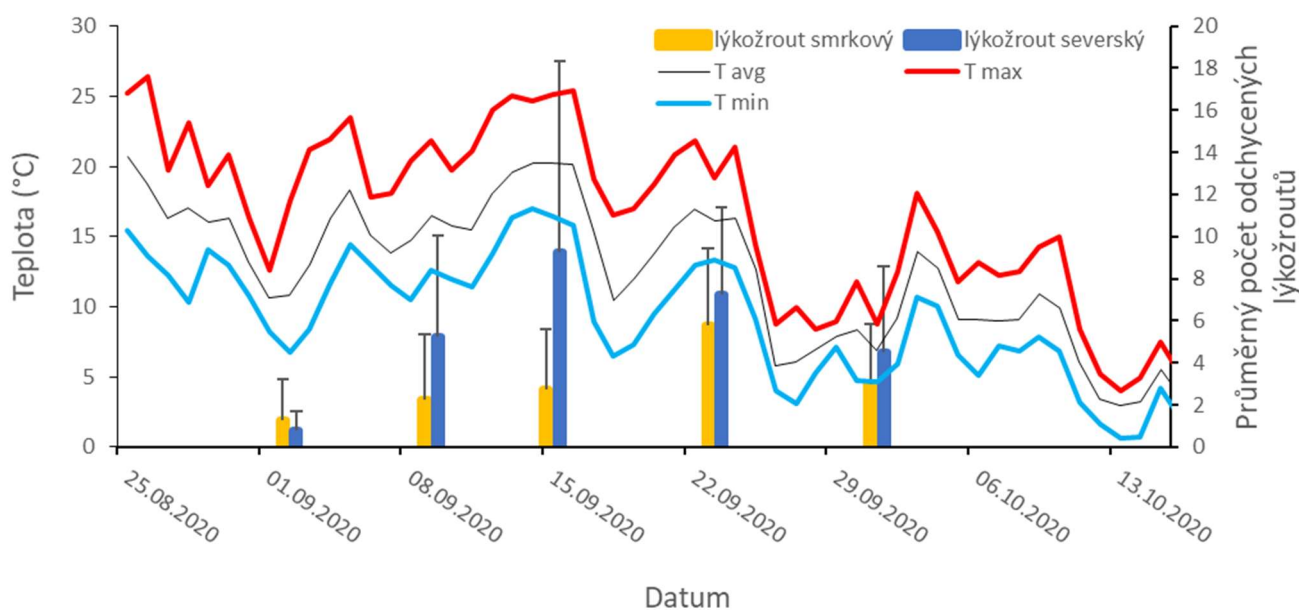
Stejně jako indukce diapauzy, i počet jedinců migrujících do hrabanky byl ovlivněn délkou dne i teplotou. Nejnižší procento migrujících jedinců se nacházelo ve fotoperiodě 15:9 a teplotě 20/5 °C. Počet migrujících jedinců se zvyšoval se zkracující se délkou dne. Při noční teplotě 5 °C měli I. severšší tendenci spíše zůstat v původních napadených výřezech, nebo migrovat do výřezů čerstvých, při noční teplotě 10 °C migrovali spíše do hrabanky (Obr. 63).



Obr. 63 Procento jedinců nacházejících se v hrabance a novém či původním výřezu v jednotlivých variantách délky dne a noční teplotě 5 nebo 10 °C.

5.2.2. Migrace do hrabanky v terénu

Při prvním odběru na počátku září byly odchyty I. smrkového i I. severského nízké a v průměru odchycen méně než jeden I. severský na jeden strom. Odchyty se však postupně zvyšovaly a nejvíce I. severských bylo nalezeno dne 15.9.2020, průměrně $9,25 \pm 9,11$ na jeden strom. Poměrně vysoké odchyty byly dosaženy ještě v následujícím týdnu, kdy bylo zaznamenáno v průměru $7,25 \pm 4,11$ I. severských na strom. Poslední jedinci byli odchyceni dne 1.10.2020. Při kontrolách v následujících třech týdnech se v lepových pastech již žádní dospělci I. severského ani I. smrkového neobjevili (**Obr. 64**).



Obr. 64 Graf zobrazuje na levé ose x naměřené pravé denní teplotní průměry (T avg), denní minima (T min) a maxima (T max). Na pravé ose x je vyneseno průměrný počet lýkožroutů smrkových (žlutý sloupec) a lýkožroutů severských (modrý sloupec) odchycených na jeden strom. Chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku.

5.3. Závěry

Z literatury a dříve provedených experimentů vyplývá, že lýkožrout severský preferuje jako habitat pro přezimování hrabanku. Této skutečnosti byl přizpůsoben i design popisovaných experimentů, takže potvrzením indukce diapauzního vývoje bylo chování lýkožroutů, kteří opouštěli výřezy a přelézali do hrabanky, kde byli posléze nalezeni. Finální potvrzení pak představuje pitva a stav křídelní svaloviny a pohlavních orgánů. Z výsledků jasně vyplynul řídicí vliv délky dne na nástup diapauzy. V laboratorním i terénním experimentu se podařilo potvrdit teplotní závislost migrace do hrabanky. Zatímco v noční teplotě 5 °C měli lýkožrouti tendenci zůstat v původních výřezech nebo osidlovat výřezy čerstvé, v noční teplotě 10 °C docházelo především k migraci do hrabanky, což bylo potvrzeno i v terénu. Pokud pravé denní teplotní průměry na sledované lokalitě dosahovaly 10 až 15 °C, vždy bylo odchyceno více lýkožroutů severských než v době, kdy teploty byly nižší. Možným vysvětlením tohoto chování je skutečnost, že brouci, kteří kolonizovali nové či setrvali v původních výřezech, měli vždy trávící trakt naplněný potravou. Vyšší procento brouků ve výřezech za nižších nočních teplot tak může znamenat, že nízké teploty indukují intenzivnější žír a hromadění energetických rezerv před přezimováním.

6. Závěr

Šetření potvrdilo dřívější výsledky o délce vývoje I. severského. I při snížení noční teploty a přiblížení se teplotou k přirozenému průběhu dne (předchozí experimenty se uskutečnily za konstantní teploty) byl vývoj lýkožrouta severského o 4 až 10 dní kratší v porovnání s lýkožroutem smrkovým.

Z literatury a dříve provedených experimentů vyplývá, že lýkožrout severský preferuje jako habitat pro přezimování hrabanku. Této skutečnosti byl přizpůsoben i design experimentů, kdy při laboratorních testech nástupu diapauzy byly napadené výřezy umístěny do plastových boxů s čerstvým výřezem a vrstvou hrabanky. Tyto experimenty byly doplněny sledováním migrace I. severského v terénu pomocí lepových pastí.

Výsledky potvrdily, jako určující pro nástup do diapauzy délku dne. V laboratorním i terénním experimentu byla stanovena teplotní závislost pro migraci imág do hrabanky. Při noční teplotě 5 °C imága lýkožrouta severského zůstávala v původních výřezech nebo osidlovala výřezy čerstvé, při noční teplotě 10 °C převažovala migrace do hrabanky. Závislost byla potvrzena v terénních podmínkách.

Při aplikaci stojících otrávených lapáků na lýkožrouta severského je nezbytné dodržet zásadu, že skupinu budou tvořit navnaděný otrávený lapák a insekticidem ošetřené všechny nejbližší rostoucí smrky. Efektivní výška otrávení kmene postřikem musí dosahovat nejméně do 6 m.

Metoda injektovaných otrávených lapáků vykazala pouze dílčí výsledek, který aktuálně neumožňuje aplikaci v lesnické praxi. K prokázání odpovídající efektivity jsou nezbytná šetření zaměřená na aplikační dávky a druhy přípravků a na ekofyziologii smrku k rozvádění aplikovaných látek.

V gradačních lokalitách I. smrkového byly uvedené metody tímto druhem ovlivněny. Pro podobná šetření je nezbytné volit lokality s výrazným podílem I. severského mimo zvýšený výskyt I. smrkového.

Analýza kůrovcových stromů potvrdila, že těžištěm výskytu lýkožrouta severského je kmenová část koruny s průměrem 10–21 cm. Max. ohrožením porostů bylo ve věku 50–79 let.

V gradačním území lýkožrouta smrkového se projevila mezidruhová konkurence, ze které vyplynul relativně snížený výskyt I. severského, neboť se mohl soustředit pouze do I. smrkovým neobsazené korunové části kmene (nedostatečná síla lýka).

V lokalitách se sníženou populační hustotou I. smrkového (revír Koníkov), využil I. severský uvolněnou niku kmene a na analyzovaných stromech (60–79 let) dosáhl dominantního postavení na polovině šetřených stromů.

7. Zdroje

- Abgrall J.-F., Schvester D. 1987: Observations sur le piégeage de *Ips typographus* L. apres chablis. Revue Forestière Française, 39 (4): 359–377.
- Adlung K. G., Schicke P. & O'svath J. 1986: Analyse einer Untersuchung zur Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) unter Einsatz von Pheromonen. Journal of Plant Diseases and Protection, 93 (5): 462–478, 93 (6): 574–584.
- Bakke, A., Strand, L., 1981: Feromoner og feller som ledd i integrert bekjempelse av granbarkbillen. Noen resultater fra bark billaeksjonen i Norge 1979 og 1980. (Pheromones and traps as part of an integrated kontrol of the spruce bark beetle. Some results from a kontrol program in Norway in 1979 and 1980). Rapp. Nor. Inst. Skogforsk. 81: 1–39.
- Bakke, A., Torfinn, S., Torstein, K., 1983: Mass tramping of spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. Reports of the Norwegian forest research institute.
- Bakke, A., 1989: The recent *Ips typographus* (L.) outbreaks in Norway – experiences from a kontrol program. Holarctic ecology, 12: 515 – 519.
- Bakke A., 1991: Using pheromones in the management of bark beetle outbreaks. In: Baranchikov Y.N., Mattson, W.J., Hain F.P., Payne T.L. (Eds.), Forest Insects Guild: Patterns of interaction with host trees. U.S.D.A. Forest Service General Technical Report NE, 153: 371–377.
- Berisford, C. W., Brady, U.E., Fitzpatrick, G. E., Franklin, C.K., Hastings, F.L., Jones, A.S., Lashomb, J. H., et al., 1981: Efficacy Studies: Prevention. 9-12. In: Hastings F. L., Coster J.E., (Eds.). Field and Laboratory Evaluations of Insecticides for Southern Pine Beetle Control. USDAFS General Technical Report SE-21, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, U.S.
- Bielan, J., Haliniak, D., 2012: Effect of extreme weather events on the pheromone tramping dynamics of European spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) in variol environmental conditions of mountain spruce stands. Acta scientarum Polonorum, 11: 5 – 17.
- Billings, R.F. 1980: Direct control. P. 179–192 in The southern pine beetle, THATCHER, R. C., SEARCY, J. L., COSTER, J. E., HERTEL, G. O. (eds.). USDA Tech.Bull. 1631.
- Blaženec, M., Jakuš, R., Mezei, P., 2015: Použitie insekticídov v ochrane lesa. Princípy ochrany dospelých smrekových porastov pred podkôrnym hmyzom. Slovenská akadémia vied, Ústav ekologie lesa, 157–166.
- Bombosch S. 1988: Some considerations on the use of bark beetles pheromones. In: Payne T. L., Saarenmaa H. (eds.) Integrated Control of Scolytid Bark Beetles. UEFRO Working Party on Integrated Control of Bark Beetles, July 1988, Vancouver, BC Canada, Virginia Polytechnic Institute and State University Press, Blacksburg, VA, pp. 263–265.
- Borkowski, A. Podlaski, R. 1992. Effect of selected ecological factors on the density of colonization of trap trees by *Tomicus piniperda*. Sylwan, 136 (7): 67–71.
- Brutovský D. 1981: Výsledky overovania prípravku Pheroprax v boji proti lýkožrútu smrekovému. Les, 4: 166–170.
- Campbell, A., Frazer, B., Gilbert, N., Gutierrez, A., Mackauer, M. (1974): Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology*, 11: 431–438.
- Christiansen E., Bakke A. 1988: The spruce bark beetle of Eurasia. In: Berryman, A.A. (Ed.), Dynamics of forest insects populations. Plenum Press, New York, 479–503.
- ČSN 48 1000. 2005. Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku. Praha, Český normalizační institut: 8 s.
- ČSN 48 2711 Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. *Ips typographus* L. Praha: Vydavatelství úřadu pro normalisaci, 1954. 7 s.
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Nielson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J., Wotton, B.M., 2001: Climate chase and forest disturbances. *BioScience*, 51, 723 – 734.
- Daise (2009) Handbook of Alien Species in Europe. Springer, Berlin.

- Dalusky, M.J., Berisford, C. W., Bush, P. B., 1990: Efficacy of free injected chemical systems for control of the southern pine beetle. Georgia For. Comm. Ga. For. Res. Paper 83. 8 p.
- Davídková, M., Doležal, P. (2019): Temperature-dependent development of the double-spined spruce bark beetle *Ips duplicatus* (Sahlberg, 1836) (Coleoptera; Curculionidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 21: 388-395.
- Degomez, T.E., Hayes, C. J., Anhold, J. A., McMillin, J. D., Clancy, K. M., Bosu, P. P., 2006: Evaluation of insecticides for protecting southwestern ponderosa pines from attack by engraver beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *J. Econ. Entomol.* 99:393–400.
- Dimitri L. 1985. Einsatz biotechnischer Verfahren zur Populationsenkung der Borkenkäfer. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 12: 254 – 256.
- Dodds, K.J., Ross, D.W., Daterman, G.E. 2000: A comparison of trap and trap trees for capturing Douglas-fir beetle, *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal Entomological Society of British Columbia*, 97: 33-38.
- Drumont A., Gonzalez R., de Windt N., Grégoire J.-C., de Proft M., Seutin E. 1992: Semiochemicals and the integrated management of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in Belgium. *Journal of Applied Entomology*, 114: 333–337.
- Duduman, M.L., Isaia, G., Olenici, N. 2011: *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) distribution in Romania. Preliminary results. *Bulletin of the Transylvania University of Brasov, Series II*, 53: 19–27.
- Eidmann, H.H., 1983: Management of the spruce bark beetle *Ips typographus* in Scandinavia using pheromones. *International congress of plant protection 10 Brighton 1983*, 1042-1050.
- Faccolli, M., Stergulc, F., 2008: Damage reduction and performance of Amos tramping device for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *Ann. For. Sci.* 65:309.
- Fettig, C.J., Allen, K.K., Borys, R. R., Christopherson, J., Dabney, C.P., Eager, T.J., Gibson, K. E., Herbertson, E.G., Long, D.F., Munson, A.S., Shea, P. J., Smith, S.L., Haverty, M. I., 2006: Effectiveness of bifenthrin (Onyx®) and carbaryl (Sevin SL®) for protecting individual, high-value conifers from bark beetle attack (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the western United States. *J. Econ. Entomol.* 99:1691–1698.
- Fettig, C.J., Munson, A. S., McKelvey, S.R., Bush, P.B., Borys, R. R., 2008. Spray deposition from ground-based applications of carbaryl to protect individual trees from bark beetle attack. *J. Environ. Qual.* 37:1170–1179.
- Geráková, M. 2011: Nová technologie v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému. *Lesnická práce*, r. 90, č. 7, 460-461.
- Griesche, C. 1995: Die Probleme der Orkane von 1990 immer noch nicht ganz beseitigt. *Unser Wald (Germany)*, 47(1): 7–8.
- Grodzki, W. 1997: Możliwości kontroli liczebności populacji kornika zroszobnego *Ips duplicatus* C.R. Sahlb. na południu Polski. *Sylwan* 11:25–36.
- Grodzki, W. 2003: Distribution range of the double spined bark beetle *Ips duplicatus* C.R. Sahlb. (Col.: Scolytidae) in the mountain areas of southern Poland. *Sylwan*, 8: 29–36.
- Grosman, D.M., Upton, W. W., 2006: Efficacy of systemic insecticides for protection of loblolly pine against southern pine engraver beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and woodborers (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Econ. Entomol.* 99:94–101.
- Holuša, J., Lubojacký, J., Knížek, M. 2010: Distribution of the double-spined spruce bark beetle *Ips duplicatus* in the Czech Republic: spreading in 1997–2009. *Phytoparasitica*, 38:435–443, DOI 10.1007/s12600-010-0121-9.
- Holusa, J., Zahradnik, P., Knizek, M., & Drapela, K. (2003). Seasonal flight activity of the double-spined spruce bark beetle *Ips duplicatus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) in Silesia (Czech Republic). *Biologia Bratislava*, 58, 935–941.

- Holuša J., Voigtová P., Kula E., Křístek Š. 2006. Výskyt lýkožrouta severského (*Ips duplicatus* Sahlberg, 1836) (Coleoptera: Scolytidae) na LS Bruntál LČR, s. p., v r. 2004–2005. Zpravodaj ochrany lesa, 13: 46 s.
- Holuša J., Kula E., Kozák D., Knížek M., Ząbecki W. 2009. Atraktivita lapáků. Atraktivita smrkových lapáků napadených václavkou *Armillaria* sp. pro kambiofágy. [Hradec Králové], Lesy České republiky: 39 s. Edice GS LČR, 3.
- Holuša J., Lukášová K., Grodzki W., Kula E., Matoušek, P. 2012. Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) abundant in wide range of altitudes? *Acta Zoologica Bulgarica*, 64 (3): 219–228.
- Holuša J., Kula E., Wewiora P. 2014. The ecology of the large larch beetle, *Ips cembrae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): flight activity, distribution on trap trees, and overwintering location. *Šumarski list*, 1–2: 19–27.
- Holuša, J., Lubojacký, J., Lukášová, K., 2016: Využití otrávených lapáků ve formě trojnožek proti Lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.) a Lýkožroutu severskému (*Ips duplicatus* Sahlberg)(Coleoptera: Curculionidae). *Lesnický průvodce*, č. 2.
- Hougardy, E., Grégoire, J.C. 2001: Bark-Beetle Parasitoids Population Surveys Following Storm Damage in Spruce Stands in the Vosges Region (France). *Integrated pest management reviews*, 6: (3–4), 163–168.
- Hrubik, P., 2007: Alien insect pests on introduced woody plants in Slovakia. *Acta entomologica Serbica*, 12: 81–85.
- Hurling R., Stetter J. 2012: Untersuchungen zur Fangleistung von Schlitzfallen und Fangholzhaufen bei der lokalen Dichteabsenkung von Buchdrucker (*Ips typographus*) -Populationen. *Gesunde Pflanzen*, 64: 89–99.
- Jakuš, R. 1998: A method for protection of spruce stands against *Ips typographus* by the use of barriers of pheromone traps in north-eastern Slovakia. *Anz. Schädlingskunde*, 71: 152–158.
- Jakuš, R., 2001: *Bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) outbreaks and system of IPM measures in an area affected of intensive forest decline connected with honey fungus (Armillaria sp.)*, *Anzeiger für Schädlingskunde*, r. 74, č. 2, str. 46–51.
- Jeniš J. & Vrba M. 2007: Srovnání účinnosti lapáků, otrávených trojnožek a lapačů. *Lesnická práce*, 86 (9): 586/26.
- Juha, M., Turčáni, M. 2008: Netradiční způsoby boje s lýkožroutem smrkovým – *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). *Zprávy lesnického výzkumu, speciální vydání*, 53: 1–5.
- Klimetzek D., Vité J.P. 1989. 1.3. Tierische Schädlinge. In: Schmidt-Vogt H. (ed.): *Die Fichte*. Band II/2. *Krankheiten Schäden Fichtensterben*. Hamburg und Berlin, Parey: 608 s.
- Koleva P., Kolev N., Schopf A., Wegensteiner R. 2012. Untersuchungen zur Effizienz von insektizid behandelten Fanghölzern gegen den Buchdrucker *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae). *Forstschutz Aktuell*, 54: 16–21.
- König, A., Mößner, R., Bäumlner, A. 1995: Silvicultural documentation of the planar storm damages in winter 1990 in Bavaria and the meteorological conditions at the time of damage. *LWF. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*, 2: 352 pp.
- Koreň, M. 2005: Vetrová kalamita 19. novembra 2004 – nové pohľady a konsekvencie. *Tatry*, 7–29.
- Knizek, M., Zahradnik, P. 1996: Mass outbreak of *Ips duplicatus* Sahlberg (Coleoptera: Scolytidae). *XX International Congress of Entomology, 1996 Firenze, Italy* (ed. by J. Doe), pp. 527. *International Congress of Entomology, Italy*.
- Knížek, M. 1998: Rozšíření lýkožrouta severského *Ips duplicatus* (Sahlberg) v České republice a možnosti obranných opatření. In: *Biotičtí škodliví činitelé v lesích ČR*. VÚLHM Jíloviště-Strnady, Prague, Czech Republic, pp 45–50.
- Knížek, M., Liška, J., Modliger, R., 2017: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2016 a jejich očekávaný stav v roce 2017. *VÚLHM v.v.i., Zpravodaj ochrany lesa supplementum*.

- Kreutzweiser, D. P., Good, K. P., Chartrand, D. T., Scarr, T. A., Thompson, D. G. 2008: Are leaves that fall from imidacloprid-treated maple trees to control Asian long horned beetles toxic to non-target decomposer organisms? *Journal of Environmental Quality* 37 (2): 639–646.
- Krist, F. J., Sapio, F.J., Tkacz, B. M., 2007. Mapping risk from forest insects and diseases. US For. Serv. FHTET Report 2007-06. 125 pp.
- Křístek, J., Urban, J., 2004: *Lesnická entomologie*. Vyd. 1. Praha: Academia, ISBN 80-200-1052-1.
- Król, A., Bakke, A. 1986: Comparison of trap trees and pheromone loaded pipe traps in attracting *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*, 56: 437–445.
- Kučera V. 1951. Insekticidy v boji proti kůrovčům. *Československý les*, 31: 75–77.
- Kula E., Holuša J., Kozák D., Ząbecki W. 2007. Analysis of the colonization of spruce trap trees by *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera: Scolytidae), *Beskydy*, 2007 (20): 175–184.
- Liška, J., Lubojacký, J. 2015: Zajímavý případ výskytu lýkožrouta severského na lapácích. *Lesnická práce*, č. 11, s. 50-51 (770-771).
- Lubojacký J., Holuša J. 2011. Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and feromone traps. *Šumarski list*, CXXXV (5–6): 233–242.
- Lubojacký J. 2012: Vývoj legislativy související s ochranou lesů před lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus* L.) v českých zemích do současné podoby. *ZLV*, 57 (2): 189–193. **89**
- Lubojacký, J. 2013: Možnost využití feromonových odparníků pro odchyt *Ips duplicatus* a *Ips typographus*, *Disertační práce*, FLD ČZU.
- Lubojacký J., Liška H., Knížek M. 2018: Atraktivita stromových lapáků pro lýkožrouta severského, *Ips duplicatus* Sahlberg (Coleoptera: Curculionidae). *Zprávy lesnického výzkumu*, 63 (1): in press.
- Luitjes, J., 1976: Die Entwicklung von Insekten im Sturmholz von 1972/73 in den Niederlanden. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* 83: 87–95.
- Martínek V. 1952. Pokusy s bojem proti kůrovci (*Ips typographus* L.) poprašováním lapáků insekticidy. *Lesnická práce*, 31 (1): 17–26.
- McComb, D., 1955: Relationship between trap tree felling dates and subsequent Engelmann spruce beetle attack. Forest service, United states department of agriculture.
- Mrkva, R. (1995). Nove poznatky o bionomii, ekologii a hubeni lýkožrouta severského [New knowledge on bionomy, ecology and control of double spined bark beetle *Ips duplicatus*]. *Lesnická Práce*, 74, 5–7.
- Netherer, S., Schopf, A., 2010: Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests—General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest ecology and management*, 259: 831 – 838.
- Niemeyer, H. 1992: Monitoring *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* (Col., Scolytidae) in Lower Saxony and Schleswig Holstein. *J. Appl. Entomol.*, 114: 98–102.
- Niemeyer, H., Watzek, G., Ackerman, J. 1994: Verminderung von Stehendbefall durch Borkenkäferfallen. *Allg. Forstztg.*, 49: 190–192.
- Novák V. 1980: Praktické využití kůrovcových feromonů. *Lesnická práce* 59: 202–206.
- Okland, B., Bakke, A., Hagvar, S., Kvamme, T. 1996: What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. *Biodiv Conserv* 5:75–100.
- Olenici, N., Duduman, M.-L., Tulbure, C., Rotariu, C. 2009: *Ips duplicatus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) – an important insect pest of Norway spruce planted outsider its natural range. *Revista Pldurilor*, 124: 17–23.
- Olenici, N., Duduman, M.-L., Olenici, V., Bouriaud, O., Tomescu, R. & Rotariu, C. 2011: The first outbreak of *Ips duplicatus* in Romania. *Proceedings of the Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, 10th Workshop*, Vol. 89, 20–23

- September 2010, 2011 Freiburg, Germany (ed. by H. Delb and S. Pontuali), pp. 135-140. FVA, Freiburg.
- ON 48 2711 Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1968. 9 s.
- ON 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.). Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1974. 7 s.
- ON 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.) včetně zpracované změny b/ - 1/1984. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1984. 8 s.
- ON 48 2711 Ochrana lesa proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.). Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1988. 12 s.
- Pfeil W. 1827: Über Insektschaden in den Wäldern, die Mittel ihm vorzubeugen und seine Nachteile zu vermindern. Verlag Boicke, Berlin, 72 s.
- Piel F., Grégoire J.-C., Knížek M. 2006: New occurrence of *Ips duplicatus* Sahlberg in Herstal (Liege, Belgium). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 36 (3): 529-530.
- Raty, L., Drumont, A., De Windt, N., Grégoire, J.C. 1995: Mass tramping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees?. Forest ecology and management, 78: 191-205.
- Richter D. 1991: Control of bark beetles in the five new states of the Federal Republic of Germany. In: Wulf A., Kehr R. (Eds.) Bark Beetle Hazards Following Storm Damage: Possibilities and Limits of Integrated Control. Colloquium, Braunschweig, Germany. Communications from the Federal Biological Institute for Agriculture and Forestry, Berlin- Dahlem, No. 267: 28–36.
- Schelhaas, M.-J., Nabuurs, G.-J., Schuck, A., 2003: Natural disturbances in European forests in the 19th and 20th centuries. Global change biology. 9: 1620 – 1633.
- Schlyter, F., Zhang, Q.-H., Liu G.-T., Ji L.-Z. 2001: A successful case of pheromone mass trapping of the bark beetle *Ips duplicatus* in a forest island, analyzed by 20-year time-series data, Integrated Pest. Management Reviews, 6: 185–196.
- Schnaider, Z., Sierpiński, Z. 1955: Z biologii kornika zroszobnego (*Ips duplicatus* Sahlb.). Roczn Nauk Leśn 13:59–68.
- Skuhřavý, V. 2002: Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj, 196 s. ISBN 80-7084-238-5.
- Stanovsky, J. 2002: The influence of climatic factors on the health condition of forests in the Silesian Lowland. *Journal of Forest Science*, 48: 451–458.
- STN 48 27 11. 2012: Ochrana lesa proti hlavným druhom podkorneho hmyzu na smreku, Bratislava, Slovenský ústav technickej normalizácie, 12 s.
- Strom, B. L., Oldland, W. K., Meeker, J. R., Dunn, J., 2015: Evaluation of general-use insecticides for preventing host colonization by New Jersey southern pine beetles. *Arboriculture and Urban Forestry* 41 (2): 88–102.
- Švestka M. 1990. Netradiční metody hubení lýkožrouta smrkového. *Lesnická práce*, 69: 544–548.
- Švestka M., Hochmut R., Jančařík V. 1996. Praktické metody v ochraně lesa. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 309 s.
- Švestka, M., Hochmut, R., Jančařík, V. 1998: Praktické metody v ochraně lesa. Dot. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*. ISBN 80-902503-0-0.
- Tomitzek C. 2009: Fangtipi und Pheromonfalle: erste Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung zu Fangleistung und Naturschutzaspekten. *Forstschutz Aktuell*, 48: 6–7.
- Vakula, J., Kunka, A., Zubrik, M., Leontovyč, R., Longauerova, V., Gubka, A. 2007: Distribution of two invasive pests in Slovakia since 1996. *Alien Invasive Species and International Trade* (ed. By H. Evans and T. Oszako), pp. 105–113. Forest Research Institute, Poland.
- Valinger E, Fridman J. 1999: Models to Assess the Risk of Snow and Wind Damage in Pine, Spruce, and Birch Forests in Sweden. *Environ. Manag.*, 24(2): 209–217.
- Valinger, E., Petterson, N. 1996: Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry*, 69(1): 25–33.

- Vančurová V., Neterda K., Syrovátka K. 1996: Harmonizace technických předpisů ČR a EU v oblasti měření surového dříví z pohledu technických norem. *Lesnická práce*, 75: 42–43.
- Vicena, I., Juha, M., Nožička, S. 2004: Causes and subsequences of windthrow disaster on the territory of the Šumava NP and PLA during year 2002. *Aktuality šumavského výzkumu II*: 290–296.
- Vrba M. 2009. Ohrožení smrkových porostů kambiofágy u VLS Lipník nad Bečvou a ekonomické aspekty užití lapáků v ochraně lesa. Diplomová práce. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- Vrkoč, J. 1989: Use of insect pheromone in integrated pest management: examples from Czechoslovakia. *Chem. Scripta*, 29: 407–410.
- Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže. In: *Sbírka zákonů České republiky* [online]. 1996, částka 33, s. 1124–1127. [cit. 9. 10. 2011] Dostupná na: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1996/sb33-96.pdf>
- Vyhláška č. 236 ze dne 18. července 2000, 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. In: *Sbírka zákonů České republiky* [online]. 2000, částka 72, s. 3424–3430. [cit. 9. 10. 2011] Dostupná na: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2000/sb072-00.pdf>
- Wanka, T. (1927) Vierter Beitrag Coleopterenfauna von Osterreich, " Schlesien. *Wiener Entomologische Zeitung*, 44, 1–32.
- Wermelinger, B., Seifert, M. (1998): Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 122(1-5), 185–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1998.tb01482.x>
- Wermelinger, B., Duelli, P., Obrist, M.K. 2002: Dynamics of saproxylic beetles (Coleoptera) in windthrow areas in alpine spruce forests. *For. Snow Landsc. Res.* 77,1/2: 133–148.
- Wermelinger B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. *Forest Ecology Management*, 202: 67–82.
- Werner, R.A., Hastings, F.L., Averill, R. 1983: Laboratory and field evaluation of insecticides against the spruce bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) and parasites and predators in Alaska. *J Econ Entomol* 76:1144–1147.
- 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 (1): 75–92.
- Wohlgemuth, T., Kuhn, N., Lüscher, P., Kull, P., Wüthrich, H., 1995: Vegetation and soil dynamics on recent windthrow areas in the Northern Alps of Switzerland. *Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen*, 146(11): 873–891.
- Wright, J.A., Quine, C.P., 1993: The use of a geographical information system to investigate storm damage to trees at Wykeham Forest, North Yorkshire. *Scottish Forestry*, 47: 166–174.
- Zach, P., Kršiak, B., Kulfan, J., Vargová, K., 2007: Observations on beetles (Coleoptera) and moth larvae (Lepidoptera) after excessive windthrow disturbance in the Tatra Mountains, 56. In: *Lingua E., Marzano, R. (eds.) Natural Hazards and Natural Disturbances in Mountain Forests: Challenges and Opportunities for Silviculture*, Int. Conference IUFRO, September 18–21, 2007, Trento, Italy, 90 pp.
- Zahradník P. 1989. Současný stav a problémy lesnické entomologie. In: *Sborník „Ochrana lesů očima lesníků tří generací“*. Praha, Československá vědecko-technická společnost: 39–46.
- Zahradník, P., Kapitola, P. 1993: Zhodnocení účinku preventivního ošetření dříví na lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.) a ostatní entomofaunu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2: 9-17.
- Zahradník P. 2005. *Základy ochrany lesa v praxi*. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 127 s.

- Zahradnik, P. 2014: Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. 1. vyd. Editor Petr Zahradnik. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická Práce, 376 s. ISBN 978-80-7458-057-4.
- Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: Sbírka zákonů České republiky [online]. 1995, částka 76, s. 3946–3967. [cit. 9. 10. 2011] Dostupný na: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1995/sb76-95.pdf>
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2016. Ministerstvo zemědělství, vydáno 2017, 132 s.
- Zubrik, M., Kunka, A., Turčani, M., Vakula, J. & Leontovyc, R. 2006: Invasive and quarantine pests in forest in Slovakia. *EPPO Bulletin*, 36: 402–408.
- Zumr V. 1983 a: Lapací metody na kůrovce (Coleoptera, Scolytidae) a ostatní arborikolní brouky žijící na smrku ztepilém (*Picea excelsa* L.). *Lesnictví* 29: 441–450.