

Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové

**VÝZKUMNÉ PROJEKTY
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR**



Závěrečná zpráva

**BIONOMIE HMYZÍCH ŠKŮDCŮ BOROVÝCH
POROSTŮ V PODMÍNKÁCH ČR – NEZNÁMÉ
ASPEKTY A PRAKTICKÝ VÝZNAM**

Řešitel

Entomologický ústav BC AV ČR, v.v.i.

Odpovědný řešitel:

RNDr. Petr Doležal, Ph.D.

Spoluřešitelé:

Mgr. Markéta Davidková, Ph.D.

České Budějovice, prosinec 2022

1.	Úvod	1
2.	Materiál a metodika	4
2.1.	Druhové spektrum podkorního hmyzu na borovici lesní; monitoring za pomoci lapačů a lapáků 4	
2.1.1.	Sledované lokality.....	4
2.1.1.1.	LS Brandýs nad Labem.....	4
2.1.1.2.	LS Třebíč.....	6
2.1.1.3.	LS Buchlovice	8
2.1.2.	Posouzení vhodnosti komerčně dostupných feromonových odparníků.....	11
2.2.	Vybrané ekofyziologické charakteristiky zkoumaných druhů	12
2.2.1.	Plodnost vybraných druhů v terénu	12
2.2.1.1.	Lýkožrout borový	12
2.2.1.2.	Lýkožrout vrcholkový.....	13
2.2.1.3.	Orthotomicus proximus.....	14
2.2.2.	Rychlost vývoje vybraných druhů.....	15
2.2.2.1.	Lýkožrout borový	15
2.2.2.2.	Lýkožrout vrcholkový.....	15
2.2.3.	Stav létací svaloviny, chladová odolnost a obsah vody, a zimování vybraných druhů .	15
2.2.3.1.	Stav létací svaloviny pomocí tetrazoliových solí	15
2.2.3.2.	Chladová odolnost.....	16
2.2.3.3.	Obsah vody	16
2.2.3.4.	Lýkožrout borový	16
2.2.3.5.	Lýkožrout vrcholkový.....	19
2.2.3.6.	Orthotomicus proximus.....	19
3.	Výsledky.....	21
3.1.	Druhové spektrum podkorního hmyzu na borovici lesní, monitoring za pomoci lapačů a lapáků 21	
3.1.1.	LS Brandýs nad Labem.....	21
3.1.1.1.	Odchyt lýkohubů rodu Tomicus do feromonových lapačů	21
3.1.1.2.	Odchyt lýkožroutů borových do feromonových lapačů	22
3.1.1.3.	Odchyt lýkožroutů vrcholkových do feromonových lapačů.....	25
3.1.1.4.	Rozbor vzorků ze stromových lapáků.....	27
3.1.1.	LS Třebíč.....	33
3.1.1.1.	Odchyt lýkohubů rodu Tomicus do feromonových lapačů	33
3.1.1.2.	Odchyt lýkožroutů borových do feromonových lapačů	35
3.1.1.3.	Odchyt lýkožroutů vrcholkových do feromonových lapačů.....	37

3.1.1.4.	Rozbor vzorků ze stromových lapáků.....	39
3.1.2.	LS Buchlovice	46
3.1.2.1.	Odchyt lýkohubů rodu <i>Tomicus</i> do feromonových lapačů	46
3.1.2.2.	Odchyt Lýkožroutů borových do feromonových lapačů	47
3.1.2.3.	Odchyt Lýkožroutů vrcholkových do feromonových lapačů	50
3.1.2.4.	Rozbor vzorků ze stromových lapáků.....	52
3.2.	Vybrané ekofyziologické charakteristiky zkoumaných druhů	55
3.2.1.	Plodnost vybraných druhů v terénu	55
3.2.1.1.	Lýkožrout borový	55
3.2.1.2.	Lýkožrout vrcholkový.....	56
3.2.1.3.	<i>Orthotomicus proximus</i>	63
3.2.2.	Rychlost vývoje vybraných druhů.....	65
3.2.2.1.	Lýkožrout borový	65
3.2.2.2.	Lýkožrout vrcholkový.....	65
3.2.3.	Stav létací svaloviny, chladová odolnost a obsah vody, a zimování vybraných druhů .	66
3.2.3.1.	Lýkožrout borový	66
3.2.3.2.	Lýkožrout vrcholkový.....	74
3.2.3.3.	<i>Orthotomicus proximus</i>	77
4.	Diskuze.....	81
5.	Závěry	89
6.	Literatura	92
7.	Příloha 1.....	97

1. Úvod

Disturbance způsobené ohněm, větrem nebo gradacemi hmyzu jsou přirozenou součástí všech ekosystémů a vytváří mikroklima a různorodost, které podporují druhovou diverzitu (Bouget a Duelli, 2004). V posledních desetiletích však dochází k posunu teplotních rozmezí na celé planetě (Allen et al., 2010; Das et al., 2013; García de la Serrana et al., 2015; Logan et al., 2003; Raffa et al., 2008). Tyto změny vedou ke klimatickým extrémům, které hrají klíčovou roli nejen ve frekvenci požárů a srážek, ale nepřímo i hmyzích kalamit (Schelhaas et al., 2003; Hampe a Petit, 2005). Tyto extrémy ovlivňují všechny ekosystémy, největší měrou však ty s dlouhou dobou obnovy, tedy typicky lesní porosty (Lindner et al., 2010). Vlivem klimatických výkyvů dochází k celkovému oslabení obranných systémů stromů, a tudíž zvýšené náchylnosti k biotickým disturbancím. Výsledkem je tedy vyšší citlivost porostů k napadení podkorním hmyzem a druhy, které byly považovány za málo agresivní, mohou způsobit rozsáhlé škody (Pešková et al., 2016; Gaylord et al., 2013; Netherer et al., 2015).

Zvyšující se teploty mají pozitivní vliv na populační dynamiku hmyzu. Umožňují brzký výlet na jaře, prodlužují vegetační sezónu na podzim a urychlují vývoj nedospělých stádií. Navíc dochází k rozšiřování geografických areálů druhů na hranice svých teritorií, a to nejen do oblastí s vyšší nadmořskou výškou, ale i do severnějších oblastí (Netherer a Schopf, 2010; Thuiller et al., 2008), kde dříve nebyl zaznamenán jejich výskyt (Buotte et al., 2017; Lantschner et al., 2017). Velkou výhodou mnoha druhů je schopnost přizpůsobit se druhové skladbě hostitelských dřevin v místě nového výskytu (např. lýkohub *Tomicus destruens*) (Horn et al., 2012). Všeobecně proto můžeme říci, že v posledních dvaceti letech narůstá množství škod způsobených dřevokazným hmyzem nejen v Evropě, ale také v severní Americe (Meddens et al., 2012). Takto způsobené škody na lesních porostech v posledních padesáti letech v Evropě činí téměř 150 milionů m³ dřeva (Schelhaas et al., 2003; Raffa et al., 2008; Seidl et al., 2011).

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L.) je jedním z nejrozšířenějších jehličnanů na světě. Na území Evropy se vyskytuje od Středomoří přes střední Evropu, lokálně v Portugalsku, až za polární kruh (Mátyás et al. 2004). V souvislosti se změnou

klimatických podmínek a souvisejícího sucha v několika posledních letech byl po celé Evropě zaznamenán zvýšený úhyn porostů, v nichž převažuje (Hódar et al., 2003; Martínez-Vilalta a Piñol, 2002; Galiano et al., 2010). V rozsáhlých oblastech střední Evropy, jako je Rakousko (Čech a Perný, 2000), Itálie (Vertui a Tagliaferro, 1998; Vacchiano et al., 2012), Švýcarsko (Dobbertin et al., 2005; Bigler et al., 2006; Wermelinger et al., 2008), jižní Francie (Thabeet et al., 2009) a Španělsko (Galiano et al., 2010), byl detekován zvýšený výskyt podkorních škůdců. Podle Lieutiera et al. (2004) jsou nejčastějšími škůdci především kůrovci rodů *Ips* a *Tomicus*. V souvislosti s jejich častějším přemnožováním se diskutuje především vliv rostoucích teplot a pokles hladiny spodních vod (Dobbertin et al., 2007; Wermelinger et al., 2008; Krams et al., 2012). Zdá se, že zvyšující se teploty společně s dlouhotrvajícím suchem oslabují stromy natolik, že nejsou schopné bránit se přirozenými mechanismy. Hmyzím škůdcům navíc vysoké teploty spíše prospívají (Wermelinger et al., 2008).

V České republice bylo v roce 2018 evidováno 70 tis. m³ vytěženého borového kůrovcového dříví, přičemž odhad hovoří až o stovkách tisíc m³ (Lubojacký et al., 2019). Druhové spektrum podkorního hmyzu, které oslabené stromy napadá, je poměrně pestré a zahrnuje několik druhů z podčeledi kůrovcovitých a čeledi nosatcovitých (Curculionidae; Scolytinae), jeden druh krasce (Buprestidae) a příležitostně se přemnožující tesaříky (Wermelinger et al., 2008; Foit a Čermák, 2014; Hlávková a Doležal, 2022). Jednotlivé druhy se mezi sebou liší nejen mírou agresivity (tedy stupněm oslabení cílové dřeviny, kterou aktivně vyhledávají a hubí), ale i rychlostí vývoje, počtem generací realizovaných v průběhu jedné vegetační sezóny a tím i škodlivostním potenciálem. Stupeň agresivity daného druhu lze posuzovat různě. Nejjednodušší klasifikace dělí škůdce na primární, tedy napadající zcela zdravé hostitele, a sekundární, kteří naopak vyhledávají různou měrou oslabené jedince. I zde je však mnohdy přechod nejasný a významnou roli v typu chování hraje populační početnost (Escherich, 1914; Lieutier et al., 2004; Lieutier et al., 2009). Chemická komunikace může být dalším způsobem, který poukazuje na míru agrese daného druhu. Pokud je na hostitelskou dřevinu lákán primárními atraktanty, zejména produkty kvašení a rozkladných procesů, lze předpokládat nízkou míru agresivity. Naopak produkce vlastního agregačního feromonu ukazuje na potenciálně vyšší rizikovitost (Lieutier et al., 2004; Foit a Čermák, 2014; Hlávková a Doležal, 2022). Dále je agresivita druhů posuzována podle zdravotního stavu obsazovaného stromu, přičemž

většina autorů pracuje s mírou defoliace (Wermelinger et al., 2008; Foit a Čermák, 2014).

V České republice patří mezi nejhojněji se vyskytující druhy především lýkožrout vrcholkový, *Ips acuminatus*, u něhož byl prokázán výskyt agregačního feromonu a v dostupné literatuře je hodnocen jako středně (Foit a Čermák, 2014) až silně (Wermelinger et al., 2008) agresivní druh, dále lýkožrout borový, *Ips sexdentatus*, který rovněž produkuje vlastní agregační feromon, ovšem hodnocen je jako málo agresivní a doprovodný druh (Etxebeste a Pajares, 2011) a krasec borový, *Phaenops cyanea*, o jehož bionomii většina údajů chybí, ale v posledních letech se v Evropě chová jako velmi agresivní druh (Wermelinger et al., 2008; Foit a Čermák, 2014). Dále se v ČR běžně vyskytují oba zástupci lýkohubů rodu *Tomicus*, *T. piniperda* a *T. minor*, které se jeví jako středně až málo agresivní druhy napadající nejoslabenější stromy, případně reagující na čichové signály hniječného materiálu (ethanol) (Wermelinger et al., 2008; Foit a Čermák, 2014). Mezi druhy s rostoucím ekonomickým významem je třeba počítat i lýkožrouty rodu *Orthotomicus*. Jejich škodlivostní potenciál byl donedávna hodnocen jako nízký (Holuša et al., 2019), ovšem v poslední době se v literatuře objevují informace o lokálních přemnoženích ze severní (Cocos et al., 2022) i jižní Evropy (Kovac et al., 2022; Hlávková a Doležal, 2022). V České republice byl *O. longicollis* zařazen do certifikované metodiky řešící ochranu borovice lesní před podkorním a dřevokazným hmyzem (Knížek et al., 2021).

Společným znakem všech výše zmíněných druhů je naprosto nedostatečná znalost jejich bionomie, přičemž platnost známých skutečností je v době klimatické změny velmi omezená a dosavadní léty praxe zažité charakteristiky a projevy se mohou měnit v řádu let. Doplnění aktuálních informací o spektru podkorního hmyzu na borovici lesní na lokalitách ve správě Lesů ČR, s.p., a bionomii středoevropských populací hlavních zjištěných druhů bylo hlavním cílem řešeného projektu.

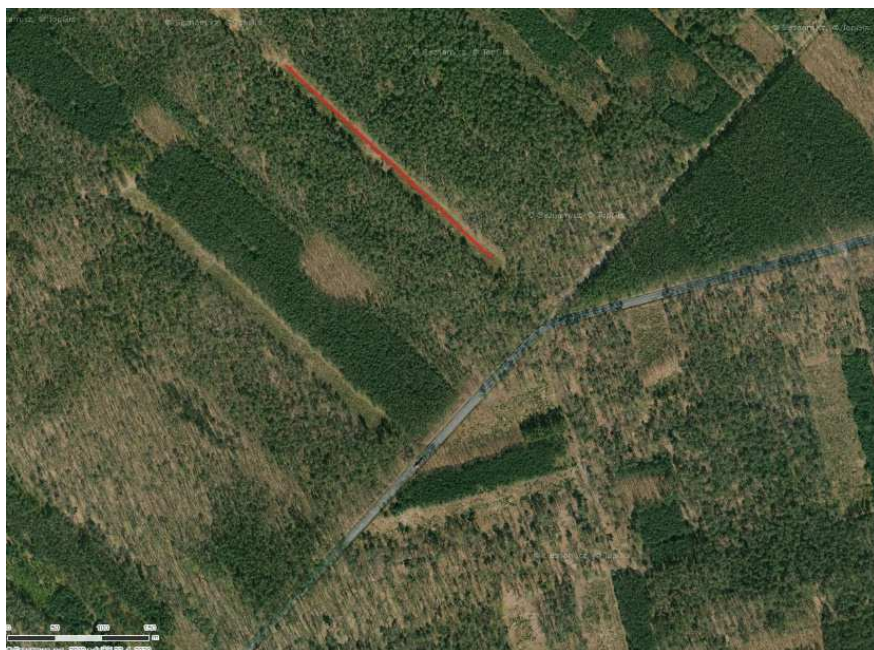
2. Materiál a metodika

2.1. *Druhové spektrum podkorního hmyzu na borovici lesní; monitoring za pomoci lapačů a lapáků*

2.1.1. Sledované lokality

2.1.1.1. *LS Brandýs nad Labem*

V letech 2021 a 2022 proběhlo sledování na osázené holině obklopené ze všech stran borovým porostem v blízkosti Staré Boleslavi (GPS: 50.2109169N, 14.7128108E). Parametry lokality umožnily rozmístění celkem 12 lapačů Theysohn v liniovém uspořádání (**Obr. 1**). V roce 2021 byly dne 1. března 2021 instalovány feromonové odparníky TOMOWIT do lapačů číslo 1, 5 a 9, takže rovnoměrně pokrývaly plochu holiny. Dne 17. května 2021 pak byly odparníky TOMOWIT odstraněny a do všech dvanácti lapačů rozmístěny odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT, vždy ve třech opakováních. V roce 2022 byly odparníky TOMOWIT instalovány 10. března a 2. května byly odstraněny a nahrazeny stejnými typy návnad jako v roce 2021. Výběry lapačů probíhaly dle počasí v týdenních až dvoutýdenních intervalech, získané vzorky byly ukládány do oddělených epruvet a bezprostředně po převozu do laboratoře tříděny a determinovány. Na lokalitě byl rovněž umístěn datalogger Cometter (Comet System, s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm, Česká republika) se záznamem teploty každých 30 minut (**Viz. Příloha 1**). Výměna feromonových odparníků probíhala dle instrukce výrobce, jak je zřejmé z **Tab. 4**, přičemž byl vždy využit kratší z indikovaných intervalů.



Obr. 1 – Letecký snímek lokality na území LS Brandýs nad Labem. Červená linie označuje rozmístění dvanácti štěrbinových lapačů s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT, SEXOWIT. (Snímek ze dne 22.4.2020, upraveno z portálu <https://mapy.cz/>).

V roce 2021 byly dne 16. dubna 2021 na severovýchodním okraji porostu pokáceny tři borové lapáky pro sledování náletu podkorního hmyzu. V roce 2022 byly na lokalitě položeny tři série lapáků. Těžba první série proběhla dne 25. února 2022, aby bylo možno zachytit rojení lýkohubů rodu *Tomicus*. Dne 2. května 2022 byly tyto lapáky rozřezány na 1 m dlouhé sekce a odvezeny. Dne 10. května 2022 proběhlo kácení nových lapáků. Poslední série lapáků byla připravena 16. července 2022, kdy došlo zároveň k odvozu předchozí série lapáků. Poslední série lapáků byla ponechána na lokalitě do 7. září 2022. Podrobné informace o stavu lapáků jsou v **Tab. 1**. Během každého odběru vzorků z feromonových lapačů byla provedena kontrola jejich obsazenosti a po napadení připraveny a odvezeny výřezy. Lapáky byly kompletně rozměřeny na 1 m dlouhé sekce (v případě větví na kratší), označeny barevnými křídami dle pozice na kmeni (výška v m) a v laboratoři kompletně oloupány. Krom druhového spektra podkorního hmyzu a hustoty napadení byl zaznamenán rovněž průměr výřezu na svrchní a spodní části a tloušťka lýka na spodní střední a svrchní části sekce. Ze zjištěných výsledků obsazenosti podkorním hmyzem byl následně vypočten průměr a směrodatná odchylka. U požerků I. borového a vrcholkového byla

zaznamenána i plodnost – velikost snůšek na jednu mateřskou chodbu. Pro přehlednější zpracování do grafů byly výřezy rozděleny do pěti sekcí dle práce Foita a Čermáka (2014) a výsledky z jednotlivých 1 m dlouhých výřezů spojeny a prezentovány souhrnně. Spojení do sekcí proběhlo nejen na základě výšky od země, ale i tloušťky lýka a hrubosti borky. Rozčlenění do sekcí bylo následující: Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví. Výjimku z výše uvedeného postupu si vyžádal v roce 2022 plošný žír na spodní části lapáků první série lýkohuby rodu *Tomicus* (viz. kapitola 1.2.1.6.1). Plocha žíru byla proto při výpočtech hustoty napadení pro jednotlivé druhy kůrovcovitých odečtena z celkové plochy lýka výřezu.

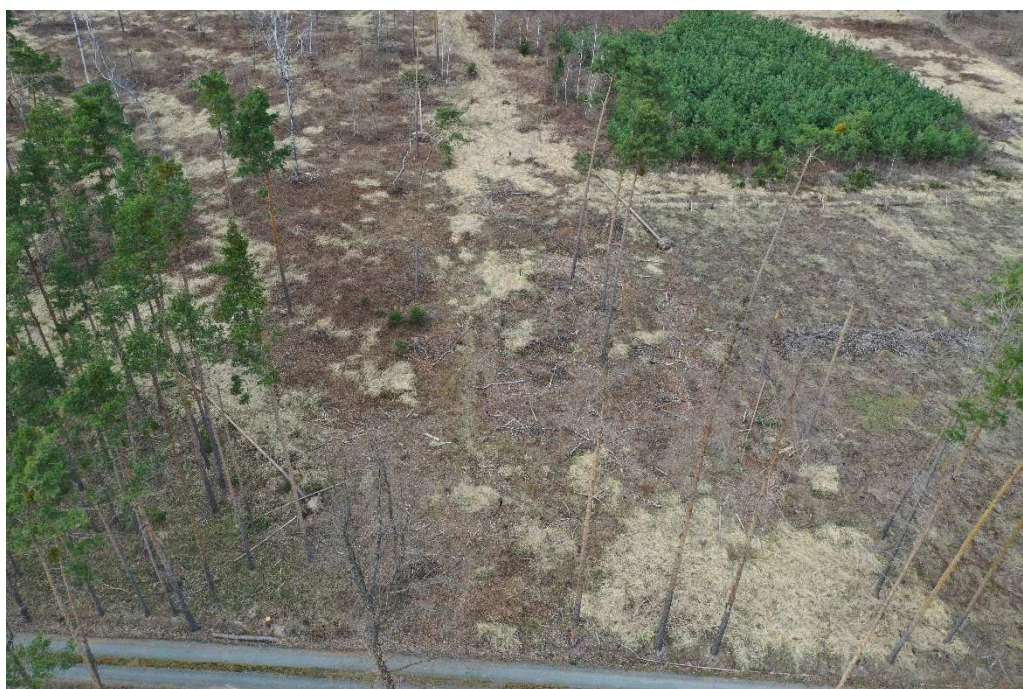
Tab 1 Rozměry lapáků použitých pro sledování fauny podkorního hmyzu na lokalitě Brandýs nad Labem v letech 2021 a 2022.

Rok	Datum položení	Výčetní tloušťka (cm)	Výška (m)	Nasazení koruny (m)
2021	16.4.	21	19	13
2021	16.4.	22	18	14
2021	16.4.	18	17	13
2022	25.2.	35	25	17
2022	25.2.	27	21	16
2022	25.2.	30	23	18
2022	10.5.	26	19	15
2022	10.5.	31	20	16
2022	10.5.	21	19	14
2022	16.7.	20	22	17
2022	16.7.	18	17	13
2022	16.7.	20	18	15

2.1.1.2. LS Třebíč

V letech 2021 a 2022 probíhalo sledování na lokalitě poblíž obce Šemíkovice v Jevišovické pahorkatině (GPS: 49.0487050N, 16.0878489E). Dvanáct lapačů bylo umístěno do liniového uspořádání (**Obr. 2**). V roce 2021 byly dne 3. března 2021 aktivovány tři lapače Theysohn (číslo 1, 5 a 9) feromonovými odparníky TOMOWIT proti lýkohubům rodu *Tomicus* tak, aby pokrývaly rovnoměrně celou plochu holiny. Dne 17. května 2021 byly odparníky TOMOWIT odstraněny a do všech dvanácti lapačů

rozmístěny odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT, vždy ve třech opakováních. V roce 2022 byly odparníky TOMOWIT vyvěšeny 10. března a 4. května byly odstraněny a nahrazeny stejnými typy návnad jako v roce 2021. Výběry lapačů probíhaly dle počasí v týdenních až dvoutýdenních intervalech, získané vzorky byly ukládány do oddělených epruvet a bezprostředně po převozu do laboratoře tříděny a determinovány. Na lokalitě byl rovněž umístěn datalogger Cometter se záznamem teploty každých 30 minut (**Viz. Příloha 1**). Výměna feromonových odparníků probíhala dle instrukce výrobce, jak je zřejmé z **Tab. 4**, přičemž byl vždy využit kratší z indikovaných intervalů.



Obr. 2 – Stav lokality Šemíkovice na území LS Třebíč v březnu 2021. Linie feromonových lapačů se nachází na holině ve středu fotografie (kolmo na asfaltovou komunikaci).

V roce 2021 došlo na lokalitě k vyvrácení tří vzrostlých borovic lesních, které byly dne 3. března 2021 odříznuty a využity jako lapáky pro sledování náletu podkorního hmyzu. V roce 2022 byly položeny tři série lapáků. První lapáky byly pokáceny 24. února 2022, aby zachytily rojení lýkohubů rodu *Tomicus*. Dne 3. května byly tyto lapáky odvezeny a 10. května připraveny nové. Poslední série lapáků byla pokácena 3. srpna 2022, kdy byla zároveň odvezena předchozí série. Poslední lapáky byly odvezeny 14. září 2022. Podrobné informace o stavu lapáků jsou v **Tab. 2**. Během každého odběru vzorků z

feromonových lapačů byla provedena kontrola jejich obsazenosti. Krom druhového spektra podkorního hmyzu a hustoty napadení byl zaznamenán rovněž průměr výřezu na svrchní a spodní části a tloušťka lýka na spodní střední a svrchní části sekce. Ze zjištěných výsledků obsazenosti podkorním hmyzem byl následně vypočten průměr a směrodatná odchylka. U požerků I. borového a vrcholkového byla zaznamenána i plodnost – velikost snůšek na jednu mateřskou chodbu. Pro přehlednější zpracování do grafů byly výřezy rozděleny do pěti sekcí dle práce Foita a Čermáka (2014) a výsledky z jednotlivých 1 m dlouhých výřezů spojeny a prezentovány souhrnně. Spojení do sekcí proběhlo nejen na základě výšky od země, ale i tloušťky lýka a hrubosti borky. Rozčlenění do sekcí bylo následující: Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví.

Tab. 2. Rozměry lapáků použitých pro sledování fauny podkorního hmyzu na lokalitě Třebíč v letech 2021 a 2022.

Rok	Datum položení	Výčetní tloušťka (cm)	Výška (m)	Nasazení koruny (m)
2021	3.3.	31	23	17
2021	3.3	29	20	16
2021	3.3.	31	22	17
2022	24.2.	25	21	15
2022	24.2.	26	23	18
2022	24.2.	28	24	19
2022	10.5.	24	20	16
2022	10.5.	25	22	18
2022	10.5.	27	23	17
2022	3.8.	23	18	12
2022	3.8.	23	20	16
2022	3.8.	22	20	17

2.1.1.3. LS Buchlovice

V letech 2021 a 2022 probíhalo sledování na území LS Buchlovice, kde byla vybrána lokalita v blízkosti obce Bzenec (GPS: 48.9484364N, 17.2185064E). Jde o holinu po těžbě na přelomu roku 2020 a 2021, na níž došlo v březnu 2021 k frézování pařezů a je ze všech stran obklopena porostem borovice lesní. Parametry holiny umožnily rozmístění všech dvanácti lapačů Theysohn v linii (**Obr. 3**). V roce 2021 byly dne 3.

března 2021 aktivovány tři lapače (číslo 1, 5 a 9) feromonovými odparníky TOMOWIT pro odchyt lýkohubů rodu *Tomicus*. Dne 18. května pak došlo k odstranění feromonových odparníků TOMOWIT a rozmístění odparníků Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT do všech dvanácti lapačů, vždy ve třech opakováních. V roce 2022 byly vyvěšeny odparníky TOMOWIT dne 10. března a 3. května došlo k jejich náhradě odparníky stejných typů jako v roce 2021. Výběry lapačů probíhaly dle počasí v týdenních až dvoutýdenních intervalech, získané vzorky byly ukládány do oddělených epruvet a bezprostředně po převozu do laboratoře tříděny a determinovány. Na lokalitě byl rovněž umístěn datalogger Cometter se záznamem teploty každých 30 minut (**Viz. Příloha 1**). Výměna feromonových odparníků probíhala dle instrukce výrobce, jak je zřejmé z **Tab. 4**, přičemž byl vždy využit kratší z indikovaných intervalů.



Obr. 3 – Stav lokality Bzenec na území LS Buchlovice v březnu 2021. Linie feromonových lapačů se nachází ve středu holiny podélně.

V roce 2021 byly dne 14. dubna 2021 na okraji holiny položeny tři borové lapáky pro sledování náletu podkorního hmyzu. V roce 2022 byly připraveny tři série lapáků. První série pro odchyt lýkohubů rodu *Tomicus* se na lokalitě nacházela od 24. února 2022.

Dne 3. května došlo k jejich odvezení a nakácení nových. Bohužel navzdory označení „VÝZKUM!“ v červenci 2022 lapáky rozřezala a odvezla firma, která poblíž lokality odstraňovala následky živelné kalamity, takže druhou sérii nelze zahrnout do sledování. Dne 3. srpna došlo k položení lapáků 3. série, které byly na lokalitě ponechány do 14. září, poté odvezeny. Podrobné informace o stavu lapáku jsou v **Tab. 3**. Lapáky byly před odvozem kompletně rozměřeny na 1 m dlouhé sekce (v případě větví na kratší), označeny barevnými křídami dle pozice na kmeni (výška v m) a v laboratoři oloupany. Krom druhového spektra podkorního hmyzu a hustoty napadení byl zaznamenán rovněž průměr výřezu na svrchní a spodní části a tloušťka lýka na spodní střední a svrchní části sekce. Ze zjištěných výsledků obsazenosti podkorním hmyzem byl následně vypočten průměr a směrodatná odchylka. U požerků I. borového a vrcholkového byla zaznamenána i plodnost – velikost snůšek na jednu mateřskou chodbu. Pro přehlednější zpracování do grafů byly výřezy rozděleny do pěti sekcí dle práce Foita a Čermáka (2014) a výsledky z jednotlivých 1 m dlouhých výřezů spojeny a prezentovány souhrnně. Spojení do sekcí proběhlo nejen na základě výšky od země, ale i tloušťky lýka a hrubosti borky. Rozčlenění do sekcí bylo následující: Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví. V roce 2022 si výjimku z výše uvedeného postupu vyžádal plošný žír lýka na spodní části lapáků první série lýkohuby rodu *Tomicus* (viz. kapitola 1.2.2.6.1). Plocha žíru byla proto při výpočtech hustoty napadení pro jednotlivé druhy kůrovcovitých odečtena z celkové plochy lýka výřezu.

Tab.3. Rozměry lapáků použitých pro sledování fauny podkorního hmyzu na lokalitě Bzenec v letech 2021 a 2022.

Rok	Datum položení	Výčetní tloušťka (cm)	Výška (m)	Nasazení koruny (m)
2021	3.3.	21	19	13
2021	3.3	22	19	15
2021	3.3	20	18	15
2022	24.2.	20	19	14
2022	24.2.	21	18	15
2022	24.2.	22	19	16
2022	10.5.	N/A	N/A	N/A
2022	10.5.	N/A	N/A	N/A
2022	10.5.	N/A	N/A	N/A
2022	3.8.	20	18	15
2022	3.8.	20	19	15
2022	3.8.	19	19	17

2.1.2. Posouzení vhodnosti komerčně dostupných feromonových odparníků

Ve sledování byly využity především návnady firmy Witasek Pflanzenschutz GmbH (Feldkirchen, Rakousko), od které byly zakoupeny následující produkty: ACUWIT – pro odchyt *Ips acuminatus*, SEXOWIT – pro odchyt *Ips sexdentatus* a TOMOWIT – pro odchyt lýkohubů rodu *Tomicus*. Dále byly zakoupeny odparníky ACUMIPROTECT pro odchyt *Ips acuminatus* od firmy SEDQ (Barcelona, Španělsko) a Pheagr IAC pro odchyt téhož druhu od firmy SciTech (Praha, Česká republika). Všechny výše jmenované feromonové odparníky byly využívány ve štěrbinových lapačích typu Theysohn (RIDEX, Vrbno pod Pradědem, Česká republika). Při výměně odparníků byla vždy dodržena instrukce výrobců. Podrobné informace o použitých feromonových návnadách jsou součástí **Tabulky 4**.

Tab 4 Přehled feromonových odparníků, které byly v roce 2021 použity na sledovaných lokalitách pro odchyt lýkožroutů *Ips acuminatus* a *Ips sexdentatus* a lýkohubů *Tomicus minor* a *Tomicus piniperda*.

Název	Cílový druh	Složení	Výrobce	Interval výměny
ACUWIT	<i>Ips acuminatus</i>	(-)-ipsenol (+)-ipsdienol	Witasek Pflanzenschutz GmbH, Feldkirchen, Rakousko	8 – 9 týdnů dle počasí
ACUMIPROTECT	<i>Ips acuminatus</i>	Ipsenol Ipsdienol (S)-(+)-cis-verbenol	SEDQ s.l., Barcelona, Španělsko	8 týdnů dle počasí
Pheagr IAC	<i>Ips acuminatus</i>	Ipsdienol Ipsenol [S]-cis-verbenol	SciTech s.r.o., Praha, Česká republika	Minimálně 6 týdnů
SEXOWIT	<i>Ips sexdentatus</i>	2-fenylethanol Ipsdienol α -pinen	Witasek Pflanzenschutz GmbH, Feldkirchen, Rakousko	8 – 9 týdnů dle počasí
TOMOWIT	<i>Tomicus piniperda</i> , <i>Tomicus minor</i>	N/A	Witasek Pflanzenschutz GmbH, Feldkirchen, Rakousko	8 – 9 týdnů dle počasí

2.2. Vybrané ekofyziologické charakteristiky zkoumaných druhů

2.2.1. Plodnost vybraných druhů v terénu

2.2.1.1. Lýkožrout borový

Průměrný počet nakladených vajíček, počet kukelních komůrek a počet mateřských galerií na jednu snubní komůrku byl zkoumán na lapácích z lokality Šemíkovice na území LS Třebíč v roce 2021. Využity byly výřezy z prvních tří sekcí lapáků (viz kapitola 2.1.1.2.), tedy ze spodní, střední a podkorunové části. Výřezy byly odkorněny v laboratoři a sledované parametry na požercích lýkožrouta borového označeny barevnými křídami a spočteny.

2.2.1.2. *Lýkožrout vrcholkový*

Průměrný počet nakladených vajíček, počet kukelních komůrek a počet mateřských galerií na jednu snubní komůrku byl zkoumán na lapácích z lokality na území LS Brandýs nad Labem v roce 2021. Využity byly výřezy z páté sekce lapáků (viz kapitola 2.1.1.1.), tedy z korunové části a větví. Výřezy byly odkorněny v laboratoři a sledované parametry na požercích lýkožrouta vrcholkového označeny barevnými křídami a spočteny.

2.2.1.2.1. *Pseudogamie u Lýkožrouta vrcholkového*

Odběr lýkožroutů vrcholkových pro sledování probíhal v roce 2021 na lokalitách, jejichž přehled je uveden v kapitole 2.1.1. Pro stanovení poměru pohlaví byli využiti jedinci z feromonových lapačů a lapáků, přičemž poměr pohlaví byl stanovován dle tvaru spodního ze tří zubů na krovkách. Tento zub je u samiček jednoduchý, u samců naopak široký a vykrojený na horním okraji do dvojzubu (Pfeffer, 1989). Anatomie pohlavních orgánů byla stanovována pitvou, přičemž kromě počtu oocytů v ovariolách byly z těla vyjmuty i spermathéky a barvením zjišťováno, zda se jedná o oplozené či neoplozené samice (viz. níže). Klonalita samic byla tam, kde to bylo možné, zjišťována podle pohlaví jejich potomstva v požerku dle práce Kirkendalla (1990). U několika sekcí se při rozboru podařilo vyjmout samice z mateřských chodeb a jejich potomstvo, které se nacházelo ve stádiu larev a kukel nechat dokončit vývoj do dospělců, u nichž bylo následně bezpečně identifikováno pohlaví.

2.2.1.2.1.1. *Postup barvení spermaték*

Pitva reprodukčních orgánů probíhala v Ringerově fyziologickém roztoku. Po vyjmutí kompletních pohlavních orgánů a jejich vyfotografování byla oddělena spermatéka a přenesena na podložní sklíčko do kapky destilované vody. Takto získané vzorky byly následně vysušeny (dle potřeby, cca 30minut) a obarveny May-Grünwald-Giemsovým barvením (běžná histologická metoda používaná k barvení krevních buněk; některé časové intervaly a počet cyklů vymývání byly upraveny od původního postupu):

- o fixáž v 100% methanolu – 10 minut (nebo dokud nedošlo k celkovému odparu)

- o barvení v May- Grünwald (Eosin – metylenová modř) – 8 minut
- o zbytek barvy odsát buničinou
- o barvení v Giemsa (Eosin-metylen-azurová modř) – 10 minut
- o zbytek barvy odsát buničinou
- o promytí fosfátovým pufrům dle Sørenseny - 2x 1min, 1x 5min
- o přebytek pufru odsát buničinou
- o promytí v destilované vodě – 1x 2min, 1x5min
- o přebytečná voda odsáta buničinou

Získané vzorky na podložním sklíčku byly ponechány k vyschnutí přes noc a poté zhotoveny trvalé preparáty zalitím do zalévacího media DePeX (směs polystyrenu a vytvrzovacích složek v xylenu). Trvalé preparáty byly ponechány po dobu ½ dne při pokojové teplotě a následně mikroskopovány při větších zvětšeních včetně imerze na světelném mikroskopu Olympus BX 51 s automatickým ovladačem BX-UCB; objektiv 100x/1.4 oil, ∞0.17, FN 26.5; oklášWH 10x/22 (Olympus opt., Tokyo, Japonsko). Proostření preparátu umožnilo posouzení plnosti spermatéky.

2.2.1.3. *Orthotomicus proximus*

Pro stanovení plodnosti lýkožroutů *Orthotomicus proximus* byly využity lapáky druhé série z lokalit na území LS Třebíč a LS Brandýs nad Labem v roce 2022. Na tomto materiálu byly spočteny následující charakteristiky: průměrný počet mateřských galerií na jednu snubní komůrku, počet nakladených vajíček na jednu mateřskou chodbu a líhivost vajíček. Výsledky z obou lokalit byly sloučeny, aby výpočty průměrů a směrodatných odchylek zahrnovaly dostatečně velký vzorek. Využity byly výřezy ze všech sekcí lapáků (definice viz kapitola 2.1.1.), odkorněny v laboratoři a sledované parametry na požercích lýkožrouta *Orthotomicus proximus* označeny barevnými křídami a spočteny.

2.2.2. Rychlost vývoje vybraných druhů

2.2.2.1. *Lýkožrout borový*

Rychlost vývoje u lýkožrouta borového byla sledována v napadených výřezech. Sendvičovou metodu nebylo možno využít kvůli charakteru kůry sekci kmene, které jsou pro vývoj I. borového vhodné. Základní chov probíhal v chovné místnosti v insektáriu s teplotou nastavenou na 22 °C a délkou dne na 18:6 hodin (foto:skotofáze). Do klecí s napadenými výřezy byly pravidelně přidávány čerstvé borové sekce o délce 0,5 m. Pro sledování teplotně závislé rychlosti vývoje došlo po jejich napadení ke kontrole stavu a při zjištění počínajících mateřských chodeb výřezy přemístěny do inkubátorů Sanyo MIR 253 (Sanyo Inc., Osaka, Japonsko) s teplotami 18, 21 a 25 °C. Inkubátory byly pravidelně kontrolovány a světlí vyletující dospělci zaznamenáni.

2.2.2.2. *Lýkožrout vrcholkový*

Pro studium rychlosti vývoje u lýkožrouta vrcholkového byla využita metodika zcela shodná s lýkožroutem borovým. Jedinou odlišností představovaly průměry a charakter borky použitých výřezů. Pro chov I. vrcholkového byly využívány 50 cm dlouhé sekce z větví a vrcholových partií kmene o průměru 5 – 12 cm.

2.2.3. Stav létací svaloviny, chladová odolnost a obsah vody, a zimování vybraných druhů

2.2.3.1. *Stav létací svaloviny pomocí tetrazoliových solí*

Po fixaci entomologickým špendlíkem za hrud' na pitvací misku (ventrální stranou dolů) byly lýkožroutům odpreparovány krovky. Po příčném nastřížení abdomenu a odstranění abdominálních tergí bylo vypreparováno tergum včetně létacích svalů, které se na něj upínají. Pitva probíhala na ledu v Ringerově fyziologickém roztoku pro

hmyz. Vypreparované létací svaly byly přeneseny do 1% roztoku soli tetrazolium violet (2,5-Diphenyl-3-(α -naphthyl) tetrazolium chloride, 2,5-Diphenyl-3-(1-naphthyl)tetrazolium chloride) v destilované deionizované vodě. Vzhledem k nutnosti zpracovat velké množství vzorků byly využity mikrotitrační ELISA destičky, do každé jamky napipetováno 100 μ l roztoku tetrazolia a následně vložen jeden vzorek létacích svalů. Vyhodnocení proběhlo po 30 minutách v temnu a chladu, delší inkubace nevedla k intenzivnějšímu zbarvení. Hodnocení zbarvení bylo subjektivní na stupnici 1 – 3, kde 3 byl aktivní jedinec s velmi intenzivním zbarvením svaloviny; 2 byl jedinec v časných fázích diapauzního vývoje s nižší intenzitou zbarvení; 1 byl plně diapauzní jedinec s velmi slabým nebo žádným zbarvením.

2.2.3.2. Chladová odolnost

Bod podchlazení je teplota, při které zmrzne voda v těle při postupném ochlazování. Měření probíhala na termostatu Ministat 240-cc (Huber, Offenburg, Německo) v kombinaci s dataloggerem TC-08 (Pico Technology, St. Neots, Velká Británie). Vzorek obsahoval vždy 20 jedinců, pro každou variantu pokusu.

2.2.3.3. Obsah vody

Čerstvá hmotnost byla stanovována jednotlivě pro každého jedince s použitím vah Sartorius (Sartorius AG, Göttingen, Německo) s citlivostí 0,01 mg. Suchá hmotnost byla stanovena usušením lýkožroutů v teplotě 65 °C po dobu 3 dnů. Takto zpracováno bylo vždy 20 jedinců při každé variantě pokusu.

2.2.3.4. Lýkožrout borový

2.2.3.4.1. Stav létacích svalů

Lýkožrouti borový pro biochemická stanovení byli odebíráni na území LS Buchlovice. Odběr brouků probíhal ze skládek vytěženého dříví, získaní brouci uloženi do autochladničky s ledem a po převozu ihned zpracováni. Odběry probíhaly od poloviny srpna 2021 do konce října 2021 v jedno až dvoutýdenních intervalech.

2.2.3.4.2. *Bod podchlazení a obsah vody*

Sledování bylo prováděno na dospělých lýkožrouta borového, kteří byli pravidelně odebíráni z venkovních podmínek lokality Bzenec na území LS Buchlovice od července 2021 do dubna 2022. Celkem proběhl sběr v 7 termínech, které jsou uvedeny níže. Pro případ odstranění skládek, z nichž byli brouci odebíráni, jsme skupinu napadených výřezů ponechali i ve venkovních podmínkách na zahradě Entomologického ústavu. Tato rezerva byla využita dvakrát, poprvé v lednu 2022 po odvozu dříví ze skládky na lokalitě Bzenec a v březnu 2022 pro srovnání postdiapauzních jedinců z Bzenec a Českých Budějovic.

Schéma odběrů bylo následující: Plně aktivní reprodukční jedinci byli získáni dne 12. července 2021, diapauzní jedinci, u nichž docházelo k postupnému zvyšování chladové odolnosti byli odebráni ve dnech 29. září, 20. října a 16 listopadu 2021. Postdiapauzní lýkožrouti s plnou mírou chladové odolnosti byli odebráni 20. ledna a 24. března 2022. Poslední odběr dospělců před počátkem jarního rojení proběhl 20 dubna 2022.

2.2.3.4.2.1. *Chladová odolnost při různě dlouhém vystavení nízkým teplotám*

Pro zjištění přežívání dospělců lýkožrouta borového při delší expozici podnulovým teplotám byly v červenci 2022 odebrány z lokality Brandýs nad Labem výřezy napadené lýkožroutem borovým. V laboratorních chovech byl monitorován vývoj dceřiné generace a když dosáhl stádia kukly, byly výřezy přeneseny do pěti chlazených inkubátorů Sanyo MIR 253 (Sanyo Inc., Osaka, Japonsko) tak, že v každém se nacházely dva výřezy. V inkubátorech byl nastaven krátký den (fotoperioda 12:12 (fotofáze: skotofáze)) a teplota 20 °C při světelné fázi dne a 10 °C při temnostní fázi dne. Ve dvoutýdenních intervalech docházelo ke snižování teploty, takže lýkožrouti byli postupně (vždy na dva týdny) konfrontováni s teplotním režimem 15 °C při fotofázi a 5 °C při skotofázi, 10 °C při fotofázi a 0 °C při skotofázi. Po následujících dvou týdnech byla teplota snížena na 0 °C při světelné fázi a -2 °C při temnostní fázi dne. V těchto podmínkách byly výřezy ponechány dva týdny a poté z jednoho inkubátoru vyjmuty a spočítány živí a mrtví jedinci. U živých jedinců byl následně změřen bod podchlazení a obsah vody v těle k posouzení stupně chladové odolnosti. Výřezy ve zbývajících

čtyřech inkubátorech byly vystaveny teplotám -5, -10, -15 a -20 °C, vždy po dobu 24 hodin. Poté byly výřezy vyjmuty a spočítáni mrtví a živí jedinci.

2.2.3.4.3. Zimování

Výřezy obsahující lýkožrouty borové pocházely z laboratorního chovu v konstantních podmínkách dlouhého dne 18:6 hodin (foto:skotofáze) a teploty 22 °C. V srpnu 2020 bylo z chovu vyjmuta 6 napadených výřezů, v nichž se nacházely převážně larvy druhého a třetího instaru. Výřezy byly umístěny do klecí, na jejichž dně se nacházela desetacentimetrová vrstva zhutněné zeminy a nad ní stejně silná vrstva oloupané suché borové kůry a jehličí. Ve dně byly otvory pro odtok vody. Ke dvěma napadeným výřezům byl do klece přidán vždy jeden čerstvý (**Obr. 4**). Pravidelně byl sledován průběh vývoje a poté, co většina potomstva dosáhla stádia dospělce počátkem října 2020, byly dva z původních šesti výřezů rozebrány a spočtení živí a mrtví dospělci I. borového. Klece byly umístěny venku v zahradě Entomologického ústavu až do března 2021. Poté byly výřezy z klecí vyjmuty, rozebrány a zjištěn počet živých lýkožroutů. Nakonec byla z klecí postupně vybírána i vrstva hrabanky a zeminy a v ní hledání živí lýkožrouti.



Obr. 4 – Klec, v níž probíhal experiment s přezimováním lýkožroutů borových

2.2.3.5. *Lýkožrout vrcholkový*

2.2.3.5.1. *Bod podchlazení a obsah vody*

Stanovení bodu podchlazení a obsahu vody v těle bylo provedeno u dospělců lýkožrouta vrcholkového, kteří pocházeli z lokality Majdalena na území LS Třeboň. První odběry proběhly, když se dalo předpokládat, že zjištěná chladová odolnost bude nejvyšší, tedy v období, kdy teploty dosahovaly dva týdny po sobě až -10 °C, dne 18. února 2021. Další odběr proběhl po oteplení trvajícím od 23. února 2021, během něžž teploty stouply na 12 až 17 °C, dne 5. března 2021. U druhého odběru bylo cílem zjistit, zda oteplení povede ke snížení chladové odolnosti. Plně aktivní reprodukční jedinci pak byli odebráni dne 10. srpna 2021. Všechny odběry proběhly z větví napadených stromů, přičemž část byla vytěžena a část vyvrácena větrem v únoru 2021.

2.2.3.5.2. *Zimování*

Počet jedinců lýkožrouta vrcholkového přezimujících v místě vývoje byl zjišťován z větví a vrcholových částí kmene stromů odebraných na území LS Třeboň. Využity byly části vývrátů i vytěžených stromů. Výřezy napadené I. vrcholkovým ve stádiu kukly či světlého dospělého byly v srpnu 2020 převezeny na zahradu Entomologického ústavu a v únoru 2021 odkorněny a spočítáni živí a mrtví jedinci I. vrcholkového a počet kukelních komůrek. Z rozdílu pak bylo vypočteno procento jedinců, kteří k zimování setrvali v místě vývoje.

2.2.3.6. *Orthotomicus proximus*

2.2.3.6.1. *Stav létací svaloviny a bod podchlazení*

Odběry z výřezů ponechaných ve venkovních podmínkách proběhly dne 12., 16. a 30. srpna 2022. Část výřezů byla zároveň dne 30. srpna zkrácena na délku 50 cm a přenesena do chlazených inkubátorů Sanyo MIR 253 (Sanyo Inc., Osaka, Japonsko), v nichž byly nastaveny následující podmínky: 1. skupina – konstantní teplota 5 °C a tma

2. skupina – konstantní teplota 0 °C a tma

3. skupina – konstantní teplota 26 °C, délka dne 22 : 2 (foto : skotofáze)

Z těchto výřezů byli v týdenních intervalech odebíráni dospělci a testována aktivita létacích svalů za pomoci tetrazoliových solí a měřen bod podchlazení (dle metodiky v kapitole 2.1.1.1.3). Odběry proběhly dne 7., 14., 21. září a 5. října 2022.

3. Výsledky

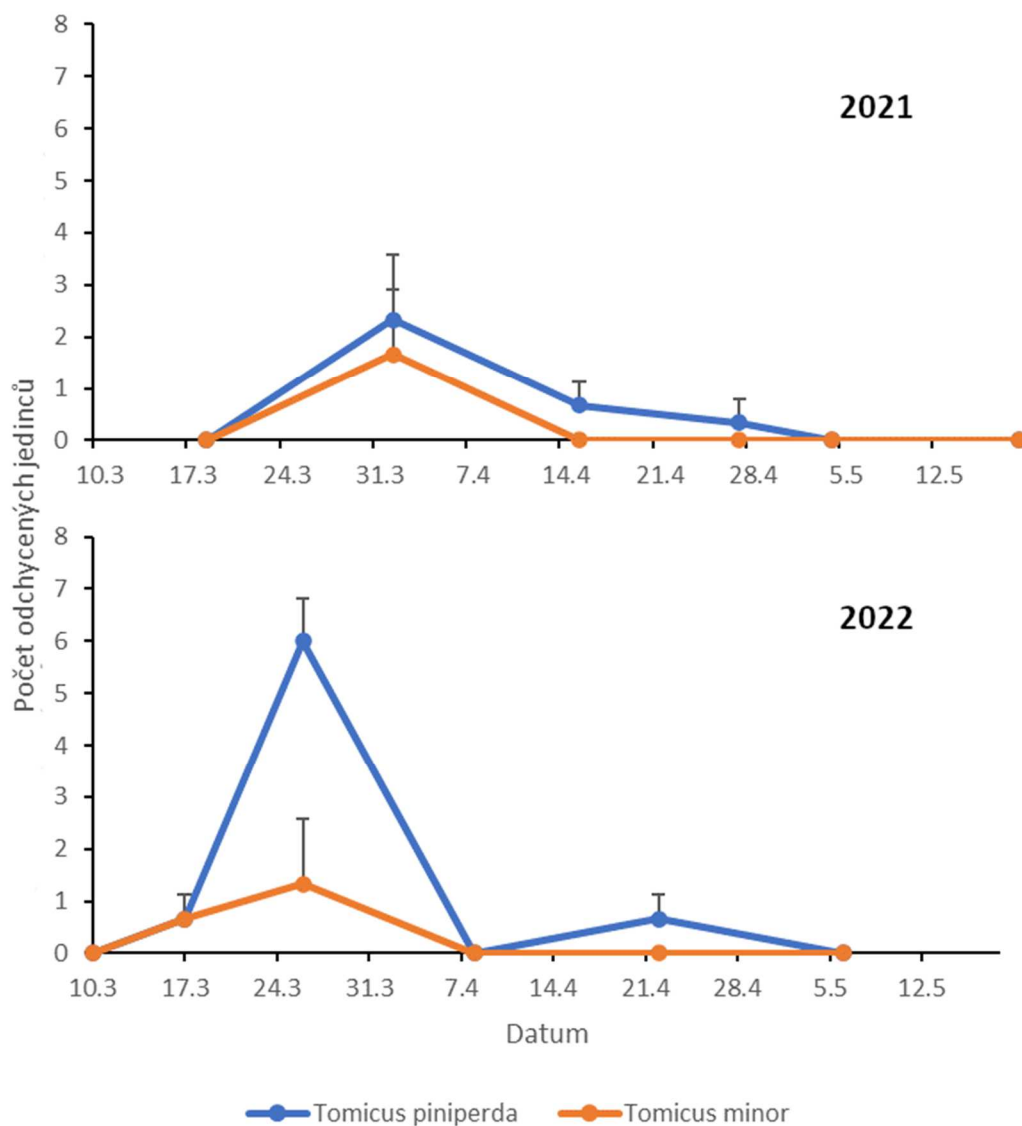
3.1. *Druhové spektrum podkorního hmyzu na borovici lesní, monitoring za pomoci lapačů a lapáků*

3.1.1. LS Brandýs nad Labem

3.1.1.1. *Odchyt lýkohubů rodu Tomicus do feromonových lapačů*

V roce 2021 bylo na sledované lokalitě zachyceno rojení lýkohuba sosnového i menšího shodně na počátku dubna. U l. sosnového letová aktivita trvala až do konce dubna, u l. menšího se jednalo o jediný odchyt, a to pouze na výše zmíněném počátku dubna (**Obr. 5**). Celkem bylo na sledované lokalitě do tří feromonových lapačů odchyceno 10 jedinců l. sosnového a 5 jedinců l. menšího.

V roce 2022 začalo rojení lýkohuba sosnového i menšího shodně v polovině března a vrchol rojení, během něž se odchytilo průměrně $6 \pm 0,82$ jedinců lýkohuba sosnového a $1,33 \pm 1,25$ lýkohubů menších, byl zaznamenán 26. března 2022. Tomuto termínu předcházelo teplotně příznivé období, kdy denní maxima dosahovala i více než 20 °C a denní teplotní průměry se pohybovaly kolem 10 °C. Od 26. března došlo k prudkému poklesu teplot i letové aktivity obou druhů lýkohubů. Letová aktivita lýkohuba sosnového připadala v dubnu 2022 na období, kdy maximální teploty překročily 20 °C, v případě l. menšího již žádní další jedinci odchyceni nebyli (**Obr. 5**). Celkem bylo na sledované lokalitě do tří feromonových lapačů odchyceno 22 jedinců l. sosnového a 6 jedinců l. menšího.

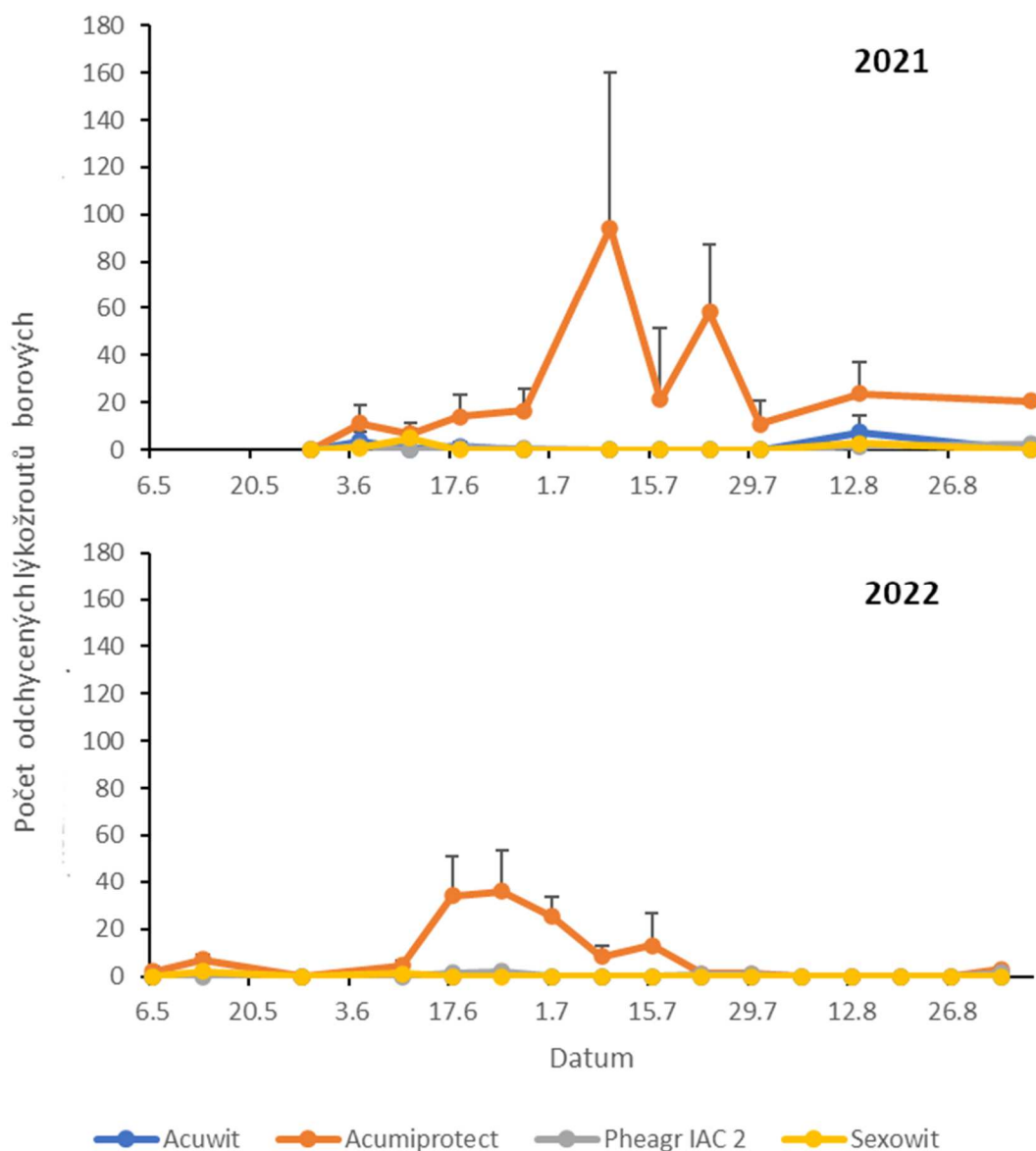


Obr. 5 Průměrné počty lýkohubů rodu *Tomicus*, které se podařilo odchytit na lokalitě Brandýs nad Labem do štěrbínových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky TOMOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů.

3.1.1.2. Odchyt lýkožroutů borových do feromonových lapačů

V průběhu vegetační sezóny 2021 byl zachycen jeden vrchol rojení I. borového. Jeho počátek připadl na první červencový týden a rojení dále pokračovalo až do třetí červencové dekády. Po tomto datu počty odchycených jedinců několikanásobně poklesly a v lapačích se objevovaly řádově jen desítky lýkožroutů borových (**Obr.6**). Po první zářijové dekádě již nebyli žádní další lýkožrouti boroví odchyceni.

V roce 2022 byly zaznamenány 2 vrcholy rojení lýkožrouta borového. První jedinci jarního rojení byli v lapačích nalezeni již na počátku května 2022. V tomto období dosahovaly průměrné teploty více než 20 °C, denní maxima i více než 30 °C. Poté byla letová aktivita přerušena a další odchyty zaznamenány až v červnu, kdy došlo k oteplení. Nejvíce dospělců připadlo na data sběru 17. a 24. června 2022, kdy odchyt dosáhl $34 \pm 17,05$, respektive $36 \pm 17,68$ lýkožroutů (**Obr. 6**). Světlí jedinci dceřiné generace se v lapačích začali objevovat v polovině července, od konce měsíce pak již byly odchyty jen velmi nízké, v řádech jednotek (**Obr. 6**).



Obr. 6 - Průměrné počty dospělých lýkožroutů borového, které se podařilo odchytil na lokalitě Brandýs nad Labem do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů s daným typem odparníku.

Za obě vegetační sezóny byl nejvyšší počet lýkožroutů borových odchyten do feromonových lapačů navzášených odparníky ACUMIPROTECT, a to celkem 1240 jedinců. V lapačích s ostatními typy odparníků bylo nalezeno pouze několik desítek jedinců. V lapačích s odparníkem SEXOWIT, který je určen přímo na I. borového, bylo zaznamenáno pouze 35 jedinců, ve variantách s odparníky Pheagr IAC a ACUWIT bylo zjištěno 38, resp. 42 jedinců (**Tab 5**).

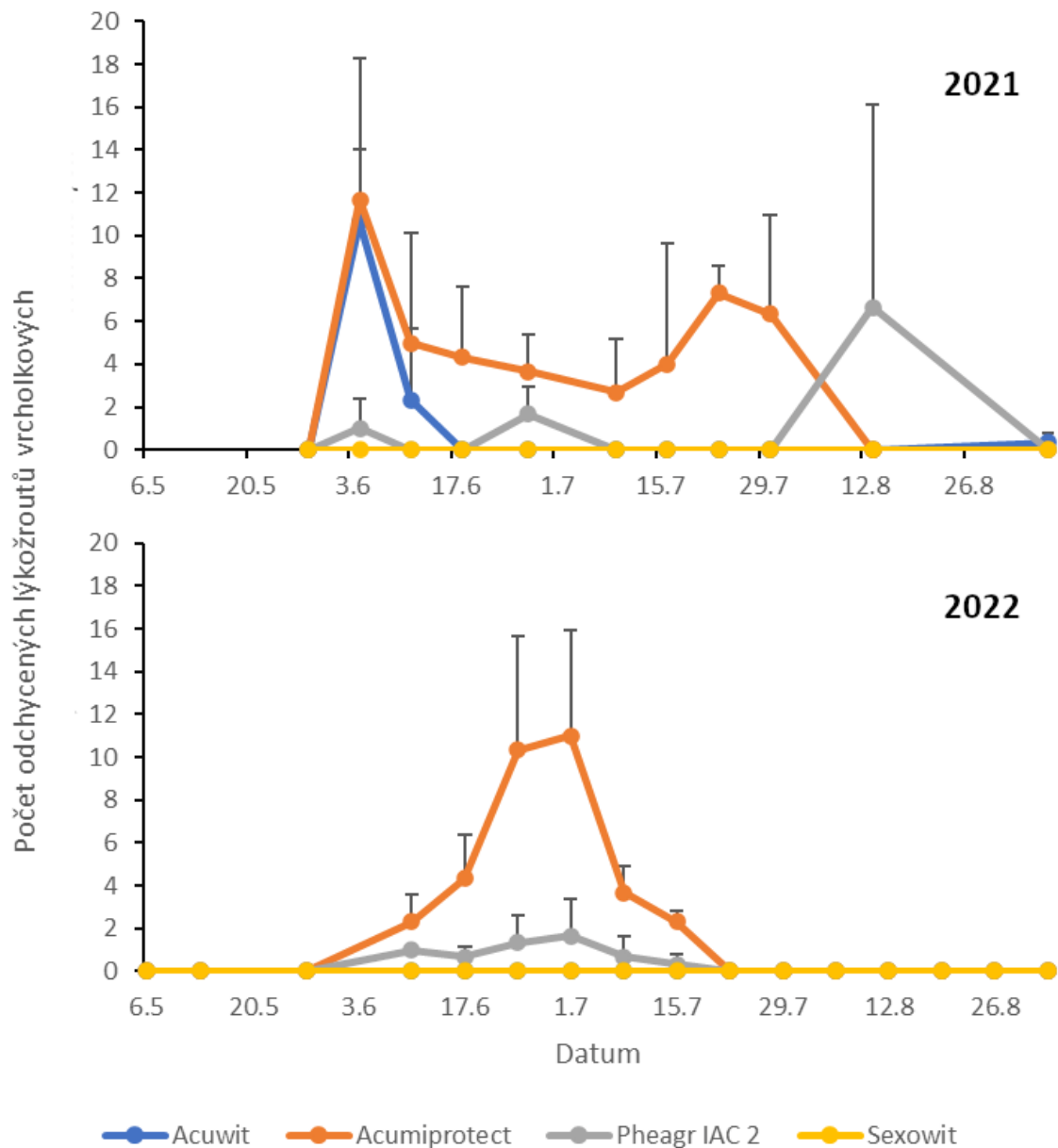
Tab 5 Celkový počet lýkožroutů borových odchycených na lokalitě Brandýs nad Labem za vegetační sezónu 2021 a 2022 do lapačů s jednotlivými typy testovaných feromonových odparníků. Výsledné číslo představuje součet dat ze tří lapačů.

Typ odparníku	Celkový počet odchycených lýkožroutů borových
ACUWIT	42
ACUMIPROTECT	1240
Pheagr IAC	38
SEXOWIT	35

3.1.1.3. Odchyt lýkožroutů vrcholkových do feromonových lapačů

V roce 2021 byly na sledované lokalitě zachyceny dva vrcholy rojení lýkožrouta vrcholkového. Za počátek rojení a současně období s nejvyššími odchty v rámci vegetační sezóny 2021 lze považovat přelom května a června. V tomto období se lýkožrouti vrcholkové vyskytovali převážně v zařízeních s feromonovým odparníkem ACUWIT a ACUMIPROTECT. Následoval prudký pokles a odchty spíše v řádu jednotlivých dospělců. Opětovný nárůst letové aktivity byl zaznamenán od třetího červencového týdne, a to převážně do lapačů s odparníky ACUMIPROTECT. Období zvýšené letové aktivity trvalo ještě po následující dva týdny, ovšem především v druhém týdnu byly vyšší počty odchycených jedinců zaznamenány pouze v lapačích navnazených Pheagrem IAC (**Obr. 7**).

V roce 2022 byl zaznamenán jeden vrchol rojení lýkožrouta vrcholkového. Výskyt prvních dospělců ve feromonových lapačích byl zaznamenán na konci května. Závěr května byl spíše chladný a k nárůstu teplot došlo až v červnu, kdy denní maxima na osluněném stanovišti několikrát dosáhla až ke 40 °C. Do tohoto období připadly i nejvyšší počty odchycených jedinců. Vůbec nejvíce lýkožroutů vrcholkových bylo v lapačích nalezeno 1. července 2022, a to $11 \pm 4,9$ ve variantě s odparníky ACUMIPROTECT. Rojení trvalo až do konce července, poté se zastavilo a žádní další lýkožrouti nebyli odchyceni (**Obr. 7**).



Obr. 7 - Průměrné počty dospělců lýkožrouta vrcholkového, které se podařilo odchytit na lokalitě Brandýs nad Labem do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů s daným typem odparníku.

Nejvyšší celkové počty odchycených lýkožroutů vrcholkových byly za obě vegetační sezóny zaznamenány v lapačích s feromonovými odparníky ACUMIPROTECT - celkem 237 jedinců. Druhý nejvyšší odchyt byl dosažen v lapačích s feromonovými odparníky Pheagr IAC – 45 jedinců. Ve variantě ACUWIT bylo nalezeno celkem 40

dospělců. Ve feromonových lapačích s odparníky SEXOWIT pro lákání lýkožrouta borového nebyl za celou dobu sledování nalezen žádný lýkožrout vrcholkový. (**Tab 6**).

Tab 6 Celkový počet lýkožroutů vrcholkových odchycených za vegetační sezónu 2021 a 2022 na lokalitě Brandýs nad Labem jednotlivými typy testovaných feromonových odparníků. Výsledné číslo představuje součet dat ze tří lapačů.

Typ odparníku	Celkový počet odchycených lýkožroutů vrcholkových
ACUWIT	40
ACUMIPROTECT	237
Pheagr IAC	45
SEXOWIT	0

3.1.1.4. Rozbor vzorků ze stromových lapáků

3.1.1.4.1. Vegetační sezóna 2021

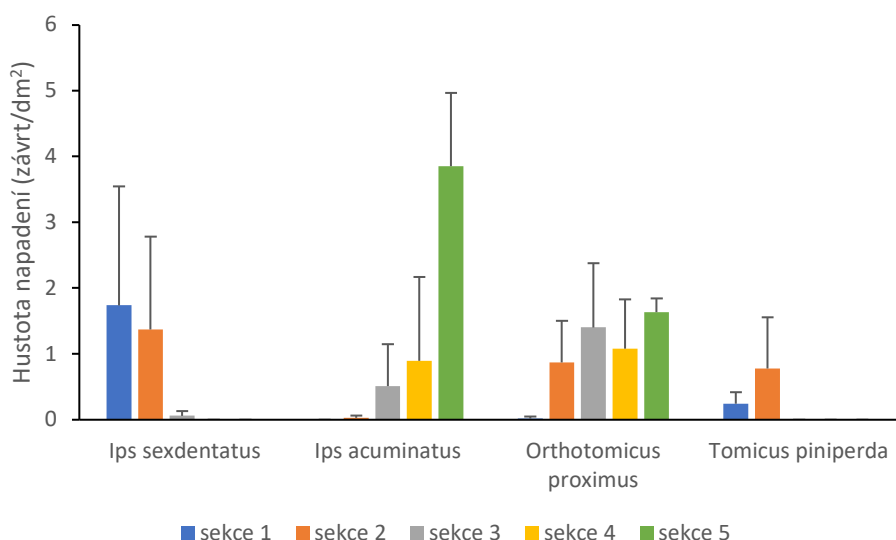
Ve spodní části kmene (sekce 1) dominoval lýkožrout borový s průměrnou hustotou napadení $1,74 \pm 1,81$ závrtu/dm². Druhým nejčtenějším druhem byl lýkohub *Tomicus piniperda*, jehož průměrná hustota napadení dosáhla $0,24 \pm 0,03$ závrtu/dm². (**Obr. 8**).

Ve výřezech ze střední části kmene (sekce 2) se nejčteněji vyskytoval rovněž lýkožrout borový s průměrnou hustotou napadení $1,37 \pm 1,14$ závrtu/dm². Od této výšky se však začal ve střední části vyskytovat lýkožrout *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,87 \pm 0,63$ závrtu/dm². Dále byl v analyzovaných výřezech zastoupen i lýkohub *Tomicus piniperda* s hustotou napadení $0,78 \pm 0,78$ závrtu/dm². Ve výřezech se dále v menším množství nacházel i lýkožrout vrcholkový.

V podkorunové části kmene (sekce 3) pak byl nejčteněji zastoupen *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $1,4 \pm 0,98$ závrtu/dm² a lýkožrout vrcholkový, jehož hustota napadení dosáhla $0,51 \pm 0,07$ závrtu/dm².

V korunové části lapáků (sekce 4) byl nejčteněji zastoupen lýkožrout *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $1,07 \pm 0,75$ závrtu/dm² a lýkožrout vrcholkový, jehož hustota napadení dosáhla $0,89 \pm 1,27$ závrtu/dm².

Ve vrcholové části a větvích (sekce 5) dominoval lýkožrout vrcholkový s hustotou napadení $3,85 \pm 1,11$ závrtu/dm². Poměrně hojně byl zastoupen i *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $1,63 \pm 0,21$ závrtu/dm² (**Obr. 8**).



Obr 8 – Průměrná hustota napadení borových lapáků na lokalitě Brandýs nad Labem v roce 2021. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost různých části kmene, vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrtů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 je definována ve výšce 1-4 m nad zemí, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13 – 17 m a sekce 5 ve výšce nad 17 m včetně větví.

3.1.1.4.2. Vegetační sezóna 2022

3.1.1.4.2.1. Lapáky první série

V místech, kde lapáky přicházely do styku s podkladem, došlo k plošnému žíru lýkohuby rodu *Tomicus* (**Obr. 9**). Toto poškození nebylo při kontrolách lapáků patrné a jeho zjištění umožnilo až rozřezání na sekce a manipulace při odvozu. Žír se vyskytoval na všech třech lapácích přibližně od konce sekce 2 do sekce 4. Na ožrané ploše se vyskytovalo jen minimum živých lýkohubů, takže se lze domnívat, že dospělci po dokončení žíru místa opustili a přelétli jinam.



Obr. 9 – Plošný žír na spodní straně lapáků první série na lokalitě Brandýs nad Labem.

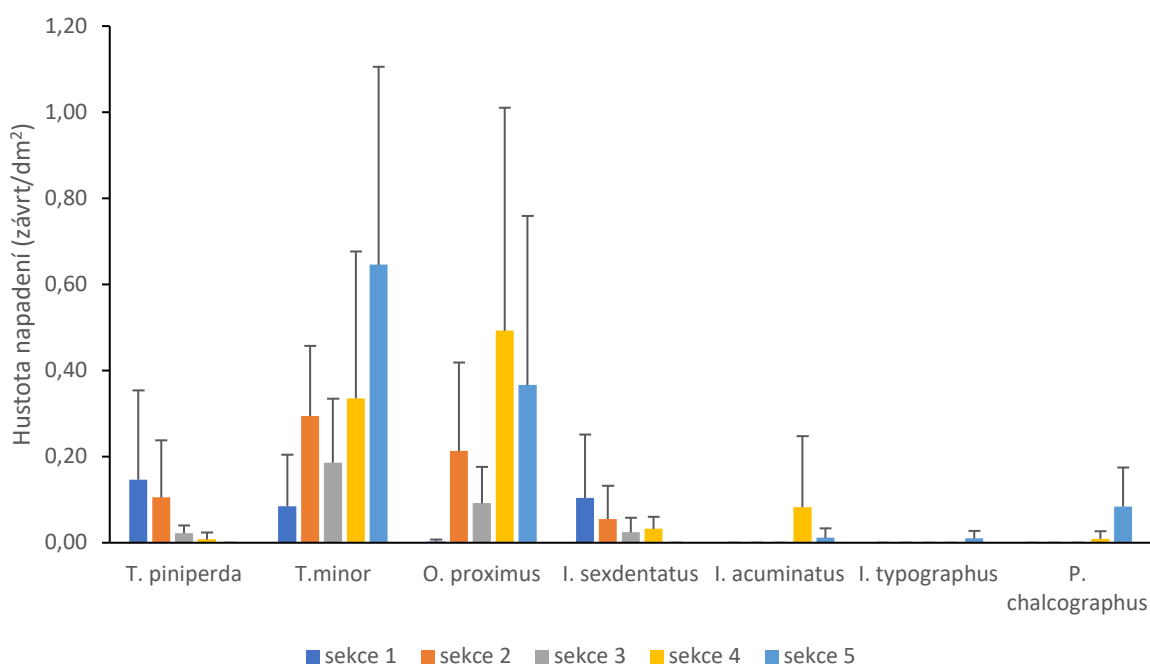
Ve spodní části kmene (sekce 1) se nacházel především lýkohub sosnový s průměrnou hustotou napadení $0,15 \pm 0,21$ závrtu/dm². Druhým nejčastějším druhem byl lýkožrout borový s hustotou napadení $0,10 \pm 0,15$ závrtu/dm². Ve výřezech se nacházel i lýkohub menší (**Obr. 10**).

Ve výřezech ze střední části kmene (sekce 2) se vyskytoval převážně lýkohub menší s hustotou napadení $0,29 \pm 0,16$ závrtu/dm². Druhým nejčetnějším druhem byl *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,21 \pm 0,21$ závrtu/dm². Dále byl významněji zastoupen i lýkohub sosnový a lýkožrout borový.

V podkorunové části kmene (sekce 3) se opět vyskytoval převážně lýkohub menší s hustotou napadení $0,19 \pm 0,15$ závrtu/dm², dále pak *Orthotomicus proximus*, lýkožrout borový a lýkohub sosnový.

V korunové části (sekce 4) byla nejvyšší hustota napadení zaznamenána u lýkožrouta *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,49 \pm 0,52$ závrtu/dm². Poměrně čteně byl ještě zastoupen lýkohub menší s hustotou napadení $0,34 \pm 0,34$ závrtu/dm². Ve výřezech se také vyskytoval lýkožrout vrcholkový ($0,08 \pm 0,17$ závrtu /dm²), lýkožrout borový, lýkohub menší a sosnový a také lýkožrout lesklý.

Ve vrcholové části a větvích (sekce 5) byl nevíce zastoupen lýkohub menší s hustotou napadení $0,65 \pm 0,46$ závrtů/dm² a *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,37 \pm 0,39$ závrtů/dm². Dále byl také zaznamenán lýkožrout lesklý, lýkožrout smrkový a lýkožrout vrcholkový (**Obr. 10**).



Obr. 10 – Průměrná hustota napadení tří borových lapáků položených v únoru 2022 na lokalitě Brandýs nad Labem. Odvoz proběhl počátkem května 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost na různých částech kmene, vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrtů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 je definována ve výšce 1-4 m nad zemí, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 ve výšce nad 17 m včetně větví.

3.1.1.4.2.2. Lapáky druhé série

Ve spodní části kmene (sekce 1) se nacházel téměř výhradně lýkožrout borový s hustotou napadení $0,17 \pm 0,11$ závrtů/dm². Řídce byl zaznamenán i *Pityogenes quadridens* a lýkohub sosnový (**Obr. 11**).

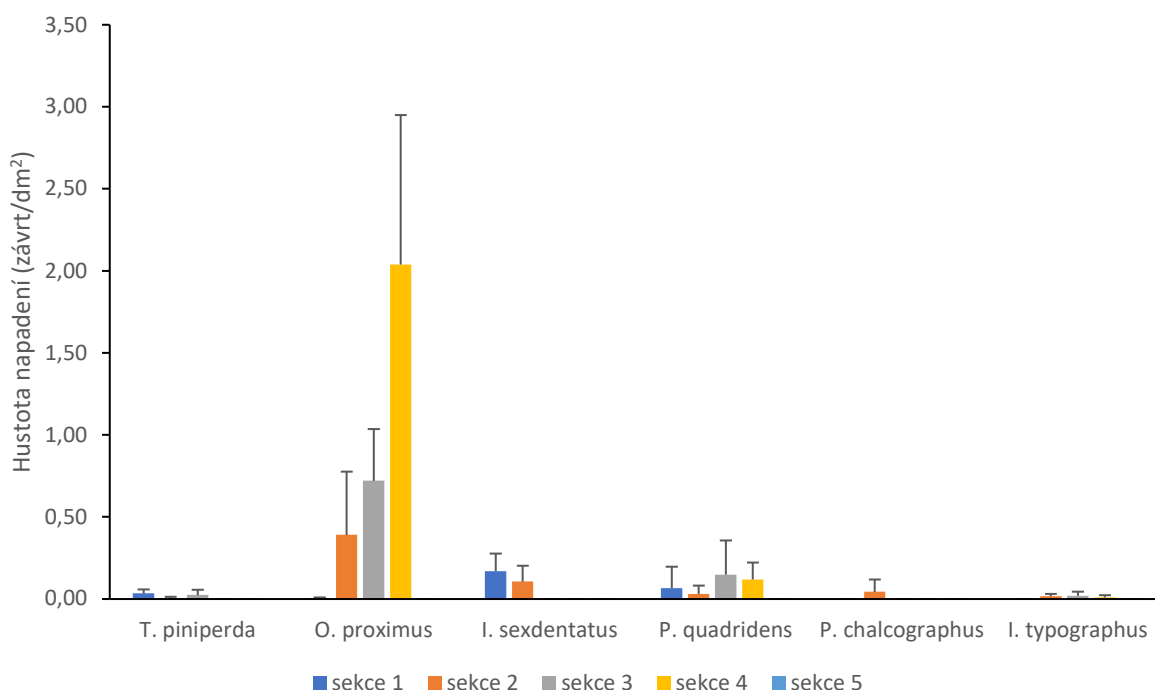
Ve střední části kmene (sekce 2) se nacházel lýkožrout *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,39 \pm 0,38$ závrtů/dm². Druhým nejčetnějším druhem byl lýkožrout

borový s hustotu napadení $0,11 \pm 0,09$ závrtu/dm². Dále byl zaznamenán i lýkožrout lesklý, *Pityogenes quadridens* a lýkožrout smrkový.

V podkorunové části kmene (sekce 3) se opět nejčetněji nacházel lýkožrout *Orthotomicus proximus*: $0,72 \pm 0,32$ závrtu/dm², druhým nejčetnějším druhem byl *Pityogenes quadridens* s hustotu napadení $0,15 \pm 0,021$ závrtu/dm². Méně četně se vyskytl lýkožrout smrkový.

V korunové části lapáků (sekce 4) se nacházel téměř výhradně *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $2,04 \pm 0,91$ závrtu/dm², dále pak *Pityogenes quadridens* a lýkožrout smrkový.

Vrcholová část (sekce 5) nebyla napadena (**Obr. 11**).



Obr. 11 – Průměrná hustota napadení tří borových lapáků druhé série, které byly položeny počátkem května 2022 na lokalitě Brandýs nad Labem. K odvozu došlo v polovině července 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna četnost na různých částech kmene, vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrtů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 je definována ve výšce 1-4 m nad zemí, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13 – 17 m a sekce 5 ve výšce nad 17 m včetně větví.

3.1.1.4.2.3. Lapáky třetí série

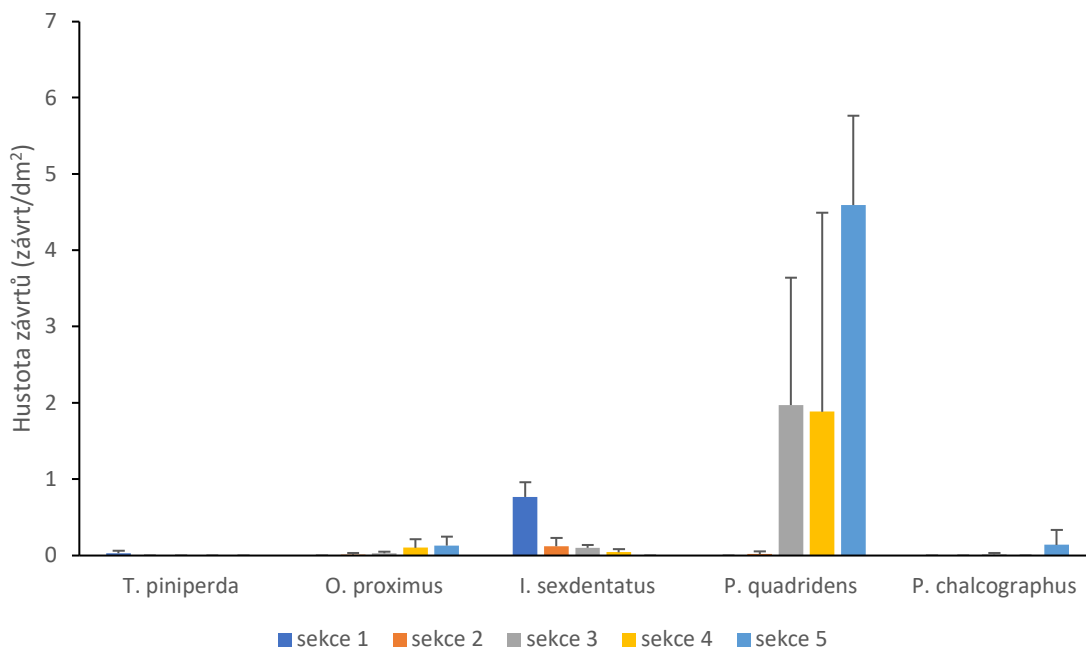
Ve spodní části kmene (sekce 1) převládal lýkožrout borový s hustotou napadení $0,77 \pm 0,19$ závrtu/dm², výrazně méně pak lýkohub sosnový ($0,03 \pm 0,04$ závrtu/dm²) (**Obr. 12**).

Hustota napadení střední části kmene (sekce 2) byla velmi nízká. Nacházel se zde lýkožrout borový ($0,12 \pm 0,11$ závrtu/dm²), *Pityogenes quadridens* ($0,02 \pm 0,04$ závrtu/dm²) a *Orthotomicus proximus* ($0,01 \pm 0,02$ závrtu/dm²).

V podkorunové části kmene (sekce 3) byl zaznamenán především *Pityogenes quadridens* s hustotou napadení $1,97 \pm 1,67$ závrtu/dm² dále lýkožrout borový ($0,1 \pm 0,04$ závrtu/dm²), *Orthotomicus proximus* a lýkžrout lesklý.

V korunové části kmene (sekce 4) dominoval *Pityogenes quadridens* s hustotou napadení $1,88 \pm 2,61$ závrtu/dm². Ve výrazně menších počtech se ve výřezech nacházel ještě lýkožrout borový a *Orthotomicus proximus*.

Ve vrcholové části a větvích byl opět zaznamenán především *Pityogenes quadridens* s hustotou napadení $4,59 \pm 1,17$ závrtu/dm², dále pak lýkožrout lesklý ($0,14 \pm 0,19$ závrtu/dm²) a *Orthotomicus proximus* ($0,13 \pm 0,11$ závrtu/dm²) (**Obr. 12**).



Obr. 12 – Průměrná hustota napadení tří borových lapáků třetí série, které byly položeny dne 16. července 2022 na lokalitě Brandýs nad Labem. K odvozu lapáků došlo dne 7. září 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost na různých částech kmene, vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrťů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 je definována ve výšce 1-4 m nad zemí, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13 – 17 m a sekce 5 ve výšce nad 17 m včetně větvi.

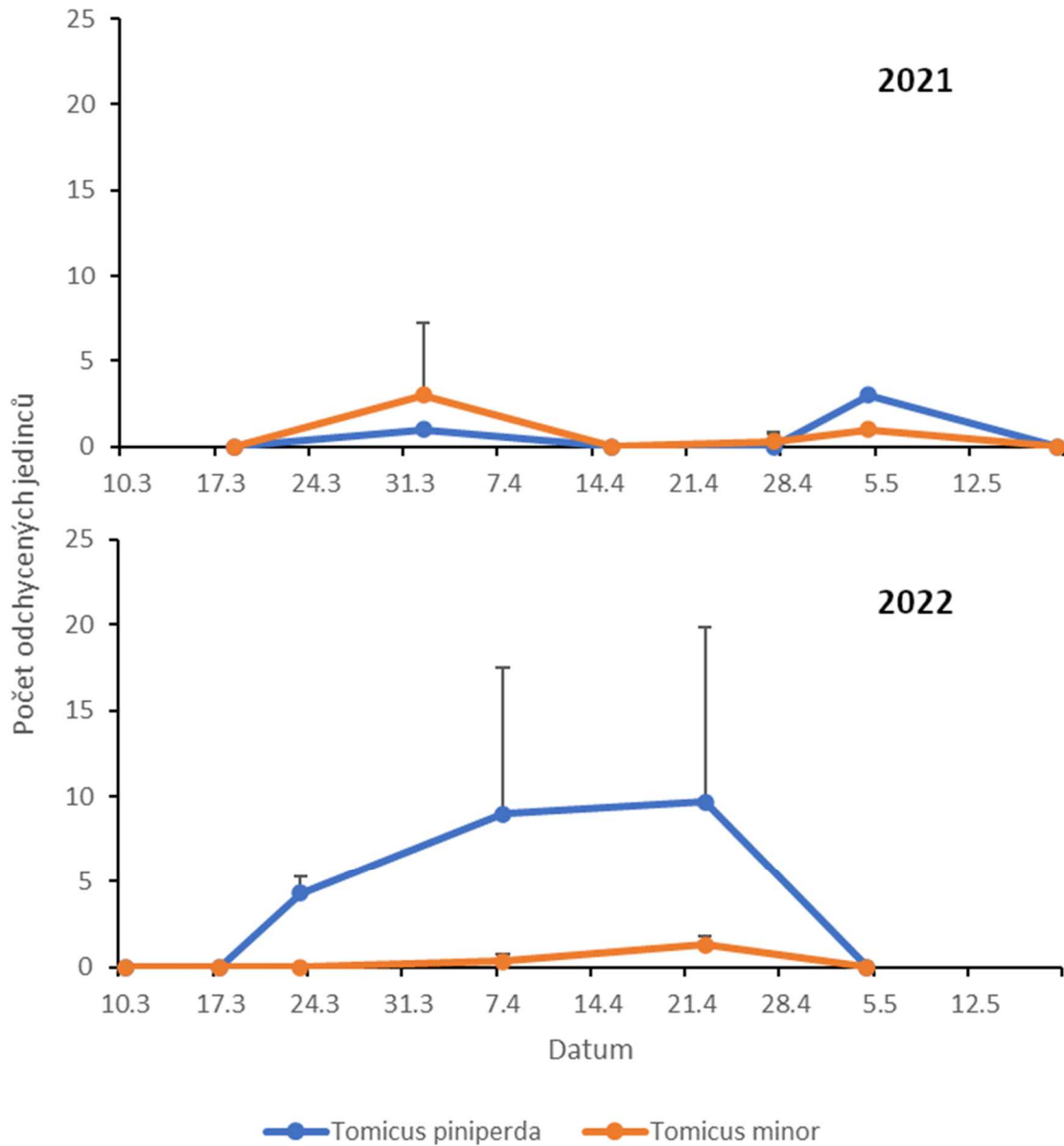
3.1.1. LS Třebíč

3.1.1.1. Odchyt lýkohubů rodu *Tomicus* do feromonových lapačů

Ve vegetační sezóně 2021 lze odchvy rozdělit v podstatě do dvou termínů. První rojící se dospělci lýkohuba sosnového i menšího se v lapačích objevili shodně na počátku dubna 2021. Pokračování rojení pak bylo zaznamenáno opět u obou druhů shodně na počátku května (**Obr. 13**). Celkem bylo na sledované lokalitě do tří feromonových lapačů odchyceno 12 jedinců l. sosnového a 13 jedinců l. menšího.

V roce 2022 začala letová aktivita lýkohuba sosnového ve třetí březnové dekádě, kdy denní teplotní průměry překročily 5 °C a denní maxima se pohybovala mezi 20 a 25 °C. Rojení pokračovalo celý následující měsíc, během něhož se vyskytlo několik teplotně příznivých epizod, kdy denní průměry dosahovaly 10 – 15 °C a maxima 20 – 25 °C. Dospělci lýkohuba menšího byli v lapačích zaznamenáni až v dubnu a jen ve

velmi nízkém počtu (**Obr. 13**). Celkem bylo odchyceno 69 lýkohubů sosnových a 5 lýkohubů menších.

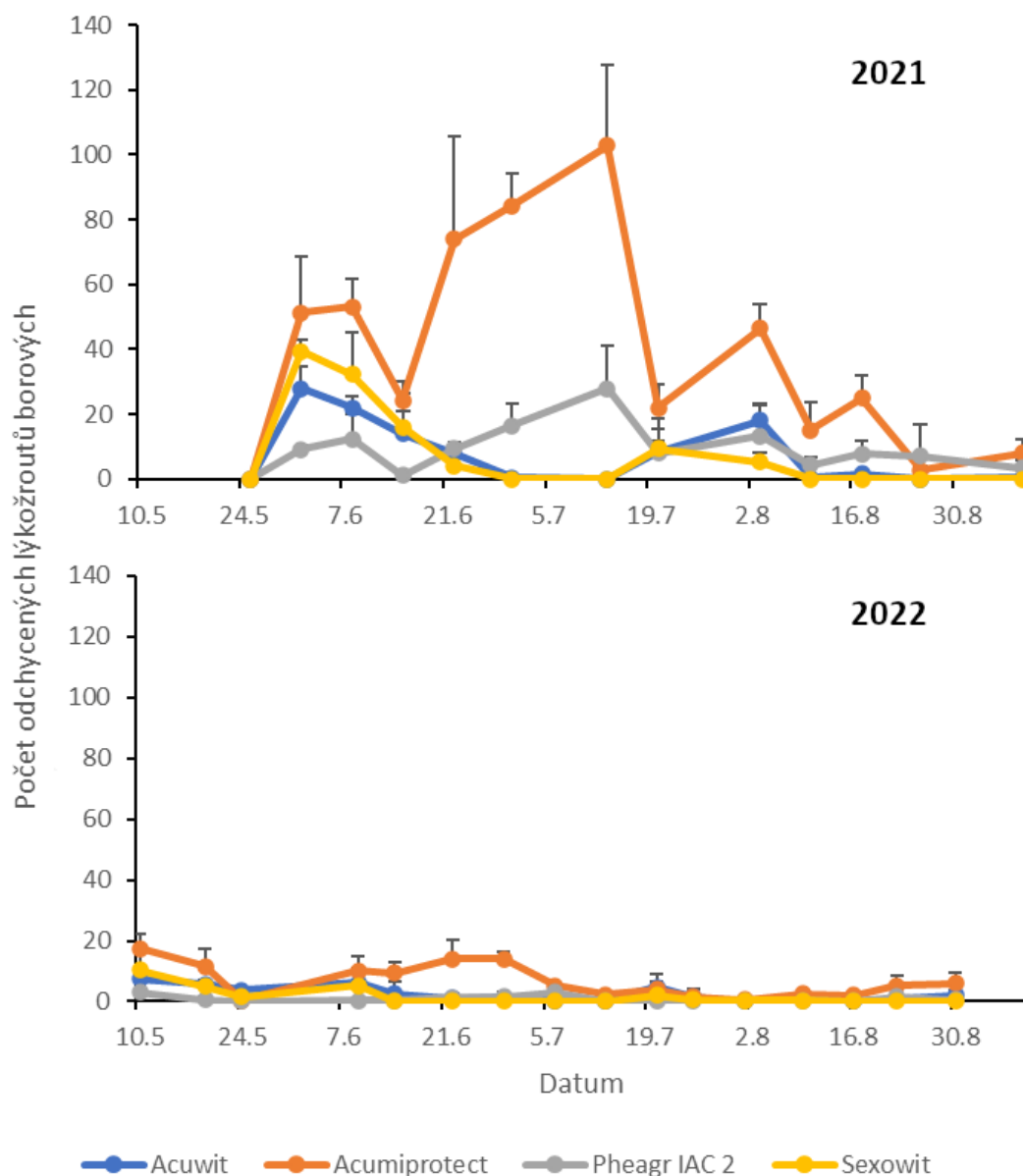


Obr.13 Průměrné počty lýkohubů rodu *Tomicus*, které se podařilo odchytit na lokalitě Třebíč do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky TOMOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů.

3.1.1.2. Odchyt lýkožroutů borových do feromonových lapačů

V průběhu vegetační sezóny 2021 byly zachyceny tři vrcholy rojení lýkožrouta borového. První dospělci začali vyletovat na počátku června, ovšem letová aktivita byla v následujících dnech přerušena chladným počasím (**Obr. 14**). K jejímu obnovení došlo až v posledním červnovém týdnu a následoval vzestupný trend trvající až do poloviny července 2021, kdy průměrná výše odchytů do lapače s feromonovým odparníkem ACUMIPROTECT dosáhla $102,6 \pm 7,1$ lýkožroutů borových. Následoval prudký pokles odchytů přerušovaný až na počátku srpna krátkým obdobím aktivity, kterou ukončilo ochlazení (**Obr. 14**). Letuschopní jedinci byli zaznamenáni ve větším množství ještě ve třetí srpnové dekádě. Do konce vegetační sezóny 2021 se pak v lapačích objevovali již jen jednotliví dospělci (**Obr 14**), přičemž od počátku září nebyli žádní další lýkožrouti boroví odchyceni.

Ve vegetační sezoně 2022 byly zaznamenány 3 vrcholy rojení. Letová aktivita začala v první květnové dekádě, kdy bylo odchyceno průměrně $9,67 \pm 7,41$ jedinců do lapačů s odparníkem ACUMIPROTECT. V této době dosahovala denní maxima i více než 25 °C. Rojení bylo následně přerušeno ochlazením ve třetí dekádě května. Po nárůstu teplot v červnu došlo k obnovení letové aktivity a nejvíce lýkožroutů borových bylo odchyceno od 21. do 29. června 2022, kdy nejvyšší počet odchycených lýkožroutů dosáhl $14 \pm 6,16$, respektive $14 \pm 2,16$ jedince v lapačích s odparníkem ACUMIPROTECT (**Obr. 14**). Od počátku července se v lapačích začali objevovat světlí jedinci dceřiné generace, ovšem odchyty byly nízké. K nárůstu došlo opět na konci srpna ($6 \pm 3,74$ lýkožroutů), ovšem poté již nebyli až do konce sledování žádní brouci odchyceni (**Obr. 14**).



Obr. 14 - Průměrné počty dospělých lýkožroutů borového, které se podařilo odchytit na lokalitě Třebíč do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů s daným typem odparníku.

Nejvyšší počet lýkožroutů borových se za obě vegetační sezóny podařilo odchytat do feromonových lapačů navzášených odparníky ACUMIPROTECT, a to celkem 1846 jedinců za celou dobu sledování. V lapačích s ostatními typy odparníků bylo nalezeno méně lýkožroutů.. Konkrétně v lapačích s odparníkem SEXOWIT, který je určen přímo

na I. borového, bylo zaznamenáno 392 jedinců, ve variantách s odparníky Pheagr IAC a ACUWIT bylo zjištěno 423, resp. 421 jedinců (**Tab 7.**).

Tab 7 Celkový počet lýkožroutů borových odchycených na lokalitě Třebíč za vegetační sezónu 2021 a 2022 do lapačů s jednotlivými typy testovaných feromonových odparníků. Výsledné číslo představuje součet dat ze tří lapačů.

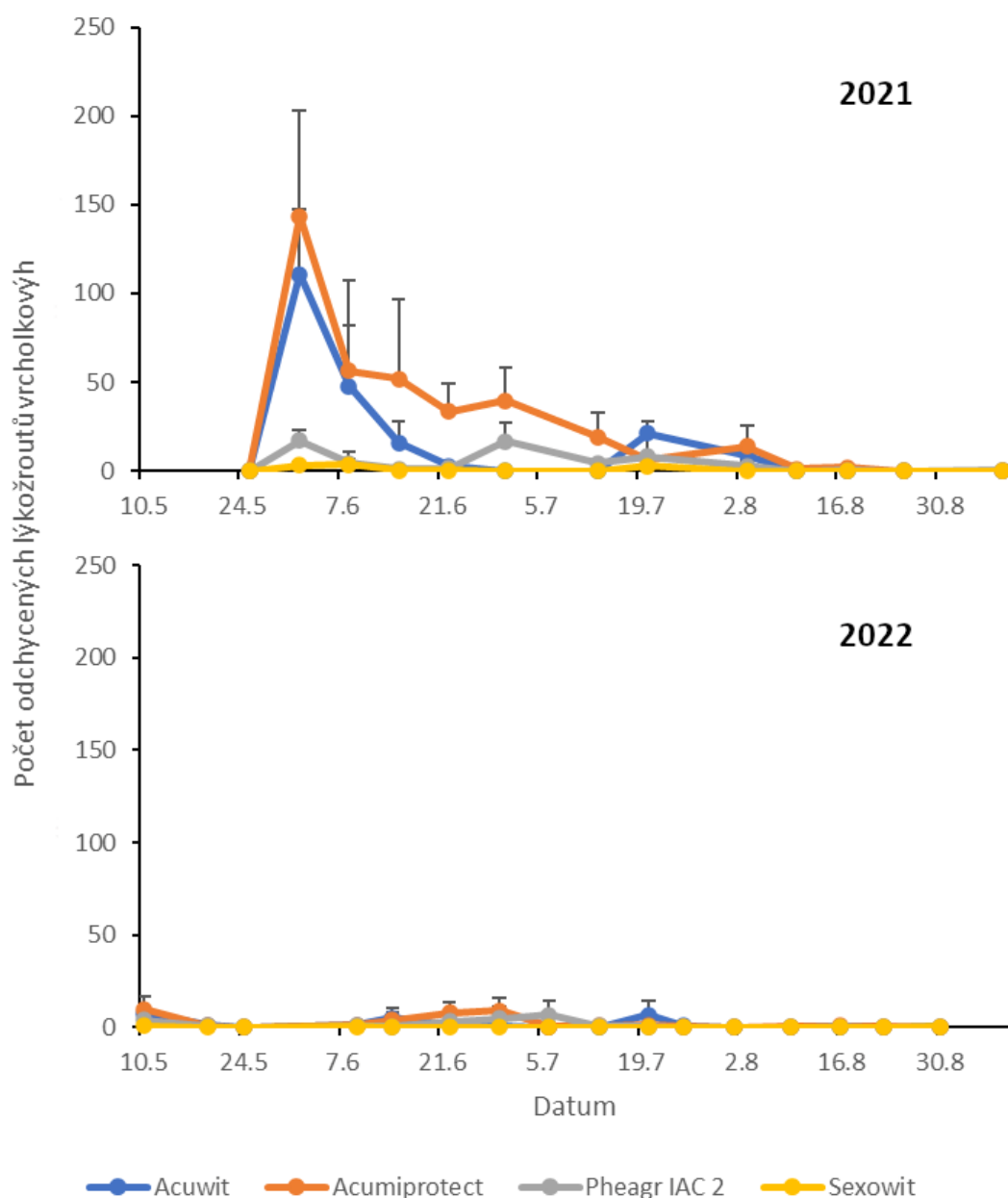
Typ odparníku	Celkový počet odchycených lýkožroutů borových
ACUWIT	421
ACUMIPROTECT	1846
Pheagr IAC	423
SEXOWIT	392

3.1.1.3. Odchyt lýkožroutů vrcholkových do feromonových lapačů

V roce 2021 byl na sledované lokalitě zachycen jeden vrchol rojení lýkožrouta vrcholkového, a to na počátku června 2021. Odchyty v počtech kolem 50 jedinců na lapač následně pokračovaly v průběhu celého měsíce. V červenci a v srpnu došlo k poklesu provázenému nízkými počty odchycených jedinců, přičemž maxima bylo dosaženo v týdnu do 20. července 2021, kdy průměrná velikost vzorku dosáhla $21,33 \pm 4,90$ lýkožroutů vrcholkových v lapačích s feromonovými odparníky ACUWIT. V tomto období rovněž došlo k rojení dceřiné generace, což se projevilo výskytem většího množství jedinců s ne zcela ztmavlou kutikulou. Nejvyšších odchytů bylo dosaženo v zařízeních s feromonovými odparníky ACUWIT a ACUMIPROTECT. (**Obr. 15**).

V roce 2022 začala letová aktivita lýkožrouta vrcholkového v první květnové dekádě, kdy denní maxima dosahovala 25 °C. Počty odchycených jedinců poté poklesly navzdory teplému a slunečnému počasí, kdy maxima překračovala 30 °C a denní průměry se pohybovaly kolem 20 °C. Následné ochlazení vedlo k úplnému přerušení rojení. Další vrchol tak byl zaznamenán ve druhé polovině června, kdy denní maxima přesahovala 30 °C. Nejvyšší počet odchycených jedinců v této době dosáhl $9 \pm 6,68$ v lapačích s feromonovými odparníky ACUMIPROTECT. Od počátku července se ve

vzorcích začali objevovat světlí brouci dceřiné generace. Poslední vyšší odchyt byl zaznamenán 20. července 2022 v lapačích s feromony ACUWIT. Po tomto datu došlo k poklesu letové aktivity a od 16. srpna nebyli žádní další lýkožrouti vrcholkoví odchyceni (**Obr. 15**).



Obr. 15 - Průměrné počty dospělců lýkožrouta vrcholkového, které se podařilo odchytit na lokalitě Třebíč do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů s daným typem odparníku.

Nejvyšší celkové počty odchycených lýkožroutů vrcholkových byly za obě vegetační sezóny zaznamenány v lapačích s feromonovými odparníky ACUMIPROTECT - celkem 1210 jedinců. Druhý nejvyšší odchyt byl dosažen v lapačích s feromonovými odparníky ACUWIT - 694 jedinců. Ve variantě Pheagr IAC bylo nalezeno celkem 233 dospělců. Ve feromonových lapačích s odparníky SEXOWIT pro lákání lýkožrouta borového bylo nalezeno 35 jedinců lýkožrouta vrcholkového. (**Tab 8**).

Tab 8 Celkový počet lýkožroutů vrcholkových odchycených za vegetační sezónu 2021 a 2022 na lokalitě Třebíč jednotlivými typy testovaných feromonových odparníků. Výsledné číslo představuje součet dat ze tří lapačů.

Typ odparníku	Celkový počet odchycených lýkožroutů vrcholkových
ACUWIT	694
ACUMIPROTECT	1210
Pheagr IAC	233
SEXOWIT	35

3.1.1.4. Rozbor vzorků ze stromových lapačů

3.1.1.4.1. Vegetační sezóna 2021

Spodní část kmene (sekce 1) byla napadena pouze lýkožroutem borovým, s průměrnou hustotou napadení $1,47 \pm 0,18$ závrtu/dm². (**Obr. 16**).

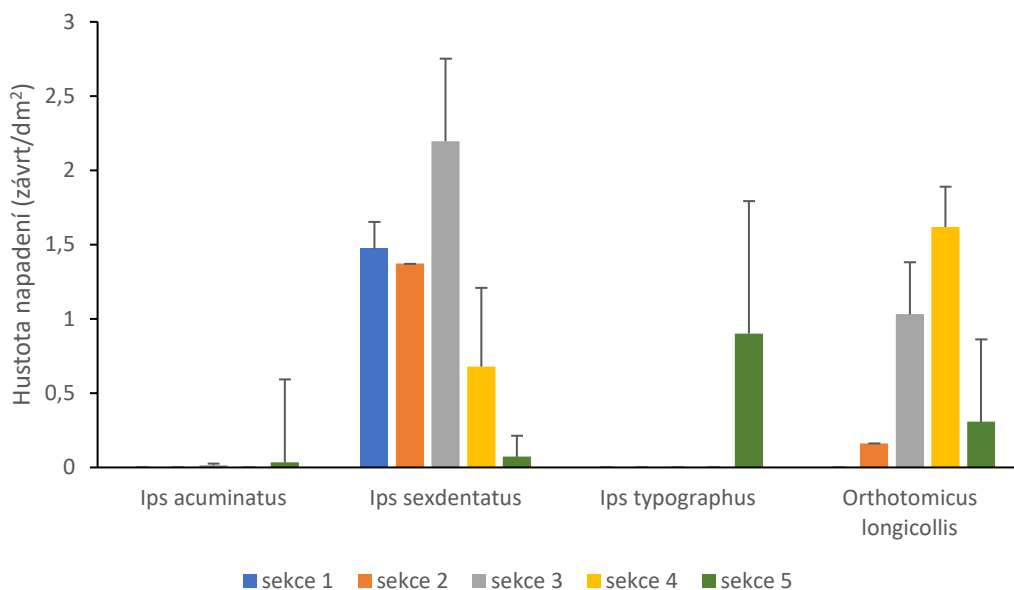
Ve výřezech ze střední části kmene (sekce 2) byl rovněž nejčetněji zastoupen lýkožrout borový s průměrnou hustotou napadení $1,37 \pm 0,11$ závrtu/dm², ovšem oproti sekci 1 byl poměrně čteně zastoupen i *Orthotomicus longicollis* s hustotou napadení $0,16 \pm 0,10$ závrtu/dm². Požerky tohoto kůrovce se prolínaly s požerky lýkožrouta borového a ačkoli se plošná hustota napadení může zdát malá, počet rodičovských brouků v požercích byl poměrně vysoký. Navíc byla patrná i morfologická rozrůzněnost jedinců v požercích. V jedné galerii se kromě nedospělých stádií vždy nacházeli dva

samci větších tělesných rozměrů (kolem 5 mm) a několik (až 10 jedinců) samců a samic rozměrově výrazně menších (kolem 3 mm).

V podkorunové části lapáků (sekce 3) byl opět nejčetněji zastoupen lýkožrout borový s hustotou napadení $2,20 \pm 0,56$ závrty/dm². Hojně se vyskytoval také *Orthotomicus longicollis* s hustotou napadení $1,03 \pm 0,35$ závrty/dm².

V korunové části lapáků (sekce 4) byl nejčetněji zastoupen *Orthotomicus longicollis* hustotou napadení $1,62 \pm 0,27$ závrty/dm² a lýkožrout borový jehož hustota napadení dosáhla $0,68 \pm 0,53$ závrty/dm².

Ve vrcholové části a větvích (sekce 5) dominoval lýkožrout smrkový s hustotou napadení $0,90 \pm 0,89$ závrty/dm². Dále byl zastoupen i *Orthotomicus longicollis* s hustotou napadení $0,31 \pm 0,55$ závrty/dm² a lýkožrout borový s hustotou napadení $0,07 \pm 0,14$ závrty/dm². Zcela okrajově byl zastoupen lýkožrout vrcholkový (**Obr.16**).



Obr 16 – Průměrná hustota napadení borových lapáků na lokalitě Třebíč v roce 2021. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost v různých částech kmene, a to vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrťů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví.

3.1.1.4.2. Vegetační sezóna 2022

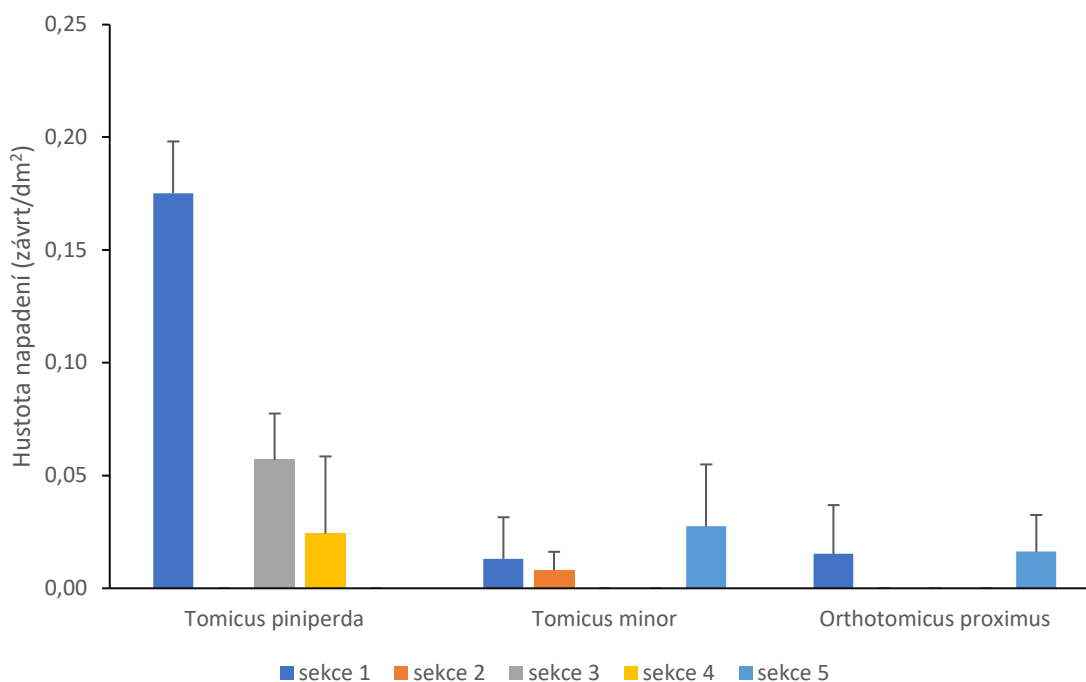
3.1.1.4.2.1. Lapáky první série

Napadení lapáků první série bylo obecně velmi slabé. Ve spodní části kmene (sekce 1) dominoval lýkohub sosnový s průměrnou hustotou napadení $0,18 \pm 0,02$ závrtu/dm². Ve výřezech se ve velmi malém množství nacházel i *Orthotomicus longicollis* ($0,02 \pm 0,02$ závrtu/dm²) a lýkohub menší ($0,01 \pm 0,02$ závrtu/dm²) (**Obr. 17**).

Střední část kmene (sekce 2) byla napadena poměrně málo, a to pouze lýkohubem menším ($0,01 \pm 0,02$ závrtu/dm²).

V podkorunové i korunové části (sekce 3 a 4) se nacházel pouze lýkohub sosnový, přičemž hustota napadení dosáhla $0,06 \pm 0,02$ závrtu/dm² v podkorunové části a $0,02 \pm 0,03$ závrtu/dm² v korunové části.

Ve vrcholové části a větvích (sekce 5) byl zaznamenán lýkohub menší s hustotou napadení $0,03 \pm 0,03$ závrtu/dm² a *Orthotomicus proximus* ($0,02 \pm 0,02$ závrtu/dm²) (**Obr. 17**).



Obr 17 – Průměrná hustota napadení tří borových lapáků první série na lokalitě Třebíč v roce 2022. Příprava lapáků proběhla 24. února a odvoz 3. května 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost v různých částech kmene, a to vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrťů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví.

3.1.1.4.2.2. Lapáky druhé série

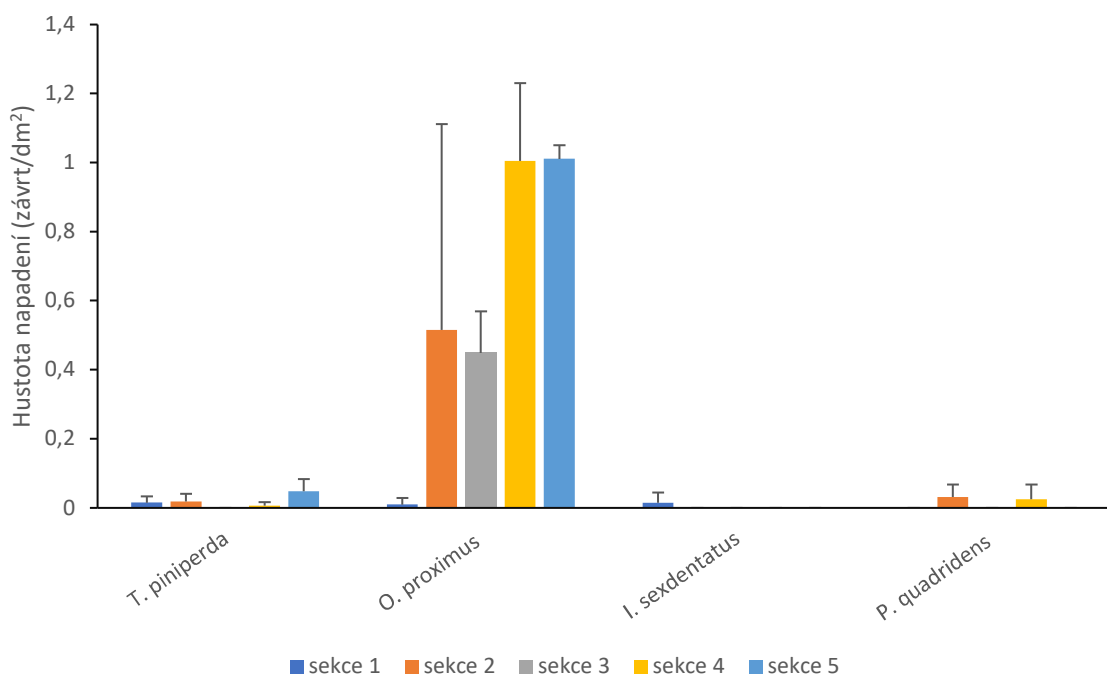
Spodní část kmene (sekce 1) byla velmi málo napadená, především lýkohubem sosnovým ($0,02 \pm 0,02$ závrťu/dm²), *Orthotomicus proximus* ($0,01 \pm 0,02$ závrťu/dm²) a lýkožroutem borovým s hustotou napadení $0,03$ závrťu/dm² (**Obr. 18**).

Ve střední část kmene (sekce 2) dominoval *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,52 \pm 0,59$ závrťu/dm². Z ostatních druhů se ve výřezech nacházel ve velmi nízkých počtech *Pityogenes quadridens* ($0,03 \pm 0,04$ závrťu/dm²) a lýkohub sosnový ($0,02 \pm 0,02$ závrťu/dm²).

V podkorunové části (sekce 3) se nacházel výhradně *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,05 \pm 0,12$ závrťu/dm².

V korunové části (sekce 4) opět dominoval *Orthotomicus proximus* ($1,00 \pm 0,22$ závrťu/dm²), dále *Pityogenes quadridens* ($0,02 \pm 0,04$ závrťu/dm²) a lýkohub sosnový ($0,01 \pm 0,01$ závrťu/dm²).

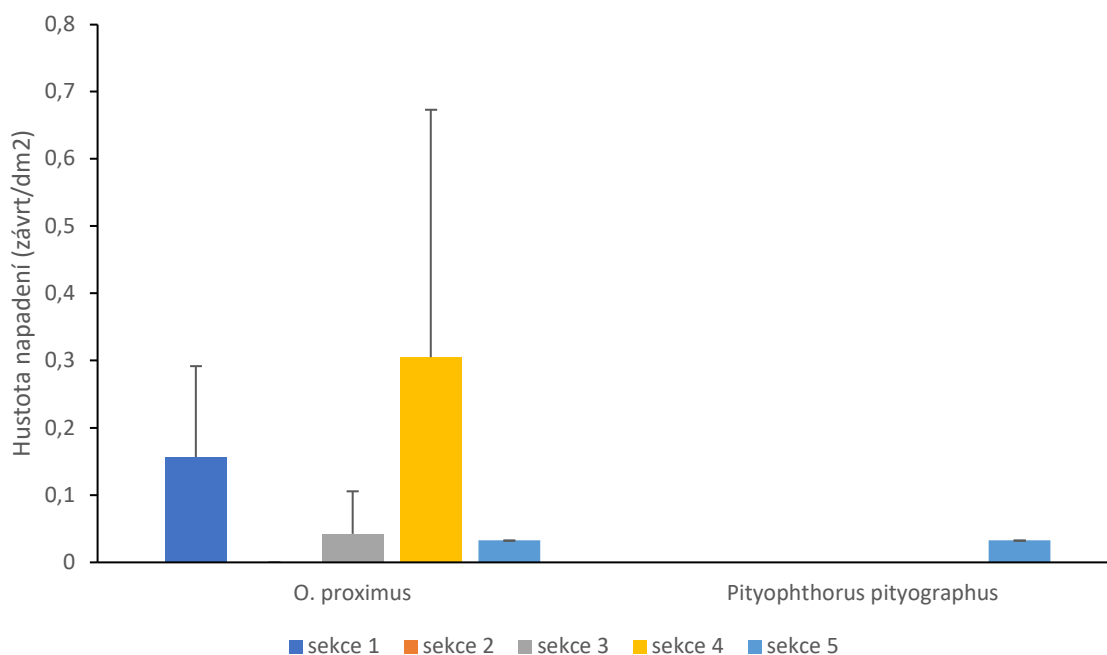
Ve vrcholové části a větvích (sekce 5) byl zaznamenán především *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $1,01 \pm 0,04$ závrtu/dm² a také lýkohub sosnový s hustotou napadení $0,05 \pm 0,04$ závrtu/dm² (**Obr. 18**).



Obr. 18– Průměrná hustota napadení tří borových lapáků druhé série na lokalitě Třebíč v roce 2022. Příprava lapáků proběhla 10. května a odvoz 3. srpna 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost v různých částech kmene, a to vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrťů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví.

3.1.1.4.2.3. Lapáky třetí série

Lapáky poslední série byly téměř výhradně napadeny lýkožroutem *Orthotomicus proximus*. Ve spodní části kmene (sekce 1) dosáhla hustota napadení $0,16 \pm 0,14$ závrtu/dm². Střední část kmene (sekce 2) nebyla napadena a v podkorunové části (sekce 3) byla hustota napadení velmi nízká ($0,04 \pm 0,06$ závrtu/dm²). Nejvyšší hustota napadení byla zaznamenána v korunové části kmene (sekce 4), a to $0,31 \pm 0,37$ závrtu/dm². Ve vrcholové části a větvích (sekce 5) vykazovali shodnou hustotu napadení *Pityophthorus pityographus* a *Orthotomicus proximus* ($0,03 \pm 0$ závrtu/dm²) (**Obr. 19**).



Obr. 19 – Průměrná hustota napadení tří borových lapáků třetí série na lokalitě Třebíč v roce 2022. Příprava lapáků proběhla 3. srpna a odvoz 14. září 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost v různých částech kmene, a to vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrťů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví.

Z textu výše je zřejmé, že napadení lapáků lýkožrouty *Orthotomicus longicollis* pozorované v roce 2021 se roce 2022 neopakovalo. V červenci 2022 byl však tímto druhem napaden stojící strom v sousedství lokality (**Obr. 20, 21**).



Obr. 20– Stojící strom na lokalitě Třebíč napadený v červenci 2022 lýkožroutem *Orthotomicus longicollis*.



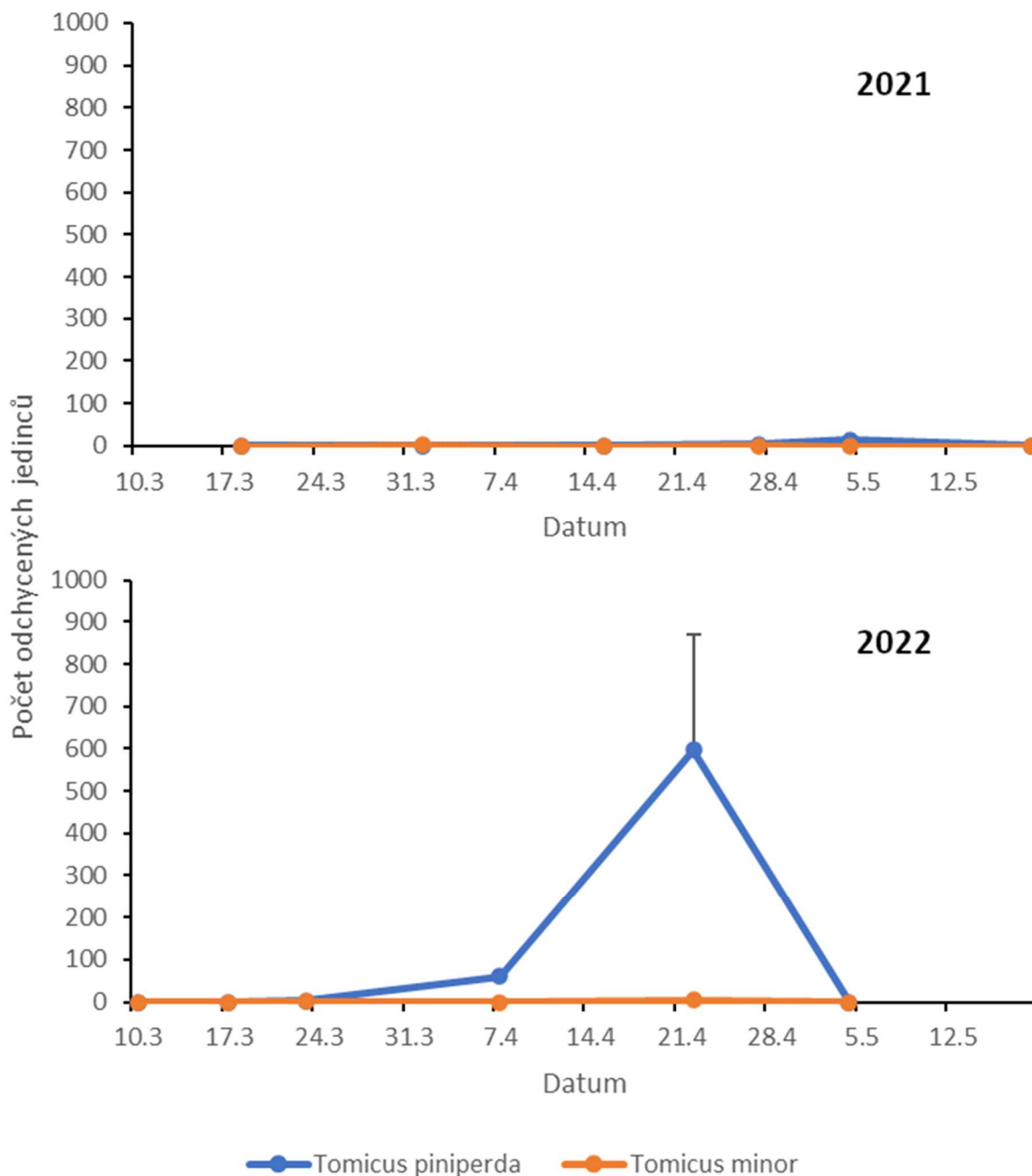
Obr. 21 – Stav lýka stromu napadeného lýkožroutem *Orthotomicus longicollis* v srpnu 2022.

3.1.2. LS Buchlovice

3.1.2.1. *Odchyt lýkohubů rodu Tomicus do feromonových lapačů*

Ve vegetační sezóně 2021 byli na sledované lokalitě první dospělci lýkohuba sosnového odchyceni na přelomu dubna a května a další v průběhu následujících dvou týdnů. V případě lýkohuba menšího na feromonový odparník reagovalo jen několik jedinců, a to na počátku a na konci dubna 2021. (**Obr. 22**). Celkem bylo na sledované lokalitě do tří feromonových lapačů odchyceno 52 jedinců I. sosnového a 8 jedinců I. menšího.

V roce 2022 letová aktivita lýkohuba sosnového na sledované lokalitě začala dne 24. března 2022, tedy v době, kdy denní průměrné teploty dosahovaly 10 °C a maxima se pohybovala kolem 20 °C. Rojení dále pokračovalo celý následující měsíc, přičemž nejvyšší odchvy pocházejí ze dne 22. dubna. Průběh odchytů lýkohuba menšího v podstatě kopíroval lýkohuba sosnového, jen celkové počty jedinců v lapačích byly výrazně nižší (**Obr. 22**). Celkem bylo odchyceno 1982 lýkohubů sosnových a 13 lýkohubů menších.



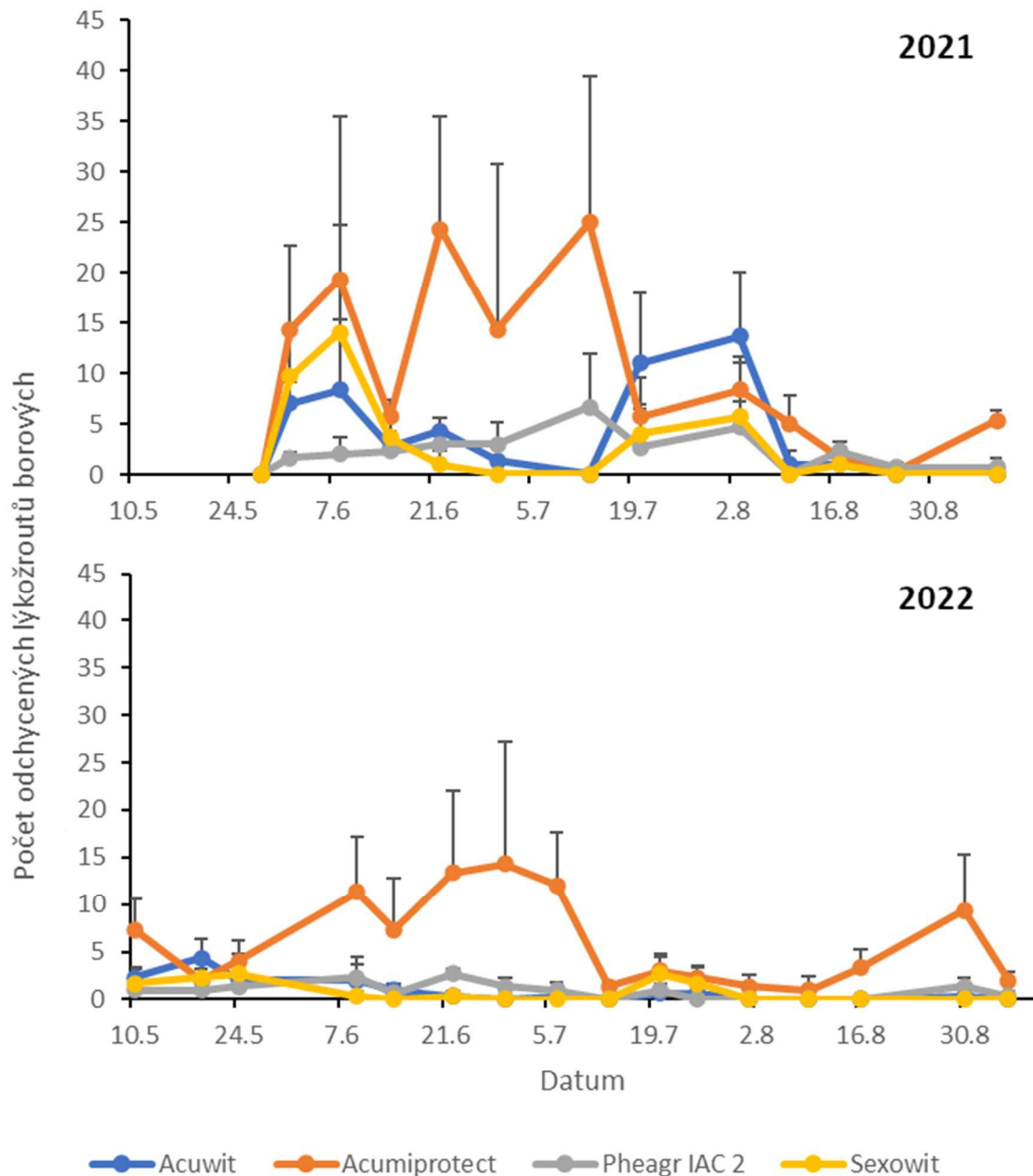
Obr. 22 Průměrné počty lýkohubů rodu *Tomicus*, které se podařilo odchytil na lokalitě Bzenec do štěrbinových lapačů *Theysohn* s feromonovými odparníky TOMOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů.

3.1.2.2. Odchyt Lýkožroutů borových do feromonových lapačů

V průběhu vegetační sezóny 2021 byly odchyty I. borového poměrně vysoké od června až do začátku srpna, bez jasného vrcholu rojení. Odchyty se v tomto období snižovaly

jen vlivem poklesu teploty (**Obr. 23**) během většiny odběrů však vzorky obsahovaly mezi 15 -25 jedinci na lapač. Na přelomu července a srpna se začal projevovat postupný pokles letové aktivity a od poloviny srpna již docházelo k odchytům pouze v řádu jednotek (**Obr. 23**). Po první zářijové dekádě již nebyli žádní další lýkožrouti boroví odchyceni.

V roce 2022 byli první lýkožrouti zaznamenáni během teplých dní první květnové dekády. Poté odchty poklesly a k obnovení rojení došlo až na počátku června, přičemž díky příznivým teplotám pokračovalo celý měsíc. Nejvyšší odchty byly zaznamenány 29.6.2022, kdy bylo odchyceno $14,33 \pm 12,81$ lýkožroutů borových, z čehož přibližně polovinu představovali světlí jedinci dceřiné generace. Od poloviny července byly odchty nízké, v řádu jednotek. Poslední vyšší odchyt byl zaznamenán na konci srpna (**Obr. 23**).



Obr. 23 - Průměrné počty dospělců lýkožrouta borového, které se podařilo odchytit na lokalitě Bzenec do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů s daným typem odparníku.

Za obě vegetační sezóny byl nejvyšší počet lýkožroutů borových odchycen do feromonových lapačů navzášených odparníky ACUMIPROTECT, a to celkem 689 jedinců za celou dobu sledování. V lapačích s odparníkem SEXOWIT, který je určen

přímo na I. borového, bylo zaznamenáno 152 jedinců, ve variantách s odparníky Pheagr IAC a ACUWIT bylo zjištěno 131, resp. 193 jedinců (**Tab 9**).

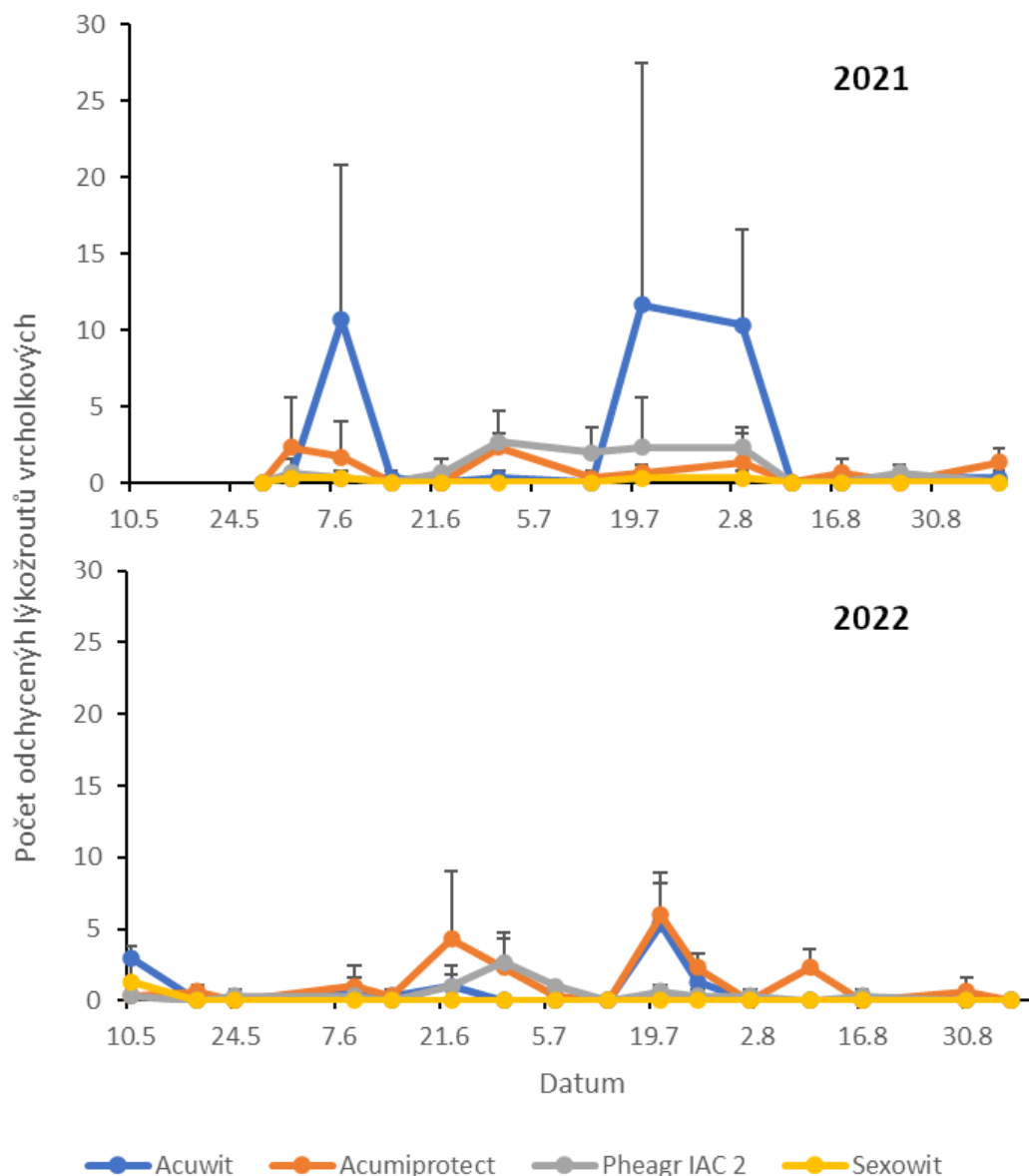
Tab 9 Celkový počet lýkožroutů borových odchycených na lokalitě Bzenec za vegetační sezónu 2021 do lapačů s jednotlivými typy testovaných feromonových odparníků. Výsledné číslo představuje součet dat ze tří lapačů.

Typ odparníku	Celkový počet odchycených lýkožroutů borových
ACUWIT	193
ACUMIPROTECT	689
Pheagr IAC	131
SEXOWIT	152

3.1.2.3. Odchyt Lýkožroutů vrcholkových do feromonových lapačů

V roce 2021 byly na sledované lokalitě zachyceny dva vrcholy rojení lýkožrouta vrcholkového. První letová aktivita byla zaznamenána na počátku května a trvala zhruba jeden týden. Po tomto datu byly v lapačích nacházeni jen jednotliví dospělci až do druhého červnového týdne, během nějž bylo odchyceno nejvíce lýkožroutů za celou vegetační sezónu 2021, a to průměrně $11,67 \pm 15,80$ jedinců na lapač navazený feromonem ACUWIT. Rojení v menší míře pokračovalo až do prvního srpnového týdne, přičemž od třetí červencové dekády se v lapačích vyskytovali i světlí brouci dceřiné generace. Od začátku srpna však již byly odchyty ve všech lapačích jen minimální (**Obr. 24**).

V roce 2022 byli první lýkožrouti vrcholkoví ve feromonových lapačích odchyceni 10. května 2022. V tomto období byly teploty poměrně vysoké a denní maxima stoupala ke 30 °C. V následujícím měsíci byli odchyťováni jen jednotliví brouci a k nárůstu došlo ve druhé červnové dekádě (průměrný odchyt $4,33 \pm 4,71$), která se vyznačovala vysokými teplotami. Poté se letová aktivita téměř zastavila a vyšší počty odchycených jedinců byly zaznamenány až s výletem mladých světlých jedinců dceřiné generace 19. července 2022 (průměrný odchyt $6,00 \pm 2,94$) (**Obr. 24**).



Obr. 24 - Průměrné počty dospělců lýkožrouta vrcholkového, které se podařilo odchytit na lokalitě Bzenec do štěrbinových lapačů Theysohn s feromonovými odparníky Pheagr IAC, ACUMIPROTECT, ACUWIT a SEXOWIT. Horní graf zobrazuje výsledky za vegetační sezónu 2021, spodní pak za 2022. Zobrazen je vždy průměr (bod) a směrodatná odchylka (chybová úsečka) ze tří lapačů s daným typem odparníku.

Za obě vegetační sezóny byly nejvyšší celkové počty odchycených lýkožroutů vrcholkových zaznamenány v lapačích s feromonovými odparníky ACUWIT, celkem 138 kusů. Druhý nejvyšší odchyt byl dosažen v lapačích s feromonovými odparníky ACUMIPROTECT - 89 jedinců. Ve variantě Pheagr IAC bylo nalezeno celkem 57

dospělců. Ve feromonových lapačích s odparníky SEXOWIT pro lákání lýkožrouta borového bylo odchyceno pouze 8 lýkožroutů vrcholkových (**Tab 10**).

Tab 10 Celkový počet lýkožroutů vrcholkových odchycený za vegetační sezóny 2021 a 2022 na lokalitě Bzenec jednotlivými typy testovaných feromonových odparníků. Výsledné číslo představuje součet dat ze tří lapačů.

Typ odparníku	Celkový počet odchycených lýkožroutů vrcholkových
ACUWIT	138
ACUMIPROTECT	89
Pheagr IAC	57
SEXOWIT	8

3.1.2.4. Rozbor vzorků ze stromových lapačů

3.1.2.4.1. Vegetační sezóna 2021

Lapačky na lokalitě Bzenec vykazovaly jen velmi nízký stupeň napadení, což odpovídalo nejen nízkým odchytům do feromonových lapačů, ale i absenci napadených stojících stromů v bezprostředním okolí.

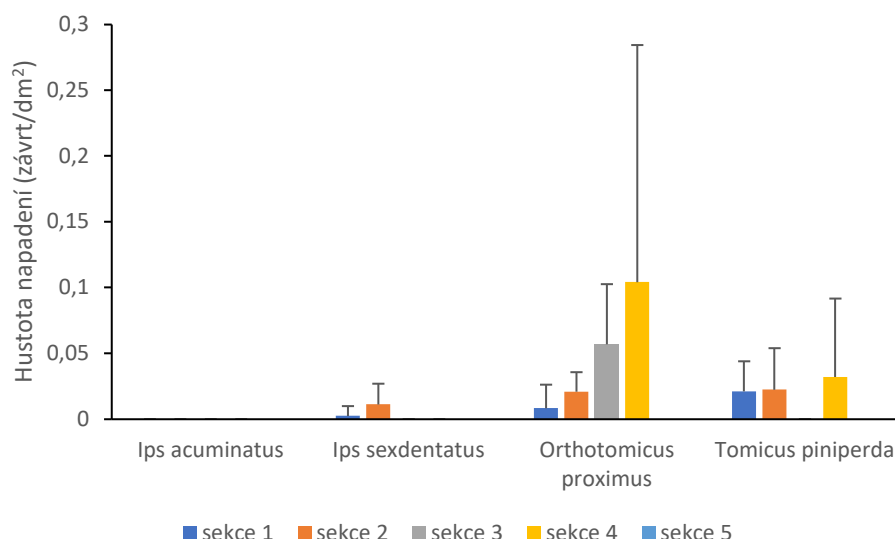
Spodní části kmene (sekce 1) byly obsazeny lýkohubem *Tomicus piniperda* s hustotou napadení $0,02 \pm 0,02$ závrtu/dm², dále pak *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,01$ závrtu/dm² a nalezena byla i jedna mateřská chodba lýkožrouta borového. (**Obr. 25**).

Ve výřezech ze střední části kmene (sekce 2) se opět v nejvyšším počtu nacházel lýkohub *Tomicus piniperda* s průměrnou hustotou napadení $0,02 \pm 0,03$ závrtu/dm² a dále *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,02 \pm 0,01$ závrtu/dm². Zaznamenan byl i lýkožrout borový s hustotou napadení $0,01 \pm 0,02$ závrtu/dm².

Podkorunová část kmene (sekce 3) byla obsazena pouze lýkožroutem *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,05 \pm 0,05$ závrtu/dm².

V korunové části lapáků (sekce 4) byl opět nejčetněji zastoupen *Orthotomicus proximus* s hustotou napadení $0,11 \pm 0,18$ závrtů/dm² a lýkohub *Tomicus piniperda*, jehož hustota napadení dosáhla $0,03 \pm 0,18$ závrtů/dm².

Vrcholová část a větve (sekce 5) nebyla napadena (**Obr. 25**).



Obr 25 – Průměrná hustota napadení borových lapáků na lokalitě Bzenec během vegetační sezóny 2021. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost různých částí kmene, vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrtů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 byla definována ve výšce 1-4 m nad zemí, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 ve výšce nad 17 m včetně větví.

3.1.2.4.2. Vegetační sezóna 2022

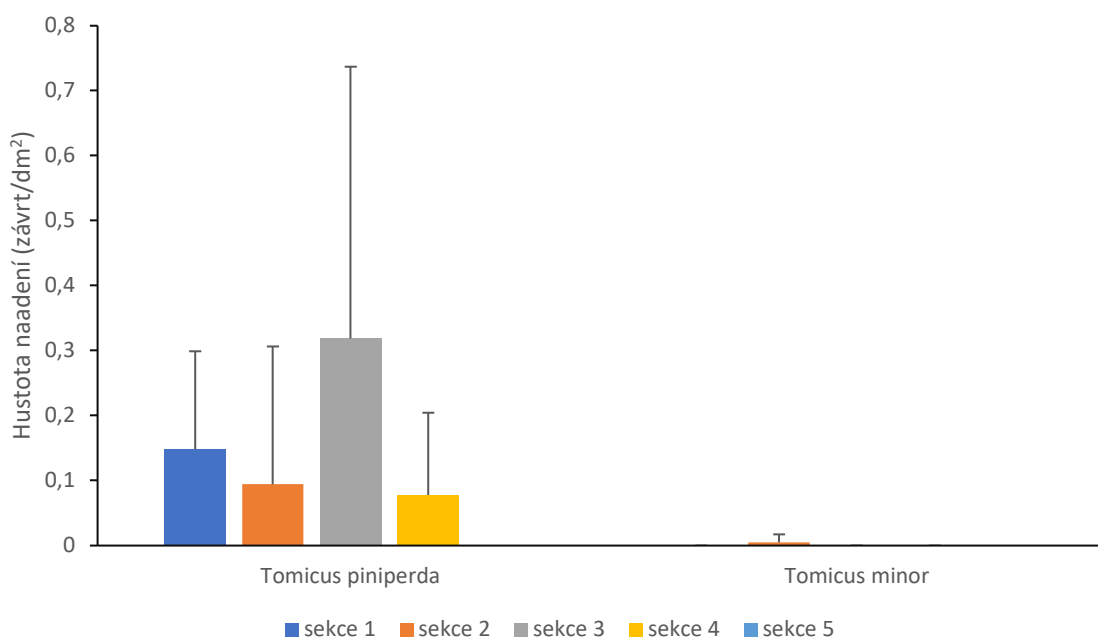
3.1.2.4.2.1. Lapáky první série

Stejně jako na lokalitě Brandýs nad Labem byl i na lokalitě Bzenec zjištěn plošný žír na spodní straně všech tří lapáků první série lýkohuby rodu *Tomicus*. Shodná byla i lokalizace žíru v rámci lapáků, přičemž poškození lze vymezit od konce sekce 2 do sekce 4. Poškození lýka zde bylo vlivem naorání holiny ještě markantnější, neboť lapák v jeho důsledku k podkladu přiléhá v pruzích, jejichž rozložení přesně kopíroval žír lýkohubů. Počet živých jedinců na lapáku i na povrchu půdy byl minimální, ale

důslednou prohlídkou bylo nalezeno mnoho zbytků těl a krovek lýkohubů menších i borových.

V lapácích první série na lokalitě Bzenec se nacházely pouze dva druhy kůrovců, a to lýkohub sosnový a lýkohub menší, přičemž lýkohub menší byl zaznamenán pouze ve druhé sekci kmene s hustotou napadení $0,01 \pm 0,01$ závrtu/dm² (**Obr. 26**).

Ve spodní části kmene (sekce 1) byla hustota napadení lýkohubem sosnovým $0,15 \pm 0,15$ závrtu/dm². Hustota napadení ve střední části kmene (sekce 2) byla mírně nižší než v první sekci, dosáhla pouze $0,09 \pm 0,02$ závrtu/dm². Podkorunová část (sekce 3) byla napadena nejvíce, vyskytovalo se zde $0,32 \pm 0,42$ závrtu/dm². V korunové části (sekce 4) se hustota napadení lýkohubem sosnovým ($0,08 \pm 0,01$ závrtu/dm²) téměř nelišila od druhé sekce a vrcholová část a větve (sekce 5) nebyla napadena vůbec (**Obr. 26**).



Obr. 26– Průměrná hustota napadení tří borových lapáků první série na lokalitě Bzenec v roce 2022. Lapáky byly připraveny 24. února a odvezeny 3. května 2022. U jednotlivých druhů je znázorněna jejich četnost v různých částech kmene, a to vždy jako průměrná hustota napadení (počet závrtů/dm²), a směrodatná odchylka. Sekce 1 byla definována jako 1-4 m od země, sekce 2 5-8 m, sekce 3 9-12 m, sekce 4 13–17 m a sekce 5 výška nad 17 m včetně větví.

3.1.2.4.2.2. *Lapáky druhé série*

Druhá série lapáků byla omylem zpracována a odvezena při těžbě živelné kalamity na sledované lokalitě a nepodařilo se je na skládkách vytěženého dříví dohledat. Data z druhé série lapáků proto nejsou k dispozici

3.1.2.4.2.3. *Lapák třetí série*

K napadení lapáků třetí série nedošlo.

3.2. *Vybrané ekofyziologické charakteristiky zkoumaných druhů*

3.2.1. *Plodnost vybraných druhů v terénu*

3.2.1.1. *Lýkožrout borový*

Celkem bylo analyzováno 430 požerků lýkožrouta borového. Na jednu snubní komůrku připadalo průměrně $2,21 \pm 0,29$ mateřských chodeb. Nejnižší počet mateřských chodeb se nacházel v sekci 1, a to $2,07 \pm 0,11$ na jednu snubní komůrku. Nejvyšší počet byl naopak zaznamenán v sekci 3, a to $2,50 \pm 0,39$ na jednu snubní komůrku. Velikost snůšky dosáhla v průměru $40,62 \pm 8,46$ vajíček. Nejvyšší průměrná snůška byla zaznamenána v sekci 1, a to $42,64 \pm 9,34$ vajíčka/samice. Nejnižší naopak v sekci 2, kde samice kladly průměrně $32,48 \pm 6,43$ vajíček. Vývoj alespoň do stádia kukly pak v průměrné mateřské chodbě dokončilo $31,53 \pm 7,36$ jedinců. Úspěšnost vývoje od vajíčka po dospělé v terénu tedy dosáhla 77,62 % (**Tab 11**).

Tab 11 – Tabulka zobrazuje průměrnou hustotu napadení, průměrný počet mateřských chodeb na jednu snubní komůrku, průměrnou velikost snůšky a úspěšnost vývoje lýkožroutů borových z lokality Šemíkovice na území LS Třebíč. K výše uvedeným hodnotám jsou dopočteny směrodatné odchylky (SD).

	sekce 1		sekce 2		sekce 3		celkem	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Hustota napadení (chodba/dm²)	1,47	0,18	1,37	0,10	2,20	0,56	1,68	0,54
Počet mateřských galerií/snubní komůrku	2,07	0,11	2,16	0,12	2,50	0,39	2,21	0,29
Počet vajíček/samice	42,64	9,34	32,48	6,43	40,66	5,87	40,62	8,46
Počet přeživších potomků/samice	31,95	8,17	26,96	7,52	32,99	6,55	31,53	7,36

3.2.1.2. Lýkožrout vrcholkový

Celkem bylo analyzováno 1294 požerků lýkožrouta vrcholkového. Na jednu snubní komůrku připadalo průměrně $3,58 \pm 0,32$ mateřských chodeb, přičemž velikost snůšky dosáhla v průměru $14,87 \pm 5,19$ vajíček. Vývoj alespoň do stádia kukly pak v průměrné mateřské chodbě dokončilo $3,62 \pm 1,26$ jedinců. Úspěšnost vývoje od vajíčka po dospělce v terénu tedy dosáhla 24 % (**Tab 12**).

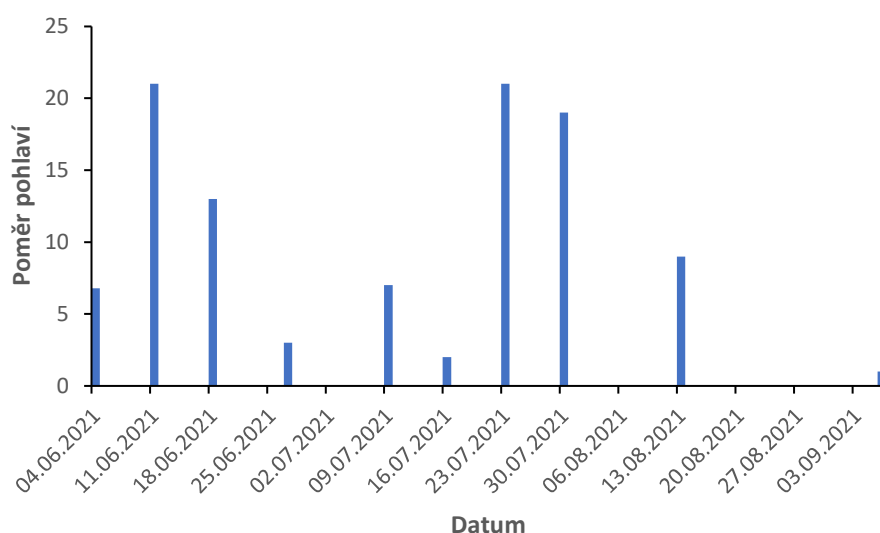
Tab 12 Tabulka zobrazuje průměrnou hustotu napadení, průměrný počet mateřských chodeb na jednu snubní komůrku, průměrnou velikost snůšky a úspěšnost vývoje u lýkožroutů vrcholkových z lokality Brandýs nad Labem.

	Průměr	SD
Hustota napadení (mat. chodba/dm²)	3,85	1,11
Počet mat. chodeb/snubní komůrku	3,58	0,32
Počet vajíček/samice	14,87	5,19
Počet přeživších potomků/samice	3,62	1,26

3.2.1.2.1. Pseudogamie u Lýkožrouta vrcholkového

3.2.1.2.1.1. Poměr pohlaví lýkožroutů vrcholkových na lokalitě Brandýs nad Labem

Třídění dospělců lýkožrouta vrcholkového, které se podařilo odchytil do feromonových lapačů na lokalitě Brandýs nad Labem, prokázalo výraznou převahu samic, a to prakticky ihned od počátku jarního rojení. Již ve druhém červnovém týdnu dosáhl poměr pohlaví hodnoty 1:21 ve prospěch samic. Stejné hodnoty bylo dosaženo během rojení první dceřiné generace ve třetí červencové dekádě. Mezi těmito vrcholy se poměr pohlaví pohyboval od 1:2 do 1:13 ve prospěch samic (**Obr. 27**). Průměrná hodnota za celou vegetační sezónu 2021 dosáhla 1:10,3 ve prospěch samic.

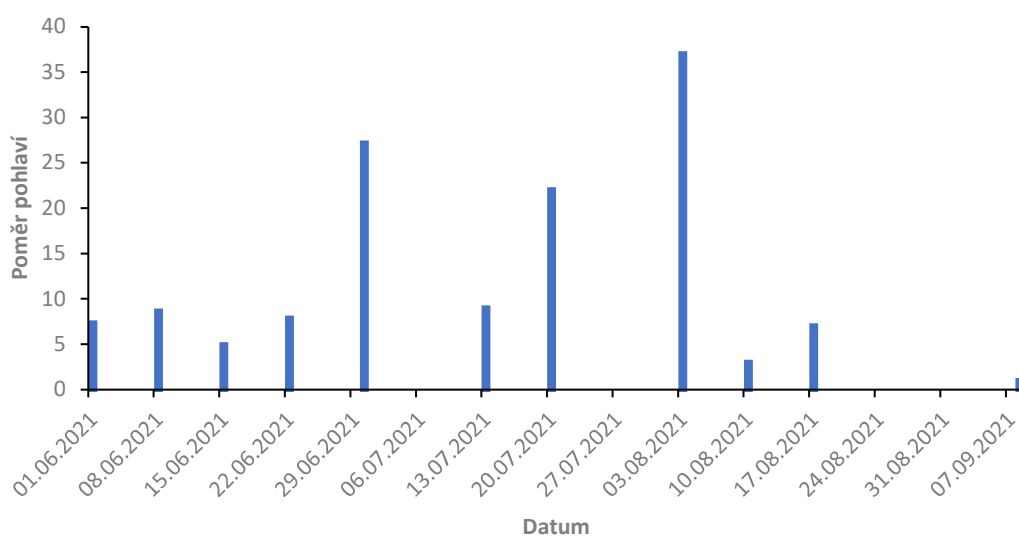


Obr. 27 – Poměr pohlaví dospělců lýkožrouta vrcholkového, kteří byli odchyteni v průběhu vegetační sezóny 2021 na lokalitě Brandýs nad Labem. Modré sloupce představují poměr samic : samcům (počet samic na jednoho samce).

Poněkud menších hodnot bylo dosaženo rozborem lapáků ze sledované lokality. Zde na jednoho samce v požerku připadalo průměrně 3,33 samic. Maximální počet samic v jednom požerku byl 13, ovšem v 50 % galerií se nacházela pouze jedna či dvě samice, často bez samce či snubní komůrky.

3.2.1.2.1.2. Poměr pohlaví lýkožroutů vrcholkových na lokalitě Třebíč

Rovněž na lokalitě na území LS Třebíč byl poměr pohlaví lýkožroutů vrcholkových, které se podařilo odchytil do feromonových lapačů, výrazně vychýlen ve prospěch samic. Na počátku jarního rojení se jich ve vzorcích nacházelo přibližně pětkrát až devětkrát více než samců. V poslední červnové dekádě došlo k prudkému vzestupu až na poměr 1:27 ve prospěch samic. Následoval pokles, ovšem během rojení dceřiné generace na přelomu července a srpna překročil počet samic počet samců dokonce třicetsedmkrát. Do konce vegetační sezóny se pak poměr držel již jen na troj – až sedminásobku samic (**Obr. 28**). Průměrná hodnota za celou vegetační sezónu 2021 dosáhla 1:11,2 ve prospěch samic.

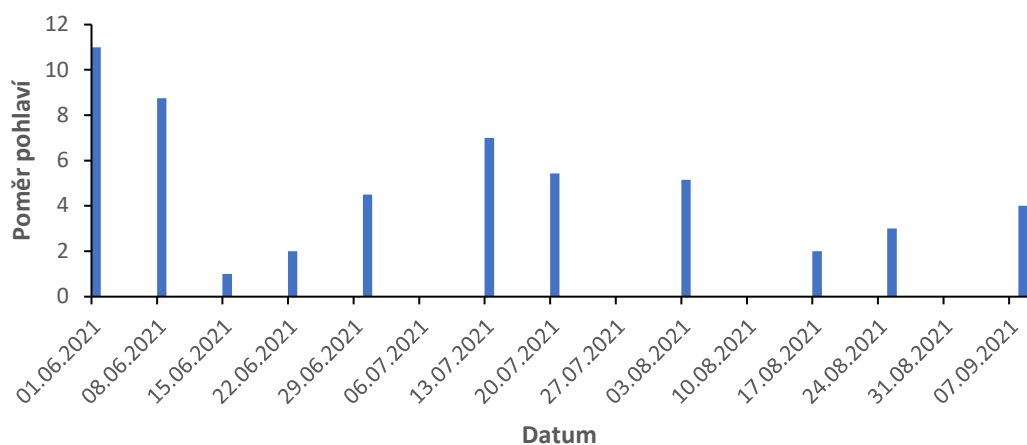


Obr. 28 – Poměr pohlaví dospělců lýkožrouta vrcholkového, kteří byli odchyteni v průběhu vegetační sezóny 2021 na lokalitě Šemíkovice, LS Třebíč. Modré sloupce představují poměr samic : samcům (počet samic na jednoho samce).

Rozborem jediného napadeného lapáku z této lokality bylo zjištěno, že na jednoho samce v požerku připadalo průměrně 3,01 samic. Maximální počet samic v jednom požerku byl 14, ovšem v 63 % galerií se nacházela pouze jedna či dvě samice, často bez samce či snubní komůrky.

3.2.1.2.1.3. Poměr pohlaví lýkožroutů vrcholkových na lokalitě Bzenec

Lokalita Bzenec na území LS Buchlovice vykazovala výrazné vychýlení poměru pohlaví lýkožroutů vrcholkových z feromonových lapačů směrem k samicím. Ze všech tří sledovaných oblastí však šlo o nejnižší hodnoty. Nejvyšší převaha samic – 11 na jednoho samce byla zaznamenána na počátku jarního rojení v červnu 2021. Po celý zbytek vegetační sezóny se pak poměr pohlaví pohyboval od 1:1 do 1:8 ve prospěch samic. Rojení první dceřiné generace zde bylo rozvleklejší a projevilo se nárůstem v počtu odchyťovaných samic od poloviny července do počátku srpna 2021 (**Obr. 29**). Průměrná hodnota za celou vegetační sezónu 2021 dosáhla 1:4,5 ve prospěch samic.



Obr. 29 – Poměr pohlaví dospělců lýkožrouta vrcholkového, kteří byli odchyčeni v průběhu vegetační sezóny 2021 na lokalitě Bzenec, LS Buchlovice. Modré sloupce představují poměr samic : samcům (počet samic na jednoho samce).

3.2.1.2.1.4. Morfologie pohlavních orgánů lýkožrouta vrcholkového

Pro účely pitev byly využity výhradně samice odebrané z lapáků. U jedinců z feromonových lapačů došlo během intervalů mezi výběry často k poškození pestrokrovečnickými a jiným dravým hmyzem, úhynu a následnému narušení vnitřních orgánů hnilobnými procesy či naopak vysušení, takže byli pro pitvu znehodnoceni.

Ovarioly lýkožrouta vrcholkového jsou meroistické telotrofní stejně jako u dříve studovaných druhů kůrovců. Vaječnický jsou párové, přičemž každý je složen ze dvou ovariol (**Obr. 30**). Na rozdíl od l. smrkového či severského se však v ovariolách nachází

výrazně menší počet dozrávajících oocytů. I u zcela tmavých a plně reprodukčních samic byly pozorovány jen dva až tři dozrávající oocyty v jedné ovariole (**Obr. 31**).



Obr. 30– Vaječníky mladé (avšak již oplozené) samice lýkožrouta vrcholkového. V ovariolách se nachází jen po jednom dozrávajícím oocytu.



Obr. 31 – Vaječníky plně reprodukční tmavé samice lýkožrouta vrcholkového. Ve dvou ovariolách se nachází po třech oocytech.

Pitvou bylo prokázáno, že většina samic na sledovaných lokalitách byla oplozena. V jejich spermatékách se nacházelo různé množství spermií, což bylo možno kvantifikovat po zvýraznění Giemsovým barvivem a zhotovení preparátu. Z 273 analyzovaných samic bylo jen 1,1 % neoplozených (**Obr. 32**), ve všech případech šlo o lýkožrouty, jejichž kutikula nebyla ještě zcela ztmavlá. Všechny ostatní samice byly oplozené, s různým množstvím spermií ve spermatéce. U 32,9 % samic byla spermatéka zcela naplněna (**Obr. 33**), 55 % samic mělo spermatéku naplněnou přibližně z poloviny až tří čtvrtin a u 11 % se ve spermatéce nacházelo jen velmi malé množství spermií. Během rozborů se podařilo odchovat potomstvo 37 pitvaných samic a stanovit jeho pohlaví. Ve 29,7 % případů se v potomstvu vyskytly pouze samice, u zbývajících samic byla zastoupena obě pohlaví. Spermatéky samic, v jejichž potomstvu se vyskytovala obě pohlaví, byly po vyjmutí a obarvení hodnoceny jako ne zcela naplněné. Naproti tomu samice produkující pouze samičí potomstvo měly spermatéky vždy zcela plné.



Obr. 32 – Spermatéka zcela tmavé reprodukční samice lýkožrouta vrcholkového z lokality Brandýs nad Labem. Obarvený obsah – spermie se nachází jen v terminální části, spermatéka hodnocena jako téměř prázdná. Tmavé příčné pruhy jsou svalovina.



Obr. 33 – Spermatéka zcela tmavé reprodukční samice lýkožrouta vrcholkového z lokality Brandýs nad Labem. Uvnitř je patrný modře obarvený obsah – spermie, spermatéka hodnocena jako zcela plná. Tmavé příčné pruhy jsou svalovina.

3.2.1.3. *Orthotomicus proximus*

Celkem bylo analyzováno 341 požerků lýkožrouta *Orthotomicus proximus*. Na jednu snubní komůrku připadalo průměrně $2,08 \pm 0,44$ mateřských chodeb, přičemž rozdíly mezi sekcemi byly zanedbatelné. Nejnižší počet mateřských chodeb se nacházel v sekci 1, a to $2,03 \pm 0,31$ na jednu snubní komůrku. Nejvyšší počet byl naopak zaznamenán v sekci 2 a 5, a to $2,17 \pm 0,37$ na jednu snubní komůrku. Velikost snůšky na jednu mateřskou chodbu dosáhla v průměru $38,34 \pm 22,03$ vajíček, přičemž byl patrný rozdíl mezi jednotlivými sekcemi. Nejvyšší průměrná snůška byla zaznamenána v sekci 5, a to $46,49 \pm 24,91$ vajíčka/samice. Nejméně vajíček kladly samice naopak v sekci 1, průměrně jen $27,41 \pm 17,51$. Vývoj alespoň do stádia larvy pak v průměrné mateřské chodbě dokončilo $20,56 \pm 15,90$ jedinců. Úspěšnost vývoje od vajíčka po dospělce v terénu tedy dosáhla 53,62 % (**Tab. 13**).

Tab. 13 Tabulka zobrazuje průměrnou hustotu napadení, průměrný počet mateřských chodeb na jednu snubní komůrku, průměrnou velikost snůšky a úspěšnost vývoje lýkožroutů *Orthotomicus proximus* v lapácích z lokalit na území LS Třebíč a LS Brandýs nad Labem. K výše uvedeným hodnotám jsou dopočteny směrodatné odchytky (SD).

	sekce 1		sekce 2		sekce 3		sekce 4		sekce 5		celkem	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Hustota napadení (chodba/dm²)	0.01	0.01	0.46	0.45	0.69	0.22	1.52	0.75	1.01	0.00		
Počet mateřských galerií/snubní komůrku	2.03	0.31	2.17	0.37	2.05	0.64	2.06	0.41	2.17	0.37	2.08	0.44
Počet vajíček/samice	27.41	17.51	41.08	22.56	29.52	18.87	38.34	19.17	46.49	24.91	38.34	22.03
Počet přeživších potomků/samice	17.12	16.41	18.11	17.20	12.79	12.50	22.07	14.12	34.13	21.18	20.56	15.90

3.2.2. Rychlost vývoje vybraných druhů

3.2.2.1. Lýkožrout borový

Vývoj od vajíček do rojení dospělců mladé generace trval nejdéle v 18 °C, a to v průměru $95,4 \pm 14,51$ dne. V teplotě o tři stupně vyšší došlo k jeho výraznému zkrácení na průměrných $54,60 \pm 8,71$ dne a v teplotě 25 °C dokonce až na $42,47 \pm 7,24$ dne (**Tab. 14**).

Tab. 14 Tabulka zobrazuje průměrnou dobu vývoje lýkožrouta borového v dané teplotě od vajíčka do započetí rojení dospělců dceřiné generace ve dnech a směrodatnou odchylku.

Teplota (°C)	Průměrná doba vývoje ve dnech (vajíčko-dospělec)	SD
18	95,40	14,51
21	54,60	8,71
25	42,47	7,24

3.2.2.2. Lýkožrout vrcholkový

Vývoj v 18 °C trval od vajíčka do započetí rojení mladých brouků průměrně $72,4 \pm 19,13$ dne. Teplota 21 °C vedla k jeho zkrácení na $57,20 \pm 7,81$ dne a v nejvyšší teplotě 25 °C na pouhých $35,67 \pm 3,38$ dne (**Tab. 15**).

Tab. 15 Tabulka zobrazuje průměrnou dobu vývoje lýkožrouta vrcholkového v dané teplotě od vajíčka do započetí rojení dospělců dceřiné generace ve dnech a směrodatnou odchylku.

Teplota (°C)	Průměrná doba vývoje ve dnech (vajíčko-dospělec)	SD
18	72,40	19,13
21	57,20	7,81
25	35,67	3,38

3.2.3. Stav létací svaloviny, chladová odolnost a obsah vody, a zimování vybraných druhů

3.2.3.1. *Lýkožrout borový*

3.2.3.1.1. *Stav létacích svalů*

Při odběrech v srpnu byli letuschopní všichni odebraní jedinci (**Obr. 34, 37**)



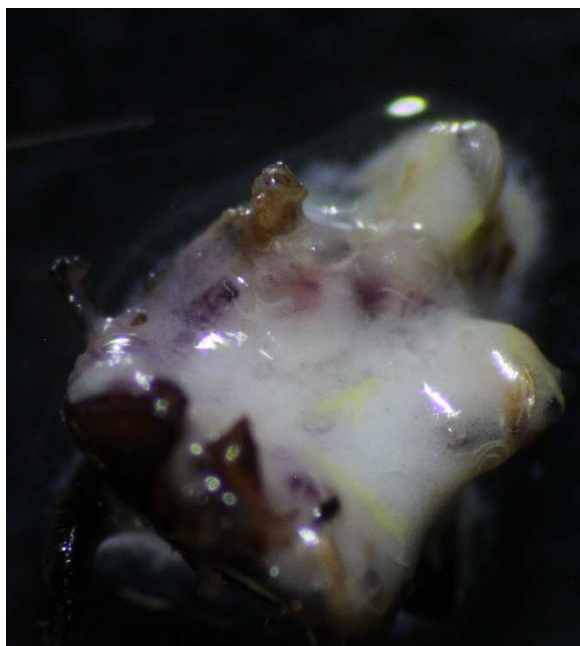
Obr. 34 – Křídelní svalovina plně aktivního letuschopného lýkožrouta borového odebraného 17. srpna 2021 ze skládky vytěženého dříví na lokalitě Bzenec. Intenzita zabarvení tetrazoliem je vysoká.

Redukce létací svaloviny byla zaznamenána až v zářijových odběrech, kdy 50 % dospělců odebraných 8. září 2021 nebyla schopna letu. Zabavení tetrazoliem u této části populace dosáhlo úrovně 2, jedinci se tedy nacházeli v časných fázích diapauzního vývoje (**Obr. 35, 37**).

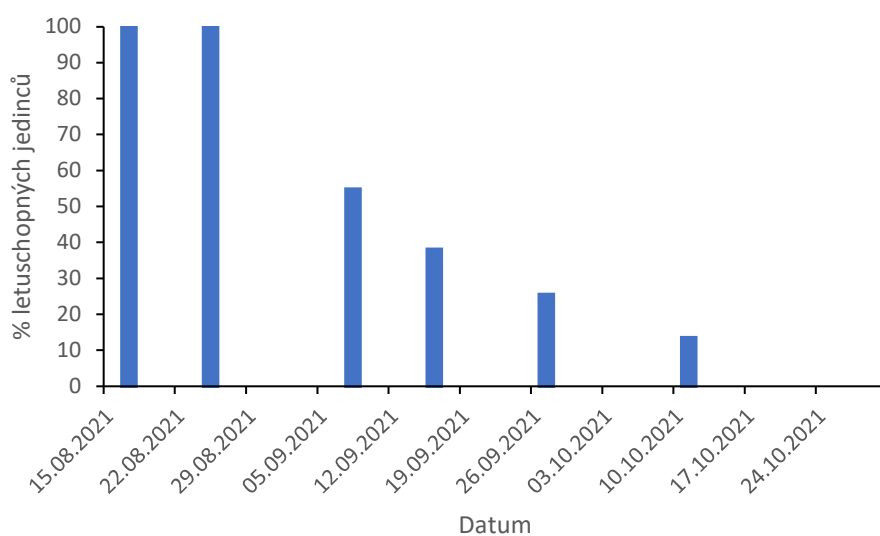


Obr. 35 – Křídelní svalovina lýkožrouta borového, který byl odebrán 8. září 2021 ze skládky vytěženého dříví na lokalitě Bzenec. Dle nižší intenzity zbarvení jde o časně stádium diapauzního vývoje.

O týden později již bylo schopno letu pouze 37,5 % odebraných jedinců, nicméně zbarvení tetrazoliem zůstalo stále na úrovni 2. U jedinců odebraných na konci září 2021 došlo k další redukci svalové hmoty a jako letuschopných bylo vyhodnoceno pouze 25 % odebraných jedinců. V polovině října byl zaznamenán další pokles, a to na 13 % populace. Zároveň se ve většině případů létací svaly neaktivních jedinců barvily tetrazoliem na úroveň 1 – tedy velmi slabé zbarvení (**Obr. 36, Obr. 37**). V poslední skupině z konce října již byli všichni dospělci diapauzní a svaly se obarvovaly jen velmi slabě (úroveň 1).



Obr. 36 – Křídelní svalovina plně diapauzního lýkožrouta borového, který byl odebrán dne 19. října 2021 ze skládky vytěženého dříví na lokalitě Bzenec. Není patrné téměř žádné vysrážení formazanu.

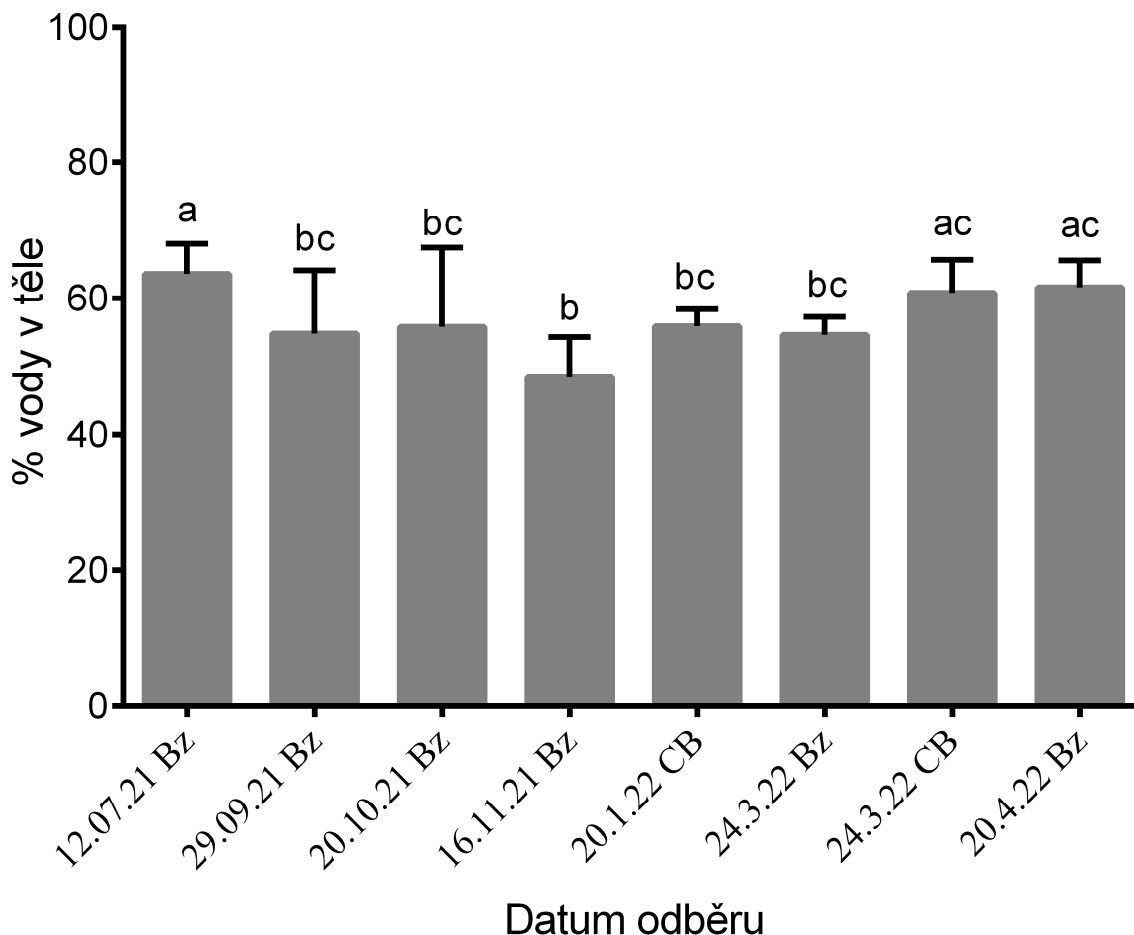


Obr. 37- Průběh postupné ztráty schopnosti letu u lýkožroutů borových odebíraných ze skládek vytěženého dříví v okolí lokality Bzenec na území LS Buchlovice.

3.2.3.1.2. *Bod podchlazení a obsah vody*

3.2.3.1.2.1. *Obsah vody v těle lýkožroutů borových v různých fázích životního cyklu*

Obsah vody v těle lýkožroutů borových se v průběhu roku statisticky významně lišil (ANOVA, $p = 0,00001$). Zatímco u dospělců odebraných v létě byl průměrný obsah vody $63,60 \pm 4,34$ %, v září došlo k statisticky významnému poklesu (ANOVA, $p = 0,022$) na $54,85 \pm 9,26$ %. Zatímco mezi brouky ze září a října nebyl téměř žádný rozdíl, u lýkožroutů odebraných v listopadu prokázala stanovení vůbec nejnižší zjištěný obsah vody v těle, $48,53 \pm 5,77$ %. S postupem zimy začal obsah vody v těle opět narůstat a během teplejších období byl na výřezech i skládkách pozorován žír, který se projevoval přítomností čerstvých drtinek pod kůrou i na jejím povrchu. U jedinců z lednového odběru tak obsah vody stoupl na $55,90 \pm 2,51$ % a podobný výsledek vykazovali i lýkožrouti odebraní v březnu na lokalitě Bzenec. U brouků odebraných ve stejný den v Českých Budějovicích byl zaznamenaný obsah vody ještě o 5 % vyšší, $60,81 \pm 4,88$ %. U jedinců odebraných v dubnu se obsah vody vrátil téměř na letní hodnoty, a činil $61,6 \pm 3,99$ % (**Obr. 38**).

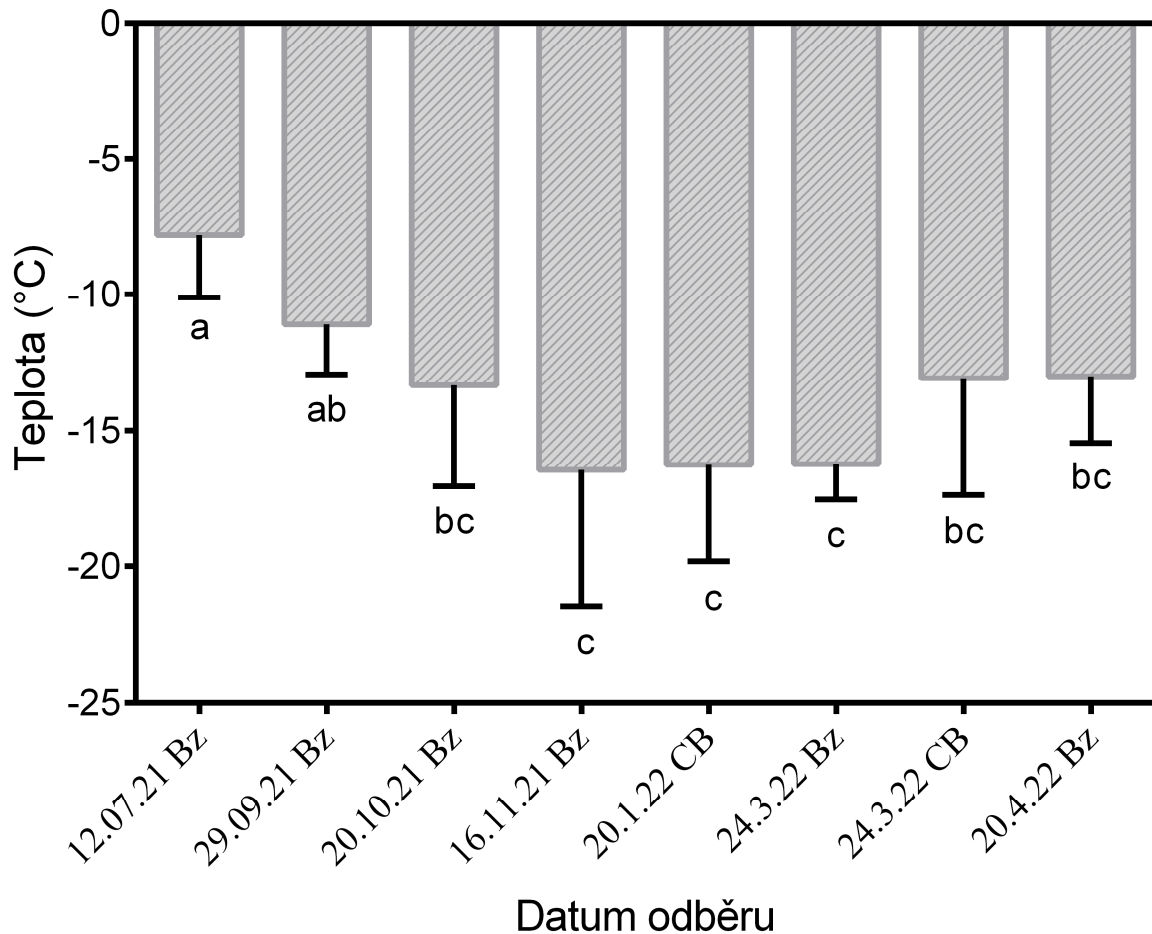


Obr. 38– Průměrný obsah vody (chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku) v tělech lýkožroutů borových odebraných z přírody v různých fázích životního cyklu od července 2021 do dubna 2022. Odběr probíhal na lokalitě Bzenec (Bz) a České Budějovice (CB) a každý vzorek obsahoval 20 jedinců. Malá písmena v záhlaví sloupců označují staticky významnou odlišnost/shodu dle výsledků Tukeyho testu pro mnohonásobná porovnání. Stejná písmena značí shodující se sloupce.

3.2.3.1.2.2. Bod podchlazení lýkožroutů borových v různých fázích životního cyklu

Chladová odolnost lýkožroutů borových se v průběhu roku statisticky průkazně lišila (ANOVA, $p = 0,000001$). Zatímco v létě dosahovala letální hodnota průměrně pouze $-7,83 \pm 2,28$ °C, na konci září poklesl bod podchlazení již na průměrných $-11,11 \pm 1,84$ °C a o téměř měsíc později na $-13,34 \pm 3,71$ °C. Nejnižší průměrný bod podchlazení byl naměřen u lýkožroutů odebraných dne 16. listopadu 2021, a to $-16,45 \pm 5,00$ °C. Nejnižší bod podchlazení zjištěný u lýkožrouta borového za celou dobu měření pocházel právě z listopadu 2021 a činil $-20,40$ °C. U jedinců odebraných v lednu

v Českých Budějovicích a v březnu na lokalitě Bzenec se průměrné body podchlazení stále držely velmi nízko, klesaly pod $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vliv odlišných stanovištních podmínek se projevil u lýkožroutů odebraných v březnu 2022 z Českých Budějovic, jejichž bod podchlazení ležel o několik stupňů výše na průměrných $-13,09 \pm 4,29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na lokalitě Bzenec byly podobné hodnoty zjištěny až v dubnu 2022 (**Obr. 39**).



Obr. 39 – Průměrné hodnoty bodu podchlazení (SCP) (chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku) u lýkožroutů borových odebraných z přírody v různých fázích životního cyklu od července 2021 do dubna 2022. Odběr probíhal na lokalitě Bzenec (Bz) a České Budějovice (CB) a každý vzorek obsahoval 20 jedinců. Malá písmena v záhlaví sloupců označují statisticky významnou odlišnost/shodu dle výsledků Tukeyho testu pro mnohonásobná porovnání. Stejná písmena značí shodující se sloupce.

3.2.3.1.2.3. Chladová odolnost při různě dlouhém vystavení nízkým teplotám

U kontrolní skupiny lýkožroutů borových, která prodělala postupnou osmitýdenní aklimaci v inkubátorech za krátkého dne a teplot od 20 do 0 °C ve světlé fázi dne a od 10 do -2 °C v temné fázi dne, dosáhl bod podchlazení průměrně $-16,82 \pm 0,76$ °C a obsah vody v těle činil průměrně $55,87 \pm 4,43$ % (**Tab. 16**).

Tab. 16 Tabulka zobrazuje průměrný bod podchlazení a obsah vody v těle chladově aklimovaných lýkožroutů borových.

Lýkožrout borový	Chladová aklimace 8 týdnů
SCP	$-16,82 \pm 0,76$ °C
Obsah vody v těle	$55,87 \pm 4,43$ %

3.2.3.1.2.4. Úmrtnost lýkožroutů borových v nízkých teplotách

U kontrolní skupiny, která prodělala postupnou osmitýdenní aklimaci v inkubátorech za krátkého dne a teplot od 20 do 0 °C ve světlé fázi dne a od 10 do -2 °C v temné fázi dne, bylo rozborem výřezů zjištěno, že úmrtnost dosáhla $24,10 \pm 2,82$ %. Vystavení teplotě -5 °C po dobu 24 hodin vedlo k téměř trojnásobnému podílu uhynulých jedinců, a to $63,16 \pm 0,94$ %. Teplotu -10 °C po dobu 24 hodin překonali pouze dva dospělci a celková úmrtnost tak dosáhla $97,5 \pm 2,5$ %. Nižší teploty -15 a -20° C již byly letální pro všechny sledované jedince (**Tab. 17**).

Tab 17 Průměrný počet lýkožroutů borových a jejich mortalita po osmitýdenní chladové aklimaci a vystavení teplotám -5, -10, -15 a -20 °C po dobu 24 hodin.

	Počet nalezených jedinců/výřez	SD	Mortalita (%)	SD
Chladová aklimace	49.50	2.50	24.10	2.82
-5 °C po 24 h	42.00	3.00	63.16	0.94
-10 °C po 24 h	45.00	5.00	97.50	2.50
-15 °C po 24 h	45.00	4.00	100.00	0.00
-20 °C po 24 h	50.00	6.00	100.00	0.00

3.2.3.1.3. Zimování

V říjnu 2020 se ve dvou výřezech nacházelo v průměru $173,5 \pm 27,5$ živých a 7 ± 4 mrtvých dospělců lýkožrouta borového. Rozbor v březnu 2021 prokázal, že v původních napadených výřezech zůstalo průměrně $93,8 \pm 55,2$ živých a $14,8 \pm 6,6$ mrtvých lýkožroutů. V čerstvých výřezech, které byly v době přidání do klecí nenapadené, bylo nalezeno v průměru $42,5 \pm 16,5$ živých a $1,5 \pm 1,5$ mrtvých dospělců. Nejméně lýkožroutů (pouze 4 živí jedinci) přezimovalo ve výřezu 3, jelikož vlivem žíru došlo k opadání většiny kůry. Opad byl způsoben tím, že šlo o výřez s tenkou borkou (**Obr. 40**). Lýkožrouti tak přelezli a zavrtali se do čerstvého výřezu. Většina závrťů byla lokalizována v jeho spodní části a brouci se ukryli v zimovacích komůrkách v borce (**Obr. 41**). V hrabance bylo na konci experimentu nalezeno jen velmi málo lýkožroutů borových. V průměru šlo o $7,5 \pm 1,5$ živých a 24 ± 7 mrtvých dospělců.



Obr. 40 – Část kmene s tenkou borkou není vhodná pro přezimování lýkožroutů borových. Po opadání kůry se brouci snaží migrovat na vhodnější zimoviště.

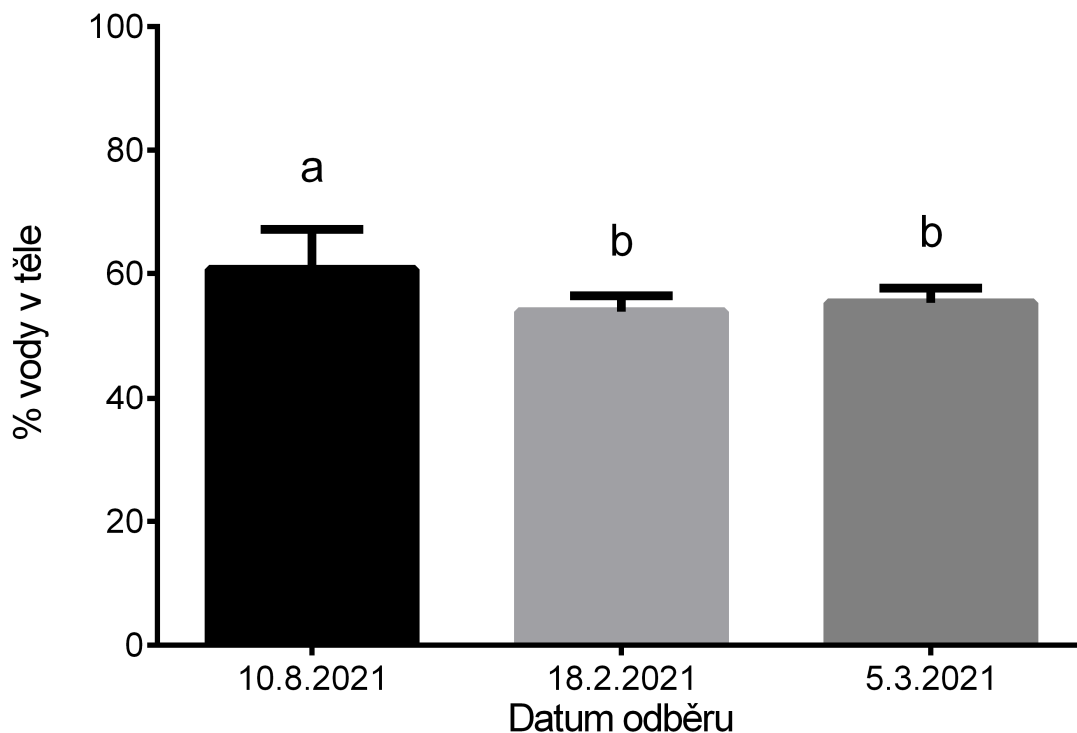


Obr. 41 – Mladí diapauzní dospělci lýkožrouta borového v zimovacích komůrkách.

3.2.3.2. *Lýkožrout vrcholkový*

3.2.3.2.1. *Bod podchlazení a obsah vody*

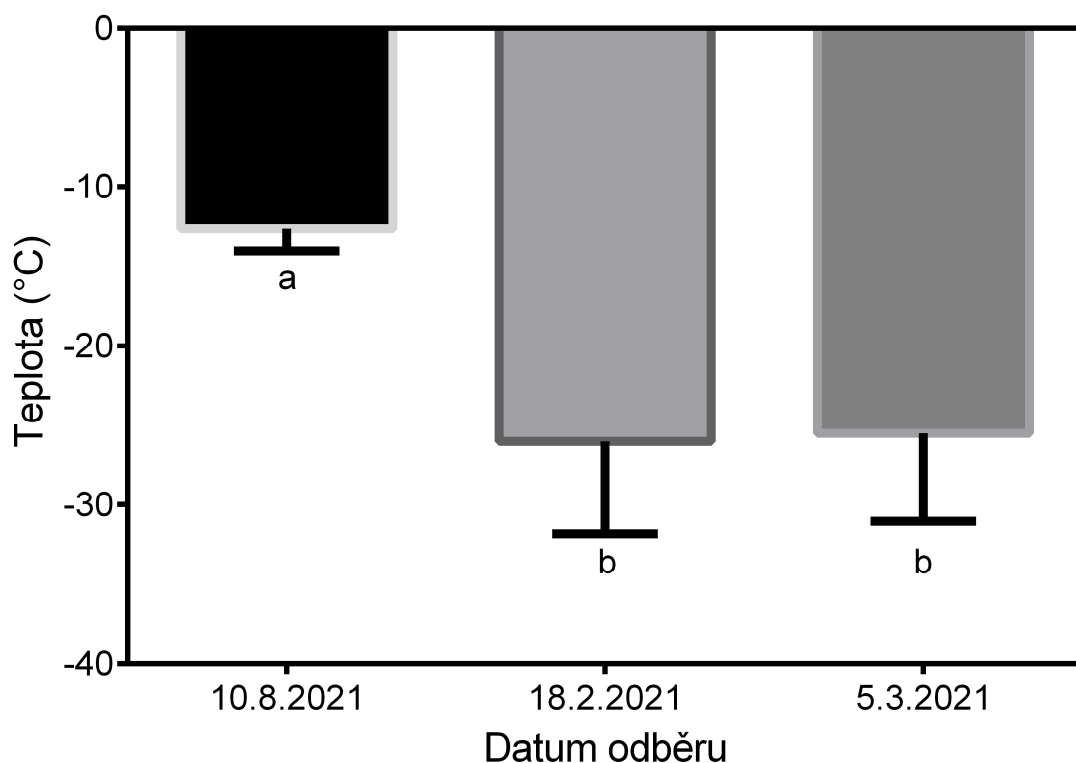
Obsah vody v těle lýkožroutů vrcholkových se mezi aktivními jedinci odebranými v srpnu a post-diapauzními jedinci odebranými v únoru a březnu statisticky průkazně lišil (ANOVA, $p = 0,000001$). V srpnu dosáhl průměrný obsah vody v těle lýkožroutů $60,65 \pm 6,57 \%$, v únoru $53,88 \pm 2,58$ a v březnu $55,30 \pm 2,35$ (**Obr. 42**).



Obr. 42 – Průměrný obsah vody (úsečky vyznačují směrodatnou odchylku) v tělech lýkožroutů vrcholkových odebraných z přírody v různých fázích životního cyklu. Malá písmena v záhlaví sloupců označují statisticky významnou odlišnost/shodu dle výsledků Tukeyho testu pro mnohonásobná porovnání. Stejná písmena značí shodující se sloupce.

Stejně jako u obsahu vody byla i u naměřených bodů podchlazení prokázána statisticky významná odlišnost (ANOVA, $p = 0,000001$) mezi aktivními a post-diapauzními jedinci. Zatímco lýkožrouti odebraní v srpnu měli bod podchlazení poměrně vysoký, pouze $-12,66 \pm 1,38$ °C, v zimě chladová odolnost významně vzrostla a jedinci odebraní v únoru uhynuli až při $-26,02 \pm 5,83$ °C, v březnu pak při $-25,51 \pm 5,55$ °C. Nejnižší naměřený bod podchlazení dosáhl $-39,75$ °C u lýkožrouta vrcholkového, který byl odebrán dne 18. února 2021 (**Obr. 43**). U jedinců s ne zcela ztmavlou kutikulou byla vždy naměřena vyšší hodnota SCP než u tmavých rodičovských brouků. V zimním odběru světlí lýkožrouti promrzali již při -16 až -22 °C, zatímco tmaví brouci vždy překonali teplotu -23 °C. V odběru z 10. srpna 2021 sice všichni světlí brouci překonali teplotu -10 °C, ale zároveň uhynuli dříve, než teplota

poklesla k -12 °C. Mezi jednotlivými místy odběru (stojící/ležící stromy) nebyly zřejmé rozdíly.



Obr. 43 – Průměrné hodnoty bodu podchlazení (SCP) (úsečky vyznačují směrodatnou odchylku) u lýkožroutů vrcholových odebraných z přírody v různých fázích životního cyklu. Malá písmena v záhlaví sloupců označují staticky významnou odlišnost/shodu dle výsledků Tukeyho testu pro mnohonásobná porovnání. Stejná písmena značí shodující se sloupce.

3.2.3.2.2. Zimování

Počet jedinců přezimujících v místě vývoje byl velmi nízký. Rozborem větví a vrcholových partií kmene bylo nalezeno pouze $5,12 \pm 2,43$ % z celkového počtu lýkožroutů, kteří ve vzorcích dosáhli alespoň stádia kukly (**Tab. 18**).

Tab. 18 Tabulka zobrazuje hustotu napadení materiálu z lokality Majdalena na území LS Třeboň a % jedinců lýkožrouta vrcholkového zimujících v místě vývoje, tedy ve větvích a vrcholkových částech kmene.

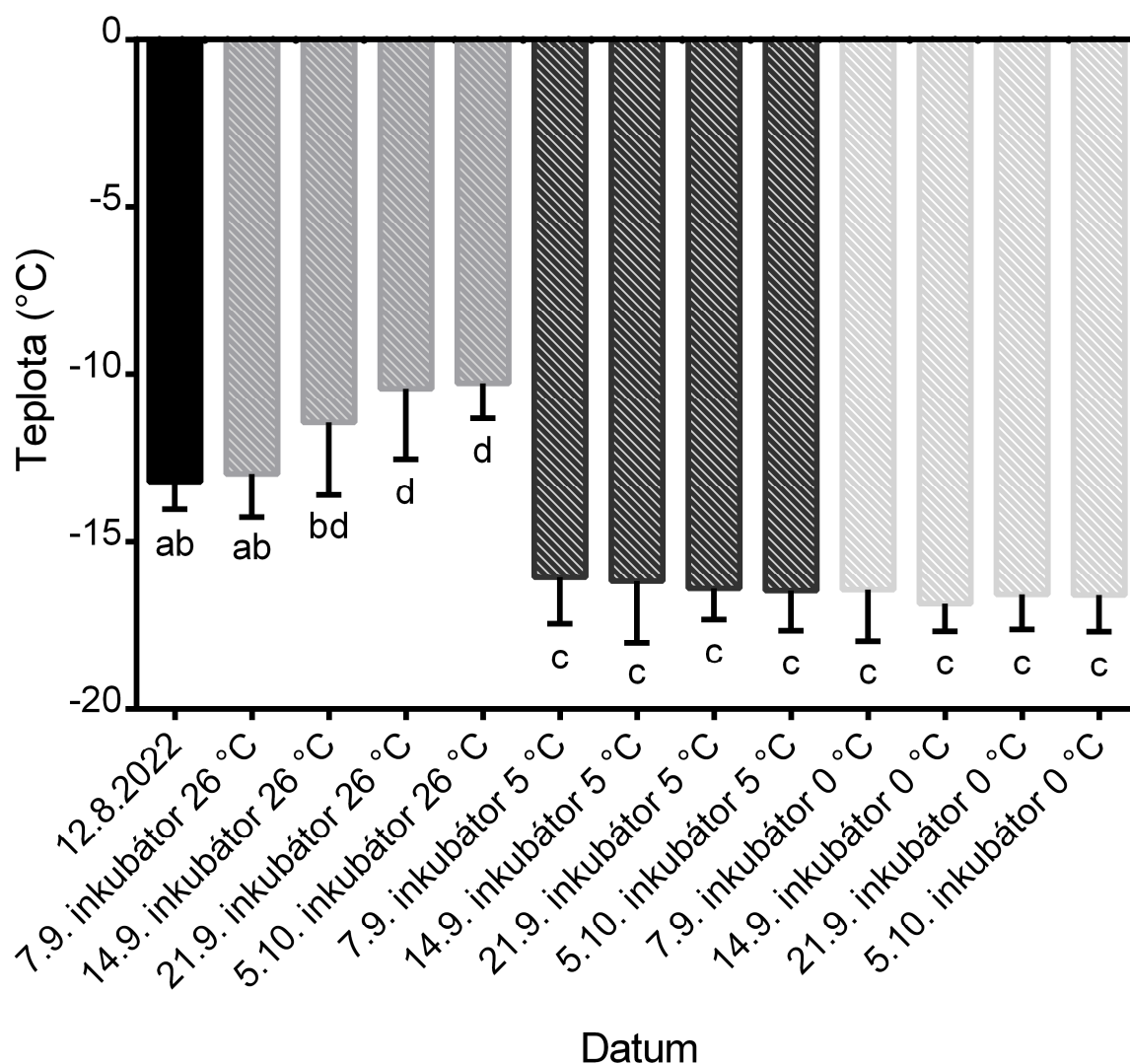
	Průměr	SD
Hustota napadení (mat.chodba/dm ²)	12,15	2,31
% jedinců přezimujících pod kůrou	5,12	2,43

3.2.3.3. *Orthotomicus proximus*

3.2.3.3.1. *Stav létací svaloviny a bod podchlazení*

Dospělci *Orthotomicus proximus* odebraní z výřezů umístěných ve venkovních podmínkách v průběhu srpna nebyli schopni letu. Všichni zkoumaní jedinci zůstali bez obarvení a byli hodnoceni stupněm 1, tedy plně diapauzní. Stejný výsledek vykazovali i brouci odebraní z výřezů umístěných v inkubátorech s teplotami 26, 5 a 0 °C v termínech 7. září 2022, 14. září 2022 a 21. září 2022. Následující odběr, který proběhl dne 5. října sice nezaznamenal změny u lýkožroutů z konstantní teploty 0 a 5 °C, ale v teplotě 26 °C a dlouhém dni (22:2 hod; foto : skotofáze) se již někteří brouci začali rojit a přeletovali na čerstvý výřez, který jim byl nabídnut. Polovina zkoumaných jedinců byla proto odebrána z napadených výřezů a druhou polovinu tvořili rojící se brouci. Letové svaly lýkožroutů odebraných přímo z výřezů vykazovaly stále nulovou aktivitu cytochromoxidáz, šlo tedy o diapauzní neletuschopné jedince, ale u rojících se dospělců dosáhla svalovina zbarvení stupně 3 a šlo o aktivní reprodukční jedince (**Tab. 19**)

Chladová odolnost lýkožroutů *Orthotomicus proximus* se statisticky průkazně lišila (ANOVA, $p = 0,00001$) mezi jednotlivými zkoumanými variantami aklimace. Jedinci odebraní z výřezů ponechaných venku 12. srpna 2022 umírali průměrně v $-13,21 \pm 0,84$ °C. U jedinců umístěných v inkubátoru teplotou 26 °C a délkou dne 22:2 (fotofáze: skotofáze) chladová odolnost v průběhu pokusu klesala a 5. října 2022 dosahovala pouze $-10,27 \pm 1,1$ °C. U jedinců umístěných v inkubátorech s teplotami 5 a 0 °C se naopak chladová odolnost zvýšila a nejnižší průměrná hodnota bodu podchlazení dosáhla u odběru z 5. října 2022 u dospělců z inkubátoru s konstantní teplotou 0 °C - $16,6 \pm 1,1$ °C (**Obr. 44**).



Obr. 44 – Průměrné hodnoty bodu podchlazení (SCP) (chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku) u lýkožroutů *Orthotomicus proximus* odebraných z přírody a po teplotní aklimaci. Jedinci byli odebráni z výřezů ponechaných ve venkovních podmínkách a z výřezů umístěných do inkubátorů s teplotami 26, 5 a 0°C. U nižších teplot byla nastavena konstantní tma, u teploty 26 °C dlouhý den 22:2 (foto:skotofáze). Malá písmena v záhlaví sloupců označují staticky významnou odlišnost/shodu dle výsledků Tukeyho testu pro mnohonásobná porovnání. Stejná písmena označují shodující se sloupce.

Tab. 19 Procento lýkožroutů *Orthotomicus proximus*, kteří byli po testu funkčnosti létacích svalů vyhodnoceni jako schopní letu. Dospělci pocházeli buď z výřezů umístěných ve venkovních podmínkách nebo prošli 1 až 4 týdny dlouhou aklimací v inkubátorech s teplotami 26, 5 a 0 °C.

Datum odběru	Aklimace	Procento letuschopných jedinců
12.08.2022	venkovní	0 %
16.08.2022	venkovní	0 %
30.08.2022	venkovní	0 %
07.09.2022	Inkubátor 26 °C	0 %
	Inkubátor 5 °C	0 %
	Inkubátor 0 °C	0 %
14.09.2022	Inkubátor 26 °C	0 %
	Inkubátor 5 °C	0 %
	Inkubátor 0 °C	0 %
21.09.2022	Inkubátor 26 °C	0 %
	Inkubátor 5 °C	0 %
	Inkubátor 0 °C	0 %
05.10.2022	Inkubátor 26 °C	50 %
	Inkubátor 5 °C	0 %
	Inkubátor 0 °C	0 %

4. Diskuze

Z údajů o výskytu podkorního hmyzu ve feromonových lapačích, lapácích a stojících stromech je zřejmé, že částečné setřetí rozdílů v druhovém spektru podkorního hmyzu mezi lokalitami v Čechách a na Moravě, které bylo pozorováno v roce 2021, pokračovalo i v roce 2022. Pro všechny lokality tak byl i v roce 2022 charakteristický společný výskyt I. vrcholkového a I. borového. Výskyt lýkožrouta vrcholkového byl však oproti roku 2021 obecně nižší, a to ve feromonových lapačích i lapácích, což mohlo souviset s termínem vyvěšení feromonových odparníků, kdy nebylo zachyceno teplotně nadprůměrné období z 9. – 11. května 2021. Jedinou výjimkou byla lokalita Brandýs nad Labem, kde výše maximálních odchytů do lapačů zůstala shodná kolem 20 jedinců. Podobný trend vykazoval i odchyt lýkožrouta borového, kde k poklesu došlo na všech sledovaných lokalitách. Na lokalitě Brandýs nad Labem však narostl počet napadených stromů v okolí sledované holiny. V roce 2022 začala letová aktivita obou druhů lýkožroutů již v první květnové dekádě, tedy o jeden měsíc dříve než v roce 2021, ovšem v následujících týdnech byla přerušena častými srážkami. Červen 2022 byl celorepublikově hodnocen jako srážkově normální až mírně nadnormální. Zároveň však bylo období od května do září 2022 teplotně nadnormální, takže k opoždění vývoje dceřiné generace nedošlo. S výjimkou časnějšího výletu na jaře se celkový charakter průběhu rojení meziročně v podstatě nelišil. Letová aktivita lýkožroutů vrcholkových i borových byla na všech sledovaných lokalitách ukončena na sklonku srpna, případně na začátku září 2022.

Analýzou požerků bylo zjištěno, že u lýkožrouta vrcholkového se v požerku nachází průměrně $3,58 \pm 0,32$ samic. To poměrně dobře koresponduje s předchozí literaturou, která uvádí $2,6 \pm 0,3$ (Bakke, 1968). Rovněž velikost snůšky, která dosahovala průměrně $14,87 \pm 5,19$ vajíček, velmi dobře odpovídá ostatním evropským populacím, pro něž je uváděn rozptyl 4,2 až 16,7 vajíček/samici (Colombari et al., 2012). Pozorované velikosti snůšek blíží se horní hranici uváděné u evropských populací napovídají, že na lokalitě Brandýs nad Labem je populace lýkožrouta vrcholkového na vzestupu, což lze dokumentovat i zvýšením hustoty napadení lapáků oproti vegetační sezóně 2020 a více než dvojnásobnou úspěšností, s níž potomstvo dokončí vývoj od vajíčka do dospělce. Na lokalitě Brandýs nad Labem se jedná o $3,62 \pm 1,26$ jedinců,

zatímco v literatuře se uvádí pouze $1,47 \pm 0,97$ s možným nárůstem o 16,5 % v F1 generaci (Colombari et al., 2012).

V rámci projektu proběhl i výzkum pseudogamního rozmnožování u l. vrcholkového. Parthenogenetické rozmnožování není v rámci řádu brouci, Coleoptera, příliš časté. Dle recentních informací je prokázáno jen u přibližně 600 druhů z celkově popsáných více než 360000 (Gokhman a Kuznetsova, 2017). Je zajímavé, že jednou z nejvýznamnějších čeledí, u níž se vyskytuje, jsou právě nosatcovití, Curculionidae, do níž jsou řazeni kůrovcovití. Pseudogamní rozmnožování u kůrovcovitých bylo popsáno u několika zástupců rodu *Ips* a *Pityophthorus*, většinou se vyskytujících mimo Evropu (Deyrup a Kirkendall, 1983; Lanier a Kirkendall, 2008). Nejlépe prostudovaným evropským zástupcem je právě *Ips acuminatus*. Získané výsledky jsou v souladu s dříve publikovanými údaji o skandinávských populacích lýkožrouta vrcholkového. Jejich autoři uvádějí, že 23 až 56 % samic začalo po zavrtání pod kůru budovat mateřské chodby, aniž by byl v požerku přítomen samec (Kirkendall, 1990). V našem případě šlo o 50 % na lokalitě Brandýs nad Labem a 60 % na lokalitě Třebíč. Výrazný rozdíl je však v procentu oplozených samic. Zatímco autor výše zmíněné studie uvádí, že až 43 % samic v samostatných požercích nebylo oplozeno, dle našich výsledků zůstalo neoplozeno jen 1,1 %. Ve všech případech šlo navíc o světlé jedince, což potvrzuje teorii o absenci „pre-emergence mating“ mladých samic s rodičovskými samci ještě před výletem. Rozdílné procento oplozených zakládajících samostatné požerky může být dáno odlišným metodickým přístupem a voltinismem sledovaných populací. Zatímco Kirkendall (1990) pracoval s čerstvě napadeným materiálem, případně nálet inicioval za pomoci samců a ihned po napadení sekce rozebíral, v našem případě šlo o rozbor lapáků po jejich kompletním napadení v době, kdy se potomstvo nacházelo ve stádiu larev a kukel. Vlivem výrazně kratší vegetační sezóny ve Skandinávii také dceřiná generace i rodičovští brouci setrvávají v místě vývoje a přezimují. Na sledovaných lokalitách však byl prokázán výlet dceřiné generace, takže lze předpokládat, že oplozené samice mohou opustit původní požerky a v kladení pokračovat na jiném místě. Skutečnost, že samice v průběhu vegetační sezóny vyletují, podporují i zaznamenané poměry pohlaví lýkožroutů vrcholkových, kteří byli odchyceni do feromonových lapačů. Dvakrát v průběhu vegetační sezóny došlo k výraznému vychýlení ve prospěch samic, na lokalitě Brandýs nad Labem na 1:21 a na lokalitě Třebíč dokonce na 1:37. Částečně lze toto vychýlení vysvětlit chováním

samců, kteří poměrně dlouho setrvávají v požerku a hlídají vstupní otvor, ovšem z poměru pohlaví zjištěného rozbořením lapáků je zřejmé, že výrazná část oplozených samic původní požerky opouští a je zachycena do feromonových lapačů. Poměr pohlaví zjištěný v lapačích na lokalitách Brandýs a Třebíč tak dalece převyšuje hodnotu 1:13,3 uváděnou v práci Kirkendalla (1990) i 1:1,45 uváděnou v práci Colombari et al. (2012). Nepublikované výsledky Kirkendalla a Stensetha z lokality Saggrenda potvrzují poměr 1:32,8 v roce 1983, ovšem bez udání metodiky. Z výše uvedeného je zřejmé, že u lokálních populací existují značné výchyly. Důvodem může být odlišná historie lokalit. Zatímco italská práce pochází z místa intenzivní gradace, kde lýkožrout vrcholkový byl jediným disturbančním faktorem a populace byla stabilně vysoká po delší dobu (více než 6 let), na skandinávských i našich lokalitách nebyl lýkožrout vrcholkový primární příčinou úhynu borovic. Výše odchytů do lapačů sice odpovídá italské práci, ovšem uhynulé stromy byly kolonizovány i jinými druhy podkorního hmyzu a populace se nachází spíše ve fázi vzestupné gradace. Tomu může odpovídat i odlišný poměr pohlaví a pozorování je v dobrém souladu i s podílem pseudogamních samic, který rovněž odpovídá skandinávské populaci. Při použití metody dochování potomstva a určení pohlaví byl na sledovaných lokalitách podíl pseudogamních samic 29,7 %, po zahrnutí výsledků z histologie spermaték 32,9 %. Løyning a Kirkendall (1996) uvádí výskyt klonálních samic od 15 do 45 %, Løyning (2000) dokonce 16 až 84 %. Z práce Kirkendalla a Stensetha (1990) vyplývá, že stabilní populace by se měly pohybovat v poměru pohlaví 1:3 až 1:4, ovšem vychýlení z tohoto poměru neovlivňuje schopnost populace expandovat. Důvodem výrazné převahy samic na dvou ze tří sledovaných lokalit tak může být právě přechod populací do fáze gradace způsobený kombinací klimatických faktorů a oslabením hostitelských dřevin.

V případě reprodukce a plodnosti lýkožrouta borového odpovídají zjištěné údaje dříve publikovaným studiím. Na jednoho samce připadaly průměrně $2,21 \pm 0,29$ samice, přičemž běžně jsou uváděny 2 až 5 samic (Jactel a Lieutier, 1987). Velikost snůšky se stejně jako u výše zmíněného I. vrcholkového pohybovala spíše u horní hranice zmíněné předchozími autory, která činí 40 vajíček. Na lokalitě Třebíč připadalo na jednu samici průměrně $40,62 \pm 8,46$ vajíček, snůšky ve spodní části kmene tuto hodnotu i překračovaly. Vzestupnou fázi gradace dokumentuje i vysoké procento potomstva, které dokončí vývoj do dospělců. Vývoj bylo v terénu na lokalitě Třebíč

schopno úspěšně dokončit téměř 78 % lýkožroutů, což odpovídá výsledkům dosaženým v optimálních teplotních podmínkách v laboratoři, kde v rozptylu teplot od 2 do 25,5 °C dokončilo vývoj 44 až 83 % jedinců dceřiné generace (Peter, 2014). Je zajímavé, že navzdory zcela odlišným schopnostem čelit nízkým teplotám mají oba druhy poměrně vysoký spodní vývojový práh. Literatura uvádí 11 až 12 °C u l. borového (Peter, 2014) a 14 °C u l. vrcholkového (Colombari et al., 2012). U l. borového nejde vzhledem k jeho ostatním charakteristikám a původu o překvapující informaci, ovšem u lýkožrouta vrcholkového by očekávaná hodnota měla být nižší. Možným vysvětlením je obývaný mikrohabitat v korunách stromů a vliv dopadajícího slunečního záření na jejich prohřátí v průběhu jarních a letních měsíců. Experimenty v inkubátorech prokázaly u obou druhů silnou teplotní závislost rychlosti vývoje i načasování rojení dceřiné generace. U lýkožrouta borového odpovídají zjištěné délky vývoje předchozím literárním údajům (Özcan et al., 2011; Peter, 2014), pro l. vrcholkového nejsou v dostupné literatuře k dispozici žádné údaje. Z průběhu odchytů do feromonových lapačů na sledovaných lokalitách je však zřejmé, že údaje zjištěné v laboratorních podmínkách v teplotách 21 a 25 °C odpovídají přibližně situaci v terénu během vegetační sezóny 2021, kdy na jednotlivých sledovaných lokalitách mezi rojením rodičovské a dceřiné generace uplynulo 42 až 49 dní. Velmi podobné výsledky byly získány i ve studii Colombari et al. (2012).

Výrazná meziroční odlišnost byla zaznamenána u lýkohubů rodu *Tomicus*. Zatímco v roce 2021 se feromonové odparníky TOMOWITjevily spíše jako neúčinné a odchytávaly pouze jednotky či desítky jedinců, na lokalitě Bzenec bylo v dubnu 2022 odchyceno téměř 2000 lýkohubů sosnových. Vzhledem k intervalu výběru je pravděpodobné, že k odchytu většiny z nich došlo kolem 15. dubna, kdy maximální denní teploty překračovaly 20 °C. Velmi intenzivní žír na spodní straně lapáků (místa na styku s podkladem v podstatě odkorněny) ukazuje, že na sledovanou lokalitu se podařilo kombinací lapáků a feromonových návnad nalákat velké množství lýkohubů z okolí. Ti byli po prodělání žíru na tenkém lýku lapáků odchyceni do feromonových lapačů ve výše zmíněných vysokých počtech. Obdobná je i zkušenost z lokality Brandýs nad Labem, kde ovšem lýkohubi nebyli po ukončení žíru odchyceni do lapačů. Na rozdíl od Bzence se však v okolí sledovaného místa vyskytlo několik čerstvě napadených stromů s charakteristickými výrony pryskyřice v místě náletu. Možným vysvětlením pro nízké odchty do lapačů a napadení stojících stromů by mohl být

výrazně horší stav porostu v Brandýse nad Labem. Porost je proředen těžbou z roku 2021. I po jejím dokončení se na lokalitě nachází větší množství stojících souší, které měly v roce 2021 ještě zelené koruny. V úvahu připadá i srážkově podprůměrný začátek roku 2022 oproti lokalitě Bzenec a odlišná věková struktura porostů. Zatímco lokalita Brandýs nad Labem je složena z částí 20, 40 a 60 let starých a na jihozápadě sousedí s porostem starším 100 let, holina poblíž Bzence je obklopena hustým porostem o stáří 100 – 120 let ze tří stran a na zbývající straně porostem 80 – 100 let starým. Zabránit výletu lýkohubů menších a sosnových ze spodní části lapáků by mohlo jejich ošetření insekticidem. Využití otrávených lapáků proti lýkohubu sosnovému zmiňují jako účinnou metodu již předchozí autoři (McCullough et al., 1998), kteří však insekticidní ošetření nedoporučují v době přípravy lapáků, jelikož vrstva sněhu a rozředlé půdy může jeho účinnost snížit. V důsledku toho navrhují termín insekticidního ošetření odložit na dobu mezi obsazením lapáků a výletem mladé generace lýkohubů. V našem případě tuto metodu nelze považovat za vhodnou, jelikož napadení lapáků patrné při kontrole shora bylo nízké. Naopak ošetření lapáku ihned po položení by vedlo k úhynu všech lýkohubů, kteří ožírali lýko na straně přivrácené k podkladu. Pro zvýšení atraktivity lapáků by pak bylo možno použít feromonové návnady TOMOWIT, případně návnad se shodným chemickým složením a odlišnou konstrukcí odparníku.

Rozbory lapáků v roce 2022 rovněž potvrdily, že výskyt lýkožrouta *Orthotomicus proximus* v roce 2021 nebyl náhodným výkyvem. Hustota napadení v sekcích 3 až 5 zůstala meziročně na velmi podobné úrovni. Vzestup populační četnosti lýkožroutů rodu *Orthotomicus* není pouze lokální záležitostí ČR. Zmínky o stoupajícím poškození porostů se objevují i v zahraniční literatuře z roku 2022. Ve Švédsku tak podíl stromů, na nichž bylo v letech 2016 – 2019 patrné napadení lýkožrouty rodu *Orthotomicus*, dosáhl 54 % (Cocos et al., 2022), na jihu Evropy stoupá význam lýkožrouta *Orthotomicus erosus* (Kovac et al., 2022; Hlávková a Doležal, 2022), v České republice byl *O. longicollis* zařazen do certifikované metodiky řešící ochranu borovice lesní před podkorním a dřevokazným hmyzem (Knížek et al., 2021). Druh *Orthotomicus proximus* se na základě výzkumu ekofyziologických charakteristik navíc jeví jako velmi zajímavý. Na dvou sledovaných lokalitách, kde byl výskyt velmi četný, došlo k vývoji pouze jedné dceřiné generace, která po dokončení vývoje nastoupila diapauzní vývoj. K obarvení létacích svalů u jedinců odebíraných z přírody nedocházelo již v první

srpnové dekádě a lapáky třetí série byly napadeny jen velmi málo. Zdá se tedy, že diapauzní vývoj je buď obligatorní nebo je prahová délka dne pro jeho indukci poměrně vysoká. Experimenty s vystavením diapauzních lýkožroutů *Orthotomicus proximus* podmínkám ukončujícím diapauzu prokázaly, že k obnovení reprodukčního vývoje vedl jeden měsíc v teplotě 26 °C a extrémně dlouhém dni. Podobné podmínky vedly k ukončení diapauzy i u lýkožroutů smrkových ze skandinávských monovoltinních populací (Doležal a Sehnal, 2007). Naproti tomu nízké teploty 0 a 5 °C nevedly k obnovení reprodukce ani po dvou měsících a k datu sepsání této zprávy se létací svalovina dospělců stále nebarví. Ve spojení s poměrně malou odolností vůči nízkým teplotám se tak zřejmě jedná o adaptaci na možný teplotní výkyv na sklonku vegetační sezóny. V případě *Orthotomicus longicollis* došlo na lokalitě Třebíč i k napadení jednoho stojícího stromu, takže vývoj bude zajímavé sledovat i nadále, zejména s ohledem na informace o lokálních přemnoženích a napadení dosud žijících stromů (Csóka a Kovács, 1999; Tozlu, 2001).

Populace lýkožrouta borového byly i v roce 2021 na všech sledovaných lokalitách polyvoltinní, přičemž druhá dceřiná generace nevylétěla a přezimovala v místě vývoje. Na konci vegetační sezóny přechází lýkožrouti boroví do fotoperiodicky indukované imaginální diapauzy. Mezi její typické projevy patří ukončení letové aktivity, vyhledání vhodného mikrohabitatu pro přezimování, zastavení vývoje pohlavních orgánů a snížení metabolismu. Lýkožrout borový preferuje borku stojících napadených stromů, v níž si podobně jako I. smrkový vytváří zimovací komůrky, v nichž je chráněn před vlhkostí, houbovými patogeny a do jisté míry i přirozenými nepřáteli. Pokud je borka příliš narušena předchozím žírem a hrozí opadávání kůry, brouci vyhledávají jiná vhodná místa v okolí, do nichž se zavrtávají. Vzhledem k poměrně pozdní ztrátě schopnosti letu nejsou vyloučeny přelety I. borových za zimováním ani v průběhu září, ke kterým v roce 2022 došlo na lokalitách Brandýs nad Labem a Bzenec. Poslední odchvy do feromonových lapačů v roce 2022 pocházejí právě z počátku září. Postupné zneaktivnění létacích svalů probíhá u lýkožrouta borového výrazně pomaleji než u dříve studovaných druhů. Ještě koncem září tak byla schopna letu přibližně čtvrtina zkoumaných jedinců. Důvod pro takto pozdní ztrátu letové aktivity je zřejmě dán původním areálem rozšíření a celkově spíše teplomilným charakterem druhu. Intenzivní šíření v důsledku měnícího se klimatu pak neodpovídá rychlosti adaptace na nové, původně výrazně chladnější prostředí. Nízká odolnost lýkožroutů borových

vůči chladu je dalším výsledkem potvrzujícím výše uvedené skutečnosti. Průměrná hodnota bodu podchlazení se u zkoumaných jedinců pohybovala ještě v říjnu jen kolem $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, přičemž nejnižší naměřená hodnota dosáhla $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. K dalšímu nárůstu chladové odolnosti došlo u plně diapauzních jedinců, takže v listopadu 2021 dosáhla průměrná hodnota SCP již $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, nejnižší naměřená hodnota klesla pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zvýšená míra chladové odolnosti byla následně udržována až do ledna 2022, v následujících měsících docházelo k postupnému poklesu. Pružnost mechanismů chladové odolnosti a přizpůsobení aktuálním teplotám pak ilustrují rozdíly mezi jedinci zimujícími ve venkovních podmínkách na lokalitě Bzenec a v Českých Budějovicích. Postupný vzestup obsahu vody v tělech dokumentuje příjem potravy v teplejších obdobích a přípravu na jarní rojení. Naměřené hodnoty bodu podchlazení jsou v souladu s dříve publikovanými údaji (Bakke, 1968). Ve druhé dílčí technické zprávě byl vysloven předpoklad, že chladnější průběh zimy by mohl šíření, které v posledních letech pozorujeme, zastavit. Za tímto účelem proběhl experiment, během něžž byli chladově aklimovaní diapauzní lýkožrouti boroví vystaveni teplotám od $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 24 hodin. Již během aklimace dosáhla úmrtnost více než 20 %, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ vedlo k trojnásobnému nárůstu a vystavení $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 24 hodin přežili pouze dva jedinci. Obě nižší varianty vedly k úhynu 100 % lýkožroutů ve výřezech. Domníváme se tak, že skutečně chladná zima by navzdory různým odlišnostem venkovních podmínek mohla šíření I. borového zastavit. Naproti tomu lýkožrout vrcholkový je na podmínky zim v temperátní zóně velmi dobře adaptován. V průměru jsou brouci schopni přežít i teploty pod $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tuto schopnost si ponechávají až do začátku jarního období. Nejnižší naměřené hodnoty bodu podchlazení se pak blížily $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je vůbec nejméně z dosud zkoumaných druhů kůrovců. Obdobné údaje lze dohledat i ze starší literatury, v níž byla studována skandinávská populace. Lýkožrouti ponechaní ve venkovních podmínkách měli bod podchlazení průměrně $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ u skupiny z roku 1982 a téměř $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ u skupiny z roku 1976 (Gehrken, 1984, 1985, 1992). Rozdíly mezi jednotlivými skupinami ilustrují vliv teploty v průběhu diapauzního vývoje na aklimaci sledovaných jedinců. Velmi nízké hodnoty bodu podchlazení pak demonstrují adaptaci na přezimování ve větvích a vrcholkových partiích kmene i dvě desítky metrů nad zemí a vysokou efektivitu ethylenglykolu jako kryoprotektantu. Dle Gehrkenové (1984) vykazovali jeho nejvyšší hladiny právě lýkožrouti, u nichž byl naměřen velmi nízký bod podchlazení. Opouštění místa vývoje a přezimování v hrabance pak nepředstavuje

z hlediska chladové odolnosti výraznější problém, může však komplikovat plánování těžby napadených stromů. V budoucnu bude třeba zjistit, v jakém období a z jakých důvodů k migraci do hrabanky dochází, a načasování asanace přizpůsobit zjištěným údajům.

Testování různých typů feromonových odparníků metodou přímého srovnání účinnosti jednotlivých variant v daném místě a čase potvrdilo výsledky z roku 2021. Jako nejvhodnější pro monitoring lýkožrouta vrcholkového a lýkožrouta borového se jeví feromonové návnady ACUMIPROTECT španělské provenience. Opakovaně se potvrdila i velmi nízká účinnost odparníků SEXOWIT. Jediným společným komponentem je přítom u obou feromonových návnad ipsdienol. Vzhledem k tomu, že ipsdienol u kůrovcovitých se vyskytuje ve dvou enantiomerech, přičemž vzájemný poměr či převaha jednoho z typů se může lišit i vnitrodruhově mezi populacemi, je otázkou, zda selhání SEXOWITu nebylo způsobeno právě nevhodnou směsí enantiomerů ipsdienolu (Birgersson et al., 2012). V roce 2022 byly využity nově vyrobené šarže SEXOWITu, ale odchyt zůstal nadále zanedbatelný, takže vysvětlení uvedené výše je pravděpodobné. Nízké odchvy ve variantě SEXOWIT jsou zajímavé i v kontextu práce Knížek et al. (2022), kde se naopak zmiňuje jeho vysoká efektivita. Autoři studie odchytili za dva roky sledování lokality Znojmo celkem 1570 jedinců (dva feromonové lapače/lokalitu). Na lokalitách v Čechách však byli autory studie odchyceni jen jednotliví brouci. Příčinou výše popsaných rozdílů může být skutečnost, že lýkožrouti boroví na námi sledovaných lokalitách více reagovali na odparníky ACUMIPROTECT. Na jejich výrazně lepší účinnost ukazuje i to, že na lokalitě Brandýs nad Labem se podařilo odchytat jen v roce 2022 řádově stovky jedinců, tedy výrazně více, než uvádí studie Knížek et al. (2022) z lokalit Dobříš či Mimoň.

Ve spolupráci s prof. Drašarem se rovněž podařilo vysvětlit vysokou atraktivitu Pheagr IAC vůči I. smrkovým, I. severským a I. lesklým. Ve směsi je oproti ACUMIPROTECTu navíc 2-methyl-3-buten-2-ol. Tato látka je součástí agregačních feromonů všech tří výše zmíněných lýkožroutů. Zároveň má nižší bod varu a odpařuje se rychleji než všechny zbývající složky Pheagr IAC, což může vysvětlit vyšší atraktivitu Pheagru IAC pro lýkožrouty vrcholkové na sklonku doby expirace, která byla pozorována v roce 2021 (Doležal et al., unpublished data).

5. Závěry

- U lýkožrouta vrcholkového je poměr pohlaví výrazně vychýlen ve prospěch samic (v lapačích až 1:37), avšak při zkoumání napadeného materiálu je v požercích poměr samců a samic jen přibližně 1:3 až 5. Tento rozdíl je způsoben tím, že pseudogamní samice a neoplozené samice si často vytváří vlastní požerec bez samců, v němž může být až 8 samic a může se vyskytovat i snůška. Neoplozená vajíčka nepokračují ve vývoji, z vajíček pseudogamních samic se líhnou pouze samice. Na sledovaných lokalitách byl výskyt požerků bez samců vyšší než 50 %.
- L. borový přezimuje pod kůrou napadených stromů. Při jejich asanaci je třeba zohlednit opadávání kůry. Lýkožrouti ze stromů s opadávající kůrou mohou vzhledem k déletrvajícím schopnosti letu na konci vegetační sezóny migrovat na vhodnější zimoviště a napadat další stromy v okolí.
- L. borový je teplomilný druh, který ještě není zcela adaptován na podmínky ČR. Intenzivní šíření by mohlo být ukončeno chladnou zimou s déletrvajícím teplotami kolem -15 °C nebo intenzivním ochlazením na jaře, kdy je chladová odolnost dospělců snížena a začínají přijímat potravu.
- V roce 2022 se podařilo potvrdit vhodnost feromonové návnady ACUMIPROTECT jako nástroje monitoringu I. vrcholkového a I. borového. Ostatní typy návnad vykazovaly horší výsledky při podobných finančních nákladech a odchyťovaly i větší množství necílových druhů. Zejména SEXOWIT se ukázal být velmi málo efektivním. S využitím návnady ACUMIPROTECT k přímému snížení populační hustoty obou výše zmíněných druhů nepočítáme, ovšem na základě odchyťů lze na konkrétních lokalitách nastavit časovou souslednost dalších ochranných opatření.
- Feromonové odparníky TOMOWIT, jejichž účinnost byla dosud hodnocena jako nízká, odchyťovaly v kombinaci s lapáky na lokalitě Bzenec poměrně vysoké počty lýkohubů sosnových. Feromony by tedy bylo vhodnější využít ke zvýšení atraktivity lapáků.

- Intenzivní okus lýka na spodní straně lapáků proti lýkohubům rodu *Tomicus* ukazuje, že ke zvýšení kapacity by mohlo vést jejich ošetření insekticidem při současném navnadění feromonovým odparníkem.
- Na lokalitách Brandýs nad Labem a Třebíč pokračoval i v roce 2022 výskyt druhů *Orthotomicus proximus* a *Orthotomicus longicollis*. Napadení bylo pozorováno na lapácích i stojících stromech s vyšší mírou defoliace. Na základě recentních údajů v dostupné literatuře lze těmto druhům přisoudit stoupající význam v rozpadu porostů narušených suchem a dalšími faktory.
- U druhu *Orthotomicus proximus* byla potvrzena poměrně intenzivní imaginální diapauza. Její přerušování vysokými teplotami a dlouhým dnem ukazuje spolu s nízkým prahem chladové odolnosti na teplomilný charakter druhu. Do značné míry je tak vysvětlen vzestup populační hustoty následkem změny klimatu a oslabení hostitelských dřevin.
- Šíření populací lýkožrouta borového a lýkožroutů rodu *Orthotomicus* souvisí s výskytem teplých zim, kdy zimní teplota nepřekonává hranice chladové odolnosti těchto druhů. Je proto nutné v rámci obrany v průběhu zimního období průběžně odstraňovat chřadnoucí borovice, v kterých tyto druhy zimují. Lze předpokládat, že redukce jejich populací tímto postupem bude mít zásadní vliv, naopak ponechávání napadených souší více let bez včasné asanace v kombinaci s mírnými zimami gradaci těchto druhů podporuje.
- V případě zjištění lýkožrouta vrcholkového je nutná asanace i napadených větví v průběhu vegetační sezóny. Současně lze v jarním období využít k odchytnu i lapáky, v případě možností navnazené feromonovými odparníky ACUMIPROTECT. Lapáky jsou současně použitelné i k odchytnu zbývajících spektra kůrovců.
- Samostatné využití lapačů prozatím neposkytuje dostatečné výsledky, rozdíly jsou v jednotlivých značkách odparníků, ale současně není dostatečně otestována metodika použití lapačů ve vazbě na čistotu porostů, jak naznačují rozdíly v odchycích na jednotlivých lokalitách. V současné době kombinace nízké účinnosti a ceny odparníků není vhodná pro provozní nasazení lapačů při

obraně proti borovým kůrovcům, ale možnosti dalšího rozvoje – testování odparníků i metodiky využití lapačů nejsou vyčerpány.

- Spektrum borových kůrovců a jejich rozdíly v bionomii vyžadují podporu v edukaci personálu minimálně v borových oblastech. Zvýšení povědomí o jednotlivých druzích podkorního hmyzu jsou zásadní pro efektivní ochranu lesa proti těmto podkorním škůdcům.

6. Literatura

- Allen D.A., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H.T., Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J-H., Allard G, Running S.W., Semerci A., Cobb N. (2010): A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate risks for forests. *Forest Ecology and Management*. 259(4): 660-684.
- Bakke, A. (1968): Ecological Studies on Bark Beetles Coleoptera Scolytidae Associated with Scots Pine *Pinus Sylvestris* L. in Norway with Particular Reference to the Influence of Temperature; *Meddelelser fra det Norske skogforsøksvesen*.
- Bigler C., Bräker O.U., Bugmann H., Dobbertin M., Rigling A. (2006): Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland. *Ecosystems*. 9: 330–343.
- Birgersson, G.; Dalusky, M.; Espelie, K.; Berisford, C. (2012): Pheromone Production, Attraction, and Interspecific Inhibition among Four Species of Ips Bark Beetles in the Southeastern USA. *Psyche* (Stuttg). 2012 doi:10.1155/2012/532652.
- Bouget C., Duelli P. (2004): The effects of windthrow on forest insect communities: a literature review. *Biological Conservation* 118(3): 281-299.
- Buotte P.C., Hicke J.A., Preisler H.K., Abatzoglou J.T., Raffa K.F., Logan J.A. (2017): Recent and future climate suitability for whitebark pine mortality from mountain beetles varies across the western US. *Forest Ecology and Management*. 399: 132-142.
- Cocos D., Klapwijk M.J., Schöder M. (2022): Unpublished data.
- Colombari, F.; Battisti, A.; Schroeder, L.M.; Faccoli, M. (2012): Life-History Traits Promoting Outbreaks of the Pine Bark Beetle *Ips Acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the South-Eastern Alps. *Eur. J. For. Res.* 131, 553–561, doi:10.1007/s10342-011-0528-y.
- Čech T.L., Perný B. (2000): Kiefernsterben in Tirol. *Forstschutz Aktuell* 22: 12-15.
- Csóka, G., and T. Kovács. (1999): Xilofág rovarok- Xylophagous insects. Hungarian Forest Research Institute. Erdészeti Turományos Intézet, Agroinform Kiadó, Budapest. 189 pp
- Das A.J., Stephenson N.L., Flint A., Das T., van Mantgem P.J. (2013): Climatic correlates of tree mortality in water – and energy-limited forests. *PLoS One*, 8(7), e69917.
- Deyrup. M. and Kirkendall, L.R. (1983): Apparent partheno-genesis in *Pityophthorus pirberulus* (Coleoptera: Scolytidae). -At7n. *Entomol. SOC.A m* . 76: 400-40.
- Dobbertin M., Mayer P., Wohlgemuth T., Feldmeyer-Christe E., Graf U., Zimmermann N.E., Rigling A. (2005): The Decline of *Pinus sylvestris* L. forests in the Swiss Rhone valley – a result of drought stress? *Phyton. Special issue*. 45(4): 153-156.
- Dobbertin M., Wermelinger B., Bigler C., Bürgi M., Carron M., Forster B., Gimmi U., Rigling A. (2007): Linking increasing drought stress to Scots pine mortality and bark beetle infestations. *The Scientific World Journal*. 7(S1): 231-239.
- Doležal, P.; Sehnal, F. (2007): Effects of Photoperiod and Temperature on the Development and Diapause of the Bark Beetle *Ips Typographus*. *J. Appl. Entomol.* 131, 165–173, doi:10.1111/j.1439-0418.2006.01123.x.

- Doležal, P., Davídková, M., Vovesný, P., Drašar, P. (in press) Pheromone dispenser ACUMIPROTECT for mass trapping of the shr dentated bark beetle, *Ips acuminatus* (Coleoptera, Curculionidae). *Chemické listy*
- Escherich, K. (1914): *Die Forstinsekten Mitteleuropas*, Band I. Paul Parey Verlag, Berlin, Germany.
- Etxebeste, I., Pajares, J.A. (2011): Verbenone protects pine trees from colonization by the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* Boern. (Col.: Scolytinae). *Journal of Applied Entomology* 135: 258-268.
- Foit J., Čermák V. (2014): Colonization of disturbed Scots pine trees by bark- and wood-boring beetles. *Agricultural and Forest Entomology* 16: 184-195.
- Galiano L., Martínez-Vilalta J., Lloret F. (2010): Drought-induced multifactor decline of Scots pine in the Pyrenees and potential vegetation change by the expansion of co-occurring oak species. *Ecosystems* 13: 978-991.
- García de la Serrana R., Vilagrosa A., Alloza J.A. (2015): Pine mortality in southeast Spain after an extreme dry and warm year: interactions among drought stress, carbohydrates and bark beetle attack. *Trees* 29: 1791-1804.
- Gaylord M.L., Kolb T.E., Pockman W.T., Plaut J.A., Yezpe E.A., Macalady A.K., Pangle R.E., McDowell N.G. (2013): Drought predisposes piñon-juniper woodlands to insect attacks and mortality. *New Phytologist* 198(2): 567-578.
- Gehrken, U. (1984): Winter Survival of an Adult Bark Beetle *Ips Acuminatus* Gyll. *J. Insect Physiol.* 30, 421–429, doi:https://doi.org/10.1016/0022-1910(84)90100-8.
- Gehrken, U. (1985): Physiology of Diapause in the Adult Bark Beetle, *Ips Acuminatus* Gyll., Studied in Relation to Cold Hardiness. *J. Insect Physiol.* 31, 909–916, doi:10.1016/0022-1910(85)90024-1.
- Gehrken, U. (1992): Inoculative Freezing and Thermal Hysteresis in the Adult Beetles *Ips Acuminatus* and *Rhagium Inquisitor*. *J. Insect Physiol.* 38, 519–524, doi:10.1016/0022-1910(92)90077-Q.
- Gokhman, V.; Kuznetsova, V. (2017): Parthenogenesis in Hexapoda: Holometabolous Insects. *J. Zool. Syst. Evol. Res.* 56, doi:10.1111/jzs.12183.
- Hampe A., Petit R.J. (2005): Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters* 8(5): 461-467.
- Hlávková D., Doležal P. (2022): Cambioxylophagous Pests of Scots Pine: Ecological Physiology of European Populations—A Review. *Frontiers in Forests and Global Change* 5: 864651.
- Hódar J.A., Castro J., Zamora R. (2003) Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming. *Biological Conservation* 110(1): 123-129.
- Holuša J., Foit J., Knížek M., Schováňková J., Lukášová (Resnerová) K., Vanická H., Trombik, J., Kula, E. (2019) The bark beetles *Orthotomicus laricis* and *Orthotomicus longicollis* are not pests in Centra Europe a case study from the Czech Republic. *Bulletin of Insectology* 72(2): 253-260.

Horn A., Kerdelhué C., Lieutier F., Rossi J.P. (2012): Predicting the distribution of the two bark beetles *Tomicus destruens* and *Tomicus piniperda* in Europe and the Mediterranean region. *Agricultural and Forest Entomology* 14: 358-366.

Jactel, H. and Lieutier, F. (1987): Effects of attack density on fecundity of the scots pine beetle *Ips sexdentatus* Boern (Col.; Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 104: 190-204. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1987.tb00515.x>

Kirkendall, L.R. (1990): Sperm Is a Limiting Resource in the Pseudogamous Bark Beetle *Ips Acuminatus* (Scolytidae). *Oikos*, 57, 80–87, doi:10.2307/3565740.

Kirkendall, L.R. and Stenseth, N.C. (1990): Ecological and evolutionary stability of sperm dependent parthenogenesis: effect of partial niche overlap between sexual and asexual females. *Evolution*, 44: 698-714. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1990.tb05949.x>

Knížek M., Liška J., Vele A., Zahradník P., Lubojacký J. (2021): Ochrana borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) před podkorním a dřevokazným hmyzem. *Lesnický průvodce* 9/2021. *Lesnický průvodce, Jíloviště*. 120 pp.

Knížek M., Liška J., Vele A. (2022): Efficacy of synthetic lures for pine bark beetle monitoring. *J. For. Sci.*, 68: 19–25.

Kovac M., Rigling D., Pernek M. (2022): Ophiostomatales Associated with Mediterranean Pine Engraver, *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) in Dalmatia, Croatia. *Journal of Fungi* 8(8):788.

Krams I., Daukste J., Kivleniece I., Brūmelis G., Cibulskis, Āboliņš-Ābols, Rantala M.J., Mierauskas P., Krama T. (2012): Drought-induced positive feedback in xylophagous insects: Easier invasion of Scots pine leading to greater investment in immunity of emerging individuals. *Forest Ecology and Management* 270: 147-152.

Lanier, G.; Kirkendall, L. (2008): Karyology of Pseudogamous Ips Bark Beetles. *Hereditas*, 105, 87–96, doi:10.1111/j.1601-5223.1986.tb00646.x.

Lantschner M.V., Atkinson T.H., Corley J.C., Liebhold A.M. (2017): Predicting North American Scolytinae invasions in the southern hemisphere. *Ecological Application* 27(1): 66-77.

Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Grégoire J.C., Evans H.F. (2004): *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Springer, Dordrecht.

Lieutier F., Yart A., Salle A. (2009) Stimulation of tree defenses by ophiostomatoid fungi can explain attack success of bark beetles on conifers. *Annals of Forest Science* 66: 1-22.

Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolström M., Lexer M.J., Marchetti M. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259(4): 698-709.

Logan J.A., Régnière J., Powell J.A. (2003): Assessing impacts of global warming on forest pest dynamics. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(3): 130-137.

Løyning, M.K. (2000): Reproductive performance of clonal and sexual bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in the field. *Journal of Evolutionary Biology*, 13: 743-748. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2000.00227.x>

Løyning, M. K., Kirkendall, L. R. (1996). Mate Discrimination in a Pseudogamous Bark Beetle (Coleoptera: Scolytidae): Male *Ips acuminatus* Prefer Sexual to Clonal Females. *Oikos*, 77(2), 336–344. <https://doi.org/10.2307/3546074>

Lubojacký J., Lorenc, F., Liška, J., Knížek, M. (2019): Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2018 a prognóza na rok 2019. In: Knížek M. (ed.) Škodliví činitelé v lesích Česka 2018/2019 – Historie a současnost kůrovcových kalamit ve střední Evropě. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 16.4. 2019. Zpravodaj ochrany lesa 14-19.

Martínez-Vilalta J., Piñol J. (2002): Drought-induced mortality and hydraulic architecture in pine populations of the NE Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 161 (1–3): 247-256.

Mátyás C., Ackzell L., Samuel C.J.A. (2004): EUFROGEN Technical guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*). International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 6pp.

Mccullough, D.; Haack, R.; McLANE, W.I.N. (1988): Control of *Tomicus Piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) in Pine Stumps and Logs. *J. Econ. Entomol.* 91, 492–499, doi:10.1093/jee/91.2.492.

Meddens A.J.H., Hicke J.A., Ferguson C.A. (2012): Spatiotemporal patterns of observed bark beetle-caused tree mortality in British Columbia and the western United States. *Ecological Applications* 22(7): 1876-1891.

Netherer S., Matthews B., Katzensteiner, Blackwell E., Henschke P., Hietz P., Pennerstorfer J., Rosner S., Kikuta S., Schume H., Schopf A. (2015): Do water-limiting conditions predispose Norway spruce to bark beetle attack? *New Phytologist* 205(3): 1128-1141.

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(4): 831-838.

Özcan, G.; Eroglu, M.; Akinci, H.(2011): Use of Pheromone-Baited Traps for Monitoring *Ips Sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae) in Oriental Spruce Stand. *Afr. J. Biotechnol.* 10.

Peter, Z. (2014): Effect of Climate Change on Population Dynamics of Bark Beetles: Relationships between Temperature and Development Rate of *Ips Sexdentatus* (Boern.), *Environmental Sciences*.hal-01836196.

Pešková V., Soukup F., Knížek M. (2016): Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *Lesnická práce* 4: 1-8.

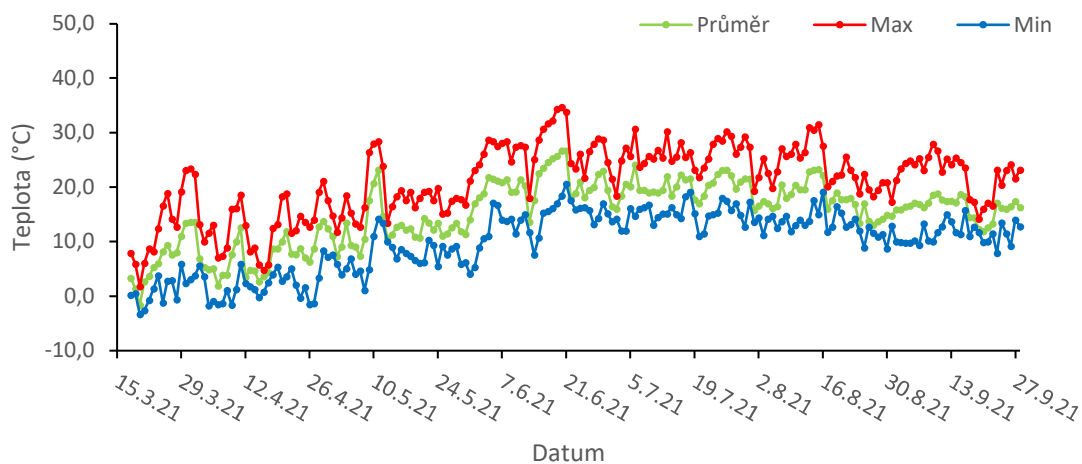
Pfeffer A. (1989): Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae, Academia, Praha

Raffa K.F, Aukema H., Bentz B.J., Carroll A.L., Hicke J.A., Turner M.G., Romme W.H. (2008): Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience* 58(6): 501-517.

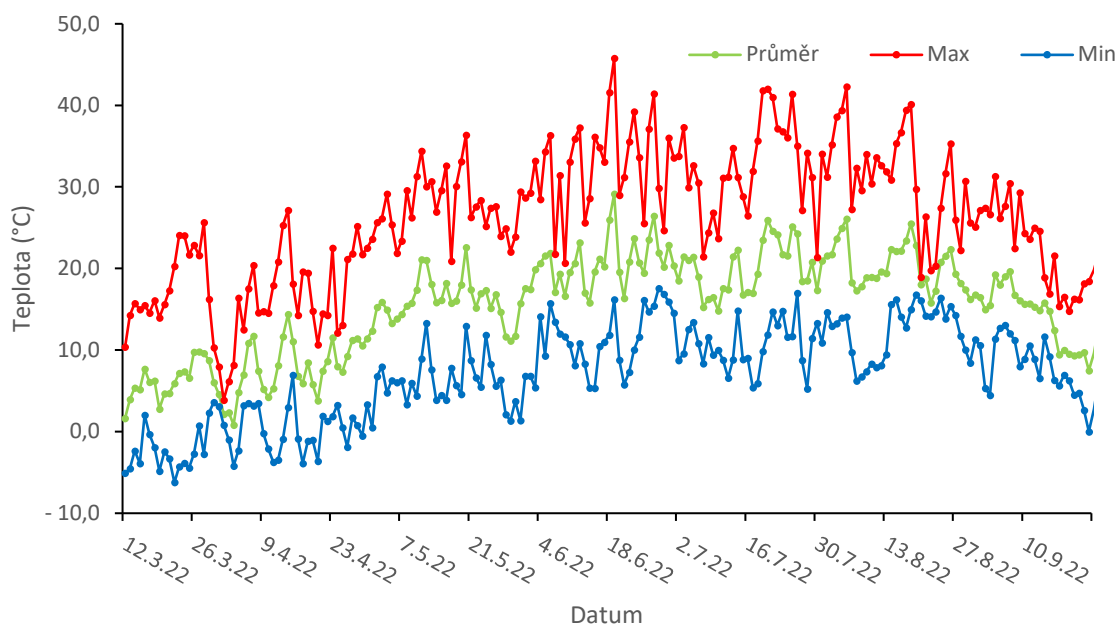
Seidl R., Schelhaas M.J., Lexer M.J. (2011) Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biology* 17: 2842-2852.

- Schelhaas M.J., Nabuurs G.J., Schuck A. (2003): Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9: 1620-1633.
- Tozlu, G. (2001): Sarıkamış (Kars)'ta Titrek Kavak (*Populus Tremula L.*)'ta Zarar Yapan Böcek Türlerinin Tespiti ve Bunlardan Bazı Önemli Türlerin Biyolojisi Üzerinde Çalışmalar. *Türk. Entomol. Derg.*, 25 (2): 133-146. *Türk. Entomol. Derg.* 25, 133–146.
- Thabeet A., Vennetier M., Gadbin-Henry C., Denelle N., Roux M., Caraglio Y., Vila B. (2009): Response of *Pinus sylvestris L.* to recent climatic events in the French Mediterranean region. *Trees* 23: 843-853.
- Thuiller W., Albert C., Araújo M.B., Berry P.M., Cabeza M., Guisan A., Hickler T., Midgley G.F., Paterson J., Schurr F.M., Sykes M.T., Zimmermann N. (2008): Predicting global change impacts on plant species distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9(3-4): 137-152.
- Vacchiano G., Garbarino M., Mondino E., B., Motta R. (2012): Evidences of drought stress as a predisposing factor to Scots pine decline in Valle d'Aosta (Italy). *European Journal of Forest Research* 131: 989-1000.
- Vertui F., Tagliaferro F. (1998): Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) die-back by unknown causes in the Aosta Valley, Italy. *Chemosphere* 36(4-5): 1061-1065.
- Wermelinger B., Rigling A., Mathis D.S., Dobbertin M. (2008): Assessing the role of bark and wood-boring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. *Ecological Entomology* 33: 239-249.

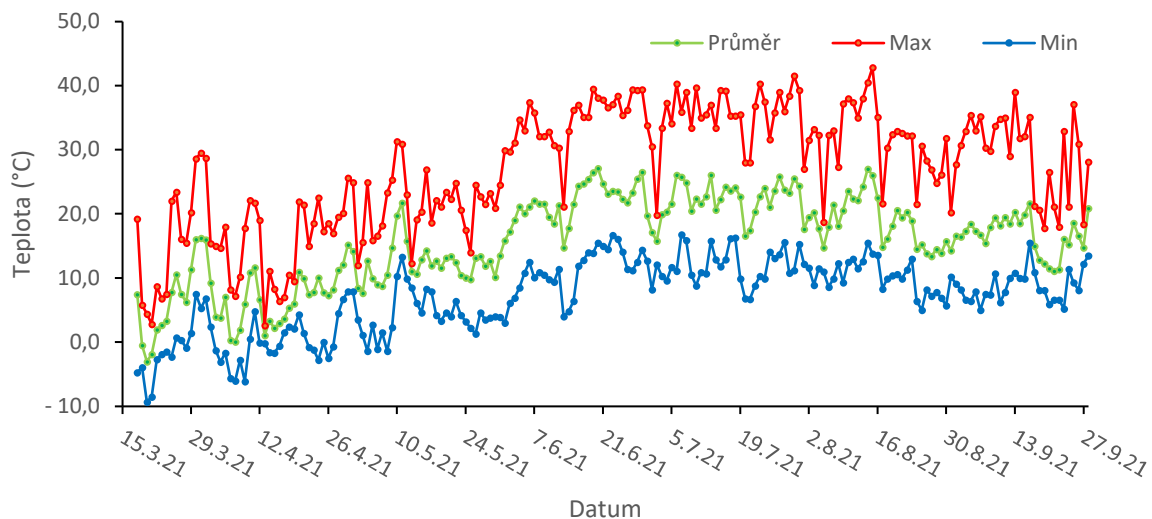
7. Příloha 1



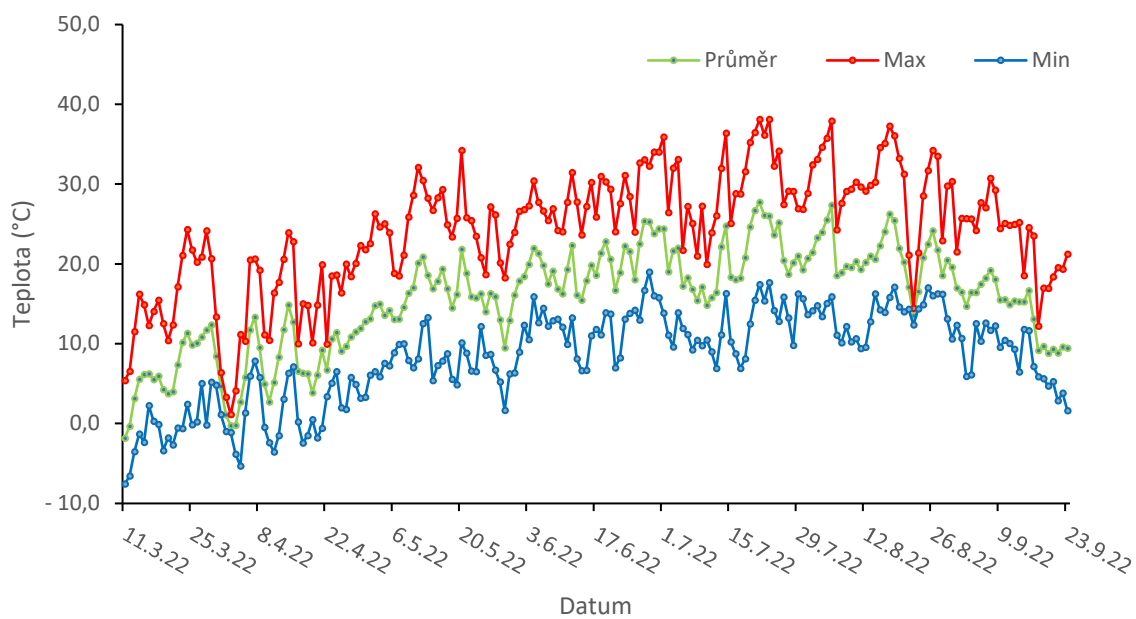
Obř. P1. Průběh teplot na osluněné holině na území LS Brandýs nad Labem, kde byly umístěny feromonové lapače v roce 2021. Zachyceny jsou právě denní teplotní průměry, denní maxima a denní minima. Vzhledem ke ztrátě dat z dataloggeru Comet pochází zobrazené údaje z meteorostanice ČHMÚ, Brandýs nad Labem, Stará Boleslav (https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/open_data/Podminky_uziti_udaju.pdf).



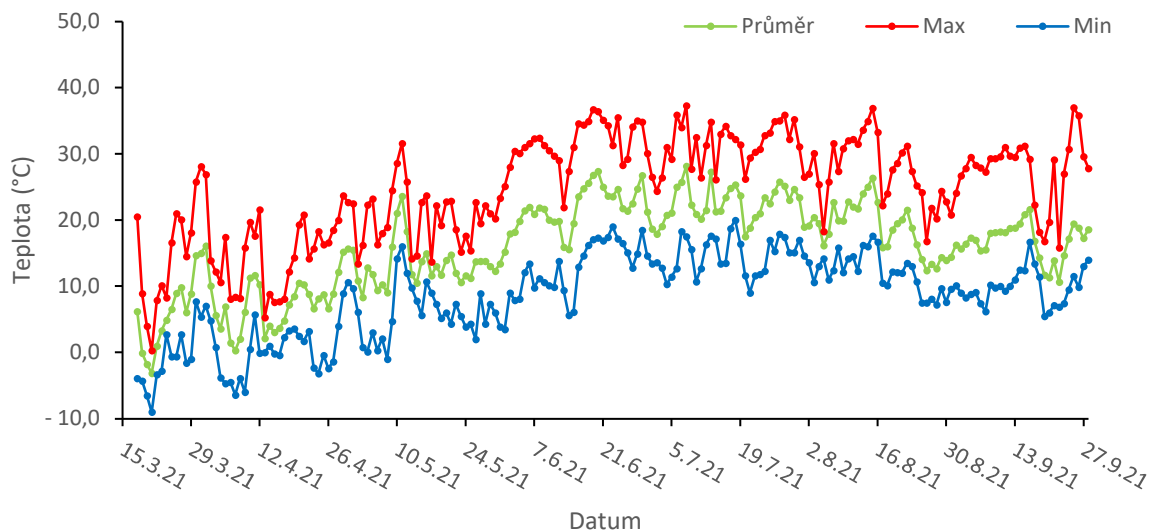
Obř. P2 – Průběh teplot na osluněné holině na území LS Brandýs nad Labem, kde byly umístěny feromonové lapače v roce 2022. Zachyceny jsou právě denní teplotní průměry, denní maxima a denní minima.



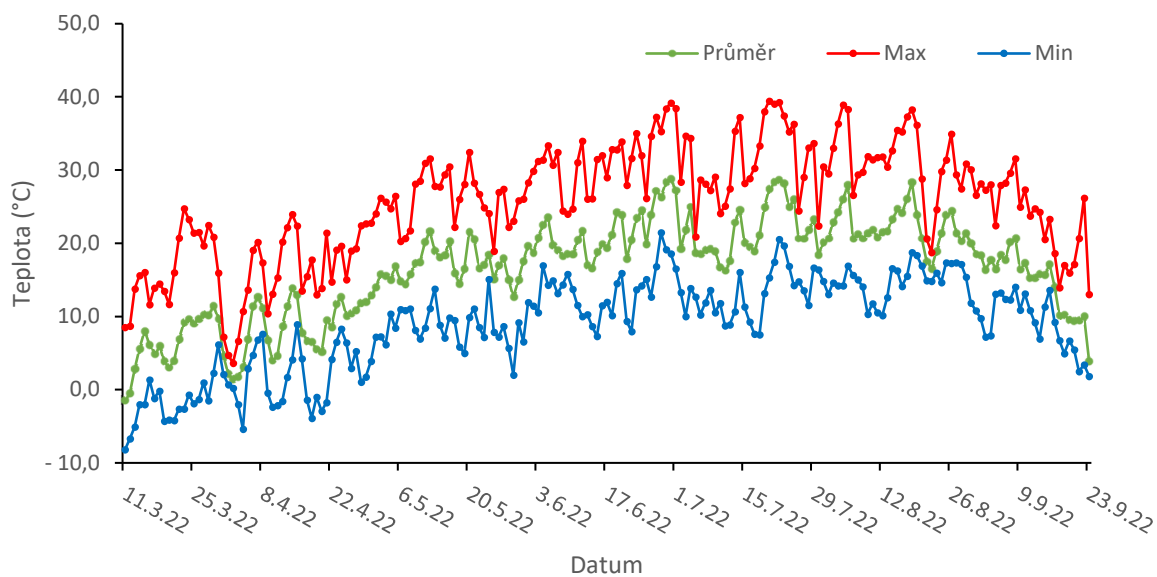
Obr. P3 – Průběh teplot na osluněné holině na území LS Třebíč, kde byly umístěny feromonové lapače v roce 2021. Zachyceny jsou právě denní teplotní průměry, denní maxima a denní minima.



Obr. P4 – Průběh teplot na osluněné holině na území LS Třebíč, kde byly umístěny feromonové lapače v roce 2022. Zachyceny jsou právě denní teplotní průměry, denní maxima a denní minima.



Obr. P5 – Teplotní záznam z osluněné holiny na lokalitě Bzenec, kde byly rozmístěny feromonové lapače v roce 2021. Zachyceny jsou právě denní teplotní průměry, denní maxima a denní minima.



Obr. P6 – Teplotní záznam z osluněné holiny na lokalitě Bzenec, kde byly rozmístěny feromonové lapače v roce 2022. Zachyceny jsou právě denní teplotní průměry, denní maxima a denní minima.