

OTRÁVENÉ LAPÁKY VERSUS TROJNOŽKY SE SÍTÍ STORANET, *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) A NECÍLOVÍ BEZOBRATLÍ

POISONED TRAP TREES VERSUS TRIPODS WITH THE STORANET NET, *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) AND NON-TARGET ARTHROPODS

EMANUEL KULA ✉ - VOJTĚCH ŠOTOLA - JAKUB ŠPOULA - JAN WASSERBAUER

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav ochrany lesů a myslivosti, Zemědělská 1, Brno, 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: kula@mendelu.cz

ABSTRACT

Poisoned trap trees and tripods started to be applied in defence along with the development of insecticides and pheromones whose negative impacts on the non-target fauna of invertebrates should be, however, taken into account together with the efficiency of these defence measures. In spruce stands with the differentiated mass outbreak base (Forest District Nové Město na Moravě, Czech Republic) we tested lying poisoned trap trees of 4 m in length and tripods with the Storanet net sized 1.5 and 1.9 m² that was baited with the IT Ecolure pheromone. The efficiency of trapping *I. typographus* with the poisoned trap trees was statistically significantly higher than that of trapping the beetle with the tripods with the Storanet at both spring and summer swarming. The efficiency of defence measures was only 20–30% in relation to trees infested by bark beetles. A higher number of killed non-target arthropods was recorded on the tripods with the Storanet than on the poisoned trap trees. The IT Ecolure pheromone probably caused an increased occurrence of *Acanthocinus aedilis*, *Molorchus minor*, *Thanasimus formicarius* and *T. femoralis* species.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

Klíčová slova: otrávený lapák; trojnožka se Storanet sítí; *Ips typographus*; necíloví bezobratlí; *Thanasimus*; *Acanthocinus*

Key words: poisoned trap tree; tripod with Storanet; *Ips typographus*; non-target arthropods; *Thanasimus*; *Acanthocinus*

ÚVOD

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* (L.)) je nejdůležitějším gradujícím evropským škůdcem vyžadujícím trvalou pozornost v kontrole, výskytu i obranných postupech, k nimž se jako nejúčinnější řadí včasné vyhledání napadených stromů s navazujícím vytěžením a odvozem z lesních porostů. Tím lze s minimálními ekonomickými náklady zamezit vzniku kůrovcových ohnisek a gradací (ØKLAND et al. 2016).

I když kontrolní a obranné metody aplikované u kůrovců vázaných na smrk mají relativně dlouhý vývoj a trvale se zdokonalují (JAKUŠ et al. 2017), přesto na počátku byl lapák (PFEIL 1827) založený na principu lákání kůrovců na látky (monoterpeny) uvolňující se z pozvolna zavadajícího lýka včas pokáceného a větvemi zakrytého kmene smrku (HOLUŠA et al. 2021). Navzdory omezené kapacitě a nezbytné včas-

né asanaci se lapák trvale využívá v lesním hospodářství (ABGRALL, SCHVESTER 1987; KULA, ŠOTOLA 2017).

S rozvojem insekticidů byly v polovině 20. stol. zavedeny otrávené lapáky (KUČERA 1951; MARTINEK 1952; NOVÁK 1955) tím, že pokácený odvětvový strom byl povrchově ošetřen insekticidem. Tyto lapáky měly sníženou efektivitu, neboť hynoucí brouci nemohli být zdrojem přirozených feromonů. K odstranění tohoto handicapu přispěly agregační feromony, které se začaly používat v různých typech lapačů (BAKKE 1970; BAKKE et al. 1977) k masovému odchytu lýkožrouta smrkového (GRÉGOIRE, EVANS 2004).

Feromonová návnada umístěná na ležící otrávený lapák nebo otrávenou trojnožku přispěla k vytvoření obranného opatření připraveného bezprostředně před letovou aktivitou kůrovců, s neomezenou capaci-

tu, vyžadující pravidelný postřik insekticidem a případnou výměnu feromonové návnady (ZUMR 1985; ZAHRADNÍK, KNÍŽEK 2007). BOM-BOSCH (1988) považuje 4metrové otrávené výřezy za výhodné.

Trinet – trojnožky, využívající insekticidní síť Storanet obsahující alfa-cypermethrin a feromonovou návnadu umístěnou pod vrcholem, se staly alternativou k trojnožkám sestaveným z polen ošetřených insekticidem. Výhodou je jejich účinnost po celé vegetační období (GRODZKI, SKRZECZ 2017).

Všechna výše uvedená obranná opatření nejsou kapacitně schopna eliminovat gradace lýkožrouta smrkového, ale jsou organickou součástí integrované ochrany lesa (WESLIEN 1992a; NIEMEYER et al. 1994; FACCOLI, STERGULC 1999). WESLIEN (1992b) a GRODZKI, SKRZECZ (2017) uvádí pouze 20–30% účinnost ve vazbě na vznikající kůrovce stromy, zatímco ZAHRADNÍK et al. (1993) a KAWKA (1995) zmiňují až 80% efekt.

Obecně užití nespécifických, kontaktních insekticidů je spojeno s negativním vlivem na necílové organismy (WERNER et al. 1983; ØKLAND et al. 1996), které jsou lákány feromonovou návnadou a mohou mít i predační vazbu na cíleného kůrovce, nebo se jedná o faunu náhodně usedající na ošetřený povrch. ZAHRADNÍK (2004) uvádí, že výše úhynu predátorů lýkožrouta smrkového na otrávených lapácích je vysoká a může početně nebo svým významem překročit počty odlovených lýkožroutů.

SKRZECZ et al. (2015) zdůraznili, že vysokou efektivitou insekticidní sítě proti kůrovcům se snižuje negativní dopad na necílové druhy (*Thanasimus formicarius*, *Tetropium castaneum*). Většina autorů si všimá pestrokrovečnicků (NOVÁK 1981; BRUTOVSKÝ 1981; BAKKE 1985; ZUMR 1986), kteří na lapáky nalétají v důsledku reakce na (S)-cis-verbenol, ipsdienol, ipsenol (BAKKE, KVAMME 1981). Z bionomie pestrokrovečnicka mravenčího vyplývá jeho podíl na mortalitě imag i larev lýkožrouta smrkového (GAUS 1954; MILLS 1986). Jedna uhynulá, doposud nevykladená samice pestrokrovečnicka mravenčího představuje při plodnosti 106–162 vajíček a spotřebě larvy 44–57 larev kůrovce (DIPPEL et al. 1997) ztrátu možného usmrcení velkého počtu vývojových stadií lýkožrouta smrkového.

Cílem příspěvku je vyhodnotit efektivitu ležících 4metrových smrkových otrávených lapáků s feromonovou návnadou a trojnožek opatřených insekticidní sítí Storanet a vnađených feromonem. Zhodnotit negativní dopady otrávených obranných opatření na necílovou faunu bezobratlých.

MATERIÁL A METODIKA

Obranná opatření byla situována do tří lokalit LS Nové Město na Moravě (Koníkov, Branišov – revír Lísek, Bobrůvka – revír Sklené), které se lišily výší kalamitního základu a nadmořskou výškou (obr. 1).

Koníkov: porost 420A10, 730 m n. m., plocha 3,09 ha, věk 91 let, SLT 6K, SM 100, kůrovcové těžby v letech 2018–2021 (0 – 215 – 4 – 104 m³) a porost 420B10, plocha 1,46 ha, věk 94 let, SLT 6K, SM 100, kůrovcové těžby v letech 2018–2021 (0 – 38 – 0 – 0 m³).

Branišov: porost 449D08, 615 m n. m., plocha 3,33 ha, věk 77 let, SLT 5K, SM 80, kůrovcové těžby v letech 2018–2021 (0 – 0 – 86 – 70 m³) a porost 449D09, 615 m n. m., plocha 8,80 ha, věk 88 let, SLT 5K, SM 98, kůrovcové těžby v letech 2018–2021 (11 – 0 – 1415 – 701 m³).

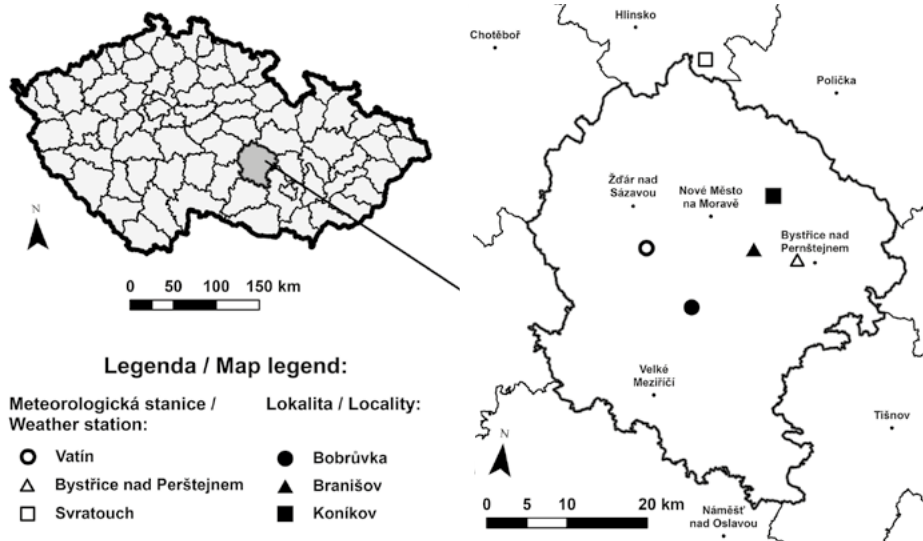
Bobrůvka: porost 615 E09, 565 m n. m., plocha 5,29 ha, věk 87 let, SLT 5K, SM 65, kůrovcové těžby v letech 2018–2021 (111 – 756 – 1019 – 140 m³).

Klimatická charakteristika

Meteorologická data (průměrné denní teploty a úhrnné denní srážky, III–IX/2021) byla získána ze sítě klimatických stanic situovaných v blízkosti sledovaných porostů v odpovídající nadmořské výšce (obr. 1).

Pro lokalitu Koníkov (730 m n. m.) poskytla data stanice Svratouch ČHMÚ (734 m n. m., GPS: 49°44′06″N; 16°02′03,12″E) (obr. 2).

Pro lokalitu Branišov (615 m n. m.) pochází údaje ze stanice Bystřice nad Perštejnem (588 m n. m., GPS: 49°31′26,724″N, 16°13′47,499″E), jejímž provozovatelem je Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Czech Globe (obr. 2).



Obr. 1.
Poloha výzkumných lokalit a klimatických stanic
Fig. 1.
Location of research sites and climatic stations

Pro stanoviště Bobrůvka (565 m n. m.) byla data poskytnuta nejbližší položenou stanicí Vatín (539 m n. m., GPS: 49°31'04,64''N; 15°58'13,59''E) (provozovatelem je Mendelova univerzita Brno) (obr. 2).

Metodický postup

Na každé ploše bylo umístěno deset otrávených lapáků (OL) o průměrné tloušťce 32,2 cm (Koníkov), 29,6 cm (Braníšov), 29,5 cm (Bobrůvka) a 10 trojnožek Mendelu (TR, 1,5 m²) a 3 trojnožky LS Nové Město (TRNM, 1,9 m²).

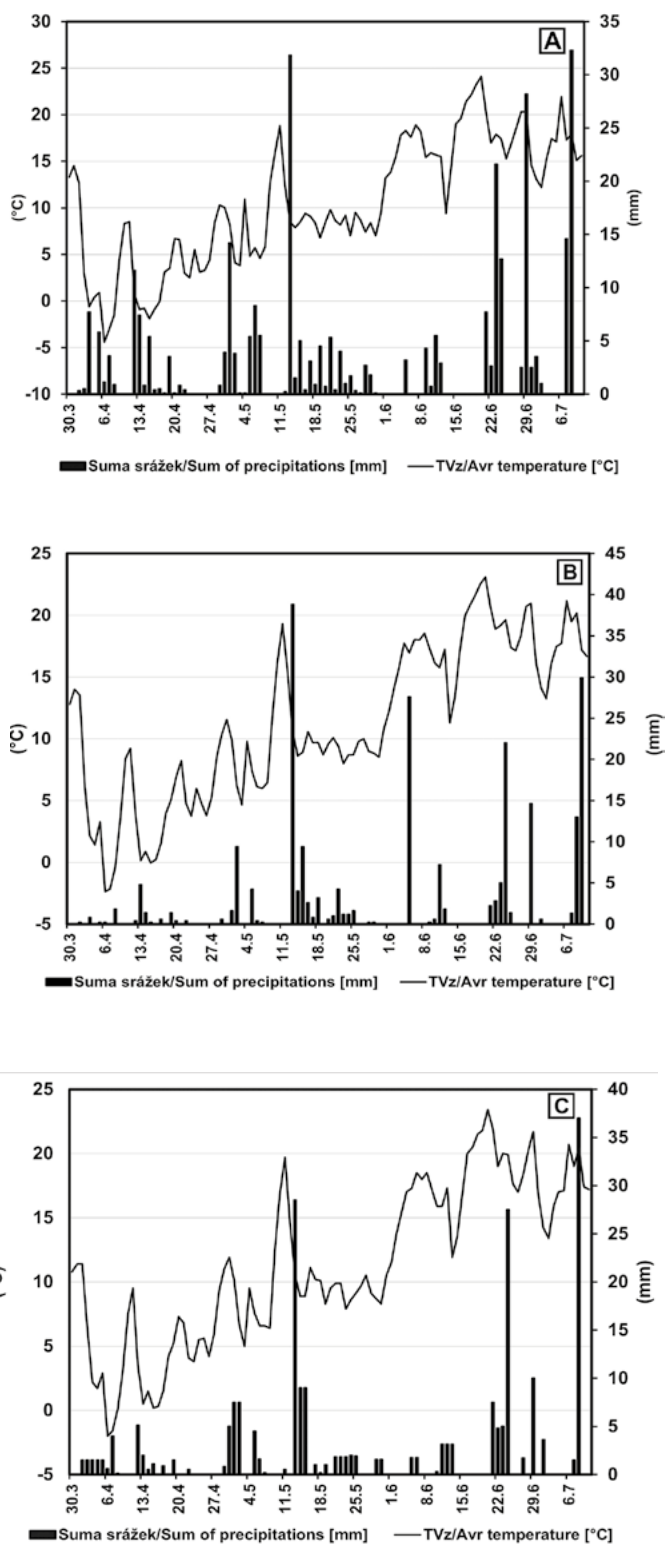
Poloha obranných opatření byla ve standardní vzdálenosti od porostní stěny dle ČSN 48 1000 (10–25 m) (obr. 3) s tím, že po těžbě kůrovcové nahodilé v průběhu VI–VII/2021 se poloha ani počet obranných opatření neměnil (obr. 3). Instalace feromonových návnad 27. 4. 2021 (výměna po 8 týdnech), kontrola ve čtrnáctidenním intervalu (11. 5., 26. 5., 9. 6., 23. 6., 7. 7., 21. 7., 4. 8., 18. 8., 2. 9. 2021). Odebraný materiál byl v laboratorních podmínkách zbaven nečistot (semena smrku, šupiny z rašícího smrku, květy borovice, opad kůry z lapáků apod.) a stanoven byl počet imag lýkožrouta smrkového kalibrovaným válcem (1 ml = 35 imag). Oddělená necílová složka bezobratlých byla ukládána pro navazující determinaci.

Pro porovnání výše odchytu byl počet odlovených imag lýkožrouta smrkového přepočten u lapáku na 1 m² povrchu sekce 1 m dlouhé nad trusníkem. U trojnožek odchycení jedinci byli vztaženi k povrchu sítě o ploše 1 m².

Otrávený lapák byl zhotoven z kmene smrku ztepilého (délka 4 m, tloušťka cca 30 cm), položený na dva pařezy 0,3–0,4 m nad zemí, ošetřený 1% insekticidním přípravkem Vaztak Active (Agrospol Czech, s. r. o.; účinná látka alfa-cypermethrin 50 g·l⁻¹; aplikace 5 l·m⁻³ ošetřeného dřeva) (ZAHRAĐNÍKOVÁ, ZAHRAĐNÍK 2016) a ve středu opatřený feromonovou návnadou IT Ecolure (Fytofarm Group, s. r. o., Mělník, účinná látka (S)-cis-verbenol). Ošetření se uskutečnilo 27. 4. 2021 a následně ve 4–5týdenním intervalu. Výměna feromonové návnady se uskutečnila po 8 týdnech. Pod lapák byl v poloze feromonové návnady umístěn trusník (1 × 1 m), jehož dno tvořila drátěná síťovina (světlost 1 × 1 mm), která umožnila odtok vody a nebyla prostupná pro zachycené bezobratlé. Svrchu byl rám chráněn sítí proti ptákům (obr. 4).

Trojnožky byly sestaveny ze tří latí 2 m dlouhých, pokrytých insekticidní sítí Storanet určené k ochraně dřeva před napadením kůrovci. Síť firmy BASF SE je impregnovaná, umělohmotná, napuštěná dlouhodobě působícím insekticidem s účinnou látkou alfa-cypermethrin (1,57 g·kg⁻¹). Trojnožka ve variantě Mendelu (TR) měla plochu sítě 1,5 m² a varianta LS Nové Město (TRNM) 1,9 m². Pod vrcholem trojnožek byl umístěn odparník s feromonem IT Ecolure. Trojnožka (TR) byla vložena do trusníku o velikosti 1 × 1,2 m a trojnožka (TRNM) měla širší rozteč, proto byl zvolen trusník ve tvaru rovnostranného trojúhelníku o straně 2 m. Dno trusníku i krytí proti ptákům bylo stejné jako u trusníku pod otráveným lapákem (obr. 4).

Statistické zpracování dat bylo ovlivněno bionomií a sezónní dynamikou v průběhu vegetačního období lýkožrouta smrkového i zástupců necílových bezobratlých. Získané počty odchycených jedinců byly nevyvážené, proto byla užita neparametrická ANOVA a Kruskalův-Wallisův test.



Obr. 2.

Průběh průměrných teplot vzduchu a úhrnných denních srážek během jarní letové aktivity lýkožrouta smrkového v lokalitě Koníkov (A), Braníšov (B) a Bobrůvka (C)

Fig. 2.

Course of average daily air temperatures and total daily precipitation during the spring swarming of *Ips typographus* in the localities of Koníkov (A), Braníšov (B) and Bobrůvka (C)

VÝSLEDKY

Letová aktivita lýkožrouta smrkového

Ve sledovaných lokalitách bylo v průběhu vegetační doby (V–VIII/2021) zachyceno celkem 1 089 438 ks imag lýkožrouta smrkového, přičemž výše odchytu byla různá; Koníkov (175,5 tis. ks), Branišov (653,9 tis. ks) a Bobruvka (261 tis. ks).

Aktivita lýkožrouta smrkového byla v jarním období 2021 ovlivněna průběhem počasí. Ve 14denním období před instalací feromonových návnad dosažená průměrná teplota 2,99 °C (Koníkov), 3,68 °C (Branišov) a 3,6 °C (Bobruvka) potvrdila, že feromonové návnady byly včas aktivovány (27. 4.). V navazujících 14 dnech se průměrná teplota zvýšila s dílčí diferencí mezi lokalitami (tab. 1), ale pro intenzivní nástup kůrovce do letové aktivity měly význam průměrné a maximální teploty ve dnech 9. 5. – 12. 5. (12–19,3/19,9–26,3 °C). Chování lýkožrouta smrkového bylo v jarním období ovlivněno nejen průběhem počasí, ale i místem zimování. Standardní letová aktivita byla zaznamenána na lokalitě Koníkov a Bobruvka (pozdvolný nástup od počátku května s kulminací v první dekádě června).

Zcela odlišně se projevilo chování zimující populace v lokalitě Branišov, kde kulminace nastala již 11. 5. Mimořádně vysoká hladina aktivující populace lýkožrouta smrkového setrvala až do 9. 6. (obr. 5). Nová generace a její letová aktivita byla na všech lokalitách ve shodě s kulminací na začátku července. Jestliže na lokalitě Koníkov hladina populační hustoty mezi jarním a letním obdobím zůstala zachována, na lokalitě Branišov byl zaznamenán mimořádný pokles a dílčí vzestup se projevil ve výskytu v lokalitě Bobruvka (obr. 5).

Rozdíl ve výši odchytu lýkožrouta smrkového se ukázal v průběhu letové aktivity obou generací na všech lokalitách mezi OL a TR, přičemž max. odchylka byla zaznamenána v termínech, kdy kulminovala hladina výskytu (obr. 6).

Efektivita obranných opatření

Z hodnocení účinnosti odchytu lýkožrouta smrkového otrávenými lapáky (OL) a oběma typy trojnožek s instalovanou insekticidní sítí Storanet (TR, TRNM) v souhrnu za sledované tři lokality (Koníkov, Branišov a Bobruvka) a vegetační období 2021 (obr. 7) byla statisticky významně vyšší efektivita otráveného lapáku (OL) než trojnožky (TR i TRNM) (KW: $H(2, N = 420) = 56,45485$, $p = 0,0000$). Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi aplikovanými trojnožkami (TR × TRNM) (obr. 7). Shodná závislost byla zjištěna za vegetační období i pro lokality Koníkov a Branišov, zatímco v poloze Bobruvka se potvrdila statistická významnost pouze mezi OL × TR (KW: $H(2, N = 138) = 32,12603$, $p = 0,0000$).

Při hodnocení účinnosti obranných opatření v jarním období (27. 4. – 10. 6.) se jednalo o letovou aktivitu zimující populace a v letním aspektu (7. 7. – 4. 8.) o novou generaci lýkožrouta smrkového. Odchyt byl charakterizován shodným rozdílem pro jaro (KW: $H(2, N = 210) = 28,01040$; $p = 0,0000$) i léto ($H(2, N = 210) = 33,32925$; $p = 0,0000$), kdy otrávené lapáky byly statisticky průkazně efektivnější než oba typy trojnožek, mezi kterými nebyl stanoven statistický rozdíl ve výši odchytu (obr. 8/A, B).

Analýza efektivit obranných opatření v lokalitě Koníkov v jarním a letním aspektu odděleně vymezila statisticky průkazný rozdíl pouze mezi otrávenými lapáky a trojnožkami (TR) (KW jaro: $H(2, N = 69) = 14,64511$; $p = 0,0007$; léto: $H(2, N = 69) = 12,95857$; $p = 0,0015$). Nepotvrdil se rozdíl v účinnosti mezi OL × TRNM a TR × TRNM.

V lokalitě Branišov byl zaznamenán odklon mezi jarním a letním aspektem. U obranných opatření v jarním aspektu byl potvrzen statisticky významný rozdíl mezi otrávenými lapáky a oběma typy troj-

nožek (KW: $H(2, N = 72) = 39,18504$; $p = 0,0000$), mezi kterými ale nebyla odchylka stanovena. V letním aspektu (KW: $H(2, N = 72) = 9,185480$; $p = 0,0101$) byla potvrzena vyšší efektivita u otrávených lapáků proti trojnožkám (TR).

V lokalitě Bobruvka byl stanoven shodný rozdíl jako v poloze Koníkov s platností pro jarní (KW: $H(2, N = 69) = 22,22151$; $p = 0,0000$) i letní (KW: $H(2, N = 69) = 13,37935$; $p = 0,0012$) aspekt pouze pro vztah mezi OL × TR.

Vliv otrávených obranných opatření na necílové bezobratlé

Necílová fauna, která se dostala do kontaktu s povrchem lapáků ošetřených insekticidem Vaztak nebo s insekticidní sítí Storanet, uhynula. V průběhu vegetačního období 2021, kdy byla obranná opatření aktivní od 27. dubna do 18. srpna, byl potvrzen úhyn 16 379 jedinců bezobratlých (pavoukovi, stonožkovci a hmyz).

Významný podíl představují indiferentní zástupci, u nichž není potravní vazba ke smrku a ani nereagují na feromonovou návnadu. Jedná se o náhodné kontakty zástupců epigeické fauny (pavouci, mnohonozky, stonožky) (3,3 %). Vysoké zastoupení vykazali dvoukřídlí (Diptera) (34,3 %). Mezi nejpočetněji zastoupené čeledi (Coleoptera) se řadí Cantharidae (18,8 %) s eudominantním druhem *Cantharis obscura* a Cleridae (14,4 %) se dvěma významnými predátory kůrovců *Thanasimus formicarius* (6,4 %) a *T. femoralis* (7,96 %). Mezi zástupci vázanými na jehličnaté vytěžené dřevo (pařezy) se v mimořádném rozsahu objevil kozlíček dazule *Acanthocinus aedilis* (8,6 %) při vyrovnaném poměru samců a samic (692:713) (tab. 2). Mezi necílové se zařadili i zástupci čeledi Curculionidae (4,48 %) a Elateridae (2,4 %), u nichž je diferencovaná potravní strategie od fytofágů po predátory a zástupce vyvíjející se v rozkládajícím se dřevě. K zajímavým odchytům se řadí početný výskyt ploskohřbetky smrkové (*Cephalcia abietis*) (1,8 %).

Vzhledem k tomu, že počet obranných zařízení byl identický na sledovaných lokalitách, v početnosti necílové fauny se projevily dílčí odchylky podmíněné stanovištěm nebo nároky druhu. Za zcela průkazný lze uvést ústup s nadmořskou výškou u obou zástupců rodu *Thanasimus* i přes relativně nízký výškový odstup mezi lokalitami (565 – 615 – 730 m n. m.). *T. formicarius* (1049 ks) ustupoval od Bobruvky ke Koníkovu (72,5 – 23,3 – 4,2 %) a shodně lze charakterizovat souběžně se vyskytující druh *T. femoralis* (1303 ks) a pokles v zastoupení (67,5 – 22,4 – 10,1 %) (tab. 2). Tato závislost byla u obou druhů potvrzena statistickou významností $H(2, N = 227) = 47,70119$, $p = 0,0000$ (obr. 9).

Podle průměrného úhynu necílových jedinců na jedno obranné opatření vykazaly vyšší negativní dopad trojnožky se sítí Storanet proti otráveným lapákům u *T. femoralis* (OL 5,3 ks × TR 27,5 ks a TRNM 31,8 ks) i u *T. formicarius* (OL 7,8 ks × TR 20 ks a TRNM 21,4 ks) (tab. 2).

Užitá obranná opatření a jejich odchytová efektivita byla přepočtena na jedno odchytové zařízení s plochou 1 m². Z těchto výsledků vyplývá, že na kozlíčka *Acanthocinus aedilis* působily negativně jak otrávené ležící lapáky, tak trojnožky s insekticidní sítí, přičemž statisticky významná závislost byla stanovena mezi TRNM × OL, TRNM × TR ($H(2, N = 306) = 25,54827$, $p = 0,0000$ (obr. 10)). Rozdíly mezi lokalitami (tab. 2; obr. 10) nebyly závislé na jejich poloze, ale na množství disponibilní dřevní hmoty pro vývoj larev z předcházejících let.

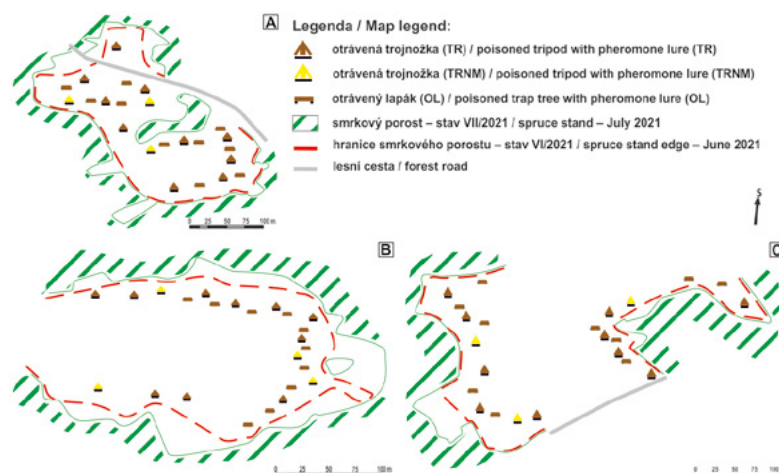
DISKUSE

Jaro do konce května 2021 bylo teplotně pro letovou aktivitu lýkožrouta smrkového nepříznivé (prům. teplota v dubnu 4,4 °C, v květnu 9,6 °C). I když hranice pro letovou aktivitu 16,5 °C (LOBINGER 1994) byla jen krátce překročena (9. 5. – 12. 5.), v lokalitě Branišov se akti-

Tab. 1.

Klimatická charakteristika sledovaných lokalit během jarní letové aktivity lýkožrouta smrkového (2021)
Climatic characteristic of monitored localities during spring swarming of *Ips typographus* (2021)

Lokalita/ Localities			Období/Season (2021)			
			27.4.–10.5.	11.5.–25.5.	26.5.–8.6.	9.6.–23.6.
Koníkov	Prům. TVz/Avg. temperature	°C	7,8	9,4	13,1	18,0
	Úhrn srážek/Sum of precipitation	mm	42,1	60,5	8,2	45,3
Branišov	Prům. TVz/Avg. temperature	°C	8,6	9,8	13,5	18,4
	Úhrn srážek/Sum of precipitation	mm	16,4	68,6	28,0	19,8
Bobrůvka	Prům. TVz/Avg. temperature	°C	9,0	10,5	11,3	18,4
	Úhrn srážek/Sum of precipitation	mm	27,1	58,6	6,6	27

**Obr. 3.**

Poloha obranných opatření (viz legenda) a ústup porostní stěny po nahodilých kůrovcových těžbách 2021 v lokalitě Koníkov (A), Branišov (B) a Bobrůvka (C) (LS Nové Město na Moravě)

Fig. 3.

Position of defensive measures (see Map legend) and retreat of stand wall after bark beetle attack (2021) in the localities Koníkov (A), Branišov (B) and Bobrůvka (C) (FD Nové Město na Moravě)

**Obr. 4.**

Obranná opatření s feromonovou návnadou (otravený lapák /OL/, trojnožka LS /TRNM/, trojnožka Mendelu /TR/)

Fig. 4.

Methods of bark beetle capturing (poisoned trap tree /OL/, tripod trap with Storanet net of FD /TRNM/ or Mendelu /TR/)

vovalo dle odchytu 35 % zimující populace, zatímco v poloze Koníkov 11 % a Bobrůvka 14 %. ZUMR (1980, 1982) vymezuje rozdíl v nástupu letové aktivity stupněm rozvolnění porostu. Příčinou uvedené odchylky byla opožděná těžba kůrovcových stromů (1187 m³, X–XI/2020), které lýkožrout smrkový opustil a zimoval v hrabance. Vznikla holina (2,11 ha), na níž se na jaře rychleji prohrál půdní povrch a ovlivnil aktivitu lýkožrouta smrkového. Na zbývajících lokalitách zimující imaga na stromech pod kůrou a v hrabance pod porostním zápojem vyžadovala déletrvající příznivé teploty.

Z analýzy 1213 stromů (lapáky a nahodilě kůrovcové těžby) vyplynulo, že množství imag lýkožrouta smrkového nalétajících na lapáky 1. série je o 40 % vyšší než ve stejných stanovištních podmínkách na stojící stromy, u 2. série nebyl stanoven statistický rozdíl (Holuša et al. – nepubl.). Analyzované kůrovcové stromy ve studované oblasti vyka-

zovaly v průměru 5346 ± 2656 nalétnutých imag. V lokalitě Branišov odlovením 515 445 imag pomocí 24 obranných opatření bylo v jarní letové aktivitě pravděpodobně cca 90–100 stromů uchráněno, a přesto vznikla v porostu působením zimující generace v jarní letové aktivitě nahodilá těžba o objemu 680 m³ (při průměrné hmotnosti 1,55 m³) představující 451 kůrovcových stromů (těženo VI–VII/2021). Toto zjištění odpovídá údajům o 20–30% účinnosti obranných opatření, jež uvádí WESLIEN (1992b) a GRODZKI, SKRZECZ (2017).

Vzhledem k široké nabídce kontrolních a obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému se někteří autoři zaměřili na hodnocení jejich účinnosti ve snaze ověřit, zda poskytují identické výsledky.

Z porovnání feromonových lapačů (Theysohn) a otrávených trojnožek (Tripods) aplikovaných proti lýkožroutu smrkovému vyplývá

Tab. 2.

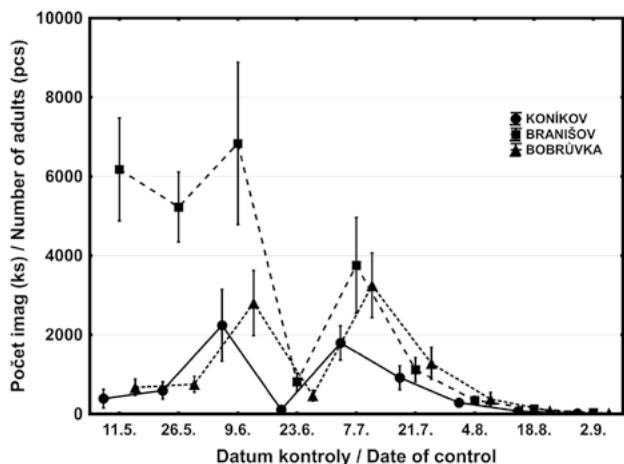
Necílová Arthropoda usmrčená na obranných opatřeních (LS Nové Město na Moravě, 2021)
Non-target Arthropoda killed on defensive measures (LS Nové Město na Moravě, 2021)

Necílová Arthropoda	Lokality (ks)			Metody (ks)			ks/m ² povrchu OL, TR, TRNM				
Non-target Arthropoda	Localities (pcs)			Methods (pcs)			pcs/m ² surface of OL, TR, TRNM				
	BOB	BR	K	OL	TR	TRNM	OL	TR	TRNM	Suma/Sum	%
Coleoptera	2697	4136	2309	1697	5129	2316	59,56	115,24	120,53	9142	55,82
Cerambycidae	316	759	623	516	481	701	17,95	10,82	36,48	1698	10,37
<i>Acanthocinus aedilis</i>	229	641	535	427	373	605	14,85	8,39	31,49	1405	8,58
<i>Molorchus minor</i>	24	53	30	36	32	39	1,24	0,72	2,03	107	0,65
Buprestidae	17	12	4	9	15	9	0,35	0,34	0,47	33	0,20
Cantharidae	228	2034	820	93	2305	684	3,31	51,79	35,60	3082	18,82
Carabidae	18	36	30	29	45	10	1,01	1,01	0,52	84	0,51
Coccinellidae	53	162	39	24	162	68	0,86	3,65	3,54	254	1,55
Curculionidae	222	271	241	310	317	107	10,89	7,09	5,57	734	4,48
Elateridae	132	131	138	91	192	118	3,16	4,27	6,14	401	2,45
Geotrupidae	19	64	65	57	48	43	2,06	1,08	2,24	148	0,90
Chrysomelidae	13	46	19	26	38	14	0,91	0,86	0,73	78	0,48
Silphidae	3	35	75	91	17	5	3,12	0,38	0,26	113	0,69
Staphylinidae	8	3	35	11	26	9	0,40	0,59	0,47	46	0,28
Tenebrionidae	11	14	16	13	19	9	0,43	0,43	0,47	41	0,25
Cleridae	1641	536	175	395	1425	532	14,02	32,07	27,69	2352	14,36
<i>Thanasimus femoralis</i>	880	292	131	160	825	318	5,49	18,57	16,55	1303	7,96
<i>Thanasimus formicarius</i>	761	244	44	235	600	214	8,54	13,50	11,14	1049	6,40
Symphyta	43	261	65	17	215	137	0,64	4,83	7,13	369	2,25
<i>Cephalcia abietis</i>	9	240	48	10	178	109	0,38	4,00	5,67	297	1,81
Ichneumonoidea	108	47	26	31	95	55	1,09	2,14	2,86	181	1,11
Diptera	1593	2964	1055	588	2517	2507	20,36	56,63	130,47	5612	34,26
Rhaphidioptera	10	35	9	4	36	14	0,14	0,80	0,73	54	0,33
Heteroptera	39	32	17	27	48	13	0,97	1,08	0,68	88	0,54
Aranea	195	192	127	152	263	99	5,29	5,90	5,15	514	3,14
Ostatní/Others	145	159	115	155	173	91				419	2,56
Suma/Sum	4830	7826	3723	2671	8476	5232				16379	100,00

Vysvětlivky: Lokality BOB (Bobrůvka), BR (Branišov), K (Koníkov); metody OL (otrávený lapák), TRNM (trojnožka LS Nové Město), TR (trojnožka Mendelu)

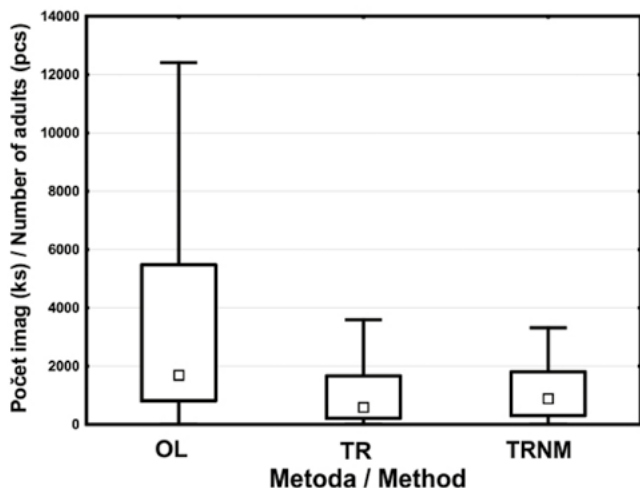
Captions: Localities Bobrůvka (BOB), Branišov (BR), Koníkov (K); methods treated tree log (OL), tripod traps with Storanet net of FD (TRNM) or Mendelu (TR)

vyšší efektivita odchytu prostřednictvím otrávených kmenů trojnožek (ADLUNG et al. 1986a, 1986b; ABGRALL 1987; DRUMONT et al. 1992; RATY et al. 1995; HURLING, STETTER 2012). Obecně vyšší odchyt do lapačů uvádí VRBA (2009); LUBOJACKÝ, HOLUŠA (2011) o 35 %, přičemž KOLEVA et al. (2012) zaznamenala vyšší odchyt pouze v letním období. Nejednoznačné difference ukazují výsledky přepočítané ze stupně napadení u autorů JENIŠ, VRBA (2007), případně TOMICZEK (2009).



Obr. 5. Letová aktivita lýkožrouta smrkového v lokalitách LS Nové Město na Moravě (2021); úsečky vymezují směrodatnou odchylku
Fig. 5.

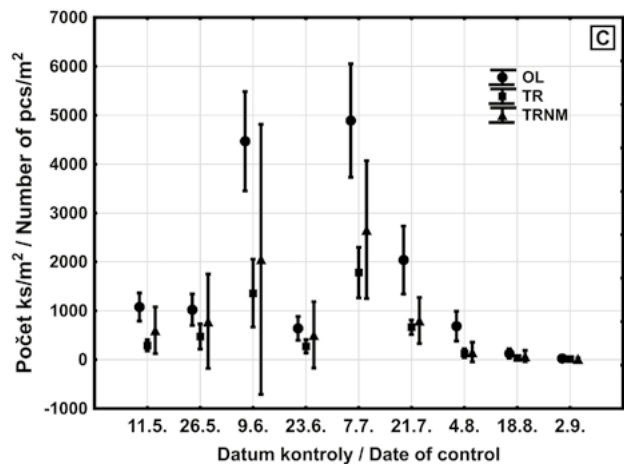
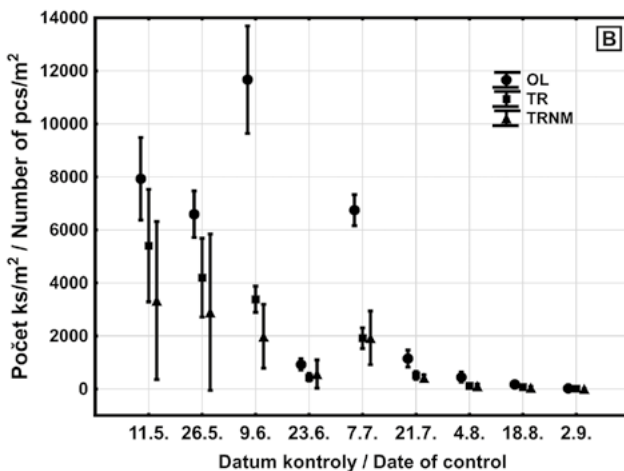
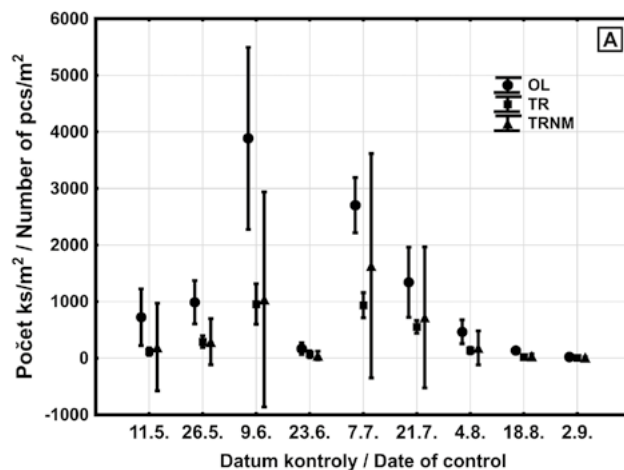
Flight activity of *Ips typographus* in FD Nové Město na Moravě (2021); lines define the standard deviation



Obr. 7. Odchyt lýkožrouta smrkového pomocí obranných opatření v lokalitě LS Nové Město (2021)
Fig. 7.

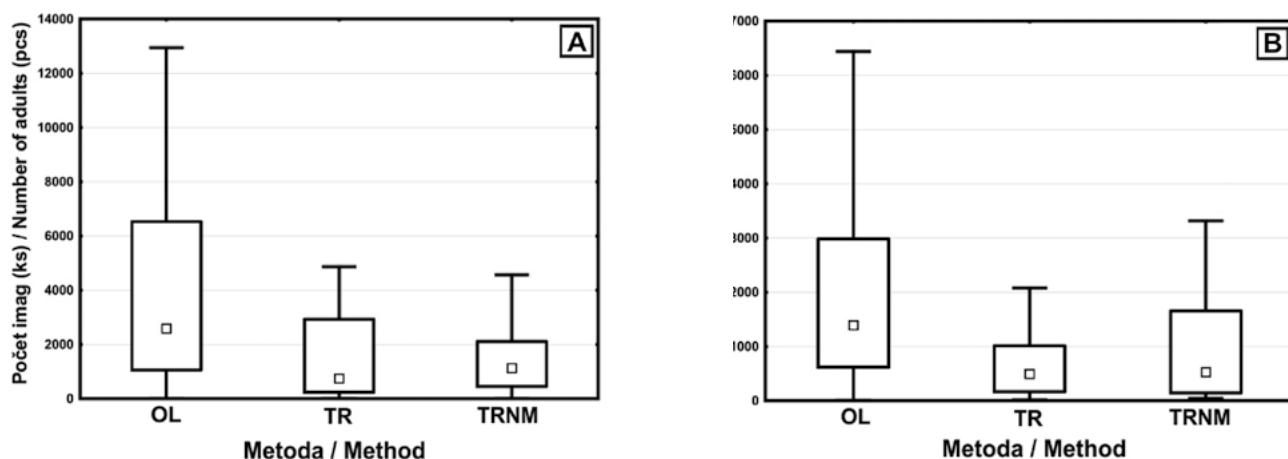
Capture of *Ips typographus* by defensive measures in FD Nové Město (2021)

Vysvětlivky: otrávený lapák (OL); trojnožka se Storanet sítí (TR a TRNM); medián; krabice - 25 % a 75 % kvartil; úsečky - minimum-maximum
Captions: treated tree logs (OL); tripod traps with Storanet net (TR and TRNM); square - median; boxes - 25% and 75% quartiles; lines - minimum-maximum



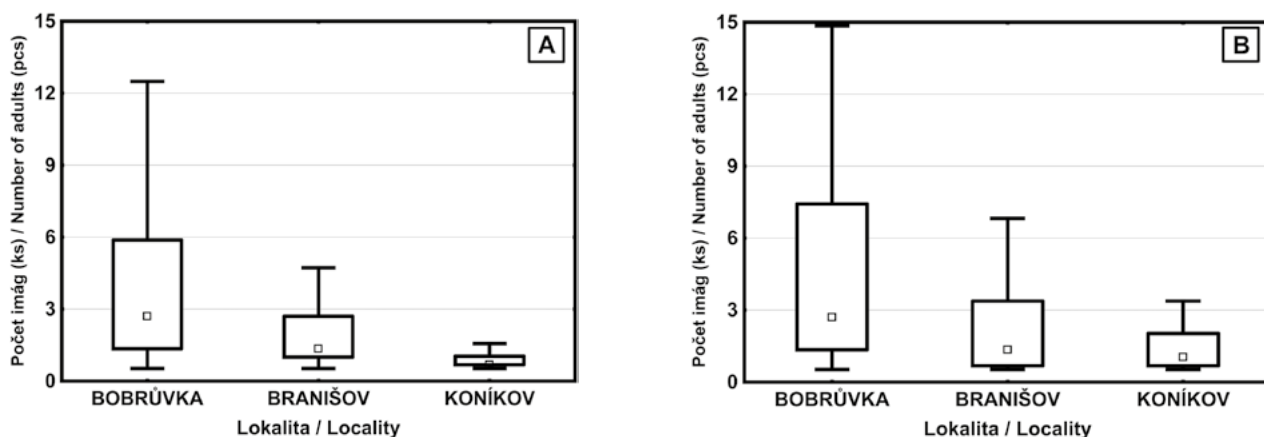
Obr. 6. Průměrný odchyt lýkožrouta smrkového v lokalitě Koníkov (A), Branišov (B), Bobrůvka (C) metodou otrávených lapáků (OL) a trojnožek se sítí Storanet (TRNM, TR) (2021); úsečky vymezují směrodatnou odchylku
Fig. 6.

Average capture of *Ips typographus* in monitored localities Koníkov (A), Branišov (B), Bobrůvka (C) by treated tree logs (OL), tripod traps with Storanet net of FD (TRNM) or Mendelu (TR) (2021); lines define the standard deviation



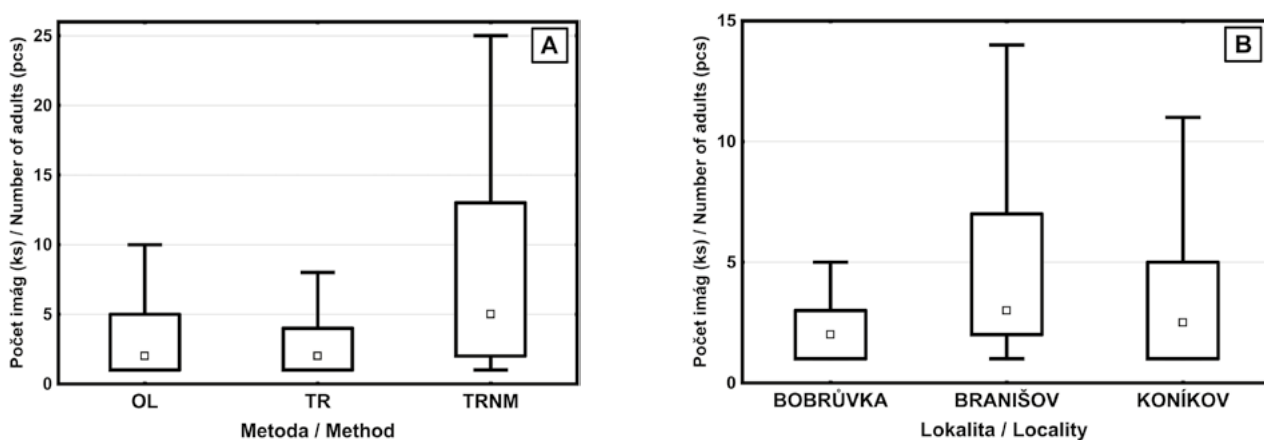
Obr. 8. Odchyt lýkožrouta smrkového pomocí obranných opatření v jarním aspektu (A) a v letním aspektu (B) v LS Nové Město na Moravě (2021); vysvětlivky: viz obr. 7

Fig. 8. *Ips typographus* capture by defensive measures in spring (A) and summer aspect (B) in FD Nové Město na Moravě (2021); for captions see Fig. 7



Obr. 9. Počet imág *Thanasimus formicarius* (A) a *T. femoralis* (B) ve sledovaných lokalitách (2021); vysvětlivky: viz obr. 7

Fig. 9. Number of individuals *Thanasimus formicarius* (A) and *T. femoralis* (B) in monitored localities (2021); for captions see Fig. 7



Obr. 10. Rozdíly ve výskytu kozlíčka *Acanthocinus aedilis* na obranných opatřeních (A) (otrávený lapák OL, trojnožky se Storanet sítí TR a TRNM) a mezi sledovanými lokalitami (B) (2021); vysvětlivky: viz obr. 7

Fig. 10. Differences in the occurrence of *Acanthocinus aedilis* in defensive measures (A) (poisoned tree traps OL, tripods with Storanet net TR and TRNM) and among the monitored localities (B) (2021); for captions see Fig. 7

Ze srovnání výše odchyty lýkožrouta smrkového na otrávených, feromonovou návnadou opatřených stromech v kalamitě a neošetřeném kalamitním dřevu nevyplynul rozdíl (GRÉGOIRE et al. 1997).

Insekticidní síť zakrývající dřevo působí jeho 100% ochranu (SKRZECZ et al. 2015). GRODZKI, SKRZECZ (2017) konstatují, že trojnožku se sítí Storanet (plocha 2,2 m², feromon Pheroprax) je možné obecně užít jako feromonový lapač. Z testu efektivity otrávených lapáků a trojnožek se sítí Storanet vyplývá jednoznačně statisticky významně vyšší odchyt na lapácích nejen za sledovanou oblast, ale i v jednotlivých porostech, přičemž tato zákonitost platí pro jarní i letní letovou aktivitu lýkožrouta smrkového.

Otrávený lapák i trojnožka se sítí Storanet jsou kontaminovány insekticidními přípravky obsahujícími alpha-cypermethrin, který působí úhyn necílových organismů pohybujících se po povrchu obranného opatření. I když podíl necílové složky bezobratlých dosáhl pouze 1,5 % celkové výše odchyty, jedná se o tisíce indiferentních nebo užitečných zástupců. Ačkoli GRODZKI, SKRZECZ (2017) nepozorovali negativní vliv Storanet sítě na necílové organismy, z našeho šetření vyplývá průkazně vyšší ztráta na trojnožkách než na ležících otrávených lapácích. Trojnožky jsou vyvýšené nad terén, osluněné a vlnící se síť láká létavý hmyz, zvláště Diptera, ale i Hymenoptera, Coleoptera. Velice citelně byli zasaženi pestrokrovečníci, u kterých je dobře prostudována jejich predační vazba ke kůrovci (MILLS 1986). Zjištění, že *T. formicarius* i *T. femoralis* ustupovali s nadmořskou výškou, nemá oporu v literatuře, kde informace chybí. KASUMOVIC et al. (2016) zaznamenali pestrokrovečnicka mravenčího ve feromonových lapácích na lýkožrouta smrkového v 500 i 1100 m n. m. *Thanasimus undatulus* se vyskytoval v nižších polohách v Montaně a Wyomingu častěji než ve výše položených (KRAUSE et al. 2018).

Zástupci čeledi Cerambycidae a Buprestidae často napadají stejné dřeviny jako kůrovci (DAHLSTEN, STEPHEN 1974; STEPHEN, DAHLSTEN 1976; DIXON, PAYNE 1979; COULSON et al. 1980). Vztahy mezi kůrovci a tesaříky mohou být klasifikovány jako konkurenční (COULSON et al. 1976, 1980; SCHROEDER, WESLIEN 1994a, 1994b) nebo komensální (FLAMM et al. 1989). Reakce tesaříků na feromony kůrovců jim umožňuje najít strom s kůrovci, se kterými jsou v kompetičním vztahu, přičemž není vyloučeno, že larvy kůrovců jsou požírány (SCHENK, BENJAMIN 1969). SCHROEDER (1997) uvádí, že samice tesaříků využívají ke kladení vajíček otvory vyhlodané kůrovci.

Z aplikace ethanolu a α -pinenu na *Tomicus piniperda* vyplynulo, že na ně speciálně nereagoval kozlíček dazule *Acanthocinus aedilis* (SCHROEDER, WESLIEN 1994b). Naproti tomu ALLISON et al. (2001) potvrdili pozitivní reakci tesaříků rodu *Monochamus* na devět druhů feromonů kůrovců, mezi kterými byly feromony lýkožrouta smrkového (ipsdienol, ipsenol, cis-verbenol i trans verbenol). To může být důsledek vysokého příletu tesaříka *Acanthocinus aedilis* jak na otrávené lapáky, tak na trojnožky opatřené feromonovou návnadou IT Ecolure.

ZÁVĚR

Jarní letovou aktivitu lýkožrouta smrkového ovlivnily průměrné denní teploty krátkodobě překračující 10 °C a otevřenost stanoviště se zimující populací.

Efektivita otrávených 4metrových lapáků byla vyšší než trojnožek se sítí Storanet při jarní i letní letové aktivitě lýkožrouta smrkového.

Efektivita obranných opatření ve vazbě na vznikající kůrovcové stromy byla 20–30 %.

Vyšší úhyn necílových bezobratlých byl zaznamenán na trojnožkách se sítí Storanet než na otrávených lapácích, zvláště u Diptera, Coleoptera (Cleridae – *Thanasimus formicarius*, *T. femoralis*, Cantharidae –

Cantharis obscura, Cerambycidae – *Acanthocinus aedilis*, Elateridae), Hymenoptera – *Cephalcia abietis*.

Vliv feromonové návnady IT Ecolure pravděpodobně ovlivnil zvýšený výskyt druhu *Acanthocinus aedilis*, *Molorchus minor*, čeledi nosatcovití. Feromonová návnada a umístění trojnožky diferencovalo výši odchyty u *Thanasimus formicarius*, *T. femoralis*.

Umístění trojnožky v terénu a vlnící se síť, nikoliv feromonová návnada IT Ecolure, zvýšily odchyt druhu *Cantharis obscura*, *Cephalcia abietis* a jedinců řádu Diptera.

Poděkování:

Publikace vychází z výsledků dosažených při řešení grantu QK1920433 podpořeného Národní agenturou pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství.

LITERATURA

- ABGRALL J-F. 1987. L'utilisation de la methode des arbres-pitges avec les pheromones de synthese dam la lutte contre le typographe. CEMAGREF Inf. Tech., 67 (1): 1–4.
- ABGRALL J-F., SCHVESTER D. 1987. Observations sur le piegeage de *Ips typographus* L. après chablis. Revue Forestière Française, 39 (4): 359–377.
- ADLUNG K.G., SCHICKE P., O'SVATH J. 1986a. Analyse einer Untersuchung zur Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) unter Einsatz von Pheromonen. I. Planung und Auswertung des Versuches je Ort. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 93 (5): 462–478.
- ADLUNG K.G., SCHICKE P., O'SVATH J. 1986b. Analyse einer Untersuchung zur Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) unter Einsatz von Pheromonen. II. Zusammenfassung und Vergleich zweier Orte. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 93 (6): 574–584.
- ALLISON J.D., BORDEN J., MC INTOSH R.L., DE GROOT P., GRIES R. 2001. Kairomonal response by four *Monochamus* species (Coleoptera: Cerambycidae) to bark beetle pheromones. Journal of Chemical Ecology, 27 (4): 633–646. DOI: 10.1023/a:1010353315939
- BAKKE A. 1970. Evidence of a population aggregating pheromone in *Ips typographus*. Contrib Boyce Thompson Institute, 24: 309–310.
- BAKKE A., FROYEN P., SKATTEBOL L. 1977. Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. Naturwissenschaften, 64 (2): 98–99.
- BAKKE A., KVAMME T. 1981. Kairomone response in *Thanasimus* predators to pheromone components of *Ips typographus*. Journal of Chemical Ecology, 7 (2): 305–312.
- BAKKE A. 1985. Možnosti použití syntetického feromonu *Ips typographus* pro sledování početnosti kůrovce a ochranu dřeva. In: Sborník Biologický a biotechnologický boj se škůdci lesa. Tábor 10. 9.–12. 9. 1985. České Budějovice, Dům techniky ČSVTS: 120–125.
- BOMBOSCH S. 1988. Some considerations on the use of bark beetles pheromones. In: Payne, T.L., Saarenmaa, H. (eds.): Integrated control of scolytid bark beetles. Proceedings of the IUFRO Working Party and XVII International Congress of Entomology Symposium „Integrated Control of Scolytid Bark Beetles“. Vancouver, BC, Canada, July 4, 1988. Blacksburg, Va, College of

- Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University Press: 263–265.
- BRUTOVSKÝ D. 1981. Výsledky overovania prípravku Pheroprax v boji proti lýkožrútu smrekovému. *Les*, 4: 166–170.
- COULSON R.N., MAYYASI A.M., FOLTZ J.L., HAIN F.P. 1976. Interspecific competition between *Monochamus titillator* and *Dendroctonus frontalis*. *Environmental Entomology*, 5: 235–247. DOI: 10.1093/ee/5.2.235
- COULSON R.N., POPE D.N., GAGNE J.A., FARGO W.S., PULLEY P.E., EDSON L.J., WAGNER T.L. 1980. Impact of foraging by *Monochamus titillator* (Col.: Cerambycidae) on within-tree populations of *Dendroctonus frontalis* (Col.: Scolytidae). *Entomophaga*, 25: 155–170.
- DAHLSTEN D.L., STEPHEN F.M. 1974. Natural enemies and insect associates of the mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae), in sugar pine. *The Canadian Entomologist*, 106: 1211–1217. DOI: 10.4039/Ent1061211-11
- DIPPEL C., HEIDGER C., NICOLAI V., SIMON M. 1997. The influence of four different predators on bark beetles in European forest ecosystems (Coleoptera: Scolytidae). *Entomologia Generalis*, 21: 161–175. DOI: 10.1127/ENTOM.GEN/21/1997/161
- DIXON W.N., PAYNE T.L. 1979. Sequence of arrival and spatial distribution of entomophagous and associate insects on southern pine beetle-infested trees. Texas Agriculture Experiment Station: 27 s. Miscellaneous Publication, No. 1432
- DRUMONT A., GONZALEZ R., DE WINDT N., GRÉGOIRE J-C., DE PROFT M., SEUTIN E. 1992. Semiochemicals and the integrated management of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in Belgium. *Journal of Applied Entomology*, 114: 333–337. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1992.tb01135.x
- FACCOLI M., STERGULC F. 1999. Monitoring *Ips typographus* (L.) by pheromone traps and trap-trees in Southern Italian Alps. In: Forster B. et al. (eds.): *Methodology of forest insects and disease survey in Central Europe. Proceedings of the Second Workshop of the IUFRO WP 7.03.10. April 20–23, 1999, Sion-Chiiteauneuf, Switzerland*. Birmensdorf, WSL: 242–243.
- FLAMM, R.O., COULSON, R.N., BECKLEY, P., PULLEY, P.E., WAGNER, T.L. 1989. Maintenance of a phloem-inhabiting guild. *Environmental Entomology*, 18 (3): 381–387. DOI: 10.1093/ee/18.3.381
- GAUS R. 1954. Der Ameisenbuntkäfer *Thanasimus* (*Clerus*) *formicarius* L. als Borkenkäferfeind. In: Wellenstein, G. (ed.): *Die grosse Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944–1951. Berichte und Studien zur Lebensweise, Epidemiologie und Bekämpfung der rindenbrütenden Käfer an Fichte und Tanne*. Ringingen, Forstschutzstelle Südwest: 417–429.
- GRÉGOIRE J.C., EVANS H.F. 2004. Damage and control of BAWBILT organisms – an interview. In: Lieutier, F. et al. (eds.): *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Dordrecht, Kluwer: 19–37.
- GRÉGOIRE J-C., RATY L., DRUMONT A., DE WINDT N. 1997. Pheromone mass trapping: does it protect windfalls from attack by *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae)? In: Grégoire, J.C. et al. (eds.): *Proceedings. Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests*. Vallombrosa, Italy, September 1–3, 1996. Radnor, Pa, Northeastern Forest Experiment Station, USDA Forest Service: 1–8. General Technical Report NE-236
- GRODZKI W., SKRZECZ I. 2017. Trinet P jako innowacyjna metoda ochrony drzewostanów świerkowych przed kornikiem drukarzem. [Trinet P as an innovative method in the protection of Norway spruce stands against *Ips typographus* (L.)]. *Sylwan*, 161 (1): 34–39.
- HOLUŠA J., RESNEROVÁ K., BERČÁK R., KOREŇ M., KULA E. 2021. Optimalizace používání stromových lapáků proti lýkožroutům na smrku. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 44 s. Lesnický průvodce 12/2021.
- HURLING R., STETTER J. 2012. Untersuchungen zur Fangleistung von Schlitzfallen und Fangholzhaufen bei der lokalen Dichteabsenkung von Buchdrucker (*Ips typographus*)-Populationen. *Gesunde Pflanzen*, 64 (2): 89–99. DOI: 10.1007/s10343-012-0277-y
- JAKUŠ R., BLAŽENEC M., KOREŇ M., BARKA I., LUKÁŠOVÁ K., LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J. 2017. TANABBO II – model pro hodnocení rizika napadení lesních porostů lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* (L.) [Coleoptera: Curculionidae]. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 69 s. Lesnický průvodce, 69 s.
- JENIŠ J., VRBA M. 2007. Srovnání účinnosti lapáků, otrávených trojnožek a lapačů. *Lesnická práce*, 86 (9): 26.
- KASUMOVIĆ L., HRAŠOVEC B., JAZBEC A. 2016. Efficiency of dry and wet flight barrier theysohn® pheromone traps in catching the spruce bark beetles *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. *Sumarski list*, 140 (9–10): 477–484.
- KAWKA E. 1995. Ocena możliwości ograniczenia liczebności populacji kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w drzewostanach świerkowych na przykładzie Gorczańskiego Parku Narodowego. *Parki Narodowe i Rezerwy Przyrody*, 3: 127–133.
- KOLEVA P., KOLEV N., SCHOPF A., WEGENSTEINER R. 2012. Untersuchungen zur Effizienz von insektizidbehandelten Fanghölzern gegen den Buchdrucker *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae). *Forstschutz Aktuell*, 54: 16–21.
- KRAUSE A.M., TOWNSEND P.A., LEE Y., RAFFA K.F. 2018. Predators and competitors of the mountain pine beetle *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Curculionidae) in stands of changing forest composition associated with elevation. *Agricultural and Forest Entomology*, 20 (3): 402–413. DOI: 10.1111/afe.12272
- KUČERA V. 1951. Insekticidy v boji proti kůrovčům. *Československý les*, 31: 75–77.
- KULA E., ŠOTOLA V. 2017. Atraktivita neodvětvených a odvětvených smrkových lapáků. *Zprávy lesnického výzkumu*, 62: 42–49.
- LOBINGER G. 1994. Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 67: 14–17.
- LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J. 2011. Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and pheromone traps. *Sumarski list*, 135 (5–6): 233–242.
- MARTINEK V. 1952. Pokusy s bojem proti kůrovci (*Ips typographus* L.) poprašováním lapáku insekticidy. *Lesnická práce*, 31 (1): 17–26.
- MILLS N.J. 1986. A preliminary analysis of the dynamics of within tree population of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 102: 402–416. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1986.tb00938.x
- NIEMEYER H., WATZEK G., ACKERMANN J. 1994. Verminderung von Stehendbefall durch Borkenkäferfallen. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 49: 190–192.

- NOVÁK V. 1955. Příspěvek k poznání účinnosti HCH na lýkožrouta smrkového. *Lesnictví – Sborník Československé akademie zemědělské*, 28 (3): 355–374.
- NOVÁK V. 1981. Výsledky poloprovozních zkoušek s agregačními kůrovčovými feromony Pheroprax a Ipslure. *Lesnická práce*, 60: 366–375.
- ØKLAND B., BAKKE A., HAGVAR S., KVAMME T. 1996. What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in Southern Norway. *Biodiversity and Conservation*, 5 (1): 75–100. DOI: 10.1007/BF00056293
- ØKLAND B., NIKOLOV C., KROKENE P., VAKULA J. 2016. Transition from windfall- to patch-driven outbreak dynamics of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Forest Ecology and Management*, 363: 63–73. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.12.007
- PFEIL W. 1827. Über Insektenschaden in den Waldern, die Mittel ihm vorzubeugen und seine Nachteile zu vermindern. Berlin, Boicke; Petsch: 72 s.
- RATY L., DRUMONT A., DE WINDT N., GREGOIRE J.-C. 1995. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees? *Forest Ecology and Management*, 78: 191–205. DOI: 10.1016/0378-1127(95)03582-1
- SCHENK J.A., BENJAMIN D.M. 1969. Notes on the biology of *Ips pini* in Central Wisconsin Jack Pine Forests. *Annals of the Entomological Society of America*, 62: 480–485. DOI: 10.1093/aesa/62.3.480
- SCHROEDER L.M., WESLIEN J. 1994a. Reduced offspring production in bark beetle *Tomicus piniperda* in pine bolts baited with ethanol and β -pinene, which attract antagonistic insects. *Journal of Chemical Ecology*, 20: 1429–1444. DOI: 10.1007/BF02059871
- SCHROEDER L.M., WESLIEN J. 1994b. Interactions between the phloem-feeding *Tomicus piniperda* (Col.: Scolytidae) and *Acanthocinus aedilis* (Col.: Cerambycidae) and the predator *Thanasimus formicarius* (Col.: Cleridae) with special reference to brood production. *Entomophaga*, 39: 149–157. DOI: 10.1007/BF02372353
- SCHROEDER L.M. 1997. Oviposition behavior and reproductive success of the cerambycid *Acanthocinus aedilis* in the presence and absence of the bark beetle *Tomicus piniperda*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 82 (1): 9–17. DOI: 10.1046/j.1570-7458.1997.00108.x
- SKRZECZ I., GRODZKI W., KOSIBOWICZ M., TUMIALIS D. 2015. The alpha-cypermethrin coated net for protecting Norway spruce wood against bark beetles (Curculionidae, Scolytinae). *Journal of Plant Protection Research*, 55 (2): 156–161. DOI: 10.1515/JPPR-2015-0020
- STEPHEN F.M., DAHLSTEN D.L. 1976. The arrival sequence of the arthropod complex following attack by *Dendroctonus brevicomis* (Coleoptera: Scolytidae) in ponderosa pine. *The Canadian Entomologist*, 108 (3): 283–304. DOI: 10.4039/Ent108283-3
- TOMICZEK C. 2009. Fangtipi und Pheromonfalle: erste Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung zu Fangleistung und Naturschutzaspekten. *Forstschutz Aktuell*, 48: 6–7.
- VRBA M. 2009. Ohrožení smrkových porostů kambiofágy u VLS Lipník nad Bečvou a ekonomické aspekty užití lapáků v ochraně lesa. Diplomová práce. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- WERNER R.A., HASTINGS F.L., AVERILL R. 1983. Laboratory and field evaluation of insecticides against the spruce bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) and parasites and predators in Alaska. *Journal of Economic Entomology*, 76: 1144–1147. DOI: 10.1093/jee/76.5.1144
- WESLIEN J. 1992a. Effects of mass trapping on *Ips typographus* (L.) populations. *Journal of Applied Entomology*, 114: 228–232. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1992.tb01120.x
- WESLIEN J. 1992b. Monitoring *Ips typographus* (L.) populations and forecasting damage. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 114 (4): 338–340.
- ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M., KAPITOLA P. 1993. Zpětné odchytý značených lýkožroutů smrkových (*Ips typographus* L.) do feromonových lapačů v podmínkách smrkového a dubového porostu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 38 (3): 28–34.
- ZAHRADNÍK P. 2004. Zhodnocení vybraných segmentů obranných opatření proti kůrovcům, zejména lýkožroutu smrkovému – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Scolytidae). Habilitační práce. Jiloviště Strnady: 152 s.
- ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M. 2007. Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). *Lesnická práce*, 86 (4): příloha [7 s.]
- ZAHRADNÍKOVÁ M., ZAHRADNÍK P. 2016. Změny v registraci přípravků na ochranu lesa pro rok 2016. In: Knížek M. (ed.): Škodliví činitelé v lesích Česka 2015/2016 – Vliv sucha na stav lesních porostů. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 14. 4. 2016. Zpravodaj ochrany lesa, 19: 32–37.
- ZUMR V. 1980. Prostorové rozmístění v rozsahu kmene, rojení a letová aktivita hlavních druhů kůrovců na smrku ztepilém (*Picea excelsa* L.). Disertační práce. Praha: 148 s.
- ZUMR V. 1982. Podklady pro prognózu rojení hlavních druhů kůrovců (Coleoptera, Scolytidae) na smrku ztepilém (*Picea excelsa* L.). *Lesnictví – Sborník Československé akademie zemědělských věd*, 28: 941–960.
- ZUMR V. 1985. Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a ochrana proti němu. Praha, Academia: 124 s.
- ZUMR V. 1986. Reakce přirozených nepřátel lýkožrouta smrkového, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) na feromon Pheroprax. *Lesnictví*, 32: 431–444.

POISONED TRAP TREES VERSUS TRIPODS WITH THE STORANET NET, *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) AND NON-TARGET ARTHROPODS

SUMMARY

Pheromone applied on the lying poisoned trap tree (OL) or on the poisoned tripod contributed to create a defence measure prepared immediately before the swarming of bark beetles with unlimited capacity, which requires regular spraying with insecticide and/or pheromone replacement (ZUMR 1985; ZAHRADNÍK, KNÍŽEK 2007). BOMBOSCH (1988) considers 4-meter-long poisoned logs as advantageous.

Trinet – tripods using the Storanet insecticide net containing alpha-cypermethrin and pheromone lure under the top have become an alternative to tripods assembled from logs treated with insecticide. Their efficiency throughout the growing season is an advantage (GRODZKI, SKRZECZ 2017).

The use of non-specific, contact insecticides is generally connected with a negative influence on non-target organisms (WERNER et al. 1983; ØKLAND et al. 1996), which are lured by the pheromone and even can have a predation bond to the targeted bark beetle, or can belong to the fauna accidentally sitting onto the treated surface. Most authors notice checkered beetles (*Thanasimus*) (NOVÁK 1981; BRUTOVSKÝ 1981; BAKKE 1985; ZUMR 1986), which fly onto the trap trees responding to (S)-cis-verbenol, ipsdienol, ipsenol (BAKKE, KVAMME 1981).

The goal of the paper is to identify the efficiency of 4-m long poisoned spruce trap trees with the pheromone lure and tripods with the Storanet insecticide net, and to assess adverse impacts of the poisoned defence equipment on the non-targeted fauna of invertebrates.

Material and methods

Surveys took place at the sites of Koníkov, Branišov and Bobrůvka (Fig. 1) in the area under management of the Forest District Nové Město na Moravě (Czech Republic), where the defence equipments were placed always in the same number of pieces OL/10, TR/10, TRNM/3 (Fig. 3).

A poisoned trap tree (OL) was made from the stem of Norway spruce, length 4 m, diameter ca. 30 cm, put on two stumps at 0.3–0.4 m above the ground, treated with 1% insecticide Vaztak Active (Agrospol Czech, s. r. o.; active substance alpha-cypermethrin 50 g·l⁻¹; application 5 l·m⁻³ of treated wood) (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK 2016) and with the IT Ecolure pheromone (Fytofarm Group, s. r. o. Mělník, (S)-cis-verbenol) applied in the centre. A frass sheet (1 m × 1 m) was placed under the trap tree in the pheromone position (Fig. 4).

Tripods were assembled from three laths of 2 m in length, covered with the Storanet insecticide net (BASF SE), which was impregnated with the long-term action insecticide with alpha-cypermethrin (1.57 g·kg⁻¹) as an active substance. The tripods featured a net surface featured a net surface of 1.5 m² (variant Mendelu – TR) and 1.9 m² (variant Forest District Nové Město – TRNM). Pheromone lures IT Ecolure were installed under the tripod tops. The TR tripod was placed in a frass sheet sized 1 m × 1.2 m, and the TRNM tripod had a frass sheet in the shape of equilateral triangle with a side of 2 m (Fig. 4).

ANOVA and non-parametric Kruskal-Wallis test were used to express the efficiency of the respective defence equipments.

Results and discussion

In the spring, the behaviour of spruce bark beetle was affected not only by the course of weather (Fig. 2; Tab. 1) but also by the overwintering place. While a standard flight activity of the spruce bark beetle was recorded at the sites of Koníkov and Bobrůvka, the locality of Branišov (Fig. 5) showed an extraordinarily high level of the offspring population. The reason of this deviation was delayed autumn felling of trees infested by bark beetle (1187 m³, X–XI/2020) only after they had been left by bark beetles, which then hibernated in the litter. A clear-cut area (2.11 ha) was created, on which the soil surface warmed faster, thus affecting the spruce bark beetle activity. At the other sites, imagoes overwintering on trees under bark and in the litter under the stand canopy required longer-lasting favourable temperatures.

GRODZKI, SKRZECZ (2017) state that a tripod with Storanet (surface 2.2 m², pheromone Pheroprax) can generally be used as a pheromone trap.

The evaluation of the efficiency of trapping the spruce bark beetle with poisoned trap trees (OL) and both types of tripods with the installed Storanet insecticide net (TR, TRNM) showed that the efficiency of the poisoned trap trees (OL) was statistically significantly higher than the efficiency of tripods (TR and TRNM) (KW: H(2, N = 420) = 56.45485; p = 0.0000). No statistically significant difference was found between the applied tripods (TR × TRNM) (Fig. 7). Identical dependence was determined also for the respective sites OL × TR (KW: H (2, N= 138) = 32.12603; p = 0.0000) (Fig. 7).

The statistically higher catch on the trap trees applies to both spring and summer swarming of spruce bark beetle – spring (KW: H (2, N= 210) = 28.01040; p = 0.0000), summer (H (2, N= 210) = 33.32925; p = 0.0000), (Fig. 8).

GRODZKI, SKRZECZ (2017) did not observe any negative influence of Storanet on the non-target organisms. Our investigations indicated a significantly higher loss of the Arthropods on the tripods than on the lying poisoned trap trees. Tripods are elevated above the terrain, sunny, and the rippling net lures flying insects, particularly Diptera, but also Hymenoptera and Coleoptera (Tab. 2). Checkered beetles whose predation

connection to bark beetles has been well examined, suffered significant losses (Fig. 9). Timberman (*Acanthocinus aedilis*) was negatively affected both by the lying poisoned trap trees and by the tripods with the insecticide net; statistically significant dependence was determined between TRNM × OL, TRNM × TR ($H(2, N=306) = 25.54827$; $p = 0.0000$ (Fig. 10).

Conclusions

At both spring and summer swarming, the efficiency of poisoned trap trees was higher than the efficiency of tripods with the Storanet.

The number of non-targeted invertebrates killed on the tripods with the Storanet was higher than on the poisoned trap trees.

Non-targeted invertebrates were coming under the influence of IT Ecolure pheromone (*Acanthocinus aedilis*, *Molorchus minor*), pheromone and tripod position (*Thanasimus formicarius*, *T. femoralis*), tripod position and rippling net (*Cantharis obscura*, *Cephalcia abietis* and individuals of Diptera order).

Zasláno/Received: 02. 03. 2022

Přijato do tisku/Accepted: 07. 04. 2022