

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Hodnocení efektivity různých typů atraktantů pro monitoring klikoroha borového

Diplomová práce

Autor práce: Nikola Bohatá

Vedoucí práce: Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

2020

Czech University of Life Sciences Prague

Faculty of Forestry and Wood Sciences

Department of Forest Protection and Entomology



Evaluation of the effectiveness of various types of attractants for the large pine weevil
monitoring

Diploma thesis

Author: Nikola Bohatá

Supervisor: Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Nikola Bohatá

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Hodnocení efektivity různých typů atraktantů pro monitoring klikoroha borového

Název anglicky

Evaluation of the effectiveness of various types of attractants for the large pine weevil monitoring

Cíle práce

- zjistit populační hustotu klikoroha borového na vybrané lokalitě
- otestovat různá primární atraktanta určená pro monitoring *Hylobius abietis* pomocí zemních pastí
- vybrat nejvhodnější kombinaci atraktant pro lesnický provoz

Metodika

- bude vypracována literární rešerše zabývající se bionomií a kontrolními metodami klikoroha borového
- bude založena studijní plocha: smrková holina vzniklá na podzim/v zimě 2017 v rovinném terénu
- na vybrané lokalitě budou instalovány zemní pastí v rozestupech 5-7 m
- bude použito 5 variant atraktant v šesti opakování (celkem 30 pastí) s fixačním roztokem
- každá past bude na lokalitě označena kolíkem a rovněž popsána přímo na pastí
- kontrola pastí bude prováděna jednou za týden v období od května do srpna
- cíloví jedinci budou spočítáni, stejně jako necílové skupiny bezobratlých a odebráni pro další analýzu
- po převozu do laboratoře bude u *H. abietis* určeno pohlaví a necílové druhy zařazeny do řádů
- získaná data budou statisticky zpracována v programu STATISTICA 12 a diskutována s pracemi zabývajícími se obdobnými výzkumy

Doporučený rozsah práce

40 stran včetně příloh

Klíčová slova

Hylobius abietis, zemní pasti, poměr pohlaví, necílové druhy bezobratlých

Doporučené zdroje informací

- Björklund, N., Nordlander, G., Bylund H. 2005: Olfactory and visual stimuli used in orientation to conifer seedlings by the pine weevil, *Hylobius abietis*. *Physiological Entomology*, 30: 225-231.
- Långström, B., Day, K.R. 2004: Damage, Control and Management of Weevil Pests, especially *Hylobius abietis*; in Lieutier, F. et al., *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, A Synthesis*, Kluwer, pp. 415-444.
- Moore, R., Brixey, J., Milner, A.D. 2004. Effect of time of year on the development of immature stages of the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.) in stumps of Sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.) and influence of felling date on their growth, density and distribution. *Journal of Applied Entomology*, 128: 167-176.
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K., Nordenhem H. 2011. Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forest Ecology and Management*, 262: 2354-2363.
- Nordlander, G., Örlander, G., Langvall O. 2003. Feeding by the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to sun. exposure and distance to forest edges. *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 191-198.
- Nordlander, G. 1987: A Method for trapping *Hylobius abietis* (L.) with a standardized bait and its potential for forecasting seedling damage. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2: 199-213.
- Nordlander, G. 1990: Limonene inhibits attraction to Alpha-pinene in the pine weevils *Hylobius abietis* and *H. pinastri*. *Journal of Chemical Ecology*. 16: 1307-1320.
- Olenici, N., Duduman, M.L., Teodosiu, M., Olenici, V. 2016: Efficacy of artificial traps to prevent the damage of conifer seedlings by large pine weevil (*Hylobius abietis* L.)-a preliminary study (2016). *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 9: 9-20.
- Örlander, G., Nilsson, U. 1999: Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. Journal of Forest Research*, 14: 341-354.
- Wainhouse, D., Staley, J. T., Jinks, R. Morgan, G. 2008: Growth and defence in young pine and spruce and the expression of resistance to a stem-feeding weevil. *Oecologia*, 158: 641-650.
-

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Karolína Resnerová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 14. 12. 2018

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 06. 2020

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí diplomové práce Mgr. Karolině Resnerové Ph.D. za pomoc, trpělivost a poskytnutí užitečných informací.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení efektivity různých typů atraktantů pro monitoring klikoroha borového" jsem vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Karoliny Resnerové, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

Také jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne 28. 5. 2020

Podpis:

Anotace

Cílem diplomové práce je zjistit populační hustotu klikorooha borového na vybrané lokalitě. Dále pak komentovat změny v letové aktivitě a početnosti klikorooha borového během vegetační sezóny u jednotlivých pohlaví. Studijní plocha se nacházela ve Středočeském kraji v obci Stříbrná Skalice s nadmořskou výškou 337 m. n. m, ležící přibližně 11,7 km od Kostelce nad Černými lesy, kde byly ve sledovaném období od 12. 4. 2018 - 15. 9. 2018 na vybrané lokalitě instalovány zemní pasti. Použilo se 5 atraktantů do celkem 30 pastí s fixačním roztokem. Samotný sběr vzorků a kontrola zemních pastí probíhala v 7 denních intervalech. Odebrané vzorky byly za pomoci binolupy spočítány a bylo určeno pohlaví jedinců. Během celého výzkumu se do zemních pastí odchytlo celkem 1219 jedinců *Hylobius abietis*. Z tohoto celkového počtu odchycených jedinců *H. abietis* bylo 609 samců a 610 samic.

Během prvních odchytů, které proběhly v první polovině dubna až k začátku května, bylo odchyceno největší množství jedinců. Dne 28. 4. 2018 se jednalo o 239 odchycených jedinců a 5. 5. 2018 o 170 cílových jedinců. V tomto období se jednalo o zahájení letové aktivity, k celkovému snížení a postupnému ukončení letové aktivity došlo už v červenci.

Také se otestovala různá primární atraktanta určená pro monitoring *Hylobius abietis* pomocí zemních pastí. Na základě zjištěných výsledků statistických analýz bylo vyhodnoceno, že nejvíce zaznamenaných odchycených cílových jedinců měla past navnazená odřezkem borové větve, a poté jako druhým nejúčinnějším atraktantem byl alfa-pinen.

Klíčová slova: klikoroh borový, poměr pohlaví, zemní past

Annotation

The aim of the diploma thesis is to determine the population density of the large pine weevil in a selected locality. Furthermore, comment on changes in flight activity and abundance of the large pine weevil during our growing season for individual sexes. The study area was located in the Central Bohemian Region in the village of Stříbrná Skalice with an altitude of 337 m above sea level, located approximately 11.7 km from Kostelec nad Černými lesy, where pitfall traps were installed in the selected locality in the monitored period from 12 April 2018 to 15 September 2018. Five attractants were used in a total of 30 traps with fixation solution. The sampling itself and the inspection of pitfall traps took place at 7-day intervals. The samples taken were counted using a stereomicroscope and the sex of the individuals was determined. During the entire research, a total of 1,219 individuals of *Hylobius abietis* were caught in pitfall traps. Of this total number of *H. abietis* individuals captured, 609 were males and 610 were females.

During the first captures, which took place in the first half of April until the beginning of May, the largest number of individuals were captured. On 28 April 2018, there were 239 captured individuals and on 5 May 2018, 170 target individuals. During this period, it was the beginning of flight activity, the overall reduction and gradual termination of flight activity took place in July.

Various primary attractants for monitoring *Hylobius abietis* using pitfall traps were also tested. Based on the results of statistical analyses, it was evaluated that the most recorded captured target individuals had a control trap with pine twig, and then alpha pinene was the second most effective attractant.

Key words: the large pine weevil, sex ratio, pitfall trap

Seznam obrázků

Obrázek 1: Dospělý jedinec <i>Hylobius abietis</i>	13
Obrázek 2: Rozlišení pohlaví podle článků na břišní straně	14
Obrázek 3: Požerek <i>H. abietis</i>	17
Obrázek 4: Souřadnice výzkumného místa.....	23
Obrázek 5: Rozmístění instalovaných pastí, a označení atraktantů	24
Obrázek 6: Lapací past označena D2	24

Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet (<i>H. abietis</i>), porovnání počtu samců či samic podle návnad.....	26
Tabulka 2: Počet odchycených <i>Hylobius pinastri</i> podle návnad.....	27
Tabulka 3: Celkový počet odchycených <i>Hylastes cunicularius</i> podle návnad	28
Tabulka 4: Celkový počet <i>Hylobius</i> sp. podle návnad	29
Tabulka 5: Celkový počet <i>Hylastes</i> sp. podle návnad.....	30
Tabulka 6: Mnohonásobné porovnání velikosti odchytů samců <i>H.abietis</i> dle atraktantů...34	
Tabulka 7: Mnohonásobné porovnání velikosti odchytů <i>H.cunicularius</i> dle atraktantů....35	

Seznam grafů

Graf 1: Odchyty klikoroha borového do zemních pastí.....	31
Graf 2: Odchyty klikoroha menšího do zemních pastí.....	32
Graf 3: Odchyty dalších zástupců rodu <i>Hylobius</i> do zemních pastí.....	33
Graf 4: Odchyty lýkohuba drvaře do zemních pastí.....	33
Graf 5: Odchyty samců <i>H.abietis</i> do pastí navnazených atraktanty.....	34
Graf 6: Odchyty <i>H.abietis</i> do pastí navnazených Hylodorem.....	36
Graf 7: Odchyty <i>H.abietis</i> samců/samic do pastí navnazených Hylodorem.....	36
Graf 8: Odchyty <i>H.abietis</i> samců/samic do pastí navnazených alfa pineny.....	37
Graf 9: Odchyty <i>H.abietis</i> samců/samic do pastí navnazených dvouampulovým atr.....	38
Graf 10: Odchyty <i>H.abietis</i> samců/samic do pastí navnazených terpen.olejem.....	39
Graf 11: Odchyty <i>H.abietis</i> samců/samic do pastí kontrolních	39

Obsah

1	Úvod.....	- 11 -
2	Cíle práce	- 13 -
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	- 14 -
3.1	Charakteristika.....	- 14 -
3.2	Popis vývojových stádií	- 16 -
3.3	Způsob života	- 16 -
3.4	Rozšíření a lesnický význam.....	- 18 -
3.5	Přirození nepřátelé.....	- 19 -
3.6	Kontrola a prevence.....	- 20 -
4	METODIKA.....	- 23 -
4.1	Základní popis oblasti.....	- 23 -
4.2	Instalace odchytných pastí	- 23 -
4.3	Zpracování vzorků.....	- 26 -
5	VÝSLEDKY	- 27 -
6	DISKUZE.....	- 41 -
7	ZÁVĚR	- 43 -
8	POUŽITÁ LITERATURA.....	- 44 -

1 Úvod

Klikoroh borový – *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) v lesnické literatuře známý též jako smrkovník velký (Zahradník, 1974), je nejběžnějším a nejvýznamnějším primárním škůdcem mladých jehličnatých kultur z celkem čtyř zástupců tohoto rodu u nás (Knížek a Kapitola, 2001). Podle odborného průzkumu je *H. abietis* hojný především na borovicových, uměle vysázených plochách, a v přirozené obnově porostu až tak moc velké škody nezpůsobuje, protože tyto stromky jsou silné a vitální (Hůrka, 2005). Živí se rostlinným materiálem s průměry v rozmezí cca. 2 mm – 20 mm, přičemž zjevně upřednostňuje průměry okolo 10 mm. Způsobuje velké ekonomické škody tím, že se krmí kůrou nově vysázených jehličnatých sazenic (Eidmann 1974; Petersson et al., 2003; Day et al., 2004). Toto poškození způsobené žírem, uznal už asi před dvěma stoletími Ratzeburg (1839), který popsal tři až šestileté rostliny jako preferovanou potravu dospělého klikoroha. Přestože se klikorohovití také živí kořeny a větvemi zralých jehličnatých stromů (Eidmann 1974; Örlander et al., 2000; Wallertz et al., 2006), ekonomické škody jsou omezeny na jejich žír na čerstvě vysázených sazenicích. Značné množství výzkumu *H. abietis* se proto zaměřilo na jejich interakce se sazenicemi (např. Fedderwitz et al. 2016; Luoranen et al. 2017; Zas et al. 2017).

H. abietis patří do řádu brouků (Coleoptera), a čeledi nosatcovitých (Curculionidae). V této čeledi se nachází malí až středně velcí brouci, silně chitinizovaní s kratším či delším noscem a lomenými tykadly, pohybující se většinou pomalu a těžkopádně (Novák, 1965).

K nosatcům se dříve řadily i skupiny, které dnes tvoří samostatné čeledi (Anthribidae, Nemonychidae, Rhynchitidae, Attelabidae, Apionidae a Nanophyidae) (Zahradník, 2008). Celosvětový počet druhů je udáván jen přibližně. Podle některých odhadů jich je asi 40 000, podle jiných až 60 000 druhů. Nové druhy jsou stále objevovány, a ve střední Evropě žije více než jeden tisíc druhů, v západní Evropě 1 500, na britských ostrovech přes 400 druhů (Zahradník, 2008).

Vlivem působení *H. abietis* byly zaznamenány nejvyšší hospodářské ztráty v druhé polovině osmdesátých let, kdy byl ročně evidován silný výskyt na 30 tisících hektarech. Zhruba od poloviny devadesátých let minulého století do roku 2017 se rozsah žírů udržoval na relativně nízké úrovni od 1,5 do 3 tisíc hektarů (Knížek a Kapitola, 2001). Dokonce se uvažovalo i o jeho vyřazení z kalamitních škůdců. Recentně evidovaná plocha výsadeb poškozená žírem dospělců klikoroh borového dosáhla v roce

2017 cca 1,9 tis. ha. Především poškození vznikalo na západní polovině Česka (Knížek & Liška, 20018). Lesníci po třinácti letech na našem území zaznamenali v roce 2018 a 2019 strmý nárůst škod způsobených klikorohem borovým. Evidovaná plocha výsadeb poškozená žirem dospělců v roce 2018 činila cca 12,1 tis. ha, to představuje výrazné navýšení ve srovnání s rokem 2017. V roce 2019 se evidovalo na Olomouckém kraji (cca 9 100 ha), jednalo se, o nejvyšší rozlohu poškozených výsadeb následovaly kraje Zlínský (cca 340 ha), Středočeský (cca 320 ha), Jihočeský (cca 320 ha) a Královéhradecký (cca 300 ha). Mezi nejvíce zasažené okresy patřil Jeseník (8 159 ha), Kroměříž (656 ha), Šumperk (482 ha), Olomouc (457 ha), Svitavy (241 ha) a Vyškov (233 ha)(Knížek & Liška, 20019).

Protože význam klikorooha v souvislosti s rozsáhlým zalesňováním stoupá, začíná být kladen důraz na nové efektivní metody monitoringu a kontroly tohoto kalamitního škůdce. Doposud nebylo provedeno dostatek odborných výzkumů, které by hodnotily účinnost různých atraktantů na odchyt *H. abietis*. Význam (lákavý) mají pro klikorooha hlavně primární atraktanta z čerstvých pařezů, také se prokázala určitá lákavost lineatinu a etylalkoholu. V předložené práci předpokládáme, že právě tyto látky budou pro dospělé klikoroohy nejatraktivnější.

2 Cíle práce

- zjistit populační hustotu klikoroha borového na vybrané lokalitě
- otestovat různá primární atraktanta určená pro monitoring *Hylobius abietis* pomocí zemních pastí
- vybrat nejvhodnější kombinaci atraktant pro lesnický provoz

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Charakteristika

Z bionomického hlediska se nosatcovití vyskytují na jehličnatých, a méně často listnatých dřevinách, především v borovém, někdy ale i ve smrkovém lese od nížin do hor. *H. abietis* je znám svou dlouhověkostí, neboť se může dožít dvou až tří let. Nejčastěji se však dožívá 1 až 2 roků. Za hezkých dnů imaga sice létají v pozdním odpoledni a večer, jinak převážně jen lezou (Zahradník, 2008).

Vzhledem k jeho tmavému a příčně žlutě pruhovanému tělu se velmi dobře maskují na kládách a pařezech. Na slabých kmenech a mladých větví okusují kůru a kambium. Při zralostním (mladí brouci) a regeneračním (staří brouci) žíru do nich vyžírají takové drobné, kolmé nebo trychtýřovité jamky, které zasahují často až do povrchové části dřeva (Zahradník, 2005). U poškozených kmínků dochází někdy i k deformaci. Zvláště při silném poškození se vyžrané jamky spojují po obvodu kmínku do plošek a sazenice hynou (Zahradník, 2008).

Během celého vývoje probíhá krmění brouka, ale nejsilněji na přelomu května/června je to takzvaný jarní žír a srpna/září takzvaný podzimní žír. Kulisové ruby uspořádané v porostech vedle sebe přispívají k jeho přemnožení (Loužil, 1961).



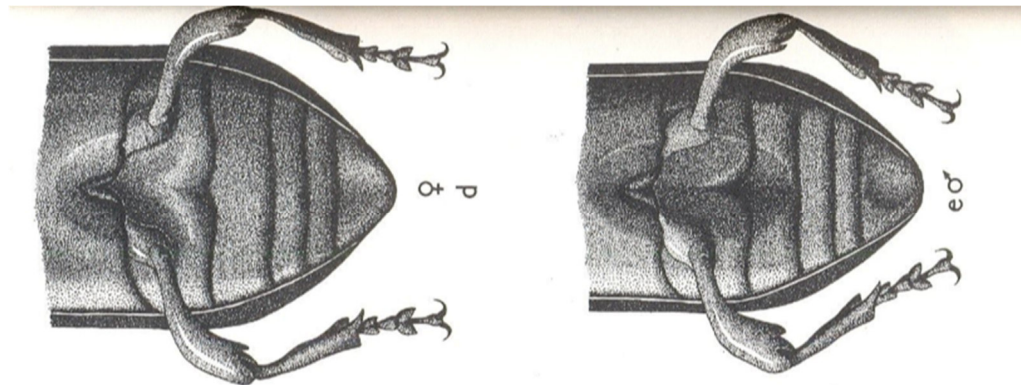
Obr. č. 1- Dospělý jedinec *Hylobius abietis*

Zdroj: Miroslav Deml 2008

Dospělý jedinec (obr. č. 1) je poměrně velký. Měří přibližně 10 – 15 mm, je smolně hnědý s příčnými žlutými pruhy vytvořenými ze šupinek, a s rezavožlutým

ochlupením. Štít má hluboce vrásčitý a delší než širší, štítek s drobnými chloupky a krovky širší je než štít. Stehna jsou pokryta chloupky a oči výrazně protáhlé, nosec silný, na vrcholu rozšířený, slabě zakřivený a na konci nosce jsou tykadla, která jsou vkloubena, lomená, paličkovitá a ústní ústrojí brouka (Hůrka, 2005).

Pohlavní dimorfismus není výrazný. Pohlaví lze rozeznat jen podle vzhledu posledních zadečkových článků z břišní strany (obr. č. 2). Samice mají uprostřed prvního zadečkového článku mírně klenutý výstupek, a u samců je naopak tato část vtačená (Pfeffer, 1954).



Obr. č. 2- Samice nalevo a samec napravo *H.abietis*

Zdroj: prezentace ochrana lesa

S dalšími druhy klikorohů, dokonce i se smoláky (*Pissodes* spp.), může být *H. abietis* lehce zaměnitelný, ale ti jsou většinou výrazně menší a jejich nosec je tenký, na vrcholu nerozšířený a krovky nejsou širší než štít. Od klikorooha modřínového *Hylobius excavatus* (Laicharting, 1781) se liší převážně svojí větší velikostí a jeho šupinky na krovkách netvoří pásy, jen tečky. Nejvíce podobný je klikorohu bahennímu *Hylobius transversovittatus* (Goeze, 1777), který obývá mokřadní biotopy. Od klikorooha borového se tento druh hlavně liší tmavě hnědým zbarvením s hustě ochlupeným štítkem, dále štíhlým tykadlovým bičikem a v přední části ramen malou, nepříliš výraznou skvrnou ze žlutých šupin (Leather, 1999).

3.2 Popis vývojových stadií

Do dutinek, které vykouše v kořenech mladého borového (případně smrkového) netrouchnivého pařezu, samice naklade jedno nebo více vajíček oválného tvaru o velikosti 1 mm. Od května do srpna naklade asi 80 až 150 vajíček. Vajíčko má zpočátku nažloutle bílou barvu, později začne jeho obal tmavnout a zprůhlední.

Po dvou až třech týdnech dochází k vylíhnutí larev, které pod kůrou v lýku vykusují chodby se záměrem dostat se až k běli. Čerstvě vylíhlá larva je dlouhá necelé 2 mm. Oproti tomu dospělá, dorostlá larva měří 12 až 23 mm. Je slabě obloukovitě zahnutá, beznohá, bělavá s hnědožlutou silně zpevněnou hlavou, a hospodářsky je zcela bezvýznamná. Délka vývoje je odvislá od podmínek stanoviště. Někdy se ještě v témž roce koncem léta stačí zakuklit, ale obvykle jejich vývoj přerušuje zima, takže se ukončí až v příštím roce. Na severu Evropy se může doba vývoje protáhnout na 4 až 5 let, obvykle se ale vyvíjejí 2 roky. Kuklí se v kolébce mezi kůrou a dřevem, a pokud je kůra příliš tenká, vlézají do dřeva. Vzhledem k tomu, že jejich vývoj probíhá v pařezech, nemají žádný ekonomický význam. U klikoroha se vyskytuje 5, výjimečně i 6 larválních instarů (Loužil, 1961).

Kukla o velikosti 8 – 16 mm je krémově bílá a volná, proto jsou na ní patrné všechny budoucí vnější orgány dospělého tedy i oči se zřetelným noscem. Na konci zadečku má dva krátké trny a je uložena v třískovém loži.

Čerstvě vylíhnutí brouci jsou světle hnědá imaga. Hlava je protažena v dlouhý, silný, dolů mírně prohnutý noseček, na jehož konci se nachází ústní ústrojí a jsou zde vkloubena lomená tykadla. Štít je přibližně stejně dlouhý jako široký, hrubě a hustě tečkovaný, uprostřed s jemným hladkým kýlem, vpředu silně zúžený. Tečky jsou na štítu protaženy v podélné jamky (Zahradník, 2005).

3.3 Způsob života

Ke kladení vajíček si klikorozi vyhledávají vhodnou lokalitu (čerstvě vysázenou paseku), kam jsou lákáni vůní potravy pomocí čichových sensilů, které jsou umístěné na tykadlech. Během celého vegetačního období dochází ke kopulaci a žíru, pouze v dubnu/květnu je samotné rojení. Samice pomocí nosce vytvoří jamku mezi kůrou a dřevem, kde vznikne speciální prostor, kam klikoroh naklade jednotlivě nebo v malých kupách vajíčka. Samice zhruba od května do srpna klade oválná vajíčka do podzemních

částí kořenových náběhů, a do čerstvých pařezů borových nebo smrkových, a také do vývratů či pokácených stromů v místě kontaktu s půdou. Pařezy jsou v našich přírodních podmínkách atraktivní ke kladení vajíček ve vegetační sezóně.

Larvy vyhledávají rovnoběžné a rozšiřující se chodby dlouhé 1 m, vyplněné směsí drtinek a tmavého trusu, ve kterých žijí, a probíhá zde žír. Ukončené jsou výraznými kolébkami (u slabší kůry zasahují částečně do dřeva), kde se larvy buď zakuklí anebo přezimují do příštího roku. Po vylíhnutí zůstává brouk 2 – 3 týdny v klidu na místě. Zpravidla v polovině července až v polovině srpna se brouk prokouše na povrch. Na podzim dospělci neumírají, ale zalézají pod poražené klády a do jiných úkrytů, aby přezimoval. Přežívají nejčastěji ještě další dva roky. Brouci přezimují v hrabance, v mechu nebo ve starých pařezech. Po přezimování nastává hlavní žír nového pokolení.

Pokud teplota dosáhne 8 – 9 °C tak jsou klikorozi schopni opustit místo přezimování. Na místa kladení se přemísťují letem. Klikorozi jsou schopni letu v pozdním odpolední a na večer, pokud teplota vzduch přesáhne 18 – 19 °C a rychlost větru se pohybuje do 4 m.s⁻¹. V noci nebo za vysokých denních teplot se brouci ukrývají v půdě blízko u kmínku sazenice. Letová perioda u brouků netrvá příliš dlouho. Hlavní letová aktivita se uskuteční během prvních 10 dnů (Modlinger & Knížek, 2009). Celková průměrná vzdálenost, kterou klikoroh během této periody uletí, se pohybuje okolo 1,5 km. Po ukončení této letové fáze svaly degenerují, a dochází u brouků už jen k samotnému lezení.

Celkový vývoj od vajíčka do doby, kdy nový brouk opustí místo vývoje trvá různě dlouhou dobu. Nejkratší vývoj trvá čtyři měsíce (Modlinger et al., 2015).

Vlastním škůdcem je brouk, který ožírá koncem léta ve školkách, na holosečních pasekách a v monokulturách sazenice v místě kořenového krčku. Sazenice, vyžrané okolo kmínku hynou.

Brouk také žije docela jinak než larva. Nechutná mu staré pařezové dřevo, nýbrž mladá borová kůra. Během roku si ji obstarávají různým způsobem. Na jaře okusuje jemnou kůru mladých sazenic. Nehryže však ani směrem dolů nebo nahoru, nýbrž prstencovitě kolem celé osy, což je pro mladou rostlinku to nejnebezpečnější. Při svém zralostním a regeneračním žíru do nich vyžírá drobné, kolmé nebo trychtýřovité jamky, zasahující často až do povrchové části dřeva. Místa poškození se vyznačují vytékající pryskyřicí. Podle toho, jak dalece je vyhryzaný prstenec úplný, rostlina invazi přežije a ránu zacelí, nebo uschne. V létě brouci opouštějí mladé rostliny a stěhují se do korun starých stromů, kde poškozují báze tenkých, asi jako tužka silných větví. I zde okusují

kůru. Poškození však už nejsou tak značná, neboť ztráta živin nehraje zdaleka tak významnou úlohu jako u mladých rostlinek (Zahradník, 2008).

Klikoroh borový má v našich klimatických podmínkách většinou dvouletou generaci. U části populace dochází i k jednoleté generaci hlavně v teplých letech. Kdy ve stejném roce dojde k naklazení vajíček, a poté k samotnému kuklení. Proto může část brouků ještě požerky opustit a přezimovat v zemi.

U dvouleté generace, brouk opouští požerky v druhém roce po snůšce vajíček na podzim a přezimuje v půdě.



Obr. č. 3 - Požerky *Hylobius abietis*

Zdroj: www.strombuch.cz

3.4 Rozšíření a lesnický význam

H. abietis je hlavním škůdcem jehličnatých výsadeb v Evropě a Asii, což způsobuje vážné obavy v lesnickém průmyslu (Långström & Day, 2004). Klikoroh borový je palearktický druh, tedy rozšířen po celé Evropě. Z Anglie přes Skandinávii, Pobaltí a Sibiř jeho výskyt zasahuje až do Japonska. Nejen v našich podmínkách se vyskytuje všude, kde jsou jehličnaté porosty, a to od nejnižších poloh, přes lokální pahorkatiny až po horní hranici lesa. K vývoji larev *H. abietis* dochází v hostitelských dřevinách *Pinus sylvestris* (var. *Communis* Aiton) a *Picea abies* (L.) (H. Karst.) občas i na (*Betula*) (L.), ale dospělci byli zjištěni i na jiných jehličnatých dřevinách mezi které patří *Abies alba* (Mill.), *Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl., *Larix* (Mill.),

Pseudotsuga (Carrière), *Pinus strobus* (L.)(Small), *Pinus nigra* (J. F. Arnold)(Leather, 1999). Zvláště poškozuje sazenice v oblastech, kde byly sazenice vysázeny po vykácení či poškození. V takových oblastech přítomnost pařezů zvyšuje výskyt klikorohů. Ne zřídka je zastoupen i ve smíšených kulturách (Novák, 1965).

Z vyhlášky MZe ČR č.76/2018 Sb. v platném znění je klikoroh borový považován za kalamitního škůdce. Tato vyhláška stanovuje pro klikoroha tři stavy. Základní stav: početní stav škůdce, jenž nezpůsobuje škody. V jednoletých a dvouletých kulturách se poškozené sazenice vyskytují do 30% z celkového počtu. Zvýšený stav: objevují se silně poškozené sazenice s výskytem nepřesahujícím 20%. Kalamitní stav: zahrnuje silné poškození sazenic z více než 20%.

3.5 Přirození nepřátelé

Klikoroh borový má v porovnání s ostatními druhy podkorního dřevokazného hmyzu poměrně omezený komplex parazitoidů, méně než 10 druhů. Pravděpodobně je tento nízký počet zapříčiněn způsobem života larev, které žijí celý život pod povrchem půdy a jsou ukryté pod silnou kůrou kořenů. Největším larválním parazitoidem je lumčík *Bracon hylobii* (Ratzeburg, 1848). Samice lumčíka klade na larvu klikoroha 4-12 vajíček. Úroveň parazitace tímto druhem je v rozmezí 30 – 40 %. K dalším nepřátelům larev klikoroha patří dravé larvy roupců *Laphria* spp, (Meigen, 1803). Dospělý klikoroh bývá běžně napadán prostřednictvím lumčíka *Perilitus areolaris* (Gerdin & Hedqvist, 1984), který mívá 2 generace během jednoho roku. V larválním stadiu přezimuje v těle dospělého klikoroha. Úroveň zamoření je okolo 4 – 15%.

Nezanedbatelný podíl na mortalitě klikoroha mají stejně jako u kůrovcovitých, také některé entomopatogenní houby z rodu *Beauveria* (Pfeffer, 1995). Velmi dobře probádaným a popsáním druhem, a přirozeně se vyskytujícím patogenem tohoto rodu je *Beauveria bassiana* (Balsamo. - Criv., 1835) napadá nejen klikorohy, ale i další druhy hmyzu. *B. bassiana* může napadat všechna jeho vývojová stadia, nicméně nejčastěji se vyskytuje na larvách a kuklách. Dospělci a vajíčka bývají infikováni méně často.

Mezi predátory napadající klikoroha řadíme různé druhy ptáků a drobných obratlovců (Modlinger & Knížek, 2009).

3.6 Kontrola a prevence

Kontrola výskytu *H. abietis* ve všech jehličnatých kulturách po dobu minimálně dvou let od jejich založení je povinná dle vyhlášky MZe č. 76/2018 Sb.

Pravidelné kontroly vysázených sazenic je třeba provádět po jarním zalesnění. Kontroluje se kořenový krček od země, kde klikoroh zanechává viditelné kousance. Kontrolu, provádíme pochůzkami v intervalu dvou týdnů. Na 1 ha plochy je potřeba zkontrolovat přinejmenším 50 sazenic, v ideálním případě ve skupinách.

Dle rozsahu žíru na kmínku rozlišujeme dva stupně poškození. Slabé: oslabení a ohrožení sazenice žírem není výrazné, vyžrané plošky nezasahují více než jednu čtvrtinu obvodu kmínku. Silné: vyžrané plošky zasahují kmínek z více než jedné čtvrtiny. Pokud je kmínek sazenice okousán kolem dokola tak sazenice uschne. Další způsoby kontrol a obranných opatření se stanovují podle počtu silně poškozených sazenic. Pokud platí zvýšený či kalamitní stav tak se v kultuře založí trvalá kontrolní místa – 5 míst na 1 ha plochy (Modlinger & Knížek, 2009).

Použití otrávených lapacích kůr může výrazně pomoci při odhalení přítomnosti klikoroha. Zhotovují se z čerstvé smrkové kůry, kterou zpřehýbáme, a dovnitř se vloží cca 5 borových větviček, které mají průměr okolo 1 cm a jsou ošetřené v insekticidu. Alternativní metodou kontroly sazenic je pokládání cca 30 kusů lapacích kůr na 1 ha, které jsou rovnoměrně rozmístěny po ploše. Tyto lapací kůry se kontrolují v týdenním intervalu. Pokud je zjištěn průměrný výskyt 35 jedinců klikoroha na jedno lapací zařízení během jedné kontroly, musí být proveden kurativní zásah.

Lesníci za posledních 100 let využili rozličné způsoby ochrany sazenic před poškozením, které způsobuje krmení *H. abietis*. Proto je základním principem ochrany zabránění tomu, aby se klikoroh živil na sazenicích (Escherich, et al, 1923).

Tzv. „pasečný klid“ je vhodným pěstebním opatřením pro ochranu sazenic proti klikorohovi. Největší škody působí ve vegetační sezoně, která následuje po smýcení porostu. V případě že odložíme zalesnění o jeden rok, můžeme zvláště v teplejších oblastech škody napáchané klikorohem výrazně snížit. Toto opatření má však nevýhodu především v zabuření paseky neboli prodloužení doby vynakládání finančních prostředků na tlumení. Další nevýhodou je zkrácená doba pro zajištění kultury dle lesního zákona.

Další možností, jak omezit poškození způsobené klikorohem, může být změna doby výsadby. Ve Skandinávii se největší výsadba uskutečňuje během jara nebo

počátkem léta na čerstvých nebo jednoletých pasekách (Nilsson et al. 2010), kdy jsou žíry klikorohů nejintenzivnější. Na čerstvých pasekách dochází koncem jara až do poloviny srpna k intenzivnímu poškozování sazenic v důsledku příchodu migrujících klikorohů. Ti zůstávají na místě po celou sezónu a poté přezimují (Nordlander et al. 1997). To znamená, že během podzimu první sezóny po těžbě se aktivita *H. abietis* snižuje, jelikož se připravují na zimu, a riziko poškození sazenic v této době je nízké. Po přezimování se buď přesouvají na jiná místa, nebo zůstávají na stejném místě a způsobují poškození na vysazených sazenicích až do začátku podzimu. V jižní a střední Skandinávii se v srpnu nebo září druhého roku objevuje část nové generace klikorohů. Během tohoto období se tyto mladí krmí společně s mateřskou generací před hibernací (Örlander & Nilsson 1999; Nordlander et al. 2011). Z tohoto důvodu lze očekávat vážné poškození během sezóny druhého roku po těžbě.

Ke snížení poškození *H. abietis* bývají sazenice ošetřeny insekticidy ještě před výsadbou. Někdy se také používá i další ošetření insekticidy v druhém vegetačním období, aby se zajistila dostatečná ochrana sazenic (Långström & Day 2004).

Od padesátých do sedmdesátých let se rozvoj krmných bariér zpomalil kvůli používání insekticidů s dichlorodifenyltrichlorethanem (DDT). Používání insekticidů s DDT bylo však zpochybněno kvůli vlivu na životní prostředí a zdravotním rizikům, která mohou představovat pro necílové druhy, až bylo nakonec zakázáno (Harte et al. 1991; Ratner, 2007). V důsledku toho se zintenzívněl výzkum dalších insekticidů. Pyrethriny a syntetické pyrethroidy se prodávají jako komerční pesticidy a jsou používány k hubení škůdců v zemědělství, domácnostech, komunitách, restauracích, nemocnicích, školách a jako aktuální léčba vši kvůli jejich fyziologickým účinkům (Bradberry et al., 2005; Rose et al., 2006).

Mechanické ochrany se v Německu běžně používají od roku 1920 (Escherich, 1923). Na konci sedmdesátých let byly vyvinuty plastové límce, které se používaly až do nedávna. Na začátku devadesátých let vědci vyvinuli a testovali několik dalších štítů, včetně punčoch, obalů z plastových vláken či jiné potažené bariéry. Krmení totiž lze zabránit i použitím různých povlaků a jejich aplikací na stonky sazenic. Prvním používaným povlakem byl Latex. Ochrana může být také zajištěna pískovým povlakem, který zahrnuje počáteční aplikaci akrylátového lepidla a následnou aplikaci jemného písku o zrnitosti < 0,2 mm. Takto ošetřené sazenice pak mohou být zasazeny. Na trhu existují i jiné alternativní povlaky. Například je možnost potahovat sazenice do výšky 15 cm speciálním voskem, který je ochrání po dobu dvou let (Kvaee, 2019).

Po omezení používání insekticidů se objevila naléhavá potřeba alternativních kontrolních nástrojů (Nordlander et al., 2011). Ačkoli se to původně opomíjelo, pěstování rezistence získává pozornost jako způsob, jak snížit dopady tohoto důležitého škůdce (Zas et al., 2017; López-Goldar et al., 2018; Puentes et al., 2018). Tento zájem podporuje důkaz dědičné genetické variace a velkých koeficientů aditivní genetické variace v rezistenci (Zas et al., 2008; Zas et al., 2005). O mladých jehličnanech je známo, že silně reagují na krmení *H. abietis* a vyvolávají účinnou indukovanou obranu (Heijari et al., 2011; Mor-eira et al., 2013; Suárez-Vidal et al., 2017). Navíc se ukázalo, že indukovatelnost obranných prostředků je velmi důležitá pro vysvětlení variace účinné rezistence proti býložravému hmyzu napříč (Raffa, 2014) nebo v rámci druhů (López-Goldar et al., 2018).

4 METODIKA

4.1 Základní popis oblasti

Pro tento výzkum byla vybrána obec Stříbrná skalice, která se nachází zhruba v nadmořské výšce 322 m.n.m. a také je vzdálená přibližně 12 km od obce Kostelec nad Černými Lesy. Podnebí bývá ve sledované lokalitě přechodné, převážně je pod oceánickým vlivem, od východu modifikované kontinentálními vlivy. I přes nevelkou členitost reliéfu jsou časté regionální klimatické odchylky (srážkový stín, teplotní inverze v kotlinách apod.). V zaříznutých údolích s velmi kontrastním teplotním požitkem jižních a severních svahů a teplotními inverzemi v dolní třetině svahů, je typická mozaika topoklimatu. V rámci biogeografického členění Česka patří do Hercynské podprovincie s velmi bohatou živočišnou lesní faunou, která je výsledkem pleistocénních i holocénních změn klimatu a několik tisíc let trvajícího působení člověka (Culek, 2013).

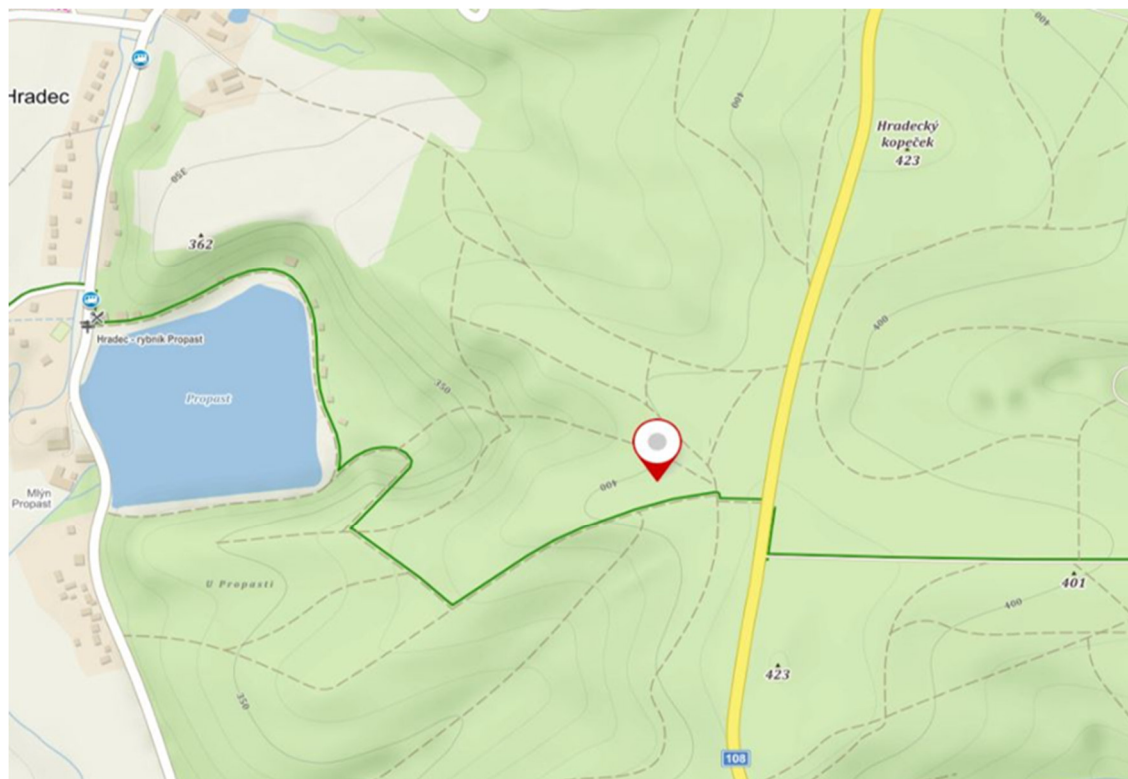
4.2 Instalace odchyťových pastí

Dne 12. 4. 2018 kdy bylo skoro jasno až polojasno, a průměrná denní teplota se pohybovala kolem 20 – 24°C se na vybrané oplocené borovicové pasece (obr. č. 1) o velikosti 50x100 m k jejímu vzniku došlo v měsících září – říjen roku 2017, a před začátkem výzkumu se na jaře roku 2018 zalesnila a instalovali jsme lapače pro zjištění přítomnosti *Hylobius abietis* (obr. č. 2). Zbytky po těžbě dřeva již byly odklizeny a nehrozilo tak poškození lapacích pastí. Uprostřed paseky bylo vybráno místo o velikosti 15x25m. Vykopali jsme 30 jam rozměrově odpovídajících velikosti lapačů, které byly od sebe odděleny vzdáleností 5 m. U každé jámy byl do země umístěn dřevěný kůl s popisem a barevným označením, který sloužil k lepší orientaci při hledání lapacích pastí kvůli vyššímu porostu vyskytujícího se na místě výzkumu v letních měsících.

Lapací pasti, byly vyrobeny z bílých plastových nádob s víkem (obr. č. 3). Zhruba 2 cm pod horní hranou nádoby se nacházelo několik otvorů, které umožňovaly broukům dostat se do lapací pasti. Uvnitř pasti byl umístěn jeden z použitých atraktantů. Lapací past byla vložena do jámy tak, aby zhotovené otvory (vchody do lapací pasti) se nacházeli v úrovni svrchní vrstvy půdy. Zhutnila se následně půda okolo lapací pasti, a

tím pádem nedošlo k vyvrácení či jinému znehodnocení lapače povětrnostními podmínkami.

Pro tento výzkum se vybralo 5 typů atraktantů, z toho 4 odparníky (Hylodor, alfa-pinen, dvou ampulový atraktant, terpentýnový olej), a kontrolní past obsahující odřezek z borovicové větve se silnějším a slabším průměrem. V jarních měsících byly použity odřezky se silnějším průměrem, v letních měsících došlo k výměně za slabší odřezky. K usmrcení lapeného hmyzu byl použit nejdříve propylenglykol, po jeho spotřebování byl nahrazen solným roztokem v koncentraci 100g soli / 1l vody.



Obr. č. 4- souřadnice výzkumného místa (49.9198067N, 14.8409403E)

Autor: Nikola Bohatá

..
5-7 metrů				
A2	C2	D2	K2	B2
B3	D3	K3	A3	C3
C4	B4	A4	D4	K4
D5	K5	C5	B5	A5
A6	B6	K6	D6	C6

Obr. č. 5- (rozmístění instalovaných pastí a označení atraktantů

K- kontrola, A- Hylodor, B- alfa-pinen, C- atraktant dvoj ampulový, D-terpentýnový olej)



Obr. č. 6- lapací past (označena D2)

Autor: Nikola Bohatá

4.3 Zpracování vzorků

Samotný odchyt klikoroha borového probíhal v rozmezí 12. 4. 2018 - 15. 9. 2018. V týdenních intervalech byla prováděna kontrola pastí a sběr vzorků. V pastích označených K1 – K5 byl každý týden vyměněn borovicový odřezek a doplněn etylalkohol. U zbývajících pastí s odparníky byly atraktanty měněny po odpaření náplně. Doba odpaření odpovídala přibližně dvěma měsícům.

Při kontrole byly z pastí vybrány cílové i necílové druhy hmyzu a vloženy do zkumavky. Ty byly předem označeny číslem lapací pastí a datem sběru. Jednotlivé zkumavky se uložily do mrazícího zařízení, aby nedošlo k rozkladu lapeného hmyzu. Determinace jednotlivých druhů byla provedena v laboratoři pomocí binokulárního mikroskopu. U cílových druhů bylo určeno pohlaví a následně došlo k jejich sečtení. Ke zpracování získaných dat byla použita tabulka v programu Microsoft Excel a následná statistická analýza byla provedena pomocí programu STATISTICA 12.

5 VÝSLEDKY

Odchyt klikoroha borového byl pozorován prvně 19. 4. 2018 po týdenních intervalech do poloviny září. Ve studované obci Stříbrná Skalice bylo za vegetační období odchyceno prostřednictvím zemních pastí 1219 jedinců *Hylobius abietis* na ploše 0,5 ha. Z celkového počtu odchycených jedinců *H. abietis* bylo 609 samců a 610 samic. Koncem měsíce dubna, konkrétně 28. 4. 2018, byl zaznamenán nejvyšší odchyt a to 239 jedinců *H. abietis*. Poměr pohlaví byl téměř identický, kdy 124 bylo samců a 115 samic. V tomto případě se tedy jednalo o vrchol aktivity. Přesný počet v závislosti na zkoumané metodě je znázorněn (viz tab. 1). Pro tento druh se v pasti označována jako A (hylodor) odchytlo celkem 228 jedinců, ve druhé pasti B (alfa-pinen) celkem 286 jedinců, ve třetí C (atraktant dvoj ampulový) celkem 198 jedinců, ve čtvrté pasti D (terpentýnový olej) 140 jedinců, a v poslední páté pasti K (kontrola) celkem 367 jedinců. Nejvíce odchycených jedinců tudíž vykazovala poslední kontrolní past složená z borovicové větvičky. A nejméně odchycených se zaznamenalo v pasti D s terpentýnovým olejem. Do kontrolní pasti bez jakékoli návnady se v průběhu výzkumu nezachytil ani jeden sledovaný druh, takže dále není analyzována.

Tabulka č. 1 Počet *Hylobius abietis*, porovnání počtu samců či samicím a podle jednotlivých návnad v roce 2018.

datum odchyty	Název pasti					celkem <i>Hylobius abietis</i>	samiců	samic
	A	B	C	D	K			
19.04.2018	1	10	1	2	4	18	6	12
28.04.2018	36	104	25	9	65	239	124	115
05.05.2018	30	35	16	4	85	170	65	105
12.05.2018	24	36	13	8	64	145	62	83
20.05.2018	35	26	38	26	43	168	90	78
27.05.2018	25	18	25	16	28	112	62	50
02.06.2018	21	13	11	26	17	88	51	37
07.06.2018	13	9	12	8	10	52	30	22
17.06.2018	14	14	17	10	10	65	43	22
24.06.2018	7	3	7	9	2	28	10	18
30.06.2018	11	9	13	8	28	69	37	32
07.07.2018	4	5	7	6	5	27	9	18
15.07.2018	3	1	7	4	2	17	9	8
22.07.2018	3	3	6	4	3	19	9	10
28.07.2018	1	0	0	0	0	1	1	0
05.08.2018	0	0	0	0	1	1	1	0
12.08.2018	0	0	0	0	0	0	0	0
02.09.2018	0	0	0	0	0	0	0	0
16.09.2018	0	0	0	0	0	0	0	0

Dalším odchyceným druhem byl *Hylobius pinastri* (Gyllenhal, 1813) s celkovým počtem 320 jedinců, u tohoto druhu se pohlaví neurčovalo (viz tab. 2). I u tohoto druhu se odchytilo nejvíce v kontrolní pasti s celkovým počtem 95 jedinců. O něco méně v pasti A, kde bylo odchycených 72 jedinců. A nejméně odchycených vykazovala past D, kde se odchytilo pouze 37 jedinců.

Tabulka č. 2 Počet odchycených *Hylobius pinastri* podle jednotlivých návnad a kontrol v roce 2018.

datum	název pasti					celkem
	A	B	C	D	K	
19.04.2018	0	4	1	0	1	6
28.04.2018	10	13	2	2	6	33
05.05.2018	9	13	4	2	33	61
12.05.2018	5	5	0	1	8	19
20.05.2018	8	9	6	4	10	37
27.05.2018	7	0	0	1	8	16
02.06.2018	3	2	2	2	4	13
07.06.2018	4	3	4	3	3	17
17.06.2018	7	4	4	1	2	18
24.06.2018	9	4	17	9	4	43
30.06.2018	3	0	2	4	12	21
07.07.2018	4	0	2	1	0	7
15.07.2018	2	1	1	2	1	7
22.07.2018	1	4	4	4	2	15
28.07.2018	0	3	2	1	1	7
05.08.2018	0	0	0	0	0	0
12.08.2018	0	0	0	0	0	0
02.09.2018	0	0	0	0	0	0
16.09.2018	0	0	0	0	0	0

Velmi zřídka se odchytil i lýkohub drvař (*Hylastes cunicularius*) (Erichson, 1836), celkový počet je znázorněn (viz tab. 3). U kterého se nejvíce osvědčila past B, kde se odchytilo celkem 42 jedinců. A v jediný den 5. 5. 2018 se celkem ze všech pastí odchytilo 61 jedinců tohoto druhu.

Tabulka č.3 Celkový počet odchytených *Hylastes cunicularius* podle jednotlivých návnad a kontrol v roce 2018.

datum	název pasti					celkem
	A	B	C	D	K	
19.04.2018	0	2	1	0	0	3
28.04.2018	0	0	0	0	0	0
05.05.2018	4	39	11	6	1	61
12.05.2018	0	0	0	0	0	0
20.05.2018	0	0	0	0	0	0
27.05.2018	0	0	0	0	0	0
02.06.2018	1	1	1	0	1	4
07.06.2018	0	0	0	0	0	0
17.06.2018	0	0	0	0	1	1
24.06.2018	0	0	0	0	0	0
30.06.2018	0	0	0	0	0	0
07.07.2018	0	0	0	0	0	0
15.07.2018	0	0	0	0	0	0
22.07.2018	0	0	0	0	0	0
28.07.2018	0	0	0	0	0	0
05.08.2018	2	0	0	0	0	0
12.08.2018	0	0	0	0	0	0
02.09.2018	0	0	0	0	0	0
16.09.2018	0	0	0	0	0	0

Kromě zmiňovaných druhů klikorohů, se odchytilo i velké množství jedinců patřících do rodu *Hylobius* sp. (viz tab. 4), u kterých jsme neurčovali jejich druh. Nejvyšší odchyt byl proveden 28. 4. 2018 s celkovým počtem 269 jedinců. Z tabulky je také patrné, že druhý nejvyšší odchyt připadal na 5. 5. 2018 s celkovým počtem 232 jedinců. Zaznamenalo se 299 jedinců v pasti A, a 333 jedinců v pasti B, v pasti C se objevilo 236 jedinců oproti tomu v pasti D pouze 176 jedinců, a nejvíce se odchytilo v pasti K a to 454 jedinců.

Poslední tabulka (viz tab. 5) je zaměřená na jedince, které jsme zařadili do rodu *Hylastes* sp., ale bližší specifikaci jsme u těchto jedinců neprováděli. Dne 17. 6. 2018 se odchytilo nejvíce a to 71 jedinců tohoto druhu. Jako nejúčinnější se v tomto případě ukázalo použití alfa-pinenu tedy past B s celkovým počtem 155 odchytených jedinců.

Naproti tomu nejméně odchycených jsme zaznamenali v pasti D s použitím terpentýnového oleje, kde se odchytilo celkem 50 jedinců tohoto rodu.

Tabulka č. 4 Celkový počet *Hylobius* sp. podle jednotlivých návnad a kontrol v roce 2018.

název pasti						
datum	A	B	C	D	K	celkem
19.04.2018	1	14	2	2	5	24
28.04.2018	43	117	27	11	71	269
05.05.2018	39	48	20	7	118	232
12.05.2018	29	41	13	9	65	157
20.05.2018	43	17	44	30	53	187
27.05.2018	32	18	20	17	36	123
02.06.2018	24	15	13	28	21	101
07.06.2018	19	12	10	11	13	65
17.06.2018	21	18	21	11	12	83
24.06.2018	16	7	26	16	6	71
30.06.2018	14	9	15	12	40	90
07.07.2018	8	5	5	7	5	30
15.07.2018	5	2	8	6	3	24
22.07.2018	4	7	10	8	5	34
28.07.2018	1	3	2	1	1	8
05.08.2018	0	0	0	0	0	0
12.08.2018	0	0	0	0	0	0
02.09.2018	0	0	0	0	0	0
16.09.2018	0	0	0	0	0	0

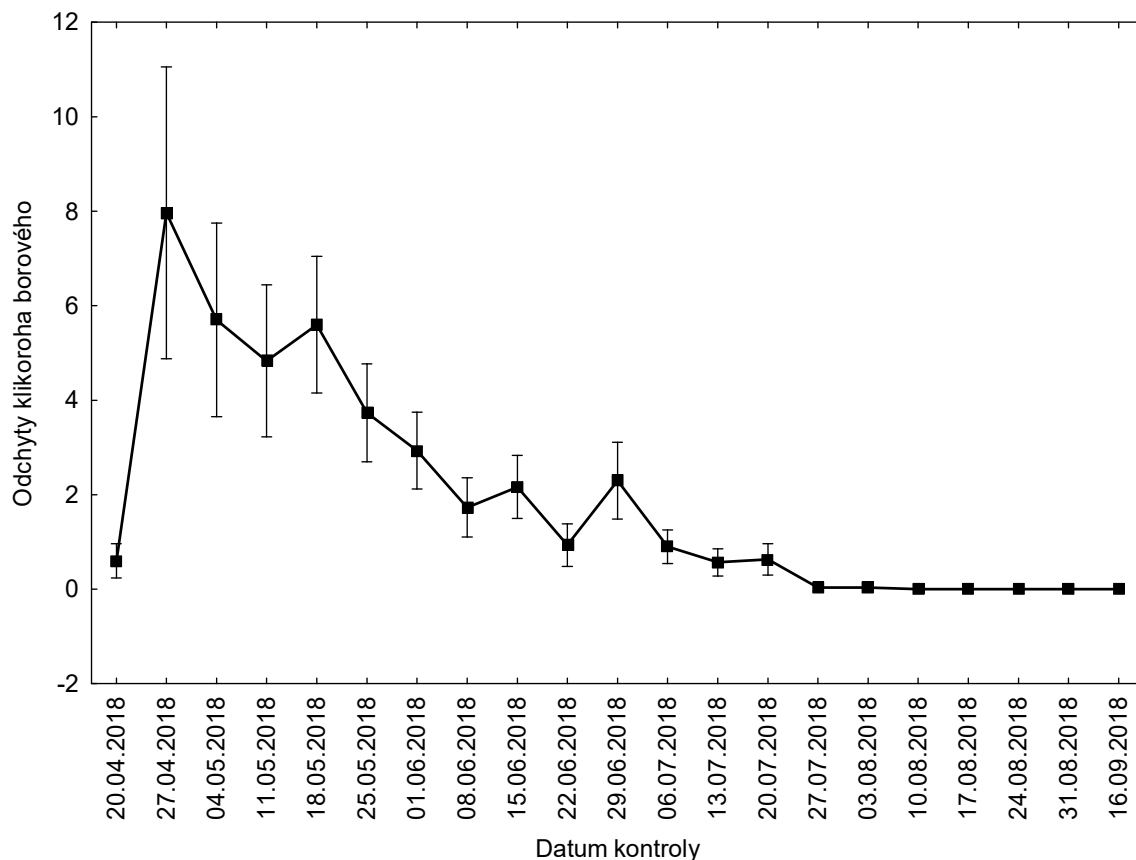
Poslední tabulka (viz tab. 5) je zaměřená na jedince, které jsme zařadili do rodu *Hylastes* sp., ale bližší specifikaci jsme u těchto jedinců neprováděli. Dne 17. 6. 2018 se odchytilo nejvíce a to 71 jedinců tohoto druhu. Jako neúčinnější se v tomto případě ukázalo použití alfa-pinenu tedy past B s celkovým počtem 155 odchycených jedinců. Naproti tomu nejméně odchycených jsme zaznamenali v pasti D s použitím terpentýnového oleje, kde se odchytilo celkem 50 jedinců tohoto rodu.

Tabulka č. 5 Celkový počet *Hylastes* sp. podle jednotlivých návnad a kontrol v roce 2018.

datum	název pasti					celkem
	A	B	C	D	K	
19.04.2018	0	0	0	0	0	0
28.04.2018	2	11	2	4	1	20
05.05.2018	1	9	0	0	0	10
12.05.2018	12	8	0	4	13	37
20.05.2018	7	30	11	5	16	69
27.05.2018	5	4	5	4	3	21
02.06.2018	2	15	5	3	4	29
07.06.2018	10	20	13	8	10	61
17.06.2018	11	20	15	6	19	71
24.06.2018	2	10	4	0	0	16
30.06.2018	0	3	1	1	0	5
07.07.2018	1	7	3	2	7	20
15.07.2018	0	1	1	0	1	3
22.07.2018	1	1	4	0	1	7
28.07.2018	4	7	9	4	2	26
05.08.2018	4	2	0	0	4	10
12.08.2018	2	0	2	0	3	7
02.09.2018	0	5	2	9	1	17
16.09.2018	0	2	0	0	0	2

V grafu č. 1 jsou zaznamenány odchvy klikoroha borového do zemních pastí na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Na první pohled je patrné, že v průměru nejvyšší odchvy byly zaznamenány na začátku sledovaného období. V tomto případě se jednalo o datum 27. 4. 2018, kdy byly, odchvy nejvyšší jednalo se o zahájení aktivity dospělců. Následoval mírný pokles, při kterém nedocházelo k výraznějším změnám v aktivitě. Ta nastala 29. 6. 2018, kdy došlo k výraznému zvýšení aktivity. V následujících týdnech pak docházelo ke snižování až k postupnému ukončení aktivity.

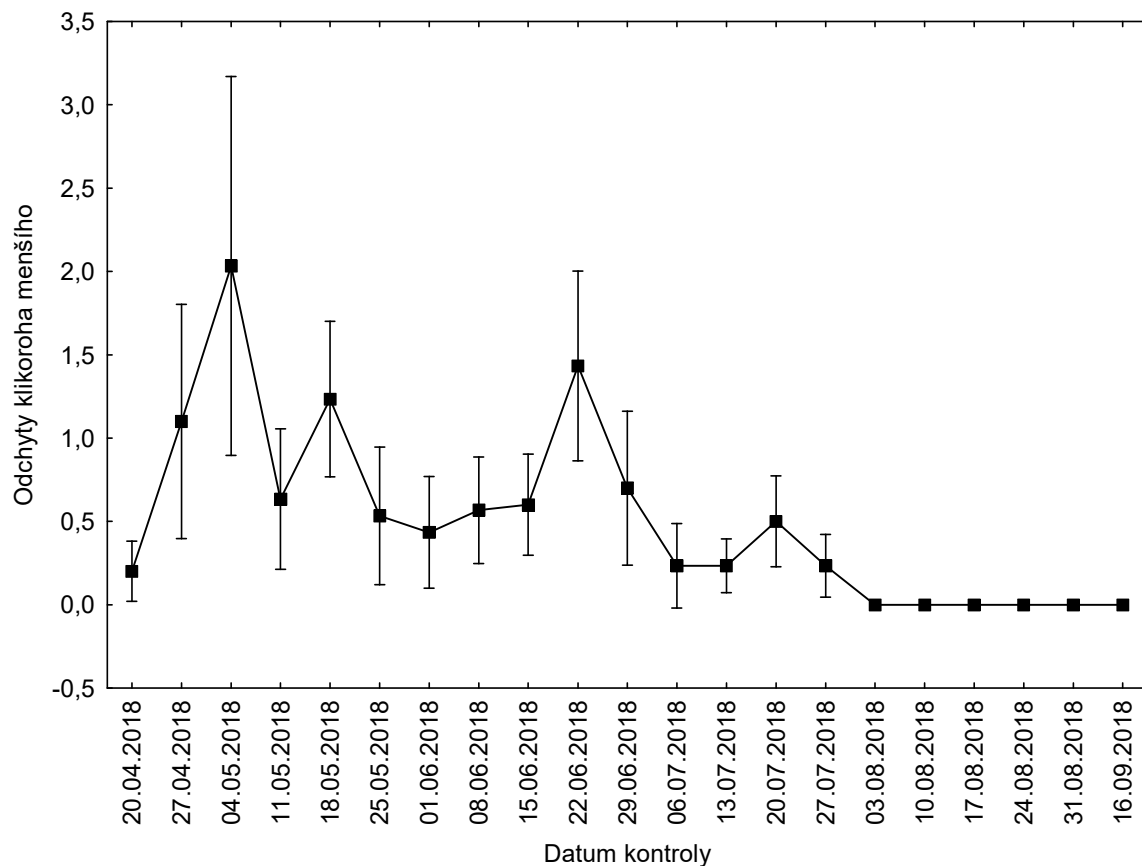
V celkových odchycích *H. abietis* do všech pastí bez ohledu na typ použitého atraktantu nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi počty samců a samic (Wilcoxonův párový test: $z = 0,89$, $p > 0,05$).



Graf č. 1 Odchyty klikoroha borového do zemních pastí na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svoruku tvoří průměr $\pm 0,95$ konfidenční interval.

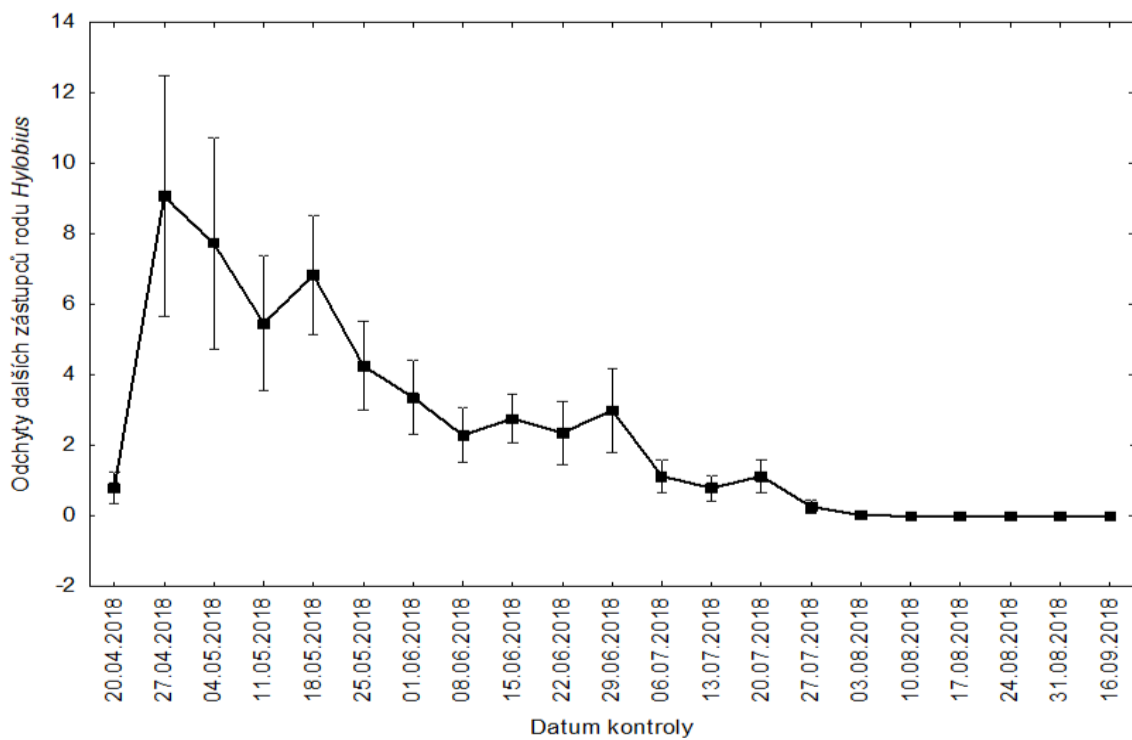
V grafu č. 2 jsou zaznamenány odchyty klikoroha menšího do zemních pastí na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Kdy aktivita byla zahájena o týden později než u klikoroha borového tedy až 4. 5. 2018. Poté došlo k prudkému poklesu, a o dva týdny později opět k nárůstu vrcholu aktivity a to 18. 5. 2018. Výraznější změna v aktivitě pak nastala 22. 6. 2018. V následujících týdnech pak docházelo ke snižování až k postupnému ukončení aktivity.

U zástupců rodu *Hylobius* sp. (viz graf. 3) začala aktivita 27. 4. 2018, poté došlo k prudkému poklesu. K opětovnému nárůstu odchyť došlo 18. 5. 2018. V následujících týdnech pak docházelo, ke snižování celkových odchyť k opětovnému vrcholu aktivity došlo 29. 6. 2018. V následujících týdnech pak docházelo ke snižování až k postupnému ukončení aktivity.

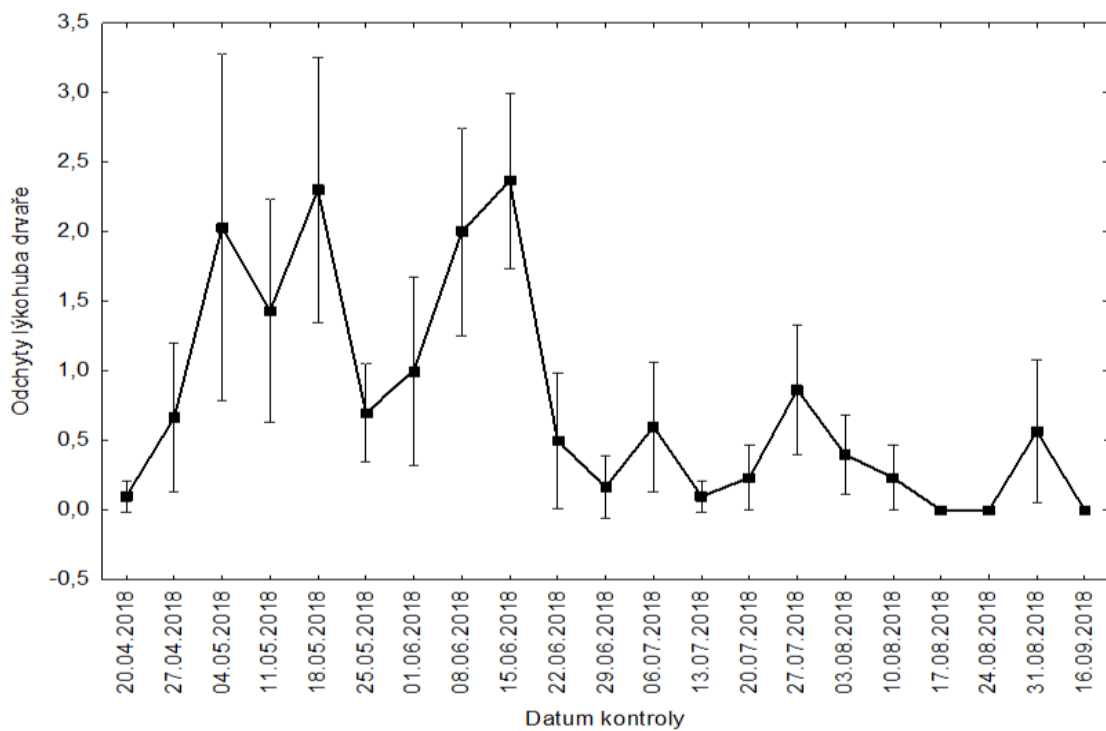


Graf č. 2 Odchyty klikoroča menšího do zemních pastí na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr $\pm 0,95$ konfidenční interval

U lýkohuba drvaře (viz graf 4) začala aktivita dospělců 4. 5. 2018, o dva týdny později opět vzrostl nárůst odchytených jedinců. K vrcholu aktivity došlo 15. 6.2018. V následujících týdnech pak docházelo ke snižování, a k opětovnému nárůstu až do ukončení aktivity.



Graf 3 Odchyty dalších zástupců rodu *Hylobius* do zemních pastí na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 konfidenční interval

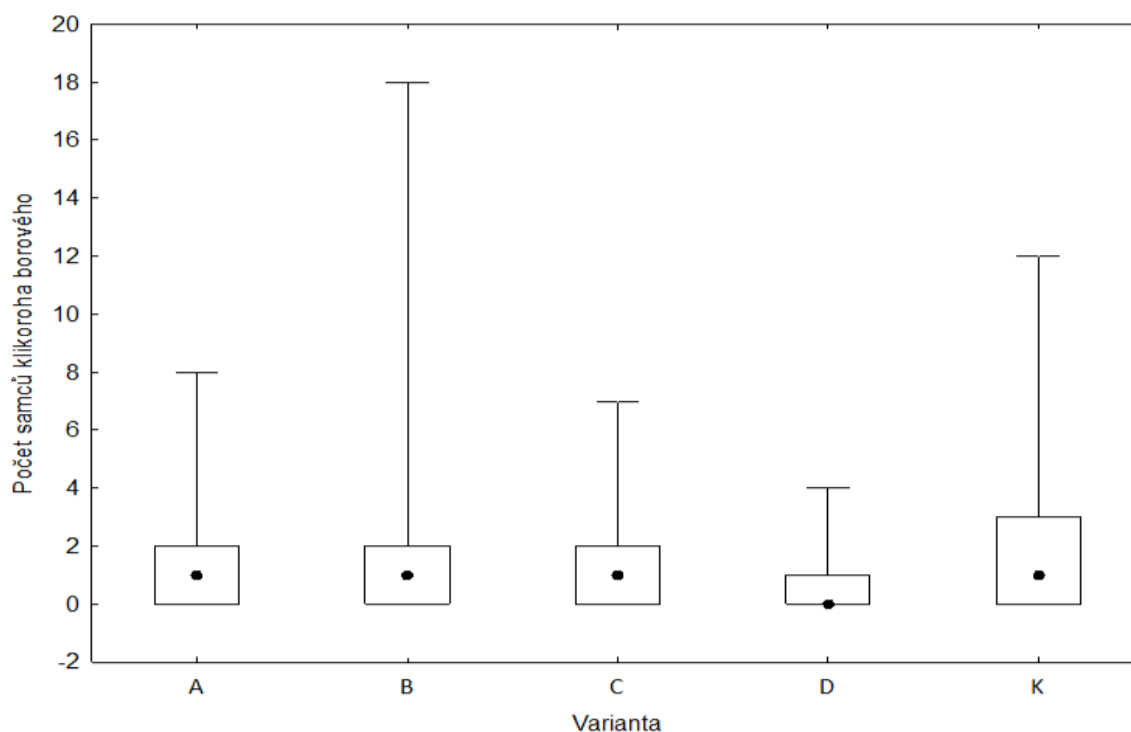


Graf č. 4 Odchyty lýkohuba dřvaře do zemních pastí na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 konfidenční interval

Mezi jednotlivými variantami atraktantů v celkových odchycích *H. abietis* nebyly nalezeny signifikantní rozdíly (Kruskal-Wallisův test: $H(4, N = 480) = 8,10$; $p > 0,05$), stejně tak při srovnání odchytů samic klikoroha borového (Kruskal-Wallisův test: $H(4, N = 480) = 4,49$; $p > 0,05$). Statisticky signifikantní rozdíly byly zjištěny pouze v odchycích samců, kdy se průkazně více jedinců zachytilo do pastí navnazených borovou větvičkou (varianta K) než do pastí navnazených terpentýnovým olejem (Graf 5, Tabulka 6).

Tabulka č. 6 Mnohonásobné porovnání velikosti odchytů samců klikoroha borového dle jednotlivých variant atraktantů v roce 2018.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); <i>H.abietis</i> > (Spreadsheet8) Independent (grouping) variable: Suma pasce Kruskal-Wallis tst: $H(4, N=480)=13,52092$ $p=,0090$					
Depend.: <i>H. abietis</i> >	A R: 254,69	B R: 235,43	C R: 238,13	D R: 204,74	K R: 269,52
A		1,000000	1,000000	0,126029	1,000000
B	1,000000		1,000000	1,000000	0,886328
C	1,000000	1,000000		0,953565	1,000000
D	0,126029	1,000000	0,953565		0,012146
K	1,000000	0,886328	1,000000	0,012146	



Graf č. 5 Odchyty samic *H. abietis* do pastí navnazených jednotlivými atraktanty na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil, svorka představuje rozsah minimální a maximální hodnoty. Graf neobsahuje odlehle hodnoty a extrémny

U dalších druhů rodu *Hylobius* nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v odchycích mezi jednotlivými variantami (*Hylobius pinastri*: Kruskal-Wallisův test: $H(4, N = 480) = 6,67$; $p > 0,05$; *Hylobius* sp.: Kruskal-Wallis test: $H(4, N = 480) = 8,35$; $p > 0,05$). Pouze u druhu *H. cunicularius* byly zjištěny průkazně vyšší odchycy u varianty B (alfa pinen) v porovnání s Hylodorem (A) a terpentýnovým olejem (D) (Tabulka 7).

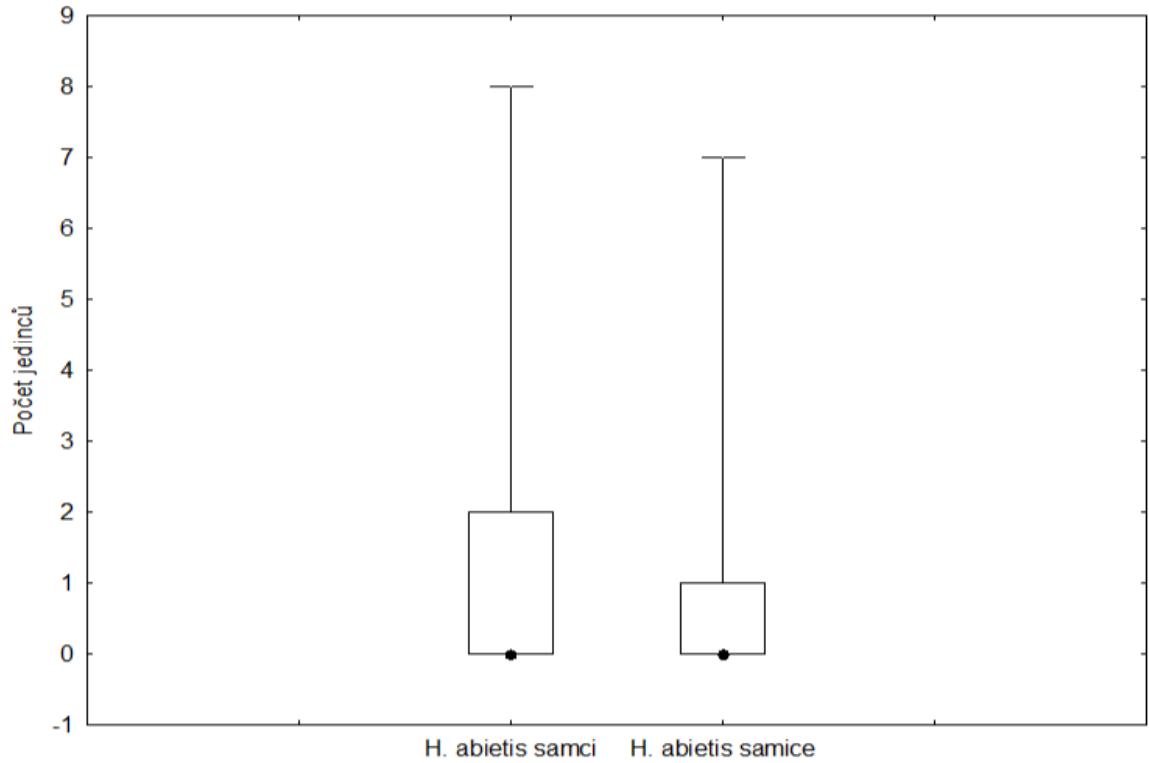
Tabulka č. 7 Mnohonásobné porovnání velikosti odchytů *H. cunicularius* dle jednotlivých variant atraktantů v roce 2018.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); hylastes cunicularius (Spreadsheet8) Independent (grouping) variable: Suma pasce Kruskal-Wallis test: $H(4, N= 480) = 18,93408$ $p = 0,0008$					
Depend.: hylastes cunicularius	A R: 226,10	B R: 283,17	C R: 247,72	D R: 212,34	K R: 233,17
A		0,043698	1,000000	1,000000	1,000000
B	0,043698		0,766352	0,004036	0,125200
C	1,000000	0,766352		0,771997	1,000000
D	1,000000	0,004036	0,771997		1,000000
K	1,000000	0,125200	1,000000	1,000000	

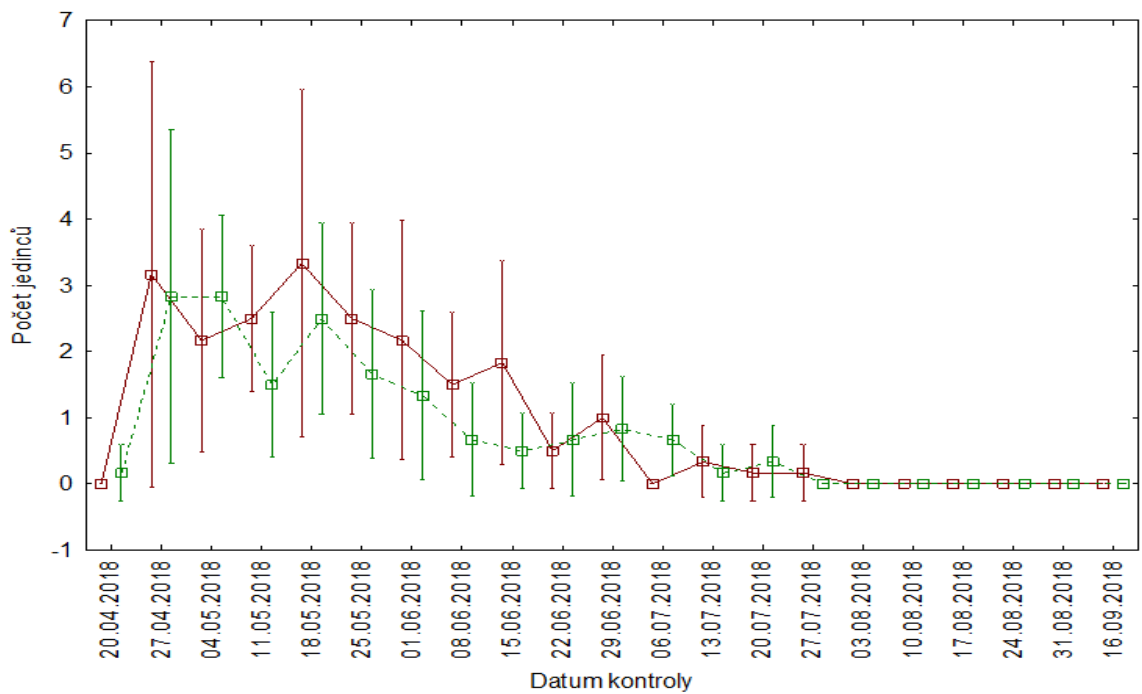
A- Hylodor

Odparník Hylodor lákal průkazně více samců než samic (Wilcoxonův párový test: $z = 2,50$, $p < 0,05$; Graf 6).

Odchyty u odparníku (Hylodor) byly nejvýraznější v prvních týdnech sledovaného období (viz Graf 7).



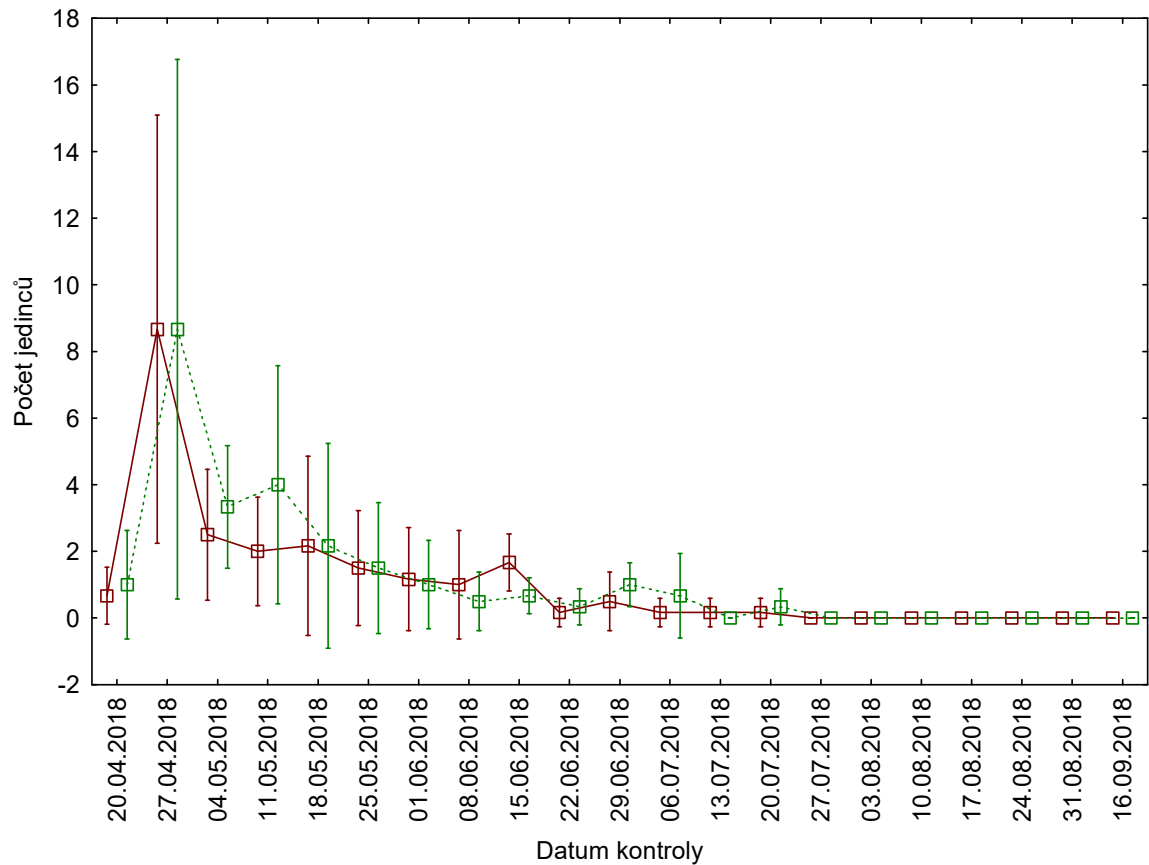
Graf č. 6 Odchyty *H. abietis* do pastí navzážených Hylodorem na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Boxplot tvoří medián \pm 25-75% kvartil svorka představuje rozsah minimální a maximální hodnoty. Graf neobsahuje odlehle hodnoty a extrém



Graf 7 Odchyty kličoroha borového (červená- samci, zelená – samice) do zemních pastí navzážených Hylodorem na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 konfidenční interval

B- Alfa pinen

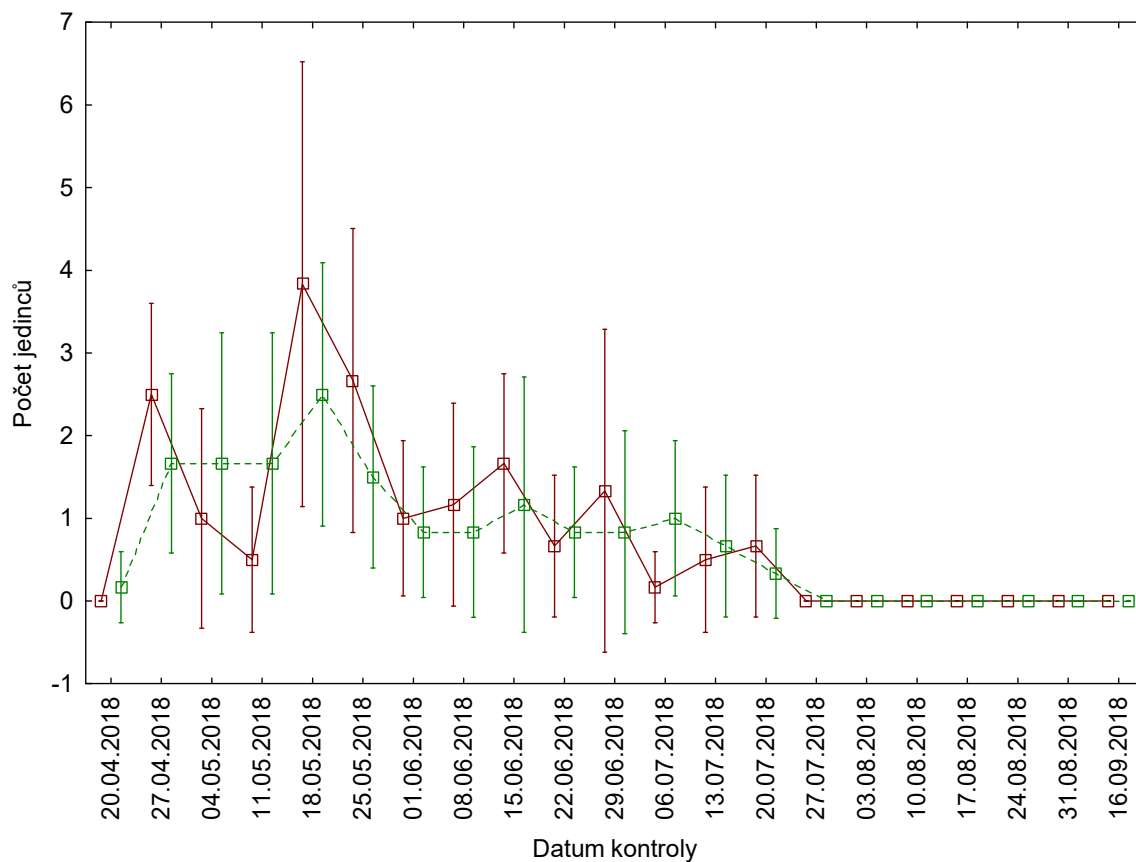
V odchytech klikoroha borového do pastí navnazených alfa pineny nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi počty samců a samic (Wilcoxonův párový test: $z = 0,80$, $p > 0,05$) (Graf 8).



Graf 8 Odchyty klikoroha borového (červená- samci, zelená – samice) do zemních pastí navnazených alfa pineny na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr $\pm 0,95$ konfidenční interval

C- Dvouampulový atraktant

Ani v případě dvouampulového atraktantu nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi počty samců a samic (Wilcoxonův párový test: $z = 1,07$, $p > 0,05$) (Graf 9).



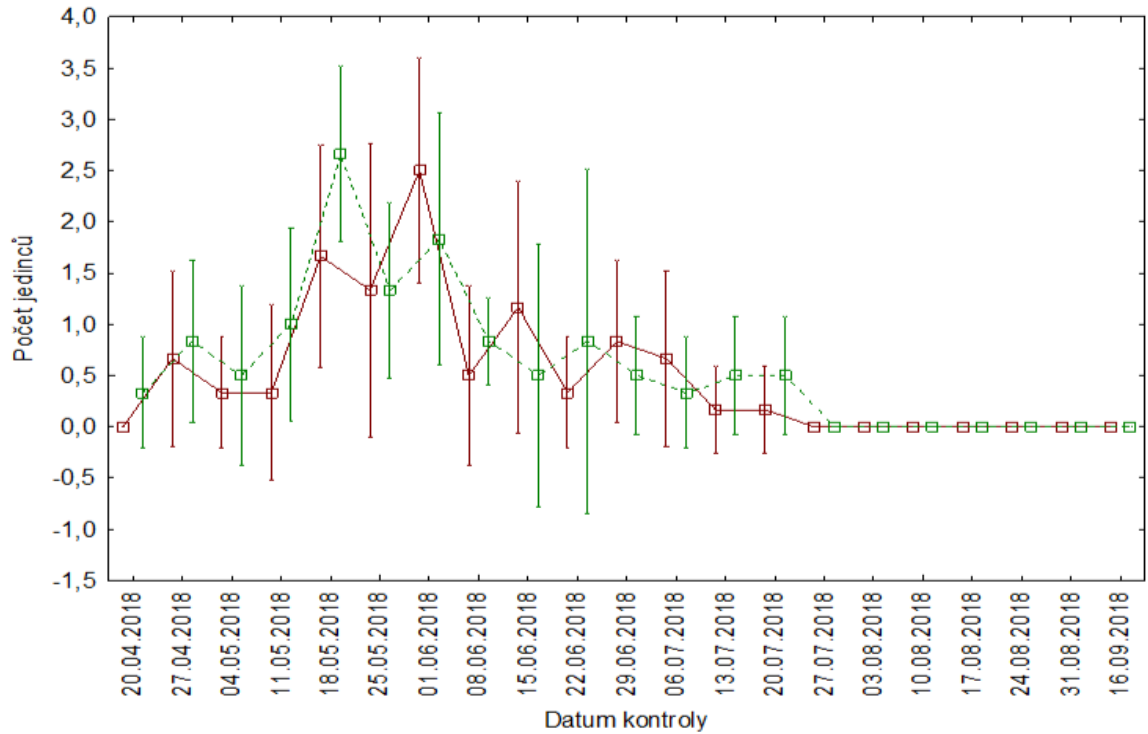
Graf č. 9 Odchyty klikoroha borového (červená- samci, zelená – samice) do zemních pastí navnazených dvouampulovým atraktantem na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 konfidenční interval

D- Terpentýnový olej

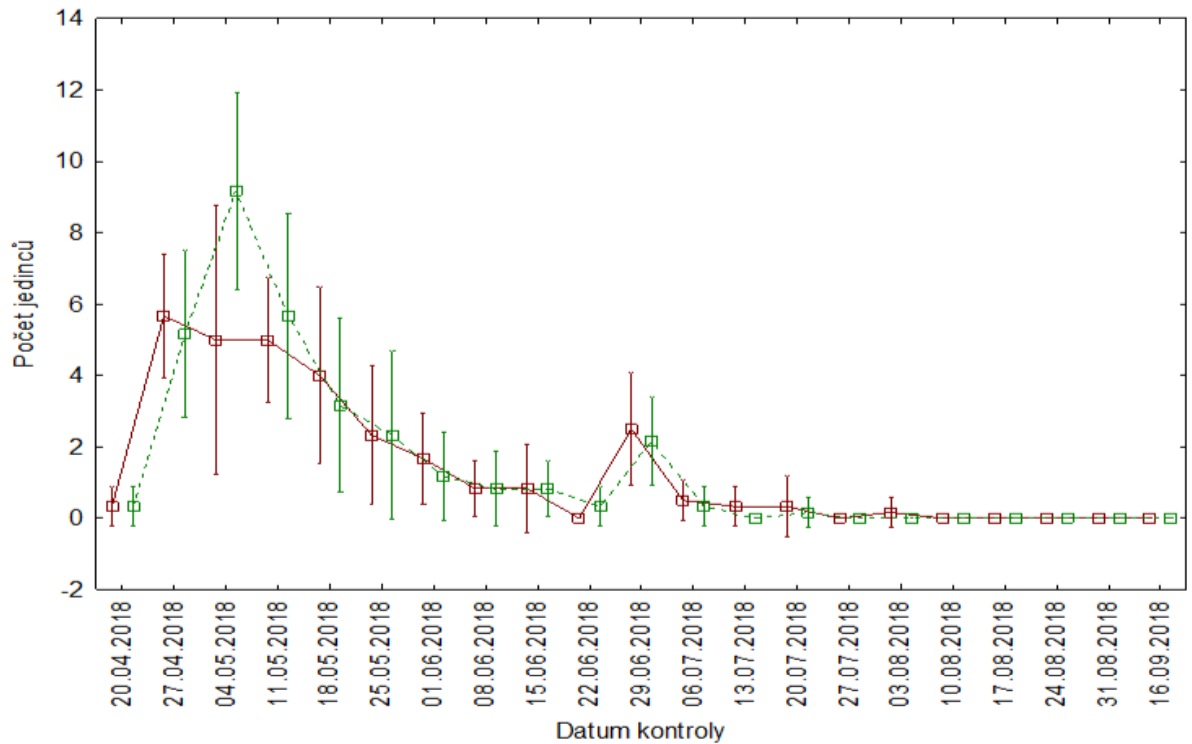
Rozdíly v počtech samců a samic odchytených do pastí navnazených terpentýnovým olejem nebyly průkazné (Wilcoxonův párový test: $z = 1,07$, $p > 0,05$) (Graf 10).

K- kontrola

Ve variantě K byl počet samců a samic v pastech srovnatelný (Wilcoxonův párový test: $z = 0,02$, $p > 0,05$) (Graf 11).



Graf č. 10 Odchyty klikoroha borového (červená- samci, zelená – samice) do zemních pastí naplněných terpentýnovým olejem na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 konfidenční interval



Graf 11 Odchyty klikoroha borového (červená- samci, zelená – samice) do zemních pastí s variantou K na lokalitě Stříbrná Skalice v roce 2018. Svorku tvoří průměr \pm 0,95 konfidenční interval

6 DISKUZE

Cílem této práce bylo především srovnat letovou aktivitu a početnost dospělců *Hylobius abietis* odchycených do zemních pastí navzájem různými typy atraktantů. Aktivita *H. abietis* je velmi proměnlivá v závislosti na různých faktorech, jako je jejich velikost, pohlaví nebo jejich fyziologický stav (Wainhouse et al., 2004).

Během studie, která probíhala v období 20. 4. 2018 do 16. 9. 2018 ve studované obci Stříbrná Skalice, bylo za vegetační období prostřednictvím zemních pastí navzájem různými typy atraktantů odchyceno 1219 jedinců *Hylobius abietis*. Z tohoto celkového počtu odchycených jedinců *H. abietis* bylo 609 samců a 610 samic.

Během prvních odchytů, které proběhly v první polovině dubna až k začátku května, bylo odchyceno největší množství jedinců. Dne 28. 4. 2018 se jednalo o 239 odchycených jedinců a 5. 5. 2018 o 170 cílových jedinců.

Vzhledem k těmto údajům se potvrdila skutečnost, že nejvíce jedinců je spojeno s regeneračním žírem přezimujících brouků, dále pak těch nově vylíhlých z čerstvých pařezů (Modlinger a Knížek, 2009).

Proto mohou být v průběhu vegetačního období ohroženy jehličnaté kultury kdykoliv, nejčastěji však v květnu a potom od července do října. Ve druhém roce, po smýcení porostu, může populační hustota klikoroha borového v kulturách dosáhnout vysokých hodnot. Na 1 hektaru paseky se může vylíhnout až 200 000 jedinců (Modlinger et al, 2009). V naší studii byl odchyt mnohem nižší a pohyboval se okolo necelých 2500 jedinců *H. abietis* na 1 hektar. Aktivita klikoroha a vhodnost pařezů pro jeho rozmnožování již poklesla, brouci postupně emigrují na jiná místa s čerstvými pařezy a škody na kulturách nejsou obvykle tak velké jako v prvním roce po těžbě, a to i v důsledku větší vitality zakořeněných sazenic. Problém je v časové shodě migrace brouků na čerstvě vykáčené plochy s výsadbou sazenic (k obojímu dochází často na jaře). Kdyby nebyly sazenice, probíhal by úživný žír v korunách stromů, na mlazinách a kulturách či nárostech (Modlinger et al, 2009). Výsadba počátkem podzimu by mohla prospět jak růstu sazenic, tak do určité míry odolnosti vůči poškození borovice (Fedderwitz et al., 2010).

Co se týče pohlaví tak bylo odchyceno více samic s opravdu nepatrným rozdílem než samců. V dubnu se jednalo o téměř identické počty u obou pohlaví. Rozdíl byl výrazný v květnu, kdy dominoval odchyt samic, v červnu došlo k prohození a dominoval počet samců. Posledním měsícem, kde se počty jednotlivých pohlaví lišily, byl měsíc červenec. Zde opět dominovaly počty samic. Podobné výsledky se zaznamenaly i v práci

(Lalík et., al., 2019). Kde nejatraktivnější byla kontrolní past s větvičkou, druhý nejlepší byl alfa-pinen třetí Hylodor, čtvrtý terpentýnový olej. Poměr pohlaví *H. abietis* se rozdělil mezi lokality. Dvě lokality měly poměr pohlaví 50:50, dvě měly více samců než samic a dvě měly více samic než samců.

Pro lesníky jsou nejjednodušší průmyslově vyráběné odparníky. Proto se používá Hylodor a další typy odparníků sestavených z polypropylenové trubice vyrobené společností Fytofarm Ltd. Co. Použitím termoplastického materiálu, se zajistí pravidelné odpařování tak dlouho jak je to možné (Varkonda et al., 2006). Proto se i v našem výzkumu u prvního typu atraktantu (Hylodor) projevila nejvyšší letová aktivita v počátečních týdnech sledovaného období, a lákal průkazně více samců než samic.

Stejně tomu bylo i u terpentýnového oleje, tam byla také zaznamenána letová aktivita v květnu. Pouze rozdíly v počtech samců a samic odchycených do pastí navnazených terpentýnovým olejem nebyly průkazné. Terpentýnový olej se extrahuje z pryskyřice destilací a obsahuje hlavně alfa – pinen a beta pinen (Moreira et al., 2008).

V poslední zemní pasti (Kontrola) opět začala letová aktivita v prvních týdnech sledovaného období. I počet samců a samic byl v pastech srovnatelný, a i přes to se nejvíce odchytlo v pasti kontrolní a to celkem 367 jedinců *H. abietis*. Kontrolní zemní past je složena z odřezku borovicové větve se silnějším a slabším průměrem. V jarních měsících byly použity odřezky se silnějším průměrem, v letních měsících došlo k výměně za slabší odřezky. K usmrcení lapeného hmyzu byl použit propylenglykol. Druhým velmi účinným atraktantem byl alfa - pinen, kde se odchytlo 286 jedinců. O něco méně účinný byl poté Hylodor s 228 odchycenými druhy. Na nejnižší hranici úspěšnosti se držely, návnady zvané dvoj ampulový atraktant, u kterého se odchytlo celkem 198 jedinců, a atraktant nazývaný terpentýnový, kam se celkem odchytlo 140 jedinců. Dokazují to i výsledky výzkumu různých atraktantů. V práci Tilles et al. (1986) se ukázalo, že alfa - pinen v kombinaci s etanolem má silnou přitažlivost na *H. abietis*. Toto tvrzení se dalo očekávat vzhledem k tomu, že je jednou ze složek pryskyřice jehličnatých stromů.

Na základě zjištěných výsledků statistických analýz se ukázalo, že nejúčinnější a zároveň nejlevnější metodou pro odchyt klikoroha borového v lesnictví je kontrolní past.

7 ZÁVĚR

- Přítomní jedinci na vybrané lokalitě ve Stříbrné Skalici byli lákáni všemi atraktanty do zemních pastí.
- Do zemních pastí bylo odchyceno celkem 1219 jedinců *Hylobius abietis* na ploše 0,5 hektaru. Z celkového počtu odchycených jedinců *H. abietis* bylo 609 samců a 610 samic.
- Rozdíl nastal v květnu, kdy dominoval odchyt samic, už v červnu došlo k prohození a dominoval počet samců. Posledním měsícem, kde se počty jednotlivých pohlaví lišily, byl měsíc červenec, zde opět dominovaly počty samic, a v dalších měsících pomalu ustupovala, až se ukončila letová aktivita.
- V pasti A (Hylodor) odchyceno celkem 228 jedinců, v pasti B (alfa-pinen) celkem 286 jedinců, v pasti C (atraktant dvoj ampulový) celkem 198 jedinců, v pasti D (terpentýnový olej) 140 jedinců, a v páté pasti K (kontrola) celkem 367 jedinců. Nejvíce odchycených jedinců tudíž vykazovala poslední kontrolní past složená z borovicové větvičky.
- Pro lesnický provoz je tedy z hlediska efektivity a ekonomické náročnosti nejjednodušší používat zemní pasti navnazené borovými větvičkami, které jako přirozený atraktant láká klikorohy nejlépe.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- Bradberry, S.M., Cage, S.A., Proudfoot, A.T., Vale, J.A., 2005. Poisoning due to pyrethroids. *Toxicological Reviews*. 24: p. 93–106.
- Culek, M., Grulich, V., Laštůvka, Z., Divíšek, J., 2013. Biogeografické regiony České republiky. 1. vydání, Masarykova univerzita, Brno. 448 stran.
- Day, K.R., Nordlander, G., Kenis M., Halldórson, G., 2004. General biology and life cycles of bark weevils. In: Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J.-C., Evans, H.F., (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Springer, Dordrecht. p. 331–349.
- Eidmann, H. H., 1974. *Hylobius abietis* L., Großer Brauner Rüsselkäfer, vol. 2. In: Schwenke W. (ed.). *Die Forstschädlinge Europas. Forest pest insects in Europe*. Paul Parey, Hamburg and Berlin, Germany. p. 277–293.
- Escherich, K., 1923. *Die Forstinsekten Mitteleuropas*. Paul Parey, Berlin, Germany.
- Escherich, K., 1923. *Die Forstinsekten Mitteleuropas*, 2nd ed. Paul Parey, Berlin, Germany. p. 663.
- Fedderwitz, F., Nordlander, G., Ninkovic, V., Björklund, N., 2016. Effects of jasmonate-induced resistance in conifer plants on the feeding behaviour of a bark-chewing insect, *Hylobius abietis*. *Journal of Pest Science*. 89(1): p. 97–105.
- Harte, J., Holdren, C., Schneider, R., Shirley, C., 1991. *Toxics A to Z, a Guide to Everyday Pollution Hazards*. University of California, Oxford, UK. p. 478.
- Heijari, J., Blande, J. D., Holopainen, J. K., (2011). Feeding of large pine weevil on Scots pine stem triggers localised bark and systemic shoot emission of volatile organic compounds. *Environmental and Experimental Botany*. 71: p. 390–398.

- Hůrka, K., 2005. Brouci České a Slovenské republiky, nakladatelství Kabourek, Zlín. 390 stran.
- Knížek, M., Kapitola, P., 2001 : Klikoroh borový *Hylobius abietis* (L.). Lesnická práce, ročník, č. 6. s. I-IV.
- Knížek, M., Liška, J., Zpravodaj ochrany lesa, Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2017 a jejich očekávaný stav v roce 2018. Vydává, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Praha.
- Knížek, M., Liška, J., Zpravodaj ochrany lesa, Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2018 a jejich očekávaný stav v roce 2019. Vydává, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Praha.
- Kvaee.no., 2019. Available online: <http://kvaee.no/what/> (accessed on 15 May)
- Lalík, M., Holuša, J., Galko, J., Resnerová, K., Kunca, A., Nikolov, Ch., Mundrončeková, S., Surový, P., 2019. Simple is best: Pine twigs are better than artificial lures for trapping of pine weevils in pitfall traps. *Forests*. 10(8): p. 642.
- Långström, B., Day, K. R., 2004. Damage, control and management of weevil pests, especially *Hylobius abietis*. Chapter 19. In: Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J.-C., Evans, H.F. (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 415–444.
- Leather S. R., Day K. R., & Salisbury A. N., 1999. The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae) a problem of dispersal? *Bulletin of Entomological Research*. 89: p. 3-16.
- Lindström A., Hellqvist C., Gyldberg B., Långström B., Mattsson A., 1986. Field performance of a protective collar against damage by *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. (1–4): p. 3–15.

- Loužil, J., 1961. Atlas lesního hmyzu. 1. vydání, Bratislava, vydalo Slovenské vydavateľstvo pod hospodárskej literatúry v Bratislave a Státní zemědělské nakladatelství v Praze. 187 stran.
- López-Goldar, X., Villari, C., Bonello, P., Borg-Karlson, A. K., Grivet, D., Zas, R., & Sampedro, L., 2018. Inducibility of plant secondary metabolites in the stem predicts genetic variation in resistance against a key insect herbivore in maritime pine. *Frontiers in Plant Science*. 9: p. 1651.
- Luoranen, J., Viiri, H., Sianoja, M., Poteri, M., Lappi, J., 2017. Predicting pine weevil risk: Effects of site, planting spot and seedling level factors on weevil feeding and mortality of Norway spruce seedlings. *Forest Ecology and Management*. 389: p. 260–271.
- Modlinger, R., Knížek, M., 2009. Klikoroh borový (*Hylobius abietis* L.). *Lesnická práce*. 88: p. 1-4. ISSN 0322-9254.
- Modlinger, R., Liška, J., Knížek, M., 2015. Hmyzí škůdci našich lesů. Vydalo Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Praha.
- Moreira, X., Costas, R., Sampedro, L., Zas, R., 2008. A simple method for trapping *Hylobius abietis* (L.) alive in northern Spain. *Sistemas y Recursos Forestales*. 17: p. 188–192.
- Moreira, X., Lundborg, L., Zas, R., Carrillo-Gavilan, A., Borg-Karlson, A.- K., & Sampedro, L., 2013. Inducibility of chemical defences by two chewing insect herbivores in pine trees is specific to targeted plant tissue, particular herbivore and defensive trait. *Phytochemistry*. 94: p.113–122.
- Nilsson, U., Luoranen, J., Kolström, T., Örlander, G., Puttonen, P., 2010. Reforestation with planting in northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 25(4): p. 283–294.

- Novák, V., 1965. Klikoroh borový. SZN, Praha. 90 stran.
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K., Nordenhem, H., 2011. Regeneration of European boreal forests: effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forest Ecology and Management*. 262(12): p. 2354–2363.
- Nordlander, G., Nordenhem, H., Bylund, H., 1997. Oviposition patterns of the pine weevil *Hylobius abietis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 85: p. 1–9.
- Örlander, G., Nilsson, U., 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 14(4): p. 341–354.
- Örlander, G., Nordlander, G., Wallertz, K., Nordenhem, H., 2000. Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 15(2): p. 194–201.
- Petersson, M., Örlander G., 2003. Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research*. 33(1): p. 64–73.
- Pfeffer, A., 1955. Kůrovcovití – Scolytoidea (řád brouci – Coleoptera). *Fauna ČSR sv. 6*. Nakladatelství československé akademie věd, Praha. 344 stran.
- Pfeffer, A., (ed.) 1954. *Lesnická zoologie II*. SZN, Praha. 622 stran.
- Puentes, A., Högberg, K.-A., Björklund, N., & Nordlander, G., 2018. Novel avenues for plant protection: Plant propagation by somatic embryo- genesis enhances resistance to insect feeding. *Frontiers in Plant Science*. 9: p. 1553.
- Raffa, K. F., 2014. Terpenes tell different tales at different scales: Glimpses into the chemical ecology of conifer—Bark beetle—Microbial interactions. *Journal of Chemical Ecology*. 40: p. 1–20.

- Rattner, B.A., 2007. History of wildlife toxicology. *Ecotoxicology*. 18: p. 773–783.
- Ratzeburg, J.T.C., 1839. Die Forst-Insecten oder Abbildung und Beschreibung der in den Wäldern Preußens und der Nachbarstaaten als schädlich oder nützlich bekannt gewordenen Insecten. Nicolai'sche Buchhandlung, Berlin, Germany.
- Rose, D.; Matthews, G.A., Leather, S.R., 2006. Sub-lethal responses of the large pine weevil, *Hylobius abietis*, to the pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin. *Physiological Entomology*. 31: p. 316–327.
- Saintonge, F.X., Malphettes, C.B., 1991. Un piège pour surveiller les populations d'hylobes (*Hylobius abietis* L.) (Coleop.: Curc.) Etudes de Cemagref. Sér. For. 6: p. 138–155.
- Suárez-Vidal, E., López-Goldar, X., Sampedro, L., & Zas, R., 2017. Effect of light availability on the interaction between maritime pine and the pine weevil: Light drives insect feeding behavior but also the defensive capabilities of the host. *Frontiers in Plant Science*. 8: p. 1452.
- Varkonda, Š., Florian, Š., 2006. Odparník na regulované uvoľňovanie prchavých látok; Evaporator for controlled release of volatile substances. Utility model, SK 4570 U, Úrad Priemyselného Vlastníctva. Bratislava. p. 3.
- Wainhouse, D., Boswell, R., Ashburner, R., 2004. Maturation feeding and reproductive development in adult pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bulletin of Entomological Research*. 94: p. 81 – 87.
- Wallertz, K., Nordlander, G., Örländer, G., 2006. Feeding on roots in the humus layer by adult pine weevil, *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*. 8(4): p. 273–279.
- Zahradník, J., 1974. Svět brouků. 1. vydání, vydala Práce, vydavatelství a nakladatelství ROH v Praze. 256 stran.

Zahradník, J., 2008. Brouci. Vydalo nakladatelství AVENTINUM s.r.o, Praha. 284 stran.

Zahradník, P., 2005. Ochrana lesa proti klikorohu borovému – *Hylobius abietis* (Linnaeus). ČSN 48 1001, Český normalizační institut, Praha 6 stran.

Zas, R., Björklund, N., Sampedro, L., Hellqvist, C., Karlsson, B., Jansson, S., Nordlander, G., 2017. Genetic variation in resistance of Norway spruce seedlings to damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Tree Genetics & Genomes*. 13: p. 111.

Zas, R., Sampedro, L., Moreira, X., & Martins, P., 2008. Effect of fertilization and genetic variation on susceptibility of *Pinus radiata* seedlings to *Hylobius abietis* damage. *Canadian Journal of Forest Research*. 38: p. 63–72.

Zas, R., Sampedro, L., Prada, E., & Fernández-López, J., 2005. Genetic variation of *Pinus pinaster* Ait. seedlings in susceptibility to *Hylobius abietis* L. *Annals of Forest Science*. 62: p. 681–688.