

Česká zemědělská univerzita

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Srovnání letové aktivity a početnosti dospělců *Hylobius abietis* odchycených v zemních pastech navnazených různými typy atraktantů

Diplomová práce

Autor: Jan Pešl

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

2019

Czech University of Life Sciences Prague

Faculty of Forestry and Wood Sciences

Department of Forest Protection and Entomology



Comparison of flight activity and abundance of *Hylobius abietis* caught in pitfall traps involving different types of attractants

Diploma Thesis

Author: Bc. Jan Pešl

Supervisor: Mgr. Karolína Resnerová, Ph.D.

2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Pešl

Lesní inženýrství

Název práce

Srovnání letové aktivity a početnosti dospělců *Hylobius abietis* odchycených v zemních pastech navnažených různými typy atraktantů

Název anglicky

Comparison of flight activity and abundance of *Hylobius abietis* caught in pitfall traps involving different types of attractants

Cíle práce

- zjistit populační hustotu klikoroha borového na vybrané lokalitě
- popsat změny v letové aktivitě a početnosti klikoroha borového během vegetační sezóny u jednotlivých pohlaví

Metodika

- bude vypracována literární rešerše zabývající se bionomií *H. abietis* a obrannými opatřeními proti klikorohovi borovému
- bude založena studijní plocha: smrková holina vzniklá na podzim/v zimě 2017 v rovinném terénu
- na vybrané lokalitě budou instalovány zemní pasti 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 pasti
- 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 řadů
- 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

klikoroh borový; poměr pohlaví; necíloví bezobratlí;

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.
- 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 inhibitor attraction to Alpha-pinene in the pine weevils *Hylobius abietis* and *H. pinastri*. *Journal of Chemical Ecology*. 16: 1307-1320.
- Orlander, 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 17. 04. 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Srovnání letové aktivity a početnosti dospělců *Hylobius abietis* odchycených v zemních pastech navnazených různými typy atraktantů vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karolíny Resnerové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

.....

Podpis autora

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat Mgr. Karolíně Resnerové, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady a připomínky při jejím zpracování. Dále Ing. Michalovi Lalíkovi za cenné rady a pomoc při založení pokusu, zpracování a vyhodnocení výsledků. V neposlední řadě pak společnosti Kašperskohorské městské lesy s.r.o. za možnost zpracovat tuto práci právě na jejich území.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je zjistit populační hustotu klikoroha borového na vybrané lokalitě. Dále pak popsat změny v letové aktivitě a početnosti klikoroha borového během vegetační sezóny u jednotlivých pohlaví. V rámci výzkumu na území Kašperskohorských městských lesů (KHML) byly ve sledovaném období od začátku dubna do začátku října na vybrané lokalitě instalovány zemní pasti. Bylo použito 5 variant atraktant v šesti opakování (celkem 30 pastí) s fixačním roztokem. Během sledovaného období byly v 7denních intervalech prováděny kontroly zemních pastí a sběr vzorků, které byly následně podrobeny laboratornímu a statistickému zpracování. Během výzkumu bylo do zemních pastí odchyceno 1705 jedinců *Hylobius abietis*. Jednalo se o 979 samců a 726 samic. Dále pak bylo odchyceno 3392 jedinců necílového bezobratlého hmyzu. Z dostupných výsledků byla vyhodnocena letová aktivita, která se během sledovaného období měnila. Začátek letové aktivity byl zaznamenán 20. dubna, ukončení pak v polovině srpna. Vrchol letové aktivity byl zaznamenán na počátku sledovaného období (27. 4.), kdy byl odchycen vyšší počet samců než samic. U samic během následujícího sledovaného období docházelo k poklesu letové aktivity, a tedy i nižšímu počtu odchytů. U samců nastal zhruba v polovině sledovaného období (14. 7.) náhlý nárůst letové aktivity, avšak následně došlo opět k jejímu poklesu. Poměr pohlaví se ve druhé polovině sledovaného období vyrovnal. V tomto období došlo k celkovému snížení a postupnému ukončení letové aktivity *Hylobius abietis*.

Klíčová slova: klikoroh borový, poměr pohlaví, necíloví bezobratlí

Abstract

The aim of this thesis is to detect the population density of the pine weevil at the selected locality. Then to describe the changes in the flight activity and the quantity of population size during the growing season for individual sexes. Within the research in the Kašperské Hory Municipal Forests (KHML) there were installed the ground traps at the selected location in the monitored period from the beginning of April to the end of September. Five variants of attractant were used in six repetitions (total of 30 traps) with fixative solution. The inspections of ground traps and collecting samples were made in the 7-day intervals through the reference period. Afterwards the collected samples were laboratory and statistically processed. During the research, 1705 *Hylobius abietis* were caught in the ground traps. There were 979 males and 726 females. In addition, 3392 non-target invertebrate insects were caught. The available results evaluated the flight activity, which varied during the reference period. The start of flight activity was recorded on April 20, then ended in the middle of August. The peak of flight activity was recorded at the beginning of the monitored period (April 27), when a higher number of males than females was caught. During the following period the flight activity of females has decreased and thus the number of trappings was lower. Males experienced a sudden increase in flight activity in the middle of the period but then it went down again. The sex ratio was equal in the second half of the reporting period. During this period, *Hylobius abietis* flight activity was completely reduced and gradually stopped.

Key words: pine weevil, sex ratio, non-target invertebrates

Obsah

1	Úvod	12
2	Cíle práce	14
3	Literární rešerše	15
3.1	Taxonomické zařazení	15
3.2	Popis a lesnický význam	15
3.3	Morfologie a popis vývojových stadií	17
3.4	Způsob života.....	18
3.5	Přirození nepřátelé.....	23
3.6	Potravní preference a žír.....	24
3.7	Kontrola	26
3.8	Ochrana a obrana	28
4	Metodika	32
4.1	Popis studované oblasti	32
4.2	Přírodní podmínky.....	33
4.3	Výběr a popis lokality	34
4.4	Instalace zemních pastí.....	35
4.5	Sběr vzorků.....	37
4.6	Laboratorní analýza	38
4.7	Statistická analýza	38
5	Výsledky	39
5.1	Letová aktivita	39
5.2	Jednotlivé typy návnad.....	42
5.2.1	Hylodor	42
5.2.2	Alpha-pinene.....	42
5.2.3	Dvou ampulový atraktant.....	42
5.2.4	Terpentyn.....	42
5.2.5	Pozitivní kontrola.....	43
5.2.6	Kontrola	43
5.3	Odchyt necílových druhů.....	49
6	Diskuze	52
7	Závěr	56
8	Seznam literatury	57

Seznam obrázků

Obr. 1: Dospělec klikoroha borového	16
Obr. 2: Různé typy žírů na sazenicích smrku	20
Obr. 3: Vývojový diagram klikoroha borového, termíny kontrolních a obranných opatření.....	23
Obr. 4: Poškození klikorohem borovým	27
Obr. 5: Lapací kůra.....	28
Obr. 6: Poloha výzkumné plochy	32
Obr. 7: Umístění lokality	34
Obr. 8: Výzkumná plocha	35
Obr. 9: Schéma rozmístění.....	36
Obr. 10: Zemní past, opatřená kolíkem s označením	37
Obr. 11: Determinace vzorků.....	38

Seznam tabulek

Tab. 1: Součty odchycených jedinců <i>Hylobius abietis</i> po jednotlivých datech.....	39
Tab. 2: Vícenásobné porovnání p hodnot odchyť <i>Hylobius abietis</i> do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).....	47
Tab. 3: Vícenásobné porovnání p hodnot odchyť <i>Hylobius abietis</i> – samců do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).....	48
Tab. 4: Vícenásobné porovnání p hodnot odchyť <i>Hylobius abietis</i> – samic do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).....	48
Tab. 5: Vícenásobné porovnání p hodnot odchyť <i>Hylobius pinastri</i> do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).....	50
Tab. 6: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých řádů.	50
Tab. 7: Součty odchyť necílových bezobratlých podle typu návnady.	50
Tab. 8: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých čeledí	51

Seznam grafů

Graf 1: Letová aktivita samců <i>H. abietis</i> během roku 2018. Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.....	40
Graf 2: Letová aktivita samic <i>H. abietis</i> během roku 2018. Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	41
Graf 3: Vývoj průměrné teploty vzduchu během sledovaného období	41

Graf 4: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) H. abietis chycených do zemních pastí navazených Hylodorem během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	44
Graf 5: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) H. abietis chycených do zemních pastí navazených Alpha-pineny během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	44
Graf 6: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) H. abietis chycených do zemních pastí navazených Dvou ampul. atr. během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	45
Graf 7: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) H. abietis chycených do zemních pastí navazených Terpentynem během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	45
Graf 8: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) H. abietis chycených do zemních pastí – Pozitivní kontrola během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	46
Graf 9: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) H. abietis chycených do zemních pastí – kontrola během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.	46
Graf 10: Srovnání odchytů Hyllobius abietis podle typu návnady. Boxplot tvoří medián ± 25 -75 kvartil, svorka představuje rozsah neodlehých hodnot.	47

1 Úvod

Klikoroh borový – *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) je nejvýznamnějším primárním hmyzím škůdcem čerstvých výsadeb jehličnanů. Již od poloviny devadesátých let minulého století se rozsah škodlivého výskytu udržuje na relativně nízké úrovni – od 1,5 do 3 tisíc hektarů v rámci celé republiky (Knížek a Kapitola, 2001). Nejvyšší hospodářské ztráty způsobené tímto škůdcem byly zaznamenány v druhé polovině osmdesátých let, kdy byl ročně evidován silný výskyt na přibližně 30 tisíc hektarů. K přemnožení a tím i k následnému poškození výsadeb dochází především při holosečném způsobu hospodaření, kdy jsou na jednom místě zaručeny vhodné podmínky jak pro vývoj nové generace, tak pro žír dospělců na sazenicích (Modlinger a Knížek, 2009). Dále pak v posledních letech vlivem větrných disturbancí a aktuálně i k rozsáhlé kůrovcové kalamitě dochází ke vzniku rozsáhlých holin, které jsou díky velkému množství čerstvých pařezů a zlepšení teplotních podmínek optimální pro jeho vývoj. Novák (1965) dále uvádí, že i v podmínkách maloplošného hospodářství dochází čas od času k přemnožení tohoto škůdce. Schwenke (1956) například uvádí, že kde nebyly holoseče, ani pařezy po pokácených borovicích, zakládali brouci své generace v pařezech z probírek v tyčkovinách a mladších tyčovinách.

Klikoroh borový patří v českém lesním hospodářství mezi tradiční škůdce lesních dřevin. To dokládá skutečnost, že byl vyhláškou Mze č. 76/2018 Sb. zařazen do skupiny kalamitních škůdců. Do této skupiny kromě již zmíněného druhu patří také lýkožrout smrkový - *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), lýkožrout lesklý - *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761), bekyně mniška - *Lymantria monacha* (Linnaeus, 1758), obaleč modřínový - *Zieraphera griseana* – (Hübner, 1799), ploskohřbetky rodu *Cephalcia* (Linnaeus, 1758; Panzer, 1805; Klug, 1808) a nově byl do této skupiny přidán lýkožrout severský - *Ips duplicatus* (C.R. Sahlberg, 1836).

Na našem území probíhá vývoj larev převážně na smrku ztepilém - *Picea abies* (Linnaeus) H. Karst. a borovici lesní - *Pinus sylvestris* (Linnaeus). Vzhledem k širokému areálu rozšíření je jeho okruh hostitelských dřevin

mnohem širší. Jedná se převážně o introdukované druhy dřevin jako je např. douglaska tisolistá - *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco.

Dospělec provádí žír na bazální části sazenic, které v kombinaci s nepříznivými vlivy, jako je např. sucho, hynou. Klikoroh borový napadá jednoleté nebo dvouleté jehličnaté kultury. Rozsah poškození jehličnatých výsadeb byl v roce 2017 evidován na ploše necelých 4 tisíc hektarů, což v porovnání s rokem předchozím znamená nárůst o dvojnásobek. Největší rozsah poškození byl zaznamenán v kraji Jihočeském (2200 ha), Královéhradeckém (320 ha) a Plzeňském (300 ha). Ošetření výsadeb proti klikorohu se uskutečnilo na ploše 6,4 tisíc hektarů. Kontrola proběhla na ploše 8,4 tisíc hektarů (Lorenc et al., 2018). Informace o rozsahu škod a výskytu škodlivých činitelů podává Lesní ochranná služba.

2 Cíle práce

- Zjistit populační hustotu klikoroha borového na vybrané lokalitě
- Popsat změny v letové aktivitě a početnosti klikoroha borového během vegetační sezóny u jednotlivých pohlaví

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomické zařazení

- Říše:** Animalia (Živočichové)
Kmen: Arthropoda (Členovci)
Třída: Insecta (Hmyz)
Řád: Coleoptera (Brouci)
Čeleď: Curculionidae (Nosatcoví)
Rod: *Hylobius* (Klikoroh)
Druh: *Hylobius abietis* (Klikoroh borový)

(www.biolib.cz)

3.2 Popis a lesnický význam

Klikoroh borový (Obr. 1) patří do řádu brouků (Coleoptera), čeledi nosatcovitých (Curculionidae). Je jedním ze čtyř zástupců tohoto rodu u nás, přičemž k. modřínový – *Hylobius (Hypomolyx) piceus* (DeGeer, 1775) se vyskytuje především v horských polohách na smrku a modřínu, k. menší – *Hylobius pinastri* (Gyllenhal, 1813) na borovici a klikoroh *H. transversovittatus* (Goetze, 1771) (= *H. fatuus* (Rossi, 1790) se vyvíjí v kořenech kypřeje. V našich podmínkách je nejrozšířenější a nejběžnější druh rodu *Hylobius* (Knížek a Kapitola, 2001). Je rozšířen prakticky v celé Evropě a přes Sibiř pokračuje jeho výskyt až do Japonska. Modlinger a Knížek (2009) uvádí, že jeho výskyt je všude, kde jsou jehličnaté porosty, a to od nejnižších poloh až po horní hranici lesa. Novák (1965) uvádí, že co se týká vertikálního rozšíření, je známo, že jeho imaga vystupují i do značných nadmořských výšek.



Obr. 1: Dospělec klikorooha borového
Autor: Miroslav Deml, 2008

Nejohroženější napadením klikorohem jsou plochy v prvním roce po smýcení jehličnatého porostu, kam brouci okamžitě migrují. Ve druhém roce může docházet k nárůstu populační hustoty (několik set tisíc imag na hektar), avšak poškození sazenic nebývá tak značné, neboť pařezy z důvodu zaschnutí neposkytují vhodné prostředí pro založení potomstva, a z toho důvodu dochází k migraci na místa jiná. Ve druhém roce taktéž dochází ke zvýšení vitality sazenic a snazšímu odolávání žíru klikorooha. Komplikací pak může být skutečnost, že v blízkosti lokality dochází k opakovaným těžbám a vytváří se nové vhodné prostředí pro vývoj klikorooha. V tomto případě ohrožení trvá. Za předpokladu, že sazenice nejsou v takovýchto lokalitách chráněny, může dojít až k úplnému zničení vysazené kultury, čímž vzniká nutnost opětovného zalesnění v následujícím roce. Významným škodám lze tedy předejít jiným než pasečným způsobem hospodaření. Hlavní poškození žírem vzniká na jaře (v květnu až červnu); v případě jednoleté generace můžeme výrazné poškození zaznamenat také koncem léta až začátkem podzimu (koncem srpna až v září) způsobené žírem nově vylíhnutých brouků (Knížek a Kapitola, 2001).

Vývoj klikorooha borového probíhá pod kůrou čerstvých borových a smrkových pařezů. Noví brouci, kteří se líhnou brzy z jara, nalétávají na kmínky sazenic v čerstvých výsadbách. Starší brouci z předchozího roku většinou migrují na místa žíru lezením po zemi, ale mohou také létat. Dospělci na kmíncích svým typickým žírem poškozují kůru a lýko. Vytvářejí tak

čočkovitá až plošná okénka. V místech poškození silně roní pryskyřice. Při intenzivním žíru jsou kmínky poškozeny po celém obvodu, což vede až k úhynu sazenic. K odumírání sazenic může dojít i při slabším poškození za spolupůsobení dalších faktorů (druhotní škodlivý činitelé, sucho apod.) (Knížek a Kapitola, 2001).

Ve smyslu vyhlášky MZe ČR č. 76/2018 Sb. v platném znění je klikoroh borový považován za kalamitního škůdce. V příloze této vyhlášky je pro něj stanoven:

- základní stav – tj. takový početní stav škůdce, který nepůsobí škody. Jednotlivé slabě poškozené sazenice se vyskytují jen v jednoletých a dvouletých kulturách v počtu do 30 % z celkového počtu,
- zvýšený stav – tj. takový početní stav škůdce, kdy slabě poškozené sazenice se vyskytují v množství nad 30 % a objevují se silně poškozené sazenice, jejichž výskyt nepřekračuje 20 %,
- kalamitní stav – tj. takový početní stav škůdce, který způsobuje silné poškození sazenic z více než 20 %.

3.3 Morfologie a popis vývojových stadií

Klikoroh borový je brouk o velikosti 6-15 mm. Jeho velikost značně kolísá, a to více u samic než u samců. Dospělec je vysoce klenutý, oválný, tmavohnědý, polomatný, celkově velmi silně chitinizovaný. Čerstvě vylíhnutí jedinci mají světle hnědé zbarvení (Modlinger a Knížek, 2009). Hlava dospělce je protažená v nepříliš dlouhý, mírně zahnutý nosec, na jehož konci jsou upevněna lomená paličkovitá tykadla, která složená zapadají do rýh nosce (Novák, 1965). Nosec se uprostřed lehce zužuje, na jeho konci se nachází ústní ústrojí (Modlinger a Knížek, 2009). Štít je přibližně stejně dlouhý jako široký, rovnoměrně klenutý, hrubě a hustě tečkovaný, uprostřed s jemným podélným a hladkým kýlem (Křístek a Urban, 2013). Tečky jsou na štítu protaženy v podélné jamky. Krovky jsou rovněž klenuté, v řádkách silně tečkované. Štít, a zejména krovky jsou pokryty skvrnami, které jsou tvořené shluky žlutých chloupků. Na krovkách tyto skvrny vytváří přerušované příčné pásy. Báze krovek je celkově asi o třetinu širší než štít, délka krovek o třetinu

větší než jejich šíře. Konec krovek působí mírně zaškraceným dojmem (Knížek a Kapitola, 2001). Stehna jsou ozubena (Hůrka, 2005).

U mladých jedinců se setkáváme s hnědým zbarvením a silným ochlupením. Naopak u starých jedinců narážíme na olysání, dále pak na mizející kresbu z krovek a zbarvení do hnědočerné až černé barvy (Charitonova, 1965). Imago je vysoce chitinizované (Pfeffer et al., 1954).

Pohlavní dimorfismus brouků lze snadno a přesně rozlišit podle tvaru prvního zadečkového článku na spodní straně. Zatímco samice mají tento článek zadečku mírně vyklenutý, u samců nacházíme tuto část naopak vtlačenou (Novák, 1965). Jak uvádí Komárek (1924), četnost pohlaví odpovídá zhruba poměru 60:40 ve prospěch samic. Langström (1982) pak uvádí, že poměr pohlaví se zdá být zhruba 50:50, přičemž poměr pohlaví v lapacích pastích se bude lišit v závislosti na části roku.

Klikoroh borový patří mezi hmyz s proměnou dokonalou a preimaginální vývoj probíhá stadii vajíčka, larvy, kukly a dospělce neboli imaga (Hůrka a Čepická, 1978). Čerstvě nakladené vajíčko je oválné, bělavě průsvitné, v momentě naklazení má velikost 1 mm, délka se v průběhu vývoje zvětší na 1,7 mm (Modlinger a Knížek, 2009). Larva je beznohá, bělavá, slabě obloukovitě zahnutá s hnědožlutou, silně zpěvněnou hlavou a se silnými kusadly (Novák, 1965). Čerstvě vylíhlá larva je necelé 2 mm dlouhá, v posledním, zpravidla pátém instaru měří 12-23 mm (Knížek a Kapitola, 2013). Kukla je bílá, volná (jsou na ní již patrné všechny budoucí vnější orgány dospělce) a již velmi podobná dospělci (Novák, 1965). Na konci zadečku má dva krátké trny a je uložena v třískovém loži (Modlinger a Knížek, 2009).

3.4 Způsob života

Klikoroh borový je dlouhověký nosatec, který se dožívá až 3 let. V období jara (obvykle ve 2. polovině dubna a za nepříznivých povětrnostních podmínek nebo ve vyšších polohách v 1. polovině května) se objevuje na slunných, čerstvých pasekách, kam je lákán pryskyřičnou vůní čerstvých pařezů. Nástup a průběh rojení je závislý na teplotě (Křístek a Urban, 2013).

Místa přezimování opouštějí klikorozi, pokud teplota dosáhne 8-9 °C (Modlinger a Knížek, 2009). Zimující brouci opouštějí zimoviště postupně, což souvisí s prohříváním půdy. Proto je jejich výskyt postupný a zároveň odlišný na různých lokalitách v závislosti na nadmořské výšce (Novák, 1965). Na místa kladení se přemisťují lezením nebo letem, a to za předpokladu, že teplota vzduchu přesáhne 18-19 °C a rychlost větru se pohybuje do 4 m/s. Při naplnění těchto podmínek jsou schopni brouci zdolat značné vzdálenosti (Mráček a Šrůtka, 1984). Letová perioda netrvá příliš dlouho a většinu své letové aktivity brouci uskuteční během prvních 10 dnů. Celková průměrná vzdálenost, kterou klikoroh během této periody uletí, se pohybuje okolo 1,5 km (Modlinger a Knížek, 2009). Mráček a Šrůtka (1984) konstatují, že se může jednat o vzdálenost větší než 10 km. Vhodnou lokalitu ke kladení klikorozi vyhledávají pomocí čichových sensil umístěných na tykadlech. Po nalezení vhodné lokality ke kladení dochází k ukončení letové aktivity a ochabnutí létacích svalů. Po zbytek sezóny pak zůstávají na zemi (Björklung et al., 2005). Vhodná lokalita je taková, která obsahuje nejenom místa pro kladení, ale i hostitelské dřeviny pro úživný žír (Modlinger a Knížek, 2009). Dospělci jsou po přezimování velmi vyhladovělí, a proto ihned přistupují k žíru, během něhož pohlavně dospívají. Intenzivně ohlodávají jemnou kůru a lýko čerstvě vysázených 3. až 6.- letých sazenic jehličnatých dřevin (Obr. 2). Mladé náletové dřeviny napadají jen málokdy (Křístek a Urban, 2013). K poškození ohryzem dochází u kmínků sazenic těsně nad zemí v místě tzv. kořenového krčku, kde vznikají typická okénka, při silnějším žíru dochází až k okroužkování kmínku po celém obvodu (Knížek a Kapitola, 2001). Křístek a Urban (2013) uvádějí, že dospělci vyžírají do kmínků a větví sazenic drobné, kolmé nebo trychtýřovité jamky, sahající až na dřevo a nezřídka až do povrchové vrstvy dřeva. Korková vrstva sice bývá okusována také, ale nebývá již konzumována.



*Obr. 2: Různé typy žírů na sazenicích smrku
Autor: Modlinger a Knížek, 2009*

U poraněných sazenic dochází k ronění pryskyřice a jejich strupaté a zjizvené kmínky se někdy kříví. Při silném napadení se ranky spojují v nepravidelné plošky o velikosti 1 i více cm², které na velké části až po celém obvodu kmínku přerušují lýko a sazenice dřívě nebo později hynou. Poraněné sazenice bývají často infikovány houbami, které se významně podílejí na jejich odumírání (Křístek a Urban, 2013).

Během rojení dochází k opakovanému páření. Pohlavně zralé samice kladou vajíčka na odumírající kůru kořenů čerstvých pařezů, na vývraty či na pokácené stromy v místě kontaktu s půdou. Vhodné odumírající kořeny rozpoznává klikoroh pomocí jimi uvolňovaných látek, jakmile je zachytí, prohrabává se půdou směrem ke kořenu (Modlinger a Knížek, 2009). Takřka výlučně obsazují podzemní části pařezů, a to zejména šikmo či horizontálně (nikoliv kolmo) probíhající boční kořeny (Křístek a Urban, 2013).

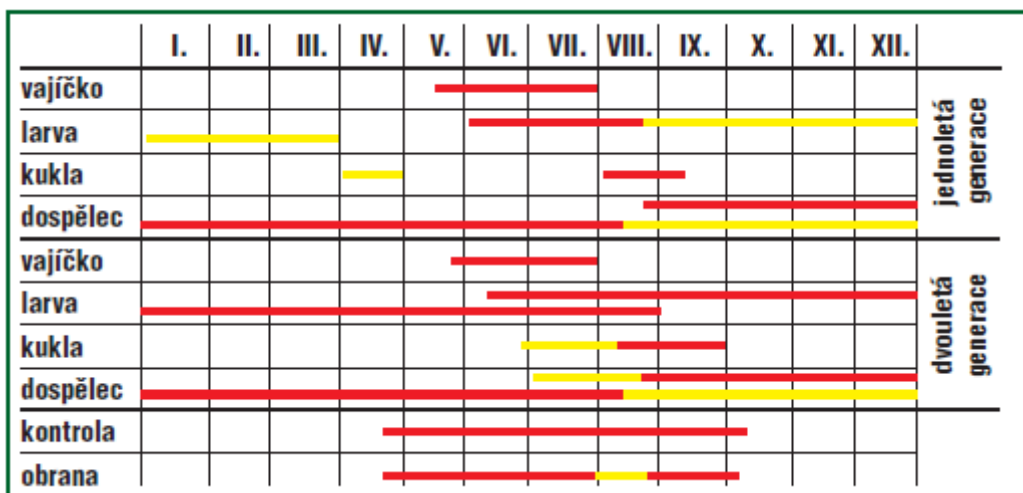
Samice kladou vajíčka od května až do září. Umisťují je jednotlivě nebo v malých skupinách do vykousaných jamek mezi kůrou a dřevem (Novák, 1965) nebo do půdy v blízkosti kořene (Modlinger a Knížek, 2009). Novák (1965) uvádí, že průměr vykladených vajíček na počátku období kladení se pohyboval kolem 1 vajíčka denně, v červnu pak vajíčka 2. Dále pak následoval pokles a na konci období kladení činil denní průměr jen 0,1 vajíčka. Údaje o celkovém počtu vykladených vajíček samic jsou v literatuře velmi nejednotné (Novák, 1965). Charitonova (1958) uvádí, že jedna samice naklade 26-48 vajíček, Komárek (1924) 80-100, Pfeffer (1934) 50-100, Modlinger a Knížek (2009) přibližně 70 a Novák (1965) udává, že údaje okolo 100 vajíček jsou

zcela reálné. Při laboratorních pokusech bylo vyzorováno, že jedna samice naklade během jednoho období průměrně 118 vajíček, po dobu zhruba 110 dní (Eidmann, 1974). Samice může klást po 2 až 3 roky, přičemž počet vykladených vajíček s přibývajícím stářím klesá (Křístek a Urban, 2013).

Z nakladených vajíček se po 2-3 týdnech líhnou larvy. Jejich vývoj probíhá pod kůrou kořenů (Nordlander, 1990). Larvy vyžírají zpočátku v lýku, později čím dál více i ve dřevě typické podélně vinuté chodby, které jsou vyplněny drtinkami a trusem (Pfeffer 1934; Charitonova 1965, Křístek a Urban 2013). Tyto chodby se v průměru rozšiřují s velikostí těla, resp. hlavové kapsule. Vývoj larev je silně ovlivněn teplotou a vlhkostí. Za optimálních podmínek může být ukončen i v terénu během 3-4 měsíců. Ve většině případů však larvy přezimují a kuklí se až v příštím roce. V našich obvyklých podmínkách trvá vývoj v průměru 13-14 měsíců (Novák, 1965). Teprve nedávno bylo zjištěné, že larvy pozdějších instarů mohou opouštět přeplněný substrát a migrovat půdou do jiné části kořene. Při posledním larválním instaru dochází ke zhotovení kukelné komůrky, která je většinou hluboce zapuštěna do dřeva s uzavřenou třískovou zátkou. Během tohoto larválního instaru dochází k diapauze, která závisí na teplotě (Modlinger a Knížek, 2009). Doba kukelného stadia je nejkratší úsekem života klikoroha. Trvá 2 až 3 týdny. Nastává od června do srpna, výjimečně již na jaře (Charitonova, 1965; Novák, 1965). Šrůtka (1999) udává, že hlavní období kuklení probíhá v závěru zimy a na jaře. Modlinger s Knížkem (2009) uvádějí, že jeho výskyt v rámci vegetační sezóny závisí na průběhu vývoje. Při kuklení preferují klikorozi stranu kořenů blíže k povrchu půdy, avšak bezprostřední blízkosti povrchu se vyhýbají (Modlingerová, 2008). Vylíhlí mladí brouci, kteří se objevují ve druhé polovině července, setrvávají nejméně po dobu jednoho týdne v kukelné kolébce. Po tuto dobu dochází ke zpevnování jejich těla, které je zpočátku měkké a bělavě růžové. Postupně přes červenohnědou barvu pozvolna přechází na charakteristické zbarvení dospělce. Samice a samci se líhnou současně, kdy se ven prokousávají kruhovým otvorem skrze kůru. Po vylíhnutí jsou imaga hladová a po vystoupení na povrch půdy ihned nastupují k žíru a k přijímání vody. Také již v prvních dnech probíhá kopulace (Novák, 1965).

Teplotní podmínky silně ovlivňují délku vývoje (Obr. 3). Obvykle bývá délka životního cyklu 2 roky, v teplejších oblastech pouze 1 rok a v chladnějších oblastech 3-4 roky (Inward et al., 2012; Wainhouse et al., 2014). Při 2letém cyklu zimují poprvé poloodrostlé larvy v kořenech pařezů a podruhé mladí brouci v hrabance, popř. kuklových kolébkách (Křístek a Urban, 2013). Modlinger a Knížek (2009) konstatují, že dospělci klikoroša žijí většinou pouze jedno vegetační období. Výjimkou však nejsou jedinci, kteří přezimují vícekrát, zpravidla dvakrát. Tito jedinci bývají v populaci zastoupeny do 10 %. Jsou známy případy, kdy však dospělci v přirozené populaci přežili i 4 roky.

Důležité je porozumění životu klikoroša borového a načasování obranných opatření. Zásadní je pro to znalost délky vývoje. V našich klimatických podmínkách má klikoroš obvykle dvouletou generaci, výjimečně v teplejších oblastech jednoletou. Často dochází k zaměňování tzv. doby generační a doby vývojové. Doba generační je definována jako doba od vajíčka po vajíčko, tj. do doby, než nově vyvinutá generace brouků naklade svá vajíčka. Doba vývojová je počítána od vajíčka po dospělce, je tedy kratší. Zároveň můžeme dobu vývojovou chápat dvěma způsoby, a to buď *sensu stricto* – od kladení vajíček do vylíhnutí dospělců nebo *sensu lato* – od kladení vajíček do opuštění kukelní komůrky dospělci. Toto upřesňující rozčlenění vychází ze situace ve vývoji klikoroša, kdy se část populace přemění v brouka již na podzim, ale k opuštění kukelní komůrky dochází až na jaře. Tento případ nastává u jednoleté generace, která se u nás pravidelně vyskytuje v teplejších oblastech. Své zastoupení má jednoletá generace i v oblastech, kde převažuje generace dvouletá. Pravděpodobně se jedná o jedince vyvinuté z nejčasněji nakladených vajíček (Modlinger a Knížek, 2009). Klikoroš borový se uchyluje k zazimování za podmínek, kdy teplota klesne pod 8 °C (Munro, 1928).



Obr. 3: Vývojový diagram klikoroha borového, termíny kontrolních a obranných opatření
 Autor: Modlinger a Knížek, 2009

3.5 Přirození nepřátelé

Stejně jako ostatní druhy podkorního hmyzu, tak i klikoroh borový je napadán přirozenými nepřáteli. Avšak ne v takovém rozsahu, jako ostatní druhy. Okruh přirozených nepřátel je poněkud nižší. Jako nejhlavnější důvod takového nízkého počtu je pravděpodobně skutečnost, že larvy žijí celý život ukryty hluboko pod povrchem půdy pod tlustou kůrou kořenů. Jako nejdůležitější ektoparazit bývá uváděn lumčík *Bracon hylobii* Ratzeburg 1848 (Hymenoptera: Braconidae). Na jednu larvu klikoroha naklade samice lumčíka 4-12 vajíček. Larvy lumčíka se vyvíjejí na povrchu těla larev klikoroha. Když je larva lumčíka v poslední instaru, zhotovuje si kokon, ve kterém následně přezimuje. Bývá uváděno 30-40 % napadených larev klikoroha tímto druhem, avšak procento napadení může v závislosti na lokalitě značně kolísat. V rámci biologického boje bývá využití *B. hylobii* často diskutováno. Bohužel limitujícím faktorem užití této metody (augmentace), spojené s produkcí velkého množství tohoto parazitoida, jsou příliš vysoké finanční náklady (Modlinger a Knížek, 2009).

Dalším parazitickým druhem je háďátka *Neoaplectana carpocapsae*. U napadených pařezů došlo při jeho aplikaci k redukci larev o 60 % (Mráček a Šrůtka, 1984). Novák (1965) dále zmiňuje, že u přibližně 10 % brouků je možné v dutině tělní nalézt asi 3 mm dlouhá háďátka hlístice *Allantomena mirabile*

(Leuck). Kapitola a Knížek (2013) dodávají, že velký význam mají taktéž háďátka *Steinernema kraussei* (Steiner, 1923) které dokáží napadat larvy ukryté v kořenech pařezů a také měchovci rodu *Heterorhabditis* (Poinar, 1976). Dále nutno zmínit i vosičku *Paravespula vulgaris* (Linnaeus, 1758), která rovněž napadá larvy klikoroha. Z patogenních organismů je významná přítomnost houby *Beauveria bassiana* (Balsamo. -Criv.) Vuillemin. Dalším efektivním patogenem bývá zmiňován *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, 1883 (Modlinger a Knížek, 2009). Křístek a Urban (2013) dodávají, že larvy klikoroha jsou hubeny také larvami kovaříkovitých - Eleteridae Leach, 1815, larvami střevlíkovitých – Carabidae Latreille, 1802 a mravenci rodu *Formica* Linnaeus, 1758. Klikoroh borový se stává potravou i různých druhů ptáků. Typickým predátorem bývá např. špaček, vrabec, datel, strakapoud a další (Novák, 1965).

3.6 Potravní preference a žír

Klikoroh borový je jedním z nejvýznamnějších hmyzích škůdců v evropských lesích (Längström a Day, 2004; Nordlander, 2009; Fedderwitz et al., 2018). Je charakteristický svým žírem na mladých jehličnatých porostech. Jeho poškození má značný ekonomický význam (Nordlander, 1987). Právě na těchto sazenicích má hospodářsky největší význam, avšak neznamená to, že jeho výhradním zaměřením jsou právě čerstvé kultury. Novák (1965), Mráček (1989), Modlinger a Knížek (2009) došli ke shodě, že klikoroh borový nenapadá jen výsadby, ale i dospělé stromy. Björklund et al., (2005) uvádí, že žír může probíhat také v korunách, ale i na kořenech dospělých jehličnanů. Komárek (1924) potvrzuje, že právě koruny dospělých stromů jsou běžným úkrytem dospělců v letních měsících a zároveň na nich probíhá úživný žír. Mráček a Šrůtka (1984) pak přišli se zjištěním, že žír je uskutečňován dospělými brouky na jehličnanech různého stáří, avšak převážně na tenkých větvičkách, které jsou 1 až 3 roky staré, do čehož můžeme zahrnout i kořenový krček. Je dobře známo, že poškození sazenic je závislé na jejich typu a velikosti. Sazenice trpící stresem, poškozením a nedostatkem vody jsou pro klikoroha obzvláště atraktivním lákadlem. Naopak silné a vyspělé sazenice ho

příliš nelákají (Orlander a Nilsson, 1999). Jednoznačně nejvíce jsou však ohroženy výsadby po holosečích (Modlinger a Knížek, 2009). Všichni autoři se jednoznačně shodují, že nejčastěji trpí žírem smrk ztepilý a borovice lesní. Výjimkou nejsou napadení modřínu opadavého či douglasky tisolisté. Naopak jedle bělokorá je pro klikoroha atraktivní nejméně. Z ostatních jehličnatých dřevin pak klikoroh ohrožuje borovici černou a borovici vejmutovku. Listnaté dřeviny jsou napadány klikorohem jen příležitostně. S poškozením se můžeme setkat u břízy bělokoré, jasanu ztepilém či javoru klenu. Škody na sazenicích břízy potvrzuje ve své studii i Wallertz et al., (2014). U rychle rostoucích dřevin, pěstovaných převážně na plantážích, se setkáváme s poškozením sazenic u topolu (Samuelsson, 2001) či osiky (Tullus et al., 2012). Poškození klikorohem pak nacházíme i na dubu letním, buku lesním, olši lepkavé, vrbě bílé, lísce obecné, jírovci maďalu či jabloni domácí. Rozsah tohoto poškození ve srovnání s jehličnatými dřeviny je však zanedbatelný. Výskyt klikoroha je zmiňován i na jalovci obecném (Novák, 1965). Charitonova (1965) pak uvádí jeho výskyt i na střemše a jedli balzámové.

Klikoroh borový působí škody v průběhu roku, a to ve třech periodách, které jsou odlišeny místem, účelem a stářím brouků. Největší škody vznikají při tzv. „letním žíru“. Tento žír probíhá v období od května do července. Dochází k němu při páření a kladení. Hlavním důvodem tohoto žíru je potřeba doplnění energie. Probíhá na pasekách s pařezy atraktivními pro vývoj larev. Letnímu žíru předchází žír jarní, ke kterému dochází ve všech polohách, kde brouci přezimovali. Setkáváme se žírem starších brouků, kteří se již vloni zúčastnili páření, nebo mnohem častěji se žírem mladých brouků přezimujících mimo pařezy. V obou případech se jedná o žír regenerační. Tento žír také slouží k dokončení vývoje létacích svalů. Posledním žírem je pozdně letní žír (konec srpna a září). Ten je způsobován vždy mladými, čerstvě vylíhlými brouky. V oblastech s kratší dobou vývoje je tento žír zvláště škodlivý. Setkáváme se s ním na pasekách s čerstvými pařezy, které byly v období kladení vajíček atraktivní. Také brouci pocházející z dvouleté generace způsobují tento typ žíru (Modlinger a Knížek, 2009). V srpnu, kdy se zkracují dny, začínají dospělci klikoroha hibernovat v půdě a objevují se až na jaře roku příštího (Orlander et al., 1997; Wallertz et al., 2016).

3.7 Kontrola

Vyhláška MZe č. 76/2018 Sb. v platném znění řadí klikoroha borového mezi tzv. kalamitní škůdce. Z toho plyne povinnost jeho stav kontrolovat a následně přistupovat k obraným a ochranným opatřením. Tato povinnost plyne nejméně po dobu dvou let od vzniku kultury (Vyhláška MZe 76/2018 Sb.). Novák (1965) uvádí, že kontrolu je nutné uskutečňovat každoročně v borových a smrkových porostech, kde v zimním období předcházela intenzivní, a hlavně soustředěná těžba. Kontrole by měly být též podrobeny obnovované nebo vylepšované okraje, okraje kalamitní ploch, a to hlavně tam, kde zalesňujeme smrkem, borovicí, douglaskou či modřínem. Kontrolu je dále nutno provádět během celého období trvání škodlivého výskytu brouků, tj. od dubna až do září.

Jak již bylo uvedeno, ve vyhlášce jsou pro něj stanoveny tři stupně ohrožení – základní stav, zvýšený stav a stav kalamitní. Stupeň poškození bývá zjišťován pochůzkou, která se provádí ve 14denním intervalu, kdy je nutné na 1 ha plochy prohlédnout alespoň 50 sazenic, ideálně v několika skupinkách. Dojde-li k nalezení poškození, rozlišujeme 2 typy. Slabé poškození je charakterizováno jako poškození, kdy poškozené plošky zaujímají nejvýše jednu čtvrtinu obvodu kmínku, přičemž sazenice není žírem výrazně oslabena ani ohrožena. Druhý typ poškození je poškození silné (Obr. 4). Dochází k němu, když poškozená ploška zaujímá více než jednu čtvrtinu obvodu kmínku (Vyhláška MZe 76/2018 Sb.). Na základě počtu silně a slabě poškozených sazenic se stanoví stupeň poškození a následně další postup při kontrole a ochraně kultury (Zahradník, 2005). Při zjištění základního stavu pokračujeme ve 14denním intervalu kontroly sazenic. Při zjištění zvýšeného či kalamitního stavu přistupujeme v kultuře k založení trvalých kontrolních míst, kdy základní počet je 5 míst na 1 ha plochy, kde na každém z 5 míst vyznačíme 10 sazenic. V případě, že se jedná o kulturu menší než 1 ha, tak úměrně snižujeme počet kontrolních míst, avšak nikdy by neměl počet klesnout pod 3. Takto označené sazenice kontrolujeme v týdenním intervalu. Při kontrole bývá zaznamenán datum kontroly a počet sazenic v příslušných stupních poškození. V případě, že počet silně poškozených sazenic na

kontrolních místech překročí u smrku 5 % a u borovice 10 %, provedeme kurativní chemické ošetření (Vyhláška MZe 76/2018 Sb.).



Obr. 4: Poškození klikorohem borovým
Zdroj: Boháč, 2015

Novák (1965) uvádí, že dříve se výskyt klikoroha borového a jeho intenzita zjišťovala různými způsoby. Jednalo se například o lapací přikůpky, lapací smrkové kůry, lapací borová polena, lapací pařezy, lapací třísky nebo otýpky nebo lapací nádoby. Od většiny způsobů se již upustilo a zachována zůstala jen kontrolní metoda pomocí lapacích kůr. Dále se jako účinná osvědčila metoda kontroly pomocí čerstvých lapacích polen (Peirson, 1921; Escherich, 1923). Ostatní metody nebyly hodnoceny jako příliš účelné a ekonomicky efektivní.

Dále pak klasickou metodou kontroly, ale i ochrany lesních porostů proti klikorohu borovému, byla metoda ručních sběrů. Avšak i tato metoda byla hodnocena jako velmi neúčinná a ekonomicky neefektivní (Novák, 1965).

Signalizovat začátek výskytu brouků nám úspěšně pomáhají otrávené lapací kůry. Ty jsou zhotovovány z plátů čerstvě smrkové kůry o rozměrech 30×30 cm, které bývají uprostřed přeložené lýkovou částí dovnitř nebo stočeny do tzv. brýlí (Obr. 5). Dovnitř bývá uloženo 5 ks borových větviček s průměrem cca 1 cm namočených v insekticidu. Větvičky by měly být zbavené jehličí, aby se co nejvíce podobaly kořenovému krčku sazenic a byly klikorohem ochotněji přijímány. Lze použít i větvičky smrkové. Není příliš vhodné zakrývat kůru kameny, a to z důvodu urychleného vysychání. Daleko lepší je zakrýt kůru

drny. Návnada bývá ošetřena přípravky, které jsou uvedeny v „Seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa“. Jako alternativní metodu ke kontrole krčků sazenic pokládáme 30 ks lapacích kůr na 1 ha, které jsou rozmístěny rovnoměrně po celé ploše. Kontrola bývá prováděna 1 za 7 dní. Při zjištění průměrně více, než 35 jedinců klikoroha borového na jedno lapací zařízení za kontrolu, přichází na řadu kurativní zásah. V případě, že je návnada v lapacích kůrách ožraná, plesnivá či zaschlá, musí dojít k okamžité výměně. Obvykle se tak děje po 2–3 týdnech. Lapací kůry bývají měněny ve stejném intervalu (Knížek a Kapitola 2001; Modlinger a Knížek, 2009). Rozborem pařezů je možné v dané oblasti určit prognózu výskytu klikoroha (Mráček, 1989).



*Obr. 5: Lapací kůra
Zdroj: Modlinger, VÚHLM Strnady*

3.8 Ochrana a obrana

I přes výrazné snížení škod oproti rokům minulým je klikoroh borový stále nejvýznamnějším škůdcem jehličnatých kultur. Pokles úmyslných mýtních těžeb, snížení výměry holin a zvyšování podílu listnatých dřevin při obnově, jsou faktory, které se na tomto snížení významně podílejí (Čížek a Polívka, 1996).

Modlinger a Knížek (2009) uvádějí, že klikoroh borový je problém, který je úzce spjatý s holosečným způsobem a následnou výsadbou. Jako vhodná strategie, jak se vyhnout škodám klikorohem, je přirozená obnova. Avšak bývá od ní upuštěno kvůli starým nestabilním smrkovým porostům. Například v lesích, které jsou obhospodařované výběrným způsobem, jsou škody klikorohem zanedbatelné. Jako další řešení lze poškození klikorohem snížit ponecháním výstavků na zalesňovaných plochách. Jako vhodné pěstební opatření na ochranu sazenic je tzv. pasečný klid. Je dokázáno, že škody klikorohem bývají nejvýznamnější ve vegetační sezóně, která následuje po smýcení porostu. V našich přírodních podmínkách, zejména v těch teplejších, lze odkladem zalesnění o jeden rok tyto škody citelně snížit. Nevýhodou však je zabuřnění paseky, s čím rostou náklady na údržbu holiny a také zkrácení doby pro zajištění kultury, která plyne z lesního zákona. Jako další metoda, vedoucí ke snižování škod klikorohem je zraňování půdy v okolí sazenice (Modlinger a Knížek, 2009). Jako vhodná se jeví příprava stanoviště, kdy odstraněním humusu dojde k odstranění potencionálního krytu klikorohů. Tím dochází ke snížení poškození sazenic oproti výsadbě na stanoviště, která humusu zbavená nejsou (Petersson et al., 2005; Nilsson et al., 2010; Nordlander et al., 2017). Nordlander et al., (2011) potvrzuje, že vegetace, obklopující jednotlivé semenáčky zvyšuje riziko poškození klikorohem. Dále je také důležitý správný výběr sazenic, a to po fyziologické stránce, kdy větší, silnější a odolnější sazenice tolerují větší poškození, než sazenice menší a oslabené (Nordlander et al., 2011).

V současné době je nejběžnějším způsobem ochrany sazenic před žírem použitím chemických přípravků. Dělí se na ochranu před výsadbou a ochranu po výsadbě. Bývá rozlišována podle místa a způsobu aplikace (Knížek a Kapitola, 2001).

Před vyzvednutím sazenic se provádí celozáhonový postřik, a to postřikovačem, který je nesen traktorem. Sazenice by měly být smočeny celé, zejména kořenový krček. Tento způsob vyžaduje značné množství insekticidních jích. Velká spotřeba chemikálií, nadměrný odtok do půdy a malá pokrývnost ošetřovaných kmínků, řadí tento způsob mezi nejméně vhodný a je doporučován pouze u školkovaných sazenic. Další způsob ochrany je máčení

sazenic. Tato metoda patří mezi nejefektivnější. Důležité je, aby svazky při máčení sazenic nebyly nepřiměřeně velké a příliš utažené a insekticidní jícha se mohla dostat ke všem kmínkům. Je důležité dbát na to, aby se jícha nedostala do kontaktu s kořenovým systémem a aby sazenice nebyly narašené. Také je důležité, aby se sazenice ponořily až po kořenový krček. Sazenice je nutné nechat okapat a jícha musí úplně zaschnout. Děje se tak z důvodu, aby stékající insekticid nezasáhl kořenový systém.

U metody individuálního postřiku po výsadbě rozlišujeme dva postupy. U narašených a nenarašených sazenic. U narašených sazenic se musíme opatrně vyhýbat rašícím částem, abychom je nezasáhli a následně nespálili. U nenarašených sazenic může být postřikem zasažena celá rostlina. Ošetřován bývá opět kořenový krček sazenice. Nepřipouští se celoplošná aplikace, ani aplikace v pruzích. V současnosti není k dispozici insekticidní přípravek, který by si udržoval účinnost po celou dobu žíru klikoroha borového. U registrovaných přípravků se udává jako účinná doba 10 týdnů. Výběr správného způsobu ochrany vychází ze znalosti délky vývoje a životních nároků klikoroha (Modlinger a Knížek, 2009).

Dojde-li ke zjištění silného poškození kultury kdykoliv během vegetačního období, uplatňujeme kurativní postřik, a to i za předpokladu, že bylo či nebylo provedeno preventivní ošetření. Dochází k němu opět formou individuálního postřiku, nikoli celoplošnou aplikací. Použity bývají přípravky, uvedené v „Seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa“, kdy se jedná bez výjimky o syntetické pyrethroidy (Vaztak) s požerovým účinkem. Jejich účinek nástupu se projeví v okamžiku, kdy klikoroh zkonsumuje určité množství potravy. Obranný zásah bývá opakován ve 14denních intervalech. V nedávné minulosti byly pro účely obrany proti klikorohu využívány lapací kůry. Aby byly účinné, musel by jejich počet přesáhnout počet více než 100 kůr na 1 ha. Ani při tomhle počty by nebylo zaručené, že by docházelo ke snížení populační hustoty (Modlinger a Knížek, 2009).

V dobách dřívějších byla hlavní účinnou látkou drtivě většiny insekticidních přípravků DDT (dichlordifeniltrichlorethan). Díky ní bylo dosahováno uspokojivých výsledků oproti starším klasickým nechemickým

metodám (Novák, 1965). Brzy však byla DDT zakázána a muselo dojít k výzkumu nových účinných látek.

Na konci osmdesátých a počátkem devadesátých let byl oblíbeným insekticidem pro ochranu kultur přípravek Marshal suSCon. Jednalo se o granulovaný půdní insekticid modré barvy. Účinnou látkou byl carbosulfan. Účinná látka, která byla umístěna v kapsli, se uvolňovala po dobu až dvou let. Instaloval se do jamky či štěrbin tak, aby došlo k přímému kontaktu s kořenovým systémem sazenice. Bylo nutné, aby sazenice ještě před začátkem aktivity klikoroha měly minimálně 14 dnů možnost uvolňovanou účinnou látku načerpat a rozvést ji do organismu. Při kontaktu brouka se sazenicí v jakékoliv její části ihned umíral (Čížek a Polívka, 1996). V současné době se již nesmí používat.

Jako další ochranu před žírem klikoroha borového lze použít plastický límec. Jedná se o mechanickou ochranu sazenice, který je využíván v pásmech, kde je přísná hygienická ochrana a nemohou být využívány současné prostředky (Mráček, 1986).

Jako jeden z nejnovějších způsobů ochrany sazenic patří voskování sazenic. Funguje na bázi zabránění přístupu klikoroha na sazenici. Díky své pružnosti a elasticitě chrání sazenici celý rok od výsadby. Vosk bývá nanášen pomocí stroje, kdy se ztuhlý vosk rozpustí a nanese na sazenici. V tomto případě se jedná o ekologickou alternativu k chemické ochraně (Galko et al., 2013).

4 Metodika

4.1 Popis studované oblasti

Výzkum zaměřený na odchyt klikoroha borového do zemních pastí probíhal na území Plzeňského kraje, v okrese Klatovy, jihovýchodně od města Kašperské hory, které jsou vzdáleny 2,5 km od místa výzkumu (Obr. 6).

Veškerá činnost probíhala na území organizace Kašperskohorské městské lesy s.r.o. (KHML), které hospodaří na LHC Město Kašperské hory. Kašperskohorské městské lesy byly zřízeny městem jako společnost s ručením omezeným ve 100 % vlastnictví města, za účelem správy lesního majetku. Zaujímají území přibližně od hradu Kašperk po obce Filipova Huť a Horská Kvilda. Společnost vznikla v roce 1992 a hospodaří pouze na majetku města, a to dle platného hospodářského plánu z roku 2018 na rozloze 6131 ha. Na území národního parku Šumava se nachází 4884 ha, z toho 615 ha v první zóně. Jedná se tedy dle platného zákona o lesy zvláštního určení, 726,09 ha je zařazeno mezi lesy ochranné a dle § 9 lesního zákona je 1087,18 ha zařazeno mezi lesy hospodářské. Na území Národního parku Šumava je 4835 ha lesa. Organizačně jsou městské lesy rozděleny na 7 lesnických úseků (LHP 2018-2027).



Obr. 6: Poloha výzkumné plochy
Zdroj: www.mapy.cz

4.2 Přírodní podmínky

Lesy náleží do PLO 13 - Šumava (91 %) a PLO 12 – Předhůří Šumavy a Novohradských hor. Lesní majetek je charakteristický značným rozpětím nadmořské výšky, která se pohybuje v intervalu 650–1220 m.n.m. Tomu odpovídá i zastoupení 5 lesních vegetačních stupňů. Jedná se o 5. LVS – jedlobukový, 6. LVS – smrkobukový, 7. LVS – bukosmrkový, 8. LVS - smrkový a 9. LVS – klečový (LHP 2018-2027).

Dřevinnou skladbu na LHC Kašperskohorské městské lesy tvoří převážně jehličnaté dřeviny. Nejvyšší zastoupení má smrk (SM) – 83 %, dále pak borovice (BO) – 3 %, jedle (JD) – 2 %. Z listnatých dřevin má nejvyšší zastoupení buk (BK) – 8 %, bříza (BR) – 2 % a olše (OL) – 1 % (LHP 2018-2027).

Více jak 80 % lesa se nachází na edafické řadě kyselé a svěží. Nejvyšší zastoupení náleží půdní kategorii K – 2 200 ha dále pak půdní kategorii S – 1 685 ha. Přibližně 10 % plochy připadá na půdní řady extrémní, podmáčená a rašelinná. Tato stanoviště se převážně nacházejí v I. zóně NP (LHP 2018-2027).

V celé oblasti zcela převládají moldanubické ruly, v malé míře se vyskytují magmatity (žuly, granodiority). Méně častěji se pak objevuje amfibolit a kvarcit (LHP 2018-2027).

Z hlediska půdního převažuje kambizem, kryptopodzol a podzol. Dále je zastoupena organozem, glej a ranker. V dané oblasti převažují půdy lehčí, hlinitopísčité. Nižší zastoupení mají půdy středně těžké a těžké. Dle zastoupení skeletu převládají půdy kamenité až silně kamenité (LHP 2018-2027).

Průměrná roční teplota se pohybuje v závislosti na nadmořské v rozmezí 4–6 °C (LHP 2018-2027).

Průměrné množství srážek za rok v závislosti na nadmořské výšce je mezi 900–1500 mm (LHP 2018-2027).

Výzkumná plocha se nachází na území, které nese statut – Evropsky významná lokalita: 2688 - Šumava a také Ptačí oblast: 2298 – Šumava (LHP 2018-2027).

4.3 Výběr a popis lokality

Na území Kašperskohorských městských lesů byla vybrána plocha v nadmořské výšce 780 m. n. m., na které byly nainstalovány zemní pasti, určené pro kontrolu a monitoring klikoroha borového (Obr. 7).

Lokalita (GPS souřadnice - 49. 1343394N, 13. 5876222E) byla vybrána tak, aby splňovala požadavky a charakter pro výskyt klikoroha borového. Tedy, aby se jednalo o holinu, vzniklou v září či říjnu roku předchozího a měla převážně jižní expozici. Dále pak, aby byla uklizená od potěžebních zbytků a byla zalesněná na jaře tohoto roku, nejlépe do začátku pokusu (Obr. 8).

Před smýcením se jednalo o porost 27B14 na hospodářském souboru 551. Porost byl ve věku 136 let, při zakmenění 8 a zastoupení 75 % SM a 25 % BK. Při jarním zalesnění byla plocha zalesněna v zastoupení SM – 75 % a BK – 25 % (LHP 2018-2027).



Obr. 7: Umístění lokality
Zdroj: www.mapy.cz



Obr. 8: Výzkumná plocha
Zdroj: Autor

4.4 Instalace zemních pastí

Pro výzkum zaměřený na výskyt klikoroha borového byly použity tzv. zemní pasti. Jedná se o zařízení na bázi kyblíčku o objemu cca 1 litru, opatřeného víkem. V horní třetině pasti bylo navrtáno několik otvorů o průměru přibližně 1 cm. Součástí každé pasti byl určitý atraktant a fixační roztok.

Jejich instalace probíhala v jarním období před předpokládaným začátkem letové aktivity klikoroha borového a to 13.4.2018.

Nejdříve byla plocha změřena pásmem, zda odpovídá požadovaným vzdálenostem jednotlivých zemních pastí od sebe podle předepsaného schématu. Dále byla vyměřena přesná umístění jednotlivých zemních pastí, pro které byl doporučený spon 5–7 m. od sebe. Jednalo se tedy o 6 řad, kdy v každé bude umístěno 5 zemních pastí (Obr. 9).

Po naměření a vytyčení přesného umístění jednotlivých zemních pastí, byly vykopány jamky, do kterých byly následně usazeny pasti. Důležité bylo, aby byly otvory v horní třetině kyblíčku nad povrchem terénu, aby se mohli

brouci do pastí dostávat. Nezbytné bylo půdu kolem pasti mírně zhutnit. Každá past byla označena kolíkem, s označením dané zemní pasti podle typu atraktantu, který sloužil ke snazšímu nalezení pasti při kontrole (Obr. 10). Následně bylo nutné do každé pasti nalít 2 dcl. látky Propylenglykol. Jednalo se o tzv. fixační roztok, který zabránil přirozenému rozkladu odchyceného jedince do zemní pasti a bylo tak možné použít odchycené jedince k následné determinaci a analýze. Dále pak byl ke každému víku zemní pasti připevněn určený atraktant a zemní past byla zavřena. Jednalo se o pět typů atraktantů s příslušným označením a jednu zemní past, která sloužila jako kontrola. Zemní pasti s pracovním označením A obsahovaly účinnou látku Hylodor. Zemní pasti s označením B obsahovaly Alpha-pinene. Označení C měly zemní pasti s dvou ampulovým atraktantem, označení D pak zemní pasti, které obsahovaly Terpentýnový olej. Zemní pasti s označením K sloužily jako pozitivní kontrola a obsahovaly 4 cm dlouhou a 1 cm v průměru silnou větvičku borovice lesní + ampulku s ethylem. Již zmiňovaná kontrola, ve které byl jen fixační roztok, měla označení KB.



Obr. 9: Schéma rozmístění
Zdroj: Autor



Obr. 10: Zemní past, opatřená kolíkem s označením
Zdroj: Autor

4.5 Sběr vzorků

Sběr vzorků z výzkumné lokality probíhal od 20.4.2018 do 7.10.2018, a to v pravidelném intervalu 7-8 dnů. Z fixačního roztoku, na dně zemních pastí, se odebíral veškerý odchycený usmrčený hmyz. Společně s cílovými druhy byly odebírány i druhy necílové. Veškerý hmyz a ostatní bezobratlí byli tedy přemístěni ze zemních pastí do předem připravených lahvíček nebo igelitových sáčků. Každá taková lahvička či sáček byl označen papírovou cedulkou, na které bylo uvedeno číslo odchyty, název lokality, datum a označení dané pasti. Stejný postup následoval u všech zemních pastí. Poté byly lahvičky či sáčky s odchycenými vzorky uloženy do mrazáku, kde byly uloženy až do laboratorní analýzy. Dále byl u každé zemní pasti doplněn na požadovaný objem, popř. vyměněn fixační roztok. U zemních pastí označených písmenem K – Kontrola, byla při každém odchyty vyměněna borová větvička za čerstvou a doplněn Ethyl do lahvičky. U ostatních zemních pastí byly atraktanty obnoveny přibližně v polovině doby výzkumu, tedy při desátém sběru vzorků.

4.6 Laboratorní analýza

Práce v laboratoři probíhaly od září do listopadu, a to v laboratořích Katedry ochrany lesa a entomologie. V prostorách laboratoře byly odchycené vzorky vyjmuty z mrazáku a vysypány do Petriho misek (Obr. 11). Následně pomocí pinzety proběhlo roztřídění na druhy cílové a necílové. Necílové druhy byly poté zařazeny do řádů či čeledí (Buchar et al., 1995). Dále byly spočítány jedinci *Hylobius abietis* a u každého jedince bylo pomocí binokulární lupy určeno pohlaví. To bylo zjištěno na základě několika charakteristických znaků (Novák, 1965). Nejvýznamnější rozlišovací znak mezi pohlavími klikoroha se nachází na prvním článku zadečku, na spodní straně jedince. U samice se nachází uprostřed tohoto článku vyklenutý výstupek, zatímco u samce je tato část prohloubena. Dalším znakem pak bylo uspořádání chloupků na posledním článku zadečku. U samice bylo téměř rovnoběžné s osou těla, u samce směřovaly chloupky mírně k bokům. Počty odchycených klikorohů a poměr pohlaví byly společně s necílovými druhy pečlivě zaznamenány do předem připravené tabulky. Veškeré hodnoty byly následně přepsány do tabulkového editoru MS Excel 2016.



Obr. 11: Determinace vzorků
Zdroj: Autor

4.7 Statistická analýza

Statistické zpracování a grafické znázornění dat proběhlo v programu MS Excel 2016 a STATISTICA 13 (Kruskal-Wallisův test, Wilcoxonův test).

5 Výsledky

5.1 Letová aktivita

Během sledovaného období bylo prostřednictvím zemních pastí odchyceno 1705 jedinců *Hylobius abietis*. První odchyt byl proveden 20. 4. 2018, poslední odchyt byl proveden 6. 10. 2018. Z celkového počtu odchycených jedinců *Hylobius abietis* bylo 979 samců a 726 samic (viz tab. 1).

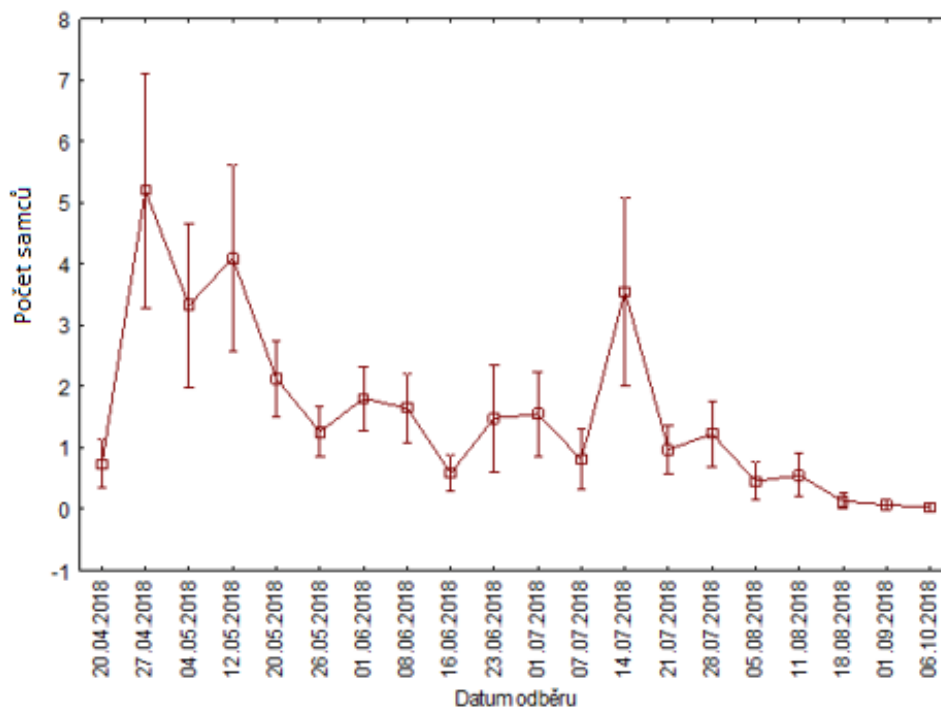
Tab. 1: Součty odchycených jedinců *Hylobius abietis* po jednotlivých datech

Odchyt	♂	♀	Celkem
20.4.	23	8	31
27.4.	161	158	319
4.5.	103	83	186
12.5.	127	54	181
20.5.	66	36	102
26.5.	39	20	59
1.6.	56	75	131
8.6.	51	52	103
16.6.	18	15	33
23.6.	46	21	67
1.7.	48	29	77
7.7.	25	34	59
14.7.	110	34	144
21.7.	30	32	62
28.7.	38	25	63
5.8.	14	26	40
11.8.	17	8	25
18.8.	4	8	12
1.9.	2	4	6
6.10.	1	4	5
Celkem	979	726	1705

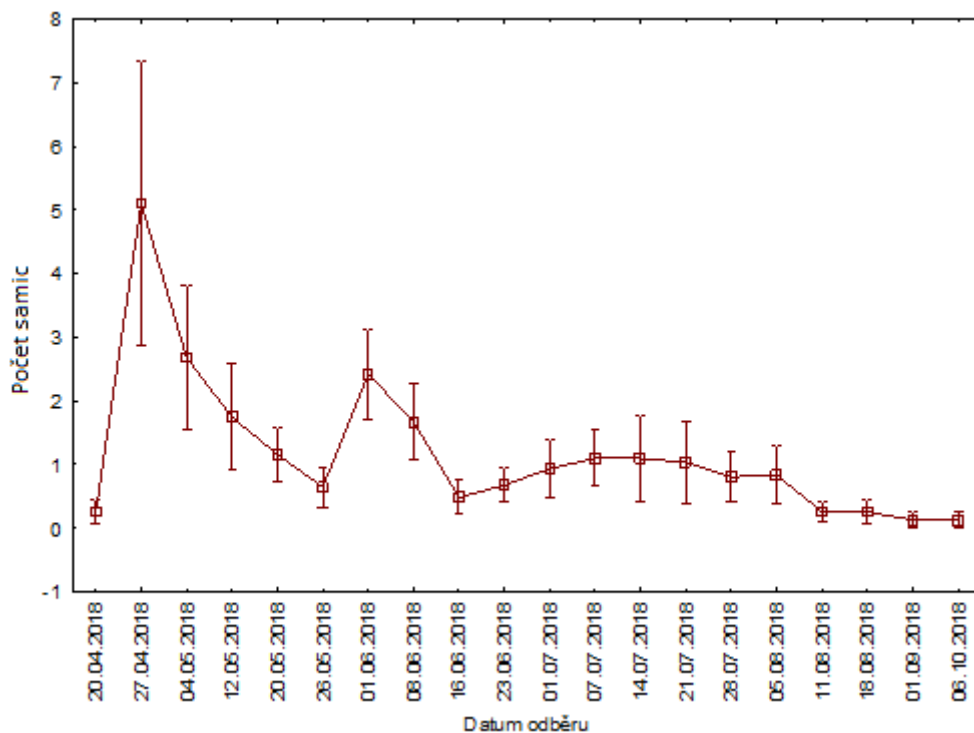
V tabulce 1 jsou zaznamenány součty odchytů podle jednotlivých dat, provedené v období od dubna do října. Nejvyšší odchyt byl zaznamenán koncem měsíce dubna, konkrétně 27. 4. 2018, kdy bylo odchyceno 319 jedinců *Hylobius abietis*. Poměr pohlaví byl téměř identický, kdy 161 bylo samců a 158 samic. V tomto případě se tedy jednalo o vrchol letové aktivity. Naopak nejnižší odchyty byly zaznamenány v měsících září a říjnu, kdy byla letová aktivita ukončena.

Graf 1 a 2 zachycuje letovou aktivitu samic a samců podle jednotlivých dat odchyty. Z obou grafů je patrné, že v průměru nevyšší odchyty byly zaznamenány na začátku sledovaného období. V obou případech se jednalo o datum 27. 4. 2018, kdy byly odchyty nejvyšší. Bylo tomu proto, že teplota ovzduší (viz graf 3) dosahovala několik dnů po sobě příhodných hodnot a mohlo tedy dojít k zahájení letové aktivity obou pohlaví.

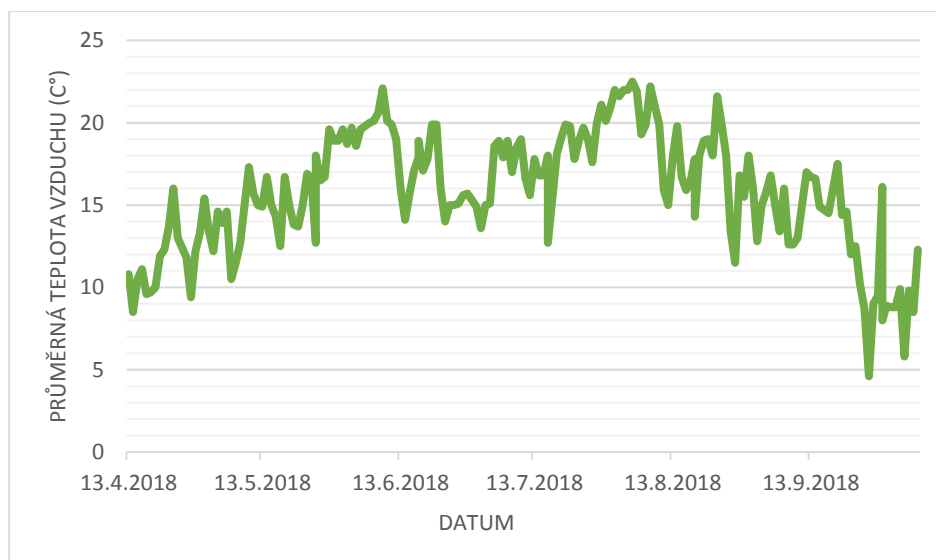
U samců (Graf 1) byla nejvyšší letová aktivita zaznamenána v již zmíněném datu odchyty. Následoval mírný pokles, kdy nedocházelo k významnějším změnám v aktivitě. Ta nastala 14. 7. 2018, kdy došlo k výraznému zvýšení letové aktivity. V následujících datech pak došlo ke snižování a postupnému ukončení aktivity. U samic (Graf 2) byla nejvyšší letová aktivita zaznamenána také na počátku sledovaného období. Následně došlo k poklesu. Významnější nárůst byl zaznamenán 1. 6. 2018. Poté následoval opět pokles.



Graf 1: Letová aktivita samců *H. abietis* během roku 2018. Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



Graf 2: Letová aktivita samic *H. abietis* během roku 2018. Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



Graf 3: Vývoj průměrné teploty vzduchu během sledovaného období

5.2 Jednotlivé typy návnad

5.2.1 Hylodor

U zemních pastí navnazených Hylodorem (viz graf 4) byla zaznamenána nejvyšší letová aktivita v počátečních týdnech sledovaného období. Dále docházelo ke střídavému kolísání vyšší a nižší aktivity. Za zmínku stojí nárůst aktivity samců 1. 7. 2018 a 14. 7. 2018, naopak u samic nebyla v těchto dvou týdnech zaznamenána žádná zvýšená aktivita. U tohoto typu atraktantu došlo ke zjištění průkazně vyššího počtu samců (Wilcoxonův párový test; $z = 2,83$; $p < 0,001$).

5.2.2 Alpha-pinene

Zemní pasti navnazené atraktantem Alpha-pinene (viz graf 5) vykazovaly nejvyšší letovou aktivitu také v počátku sledovaného období, konkrétně 27. 4. 2018. Jednalo se o maxima jak u samců, tak i samic. V průběhu následujícího sledovaného období došlo k poklesu letové aktivity. U samic byl drobný nárůst zaznamenán jen 1. 6. 2018, u samců pak 14. 7. 2018, avšak o nijak významné změny se nejednalo. I zde došlo ke zjištění průkazně vyššího počtu samců (Wilcoxonův párový test; $z = 3,67$; $p < 0,0001$).

5.2.3 Dvou ampulový atraktant

U zemních pastí navnazených Dvou ampulovým atraktantem (viz graf 6) byla nejvyšší letová aktivita zaznamenána v polovině sledovaného období. Během celého sledovaného období docházelo střídavě k nárůstům a poklesům aktivity. Žádné významné změny však zaznamenány nebyly. I z tohoto důvodu nebyly shledány průkazné rozdíly mezi pohlavími (Wilcoxonův párový test; $z = 4,97$; $p > 0,05$).

5.2.4 Terpentyn

Zemní pasti navnazené Terpentynem (viz graf 7) vykazovaly nejvyšší aktivitu u samců 12. 5. 2018, u samic pak 1. 6. 2018. Také u tohoto typu atraktantu docházelo ke střídavým nárůstům a poklesům aktivity během

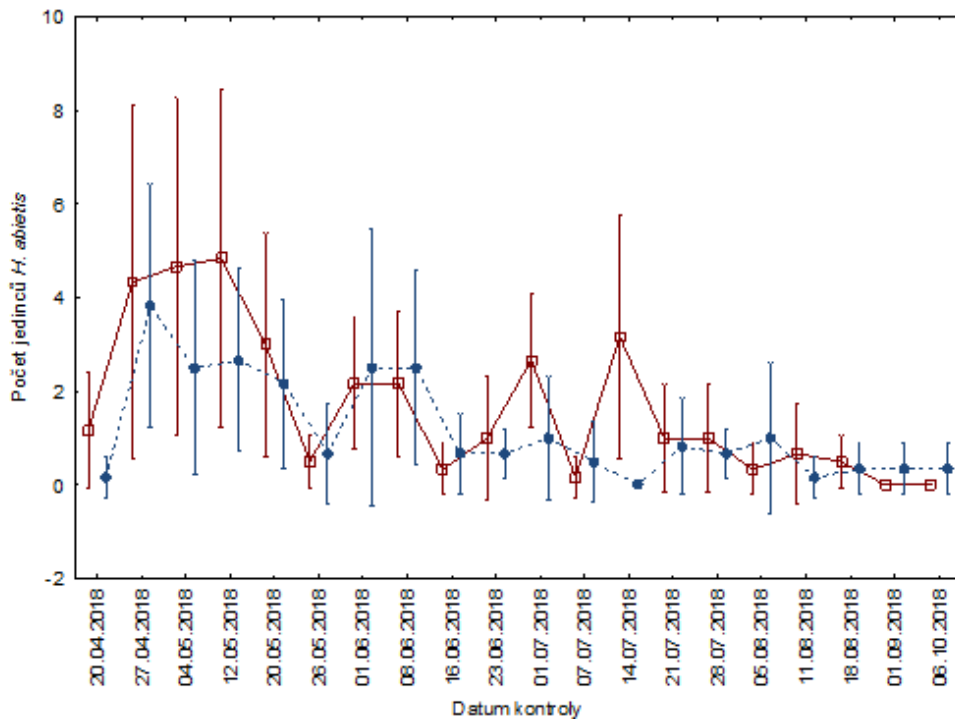
celého sledovaného období. Ani zde nebyly zaznamenány průkazné rozdíly mezi pohlavími (Wilcoxonův párový test; $z = 0,66$; $p > 0,05$).

5.2.5 Pozitivní kontrola

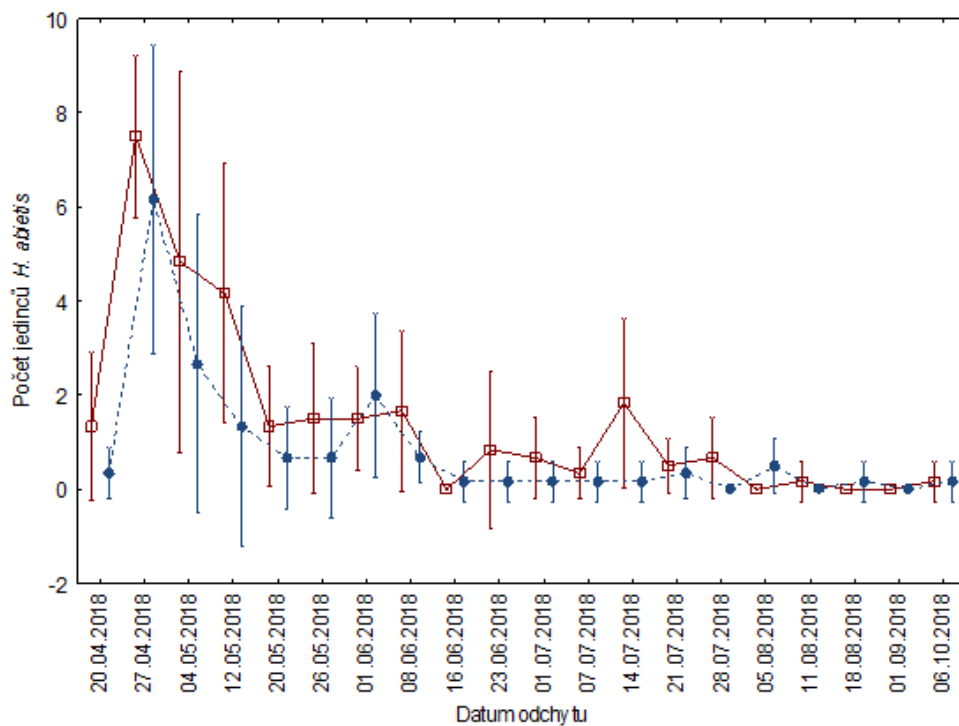
Zemní pasti, které sloužily jako pozitivní kontrola (viz graf 8), vykazovaly nejvyšší letovou aktivitu klikoroha borového ihned na počátku sledovaného období, tedy 27. 4. 2018, shodně u obou pohlaví. Následně došlo u obou pohlaví k pozvolnému poklesu. U samic nastal mírný nárůst 1. 6. 2018. U samců nastal významnější nárůst 14. 7. 2018. Během celého sledovaného období u této pozitivní kontroly nebyly shledány průkazné rozdíly mezi pohlavími (Wilcoxonův párový test; $z = 1,77$; $p > 0,05$).

5.2.6 Kontrola

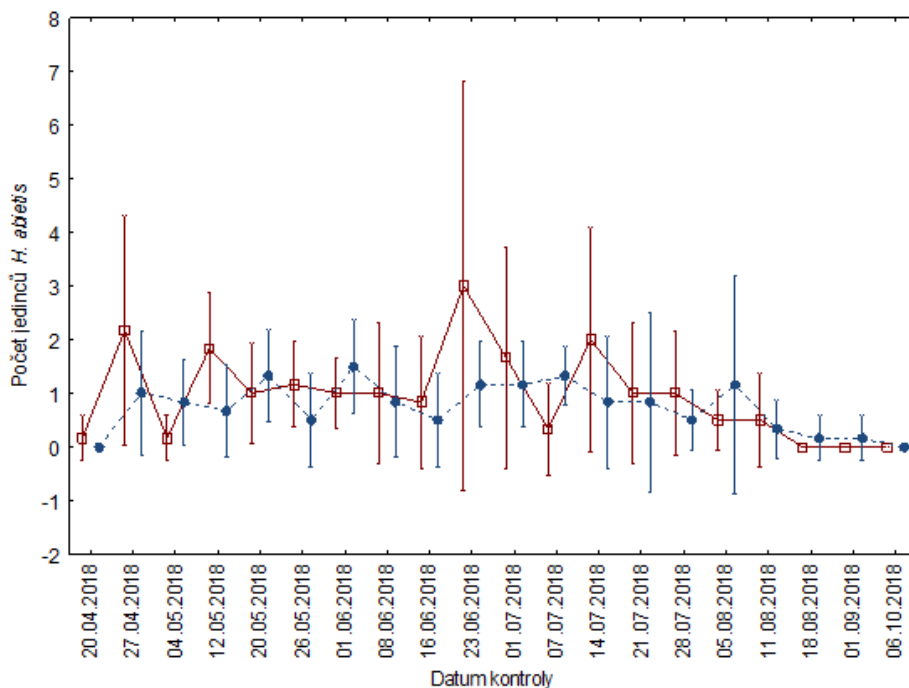
Zemní past, s označení kontrola (viz graf 9), vykazovala aktivitu klikoroha borového jen v první třetině výzkumu. Dále se pak nepodařilo odchytit takřka žádného jedince. I z tohoto důvodu nebyly zaznamenány průkazné rozdíly mezi pohlavími (Wilcoxonův párový test; $z = 0,92$; $p > 0,05$).



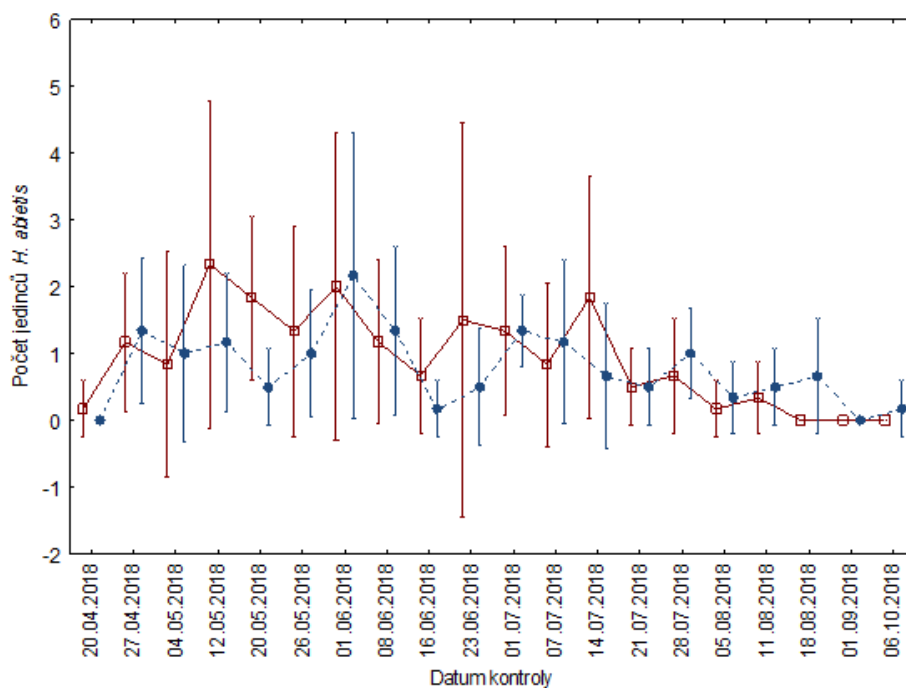
Graf 4: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) *H. abietis* chycených do zemních pastí navázených *Hylodorem* během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



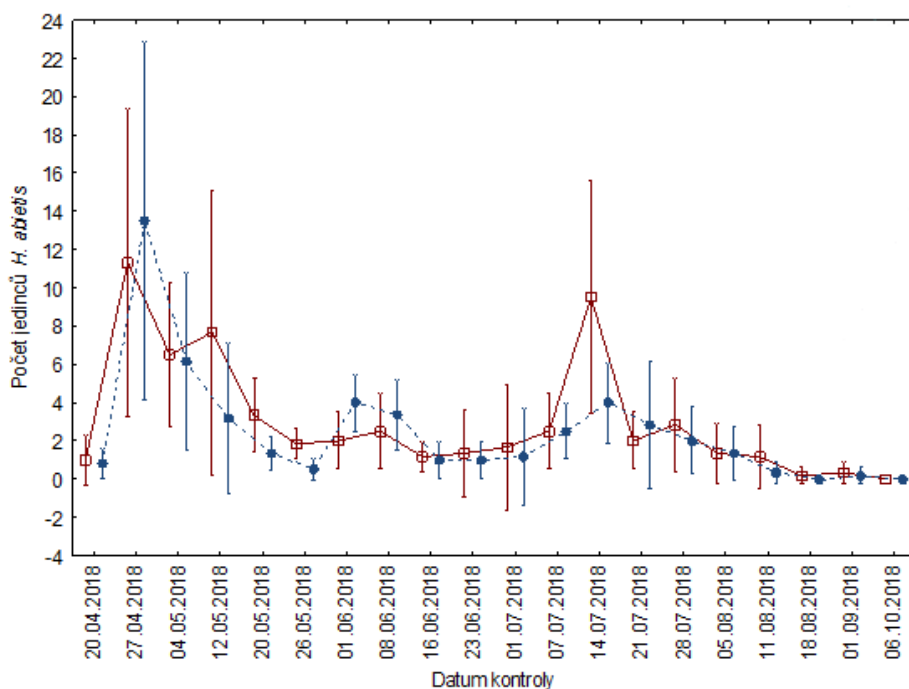
Graf 5: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) *H. abietis* chycených do zemních pastí navázených Alpha-pineny během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



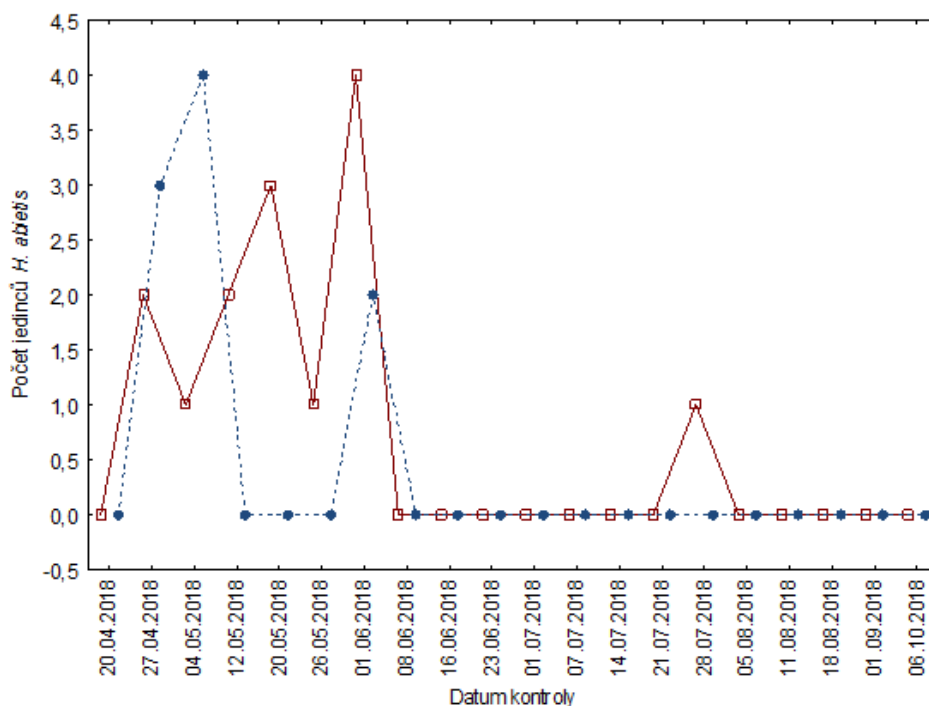
Graf 6: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) *H. abietis* chycených do zemních pastí navzázených Dvou ampul. atr. během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



Graf 7: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) *H. abietis* chycených do zemních pastí navzázených Terpentynem během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



Graf 8: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) *H. abietis* chycených do zemních pastí – Pozitivní kontrola během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.



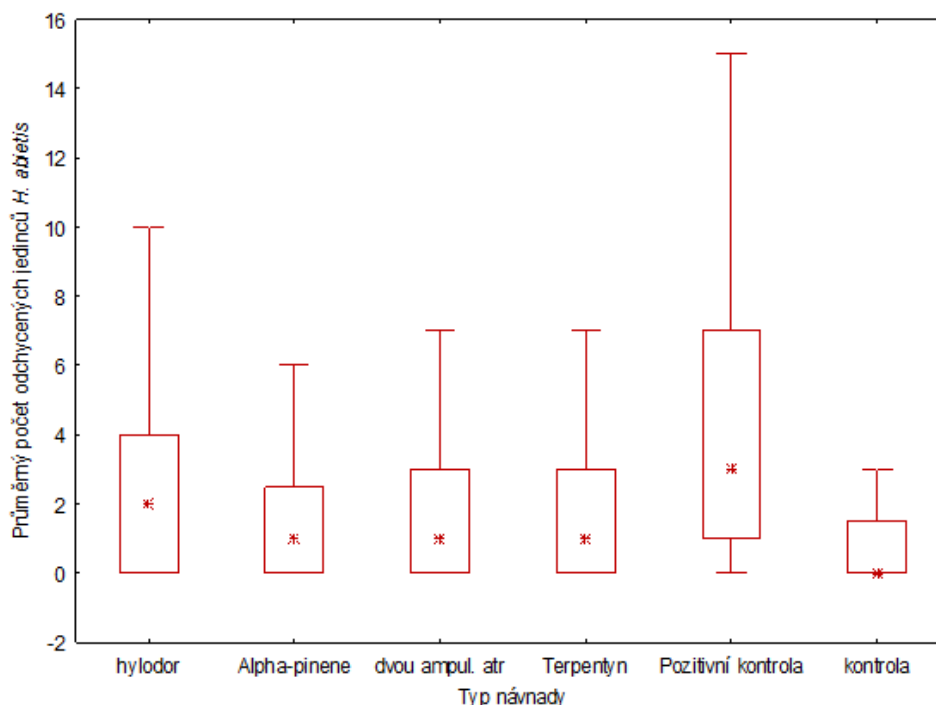
Graf 9: Letová aktivita samců (červená) a samic (modrá) *H. abietis* chycených do zemních pastí – kontrola během roku 2018, Boxplot tvoří průměr, svorka zobrazuje 0,95 konfidenční interval.

Kruskal-Wallisovým testem bylo zjištěno průkazně odlišné množství odchycených brouků u varianty Pozitivní kontrola, a to v porovnání se všemi ostatními typy atraktantů, vyjma Hylodoru (tab. 2). Ve všech případech, kde se jednalo o průkazně odlišné množství odchytů, byly odchvyty u Pozitivní kontroly vyšší než u ostatních typů atraktantů.

Tab. 2: Vícenásobné porovnání p hodnot odchytů *Hylobius abietis* do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).

Závislá: Celkem	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celkem (Tabulka3) Nezávislá (grupovací) proměnná: Návnada Kruskal-Wallisův test: H (5, N=620) =45,06914 p=0000					
	Hylodor R=334,10	Alpha-pinene R=272,30	Dvou ampul. atr. R= 284,23	Terpentyn R=286,12	Pozitivní kontrola R=391,85	Kontrola R= 213,95
Hylodor		0,112882	0,465332	0,570069	0,187697	0,082232
Alpha-pinene	0,112882		1,000000	1,000000	0,000004	1,000000
Dvou ampul. atr	0,465332	1,000000		1,000000	0,000049	1,000000
Terpentyn	0,570069	1,000000	1,000000		0,000072	1,000000
Pozitivní kontrola	0,187697	0,000004	0,000049	0,000072		0,000588
Kontrola	0,082232	1,000000	1,000000	1,000000	0,000588	

Graf 10 srovnává velikosti odchytů. Z grafu je patrné, že nejvíce jedinců *Hylobius abietis* bylo odchyceno ve variantě Pozitivní kontrola.



Graf 10: Srovnání odchytů *Hylobius abietis* podle typu návnady. Boxplot tvoří medián \pm 25-75 kvartil, svorka představuje rozsah neodlehých hodnot.

Jak u samců (tab. 3), tak i u samic (tab.4) bylo Kruskal-Wallisovým testem shodně zjištěno průkazně odlišné množství odchycených brouků u varianty Pozitivní kontrola, a to v porovnání se všemi ostatními typy atraktantů, vyjma Hylodoru. Ve všech případech, kde se jednalo o průkazně odlišné množství odchytů, byly odchyty u Pozitivní kontroly vyšší než u ostatních typů atraktantů.

Tab. 3: Vícenásobné porovnání p hodnot odchytů *Hylobius abietis* – samců do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).

Závislá: h. abietis - samec	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celkem (Tabulka3) Nezávislá (grupovací) proměnná: Návnada Kruskal-Wallisův test: H (5, N=620) =38,44790 p=0000					
	Hylodor R=327,78	Alpha-pinene R=293,12	Dvou ampul. atr. R= 280,93	Terpentyn R=275,38	Pozitivní kontrola R=386,14	Kontrola R= 245,40
Hylodor		1,000000	0,640956	0,351790	0,174309	0,853113
Alpha-pinene	1,000000		1,000000	1,000000	0,000864	1,000000
Dvou ampul. atr	0,640956	1,000000		1,000000	0,000081	1,000000
Terpentyn	0,351790	1,000000	1,000000		0,000025	1,000000
Pozitivní kontrola	0,174309	0,000864	0,000081	0,000025		0,017122
Kontrola	0,853113	1,000000	1,000000	1,000000	0,017122	

Tab. 4: Vícenásobné porovnání p hodnot odchytů *Hylobius abietis* – samic do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).

Závislá: h. abietis - samice	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celkem (Tabulka3) Nezávislá (grupovací) proměnná: Návnada Kruskal-Wallisův test: H (5, N=620) =46,09695 p=0000					
	Hylodor R=323,40	Alpha-pinene R=259,23	Dvou ampul. atr. R= 296,86	Terpentyn R=301,08	Pozitivní kontrola R=387,65	Kontrola R= 216,22
Hylodor		0,082850	1,000000	1,000000	0,081936	0,198607
Alpha-pinene	0,082850		1,000000	1,000000	0,000000	1,000000
Dvou ampul. atr	1,000000	1,000000		1,000000	0,001297	0,934991
Terpentyn	1,000000	1,000000	1,000000		0,002722	0,747505
Pozitivní kontrola	0,081936	0,000000	0,001297	0,002722		0,001113
Kontrola	0,198607	1,000000	0,934991	0,747505	0,001113	

5.3 Odchyt necílových druhů

Během výzkumu zaměřeného na odchyt jedinců *Hylobius abietis* byl zaznamenán také vysoký počet odchytů necílového bezobratlého hmyzu. Necílové druhy tvořily téměř dvě třetiny veškerých odchytů. V průběhu sledovaného období bylo odchyceno 3392 jedinců. Ti byli následně zařazeni do jednotlivých řádů a čeledí. Pouze u dvou druhů nedošlo k zařazení do řádů, ale jen do podkmenu, a to z důvodu, že taxonomická klasifikace u daných jedinců končí právě u podkmenu. Jedná se o podkmen stonožkovců (Myriapoda), kde bylo odchyceno za celé sledované období 60 jedinců a dále pak podkmen korýšů (Crustacea), jejichž odchycený počet byl 21 jedinců za celou dobu výzkumu. S počty jedinců těchto podkmenů již není dále počítáno v následující tabulce, kde jsou udány počty jedinců, které lze klasifikovat na úrovni řádů. Dále je nutné zmínit, že za necílové druhy byli považováni i ostatní zástupci rodu *Hylobius*. Jednalo se především o druh *Hylobius pinastri* a *Hylobius transversovittatus*. Tito jedinci byli standardně klasifikováni do řádu Coleoptera, čeledi Curculionidae.

Celkový počet odchycených jedinců, jež šlo zařadit do jednotlivých řádů, byl 3331. Jednalo se o zástupce sedmi skupin: Aranea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera a Orthoptera. Nejvyšší odchity necílového hmyzu byly zaznamenány v měsíci červenci, kdy se jednalo o 902 odchycených jedinců. Nejvyšší zastoupení v tomto měsíci měl řád Coleoptera, a to 438 jedinců. Naopak nejnižší odchity byly zaznamenány v měsíci září, kdy se jednalo o odchyt jen 105 jedinců necílového hmyzu. Nejpočetněji zastoupeným řádem byl řád Coleoptera s 1390 odchycenými jedinci, dále pak řád Araneae s 1087 odchycenými jedinci. Naopak nejméně zastoupeným řádem s jedním odchyceným jedincem za celé sledované období byl řád Orthoptera (viz tab. 6).

Kruskal-Wallisovým testem bylo zjištěno průkazně odlišné množství odchycených jedinců *Hylobius pinastri* u jednotlivých typů atraktantů. To, kde došlo či nedošlo k rozdílu v odchycích mezi jednotlivými typy atraktantů, vyjadřuje tabulka 5.

Tab. 5: Vícenásobné porovnání p hodnot odchyť *Hylobius pinastri* do jednotlivých pastí (Kruskal-Wallisův test).

Závislá: h. pinastri	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celkem (Tabulka3) Nezávislá (grupovací) proměnná: Návnada Kruskal-Wallisův test: H (5, N=620) =37,76019 p=0000					
	Hylodor R=315,50	Alpha-pinene R=281,87	Dvou ampul. atr. R= 286,79	Terpentyn R=312,65	Pozitivní kontrola R=372,61	Kontrola R= 209,00
Hylodor		1,000000	1,000000	1,000000	0,202700	0,207460
Alpha-pinene	1,000000		1,000000	1,000000	0,001306	1,000000
Dvou ampul. atr	1,000000	1,000000		1,000000	0,003092	1,000000
Terpentyn	1,000000	1,000000	1,000000		0,142710	0,248727
Pozitivní kontrola	0,202700	0,001306	0,003092	0,142710		0,002335
Kontrola	0,207460	1,000000	1,000000	0,248727	0,002335	

Tab 6: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých řádů.

Měsíční odchyty necílových druhů								
	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Celkem
Araneae	370	163	143	149	113	40	109	1087
Coleoptera	74	271	204	438	175	44	184	1390
Dermaptera	4	33	135	195	60	21	37	485
Diptera	1	0	2	22	4	0	0	29
Hemiptera	0	5	5	5	0	0	0	15
Hymenoptera	41	47	89	93	25	0	9	304
Orthoptera	0	1	0	0	0	0	0	1
Celkem	490	520	578	902	377	105	339	3311

Dále byli necíloví bezobratlí zhodnoceni podle typu návnady (viz tab. 7). Z tabulky je patrné, že téměř u všech návnad, vyjímaje Dvou ampulový atraktant a kontrolu, byly počty odchytených necílových bezobratlých velmi podobné. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u Pozitivní kontroly, naopak nejnižší u pasti, která nebyla opatřena žádným typem atraktantu, pouze fixačním roztokem a sloužila jako kontrola.

Tab 7: Součty odchyť necílových bezobratlých podle typu návnady.

	Coleoptera	Araneae	Dermaptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Orthoptera	Celkem
Hylodor	269	301	76	43	2	1	0	692
Alpha-pinene	210	290	154	33	6	3	0	696
Dvou ampul. atr.	156	114	43	50	4	1	0	368
Terpentyn	302	248	96	59	8	6	1	720
Pozitivní kontrola	432	112	105	98	3	3	0	753
Kontrola	21	22	11	21	6	1	0	82
Celkem	1390	1087	485	304	29	15	1	3311

Nejpočetněji zastoupeným řádem necílových druhů během sledovaného období byl již zmíněný řád Coleoptera. Ten byl dále zhodnocen z hlediska odchytených jedinců zařazených do jednotlivých čeledí, které z taxonomického hlediska náleží do tohoto řádu. Jednalo se o zařazení do pěti čeledí, a to Carabidae, Cerambycidae, Curculionidae, Elateridae a Staphylinidae. Jako poslední byla stanovena jednotná skupina (čeleď) ost. Coleoptera, do které byli zařazeni všichni ostatní odchytení zástupci řádu Coleoptera, kteří nebyli podrobeni podrobnější determinaci. Nejvyšší odchyty byly zaznamenány u čeledi Curculionidae, kdy bylo za celé sledované období odchyceno 730 jedinců. Z velké míry se o takto vysokou hodnotu postarali druhy *H. pinastri* a *H. transversovittatus*, kteří spadají do stejného rodu jako *H. abietis*, avšak v této studii jsou považováni jako necílový druh. Nižší počty pak byly zaznamenány u čeledi Carabidae, kdy bylo odchyceno 509 jedinců necílového hmyzu. Nejnižší odchyty byly zaznamenány u čeledi Cerambycidae, kde se jednalo pouze o 9 odchytených jedinců (viz tab. 8).

Tab. 8: Měsíční odchyty necílových druhů zařazených do jednotlivých čeledí

Měsíční odchyty necílových druhů řádu Coleoptera								
	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Celkem
Carabidae	24	65	69	131	68	36	116	509
Cerambycidae	0	0	7	1	1	0	0	9
Curculionidae	34	189	99	274	89	8	37	730
Elateridae	9	3	8	3	0	0	0	23
Staphylinidae	6	13	13	23	16	0	31	102
ost. Coleoptera	1	1	8	6	1	0	0	17
Celkem	74	271	204	438	175	44	184	1390

6 Diskuze

Během studie, která probíhala v období od 13. 4. 2018 do 6. 10. 2018 na území Kašperskohorských městských lesů a která se zabývala srovnáním letové aktivity a početnosti dospělců *Hylobius abietis* odchycených v zemních pastech navzájem různých typy atraktantů, se podařilo odchytit 1705 jedinců klikoroha borového a 3392 jedinců necílových druhů hmyzu.

Již během prvních odchytů, které byly datovány na druhou polovinu dubna a první polovinu měsíce května, bylo odchyceno největší množství jedinců. Zde dochází k potvrzení skutečnosti, že nejvíce jedinců je spojeno s regeneračním žírem přezimujících brouků, dále pak těch, kteří se nově vylíhli (Modlinger a Knížek, 2009). Toto zjištění koresponduje s mnoha autory, kteří stanovují počátek letové aktivity právě na toto období (Křístek a Urban, 2013). Samozřejmě zahájení letové aktivity je podmíněno nadmořskou výškou a klimatickými poměry daného zájmového území. Modlinger a Knížek (2009) uvádějí, že klikoroh začne opouštět místa zimování, pokud teplota přesáhne 8-9 °C. I tato skutečnost byla v rámci studie potvrzena, kdy byly zaznamenávány denní teploty a bylo tedy potvrzeno, že teplota byla vyšší než zmiňovaná hodnota autory Modlingerem a Knížkem (2009). K výraznějšímu poklesu odchytů došlo 16. 6. 2018, kdy bylo odchyceno oproti předchozím týdnům malé množství jedinců klikoroha borového. Pravděpodobně tomu bylo z důvodu poklesu průměrné denní teploty v porovnání s předcházející dny, a to o několik stupňů. Tyto teplotní změny jsou zaznamenány v grafu průměrných teplot vzduchu (viz graf 3). V následujících týdnech pak docházelo k vyšším odchytům, a to i díky opětovnému zvýšení denního teplotního průměru. Významnější změna v letové aktivitě byla pak zaznamenána už jen 14. 7. 2018, kdy došlo k nárůstu odchytů samců klikoroha borového, a to až na trojnásobek oproti odchytu předcházejícímu i následujícímu. V následujících týdnech již dále nedošlo k žádnému podobnému výkyvu, naopak docházelo k postupnému snižování a ukončení letové aktivity klikoroha borového. Pokles aktivity, který byl zaznamenán snížením počtu odchytů klikoroha borového a byl datován od prvních týdnů měsíce srpna, byl potvrzen i několika autory. Dochází k tomu z důvodu zkracování dne, kdy jedinci klikoroha borového začínají hibernovat v půdě a jejich další výskyt je

až na jaře roku následujícího (Örlander et al., 1997, Wallertz et al., 2016). K zazimování se klikoroh borový uchyluje za podmínek, kdy teplota klesne pod 8 °C (Munro, 1928).

Z výsledků studie je patrné, že se v průběhu sledovaného období podařilo odchytit poměrně velké množství cílového jedince, a to i přesto, že v okolních porostech nebyla patrná žádná významnější poškození tímto kalamitním škůdcem. Zde mohou být potvrzena shodná tvrzení hned několika autorů najednou, že k žíru mohlo docházet na starších porostech (Novák, 1965; Mráček, 1989; Björklund et al., 2005). Na konci sledovaného období byla na vybrané ploše provedena kontrola sazenic, zda došlo k žíru klikoroha borového. Žádná vysoká poškození nalezena nebyla, jen u jednotlivých sazenic byla nalezena drobná poškození klikorohem. Jednalo se o slabé a nepříliš vyspělé sazenice. Zde se potvrzuje zjištění Orlandera a Nilssona (1999), že silné a vyspělé sazenice klikoroha borového příliš nelákají, resp. tolerují větší poškození (Nordlander et al., 2011).

Co se týče jednotlivého pohlaví, tak bylo odchyceno větší množství samců než samic. V měsíci dubnu se jednalo o téměř identické počty u obou pohlaví. Rozdíl nastal v měsíci květnu, kdy dominoval odchyt samců, v červnu došlo k opětovnému vyrovnání odchycenému poměru pohlaví. Posledním měsícem, kde se počty jednotlivých pohlaví lišily, byl měsíc červenec. Zde opět dominovaly počty samců. V následujících měsících, kdy docházelo k celkovému snížení letové aktivity, byl poměr pohlaví opět téměř shodný. Jako porovnání jednotlivého poměru pohlaví může posloužit Nordlanderova (1987) studie, kdy odchytával klikorohy také do zemních pastí, které ovšem byly opatřeny pouze dvěma typy atraktantů, a to Alpha-pinenem a Ethanolem. Tyto dva atraktanty byly spolu různě kombinovány, aplikovány samostatně či společně, avšak vždy s jiným objemem jednotlivých látek. Poměr pohlaví, zjištěný při Nordlanderově studii byl však opačný než v této studii. Byl zaznamenán vyšší počet odchycených samic než samců, a to nezávisle na kombinaci návnad (Nordlander, 1987).

Cílem práce bylo srovnat letovou aktivitu a početnost dospělců *Hylobius abietis* odchycených v zemních pastech navnazených různými typy atraktantů. U prvního typu atraktantu – Hylodor, byla zaznamenána nejvyšší letová aktivita v počátečních týdnech sledovaného období. Na základě Wilcoxonova

párového testu byl zjištěn průkazně vyšší počet samců. Ke stejnému zjištění došlo i u atraktantu – Alpha-pinene, kde byla také nejvyšší letová aktivita soustředěná na počátek sledovaného období. I zde Wilcoxonův párový test potvrdil průkazně vyšší počet samců. První změna přišla u atraktantu s označením – Dvou ampul. atr., kde nejvyšší letová aktivita byla zaznamenána v polovině sledovaného období, tedy na přelomu června a července. U tohoto typu atraktantu nebyly Wilcoxonovým párovým testem shledány průkazné rozdíly mezi pohlavními. Je tedy patrné, že u tohoto typu atraktantu může docházet k vyšší atraktivitě pro samice, jelikož podle kontroly, kde nebyl žádný typ atraktantu, docházelo k vyššímu odchytu samců. Zde opět dochází k rozdílu oproti studii jiné, kde byl do kontroly chytán vyšší počet samic (Nordlander, 1987). Ani u dalšího typu atraktantu – Terpentyn, nebyly zaznamenány průkazné rozdíly mezi pohlavními. U pozitivní kontroly byla nejvyšší letová aktivita ihned na začátku sledovaného období, významnější změna byla zaznamenána u samců na začátku druhé poloviny sledovaného období, kde došlo k nárůstu počtu samců. Jednalo se však pouze jen o jednu změnu. Ani Wilcoxonův párový test neodhalil významnější rozdíly mezi pohlavními. I tyto dva poslední typy návnad mohou prokazovat vyšší atraktivitu pro samice, kdy nedocházelo ke statisticky významnému rozdílu mezi jednotlivými pohlavními. U kontroly byla letová aktivita zaznamenána jen v první třetině sledovaného období, dále již nikoliv. Poměr pohlaví byl 60:40, a to z pohledu samců. Z celkového hlediska odchytů na jednotlivé typy atraktantů se jako nejúspěšnější typ jevila pozitivní kontrola, kde byly hodnoty odchytů daleko nejvyšší. S druhým nejvyšším počtem odchytů byl pak atraktant Hylodor. Podobné hodnoty odchytů pak byly u Alpha-pinenu, Dvou. Ampul. atr. a Terpentynu. Počty odchytů u kontroly nedosahovaly žádných významných hodnot. Zvýšení atraktivity těchto atraktantů by mohlo přinést vzájemné nakombinování jednotlivých typů. To dokládá skutečnost, kdy při společném užití Alpha-pinenu a Ethanolu v jedné zemi pasti docházelo k několikanásobně vyšším odchytům než při užití každého typu návnady samostatně (Nordlander, 1987; Nordlander, 1990).

Největší nevýhodou zemi pastí je však odchyt necílového bezobratlého hmyzu, který tvořil až dvě třetiny všech odchytů. Nejvíce odchyceného necílového hmyzu bylo z řádů Araneae a Coleoptera. V obou

případech se jedná o nelétavý hmyz, který se pohybuje po zemském povrchu. Z tohoto hlediska pak dochází k vysokým počtům odchyť právě tohoto necílového hmyzu, kdy například při cestě za potravou narazí na zemní past. Tuto skutečnost potvrzuje i Skrzecz (2002) ve své studii, kdy nejčastěji odchyceným necílovým řádem je Coleoptera. Vysoké počty odchyť jsou pak zaznamenány u čeledi Carabidae. Jedná se většinou o dravé, nelétavé brouky, kteří se živí hmyzem, pavouky a mršinami. Z tohoto hlediska může být vysvětlena jejich vysoká přítomnost v zemních pastech, kam mohli být odchyceným hmyzem a pavouky lákáni. Z hlediska měsíců se nejvíce necílového bezobratlého hmyzu odchytilo v měsíci červenci, nejméně pak v září. To může být vysvětleno tím, že v červenci dochází k vysoké aktivitě hmyzu z důvodu příhodných teplot, možnosti obstarání potravy atd. Co se týče jednotlivých druhů atraktantů, tak v tomto ohledu bylo nejvíce necílového hmyzu odchyceno do pozitivní kontroly, avšak srovnatelné počty byly odchyceny i do zemních pastí s Hylodorem, Alpha-pinenem a Terpentynem. Nejméně pak do kontroly. I zde se nabízí vysvětlení, že pro necíloví bezobratlí hmyz je daleko více atraktivnější past s různým typem atraktantu než past bez něj. U jednotlivých druhů atraktantů dochází k nepřímé úměře mezi odchylem cílového druhu a necílových bezobratlých druhů. Například u Terpentynu, kde odchvy klikoroha borového byly, vyjma kontroly, nejnižší ze všech druhů atraktantů, tak naopak odchyt necílového bezobratlého hmyzu patřil mezi nejvyšší. Také Alpha-pinene vykazoval podobná čísla v poměru odchvy klikoroha a necílového hmyzu. Z tohoto důvodu by bylo vhodné uvážit následující používání těchto dvou typů atraktantů k odchvy klikoroha borového, a to z důvodu vysokého usmrcení necílového bezobratlého hmyzu. Jako další vhodná alternativa, která by mohla snížit počty usmrceného necílového bezobratlého hmyzu v zemních pastech, přichází v úvahu zkrácení doby odchvy klikoroha borového do zemních pastí. V posledních měsících výzkumu (září, říjen) již nedocházelo k významnějším odchvy klikoroha borového, avšak odchyt necílového bezobratlého hmyzu se příliš stále nesnižoval.

7 Závěr

- Na vybrané ploše byly zrevidovány žíry, jejich počty byly velmi nízké. Jednalo se o poškození v jednotkách procent, tedy o základní stav. Populační hustota byla nízká. Přítomní jedinci byli lákáni atraktanty do zemních pastí.
- Do zemních pastí bylo odchyceno celkem 1705 jedinců *Hylobius abietis*, z toho 979 samců a 726 samic.
- Na počátku letové aktivity, měsíci dubnu, bylo odchyceno 350 jedinců *Hylobius abietis*. Poměr pohlaví byl vyrovnaný. Nejvyšší počet odchycených jedinců *Hylobius abietis* byl zaznamenán v měsíci květnu. Jednalo se o 528 jedinců, kdy bylo 335 samců a 193 samic. V měsíci červnu bylo odchyceno 334 jedinců *Hylobius abietis*. Poměr pohlaví byl v tomto měsíci vyrovnaný. V červenci bylo odchyceno 405 jedinců *Hylobius abietis*. V tomto měsíci převažovali samci nad samicemi. V následujících měsících výzkumu došlo ke snížení a postupnému ukončení letové aktivity.
- Společně s cílovým *Hylobius abietis* byl do zemních pastí odchytáván i necíloví bezobratlí hmyz, který tvořil dvě třetiny všech odchycených jedinců.

8 Seznam literatury

BJÖRKLUND, N; NORDLANDER, G; BYLUND, H. *Olfactory and visual stimuli used in orientation to conifer seedlings by the pine weevil, Hylobius abietis*. *Physiological Entomology*. 2005, vol. 30, s. 225-231.

BUCHAR, J; DUCHÁČ, V; HŮRKA, K; LELLÁK, J; ČEPICKÁ, A. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia, 1995, 285 s. ISBN 80-85827-81-6.

Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1996, částka 33, s. 1124–1127. Dostupné také z WWW: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=101/1996&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakon_a_smlouvy> ISSN 1211-1244.

ČÍŽEK, H; POLÍVKA, F. *Ochrana kultur proti klikorohu borovému*. *Lesnická práce*. 1996, vol. 75, no. 10, s. 370-371.

EIDMANN, H.H. *Hylobius* Schönh. In SCHWENKE, W (ed.). *Die Forstschädlinge Europas: Ein Handbuch in fünf Bänden: Zweiter Band: Käfer*. 1. vyd. Hamburg, Berlin: Paul Parey, 1974, s. 275-293. ISBN 3-490-11016-1.

ESCHERICH, K. *Die Forstinsekten Mitteleuropas*. II. Berlin, 1923.

FEDDERWITZ, F; BJÖRKLUND, N; NINKOVIC, V; NORDLANDER, G. *Does the pine weevil (Hylobius abietis) prefer conifer seedlings over other main food sources?* *Silva Fennica*. 2018, vol. 52, no. 3 article id 9946, 9 s.

GALKO, J; RELL, S; KUNCA, S. *Voskovanie sadeníc na Slovensku ochrana před tvrdoňom smrekovým*. Lesnická práce. 2013, č.9.

HŮRKA, K. *Brouci České a Slovenské republiky / Beetles of the Czech and Slovak Republics*. 1. vyd, Zlín: Kabourek, 2005. 390 s. ISBN 80-86447-11-1.

HŮRKA, K; ČEPICKÁ, A. *Rozmnožování a vývoj hmyzu*. 1. vyd. Praha: SPN, 1978. 224 s. ISBN 14-085-81.

CHARITONOVA, N. Z. *Bolšoj sosnovyj dolgonosik i borba s nim*. 1. vyd. Moskva: Lesnaja promyšlennost, 1965. 88 s. ISBN 934-0-41-595-768-24.

INWARD, D.J.G; WAINHOUSE, D; PEACE, A. *The effect on temperature on the development and life cycle regulation of the pine weevil *Hylobius abietis* and potential impacts of climate change*. Agricultural and Forest Entomology. 2012, vol. 14, s. 348–357.

KNÍŽEK, M; KAPITOLA P. *Klikoroh borový *Hylobius abietis* (L.)*. Lesnická práce. 2001, č. 6, s. 1-4.

KOMÁREK, J. *Několik dat z biologie klikoroha (*Hylobius abietis* L.) na Slovensku*. Lesnická práce. 1924, vol. 3, no. 7, s. 370-373. ISSN 0322-9254.

KŘÍSTEK, J; URBAN, J. *Lesnická entomologie*. Vydání 2., upravené. Praha: Nakladatelství Academia, 2013. 445 s. ISBN 987-80-200-2237-0.

LANGSTRÖM, B. *Abundance and seasonal activity of adult *Hylobius* – weevils in reforestation areas during first years following final felling*. Communicationes Instituti Forestalis fenniae. 1982, vol. 106, s. 2-22.

LANGSTRÖM, B; DAY, K.R. *Damage, control and management of weevil pests, especially Hylobius abietis*. 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, The Netherlands, 2004. s. 415–444.

LORENC, F; KNÍŽEK, M; LIŠKA, J. *Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2017 a prognóza na rok 2018*. In: Knížek M. (ed.): *Škodliví činitelé v lesích Česka 2017/2018 – Kúrovcová kalamita a možnosti řešení*. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 19. 4. 2018. *Zpravodaj ochrany lesa*. 2018, s. 13-18.

MODLINGER, R; KNÍŽEK M. *Klikoroh borový (Hylobius abietis L.)*. *Lesnická práce*. 2009, vol. 88, no. 10, s. 1-4. ISSN 0322-9254.

MODLINGEROVÁ, J. *Vývoj klikoroha borového (Hylobius abietis L.) v závislosti na mikroklimatických podmínkách*. Diplomová práce. Praha: FLD ČZU, 2008. 91 s.

MRÁČEK, Z. *Zkušenosti s kontrolou a obranou proti klikorohu*. *VÚLHM. Lesnická práce*. 1986.

MRÁČEK, Z. *Kontrola klikoroha, hlavní zásady prognózy a obranná opatření*. *Lesnická práce*. 1989, vol. 78, s. 113-116. ISSN 0322-9254.

MRÁČEK, Z; ŠRŮTKA, P. *Stav znalostí a možnostech obrany proti klikorohu borovému (Hylobius abietis L.) v zemích Evropy*. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1984.

MUNRO, J.W. *The biology and control of Hylobius abietis L.* *Forestry*. 1928, vol. 2, s. 31-39.

NILSSON, U; LUORANEN, J; KOLSTRÖM, T; ÖRLANDER, G; PUTTONEN, P. *Reforestation with planting in northern Europe*. Scandinavian Journal of Forest Research. 2010, vol. 25, no.4, s. 283-294.

NORLANDER, G. *A Method for trapping Hylobius abietis (L.) with a standardized bait and its potential for forecasting seedling damage*. Scandinavian Journal of Forest Research. 1987, vol. 2, s. 199-213.

NORLANDER, G. *Limonene inhibits attraction to Alpha-pinene in the pine weevils Hylobius abietis and H. pinastri*. Journal of Chemical Ecology. 1990, vol. 16, s. 1307-1320.

NORLANDER, G; NORDENHEM, H; HELLQVIST, C. *A flexible sand coating (Conniflex) for the protection of conifer seedlings against damage by the pine weevil Hylobius abietis*. Agricultural and Forest Entomology. 2009, vol. 11, s. 91-100.

NORLANDER, G; HELLQVIST, C; JOHANSSON, K; NORDENHEM H. *Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil Hylobius abietis*. Forest Ecology and Management. 2011, vol. 262, s. 2354-2363.

NORLANDER, G; MASON, E.G; HJELM, K; NORDENHEM, H; HELLQVIST, C. *Influence of climate and forest management on damage risk by the pine weevil Hylobius abietis in northern Sweden*. Silva Fennica. 2017, vol. 51, no. 5, 20 s.

NOVÁK, J. *Klikoroh borový*. 1 vyd. Praha: SZN, 1965. 90 s. ISBN 07-014-65.

ÖRLANDER, G; NILSSON, U; NORDLANDER, G. *Pine weevil abundance on clear-cuttings of different ages: a 6-year study using pitfall traps*. Scandinavian Journal of Forest Research. 1997, vol. 12, no. 3, s. 225-240.

ÖRLANDER, G; NILSSON, U. *Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival*. Scandinavian Journal of Forest Research. 1999, vol 14, no 4, s. 341–354.

PEIRSON, H.B. *The life history and control of the pales weevil (*Hylobius pales*)*, Harvard Forest Bulletin, 1921, s. 1-33.

PETERSSON, M; ÖRLANDER, G; NORDLANDER, G. *Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil *Hylobius abietis**. Forestry. 2005, vol. 78, no.1, s. 83-92.

PFEFFER, A; ČEPELÁK, J; GREGOR, F; KOMÁREK, J; KRAMÁŘ, J; KUDELA, M; NOVÁKOVÁ, E; OBR, S; WEISER, J. *Lesnická zoologie: II*. 1. vyd. Praha: SZN, 1954. 622 s. ISBN 104077-54-SV3-525.

SAMUELSSON, F. *Damage caused by the pine weevil to deciduous seedlings*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete 23, 2001.

SCHWENKE, W. *Zur Binomie und Gradologie des grossen braunen Rüsselkäfers *Hylobius abietis* (L.)*. Beiträge zur Entomologie. vol. 6, no. 3/4, 1956, s. 245-273.

SKRZECZ, I. *Insect in IBL-4 Pine Weevil Traps*. Forest Research Institute, Bitwy Warszawskiej 1920 r. no. 3, 2002, s. 166.

ŠRŮTKA, P. *Ochrana lesů*. Praha, ČZU, 1999. 88 s.

TULLUS, A; RYTTER, L; TULLUS, T; WEIH, M; TULLUS, H. *Short-rotation forestry with hybrid aspen (Populus tremula L. × P. tremuloides Michx.) in Northern Europe*. Scandinavian Journal of Forest Research. 2012, vol. 27, s. 10–29.

WAINHOUSE, D; INWARD, D.J.G; MORGAN, D. *Modelling geographical variation in voltinism of Hylobius abietis under climate change and implications for management*. Agricultural and Forest Entomology. 2014, vol. 16, s. 136–146.

WALLERTZ, K; NORDENHEM, H; NORDLANDER, G. *Damage by the pine weevil Hylobius abietis to seedlings of two native and five introduced tree species in Sweden*. Silva Fennica. 2014, vol. 48, no. 4 article id 1188, 14 s.

WALLERTZ, K; HANSEN, K.H; HJELM, K; FLOISTAD, I.S. *Effects of planting time on pine weevil (Hylobius abietis) damage to Norway spruce seedlings*. Scandinavian Journal of Forest Research. 2016, vol. 31, no. 3, s. 262-270.

ZAHRADNÍK, P. 2005. *Ochrana lesa proti klíkorohu borovému – Hylobius abietis (L.)*. ČSN 48 1001. Český normalizační institut. Praha. 6 s.

ZÍCHA, O. (ed.). *BioLib: Biological Library* [online]. [1999–2019] [cit. 2019-03-14].

Dostupné z WWW: <<http://www.biolib.cz>>.