

**Česká zemědělská univerzita Praha**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Vyhodnocení efektivity nárazových pastí s feromonovou  
návnadou pro monitoring chrousta maďalového během rojení**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jiří Ehrenberger

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

Praha 2021

**Czech University of Life Sciences Prague**

Faculty of Forestry and Wood Sciences

Department of Forest Protection and Entomology



**Evaluating the effectiveness of interception traps baited  
with pheromone for the forest cockchafer monitoring during  
swarming**

Diploma thesis

Author: Bc. Jiří Ehrenberger

Supervisor: Bc. Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

Praha 2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Ehrenberger

Lesní inženýrství  
Lesní inženýrství

Název práce

**Vyhodnocení efektivity nárazových pastí s feromonovou návnadou pro monitoring chrousta maďalového během rojení**

Název anglicky

**Evaluating the effectiveness of interception traps baited with pheromone for the forest cockchafer monitoring during swarming**

---

### Cíle práce

- popsat letovou aktivitu během rojení chrousta maďalového
- srovnat odchvy dospělců do nárazových pastí s feromonovou návnadou a bez ní
- porovnat poměr pohlaví dospělců v odchvtech
- vyhodnotit vybrané parametry ovlivňující odchyt chroustů do pastí

### Metodika

Na základě zjištění dospělců chrousta maďalového v půdních sondách bude před rojením vybráno 20 lokalit s vyššími populačními hustotami. Na těchto lokalitách bude instalována vždy dvojice nárazových pastí do výšky přibližně 2 m nad zemí. Jedna z pastí bude navazena feromonovým odparníkem, druhá bude nenavazena a určena jako kontrola efektivity odchytu.

Od počátku rojení budou pasti denně vybírány v ranních hodinách a okamžitě budou spočteny odchvy brouků v jednotlivých pastech a určeno jejich pohlaví. Na každé lokalitě budou také měřeny a zaznamenány vybrané parametry (např. zakmenění, vzdálenost od nejbližší holiny, oslunění pasti apod.). Pomocí standardních statistických metod bude hodnocena efektivita feromonové návnady, srovnán poměr pohlaví v odchvtech a vyhodnoceny parametry, které ovlivňují velikost odchytu chroustů v dané lokalitě. Výsledky diplomové práce budou konfrontovány s dostupnými údaji z odborné literatury a v závěru formulovány jako doporučení pro lesnickou praxi.

### Harmonogram

březen-duben 2020 – analýza půdních sond, výběr lokalit

duben-květen 2020 – příprava lapacích zařízení a odběry dospělců

červen-prosinec 2020 – zpracování terénních dat, příprava literární rešerše a

leden-březen 2021 – statistické zpracování dat a předložení diskuse

### Doporučený rozsah práce

50 stran včetně příloh

### Klíčová slova

Melowit; Melolontha hippocastani; letová aktivita; poměr pohlaví; populační hustota

---

### Doporučené zdroje informací

- Reinecke, A., Ruther, J., Mayer, C.J., Hilker, M. 2006. Optimized trap lure for male Melolontha cockchafers. *Journal of Applied Entomology* 130:171.
- Ruther, J., Podsiadlowski, L., Hilker, M. 2001b. Quinones in cockchafers: additional function of a sex attractant as an antimicrobial agent. *Chemoecology* 11:225-229.
- Ruther, J., Reinecke, A., Hilker, M. 2002b. Plant volatiles in the sex communication of Melolontha hippocastani: response towards time-dependent bouquets and novel function of (Z)-3-hexen-1-ol as a sex kairomone. *Ecological Entomology* 27:76-83.
- Švestka, M., Drápela, K. 2009. The effect of environmental conditions on the abundance of grubs of the cockchafer (Melolontha hippocastani F.). *Journal of Forest Science* 55: 330–338.
- Švestka, M. 2007. Ecological conditions influencing the localization of egg-laying by females of the cockchafer (Melolontha hippocastani F.). *Journal of Forest Science* 53 (Special Issue): 16–24.
- Švestka, M. 2010. Changes in the abundance of Melolontha hippocastani Fabr. and Melolontha melolontha (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Czech Republic in the period 2003–2009. *Journal of Forest Science* 56 (9): 417–428.
- Trdan, S., Čuk, J., Poženeš, A., Kralj, M.B., Rot, M., Carlevaris, B., Žežlina, I., Vidrih, M., Laznik, Ž., Bohinc, T. 2019. Field testing of different synthetic attractants for mass trapping of common European cockchafer (Melolontha melolontha [L.], Coleoptera, Scarabaeidae) adults. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 69:174-180, DOI: 10.1080/09064710.2018.1524020
- Wagenhoff, E., Blum, R., Delb, H. 2014. Spring phenology of cockchafers Melolontha spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) in forests of south-western Germany: results of a 3-year survey on adult emergence, swarming flights and oogenesis from 2009 to 2011. *Journal of Forest Science* 60(4): 154–165.
- 

### Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

### Vedoucí práce

Mgr. Karolína Resnerová, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 18. 5. 2020

**prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 10. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2021

---

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vyhodnocení efektivity nárazových pastí s feromonovou návnadou pro monitoring chrousta maďalového během rojení vypracoval samostatně pod vedením Bc. Mgr. Karoliny Resnerové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, 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 Kuněticích dne 18.4.2021

Podpis autora .....

## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí práce Bc. Mgr. Karolině Resnerové, Ph.D. za ochotu, vstřícnost, pomoc, trpělivost, cenné rady a připomínky k vedení práce. Děkuji kolegům Lesní správy Choceň, zejména Ing. Kamilu Beznoskovi za vstřícnost, že jsem mohl k práci využít porosty ve správě Lesní správy Choceň.

V neposlední řadě děkuji manželce Soně a celé rodině za psychickou a morální podporu při studiu a tvorbě této práce.

## Abstrakt

V předložené práci byla hodnocena efektivnost feromonových odparníků určených k lákání a monitoringu v průběhu rojení chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani*). Účinnost byla posuzována podle stanovištních podmínek na pokusné ploše, kde byly umístěny vždy dvě nárazové pasti, z nichž jedna opatřená feromonovým odparníkem a druhá byla bez návnady.

Dvojice pastí byly rozmístěny v závislosti na četnosti dospělců chrousta v půdních sondách a historických záznamech z evidence předchozího vývoje populace. Výška pastí byla zvolena tak, aby dolní okraj pasti byl ve výšce 2,5 m nad terénem.

Rojení, odchyty a sběr probíhaly od 27.4.2020 do 12.6.2020. Sběr a kontrola pastí probíhaly každý den v dopoledních hodinách, byl zjišťován počet dospělců v každé pasti a určeno pohlaví. Byly popsány jednotlivé porostní charakteristiky pokusné plochy. Pro kontrolu přítomnosti samic a zjištění poměru pohlaví na stromech, kde byl pozorován žír dospělců, bylo provedeno sklepání dospělců z dostupných větví do plachet umístěných pod stromem. Následně bylo provedeno spočítání dospělců, určeno pohlaví, zjištěn poměr pohlaví a vypočítán teoretický počet dospělců na stromě. Sklepání bylo provedeno dvakrát v průběhu pokusu v teoretické gradaci rojení s týdním odstupem.

Po vyhodnocení a zpracování výsledků bylo zjištěno, že pasti navnazené feromonovým odparníkem jsou prokazatelně účinné. Jejich účinnost je ovlivněna umístěním v porostu, což vyjadřují jednotlivé charakteristiky pokusných ploch. Byla prokázána pozitivní závislost odchytů na věku porostu a světelných podmínkách. Současně byl prokázán negativní vliv většího zakmenění, rostoucí vzdálenosti holiny do 0,04 ha a porostu do 10 let. V nenavnazených pastech byla statisticky prokázána pozitivní závislost odchytů na věku porostu. Naopak negativní vliv na odchty dospělců v pastech byly zjištěny se zvyšující se vzdáleností od holiny do 0,04 ha a porostu do 10 let.

**Klíčová slova:** Melowit; *Melolontha hippocastani*; letová aktivita; poměr pohlaví; populační hustota

## Abstract

The presented work evaluated the effectiveness of pheromone lures designed for attracting and monitoring during the swarming of the forest cockchafer (*Melolontha hippocastani*). The efficiency was assessed according to the habitat conditions on the experimental area, where there were always two window traps, one was baited with a pheromone lure and the other was without bait.

Pairs of traps were distributed depending on the population density of the forest cockchafer in soil probes and historical records from previous population development. The height of the traps was chosen so that the lower edge of the trap was at a height of 2.5 m above the ground.

Swarming, capture and collection took place from 27.4.2020 to 12.6.2020. Traps were collected and inspected daily in the morning, the number of adults and the sex in each trap was determined. The individual forest stand characteristics of the experimental area were described. To check the presence of females and to determine the sex ratio on the trees, the consumption of adults was observed, the adults were lowered from the available branches into sails placed under the tree. Subsequently, the number of adults was counted, the sex was determined and the theoretical population density of adults on the tree was calculated. The tapping was performed twice during the experiment in a theoretical outbreak phase with a weekly interval.

After evaluation and processing of the adult collections results, it was found that the traps with the pheromone lures are effective. Their efficiency was influenced by their location in the stand, which is expressed by the individual characteristics of the experimental plots. A positive influence of capture on stand age and light conditions was demonstrated. At the same time, a negative effect of stand density, increasing distances of clearing area up to 0.04 ha and stand age up to 10 years was proved. In non-baited traps, a positive influence of the stand age on catches was statistically significant. On the other hand, a negative effect on the adults capture in traps was demonstrated with increasing distance from clearing area to and up 0.04 ha and stand age to 10 years.

**Key words:** Melowit; *Melolontha hippocastani*; flight activity; sex ratio; population density



## Obsah

1.	Úvod.....	11
2.	Cíle práce .....	13
3.	Literární přehled .....	14
3.1	Chroust maďalový ( <i>Melolontha hippocastani</i> Fabr.).....	14
3.1.1	Popis a bionomie .....	14
3.1.2	Areál rozšíření .....	24
3.2	Feromonová komunikace .....	25
3.2.1	Obecně.....	25
3.2.2	Látky uvolňované rostlinami.....	25
4.	Metodika .....	29
4.1	Charakteristika revíru Vysoká.....	29
4.2	Výběr lokality.....	32
4.3	Terénní práce.....	32
4.3.1	Kontrolní půdní sondy.....	32
4.3.2	Určení stanovišť pastí.....	33
4.3.3	Příprava a rozmístění nárazových pastí.....	34
4.3.4	Charakteristiky kontrolních ploch.....	36
4.3.5	Kontrola, sběr, určení pohlaví dospělců.....	38
4.3.6	Sklepávání dospělců .....	39
4.3.7	Sledování průběhu počasí.....	40
4.3.8	Statistická analýza dat .....	40
5.	Výsledky .....	41
5.1	Půdní sondy.....	41
5.2	Přehled stanovištních podmínek .....	42
5.3	Přehled sběru dospělců.....	45

5.3.1	Odchyty v pastech .....	45
5.3.2	Sklepávání dospělců .....	53
5.4	Klimatické podmínky .....	54
5.4.1	Průběh teplot.....	54
5.4.2	Průběh dalších klimatických jevů.....	55
5.5	Vyhodnocení .....	57
6.	Diskuze .....	59
7.	Závěr .....	63
8.	Seznam literatury a použitých zdrojů .....	64
8.1	Zdroje .....	71
8.2	Seznam obrázků .....	72
8.3	Seznam tabulek .....	73

## 1. Úvod

Lesy rostoucí na území České republiky prošly za poslední staletí výraznou proměnou. Z klimaxových lesů, které jsou odolnější vůči abiotickým a biotickým škodlivým činitelům se v důsledku různě intenzivního hospodaření staly lesy kulturní, ve většině případů stejnorodé a stejnověké. Ekologická stabilita těchto kulturních lesů je nízká, a proto jsou lesy náchylnější k působení škodlivých činitelů a vzniku škod.

Chrousti rodu *Melolontha* jsou mimořádně významnými hmyzími škůdci. Mohou působit škody značného rozsahu, které negativně ovlivňují obnovu lesa a mohou vést až k odumírání souvislých porostů (Woreta, Sukovata, 2014). Chroust maďalový je jedním ze zásadních škůdců, který v době rojení provádí úživný žír na listnatých dřevinách, zejména na dubech, bucích a dalších. Larvy chrousta – ponravy – způsobují významné škody na sazenicích téměř všech lesnický významných dřevin (Švestka, Drápela, 2012).

V České republice jsou oblasti výskytu a s tím související škody vázány pouze na nejteplejší oblasti Čech a Moravy (kraje Středočeský, Pardubický, Královéhradecký a Jihomoravský), kde se na písčitých půdách v borových oblastech nížin středního a východního Polabí a dolního Pomoraví tento druh přemnožuje. V roce 2018 bylo poškození výsadeb a kultur evidováno na ploše cca 85 ha (2017 – cca 115 ha), nejvíce na území Jihomoravského kraje, okresu Hodonín. Vykázané škody na lesních porostech souvisí s vývojem ponrav v půdě, kdy v kalamitní oblasti na jihovýchodní Moravě v roce 2018 působily poškození ponravy posledního instaru. V roce 2019 došlo k očekávanému výraznému nárůstu poškození v oblasti středních a východních Čech (Polabí), které svým žírem způsobily larvy posledního instaru (Zpráva o stavu lesa, 2018).

V roce 2019 bylo poškození výsadeb a kultur evidováno na ploše téměř 100 ha (2018 – cca 85 ha), nejvíce na území Jihomoravského kraje, okresu Hodonín. Kalamitní rojení brouků v oblasti jižní Moravy v roce 2019 bylo silně negativně ovlivněno nepříznivými povětrnostními podmínkami v měsíci květnu (Zpráva o stavu lesa, 2019).

Lesy České republiky, s.p. registrují v současné době přemnožení chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani* Fabr.) na jihovýchodní Moravě na Lesní správě Strážnice (nyní LS Buchlovice), kde proběhlo rojení imág v roce 2019. V Polabí se vyskytují dva kmeny, jeden na LS Mělník (nyní LS Brandýs nad Labem), kde proběhlo rojení v roce 2019 a druhý na LS Nymburk (nyní LS Brandýs nad Labem), LS Nasavrky a LS Choceň, kde rojení proběhlo v roce 2020 (Knížek, Liška, 2018).

Použití chemických přípravků v ochraně lesa je oproti zemědělství výrazně omezeno, resp. v použití insekticidních přípravků na ochranu rostlin v oblasti lesnictví v souvislosti se škodami působenými porážkami chrousta je omezeno pouze na jeden přípravek a to Force 1,5 G s účinnou látkou tefluthrin a dobou povoleného užívání do 31.12.2022 (Registr přípravků na ochranu rostlin). Za snižováním používání pesticidů je v posledních letech vliv politického úsilí Evropské unie. Evropským parlamentem zavedené právní předpisy zakázaly téměř všechny půdní insekticidy určené k ochraně lesa (Woreta, Sukovata, 2014).

Z těchto důvodů je pro lesnickou praxi důležité nalézat nové metody a možnosti v ochraně lesa proti chroustům. Tato diplomová práce je věnována chroustu maďalovému a možnosti využití feromonových návnad umístěných v nárazových pastech k monitoringu a kontrole stavu populace tohoto druhu v době rojení.

## 2. Cíle práce

Hlavními cíli diplomové práce bylo:

- popsat letovou aktivitu chrousta maďalového v průběhu rojení a vliv klimatických podmínek na průběh letové aktivity,
- vyhodnotit odchvy dospělců v nárazových pastech navnazených feromonovým odparníkem s odchvy v pastech kontrolních bez odparníku,
- porovnat poměr pohlaví dospělců odchycených v nárazových pastech navnazených feromonovým odparníkem s odchvy v pastech kontrolních bez odparníku,
- stanovit základní porostní charakteristiky pokusných ploch a vyhodnotit jejich vliv na odchyt dospělců.

### 3. Literární přehled

#### 3.1 Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* Fabr.)

##### 3.1.1 Popis a bionomie

Chroust maďalový a chroust obecný (*Melolontha melolontha* L.) si jsou morfologicky podobní. Chroust maďalový je ale nepatrně menší (20 až 29 mm), je více ochlupený a téměř celý hnědě zbarvený s tmavšími bočními okraji krovek. Tykadlový vějířek samců je delší než hlava. Pygidium je černé, dosti krátké a u samců delší než u samic. Pygidium samců je na konci knoflíkovitě rozšířené a postavené téměř kolmo k podélné ose těla. Pygidium samic je dlátovité a směřující spíše šikmo k podélné ose těla (Křístek, Urban, 2004).

Bionomicky se chroust maďalový od chrousta obecného v mnoha směrech liší. Areál rozšíření na sever Evropy značně přesahuje areál chrousta obecného a na východě sahá až k Tichému oceánu. V severní oblasti výskytu se ponravy vyvíjejí především v osluněné půdě bez stromů a keřů, v jižní oblasti se ponravy vyvíjí zejména v půdě zastíněné dřevinami. V České republice nemá souvislé rozšíření jako chroust obecný a je více adaptován na suché klima. Vyhledává ke svému vývoji prosvětlené lesy v nížinách na písčitých půdách. V přírodních podmínkách České republiky se rojí o jeden až dva týdny dříve než chroust obecný (Křístek, Urban, 2004).

Oba druhy chroustů se často vyskytují společně a je možné, že vytvářejí křížence, kteří se až na pygidium, více podobají chroustu obecnému. Úživný žír probíhá v korunách stromů blízko místa vylíhnutí a samice kladou vajíčka v blízkosti místa úživného žíru, a jen dojde-li k přemnožení, zalétají klást vajíčka do polí přiléhajících k lesům. Hlavními hostitelskými dřevinami jsou dub, habr, modřín, osika, bříza a buk. Ponravy *M. hippocastani* svým žírem působí škody zejména ve školkách a na smrkových a borových sazenicích a výsadbách (Křístek, Urban, 2004).

Nakladená vajíčka chroustů nalezneme v půdě ve skupinách po 10 až 36 od začátku května až do začátku července. Jankeho (1928) pokusy ukázaly, že hloubka, do které jsou kladena vajíčka je ovlivněna hlavně kvalitou a typem půdy. Průměrná hloubka, do které samice klade vajíčka je od 10 do 40 cm pod povrchem. Ve velmi tvrdých půdách bylo nalezeno přes 50 % vajíček jen 2 cm pod povrchem a nejhlubší snůšky na tomto místě byly v hloubce 10 cm (4 % vajíček). V sypké půdě samice kladly vajíčka značně

hlouběji a maximální počet vajíček byl nalezen v hloubkách 30 až 40 cm (56 % vajíček). Ještě v hloubce 50 až 60 cm bylo nalezeno 5 % vajíček (Hejda, 2017).

K vývoji vajíček chroustů je potřeba vhodné vlhkosti a uložení v hloubce, která vajíčka chrání proti vyschnutí. Z toho důvodu samice v sypkých půdách zalézají ke kladení vajíček do větší hloubky. Na těžších uléhavých půdách, které udržují vhodnou vlhkost, kladou samice vajíčka blíže k povrchu. Čerstvě nakladená vajíčka jsou špinavě bílá, oválná, dlouhá 3 mm a široká 2 mm. Vajíčka chroustů přijímají na začátku zárodečného vývoje vodu a zvětšují svůj objem až trojnásobně. Proto jsou v první době svého zárodečného vývoje velmi citlivá na vlhkost a při nedostatečné vlhkosti hynou. Asi po deseti dnech příjem vody končí, vajíčka jsou odolnější proti suchu a pokračuje zárodečný vývoj (Kratochvíl et al., 1953).

Larvy prvního instaru se líhnou z vajíček po 30–40 dnech v červnu až červenci, přičemž teplota půdy je  $>17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , při nižších teplotách se vývoj prodlužuje. Ponravy I. instaru setrvávají pohromadě a jako zdroj potravy postačí humusové částice. Kde se tyto částice vyskytují v malém množství, přechází na jemný kořenový systém rostlin. Velice důležitý je jejich kontakt po vylíhnutí s trusem samice, aby tak získaly symbiotické střevní bakterie umožňující trávení celulózy z přijímaných částí kořenů. V pozdním létě nebo až na jaře se rozlézají a na konci vegetační doby dorůstají velikosti 10–13 mm. Pokles teplot v půdě na  $10\text{--}11\text{ }^{\circ}\text{C}$  vyvolá zastavení příjmu potravy a iniciuje vstup do větší hloubky (30–60 cm). Důvodem opuštění svrchních půdních vrstev ve vegetačním období, např. u ponrav žeroucích na kořenech travních porostů, může být výrazné sucho v letním období (Kula, 2019).

Vývoj ponrav je závislý na klimatických podmínkách. U chrousta maďalového trvá tři až pět vegetačních období. Podle délky trvání jednotlivých instarů rozlišujeme cyklus vývoje na tříletý, čtyřletý nebo pětiletý. Z vajíček nakladených na konci dubna a v květnu se na přelomu června a v červenci líhnou larvy I. instaru. Z počátku vývoje zůstávají pohromadě a živí se humusovými částicemi v půdě a jemnými kořínky rostlin. Ke konci léta se rozlézají dále za potravou. V dalším víceletém vývoji se dvakrát svlékají, proto rozeznáváme tři instary ponrav chroustů, které jsou poměrně snadno rozeznatelné podle šířky hlavové schránky (tab. 1) (Kratochvíl et al., 1953).

Tabulka 1: Šířka hlavové schránky podle jednotlivých stadií

Stadium ponravy (instar)	Šířka hlavové schránky v mm
1. instar	2,1 - 2,58 - 3,0
2. instar	3,7 - 4,19 - 4,8
3. instar	5,7 - 6,49 - 7,1

Při tříletém vývojovém cyklu se larvy svlékají ještě v témže roce po vylíhnutí. Svlékání probíhá obvykle v srpnu až září. Přezimuje tedy druhý instar a k druhému svlékání dochází v červnu až červenci druhého roku a vzniká třetí instar ponravy neboli dospělá larva. Tato ponrava přezimuje a na jaře až počátkem léta dorůstá. Kuklí se v červenci až srpnu třetího roku. Koncem léta se líhne z kukly dospělý brouk, ten přezimuje v půdě a na jaře čtvrtého se prohrabe k povrchu a vylétá (Kratochvíl et al., 1953).

Při čtyřletém vývojovém cyklu přezimuje ponrava v prvním instaru, poprvé se svléká až v druhém roce období života, a to v červnu až červenci. Ke druhému svlékání dochází opět v červnu až červenci třetího roku a dospělá ponrava zimuje a kuklí se počátkem léta čtvrtého roku. Stadium kukly je krátké, trvá pouze 3 až 4 týdny, takže dospělý brouk se líhne již koncem léta. Přezimuje a na jaře vyleze z půdy a vylétá (Kratochvíl et al., 1953).

U pětiletého vývojového cyklu je vývoj stejný jako u čtyřletého cyklu, s tím rozdílem, že ponravy III. instaru dvakrát přezimují a kuklí se v červenci čtvrtého roku. Dospělý chroust vylétá na jaře pátého roku (Kapitola, Holuša, 2002).

Ponravy k přezimování zalézají do hloubky asi 30 až 60 cm pod povrchem. V létě ožirají kořínky rostlin v hloubce 5 až 20 cm, pokud není půda příliš vyschlá. Je-li vrchní vrstva půdy příliš vyschlá, ponravy i v létě zalézají hlouběji do vlhčí půdy (Hůrka, 1955). Jak uvádí Schwerdtfegera (1939) vystupují ponravy po zimování k povrchu půdy až teplota půdy stoupne na +7 až +10 °C. Podzimní sestup ponrav k zimování nastává při ochlazení půdy na teploty +10 až +11 °C (Kratochvíl et al., 1953).

V průběhu svého vývoje se ponravy živí kořínky rostlin, ponravy prvního instaru i humusovými částicemi půdy. Největší škody působí ponravy druhého (Obr. 1), a hlavně třetího instaru. Ponravy jsou schopné sežrat kořínky až do tloušťky obilné slámy. Z tlustších kořenů ohlodávají kůru. Ené Mircea (1942) odhaduje, že ponrava během svého



vývoje spotřebuje až 100 g potravy, jedná se o množství relativně velmi malé, což může vést k pochybnostem (Kratochvíl et al., 1953).

Po oteplení půdy v místech zimování se ponravy přemísťují do podpovrchové vrstvy půdy, kde pokračují ve vývoji a v červenci se mění v ponravy II. instaru, které ožirají jemné kořinky. Podle Eschericha (1923) ponravy druhého a třetího instaru ožirají kořenový systém, u starších stromků kůru na silnějších kořenech. Ponravy I. a II. instaru *M. hippocastani* vykazují rychlý nárůst hmotnosti, zatímco u III. instaru existuje téměř nulový nebo dokonce negativní nárůst hmotnosti. To může znamenat, že příjem potravy ponravou 3. instaru je cílen k podpoře metabolických a behaviorálních procesů spojených s přípravou na kuklení a nikoli růst (Kula, 2019).

Schwerdtfeger (1939) a Ené Mircea (1942) sledovali vliv nízkých teplot na pohyb ponrav a zjistili, že dolní teplotní hranice pro aktivní pohyb ponrav je dosti vysoká. Ponravy v prvního instaru ztrácely možnost aktivního pohybu již při teplotě +6,3 °C. Z toho lze soudit, že při zaujetí místa k přezimování a nastanou-li tuhé mrazy, nemá již ponrava možnost zalézt hlouběji. Smrt chladem nastává podle doby trvání mrazu již při teplotách -3,2 °C až -5,2 °C. Obecně lze mít za to, že letální teplotou je zmrazení asi na -4 °C. Této teploty v normálních přezimovacích hloubkách ponrav, tj. průměrně v hloubce 40 cm pod povrchem, není nikdy dosaženo. Z tohoto důvodu jsou larvy po celou dobu zimy chráněny v zemi a nelze předpokládat to, že by za tuhé zimy byla populace ponrav zničena mrazy, obzvláště když i malá pokrývka sněhu působí jako výborný izolátor (Kratochvíl et al., 1953).

Švestka (2009) uvádí, že ponravy I. instaru vylíhnuté v průběhu června a července 2003 (v lokalitě Vracov, LS Strážnice) přezimovaly v průměrné hloubce 35 až 40 cm. V květnu 2004 byla zjištěna přítomnost ponrav v hloubce 10–20 cm a to 97,8 % ponrav I. instaru a 2,2 % ponrav II. instaru, v červenci 2004 převládaly ponravy II. instaru (86,7 %) nad ponravami I. instaru (13,3 %). Larvy zimovaly opět v hloubce 35–40 cm. V květnu 2005 se ponravy nacházely v hloubce 10–20 cm, a to v zastoupení 99,2 % ponrav II. instaru a 0,8 % III. instaru. Na přelomu června a července 2005 bylo zastoupení ponrav II. instaru 16,5 % a 83,5 % III. instaru. Ponravy zimovaly v hloubce 40–50 cm. V květnu 2006 bylo zastoupení ponrav II. instaru 99,0 % a 1 % III. instaru. Na přelomu června a července 2006 se ponravy zakuklily. V průběhu pozdního léta se noví dospělci přesouvali do hlubších vrstev půdy k zimování (Švestka, 2009).

Obrázek 1: Chroust maďalový, *Melolontha hippocastani*, larva, foto Ehrenberger 2018



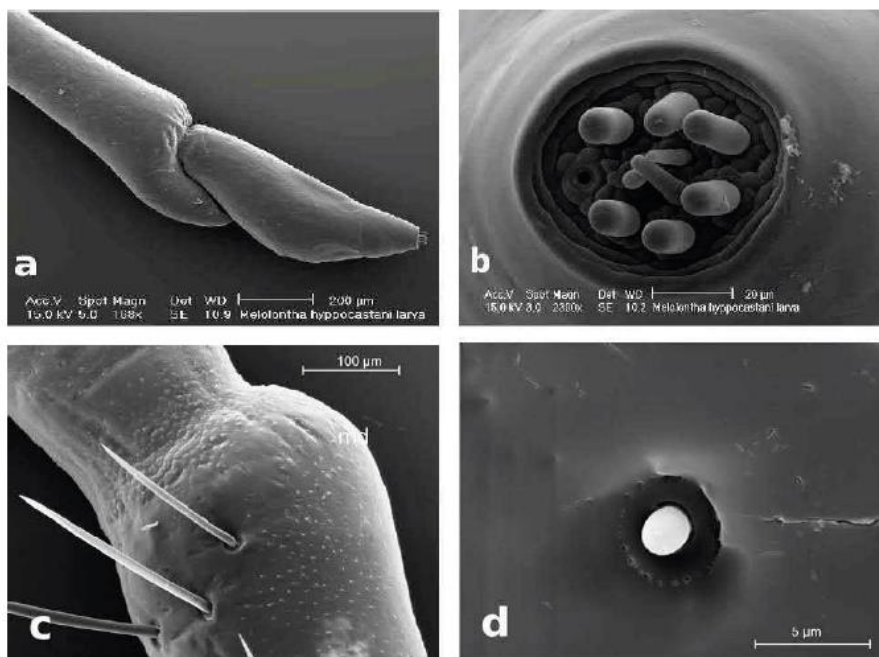
Ponravy chroustů jsou co do výběru živných rostlin málo vybíravé. Z lesních dřevin se živí kořeny borovic, dubů, smrků a dalších lesních dřevin. Obecně lze říci, že zemědělské kultury jsou více poškozovány chroustem obecným a lesní školky a porosty chroustem maďalovým. Toto zjištění vyplývá z faktu, že samice chrousta obecného kladou vajíčka na pole, kdežto samice chrousta maďalového kladou vajíčka na volné plochy nedaleko místa svého žiroviště (Kratochvíl et al., 1953).

Ponravy chroustů vykazují vysoce sofistikovanou chemosenzorickou kapacitu a jsou tedy dobře vybaveny pro podzemní chemickou orientaci široké škály jiných složek než CO<sub>2</sub>. Poloměr aktivity *M. melolontha* může kolísat až několik metrů (Kula, 2019).

Jak znázorňuje obrázek 2, jsou u ponrav chroustů dobře vyvinuta tykadla umožňující detekovat vůně (chemoreceptory), ale i vlhkost a teplotu (Rospars 1988). Tyto olfaktorické sensilly jsou rovněž na makadlech a dalších částech ústního ústrojí. Tykadla larev Scarabaeidae mají vždy zřetelnou apikální skupinu „trichoid a basiconic“ sensil. *M. hippocastani* má 9 „basiconic“ a 1 „trichoid“ sensilu (Aleksiev et al. 2006). Je to relativně malé množství, které doplňují sensilky umístěné na přívěscích ústního ústrojí. Weissteiner et al. (2012) uvádí, že na tykadlech se nachází 70 glomerulí, což jsou primární olfaktorické jednotky, které představují vysoce rozvinutý čichový systém (Kula, 2019).

Na obrázku 2 je znázorněn detail tykadla chrousta: detail a) první dva články tykadla, detail b) zakončení posledního tykadlového článku, detail c) dlouhá sensilla „trichoidea“ 1. segmentu, detail d) čelní pohled na sensillu „coeloconicum“ nacházející se na distální části 2. segmentu tykadla (podle Weissteiner, 2010) (Kula, 2019).

Obrázek 2: Tykadlo ponravy 3. instaru chrousta *Melolontha hippocastani* (Weissteiner, 2010)



Ponrava třetího instaru se kuklí obvykle v červenci a v srpnu třetího, čtvrtého nebo pátého roku podle svého vývojového cyklu. Před kuklením zalézají ponravy hlouběji do půdy, hloubka kuklení je 30 až 40 cm, ve výjimečných případech až 1,5 m. Na hloubku kuklení má vliv kvalita a prostupnost půdy. V místě kuklení si ponrava vytváří oválnou komůrku s upěchovanými stěnami. Před kuklením je ponrava velmi měkká a její zadeček dostává špinavě žlutou barvu (obr. 3). Postupně se tělo narovná, takže jen hlava a konec zadečku jsou zahnuty. Ke kuklení pak dochází asi čtyři dny po narovnání. Délka trvání kukly je asi tři týdny a doba vývoje kukly je závislá na teplotě. Dospělý brouk je po opuštění kukly měkký a špinavě bílý, následně chitinový pancíř pozvolna tvrdne a dostává normální zbarvení (Kratochvíl et al. 1953).

Brouci zimující v zemi se vyhrabávají k povrchu počátkem jara příštího roku. Názory na to, kdy a při jaké teplotě se začínají chrousti rojit jsou různé. Schuch (1953) pozoroval ještě v první polovině dubna chrousty velmi často přímo v kukelních komůrkách, nebo zcela nedaleko od svlečené exuvie kukly. V té době byla průměrná teplota v 5 cm hloubky 6 °C a v 50 cm hloubky 7,2 °C. Teprve když průměrná teplota v 5 cm hloubky byla 10 °C a v 50 cm 9,2 °C, nastal hromadný výstup chroustů k povrchu (Kratochvíl et al. 1953). Chrousti se aktivují po přezimování od konce dubna (v pahorkatinách od poloviny května), kdy půda v hloubce 10–20 cm překročí 10 °C po 2–3 následující dny a teplota vzduchu 20 °C, nebo je v hloubce 10 cm teplota 10 °C a

teplota vzduchu 12–15 °C (Wagenhoff 2014), což je v souladu s daty Zivanovice (1972) a Niklase (1974), zatímco Richter (1962) uvádí teplotu půdy 12–17,4 °C a Trotus et al. (2013) pouze 6,1–14,2 °C (Kula, 2019).

Obrázek 3: Chroust maďalový, *Melolontha hippocastani*, kukla, foto Matějčík, 2010



Obecně se samci chrousta maďalového začínají objevovat o několik dní dříve než samice. Do 10 dnů po první letové aktivitě byl sledován vrchol opouštění půdy dospělci. Byla pozorována synchronizace mezi rojícími se dospělci a zráním listů hostitelských stromů. Hlavními hostitelskými druhy pro zralostní žír v oblasti studie jsou *Quercus rubra* (L.), *Q. robur* (L.) a *Q. petraea* (Liebl.), kde byla pravidelně pozorována závažná defoliace. *Fagus sylvatica* (L.), *Acer pseudoplatanus* (L.), *Juglans regia* (L.) a *J. nigra* (L.) byly snadno přijímány, zatímco u *Carpinus betulus* (L.) a *Betula pendula* (Roth) byla defoliace nevýznamná. *Fraxinus excelsior* (L.), *Alnus glutinosa* (L.) a *Tilia* sp. byly téměř nebo úplně mimo oblast zájmu dospělců. Běžně byla pozorována preference jednotlivých stromů, dokud nebyly jejich listy příliš ztvrdlé (Wagenhoff, 2014). Úživný žír imág chrousta maďalového, jako širokého polyfága, je soustředěn na listnaté dřeviny (viz obrázek 4), z počátku na nejčasněji rašící břizu a následně na další druhy jako je buk (obrázek 5), dub (obrázek 6), dub červený (obrázek 7), osika aj. listnáče, včetně ovocných stromů. V době, kdy opouští chroust maďalový půdu, začínají rašit duby a tvořící se jemné listy obsahují značné množství aminokyselin a bílkovin, hodně vody a malé množství tříslovin. Během rojení se zvyšuje koncentrace taninu v listu a hmyz může být odpuzován. Jarní srážky, obsah vody v rostlině a vzdušná vlhkost zvyšují kvalitu přijímané potravy (Kula, 2019).

Obrázek 4: Chroust maďalový, *Melolontha hippocastani*, dospělec, foto Ehrenberger 2012



Obrázek 5: Chroust maďalový, *Melolontha hippocastani*, úživný žír na BK, foto Ehrenberger 2012





Obrázek 6: Chroust maďalový, *Melolontha hippocastani*, úživný žír na DB, foto Ehrenberger 2020



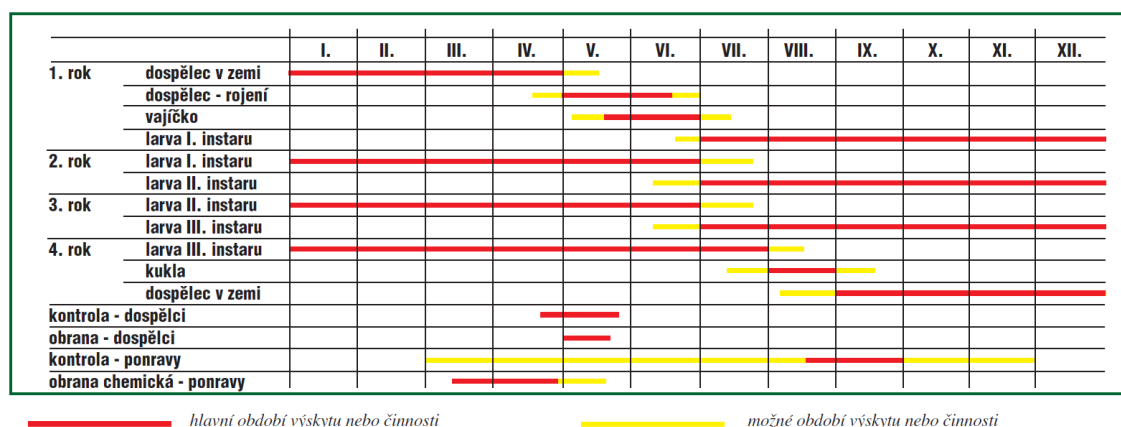


Obrázek 7: Chroust maďalový, *Melolontha hippocastani*, úživný žír na DBC, foto Ehrenberger 2020



Protože je bionomie chrousta maďalového dobře známa, je také dobře definováno období kontroly a zásahu proti tomuto druhu. V tabulce 2 je znázorněn čtyřletý vývojový cyklus chrousta maďalového, kde je uvedeno v jakém období se vyskytuje dané vývojové stadium. Současně je znázorněno vhodné období pro kontrolu jednotlivých vývojových stádií a doporučen termín obrany.

Tabulka 2: Vývojový diagram čtyřletého vývojového cyklu *Melolontha hippocastani* (Kapitola, Holuša, 2002)



### 3.1.2 Areál rozšíření

Areál rozšíření *Melolontha hippocastani* od východu zahrnuje lesní a lesostepní oblasti Ruska až do střední a severní Evropy (Lisov, 1984). Ve střední Evropě se častěji vyskytuje *M. melolontha*, kdežto *M. hippocastani* vyhledává ohraničená lesní území s písčitou půdou (Hase, 1984). Na území Polska se střídavě vyskytují oba škodlivé druhy chroustů (Sierpiňská, 2008). V Polsku bylo popsáno pět hlavních kmenů *M. melolontha*, a devět kmenů *M. hippocastani*. Čtyři kmeny se čtyřletým vývojovým cyklem a pět kmenů s pětiletým vývojovým cyklem. Obdobná situace byla popsána v Dánsku, severním Německu a Švédsku, kde mají oba druhy chroustů čtyřletý až pětiletý vývojový cyklus (Christensen, 1986).

V jižní a jihozápadní části Evropy (jižní Německo, Rakousko, Švýcarsko) mají oba druhy chroustů čtyřletý nebo tříletý vývojový cyklus (Bulmer, 1977).

V oblasti střední Evropy působí *M. hippocastani* významné škody v Německu, kde např. v Hesensku v posledních desetiletích je tento druh přemnožen na 10 000 až 15 000 ha lesní půdy (Rohde, 1996). Také v Baden-Württembersku a Porýní se chroust maďalový po roce 1980 přemnožil na více než 22 000 ha (Delb, 2004).

V současnosti je *M. hippocastani* monitorován v České republice v několika izolovaných lesních komplexech s písčitou půdou v teplých polohách. Na majetku Lesů České republiky se chroust maďalový vyskytuje na několika lesních správách (dále LS). Na bývalé LS Strážnice (nyní LS Buchlovice) je zvýšený až kalamitní stav chrousta maďalového na příhodných lokalitách o rozloze cca 5 000 ha. Centrum výskytu je v revírech Vracov, Bzenec, Ratíškovice, Dubňany a Místřín. V Polabí se hlavní lokalita



výskytu chrousta maďalového nachází na území LS Brandýs nad Labem (bývalá LS Mělník) a v revírech Pojizeří a Zelená bouda, kde se vyskytuje na 1 500 ha. K těmto lokalitám přibyla LS Choceň s revírem Vysoká. Vojenské lesy a statky ČR monitorují zvýšený až kalamitní stav na LS Lipník (okres Mladá Boleslav) na lokalitách příhodných pro vývoj chrousta na území o rozloze cca 2 500 ha. Na sousedním Slovenském Záhoří (Šaštín-Stráže, Malacky) je přemnožena stejná populace chrousta maďalového jako na jihovýchodní Moravě, kde vznikají významné hospodářské ztráty na cca 800 ha (Švestka, Balek, 2006).

## 3.2 Feromonová komunikace

### 3.2.1 Obecně

Je známo, že těkavé látky jsou zapojeny do sexuálního chování fytofágního hmyzu interakcí s feromony. Tzv. těkavé látky ze zelených listů (šesti uhlíkové aldehydy, alkoholy a jejich estery), které jsou uvolněné mechanicky poškozenou rostlinnou tkání, mohou indukovat feromon uvolněný do emitoru nebo synergicky zvyšovat citlivost systému příjemce (Ruther, 2001).

Vztah mezi feromony hmyzu a volatilními rostlinnými látkami je znám u širokého spektra druhů. Volatilní látky zvyšují atraktivitu feromonu. U zástupců čeledi Scarabaeidae je toto spojení velmi významné pro sexuální komunikaci. Fyziologické studie potvrzují, že listorozi zástupci mají receptory specializované a citlivé na tzv. zelené, listové, volatilní látky (green, leaves, volatile–GLV). Jedná se o látky vytvořené v rostlinných tkáních po jejich poškození přes octadecanoidní „dráhy“. Převažují terpenoidy, aromatické složky, alkoholy, aldehydy a estery, následně dochází k enzymatické oxidaci volných mastných kyselin. Tyto složky jsou uvolňovány všemi zelenými rostlinami a přitahují řadu druhů včetně zástupců čeledi Scarabaeidae. Tato závislost byla potvrzena u rodu *Melolontha* a u *Phylopertha horticola* (L.). Rostlinné volatilní látky napomáhající páření byly označeny jako sexuální kairomony (Kula, 2019).

### 3.2.2 Látky uvolňované rostlinami

Chemická ekologie u fytofágních brouků čeledi Scarabaeidae popisuje množství pohlavních feromonů (Leal 1995, 1997, 1998) a volatilních rostlinných látek (Ladd, McGovern 1980, Loughrin at al. 1996 a, 1996 b, 1998, Imai et al. 1998). S existencí pohlavních feromonů souvisí pohlavní dimorfismus a utváření samčích tykadel. (Kula, 2019)

Ruther uvádí, že 1,4–benzochinon a toluchinon nejsou pohlavně specificky produkovány samicemi, ale ani samci v mladistvém vývojovém stádiu. Zatímco samice obsahovaly asi čtyřikrát vyšší množství těchto chinonů než samci, u larev bylo zjištěno, že obsahují jeho nejvyšší množství (Ruther, 2001).

U chroustů se jedná o reakci na zelené, listové, volativní látky (green, leaves, volatile – GLV), které synergicky zvyšují rozlišovací schopnost samců mezi 1,4–benzochinonové deriváty uvolněné žírem samice nebo jinou formou poškození listu. Bylo rovněž pozorováno, že ve období, kdy na stromech převažují žeroucí samci se projevuje snaha o kopulaci ze strany dalších přilétajících samců (obrázek 8), neboť uvolňované látky při žíru jsou motivační (Kula, 2019).

Obrázek 8: Kopulace chrousta maďalového, foto Ehrenberger 2020



Při zralostním žíru samice chrousta zůstávají na stromě, žerou listy a vylučují pohlavní feromony. Žír je příčinou uvolňování volativních látek z asimilačního aparátu (GLV), které lákají rojící se samce. V tomto procesu dochází k enzymatické oxidaci nenasycených mastných kyselin a uvolněná vůně obsahuje izomery hexenol, hexenal a hexenyl acetát. U *M. melolontha* se jedná o aldehydy, alkoholy a acetáty, přičemž

atraktivitu pro samce mají pouze alkoholy uvolněné z narušených listů žírem. Samice na žádnou složku nereaguje (Kula, 2019).

Vzhledem k dimorfismu v letovém chování, když je koncentrace 1,4-benzochinonu velmi nízká, je šance střetnutí samců místo se samicemi vyšší. Z toho plyne letová aktivita samců, kdy 1,4-benzochinon je spolehlivým vodítkem k vyhledávání samic uvnitř stromů, když byli samci přitahováni na tato místa těkavými látkami uvolněnými z poškozených listů. Obsah 1,4-benzochinonu je u samic výrazně vyšší než u samců. Samice tak mohou zvýšit možnost samců na přistání v jejich blízkosti (Ruther, 2001).

Chroust maďalový tráví většinu života v půdě. Ponravy se vyvíjí 3–4 roky v lesní půdě, kde žere kořeny rostlin. Po opuštění kukly dospělí brouci hibernují v půdě až do poloviny dubna. *M. hippocastani* se musí v půdě bránit před predátory jako např. mravenci, dospělci střevlíkovitých a larvy kovaříků. Nicméně koncentrace chinonů, které pomáhají odpuzovat dravce, jsou nalezeny ve všech stádiích *M. hippocastani* a jsou mnohem nižší než u jiných známých druhů hmyzu (Ruther, 2001).

Jako těkavé látky jsou uvedeny tolucinon a benzochinon emitované listy poškozenými samicemi chrousta. Obě látky samy o sobě nelze považovat za atraktanty. Ovlivňují však účinnost synteticky vyráběných atraktantů (Trdan, 2019).

Cis-3-hexen-1-ol, hlavní listový alkohol, který může být používán jako atraktant v nezávislé nebo kombinované formě, jenž má přilákat organismy reagující na tyto látky. Cis-3-hexen-1-ol se ukázal jako efektivní při lákání dospělců chrousta obecného v nezávislém výzkumu. Trdan (2019) tak potvrdil prohlášení autorů Ruther et al. (2002) a Reinecke et al. (2002), kteří tvrdí, že alkoholy jsou velmi účinné při lákání dospělců chrousta (Trdan, 2019).

Podle Reinecke (2005) reagují výhradně samci na šesti uhlíkaté alkoholy z nichž nejvyšší účinnost vykazují 1-hexanol (E)-2, (Z)-3-hexen-1-ol a (E)-3-hexen-1-ol. Ruther et al. (2000) uvádí prvotní data o chemické komunikaci chrousta maďalového. Užili návnady z hostitelských dřevin (*Carpinus betulus* L. a *Quercus rubra* L.) a necílové stromy pozdní (*Prunus serotina* Ehrh.). Poškozené listy vykazovaly vyšší atraktivitu než nepoškozené listy téže dřeviny. V případě ošetření střechy směsí syntetických látek se stala atraktivní k přiletu chrousta maďalového. Imrei, Tóth (2002) studovali reakci chrousta obecného na látky získané ze zelených listů *Quercus sessiliflora* Salisb.

rozdrcených v ruce a na syntetickou směs charakterizující vůni zelených listů, kterou užil Ruther et al. (2000) pro *M. hippocastani*, která obsahuje (Z)-3-hexenyl acetát (100), (Z)-3-hexen-1-ol (20), benzaldehyd (10), (E)-2-hexen-1-ol (1) a 1-hexanol (1) z 95 % v čistém stavu. Na oba typy návnad nalétali výhradně samci *M. melolontha* (Imrei, Tóth 2002) i *M. hippocastani* (Ruther et al. 2000). Z toho vyplývá obecná shoda v chemické komunikaci u *M. melolontha* a *M. hippocastani* a je popisována i u dalších zástupců čeledi Scarabaeidae (*Maladera matrida* Argman, *Popillia japonica* Newman) (Harari et al. 1994, Loughrin et al. 1995, 1996 b), kde však na poškozené listy reagovala obě pohlaví (Kula, 2019).

## 4. Metodika

### 4.1 Charakteristika revíru Vysoká

Centrum revíru Vysoká se nachází jihovýchodně od Hradce Králové na pomezí Pardubického kraje a kraje Královéhradeckého (obr.9). Revír se rozkládá mezi obcemi Hradec Králové, Vysoká nad Labem, Borek, Býšť, Hoděšovice, podél silnice I/35 (LHP Choceň).

Organizačně v rámci LČR přísluší revír Vysoká Lesní správě Choceň, Oblastnímu ředitelství Východní Čechy se sídlem v Hradci Králové, Generální ředitelství Hradec Králové (Organizační struktura LČR). Lesní správa je rozdělena na dva lesní hospodářské celky (LHC), LHC Polička a LHC Choceň, kterého je revír Vysoká součástí (obr. 10). Platnost LHC je od 1.1.2013 do 31.12.2022. Celková výměra přímé správy revíru je 1345,65 ha, dále je na ploše 358,22 ha vykonávána funkce odborného lesního hospodáře (OLH) (LHP Choceň). Působnost státní správy lesů je rozdělena mezi tři obce s rozšířenou působností (ORP), z nichž největší část zahrnuje ORP Hradec Králové, následují ORP Holice a ORP Pardubice (LHP Choceň).

Revír Vysoká je součástí povodí Labe a pramení zde několik vodních toků menšího významu. Rovinatý charakter revíru Vysoká je vymezen nejvyšším bodem s nadmořskou výškou 293 m n.m. s místním názvem Triangl a nejnižším místem v 240 m n.m. na lesní cestě Perkmistr. Klima je po většinu roku ovlivňováno zejména západním prouděním vzduchu. Koncem zimy se díky proudění vzduchu od východu vyskytují suché mrazy a bořivé větry. Průměrná teplota na revíru Vysoká se pohybuje mezi 7 °C a 9 °C. Průměrný roční úhrn srážek je od 500 do 700 mm. Průměrná délka vegetačního období je 155–180 dní (LHP Choceň).

Vzhledem k nadmořské výšce a klimatickým podmínkám je zastoupení lesních vegetačních stupňů (LVS) na revíru Vysoká následující, převládajícím LVS je 2. LVS – bukodubový se zastoupením 86 %, 12 % je zařazeno do 3. LVS – dubobukového, zbývající 2 % je 1.LVS – dubový (LHP Choceň).

Podle geomorfologického členění se revír Vysoká rozkládá v severní části na Třebechovické tabuli, která je součástí Orlické tabule. Jižní část revíru je v Pardubické kotlině, jenž je součástí Východolabské tabule. Obě zmíněné tabule spadají do oblasti Východočeská tabule, subprovincie Česká tabule, provincie Česká vysočina, subsystému

Hercynská pohoří, systému Hercynský (Regionální geomorfologické členění České republiky).

Na revíru Vysoká se vyskytují převážně kyselé, chudší, propustné hlinitopísčité až písčitohlinité půdy, které jsou mírně vlhké až vysýchavé. V blízkosti vodních toků přechází ve vlhké až mokré jílovité půdy. Na části revíru jsou půdy tvořeny terasami pleistocenních a holocenních šterkopísků s překryvy vátých písků (LHP Choceň).

Geologickým a klimatickým podmínkám odpovídá zastoupení hospodářských souborů (HS). Na revíru je popsáno 15 cílových hospodářských souborů (CHS), z nichž jsou nejvíce zastoupeny CHS 27 (52 %), 23 (23 %), 25 (7 %) 43 (7 %). V rámcových směrnících hospodářství zařazených do HS 273, 275, 233, 235, 251, 255, 433 (LHP Choceň).

Revír Vysoká je celý začleněn do pěstební lesní oblasti (PLO) Polabí. 96 % revíru je zařazeno do kategorie lesa hospodářského, zbývajících 4 % je zařazeno do kategorie lesa zvláštního určení (LHP Choceň).

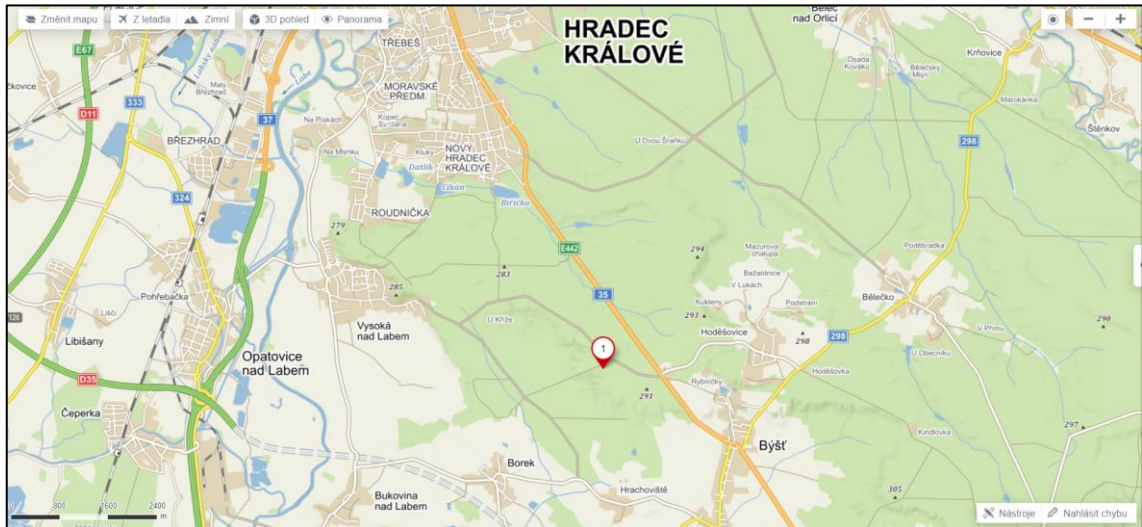
Podle údajů uvedených v lesním hospodářském plánu (LHP) je na revíru Vysoká zastoupeno 18 dřevin, z toho 5 druhů jehličnatých (65 %) a 13 druhů listnatých dřevin, (35 %). Nejvyšší zastoupení má borovice lesní (47 %) z celkové výměry revíru, následuje dub letní (20 %), smrk ztepilý (17 %) (LHP Choceň).

Plošné zastoupení věkových stupňů na revíru Vysoká je velmi nevyrovnané. Od normálního zastoupení se výrazně odchyluje zejména 5. až 8. věkový stupeň. Tyto odchylky byly způsobeny větrnými kalamitami ve 40. až 70. letech minulého století (LHP Choceň).

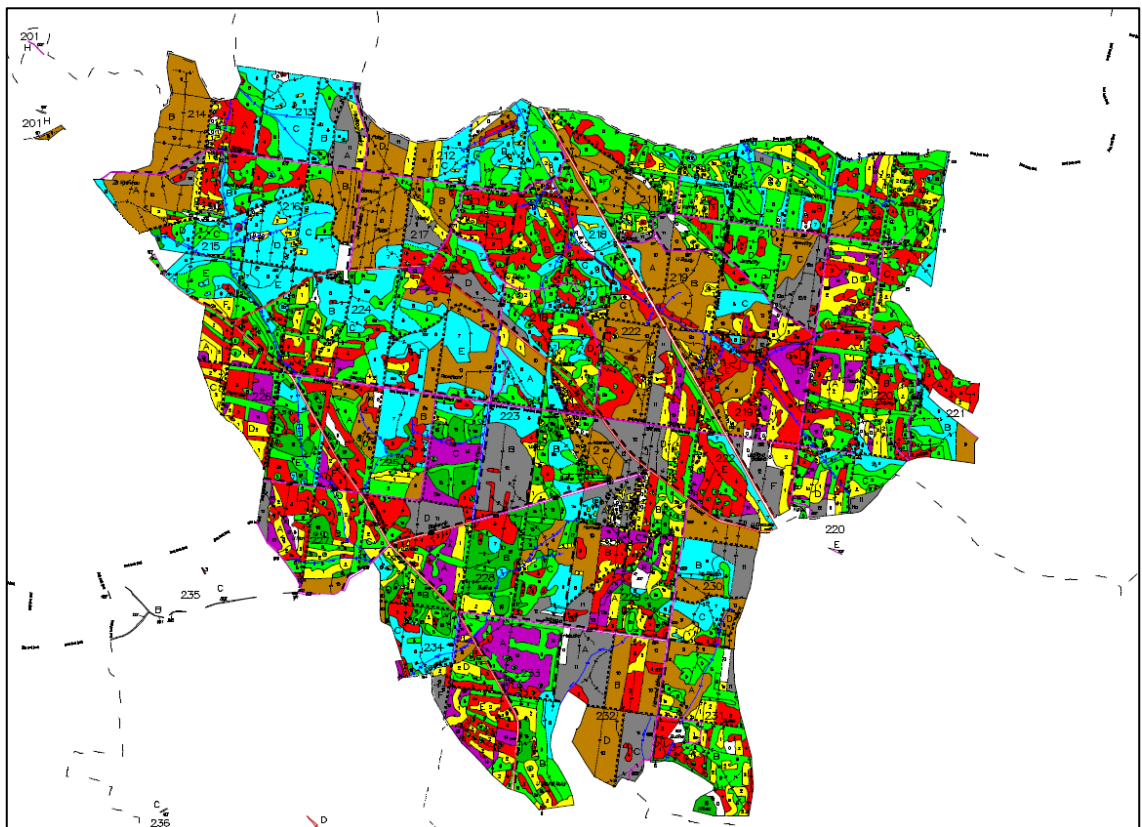
Zmínky o revíru Vysoká sahají do období působení Arnošta z Pardubic, prvního českého arcibiskupa, který byl vlastníkem rozsáhlých pozemků ve Východních Čechách. V polovině 16. století se revír stal součástí tzv. Pardubického panství, které spravoval a vlastnil nejvyšší hofmistr království českého Vilém z Pernštejna. Za vlády císaře a krále Ferdinanda I. Habsburského bylo Pardubické panství prodáno právě Ferdinandovi I., který tento majetek koupil pro svého syna Maxmiliána II. V dalších stoletích byl majetek rozdrobován prodeji a často měnil majitele. Posledním majitelem Pardubického velkostatku byl markrabě Alexander Pallavicini, ten velkostatek vlastnil až do pozemkových reforem po první světové válce, kdy byl majetek zestátněn. V novodobé

historii tento revír spravoval Lesní závod Vysoké Chvojno, po transformaci v roce 1992 byl revír součástí Lesní správy Vysoké Chvojno, která byla přesunuta do Chocně a nyní je vedena v organizační struktuře LČR, s.p. jako LS Chocně (Ehrenberger, 2012).

Obrázek 9: Lokalizace revíru Vysoká v Pardubickém a Královéhradeckém kraji, mapy.cz



Obrázek 10: Výřez porostní mapy revíru Vysoká, LHP 1354 Chocně





## 4.2 Výběr lokality

Výskyt chrousta maďalového na revíru Vysoká je monitorován v dílcích 1A, 1B, 1C, 2A, 2C, 219F, 222B, 222E, 229A, 229B. V těchto dílcích způsobují ponravy chrousta škody na výsadbách zejména melioračních a zpevňujících dřevin (Ehrenberger, 2019).

Do roku 2010 byl monitoring výskytu chrousta maďalového nepravidelný a nedochovaly se ověřitelné záznamy. První ověřené škody byly na revíru zaznamenány v roce 2011, kdy ponravy III. instaru způsobily významné škody na jarních výsadbách. Po ověření přítomnosti ponrav pracovníky výzkumné stanice Opočno byl zahájen pravidelný monitoring lokalit vhodných k vývoji chrousta (Ehrenberger, 2019).

## 4.3 Terénní práce

### 4.3.1 Kontrolní půdní sondy

Před začátkem rojení byly kopány půdní sondy pro zjištění přítomnosti, četnosti a určení hloubky výskytu dospělců *M. hippocastani* v půdní sondě. U dospělců bylo určeno pohlaví. Velikost půdní sondy byla 0,5×1,0×0,4 m. Pro zjištění kritických počtů byly zjištěné počty v půdních sondách přepočteny na plochu 1 m<sup>2</sup>.

Obrázek 11: Půdní sonda s přítomnými dospělci, foto Ehrenberger 2020





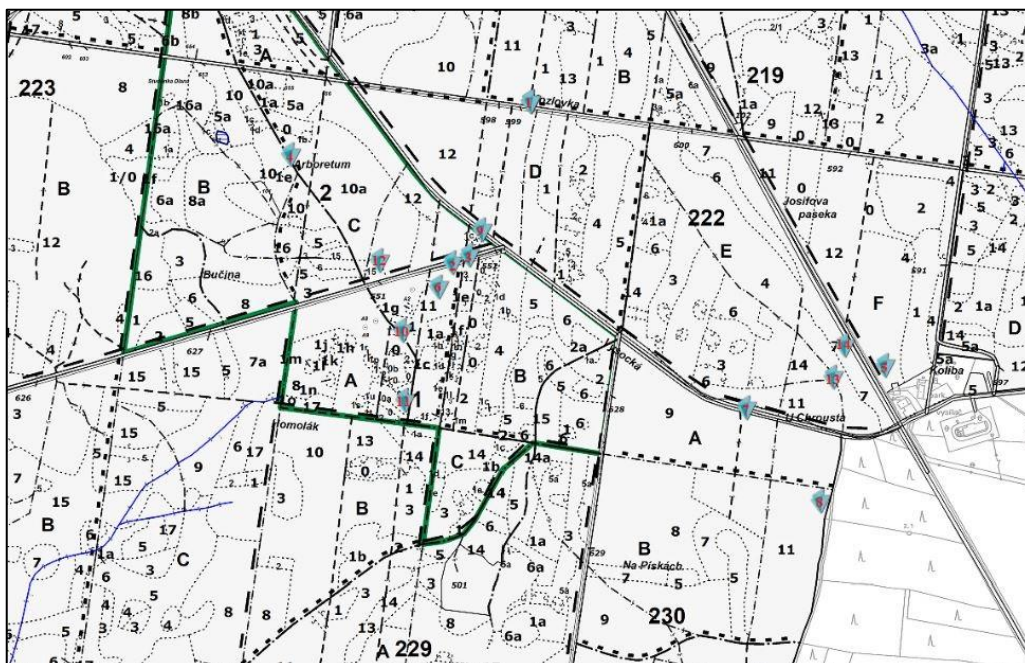
#### 4.3.2 Určení stanovišť pastí

Na základě výsledků kontrolních půdních sond bylo navrženo rozmístění nárazových pastí (obr. 12). Pasti byly instalovány ve dvojicích v celkovém počtu dvacet dvojic. V každé dvojici nárazových pastí byla vždy jedna past navržena feromonovým odparníkem Melowit a druhá zůstala bez odparníku jako kontrolní.

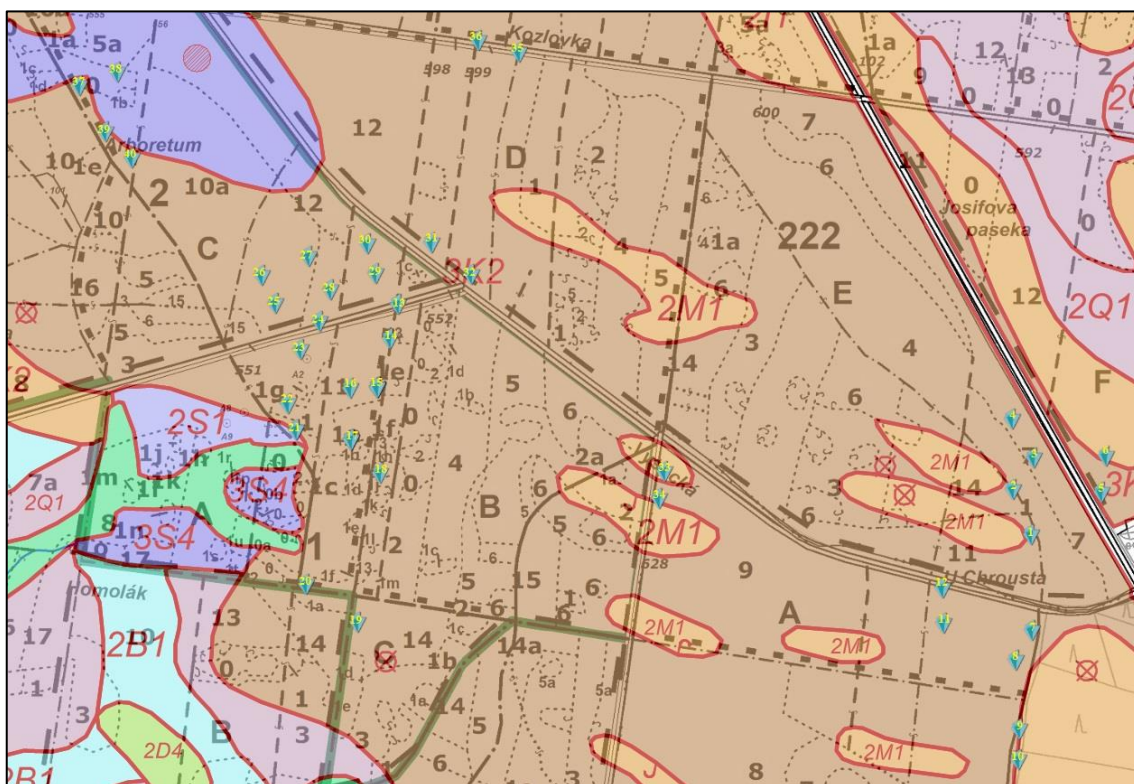
Tabulka 3: Lokalizace půdních sond a přiřazení počtu,

Číslo sondy	Porost	GPS sondy		Počet lapačů
1	222D12	50.1470538N	15.8841828E	2
2	1A11	50.1441804N	15.8826325E	2
3	1B13	50.1443380N	15.8830404E	4
4	2B01e	50.1456712N	15.8780497E	4
5	219F12	50.1433111N	15.8943080E	2
6	1A11	50.1437423N	15.8823465E	2
7	230A09	50.1423213N	15.8907982E	4
8	230B11	50.1408968N	15.8930314E	4
9	2C12	50.1447830N	15.8832969E	6
10	1A00	50.1429415N	15.8815272E	2
11	1A00	50.1417539N	15.8817953E	2
12	2C15	50.1440739N	15.8806996E	2
13	222E11	50.1430116N	15.8929822E	2
14	222E07	50.1435705N	15.8931898E	2

Obrázek 12: Výřez obrysové mapy s vyznačením půdních sond, Ehrenberger 2020



Obrázek 13: Výřez typologické mapy s umístěním nárazových pastí, Ehrenberger 2020



Nárazové pasti byly v porostech umístěny tak, aby byla pokud možno rovnoměrně zastoupena co největší škála porostních charakteristik stanovišť. Na obrázku 13 je ve výřezu typologické mapy znázorněno rozmístění pastí.

#### 4.3.3 Příprava a rozmístění nárazových pastí

Pro odchyt chroustů byly zvoleny pasti nárazové. Jejich princip spočívá v odchytu aktivně letícího hmyzu, který narazí do překážky (plastové desky) a padá do připravené sběrné nádoby s fixačním médiem.

Příprava nárazových pastí začala výrobou kůlů. Délka kůlu byla stanovena na 3,5 m, aby byla zaručena minimální výška dolní hrany nárazové plochy pasti 2,2 m. Instalace pastí proběhla ve dnech 22.4.2020 a 23.4.2020 (obr. 15, 16). Bylo instalováno celkem 20 dvojic pastí, do jedné pasti z každého páru byl připevněn feromonový odparník Melowit. Feromon byl zavěšen pod horní víčko nárazové pasti. Obchodní balení feromonových odparníků a detail odparníku je na obrázku 14. Druhá past z každé dvojice zůstala nenavazaná.



Obrázek 14: Vpravo obchodní balení Feromonu Melowit, vlevo odparník, foto Ehrenberger 2020



Obrázek 15: Instalace nárazových pastí, foto Růžičková 2020



Obrázek 16: Instalovaná nárazová past, foto Růžičková 2020



#### 4.3.4 Charakteristiky kontrolních ploch

Kontrolní plocha je uvažována jako kruhová plocha o průměru 50 m. Velikost kontrolní plochy je tedy 1960 m<sup>2</sup>. Kontrolní plocha byla posouzena podle několika porostních veličin a několika hodnot, které popisují stanoviště s ohledem na letovou aktivitu dospělců *M. hippocastani*, a možnosti kladení vajíček v okolí kontrolní plochy. Charakteristiky kontrolních ploch byly zaznamenávány do zápisníku (obr.17)

- Věk – základní údaj o věku porostu na němž se plocha nachází byl zjištěn z LHP a aktualizován na věk aktuální. Pokud kontrolní plocha zasahovala do více porostních skupin s rozdílným věkem, byl věk určen jako vážený aritmetický průměr, kde váhou je podíl zastoupení jednotlivých porostních skupin.
- Soubor lesních typů (SLT) – údaj převzatý z typologické mapy LHP Choceň.
- Zastoupení – skutečný plošný podíl zastoupení dřevin zjištěný kvalifikovaným odhadem.
- Zakmenění – zjištěno kvalifikovaným odhadem.



- Vzdálenost od nejbližšího dubu – zjištěna měřením pásmem od lapače s feromonem k nejbližší dubové větvi.
- Světelné podmínky – doba, kdy do úrovně umístěných lapačů dopadá přímé sluneční světlo, které je ovlivněno expozicí terénu, zakmeněním a zastoupením dřevin. Hodnota je vyjádřena v procentech (100 % na plochu svítí celý den, 20 % téměř ve stálém stínu).
- Vzdálenost od nejbližší holé plochy – tento parametr je rozdělen do dvou podskupin s hranicí rozdělení 0,04 ha. Tato hodnota byla zvolena záměrně, jde o plochu, kdy vzniká povinnost zalesnění. Měřeno dálkoměrem.
- Vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let – věk převzat z lesní hospodářské evidence LHC Choceň, v těchto porostech mohou vznikat významné škody a mohou být vhodné pro kladení vajíček. Měřeno dálkoměrem.
- Vzdálenost od nejbližšího porostu do 20 let – věk převzat z lesní hospodářské evidence LHC Choceň, v těchto porostech může dojít k poškození jedinců. Měřeno dálkoměrem.

Obrázek 17: Terénní zápisník s charakteristikami jednotlivých ploch, foto Ehrenberger 2020

číslo plochy (číslo lapače)	Věk porostu <i>SLT</i>	Zastoupení	Zakme nění	Vzdálenost od nejbližšího stromu - DB	Světelné podmínky	Vzdálenost od nejbližší holé plochy		Vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let	Vzdálenost od nejbližšího porostu do 20 let
						-0,04	+0,04		
1 (1,2)	<i>3k2</i>	DB-60 30 30 3L-10	<i>7</i>	<i>2</i>	80%	10	200+	20	<del>100</del> <i>100+</i>
2 (3,4)	<i>3k2</i>	DB 40 30 30 W	10	1	80%	80	40	10	<del>100</del> <i>100</i>
3 (5,6)	<i>3k2</i>	DB 25 DB 10 3L-5	<i>7</i>	1	100%	40	10	30	30
4 (7,8)	<i>3k2</i>	DB 50 30 30 3L 20	9	2	40%	40	30	30	<i>140+</i>
5 (9,10)	<i>2M</i>	DB-5 30-65 3L-20 3L-40	4	15	100%	30	30	10	200+
6 (11,12)	<i>3k2</i>	DB 30 30 45 3L 10 SH 15	4	2	80%	40	20	60	<i>180+</i>
7 (13,14)	<i>3k2</i>	DB 60 3L 10 30 30	3	11	100%	10	10	-10 (5)	30
8 (15,16)	<i>3k2</i>	DB 40 30 30 3L 20 TS, DB, TSHAA	4	4	100%	10	20	-10 (5)	90
9 (17,18)	<i>3k2</i>	DB 30 3L-10 30-25 SH 10	<i>8</i>	2	20%	10	80	15	15
10 (19,20)	<i>3k2</i>		9	30	40%	30	150+	10	20

#### 4.3.5 Kontrola, sběr, určení pohlaví dospělců

Ve dnech 22.4.2020 a 23.4.2020 byly pasti rozmístěny podle uvedeného plánu uvedeného v bodě 5.2. Toto období přibližně odpovídalo sumě teplot podle Doppera (1920). Průměrné teploty však zatím nedosahovaly 15 °C. Současně při instalaci pastí byl do pastí umístěn feromonový odparník Melowit.

Pasti byly kontrolovány a vybírány každý den v dopoledních hodinách, kdy odchycení jedinci nebyli plně aktivní a na určení pohlaví bylo více času (obr. 18). Pohlaví bylo určováno podle tykadel, které je charakteristické jak pro samce, tak i pro samice (obr. 19). Celkový počet a počet pohlaví byl zaznamenán do denního záznamníku podle jednotlivých pastí. Kontrola pastí byla prováděna od 25.4.2020. První odchyt byl zaznamenán 27.4.2020. Od tohoto data byla prováděna pravidelná denní kontrola, výběry jednotlivých pastí a počítání dospělců, počty byly zaznamenávány do zápisníku (obr. 20).

*Obrázek 18: Počítání odchycených jedinců, foto Nešetřilová 2020*



Obrázek 19: *M. hippocastani* samice (vlevo), samec (vpravo), foto Ehrenberger 2020



Obrázek 20: Ukázka terénního záznamu odchytených dospělců, foto Ehrenberger 2020

Datum	1 F			2			3			4 F		
	Poč. M	Poč. F	Celkem	Poč. M	Poč. F	Celkem	Poč. M	Poč. F	Celkem	Poč. M	Poč. F	Celkem
	GPS			GPS			GPS			GPS		
	Porost 222 E M			Porost 222 E 14			Porost 222 E 2			Porost 222 E 4		
27.IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.IV	1	0		0	0		0	0		1	0	
29.IV	1	0		0	0		0	0		0	0	
30.IV	0	0		0	0		0	0		0	0	
1.V	0	0		0	0		0	0		2	0	
2.V	1	0		0	0		0	0		0	0	
3.V	0	0		0	0		0	0		0	0	
4.V	11	0		0	0		0	0		0	0	
5.V	0	0		0	0		0	0		0	0	
6.V	1	0		0	0		6	0		2	0	
7.V	4	0		0	0		0	0		1	0	
8.V	5	0		0	0		4	0		4	0	
9.V	7	0		1	0		0	0		21	0	
10.V	16	1		0	0		0	0		6	1	
11.V	2	0		0	0		0	0		0	0	
12.V	2	0		0	0		0	0		1	0	
13.V	15	0		0	0		0	0		2	0	
14.V	14	0		0	1		0	0		2	0	
15.V	11	1		0	0		0	0		4	0	
16.V	2	1		0	0		0	0		2	0	
17.V	4	0		0	0		0	0		5	1	
18.V	14	0		6	0		0	1		11	0	

#### 4.3.6 Sklepávání dospělců

V průběhu rojení byly vytipovány stromy dubu zimního, ze kterých bylo provedeno sklepaní dospělců.

Sklepávání bylo provedeno 10.5.2020 a 15.5.2020 v ranních hodinách z důvodu malé letové aktivity. Pod větve dostupné ze žebříku byla natažena plachta, na kterou byly sklepani dospělci přítomni na větvích. Brouci byli sklepáváni ruční třesením větví a poklepáváním asi 1,5 dlouhou latí.

U jednotlivých stromů byly zjištěny i základní taxační údaje, pro stanovení objemu byly použity Československé objemové tabulky.

Po sklepaní dospělců z dostupných větví bylo provedeno jejich spočítání a určeno pohlaví. Četnost jedinců byla přepočtena na 1 m<sup>2</sup> plochy větví, a to jak samců, tak samic.

Pro výpočet plochy větví byly jednotlivé větve spočítány a rozděleny do tří skupin podle velikosti a to do 3 m<sup>2</sup>, 5 m<sup>2</sup> a 7 m<sup>2</sup>. Po výpočtu plochy větví na daném stromě byl vynásobením počtu na 1 m<sup>2</sup> vypočítán teoretický počet dospělců na stromě.

#### 4.3.7 Sledování průběhu počasí

Pro sledování teplot, srážek a rychlosti větru byla využita data z meteostanice Býšť, ze které jsou data dostupná na serveru in-pocasi.cz

Stanice je sestavena z profesionálních čidel spolu s přesnými senzory vlastní konstrukce. Je umístěna v nízké zástavbě rodinných domků v jižní části obce Býšť. Čidlo teploty a vlhkosti (SHT25) je umístěno ve výšce 2 m nad zemí a je opatřeno aktivním radiačním štítem. Měření solární radiace zajišťuje originální čidlo firmy Davis, které je umístěno na střeše garáže spolu s detektorem srážek. Jako srážkoměr slouží robustní srážkoměr RainWise RAINEW 111 doplněný o automatické vytápění. Srážkoměr je umístěn ve výšce 1,8m. Rychlost a směr větru zaznamenává upravený senzor ve výšce 5 m. Tlak vzduchu je měřen čidlem BMP085 ve vnitřních prostorech (<http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/byst/>).

#### 4.3.8 Statistická analýza dat

Obrázky znázorňující letovou aktivitu chrousta maďalového i jednotlivé krabicové grafy byly zpracovány v programu TIBCO Statistica™ (TIBCO Software Inc., USA). Ve stejném software byly provedeny všechny statistické analýzy: srovnání odchytů do pastí, srovnání velikosti odchytů samců a samic do pastí (Wilcoxonův párový test), vyhodnocení parametrů ovlivňující výši odchytu dospělců chrousta maďalového (korelační a regresní analýzy).



## 5. Výsledky

### 5.1 Půdní sondy

Před zahájením ověřování účinnosti feromonu Melowit byla provedena kontrola přítomnosti dospělců *M. hippocastani* v půdě pomocí půdních sond v místech s předpokládaným výskytem. V tabulce 4 je výčet porostů, ve kterých byly kopány půdní sondy. Počty dospělců v sondách se pohybovaly v rozmezí od 0 do 5 dospělců. Po přepočtu na 1 m<sup>2</sup> bylo zjištěno, že v 11 půdních sondách dosáhly počty kritické hodnoty. Kritický (kalamitní) stav je dán počtem 1 dospělého v půdní sondě. Ve třech půdních sondách nebyli nalezeni žádní dospělci. Ve třech půdních sondách byl kritický počet překročen dvojnásobně. Ve čtyřech půdních sondách byl kritický počet čtyřnásobný, šestinásobný kritický počet byl ve dvou půdních sondách. V jedné půdní sondě byl kritický počet osminásobný a v jedné desetinásobný.

Tabulka 4: Půdní sondy s počty dospělců, průměrnou hloubkou výskytu dospělců.

Porost	Počet celkem v sondě	Samci (M-male) v sondě	Samice (F-female) v sondě	Celkový přepočtený počet na 1 m <sup>2</sup>	Datum	Průměrná hloubka výskytu dospělců (cm)
222D12	2	2	-	4	16.III	41,0
1A11	2	1	1	4	17.III	24,5
1B13	4	2	2	8	17.III	36,8
2B01e	1	1	-	2	18.III	28,0
219F12	2	1	1	4	20.III	24,0
1A11	3	3	-	6	20.III	17,3
230A09	-	-	-	-	06.IV	-
230B11	-	-	-	-	06.IV	-
2C12a	3	2	1	6	07.IV	36,0
1A00	2	1	1	4	20.IV	28,5
1A00	-	-	-	-	20.IV	-
2C15	1	1	-	2	21.IV	15,0
222E11	5	3	2	10	21.IV	22,2
222E07	1	1	-	2	22.IV	16,0

## 5.2 Přehled stanovištních podmínek

V tabulce č. 5 jsou uvedeny hodnoty jednotlivých porostních charakteristik pro každou pokusnou plochu. V prvním sloupci je v závorce číslo lapače.

Pokusné plochy byly umístěny do porostů, jejichž věk se pohyboval v rozmezí 19 až 120 let. Vzhledem k věkové struktuře lesních porostů bylo pět pokusných ploch umístěno v porostech ve věku 100 a více let. Stejný počet pokusných ploch byl umístěn v porostech ve věkovém rozpětí 80 až 99 let. Dvě pokusné plochy byly umístěny v porostech ve věkovém rozpětí 60 až 79 let. V porostech s věkovým rozpětím od 40 do 59 let bylo umístěno šest pokusných ploch. Dvě pokusné plochy byly umístěny v porostech do 39 let.

Sedmnáct pokusných ploch bylo umístěno v porostech, kde se vyskytuje SLT 3K2, dvě pokusné plochy v porostu s SLT 2M1 a jedna pokusná plocha v porostu s SLT 2S1.

Nejčastějšími dřevinami na pokusných plochách byla borovice lesní se zastoupením v rozpětí od 15 % do 90 %, v případě jedné pokusné plochy borovice zastoupena nebyla. Další dřevinou je dub zimní se zastoupením 5 % až 85 %, v jedné pokusné ploše dub nebyl zastoupen. Buk lesní je na pokusných plochách zastoupen od 10 % do 60 % ve dvou plochách nebyl zastoupen. Dalšími dřevinami se zastoupením do 10 % byly dub červený, borovice vejmutovka, bříza bělokorá, jedle bělokorá, modřín opadavý. Mezi vtroušenými dřevinami jsou jeřáb ptačí, tis červený, jedlovec kanadský, cedr libanonský a cypřišek Lawsonův.

Zakmenění pokusných ploch se pohybovalo od 3 do 10, přičemž šest ploch mělo zakmenění 10 až 9, zakmenění 8 až 7 bylo zjištěno u devíti pokusných ploch. Zjištěné zakmenění 6 bylo u dvou ploch, dvě pokusné plochy měly zakmenění 4 až 3.

Další zjišťovanou charakteristikou byla vzdálenost pokusné plochy od nejbližšího dubu. Tato vzdálenost se pohybovala v rozpětí od 1 do 80 m.

Světelné podmínky se pohybovaly v rozpětí od 20 % do 100 %. Osm ploch bylo se světelnými podmínkami od 80 % do 100 %. Světelné podmínky v rozpětí 40 % - 70 % byly zjištěny rovněž na osmi plochách, na zbývajících čtyřech pokusných plochách byly zjištěny světelné podmínky menší než 40 %.

Vzdálenost od nejbližší holé plochy menší než 0,04 ha se pohybovala od 10 m do 80 m, v jedenácti případech byla plocha do 0,04 vzdálena do 20 m, v osmi případech do 50 m a v jednom případě do 80 m.

Plochy o velikosti větší než 0,04 ha byly od pokusných ploch vzdáleny od 10 m až do vzdálenosti větší než 200 m. Čtyři pokusné plochy byly ve vzdálenosti do 20 m od holé plochy větší jak 0,04 ha. Sedm pokusných ploch bylo do vzdálenosti 60 m, tři do 100 m a šest pokusných ploch bylo vzdáleno více jak 100 m od holé plochy větší jak 0,04 ha.

Zjišťována byla i vzdálenost od porostu do 10 let věku. Tato vzdálenost se pohybovala od 10 m do vzdálenosti větší jak 100 m. V devíti případech byla pokusná plocha do 20 m od porostu mladšího 10 let. V pěti případech byla vzdálenost do 60 m. Do vzdálenosti 100 m se nacházely čtyři pokusné plochy, zbývající dvě pokusné plochy byly od porostu mladšího 10 let ve vzdálenosti větší než 100 m.

Posledním kritériem byla vzdálenost od porostu ve věku 11–20 let. Rozmezí vzdáleností se pohybovalo od 20 m až do vzdáleností větších jak 200 m. Šest pokusných ploch bylo do vzdálenosti 30 m od porostu do 20 let. Pět ploch se nacházelo ve vzdálenosti do 100 m a devět pokusných ploch bylo ve vzdálenosti větší jak 100 m od porostu do 20 let věku.

Tabulka 5: Základní porostní charakteristiky pokusných ploch

Číslo plochy (číslo lapače)	Věk porostu	SLT	Zastoupení	Zakmenění	Vzdálenost od nejbližšího stromu – DB (m)	Světelné podmínky	Vzdálenost od nejbližší holé plochy		Vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let (m)	Vzdálenost od nejbližšího porostu do 20 let (m)
							do 0,04 ha (m)	nad 0,04 ha (m)		
1 (1,2)	88	3K2	DB60, BO30, BK,10	7	2	80 %	10	200+	20	100
2 (3,4)	45	3K2	DB70, BO30, VJ	10	1	80 %	80	40	10	100
3 (5,6)	19	3K2	DB85, DBC10, BR5	7	1	100 %	10	10	30	30
4 (7,8)	90	3K2	DB50, BO30, BK20	9	8	40 %	40	30	30	140
5 (9,10)	85	2M1	DB5, BO65, BK20, BR10	7	15	100 %	50	30	10	200+

Číslo plochy (číslo lapače)	Věk porostu	SLT	Zastoupení	Zakme- nění	Vzdá- nost od nejbližšího stromu – DB (m)	Svět- el- né pod- mínky	Vzdálenost od nejbližší holé plochy		Vzdá- nost od nej- bližšího porostu do 10 let (m)	Vzdá- nost od nej- bližšího porostu do 20 let (m)
							do 0,04 ha (m)	nad 0,04 ha (m)		
6 (11,12)	90	3K2	DB30, BO45, BK10, SM15	7	8	60 %	40	80	60	180
7 (13,14)	56	3K2	DB60, BK10, BO30	3	11	100 %	20	20	10	30
8 (15,16)	58	3K2	DB40, BO30, BK20, JR+Tis+Tsuga10	4	4	100 %	10	20	10	90
9 (17,18)	64	3K2	DB30, BO30, BK10, JD8, BR5, Chamaecyp10, Tis+Cedrus7	8	2	20 %	10	80	20	20
10 (19,20)	68	3K2	SM30, BO40, MD15, BK10, BR5	9	30	40 %	30	200+	10	20
11 (21,22)	32	2S1	BK10, JD10, SM10, DB25, BO30, BRK5, KR10	8	10	60 %	10	60	30	20
12 (23,24)	110	3K2	BK75, BO15, DB10	7	5	70 %	40	40	80	120
13 (25,26)	50	3K2	DB10, BO90	6	11	90 %	20	10	100	160
14 (27,28)	110	3K2	BK50, BO10, DB40	9	3	20 %	10	60	100	120
15 (29,30)	120	3K2	DB70, SM10, BO20	7	2	80 %	30	120	120	90
16 (31,32)	100	3K2	BO75, DB15, BK10	9	7	40 %	40	100	80	50
17 (33,34)	55	3K2	DB20, BK60, MD5, BO15	6	10	70 %	10	100+	100+	20
18 (35,36)	93	2M1	BK30, DB30, BO30, SM10	9	9	40 %	20	100+	40	20
19 (37,38)	55	3K2	BK10, BO85, BR2, SM3, JR	8	80	20 %	20	60	10	100+
20 (39,40)	100	3K2	SM10, BK20, BO70, JD	9	20	20 %	40	100+	20	100+

## 5.3 Přehled sběru dospělců

### 5.3.1 Odchyty v pastech

Celkem bylo v obou typech pastí, s feromonovou návnadou i bez návnady, odchyceno 5785 dospělců, z toho 5064 samců a 721 samic. Ve feromonem navnazených pastech bylo odchyceno 5568 dospělců *M. hypocaustani*. (5001 ♂♂, 567 ♀♀). V kontrolních nenavnazených pastech bylo odchyceno 217 dospělců (63 ♂♂, 154 ♀♀). Sumární počty odchytů podle jednotlivých dní, typu návnady a pohlaví jsou uvedeny v tabulce 6.

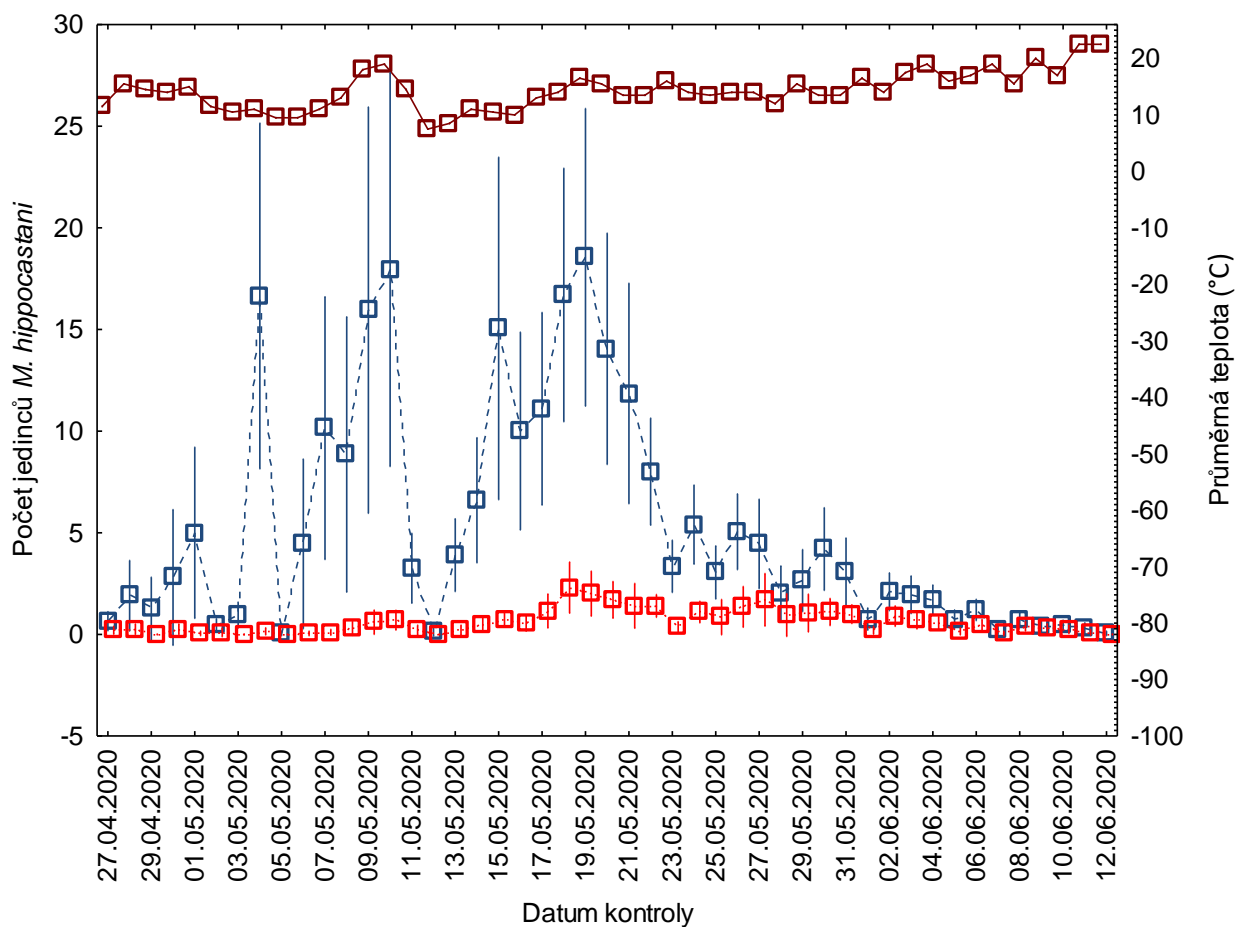
Tabulka 6: Odchyty podle data, typu návnady a pohlaví

Typ návnady	Feromon			bez		
	Datum	Samci	Samice	Celkem	Samci	Samice
27.IV	13	4	17	5	1	6
28.IV	38	5	43	5	1	6
29.IV	25	0	25	0	0	0
30.IV	56	5	61	2	4	6
01.V	100	1	101	1	1	2
02.V	9	2	11	1	0	1
03.V	19	0	19	1	1	2
04.V	333	3	336	1	5	6
05.V	1	0	1	0	1	1
06.V	89	1	90	2	0	2
07.V	203	2	205	2	2	4
08.V	177	6	183	3	3	6
09.V	319	12	331	5	5	10
10.V	359	14	373	3	2	5
11.V	65	4	69	0	1	1
12.V	3	0	3	2	0	2
13.V	78	4	82	0	1	1
14.V	132	10	142	1	8	9
15.V	301	14	315	1	6	7
16.V	200	11	211	0	10	10
17.V	222	23	245	2	8	10
18.V	334	46	380	5	12	17
19.V	371	40	411	5	10	15
20.V	281	34	315	4	11	15
21.V	237	28	265	2	5	7
22.V	160	28	188	0	4	4
23.V	67	7	74	1	2	3
24.V	108	22	130	0	6	6
25.V	61	17	78	0	1	1

Typ návnady	Feromon			bez		
	Samci	Samice	Celkem	Samci	Samice	Celkem
26.V	101	27	128	1	7	8
27.V	89	34	123	1	11	12
28.V	40	19	59	0	1	1
29.V	53	21	74	2	5	7
30.V	84	22	106	0	1	1
31.V	61	20	81	0	4	4
01.VI	15	4	19	0	0	0
02.VI	42	18	60	1	1	2
03.VI	39	14	53	2	4	6
04.VI	34	11	45	1	4	5
05.VI	15	3	18	0	0	0
06.VI	24	9	33	1	3	4
07.VI	5	1	6	0	0	0
08.VI	15	8	23	0	1	1
09.VI	7	6	13	0	1	1
10.VI	9	5	14	0	0	0
11.VI	6	2	8	0	0	0
12.VI	1	0	1	0	0	0
Celkem	5001	567	5568	63	154	217

V obrázku č. 21 jsou zachyceny odchyty, v nárazových pastech navzášených feromonovým odparníkem Melowit, v průběhu rojení od 27.4 do 12.6.2020. V prvních čtyřech dnech docházelo postupně ke zvyšující se letové aktivitě samců. K poklesu došlo 2.5. a 3.5. po přeháňkách a silném větru. Po uklidnění počasí a zvýšení průměrné teploty se letová aktivita samců zvýšila a odchyt dne 4.5. dosáhl 336 samců. Pokles dne 5.5. lze přičítat větrnému počasí v odpoledních a večerních hodinách předchozího dne. Od 6.5. do 10.5 se letová aktivita v souvislosti se zvyšující se průměrnou i maximální denní teplotu zvyšovala a odchyty dne 10.5. dosáhly počtu 373 samců. Dne 12.5 poklesly minimální teploty k hodnotě 1 °C, což zapříčinilo snížení odchyty na minimum. Od 13.5. se opět se zvýšením průměrných teplot zvyšovala i letová aktivita samců chroustů. Nejvyšší odchyty byly zaznamenány 18.5. a 19.5., kdy bylo odchyceno 380 a 411 samců. Toto období lze považovat za vrchol letové aktivity. Od 20.5. docházelo k postupnému poklesu letové aktivity.

Obrázek 21: Průměrný odchyt samců (modře) a samic (červeně) chrousta maďalového do pastí navnazených feromonem Melowit v jednotlivých odběrech v roce 2020 a průběh průměrných teplot v jednotlivých dnech (hnědě).

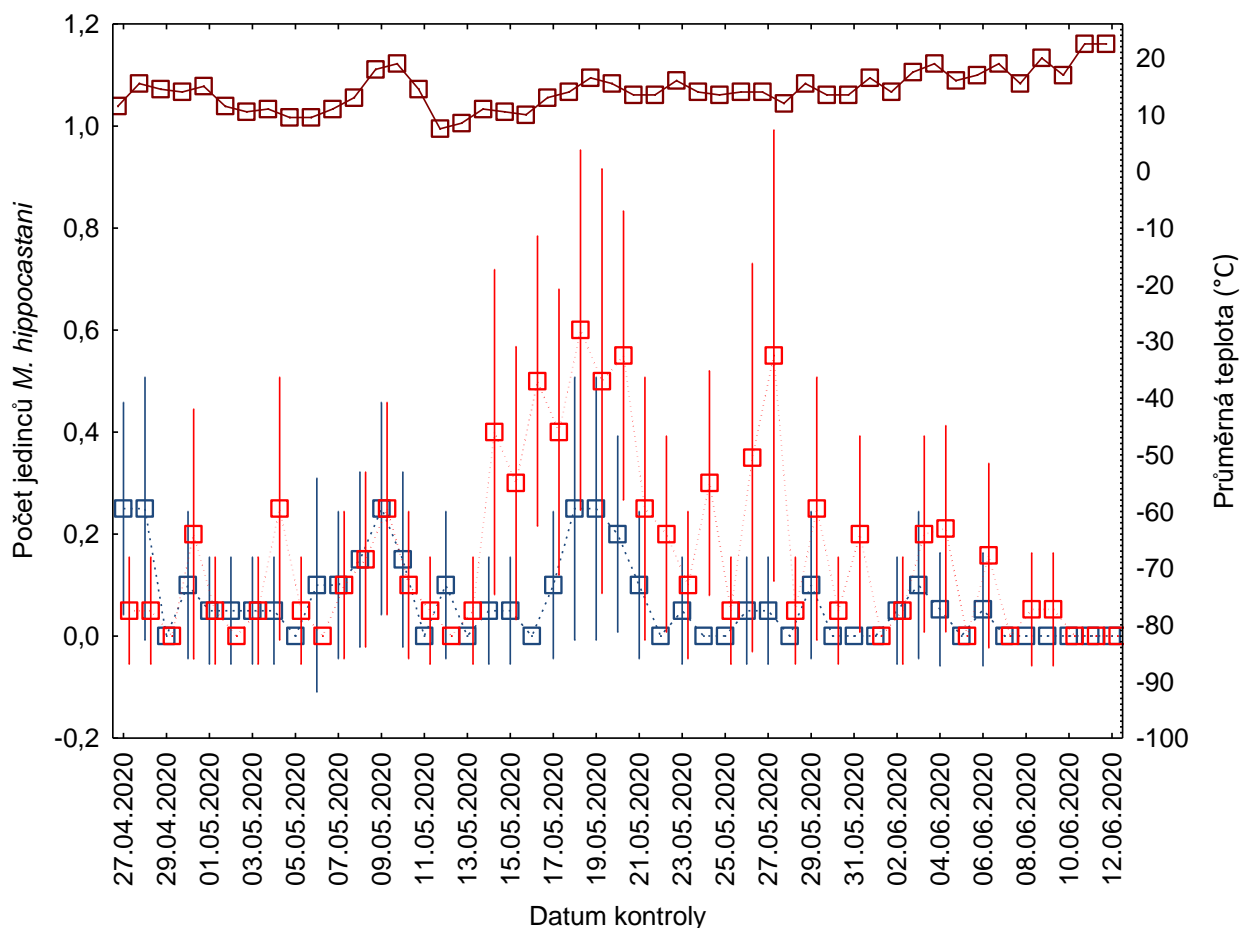


V kontrolních pastech bylo odchyceno 217 dospělců chrousta maďalového, z toho bylo 63 samců (29 %) a 154 samic (71 %). Letová aktivita byla obdobně jako u feromonem navnazených pastí ovlivněna průběhem počasí.

V obrázku č. 22 jsou vyhodnoceny odchvyty v nenavnazených nárazových pastech. V prvním týdnu monitorovaného období byl počet odchycených samců vyšší oproti odchyceným samicím (13 samců, 8 samic). Ve druhém týdnu se poměr odchycených dospělců posunul ve prospěch samic, kterých bylo odchyceno 12 a pouze 7 samců. Následující třetí týden bylo odchyceno celkem 40 dospělců a z toho byli 3 samci a 31 samic. Čtvrtý týden lze vyhodnotit jako vrchol letové aktivity. V tomto období bylo odchyceno 67 dospělců, z toho bylo 13 samců a 42 samic. Následující pátý týden bylo odchyceno 34 dospělců a z toho byli 4 samci a 30 samic. V šestém týdnu sledovaného období byli odchyceni 4 samci a 18 samic, celkem 22 dospělců. V posledním sedmém

týdnu letová aktivita výrazně opadla. V tomto týdnu byly odchyceny 2 samice a v posledních třech dnech sledovaného období již nebyl odchycen žádný dospělec.

Obrázek 22: Průměrný odchyt samců (modře) a samic (červeně) chrousta maďalového do pastí bez návnady v jednotlivých odběrech v roce 2020 a průběh průměrných teplot v jednotlivých dnech (hnědě).



Odchyt dospělců se v navnazených pastech (tabulka 7) pohyboval od 39 do 1095 jedinců. Průměrný odchyt v pastech navnazených feromonem Melowit byl 272 dospělců. Průměrný počet samců byl 250 a rozpětí odchycených samců se pohybovalo od 32 do 1038. Do navnazených pastí bylo průměrně odchyceno 29 samic v rozpětí od 7 do 87 samic.



Tabulka 7: Celkové odchyty v pastech navzázených feromonem Melowit, Počet M = male–samci, Počet F = female–samice

Lokalita	Číslo pasti	Porost číslo	Typ návnady	Počet M	Počet F	Celkem
1	1	222E11	Melowit	186	25	211
2	3	222E07	Melowit	243	19	262
3	5	219F12	Melowit	499	78	577
4	7	230A09	Melowit	56	10	66
5	10	230B11	Melowit	281	25	306
6	11	230A09	Melowit	137	24	161
7	13	1B13	Melowit	528	87	615
8	16	1A01a	Melowit	1038	57	1095
9	17	1B13	Melowit	246	19	265
10	20	229B14	Melowit	161	30	191
11	21	1A00	Melowit	202	25	227
12	24	1A11	Melowit	178	25	203
13	25	2C15	Melowit	267	60	327
14	28	2C10a	Melowit	60	16	76
15	29	2C12	Melowit	194	7	201
16	32	222D12	Melowit	108	13	121
17	33	230A09	Melowit	58	9	67
18	36	222D12	Melowit	190	21	211
19	37	2C00	Melowit	337	21	211
20	40	2C10a	Melowit	32	7	39

V kontrolních pastech bez návnady (tabulka 8) se odchyty pohybovaly v rozpětí od 2 do 32 jedinců s průměrem 11 jedinců. Počet samců byl v rozpětí 0–12 jedinců s průměrem 3 samci na jednu past. Počty samic se pohybovaly v rozpětí 1–32 jedinců a průměrný odchyt byl 8 samic.

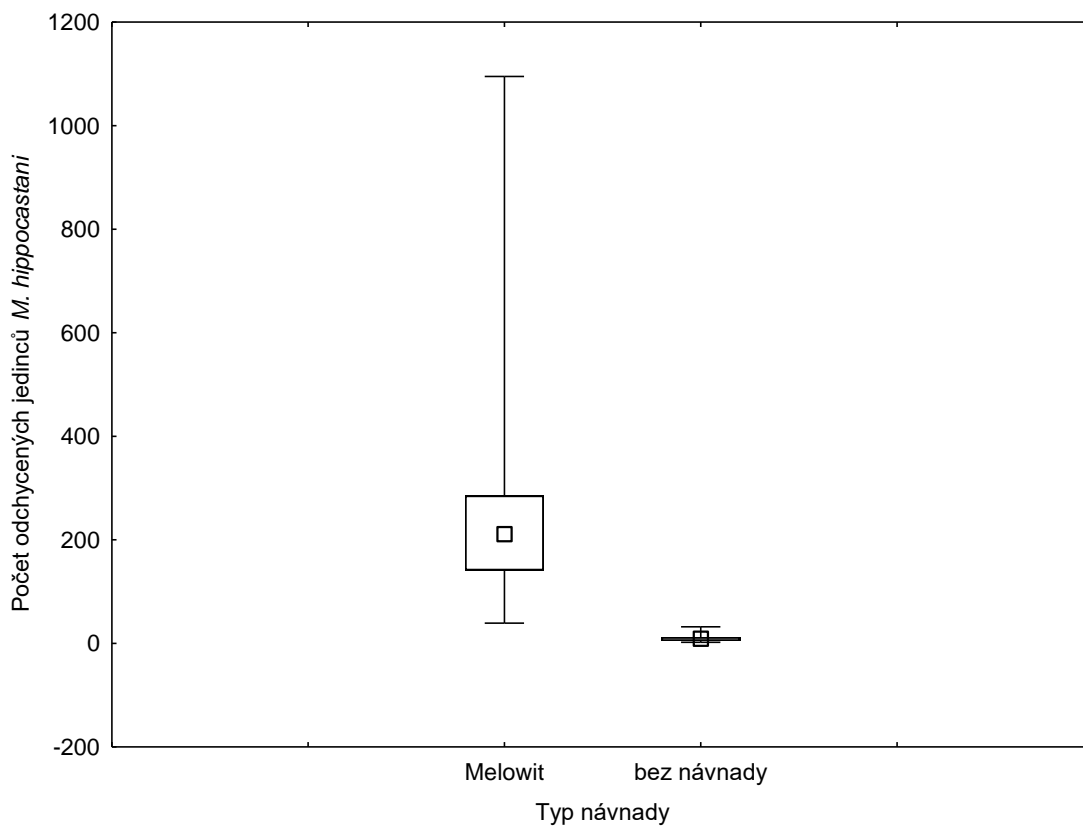
Tabulka 8: Celkové odchyty v pastech bez návnady, Počet M = male–samci, Počet F = female–samice

Lokalita	Číslo pasti	Porost číslo	Typ návnady	Počet M	Počet F	Celkem
1	2	222E14	bez	5	4	9
2	4	222E07	bez	2	1	3
3	6	219F12	bez	10	20	30
4	8	230A09	bez	2	3	5
5	9	230B11	bez	1	9	10
6	12	230A09	bez	1	8	9
7	14	1B13	bez	12	12	24
8	15	1A01a	bez	10	22	32

Lokalita	Číslo pasti	Porost číslo	Typ návnady	Počet M	Počet F	Celkem
9	18	1A11	bez	2	11	13
10	19	1C14	bez	0	3	3
11	22	1A00	bez	0	2	2
12	23	1A11	bez	2	4	6
13	26	2C15	bez	3	5	8
14	27	2C10a	bez	0	11	11
15	30	2C12	bez	3	8	11
16	31	222D12	bez	4	1	5
17	34	230A09	bez	1	2	3
18	35	222D12	bez	2	4	6
19	38	2C00	bez	3	14	17
20	39	2C10a	bez	0	10	10

Jak potvrdil Wilcoxonův párový test ( $z = 3,92$ ,  $p < 0,0001$ ; obr. 23) bylo v nárazových pastech s feromonovou návnadou odchyceno statisticky průkazně více dospělců než v nárazové pasti bez návnady.

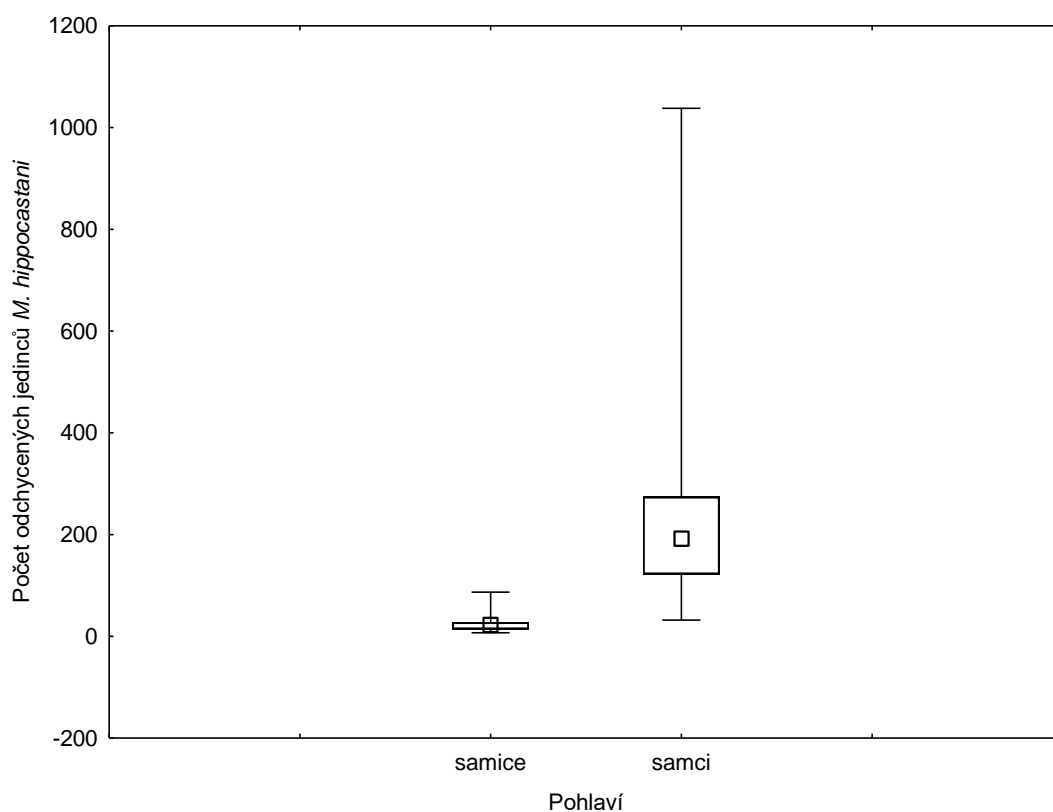
Obrázek 23: Srovnání celkového počtu odchycených chroustů maďalových do nárazových pastí navnaděných feromonem Melowit a bez návnady na jednotlivých lokalitách. Boxplot tvoří medián  $\pm$  25-75% kvartil, svorka představuje minimální a maximální hodnotu



V pastech navzázených feromonem Melowit se odchty pohybovaly od 32 do 1038 samců. Odchyt samic v Melowitem navzázených pastech byl od 7 do 80 jedinců.

Jak znázorňuje obrázek 24, byly statisticky významné rozdíly v odchtech samců (Wilcoxonův párový test:  $z = 3,91$ ,  $p < 0,0001$ ) i samic (Wilcoxonův párový test:  $z = 3,81$ ,  $p < 0,0001$ ).

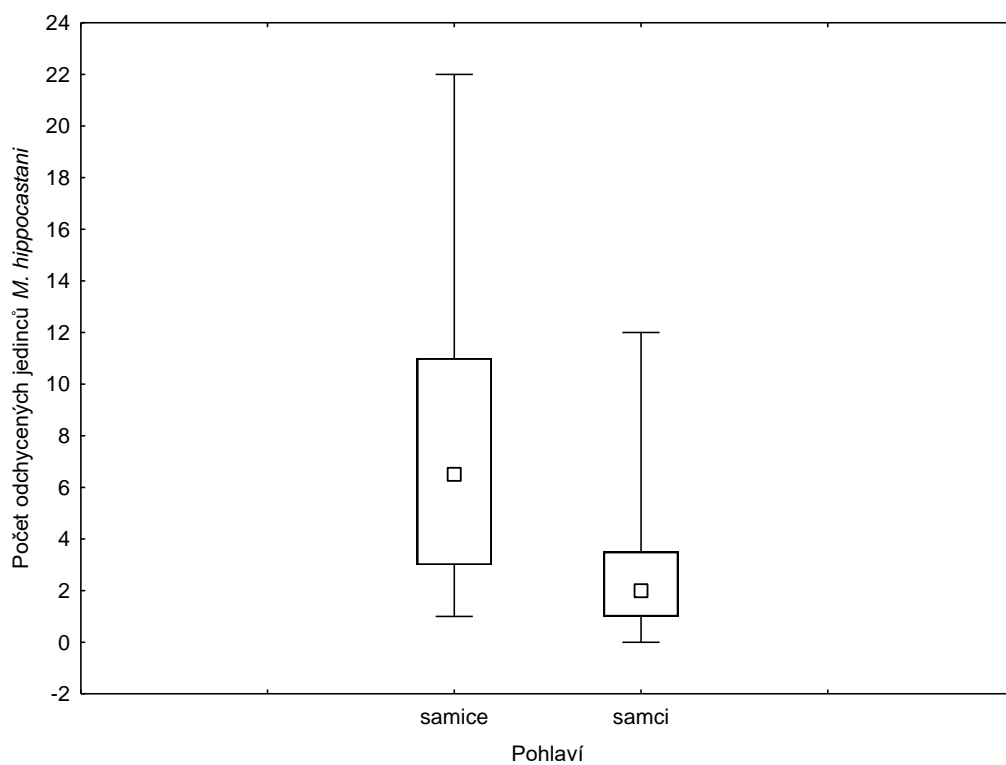
Obrázek 24: Srovnání celkového počtu odchycených samců a samic chroustů maďalových do nárazových pastí navzázených feromonem Melowit na jednotlivých lokalitách. Boxplot tvoří medián  $\pm$  25-75% kvartil, svorka představuje minimální a maximální hodnotu.



Zatímco pasti navzázené feromonovým odparníkem chytaly signifikantně více samců (Wilcoxonův párový test:  $z = 3,93$ ,  $p < 0,0001$ ; obr. 24), pasti bez návnady vykazovaly průkazně vyšší odchyt samic (Wilcoxonův párový test:  $z = 3,24$ ,  $p < 0,01$ ; obr. 25).

Počet odchycených jedinců chrousta maďalového do pastí navzázených feromonem ( $y = 1,5177 + 0,0012 \cdot x$ ;  $r = 0,1952$ ;  $p > 0,05$ ;  $r^2 = 0,0381$ ) ani do pastí bez návnady ( $y = 1,3279 + 0,0481 \cdot x$ ;  $r = 0,2721$ ;  $p > 0,05$ ;  $r^2 = 0,0740$ ) nekoreloval s počtem jedinců zachycených v půdní sondě na studované lokalitě.

Obrázek 25: Srovnání celkového počtu odchycených samců a samic chrousta maďalového do nárazových pastí bez návnady na jednotlivých lokalitách. Boxplot tvoří medián  $\pm$  25-75% kvartil, svorka představuje minimální a maximální hodnotu.



### 5.3.2 Sklepávání dospělců

Pro ověření přítomnosti samic bylo provedeno sklepaní dospělců ze dvou stromů (DB) ve dvou termínech a to 10.5.2020 a 15.5.2020.

Při sklepávání provedeného 10.5.2020 bylo z dostupných větví sklepano 387 dospělců, z toho 82 samců (21,2 %) a 305 samic (78,8 %). Po přepočtení na celý strom bylo zjištěno teoretické množství 4257 dospělců na daném stromě (902 ♂ ♂, 3355 ♀ ♀). Detail výpočtu je uveden v tabulce 9.

Tabulka 9: Počty sklepaných dospělců 10.5.2020 a teoretický přepočet na celý strom

DB					
$d_{1,3} = 32$	$h = 23$	$v_{hr} = 0,75 \text{ m}^3$			
		$v_{nehr} = 0,04 \text{ m}^3$			
		$v = 0,79 \text{ m}^3$			
Počet větví	Plocha větve (m <sup>2</sup> )	Plocha větví celkem (m <sup>2</sup> )			
15	3	45			
9	5	45			
6	7	42			
Celkem		132			
Samci	Samice	Celkem jedinců	Plocha sklepaných větví (m <sup>2</sup> )	jedinců/m <sup>2</sup>	Přepočet jedinců/strom
82	305	387	12	32,25	4257
	Samci	82	12	6,83	902
	Samice	305	12	25,42	3355

Při sklepávání provedeného 15.5.2020 (tab. 10) bylo z dostupných větví sklepano 1026 dospělců, z toho 370 samců (36,1 %) a 656 samic (63,9 %). Po přepočtení na celý strom bylo zjištěno teoretické množství 9097 dospělců na daném stromě (3281 ♂ ♂, 5816 ♀ ♀).

Sklepáváním dospělců z vytipovaných stromů s přítomností chrousta maďalového bylo zjištěno, že se na stromech zdržuje průkazně více samic než samců (Wilcoxonův párový test:  $z = 4,83$ ,  $p < 0,00001$ ).

Tabulka 10: Počty sklepaných dospělců 15.5.2020 a teoretický přepočít na celý strom

DB					
$d_{1,3} = 41$	$h = 25$	$v_{hr} = 1,36 \text{ m}^3$			
		$v_{nehr} = 0,12 \text{ m}^3$			
		$v = 1,48 \text{ m}^3$			
Počet větví	Plocha větve ( $\text{m}^2$ )	Plocha větví celkem ( $\text{m}^2$ )			
14	3	42			
7	5	35			
8	7	56			
Celkem		133			
Samci	Samice	Celkem jedinců	Plocha sklepaných větví ( $\text{m}^2$ )	jedinců/ $\text{m}^2$	Přepočít jedinců/strom
370	656	1026	15	68,40	9097
	Samci	370	15	24,67	3281
	Samice	656	15	43,73	5816

## 5.4 Klimatické podmínky

Data o průběhu počasí byla zjišťována v meteostanici Býšť a zapisována do tabulky č. 11.

### 5.4.1 Průběh teplot

Jednou ze základních meteorologických veličin sledovaných v průběhu pokusu bylo sledování teploty. Zjišťována byla teplota maximální, minimální a medián.

V prvním týdnu pokusu (27.4. – 3.5.) se minimální denní teploty pohybovaly od 1 °C do 12 °C, maximální teploty dosahovaly hodnot 16 °C až 22 °C. Medián denních teplot se pohyboval v rozmezí 10,5 °C až 15,5 °C. Ve druhém týdnu (4.5. – 10.5.) se denní minimální teploty pohybovaly v rozmezí 2 °C až 13 °C, maximální teploty dosahovaly hodnot 15 °C až 28 °C. Medián teplot se v tomto týdnu pohyboval od 9,5 °C do 19 °C. Třetí týden (11.5. – 17.5.) pokusu byl ve znamení poklesu minimálních teplot, které se pohybovaly od 1 °C do 6 °C. Maximální teploty v tomto týdnu dosahovaly hodnot 14 °C až 24 °C, medián denních teplot se pohyboval od 7,5 °C do 14,5 °C. V následujícím čtvrtém týdnu (18.5. – 24.5.) se minimální teploty pohybovaly do 4 °C do 12 °C.

Maximální denní teploty dosahovaly hodnot 19 °C až 26 °C. Medián teplot se pohyboval v rozmezí 13,5 °C až 16,5 °C. V pátém týdnu (25.5. – 31.5.) pokusu klesaly minimální teploty k hodnotám 5 °C až 11 °C, maximální teploty dosahovaly hodnot 15 °C až 23 °C, medián teplot se pohyboval v rozpětí od 12 °C do 15,5 °C. V předposledním šestém týdnu (1.6. – 7.6.) byly minimální teploty v rozpětí 7 °C až 14 °C. Maximální teploty vystoupaly k teplotám v rozpětí od 20 °C do 26 °C, medián teplot byl v rozpětí od 14 °C do 19 °C. Poslední týden pokusu (8.6. – 12.6.) se minimální teploty pohybovaly v rozmezí 12 °C až 17 °C, maximální denní teploty vystupovaly k hodnotám v rozpětí od 19 °C do 30 °C. Medián teplot se pohyboval v rozpětí od 15,5 °C do 22,5 °C.

#### 5.4.2 Průběh dalších klimatických jevů

Dalšími klimatickými jevy, které byly v průběhu pokusu sledovány, byly srážky a rychlost větru.

Ve sledovaném období (47 dní) bylo zaznamenáno 18 dní beze srážek, 14 dní se srážkami do 2,0 mm, kdy napršelo 14 mm, tři dny se srážkami do 5 mm s celkovým úhrnem srážek 8 mm, šest dní se srážkami do 10 mm s úhrnem 41,1 mm a šest dní se srážkami nad 10 mm s celkovým úhrnem 89 mm. Celkový úhrn srážek ve sledovaném období byl 152,1 mm. V porovnání se stejným obdobím předchozího roku je to o 12,1 mm méně (164,2 mm), distribuce srážek však byla nerovnoměrná v podobě přívalových dešťů.

Současně s množstvím srážek byla zaznamenávána rychlost větru a případné nárazy větru. Rychlost se ve sledovaném období pohybovala od 1 m.s<sup>-1</sup> do 19 m.s<sup>-1</sup>. Nejvyšší nárazy větru byly zaznamenány 11.5.2020 za bouřky a dosáhly hodnoty 42 m.s<sup>-1</sup>.

Tabulka 11: Základní meteorologická data (<http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/byst/>)

Datum	Maximální teplota (°C)	Minimální teplota (°C)	Medián teploty (°C)	Srážky (mm)	Rychlost větru (km/h)	Počasí
27.IV	22	1	11,5	0	7	jasno
28.IV	26	5	15,5	0	9	jasno
29.IV	17	12	14,5	10,4	8	skoro zataženo
30.IV	22	6	14	0	5	jasno
01.V	20	10	15	6,7	14	polojasno
02.V	17	6	11,5	1,3	19	polojasno
03.V	16	5	10,5	1,6	15	polojasno

Datum	Maximální teplota (°C)	Minimální teplota (°C)	Medián teploty (°C)	Srážky (mm)	Rychlost větru (km/h)	Počasí
04.V	19	3	11	1,6	11	polojasno
05.V	15	4	9,5	0,3	13	polojasno
06.V	17	2	9,5	0	16	polojasno
07.V	18	4	11	0	18	jasno
08.V	24	2	13	0	8	jasno
09.V	28	8	18	0,8	5	jasno
10.V	25	13	19	1,6	1	skoro zataženo
11.V	24	5	14,5	16,6	19	jasno, zataženo, bouřky, nárazy 42
12.V	14	1	7,5	0,8	13	skoro jasno
13.V	16	1	8,5	1,3	7	polojasno
14.V	16	6	11	2,1	5	polojasno
15.V	17	4	10,5	0	7	polojasno
16.V	19	1	10	0	9	jasno
17.V	21	5	13	0	14	jasno
18.V	24	4	14	0	11	jasno
19.V	26	7	16,5	0	13	jasno
20.V	22	9	15,5	0	7	skoro jasno
21.V	21	6	13,5	0	6	jasno
22.V	23	4	13,5	1,1	7	jasno
23.V	20	12	16	17,1	10	zataženo
24.V	19	9	14	3,5	13	skoro zataženo
25.V	17	10	13,5	6,4	15	zataženo
26.V	20	8	14	0	9	polojasno
27.V	23	5	14	0	11	jasno
28.V	15	9	12	5,9	6	zataženo
29.V	20	11	15,5	0	8	polojasno
30.V	18	9	13,5	0,3	7	zataženo
31.V	18	9	13,5	0,3	13	zataženo
01.VI	24	9	16,5	0	9	skoro jasno
02.VI	21	7	14	14,7	11	polojasno
03.VI	25	10	17,5	0,3	4	polojasno
04.VI	26	12	19	8	9	skoro zataženo
05.VI	20	12	16	7,7	19	skoro zataženo
06.VI	21	13	17	2,4	13	polojasno
07.VI	24	14	19	13,9	12	zataženo
08.VI	19	12	15,5	6,4	12	zataženo
09.VI	24	16	20	0	10	polojasno
10.VI	19	15	17	1,1	6	zataženo
11.VI	28	17	22,5	1,6	4	polojasno
12.VI	30	15	22,5	16,3	14	polojasno



## 5.5 Vyhodnocení

Statistické vyhodnocení nárazových pastí je provedeno v níže uvedených tabulkách. Statistická závislost jednotlivých charakteristik pokusných ploch na odchty dospělců chrousta v nárazových pastech vyplývá ze sloupce „Estimate“. Sloupec „p“ vyjadřuje statistickou významnost, hodnoty nižší než 0,05 (5 %) jsou statisticky významné.

Tabulka 12 porovnává vliv jednotlivých sledovaných charakteristik na odchty dospělců v pastech navnazených feromonem Melowit.

Statisticky průkazný pozitivní vliv byl v případě světelných podmínek, kdy se zvyšujícím se osluněním nárazové pasti rostou i odchty v pastech. Naproti tomu statisticky průkazný negativní vliv na odchty je v případě zakmenění, kdy s rostoucím zakmeněním klesají odchty. Z hlediska statistické průkaznosti mají negativní vliv na odchty chroustů také vzdálenost od nejbližší holé plochy do 0,04 ha, vzdálenost od nejbližší holé plochy nad 0,04 ha, vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let. S rostoucí vzdáleností klesají odchty v pastech.

Tabulka 12: Vliv studovaných prediktorů na odchty chrousta mad'alového do pastí navnaděných feromonovým odparníkem Melowit

Effect	Melowit celkem				
	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept	1	5,8182	0,1924	914,2855	0,00000
Věk porostu	2	0,0012	0,0011	1,3150	0,25149
Zakmenění	3	-0,0434	0,0149	8,4694	0,00361
Vzdálenost od nejbližšího stromu - DB	4	-0,0005	0,0013	0,1426	0,70567
Světelné podmínky	5	1,3194	0,1154	130,7485	0,00000
Vzdálenost od nejbližší holé plochy do 0,04 ha	6	-0,0122	0,0013	90,5170	0,00000
Vzdálenost od nejbližší holé plochy nad 0,04 ha	7	-0,0036	0,0004	79,9700	0,00000
Vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let	8	-0,0082	0,0005	283,8451	0,00000
Vzdálenost od nejbližšího porostu do 20 let	9	-0,0006	0,0004	2,7311	0,09841
Scale		1,0000	0,0000		

Vyhodnocení vlivu jednotlivých stanovištních charakteristik na odchty chrousta v nárazových pastech bez návnady je uvedeno v tabulce 13.

Věk porostu je statisticky průkaznou stanovištní charakteristikou, která má pozitivní vliv na odchyty v navzácných pastech. Naopak negativní vliv na odchyty mají vzdálenost od nejbližší holé plochy do 0,04 ha, vzdálenost od nejbližší holé plochy nad 0,04 ha, vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let, kdy s rostoucí vzdáleností od daného prediktoru klesá odchyt chrousta.

Tabulka 13: Vliv studovaných prediktorů na odchyt chrousta maďalového do nárazových pastí bez návnady

Effect	bez celkem				
	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept	1	2,1569	0,9497	5,1581	0,02314
Věk porostu	2	0,0127	0,0055	5,4159	0,01996
Zakmenění	3	0,0215	0,0764	0,0790	0,77869
Vzdálenost od nejbližšího stromu - DB	4	0,0085	0,0055	2,3924	0,12192
Světelné podmínky	5	1,0490	0,5644	3,4548	0,06307
Vzdálenost od nejbližší holé plochy do 0,04 ha	6	-0,0310	0,0075	17,0019	0,00004
Vzdálenost od nejbližší holé plochy nad 0,04 ha	7	-0,0075	0,0021	13,4986	0,00024
Vzdálenost od nejbližšího porostu do 10 let	8	-0,0082	0,0024	11,3484	0,00076
Vzdálenost od nejbližšího porostu do 20 let	9	-0,0006	0,0019	0,1122	0,73770
Scale		1,0000	0,0000		

## 6. Diskuze

Výzkum z let 2013 a 2017 a historická evidence uvádí, že centrum výskytu chrousta maďalového na revíru Vysoká je soustředěno do blízkého okolí porostů 1A11, 1B13, 219F12. Tato lokalita se každým rojením rozšiřuje (Hejda 2017). Právě do této lokality bylo směřováno i umístění kontrolních půdních sond pro potvrzení přítomnosti dospělců a zjištění stavu populace. Stav populace byl porovnán s kritickým číslem, které je definováno počtem ponrav daného instaru v půdní sondě. Kritický počet ponrav III. instaru, resp. dospělců před rojením je 1–2 jedinci na 1 m<sup>2</sup> (Kapitola, Holuša, 2002). Vykopáním půdních sond v dané lokalitě byl potvrzen kalamitní výskyt dospělců *M. hippocastani*. Kalamitní stav byl překročen na jedenácti lokalitách, na jedné lokalitě dosáhl desetinásobku kritického čísla. Této skutečnosti a současně i zjištěním Bereziny (1960) odpovídal výběr pokusných ploch pro odchyt chrousta. Ten ve své práci zjistil, že půdní podmínky příznivé pro vývoj borovice jsou současně příznivé i pro vývoj ponrav. Gurjanova (1954) označuje borovici jako optimální potravu pro larvy ve stupni L<sub>2</sub> a L<sub>3</sub> a upozorňuje na časté poškození kořenů dubu žírem ponrav, i když mají nižší výživové hodnoty než kořeny borovice. Troszanin (1966) ve své práci předpokládá, že vůně borovice láká ponravy (Kula, 2019). V předložené studii se jednalo o SLT 3K2, 2M1, 2S1, na kterých jsou právě příznivé podmínky pro růst borovice lesní a dubu zimního. Zastoupení borovice bylo v průměru 33 % a dubu rovněž 33 %.

Za začátek letové aktivity lze označit datum 27.4.2020, kdy byly zaznamenány první odchyty jak v pastech navnazených feromonem, tak i v pastech kontrolních bez návnady. Toto datum odpovídá jak Decoppetově (1920), tak i Horberově (1955) teorii. Decoppet (1920) vymezuje začátek rojení průměrnou denní teplotou 15 °C a sumou efektivních teplot 355 °C (od 1. března jsou načítány průměrné denní teploty nad 0 °C). Horber pracuje s průměrnými denními teplotami nad 8 °C (od 1. března) a připouští začátek rojení při sumě efektivní teploty 256±16,3 °C. Brenner (2005) testoval Hoberův model ve Švýcarsku s pozitivním výsledkem, rovněž Burchard (1988) potvrdil Horberův i Decoppetův postup prognózy rojení za vhodný (Kula, 2019). Za použití Decoppetovy metodiky dosáhla suma efektivních teplot 306,5 °C dne 22.4.2020, ale průměrné denní teploty nedosahovaly 15 °C, to nastalo až 28.4.2020. Počátek rojení na revíru Vysoká v roce 2020 byl v porovnání s rojením v roce 2003 na lokalitě Vracov o 10 dní zpožděn. V roce 2003 se chroust maďalový v lokalitě Vracov (LS Strážnice) rojil v období od 16. dubna do 2. června, nejvyšší počty byly zjištěny od 28. dubna do 12. května. Průměrná

teplota v květnu 2003 byla 17,37 °C a během 15 dnů maximálního rojení (od 18.4. do 12.5.) byla průměrná teplota 18,22 °C, během 4 dnů tohoto období byly naměřeny teploty nad 30 °C (Švestka, 2009). Průměrná teplota v průběhu rojení chrousta maďalového na revíru Vysoká byla 14,3 °C s několika teplotními výkyvy a poklesy minimálních teplot zejména na začátku rojení. Je-li v průběhu rojení teplé počasí, má rojení vzestupný průběh. Bylo pozorováno, že za chladného a nepříznivého počasí se rojení přerušuje, brouci zalézají zpět do půdy a rojení pokračuje za příznivějších teplot (Kratochvíl et al. 1953). Výkyvům teplot odpovídaly i výkyvy v letové aktivitě dospělců, které se projevíly v odchytech do nárazových pastí. Na začátku rojení (od 27.4 do 10.5.) byla průměrná teplota 13,1 °C, postupná kulminace odchytů byla přerušena několika výraznými poklesy minimálních teplot. Průměrné denní odchyty v navnazených pastech byly od 0,05 do 18,65 jedince, odchyty v nenavnazených pastech byly od 0,05 do 0,50 jedince. V následujících 10 dnech (od 11.5 do 20.5.) byla průměrná teplota 12,1 °C, průměrné denní teploty postupně stoupaly až k teplotám 16 °C a s tím rostly i odchyty chroustů v nárazových pastech, kdy se průměrné denní odchyty v navnazených pastech pohybovaly v rozmezí od 0,15 do 20,55 jedince a v nenavnazených pastech od 0,05 do 0,85 jedince. Od 20.5.2020 postupně odchyty v nárazových pastech klesaly, průměrné denní odchyty byly od 0,05 do 13,25 jedinců v navnazených pastech a od 0,00 do 0,60 v pastech nenavnazených. Průměrná teplota v této části monitorování letové aktivity byla 16,0 °C.

Četnost imag na stromech lze zjistit za použití metody skleпávání dospělců ze stromu na plachtu (Huiting et al. 2006). V rámci možností a bezpečnosti bylo skleпávání dospělců provedeno ze žebříku dostupných větví na dvou stromech ve dvou termínech, vždy jeden strom jeden termín. U chrousta maďalového, který je závažným škůdcem listnatých porostů ve střední Evropě se vyvinula zajímavá strategie. Za soumraku se začnou rojit samci, zatímco většina samic zůstává na hostitelských stromech a pokračuje v žíru (Ruther, 2001). Ruther et al. (2001 a) vymezil poměr pohlaví létajících a sedících dospělců *M. hippocastani* na 94 % samců mezi létající částí populace a 82 % samic v populaci sedící na stromech (Kula, 2019). Těmto zjištěním odpovídají i výsledky provedených skleпů. V případě skleпávání provedeného 10.5.2020 bylo z 387 imág 21,2 % samců, tj. 82 jedinců a 78,8 % samic, tj. 305 jedinců. Ve druhém termínu skleпávání ze dne 15.5.2020 bylo skleпáno 1026 dospělců, z toho 36,1 % samců tj. 370 jedinců a 63,9 % samic, tj. 656 jedinců.

K monitoringu letové aktivity byly použity nárazové pasti s feromonovou návnadou, které přitahují výhradně samce a mají význam pouze monitorovací (Huiting et al. 2006). Pro lákání dospělců do pastí byl použit feromonový odparník, jehož základní složkou je podle sdělení výrobce Z3-hexen-1-ol a p-toluquinone (www.witasek.com).

Samci lokalizují samice díky orientaci k sexuálnímu lákadlu 1,4-benzochinon indukované poškozením zelených listů a uvolněním těkavých látek, na kterých samice provádí žír. Zelené listy poškozené žírem uvolňují těkavé látky (Hatanaka et al. 1995). Rostlinné těkavé látky, které přitahují samce *M. hippocastani* nemusí být nutně způsobeny poškozením hmyzem (Ruther, 2001). Podle Ruthera dochází u *M. hippocastani* k tomu, že první samci se orientují podle volativních látek uvolněných z přirozeně poškozených listů. Později se orientují podle látek uvolněných z poškozených listů žírem samic, přičemž detekují pouze (Z)-3-hexen-1-ol a souběžně pohlavní feromon s látkou 1,4-benzochinon, která se uvolňuje od samic ve výrazně větším množství než u samců, a proto jsou samci při rojení výrazně aktivnější než samice (Kula, 2019). Reinecke et al. (2002 b) konstatují, že *M. melolontha* využívá stejných látek pro vyhledání samic při rojení, jako *M. hippocastani* (Ruther et al. 2001). Trdan (2019) testoval devět substancí na chrousta obecného a za nejúčinnější byl označen cis-3-hexen-1-ol (10 ml/1000 ml ethanolu) a toluquinone + cis-3-hexanol (10 + 10 ml/1000 ml ethanolu). Potvrdila se tak známá vyšší atraktivita pro samce (73–83 %) než samice (Kula, 2019). *M. hippocastani* je přitahován pouze (Z)-3-hexen-1-ol. K lokalizaci samice odpovídajícího druhu využije samec samicí uvolněné benzochinony jako sexuální feromony (Ruther et al. 2002 a). Výše uvedená zjištění potvrzují statisticky významné rozdíly v odchycích samců i samic. V pastech navnazených feromonem Melowit bylo odchyceno 5001 samců a 567 samic. Nárazové pasti s feromonovou návnadou chytaly statisticky průkazně více dospělců než nárazové pasti bez návnady. To představuje 5568 dospělců v navnazených pastech a 217 v nenavnazených pastech.

V průběhu rojení využívají samci k vyhledávání samic volativní látky uvolněné z listů žírem samic ve formě primárních atraktantů (Ruther et al. 2000, Reinecke et al. 2006). Tyto látky jsou součástí feromonových návnad, které se postupně a kontrolovaně uvolňují přes membránu v závislosti na teplotě (www.witasek.com). Těmto zjištěním odpovídá i pozitivní vliv světelných podmínek a tím zvyšující se teploty odparníku na odchycy v navnazených pastech. Naopak účinnost navnazené pasti klesala s vyšším zakmeněním a tím zastíněním pasti. Sierpiński (1975) uvádí, že samice při vyhledávání

odpovídajícího stanoviště pro kladení vajíček vykonává dlouhý let a vyhledávají úzké paseky a porosty středního vzrůstu (Sierpiński 1975). S tímto tvrzením se shodují i zjištění negativního vlivu rostoucí vzdálenosti od holiny i od porostu do 10 let na odchyt dospělců jak v navnazených, tak nenavnazených pastech. Escherich (1923) naopak uvádí, že samice vyhledávají volná a slunná místa. Flerov et al. (1954) a současně i Záruba (1956) konstatují, že samice v jižnějších oblastech kladou vajíčka na zastíněné plochy a v severnějších oblastech vyhledávají ke kladení otevřené plochy (Kula, 2019).

Jak uvádí Vrabl (1992) samice *M. melolontha* mohou klást vajíčka až 2 km od místa žíru. Schneider (1952 a) připouští dolet až na vzdálenost 15–20 km, běžně se však jedná o vzdálenosti 3–4 km, výjimečně 6 km od žíroviště (Kula, 2019). Z výše uvedeného vyplývá, že *M. hippocastani* je dobrý letec. Tomu odpovídá i zjištěná skutečnost, že odchyt v obou typech pastí nekoreluje s počty dospělců v půdních sondách.

## 7. Závěr

Na revíru Vysoká, který je součástí LS Choceň, je na stanovištích vhodných pro vývoj *Melolontha hippocastani* zvýšený až kalamitní stav populace na ploše asi 200 ha. V souvislosti s tímto stavem byla vypracována tato práce popisující letovou aktivitu *M. hippocastani* v průběhu rojení v roce 2020.

Rojení *M. hippocastani* probíhalo v období od 27.4.2020 do 12.6.2020. Letová aktivita dospělců v průběhu rojení na revíru Vysoká v roce 2020 značně kolísala. Výkyvy letové aktivity byly ovlivněny průběhem počasí, kdy došlo k několika výrazným poklesům teplot. Při poklesech teplot klesaly odchyty na minimální hodnoty.

Současně s vyhodnocením letové aktivity byla sledována i účinnost feromonových odparníků v nárazových pastech. Celkem bylo do pastí odchyceno 5785 dospělců. V pastech navnazených feromonovým odparníkem bylo odchyceno 5568 dospělců, z toho 5001 samců a 567 samic. Odchyty v kontrolních nenavnazených pastech byly 217 dospělců, z toho 63 samců a 154 samic. Byly zjištěny statisticky průkazné výsledky, že odchyty v navnazených pastech jsou prokazatelně vyšší než v pastech nenavnazených. Dále byla potvrzena účinnost feromonové návnady, která je prokazatelně účinná v odchytu samců.

V této práci byla rovněž hodnocena účinnost nárazových pastí v závislosti na stanovištních podmínkách. Na základě odchytů dospělců v navnazených pastech byla prokázána pozitivní závislost na umístění pasti, na věku porostu a na světelných podmínkách. Naopak negativní vliv na odchyty mělo zakmenění, rostoucí vzdálenost od porostu do 10 let věku, vzdálenost holiny jak do 0,04 ha tak nad 0,04 ha. V případě pastí bez návnady byl prokázán pozitivní vliv věku porostu. Negativní vliv na odchyt imág byl zjištěn v případě rostoucích vzdáleností od holiny i od porostu do 10 let. U ostatních sledovaných parametrů nebyla prokázána závislost na odchytu dospělců *Melolontha hippocastani*.

Použití feromonem navnazených nárazových pastí k monitoringu průběhu rojení lze využít jako možnou náhradu za světelné lapače v lokalitách s nedostupnou elektrickou energií.

## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

Berezina, V. M. (1960). The period of activity of *Melolontha hippocastani* in the imago stage. Trudy Vsesojuznogo Instituta Zascity Rastenij, Leningrad, (15): 129-76.

Bulmer, M. G. (1977). Periodical insects. The American Naturalist, 111, 1099-1117.

Burchard M. (1988). Biologische Beobachtungen anlässlich der Massenvermehrung des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani* F.) 1987 im Forstbezirk Karlsruhe-Hardt. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 132: 33-76.

Decoppet, M. 1920: Le Hanneton. Lausanne & Geneva, 130 pp.

Delb, H. (2004). Monitoring der Waldmaikafer (*Melolontha hippocastani* F.) – Populationen und der Schaden durch Engerlinge in der nordlichen Oberrheinebene, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 56: 108-116.

Escherich, K. (1923). Die Forstinsekten Mitteleuropas, Vol. 2. Parey, Berlin, Germany: 342-380.

Ehrenberger, J. (2012). Odborná práce ke zkoušce OLH, Lesy České republiky v Hradci Králové, 27 s.

Ehrenberger, J. (2019). Možnosti využití biouhlu k prevenci poškozování borových sazenic žírem ponrav chrousta, ČZU v Praze, 54 s.

Flerov, S.K., Ponomarevova, E.N., Ključnik, P.I., Voroncov, A.I., (1954), Ochrana lesů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 351 s.

Głowacka, Barbara & Sierpińska, Alicja. (2012). Control of adult cockchafers *Melolontha* spp. with Mospilan 20 SP. Folia Forestalia Polonica, Series A. 54. 109-115.

Gurjanova, H.I. (1954). Vlijanie sostava pišči na fiziologičeskogo sostojanie majskogo chrušča (*Melolontha hippocastani* F.). Trudy VIZR, vyp. 6. Selchozgiz, M.-L.

Harari, A.R., Ben-Yakir, D., Rosen, D. 1994: Mechanism of aggregation behavior in *Maladera matrida* Argaman (Coleoptera: Scarabaeidae). J. Chem. Ecol., 20: 361-371.



- Hase, W. (1984). Der Maikäfer als Forstschädling in Schleswig-Holstein. Schriften Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 54: 103–115.
- Hatanaka, A., Kajiwara, T., Matsui, K. 1995: The biogeneration of green odour by green leaves and its physiological functions - past, present and future. Zeitschrift für Naturforschung, 50: 467-472.
- Hejda, V. (2014). Chroust *Melolontha hippocastani* Fabr. významný škůdce lesních porostů LS Choceň, MENDELU v Brně, 38 s.
- Hejda, V. (2017). Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* Fabr.) významný škůdce lesních porostů LS Choceň, MENDELU v Brně, 49 s.
- Horber, E. (1955). Ökonomische und statistische Untersuchungen an Populationen des Feldmaikäfers (*Melolontha vulgaris* F.). Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz, 69, 1–14.
- Huiting, H.F., Moraal, L.G., Griepink, F.C., Ester, A. 2006: Biology, control and luring of the cockchafer, *Melolontha melolontha*, current control possibilities and pheromones. Applied Plant Research Unit AGV PPO no. 32 500475 00-I.
- Hůrka, K. (1955). Příspěvek k bionomii larev chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani* F.). Zoologické a entomologické listy, 4: 239-256.
- Christensen, K. (1986). The influence of cockchafers on the development of growth rings in oak trees. In: International symposium on ecological aspects of tree-ring analysis. August 17-21, Marry mount college Tarrytown, new York. Durham, United States department of agriculture: 142-154.
- Imai, T., Maekawa, M., Tsuchiya, S. et al. (1998). Field Attraction of *Hoplia communis* to 2-Phenylethanol, A Major Volatile Component from Host Flowers, *Rosa* spp. Journal of Chemical Ecology 24, 1491–1497.
- Kapitola, P., Holuša, J. (2002). Lesní ochranná služba: Chrousti rod *Melolontha* F., Lesnická práce, 12/2002, 4 s.
- Keller, S., Brenner, H. (2005). Development of the *Melolontha* populations in the canton Thurgau, eastern Switzerland, over the last 50 years. Bulletin OILB/SROP, 28 (2): 31-35.

- Knížek, M., Liška, J. (2018) Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2018, Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2017 a jejich očekávaný stav v roce 2018, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2018 Strnady, 75 s.
- Knížek M., Liška J. (2019). Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2019, Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2018 a jejich očekávaný stav v roce 2019. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2019, 74 s.
- Knížek M., Liška J. (2020). Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2020, Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2019 a jejich očekávaný stav v roce 2020. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2020, 76 s.
- Kowalska, J. (2001). May bugs – a threat and possibilities of control. Sylwan, 145(7), 97–105.
- Kratochvíl, J., Landa, V., Novák, K., Skuhrový V. 1953. Chrousti a boj s nimi. Praha, Nakladatelství ČSAV, 156 s.
- Křístek J., Urban, J. (2004). Lesnická entomologie. Vyd. 1. Praha: Academia, 445 s.
- Kula, E. et al. (2016). Možnosti snížení škod chroustem maďalovým (*Melolontha hippocastani* Fabr.) v území LS Strážnice. Výzk. zpráva, GS LČR, Brno, 82 s.
- Kula, E. et al. (2019). Možnosti snížení škod chroustem maďalovým (*Melolontha hippocastani* Fabr.) v území LS Strážnice. Závěrečná výzkumná zpráva 2014-2019, GS LČR, Brno, 422 s.
- Kula, E. et al. (2021). Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801), Lesy České republiky, s.p. Hradec Králové, 296 s.
- Ladd, T.L., McGovern, T.P. 1980: Japanese beetle: a superior attractant, phenylethyl propionate+eugenol + geraniol, 3:7:3. Journal of Economic Entomology, 73: 689-691.
- Leal, W.S. (1995). Sex pheromones of plant-feeding scarab beetles. Korean Journal of Applied Entomology, 34: 9-14.
- Leal, W.S. (1997). Evolution of sex pheromone communication in plant-feeding scarab beetles. Insect Pheromone Research, New Directions. Carde, R.T., Minks, A.K. (eds.) Chapman & Hall, New York, 505-513.

Leal, W.S. (1998). Chemical ecology of phytophagous scarab beetles. *Annual Review of Entomology*, 43: 39-61.

Lisov, N., A. (1984). Impact of some ecological factors on place choice for oviposition of females of the forest cockchafer. In: Tsygankova E.N. (ed.): 9th Meeting of the All-Union Entomological Society. Proceedings. Kiev, October 1984. Pt. 2. Kiev, Naukova dumka, 19 s.

Liška, J. (2014). Žíry ponrav chroustů v Bzenecké a Hodonínské doubravě. *Lesnická práce*, 7: 50–51.

Loughrin, J.H., Potter, D.A., Hamilton-Kemp, T.B. (1995). Volatile compounds induced by herbivory act as aggregation kairomones for the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman). *Journal of Chemical Ecology*, 21: 1457-1467.

Loughrin, J.H., Potter, D.A., Hamilton-Kemp, T.R. (1996 a). Volatile compounds induced by herbivory act as aggregation kairomones for the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman). *Journal of Chemical Ecology*, 22: 1295-1305.

Loughrin, J.H., Potter, D.A., Hamilton-Kemp, T.B., Byers, M.E. (1996 b). Role of feeding-induced plant volatiles in aggregative behavior of the Japanese beetle (Coleoptera: *Scarabaeidae*). *Environmental Entomology*, 25: 1188-1191.

Loughrin, J.H., Potter, D.A., Hamilton-Kemp, T.R. 1998: Attraction of Japanese beetles (Coleoptera: *Scarabaeidae*) to host plant volatiles in field trapping experiments. *Environmental Entomology*, 27: 395-400.

Matějčík, J. (2013). Lesnická opatření v gradačním území chrousta *Melolontha hippocastani* (LS Strážnice), MENDELU v Brně, 65 s.

Muška, A. (1975). Results of thirteen years observation of cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) swarming on the territory of Czechoslovakia. *Sborník UVTI – Ochrana rostlin* 11: 283–294.

Oosterbaan, A. (2012). Damage to Christmas trees by larvae of *Melolontha melolontha* L. and control methods. Proceedings of the 10th International Christmas Tree Research and Extension Conference: IUFRO Working Unit 2. 02. 09 – Christmas Trees. Eichgraben, Austria, 21–27 August 2011; 2012: 114–119.

- Reinecke, A., Ruther, J., Mayer, C., J., Hilker, M. (2006). Optimized trap lure for male *Melolontha* cockchafers, Institute for Biology, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany, *Journal of Applied Entomology* 130(3): 171–176.
- Rohde, M. (1996 b). Experiments to reduce *Melolontha hippocastani* F. damages in the Hessian Rhein – Main – Plain. Proc. of the meeting „Integrated control of soil pests”, Freiburg, Germany, 23–25 October, 1995. IOBC/WPRS Bulletin, 19(2): 89–94.
- Ruther, J., Hilker, M. 2003: Attraction of forest cockchafer *Melolontha hippocastani* to (Z)-3-hexen-1-ol and 1,4-benzoquinone: application aspects The Netherlands Entomological Society *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 107: 141-147.
- Ruther, J., Podsiadlowski, L., Hilker M. (2001). Quinones in cockchafers: additional function of a sex attractant as an antimicrobial agent, Freie Universität Berlin, Institut für Biologie, Haderslebener Str. 9, 12163 Berlin, Germany: 225–229.
- Ruther, J., Reinecke, A., Hilker, A. (2002). Plant volatiles in the sexual communication of *Melolontha hippocastani*: response towards time-dependent bouquets and novel function of (Z)-3-hexen-1-ol as a sexual kairomone, Institut für Biologie, Angewandte Zoologie/ökologie der Tiere, Freie Universität Berlin, Germany, *Ecological Entomology* (2002) 27, 76-83.
- Ruther, J., Reinecke, A., Hilker, M. (2002 a). Plant volatiles in the sexual communication of *Melolontha hippocastani*: response towards time-dependent bouquets and novel function of (Z)-3-hexen-1-ol as a sexual kairomone. *Ecological Entomology*, 27: 76–83.
- Ruther, J., Reinecke, A., Hilker, M. (2002 b). Phenol – another cockchafer attractant shared by *Melolontha hippocastani* Fabr. and *M. melolontha* L. *Zeitschrift für Naturforschung*, 57c: 910–913.
- Ruther, J., Reinecke, A., Hilker, M. (2002 c). Chemical orientation in *Melolontha* cockchafers. *Bulletin OILB/SROP*, 25 (7): 15–20.
- Ruther, J., Reinecke, A., Tolasch, T., Hilker, M. (2002 d). Phenol another cockchafer attractant shared by *Melolontha hippocastani* Fabr., *Melolontha melolontha* L. *Zeitschrift für Naturforschung*, C, 57: 910–913.

- Ruther, J., Reinecke, A., Thiemann, K., Tolasch, T., Francke, W., Hilker, M. 2000: Mate finding in the forest cockchafer *Melolontha hippocastani* mediated by volatiles from plants and females. *Physiol. Entomol.*, 25: 172-179.
- Schwerdtfeger, F. (1939), Über den Einfluss der Winterkälte auf den Maikäferengerlings. *Z. f. Pflkr. u. Pflanzenschutz*, 49: 95–100.
- Sierpiński, Z. 1975, Ważniejsze owady - szkodniki korzeni drzew i krzewów leśnych. Warszawa, PWRiL: 222 s.
- Sierpińska, A. (2008). Spostrzeżenia na temat ekologii chrabaszca majowego (*Melolontha melolontha* L.) i chrabaszca kasztanowca (*Melolontha hippocastani* F.). *Progres Plant Protection*, 48 (3): 956-965.
- Schneider, F. 1952 a: Auftreten und Ovarialentwicklung der Maikäfer *Melolontha vulgaris* F., *M. hippocastani* F. und *M. hippocastani* v. *nigripes* Com. an der alpinen Verbreitungsgrenze im Hinterrheintal. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 25: 111-130.
- Sukovata, L., Jaworski, T., Karolweski, P., Kolk, A. (2015). The performance of *Melolontha* grubs on the roots of various plants species, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39 (1): 107-116.
- Švestka, M. (2006), Distribution of tribes of cockchafers of the genus *Melolontha* in forests of the Czech Republic and the dependence of their swarming on temperature, *Journal of forest science*, 52, (11): 520–530.
- Švestka, M. (2007), Ecological conditions influencing the localization of egg-laying by females of the cockchafer (*Melolontha hippocastani* F.), Forestry and Game Management Research Institute, Jíloviště-Strnady, Znojmo, Czech Republic, *Journal of forest science*, 53, 2007 (Special Issue): 16–24.
- Švestka, M. (2010). Changes in the abundance of *Melolontha hippocastani* Fabr. and *Melolontha melolontha* (L.) (*Coleoptera, Scarabaeidae*) in the Czech Republic in the period 2003–2009. *Journal of Forest Science* 56 (9): 417–428.
- Švestka, M. (2012). Chrousti rodu *Melolontha* v lesích České republiky v období 2003—2011. *Zprávy lesního výzkumu*, 57, 217—229.

- Švestka, M., Balek, J. (2006). Ponravy chroustů opět ohrožují lesní školky a kultury, *Lesnická práce*, 85 (08): 32 s.
- Švestka, M., Drápela, K., (2009). The effect of environmental conditions on the abundance of grubs of the cockchafer (*Melolontha hippocastani* F.), *Journal of forest science*, 55, 2009 (7): 330–338.
- Švestka, M., Drápela, K. (2012). Zhodnocení početnosti ponrav *Melolontha hippocastani* Fabr. a rozsahu ztrát v lesních kulturách v závislosti na ekologických podmínkách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57 (1): 8–15.
- Švestka, M., Hochmut, R., Jančařík, V. (1996). Praktické metody v ochraně lesa. *Silva Regina*, 309 s.
- Švestka, M., Kapitola P. (2004). Přemnožení chroustů v lesích ČR a obrana proti nim. Sborník ze semináře Škodliví činitelé v lesích Česka 2003/2004, Praha, 31.3.2004, Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 52-57.
- Trdan, S., Čuk, J., Poženel, A., Bavcon Kralj, M., Rot, M., Carlevaris, B., Žežlina, I., Vidrih, M., Laznik, Ž., Bohinc, T. (2019). Field testing of different synthetic attractants for mass trapping of common European cockchafer (*Melolontha melolontha* [L.], *Coleoptera, Scarabaeidae*) adults, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 69:2, 174-180.
- Troszanin, P. G. (1966). Chruszczi i barba s nimi v lesnom chozjajstvie. *Lesnaja Promyslennost*, Moskva.
- Verheijen, F., Jeffrey, S., Bastos, A.C., Van Der Velde, M., Diafas, I. (2010). Biochar Application to Soils, A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions, 166.
- Vrabl, S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 19-22.
- Voronstov, A. I. Osipov, V., E. (1980). The ecology of *Melolontha hippocastani* in the Buzuluk pine forest. *Lesovedenie*, (4): 56-64.
- Wagenhoff, E., Blum, R., Delb, H. (2014). Spring phenology of cockchafers, *Melolontha* spp. (*Coleoptera: Scarabaeidae*), in forests of south-western Germany: results of a 3-year survey on adult emergence, swarming flights, and oogenesis from 2009 to 2011, *Forest*

Research Institute of Baden-Wuerttemberg, Department of Forest Protection, Freiburg im Breisgau, Germany, Journal of forest science, 60, 2014 (4): 154–165.

Woreta, D., Lipiński, S., Wolski, R. (2016). Wpływ pokarmu na imagines chrabąszczy *Melolontha melolontha* i *M. hippocastani*. Leśne Prace Badawcze, 77 (1): 14–21.

Woreta, D., Sukovata, L. (2014). Survival and growth of the *Melolontha* spp. grubs on the roots of the main forest tree species, Leśne Prace Badawcze, 75 (4): 375–383.

Záruba C. (1956). Ponravy, škůdci lesních školek a kultur. SZN Praha: 48 s.

## 8.1 Zdroje

LHE LS Choceň, SÚJ Choceň, období 2.Q/2019

LHP Choceň, platnost od 1.1.2013 do 31.12.2022

Mapy.cz, [online]. <https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body>

Melowit. Dostupné z: <https://www.witasek.com/pheromone-fallen/pheromone-lockstoffe/436/melowit-kombi-waldmaikaefer-melolontha-melolontha-feldmaikaefer-melolontha-hippocastani?c=19>

Regionální geomorfologické členění České republiky [online]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/14\\_kapitola.htm](http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/14_kapitola.htm)

Registr přípravků na ochranu rostlin. [online]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx>

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018 [online]. Dostupné z [http://www.uhul.cz/images/ke\\_stazeni/zelenazprava/ZZ\\_2018.pdf](http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2018.pdf)

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019 [online].

Dostupné z [http://www.uhul.cz/images/ke\\_stazeni/zelenazprava/ZZ\\_2019.pdf](http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2019.pdf)

Malaiseho pasti, nárazové pasti a feromony [online]. Dostupné z: [http://www.entomosphinx.cz/cs/aktuality/detail/6\\_5-dil-serialu-o-sberu-hmyzu](http://www.entomosphinx.cz/cs/aktuality/detail/6_5-dil-serialu-o-sberu-hmyzu)

<http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/byst/>

[http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/hradec\\_kralove/](http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/hradec_kralove/)



## 8.2 Seznam obrázků

Obrázek 1: Chroust maďalový, <i>Melolontha hippocastani</i> , larva, foto Ehrenberger 2018 .....	18
Obrázek 2: Tykadlo ponravy 3. instaru chrousta <i>Melolontha hippocastani</i> (Weissteiner, 2010) .....	19
Obrázek 3: Chroust maďalový, <i>Melolontha hippocastani</i> , kukla, foto Matějčík, 2010... ..	20
Obrázek 4: Chroust maďalový, <i>Melolontha hippocastani</i> , dospělec, foto Ehrenberger 2012 .....	21
Obrázek 5: Chroust maďalový, <i>Melolontha hippocastani</i> , úživný žír na BK, foto Ehrenberger 2012.....	21
Obrázek 6: Chroust maďalový, <i>Melolontha hippocastani</i> , úživný žír na DB, foto Ehrenberger 2020.....	22
Obrázek 7: Chroust maďalový, <i>Melolontha hippocastani</i> , úživný žír na DBC, foto Ehrenberger 2020.....	23
Obrázek 8: Kopulace chrousta maďalového, foto Ehrenberger 2020.....	26
Obrázek 9: Lokalizace revíru Vysoká v Pardubickém a Královéhradeckém kraji, mapy.cz .....	31
Obrázek 10: Výřez porostní mapy revíru Vysoká, LHP 1354 Choceň .....	31
Obrázek 11: Půdní sonda s přítomnými dospělci, foto Ehrenberger 2020 .....	32
Obrázek 12: Výřez obrysové mapy s vyznačením půdních sond, Ehrenberger 2020 ....	33
Obrázek 13: Výřez typologické mapy s umístěním nárazových pastí, Ehrenberger 2020 .....	34
Obrázek 14: Vpravo obchodní balení Feromonu Melowit, vlevo odparník, foto Ehrenberger 2020.....	35
Obrázek 15: Instalace nárazových pastí, foto Růžičková 2020 .....	35
Obrázek 16: Instalovaná nárazová past, foto Růžičková 2020 .....	36
Obrázek 17: Terénní zápisník s charakteristikami jednotlivých ploch, foto Ehrenberger 2020 .....	37
Obrázek 18: Počítání odchycených jedinců, foto Nešetřilová 2020 .....	38
Obrázek 19: <i>M. hippocastani</i> samice (vlevo), samec (vpravo), foto Ehrenberger 2020 .....	39

Obrázek 20: Ukázka terénního záznamu odchycených dospělců, foto Ehrenberger 2020 .....	39
Obrázek 21: Průměrný odchyt samců (modře) a samic (červeně) chrousta maďalového do pastí navnazených feromonem Melowit v jednotlivých odběrech v roce 2020 a průběh průměrných teplot v jednotlivých dnech (hnědě). .....	47
Obrázek 22: Průměrný odchyt samců (modře) a samic (červeně) chrousta maďalového do pastí bez návnady v jednotlivých odběrech v roce 2020 a průběh průměrných teplot v jednotlivých dnech (hnědě).....	48
Obrázek 23: Srovnání celkového počtu odchycených chroustů maďalových do nárazových pastí navnaděných feromonem Melowit a bez návnady na jednotlivých lokalitách. Boxplot tvoří medián $\pm$ 25-75% kvartil, svorka představuje minimální a maximální hodnotu .....	50
Obrázek 24: Srovnání celkového počtu odchycených samců a samic chroustů maďalových do nárazových pastí navnaděných feromonem Melowit na jednotlivých lokalitách. Boxplot tvoří medián $\pm$ 25-75% kvartil, svorka představuje minimální a maximální hodnotu. ....	51
Obrázek 25: Srovnání celkového počtu odchycených samců a samic chroustů maďalových do nárazových pastí bez návnady na jednotlivých lokalitách. Boxplot tvoří medián $\pm$ 25-75% kvartil, svorka představuje minimální a maximální hodnotu.....	52

### 8.3 Seznam tabulek

Tabulka 1: Šířka hlavové schránky podle jednotlivých stadií .....	16
Tabulka 2: Vývojový diagram čtyřletého vývojového cyklu <i>Melolontha hippocastani</i> (Kapitola, Holuša, 2002).....	24
Tabulka 3: Lokalizace půdních sond a přiřazení počtu, .....	33
Tabulka 4: Půdní sondy s počty dospělců, průměrnou hloubkou výskytu dospělců. ....	41
Tabulka 5: Základní porostní charakteristiky pokusných ploch.....	43
Tabulka 6: Odchyty podle data, typu návnady a pohlaví .....	45
Tabulka 7: Celkové odchyty v pastech navnazených feromonem Melowit, Počet M = male–samci, Počet F = female–samice .....	49
Tabulka 8: Celkové odchyty v pastech bez návnady, Počet M = male–samci, Počet F = female–samice .....	49
Tabulka 9: Počty sklepaných dospělců 10.5.2020 a teoretický přepočít na celý strom. ....	53

Tabulka 10: Počty sklepaných dospělců 15.5.2020 a teoretický přepočet na celý strom	54
Tabulka 11: Základní meteorologická data ( <a href="http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/byst/">http://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/byst/</a> )	55
Tabulka 12: Vliv studovaných prediktorů na odchyt chrousta maďalového do pastí navnaděných feromonovým odparníkem Melowit	57
Tabulka 13: Vliv studovaných prediktorů na odchyt chrousta maďalového do nárazových pastí bez návnady	58