

Mendelova univerzita v Brně  
Lesnická a dřevařská fakulta  
Ústav ochrany lesů a myslivosti

Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* Fabr.)

významný škůdce lesních porostů LS Choceň

Diplomová práce

2015—2017

Bc. Vojtěch Hejda

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Chroust maďalový (Melolontha hippocastani Fabr.) - významný škůdce lesních porostů LS Choceň vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 28. 4. 2017

.....

podpis

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu práce prof. Ing. Emanuelu Kulovi, CSc. za jeho ochotu, pomoc, trpělivost a cenné připomínky k vedení práce. Děkuji kolegům lesní správy Choceň, zejména Ing. Kamilovi Beznoskovi a Jiřímu Ehrenbergerovi, za možnost zpracování práce a poskytnuti potřebných dat a informací k jejímu řešení. V neposlední řadě děkuji rodičům a sourozencům za podporu ve studiu. Na závěr děkuji partnerce za pomoc a trpělivost při tvorbě této práce.

## **Abstrakt**

**Jméno posluchače:** Bc. Vojtěch Hejda

**Název diplomové práce:** Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* Fabr.) významný škůdce lesních porostů LS Choceň

**Abstrakt:** Diplomová práce se zabývá zimováním a rojením chrousta maďalového *Melolontha hippocastani* Fabr. na revíru Vysoká spadající pod lesní správu Choceň. Kontrolní metody pro zjištění zimujících dospělců jsou půdní sondy a pro průběh rojení jsou záchytné plachty. Naměřená data byly použity pro vyhodnocení průběhu zimování a rojení. Výsledky byly porovnány s hodnotami z meteostanice, která snímala teplotu půdy a vzduch. Z výsledků lze doporučit nutnost zpřesnit aktuálně užívané postupy v kontrole a ochraně lesa před chroustem maďalovým.

**Klíčová slova:** Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* F.), lesní správa Choceň, rojení, zimování,

## **Abstract**

**Name listeners:** Bc. Vojtěch Hejda

**Title of thesis:** May beetle *Melolontha hippocastani* Fabr. significant pest of forest LS Choceň

**Abstract:** The thesis deals with overwintering and swarming may beetle *Melolontha hippocastani* Fabr. on the ground High under the forest management Choceň. Control methods for detection of hibernating adults are soil probe and for the course swarming are catch sails. Measured data were used to evaluate during wintering and swarming. The results were compared with values from the weather station which sense the temperature of the soil and air. From the results it is recommended the need to refine the currently used procedures in the control and protection of forests against may beetle.

**Key words:** May beetle (*Melolontha hippocastani* F.), forest management Choceň, swarming, wintering

## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce.....	9
3	Literární přehled .....	10
3.1	Chroust maďalový ( <i>Melolontha hippocastani</i> F.).....	10
	Obr. 1: Samec chrousta maďalového ( <i>Melolontha hippocastani</i> F.) (Hejda 2016)....	11
3.2	Rozšíření chrousta maďalového.....	11
3.3	Bionomie a ontogenie chroustů.....	12
3.3.1	Stadium vajíčka.....	12
3.3.2	Stadium ponravy .....	13
3.3.3	Stadium kukly .....	16
3.3.4	Stadium imaga .....	16
3.3.5	Délka života chroustů .....	17
3.3.6	Žír chroustů.....	17
3.3.7	Přirození nepřátelé chroustů .....	18
3.4	Škodlivost ponrav v lesnictví.....	19
3.4.1	Průběh žíru ponrav .....	20
3.4.2	Charakteristické znaky žíru ponrav na kořenech sazenic .....	21
3.5	Následky žíru .....	21
3.6	Škody v kulturách a semeništích.....	22
3.7	Předpověď škod ve školkách a kulturách.....	23
3.7.1	Kontrolní sondy .....	23
3.7.2	Kritické číslo.....	24
3.7.3	Určování stáří populace chroustů .....	24
3.8	Škody působené chrousty.....	25
3.9	Obranná opatření.....	25
3.9.1	Mechanické a pěstební způsoby .....	25
3.9.2	Chemické metody .....	26
3.9.3	Biologické metody.....	27

4	Metodika .....	28
4.1	Kontrola zimujících imág.....	28
4.2	Měření teploty vzduchu a půdy pomocí meteorologické ALA stanice.....	29
4.3	Kontrola imág opouštějící půdu .....	30
4.4	Kontrola rojících se imág pomocí světelného lapače.....	31
5	Popis oblasti šetření .....	32
5.1	Popis území .....	32
5.2	Druhové zastoupení.....	32
5.3	Podnebí.....	32
5.4	Hydrologie území.....	33
5.5	Geologie .....	33
5.6	Pedologie.....	34
6	Výsledky .....	35
6.1	Historie výskytu .....	35
6.1.1	Výskyt ponrav chrousta v roce 2013 .....	35
6.2	Kontrola imág opouštějící půdu pomocí plachty .....	37
6.3	Kontrola zimujících imág.....	39
6.4	Kontrola rojících se imág pomocí světelného lapače.....	41
7	Diskuze .....	42
8	Závěr .....	45
9	Summary.....	46
10	Seznam citované literatury.....	47

# 1 Úvod

V České republice převažují kulturní lesy vysazované a pěstované v posledních 150 letech především pro uspokojení zvyšující se spotřeby dřeva. Znalosti o stanovištních nárocích jednotlivých dřevin byly nedostatečné, stejně jako vědomosti o procesech v lesních ekosystémech, proto se lesy často zakládaly na nevhodných stanovištích a v nevhodné druhové skladbě. Z přírodních klimaxových ekosystémů s bohatou strukturou byly lesy změněny na výrazně monokulturní stejnověké porosty s více než padesátiprocentním zastoupením smrku, které mají malou ekologickou stabilitu. Na snížení vitality a odolnostního potenciálu lesů se významně podílely škodlivé vlivy antropické (poškození lesů, vandalismus, požáry, těžba nerostů, necitlivé hospodaření) i vlivy antropogenní (průmyslové imise, automobilová doprava), které mají převážně dlouhodobý charakter.

K největším kalamitám v ČR dochází především působením abiotických škodlivých činitelů - větru, sněhu, námrazy, ledovky, sucha a mrazu. Lesy narušovaly kalamity již v 19. století. Frekvence velkých větrných kalamit (nad 1 mil. m<sup>3</sup>) má stále se zrychlující trend. V letech 1740–1840 byl interval kalamit 33 roků, v letech 1841–1940 dosahoval 22 roků a v období 1941–2000 klesl na 10 roků.

Mezi nejvážnější biotické činitele v jehličnatých smrkových porostech patří bekyně mniška, obaleč modřínový, ploskohřbetka smrková, pilatka smrková, lýkožrout smrkový, lýkožrout severský, lýkožrout lesklý, lýkožrout menší a lýkohub matný. Na borovici škodí lýkožrout vrcholkový, lýkohub sosnový, lýkohub menší a klikoroh borový. Listnáče jsou hmyzími škůdci poškozovány méně, a pokud k tomu dojde, tak obvykle bez fatálních následků. Mezi vážnější defoliatory patří obaleč dubový, bekyně velkohlavá, píďalka zhoubná a píďalka podzimní. Za jistých podmínek mohou v mladých lesních kulturách škodit i hlodavci. Zhoršení zdravotního stavu lesních dřevin, snížení jejich odolnosti a nedostatek srážek má za následek rozvoj houbových patogenů. Mezi ně patří václavka obecná, sypavka borová, grafióza jilmů, rez jehlicová, rez sosnokrut, padlí dubové, skotská sypavka douglasky.

V posledních desetiletích narůstají na významu škody chroustem maďalovým. Až do 60. let minulého století patřily ponravy chroustů k nejvážnějším škůdcům v lesních školkách a kulturách. V současnosti je přemnožení chrousta maďalového zaznamenáno především ve středních Čechách (Polabí) a na jihovýchodní Moravě (Strážnicko), kde od poloviny 90. let minulého století vznikají významné ztráty v lesních kulturách. V těchto dvou oblastech je přes 25 tisíc hektarů vhodných lokalit pro přemnožení chrousta maďalového.

V bakalářské práci Hejda 2015 byl zpracován monitoring početnosti ponrav v revíru Vysoká a vymezení oblasti s potencionálního ohrožení výsadby chroustem maďalovým se stanovištní charakteristikou podmiňující výskyt ponrav. Z terénního šetření se zjistilo, že je chroust maďalový na této lokalitě rozšířen na cca 300 ha. Bylo tady rozhodnuto, že se tématem budeme zabývat i v diplomové práci, kterou zaměříme k blížícímu se rojení.



## 2 Cíl práce

Na území lesní správy Choceň se na revíru Vysoká v roce 2011 byl zjištěn podle ponrav kalamitní stav chrousta maďalového vyskytující se na celistvém území o rozloze cca 300 ha. V návaznosti na bakalářskou práci, byl stanoven cíl diplomové práce. Cílem diplomové práce bylo zjistit zastoupení a pohyb zimujících imág v půdním profilu v období I.–V. A pomocí záchytných plachet sledovat průběh rojení. Zjištěné údaje navázat na naměřené průměrné teploty půdy a vzduchu z meteostaničky umístěné na dané lokalitě. Získané poznatky doplňují výzkum probíhající zároveň na lesních správách Strážnice a Nymburk. Výsledky z těchto výzkumných aktivit by měly být podkladem pro změnu metodiky kontroly a obrany proti tomuto škůdci.

### 3 Literární přehled

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

Je morfologicky velmi podobný chroustu obecnému. Je však poněkud menší (20 až 29 mm), je silněji ochlupený a skoro celý hnědě zbarvený, s tmavšími bočními okraji krovek. Tykadlový vějířek samečků je delší než hlava. Pygidium je černé, dosti krátké a u samečků delší než u samic. U samečků je pygidium na konci knoflíkovitě rozšířené a k podélné ose těla postavené téměř kolmo. U samic je pygidium dlátovité a směřující spíše šikmo k podélné ose těla (Křístek a Urban, 2004).

Chroust maďalový se bionomicky od chrousta obecného v mnoha směrech liší. Jeho areál na severu Evropy značně přesahuje areál chrousta obecného a na východě sahá až k Tichému oceánu. Na severu se ponravy vyvíjejí hlavně v osluněné půdě nezarostlé stromy a keři, na jihu hlavně v půdě zastíněné dřevinami. V ČR nemá tak souvislé rozšíření jako chroust obecný a je více adaptován na suché klima. Patří k obyvatelům prosvětlených nížinných lesů na písčitéch půdách (s převahou dubu a lípy) a do vyšších poloh nevystupuje. Je také mnohem stálezší než chroust obecný a od místa vylíhnutí se obvykle příliš nevzdaluje. V našich přírodních podmínkách se rojí o 1 až 2 týdny dříve než chroust obecný. Oba druhy se často (např. na porostních okrajích) vyskytují společně a pravděpodobně vytvářejí křížence, kteří se (až na pygidium) podobají spíše chroustu obecnému. Úživný žír vykonává na stromech v blízkosti místa vylíhnutí a samičky kladou vajíčka v blízkosti žirovišť a jen při přemnožení do polí také do polí přiléhajících k lesům. K hlavním hostitelským dřevinám patří dub, habr, modřín, osika, bříza a buk. Žírem ponrav chrousta maďalového nejvíce trpí smrkové a borové sazenice ve školkách a mladých výsadbách (Křístek a Urban, 2004).



Obr. 1: Samec chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani* F.) (Hejda 2016)

### 3.2 Rozšíření chrousta maďalového

V České republice se *Melolontha hippocastani* Fabr. vyskytuje v několika izolovaných lesních komplexech v teplých polohách s písčitou půdou. V současnosti je monitorován na majetku Lesů České republiky v několika lesních správách (dále LS). Na LS Strážnice je zvýšený až kalamitní stav chrousta maďalového na příhodných lokalitách v území o rozloze cca 5 000 ha. Centrum výskytu je v revírech Vracov, Bzenec, Ratíškovice, Dubňany a Mistřín. V Polabí je centrum výskytu chrousta maďalového na území LS Mělník v revírech Pojizeří a Zelená Bouda, kde se vyskytuje na 1 500 ha. K těmto lokalitám se nově přidala LS Choceň s revírem Vysoká. Na LS Lipník, která spadá pod Vojenské lesy a statky ČR, je zvýšený až kalamitní stav na lokalitách příhodných pro chrousta v území o rozloze cca 2 500 ha. Populace chrousta maďalového se čtyřletým vývojovým cyklem (stejná jako na jihovýchodní Moravě) je přemnožena také na sousedním Slovenském Záhoří (Šaštín-Stráže, Malacky), kde vznikají významné hospodářské ztráty na cca 800 ha (Švestka a Balek, 2006).

Areál *Melolontha hippocastani* Fabr. zahrnuje lesní a lesostepní oblasti Ruska od Přímoří směrem na západ až do střední a severní Evropy (Lisov, 1984). Ve střední Evropě je častější druh *Melolontha melolontha* L., kdežto *Melolontha hippocastani* Fabr. žije v ohraničených lesních územích s písčitou půdou (Hase, 1984). Na území Polska se střídavě vyskytují oba škodlivé druhy chroustů (Sierpiňská, 2008). Bylo zde popsáno pět hlavních kmenů *Melolontha melolontha* L., z toho čtyři kmeny se čtyřletým vývojovým cyklem a jeden kmen s pětiletým cyklem a devět kmenů *Melolontha hippocastani* Fabr., z toho čtyři se čtyřletým vývojovým cyklem a pět s pětiletým vývojovým cyklem. Obdobně i v Dánsku, severním Německu a Švédsku mají oba druhy chroustu čtyřletý až pětiletý vývoj (Christensen, 1986). V jižnějších částech Evropy (jižní Německo, Rakousko, Švýcarsko) mají oba dva druhy chroustů čtyřletý nebo tříletý vývojový cyklus (Bulmer, 1977). Ve středoevropské oblasti *Melolontha hippocastani* Fabr. působí významné škody v Německu, kde např. v Hesensku v posledních desetiletích je druh přemnožen na 10 000 až 15 000 ha lesní půdy (Rohde, 1996). Také v Baden-Württembersku a Porýní se předmětný druh po roce 1980 přemnožil na více než 22 000 ha (Delb, 2004). V Polsku ponravy *Melolontha melolontha* L. a *Melolontha hippocastani* Fabr. škodí v lesních školkách i výsadbách v takovém rozsahu, že je lokálně ohroženo zalesnění i obnova lesa (Sierpiňská, 2008).

### **3.3 Bionomie a ontogenie chroustů**

#### **3.3.1 Stadium vajíčka**

Vajíčka chroustů nalezneme v půdě od začátku května až do začátku července ve skupinách po 10 až 36 vajíčkách. Průměrná hloubka, do které samice klade vajíčka je mezi 10 až 40 cm pod povrchem. Pokusy Jankeho (1928) ukázaly, že hloubka, do které samice kladou vajíčka je ovlivněna hlavně jakostí a typem půdy. Ve velmi tvrdé půdě bylo podle jeho šetření nalezeno přes 50 % vajíček jen 2 cm pod povrchem a nejhlubší snůšky na tomto místě byly v hloubce 10 cm (4% vajíček). V sypké pařeništní půdě zalézaly samice ke kladení 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.

Vajíčka chroustů potřebují ke svému vývoji dostatečnou vlhkost a uložení v hloubce, která je chrání proti vyschnutí. Proto samice v půdách sypkých, které snadno vysychají, zalézají ke kladení do větší hloubky. Na půdách uléhavých a držících vlhkost kladou vajíčka blíže k povrchu. Čerstvě nakladená vajíčka jsou špinavě bílá, oválného tvaru, dlouhá 3 mm a široká 2 mm. Vajíčka chroustů i jiných druhů hmyzu 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 její nedostatečnosti hynou. Asi po deseti dnech příjem vody končí, vajíčka jsou odolnější proti suchu a pokračuje zárodečný vývoj i přes nepříznivé podmínky (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.3.2 Stadium ponravy

Vývoj ponrav je závislý na klimatických podmínkách. U chrousta maďalového trvá 3 až 5 vegetačních období. Podle délky trvání larvových stádií rozlišujeme cyklus pokolení tříletý, čtyřletý nebo pětiletý. Koncem června a v červenci se z vajíček, nakladených do konce dubna do května, líhnou larvy I. stadia. Z počátku zůstávají pohromadě a živí se humusovými součástkami v půdě a jemnými kořínky rostlin. Ke konci léta se rozlézají dále za potravou. V dalším víceletém vývoji se dvakrát svlékají, takže rozeznáváme tři stadia ponrav chroustů, které poměrně snadno rozeznáme podle šířky hlavové schránky (tab. 1). (Kratochvíl et al. 1953).

Jednotlivá stadia ponrav chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani* F.) lze rozlišit podle šířky hlavové schránky (tab. 1) (Kratochvíl et al. 1953).

Tab. 1 Rozlišení stádií ponrav podle šířky hlavové schránky, rozměry jsou v mm (Kratochvíl et al. 1953).

Stadium ponravy	Chroust maďalový
I.	2,1-2,58-3,0
II.	3,7-4,19-4,8
III.	5,7-6,49-7,1

Při tříletém vývojovém cyklu se larvy svlékají ještě v témže roce, kdy se vylíhly. Svlékání probíhá obvykle v srpnu nebo září. Přezimuje již tedy pokročilé druhé stadium a k druhému svlékání dochází v červnu nebo červenci příštího tedy druhého roku, vzniká poslední tvar (třetí stadium) ponravy neboli dospělá larva. Tato larva přezimuje a na jaře až počátkem léta se dotváří a dorůstá. Kuklí se v červenci nebo srpnu třetího roku. Koncem léta se líhne z kukly dospělý brouk, který přezimuje v půdě a na jaře se prohrabe k povrchu a vylétá (Kratochvíl et al. 1953).

V čtyřletém vývojovém cyklu se larva poprvé svléká až v druhém vegetačním období života ponravy a to v červnu nebo červenci. Proto toto pokolení přezimují v prvním stadiu. K dalšímu, již druhému svlékání, dojde opět v červnu nebo červenci třetího roku a dospělá ponrava (třetí stadium), zimuje a kuklí se počátkem léta čtvrtého roku. Stadium kukly 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 předchozích cyklů, ale ke kuklení dospělé larvy dochází až začátkem léta pátého roku. Z kukly se rovněž líhne v tomto roce, přezimuje a z jara příštího roku vylézá z půdy a vylétá k úživnému žíru (Kratochvíl et al. 1953).

Ponravy přezimují v hloubce asi 30 až 60 cm pod povrchem. V letním období, kdy vyhledávají potravu, ožírají kořínky rostlin v hloubce 5 až 20 cm, není-li příliš sucho. Je-li svrchní vrstva půdy příliš vysušená, ponravy zalézají i v létě hlouběji do půdy (Hůrka, 1955).

Podle Schwerdtfegera (1939) výstup ponrav chroustů k povrchu v jarní době následuje tehdy, jestliže půda, v níž ponravy přezimovaly, se oteplí na +7 až +10 °C. Sestup ponrav na podzim nastává tehdy, když teplota půdy klesne na +10 až +11 °C (Kratochvíl et al. 1953).

Vliv nízkých teplot na ponravy chroustů sledovali Schwerdtfeger (1939) a Ené Mircea (1942). Schwerdtfeger zjistil, že spodní teplotní hranice pro aktivní pohyb ponrav leží dosti vysoko, neboť ponravy v prvním stadiu ztrácely možnost aktivního pohybu již za teploty  $+6,3$  °C. Z toho lze soudit, že při zaujetí místa k přezimování, 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 smrtící 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. Proto jsou larvy po celou dobu zimy chráněny v zemi a nelze počítat s tím, že by za tužších zim byla populace ponrav zničena mrazy, kdy i poměrně malá pokrývka sněhu je výborný izolátor (Kratochvíl et al. 1953).

V průběhu svého vývoje se ponravy živí kořínky rostlin, ponravy prvního stadia i humusovými součástkami půdy. Největší škody působí ponravy druhého a hlavně třetího stadia. Jsou schopny sežít kořínky až do tloušťky obilné slámy. Z tlustších kořenů ohlodávají kůru. Množství potravy, kterou spotřebuje ponrava během celého svého vývoje, odhaduje Ené Mircea (1942) na 100 g, tedy kvantum relativně velmi malé, takže lze mít o tom pochybnosti (Kratochvíl et al. 1953).

Co se týká druhů živných rostlin, jsou ponravy chroustů poměrně málo vybíravé. Z lesních dřevin jsou to kořeny borovic, smrků, dubů a jiných lesních dřevin. Obecně platí, že zemědělské kultury jsou více poškozovány chroustem obecným a lesní školky chroustem maďálovým. Toto zjištění vyplývá z faktu, že samice chrousta obecného odlétají klást snůšky na pole, kdežto samice chrousta maďálového kladou nedaleko místa svého úživného žíru (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.3.3 Stadium kukly

Dospělá ponrava třetího instaru se kuklí obvykle v červenci a v srpnu třetího, čtvrtého či pátého roku podle svého vývojového cyklu. Před kuklením zalézají ponravy hlouběji do půdy, hloubka kuklení je 30 až 40 cm někdy až 1,5 m. Hloubka kuklení značně vychází z kvality a prostupnosti půdy. V místě kuklení si ponrava zhotovuje nejprve oválnou dutinku s upěchovanými stěnami. Před kuklením je ponrava velmi měkká a její zadeček dostává špinavě žlutou barvu. Tělo se narovná, takže jen hlava a konec zadečku jsou zahnuty. Ke kuklení pak dochází asi čtyři dny po narovnání. Délka trvání kukly je asi 3 týdny. Doba kuklení je také ovlivněna teplotou. Dospělý brouk po opuštění kukly je nejprve špinavě bílý a měkký, pak pozvolna jeho chitinový pancíř tvrdne a dostává normální zbarvení (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.3.4 Stadium imaga

Brouci zimují v zemi v místě líhnutí a počátkem jara příštího roku se vyhrabávají k povrchu. Názory a zkoumání teploty, kde se začínají rojit chrousti, jsou různé. Schuch (1953) pozoroval ještě v první polovině dubna chrousty velmi hojně přímo v komůrkách, ve kterých se kuklí, 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).

Začátek rojení závisí na klimatických podmínkách. Chroust maďalový se rojí v našich poměrech asi o týden až 14 dní dříve než chroust obecný. Nejdříve vylézají z půdy samci a pak teprve samice. Na žírovištích tedy převládají z počátku samci a až v době kulminace se poměr pohlaví vyrovnává. Tato skutečnost je významná pro stanovení doby zásahu proti chroustům. Při teplém počasí má průběh rojení tvar vzestupné křivky. Za chladného počasí se rojení přerušuje. Bylo pozorováno, že během nepříznivých podmínek k rojení zalézají chrousti zpět do půdy a pokračují v rojení až za příznivějších teplot (Kratochvíl et al. 1953).



Chroust maďalový (*Melolontha hippocastani* F.) je stálezší než chroust obecný (*Melolontha melolontha* L.) a zdá se, že se nikdy příliš nevzdaluje od místa vylíhnutí. Na rozdíl od chrousta obecného nenalétává chroust maďalový nikdy v určitých drahách na žíroviště, ale létá jen z míst vylíhnutí na nejbližší stromy (Neu, 1939). Úživné žíry chrousta maďalového probíhají na stromech v blízkém okolí místa vylíhnutí. Po úživném žíru vyhledávají samice k vaječným snůškám opět místa v blízkosti žírovišť. Počet úživných žírů je, jak se zdá, stejný jako u chrousta obecného. Prvý úživný žír trvá jako u chrousta obecného 8–14 dní (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.3.5 Délka života chroustů

Mluvíme-li však o délce života chroustů, míníme tím obvykle jen dobu od výletu ze země až do úhynu imaga a nebereme ohled na dobu klidu pod zemí. Jistou představu o délce života chrousta můžeme získat již na základě délky jeho volného pobytu v přírodě. Samci hynou poté, co provedou úživný žír a oplodní samice. Délka života samic je vázaná na provedení poslední snůšky vajec. Výskyt chroustů v přírodě může trvat celé dva měsíce (Schuch, 1938), hlavní výskyt je však omezen na dobu 3 až 5 týdnů (Escherich, 1923). Souhrnným působením přirozených nepřátel a nepříznivých vlivů klesá populační hustota nového pokolení v prvních dvou letech o 90 až 93 % a v posledním roce vývoje o dalších 4 až 7 %, takže z původního počtu dosáhne rojení jen 2 až 3 % populace. Tím se udržuje vyrovnaná početnost rojících se chroustů z pokolení na pokolení. Populace chroustů zahrnuje soubor všech jedinců (ponrav i imág), žijících na určitém stanovišti. Pojem chroustí kmen zahrnuje soubor jedinců v určitém území, který po delší dobu vykazuje stejnou délku vývoje a tedy pravidelně se opakující rojení brouků (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.3.6 Žír chroustů

Žír chroustů na stromech probíhá s menšími přestávkami po celý den. Brouci začínají žír obvykle na obvodu koruny stromu, tedy na špičkách větví a střed koruny zůstává poměrně dlouho ušetřen. Po západu slunce a s postupujícím stmíváním začínají brouci v korunách stromů vířit a zároveň začínají také lety po drahách rojení. Začátek tohoto poletování je dosti pravidelný a začíná krátce po západu slunce. Končí ještě dříve, než nastane úplné setmění (Kratochvíl et al. 1953).



Obr. 2: Žír chroustů na dubovém výstavku (Hejda 2016)

### 3.3.7 Přirození nepřátelé chroustů

Z vyšších živočichů jsou nejvýznamnějšími přirozenými nepřáteli chroustů i ponrav ptáci, zejména lelek lesní. Krtek a černá zvěř místy poněkud redukuje početní stav chroustů a ponrav v půdě. Nepřítel z řad dravého a parazitického hmyzu mají chrousti velmi málo. V literatuře bývají uváděni někteří střevlíkovití (*Carabus aureus*), dále vosičky (*Tiphia femorata*, *Scolia manilae*) a kuklice, z nichž zejména druhy *Dexia rustica*, *Dexiosoma caninum*, *Microphathalma longifacies*, *Sarcophaga albiceps* a *Muscina stabulans* poměrně často cizopasí v ponravách. Největší procento vajíček, ponrav, kukel i brouků bývá v půdě zničeno cizopasnými houbami. Za příznivých podmínek ničí houby *Beauveria densa*, *Isaria farinosa*, *Metarhizium anisopliae* aj. chrousty ve všech vývojových stádiích i na velkých plochách (Záruba, 1956).

Houby, které cizopasí ve vajíčkách, v ponravách, v kuklách a chroustech, jsou převážně příslušníky půdní mikroflóry, která má povahu saprofytů i cizopasníku. Infekce působí nejčastěji svými konidii, avšak i vlákny, která prorůstají půdou. Ačkoliv je jisté, že většinou žije saprofytický, známe je lépe ve stavu cizopasném, kdy působí ochorení a hynutí hmyzu (Kratochvíl et al. 1953).

O vlivu přírodních nepřátel na snížení stavu chroustí populace svědčí, že spolu s klimatickými a půdními činiteli působí během vývoje chroustů (od vajíčka do založení nového pokolení) až 98 % úmrtnost. Bylo by však naprosto chybné se domnívat, že přirození nepřátelé jsou schopni snížit početní stav chroustů a ponrav natolik, že bychom sami nemuseli tyto škůdce soustavně a intenzivně ničit (Záruba, 1956).

### **3.4 Škodlivost ponrav v lesnictví**

Ponravy chroustů působí v lesním hospodářství podstatně citelnější škody než dospělí brouci. Lze je pokládat za nejvážnější škůdce školek. Téměř v celé republice (s výjimkou oblastí nad 800 m n. m. – tj. v území bez chroustů a částečně v území bez chroustích záplav) se v některých letech setkáváme se školkami, které jsou silně napadeny ponravami. Nejsou dosud výjimkou případy, že během letních měsíců zničí ponravy všechny semenáčky a sazenice ve školce. Bylo-li napadeno v minulosti v gradačním roce více školek jednoho polesí zároveň (jak se i stávalo), bylo i vážně ohroženo splnění zalesňovacích povinností. Přímé finanční ztráty, byly odhadovány v 50. letech 20. století v řádu miliónů (Záruba, 1956).

Lesní školky jsou napadeny nejčastěji ponravami chrousta obecného. Půda ve školkách bývá kyprá, lehká, ne zcela zarostlé vegetačním krytem – vyhovuje tedy plně samičkám chrousta, které tyto podmínky ke kladení vyžadují. Ponravy chrousta maďálového se vyskytují pouze ve školkách ležících v sousedních porostech a to z toho důvodu, že samičky nezalétají ke kladení daleko od místa úživného žíru. Škody ponravami chrousta maďálového jsou ve školkách menšího významu. (Kratochvíl et al. 1953).

Ponravy chroustů jsou jako brouci typicky polyfágní. Živí se všemi kořínky, které naleznou v zemi. Kromě kořínků lesních dřevin okusují i kořeny keřů, trav a bylin (Kratochvíl et al. 1953).

Velmi často bývá v lesnické literatuře uváděno, že ponravy chroustů jsou odpuzovány sazenicemi olše. Bohužel, olše však bývají zničeny ponravami právě tak, jako sazenice kterékoliv jiné dřeviny (Záruba, 1956). Ve skutečnosti ničí ponravy všechny druhy sazenic, které jsou zasety nebo zalesněny v okolí jejich vylíhnutí.

### 3.4.1 Průběh žíru ponrav

Pokud leží holina plocha k zalesnění v oblasti s opakovanými chroustími záplavami, bývá i její napadení ponravami trvalé a průběh žíru bývá každý rok téměř stejný. Koncem léta lze rozpoznat ojediněle usychající sazenice a semenáčky, později se tvoří prázdné ostrůvky a skupiny, které se při silném zamoření půdy ponravami slévají a do konce září bývají všechny sazenice a semenáčky ve školce zničeny. V chroustím roce nejsou zpravidla pozorovány žádné škody, poněvadž spotřeba potravy ponrav I. stadia je velmi malá. Při vysokém obsazení půdy ponravami vytvoří se do podzimu malé ostrůvky uschlých sazenic a semenáčků v nejbližším okolí míst, kde se ponravy vylíhly. Maximální škody vznikají dva roky po rojení chroustů. První uschlé sazenice se objevují zpravidla již koncem května a června. V okolí zničených sazenic hynou brzy další a po svlékání ponrav II. stadia usychají sazenice téměř před očima. V této době spotřebují ponravy největší množství potravy a často během srpna a září zničí všechny sazenice a semenáčky. V třetím roce po rojení chroustů žír ponrav pokračuje pouze v jarních měsících. Poslední okousané sazenice hynou zpravidla během července a srpna, kdy se ponravy kuklí a žír ustává (Záruba, 1956).



Obr. 3: Žír chroustů na dubu (Hejda 2016)

### 3.4.2 Charakteristické znaky žíru ponrav na kořenech sazenic

Poškození kořenů starších sazenic ponravami lze celkem snadno rozeznat od poškození jinými škůdci. Sazenice poškozené žírem ponrav I. instaru bývají z větší části zbaveny vlasových kořínků a na silnějších kořenech je místy okousaná kůra. Ponravy III. instaru napadají obvykle sazenice od spodní části hlavního (křídlového) kořene, který ohryzují až ke kořenovému krčku a nechají krátký, okousaný pahýl. Způsob žíru ponrav II. instaru je přechodem mezi oběma předcházejícími. Ponravy II. instaru někdy rovněž ukusují hlavně kořen, častěji však (zejména u silnějších sazenic) uhryzávají pouze postranní kořínky a ze silnějších kořenů ohlodávají kůru a část dřevnaté části (Záruba, 1956).

Po sežrání celého kořenového systému slabších sazenic a zejména semenáčků, vtahují ponravy často celé sazenice do země a sežerou i jejich osu; stává se, že z celé sazenice zbudou pouze okousané listy okolo otvoru po kmínku sazenice. Ponravami ohryzané pahýly kořenů jsou drsné a poněkud roztřepené, nejsou na nich patrné stopy po kusadlech. Čímž se liší od požerků hrabošů a jiných hlodavců (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.5 Následky žíru

Všechny listnáče odolávají žíru ponrav lépe než sazenice jehličnatých dřevin, poněvadž velmi brzo po ohryzání původních kořenů jsou schopny vytvořit kořeny náhradní. Je-li v létě vlhké a hladné počasí, zničené sazenice listnáčů, zůstávají zelené po celé vegetační období a hynou teprve na podzim, kdy je spolehlivě poznáme podle předčasného žloutnutí a opadu listů (Záruba, 1956).

Ze všech dřevin jsou pravděpodobně nejodolnější jednoleté semenáčky olše. Ztráty sazenic lip a javorů bývají často značné. Obě dřeviny jsou schopny vytvořit náhradní kořeny, ovšem jejich pomalejší růst v prvních dvou letech způsobuje, že ponravy mohou v krátké době zničit celý kořenový systém poškozených sazenic. Ze všech listnatých dřevin je na poškození kořenů nejvíce citlivý buk. Rány se často zavalují, náhradní kořeny buk zpravidla netvoří (Kratochvíl et al. 1953).

Mezi sazenicemi jehličnatých dřevin není v odolnosti žíru ponrav podstatného rozdílu. Poněkud lépe vzdoruje poškození modřín, u něhož dochází nejčastěji k tvorbě náhradních kořenů; jsou však obvykle velmi slabé a nestačí k vyživování nadzemní části. Zničená borovice vytváří „deštníkovitý“ tvar – jehličí směřuje směrem k zemi (Záruba, 1956).

### **3.6 Škody v kulturách a semeníštích**

Oblasti, ve kterých dochází k opakovaným chroustím záplavám (tj. kde žije v půdě současně značné množství ponrav různých vývojových stádií), jsou ponravy překážkou úspěšného zalesnění a zajištění lesních porostů. Poškozují sadbu v porostech i na holinách, která zde bývala každoročně neúspěšně opakována. Největší škody bývají způsobeny v kulturách, které jsou zalesněny dva roky před hlavním rojením chroustů. Sazenice jsou po celé vegetační období vystaveny žíru ponrav II. a III. instaru (Kratochvíl et al. 1953).

Ponravami chrousta obecného bývají nejsilněji napadeny kultury na holinách a na pokrajích prořídých porostů, ponravy chrousta maďalového poškozují podsadbu a nálet zpravidla po celých plochách nezapojených porostů. Rovněž vysázené lesní ochranné pásy často velmi trpí žírem ponrav chrousta obecného a místy i chroustka letního (Záruba, 1956).

Stupeň poškození závisí na početnosti ponrav v půdě, na stáří a sponu sazenic. Je nutné vysazovat větší počet sadebního materiálu, než stanoví vyhláškou upravené minimální stavy. Úspěch zalesnění bude pak pravděpodobnější. V kalamitních oblastech bývá počet ponrav tak vysoký, že i odrostlé sazenice mohou být zničeny během jednoho roku na souvislých plochách. Není výjimkou, že po trvalém okusu kořenů ponravami odumírají i desetileté kultury (Kratochvíl et al. 1953).

### **3.7 Předpověď škod ve školkách a kulturách**

Velmi často se stává, že přítomnost ponrav ve školce nebo kulturách je zjištěna teprve tehdy, až počnou hromadně usychat zničené sazenice. V této době je ovšem již pozdě na jakýkoliv obranný zásah.

#### **3.7.1 Kontrolní sondy**

Kontrola chroustů se provádí v oblastech jejich trvalého výskytu. Kontrolují se ponravy a dospělci. Při kontrole výskytu brouků se zaznamenává rok jejich výletu, intenzita rojení a mapují se jejich žíroviště. Ponravy se kontrolují půdními sondami nejlépe od poloviny srpna do konce září. Sondy o ploše 1x1 m se v uvedeném termínu kopou do hloubky 50 cm. V případě pozdějšího termínu kontroly (říjen nebo až duben), kdy se larvy zalezle hlouběji, je třeba sondy kopat až do 1 m. Podle charakteru a velikosti plochy se doporučuje 2 až 5 sond na hektar. Zjištěný počet ponrav v půdní sondě se porovná s tzv. kritickým počtem. Na pozemek se nedoporučuje vysazovat sazenice nebo se má přikročit k hubení ponrav, pokud byly zjištěny kritické počty ponrav chroustů na 1 m<sup>2</sup> (Kapitola a Holuša 2002).



Obr. 4: Půdní sonda 0,5x0,5 m (Hejda, 2013)

### 3.7.2 Kritické číslo

Zjištěný počet ponrav v půdní sondě se porovná s tzv. kritickým počtem (počet jedinců škůdce, při kterém může vzniknout hospodářsky významné poškození). Dolní hranice pro školku, horní pro mladou kulturu: 0,5–1 ponrava III. instaru, 1–2 ponravy II. instaru a 2–4 ponravy I. instaru; pro starší kulturu je počet vyšší, zhruba dvojnásobný. (Uvedené údaje představují průměrné hodnoty, neboť kritický počet závisí na druhu dřeviny, na stáří, zdravotním stavu a sponu sazenic, na půdních a povětrnostních poměrech a dalších faktorech), (Kapitola a Holuša 2002).

### 3.7.3 Určování stáří populace chroustů

Jedna z nejdůležitějších podmínek pro účelné a úspěšné užití chemického prostředku proti chroustu maďálovému je určení nejvhodnější doby provedení zásahu. V případě nedodržení těchto podmínek může dojít k provedení zásahu buď příliš brzy, kdy v přírodě převládají dříve se rojící samci, nebo v případě pozdního provedení budou již samice odlétlé ke kladení vajíček. Pro úspěšné určení vhodné doby je důležité znát poměr pohlaví v korunách se nacházející populace (Kapitola a Holuša 2002).



### 3.8 Škody působené chrousty

Na rozdíl od ponrav způsobují chrousty škody jen na nadzemních částech rostlin. Chrousti jsou značně polyfágní; sežirají listí mnoha druhů stromů a keřů listnatých, z jehličnanů sežirají jen listí modřínu a samčí květy smrků a borovic. Jednotliví chrousti působí žírem na listech škody nepatrné. Hospodářsky významné škody vznikají při přemnožení chroustů, kteří se nahromadí na určitém místě. Právě v tomto směru se jeví patrný rozdíl ve škodách působených oběma našimi druhy chroustů. Brouci chrousta maďalového po svém výletu z půdy nalétají většinou na nejbližší stromy a keře; proto se nikdy nehromadí na určitém prostoru v takovém množství jako chroust obecný, nýbrž jsou v terénu rozptýlení. V lese je najdeme jak na krajích, tak i uvnitř lesa, zpravidla v místě vylíhnutí. Dojde k nahromadění chroustů na dřevinách a keřích určitých míst v takovém množství, že během několika hodin nebo dnů sežerou veškeré listí a vznikají holožíry (Kratochvíl et al. 1953).

### 3.9 Obranná opatření

Proti ponravám lze z přímých obranných opatření v praxi použít metody mechanické, pěstební a chemické. Metody biologických opatření nejsou dosud běžně využitelné v provozním měřítku.

#### 3.9.1 Mechanické a pěstební způsoby

Hluboká orba v roce před zalesněním. Mechanicky poškozují ponravy a přemísťují je na povrch, kde se mohou stát kořistí ptáků a savců, část ponrav hyne také vlivem nepříznivých podmínek, hlavně sucha. Udržovat černý úhor během jedné vegetační sezony před zalesněním. Orbu do hloubky 15-10 cm je třeba během této sezony vykonat několikrát. Kromě účinků uvedených v předchozím bodě má zde význam odstraňování buřene a jiného rostlinstva, tedy potravních příležitostí pro ponravy. Ve školkách před rojením pokládat sítě s jemnými oky až do doby jeho skončení. Samice vylézající z půdy nemohou vykonat úživný žír a ty, které přelétají odjinud, nemohou do půdy naklást vajíčka (Kapitola a Holuša 2002).

### 3.9.2 Chemické metody

Hubení ponrav půdními insekticidy je problematické z hlediska ochrany přírodního prostředí a navíc je často málo efektivní, zejména proti ponravám I. a II. instaru. V odůvodněných případech je možno aplikovat granulovaný insekticidní přípravek nejlépe jeho vsypáním do jamky pod každou sazenici (při zalesňování) nebo zapravením do půdy k již zakořeněným sazenicím. Přípravky jsou obecně nejvíce účinné na larvy I. instaru, kdežto dospělé ponravy jsou vůči nim značně odolné. Dalším nedostatkem je, že jejich reziduální účinnost je omezena na jednu vegetační sezonu; vzhledem k tomu ponravy, které v roce aplikace nebyly zasaženy a přelezou k sazenicím až v roce následujícím, již nebudou přípravkem ohroženy (Kapitola a Holuša 2002).

Hubení dospělců pomocí letecké aplikace insekticidními přípravky představuje nejefektivnější způsob obrany proti chroustům. Tato metoda je z ekologického hlediska značně problematická. V dnešní době jsou za tímto účelem registrovány kontaktní přípravky na bázi syntetických pyretroidů nebo jim příbuzné, které působí proti širokému spektru hmyzu. Letecký zásah je nutno projednat s hygienickou službou a referátem životního prostředí příslušného úřadu státní správy. Zásah musí být přesně načasován, aby zasáhnul samičky v době prvního úživného žíru, než odlétnou klást vajíčka. Prvním ukazatelem je poměr pohlaví 1:1; na začátku rojení převládají samci v přibližném poměru 3:1 až 2:1. Poměr pohlaví sledujeme denně od začátku rojení ze vzorku, který čítá alespoň 400 chroustů. K odchytnutí chroustů lze využít světelné lapače, do kterých chrousti hromadně nalétávají. Dříve se pro stanovení přesného termínu zásahu používala také metoda, která sledovala vývoj vajíček ve vaječnicích samiček. Orientačním kritériem pro zahájení zásahu je takový početní stav, kdy na 10 m<sup>2</sup> setřásáme minimálně 40 chroustů. Doba vhodná pro zásah bývá obvykle 3 až 10 dnů, závisí na průběhu počasí. Jsou-li stromy již tak obsazeny chrousty, že hrozí holožír ještě před ukončením náletu brouků (v semenných sadech), je nutno zahájit letecký zásah dříve a případně jej opakovat. Chroust maďálový nalétává na listnaté stromy po celé ploše, takže obranná opatření soustředíme do ohroženého území (Kapitola a Holuša 2002).

### **3.9.3 Biologické metody**

Mezi výhledové možnosti biologického boje proti ponravám je možno zahrnout využití mycelia houby *Beauveria bassiana* (Balsamo. – Criv.) na nosiči (např. ječmen), který se zapraví do půdy v dávce cca 100 kg/ha. Účinnost je dokládána na úrovni 60–80 %. Druhou možností představuje entomopatogenní hád'átko *Heterorhabditis* sp. Obsažené v preparátu zkoušeném v zahraničí (např. v Německu), (Švestka a Balek 2006).

## 4 Metodika

### 4.1 Kontrola zimujících imág

V období říjen 2015 až duben 2016 byla hodnocena poloha zimujících imág chrousta maďalového v LS Choceň (revír Vysoká) na holině v porostu 1B0. Kontrola proběhla v šesti kontrolních termínech 10. 10., 30. 1., 23. 2., 19. 3., 3. 4. a 16. 4. Kopány byly půdní sondy 100×150×100 cm. V kontrolním termínu bylo kopáno na uvedené ploše s cílem získat soubor s minimálním počtem 100 imág. Celkem bylo během uvedených kontrol nalezeno 600 imág

Pro kontrolu zimujících imág byl rozměr půdní sonda stanoven na 1×1,5 m s hloubkou 100 cm. Na ploše sondy a jejím okolí byl odstraněn opad a vyznačena plocha sondy. Obvod tohoto obdélníku byl prosekán z důvodu přerušení kořenů pro následné lehčí prokopání. Po vymezení velikosti sondy se celá v řadách asi 10 cm od sebe prokope do hloubky přibližně 15 cm. Nakypřenou zeminu nabíráme zednickou lžící a odsypáváme ji na připravenou plachtu. Takto se prosévá sonda po 10 cm vrstvách do hloubky 100 cm. Po ukončení kontrolního výkopu se sonda zasype zeminou z plachty. Cílem bylo získat soubor s minimálním počtem 100 imág, který také určil počet sond. Nalezení dospělci byli uloženi do plástové nádoby s pískem a umístěny do lednice o konstantní teplotě 5 °C. Tito dospělci byli použiti pro další výzkum. U každého nalezeného imága se zaevidoval interval hloubky, ve které bylo imágo objeveno a pohlaví. Rozmezí intervalu bylo odstupňováno po 20 cm vrstvách (0–20 cm; 21–40 cm, 41–60 cm, 61–80 cm, 81–100 cm).



Obr. 5: Půdní sonda pro kontrolu zimujících imág 1x1,5m (Hejda 2016)

#### **4.2 Měření teploty vzduchu a půdy pomocí meteorologické ALA stanice**

Meteorologická ALA stanice byla umístěna nedaleko světelného lapače u hájovny pí. Kočmídkové v období 29. 12. 2015 do 20. 5. 2016 na GPS souřadnicích 50.1532867N, 15.8572131E. Pro měření teploty vzduchu bylo čidlo umístěno na dřevěnou tyč do výšky 2 m. Půdní teplotu snímala tři čidla v hloubce 15, 30 a 50 cm, která byla zapíchnuta do stěny vyhloubené jámy a následně zasypána. Stanice naměřené teploty snímala po celou dobu v patnácti minutových intervalech. Data z ní byla stažena do počítače a dále byla vyhodnocena.

### 4.3 Kontrola imág opouštějící půdu

V období od 20. 4. 2016 do 20. 5. 2016 byla v porostu 1A11 umístěny dvě PE stavební fólie 2×25m o tloušťce 200  $\mu\text{m}$ , transparentní barvy na dvou místech 50 m od sebe. Plocha pokrývající kontrolovanou plochu tedy činila 100  $\text{m}^2$ . Obě fólie byly umístěny do polostínu.

Na kontrolované ploše sondy a jejím okolí byl odstraněn opad. Jedna podélná strana sondy byla zahrabána a ostatní strany byly zatíženy smrkovou tyčovinou. Vylézající dospělci byli zachyceni pod plachtou a v každodenním intervalu odebrání a likvidování. U každého odběru byl zaevidován počet a pohlaví jedinců.



Obr. 5: Půdní sonda pro kontrolu zimujících imág 1x1,5m (Hejda 2016)

#### 4.4 Kontrola rojících se imág pomocí světelného lapače

Lapač byl umístěn u hájovny pí. Kočmídkové v období 20. 4. 2016 do 20. 5. 2016 na GPS souřadnicích 50.1532867N, 15.8572131E. Při rojení 2016 bylo plánováno za pomoci světelného lapače odchytil imága chroustů. Z každodenních odběrů jsme měli vyvodit intenzitu rojení a poměr pohlaví v závislosti na klimatických podmínkách. K lákání je lapač vybaven výbojkou HQL 125W. Svícení probíhalo denně v tomto období od 19:00 do 7:00. Přilákání chroustů naráží do stěn lapače a padají do nádoby pod ním. Polapení chroustů jsou rozříděni na samce a samice, po zapsání výsledků jsou usmrceni.

Z důvodů potřeby elektrické energie musel být lapač umístěn na již zmiňované hájovně. Tento nejbližší zdroj energie se nacházel cca 1 km od ohniska výskytu chrousta. Za dané období bylo odchyceno jen několik dospělců do sběrné nádoby. Z tohoto důvodu byl shledán lapač jako neúčinný a zjištěná data nelze použít.



Obr. 6: Světelný lapač (Hejda 2016)

## 5 Popis oblasti šetření

### 5.1 Popis území

Terénní práce k diplomové práci probíhaly na území revíru Vysoká. Celý revír leží v přírodní lesní oblasti 17 (Polabí). Jeho rozloha je 1362,85 ha, převážně v 2. lesním vegetačním stupni (dubobukový), který zaujímá přibližně 86 % plochy. Spadá do pásma ohrožení imisemi – C. Reliéf terénu je převážně rovinný s nadmořskou výškou pohybující se okolo 275 m n. m.

### 5.2 Druhové zastoupení dřevin

Dominantní hospodářskou dřevinou na revíru Vysoká je borovice s 46,7 % zastoupením a dále dub s 20,1 %, smrk 17,4 % a habr 5,6 %. Z dalších dřevin (olše, bříza, jasan, buk, topol, modřín a jedle) žádná nepřekročuje 2,2 %.

### 5.3 Podnebí

Území spadá do teplé klimatické oblasti s dlouhým, teplým a suchým létem a mírně teplou, suchou zimou s minimálním množstvím sněhu. Revír se nalézá v oblasti, kde dlouhodobá průměrná teplota vzduchu dosahuje 9,5 °C. Průměrné roční srážky kolísají okolo hodnoty 620 mm.

Tab. 2: Měsíční průměrné hodnoty srážek a teplot za období 2000 – 2008 pro Hradec Králové (Mašková, 2009)

Měsíc	Průměrné srážky (mm)	Průměrná teplota (°C)	Měsíc	Průměrné srážky (mm)	Průměrná teplota (°C)
Leden	39,7	-0,68	Červenec	90,9	19,44
Únor	35,8	0,3	Srpen	72,6	18,94
Březen	48,7	4,19	Září	47,9	14,52
Duben	35,2	10,04	Říjen	39,6	9,72
Květen	57,8	15,3	Listopad	41,9	4,02
Červen	65,9	18,01	Prosinec	37,3	-0,15



#### **5.4 Hydrologie území**

Téměř středem revíru protéká potok Biřička, který pramení nedaleko lokality Koliba v nadmořské výšce 275 m n. m. Na rozhraní území Třebše a obce Vysoká nad Labem se v nadmořské výšce 225 m n. m. zleva vlévá do Labe.

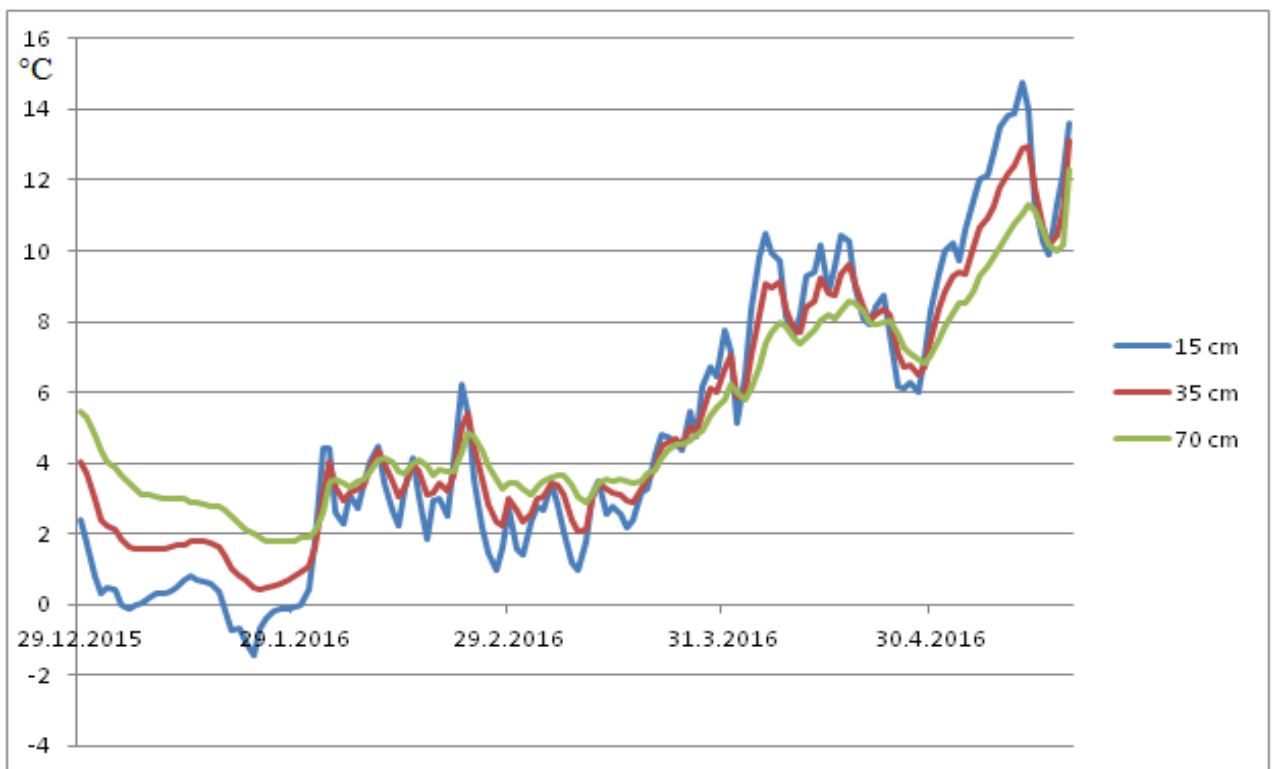
#### **5.5 Geologie**

Revír se nachází na okraji rozsáhlé nížinné oblasti. Oblast Polabí je erozně nejnižší částí České tabule. Tektonickými pohyby byla původně jednotná tabule rozlámána a vznikly různé vyvýšené polohy. Dnešní povrch terénu se vytvořil v mladších třetihorách a starších čtvrtohorách (pleistocénu) erozními a akumulacími procesy. Vznikly plošiny a říční terasy. Zahlubováním vodních toků se tvořily terasy, z nichž nejstarší jsou dnes v nejvyšších polohách, nejmladší nejnižší. Kromě převažující činnosti soliflukční, jež dodala největší část štěrkopísčitého materiálu k vytvoření teras, přispívala i říční eroze štěrky a písky i eolická činnost přemísťováním jemného písčitého materiálu. V místech bez třetihorního a čtvrtohorního akumulacími nánosů se nacházejí křídové sedimenty v podobě slínovců, slinitých pískovců (opuk) a jílovců.

## 5.6 Pedologie

Na zde převládajících štěrkopískových terasách se vytvořily chudé písčité podzolované kambizemě až podzoly, v místech zamokření pak glejové podzoly až rašelinné gleje. V místech vystupujících slínovců se pak jedná o jílovité oglejené těžké pararendziny. V okolí větších vodotečí na náplavech jsou pak fluvizemě.

Za sledované období od 29.12.2015 až 20.5.2016 se teplota půdy v dané oblasti pohybovala dle naměřených dat v hloubce 15 cm pod povrchem mezi  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V hloubce 35 cm mezi  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  a v hloubce 70 cm mezi  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V době rojení od 22.4.2016 do 16.5.2016 se teplota pohybovala ve všech třech měřených hloubkách mezi  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , téměř po celou dobu rojení se vzestupnou tendencí.



Graf 3: Teplota půdy naměřená ALA stanicí za dané období v oblasti

## 6 Výsledky

### 6.1 Historie výskytu

Na LS Choceň se v roce 2011 na jedné obnovené ploše v revíru Vysoká objevil 100 % úhyn sazenic borovice lesní pocházejících z umělé obnovy a s výjimkou náletu akátu také 100 % úhyn semenáčků borovice lesní z náletu. K určení příčin tohoto úhynu byli přizváni pracovníci z Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, výzkumné stanice Opočno, kteří určili jako příčinu úhynu – ponravy chrousta maďalového. O výskytu tohoto škůdce se předchozí lesní správce ani předchozí revírník na revíru Vysoká nikdy nezmiňovali. Na výskyt ponrav upozornil Ing. Duha v roce 2007.

Na podzim roku 2011 proběhla kontrola ponrav, z níž vyplynulo, že početní stav je kritický až  $6 \text{ ks.m}^{-2}$  a většina larev se nacházela ve 3. instaru. Bylo konstatováno, že v roce 2012 nastane rojení. Tento poznatek byl ve shodě s výsledky zaznamenanými v arboretu. Šetření Lesní správy Choceň potvrdilo přítomnost ponrav i na plochách v blízkém okolí arboreta (zalesněných i s různě starými porosty). Stanovené počty byly kritické až  $8 \text{ ks.m}^{-2}$ , s tím že ne ve všech sondách převažovaly ponravy 3. instaru. Na některých plochách výskyt ponrav nebyl stanoven. Jarní kontrola zimujících imág (2012) potvrdila očekávané silné rojení.

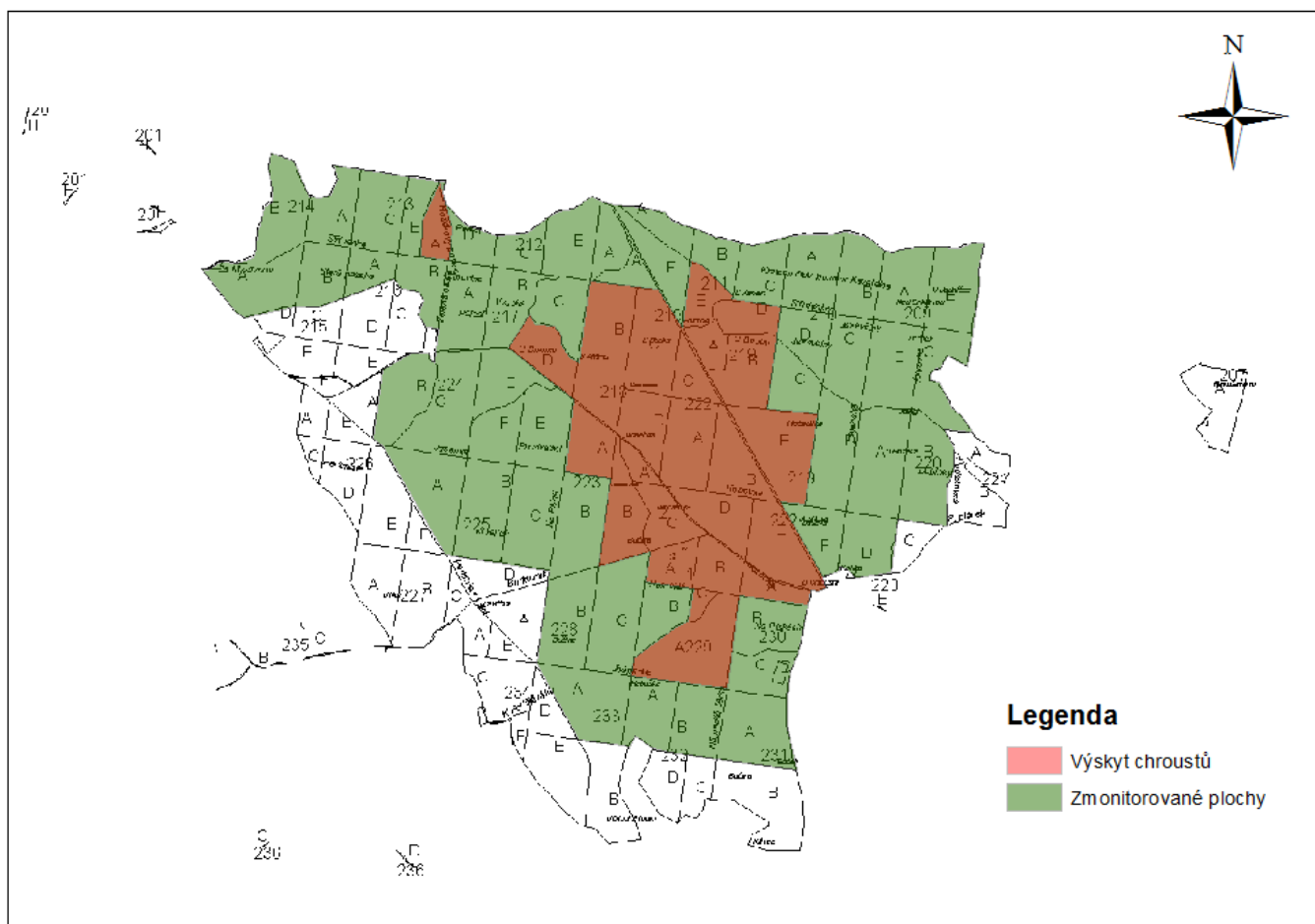
#### 6.1.1 Výskyt ponrav chrousta v roce 2013

Monitoring ponrav probíhal na revíru Vysoká v období 15. 7. — 27. 7. 2013 v sondách  $50 \times 50 \times 40 \text{ cm}$ . Na zde převládajících štěrkopískových terasách se vytvořily chudé písčité podzolované kambizemě až podzoly, kde na styku s pískovým podložím výskyt ponrav skončil.

V revíru Vysoká podléhalo kontrole 1020 ha lesních porostů z celkové výměry 1363 ha. Celkem bylo vykopáno 196 sond, přičemž v 65 sondách byla potvrzena přítomnost ponrav chroustů (1524 ks II. a 12 ks I. instaru). Napadené území zaujímá rozlohu cca 290 ha. Maximální počet ponrav  $92 \text{ ks.m}^{-2}$  byl stanoven v porostu 222B<sub>1</sub>. Průměrná abundance ponrav dosáhla  $7,8 \text{ ks.m}^{-2}$ .

Ze zjištěného počtu ponrav na dané lokalitě jsme odvodili, že chroustem preferovaná stanoviště na dané lokalitě jsou stanoviště zařazené do souborů lesních typů v edafické kyselé řadě. Samice si pro kladení vybíraly porosty jehličnaté až smíšené všech věkových tříd. Porosty s ponravami se vyznačují přítomností dřeviny vhodné pro úživný žír na celém monitorovaném území. Porosty byly dle zabuřnění rozděleny do tří tříd dle pokryvnosti v celém porostu - I. třída 0—25 %, II. třída 26—50 %, III. třída 50—100 %. Vyšší podíl ponrav byl zjištěn na plochách s méně jak 50 % zabuřněním, ale i na plochách s vyšším zastoupením buřně se vyskytovaly ponravy v kritických počtech. Abundance ponrav klesala téměř o polovinu s rostoucím stupněm zabuřnění.

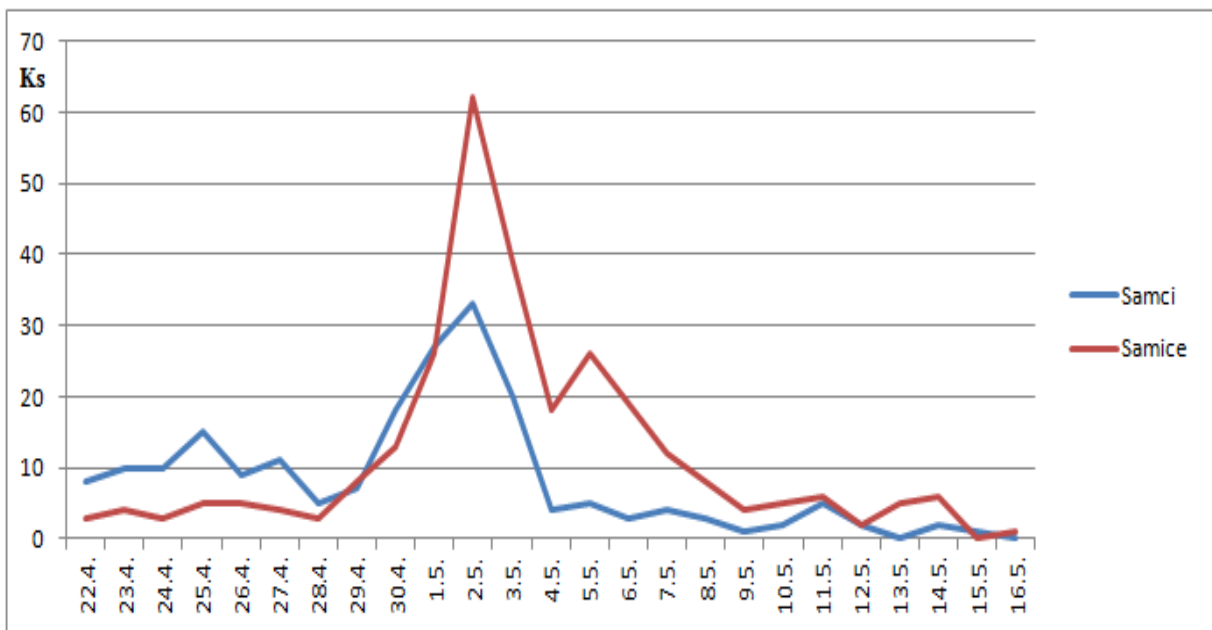
## Revír Vysoká



Obr. 7: Výskyt ponrav chrousta maďálového v roce 2013 v revíru Vysoká/LS Chocení (Hejda 2013)

## 6.2 Kontrola imág opouštějící půdu pomocí plachty

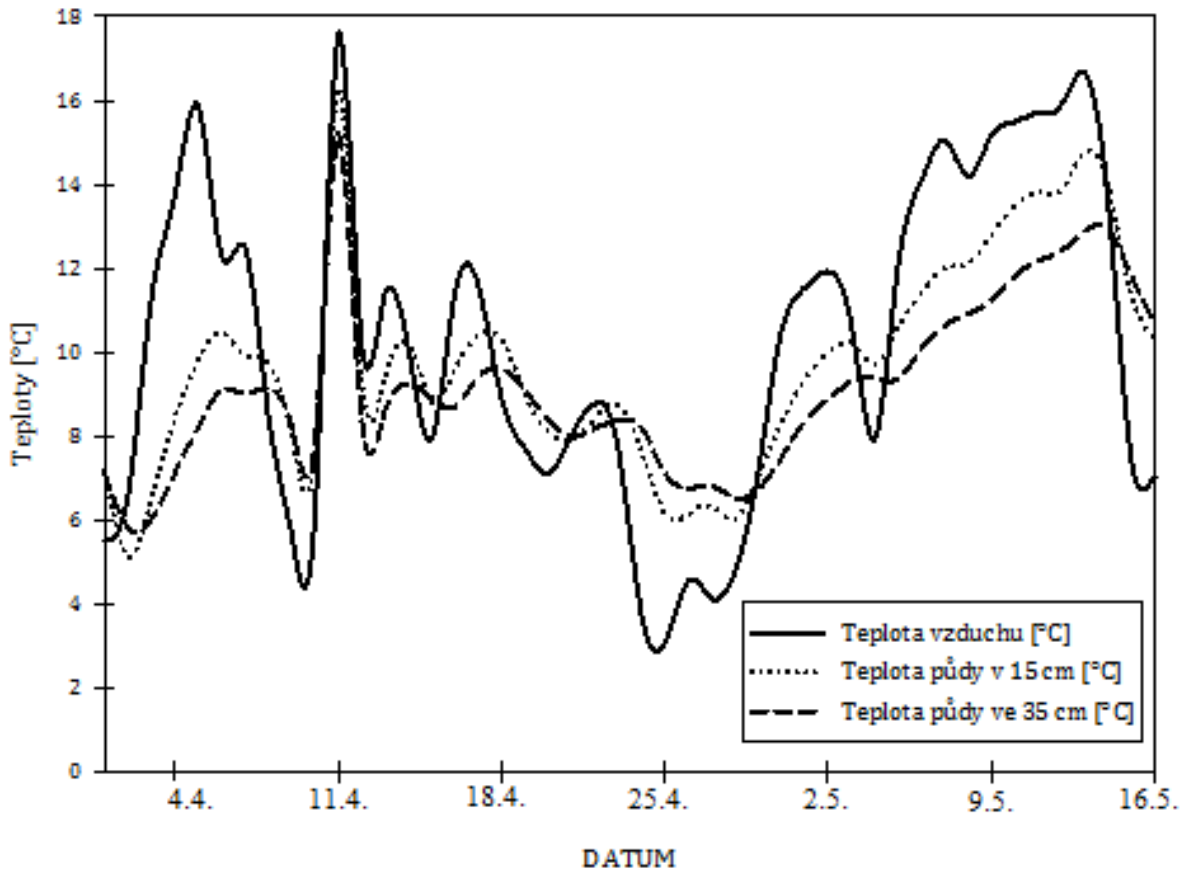
V období od 20. 4. 2016 do 20. 5. 2016 byly v porostu 1A11 umístěny dvě PE stavební fólie 2×25m na dvou místech 50 m od sebe. Plocha pokrývající kontrolovanou plochu dosáhla 100 m<sup>2</sup>. Obě fólie byly umístěny do polostínu. Celkem bylo za dané období zachyceno 492 dospělců chrousta maďalového (205 samců a 287 samic). Rojení začalo, když teplota vzduchu a půdy v 15 cm dosahovala nad 8 °C. Rojit se začala obě pohlaví ve stejný den a to 22. 4. 2016. Prvních devět dní se rojilo více samců než samic a to v poměru 2:1. Za toto období se vyrojilo 141 dospělců. Desátý den došlo k vyrovnání tohoto poměru a od 11. dne dochází k výrazné změně v poměru a to ve prospěch samic (až 1:6). Nejvíce chroustů se vyrojilo 9.—15. den a to od 30. 4. do 6. 5., jedná se o 313 dospělců v poměru 1:2 ve prospěch samic, což je téměř 64 % z celkového počtu. Zbývajících deset dnů rojení došlo k výraznému poklesu počtu dospělců opouštějící půdní kryt. Za toto období jsme zaevidovali posledních 69 dospělců v poměru 1:2,5 ve prospěch samic.



Obr. 8: Průběh rojení 2016 dle pohlaví

Tab. 3: Vývoj rojení 2016 dle pohlaví

	Datum	Samci	Samice	Teplota vzduchu [°C]	Teplota půdy v 15 cm [°C]	Teplota půdy ve 35 cm [°C]
<b>1. den</b>	22.4.	8	3	8,8	8,4	8,2
<b>2. den</b>	23.4.	10	4	7,7	8,8	8,4
<b>3. den</b>	24.4.	10	3	3,8	7,7	8,2
<b>4. den</b>	25.4.	15	5	3,1	6,2	7,1
<b>5. den</b>	26.4.	9	5	4,5	6,1	6,7
<b>6. den</b>	27.4.	11	4	4,1	6,3	6,8
<b>7. den</b>	28.4.	5	3	4,7	6,0	6,5
<b>8. den</b>	29.4.	7	8	7,1	7,0	6,7
<b>9. den</b>	30.4.	18	13	10,5	8,3	7,5
<b>10. den</b>	1.5.	27	26	11,5	9,3	8,3
<b>11. den</b>	2.5.	33	62	11,9	10,0	8,9
<b>12. den</b>	3.5.	20	39	10,7	10,2	9,3
<b>13. den</b>	4.5.	4	18	7,9	9,7	9,4
<b>14. den</b>	5.5.	5	26	12,1	10,6	9,4
<b>15. den</b>	6.5.	3	19	14,1	11,4	10,1
<b>16. den</b>	7.5.	4	12	15,1	12,0	10,6
<b>17. den</b>	8.5.	3	8	14,2	12,1	10,9
<b>18. den</b>	9.5.	1	4	15,2	12,8	11,2
<b>19. den</b>	10.5.	2	5	15,5	13,5	11,8
<b>20. den</b>	11.5.	5	6	15,7	13,8	12,2
<b>21. den</b>	12.5.	2	2	15,9	13,9	12,4
<b>22. den</b>	13.5.	0	5	16,7	14,8	12,9
<b>23. den</b>	14.5.	2	6	13,6	14,0	13,0
<b>24. den</b>	15.5.	1	0	7,4	11,4	11,8
<b>25. den</b>	16.5.	0	1	7,0	10,3	10,7
	SUMA:	205	287			



Obr. 9: Průběh teplot za období 22.4. —16.5.2016

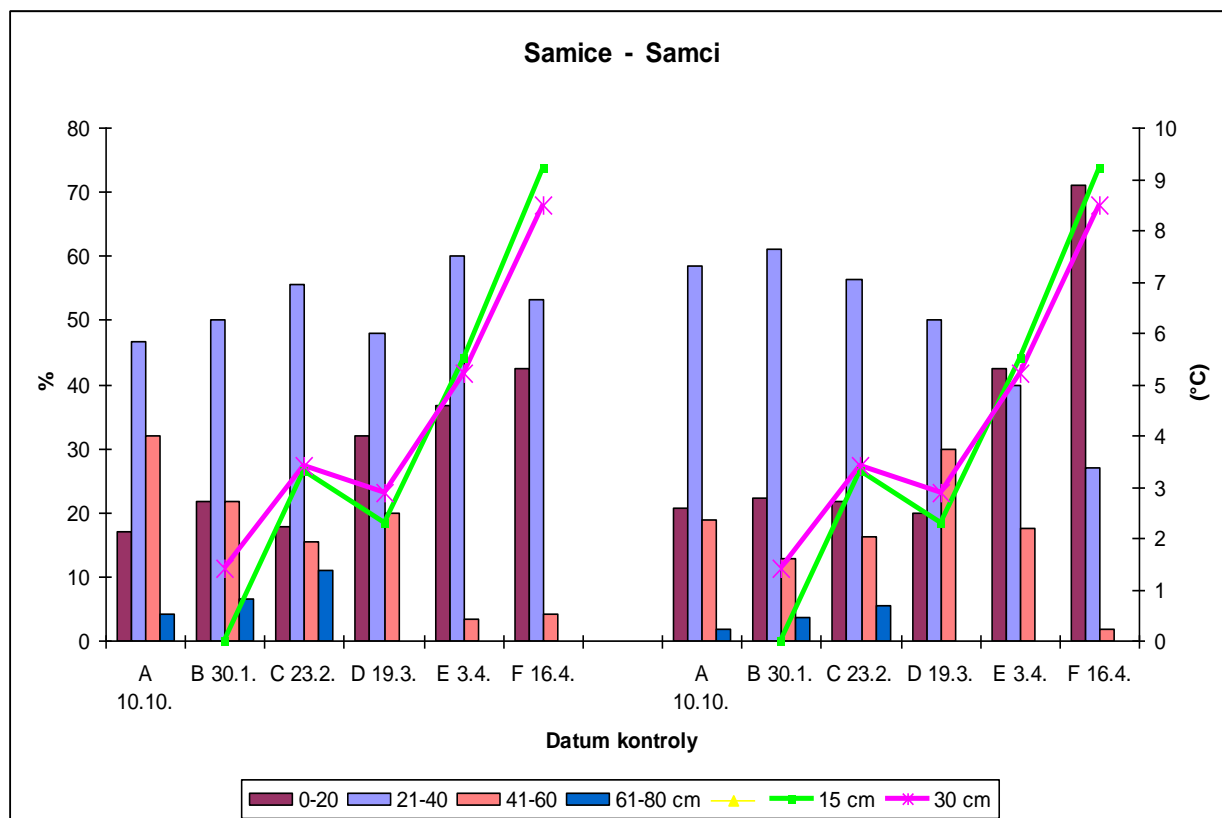
### 6.3 Kontrola zimujících imág

V období říjen 2015 až duben 2016 byla hodnocena poloha zimujících imág chrousta maďalového v LS Chocně (revír Vysoká) na holině v porostu 1B0. Kontrola proběhla v šesti kontrolních termínech 10. 10., 30. 1., 23. 2., 19. 3., 3. 4. a 16. 4. Kopány byly půdní sondy 100×150×100 cm. V kontrolním termínu bylo kopáno na uvedené ploše s cílem získat soubor s minimálním počtem 100 imág. Celkem bylo během uvedených kontrol nalezeno 600 imág, které byly poskytnuty k dalšímu výzkumu. U každého nalezeného imága se zaevidoval interval hloubky, ve které bylo imágo objeveno a pohlaví. Rozmezí intervalu bylo odstupňováno po 20 cm vrstvách (0–20 cm; 21–40 cm, 41–60 cm, 61–80 cm, 81–100 cm).

Meteorologická ALA stanice byla umístěna nedaleko světelného lapače u hájovny pí. Kočmídkové v období 29. 12. 2015 do 20. 5. 2016 na GPS souřadnicích 50.1532867N, 15.8572131E. Pro měření teploty vzduchu bylo čidlo umístěno do výšky 2 m. Půdní teplotu snímala tři čidla v hloubce 15, 30 a 50 cm.

Během kontroly zimujících imág nebylo žádné nalezeno v hloubce 81–100 cm. Za období od první kontroly 10.10.2015 do třetí kontroly 23.2.2016 nedošlo téměř k pohybu imág mezi jednotlivými vrstvami. Na přelomu února a března, kdy teplota půdy dosahovala k průměrné hodnotě 4 °C, dochází k přesunu imág z hloubky 61–80 cm do vyšších vrstev. Obdobný pohyb byl stanoven i o měsíc později a to ve vrstvě 41–60 cm, kdy průměrná teplota půdy vystupuje již nad 5 °C. Od začátku dubna se zejména samci přesouvají do podpovrchové vrstvy a samice zůstávají rovnoměrně rozmístěny až do hloubky 40 cm. V druhé polovině dubna dochází k rychlému přesunu imág k povrchu a začátek rojení obou pohlaví nastal 22.4., kdy průměrné teploty půdy přesáhly 8 °C.

Sexuální index zimující populace byl na revíru Vysoká stanoven na 0,49. Z celkového počtu 600 imág bylo 308 samců a 292 samic.



Obr. 10: Pohyb zimujících imág v půdním profilu na revíru Vysoká



#### **6.4 Kontrola rojících se imág pomocí světelného lapače**

Lapač byl umístěn u hájovny pí. Kočmíkové v období 20. 4. 2016 do 20. 5. 2016 na GPS souřadnicích 50.1532867N, 15.8572131E. Při rojení 2016 bylo plánováno za pomoci světelného lapače odchytit imága chroustů. Z každodenních odběrů jsme měli vyvodit intenzitu rojení a poměr pohlaví v závislosti na klimatických podmínkách.

Z důvodů potřeby elektrické energie musel být lapač umístěn na již zmiňované hájovně. Tento nejbližší zdroj energie se nacházel cca 1 km od ohniska výskytu chrousta. Za dané období bylo odchyceno jen několik dospělců do sběrné nádoby a z tohoto důvodu byl shledán lapač jako neúčinný a zjištěná data nelze vyhodnotit.

## 7 Diskuze

Na lesní správě Chocení je lokalizován silný kmen *M. hippocastani* F. se čtyřletým vývojovým cyklem. Poslední silné rojení bylo zaznamenáno v roce 2016 a před tím v roce 2012. Z literárních údajů o hromadném rojení v minulosti je možno doložit (Muška, 1975), že pravidelný čtyřletý vývoj tohoto kmene přetrvává řadu desetiletí. Kmeny s jiným než čtyřletým generačním vývojem jsou v této oblasti zastoupeny jen ojediněle, což dokazuje minimální odchyt v době mezi rojeními.

Navzdory stupni prostudování bionomie, kontrolních a obranných postupů u chrousta maďalového se ukazuje, že části tradičně užívaných metodik nejsou podloženy výzkumem (velikost, umístění a počet kontrolních sond, kritické počty ponrav odpovídající stanovištím se založenou kulturou a zajištěnými kulturami ohroženými ponravami) a jsou odvozeny často ze zkušeností (Kula 2016).

Poměrně široké spektrum údajů o hloubce výskytu hibernujících imág je ovlivněno půdním typem a vlastnostmi půdy, kdy na písčitéch a lehkých půdách sestupují ponravy 3. instaru ke kuklení relativně hluboko až 150 cm (Escherich 1923), ale běžný profil je přes dílčí odchylky vymezen 20–50 cm (Kowalska 2001 etc.). V podmínkách revíru Vysoká v porostu 1B01 tvoří půdní profil váté písky a zimující imága se v hloubkách pod 60 cm nacházela sporadicky. Dlouhodobější promrzání půdy ve svrchních vrstvách půdy nenastává, chladová odolnost hibernujících imág vysvětluje jejich přítomnost i ve svrchní vrstvě půdy. Pohyb, který byl zaznamenán směrem ke svrchní vrstvě již v průběhu druhé poloviny února a do poloviny března, se uskutečnil při teplotách nepřesahujících 5 °C, přičemž někteří autoři připouští aktivitu zimujících imág od ledna (Schwerdtfeger 1939) nebo února (Escherich 1923). Vlastní opuštění půdního prostoru vyžaduje existenci již rašících dřevin.

K prognóze může sloužit teplota půdy, případně suma efektivních teplot. Výstup z půdy je spojován s teplotou nad 10 °C (Escherich 1923) v trvání po 2–3 dny po sobě. S tímto parametrem se shodují teploty ve sledovaném porostu (8,7–10,2 °C). Decopper (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). Z dané oblasti se sledováním nástupu chrousta maďalového do rojení vyplynula průměrná hodnota SET  $350,6 \pm 24,2$  °C, ale průměrné denní teploty za 10 dní před rojením podmínku 15 °C nesplňují ( $7,8 \pm 2,5$  °C). Blízký je údaj Horbera (1955) o teplotě vzduchu nad 8 °C a Richtera (1964) s prahovou teplotou vzduchu 7,7 °C. Vrchol kulminace je spojován s teplotou 10–20 °C (Oosterbaan 2012), ale na daném území převažovaly v období kulminace průměrné denní teploty v rozpětí 4–12 °C. Za zásadní je třeba považovat, že existuje souběh obou pohlaví při opouštění půdy, i když v počáteční etapě může být více samců než samic. I když byl nástup do rojení zpravidla v počátku poslední dekády dubna, pro nevyrovnaný průběh počasí došlo ke krátkému omezení počtu jedinců při výstupu z půdy. Vorontsov, Osipov (1980) uvádí, že k úplnému opuštění půdy dochází do 1. 5. a samci nastupují před samicemi, což na daných podmínkách bylo terénním šetřením vyvráceno.

Porovnáváme-li postup opouštění půdy podle pohlaví v poslední dekádě dubna se zbývajícím obdobím, potvrdíme souběh pohlaví, ale poměr pohlaví se nejednotně měnil. V podmínkách revíru Vysoká opustilo půdu v dubnu o 30 % více samců než samic, při výrazně vyšším zastoupení samic než samců v úhrnných počtech. V absolutním množství v dubnu vylezlo 48 samic a 93 samců.

Počasí může být příčinou prolongace rojení o 2–3 týdny, rovněž kulminace opouštění a následně i vrchol letové aktivity může mít mezi jednotlivými lety s rojením až 3 týdenní odchylku (Švestka 2012). Rozhodovací proces pro stanovení termínu zásahu proti imágům byl vázán na poměr samic a samců v korunách stromů (1:1). Ukazuje se však, podle postupného opouštění půdy, že i když byl souběh obou pohlaví potvrzen je v počáteční fázi více samců než samic a k vyrovnání může dojít v podmínkách revíru Vysoká až v první dekádě května (3. 5.).

Z výsledků lze doporučit nutnost zpřesnit aktuálně užívané postupy v kontrole a ochraně lesa před chroustem maďalovým. Navzdory stupni prostudování bionomie, kontrolních a obranných postupů u chrousta maďalového se ukazuje, že části tradičně užívaných metodik nejsou podloženy výzkumem (velikost, umístění a počet kontrolních sond, kritické počty ponrav odpovídající stanovištím se založenou kulturou a zajištěnými kulturami ohroženými ponravami) a jsou odvozeny často ze zkušeností. To platí i o metodických postupech užívaných v kontrole u chroustů *r. Melolontha* v dalších státech Evropy.

## 8 Závěr

Na revíru Vysoká spadající pod Lesní správu Choceň je zvýšený až kalamitní stav chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani Fabr.*) na území o rozloze cca 300 ha. Cílem diplomové práce bylo zjistit zastoupení a pohyb zimujících imág v půdním profilu v období leden až duben. A pomocí záchytných plachet sledovat průběh rojení. Zjištěné údaje navázat na naměřené průměrné teploty půdy a vzduchu z meteostaničky umístěné na dané lokalitě.

Z výsledků vyplývá, že v daných podmínkách se zimující imága v hloubkách pod 60 cm nacházela jen sporadicky. Pohyb, který byl zaznamenán směrem ke svrchní vrstvě již v průběhu druhé poloviny února, se uskutečnil při teplotách půdy nepřesahující 5 °C. Vlastní opuštění půdního prostoru vyžaduje již rašící dřeviny. Za zásadní je třeba považovat, že existuje souběh obou pohlaví při opuštění půdy, i když v počáteční etapě bylo více samců než samic a k vyrovnání došlo v podmínkách revíru Vysoká až 1. května., kdy došlo k výrazné změně v poměru ve prospěch samic, a nastal vrchol rojení trvající 5 dní. Posledních deset dnů rojení došlo k výraznému poklesu počtu dospělců opouštějící půdní kryt. Rojení trvalo 25 dní.

## 9 Summary

On the grand High under the forest management Choceň is elevated to state of calamity may beetle (*Melolontha hippocastani* F.) an area of about 300 ha. The aim of the thesis was to determine the presence and movement wintering imago in the soil profile in the period from January to April. And with catching the imago monitor the progress of swarming. Collected data build on the measured average temperature of soil and air from the weather station located at the given location.

The results show that in the given conditions are wintering imago in the depths below 60 cm found only sporadically. Motion that was recorded towards the top layer already during the second half of February, was held at soil temperatures not exceeding 5 ° C. Custom leaving the land area required already budding trees. Substantial be considered that there is a concurrence of both sexes upon abandonment, although in the initial phase, more males than females and the settlement took place amid high ground until May 1st., when there was a significant change in the proportion of females and reached their peak swarming lasting for 5 days. The last ten days swarming there was a significant decrease in the number of adults leaving the soil cover. Swarming lasted 25 days.

## 10 Seznam citované literatury

- BULMER M.G., 1977. Periodical insects. *American Naturalist*, 111: 1099-1117.
- 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. Bd. II., Berlin.
- Fabr.) v území LS Strážnice. Výzk. zpráva, GS LČR, Brno, 82 s.
- GLOWACKA B., SIERPIŃSKA A., 2012. Control of adult cockchafers *Melolontha* spp. with Mospilan 20 SP. *Folia Forestalia Polonica. Series A, Forestry*, 54: 109—115.
- HORBER, E. 1955: Ökonomische und statistische Untersuchungen an Populationen des Feldmaikäfer (*Melolontha vulgaris* F.). *Landw. Jahrb. D. Schweiz.*, 69(4): 1997–210.
- HŮRKA K., 1955. Příspěvek k bionomii larev chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani* F.). *Zoologické a entomologické listy*, IV: 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, 1986, Marry mount college Tarrytown, new York. Durham, United States departmentof agriculture: 142-154.
- KAPITOLA P., HOLUŠA J., 2002. Lesní ochranná služba: Chrousti rod *Melolontha* F., *Lesnická práce*, 12/2002: 4 s.
- KOWALSKA, J. 2001: May bugs – a threat and possibilities of control. *Sylwan*, 145(7): 97–105.
- KRATOCHVÍL J., LANDA V., NOVÁK K., SKUHRAVÝ V., 1953. Chrousti a boj s nimi. Praha, Nakladatelství ČSAV: 156.
- KŘÍSTEK J., URBAN J., 2004. *Lesnická entomologie*. Vyd. 1. Praha: Academia, ISBN 80-200-1052-1: 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.

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.

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.

ROHDE, M. 1996b: 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.

SCHWERDTFEGER, F. 1939: Über den Einfluss der Winterkälte auf den Maikäferengerlings. Z. f. Pflkr. u. Pflanzenschutz, 49: 95–100.

SIERPIŃSKA A., 2008. Spostrzeżenia na temat ekologii chrabaszczki majowej (*Melolontha melolontha* L.) i chrabaszczki kasztanowca (*Melolontha hippocastani* F.). Progres Plant Protection, 48 (3): 956-965.

ŠVESTKA M., 2012. Chrousti rodu *Melolontha* v lesích České republiky v období 2003—2011. Zprávy lesního výzkumu, 57, 2012 (3): 217—229.

ŠVESTKA M., BALEK J., 2006. Ponravy chroustů opět ohrožují lesní školky a kultury, Lesnická práce, 85 (08): 32 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.

VORONSTOV, A. I. OSIPOV, V. E. 1980: The ecology of *Melolontha hippocastani* in the Buzuluk pine forest. Lesovedenie, (4): 56-64.

ZÁRUBA C., 1956. Ponravy, škůdci lesních školek a kultur. SZN Praha: 48 s.