

**Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové**

# **VÝZKUMNÉ PROJEKTY GRANTOVÉ SLUŽBY LČR**



*Projekt*

**Ověření možností obrany lesa  
před žírem ponrav chrousta maďalového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)**

*Řešitel*

**prof. Ing. Emanuel Kula, CSc.**

**Lesnická a dřevařská fakulta  
Mendelova univerzita v Brně**



V Brně, listopad 2014

**Lesnická a dřevařská fakulta  
Mendelova univerzita v Brně**



**„OVĚŘENÍ MOŽNOSTÍ OBRANY LESA  
PŘED ŽÍREM PONRAV CHROUSTA MAĎALOVÉHO  
V OBLASTI BZENECKÉ DOUBRAVY  
(tzv. MORAVSKÉ SAHARY)“**

***Výzkumná zpráva***

Řešitel  
Prof. Ing. Emanuel Kula, CSc.



V Brně, listopad 2014

## **Obsah**

Úvod .....	4
Literární přehled a podněty k řešení .....	5
Rozšíření chroustů.....	5
Bionomie chrousta maďalového – ekologicko-etologický problém.....	6
Zimující imaga.....	6
Rojení.....	6
Kladení vajíček a výběr ovipozičních míst .....	7
Vývoj larev .....	8
Škody způsobené chrousty.....	9
Eliminace škod.....	10
Technologické postupy.....	12
Požářiště v Bzenci a jeho obnova s ohledem na výskyt chrousta maďalového .....	12
Metodika .....	14
Kontrola pohybu ponrav v jarním období .....	14
Disperze ponrav v porostech požářiště a porostech přilehajících .....	14
Vliv přípravy půdy na eliminaci škod ponravami chrousta maďalového .....	15
Ponravy v zajištěných kulturách .....	18
Ověření možnosti ochrany sadebního materiálu .....	18
Charakteristika použitých přípravků .....	19
Poloprovozní aplikace FORCE 1,5G .....	20
Klimatologie pro území požářiště.....	21
Výsledky.....	21
Vývoj půdních teplot .....	21
Jarní aktivita zimujících ponrav .....	22
Zastoupení ponrav v porostech požářiště Bzenec .....	25
Technologie přípravy půdy a ponravy chroustů.....	26
Ohrožení zajištěných kultur ponravami chrousta .....	32
Nádobový pokus – ochrana sazenic .....	33
FORCE 1,5G - potencionální ochrana sazenic.....	34
Diskuse .....	35
Vertikální přesun ponrav ke kořenům.....	35
Ponravy na požářišti .....	35
Vliv přípravy půdy na mortalitu ponrav v půdě.....	36
Eliminace výskytu ponrav chrousta .....	37
Závěr .....	38
Doporučení pro lesnickou praxi a aplikovaný výzkum .....	38
Literatura .....	40

## Úvod

V lesním hospodářství je ovlivněna stabilita mladých lesních porostů řadou škůdců spojených především s obdobím obnovy porostů do zajištění kultury. Mezi nejzávažnější se řadí konzumenti kůry a lýka klikoroh borový (*Hyllobius abietis* L.), ve Švédsku rovněž lýkohub drvař (*Hylastes cunicularius* Er.) (Eidmann et al. 1991, Lindelöw 1992), v horách lalokonosec černý (*Otiorhynchus coecus* Germar). Méně významnou je ploskohřbetka sazenicová (*Acantholyda hieroglyphica* (Christ.)). V navazujícím období se v borovém hospodářství setkáváme s obalečem prýtovým (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) a obalečem pryskyřičným (*Retinia resinella* (L.)).

V půdním prostředí se vyvíjí někteří zástupci poškozující v různé intenzitě kořenový systém sazenic (škůdci v lesních školkách), ale i ve výsadbách (larvy kovaříkovitých, nosatců, tiplic a muchnic, osenice a krtonožka obecná) (Křístek, Urban 2004). Nejvýznamnější škody jsou však vázány na ponravy chrousta maďalového (*Melolontha hippocastani* Fabr.) a chrousta obecného (*Melolontha melolontha* L.).

Druh *M. melolontha* se běžně vyskytoval v agrocecnózách až do 60. let minulého století a poté ustoupil v důsledku změn technologií v zemědělství. Aktuálně narůstá jeho výskyt v ovocných sadech (Švestka 2012).

Druh *M. hippocastani* osidluje lesní komplexy vyznačující se písčitymi půdami a příznivým teplým klimatem (Hase 1984), které se nachází v podmínkách např. LS Strážnice, LS Mělník, Lesy ČR, s. p. a LS Lipník, VLS, s. p. Tyto oblasti jsou historicky spojeny s chroustem maďalovým (Hůrka 1955).

V území LS Strážnice s výskytem chrousta maďalového, zvláště po roce 2003, kdy nebylo možné uplatnit obranná opatření proti rojícím se dospělcům, narůstají škody nejen na výsadbách, ale zasažené jsou ve významném rozsahu i již zajištěné borové kultury.

V podmínkách LS Strážnice od r. 2003 tedy za 12 let ve třech cyklech čtyřletého vývoje chrousta maďalového bylo zničeno celkem 195 ha, přičemž následná opakovaná sadba nebyla často úspěšná. V roce 2013 byla evidována plocha 74,66 ha mladých lesních porostů zničených žírem ponrav (obr. I).

Přes lokální výskyt na dotčených územích představuje žír ponrav chrousta maďalového mimořádné riziko pro obnovu porostů a to nejen umělou ale i přirozenou, neboť samice kladou rovněž do porostních okrajů, kde se ponravy úspěšně vyvíjí na kořenech starých stromů a přechází na tvořící se podrost.

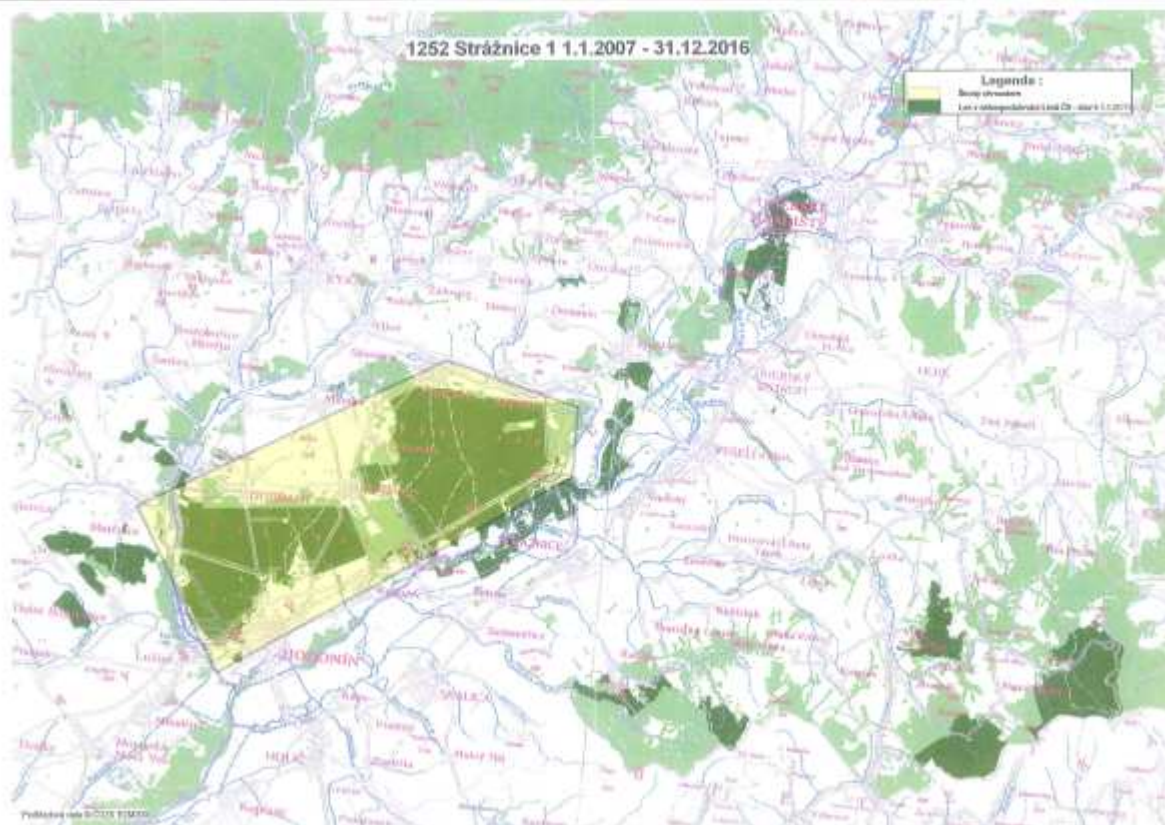
Poznatky o bionomii chroustů, škodách a možnosti eliminace zpracované v monografiích v 50. letech minulého století (Kratochvíl et al. 1953, Záruba 1956), vyžadují aktualizaci nejen v bionomii a etologii chrousta, ale především v postupech boje, který je v současných podmínkách zcela bez disponibilního obranného opatření.

### Cíle řešení dané smlouvou

1. Monitoring aktuálního výskytu ponrav chroustů v území požářiště ve vazbě na původní porosty před vytěžením (sít kontrolních stanovišť, min. počet 15)
2. Monitoring vertikálního pohybu ponrav 3. instaru v průběhu vegetačního období roku 2014 v různých porostních podmínkách (volná plocha, borový porost 20–30let, dospělý porost). Min. 3 stanoviště, vybavené klima stanicí a půdními teplotními čidly 15 cm, 35 cm, 70 cm, kontrolní interval 1 měsíc, profil do 100 cm, 2–3 opakování na stanovišti.
3. Zhodnocení abundance ponrav ve 4. roce vývoje ve vazbě na stupeň zabuřnění v území požářiště s využitím monitorační sítě specifikované v bodě 1.

4. Zhodnotit vliv potlačení buřeně herbicidy a vliv celoplošné přípravy půdy na abundanci a mortalitu ponrav. Zkusné plochy budou zřízeny objednatelem - celoplošná příprava půdy s realizací v září 2013 – celkem 3 technologické varianty ve 3 opakováních, aplikace herbicidu jaro 2014 – 3 opakování.
5. Zhodnocení zdravotního stavu výsadeb z jara 2013 a podíl ponrav chroustů na mortalitě výsadby ve vegetační sezóně 2014
6. Spolupráce při zpracování podkladů pro plánované letecké ošetření porostů proti dospělcům chrousta v roce 2015.

Obr. I: Lesy obhospodařované LS Strážnice a území s výskytem chrousta maďalového



## Literární přehled a podněty k řešení

### Rozšíření chroustů

Areál *M. hippocastani* zahrnuje lesní a lesostepní oblasti Ruska, západní, střední a severní Evropu (Lisov 1984). Na území Polska se střídavě vyskytují oba druhy chroustů (Sierpińska 2008), přičemž *M. hippocastani* je zastoupen čtyřletým i pětiletým vývojovým cyklem. Podobná situace s délkou vývoje je platná i pro území Dánska, severního Německa a Švédska (Christensen 1986). V jižněji položených území Evropy (jižní Německo, Rakousko, Švýcarsko) mají oba druhy chroustů čtyřletý a tříletý vývojový cyklus (Bulmer 1977). Kmeny *M. hippocastani* v ČR mají čtyřletý vývoj (Švestka 2012).

K detailnímu zmapování chrousta *M. melolontha* došlo ve 40. letech minulého století na Moravě (Kratochvíl et al. 1953), přičemž bylo vymezeno překrývání kmenů a tedy častější až lokálně každoroční výskyt. Zvláště území Hodonína, Kyjova, Strážnice bylo zařazeno mezi lokality se záplavovým výskytem chrousta obecného. Chroust maďalový má dlouhodobě

stabilní oblasti výskytu a škody v lesních porostech jsou datovány z let 1948–1951 (ČSR) ve výši 10 tis. ha zničených výsadeb, vzrostlých a zajištěných kultur (Švestka, Balek 2003). Od 90. let minulého století jsou opakovaně se vyskytující škody ponravami v území LS Strážnice s nejvíce ohroženými revíry Vracov, Bzenec, Ratíškovice, Dubňany a Mistrín. V sousedním Slovenském Záhoří (Saštín-Stráže, Malacky) je napadení chroustem maďalovým ještě ve větším rozsahu. V Polabí je chroust maďalový soustředěn na území LS Lipník, kde je rojení o rok později proti ostatním lokalitám. Další je LS Mělník (Pojizeří, Zelená Bouda), kde jsou dvě populace chrousta maďalového. Na LZ Židlochovice (polesí Mikulov) je chroust obecný, který je více vázán na zemědělské biotopy a nalétá na lesní okraje, u nás v druhé polovině minulého století z lesů téměř vymizel, v současnosti se vyskytuje ostrůvkovitě, má tříletý vývoj (Švestka, Balek 2003).

### Bionomie chrousta maďalového – ekologicko-etologický problém

Vývojový cyklus chrousta maďalového je poměrně dobře v základních časoprostorových parametrech prostudován, přesto za okolností, kdy nelze použít, nebo neexistují obranné prostředky proti vývojovým stádiím, je třeba hledat v bionomii a chování (samic, ponrav) možné ochranné postupy.

### Zimující imaga

V červenci se ponravy přesouvají do nižších vrstev půdního profilu ke kuklení a vylhlí brouci v podzimním období (září) zimují. Hloubka kuklení má uváděné poměrně široké hloubkové rozpětí od 30–40 cm, někdy až 150 cm (Escherich 1923), 22–36 cm (Schuch (1935), 15–45 cm Rozsypal in Kratochvíl et al. 1953). Již 9. července 2014 byly zjištěné v borových porostech revíru Vracov výhradně ponravy před kuklením s narovnaným tělem a kukly v hloubkách 40–60 cm případně až 1 m (Kula nepubl.). Lze předpokládat, že konec žíru nastal již ve třetí dekádě června. Uvedená nejednotnost údajů o hloubce kuklení a zimování bez specifikace půdního prostředí vyvolává potřebu vymezit půdní profil kuklení a zimování chrousta maďalového pro konkrétní podmínky písčitých stanovišť s borovými porosty. K přesunu dospělců k půdnímu povrchu dochází v navazujícím roce již od ledna (Schwerdtfeger 1939), případně února (Escherich 1923), dubna (Schuch 1935). Pro hromadný pohyb zimujících brouků je zmíněna průměrná teplota půdy 10 °C v 5 cm a 9,2 °C v 50 cm (Schuch 1935). Brouci poté setrvávají těsně pod povrchem a očekávají příhodné podmínky k hromadnému vyrojení (Kratochvíl et al. 1953). Chybí jasné vymezení začátku doby přesunu imag do podpovrchové vrstvy a míra koordinace výletu imag z půdy.

### Rojení

Chrousti aktivují po přezimování od konce dubna (v pahorkatinách od poloviny května), kdy půda v hloubce 10–20 cm dosahuje více než 10 °C po 2–3 následující dny a teplota vzduchu 20 °C (Escherich 1923). Decopper (1920) vymezuje rojení průměrnou denní teplotou 15 °C a sumou efektivních teplot 355 °C (od 1. 3. jsou načítány průměrné denní teploty). Jestliže dle Kratochvíla et al. (1953) přesnější data o počátku rojení chybí, v podmínkách Moravské Sahary Švestka (2012) vyhodnotil nástup rojení dle přiletu do světelného lapače při teplotě vzduchu 12–13 °C s kulminací letové aktivity při teplotách 21 °C. Za významné je možné považovat uplatnění fenologických pozorování ve vazbě na rojení chrousta obecného (Schuch 1935). Protože chroust maďalový nastupuje zpravidla o 1–2 týdny dříve stav rašení a olistění



se bude odlišovat. Pro gradační území chrousta maďalového (LS Strážnice) není vymezena fenologie hlavních dřevin ve vazbě na nástup imag k úživnému žíru

Převažujícím je názor, že do korun stromů dříve nalétají samci před samicemi (Ciopkalo 1936, Položencev 1949, Schneider, Bachmann 1949, Vogel 1950). Ze světelného lapače uvádí Švestka (2012) vyšší zastoupení samců a rovněž byl potvrzen jejich časnější nástup, nelze vyloučit dílčí nepřesnost ovlivněnou odlišnou letovou aktivitou a nalétáním na světlo obou pohlaví.

**Ke stanovení počátku rojení chrousta maďalového je nezbytné sledovat půdní teploty, teplotu vzduchu, uskutečnit odchyt půdu opouštějících dospělců fotoeklektory a dále vymežit fenologii rašení jednotlivých dřevin tvořících potencionální žíroviště.**

Chroust maďalový je považován za stálejšího a méně se vzdalujícího od žírovišť k místu kladení, nevyznačuje se letovými dráhami, jak je tomu u chrousta obecného (Neu 1938). Výběr dřeviny ovlivňuje aktuální stáří nasazených listů. Atraktivita stromu se může měnit i s jeho polohou. Žír postupuje od korunového pláště, zpočátku na nižších stromech nebo spodních větvích, případně keřovém patru. Délka prvního úživného žíru trvá 1–2 týdny (Feddersen 1920 in Kratochvíl et al. 1953). Je třeba ve sledovaném území vyšetřit intenzitu poškození žírovišť pro možné následné odvození výskytu ponrav (obr. 1).

Nastupují nejprve samci, později převládají samice. Aktivují po západu slunce a v noci, případně v nejteplejší části dne, jinak jsou inaktivní. Při teplém počasí je rojení krátké, naopak chladné jaro prodlužuje výskyt imag až do června. Samci létají i za chladného počasí. Švestka (2012) vymežil období rojení chrousta maďalového v letech 2003, 2007, 2011 v závislosti na průběhu počasí s diferencemi v začátku, kulminaci i celkové délce (2003: 20.4.\_ 6.5.\_2.6., 2007: 10.4.\_12.5.\_26.5., 2011: 13.4.\_26.5.\_4.6.). Jestliže nástup rojení byl s 10denní diferencí, vrchol kulminace rojení se odchýlil až o 20 dní jako odraz aktuálního průběhu teplot a srážek. Při silném ochlazení nebo pozdních jarních mrazech se vrací imago do půdy.

**Je třeba uskutečnit kontrolu rojení chroustů světelným lapačem nejlépe ve dvou lokalitách, hodnocení vlivu teplotních a srážkových poměrů, konfrontaci odchylek proti výše uvedeným rokům a následnému kladení samic.** Světelný lapač ve Vracově doplnit lapačem v oblasti požářiště v lokalitě u Littnera popřípadě Ratíškovice.

Obr. 1: Holožír chrousta maďalového na dubech a silný žír na buku (Strážnice, Vracov 2011)



#### Kladení vajíček a výběr ovipozičních míst

Po prvním kontinuálním úživném (plýtvavém) žíru (probíhá ve dne i v noci) v trvání 1–2 týdnů a průběžné kopulaci v místě žíru, odlétají samice v průběhu května - zač. června ke kladení vajíček do půdy. Zalézají do půdy, kde v hloubce 10–30 cm (Escherich 1923, Sorauer

1913, Vogel 1948 in Kratochvíl et al. 1953) kladou až 30 vajíček (Schuch 1938, Schwerdtfeger 1938). Hloubka kladení je limitována soudržností půdy a vlhkostí, přičemž chroust obecný vstupuje ve stejných podmínkách hlouběji než chroust maďalový (Kratochvíl et al. 1953). Samice se vracejí a pokračují v žíru, dochází k opakované kopulaci a navazující jedné až dvou snůškám po 20 kusech (Schuch 1938), čímž se dosáhne celkového vykladení 60–80 vajíček. V sypkých, vysychavých půdách je vajíčko ohroženo, proto samice musí klást hlouběji a nebo volit zastíněná místa.

Kratochvíl et al. (1953) uvádí, že hlavní letová aktivita samic chrousta v souvislosti s kladením je za soumraku a končí za setmění, přičemž Švestka (2012) z odchyty do světelného lapače odvodil, že let ustával až před půlnocí. Švestka, Drápela (2009), Švestka (2012) stanovili ze zachycených ponrav po rojení chrousta maďalového 2003 a 2007, že samice preferovaly lokality se zastíněným půdním povrchem před středním a slabým zástínem. Tento fakt spojuje s průměrnou teplotou vzduchu 18,2 °C a 17,1 °C a krátkodobým překročením denních maxim nad 30 °C v době rojení. Statisticky se však nepodařilo tuto skutečnost jednoznačně prokázat. Vzhledem k omezenému rozsahu pozorování je nezbytné sledovat nadále ovipoziční místa. Niemczyk (2011) stanovil, že vzhledem k výskytu ponrav, samice chrousta preferují půdy silně zastíněné, živné půdy bez závislosti abundance na teplotě a vlhkosti půdy. Opačné poznatky, kdy samice preferují volná a slunná místa, uvádí Escherich (1923). Dle Flerova et al. (1954) v teplejších oblastech samičky při kladení vajíček preferují plochu zastíněnou korunami a v severnějších oblastech naopak optimální podmínky nacházejí na otevřených plochách. Vhodnost místa ke kladení ovlivňuje stupeň zabuřnění a způsob přípravy půdy. Švestka (2012) v této souvislosti konstatuje nízké ztráty ponravami chrousta (5 %) při celoplošné přípravě půdy, ale nad 50 % při naoraní v pruzích (vývojový cyklus 2004–2006), 6 % a 11 % (vývojový cyklus 2008–2010), není však jasné zda se jednalo o přípravu půdy v době rojení a nebo po vykladení samic a následné přípravě půdy s existujícími ponravami. Není rovněž specifikována abundance ponrav v těchto porostech. V této souvislosti je třeba vyhodnotit stanovištní podmínky v době rojení dle navazujícího výskytu ponrav ve větším rozsahu stanovištních podmínek jak z hlediska zastínění, zabuřnění, půdních podmínek ovlivněných přípravou půdy.

## Vývoj larev

V souvislosti s výskytem čtyřletého kmene chrousta maďalového v porostech LS Strážnice je modifikován popis vývoje ponrav. Larvy prvního instaru se líhnou po 30–40 dnech (VI.–VII.), setrvávají pohromadě a živí se tlejícími látkami, případně jemnými kořínky rostlin. V pozdním létě se rozlézají a na konci vegetační doby dorůstají velikosti 10–13 mm. Pokles teplot v půdě na 10–11 °C vyvolá zastavení příjmu potravy a vstup do větší hloubky (30–60 cm) (Schwerdtfeger 1939). Při oteplení půdy v místech zimování na 7–10 °C se larvy přemísťují do povrchové vrstvy půdy, kde pokračují ve vývoji a v červenci se mění v larvu 2. instaru, která ožírá jemné kořínky. Na konci druhého roku dosahuje 35 mm, končí příjem potravy při 10 °C, protože kritickou teplotou pro vlastní pohyb je 6,3 °C (Schwerdtfeger 1939) a ponrava musí k zimování sestoupit hlouběji do země (30–100 cm), čímž uniká nebezpečí úhynu chladem (mortalitní je mráz 3,2–5,2 °C). K promrznutí půdy v hloubkách pod 40 cm zpravidla nedochází. Ve třetím roce vystupují ponravy ke kořenovému systému při teplotě 7 °C v hloubce 30 cm. Za prahovou teplotu pro aktivní pohyb ponravy stanovila Ené Mircea (in Kratochvíl et al. 1953) 7 °C. Žír probíhá na silnějších kořenech, dospělá ponrava (50 mm) (obr. 2) se kuklí v červenci (4–6 týdnů) v hloubce 35–80 cm. Ve vegetačním období se larvy nachází ve svrchních vrstvách na kořenech rostlin, v případě sucha sestupují hlouběji. Zastíněná stanoviště okrajů porostů, zapojené kultury představují vyrovnanější mikroklima i



v letním období a jsou pro vývoj ponrav výhodnější. **Vitalitu zimujících ponrav 1.–3. instaru k chladu lze testovat jejich cíleným ukládáním k zimování v prostupných kontejnerech do půdního profilu. V souvislosti s vývojem larev je třeba ověřit vertikální rozložení ponrav 1.–3. instaru v období zimování a jejich jarní přesun ke kořenovému systému v závislosti na půdních teplotách.**

Obr. 2: Ponravy 3. instaru chrousta maďalového (LS Strážnice 2013)



#### Škody způsobené chrousty

Úživný žír imag chrousta maďalového, jako širokého polyfága, je soustředěn na listnaté dřeviny, z počátku na nejčasněji rašící břízu a následně na další druhy dub, buk, osika aj. listnáče (Feddersen 1920 in Kratochvíl et al. 1953), včetně ovocných stromů. Podle Zweigelta (1928 in Kratochvíl et al. 1953) mohou dospělci vyhledávat samčí květy borovice a smrku. Důsledky silných žírů jsou ovlivněny průběhem počasí, pokud není v kombinaci se silným srážkovým deficitem, dochází k obnově asimilačního aparátu s odpovídající ztrátou na přírůstu. V literatuře jsou pouze zmiňovány pozorované preference ke dřevinám (Sierpiński 1975), ale laboratorně stanovená potravní preference a úhrnná spotřeba potravy je zcela nedostatečně prostudována. Autorky Woreta, Sukatova (2010) stanovily reakci *M. hippocastani* (mortalita, délka života, hmotnost a plodnost) na potravu (dub, habr, bříza, olše). V uvedeném pořadí se snižuje atraktivita, zvyšuje mortalita, snižuje se hmotnost samic. Stupeň atraktivity a kvality potravy je podmíněn obsahem cukrů (Harbone 1997) a dusíku v podobě volných aminokyselin, vitamínů, mikroelementů etc. Gottschalk (1957) upozorňuje na vliv obsahu taninu a sacharózy, které ovlivňují intenzitu žíru. Chybí prokázání reakce imag k širšímu spektru dřevin a souběžná chemická analýza vysvětlující diference v potravní nabídce.

Závažnější škody souvisí s vývojem ponrav. Ve středoevropské oblasti *M. hippocastani* způsobil významné škody v Německu (Hesensko přemnožen na 10–15 tis. ha lesní půdy, Baden-Württembersko a Porýní >22 tis ha) (Rohde 1996, Delb 2004). Aktuální napadená oblast v Polsku byla vymezena 30 tis. ha a v Německu 5 tis. ha (Liška 2014). Na škody chrousty upozorňují De Goffau (1996), Mattedi, Varner (1996), Keller, Brennen (2005), Malinowski (2007), Oltean et al. (2010), Švestka (2006, 2010), Švestka, Drápela (2012). Podle Kellera, Zimmermanna (2005) se vyskytují chrousti v 11 evropských zemích na ploše 200 tis. ha, přičemž ekonomické ztráty jsou vyčísleny na 80 tis. ha.

U ponrav 1. instaru postačí jako zdroj potravy humusové částice (Schuch 1935), kde jsou nedostatkové přechází na jemný kořenový systém rostlin (Thiema 1949). Podle Eschericha

(1923) ponravy druhého a třetího instaru ožirají kořenový systém, u starších stromků kůru na silnějších kořenech.

Obr. 3: Uhynulá borová sazenice (vlevo) a silně poškozená zajištěná kultura (vpravo) po žíru ponrav chrousta maďalového (LS Strážnice, 2014)



Ponravy jsou vysoce polyfágní a poškozují disponibilní kořeny lesních dřevin, ať se jedná o sazenice (obr. 3 vlevo), odrůstající kultury (obr. 3 vpravo) nebo kořeny vzrostlých stromů. Uvádí, že 2–5 ponrav je příčinou úhynu stromků. Z vlastního pozorování na LS Strážnice lze odvodit, že dochází k projevům poškození žírem ponrav v 5–10letých kulturách. Pod borovicemi, které byly v předchozím vegetačním období napadené ponravami 3. instaru a na jaře měly již zaschlé jehličí, dosáhla jarní hustota ponrav  $5,2 \text{ ks.m}^{-2}$ , pod stromky nerašícími se zeleným jehličím se nacházelo  $12,8 \text{ ks.m}^{-2}$ , u jedinců opožděně rašících se vyskytlo v průměru  $14 \text{ ks.m}^{-2}$ , ve volné ploše porostu byla abundance ponrav  $5,2 \text{ ks.m}^{-2}$  a pod zdravé borovice vstoupily ponravy v úrovni  $3,6 \text{ ks.m}^{-2}$  (Kula nepubl.)

Není jasné jaká je navazující vitalita borovic vykazujících opožděné rašení. U jedinců zatím bez projevu poškození s přítomností ponrav u kořenů, lze očekávat, že v roce kuklení stanovená výše ztrát v červenci bude navýšena s opožděnými projevy v období podzim/jaro. **Je nezbytné ověřit kritickou hranici počtu ponrav působící destrukci starších kultur. Současně je třeba ověřit abudanci ponrav, při níž dochází k poškození starších porostů (zajištěných kultur).**

Opakované kontroly ponrav chroustů 2003–2014 signalizují silný až kalamitní výskyt a tomu odpovídající škody v podmínkách LS Strážnice, kde letecká aplikace byla naposledy uskutečněna v r. 2003. Hodnocení újmy během tří čtyřletých vývojových cyklů chrousta maďalového bylo prokázáno na celkem 195 ha zničených kultur, přičemž následně opakovaná sadba nebyla často úspěšná. V roce 2013 byla zaevidována plocha 74,66 ha mladých lesních porostů zničených žírem ponrav. Za kritické je třeba považovat napadení a usmrcení borových zajištěných kultur, kde vzniká plošné odumření 5–10letých porostů po kontinuálním přesunu ponrav po kořenovém systému.

#### Eliminace škod

Aktuální možnosti vedoucí k omezení ztrát působením imag a ponrav chroustů jsou minimalizovány a jejich cílené využití je problematické.

Přírodní faktory spočívají v nepříznivém (epizodním) dopadu teplot a srážek na stádium vajíčka (sucho), imaga, ponravy (náhlé ochlazení, mráz), nemají vymezenou konkrétní mortalitu.

Biotické faktory jako přirozená složka odporu prostředí jsou v literatuře zmíněny mykózy (*Beauveria densa* – obr. 4, *B. tenalla*, *Metarrhizium anisopliae*), riketsie (*Rickettsia melolontha*), virózy (*Moratorvirus lammelicornium*), parazité (*Dexia rustica*), ptáci (špačci, havrani, lelek, sovy), savci (černá zvěř, rejsci, netopýři), přičemž jejich působení nezastaví zásadním způsobem početnost populace.

Obr. 4: Ojedinělý nález ponravy 3. instaru chrousta maďalového napadené houbovým patogenem *Beauveria densa* (LS Strážnice, 2014)



Chemické aplikace jsou v současnosti nedostupné, neboť proti imagům se jedná o pyrethroidy působící neselektivně a ohrožující další necílovou korunovou faunu, proti larvám používaný Dursban 480 EC (chlorpyrifos) je v granulované formě v EU zakázaný. K dalším insekticidním přípravkům, které bylo možné použít proti larvám se řadily Furadan 5G (carbofuran), Marshal suSCon 10 CG (carbosulfan), Diazinon 10 GR, Basudin 10 GR (diazinon) (Glowacka, Sierpińska 2012). V terénu byly vyzkoušeny letální aplikace proti žeroucím imagům jako je Decis 2,5% deltamethrin (Rhode 1996), Fastac 10 EC s 10% alpha-cypermethrin (Adomas 1998), Karate Zeon s 5% lambda-cyhalothrin (Benker, Leuprecht 2007). Další výsledky s vysokou účinností na dospělé uvádí po aplikaci Rubitoxu obsahující organofosfát phosalone Rhode (1996) a Froeshle, Glas (2000). V Německu byl odzkoušen přípravek Neem Azal (azadirachtin – extrakt ze semen *Azadirachta indica*) (Kaethner 1991, Rohde 1997, Froeshle, Glas 2000), který nepůsobil letálně, ale snižoval letovou aktivitu, příjem potravy a fertilitu. V souladu s nařízením Evropského parlamentu (Nařízení EC No 1107/2009) neexistuje přípravek na hubení chroustů a lze očekávat další expanzi tohoto škůdce v Evropě. V Polsku narostlo území s rojícími se chrousty *Melolontha melolontha* a *M. hippocastani* mezi lety 1995 a 2011 z 15 tisíc na 120 tisíc ha (Glowacka, Sierpińska 2012).

Pouze v Polsku byl i nadále letecky proti imagům aplikován Mospilan 20 SP 0,4 kg.ha<sup>-1</sup> s vysokou účinností, neboť ošetřené stromy vykázaly defoliaci do 2 % a stromy neošetřené 86–95 % (Glowacka, Sierpińska 2012, Liška 2014). V souvislosti s aplikací Mospilanu je při pozemním ošetření doporučena ochranná zóna 20 m a při letecké aplikaci 500 m od vodních zdrojů. Autoři však neuvádí dopad na necílové organismy. Protože přípravek vstupuje do listů včetně nově se tvořících, má delší účinek a podchytí i samice vracející se k opakovanému žíru, zatímco pyrethroid Fastac 100 EC má krátkou účinnost (Glowacka, Olczyk 2009). Woreta (1999) doložil vysokou účinnost pyrethroidů s účinnou látkou alphamethrin,

deltamethrin, lambda-cyhalothrin, zeta-cypermethrin i při jejich nízké aplikační koncentraci na imaga. Buchi, Jossi (1979) studovali reakci *M. melolontha* na potravu (bukové listy) ošetřenou 1% Dimilinem WP 25 a dosáhli 100% mortality vykladených vajíček.

K ověření účinnosti proti larvám se nabízí aplikace dusíkatého vápna nebo insekticidního přípravku FORCE 1,5G s povolenou aplikací proti půdním škůdcům v zemědělství. O biologickém preparátu s *Beauveria brogniartii* se zmiňují Enkerli et al. (2004), Laengle et al. (2005), Labanowska, Bednarek (2011). Pro aplikaci preparátů s *Beauveria* je limitní teplota nad 27 °C, která je příčinou usmrcení spór, z nichž tvořící se hyfy by měly být účinnou složkou kontroly (Kessler et al. 2003). Z kmene Nematoda se jeví jako efektivní proti larvám chroustů druh *Heterorhabditis downesi* (Laktos, Tóth 2006).

Potravní atraktanty chrousta obecného prezentuje Imrei, Tóth (2002). Ruther et al. (2000, 2001, 2002) popsal komunikaci u *M. hippocastani*, kdy listy poškozené měly vyšší atraktivitu než nepoškozené pro samce a stromy již napadené usnadňovaly agregaci imag.

Orientace larev vyvíjející se v půdě je nedokonale prostudována. Existuje hypotéza, že jsou ponravy při orientaci v přístupu k rostlině ovlivněny produkcí CO<sub>2</sub> (Horber 1954, Hauss, Schütte 1976, Hasler 1986), který je uvolňován kořeny rostliny. Současně jsou produkovány volatilní substance, které se mění přítomností mikroorganismů, zdravotním stavem, poškozením kořenů, čímž je celkově ovlivněna orientace ponravy. Ene (1942) uvádí, že larva *M. hippocastani* se řídí kvalitou kořenového systému dřeviny spíše než jejím druhem. Thiem (1949) dospěl ke stejnému závěru. Zvláště kořeny mechanicky poškozené jsou atraktivní pro půdní bezobratlé v důsledku volatilních látek (Rasmann et al. 2005). Weissteiner, Schütz (2006) dospěli k závěru, že ponravy chrousta *M. hippocastani* v případě výběru mezi mrkví a kořeny dubu preferují mrkev, přičemž orientaci a atraktivitu ovlivňují u dubu obsažené mastné kyseliny a u mrkve monoterpeny. **V této souvislosti je třeba prověřit stupeň atraktivity dřevin uplatňovaných při obnově porostů nebo zde rostoucích např. akát.**

#### Technologické postupy

Příprava půdy formou hluboké orby je realizována zpravidla v lesních školkách. V lesních porostech se jedná o celoplošnou přípravu půdy, naorání, frézování, případně eliminaci buřeně. Předpokládaná úspěšnost bude souviset s abundancí ponrav, stupněm jejich vývoje a termínem aplikace. Postup je cílen na přípravu stanoviště k zalesnění a vyžaduje zvýšené ekonomické náklady.

Je třeba upřesnit nastavení stanovištních podmínek snižujících atraktivitu pro samice vyhledávající ovipoziční místa ke kladení vajíček. Kapitola et al. (2002) doporučuje ponechat buřen v kulturách v maximální možné rozsahu, čímž se sníží tlak larev na sazenice, toto doporučení však není exaktně ověřeno.

**Ochrana sadebního materiálu při výsadbě by mohla být provedena aplikací přípravku FORCE 1,5 G, který je v seznamu povolených přípravků užívaných v zemědělství.** Vyžaduje to získat povolení k aplikaci v lesním hospodářství a následně ověřit účinnost při výsadbě a dávkování proti larvám 1.–3. instaru, možnosti aplikovatelnosti k již rostoucím jedincům.

Požářiště v Bzenci a jeho obnova s ohledem na výskyt chrousta maďalového

Lesní požár založený 24. 5. 2012 byl příčinou navazujícího odlesnění (115 ha) převážně borových porostů v různém věku v revíru Bzenec. Vyhořelé území se ukázalo jako obtížně zalesnitelné, protože ponravy 1. instaru nacházející se ve vysokém zastoupení v lesních



porostech nebyly ohněm zasaženy. V souvislosti s enormními ztrátami při jarní výsadbě 2013 (obr. II) bylo upuštěno od plánovaných obnovních postupů na podzim 2013 a jaře 2014.

Po založení porostů na přelomu 2014/2015 bude ohrožena výsadba žírem ponrav v případě, že obnovené porosty budou představovat adekvátní stanovištní podmínky, které může ovlivnit technologie přípravy půdy. Zalétání samic do zalesňované plochy požářiště nelze zcela vyloučit, přičemž značný vliv bude mít průběh počasí a stanovištní podmínky. Příprava půdy pro zalesňování není definována, je brán ohled na vytvoření růstového optima pro sazenice souběžně ohrožené ponravami, proto je doporučována celoplošná příprava a naorávání meziřádkově a ponechat buřeň v kulturách (Kapitola, Holuša 2002). Pokud tomu nebudou bránit klimatické vlivy, pak lze předpokládat, že nakypřená půda s kvalitní sazenicí bude atraktivním ovipozičním místem. Z tohoto hlediska je třeba pro podzimní i jarní zalesňování využít všechny způsoby přípravy půdy i sadebního materiálu k navazujícímu hodnocení přítomnosti ponrav a tedy potvrzení stupně atraktivity pro kladoucí samice. Jedná se sice o velkoplošný experiment, ale může přiblížit a objasnit etologii kladoucích samic.

Obr. II: Rozsah zalesnění v požářišti Bzenec jaro 2013 (LS Strážnice)



## Metodika

### Kontrola pohybu ponrav v jarním období

Zimující ponravy byly kontrolovány ve čtyřech termínech (8.3., 27.3., 10.4., 23.4. 2014) v porostech 273B3 (borová tyčkovina neovlivněná požárem, věk 26), 267A2 (odtěžený porost borovice po požáru, věk 19), 273D3 (borová tyčkovina vyhořelá, věk 28) a v porostu 268B2 (odtěžený porost borovice po požáru, věk 23 let), kde byl signalizován zvýšený výskyt ponrav. Kontrola byla vedena v systematickém odkrývání vrstev zeminy (písku) o mocnosti 20 cm postupně do hloubky 100 cm v pásích 1 m širokých a 3 m dlouhých, přičemž byla evidence ponrav zaznamenávána odděleně pro jednotlivé sondy o základně 50 × 50 cm a vrstvu. Kontrolováno bylo území o ploše 50 m<sup>2</sup> a cca 40 m<sup>3</sup> zeminy (písku) (obr. 5).

*Obr. 5: Půdní sondy (100 × 300 × 100 cm) k hodnocení polohy ponrav a jejich aktivity (LS Strážnice, revír Bzenec, III.–IV./2014)*



### Disperze ponrav v porostech požářiště a porostech přilehajících

V jarním období (23. 4. a 15. 5. 2014) se uskutečnila kontrola ponrav chrousta maďálového v porostech ovlivněných lesním požárem (Bzenec, květen 2012) a převážně již vytěžených a z části s uplatněnou obnovou lesa. Kontrolní sondy o rozměru 50 × 50 × 60 cm (obr. 6) byly voleny tak, aby byla rovnoměrně pokryta plocha porostu, jejich počet se s plochou porostu navyšoval (3–23 sond/porost) (tab. 1). Kontrola se týkala ponrav 3. instaru v závěrečném roce vývoje.

*Obr. 6: Kontrola ponrav chrousta v půdní sondě (LS Strážnice, porost 273D)*





*Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta maďalového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)*

*Tab. 1: Seznam porostů požářiště Bzenec s počty kontrolních sond ponrav chrousta (revír Bzenec, 2014)*

Porost	Věk v r.	
	2012	Sonda
268D1	9	1–5
267A0	6	6–10
267A11	116	11–30
268C11	116	31–34
267A11	116	35–40
274C10	106	41–50
274B10	106	51–60
274A9	95	61–70
267A2	19	71–80
268C11	116	81–90
273D13	130	91–100
273D2	20	101–105
273D8	79	106–110
273A3	30	111, 112, 120
273A13	127	113–115, 119
273A1	9	116–118
268B13	129	121–123
268B13	129	127–130
268B13	129	135–137
268B2	23	124–126
268B2	23	131–134
268B2	23	138–140
274D10	100	151–170
267B7	71	171–178
267B2	21	180–187
267A11	116	188–190
278A11	110	26–32
278A11	110	36–40

#### Vliv přípravy půdy na eliminaci škod ponravami chrousta maďalového

V území požářiště byly založeny ve třech odděleních (268, 274 a 278) (obr. 7) výzkumné plochy na podzim 2013 v rozsahu 0,25–0,5 ha s diferencovaným způsobem přípravy půdy k zalesnění (kontrola bez zásahu, ošetření herbicidem Roudup – obr. 8, celoplošná příprava půdy (CPP) – obr. 9, frézování do hloubky 60 cm – obr. 10) a na jaře 2014 (aplikace dusíkatého vápna se zapravením frézou do svrchního půdního horizontu). Zalesnění bylo provedeno obalovanou a prostokořennou sadbou jednoletou borovice lesní ve střídajících se řádcích na jaře 2014 (tab. 2).

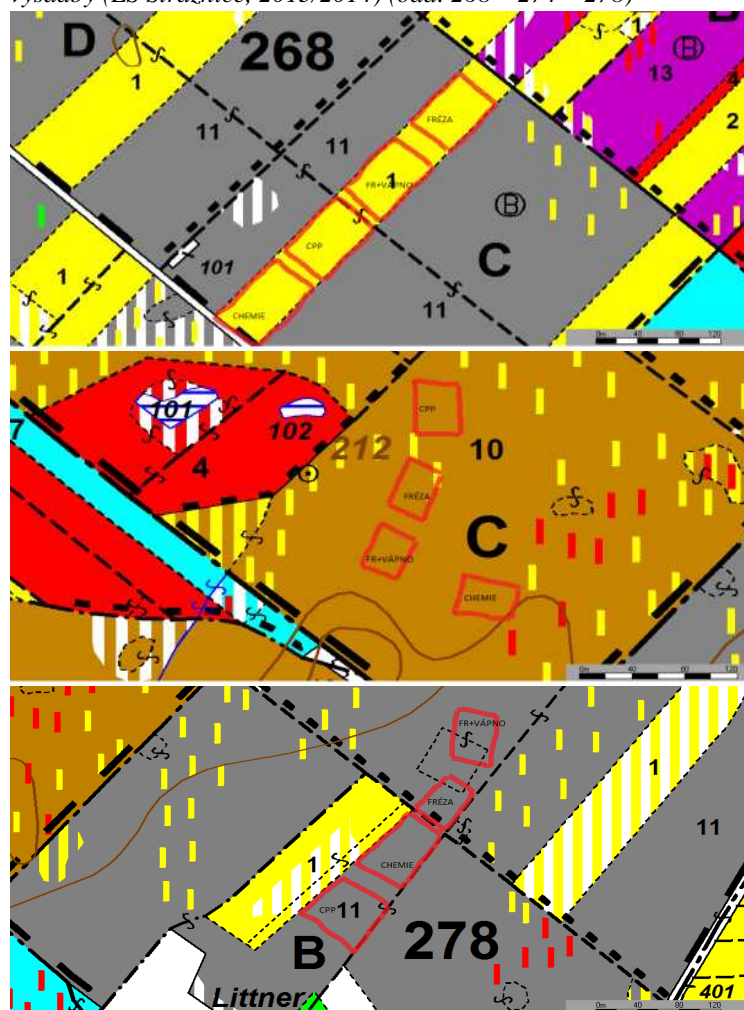
Na všech 15 dílcích se uskutečnila kontrola ponrav v sondách 50 × 50 × 60 cm (5 sond na variantu) ve dnech 23.–24.5. 2014. Následně ve dvou kontrolních termínech (8.7. a 29.8. 2014) byl v každém dílci a termínu minimálně na 150 sazenicích zhodnocen zdravotní stav sazenic v kategorii: živá, usmrcená ponravou, uhynulá z fyziologických příčin a hynoucí).

Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta maďalového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)

Tab. 2: Charakteristika jednotlivých dílců výzkumných ploch (LS Strážnice, požářiště Bzenec) založených 2013

Oddělení	Porost	Příprava půdy	Termín provedení	Velikost plochy	Sadba	Termín
268	C1	Kontrola		0,25	BO	III-IV/2014
268	C1	Roundup	IX/2013	0,25	BO	III-IV/2014
268	C1	CPP	IX/X 2013	0,35	BO	III-IV/2014
268	C1	Fréza	IX 2013	0,5	BO	III-IV/2014
268	C1	Fréza+Ca	III 2014	0,25	BO	III-IV/2014
274	C10	Kontrola		0,25	BO	III-IV/2014
274	C10	Roundup	IX/2013	0,25	BO	III-IV/2014
274	C10	CPP	IX/X 2013	0,27	BO	III-IV/2014
274	C10	Fréza	IX 2013	0,27	BO	III-IV/2014
274	C10	Fréza+Ca	III 2014	0,25	BO	III-IV/2014
278	A11	Kontrola		0,25	BO	III-IV/2014
278	B11	Roundup	IX/2013	0,25	BO	III-IV/2014
278	B11	CPP	IX/X 2013	0,3	BO	III-IV/2014
278	A11	Fréza	IX 2013	0,3	BO	III-IV/2014
278	A11	Fréza+Ca	III 2014	0,25	BO	III-IV/2014

Obr. 7: Umístění výzkumných ploch k hodnocení vlivu přípravy půdy na výskyt ponrav a následné poškození výsadby (LS Strážnice, 2013/2014) (odd. 268 – 274 – 278)



*Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta maďalového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)*

*Obr. 8: Aplikace herbicidu Roundup (LS Strážnice, podzim 2013)*



*Obr. 9: Celoplošná příprava půdy (LS Strážnice, podzim 2013)*



*Obr. 10: Příprava stanoviště půdní frézou do hloubky 60 cm (LS Strážnice, podzim 2013)*





Obr. 11: Odumírající zajištěná kultura borovice po žíru ponrav chrousta maďalového (LS Strážnice, revír Vracov, V/2014)



Obr. 12: Kořenový systém stromů v zajištěné borové kultuře (LS Strážnice, revír Vracov, V/2014)



### Ponravy v zajištěných kulturách

Ve vybraných modelových porostech 247C0 a 249A12 se uskutečnilo 11. 4. 2014 šetření výskytu ponrav chrousta (3. instaru) v prostoru kořenového systému borovice lesní v zajištěné kultuře. Rozlišeno bylo stádium: stromy odumřelé, jehličí neopadané; stromy nerašící, jehličí světle zelené, zasychající; stromy opožděně rašící; stromy bez projevu poškození, zdravé; volná plochy mimo zalesnění s různou pokrývností buření (obr. 11). Sonda o velikosti 50 × 50 × 60–70 cm byla kopána po vytržení stromku v oblasti kořenového systému (obr. 12).

### Ověření možnosti ochrany sadebního materiálu

Nádobový pokus byl založen v omezeném rozsahu opakování (13krát pro každou aplikaci). Dizajn pokusu: Aplikace insekticidu FORCE 1,5G (2 g/sazenici, 3 g/sazenici); aplikace dusíkatého vápna (4; 5; 6 g/sazenici); zakrytí povrchu písku v nádobě drnem s bylinnou

vegetací rostoucí v borovém porostu a kontrola. Před výsadbou byly do každé nádoby ke dnu vloženy tři ponravky 3. instaru. Výsadba byla provedena do 12 litrových plastových nádob, které byly uloženy do vykopané rýhy v půdě a zasypány po okraj. Výsadba se uskutečnila 11. 4. 2014 (v případě dusíkatého vápna došlo v tomto termínu k aplikaci vápna do vrstvy půdy pro budoucí kořeny a výsadba sazenic byla odložena o 14 dní na 24. 4. 2014, aby nebyly vápnem kořeny poškozeny). Vyhodnocení zdravotního stavu sazenic se uskutečnilo 8. 7. 2014 a pokus s ověřením zdravotního stavu sazenic a přítomnost kukel a uhynulých jedinců byl uzavřen 29.8. 2014 (obr. 13, 14).

Obr. 13: Příprava nádobového pokusu s aplikací FORCE 1,5G (LS Strážnice, IV/2014)



#### Charakteristika použitých přípravků

FORCE 1,5G je půdní insekticid na ochranu rostlin aktuálně povolený pouze v zemědělství obsahující účinnou látku tefluthrin ze skupiny pyrethroidů. Hubí škůdce fumigačním, dotykovým a požerovým účinkem. Nemá systemické vlastnosti. Antipožerové a repelentní vlastnosti přispívají k posílení účinnosti proti některým škůdcům. FORCE účinkuje proti škůdcům z řádů *Coleoptera* (brouci), *Diptera* (dvoukřídlí) a *Lepidoptera* (motýli). Výpary tefluthrinu prostupují půdou, pronikají do kutikuly hmyzu, narušují vodivost nervů a způsobují zastavení žíru a smrt zasaženého hmyzu. Prodlužuje se otevření sodíkových kanálků v nervových výběžcích. Repelence se projevuje zejména při ochraně mladých rostlin. Přípravek FORCE 1,5 G se aplikuje v zemědělství při setí, v lese ke kořenům při výsadbě. Přípravek FORCE 1,5 G se v půdě rychle rozkládá. Aplikační dávka k sazenici není stanovena, reakce ponrav různých instaru není známa.

Obr. 14: Instalace nádobového pokusu k ověření reakce ponrav na některá obranná opatření (LS Strážnice, revír Bzenec, IV/2014)



Přípravek nevyžaduje klasifikaci z hlediska ochrany suchozemských obratlovců, včel, necílových členovců, půdních makroorganismů a půdních mikroorganismů a necílových rostlin.

Přípravek není vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemních a povrchových vod.

DUSÍKATÉ VÁPNO je víceúčelové pozvolně působící granulované dusíkato-vápenaté hnojivo s výrazným zápachem po karbidu. Působením vzdušné a půdní vlhkosti se samovolně rozkládá. Obsahuje min. 40 % kyanamidu vápenatého, 10–15 % hydroxidu vápenatého a 0,1–3 % síranu vápenatého. Obsah karbidu vápničku nepřesahuje 0,1 %.

Hnojivo likviduje nebo odpuzuje živočišné škůdce v půdě (jako jsou háďátka, plži, bejlomorky, ponravy, drátovci a další), vyskytující se ve svrchní vrstvě půdy.

Aplikační termíny hnojiva je nutné sladit s termíny sadby min. 2–3 dní při dávce 100 kg.ha<sup>-1</sup> a při dávce 500 kg.ha<sup>-1</sup> již min. 10–15 dní. Intenzivní zpracování půdy, teplé a vlhké počasí tuto lhůtu zkracují, naopak suché a chladné počasí ji prodlužuje.

Aplikační dávka pro ochranu sazenic není stanovena.

#### Poloprovozní aplikace FORCE 1,5G

Při zalesňování porostu 271 E12 a 269 E11 byl přípravek FORCE 1,5G aplikován v dávce 2g ke kořenům sazenice ve dvou souběžných řádcích v 10 opakováních v ploše porostu. Kontrola byla provedena vždy v obou řádcích s aplikací FORCE 1,5G a dalších dvou souběžných řádcích bez ošetření. Evidovány byly sazenice živé, mrtvé žírem ponravy, mrtvé z fyziologických příčin u 3836 ks.



## Klimatologie pro území požářiště

Ke stanovení půdní teploty v hloubce 15 – 35 – 70 cm a teploty vzduchu byly instalovány tři meteorologické stanice (obr. 15) umístěné na volné ploše požářiště po porostu 274 B10, v borové mlazině 273 B3 a v borové kmenovině 274 A9 a (BZ1 – N 48°56.515' E 017°15.718'; BZ2 – N 48°56.808' E 017°15.831'; BZ3 – N 48°56.605' E 017°15.596'). Datalogger snímá hodnoty v hodinovém intervalu. Instalace 1. 11. 2013.

Obr. 15: Meteorologická stanice s polohou teplotních čidel k zachycení půdní a vzdušné teploty (porost 274A9, požářiště Bzenec, X/2013)



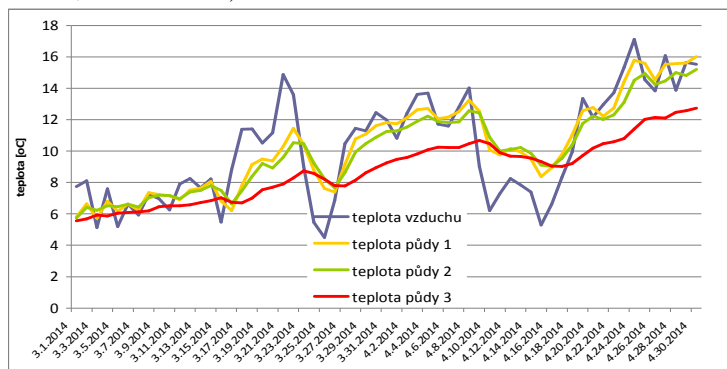
## Výsledky

### Vývoj půdních teplot

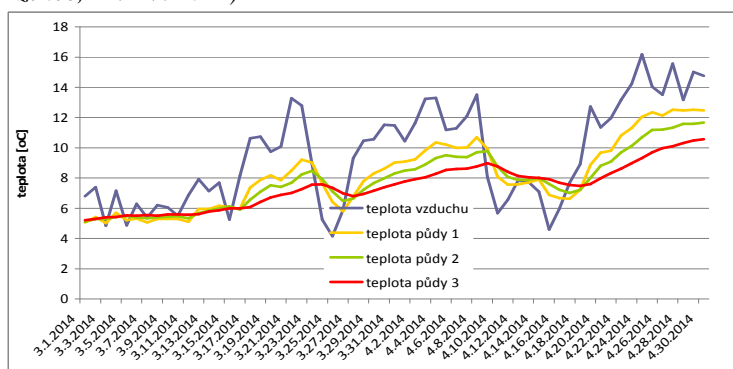
Průběhem teplot se mírně odlišuje poloha volné plochy odtěženého porostu, kde je poměrně vysoký překryv teploty vzduchu a svrchních vrstev půdních horizontů 15 a 35 cm, zatímco staničky umístěné v borové mlazině a kmenovině vykazují výraznější odklon mezi teplotou vzduchu a půdy (obr. 16–18). V období březen–duben 2014 byla zaznamenána dvě ochlazení. Z kulminační průměrné teploty vzduchu 14,9 °C (21. 3.) byl pokles na 4,5 °C (25.3.) a poté z hladiny 14,0 °C (8.4.) na 5,3 °C (15.4.), v půdním profilu byl zaznamenán pokles o 2–2,5 °C. Za významné je třeba považovat období, kdy půdní teploty dosáhnou 7 °C, což se stalo 8.3. pouze na volné ploše v 15 a 35 cm, kdy byla provedena úvodní kontrola disperze ponrav v půdním profilu. Lze konstatovat, že načasování kontroly bylo správné, neboť teprve od druhé dekády března nastupuje aktivita ponrav ze zimující polohy ke kořenovému systému. Během realizovaných kontrol ve čtrnáctidenních intervalech vystoupily půdní teploty na níže uvedenou úroveň:

- 7,3–7,0–6,2 °C (8. 3. 2014) volná plocha,
- 5,3–5,4–5,5 °C (8. 3. 2014) borová tyčkovina,
- 9,1–8,6–7,8 °C (27. 3. 2014) volná plocha,
- 6,7–6,6–6,8 °C (27. 3. 2014) borová tyčkovina,
- 10,1–10,9–10,5 °C (10. 4. 2014) volná plocha,
- 8,1–8,7–8,8 °C (10. 4. 2014) borová tyčkovina,
- 14,4–13,1–10,8 °C (23. 4. 2014) volná plocha,
- 11,3–10,1–9,0 °C (23. 4. 2014) borová tyčkovina.

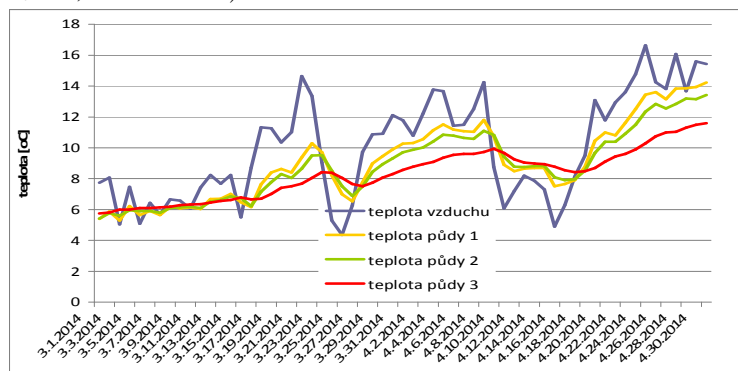
Obr. 16: Průběh průměrných denních teplot vzduchu a půdy meteorologické staničky 1 (porost 274B10) (revír Bzenec, III.–IV. 2014)



Obr. 17: Průběh průměrných denních teplot vzduchu a půdy meteorologické staničky 2 (porost 273B3) (revír Bzenec, III.–IV. 2014)



Obr. 18: Průběh průměrných denních teplot vzduchu a půdy meteorologické staničky 3 (porost 274A9) (revír Bzenec, III.–IV. 2014)



### Jarní aktivita zimujících ponrav

V zimním období 2013/2014 se nacházely v půdě v území požářiště a přilehlých borových porostech ponravy chrousta maďalového ve stadiu 3. instaru. Přesun ponrav z místa hibernace k žíru na kořenovém systému byl sledován ve čtyřech kontrolních termínech v oddělených půdních vrstvách (20 cm) v profilu 0–100 cm. Při kontrole, při nichž bylo hodnoceno v úhrnu území o ploše 50 m<sup>2</sup> a vykopáno cca 40 m<sup>3</sup> zeminy (písku), jsme zachytili 702 ponrav 3. instaru. Ze šetření vyplynulo, že dominantní polohou pro zimování ponrav byla vrstva 21–60 cm (80 %) a dalších 16,7 % ponrav se nacházelo hlouběji (61–100 cm). Pouze výjimečně zůstaly ponravy ve svrchní půdní vrstvě (tab. 3).

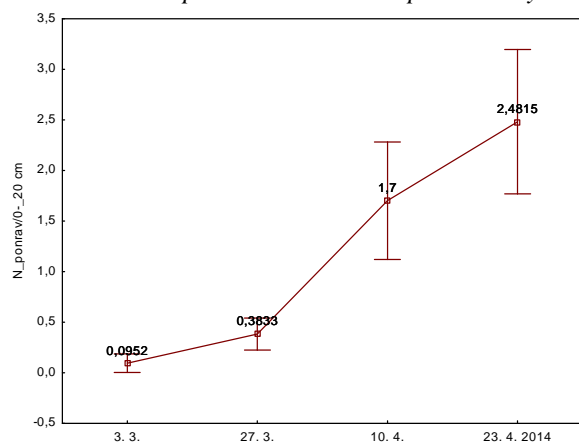
Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta maďalového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)

Tab. 3: Výskyt ponrav 3. instaru chrousta maďalového v půdním profilu (50 × 50 × 0–100 cm) v jarním období (2014, Bzenec)

Hloubka (cm)/Datum	8.3.	27.3.	10.4.	23.4.	Celkem
0–20	4	23	102	134	263
21–40	50	112	115	27	304
41–60	46	27	21	4	98
61–80	17	11	4	0	32
81–100	3	1	1	0	5
<b>Celkem</b>	<b>120</b>	<b>174</b>	<b>243</b>	<b>165</b>	<b>702</b>
<b>Počet sond</b>	<b>42</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>48</b>	<b>198</b>

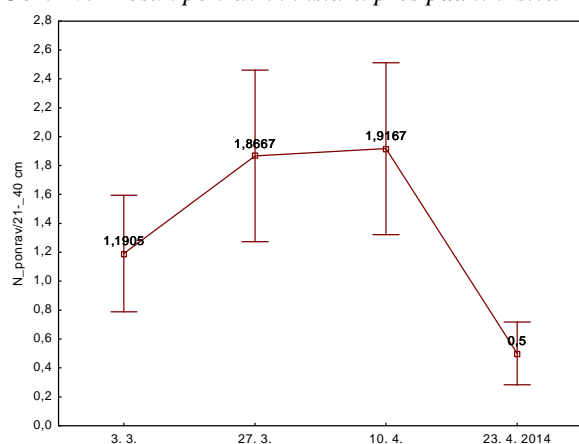
Na počátku března byla velmi nízká abundance ponrav ve svrchní vrstvě (0–20 cm) půdy (0,38 ks.m<sup>-2</sup>), která se udržela i na konci března (1,53 ks.m<sup>-2</sup>). Výrazný posun a intenzivní nástup k žíru byl potvrzen na začátku dubna (6,8 ks.m<sup>-2</sup>) a kulminační hladiny abundance bylo dosaženo ke konci dubna (9,9 ks.m<sup>-2</sup>). Podle Kruskal-Wallisova testu [H(3, N=216) =60,119, p=0,0000] byl statisticky významný rozdíl v zastoupení ponrav ve vrstvě do 20 cm mezi obdobími března a duben (obr. 19).

Obr. 19: Přesun ponrav 3. instaru do půdní vrstvy 0–20 cm (Bzenec, 2014, sonda 0,25 m<sup>2</sup>)



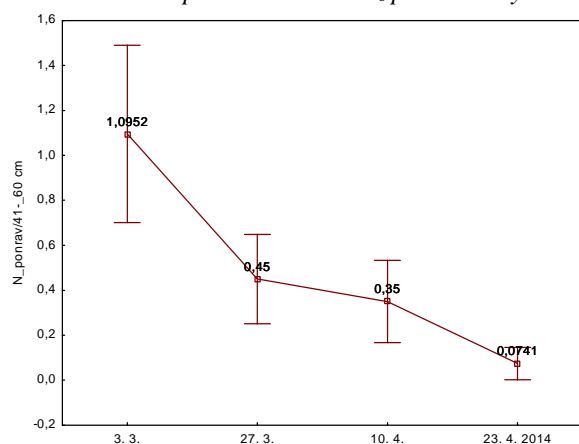
V hloubce 21–40 cm, kde zimovalo 41,7 % ponrav (abundance 4,8 ks.m<sup>-2</sup> - 8.3.), změny v zastoupení v průběhu navazujícího měsíčního období byly v této vrstvě s kulminací, ale jejich hladina byla vyrovnaná (7,5 ks.m<sup>-2</sup> a 7,7 ks.m<sup>-2</sup>), neboť sem vstupují ponrav z nižších vrstev a tuto polohu opouští část ponrav k povrchu. Ve vegetačním období v této vrstvě setrvalo statisticky průkazně méně ponrav (2 ks.m<sup>-2</sup>) (K-W test: H(3, N=216) = 18,488, p = 0,0003) (obr. 20).

Obr. 20: Přesun ponrav 3. instaru přes půdní vrstvu 21–40 cm (Bzenec, 2014, sonda 0,25 m<sup>2</sup>)



Vrstva 41–60 cm byla s výše popsanou polohou 21–40 cm nejvýznamnějším místem zimování ponrav (38 %). Pohyb ponrav byl zaznamenán již ve druhé polovině března, kdy poklesla abundance z 4,4 ks.m<sup>2</sup> na 1,8 ks.m<sup>2</sup> s tím, že na začátku vegetačního období dosáhla abundance pouze 0,3 ks.m<sup>2</sup> (obr. 21). Statisticky průkazná změna v abundanci byla potvrzena až při kontrole v dubnu k výchozímu stavu (K-W test:  $H(3, N=216) = 30,816, p = 0,0000$ ).

Obr. 21: Přesun ponrav 3. instaru z půdní vrstvy 41–60 cm (Bzenec, 2014, sonda 0,25 m<sup>2</sup>)



Přesun ponrav z vrstvy 61–80 a 81–100 cm byl podchycen ve druhé polovině března, kdy ojediněle se vyskytující ponravy vystupovaly k povrchovým vrstvám a hladina abundance zimujících ponrav (1,6 ks.m<sup>2</sup>) poklesla na 0,7 a 0,3 ks.m<sup>2</sup> (61–80 cm) a z abundance 0,3 ks.m<sup>2</sup> na 0,06 ks.m<sup>2</sup> (81–100 cm).

Ze sledovaných průměrných teplot vzduchu a půdy vyplývá, že v období do první kontroly (1.3.–8.3. 2014) teplota vzduchu již překračuje 5 °C (5,2–8,1 °C) a téměř identická byla prům. teplota půdy ve všech sledovaných horizontech (5,7–7,4; 5,8–6,6 a 5,6–6,1 °C). Pohyb ponrav nastal v období 9.3.–27.3. 2014, kdy teplota vzduchu překročila 10 °C (6,2–14,9 °C, prům. 8,7 °C), ale i půdní horizonty vykázaly hodnoty nad 10 °C (6,9–11,4; 6,6–10,5 a 6,2–8,7 °C, prům. 8,2 – 8,2 – 7,3 °C). Prolongace přesunu ponrav mezi 27.3. a 10.4. 2014 je podpořena průměrnou denní teplotou vzduchu nad 10 °C (11,9 °C) a půdy (11,9 – 11,3 – 9,5 °C). Navazující období, kdy většina ponrav dosahuje již svrchní půdní vrstvy nastalo ochlazení a pokles vzdušné teploty na 9,2 °C, u teploty půdy se změny projeví méně výrazně (10,6 – 10,6 – 9,7 °C).

## Zastoupení ponrav v porostech požářiště Bzenec

V pěti odděleních, která pokrývají rozhodující plochu požářiště, bylo situováno 252 sond, v nichž bylo podchyceno 208 ponrav 3. instaru (průměrná abundance 3,3 ponravy.m<sup>-2</sup>). Z kontroly vyplývá vysoký stupeň ohrožení kontrolovaného území ve fázi obnovy lesa. Jednotlivá oddělení a jejich porosty se mírou výskytu ponrav odlišují v závislosti především na věku porostu, který byl po požáru odstraněn.

Oddělení 267 (5 porostů) s abundancí 1–3,2 ponravy.m<sup>-2</sup> bylo plošně ohroženo.

Oddělení 268 (5 porostů) s abundancí 0–2,4 ponravy.m<sup>-2</sup> vykazovalo snížený výskyt ponrav ve třech porostech (2krát kmenovina, 1krát kultura).

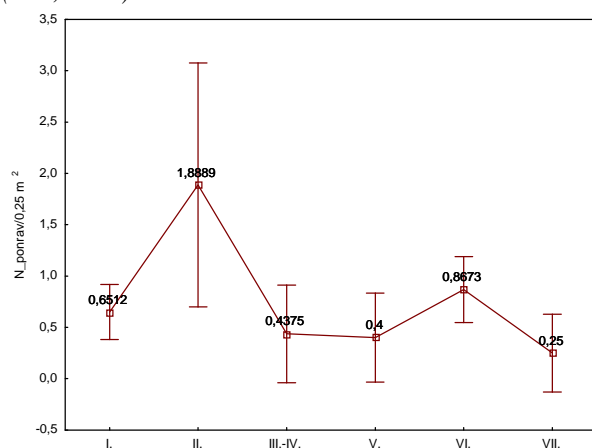
Oddělení 273 (8 porostů) s abundancí 0–14,4 ponravy.m<sup>-2</sup>, přičemž s výjimkou dvou porostů byla kritická hranice počtu ponrav překročena s tím, že v porostu 273D3 byla stanovena kulminační úroveň pro celou oblast požářiště.

Oddělení 274 (4 porosty) - podíl ponrav dosáhl hladiny 0–3,73 ks.m<sup>-2</sup>, pouze jeden porost (kmenovina) nevykázal přítomnost larev, přičemž další dva věkově shodné porosty abundance ponrav překročily kritickou hladinu.

Oddělení 278 (4 porosty) bylo charakteristické vysokým podílem ponrav (3,2–10 ks.m<sup>-2</sup>) (tab. 4).

Z hlediska ovipozičního místa samice běžně vyhledávaly vzrostlé porosty všech věkových tříd, přičemž porosty se zvýšenou atraktivitou (7,6 ks.m<sup>-2</sup>) se řadily do 2. věkové třídy. Porosty ostatních věkových tříd v průměru vykazaly abundanci ponrav 1–3,5 ks.m<sup>-2</sup>. Na základě K-W testu ( $H(5, N = 252) = 20,1118, p = 0,0012$ ) se statisticky významně odlišila pouze výše ponrav v porostech II. a VII. věkové třídy, protože nevyváženost počtu ponrav v sondách je důsledkem výrazné směrodatné odchylky v porostech II. věk. třídy (obr. 22).

Obr. 22: Abundance ponrav chrousta maďalového v porostech požářiště po jejich vytěžení dle věkových tříd (ks/0,25 m<sup>2</sup>)



Po vytěžení porostů (2012) využily ponrav k vývoji a přežití v roce 2013 nejen výsadby, ale i kořenový systém pařezů, který v průběhu vegetačního období ztrácel atraktivitu a v r. 2014 ponravám již nebyl vhodnou potravní nabídkou. Přesto lze očekávat vzhledem ke stupni vývoje, že ponrav dokončily v r. 2014 vývoj a zakuklily se.

*Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta madálového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)*

*Tab. 4: Abundance ponrav 3. instaru chrousta madálového v porostech požářiště Bzenec dle porostů a věkových tříd (jaro 2014)*

Porost	N-sond	N-ponrav	ks.m <sup>-2</sup>	Věková třída	N-sond	N-ponrav	ks.m <sup>-2</sup>
267A0	5	4	3,20	I.	43	28	2,6
267A11	23	16	2,78	II.	36	68	7,6
267A2	10	5	2,00	III.-IV.	16	7	1,8
267B2	8	2	1,00	V.	35	14	1,6
267B7	8	4	2,00	VI.	98	85	3,5
268B13	10	2	0,80	VII.	24	6	1,0
268B2	10	6	2,40	Suma	252	208	3,3
268C1	4	0	0,00				
268C11	10	1	0,40				
268D1	5	3	2,40				
273A1	3	0	0,00				
273A13	4	0	0,00				
273A3	3	6	8,00				
273D13	10	4	1,60				
273D2	12	6	2,00				
273D3	15	54	14,40				
273D5	3	1	1,33				
273D8	5	2	1,60				
274A9	15	14	3,73				
274B10	20	7	1,40				
274C10	10	8	3,20				
274D10	20	0	0,00				
278A11	12	30	10,00				
278B0	5	4	3,20				
278B1	3	6	8,00				
278B11	19	23	4,84				
Suma	252	208	3,30				

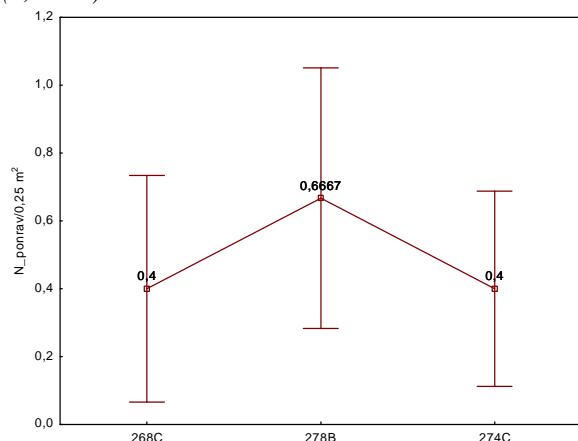
#### Technologie přípravy půdy a ponrav chroustů

Z kontroly ponrav 3. instaru vyplynulo, že stanoviště v oddělení 278 má celkově vyšší výskyt ponrav chrousta (2,65 ks.m<sup>-2</sup>) v porovnání s oddělením 268 a 274, kde byla shoda v průměrné abundanci (1,6 ks.m<sup>-2</sup>) (obr. 23).

Vzhledem k tomu, že data získaných ponrav na jednotlivých dílcích neměla normální rozdělení, bylo k hodnocení užito Kruskal-Wallisova testu, ze kterého vychází závěr, že mezi jednotlivými bloky není statisticky významný rozdíl (K-W test: H(2, N90) = 2,18046, p = 0,3361).

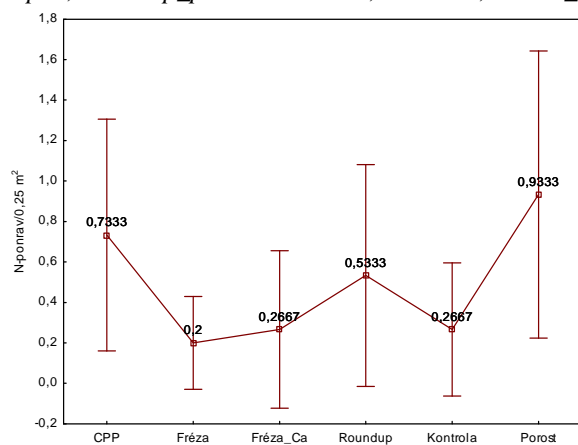


Obr. 23: Výskyt ponrav v odděleních s výzkumnými plochami ke sledování vlivu diferencované přípravy půdy (0,25 m<sup>2</sup>)



Při hodnocení přítomnosti ponrav ve sledovaných blocích s diferencovanou přípravou půdy jsme dospěli k závěru na základě Kruskal-Wallisova testu ( $H(5, N = 90) = 8,5374, p = 0,1290$ ), že nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v abundanci, přestože existují rozdíly. Nejvyšší podíl ponrav (3,7 ks.m<sup>-2</sup>) byl v přilehlých porostech a v blocích s CPP (2,8 ks.m<sup>-2</sup>). Snížený výskyt byl stanoven v porostech připravených frézou (0,8 ks.m<sup>-2</sup>) (obr. 24).

Obr. 24: Abundance ponrav 3. instaru na stanovištích s diferencovanou přípravou půdy (sonda 0,25 m<sup>2</sup>) (CPP\_celoplošná příprava půdy, Fréza\_účinnost do hloubky 60 cm, Fréza\_Ca\_frézou zapravené dusíkaté vápno, Roundup\_potlačení buřene, Kontrola, Porost\_kmenovina nacházející se v okraji výzkumné plochy)



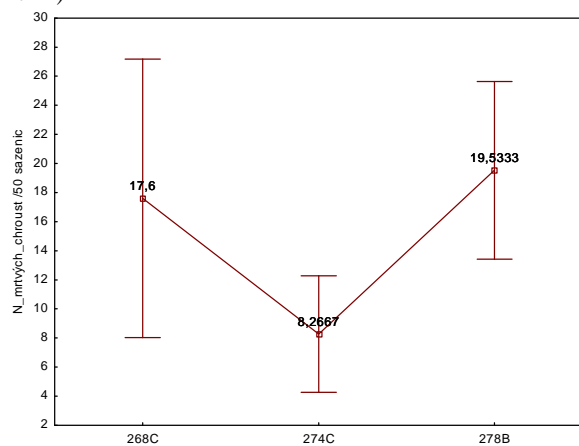
Ve sledovaném území byl vyhodnocen podíl živých sazenic, podíl sazenic uhynulých v důsledku žíru ponrav a podíl úhynu z fyziologických příčin (nekvalitní sadba, klimatické podmínky apod.) 8.7. a 28.8. 2014.

V prvním kontrolním termínu byl v úrovni celých bloků v jednotlivých odděleních zaznamenán statisticky významný rozdíl pouze v případě sazenic uhynulých po žíru ponrav a to mezi blokem 278B a 274C (K-W test: ( $H(2, N=45) = 8,1586, p = 0,0169$ ) (obr. 25a). U rostlin živých (nepoškozených) nebo uhynulých z jiných příčin se bloky neodchylují.

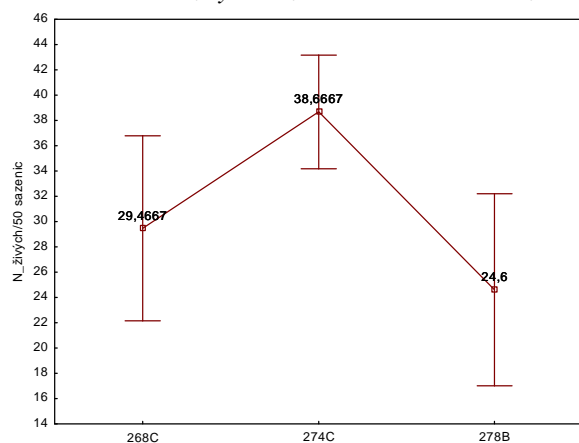
Ve druhém kontrolním termínu (28.8.) byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi zastoupením živých sazenic v oddělení 278B a 274C (obr. 25b) (K-W test: ( $H(2, N=45) = 7,2210, p = 0,0270$ ), dále u uhynulých sazenic po žíru ponrav v oddělení 278B a 274C (obr. 25c) (K-W test: ( $H(2, N=45) = 9,99496, p = 0,0069$ ) a uhynulých z fyziologických příčin mezi odděleními 278B a 268C (obr. 25d) (K-W test: ( $H(2, N=45) = 8,4016, p = 0,0150$ ).

Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta maďálového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)

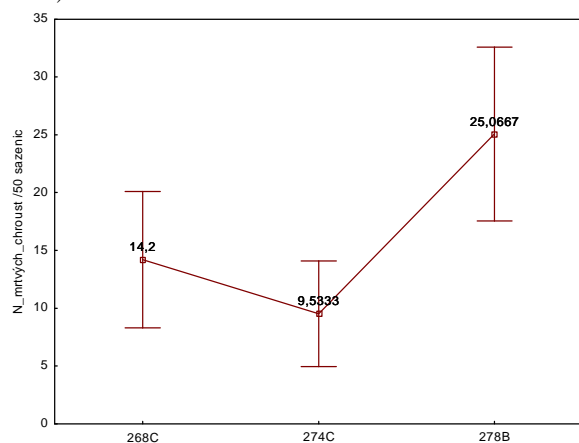
Obr. 25a: Počet chroustem usmrcených sazenic ve sledovaném území s diferencovanou přípravou půdy (8.7. 2014)



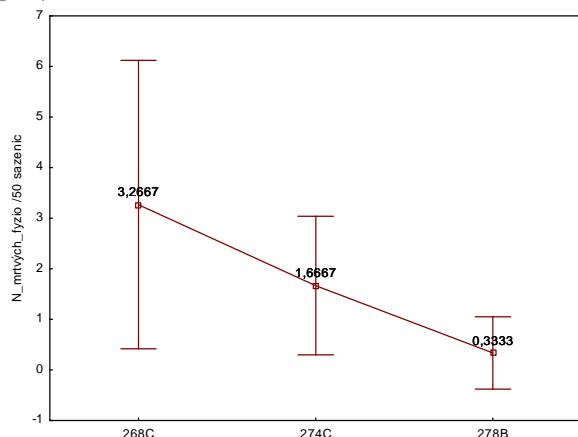
Obr. 25b: Počet živých sazenic ve sledovaném území s diferencovanou přípravou půdy (28.8. 2014)



Obr. 25c: Počet chroustem usmrcených sazenic ve sledovaném území s diferencovanou přípravou půdy (28.8. 2014)



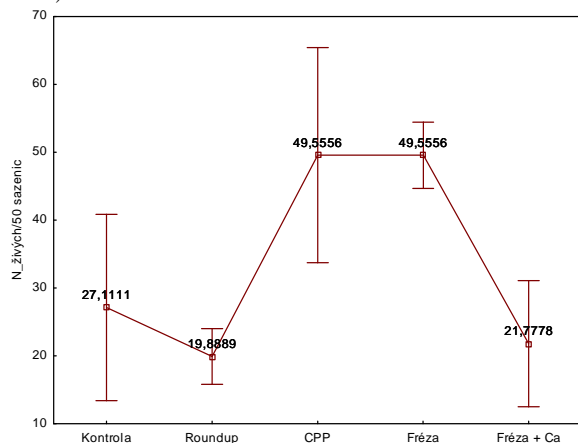
Obr. 25d: Počet usmrcených sazenic z fyziologických příčin ve sledovaném území s diferencovanou přípravou půdy (28.8. 2014)



Šetření uskutečněné 8. 7. 2014 v souvislosti se zdravotním stavem borových výsadeb v závislosti na jednotlivých typech přípravy půdy přineslo významný statisticky podpořený výstup. Příprava půdy frézou se vyznačovala nejvyšším podílem živých jedinců a statisticky významně se odlišovala od kontroly, ošetření Roundupem i frézy s vápněním (K-W test:  $H(4, N = 45) = 22,9140, p = 0,0001$ ). Statisticky průkazně snížený podíl uhynulých sazenic po žíru ponrav vykazuje příprava půdy frézou na rozdíl od aplikace herbicidu Roundup a frézy s vápněním, nízký úhyn vykazuje i porost s CPP (K-W test:  $H(4, N = 45) = 23,8414, p = 0,0001$ ). Rovněž po uplatnění frézy byl statisticky nejnižší podíl uhynulých borovic z fyziologických příčin (K-W:  $H(4, N = 45) = 10,67073, p = 0,0305$ ) (obr. 26a–28a).

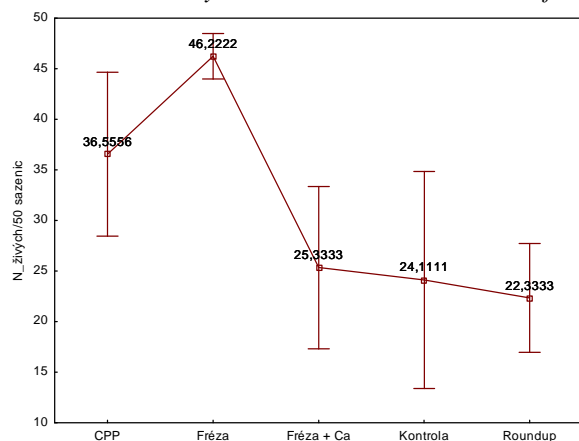
Kontrola 28. 8.2014 se zaměřila na souběžné řady sazenic v jednotlivých typech přípravy půdy a bylo zjištěno, že nejvyšší podíl živých sazenic se nacházel v částech připravených frézou se statisticky významnou odchylkou od kontroly, ošetření herbicidem i aplikací dusíkatého vápna (K-W:  $H(4, N = 45) = 23,0815, p = 0,0001$ ). Z hlediska živých sazenic byla fréze blízká výsledkem CPP (obr. 26b). Dopad žíru ponrav chrousta zastoupením mrtvých sazenic byl nejpříznivější na plochách připravených frézou, podobnou úroveň uhynulých sazenic jsme stanovili u CPP a kontroly (K-W:  $H(4, N = 45) = 20,0629, p = 0,0005$ ). Nejvyšší mortalita charakterizuje přípravu půdy herbicidem a dusíkatým vápnem (obr. 27b). Fyziologické příčiny úhynu sazenic byly registrovány především v kontrole, méně v plochách ošetřených herbicidem Roundup (K-W:  $H(4, N = 45) = 14,8316, p = 0,0051$ ). (obr. 28b).

Obr. 26a: Počet živých sazenic ve sledovaném území s diferencovanou přípravou půdy před zalesněním (8.7. 2014)

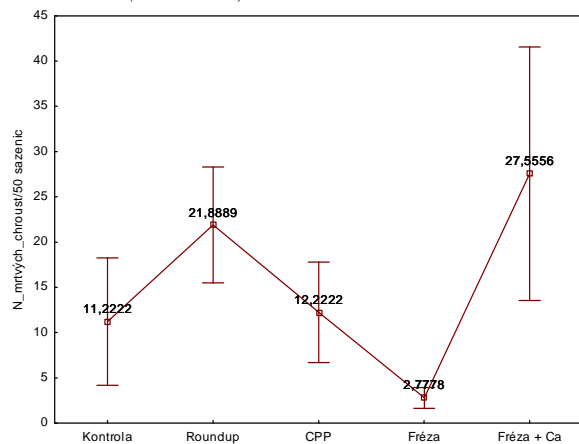


*Projekt Grantové služby LČR  
Ověření možností obrany lesa před žírem ponrav chrousta maďalového  
v oblasti Bzenecké doubravy (tzv. Moravské Sahary)*

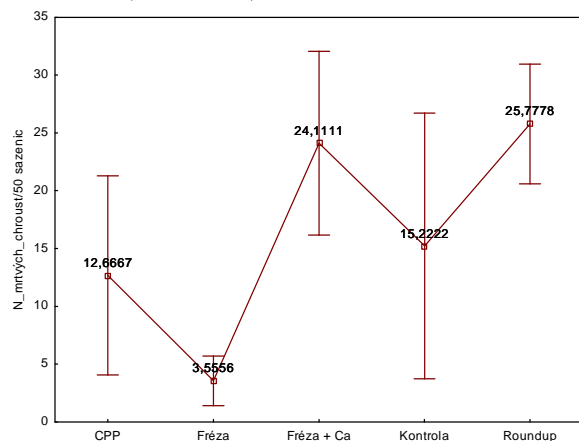
*Obr. 26b: Počet živých sazenic na stanovištích s diferencovanou přípravou půdy před zalesněním (28.8. 2014)*



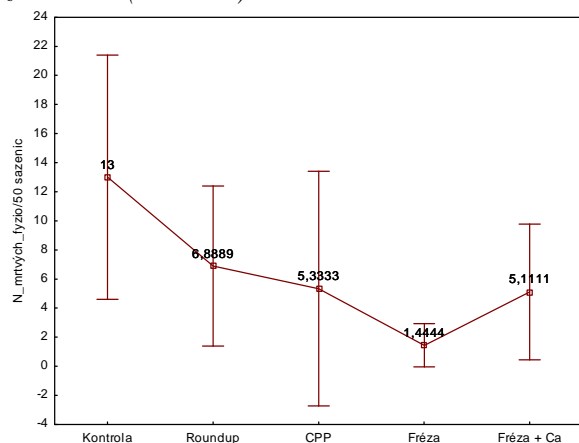
*Obr. 27a: Počet sazenic usmrcených ponravami chrousta na stanovištích s diferencovanou přípravou půdy před zalesněním (8.7. 2014)*



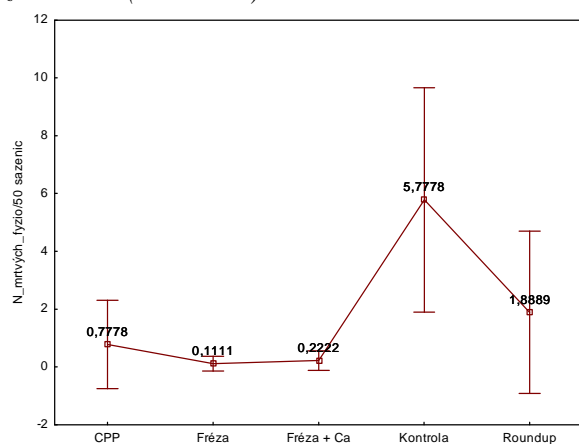
*Obr. 27b: Podíl sazenic usmrcených ponravami chrousta na stanovištích s diferencovanou přípravou půdy před zalesněním (28.8. 2014)*



Obr. 28a: Podíl sazenic uhynulých z fyziologických příčin na stanovištích s diferencovanou přípravou půdy před zalesněním (8.7. 2014)

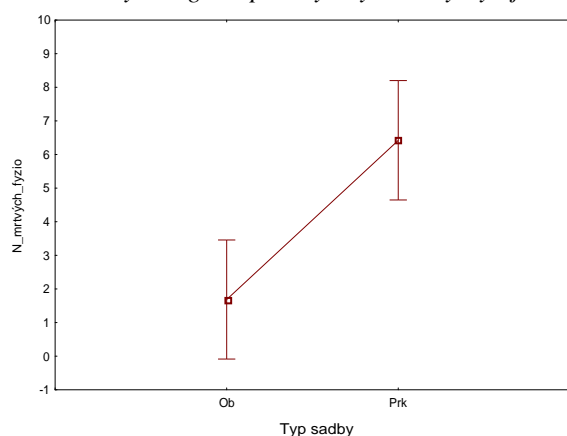


Obr. 28b: Podíl sazenic uhynulých z fyziologických příčin v lokalitách s diferencovanou přípravou půdy před zalesněním (28.8. 2014)



Byly porovnávány rozdíly v počtu živých, chroustem usmrcených nebo z fyziologických příčin odumřelých sazenic prostokořenných a obalovaných bez ohledu na stanovištní podmínky (přípravu půdy). U živých a chroustem usmrcených sazenic nebyl sledován statistický rozdíl mezi typem sazenice, v případě fyziologické příčiny úhynu se statisticky průkazně jako citlivější ukázala sadba prostokořenná ( $F(1, 80) = 14,128$ ,  $p = 0,00032$ ) (obr. 28c). Jestliže je zohledněna příprava půdy a typ sadby, pak pouze v případě frézy byla odchylka mezi obalovanou a prostokořennou sadbou statisticky významná u sazenic uhynulých z fyziologických příčin.

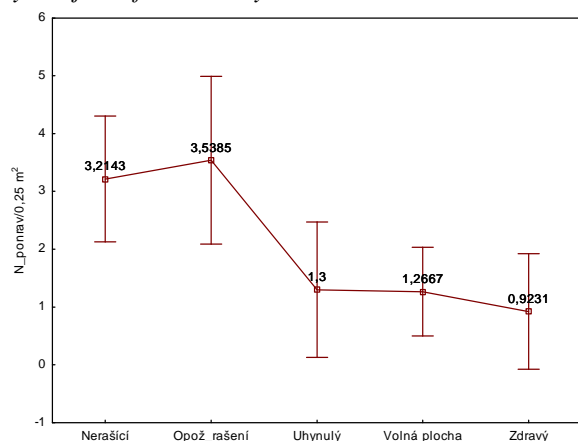
Obr. 28c: Fyziologické příčiny úhynu se vyskytují častěji u prostokořenných sazenic



### Ohrožení zajištěných kultur ponravami chrousta

V území LS Strážnice se projevuje negativní dopad ponrav chrousta maďálového nejen při destrukci nových výsadeb, ale i v zajištěných kulturách, které dorostly do výšky 2–2,5 m a hynou. Na základě kontroly v 79 sondách v kořenovém systému různě poškozených borovic (zdravé stromy -13, nerašící - 28, opožděně rašící - 13, uhynulé - 10, volná plocha 15) byla stanovena diference v abundance ponrav, z níž vyplývá, že nejvyšší podíl ponrav byl pod stromy již nerašícími ( $12,9 \text{ ks.m}^{-2}$ ), jejichž kořenový systém byl napaden v předchozím roce a ponravy zimovaly v profilu pod těmito stromy. Stejný stav byl zjištěn u borovic vykazujících opožděné rašení ( $14,2 \text{ ks.m}^{-2}$ ) a pokračující žír z předcházejícího roku. Pod uhynulými jedinci bylo možné stále evidovat přítomnost ponrav ( $5,2 \text{ ks.m}^{-2}$ ), což odpovídá pohybu ponrav vyhledávajících kořeny, tedy v nezalesněných volných místech ( $5,1 \text{ ks.m}^{-2}$ ). Pod borovicemi nevykazující žádný projev chřadnutí již bylo přítomno  $3,7 \text{ ks.m}^{-2}$ . Na základě zhodnocení získaných dat byl stanoven statisticky významný rozdíl v abundance mezi stromy zdravými a nerašícími, zdravými a opožděně rašícími (K-W test:  $H(4, N = 79) = 18,6375, p = 0,0009$ ) (obr. 29).

Obr. 29: Abundance ponrav chrousta v kontrolní sondě ( $50 \times 50 \times 60 \text{ cm}$ ) v kořenovém systému borovic vykazující diferencovaný zdravotní stav





### Nádobový pokus – ochrana sazenic

I přes omezený rozsah opakování u jednotlivých opatření bylo dosaženo průkazného výsledku. V kontrole zůstalo 15,4 % živých sazenic, po aplikaci insekticidu FORCE 1,5G byla úspěšnost přežití 76,9 % (2g/sazenici) a 92,3 % (3g/sazenici) (obr. 30).

*Obr. 30: Nádobový pokus kontrola (vlevo), aplikace FORCE 1,5G/3g na sazenici (vpravo)*



Tab. 5: Zdravotní stav sazenic borovice po aplikaci obranných opatření (nádobový pokus, 2014)

Opatření	Dávka k sazenici	Živá	Úhyn_ponrava	Hynoucí
Kontrola		2	11	0
FORCE 1,5G	2 g	10	2	1
FORCE 1,5G	3 g	12	1	0
Dusíkaté vápno	4 g	2	11	0
Dusíkaté vápno	5 g	3	10	0
Dusíkaté vápno	6 g	4	9	0
Bylinná vegetace		1	5	7

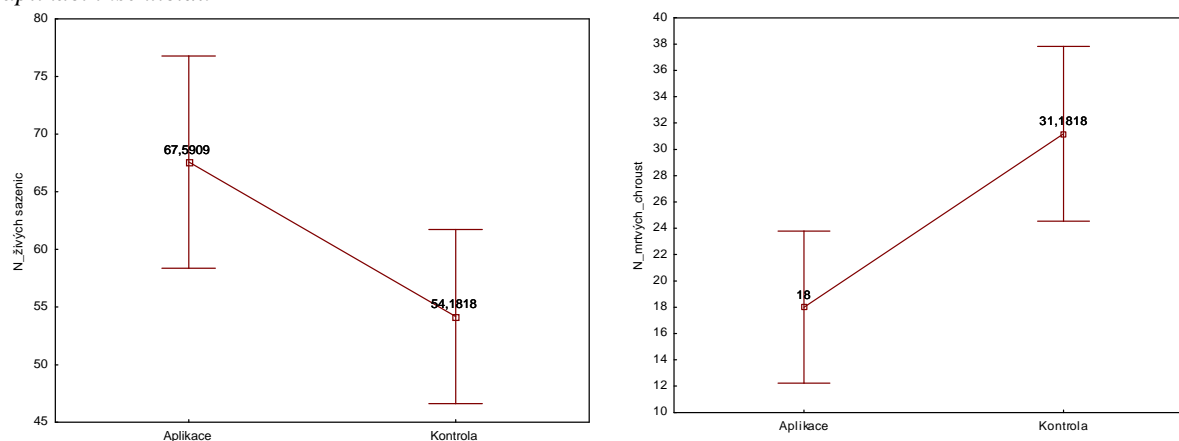
Dusíkaté vápno neochránilo výrazněji sazenice, i když s aplikační dávkou (4, 5 a 6 g/sazenici) se zvyšoval podíl živých sazenic (15,4 – 23,1 – 30,8 %). V případě vysázené vegetace travní

byl stanoven její úhyn (38,5 %), hynutí (53,8 %) a pouze 7,7 % je klasifikováno jako živá vegetace (tab. 5).

#### FORCE 1,5G - potenciaální ochrana sazenic

Z hodnocení porostů s poloprovozní aplikací FORCE 1,5G ke kořenovému systému vysazovaných borových jednoletých prostokořených sazenic vyplynula statisticky významná závislost dokládající účinnost působení přípravku proti ponravám chrousta (ANOVA: živé sazenice –  $F(1, 42) = 5,4858$ ,  $p = 0,02399$ ; a ponravý  $F(1, 42) = 9,6938$ ,  $p = 0,00332$ ) (obr. 31).

Obr. 31: Průměrný počet sazenic živých (vlevo) a usmrcených ponravami chrousta (vpravo) v kontrole a po aplikaci insekticidu



## Diskuse

### Vertikální přesun ponrav ke kořenům

V souvislosti s řešením otázky nástupu ponrav 3. instaru ke kořenovému systému sazenic z místa zimování bylo šetření zahájeno včas. Ponravy se i přes mírnou zimu nacházely v dominantním rozsahu a ve vyrovnaném zastoupení v půdní vrstvě 21–40 cm a 41–60 cm. Teplota půdy za celé zimní období klesla pod bod mrazu pouze po dobu 6 dní na konci ledna 2014 a to pouze v hloubce 15 cm, ve 30 cm vykazala půda 1 °C a v 70 cm 3–4 °C. Do větších hloubek se přesouvá menší podíl jedinců a tento stav může souviset s kvalitní teplotní izolací písčitých půd.

Ené Mircea (in Kratochvíl et al. 1953) stanovila počátek aktivity ponrav 3. instaru na 7 °C v hloubce 30 cm. Tato průměrná teplota byla naměřena ve 30 cm 8. března 2014, kdy se uskutečnila i první kontrola a kdy průměrná teplota vzduchu překročila 10 °C. Posun ponrav byl v následujících dvou týdnech prokázán, ale jako pozvolný, čemuž odpovídala stagnující teplota a její pozvolný vzestup k 10 °C. V první dekádě dubna se posouvá většina ponrav do svrchní vrstvy a začíná intenzivní žír na kořenech, což znamená, že toto nejnebezpečnější stádium ohrožuje zdravotní stav výsadby na jaře po dobu 2,5–3 měsíců, po níž následuje sestup ponrav ke kuklení.

### Ponravy na požářišti

Výsledek kontroly z roku 2013, zaměřené na zjištění zdravotního stavu výsadby realizovaných na jaře 2013 v prostoru požářiště, potvrdil přítomnost ponrav, které se původně vyvíjely v různě starých porostech před požárem a nepředstavovaly zásadní hrozbu. Jejich předčasným smýcením a postupnou, následnou ztrátou atraktivity kořenového systému vzniklých pařezů, se stala výsadba vysoce atraktivní a silně poškozená (tab. 6).

Tab. 6: Podíl uhynulých sazenic v důsledku žíru ponrav chrousta (požářiště Bzenec, 2013)

268B2/1.část	36,1	84,5
268B2/2.část	62,5	94,8
267A2	57,3	96,9
269F8	28,6	69,5
267A11	16,4	82,5
273A1	10,8	38,0
273D3	73,8	80,6
273D3	46,7	97,4
273D2	16,5	79,9
273A3	68,2	97,6
268B13	15,3	26,8
267B8	31,5	93,8
274A9	14,9	60,3
273A13	15,4	74,9
273D13	12,1	46,4
Celkem	31,4	73,0

Monitorování přítomnosti ponrav v pěti odděleních pokrývající rozhodující území požářiště a 26 porostech ukázalo, že větší rozsah oblasti vykazuje překročený kritický počet ponrav, i když se objevily čtyři porosty bez prokázané přítomnosti ponrav a dva porosty nepřekročily kritický počet. Z hodnocení věkové struktury porostů a podílu ponrav je sice patrné vyšší zastoupení v původně 2. věkové třídě, ale v ostatních porostech až do 7. věkové třídy byly ponravy v nadlimitním postavení. Ponrava byla obecně rozšířena na požářišti vzhledem k vysoké adaptabilitě samic ke kladení do porostů. Kladení do polostínu v okrajích porostů je známo ze sledované oblasti porostů Vracova (Švestka 2007). Přesto na ovipoziční místo není jednotný názor. Jestliže Niemczyk (2011) se přiklání k názoru, že je preferována půda silně zastíněná nezávisle na teplotě a vlhkosti půdy, Escherich (1923) považuje za atraktivní volná a slunná místa. Podle Flerova et al. (1954) je ovipoziční chování samic odlišné, v teplejší oblasti vyhledává korunami zastíněná místa a v chladnější vyhledává otevřené plochy. Vzhledem ke klimatickému postavení území Moravské Sahary je možné očekávat preferenci stinným lokalitám, tedy porostním okrajům, ale v ohrožení jsou zapojené kultury a nelze vyloučit dílčí atraktivitu pro stanoviště zabařenělé. Z tohoto hlediska může území požářiště a jeho diferencované podmínky včetně okolních porostů poskytnout výraznější podklad k poznání chování samic.

#### Vliv přípravy půdy na mortalitu ponrav v půdě

Ani do budoucna nelze vyloučit, že po úmyslné těžbě bude nezbytné provést kontrolu přítomnosti ponrav chrousta a řešit jejich eliminaci před zakládáním nového porostu. Z tohoto hlediska byla ideální příležitost ověřit v podmínkách odlesněné plochy požářiště s početným výskytem ponrav různé technologie přípravy půdy, které by nejen v oblasti písků LS Strážnice, mohly přispět ke snížení jejich abundance a tím omezit škody na výsadbě. Lesní správou navržená tři území byla, jak ukázaly navazující výsledky, relativně vyrovnaná výskytem ponrav a většinou překračující kritický počet ponrav na m<sup>2</sup>. Forma přípravy stanoviště (bez zásahu kontrola, aplikace herbicidu Roundup, CPP, fréza s hloubkovým efektem a frézou zapravené dusíkaté vápno) vycházela z provozních zkušeností a současně sloužila jako ověřování některých nových postupů. Přesto, že se projeví dílčí odchylky v abundanci ponrav na sledovaných 15 výzkumných lokalitách, podle podílu uhynulých sazenic v důsledku žíru ponrav jako jednoznačně nejúčinnější byla vyhodnocena příprava půdy frézou do hloubky 60 cm, kde došlo k mechanickému ničení ponrav, které se nacházely v době realizace převážně do hloubky 40 cm. Vysoký úhyn sazenic vykazaly plochy s aplikací dusíkatého vápna, celkovou mortalitu sazenic v kontrole ovlivnila z části kvalita sadebního materiálu použitého v ploše odd. 268. Nízká účinnost dusíkatého vápna může souviset s aplikační dávkou, jak naznačil nádobový pokus, případně s hloubkou zapravení do půdy. Komplikace spočívá v tom, že aplikace při výsadbě ke kořenům není možná a musí být provedena v časovém předstihu a tedy plošně a nebo v naoraných pásech. Fytotoxicita se neprojevila u provedené výsadby, neboť úhyn sazenic z fyziologických příčin odpovídal úrovni ostatních typů přípravy. Herbicidem Roundup zničená vegetace zvýšila tlak na kořenový systém vysázených sazenic, nelze však tuto přípravu vyloučit v roce rojení chrousta. V období, kdy samice budou klást, výše uvedené postupy mohou vykazovat zcela odlišnou účinnost. Nezabařenělé a nezastíněné povrchy mohou mít sníženou atraktivitu, naproti tomu naorané, frézou připravené půdy již zalesněné mohou být atraktivní. V tomto směru je třeba připravit diferencované stanovištní podmínky s navazujícím zhodnocením a na tomto základu doporučit opatření snižující přilet samic ke kladení. Nelze vyloučit, že doporučení budou limitována lokálními podmínkami, neboť se názory na výběr místa ke kladení liší (Niemczyk 2011, Švestka, Drápela 2009, Švestka 2012, Flerov et al. 1954, Escherich 1923). Konkrétní



situace na požářišti v revíru Bzenec, ale potvrdila, že při rojení v r. 2011 samice kladly velice významně do porostů zvláště 2.–3. věkové třídy, ale i starších, kde se žír na kořenovém systému neprojevil zásadnějším narušením zdravotního stavu.

Do výše uvedených stanovištních podmínek se zvýšenou atraktivitou bude třeba jednoznačně zařadit i zajištěné kultury, kde již existuje faktor zastínění půdního povrchu a jak se ukazuje kořenový systém porostů borovice 1. věkového stupně není natolik rozvinutý, aby odolal silnějšímu výskytu ponrav, které se přesouvají postupně na sousední stromy a vytváří se i několika arové plochy s odumřelým porostem. Řešení bez aktivního boje s larvami bude obtížné, zvýšení růstových vlastností a biomasy kořenového systému hnojením je třeba diskutovat.

#### Eliminace výskytu ponrav chrousta

V současnosti neexistuje povolený insekticidní přípravek proti žeroucím ponravám chrousta, přičemž v minulosti užívané přípravky jsou v EU zakázané, případně jejich účinnost nebyla dostatečná. Přípravek FORCE 1,5G užívaný v zemědělství proti půdním škůdcům by mohl být jedním, který by mohl situaci s ponravami řešit. Dosažené výsledky testování v nádobovém pokusu na ponravy 3. instaru naznačily možnou účinnost. Je však třeba jeho účinnost otestovat z hlediska dávkování proti ponravám ostatních instarů. Poloprovozní aplikace vykazuje rozdíl proti kontrole, ale nižší než u nádobového testování. Krátkodobé působení přípravku vyžaduje ověřit technologii opakované aplikace k již rostoucím stromkům. Přes výrazně nižší dosaženou účinnost dusíkatého vápna je třeba i tento prostředek otestovat v souvislosti s kladením a reakcí 1. instaru ponrav. Informace, že potrava ošetřená Dimilinem WP 25 vyvolává vysokou mortalitu kladených vajíček (Buchi, Jossi 1979) je nutné rovněž testováním ověřit.

## **Závěr**

Na základě terénních šetření v r. 2014 byly cíle zakotvené v uzavřené smlouvě naplněny s následnými výstupy a doporučením:

1. Monitoring výskytu ponrav se uskutečnil ve 26 porostech pěti oddělení v území požářiště, ze kterého vyplynulo jejich celkové vysoké zastoupení v plochách po porostech 2.–3. věkové třídy, ale i porostech starších. Tím byla současně potvrzena oprávněnost rozhodnutí odložit zalesňovací povinnost a tím omezit škody, které by v závěru vývojového cyklu způsobily ponravy 3. instaru.
2. Z monitoringu vertikálního pohybu ponrav 3. instaru především v jarním období vyplynulo, že dominantně zimují v hloubce 21–60 cm, pohyb do kořenové vrstvy 0–20 cm nastal po 8. březnu a souvisel s půdní teplotou 7 °C a v průběhu jednoho měsíce (10.4.) již většina ponrav aktivně přijímala potravu na kořenovém systému. Podle měřených teplot v půdě volné plochy a v porostních podmínkách byl teplotní rozdíl nevýznamný a nepředstavuje zásadní oddálení nástupu ponrav k žíru.
3. Přesná specifikace vztahu mezi stupněm zabuřnění a abundancí ponrav nebyla realizována, ale ze šetření stupně poškození výsadeb vyplývá, že i v zabuřnělé ploše je ponravami napaden kořenový systém dřeviny. V území požářiště, kde byla odstraněna buňka při přípravě půdy, se limitujícím zdrojem potravy stal kořenový systém čerstvých pařezů vytěžených stromů, který v r. 2013 postupně ztrácel atraktivitu i pro ponravy a zvyšoval jejich atak vůči výsadbám.
4. Z hodnocení výskytu ponrav a následného stupně poškození výsadby na plochách s diferencovanou přípravou půdy ve fázi přítomnosti ponrav 3. instaru vyplynulo, že jako nejúčinnější byla fréza s hloubkovým efektem (60 cm). V těchto plochách se snížil počet ponrav a minimalizovaly se škody na sazenicích. Dílčí efektivita souvisí i s CPP. Jako málo účinná se jeví ošetření porostů herbicidem, aplikace dusíkatého vápna.
5. Hodnocení zdravotního stavu výsadeb z jara 2013 bylo omezeno, vzhledem k jejich destrukci ponravami v r. 2013. Současně se i v tomto území našly lokality se sníženým výskytem ponrav a později zalesněné např. 267B7 a 268C11, kde v r. 2014 se projeví minimální ztráty ponravou chrousta. Byla provedena kontrola ponrav v zajištěných kulturách ohrožených ponravami chrousta a porostech. Byl monitorován výskyt škod ponravami v širším území LS mimo požářiště (revír Vracov).
6. Spolupráce při zpracování podkladů pro plánované letecké ošetření porostů proti dospělcům chrousta v roce 2015 zatím spočívá v poskytování dílčích podkladů o škodách, bude podle situace řešeno.

Mimo výše zmíněné se realizoval nádobový pokus s aplikací FORCE 1,5G, dusíkatého vápna, ze kterého vyplynul pozitivní možný efekt insekticidu FORCE 1,5G, který částečně podpořilo hodnocení poloprovozní aplikace.

**Doporučení pro lesnickou praxi a aplikovaný výzkum**

Ochrana proti chroustu maďalovému (imága, ponravy) je v současnosti velice obtížná, neboť neexistuje podpora leteckému ošetřování potencionálních žirovišť rojících se imag a navíc chybí přípravek aplikovatelný k potlačení ponrav. Stupeň ohrožení se prohlubuje doloženou skutečností o napadení a poškození i zajištěných kultur. Tedy založené porosty mohou být atakovány larvami dvou navazujících vývojových cyklů chrousta maďalového.

Tato skutečnost dále snižuje efektivitu obranných opatření založených na ničení ponrav celoplošnou přípravou půdy, případně aplikaci půdních insekticidů při zakládání mladých porostů. Bez zařazení zásahu proti dospělcům na žírovištích do komplexu ochranných opatření nelze očekávat adekvátní snížení početnosti populací chrousta v území a omezení hynutí výsadeb a kultur minimálně pro období dalšího 4letého vývojového cyklu.

Řešení:

1. Získat argumentaci pro umožnění aplikace insekticidů proti imagům
  - a. Provést pokusnou aplikaci kontaktního pyretroidu, ověřit Mospilan (zakázaný) a Dimilin při souběžném hodnocení dopadu na necílovou složku, čímž bude doložen, nebo vyvrácen negativní vliv na ekosystémové vazby. Dimilin aplikovat v laboratorních podmínkách a ověřit zmiňovanou mortalitu vajíček po konzumaci takto ošetřené potravy.
  - b. Provést nádobové (poloprovozní) pokusy s aplikací přípravku FORCE 1,5G proti larvám, aplikaci dusíkatého vápna, případně efektivitu hnojení na odrůstání porostu ponravám.
  - c. Dále rozpracovat možnosti eliminace ponrav v půdě technologií přípravy půdy (fréza, CPP).
2. Zpřesnit poznatky o bionomii chrousta maďalového
  - d. Studovat bionomii, etologii chrousta maďalového z hlediska zimování vývojových stádií (nástup k rojení, rojení a fenologie dřevin, etologie ponrav přesun ke kořenům, horizontální pohyb ponrav ke zdroji potravy a atraktivita dřevin).
  - e. Etologie samic při vyhledávání stanoviště ke kladení vajíček (stínění, teplota, půdní prostředí, vzdálenost od žírovišť, technologie přípravy půdy).
3. Kontrolní postupy
  - f. Zpřesnit kritické počty ponrav pro nově založené porosty a kultury v závislosti na věku

Další detaily jsou součástí předloženého projektu do GS LČR „**Možnosti snížení škod chroustem maďalovým (*Melolontha hippocastani* Fabr.) v území LS Strážnice**“.

## Literatura

- Adomas J. 1998: Controlling may beetle (*Melolontha melolontha* L.) in the Puszcza Nidzicka forest (RDSF Olsztyn) in 1996. *Sylwan*, 142 (11): 95–100.
- Benker U., Leuprecht B. 2007: The swarming flight of common cockchafer *Melolontha melolontha* L., 1758 (Coleoptera, Scarabaeidae) in two different areas of Bavaria and an approach to control the egg deposition. *Bulletin OILB/SROP*, 30 (7): 91–94.
- Buchi R., Jossi W. 1979: On the action of the growth regulator Dimilin on the cockchafer *Melolontha melolontha* L. and the clock beetle *Gastroidea viridula* Deg. *Communications of the Swiss Entomological Society*, 52 (1): 75–81.
- Bulmer M.G. 1977: Periodical insects. *American Naturalist*, 111: 1099–1117.
- Ciopakalo V.L. 1936: Borba s chruščem putěm opylivaniija kormovych derevev jadovitými věščestvami. *Zašč. Rast.*, 9: 92–109.
- De Goffau L.J.W. 1996: Population development and dispersal of *Melolontha* and other Scarabaeidae in the Netherlands during the past ten years. *Bulletin OILB/SROP*, 19 (2): 9–14.
- Decopper M. 1920: *Le Hanneton*. Lausanne.
- Delb H. 2004: Monitoring der Waldmaikäfer (*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.
- Eidmann H.H., Kula E., Lindelöw Å. 1991: Host recognition and aggregation behaviour of *Hylastes cunicularius* Erichson (Col., Scolytidae) in the laboratory. *J. Appl. Entomol.* 112: 11–18.
- Ene I.-M. 1942: Experimentaluntersuchungen über das Verhalten des Maikäferengerlings (*Melolontha* sp.). *Z. ang. Ent.*, 29: 529–600.
- Enkerli J., Widmers F., Keller S. 2004: Long-term field persistence of *Beauveria brongniartii* strains applied as biocontrol agents against European cockchafer larvae in Switzerland. *Biological Control*, 29 (1): 116–123.
- Escherich K. 1923: *Die Forstinsekten Mitteleuropas*. Bd. II., Berlin.
- Flerov S.K., Ponomarevova E.N., Ključnik P.I., Voroncov A.I. 1954. *Ochrana lesu*. Praha, SZN: 352 s.
- Froeschle M., Glas M. 2000: The 1997 control campaign of *Melolontha melolontha* (L.) at the Kaiserstuhl area (Baden Wurttemberg): field trials and practical experiences. *Bulletin OILB/SROP*, 23 (8): 27–32.
- Głowacka B., Olczyk M. 2009: Efficacy of aerial control treatments of *Melolontha* spp. adults. *Scientific Notebook of Forest Research Institute*, 6 (86): 1–4.
- Głowacka B., Sierpińska A. 2012: Kontrol of adult cockchafers *Melolontha* spp. with Mospilan 20 SP. *Folia Forestalia Polonica, series A*, 54 (2): 109–115.
- Gottschalk C. 1957: Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Substanzen als Lock- oder Frassstoff auf einige Insektenarten. *Beiträge zur Entomologie*, 7 (1/2): 177–179.
- Hase W. 1984: Der Maikäfer als Forstschädling in Schleswig-Holstein. *Schriften Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein*, 54: 103–115.
- Harborne J.B. 1997: *Ekologia biochemiczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 351 s.
- Hasler T. 1986: Abundanz- und Dispersionsdynamik von *Melolontha vulgaris* U. in Intensivobstanlagen. Diss. ETH Zürich, 128 S.
- Hauss R., Schütte F. 1978: Über die Eiablage des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.) in Abhängigkeit von den Wirtspflanzen des Engerlings. *Z. ang. Ent.* 86: 167–174.

- Horber E. 1954: Maßnahmen zur Verhütung von Engerlingsschäden und Bekämpfung der Engerlinge. Mitt. Schweiz. Landw. 2: 18–36.
- 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 department of agriculture: 142–154.
- Kaethner M. 1991: Potential of neem seed kernel products for the control of the cockchafer *Melolontha hippocastani* F. and *M. melolontha* L. (Col. Scarabaeidae). *Journal of Applied Entomology*, 112: 345–352.
- Kapitola P., Holuša J. 2002: Chrousti rod *Melolontha* F. LOS, Lesnická Práce, 12, příloha: I–V.
- 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.
- Keller S., Zimmermann G. 2005: Scarabs and other soil pests in Europe: situation, perspectives and control strategies. *Bulletin OILB/SROP*, 28 (2): 9–12.
- Kessler P., Matzke H., Keller S. 2003. The effect of application time and soil factors on the occurrence of *Beauveria brongniartii* applied as a biological control agent in soil. *J. Invertebrate Path.*, 84: 15–23.
- Kratochvíl J., Landa V., Novák K., Skuhřavý V. 1953: Chrousti a boj s nimi. Nakladatelství ČSAV, Praha, 156 s.
- Křístek J., Urban J. 2004: Lesnická entomologie. Academia, Praha, 445 s.
- Laktos T., Tóth T. 2006: Biological control of european cockchafer larva (*Melolontha melolontha* .) – preliminary result. *J. of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (3): 73–78.
- Łabanowska B., Bednarek H. 2011: Efficacy of *Beauveria brongniartii* as Melocont in the control of the European cockchafer (*Melolontha melolontha*). *IOBC/WPRS Bulletin*, 66: 179–182.
- Laengle T., Pernfuss B., Seger C., Strasser H. 2005: Field efficacy evaluation of *Beauveria brongniartii* against *Melolontha melolontha* in potato cultures. *Sydowia*, 57 (1): 54–93.
- Lindelöw Å. 1992: Seedling mortality caused by *Hylastes cunicularius* Er. (Coleoptera, scolytidae) in *Picea abies* plantations in Northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7(1–4): 387–392.
- 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.): 9<sup>th</sup> Meeting of the All-Union Entomological Society. Proceedings. Kiev, October 1984. Pt. 2. Kiev, Naukova dumka: 19.
- Liška J. 2014: Žíry ponrav chroustů v Bzenecké a Hodonínské doubravě. *Lesnická práce*, 7: 50–51.
- Malinowski H. 2007: Current problems of forest protection connected with the control of cockchafers (*Melolontha* spp.). *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 47 (1): 314–322.
- Mattedi L., Varner M. 1996: Presence and diffusion of the common cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) in the areas of Mezzocorona and San Michelle a/A in Trento Province. *Bulletin OILB/SROP*, 19 (2): 15–20.
- Neu W. 1938: Unterschiede im Schwärmverlauf von *Melolontha hippocastani* F. und *M. melolontha* L.. VII. Int. Kongr. Ent., 2231–2240.
- Niemczyk M. 2011: The influence of ecoclimatical factors on the size of cockchafers (*Melolontha* spp.) population in main outbreak center in Poland. In: Applied forestry research in the 21<sup>st</sup> century. International conference held on the occasion of the 90<sup>th</sup> anniversary of the



- Forestry and Game Management Research Institute. Book of abstracts. Prague – Průhonice, September 13–15, 2011. Strnady, FGMRI 2011: 47.
- Oltean I., Varga M., Gliga S., Florian T., Bunescu H., Bodis I., Covaci A. 2010: Monitoring *Melolontha melolontha* L. species in 2007, in the nursery from U.P. IV Bătrâna O.S. Toplița, Harghita Forest District. *Bulletin UASVM Horticulture*, 67 (1): 525.
- Položencev P. 1949: Majskij žuk, ego sbor i ispolzovanie. Goslesbumizdat Moskva.
- Rasmann S., Köllner T.G., Degenhardt J., Hiltbold I., Toepfer S., Kuhlmann U., Gershenson J. Turlings T.C.J. 2005: Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. *Nature*, 434: 732–736.
- Regulation (EC) no 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market.
- Rhode M. 1996: Experiments to reduce *Melolontha hippocastani* F. damages in the Hessian Rhein-Main-Plain. *Bulletin OILB/SROP*, 19 (2): 89–94.
- Rhode M. 1997: Effects of “Neem Azal” on vitality and fertility of *Melolontha hippocastani*. Practice oriented results on use and production of neem ingredients and pheromones. Proceedings 5th Workshop Wetzlar, 22–25 January 1996, 75–80.
- Rohde M. 1996: Effects of “Neem Azal” on vitality and fertility of *Melolontha hippocastani*. In: Kleeberg H., Micheletti V. (eds): Practice oriented results on use and production of neem-ingredients and pheromones. Proceedings of the 4th workshop. Bordighera, Nov. 28<sup>th</sup>–Dec. 1<sup>st</sup> 1994. Giessen, Druck & Graphic: 75–80.
- Rożyński F. 1926: W sprawie walki z chrząszczem majowym (*Melolontha vulgaris*). *Przegląd Leśniczy*, 1: 32–38.
- 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.
- Ruther J., Reinecke A., Tolasch T., Hilker M. 2001: Make love not war: a common arthropod defence compound as sex pheromone in the forest cockchafer *Melolontha hippocastani*. *Oecologia*, 128: 44–47.
- Ruther, J., Reinecke, A., Tolasch, T. & Hilker, M. 2002: Phenol - another cockchafer attractant shared by *Melolontha hippocastani* Fabr. and *M. melolontha* L. *Z. Naturforsch. C*. 57: 910–913.
- Schneider F., Bachmann F. 1949: Bekämpfungsversuche gegen Maikäfer im Frühjahr 1948 an der Eidg. Versuchsanst. Für Obst., Sein. und Gartenbau in Wändeswil. *Schw. Zt. f. Obst und Weinbau*, 37–40.
- Schuch K. 1935: Beobachtungen über die Biologie des Maikäfers. *Arb. physiol. und angew. Ent.*, 2: 157–174.
- Schuch K. 1938: Über den Einfluss der Feuchtigkeit auf das Eistadium des Maikäfers. *Arb. physiol. angew. Ent.*, 5: 220–225.
- Schwerdtfeger F. 1938: Laboratoriumversuche über die Lebensdauer der Maikäfer. *Anz. f. Schädlingskunde XVI*: 1–5.
- 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 chrabaszca majowego (*Melolontha melolontha* L.) i chrabaszca kasztanowca (*Melolontha hippocastani* Fabr.). *Progres Plant Protection*, 48 (3): 956–965.
- Sierpiński Z. 1975: Ważniejsze owady – szkodniki korzeni drzew i krzewów leśnych. Warszawa, PWRiL, 222 s.
- Sorauer P. 1913: *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*.

- StatSoft, Inc. 2008: STATISTICA (data analysis software system) version 8.0.  
www.statsoft.com
- Švestka M. 2006: Distribution of tribes of cockchafer of the genus *Melolontha* in forest of the Czech Republic and the dependence of their swarming on temperature. *Journal of Forest Science*, 52: 520–530.
- 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., 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. 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 lesnického výzkumu*, 57 (3): 217–229.
- Švestka M., Balek J. 2003: Ponravy chroustů opět ohrožují lesní školky a kultury. *Lesnická práce*, 4: 24–25.
- 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
- Thiem H. 1949: Über Erfahrungen bei der Aufzucht von Engerlingen. *Verh. d. d. Ges. F. ang. Ent.*, 11: 77–95.
- Vogel W. 1950: Eibildung und Embryonalentwicklung von *Melolontha vulgaris* F. und ihre Auswertung für die chemische Maikäferbekämpfung. *Disertace*, Herman Beyer u. Söhne, Landensalza.
- Weissteiner S., Schütz S. 2006: Are different volatile pattern influencing host plant choice of belowground Libiny insect? *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angel. Ent.* 15: 51–55.
- Woreta D. 1999: Biological activity of insecticides used to control *Melolontha* spp. adults. *Forest Research Papers*, 869: 61–74.
- Woreta D., Sukovata L. 2010: Effect of food on development of the *Melolontha hippocastani* F. beetles (Coleoptera, Melolonthidae). *Leśne Práce Badawcze*, 71(2): 195–199.
- Záruba C. 1956: Ponravy, škůdci lesních školek a kultur. *SZN, Praha*, 47 s.