

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Možnosti studia myrmekofilních brouků (Coleoptera) vázaných na mravence rodu *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) pomocí pasivních nárazových pastí

Possibilities of studying myrmecophilous beetles (Coleoptera) associated to ants of the genus *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) using window traps

Bakalářská práce

Autor práce: Juraj Csanálosi

Vedoucí práce: doc. Ing. Oto Nakládal, Ph.D.

Praha, 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti studia myrmekofilních brouků (Coleoptera) vázaných na mravence rodu *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) pomocí pasivních nárazových pastí" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze, 4. dubna 2023

Juraj Csanálosi

.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Otovi Nakládalovi, Ph.D. za zapůjčení pomůcek, četné přínosné konzultace, potřebné rady a nápomoc s postupem práce. Dále pánům Zdeňku Švecovi, Pavlu Průdkovi, Pavlu Krásenskému, Matuši Kociánovi, Lukáši Blažejovi, Martinu Švarcovi a Pavlu Bezděčkovi za determinaci vzorků. Následně rovněž Fakultě lesnické a dřevařské za možnost využití laboratorního zázemí. V neposlední řadě rodině za podporu a trpělivost při mém vypracování bakalářské práce.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Juraj Csanálosi

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Možnosti studia myrmekofilních brouků (Coleoptera) vázaných na mravence rodu *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) pomocí pasivních nárazových pastí

Název anglicky

Possibilities of studying myrmecophilous beetles (Coleoptera) associated to ants of the genus *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) using window traps

Cíle práce

1. Porovnat druhová spektra myrmekofilních brouků odchycených do nárazových pastí a zjištěných prosevem substrátu mraveniště.
2. Porovnat druhová spektra myrmekofilních brouků odchycených do nárazových pastí a zjištěných prosevem substrátu v okolí mraveniště.
3. Zjistit letovou aktivitu myrmekofilních druhů.

Metodika

Začátkem března bude nad 5 kup mravenců rodu *Formica* instalována pasivní nárazová past, tak aby se její dno nedotýkalo podkladu. Fixační tekutina bude nasycený roztok soli. V pravidelných 14denních intervalech bude z pastí vybírán obsah pastí. Zároveň bude v pravidelných 1 měsíčních intervalech z kupy odebrán 1 l prosevu zbaveného mravenců (ti budou hned na místě vypuštěni zpět do kupy), dále 1 l prosevu ze vzdálenosti 2-3 m od mraveniště. Tyto prosevy budou přebřány v xeroeklektoru. Zachycení brouci budou determinováni do druhu.

Haramonogram: 1.-5. března 2022 instalace pastí, do srpna 2022 vyhotovena literární rešerše, konec října 2022 ukončení odchytu do pasivních nárazových pastí, prosinec ukončení prosevů, prosinec 2022 tvorba excelové tabulky s daty o výskytu brouků pro každou past, a prosev separátně, prosinec 2022 vytvoření kapitol metodika a výsledky, leden 2023 odevzdání diskuze, únor 2023 finalizace závěru práce, únor 2023 odevzdání práce.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

Coleoptera, brouci, Formica, mravenec, past, Česká republika

Doporučené zdroje informací

- Harkonen S. K., Sorvari J. 2018: Comparison of ant-associated beetle communities inhabiting mounds of forest-dwelling ants in forests and forest clearings. *Canadian Journal of Forest Research*, 48(8): 881-887.
- Nedvěd O. 2020: Brouci čeledi slunéčkovití (Coccinellidae) střední Evropy, Zoologické klíče. Academia, 304 pp.
- Novák V. 2014: Brouci čeledi potemníkovití (Tenebrionidae) střední Evropy. Zoologické klíče. Academia, 412 pp. ISBN 978-80-200-2338-4.
- Paivinen J., Ahlroth P., Kaitala V., Suhonen J. 2004: Species richness, abundance and distribution of myrmecophilous beetles in nests of *Formica aquilonia* ants. *Annales Zoologici Fennici*, 41(2): 447-454.
- Paivinen J., Ahlroth P., Kaitala V. 2002: Ant-associated beetles of Fennoscandia and Denmark. *Entomological Fennica*, 13(1)20-40.
- Smentana A. 1958: Fauna ČSR. Drabčíkovití – Staphylinidae I. ČSAV, 435 pp.
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Oto Nakládal, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 5. 5. 2022

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 7. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 31. 01. 2023

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem myrmekofilních druhů, konkrétně brouků. Obsahuje několik částí. Rešerše obsahuje kapitoly o čeledi Formicidae: stavbě těla, životním cyklu, potravě a zastoupení rodu *Formica* v České republice. Dále kapitoly o myrmekofilních broucích: jejich adaptacích pro život s mravenci, dynamice výskytu v hnízdě, letové aktivitě, typech myrmekofilních vztahů a výčet českých myrmekofilů vázaných na rod *Formica*.

Praktická část se zabývala zkoumáním a porovnáním účinnosti jednotlivých metod odchytu myrmekofilů a zjištěním jejich letové aktivity.

Nejvíce jedinců myrmekofilních brouků: 268 z 358 celkem odchytených brouků (75 %) zachytily prosevy substrátu mraveniště. Pasivní nárazové pasti zachytily 31 jedinců myrmekofilních brouků ze 767 celkem odchytených jedinců brouků (4 %). Prosevy substrátu okolí mraveniště zachytily 12 jedinců myrmekofilních brouků z 489 celkem odchytených jedinců brouků (2 %). Prosevy substrátu mraveniště bylo odchyceno 12 myrmekofilních z 25 odchytených druhů brouků (48 %). Pasivními nárazovými pastmi bylo odchyceno 7 myrmekofilních ze 122 odchytených druhů brouků (6 %). Prosevy okolí mraveniště bylo odchyceno 5 myrmekofilních z 10 odchytených druhů brouků (50 %). K vyhodnocení efektivností pasivních nárazových pastí, prosevu substrátu z okolí mraveniště a prosevu substrátu mraveniště byl na úrovni abundance i druhové početnosti použit test dobré shody. Prosevy substrátu mraveniště umožňují odchyt většího počtu jedinců myrmekofilních druhů oproti prosevům okolí mraveniště ($p < 0,001$) i oproti pasivním nárazovým pastem ($p < 0,001$). Stejně tak pomocí pasivních nárazových pastí je možno odchytit větší množství jedinců myrmekofilních druhů oproti okolí mraveniště ($p = 0,004$). Při srovnání všech tří použitých metod odchytu pro počet myrmekofilních druhů nebyl zjištěn prokazatelný rozdíl mezi jednotlivými metodami ($p > 0,09$).

Letová aktivita pomocí pasivních nárazových pastí potvrzena u 7 ze 17 nalezených myrmekofilních druhů brouků. Největší počet myrmekofilních druhů byl odchycen v měsících V, VI a VII.

Klíčová slova: Coleoptera, brouci, *Formica*, mravenec, past, Česká republika

Abstract

The Bachelor thesis deals with the topic of myrmecophilous species, namely beetles. It contains several parts. The reshuffle includes chapters on the family Formicidae: body structure, life cycle, food and representation of the genus *Formica* in the Czech Republic. Furthermore, parts about myrmecophilous beetles: their adaptations for life with ants, the dynamics of occurrence in the nest, flight activity, types of myrmecophilous relationships and an enumeration of Czech myrmecophiles tied to the Genus *Formica*.

The practical part looked at examining and comparing the effectiveness of individual methods of trapping myrmecophiles and determining their flight activity.

Most individuals of myrmecophilous beetles: 268 of the 358 total beetles captured (75 %) were captured by the sifting of the anthill substrate. Window traps captured 31 individuals of myrmecophilous beetles from 767 total captured beetles (4 %). Sifting substrates around the anthill captured 12 individuals of myrmecophilous beetles from 489 total captured beetles (2 %). Sifting of the anthill substrate captured by 12 myrmecophilous of the 25 captured beetle species (48 %). Window traps captured 7 myrmecophilous of the 122 captured beetle species (6 %). Sifting substrate around the anthill captured 5 myrmecophilous of 10 captured beetle species (50 %). A good match test was used at abundance and species size level to evaluate efficiencies of window traps, substrate sifting from around the anthill and anthill substrate sifting. The sifting of the anthill substrate allows the capture of a larger number of myrmecophilous species versus the sifting around the anthill ($p < 0.001$) as well as the window traps ($p < 0.001$). Similarly, window traps can be used to capture a greater number of individuals of myrmecophilous species relative to the sifting around the anthill ($p = 0.004$). A comparison of all three trapping methods used for the number of myrmecophilous species revealed no demonstrable difference between the methods ($p > 0.09$).

Flight activity through window traps was confirmed in 7 of the 17 myrmecophilous beetle species found. The largest number of myrmecophilous species were captured in months V, VI and VII.

Keywords: Coleoptera, beetles, *Formica*, ant, trap, Czech Republic

Obsah

Obsah	8
1. Úvod	11
2. Cíle práce	12
3. Literární přehled současného stavu řešené problematiky	13
3.1. Mravenci rodu <i>Formica</i> (Hymenoptera: Formicidae).....	13
3.1.1. Obecné informace o čeledi mravencovití (Formicidae)	13
3.1.2. Stavba těla a životní cyklus mravenců rodu <i>Formica</i>	14
3.1.3. Potrava mravenců rodu <i>Formica</i>	16
3.1.4. Hnízdní kupy rodu <i>Formica</i> – velikost, tvar, stavba	16
3.1.5. Zastoupení a rozšíření mravenců rodu <i>Formica</i>	17
3.1.6. Zástupci mravenců rodu <i>Formica</i> České republiky	17
3.1.7. Význam mravenců rodu <i>Formica</i> z hlediska vlivu na ekosystém	22
3.2. Myrmekofilní druhy brouků.....	23
3.2.1. Definice slova myrmekofilní a obecné informace o myrmekofilech	23
3.2.2. Typy myrmekofilních vztahů s mravenci	24
3.2.3. Adaptace myrmekofilních druhů	26
3.2.4. Dynamika výskytu v hnízdě a letová aktivita myrmekofilních brouků....	28
3.2.5. Popis čeledí myrmekofilních brouků vázaných na rod <i>Formica</i> v ČR.....	29
3.2.6. Přehled myrmekofilních brouků vázaných na mravence rodu <i>Formica</i> ... 35	
3.3. Metody odchyty myrmekofilních brouků.....	39
4. Metodika	40
4.1. Charakteristika zájmového území: CHKO Český les	40
4.1.1. Obecné informace o chráněné krajinné oblasti	40
4.1.2. Přírodní lesní oblast Český les.....	40
4.1.3. Lokalita Uhlířský vršek: charakteristika a klima	40
4.2. Poloha a charakteristika studovaných mravenišť	41
4.3. Instalace pasivních nárazových pastí a odběry vzorků	42
4.4. Odběry substrátu	43
4.5. Třídění, preparace a determinace vzorků	43
4.6. Grafická a statistická zpracování výsledků	44
5. Výsledky.....	45
5.1. Srovnání všech odchycených brouků	45
5.2. Výčet nalezených myrmekofilních druhů	45
5.3. Srovnání metod odchyty dle počtu jedinců a druhů odchycených myrmekofilních brouků.....	46
5.4. Letová aktivita a dynamika výskytu v mraveništi u zachycených myrmekofilních brouků.....	49

6. Diskuze.....	53
7. Závěr a přínos práce.....	56
8. Seznam použité literatury	57
9. Seznam obrázků a tabulek	60
9.1. Seznam obrázků	60
9.2. Seznam tabulek.....	61
10.Samostatné přílohy	62
10.1. Tabelární přílohy	62
10.2. Fotografické přílohy.....	66

Seznam použitých zkratek

AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny
Apod. – a podobně
BK – buk
BR – bříza
Cca – cirka, přibližně
ČR – Česká republika
DB – dub
Frufa – *Formica (Formica) rufa* Linnaeus, 1761
Fpoly – *Formica (Formica) polycтена* Foerster, 1850
Fprat – *Formica (Formica) pratensis* Retzius, 1783
Ftrun – *Formica (Formica) truncorum* Fabricius, 1804
Flugu – *Formica (Formica) lugubris* Zetterstedt, 1838
Faqui – *Formica (Formica) aquilonia* Yarrow, 1955
Fsang – *Formica (Raptiformica) sanguinea* Latreille, 1798
Ffusc – *Formica (Serviformica) fusca* Linnaeus, 1758
Fcuni – *Formica (Serviformica) cunicularia* Latreille, 1798
Fcine – *Formica (Serviformica) cinerea* Mayr, 1853
Frufi – *Formica (Serviformica) rufibarbis* Fabricius, 1793
Fexse – *Formica (Coptoformica) exsecta* Nylander, 1846
Fpres – *Formica (Coptoformica) pressilabris* Nylander, 1846
CHKO – chráněná krajinná oblast
km – kilometr
ks – kusů
LHP – lesní hospodářský plán
LVS – lesní vegetační stupeň
l – litr
M – mraveniště
M1 – mraveniště 1
M2 – mraveniště 2
M3 – mraveniště 3
M4 – mraveniště 4
M5 – mraveniště 5
mm – milimetr
m. n. m. – metry nad mořem
NaCl – chlorid sodný, kuchyňská sůl
O – okolí mraveniště
PLO – přírodní lesní oblast
PNP – pasivní nárazová past
SM – smrk
Tzv. – takzvaně
ÚHÚL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

1. Úvod

Sociální druhy hmyzu žijí v koloniích s více kastami, s rozvinutou chemickou komunikací, spolupracujícími na rozvoji a chodu mraveniště. Mravenci *Formica* jsou jedním z rodů čeledi Formicidae. Velká část staví pro ně typické hnízdní kupy, které u některých druhů mohou dosahovat rozměrů několika jednotek metrů (Macek, et al., 2010). Potravu jim tvoří zejména medovice a mrtvý či živý hmyz (Schieb, 2021). Mezi loveným hmyzem jsou také lesní škůdci, jejichž populace jsou takto snižovány. Jejich vliv na lesní společenstva je významný (Bezděčka, 1982a). V ČR jsou zastoupeny druhy od nížin až po horské oblasti; žijící v otevřených pastvinách a loukách či v lesním prostředí (Macek, et al., 2010; Ottonetti, et al., 2006; Seifert, 2000; Bezděčka, 1982a).

Myrmekofilní druhy žijí v mraveništích a s mravenci žijí v úzkém vztahu (Otto, 1901; Hölldobler & Wilson, 1990). Jsou k tomuto životu úzce adaptováni zejména morfologií (Smetana, 1958) a chováním (Hölldobler & Wilson, 1990). Nejvíce adaptované druhy mají rozvinutou chemickou adaptaci (Sadil, 1955). Vylučují látky, které buďto mravence odpuzují (Sadil, 1955), uklidní či přimějí myrmekofily k jejich adopci (Hölldobler & Wilson, 1997). Ti nejspecializovanější jsou nalézáni pouze v mraveništích (Sadil, 1955). Největší počet myrmekofilních druhů brouků jsou nejpočetnější ve skupinách Staphylinidae a Histeridae (Otto, 1901). Myrmekofilové jsou děleni do skupin podle míry přijetí hostiteli (Sadil, 1955; Smetana, 1958), míry adaptace, stupněm integrace (Hölldobler & Wilson, 1990), lokality výskytu vzhledem k mraveništi a přijímané potravy (Smetana, 1958; Sadil, 1955; Obenberger, 1949). Členění jsou na synechtry, synekenty a symfily (Hölldobler & Wilson, 1990). Zatím byly odchytávány z většiny metodou prosívání (Härkönen & Sorvari, 2018; Robinson & Robinson, 2013; Paivinen, et al., 2002).

2. Cíle práce

Cíle práce byly stanoveny jako následující:

- a) Porovnat druhová spektra myrmekofilních brouků odchycených do nárazových pastí a zjištěných prosevem substrátu mraveniště,
- b) Porovnat druhová spektra myrmekofilních brouků odchycených do nárazových pastí a zjištěných prosevem substrátu v okolí mraveniště,
- c) Zjistit letovou aktivitu myrmekofilních druhů.

3. Literární přehled současného stavu řešené problematiky

3.1. Mravenci rodu *Formica* (Hymenoptera: Formicidae)

3.1.1. Obecné informace o čeledi mravencovití (Formicidae)

Fakt, že dělnice mravence je v porovnání s člověkem milionkrát menší, nebrání jejich dominanci na Zemi (Hölldobler & Wilson, 1997). Mravenci tvoří 15–25 % biomasy všech živočichů světa (Andrle, 2011). V celkovém součtu se odhaduje, že hmotnost všech mravenců na světě je stejná jako hmotnost všech lidí (Hölldobler & Wilson, 1997).

Nejstarší fosilní záznamy Formicidae z období před 90–95 miliony let. Dle molekulárních analýz se předpokládá vznik čeledi už před 130–160 miliony let (Pech, 2014). Do eocénu (před 25–40 miliony let) se Formicidae rozšířili po celé Zemi (Hölldobler & Wilson, 1997).

Čeď Formicidae v současnosti řadíme do podřádu Apocrita a řádu Hymenoptera. Jde o kosmopolitní čeď s cca 12 500 druhy na světě (Macek, et al., 2010) ve 21 podčeledích (Bolton, 2003). V ČR zastoupena 105 malými až středními druhy v 5 podčeledích. Podčeď Formicinae v ČR zahrnuje 50 druhů v 5 rodech: *Formica* Linnaeus, 1758, *Lasius* Fabricius, 1804, *Camponotus* Mayr, 1861, *Plagiolepis* Mayr, 1861, *Polyergus* Latreille, 1804. Mravenci obývají rozmanité biotopy: lesní (*Formica rufa* Linnaeus, 1761, *Formica polyctena* Foerster, 1850), otevřená luční (*Formica pratensis* Retzius, 1783) až stepní prostranství: *Lasius niger* (Linnaeus, 1758), *Lasius flavus* (Fabricius, 1782), skály a zdi budov měst: *Lasius emarginatus* (Olivier, 1792) či mrtvé dřevo: *Camponotus ligniperda* (Latreille, 1802), *Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758) (Macek, et al., 2010).

Tělo je členěno na hlavu, hrud' a zadeček. Ústní ústrojí je kousací; tykadla lomená (Obenberger, 1949) (10–12 článků). Na hlavě nalezneme 2 složené oči a temenní očka. Na hrudi vyrůstá z každého článku jeden pár nohou. Ze středohrudí a zadohrudí vyrůstají 2 páry křídel s bohatou žilnatinou. Ve spodní části zadohrudí nad zadní kyčlí se nachází metapleurální žláza; vylučuje sekret s baktericidními a fungicidními účinky. Zadeček je oválný, stopkatý nebo podlouhlý.

Formicidae jsou společenský hmyz. Ve společenstvu nalezneme tři kasty – dělnice (ne u všech druhů), samice (královny) a samce. Počet a poměr kast a jednotlivých vývojových stádií se mění v závislosti na ročním období (Macek, et al., 2010).

Rozvinuté kolonie produkují každý rok velké množství pohlavních jedinců a dochází k tzv. „rojení“. Dospělí pohlavní jedinci vyletí z hnízd v jedné lokalitě a dojde k páření. Samci

po aktu páření hynou, samice si uschovají sperma do spermaték (zásoba vystačí do konce života). Samice hledají sami nebo ve skupinkách podklady pro založení hnízdních kup.

Zakládání kolonií je děleno do 3 typů: haplometróa (jednotlivými samicemi), pleometróa (skupinou samic) nebo sociální parazitismus (v hnízdech cizích druhů). Samice v hnízdě cizího druhu nahrazuje nebo se připojí ke stávající královně. Potomstvo vychovává cizí druh dělnic. Speciální typ sociálního parazitismu je otrokářství. Samice daného otrokářského druhu (např. *Polyergus rufescens* (Latreille, 1798), *Formica sanguinea* Latreille, 1798) pořádají loupeživé výpravy do hnízd cizích druhů. Při nich kradou cizí vajíčka, larvy, kukly nebo dospělé, kteří doplní původní druh. U 65 % druhů ČR zakládá královna nezávislou kolonii. Buď sama loví pro potomstvo potravu nebo je krmí tzv. vyživovacími vajíčky. Po dospění prvních dělnic se o potomstvo již starají a vychovávají ho ony. Většina mravenců vytváří monogynní společnosti – s jednou královnou a rozmanitým počtem dělnic v hnízdě. Některé druhy (např. *Formica polyctena*) zakládá polygynní společnosti (s více královnami a rozmanitým počtem dělnic v hnízdě).

Stádia vývoje jsou: vajíčka, larvy (zpravidla 4 instary), kukla a dospělci. Larvy mravenců jsou hymenopteriformního typu, tzn. mají zakrnělá kusadla a jsou závislé na dělnicích. Jsou umístovány do plodové komory, kde probíhá vývoj. Poté se kuklí v kokonu (nebo bez něj).

V koloniích je mezi jedinci vyvinut složitý a rozvinutý komunikační systém. Je založen na kombinaci smyslových vjemů (čich, zrak, sluch, hmat, chuť) (Macek, et al., 2010). Čichový smysl má sídlo na pohyblivých tykadlech. Mravenec získává prostorové informace o čichových vjemech. Forel tak nazývá čich mravenců topochemickým smyslem (Sadil, 1955). Pro zefektivnění komunikace a zdržování se rozhodováním mravenci jde o reakci na chemické signály (Andrle, 2011). Nejvýznamnější jsou feromony vylučované z epidermálních žláz na různých částech těla (Macek, et al., 2010). Některé druhy mravenců se dorozumívají pomocí sluchu. Např. v ČR se vyskytující *Myrmica* Latreille, 1804 pomocí stridulačního orgánu (Sadil, 1955).

3.1.2. Stavba těla a životní cyklus mravenců rodu *Formica*

Stejně jako celá podčeleď Formicinae najdeme u rodu *Formica* na stopce zadečku vysokou šupinu; jedové žlázy zvětšené a specializované na produkci kyseliny mravenčí. Jde osmět kyselin, enzymů, alkaloidů a dalších látek se specifickým složením pro jednotlivé druhy. Žihadlo je zakrnělé. Jeho funkci nahrazuje acidopor – tlakový mechanismus s věncem

tuhých brv po obvodu otvoru (Macek, et al., 2010). Mravenci útočí následujícím způsobem: nejprve kousnou, okamžitě se otčí a do rány nastříkají kyselinu (Obenberger, 1949). Věvec brv rozprašuje kyselinu v aerosol. Kyselina je účinnou obranou látkou, jež způsobuje po vdechnutí malými živočichy smrt (Macek, et al., 2010).

Dělnice: 4–9 mm (Schieb, 2021); bezkřídle (Macek, et al., 2010); největší mozek (kvůli množství rozličných činností) (Schieb, 2021); 580–700 jednotlivých očí ve složeném oku (Schieb, 2021; Obenberger, 1949); 12 článků tykadel; těžiště v zadní části trupu (možný přenos těžkých břemen). Stavba těla je odlišná v závislosti na vnější či vnitřní službě dělnice. Ve vnitřní službě: aktivní čelistní a labiální žláza (krmení larev a královny); neaktivní jedová žláza, pohlavní žlázy funkční (pro případ nouze). Ve vnější službě: aktivní jedová žláza; nepatrná aktivita čelistní a labiální žlázy; opotřebovanější kusadla. Samice: 9–11 mm (Schieb, 2021); okřídlené; s mohutnějším zadečkem (vyvinuté vaječníky a tukové těleso) (Macek, et al., 2010), tykadla z 12 článků; menší mozek než dělnice (Schieb, 2021); 800–950 očí ve složeném oku (složitější orientace při letu) (Schieb, 2021; Obenberger, 1949); kusadla stejného tvaru jako dělnice ale větší; hrudní koš větší (nese letové svaly) (Schieb, 2021). Dožívají se vysokého věku (královna rodu *Formica* až 20 let a více; dělnice 5 let a více) (Macek, et al., 2010). Samci: 9–11 mm (Schieb, 2021), hlava výrazně menší než hrud'; kusadla redukována či modifikována (Macek, et al., 2010) (s 1 zubem) (Schieb, 2021); cca 1200 jednotlivých očí ve složeném oku; tykadla 13 článková (největší nároky na orientaci) (Schieb, 2021; Obenberger, 1949); hrudní koš větší (Schieb, 2021). Většina samců je okřídlena, ale vyskytují se také bezkřídle (tzv. ergatomorfni) samci vzhledem podobní dělnicím (Macek, et al., 2010). Mravenci jsou morfologicky značně variabilní a pro determinaci je třeba alespoň 10–20 jedinců z kolonie (Bezděčka, 1982b).

Všechna vývojová stádia je možno najít v mraveništi po celý rok (Bezděčka, 1982a). Samci a samice mají oddělený vývin: samci v nerozvinutých koloniích; samice naopak v prospívajících koloniích, které produkují dostatek tepla. Když nastane doba páření, samečci vylezou na povrch mraveniště. Tam jsou naposled dokrmeni a se zvýšeným tlakem v odpoledních hodinách odlétají k rojení. Jakmile samice zachytí samčí feromony, opouštějí mraveniště. K setkání a svatebnímu tanci a letu dochází na světlině. Samci letí za samičími feromony, při dostižení samici uchopí za hrud' a pár spadne na zem. Takto je samice oplodněna několikrát. Dále dojde k založení vlastní kolonie či návratu do hnízda. Tam celý život klade vajíčka. Ze zimních vajíček (větší, delší zrání) se líhnou samci (neoploďněná vajíčka) a samice (oploďněná); z letních menších se líhnou dělnice. O kastách dále rozhoduje, zda jsou dělnicemi krmeny sekremem z labiální žlázy (pohlavní jedinci) či prostě z volete

(dělnice) (Schieb, 2021). Nezávislé kolonie zakládají jen mravenci podrodu *Serviformica*. Ostatní buďto nejprve dočasně sociálně parazitují nebo se připojují ke kolonii vlastního druhu. Později se odštěpí a založí vlastní hnízdo v okolí. Vznikají tak tzv. polykalické kolonie (Macek, et al., 2010).

3.1.3. Potrava mravenců rodu *Formica*

Dospělci rodu *Formica* se živí zejména cukernatými látkami rostlinného (nektar, lesní plody, semena, pryskyřice) nebo živočišného (medovice) původu (Schieb, 2021). Královna navíc také bílkovinnou potravou (ulovený či uhynulý hmyz, pavouci, housenky, červi, mršiny) (Bezděčka, 1982a; Schieb, 2021). Larvy jsou krmeny rozličnou rostlinou i živočišnou potravou (Macek, et al., 2010).

Medovici produkují mšice, křísy, červci či mery. Trofobióza, neboli požívání cukernatých výkalů vybraných skupin hmyzu, tvoří podstatnou část zdrojů potravy dospělců. Jsou v ní zastoupeny všechny aminokyseliny potřebné k syntéze živočišných bílkovin (Macek, et al., 2010). Samotné předání medovice probíhá tak, že mšice ze zadečku vypustí kapku medovice. To upoutá pozornost dělnice. Následně mšice zvedne zadní nohy a napodobuje tak pohyb tykadel. Oťukávání tykadly navzájem podpoří vyloučení medovice, dělnice ji olíže a uloží do volete. Následně si ji již předávají dělnice mezi sebou (Schieb, 2021). Za rok může kolonie takto získat až 500 kg medovice (Macek, et al., 2010).

U mravenců rodu *Formica* (ale také např. rody *Lasius* nebo *Myrmica*) dochází také ke trofolaxi. To znamená, že jednotliví členové společenstva (larvy i dospělci) si navzájem předávají natrávenou tekutou potravu (Macek, et al., 2010).

3.1.4. Hnízdní kupy rodu *Formica*– velikost, tvar, stavba

Mravenci rodu *Formica* staví typické hnízdní kupy. Skládají se z podzemní a nadzemní části (Bezděčka, 1982a). Mravenci potřebují k životu v hnízdě průměrnou teplotu mezi 26 a 28 °C. K tomu si dopomáhají konstrukcí hnízda. Intenzita pohlcování tepla závisí na výšce a expozici mraveniště. Tvar mraveniště je proto rozmanitý, přizpůsobený stanovištním podmínkám. Vnější vrstva z jehličí (Macek, et al., 2010) o tloušťce cca 10 cm (Schieb, 2021) umožňuje stékání dešťové vody a zároveň zachycuje teplo ze slunečního záření. Pod svrchní pevnou krustou se nachází vrstva s mnoha dutinami, které slouží k srážení přebytečné vlhkosti. Vnitřek hnízda z jehličí, větviček a dalšího substrátu z rostlin v různém stupni rozkladu tvoří výborný izolační materiál v mrazivých měsících. Jádro samotného hnízda

se nachází až pod úrovní terénu. Může jít o kámen, kus dřeva či pařez (Macek, et al., 2010), který slouží jako útočiště královny neporušen ani při zboření kupy (Schieb, 2021).

Mikroklima mraveniště mohou dále regulovat sami mravenci. Vlhkost rozšiřováním či uzavíráním vstupních otvorů. Teplotu vlastním metabolickým teplem a v jarních měsících také pohlčeným teplem ze slunečního záření do těla a tepelnou výměnou uvnitř mraveniště.

Velikost závisí na druhu. Např. rod *Formica rufa* staví kupy o průměru 1 m. V České republice staví největší mraveniště druh *Formica polyctena* o průměru 5 m (Macek, et al., 2010). Mraveniště je možno nalézt více druhů. Kromě hlavních stálých kup také zásobní kupy (na trase ke zdroji potravy) a stanice mezi spřízněnými hnízdy (Bezděčka, 1982a).

Typické hnízdní kupy staví zejména druhy: *F. rufa*, *F. polyctena*, *F. exsecta*, *F. pratensis* – spíše menší kupky (Macek, et al., 2010).

3.1.5. Zastoupení a rozšíření mravenců rodu *Formica*

Samotný rod *Formica* je holarktického rozšíření se 150 druhy (Macek, et al., 2010); v ČR zastoupen 18 druhy (Macek et al., 2010; Werner et al., 2018). Obývají rozmanitá prostředí, ale vesměs jde o teplomilné druhy (Macek, et al., 2010). Samotné šíření rodu je závislé na mnoha faktorech jako například: nadmořské výšce, půdním typu, stáří lesa, zastínění a fragmentaci lesa, expozici svahu, okolní vegetace a dalších (Schejbal, 2019).

3.1.6. Zástupci mravenců rodu *Formica* České republiky

3.1.6.1. *Formica (Formica) rufa* Linnaeus, 1761 – mravenec lesní

Dělnice 6–9 mm. Čelo, temeno a zadeček jsou tmavě hnědé až černé. Stopka a části hrudi a hlavy jsou zbarveny červenohnědě až červeně. Na předohrudí se nachází větší tmavá skvrna (Macek, et al., 2010). Zadní okraj hlavy holý, sporadicky chloupky na spodní straně hlavy a pronotu (5 párů a víc) (Bezděčka, 1982a). Jde o eusibiřský druh: výskyt v celé Evropě jižní oblasti vyjímaje; na východě výskyt omezen Bajkalem. Obývá převážně jehličnaté a smíšené lesy (Macek, et al., 2010). V nich upřednostňuje světlá místa jako okraje lesa, paseky či průseky a hranice lesních cest nebo linek s lesem (Bezděčka, 1982a). V krajním případě obývá také zastíněná stanoviště. Na těchto místech (Macek, et al., 2010) staví nižší, oválnější (Bezděčka, 1982a) hnízdní kupy (až 1 m v průměru), které často zakládá na trouchnivém pařezu. Od hnízd se paprscitě rozbíhají pachové stezky (až do 100 m). Ty vedou ke zdrojům potravy. Jde o druh zoofágní a trofobiotický (více viz 3.1.3.). Zakládá většinou monogynní kolonie (čítající nižší sta tisíc dělnic) o jednom hnízdě (monokalie),

zřídka hnízdních kup více (polykalie). Rojení probíhá od V do VI. U méně častých polygynních kolonií se často oddělí jedna z královen a zakládá v okolí dceřinné hnízdo. Dochází k dočasnému sociálnímu parazitismu u druhů *F. fusca* a *F. lemani* (Macek, et al., 2010).

3.1.6.2. *Formica (Formica) polyctena* Foerster, 1850 – mravenec množivý

Velikostí, stavbou a zbarvením těla, ekologickými nároky, zdroji potravy a dalším se podobá mravenci lesnímu (Macek, et al., 2010). Oproti němu ale obývá spíše sušší biotopy (Gösswald, 1982). Na spodní straně hlavy maximálně 2 chloupky, na pronotu maximálně 2 páry chloupků. Hnízdní kupy ale staví i hlouběji do porostu. Hnízdní kupy bývají větší a vyšší (Bezděčka, 1982a) o průměru až 5 m; materiál jemnější. Tvoří polygynní a polykalické kolonie čítající (Macek, et al., 2010) až 5000 královen. Častý vznik oddělků v blízkosti mateřského hnízda (Bezděčka, 1982a). Jde o početné kolonie až s několika miliony dělnic. K rojení dochází od IV do V. Při zakládání opět dočasný sociální parazitismus u mravenců podrodu *Serviformica*. Často dochází také k adopci samiček do hnízd se stejným druhem. Výskyt opět podobný jako u *Formica rufa*, areál zasahuje víc na sever (Macek, et al., 2010). Tento druh patří mezi velice agresivní, a tedy využitelný hospodářsky (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.3. *Formica (Formica) pratensis* Retzius, 1783 – mravenec travní

Dělnice 4–9 mm, samice 9–11 mm. Stavbou těla podobný předchozím druhům, rozlišuje ho větší, tmavší skvrna na hrudi a hustější ochlupení. Jedná se o palearktický rozšířen od jižní Skandinávie po Střední Evropu, na východ až do Jakutska, ČR (Macek, et al., 2010). Obývá světlejší otevřenější stanoviště v nížinách až podhůří: louky, pole, okraje silnic (Bezděčka, 1982a) a lesů, stepí, lesostepí, pastviny, případně prosvětlené borové lesy. Hnízdo bývá nižší, plochého tvaru, z hrubšího materiálu a často obklopeno bylinnou vegetací. Byl pozorován trend v počtu královen v hnízdě a hnízd v kolonii: na severu nalezneme kolonie monogynní a monokalické, na jihu polygynní a polykalické. Zakládání hnízd sociálním parazitováním u podrodu *Serviformica*. Rojení v Evropě za příznivých podmínek až dvakrát do roka, konkrétně IV až VII a VIII až IX. Páření probíhá na vegetaci v okolí (Macek, et al., 2010).

3.1.6.4. *Formica (Formica) truncorum* Fabricius, 1804

Rozšíření na západ až k východní Francii, na sever až do Skandinávie (Finsko, Švédsko), na jih až k Makedonii, na východ až k Tibetu. V ČR v Labských pískovcích (Gösswald, 1982). Hlava a hrud' svítivě červená; silné ochlupení; na prvním tergitu na příkré straně červená skvrna. Výskyt nížiny až nad horní hranici lesa (borové a smrkové lesy). Druh vyžaduje slunná stanoviště. K zakládání kolonie využívají pařezy a pahýly, na něž hromadí jehličí. Může také stavět hnízdo pod kmenem či kamene (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.5. *Formica (Formica) lugubris* Zetterstedt, 1838

Rozšíření podobné *F. aquilonia* (Gösswald, 1982). Dost podobný *F. pratensis*., ale výskyt naopak jen na horách (Šumava, Jeseníky, Brdy). Tvoří polygynní kolonie (Bezděčka, 1982a). Může tvořit i rozlehlé polykalické kolonie (Hölldobler & Wilson, 1997). Hnízda jsou kuželová a vysoká (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.6. *Formica (Formica) aquilonia* Yarrow, 1955

Boreální druh rozšířen zejména v severní Evropě a horách střední a jižní Evropy (Gösswald, 1982). Menší velikost; na zadním okraji hlavy několik šikmo zakřivených chloupků, chloupky také ze spodní strany hlavy (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.7. *Formica (Raptiformica) sanguinea* Latreille, 1798 – mravenec loupeživý

Dělnice 6–9 mm; samice 9–11 mm. Hrud' a hlava červené, skvrny na hlavě, hrudi a celý zadeček černohnědé. Palearktický druh: celá Evropa, východní hranice areálu až v Japonsku, ČR (Macek, et al., 2010). V nížinách až horách. Obývá lesní i otevřená stanoviště, vždy však osluněná. Hnízda pod kameny, dřevem, v pařezech; z rostlinného materiálu (Bezděčka, 1982a). Tvar a materiál hnízda závisí na tom, zda druh sociálně parazituje (u *Serviformica*) či ne. Jestliže ano, pak tvar hnízda odpovídá hostitelskému druhu mravenců. Bez pomocných dělnic je kupa malá. Hnízda monogynní i polygynní s 12 000 – 15 000 dělnicemi. Kolonie často polykalické s několika dceřinými hnízdy v okolí mateřského. Polygynní hnízda jsou pouze dočasná, po určit době samice s částí dělnic opouští hnízdo a zakládá dceřinné hnízdo v okolí. Vznikají tak rozsáhlé kolonie. Kromě trofobiózy a lovení cizích rodů hmyzu dochází také predaci jiných druhů mravenců. Při vniknutí do hnízda vypouští poplašné feromony, aby

vytvořili v cizím hnízdě zmatek. Kolonie jsou ale na otročících dělnicích nezávislé. Rojení probíhá v VII až VIII. Páření v okolí hnízda, samice létají málo (Macek, et al., 2010).

3.1.6.8. *Formica (Serviformica) fusca* Linnaeus, 1758 – mravenec otročící

Dělnice 4–6,5 mm; samice 7–10 mm. Tělo je šedočerné až černé, matně lesklé. Jedná se o palearktický druh, který se tedy vyskytuje v celé Evropě a mírně v Asii (východní hranice: Sachalin), ČR (Macek, et al., 2010). Spíše nížinný druh (Bezděčka, 1982a). Obývá lesní prostředí i otevřené prostranství, stejně tak rašeliny, vlhké louky i suché písčiny, nevyhýbá se ani urbanizovanému prostředí. Nestaví hnízdní kupy, nebo jen malé z hlíny. Hnízdo situováno spíše pod kameny, v trouchnivém dřevě a v rašeliníku s větším podílem podzemní části. Druh zakládá monogynní i polygynní (1–15 samic) kolonie. Typická pro druh je rozmanitá velikost královen. Je zástupcem podrodu *Serviformica*. Často se jedná o otročící druh, v jehož hnízdech parazitují sociálně parazitické druhy (např. zmíněný *F. rufa* a *F. sanguinea*). Založení kolonií klaustrálně buďto nezávisle nebo ve větším počtu dělnic. Občas se vyskytují adopce do kolonií vlastního druhu. Jinak se jedná o neagresivní druh, který se vyhýbá střetům s jinými druhy mravenců (Macek, et al., 2010).

3.1.6.9. *Formica (Serviformica) cunicularia* Latreille, 1798

Výskyt hojný v nížinách; slunná (Bezděčka, 1982a), otevřená stanoviště a hospodářské lesy do 20 let věku (Ottonetti, et al., 2006). Nízké kupky z hlíny či hnízda pod kameny (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.10. *Formica (Serviformica) picea* Nylander, 1846 – mravenec rašelinný

Rozšířen v Evropě, na Kavkaze, v Západní Sibiři. V ČR: hlavní oblast Vysočina (Bezděčková & Bezděčka, 2007). Pro výskyt ve studeném a vlhkém prostředí rašelinišť vzácný. Hnízdní kupy staví z rašeliníku a mechů téměř zaplavené vodou (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.11. *Formica (Serviformica) lemani* Bondroit, 1917

Druh ve vyšších nadmořských výškách nahrazuje *F. fusca*. Jde o nejhojnější druh v pohořích (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.12. *Formica (Serviformica) cinerea* Mayr, 1853 – mravenec stříbrný

4,5–6,5 mm; šedočerné až šedohnědé zbarvení; na zadečku husté stříbřité ochlupení (Macek, et al., 2010); vzácnější (Bezděčka, 1982a) druh s výskytem v Evropě. Areál od jižní Skandinávie přes střední Evropu až po hory jižní Evropy. Výskyt suché, vysluněné biotopy: štěrkové a písčité náplavy toků, na náspech tratí, při okrajích cest, dlažby (Macek, et al., 2010). Také v hospodářských lesích do 20 let věku (Ottonetti, et al., 2006). Dělnice loví ve skupinách větší hmyz. Buduje celkem hluboká zemní hnízda: polygynní i monogynní; polykalie častá (Macek, et al., 2010).

3.1.6.13. *Formica (Serviformica) gagates* Latreille, 1798

Vzácnější druh (Bezděčka, 1982a). Jde o oportunistu s výskytem v dubových lesích (Ottonetti, et al., 2006).

3.1.6.14. *Formica (Serviformica) rufibarbis* Fabricius, 1793

Celé tělo ochlupené. Střed dorzálního části z více jak 85 % zbarven světle červeně (Seifert & Schultz, 2009). Výskyt hojný v nížinách; slunná otevřená stanoviště. Nízké kupky z hlíny či hnízda pod kameny (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.15. *Formica (Coptoformica) exsecta* Nylander, 1846 – mravenec pastviný

Dělnice 4,5–7,2 mm, samice 7,5–9,5; červené zbarvení (kromě zadečku) s tmavou skvrnou na hlavě a zadečku. Jde o Eurosibiřský druh rozšířen ve střední až severní Evropě; východní hranicí Korea. Výskyt od nížin po hory: pastviny, okraje lesa, mýtiny, paseky. Velmi agresivní druh; kousnutí bolestivá; zoofagní, trofobióza. Polykalie: komplexy kup (desítky až stovky); průměr kupy až 1,5 m (Macek, et al., 2010); z rostlinného (hlavně trávy) materiálu (Bezděčka, 1982a).

3.1.6.16. *Formica (Coptoformica) foreli* Bondroit, 1918 – mravenec Forelův

Jde o submediteránní druh; výskyt: severní Itálie, Španělsko, západní Alpy a Slovensko a jižní Morava. Dále pak izolované populace: Německo, Dánsko, Švédsko. Výskyt na oligotrofních a xerothermních loukách, výjimečně ve světlých lesích. Hnízdní kupky o průměru do 50 cm (výjimečně do 80 cm); na lokalitách bez rostlinného pokryvu mohou být

omezena jen na vstupní otvory do hnízda pod povrchem. Sociální parazitismus u *Serviformica* (Seifert, 2000).

3.1.6.17. *Formica (Coptoformica) pressilabris* Nylander, 1846 – mravenec pasekový

Rozšíření jižní Skandinávie (na S do 65° z. š.), po Polsko a západní Slovensko, nejvýchodnější výskyt u Bajkalu. Alpínská populace rozšířena ve švýcarské, francouzské a italské části Alp (Seifert, 2000). Podhorský až horský výskyt v otevřených terénech (Bezděčka, 1982a): pastviny, alpské louky, lesní holiny (Seifert, 2000). Malé kupky o průměr do 40 cm (výjimečně polygynní až 1 m) z rostlinného materiálu (Bezděčka, 1982a), semen, hlíny a drobných oblázků. Tvoří polykalické kolonie až 100 hnízd. Sociální parazitismus u druhu *F. lemni*. Ve zdrojích potravy převažuje trofobióza nad predací (Seifert, 2000).

3.1.6.18. *Formica clara* Forel, 1886

Tělo obvykle světle červenohnědé se slabým či chybějícím kontrastem pigmentace pod složeným okem. Druh je rozšířen od západní Evropy (nejzápadnější výskyt: Barcelona), s dalším hojným výskytem v Turecku, na jihu Kaspického moře v Iránu a pak Kyrgysztánu, východní hranicí výskytu je cca 89° v. d. Severně je areál vymezen na jihu Finska, nejj jižnější výskyt pak je cca 31° s. š. (Seifert & Schultz, 2009).

3.1.7. Význam mravenců rodu *Formica* z hlediska vlivu na ekosystém

Vliv samotných mravenců (Formicidae) na ekosystémy zemského povrchu a tamní společenstva bezobratlých je značný. Mravenci představují hlavní predátory bezobratlých a hmyzu prostředí zemského povrchu (Hölldobler & Wilson, 1990). Mravenci rodu *Formica* průběžně snižují také populace lesních škůdců a byť nejsou jejich hlavní potravou, je vliv přítomnosti mravenců na stabilitu lesa a zabránění kalamitě značný (Bezděčka, 1982a). Byl studován vliv výskytu hnízd *F. polyctena* na počet napadených stromů lesními škůdci; mimo jiné taky lýkožroutem smrkovým – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). Počet napadených stromů ve studii negativně koreloval s počtem mravenišť na dané lokalitě (Trigos-Peral, et al., 2021). Právě agresivnější polygynní druh *F. polyctena* je možné uměle šířit za účelem redukce populací škůdců (Bezděčka, 1982b). Mutualistické vztahy udržují s mšicemi, kterým odebírají lepkavé výměšky medovice, v nichž by jinak byly zaplaveny (Schieb, 2021).

Jezevci – *Meles meles* (Linnaeus, 1758) (Andrle, 2009) nebo prasata – *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 působí v nadzemních částech kup značná poškození (Bezděčková & Bezděčka, 2020). Činí tak při vyhledávání potravy v hrabance a substrátu mraveniště (Andrle, 2009). Dále kolonie negativně ovlivňují žluny, pro které jsou mravenci hlavním zdrojem potravy. Se žlunami (rod *Picus* Linnaeus, 1758) (Schieb, 2021), ale také s více než 200 druhy pěvců, je spojen jev zvaný „namravenčování“. Dělíme na aktivní (pták uchopí mravence a otírá jej o peří) a neaktivní (načepýřený pták jen vlezl do mraveniště a nechá mravence zalézt do peří). Význam není objasněn; patrně se ptáci pomocí kyseliny zbavují ektoparazitů a zbytků z mazové žlázy (Veselovský, DrSc, 2005). Zmíněná žluna takto zbaví mravence kyseliny z jedové žlázy a je pro ni požitelný. Mravenci jsou také potravou např. pavouků a larev mravkolvů (Schieb, 2021).

Mimo jiné se vzájemně ovlivňují i jednotlivé kolonie mravenců. Teritorialita a obrana území mravenci má silný vliv na dynamiku populace konkurující kolonie. Konkurence může mít za následek oslabení až zánik potlačované kolonie (Adams, 2016).

3.2. Myrmekofilní druhy brouků

3.2.1. Definice slova myrmekofilní a obecné informace o myrmekofilech

Myrmekofilní druhy obývají hnízda mravenců (Otto, 1901) a s hostiteli si vyvinuli symbiotický vztah (Hölldobler & Wilson, 1990). Jsou k tomuto úzce adaptovány zejména morfologií (Smetana, 1958). Dovedli napodobit chemickou komunikaci mravenců (Hölldobler & Wilson, 1990). Nespatření se tak mohou pohybovat po mraveništi a profitovat z mravenčí společnosti (Andrle, 2011). Většinou jde buďto o komenzální hosty či příležitostné predátory. Většina zástupců je ve skupině bezobratlých (brouci, roztoči, chvostokoci), ale najdeme zástupce i mezi obratlovci (Hölldobler & Wilson, 1990). Nejvíce druhů nalezneme ve skupině členovců (Otto, 1901) – až 5000 druhů (Andrle, 2011), z nich nejpočetnější právě brouci – největší zastoupení ve skupinách: Staphylinidae a Histeridae (Otto, 1901). Mimo brouky se jedná například o cvrčíka mravenčího – *Myrmecophilus acervorum* (Panzer, 1799) nebo také o motýly modrásky (Lepidoptera: Lycaenidae), jejichž larvy dospívají v mraveništích (Voska, 2017). Až 75 % druhů modrásků spjato s mravenci. Mimo hmyz pak z členovců ještě pavouci či stonožky (Andrle, 2011). V některých skupinách najdeme stovky myrmekofilních druhů, v jiných myrmekofilie fakultativní (Poláková, 2016). Jedním z nejvíce přizpůsobených taxonů pro život s mravenci je rod *Paussus* Linnaeus, 1775

z čeledi Carabidae (Robertson & Moore, 2016). Z českých brouků pak Staphylinidae (rod: *Lomechusa* Gravenhorst, 1806) (Žďárek & Švorcík, 1997).

3.2.2. Typy myrmekofilních vztahů s mravenci

V roce 1894 Erich Wasmann dělí myrmekofilní druhy na podskupiny dle chování a stupně integrace do sociálního systému hostitele (Hölldobler & Wilson, 1990) – viz Tab. 1:

1. Synechtrii jsou pronásledovaní hosté (Sadil, 1955) v nepřátelském vztahu s mravenci (Smetana, 1958). Žijí v mraveništi či okolí (Sadil, 1955). Živí se vajíčky a larvami a napadají slabší dospělé mravence (Smetana, 1958). Mravenci je pronásledují (Obenberger, 1949) a útočí na ně (Sadil, 1955). Adaptování jsou jen málo: žlázy s odpudivým sekretem či aktivní útok na mravence (Obenberger, 1949).
2. Syneketi jsou trpění hosté (Sadil, 1955) v neutrálním vztahu s mravenci (Smetana, 1958). V mraveništi pobývají dočasně (občas výhradně) (Sadil, 1955). Hledají zde útočiště (suché, teplé prostředí; ochrana proti predátorům) nebo potravu (Smetana, 1958). Mravenci je ignorují. K životu jsou adaptováni buďto skrytým způsobem života nebo rychle před mravenci utíkají (Sadil, 1955). Potravou jim jsou např. výkaly a kožky larev, mycelium, plísně či ostatní malý hmyz (Smetana, 1958) nebo roztoči (Sadil, 1955) v mraveništi (Smetana, 1958).
3. Symfilové jsou praví hosté (Sadil, 1955) v přátelském vztahu s mravenci (Smetana, 1958). Žijí pouze v mraveništi. Produkují žlázočný sekret, jež mravence přitahuje. Mravenci sekret rádi olizují, na sekretu některých druhů si mohou vytvořit závislost. V některých případech pak pro sekrety upřednostňují péči o hosty (Smetana, 1958) či jejich larvy a vajíčka (rod *Lomechusa*) (Sadil, 1955) před péčí o vlastní larvy a kukly. Může tak dojít k degeneraci až zániku kolonie. Nejvyšší morfologická adaptace: brouci mají speciální žlázy, vykazují až degenerativní morfologické znaky (Smetana, 1958). Většinou jsou krmeni, olizováni a přenášení hostiteli (Hölldobler & Wilson, 1990). Potrava stejná jako larev mravenců, navíc občas požírají mravenčí larvy a vajíčka (Sadil, 1955).
4. Dále pak trofobionti (Hölldobler & Wilson, 1990), např. Aphididae: *Cinara piceae* (Panzer, 1801) a další (Schieb, 2021); ektoparazit či endoparazit (Hölldobler & Wilson, 1990) (většina roztoči, brouk např. *Thorictus foreli* Wasmann, 1894) (Sadil, 1955).

Tabulka 1: Srovnání jednotlivých typů myrmekofilie na základě bionomických aspektů

Dle Wasmana	Symfilové	Synekonti	Synechtri	Trofobionté
Hosté	praví (Sadil, 1955)	trpění (Sadil, 1955)	pronásledování (Sadil, 1955)	
Prostorové hledisko	výhradně v mraveništi (Sadil, 1955)	v mraveništi (Sadil, 1955)	v okolí mraveniště či uvnitř (Sadil, 1955)	v okolí či uvnitř mraveniště (Obenberger, 1949)
Časové hledisko	celý život v mraveništi (Sadil, 1955)	dočasně (občas výhradně) (Sadil, 1955)		dlouhodobé kolonie poblíž mravenišť (Schieb, 2019)
Adaptace	<u>vysoká</u> : exudátní orgány, degenerativní znaky (Sadil, 195)	<u>střední</u> : nenápadné zbarvení, rychlý pohyb, tvar těla (Sadil, 1955)	<u>nízká</u> : obranné prostředky (Obenberger, 1949)	<u>vysoká</u> : poplašné feromony, imitování tykadel (Schieb, 2021)
Vztah s mravenci	přátelský (Smetana, 1958)	neutrální (Smetana, 1958)	nepřátelský (Smetana, 1958)	přátelský (Obenberger, 1949)
Chování hostů	poskytují mravencům sekrety, občas požírají jejich larvy (Sadil, 1955)	hledají útočiště či potravu (Smetana, 1958), potravu občas kradou (Sadil, 1955)	hledají potravu, napadají mravence či larvy (Smetana 1958)	zásobují mravence medovicí (Sadil, 1955; Schieb, 2021)
Chování mravenců	krmení a péče o symfily, zanedbávání vlastní kolonie (Sadil, 1955)	ignorují synekenty (Sadil, 1955)	pronásledují (Obenberger, 1949) a útočí na synechtry (Sadil, 1955)	ochrana před predátory (Sadil, 1955)
Závislost na mravencích	úplná existenciální (Smetana, 1958)	mraveniště potravní či útočištní nikou (Smetana, 1958)	potravní na mravencích (Smetana, 1958)	vysoká: odebírají odpadní medovici (Schieb, 2019)
Potrava	stejná jako pro mravenčí larvy (medovice, ulovený hmyz), občas požírají mravenčí larvy a vajíčka (Macek et al., 2015; Sadil, 1955)	výkaly a kůže larev, drobný hmyz mycelium, plísň (Smetana, 1958)	larvy a vajíčka, slabší dospělci mravenců (Smetana 1958)	míza stromů (Schieb, 2019)

Druhy myrmekofilů nemusí spadat jen do jedné kategorie (Hölldobler & Wilson, 1990). Vykazují často znaky několika skupin najednou (Sadil, 1955). Například někteří symfilové (např. *Lomechusa*) (Obenberger, 1949) mohou také své hostitele a jejich mladé požírat (Sadil, 1955).

Druhy lze dělit dle jejich životního stylu. Kistner v roce 1979 dělí myrmekofily na integrované (sociální život s mravenci) a neintegrované (pouze využívají niku mraveniště) (Hölldobler & Wilson, 1990) viz Tab. 2.

Tabulka 2: Behaviorální rozdíly mezi morfologicky obecnými a specializovanými druhy myrmekofilů (Akre and Rettenmeyer, 1966; in: Hölldobler & Wilson, 1990)

Integrované druhy	Neintegrováné druhy
Uvnitř mraveniště, zřídka vně kupy	Při perifériích mraveniště, vně kupy
Pohybují se uprostřed zástupů mravenců	Pohybují se při krajích či za zástupy mravenců, občas uprostřed
Dělnice o ně pečují, neútočí na ně	Dělnice o ně nepečují, dokonce na ně útočí
Neútočí na mravence	Útočí na mravence (většinou slabé, zraněné jedince)
Úzce specializované na mraveniště (někteří po vyjmutí z mraveniště hynou)	Široká ekologická valence

Dále mohou být myrmekofilní druhy děleny na obligátní a fakultativní (Fiedler, 2001)

3.2.3. Adaptace myrmekofilních druhů

Všechny myrmekofilní druhy jsou přizpůsobeny k životu v mraveništi. Jde o adaptace ve stavbě těla, behaviorální a chemické (Poláková, 2016). Konkrétní adaptace závisí na typu myrmekofilie (viz kapitola 3.2.2).

Morfologické

U některých symfiliálních druhů modifikován tvar tykadel: uzpůsoben k úchytu mravenci pro přenášení, někdy také tvar přesně zapadající do kusadel hostitelských mravenců (Žďárek & Švorcík, 1997). U dospělců čeledi Staphylinidae se vyskytuje modifikace sklerotizace článků zadečku. To umožňuje pohyblivost článků zadečku (Smetana, 1958) s vývody žláz (Obenberger, 1949) a jeho zdvihání v přítomnosti mravenců (Smetana, 1958). Dále u symfiliů výskyt degenerativních znaků. Jde o ztrátu smyslů (Žďárek & Švorcík, 1997) (redukce očí, tykadel) (Smetana, 1958), schopnosti rychlého pohybu či ztrátu pigmentu (Žďárek & Švorcík, 1997). Může dojít až k samostatné neschopnosti přijímat potravu, a tedy závislosti na mravencích (např. rod *Claviger* Preyssler, 1790) (Smetana, 1958).

Synekonti mají soudečkovitý či kulovitý tvar těla bránící opět mravencům uchopení mandibulami. Žijí skrytým stylem života v hnízdě (maskování zbarvením, tvarem těla) či rychle před mravenci utíkají (Sadil, 1955). Další strategií je neproniknutelná vnější kostra (dospělci Histeridae) (Obenberger, 1949). Larvy mohou být adaptovány morfologicky, např. *Cremastocheilus armatus* Walker, 1866: prohnutí dorzální strany do písmene C (mravenci nemohli larvu uchopit), obrana mandibulami (Alpert & Ritcher, 1975).

Chemické

Hlavní adaptací symfílů jsou takzvané exudátní orgány. Jde o speciální žlázy se žlutavými chlupy u vývodu. Žlázy produkují sekrety, o něž mravenci jeví zájem. Látky totiž vykazují narkotický účinek (Sadil, 1955). Vývody žláz se vyskytují buďto na tykadlech (Carabidae: Paussinae) (Giulio, et al., 2009) nebo na zadečku (Staphylinidae). Žlázy jsou děleny do 3 typů: adopční žlázy, uklidňující žlázy a obranné žlázy (viz Obr.1) (Hölldobler & Wilson, 1997). V obranném sekretu *Lomechusoides strumosus* (Fabricius, 1792) byly nalezeny látky: benzochinon, methyl-benzochinon, ethyl-benzochinon, n-tridekan (Hölldobler, et al., 2018).

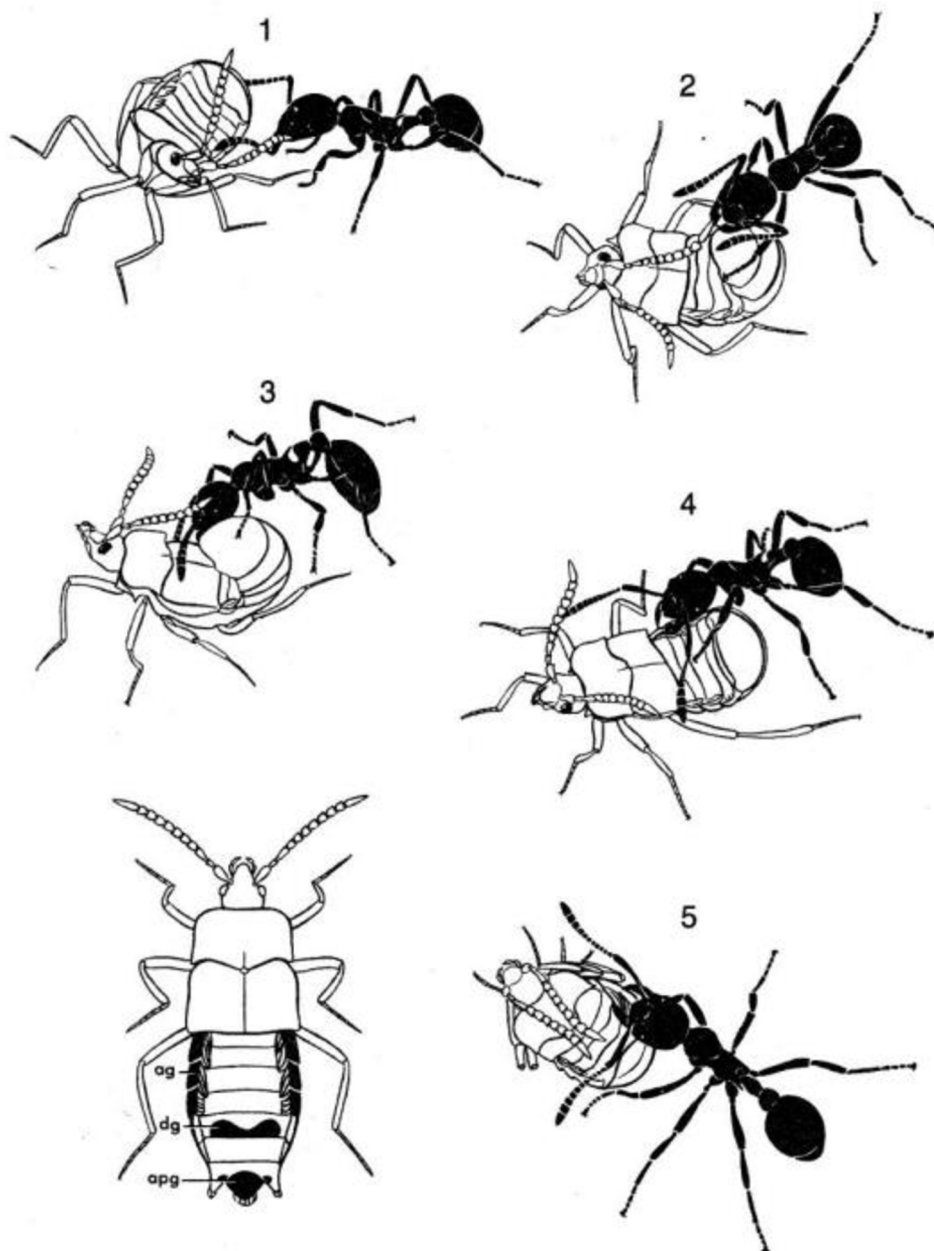
Syneketní myrmekofilové mohou produkovat sekrety, které mravence odpuzují či jim jsou nepříjemné (např. larvy Scarabaeidae: Cetoniinae) (Obenberger, 1949). Dospělci a larvy *Coccinella magnifica* L. Redtenbacher, 1843 pravděpodobně také vypouští sekrety s odpudivým účinkem (Sloggett, et al., 1998).

Synechtři se rovněž brání páchnoucími sekrety (Sadil, 1955). Složení obranných sekretů tergální žlázy bylo zjištěno následující u *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1787): chinony, undekan; u *Zyras laticollis* (Märkel, 1842) navíc větší koncentrace dodekanu; u *Zyras cognatus* (Märkel, 1842): 6-tridecen, 5-tridecen, tridekan, 7-pentadecen a undekan; u *Zyras funestus* (Gravenhorst, 1806): sulcaton, undekan (Stoeffler, et al., 2011).

Behaviorální

Symfily produkovaný sekret mravenci rádi olizují. Symfily pak krmí a starají se o ně právě z tohoto důvodu (Smetana, 1958). Symfílové mohou také chemicky napodobovat mravenčí potomky (Žďárek & Švorcík, 1997). Např. *Lomechusa pubicollis* C. Brisout de Barneville, 1860, vyskytující se také u mravenců *Formica* (Paivinen, et al., 2002), používá postupně uklidňující a adopční žlázy. Následovně ji mravenci odnesou do hnízda (viz Obr. 1) (Hölldobler & Wilson, 1997). Dělnice je vychovávají a krmí spolu s larvami, na nichž se larvy drabčků navíc přiživují (Žďárek & Švorcík, 1997). Samotný proces krmení dělnicí vypadá následovně: Drabčik se tykadly dotýká tykadel dělnice hostitelského mravence. Když se k němu otočí, brouk se dotkne předními nohama ústního ústrojí mravence a ten mu vydává kapičku potravy z volete (Hölldobler & Wilson, 1997).

Syneketi jsou mravenci většinou přehlíženi pro malou velikost a pomalý pohyb (Parmentier, et al., 2014). Pronásledování syneketi se stáhnou do vnější kostry (Histeridae) či po vypuštění odpuzujícího sekretu utíkají. Synechtři se pak brání přímým útokem či vypuštěním odpudivých sekretů (Obenberger, 1949).



Obrázek 1: Adopce *Lomechusa pubicollis* (Staphlinidae) jedním z hostitelů (*Myrmica*). Kresba vlevo dole označuje umístění vyústění hlavních žláz na zadečku: adopčních žláz (ag), obranných žláz (dg) a uklidňujících žláz (apg). Brouk nabízí vývody uklidňujících žláz dělnici (1). Dělnice olíže vývody těchto žláz (2) a poté i adopčních žláz (3,4), nakonec přenáší mravence do hnízda (5) (Kresba: Turid Forsyth) (Hölldobler & Wilson, 1997), s.113.

3.2.4. Dynamika výskytu v hnízdě a letová aktivita myrmekofilních brouků

U některých druhů se můžeme setkat se střídáním hostitelských druhů během roku. Konkrétně jde o druhy rodu *Lomechusa* žijící v létě u mravenčích rodů *Camponotus* a *Myrmica*, v zimním období u rodů *Myrmica* a *Formica* (Smetana, 1958). Také jednotlivá stádia tohoto rodu nalzáme u jiných hostitelů: vajíčka a larvy (*Formica*), dospělci (*Myrmica*) (Sadil, 1955).

Slabě integrované druhy *Quedius brevis* Erichson, 1840 a *Zyras humeralis* (Gravenhorst, 1802) se uvnitř hnízda vyskytují jen v zimě, kdy je agresivita mravenců nižší (Parmentier, et al., 2014).

V okolí na povrchu kupy od konce dubna do června: rod *Dinarda* Leach in Samouelle, 1819, *Lomechusoides strumosus* (Obenberger, 1949). Dospělci myrmekofilních Scarabaeidae (Hůrka, 2005) a Chrysomelidae (Andrle, 2009) se na mraveništi vyskytují pouze když kladou do substrátu vajíčka. Jinak se vyskytují na květech a stromech v okolí mraveniště (Hůrka, 2005). Také dospělci i larvy *Coccinella magnifica* se vyskytují jen na vegetaci v okolí mraveniště

Druh *Monotoma angusticollis* (Gyllenhal, 1827) byl nalézán pouze v kupách uvnitř porostu a *Monotoma conicicollis* Aube, 1837 byly nalézány více na kupách uvnitř porostu než na pasekách (Härkönen & Sorvari, 2018).

3.2.5. Popis čeledí myrmekofilních brouků vázaných na rod *Formica* v ČR

V následující kapitole jsou popsány druhy myrmekofilních brouků, u kterých byla probádána bionomie. Úplný výčet myrmekofilních druhů spojených s mravenci rodu *Formica* je k nalezení v kapitole 3.2.6: v Tab. 4.

3.2.5.1. Staphylinidae (čeleď drabčíkovití)

Celosvětově přes 40 000 druhů (Hůrka, 2005). V ČR nalezeno 1470 druhů (Zahradník, 2017). Rozšíření celosvětové i s mírnými oblastmi Arktidy. Druhy široce rozšířené až kosmopolitní. Obývají řadu biotopů: pod kůrou stromů, v hrabance, v tlejících zbytcích rostlin a zdechlinách zvířat (rod *Philonthus* Stephens, 1829). Dle potravy se dělí drabčici na saprofágní (např. *Oxytelus* Gravenhorst, 1802), fytofágní (např. rod *Anthobium* Leach, 1819) a karnivorní (draví, loví jiný hmyz a jeho larvy). Karnivorní druhy loví různé larvy škůdců; někteří loví i žížaly nebo hlemýždě (rod *Staphylinus* Linnaeus, 1758). Velikost 1 až 40 mm (Smetana, 1958).

49 myrmekofilních zástupci u rodu *Formica* v ČR:

Dinarda dentata (Gravenhorst, 1806). Synekentní druh (Sadil, 1955). Brouci rodu *Dinarda* nemají adopční žlázy, takže se vyskytují jen v okrajových částech hnízda. Při agresivní reakci hostitele využívají pouze uklidňující žlázy (Žďárek & Švorcík, 1997). Občas vlezou mezi dvě dělnice předávající si potravu a kus z úst darující dělnice uchopí (Hölldobler & Wilson,

1990). Výskyt u mravenců: *F. sanguinea* (Hölldobler & Wilson, 1990), *F. rufa*, *F. rufibarbis*, *F. fusca*, *F. cinerea*, *F. exsecta*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002).

Gyrohypnus atratus (Heer, 1839). Délka 5,5–6 mm. Podobný *G. fracticornis*; ale menší, světlejší zbarvení. Hlava kratší, širší; postranní okraje za očima konkávně směrem vzad konvexní. Oči menší; spánky trojnásobné délky jak očí; dorsální řádky štítu z 5–7 teček. Synechtr u mravenců *F. rufa*, *F. pratensis* (Smetana, 1958), *F. polycytena*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002).

Leptacinus formicetorum Märkel, 1841. Velikost 3–3,5 mm. Nejmenší druh rodu. Smolně hnědý až černý. Krovky hnědé, vzadu po strach světlejší až žlutavé. Hlava silně lesklá, bez mikroskulptury. 3. článek tykadla stejně široký jak dlouhý. 2. článek delší než 3. Synechtr (Smetana, 1958) nebo synekent (Poláková, 2016) u mravenců: *Formica rufa*, *F. pratensis*, *F. exsecta* (Smetana, 1958).

Lomechusa emarginata (Paykull, 1789). Symfiliální druh (Sadil, 1955). Primární výskyt u mravenců *Myrmica*. Sekundárně pak *Formica fusca*, ve smíšených kolniích *Polyergus rufescens* x *F. sanguinea*, *F. pratensis* (zřídka) (Smetana, 1958), *F. rufa* (Paivinen, et al., 2002), *F. cinerea* (Hlaváč, 2005).

Lomechusa paradoxa Gravenhorst, 1806. Symfil s primárním výskytem u rodu *Myrmica*, sekundární u *F. rufibarbis* – i larvy (Smetana, 1958), *F. fusca*, *F. ruficolis*, *F. cunicularia* (Paivinen, et al., 2002), *Formica pratensis* (Žďárek & Švorcík, 1997).

Lomechusa pubicollis Brisout de B., 1860. Symfil, který je díky chemické komunikaci krměn mravenci. Dospělci se přizívají na jejich mladých. Při přemnožení v hnízdě dojde ke kanibalismu brouků (Andrle, 2009). Primární výskyt: *Myrmica* sp., sekundární: *F. rufa* (Smetana, 1958), *F. truncorum*, *F. rufibarbis*, *F. fusca* (Paivinen, et al., 2002), *F. pratensis* (Hlaváč, 2005), *F. polycytena* (Obenberger, 1949).

Lomechusoides strumosus (Fabricius, 1792). Velikost cca 5 mm (Obenberger, 1949). Výskyt v hnízdech *Formica sanguinea*, *F. rufibarbis*, pak zřídka u *F. rufa*, *F. pratensis*. Také smíšené kolonie: *F. sanguinea* x *F. fusca*, *F. rufibarbis* x *F. fusca*, *F. rufa* x *F. fusca* (Smetana, 1958).

Oxypoda formiceticola Märkel, 1841. Velikost 2,2–2,7 mm; zbarvení světle až tmavě červenohnědé (Zerche, 1986). Výskyt u *Formica rufa*, *F. fusca* (Smetana, 1958), *F. polycytena*, *F. exsecta*, *F. aquilonia*, *F. lugubris* (Paivinen, et al., 2002).

Quedius brevis Erichson, 1840. Velikost 6–7 mm. Smolně hnědý štít, zadeček červenohnědý. Krovky, apikální okraje tergí, holeně červeno až žlutohnědé. Hlava širší

jak delší; oči velké, ploché; před zadním okrajem dvě tečky, vpředu jedna čelní. Štít širší než delší; dopředu zúžený; dorsální řádky tvoří pouze jedna tečka; někdy chybí. Zadeček ke špici málo zúžený; na 7. tergitu světlejší apikální lem. Aedoeagus krátký a široký; ukončen širokou, tupou špicí. Paramera nejprve lehce rozšířena, poté zúžena v tupou špicí; apikální štětinky. Obligátní myrmekofil, synechtr. U mravenců: *Formica rufa*, *F. pratensis* (Smetana, 1958), *F. sanguinea*, *F. exsecta*, *F. aquilonia*, *F. lugubris* (Paivinen, et al., 2002), *F. polycтена* (Parmentier, et al., 2015).

3.2.5.2. Scydmaenidae

V ČR 57 druhů (Zahradník, 2017). Velikost 0,6 až 2,7 mm. Zbarvení od světlé po tmavě hnědou; občas černé. Povrch těla často ochlupený. Potravou jim jsou roztoči (Thomas & Arnett, 2000).

9 myrmekofilních zástupců u rodu *Formica* v ČR (Paivinen, et al., 2002; Zahradník, 2017):

Euconus claviger (P.W.J. Müller & Kunze, 1822) v mraveništích *Formica rufa*, *F. aquilonia*.

Scydmorephes minutus (Chaudoir, 1845) v mravevenišťích *Formica rufa*, *F. pratensis*.

Stenichnus godarti (Latreille, 1806) u *Formica rufa* (Paivinen, et al., 2002).

3.2.5.3. Cryptophagidae (čeled' maločlencovití)

Celosvětově cca 600 zástupců (Hůrka, 2005). V ČR 117 druhů (Zahradník, 2017). Výskyt v květech, v hnízdech drobných ptáků a savců, ve skladech, v hnízdech blanokřídlých: čmeláku a mravenců (r. *Spavius* Motschulsky). Většina druhů se živí hniječnými a plesnivějícími zbytky rostlin. Velikost 1–5 mm.

2 myrmekofilní zástupci u rodu *Formica* v ČR (Lapeva-Gjonova, 2013; Poláková, 2016; Zahradník, 2017):

Spavius glaber (Gyllenhal, 1808) jde snadno determinovat pro charakteristické rysy: hladkého povrchu těla a tvaru předních i zadních rohů štítu. Tělo dlouhé 2 – 2,6 mm, dlouze oválné, hnědočervené. Nalézán v hnízdech rodu *Formica* (Hůrka, 2005).

Hypocoprus latridioides (Motschulsky, 1839) vázán na druhy *Formica rufa*, *F. exsecta*, *F. lugubris* (Lapeva-Gjonova, 2013).

3.2.5.4. Histeridae (mršníkovití)

Na 3800 druhů celosvětově (Hůrka, 2005). V ČR nalezeno 96 druhů (Zahradník, 2017). Výskyt: na výkalech živočichů, mršinách, na vytékající míze stromů, v chodbách dřevokazného hmyzu, hnízda mravenců r. *Formica*. Jde o predátory drobného hmyzu. Tělo klenuté, silně sklerotizované; na holeních otrněná vnější strana (k hrabání); ty brouk při vyrušení zatáhne do prohlubní na těle a znehybní.

4 myrmekofilní zástupci u rodu *Formica* v ČR:

Dendrophilus pygmaeus (Linnaeus, 1758). Dorůstá délky 3 mm. Zbarven je tmavě červenohnědě. Charakteristické znaky: úhlovitě rozšířené holeně, 6 jemných rýh na krovkách (Hůrka, 2005). Synekent (Lapeva-Gjonova & Chehlarov, 2003) u druhů: *Formica polycтена*, *F. rufa*, *F. pratensis*, *F. exsecta*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002).

Hetaerius ferrugineus (Olivier, 1789). Velikost 0,5 (Hůrka, 2005) až 1,4 mm (Obenberger, 1949); žlutě ochlupené okrouhlé tělo. Potravou mu jsou mrtví či zranění mravenci (Hůrka, 2005). Jde o synechtra (Hölldobler & Wilson, 1990); dle jiného zdroje synekent-symfila (Lapeva-Gjonova & Chehlarov, 2003). Vázán na druhy: *F. fusca*, *F. pratensis*, *F. rufibarbis*, *F. sanguinea*, *F. rufa*, *F. cinerea*, *F. exsecta* (Paivinen, et al., 2002).

Myrmetes paykulli Kanaar, 1979. Mastně hnědé zbarvení. Synekentní druh (Obenberger, 1949). Vázán na druhy: *Formica rufa*, *F. polycтена*, *F. pratensis*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002).

Aeletes atomarius (Aubé, 1842) je myrmekofil u rodu *Formica* (Paivinen, et al., 2002).

3.2.5.5. Latridiidae (čeled' Hlodníkovití)

Celosvětově přes 500 druhů (Hůrka, 2005). V ČR 73 druhů (Zahradník, 2017). Velikost 1–3 mm. Hnědé zbarvení; mykofágní (Hůrka, 2005).

3 myrmekofilní druhy vázané na rod *Formica* v ČR (Poláková, 2016):

Corticaria longicollis (Zetterstedt, 1838). Výskyt u druhů: *Formica rufa*, *F. pratensis*, *F. polycтена*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002), *F. exsecta* (Lapeva-Gjonova, 2013).

Dienerella costulata (Reitter, 1877). Vázán na druhy: *Formica pratensis*, *F. rufa*. Nalézán spíše v okolí mravenišť (Lapeva-Gjonova & Rucker, 2011).

Dienerella vincenti Johnson, 2007. Vázán na druhy: *Formica pratensis*, *F. exsecta*. Jedná se o fakultativního myrmekofila (Lapeva-Gjonova & Rucker, 2011).

3.2.5.6. Monotomidae (čeleď Lesklecovití)

Celosvětově cca 250 druhů (Hůrka, 2005); v ČR 24 druhů (Zahradník, 2017).

Velikost 1,3 – 5,5 mm; tykadla paličkovitá. Většina druhů žije v rozkládajících se rostlinných zbytcích (Hůrka, 2005).

2 myrmekofilní zástupci u rodu *Formica* v ČR (Poláková, 2016).

Monotoma angusticollis (Gyllenhal, 1827). Velikost 2,5–2,8 mm. Světle až tmavě hnědé zbarvení; rovnoběžné postranní okraje štítu. Tykadla paličkovitá. Živí se tlejícími zbytky rostlin v kompostu, seně apod. Žije v hnízdech mravenců rodu *Formica* (Hůrka, 2005). Výskyt u mravenců: *Formica rufa*, *F. polyctena*, *F. pratensis*, *F. lugubris*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002).

Monotoma conicicollis Aubé, 1837 má štít protáhlejší a ve směru dopředu zúžený. Žije v mraveništech rodu *Formica* (Hůrka, 2005). Výskyt u druhů *Formica polyctena*, *F. rufa*, *F. lugubris*, *F. aquilonia*, *F. pratensis* (Paivinen, et al., 2002).

3.2.5.7. Tenebrionidae (potemníkovití)

Čeleď zahrnuje 18000 druhů s celosvětovým rozšířením (Hůrka, 2005). V ČR je známo 91 druhů (Zahradník, 2017). Výskyt: stepní a pouštní biotopy, trouchnivé dřevo či tlející rostlinné zbytky, pod kůrou stromů, v hnízdech ptáků a savců, synantropní (škůdci na potravinách). Živí se rozkládajícími rostlinnými zbytky. Velikost od 1,3 do 31 mm.

1 myrmekofilní zástupce u rodu *Formica* v ČR:

Myrmecixenus subterraneus Chevrolat, 1835. Velikost 1,3–1,6 mm. Zbarvení žlutohnědé až hnědočervené (Hůrka, 2005). Nalézán v kupách: *Formica rufa*, *F. polyctena*, *F. fusca*, *F. exsecta*, *F. pratensis*, *F. aquilonia* (Paivinen, et al., 2002).

3.2.5.8. Ptiliidae (čeleď pírníkovití)

Popsáno je cca 450 druhů (Hůrka, 2005). V ČR se vyskytuje 60 druhů (Zahradník, 2017). Velikost od 0,25 mm (*Nanosella fungi*). V ČR max 1 mm (Hůrka, 2005).

2 myrmekofilním zástupci u rodu *Formica* v ČR (Poláková, 2016):

Ptenidium formicetorum Kraatz, 1851. Dosahuje velikosti 0,85–1 mm, s červenohnědými krovkami. Nalezneme ho v hnízdech mravenců *Formica rufa* (Hůrka, 2005).

Ptilium myrmecophilum (Allibert, 1844). Výskyt u druhů: *Formica rufa* (Robinson & Robinson, 2013).

3.2.5.9. Scarabeidae (čeleď vrubounovití)

V ČR 159 druhů (Zahradník, 2017). Podčeleď Cetoniinae nejvíce zastoupena v tropech. Jde o brouky středně velké až velké; tělo silně sklerotizované, krovky vykrojené za rameny umožňují let se zavřenými krovkami (Hůrka, 2005).

2 myrmekofilní zástupci (Cetoniinae) u rodu *Formica* v ČR (Poláková, 2016):

Potosia cuprea (Fabricius, 1775): 14–23 mm dlouhý, barevně proměnlivý druh; ve střední Evropě zastoupen poddruh *Potosia cuprea metallica*: svrchní strana zelená s bílými skvrnami, masně leklého vzhledu, spodní fialová. Imaga se vyskytují od května do července na květech, zralých plodech a vytékající míze stromů. Samice klade vajíčka do substrátu. Larvy se živí odumřelým dřevem; často na okraji hnízdních kup mravenců *Formica rufa*. Tam požívají odumřelé dřevo a odpadky (Hůrka, 2005). Živí se rozkládajícími se rostlinnými pletivy (Andrle, 2009). Vývojový cyklus je dvouletý (Hůrka, 2005). Jde o synekentní hosty (Andrle, 2009).

Protaetia marmorata (Fabricius, 1792): 19–25 mm, larva až 65 mm (Zicha, et al., 1999–2023). Larvy v kupách rodu *Formica* (Obenberger, 1949).

3.2.5.10. Chrysomelidae (čeleď mandelinkovití)

Celosvětové rozšíření s více než 36 000 druhy v 10 podčeledech (Hůrka, 2005). V ČR 549 druhů (Zahradník, 2017). Imaga i larvy býložravé (Hůrka, 2005).

3 myrmekofilní zástupci u rodu *Formica* v ČR (Poláková, 2016):

Clytra quadripunctata (Linné, 1758) spadá do podčeledi Cryptocephalinae. Délka těla je 7–11 mm (Hůrka, 2005). Dospělci žijí na listnatých stromech (živí se rostlinnými pletivy) v blízkosti hnízd mravenců (Andrle, 2009) rodu *Formica* (Hůrka, 2005). Samice klade vajíčko u mraveniště. Obalí ho sekretem, takže připomíná semeno rostlin. Mravenci je odnesou do mraveniště. Larva si vytvoří rourkovitý obal a vyvíjí se v mraveništi. Požírání larvy a vajíčka mravenců (Andrle, 2009). Vývojový cyklus trvá 2 roky a více (Hůrka, 2005).

Clytra laeviuscula Ratzeburg, 1837 má obdobný životní cyklus jako předešlý druh. Larva se živí tlejícím materiálem kupy. Vývoj trvá 2–4 roky (Macek, et al., 2010).

3.2.5.11. Coccinellidae (čeled' slunéčkovití)

V čeledi je popsáno na 5000 druhů (Hůrka, 2005). V ČR 88 druhů (Zahradník, 2017). Rozšíření je celosvětové. Larvální i imaginální stádia většinou dravá. Potravou jsou drobní členovci: mšice, červci, roztoči (Hůrka, 2005).

1 myrmekofilní zástupce u rodu *Formica* v ČR:

Coccinella magnifica (Redtenbacher, 1843) dosahuje velikosti 6–8 mm; tělo široce oválné, 1,4x delší než široké, silně klenuté. Štít černý s velkou čtvercovou bílou skvrnou na předních rozích. Krovky klenutější a vzadu šířeji zaokrouhlené (oproti *C. septempunctata*); červené se sedmi až devíti černými tečkami. Bílé půlměsíčky po stranách štítku. Štítek je 15–18x, epipleury 10x užší než tělo. Nohy, ústní ústrojí a spodní strana těla černé; tykadla hnědá. Na konci nohou drápky s velkým, širokým zubem na bázi. Larva dlouhá 13 mm, tělo protáhlé, šedomodře zbarvená, kolem skleritů a na předohrudi žlutavá. Hrudní sklerity a hrbolky zadečku černé. Vyskytuje se v jehličnatých lesích s vazbou na mravence rodu *Formica*. Těmi není pronásledována. Živí se mšicemi chráněnými mravenci. Častý výskyt na borovicích, zimuje v opadance. Rozšíření v palearktické oblasti; ve střední Evropě druh vzácný (Nedvěd, 2020).

3.2.5.12. Endomychidae

Kolem 120 zjištěných rodů (Hůrka, 2005). V ČR nalezeno 9 druhů (Zahradník, 2017).

1 myrmekofilní zástupce vázaný na rod *Formica* v ČR (Poláková, 2016):

Mycetaea subterranea (Fabricius, 1801) nalezen v hnízdech mravenců *Formica rufa* (Lapeva-Gjonova & Rücker, 2011).

3.2.6. Přehled myrmekofilních brouků vázaných na mravence rodu *Formica*

Následuje úplný výčet myrmekofilních druhů spojených s mravenci rodu *Formica* nalezených v literatuře. Celkem nalezeno 78 druhů (viz Tab. 3; zdroje v popisku).

Tabulka 3: Přehled myrmekofilních brouků vázaných na mravence rodu *Formica* s výskytem v ČR. Vysvětlivky zkratk druhů mravenců rodu *Formica*: Frufa – *Formica rufa*; Fpoly – *Formica polyctena*; Fprat – *Formica pratensis*; Ftrun – *Formica truncorum*; Flugu – *Formica lugubris*; Faqui – *Formica aquilonia*; Fsang – *Formica sanguinea*; Ffusc – *Formica fusca*; Fcuni – *Formica cunicularia*; Fcine – *Formica cinerea*; Frufi – *Formica rufibarbis*; Fexse – *Formica exsecta*; Fpres – *Formica pressilabris*. Zdroje: 1 – (Smetana, 1958), 2 – (Paivinen, et al., 2002), 3 – (Hůrka, 2005), 4 – (Kaczmarczyk-Ziemia, et al., 2020), 5 – (Parmentier, et al., 2015), 6 – (Poláková, 2016), 7 – (Parmentier, et al., 2014), 8 – (Lapeva-Gjonova, 2013), 9 – (Hölldobler & Wilson, 1990),

10 – (Hlaváč, 2005), 11 – (Sadil, 1955), 12 – (Obenberger, 1949), 13 – (Lapeva-Gjonova & Ilieff, 2012), 14 – (Hlaváč, et al., 2007), 15 – (Staniec & Zagaja, 2008), 16 – (Parmentier & Claus, 2019), 17 – (AOPK ČR, 2006-2023), 18 – (Wasmann, 1920), 19 – (Lapeva-Gjonova & Chehlarov, 2003), 20 – (Zahradník, 2017), 21 – (Lapeva-Gjonova, 2004), 22 – (Robinson & Robinson, 2013), 23 – (Lapeva-Gjonova & Rücker, 2011)

ČELEĎ / Druh	Vazba na mravence	Typ myrmekofilie	Zdroje
STAPHYLINIDAE			
<i>Acrotona parvula</i> (Mannerheim, 1830)	Frufa	myrmekofil	2;17;20
<i>Amidobia talpa</i> (Heer, 1841)	Frufa; Fprat, Fexse, Fpoly, Faqui, Ftrun, Fexse, Flugu	myrmekofil	1;2;5;16;20;22
<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802)	Fexse, Frufa, Fpoly	myrmekofil	2;15;20
<i>Amischa bifoveolata</i> (Mannerheim, 1830)	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Anaulacaspis nigra</i> (Gravenhorst, 1802)	Fprat	myrmekofil	5;13;20
<i>Astenus gracilis</i> (Paykull, 1789)	Fpra, Ffus, Fpoly	fakultativní myrmekofil	6;15;20;21;
<i>Batrisodes venustus</i> (Reichenbach, 1816)	Frufa, Ffusc	myrmekofil	2;6;20
<i>Dinarda dentata</i> (Gravenhorst, 1806)	Fsang, Fpoly, Ffusc, Frufi, Fexse, Fcine, Faqui	synekent	2;6;9;11;12;14;20
<i>Dinarda hagensii</i> Wasmann, 1889	Fexse	myrmekofil	1;13;18;20
<i>Dinarda maerkelii</i> Kiesenwetter, 1843	Fprat, Ftrun, Frufa	myrmekofil	1;13;20
<i>Dinarda pygmaea</i> Wasmann, 1894	Frufi	myrmekofil	1;20
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	Frufa, Fexse, Ffusc, Fsang	synechtr	2;6;20
<i>Euplectus nanus</i> (Reichhenbach, 1816)	Frufa, Fpoly	synekent	2;8;12;20;21
<i>Euplectus signatus</i> (Reichenbach, 1816)	Fprat;Frufa		8;20;21
<i>Euryusa optabilis</i> Heer, 1839	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Gyrohypnus angustatus</i> Stephens, 1833	Fprat, Frufa	myrmekofil	6;13;20
<i>Gyrohypnus atratus</i> (Heer, 1839)	Frufa, Fpoly, Fprat, Faqui	synechtr	2;12;20;22
<i>Hypnogyra angularis</i> (Ganglbauer, 1895)	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Lamprinodes saginatus</i> (Gravenhorst, 1806)	Frufa, Fsang, Fexse, Ffusc	myrmekofil	1;2;20
<i>Leptacinus formicetorum</i> Märkel, 1841	Frufa, Fpoly, Fprat, Fexse, Faqui, Fural, Frufi	synechtr (3), synekent (35)	2;6;13;14;16;20
<i>Leptusa ruficollis</i> (Erichson, 1839)	<i>Formica</i> spp.	myrmekofil	2;20

<i>Lomechusa emarginata</i> (Paykull, 1789)	Ffusc, Frufa, Fsang, Fcine; Fprat	symfil	1;2;3;8;10;11;12;13;20
<i>Lomechusa paradoxa</i> Gravenhorst, 1806	Frufi, Fcuni, Ffusc, Fprat	symfil	1;2;6;10;12;20
<i>Lomechusa pubicollis</i> Brisout de B., 1860	Frufa, Ftrun, Frufi, Ffusc, Fpoly; Fprat	symfil	2;6;9;10;12;20
<i>Lomechusoides strumosus</i> (Fabricius, 1792)	Fsang, Frufa, Fprat, Frufi, FsangxFfusc, FrufixFfusc, FrufaxFfusc, Frufa a F pratensis (zřídka)	symfil	1;2;3;6;11;12;20
<i>Lyprocorrhe anceps</i> (Erichson, 1837)	Fexse, Frufa, Fpoly Fprat, Faqui, Ftrun, Flugu	synekent	1;5;6;8;13;15;20
<i>Notothecta flavipes</i> (Gravenhorst, 1806)	Fpoly, Frufa, Ftrun, Fprat, Fsang	synekent	1;6;8;13;15;20
<i>Oligota pusillima</i> (Gravenhorst, 1806)	Frufa, Fexse	myrmekofil	2;14;20
<i>Oxypoda annularis</i> (Mannerheim, 1830)	Frufa	myrmekofil	2;6;20
<i>Oxypoda formiceticola</i> Märkel, 1841	Frufa, Fpoly, Ffusc, Fexse, Faqui, Flugu	myrmekofil	1;2;6;8;13;14;20
<i>Oxypoda haemorrhoea</i> (Mannerheim, 1830)	Fpoly, Faqui, Fexse, Fsang, Frufa, Fprat, Ftrun, Flugu	myrmekofil	1;2;6;8;14;20
<i>Oxypoda rugicollis</i> Kraatz, 1856	Fexse, Fprat, Frufa, Fpres	myrmekofil	1;2;8;13;20
<i>Oxypoda vittata</i> Märkel, 1842	Frufa	myrmekofil	1;2;20
<i>Quedius brevis</i> Erichson, 1840	Frufa, Fprat, Fsang, Fexse, Faqui, Flugu; Fpoly	synechtr	1;2;5;6;11;12;13;16;20
<i>Saulcyella schmidtii</i> (Maerkel, 1844)	Frufa	synekent	2;6;9;20
<i>Scopaeus pusillus</i> Kiesenwetter, 1843	Fprat	myrmekofil	6;13;20
<i>Stenus aterrimus</i> Erichson, 1839	Frufa, Fprat, Fnigr, Ftrun	myrmekofil	1;2;6;13;14;20
<i>Sunius melanocephalus</i> (Fabricius, 1792)	Frufa	myrmekofil	6;13;20
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	Fprat, Fpoly, Ftrun	fakultativní myrmekofil (35)	2;6;8;13;20
<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781)	Fpoly	fakultativní myrmekofil (35)	2;6;8;20

<i>Thiasophila angulata</i> (Erichson, 1837)	Fpoly, Faqui, Fsang, Frufa, Fprat, Flugu, Fural, Ftrun	synekent	1;2;5;6;13;14;16;20
<i>Thiasophila canaliculata</i> Mulsant & Rey, 1874	Frufa, Faqui, Fexse	myrmekofil	1;2;6;8;13;20
<i>Thiasophila inquilina</i> (Märkel, 1842)	Fprat	synekent	1;2;20
<i>Trimium brevicorne</i> (Reichenbach, 1816)	Frufa	synekent	2;6;12;20
<i>Zyras cognatus</i> (Märkel, 1842)	Ffusc, Fexse	synechtr	1;2;6;20
<i>Zyras collaris</i> (Paykull, 1800)	Frufa	synechtr	1;2;6;20
<i>Zyras haworthi</i> (Stephens, 1832)	Frufa	synechtr	1;6;20
<i>Zyras humeralis</i> (Gravenhorst, 1802)	Frufa, Faqui, Fprat, Fpoly	synechtr	1;2;3;5;6;20
<i>Zyras limbatus</i> (Paykull, 1789)	Ffusc, Fexse, Fsang	synechtr	1;2;6;20
SCYDMAENIDAE			
<i>Euconnus claviger</i> (P.W.J. Müller & Kunze, 1822)	Frufa, Faqui	myrmekofil	2;20
<i>Euconnus maeklinii</i> (Mannerheim, 1844)	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Euconnus pragensis</i> Machulka, 1923	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Scydmaenus hellwigii</i> (Herbst, 1792)	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Scydmorephes minutus</i> (Chaudoir, 1845)	Frufa, Fprat	myrmekofil	2;20
<i>Stenichnus godarti</i> (Latreille, 1806)	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Microscydmus minimus</i> (Chaudoir, 1845)	Frufa	myrmekofil	2;20
<i>Microscydmus nanus</i> (Schaum, 1844)	Frufa, Fprat	myrmekofil	2;20
<i>Euthiconus parallellocollis</i> Saulcy, 1878	Frufa	myrmekofil	2;20
CRYPTOPHAGIDAE			
<i>Spavius glaber</i> (Gyllenhal, 1808)	Frufa, Fpoly, Faqui, Fural	synekent	2;6;12;16;20
<i>Hypocoprus latridioides</i> (Motschulsky, 1839)	Fexse, Frufa, Flugu	myrmekofil	8;20
HISTERIDAE			
<i>Dendrophilus pygmaeus</i> (Linnaeus, 1758)	Fpoly, Frufa, Fprat, Fexse, Faqui, Flugu	synekent	2;3;4;8;12;19;20
<i>Hetaerius ferrugineus</i> Olivier	Ffusc, Fprat, Frufi, Fsang, Frufa, Fcine, Fexse	synechtr (48), synekent – symfil (60)	2;3;6;8;9;11;12;14;15;20
<i>Aeletes atomarius</i> (Aubé, 1842)	<i>Formica</i> spp.	myrmekofil	2;20
<i>Myrmetes paykulli</i> Kanaar, 1979	Frufa, Fpoly, Fprat, Faqui	synekent	2;6;12;16;20
LATRIDIIDAE			
<i>Corticaria longicollis</i> (Zetterstedt, 1838)	Frufa, Fprat, Fpoly, Faqui, Fexse	myrmekofil	2;6;8;20;23
<i>Dienerella costulata</i> (Reitter, 1877)	Fprat, Frufa	myrmekofil	6;20;23

<i>Dienerella vincenti</i> Johnson, 2007	Fprat, Fexse	fakultativní myrmekofil	6;20;23
MONOTOMIDAE			
<i>Monotoma conicicollis</i> Aube, 1837	Frufa, Faqui, Fprat, Fpoly, Fural, Flugu	synekent	2;5;6;12;16;20;22
<i>Monotoma angusticollis</i> (Gyllenhal, 1827)	Frufa, Fpoly, Fprat, Flugu, Faqui	synekent	2;5;6;16;20;22
TENEBRIONIDAE			
<i>Myrmexenus subterraneus</i> Chevrolat, 1835	Frufa, Fexse, Ffusc, Fprat, Fpoly, Faqui, Fpres, Fcine	synekent	2;6;8;20
PTIILIDAE			
<i>Ptenidium formicetorum</i> Kraatz, 1851	Frufa, Fpoly, Faqui, Fprat	synekent	2;6;20
<i>Ptilium myrmecophilum</i> (Allibert, 1844)	Fsang, Frufa, Faqui, Fprat, Ftrun	synekent	2;6;8;20;22
SCARABAEIDAE: CETONIINAE			
<i>Potosia cuprea metallica</i> (Herbst, 1782)	Frufa, Fprat,	myrmekofil	2;3;6;11;12;20
<i>Protoetia marmorata</i> (Fabricius, 1792)	<i>Formica</i> spp.	myrmekofil	6;12;20
CHRYSOMELIDAE			
<i>Clytra quadripunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Frufa, Fpoly, Fprat, Fsang, Fexse, Ffusc, Faqui, Flugu	synekent	2;3;6;7;11;16;17;20
<i>Clytra laeviuscula</i> Ratzeburg, 1837	Fsang	myrmekofil	6;19;20
COCCINELLIDAE			
<i>Coccinella magnifica</i> L. Redtenbacher, 1843	Frufa, Fexse, Ffusc, Fsang	synekent	2;6;20
ENDOMYCHINAE			
<i>Mycetaea subterranea</i> (Fabricius, 1801)	Frufa	synekent	6;7;8;20

3.3. Metody odchyту myrmekofilních brouků

V již provedených studiích myrmekofilní druhy autoři odchyтávali metodou prosívání. Vzorky mravenišť k prosevu odebírali z hloubky do 10 cm od povrchu hnízda (Härkönen & Sorvari, 2018). Odebírali vzorky o objemu 2 litry (Robinson & Robinson, 2013). Při prosívání se nejprve prosívá substrát přes prosívadlo. Když je spodní část prosívadla plná, umístí se prosetý materiál do pytlíku z prodyšného materiálu (např. papír, v létě vlhčený), což zabrání zapaření a úhynu brouků. Dále se substrát separuje v xeroeklektoru (Winkler, 1974).

Nejčastějšími metodami sběru dospělců i larev *Coccinella magnifica* jsou sklepávání a smýkání z vegetace; v teplém počasí se z důvodu rychlejších vzletů sluníček doporučuje spíše smýkání. Pro nápadné zbarvení se často uplatňuje i individuální sběr (Nedvěd, 2020).

4. Metodika

4.1. Charakteristika zájmového území: CHKO Český les

4.1.1. Obecné informace o chráněné krajinné oblasti

Chráněná krajinná oblast Český les se nachází na západě České republiky v Plzeňském kraji. Situuje se podél hranic České republiky a Spolkové republiky Německo v severojižním směru. Nejvyšším vrcholem je Čerchov (1042 m. n. m.). Nachází se uvnitř PLO Český les.

Byla založena v roce 2005. Zaujímá území 470 km². Krajina zůstala nenarušena díky vysídlení původních vesnic a vytvoření pohraničního pásma Železné opony.

Chráněny jsou zde původní bučiny, rašelinné louky, rašeliniště s borovicí blatkou, pastviny, louky a zarůstající lady (AOPK ČR, 2022).

4.1.2. Přírodní lesní oblast Český les

Přírodní lesní oblast Český les se nachází na západě České republiky při hranicích se Spolkovou republikou Německo. Na východ ji lze vymezit pomyslnou hranicí mezi městy Mariánské lázně, Tachov a Domažlice. Celkem zaujímá plochu 110 063 ha (z toho se lesní pozemky rozkládají na 65 809 ha). Lesnatost PLO je tedy 59,8 %.

Území spadá do geomorfologických celků: Český les, Švihovská vrchovina, Všerubská vrchovina, Podčeskoleská pahorkatina, Chebská pánev a Smrčiny. Nejnižší bod PLO v místě, kde potok Kouba přechází hranice České republiky a Spolkové republiky Německo: 420 m. n. m. Nejvyšším bodem je vrchol Čerchov: 1042 m. n. m. Zahrnuje tedy lesní vegetační stupně: 3. – dubobukový, 4. – bukový, 5. – jedlobukový, 6. – smrkobukový. Z půd převažují kambizemě, pseudogleje a gleje. Dřevinná skladba dle LHP v 2015: 79 % SM, 8 % BO, 13 % BK (ÚHÚL, 2020).

4.1.3. Lokalita Uhlířský vršek: charakteristika a klima

Šlo o lokalitu Uhlířský vršek (618 m. n. m.) – menší vršek poblíž Uhlířského vrchu (650 m. n. m.) (© Seznam.cz, a.s, © AOPK ČR; © Příspěvatelé OpenStreetMap, 2022). Nachází se při SV okraji CHKO Český les, ve III. zóně CHKO (© Seznam.cz, a.s, © AOPK ČR; © Příspěvatelé OpenStreetMap, nedatováno). Dle typologické klasifikace ÚHÚL lokalita určena jako soubor lesních typů 5K, ekologická řada 3 (© Seznam.cz, © OpenStreetMap; © Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2022). Jde o lesy pod správou Lesů České republiky s.p.

(LZ Kladská, Polesí Chodský Újezd). Porosty 136 F 3 (M1, M3), 136 A 5 (M2, M4), 136 A 3 (M5) (© ČÚZK & © LCR, 2005–2016).

Porosty hodnotím jako silně poškozené zvěří (M2, M4, M5 – odhad 90 % a více, M1, M3 – odhad kolem 70 %). Mraveniště M2, M4, M5 – se nacházela ve SM monokultuře, mraveniště M1 a M3 ve smíšeném lese či spíš pasece s nálety dřevin (BR, SM, DB, BK).

V letech 1991–2009 byla naměřena průměrná roční teplota v 5. LVS PLO 7,4 °C. Průměrný roční úhrn srážek činil 753 mm. Bylo zaznamenáno 34 dní ve vegetačním období, kdy alespoň po dobu 10 dní byl denní úhrn srážek méně jak 1 mm. Počet tropických dní (s teplotou 30 °C a více) byl 6 (ÚHÚL, 2020).

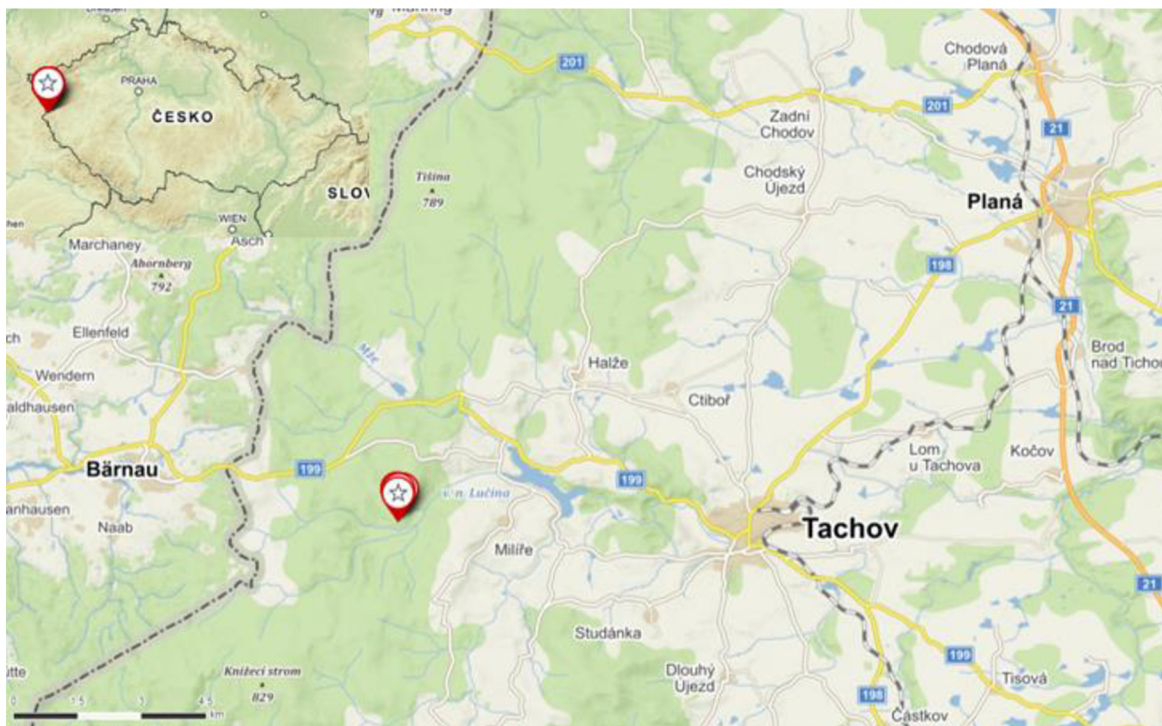
4.2. Poloha a charakteristika studovaných mravenišť

Nad 5 hnízdních kup druhu *Formica polyctena* v CHKO Český les (viz Obr. 2) byly instalovány pasivní nárazové pasti. Konkrétně šlo o lokalitu Uhlířský vršek (618 m. n. m.) s pozorovaným četným výskytem mravenišť (viz Obr. 3). Svah vrchu s mraveništi byl orientován na jih až jihovýchod. Následuje (Tab. 4) stručná charakteristika mravenišť a pozorované disturbance (fotodokumentace viz Příloha XIV)

Tabulka 4: Charakteristika zkoumaných mravenišť druhu *Formica polyctena*

Mraveniště	Souřadnice	Poloha	Disturbance	
			Datum	Původce
1	49.7999156N, 12.5207117E	palouk	2–3 22	savci/ptáci
2	49.8006700N, 12.5209100E	okraj linky	3 a 1 122	ptáci
3	49.8007478N, 12.5222164E	palouk	10–1 122	<i>Sus scrofa</i>
4	49.8008019N, 12.5204922E	porost	2–3 22	ptáci
5	49.8009158N, 12.5202831E	porost	2–3 a 10–1 122	<i>Sus scrofa</i>

Souřadnice mravenišť (www.mapy.cz) v souřadnicovém systému: WGS84. Na mapě níže jsou znázorněny konkrétní lokality hnízdních kup mravenců.



Obrázek 2; Mapa č. 1 – vyznačení lokality Uhlířský vršek u města Tachov na mapě (s minimapou pro vyznačení polohy v ČR); převzato z webu: www.mapy.cz



Obrázek 3; Mapa č. 2 – lokace jednotlivých mravenišť na lokalitě Uhlířský vršek na satelitní mapě; převzato z webu mapy.cz

4.3. Instalace pasivních nárazových pastí a odběry vzorků

2.3.2022 bylo nainstalováno 5 pasivních nárazových pastí – jedna nad každou kupu (fotodokumentace pastí na jaře a na podzim viz Přílohy II až XI). Ve třech bodech byly

zavěšeny a napnuty na drát. Pasti byly nainstalovány tak, aby se dno pasti nedotýkalo podkladu (k zamezení přístupu mravenců do pasti). Dále byly na dráty přidány plastové kelímky, které tvořily bariéru pro mravence lezoucí po drátu. Tímto bylo zabráněno nežádoucímu odchytu mravenců do pasti.

Past se skládala z plastové stříšky o průměru 45 cm a výšce 5,5 cm. Dále navazovaly dvě plexiskla do kříže o rozměrech 40x50 cm (šířka x výška) a tloušťce 2 mm. Ty tvořily nárazovou plochu pasti. Pod nimi byl umístěn trychtýř o horním průměru 39 cm, dolním 8 cm a výšce 30 cm. Následovaly sběrné nádoby o objemu 1,5 l. Ty byly vyrobeny ze spodní části PET láhve na destilovanou vodu (2 l) s rozměry: 11x10x21 cm (délka x šířka x výška). Jednotlivé komponenty byly spojeny dráty.

Odběry z pasti byly prováděny cca ve 2týdeních intervalech. Konkrétně 18 odběrů ve dnech: 16., 30.III., 13., 27.IV., 11., 25.V., 8., 22.VI., 6., 20.VII., 3., 17., 31.VIII.2022, 18., 28.IX., 12., 26.X. a 13.XI.2022. 13.XI.2022 byl odchyt ukončen a pasti odinstalovány. Fixační tekutinou byl 100% nasycený roztok NaCl – v každé pasti 1 l (pravidelně sléván a doplňován při každém odběru). Při odběru byla tekutina slita přes trychtýř do odběrné nádoby nad lavorem (k zabránění znehodnocení vzorku při vylití).

4.4. Odběry substrátu

Odběry substrátu k prosevům započaly taktéž 2.III.2022. Vždy jeden vzorek z daného mraveniště (cca 10–20 cm od svrchní části hnízda) a jeden vzorek z jeho okolí (definováno ze vzdálenosti 2–3 m od mraveniště). Konkrétně byl z daného místa odebrán 1 litr substrátu (hrabanky či substrátu z mraveniště). K oddělení hrubých částí substrátu bylo použito prosívadlo (s velikostí ok 1 x 1 cm; viz Příloha XIII). Substrát byl následně důkladně zbaven pomocí entomologické pinzety živých mravenců. Ti byli hned vypuštěni zpět do mraveniště. Do xeroeklektoru (viz Příloha XII) byl substrát přemístěn v papírovém pytlíku (v létě navlhčeném). Tyto odběry probíhaly v měsíčních cca 4týdeních intervalech; konkrétně 11 odběrů ve dnech: 2., 30.III., 27.IV., 25.V., 22.VI., 23.VII., 17.VIII., 18.IX., 12.X., 7.XI. a 5.XII.2022. Odběry substrátu tedy byly ukončeny k 5.XII.2022.

4.5. Třídění, preparace a determinace vzorků

Vzorky z PNP byly umístěny do ledničky. Dále se průběžně slévaly přes sítko a byly přebírány ve velké Petriho misce. Vzorky brouků byly dále lepeny disperzním, průhledným lepidlem na štítky. Ty byly posléze opatřeny lokálním štítkem s názvem lokality a datem

odběru. Vzorčky, které vyžadovaly pro determinaci preparaci pohlavních orgánů (např. čeleď Staphylinidae) byly předem umístěny do epruvetek s roztokem kyseliny octové.

Odebrané vzorky substrátu byly nejprve přebrány v xeroeklektoru. Po určitém počtu dní (v závislosti na okolní teplotě a vlhkosti) byl prosetý vzorek odebrán, poté byl substrát přesypán uvnitř ze síťky do síťky. Následovně již probíhala kontrola prosetého materiálu do dalšího prosevu. Cca 1–3 dny před dalším odběrem substrátu byly xeroeklektory důkladně zbaveny substrátu předešlého.

Dále byli z přebraného substrátu manuálně entomologickou pinzetou nebo koňskou žíní na dřívku odebíráni brouci do smrtičky. Tam byli usmrceni pomocí ethylacetátu. Dále přesunuti do epruvetek a umístěni do mrazáku. Odebírané, preparované a evidované byly pouze vzorky dospělců nalezených brouků. Preparace byla provedena stejně jako u vzorků z PNP. Čeledi Leiodiidae a Staphylinidae byli vypreparováni pod binokulární lupou v laboratoři. Brouci čeledi Staphylinidae byli pod binolupou dále roztříděni do skupin morfodruhů. Poté byla provedena determinace. Nakonec byla provedena revize preparace a determinace doc. Nakládalem.

Část čeledi Leiodiidae byla zdeterminována p. Zdeňkem Švecem (Praha); čeledi Monotomidae, Latridiidae, Cerylonidae a Ciidae p. Pavlem Průdkem (Brno); čeleď Staphylinidae p. Pavlem Krásenským (Most) a p. Matušem Kociánem (Praha); čeleď Scydmaenidae a podčeleď Pselaphinae p. Lukášem Blažejem (Varnsdorf) a p. Martinem Švarcem (Varnsdorf); čeleď Formicidae p. Pavlem Bezděčkou (Jihlava). Determinace byla provedena do druhu.

4.6. Grafická a statistická zpracování výsledků

Výsledky byly zpracovávány v aplikaci Microsoft Excel. Byl vytvořen list s databází všech výsledků se sloupci: Datum, Čeleď, Podčeleď, Rod a druh, ks, Odchyt, Mraveniště a Myrmekofilie. Dále byly vygenerovány kontingenční tabulky s členěním dle data, typu odchytu či kritéria myrmekofilie (myrmekofilní, nemyrmekofilní a neurčené druhy). Výsledky byly graficky znázorněny. Pro myrmekofilní druhy byly vytvořeny sloupcové grafy po jednotlivých měsících pro znázornění letové aktivity a dynamiky v mraveništi. K vyhodnocení efektivnosti PNP, prosevu substrátu z okolí mraveniště a prosevu substrátu mraveniště byl na úrovni abundance i druhové početnosti použit test dobré shody.

5. Výsledky

Celkem bylo odchyceno 1614 ks brouků. Kompletní výčet odchycených druhů s počtem kusů pro jednotlivé metody odchyty viz Příloha I.

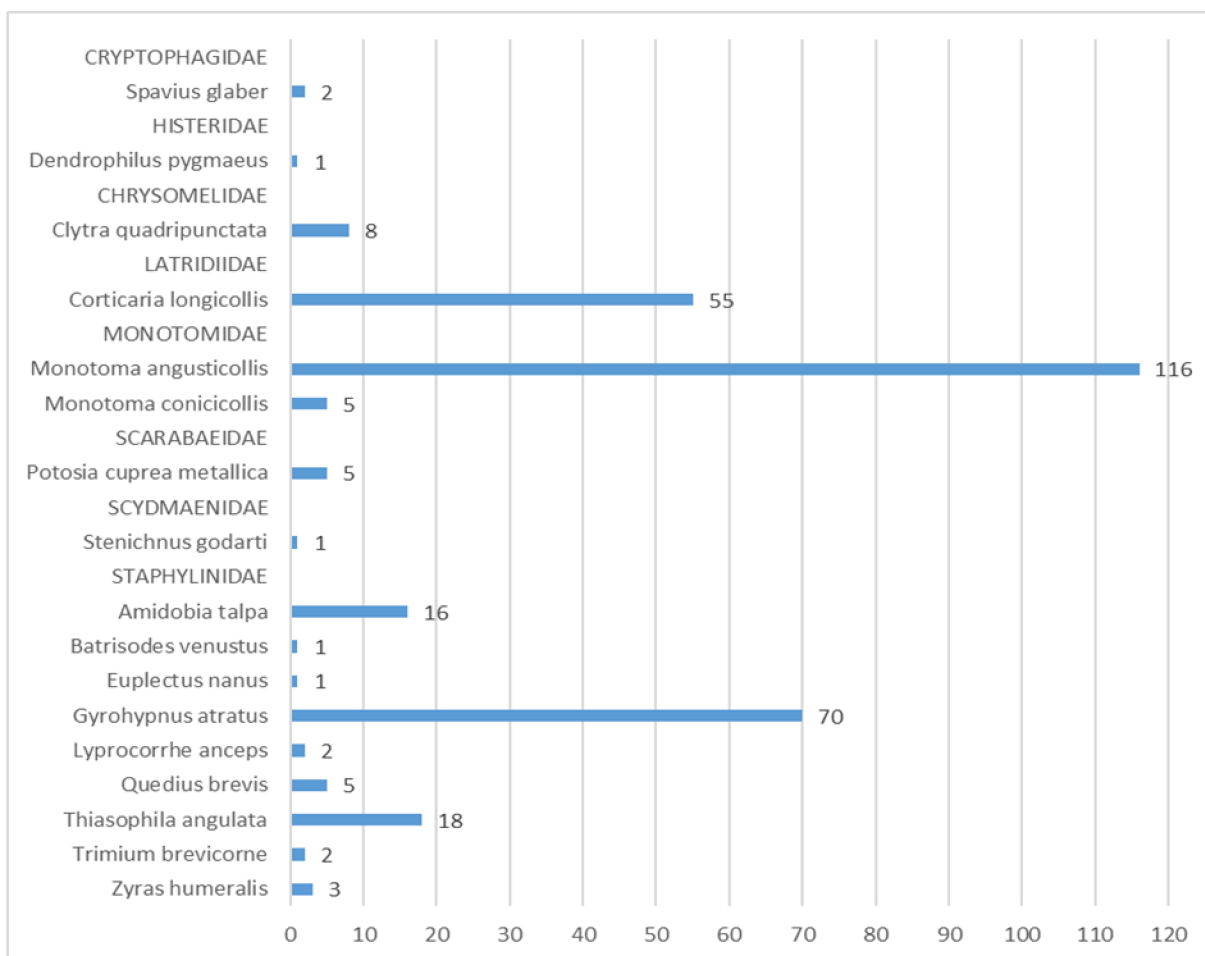
5.1. Srovnání všech odchycených brouků

Myrmekofilních brouků bylo odchyceno 311 ks (19 %) z celkem odchycených. Nemyrmekofilních brouků bylo odchyceno 1262 ks (78 %). Nedeterminováno bylo 41 ks (3 %).

Z celkového počtu odchycených brouků bylo nejvíce – 767 ks (48 %) odchyceno metodou pasivních nárazových pastí – PNP, 489 ks (30 %) prosevem substrátu z okolí mraveniště a 358 ks (22 %) metodou prosevu substrátu z mraveniště.

5.2. Výčet nalezených myrmekofilních druhů

Myrmekofilních brouků bylo nalezeno 17 druhů o celkovém počtu 311 kusů (viz. Obr. 4).



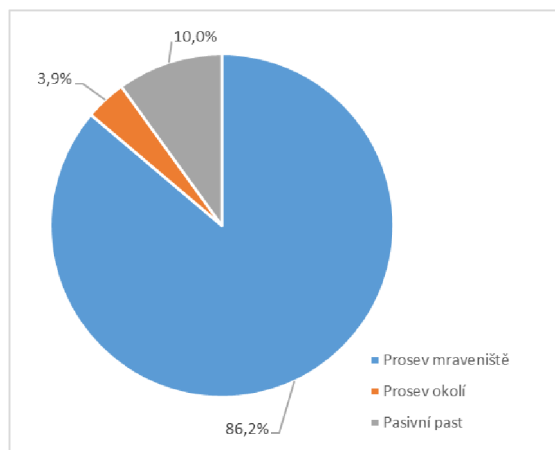
Obrázek 4: Grafické srovnání celkového počtu kusů jedinců zachycených myrmekofilních brouků v jednotlivých čeledích

Nejvíce brouků bylo zachyceno z čeledi Monotomidae – 121 ks z 311 ks. Nejpočetnější druhy byly *Monotoma angusticollis* – 116 ks, *Gyrophypnus atratus* – 70 ks a *Corticaria longicollis* – 55 ks (viz Obr. 4).

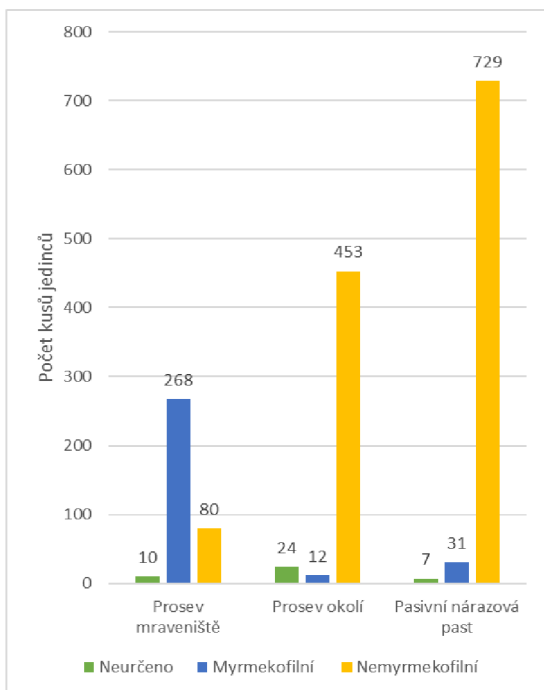
5.3. Srovnání metod odchyty dle počtu jedinců a druhů odchytených myrmekofilních brouků

Z celkového počtu jedinců myrmekofilů (311 ks) bylo nejvíce (viz Obr. 5) odchytno prosevy mraveniště – 268 ks (86 %); 31 ks (10 %) pasivními nárazovými pastmi. Nejmenší část myrmekofilů byla odchytna prosevy okolí – 12 ks (4 %).

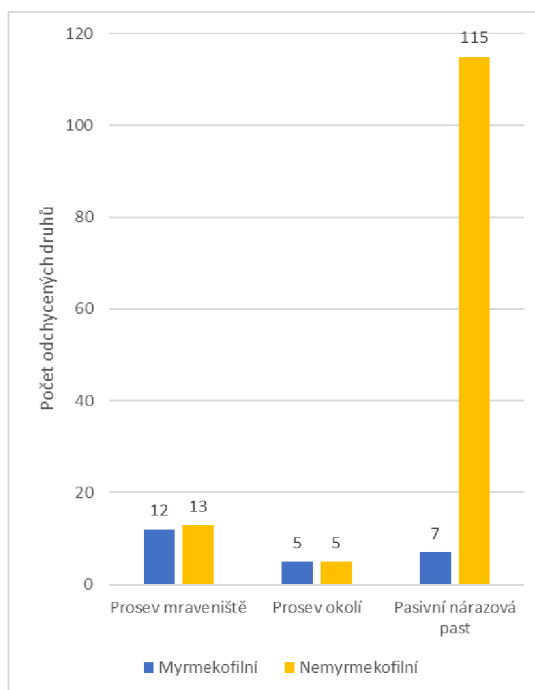
Nejvyšší poměr zachycených jedinců myrmekofilních brouků (viz obr. 6) vykazují prosevy substrátu mraveniště – 268 z 358 ks (75 %). Naopak nejnižší poměr – 12 z 489 ks (2 %) jedinců myrmekofilních brouků byl odchytn prosevy okolí. Pasivní nárazové pasti zachytily poměr jedinců myrmekofilních brouků – 31 ze 767 ks (4 %).



Obrázek 5: Poměr zachycení jednotlivými metodami odchyty z celkového počtu ks jedinců odchytených myrmekofilních brouků



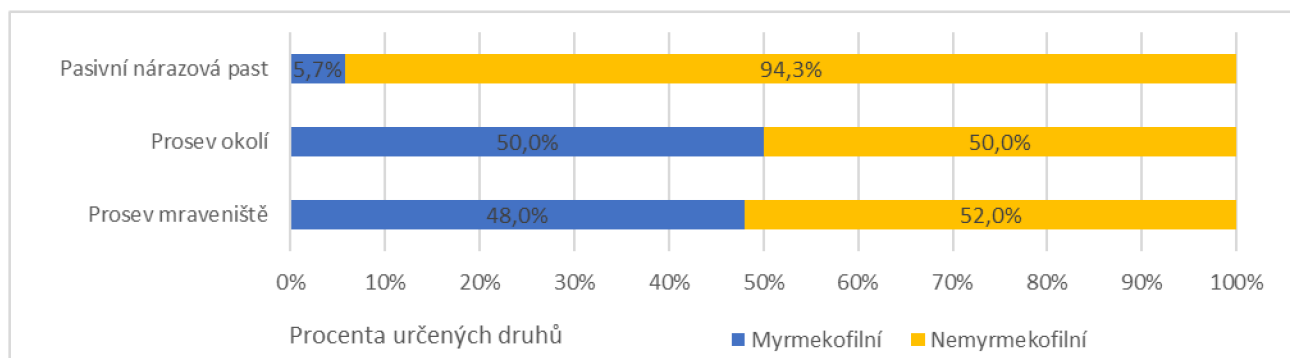
Obrázek 6: Počty nalezených myrmekofilních, nemyrmekofilních a neurčených kusů jedinců brouků pro jednotlivé zkoumané metody odchyty



Obrázek 7: Počty nalezených myrmekofilních, nemyrmekofilních a neurčených kusů jedinců brouků pro jednotlivé zkoumané metody odchyty

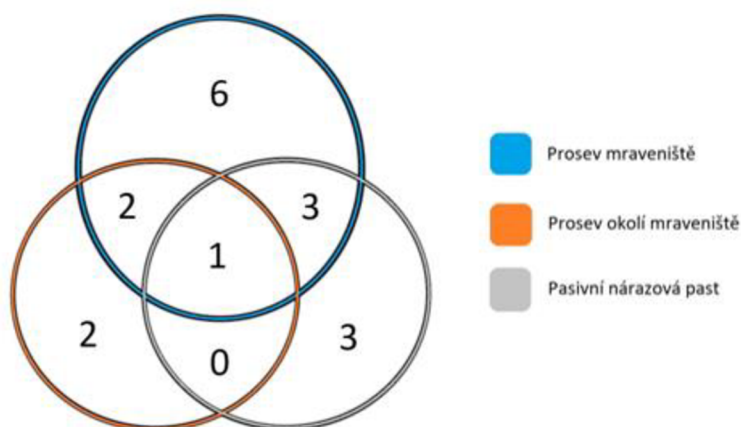
Pro počty určených druhů (viz obr. 7, 8) je pak bilance myrmekofilů a nemymekofilů vyrovnaná u prosevů: mraveniště – 12 myrmekofilních z 25 odchycených druhů brouků (48 %); okolí – 5 myrmekofilních z 10 odchycených druhů brouků (50 %). Pasivní nárazové pasti vykazují i poměr druhů nízký: pouze 7 myrmekofilních ze 122 odchycených druhů brouků (6 %).

Prosevy substrátu mraveniště umožňují odchyt většího počtu jedinců myrmekofilních druhů oproti prosevům okolí mraveniště ($p < 0,001$) i oproti PNP ($p < 0,001$). Stejně tak pomocí PNP je možno odchytit větší množství jedinců myrmekofilních druhů oproti prosevům okolí mraveniště ($p = 0,004$). Při srovnání všech tří použitých metod odchytu pro počet myrmekofilních druhů nebyl zjištěn prokazatelný rozdíl mezi jednotlivými metodami ($p > 0,09$).



Obrázek 8: Relativní vyjádření poměru určených nalezených myrmekofilních a nemymekofilních druhů brouků jednotlivými metodami odchytu

Velká část druhů byla odchycena více metodami. V grafickém znázornění (Obr. 9) jsou k nalezení počty zachycených druhů jednotlivými metodami a jejich kombinacemi. Nejúspěšnějšími metodami dle počtu odchycených druhů byly prosevy mraveniště (6 druhů), dále pasivní nárazové pasti či kombinace obou zmíněných (obě metody po 3 druhích).



Obrázek 9: Porovnání počtu nalezených myrmekofilních brouků v prosevech mraveniště, prosevech okolí mraveniště a pasivních nárazových pastech a kombinací těchto metod Vennovým diagramem

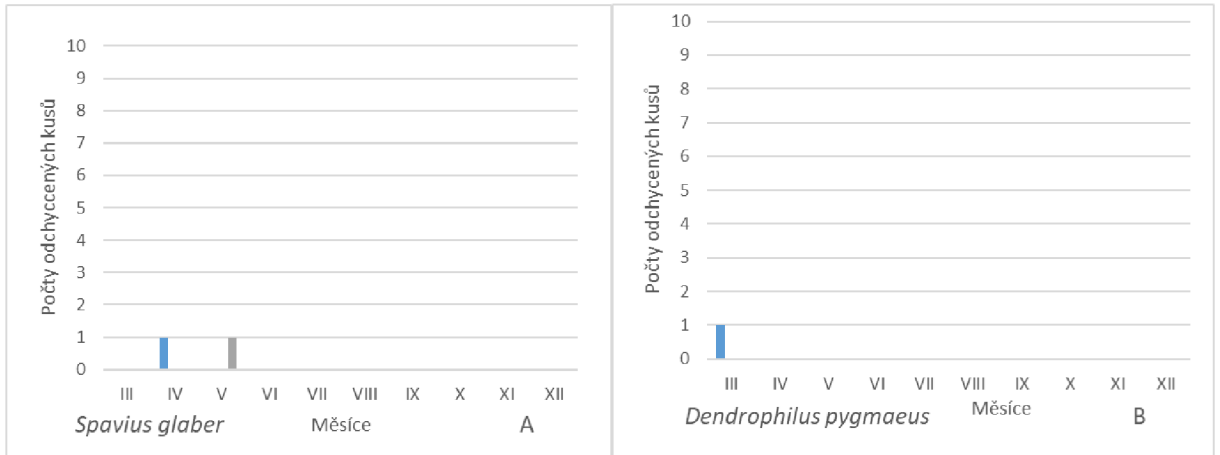
Pouze v substrátu mraveniště byly nalézány druhy (viz Tab. 5): *Dendrophilus pygmaeus*, *Monotoma conicicollis*, *Batrisodes venustus*, *Euplectus nanus*, *Lyprocorrhe anceps* a *Quedius brevis*. Pouze v substrátu z okolí mraveniště byly zaznamenány druhy: *Trimium brevicorne* a *Zyras humeralis*. Pouze v pasivních nárazových pastech byly zaznamenány druhy: *Clytra quadripunctata*, *Potosia cuprea metallica* a *Stenichnus godarti*.

Tabulka 5: Vyznačení zjištěných úspěšných metod odchyty pro jednotlivé nalezené myrmekofilní druhy

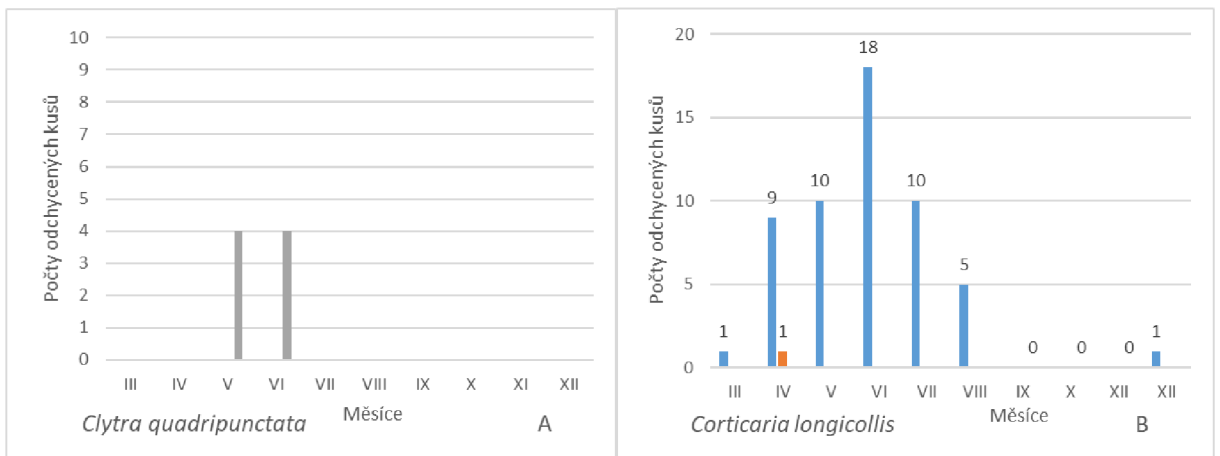
ČELEĎ/Rod a druh	Prosev mraveniště	Prosev okolí mraveniště	Pasivní nárazová past
CRYPTOPHAGIDAE			
<i>Spavius glaber</i>	X		X
HISTERIDAE			
<i>Dendrophilus pygmaeus</i>	X		
CHRYSOMELIDAE			
<i>Clytra quadripunctata</i>			X
LATRIDIIDAE			
<i>Corticaria longicollis</i>	X	X	
MONOTOMIDAE			
<i>Monotoma angusticollis</i>	X		X
<i>Monotoma conicicollis</i>	X		
SCARABAEIDAE			
<i>Potosia cuprea metallica</i>			X
SCYDMAENIDAE			
<i>Stenichnus godarti</i>			X
STAPHYLINIDAE			
<i>Amidobia talpa</i>	X	X	
<i>Batrisodes venustus</i>	X		
<i>Euplectus nanus</i>	X		
<i>Gyrophypnus atratus</i>	X	X	X
<i>Lyprocorrhe anceps</i>	X		
<i>Quedius brevis</i>	X		
<i>Thiasophila angulata</i>	X		X
<i>Trimium brevicorne</i>		X	
<i>Zyras humeralis</i>		X	

5.4. Letová aktivita a dynamika výskytu v mraveništi u zachycených myrmekofilních brouků

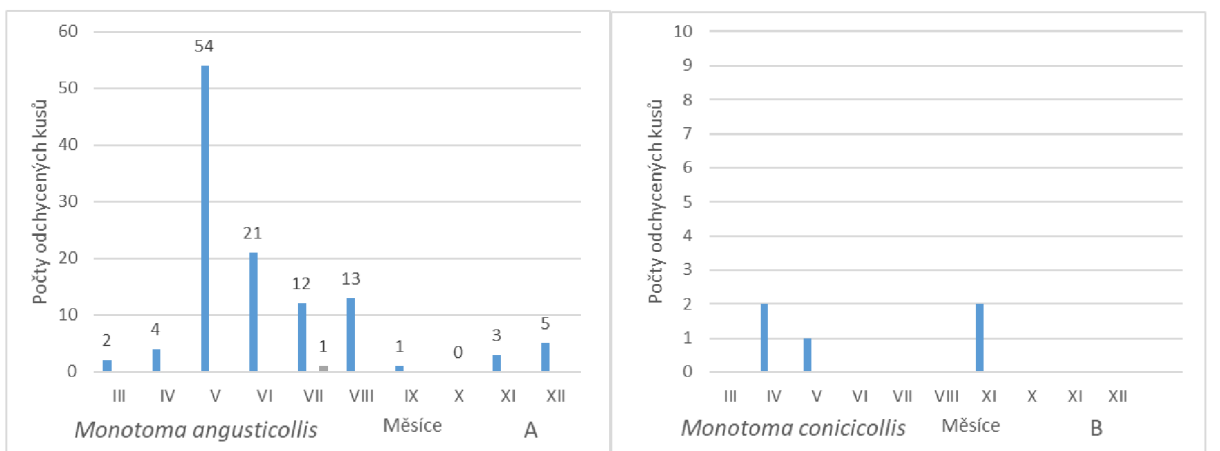
Letová aktivita byla pasivními nárazovými pastmi zaznamenána u 7 ze 17 zachycených druhů myrmekofilních brouků. V každém sledovaném měsíci byl zaznamenán alespoň 1 druh.



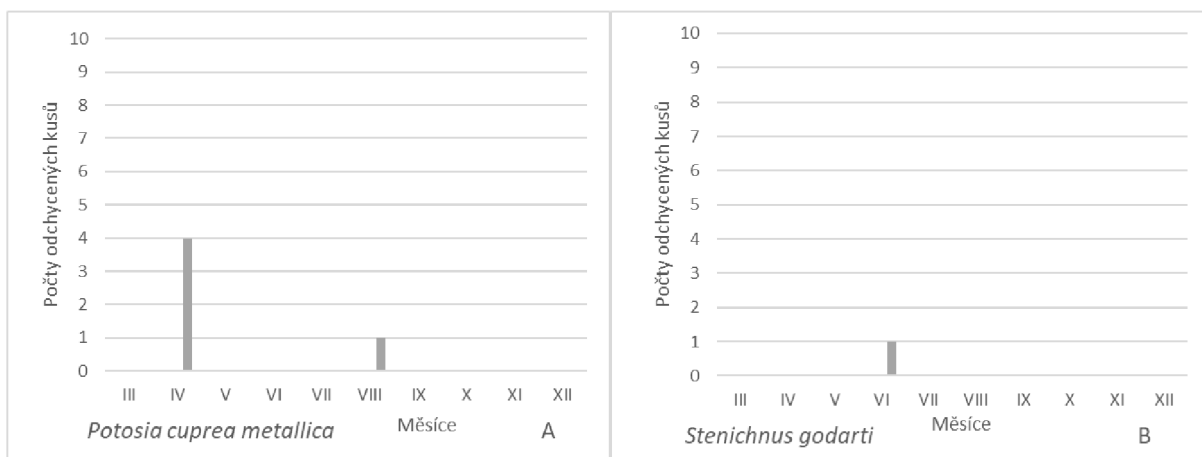
Obrázek 10: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Spavius glaber* (A) a *Dendrophilus pygmaeus* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50



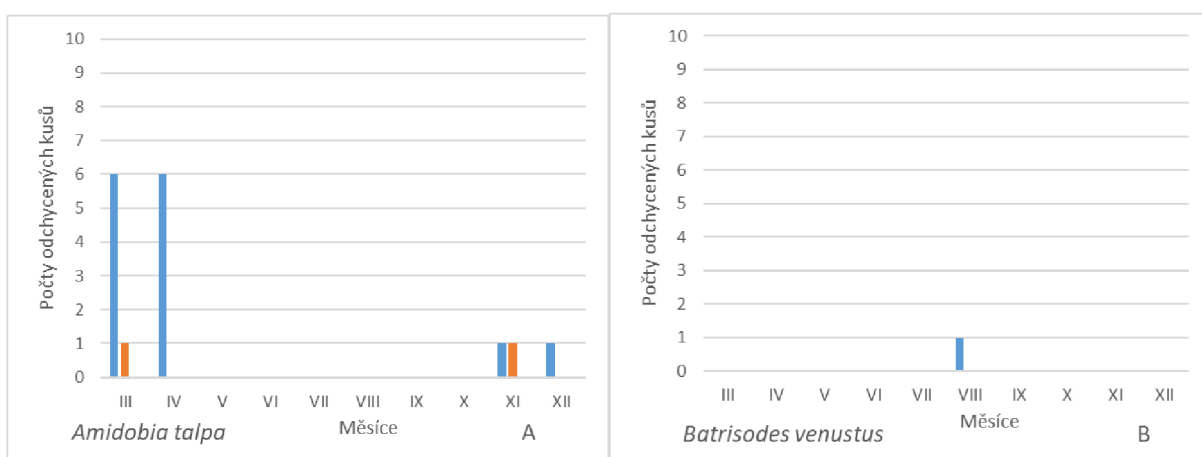
Obrázek 11: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Clytra quadripunctata* (A) a *Corticaria longicollis* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50



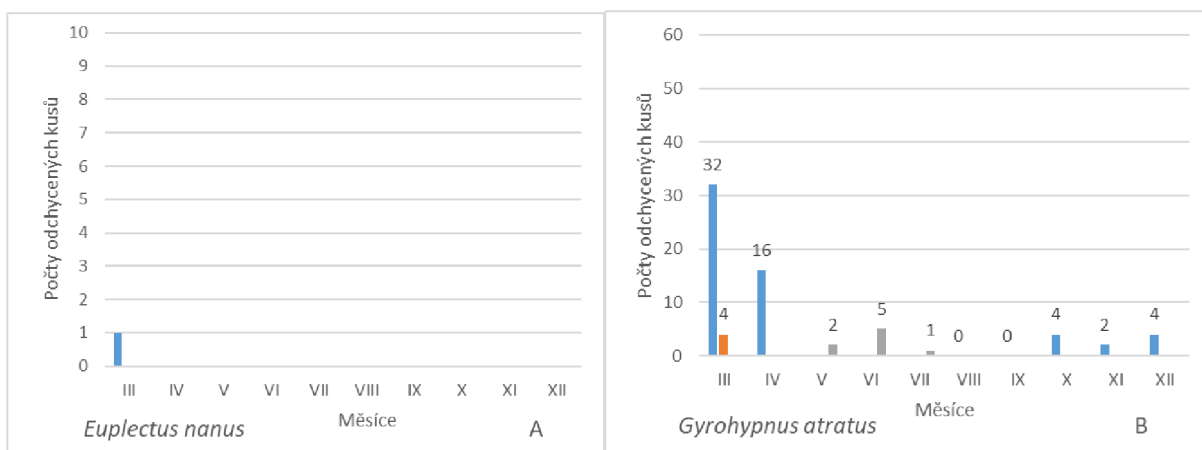
Obrázek 12: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Monotoma angusticollis* (A) a *Monotoma conicollis* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50



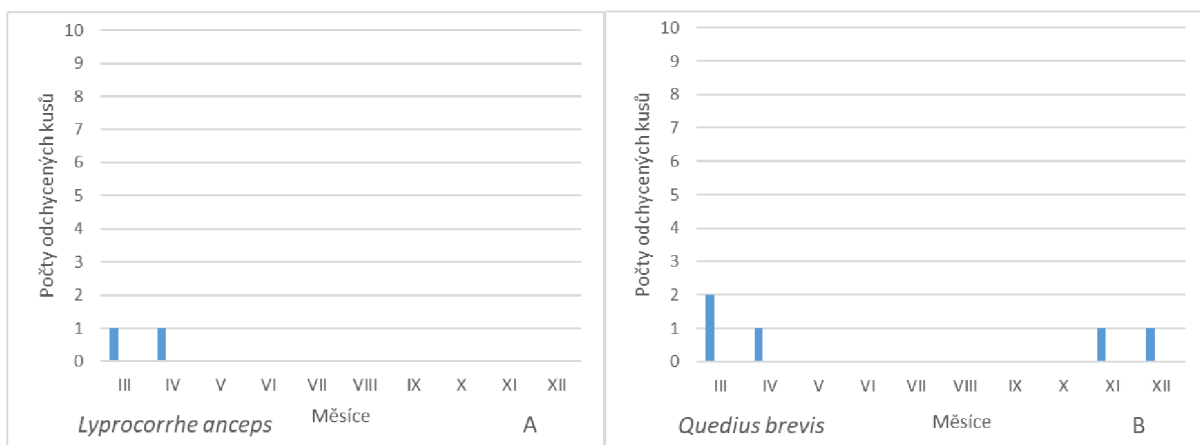
Obrázek 13: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Potosia cuprea metallica* (A) a *Stenichnus godarti* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50



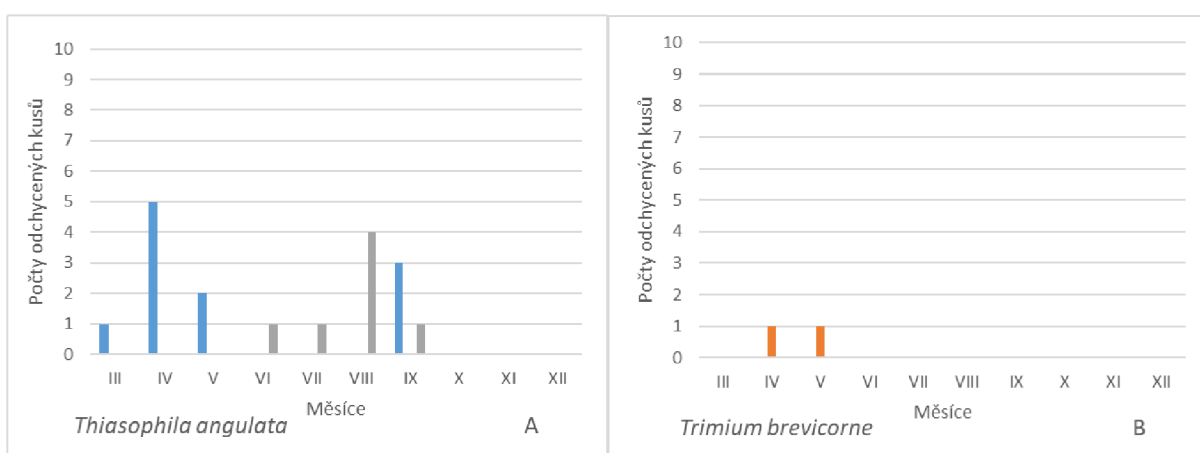
Obrázek 14: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Amidobia talpa* (A) a *Batrisodes venustus* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50



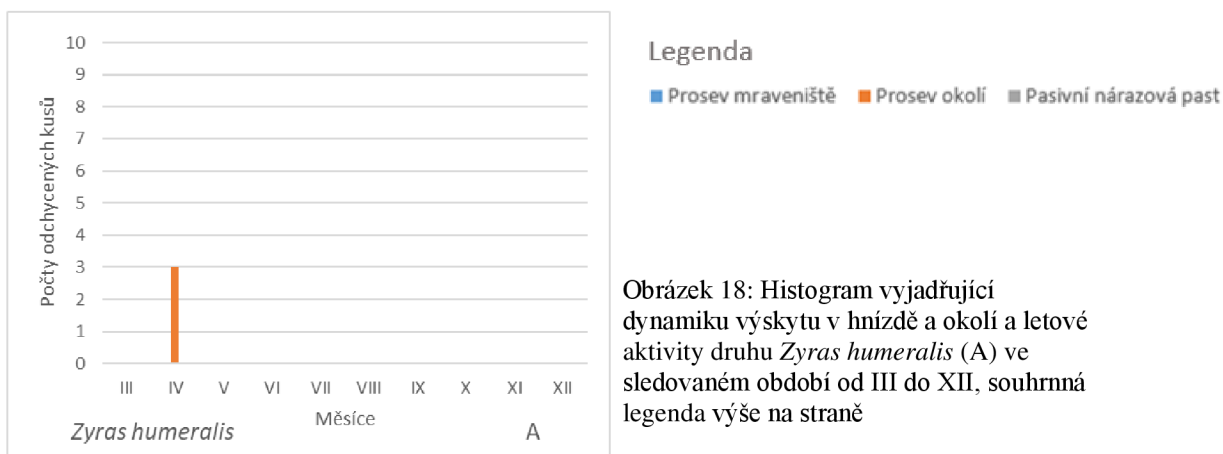
Obrázek 15: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Euplectus nanus* (A) a *Gyrohypnus atratus* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50



Obrázek 16: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Lyprocorrhe anceps* (A) a *Quedius brevis* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda níže na straně



Obrázek 17: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: *Thiasophila angulata* (A) a *Trimum brevicorne* (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda níže na straně



Obrázek 18: Histogram vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhu *Zyrras humeralis* (A) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda výše na straně

Nejvíce jedinců v odchycích co nejvíce rozložených během sledovaného období bylo u druhů: *Monotoma angusticollis* (viz Obr.12), *Gyrophypnus atratus* (viz Obr. 15), *Corticaria longicollis* (viz Obr. 11), *Thiasophila angulata* (viz Obr. 17) a *Amidobia talpa* (viz Obr. 14). To umožňuje detailnější pohled do dynamiky výskytu v hnízdě a letové aktivity. Druh *M. angusticollis* odchycen v mraveništi ve všech měsících kromě X (115 ks). Letová aktivita byla zaznamenána v měsíci VII (1 ks). Výskyt druhu *G. atratus* v mraveništi byl zaznamenán

v měsících X až IV (58 ks). V měsíci III byl druh zaznamenán (4 jedinci) prosevem okolí mraveniště. Letová aktivita tohoto druhu byla pozorována v měsících V–VII (8 ks). Druh *C. longicollis* byl odchyťován prosevy mraveniště od III do VIII a XII (54 ks). Dále druh nalezen i prosevem okolí v měsíci IV (1 ks). Výskyt druhu *T. angulata* v mraveništi byl zaznamenán v měsících III až V a IX (11 ks). Letová aktivita pozorována od IV do IX (7 ks). Druh *A. talpa* byl odchyten v měsících III až IV a XI a XII v mraveništi (14 ks). Dále také prosevy okolí v měsících III a XI (2 ks).

Pouze v pasivních nárazových pastech byly zachyceny druhy: *Clytra quatripunctata* (viz Obr. 11), *Potosia cuprea metallica* (viz Obr. 13) a *Stenichnus godarti* (viz Obr. 13). Druh *C. quatripunctata* v PNP zaznamenán v měsících V a VI (8 ks). Druh *P. cuprea metallica* v PNP zaznamenán v měsících IV a VIII (5 ks). Druh *S. godarti* v PNP zaznamenán v měsíci VI (1 ks).

Pouze v substrátu z mraveniště byly nalezeny druhy: *Monotoma conicicollis* (viz Obr. 12), *Quedius brevis* (viz Obr. 16), *Lyprocorrhoe anceps* (viz Obr. 16), *Dendrophilus pygmaeus* (viz Obr. 10), *Batrisodes venustus* (viz Obr. 14) a *Euplectus nanus* (viz Obr. 15). Druh *M. conicicollis* byl odchyten v měsících IV, V a IX (5 ks). *Q. brevis* byl odchyten v měsících III, IV, XI a XII (5 ks). *L. anceps* byl odchyten v měsících III a IV (2 ks). *D. pygmaeus* byl odchyten v měsíci III (1 ks). *B. venustus* byl odchyten v měsíci VIII (1 ks). *E. nanus* byl odchyten v měsíci III (1 ks).

Pouze v okolí mraveniště odchyteny druhy: *Zyras humeralis* (viz Obr. 18) a *Trimium brevicorne* (viz. Obr. 17). *Z. humeralis* byl odchyten v měsíci IV (3 ks). *T. brevicorne* byl odchyten v měsících IV a V (2 ks). Druh *Spavius glaber* (viz Obr. 10) byl odchyten v mraveništi v měsíci IV (1 ks) a v PNP v měsíci V (1 ks).

Výskyt v mraveništi během období X až III s následnou letovou aktivitou od III do IX byl pozorován u druhů: *Spavius glaber*, *Gyrohypnus atratus* a *Thiasophila angulata*. U druhů *Monotoma angusticollis* a *Monotoma conicicollis* nebyla pozorována letová aktivita, ale za to výskyt v mraveništi po celý rok poměrně ve velkém počtu kusů. Největší počet ks byl pozorován v měsíci V (55 z celkového počtu 121 ks rodu *Monotoma*).

Tabulka 6: Sumární počty myrmekofilních druhů brouků odchytených v pasivních nárazových pastech v jednotlivých měsících

III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0	1	3	4	3	2	1	0	0

Nejvíce druhů myrmekofilů na měsíc bylo v pasivních nárazových pastech zachyceno v měsících V, VI a VII (viz Tab. 6).

6. Diskuze

Z nedeterminovaných jedinců (41 ks) mohli zvýšit počet myrmekofilních jedinců a druhů následující: rod *Oxypoda* (7 ks v prosevu mraveniště, 1 ks v okolí mraveniště, 2 ks v PNP), rod *Leptusa* (1 ks v okolí mraveniště) a 1 jedinec čeledi Latridiidae (zachycen v PNP). Druhy čeledi Latridiidae (Poláková, 2016; Lapeva-Gjonova, 2013; Lapeva-Gjonova & Rücker, 2011; Paivinen, et al., 2002), druhy rodu *Oxypoda* – *O. annularis*, *O. formiceticola*, *O. haemorrhoea*, *O. rugicollis*, *O. vittata* a druh *Leptusa ruficollis* (Paivinen, et al., 2002) jsou totiž v literatuře a provedených zmiňovány jako myrmekofilní. Druhové spektrum myrmekofilů z prosevů kupy druhu *Formica polyctena* bylo obdobné průzkumům studovaným v rešerši. Nejpočetnější byla čeleď *Staphylinidae*, což odpovídá tvrzení, že se jedná o jednu z nejpočetnějších čeledí myrmekofilních brouků (Otto, 1901). Pozorovány v souladu s již provedenými studiemi (Kaczmarczyk-Ziemba, et al., 2020; Parmentier & Claus, 2019; Parmentier, et al., 2015; Paivinen, et al., 2002) byly druhy: *Spavius glaber* (Paivinen, et al., 2002), *Dendrophilus pygmaeus* (Paivinen, et al., 2002; Kaczmarczyk-Ziemba, et al., 2020), *Clytra quadripunctata* (Parmentier & Claus, 2019), *Monotoma angusticollis* (Paivinen, et al., 2002; Parmentier, et al., 2015;), *Monotoma conicicollis*, *Corticaria longicollis* (Paivinen, et al., 2002). Z čeledi *Staphylinidae*: *Amidobia talpa* (Paivinen, et al., 2002; Parmentier, et al., 2015), *Euplectus nanus*, *Gyrophypnus atratus* (Paivinen, et al., 2002), *Lyprocorrhe anceps*, *Quedius brevis* (Parmentier, et al., 2015) a *Thiasophila angulata* (Paivinen, et al., 2002; Parmentier, et al., 2015) a *Zyras humeralis* (Parmentier, et al., 2015). Oproti tomu druhy: *Potosia cuprea metallica*, *Stenichnus godarti*, *Batrisodes venustus* a *Trimium brevicorne* jsou v již provedené studii (Paivinen, et al., 2002) uváděny u druhů mravenců: *Formica rufa*, *F. fusca* a *F. pratensis*. V této bakalářské práci ale byly zachyceny v hnízdech (nebo okolí hnízd) druhu *Formica polyctena*, který již provedené studie (Kaczmarczyk-Ziemba, et al., 2020; Parmentier & Claus, 2019; Parmentier, et al., 2015; Paivinen, et al., 2002) jako jejich hostitelský druh neuvádí.

V substrátu okolí mraveniště byly odchyceny většinou nemyrmekofilní druhy a synechtričtí myrmekofilové. Z nemyrmekofilních druhů (výskyt těchto druhů poblíž mraveniště zaznamenán také ve studii Paivinen, et al., 2002) byla nejpočetnější *Atheta cf. fungi fungi*. U druhu *Quedius brevis* byl pozorován překvapivý výskyt v kupě i na jaře (III – IV) a na podzim (XI). Druh *Zyras humeralis* byl zaznamenán pouze na jaře v okolí mraveniště. To je v rozporu s tvrzením, že zmíněné druhy se v mraveništi vyskytují jen v zimě (Parmentier, et al., 2014). To by mohlo být umožněno stále sníženou aktivitou

mravenců (na jaře a na podzim) a prodlouženým obdobím snížené teploty kvůli poloze lokality v nadmořské výšce 618 m. n. m. (© Seznam.cz, a.s, © AOPK ČR; © Přispěvatelé OpenStreetMap, 2022).

Dospělci druhu *Potosia cuprea metallica* byli odchyceni pouze v letových pastech, což odpovídá tomu, že v kupě se nachází pouze larvy, které se tam vyvíjí (Hůrka, 2005). Ty také byly občas nacházeny, ale protože je práce zaměřena na dospělé brouky, byly ponechány v substrátu mraveniště.

Podle rozdělení myrmekofilních brouků do skupin dle metod odchyty i s překryvy metod (viz obr. 9) se ukázala nejúčinnější metoda prosívání substrátu mraveniště (6 ze 17 druhů). Metoda byla využita také v již prováděných studiích mravenišť (Härkönen & Sorvari, 2018; Robinson & Robinson, 2013).

Pasivní nárazové pasti jsou využívány často k odchyty saproxylických brouků (Jonsell, 2012; Sverdrup-Thygeson & Birkemoe, 2009; Bouget, et al., 2008). Letové pasti jsou také úspěšně užívány k odchyty nemyrmekofilních druhů z čeledi Staphylinidae na zemědělské půdě (Guseva & Koval, 2020; Levesque & Levesque, 1996; Hunter, et al., 1991). K odchyty myrmekofilních druhů nebyly dosud užívány.

Samotné letové pasti ale zachytily velké množství necílových druhů brouků (115 z celkových 122 druhů; 729 ze 767 ks). To se jeví jako velká nevýhoda pasivních nárazových pastí. Letová aktivita by se pomocí pasivních nárazových pastí dala zkoumat. Pro větší množství dat by ale bylo třeba průzkumu s využitím většího množství pastí. Jak bylo již zmíněno, je nutno počítat s tvrzením, že past zachycuje veškerý hmyz prolétající jejím okolím. Tedy hmyz žijící v daném substrátu, ale také hmyz, který územím jen prolétá. Je nasnadě potřeba skupinu brouků z lokality poblíž pasivní nárazové pasti a skupinu brouků jen prolétajících oddělit. Lze pro upřesnění výsledků využít jinou metodu odchyty či typu pasti (Sverdrup-Thygeson & Birkemoe, 2009) jako například právě prosevy (Härkönen & Sorvari, 2018; Robinson & Robinson, 2013).

Druhá bohatost a abundance metodou pasivních nárazových pastí oproti již prováděnými studiím saproxylických brouků pomocí těchto pastí (Økland, 1996) byla nižší. Pomocí pasivních nárazových pastí jsem zachytil 122 druhů o abundanci 767 ks. Oproti tomu ve studii bylo zachyceno 266 druhů o abundanci 1456 ks. Počet druhů na počet odchycených kusů poměrně odpovídá. Vliv může mít také větší počet pastí: 25 použitých PNP ve studii (Økland, 1996) oproti 5 PNP použitých v této studii.

Největší počet druhů v PNP v měsících V, VI a VII (viz Tab. 6) se částečně kryje s rojením mravenců druhu *Formica polyctena* v měsících IV a V (Macek, et al., 2010)

a mohla by tedy být tímto ovlivněna. Část takto odchycených druhů ale byli synekenti: *Clytra quadripunctata*, *Potosia cuprea metallica*, *Monotoma angusticollis*. Jejich dospělci nebo larvy využívají niku mraveniště (Smetana, 1958) a navzájem se s mravenci ignorují (Sadil, 1955). Jejich letová aktivita tedy může být na rojení mravenců nezávislá. Vrchol letové aktivity zachycených myrmekofilních druhů čeledi Staphylinidae od V do VII (zaznamenaný pomocí PNP) odpovídal pozorovanému vrcholu letové aktivity nemymekofilních brouků z čeledi Staphylinidae ve jiné studii (Levesque & Levesque, 1996).

7. Závěr a přínos práce

Práce podává výsledky o srovnání metod odchyty a letové aktivity myrmekofilních druhů. Metody odchyty byly porovnány z hlediska počtu odchycených druhů a kusů myrmekofilních brouků, dále dle poměru odchyty necílových brouků. Také byla vytvořena tabulka s přehledem úspěšných metod odchyty pro jednotlivé odchycené myrmekofilní brouky. Následuje shrnutí významných poznatků o zkoumaném tématu:

- Nejvyšší poměr jedinců myrmekofilních brouků 268 z 358 celkem odchycených brouků (75 %) vykazují prosevy substrátu mraveniště, jejichž účinnost byla naopak potvrzena a použití doporučuji.
- Pasivní nárazové pasti vykazují poměr jedinců myrmekofilních brouků 31 ze 767 celkem odchycených jedinců brouků (4 %) a pro jejich odchyt se zdají málo účinné.
- Prosevy substrátu okolí mraveniště zachytily nejnižší poměr jedinců myrmekofilních brouků 12 z 489 celkem odchycených jedinců brouků (2 %) a jsou nejméně účinné.
- Prosevy substrátu mraveniště bylo odchyceno 12 myrmekofilních z 25 odchycených druhů brouků (48 %) a jedná se tedy o neúčinnější metodu.
- Pasivními nárazovými pastmi bylo odchyceno 7 myrmekofilních ze 122 odchycených druhů brouků (6 %) a z hlediska počtu druhů se zdají být více účinné.
- Prosevy okolí mraveniště bylo odchyceno 5 myrmekofilních z 10 odchycených druhů brouků (50 %).
- 6 myrmekofilních druhů brouků bylo odchyceno pouze prosevy, 3 druhy pouze pasivními nárazovými pastmi a 2 druhy pouze prosevy substrátu z okolí mraveniště.
- Pasivní nárazové pasti jsou užitečné pro zkoumání letové aktivity myrmekofilů, ale je třeba počítat se záchytem velkého množství necílových druhů brouků.
- Pomocí pasivních nárazových pastí byla zaznamenána letová aktivita u druhů: *Spavius glaber* (Cryptophagidae), *Clytra quadripunctata* (Chrysomelidae), *Monotoma angusticollis* (Monotomidae), *Potosia cuprea metallica* (Scarabaeidae), *Stenichnus godarti* (Scydmaenidae), *Gyrophypnus atratus* a *Thiasophila angulata* (Staphylinidae).
- Nejvíce druhů myrmekofilních brouků bylo odchyceno do pasivních nárazových pastí v měsících V, VI a VII.

8. Seznam použité literatury

- AOPK ČR, ©2006–2023. *Portál informačního systému ochrany přírody: Zvláště chráněné druhy (zkrácený výpis)*. [Online]. [cit. 6.3.2023]. Dostupný z: https://portal.nature.cz/redlist/v_cis_vyhl.php?akce=seznam&opener=&vztazne_id=0&order=&orderho/w=DESC&frompage=650
- AOPK ČR, ©2022. *Charakteristika oblasti Český les – AOPK ČR*. [Online]. [cit. 18.9.2022]. Dostupný z: <https://ceskyles.nature.cz/charakteristika-oblasti>
- ADAMS, Eldridge S., 2016. Territoriality in ants (Hymenoptera: Formicidae): a review. *Myrmecological news* 23, 101–118.
- ALPERT, Gary, D. & RITCHER, P. O., 1975. *Notes on the life cycle and myrmecophilous adaptations of Cremastocheilus armatus (Coleoptera: Carabidae)*, 283–291
- ANDRLE, Michal, 2009. 7 nejzvláštnějších mravenčích nájemníků. *21. století: revue objevů, vědy, techniky a lidí*, 34–38.
- ANDRLE, Michal, 2011. Superorganismus aneb co nového v hmyzích státech? *21. století: revue objevů, vědy, techniky a lidí*, 122.
- BEZDĚČKA, Pavel, 1982a. Metodická příručka. Akce Formica č. 1, Příručka ochrany přírody. *Biologie lesních mravenců a inventarizace jejich hnízd*, 4–31.
- BEZDĚČKA, Pavel, 1982b. Lesní mravenci skupiny *Formica rufa* v ČSSR. *Zprávy ČSE, Klíče k určování hmyzu*, 139–144.
- BEZDĚČKOVÁ, Klára & BEZDĚČKA, Pavel, 2007. *Formica picea* Nylander, 1846 (Hymenoptera: Formicidae) v centrální části Českomoravské vrchoviny. *Acta rerum naturalium*, 23–28.
- BEZDĚČKOVÁ, Klára & BEZDĚČKA, Pavel, 2020. Polydomní kolonie *Formica foreli* Bondroit, 1918 (Hymenoptera: Formicidae) na lokalitě Štěměchy v roce 2020. *Acta rerum naturalium*, s. 29–33.
- BOLTON, Barry, 2003. *Synopsis and classification of Formicidae*. Gainesville, FL: American Entomological Institute.
- BOUGET, C., BRUSTEL, H., BRIN, A., NOBLECOURT, T., 2008. Sampling saproxylic beetles with window flight traps: methodological insights. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 21–32.
- FIEDLER, Konrad, 2001. Ants that associate with Lycaeninae butterfly larvae: diversity, ecology and biogeography. *Diversity and Distributions* 7 (1–2), 45–60.
- GIULIO, Andrea Di, STACCONI, Marco, Valerio, Rossi & ROMANI, Roberto, 2009. Fine structure of the antennal glands of the ant nest beetle *Paussus favieri* (Coleoptera, Carabidae, Paussini). *Arthropod Structure & Development* 38 (4), 293–302.
- GÖSSWALD, Von, Karl, 1982. Ökologie und Geographische Verbreitung der Waldameisen Arten. *Zeitschrift für angewandte Zoologie*, 29–77.
- GUSEVA, O., G. & KOVAL, A., G., 2020. Flight activity of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in the agricultural landscape in the Leningrad Region. *Russian Entomological Journal* 29 (1), 153–156.
- HÄRKÖNEN, Salla & SORVARI, Jouni, 2018. Comparison of ant-associated beetle communities inhabiting mounds of forest-dwelling ants in forests and forest clearings. *Canadian Journal of Forest Research* 48 (8), 881–887.
- HLAVÁČ, Petr, 2005. Revision of the Myrmecophilous genus *Lomechusa* (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *Sociobiology* 46 (2), 203–250.
- HLAVÁČ, Petr, BEKCHIEV, Rostislav, RŮŽIČKA, Jan, LACKNER, Tomáš, 2007. Contribution to the knowledge of myrmecophilous beetles (Coleoptera). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 71, 131–136. ISSN 1211-376X
- HÖLLDOBLER, Bert, KWAPICH, Christina, HAIGHT, Kevin, 2018. Behavior and exocrine glands in the myrmecophilous beetle *Lomechusoides strumosus* (Fabricius, 1775) (formerly called *Lomechusa strumosa*) (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *PLOS One* 13 (7), 1–38.
- HÖLLDOBLER, Bert & WILSON, Edward, O., 1990. *The Ants*. Berlin: Springer Verlag. ISBN 9780674040755
- HÖLLDOBLER, Bert & WILSON, Edward, O., 1997. *Cesta k mravencům*. Praha: Academia. ISBN 80-200-0612-5
- HUNTER, J. S., FINCHER, G. T., BAY, D. E. & BEERWHINKLE, K. R., 1991. Seasonal Distribution and Diel Flight Activity of Staphylinidae (Coleoptera) in Open and Wooded Pasture in East-Central Texas. *Journal of the Kansas Entomological Society* 64 (2), 163–173.
- HŮRKA, Karel, 2005. *Brouci České a Slovenské republiky (Beetles of Czech and Slovak republic)*. Vít Kabourek editor. Zlín: Kabourek. 2. vydání. ISBN 978-80-86447-17-9.
- JONSELL, Mats, 2012. Old park trees as habitat for saproxylic beetle species. *Biodiversity and Conservation* 21, 619–642.

- KACZMARCZYK-ZIEMBA, Agnieszka, ZAGAJA, Mirosław, WAGNER, Grzegorz, PIETRYKOWSKA-TUDRUJ, Ewa, STANIEC, Bernard, A., 2020. First Insight into Microbiome Profiles of Myrmecophilous Beetles and Their Host, Red Wood Ant *Formica polyctena* (Hymenoptera: Formicidae) — A Case Study. *Insects* 11 (2), 1-19
- LAPEVA-GJONOVA, Albena, 2004. Pselaphinae (Coleoptera: Staphylinidae) from Ant Nests (Hymenoptera: Formicidae) in Southwestern Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 56 (1), 69–73.
- LAPEVA-GJONOVA, Albena, 2013. Ant-Associated Beetle Fauna in Bulgaria: A Review and New Data. *Psyche* 2013, 1–19.
- LAPEVA-GJONOVA, Albena & CHEHLAROV, Evgeni, 2003. Contribution to the Knowledge of the Myrmecophilous Histeridae (Insecta: Coleoptera) in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 55 (1), 11–13.
- LAPEVA-GJONOVA, Albena & Ilieff, Ognyan, 2012. Ant-Associated Rove Beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in Bulgaria. *Acta Entomologica Slovenica* 20 (1), 73–84.
- LAPEVA-GJONOVA, Albena & RÜCKER, Wolfgang, H., 2011. Latridiidae and Endomychidae beetles (Coleoptera) from ant nests in Bulgaria. *Heft* 8, 5–8. ISSN 1613-2440.
- LEVESQUE, Claire & LEVESQUE, Gilles-Yvon, 1996. Seasonal Dynamics of Rove Beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in a Raspberry Plantation. *Journal of the Kansas Entomological Society* 69 (4), 285–301.
- MACEK, Jan, STRAKA, Jakub, BOGUSCH, Petr, DVOŘÁK, Libor, BEZDĚČKA, Pavel, TYRNER, Pavel, 2010. *Blanokřídli České republiky. I., Žahadloví*. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1772-7
- NEDVĚD, Oldřich, 2020. *Brouci čeledi sluněčkovití (Coccinellidae) střední Evropy, Zoologické klíče*. Praha: Academia. 297 s. ISBN 978-80-200-3023-8
- NOVÁK, Vladimír, 2014. *Brouci čeledi potemnikovití (Tenebrionidae) střední Evropy. Zoologické klíče*. Praha: Academia. 418 s. ISBN 978-80-200-2338-4
- OBENBERGER, Jan, 1949. *Ze života mravenců*. Praha: Vyšehrad.
- OTTO, Jan, 1901. *Ottův slovník naučný ilustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí 17. Median – Navarrete*. [Online]. Praha: J. Otto [cit. 13.10.2022]. Dostupné z: <https://www.digitalniknihovna.cz/nkp/periodical/uuid:7e11fe20-043e-11e5-95ff-5ef3fc9bb22f>.
- OTTONETTI, Lorenzo, TUCCI, Lorenzo & SANTINI, Giacomo, 2006. Recolonization Patterns of Ants in a Rehabilitated Lignite Mine in Central Italy: Potential for the Use of Mediterranean Ants as Indicators of Restoration Processes. *Restoration Ecology* 14 (1), 60–66.
- PAIVINEN, Jussi, AHLROTH, Petri, KAITALA, Veijo, 2002. Ant-associated beetles of Fennoscandia and Denmark. *Entologica Fennica* 13(1), 20–40.
- PARMENTIER, Thomas, BOUILLON, Steven, DEKONINCK, Wouter. & WENSELEERS, Tom, 2015. Trophic interactions in an ant nest microcosm: a combined experimental and stable isotope (d13C/d15N) approach. *Nordic Society Oikos*, 1–11.
- PARMENTIER, Thomas & CLAUS, Ruben., 2019. A Dazzling Number of Beetles (Coleoptera) in a Hibernating Nest of Red Wood Ants, *Formica rufa* Linnaeus (Hymenoptera: Formicidae). *The Coleopterist Bulletin* 73 (3), 761–764.
- PARMENTIER, Thomas, DEKONINCK, Wouter & WENSELEERS, Tom, 2014. A highly diverse microcosm in a hostile world: a review on the associates of the red wood ants (*Formica rufa* group). *Insectes Sociaux*, 229–237. DOI 10.1007/s00040-014-0357-3
- PECH, Pavel, 2014. Úvod do fylogeneze a evoluce mravenců. *Živa*, 291–295.
- POLÁKOVÁ, Barbora, 2016. *Myrmekofilie v palearktu*. Hradec Králové. Bakalářská práce. Univerzita Hradec Králové. Přírodovědecká fakulta. Katedra biologie.
- ROBERTSON, James, A. & MOORE, Wendy, 2016. Phylogeny of *Paussus* L. (Carabidae: Paussinae): unravelling morphological convergence associated with myrmecophilous life histories. *Systematic Entomology*, 1–37.
- ROBINSON, N. A. & ROBINSON, Elva J., 2013. Myrmecophiles and other Invertebrate nest Associates of the Red Wood Ant *Formica rufa* (Hymenoptera: Formicidae) in North-West England. *British Journal of Entomology & Natural History*, 67–89.
- SADIL, J., 1955. *Naši mravenci*. Praha: Orbis.
- SEIFERT, Bernhard, 2000. A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera, Formicidae). *Zoosystema* 22 (3), 517–568.
- SEIFERT, Bernhard, SCHULTZ, Roland, 2009. A taxonomic revision of the *Formica rufibarbis* FABRICIUS, 1793 group (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 12, 255–272.
- SCHEJBAL, Miroslav, 2019. *Distribuce hnízd mravenců r. Formica s ohledem na jejich vzdálenosti*. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta. Katedra botaniky.
- SCHIEB, Armin, 2021. *Mravenci: život lesního společenství*. Přeložila M. KLIKOVÁ. 1. vydání Brno: Kazda. 125 s. ISBN: 978-80-7670-036-9
- SLOGGETT, John, WOOD, Richard, A., MAJERUS, Michael, E., N., 1998. Adaptations of *Coccinella magnifica* Redtenbacher, a Myrmecophilous Coccinellid, to Aggression by Wood Ants (*Formica rufa* Group). I.

- Adult Behavioral Adaptations, Its Ecological Context and Evolution. *Journal of Insect Behavior* 11 (6), 889—904.
- SMETANA, Aleš, 1958. *Fauna ČSR. Drabčíkovití – Staphylinidae I.* Praha: Československá akademie věd.
- STANIEC, Bernard & ZAGAJA, Mirosław, 2008. Rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of ant nests. *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska* 63, 111—127.
- STOEFFLER, Michael, TOLASCH, Till, STEIDLE, Johannes, 2011. Three beetles—three concepts. Different defensive strategies. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65, 1605—1613.
- SVERDRUP-THYGESON, Anne & BIRKEMOE, Tone, 2009. What window traps can tell us: effect of placement, forest openness and beetle reproduction in retention trees. *Journal of Insect Conservation*, 183—191.
- THOMAS, Michael, C. & ARNETT, Ross, H., 2000. *American Beetles, Volume I: Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia.* Boca Raton: CRC Press. ISBN 9780849319259
- TRIGOS-PERAL, Gema, JUHÁSZ, Orsolya, KISS, Péter, J., MÓDRA, Gábor, TENYÉR, Anna, MAÁK, ISTVÁN, 2021. Wood ants as biological control of the forest pests beetles *Ips* spp.. *Scientific Reports*, p. 1–10.
- ÚHÚL, 2020. *OBLASTNÍ PLÁN ROZVOJE LESŮ: Přírodní lesní oblast 11 – Český les, všeobecné údaje. Platnost 2021–2040.* Plzeň. © Ústav pro Hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem.
- VESELOVSKÝ, Zdeněk 2005. *Etologie Biologie chování zvířat.* 1. editor Praha: Academia. ISBN: 978-80-200-1621-8
- VOSKA, Karel, 2017. *Mravenčí hosté – systematický přehled.* Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Pedagogická fakulta. Katedra biologie a environmentálních studií.
- WASMANN, Erich, 1920. Dritte Nachschrift zu *Dinarda hagensi*. *Entomologische berichten No. III*, 221–222.
- WINKLER, Josef, R., 1974. *Sbíráme hmyz a zakládáme entomologickou sbírku.* Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- ZAHRADNÍK, Petr, 2017. *Seznam brouků (Coleoptera) České republiky a slovenska.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o. 544 s. ISBN: 978-80-7458-092-5
- ZERCHE, Lothar, 1986. Revision der Oxyptoda formiceticola-Gruppe und der Untergattung *Demosoma* Thomson, 1861 (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae). *Beiträge zur Entomologie* 36 (1), 79–98.
- ZICHA, Ondřej, HRB, Jaroslav, MAŇAS, Michal, NOVÁK, Jiří, ©1999–2023. *BioLib.* [Online] [cit. 20.2.2023]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id860790/>
- ŽDÁREK, Jan & ŠVORCÍK, Ivo, 1997. *Proč vosy, včely, čmeláci, mravenci a termity? Aneb hmyzí státy.* Praha: AVČR. ISBN 80-902130-7-3

9. Seznam obrázků a tabulek

9.1. Seznam obrázků

Obrázek 1: Adopce <i>Lomechusa pubicollis</i> (Staphlinidae) jedním z hostitelů (<i>Myrmica</i>). Kresba vlevo dole označuje umístění vyústění hlavních žláz na zadečku: adopčních žláz (ag), obranných žláz (dg) a uklidňujících žláz (apg). Brouk nabízí vývody uklidňujících žláz dělnici (1). Dělnice olíže vývody těchto žláz (2) a poté i adopčních žláz (3,4). nakonec přenáší mravence do hnízda (5) (Kresba: Turid Forsyth) (Hölldobler & Wilson, 1997), s.113.	28
Obrázek 2: Mapa č. 1 – vyznačení lokality Uhlířský vršek u města Tachov na mapě (s minimapou pro vyznačení polohy v ČR); převzato z webu: www.mapy.cz	42
Obrázek 3: Mapa č. 2 – lokace jednotlivých mravenišť na lokalitě Uhlířský vršek na satelitní mapě; převzato z webu mapy.cz	42
Obrázek 4: Grafické srovnání celkového počtu kusů jedinců zachycených myrmekofilních brouků v jednotlivých čeledích	45
Obrázek 5: Poměr zachycení jednotlivými metodami odchyty z celkového počtu ks jedinců odchytených myrmekofilních brouků	46
Obrázek 6: Počty nalezených myrmekofilních, nemyrmekofilních a neurčených kusů jedinců brouků pro jednotlivé zkoumané metody odchyty	46
Obrázek 7: Počty nalezených myrmekofilních a nemyrmekofilních druhů pro jednotlivé zkoumané metody odchyty	46
Obrázek 8: Relativní vyjádření poměru určených nalezených myrmekofilních a nemyrmekofilních druhů brouků jednotlivými metodami odchyty	47
Obrázek 9: Porovnání počtu nalezených myrmekofilních brouků v prosevech mravenišť, prosevech okolí mravenišť a pasivních nárazových pastech a kombinací těchto metod Vennovým diagramem	47
Obrázek 10: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Spavius glaber</i> (A) a <i>Dendrophilus pygmaeus</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50.....	49
Obrázek 11: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Clytra quadripunctata</i> (A) a <i>Corticaria longicollis</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50	49
Obrázek 12: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Monotoma angusticollis</i> (A) a <i>Monotoma conicicollis</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50	49
Obrázek 13: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Potosia cuprea metallica</i> (A) a <i>Stenichnus godarti</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50	50
Obrázek 14: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Amidobia talpa</i> (A) a <i>Batrisodes venustus</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50.....	50
Obrázek 15: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Euplectes nanus</i> (A) a <i>Gyrophypnus atratus</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda na str. 50.....	50

Obrázek 16: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Lyprocorrhe anceps</i> (A) a <i>Quedius brevis</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda níže na straně	51
Obrázek 17: Histogramy vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhů: <i>Thiasophila angulata</i> (A) a <i>Trimium brevicorne</i> (B) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda níže na straně	51
Obrázek 18: Histogram vyjadřující dynamiku výskytu v hnízdě a okolí a letové aktivity druhu <i>Zyras humeralis</i> (A) ve sledovaném období od III do XII, souhrnná legenda výše na straně..	51

9.2. Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání jednotlivých typů myrmekofilie na základě bionomických aspektů	25
Tabulka 2: Behaviorální rozdíly mezi morfologicky obecnými a specializovanými druhy myrmekofilů (Akre and Rettenmeyer, 1966; in: Hölldobler & Wilson, 1990)	26
Tabulka 3: Přehled myrmekofilních brouků vázaných na mravence rodu <i>Formica</i> s výskytem v ČR. Vysvětlivky zkratk druhů mravenců rodu <i>Formica</i> : Frufa – <i>Formica rufa</i> ; Fpoly – <i>Formica polycтена</i> ; Fprat – <i>Formica pratensis</i> ; Ftrun – <i>Formica truncorum</i> ; Flugu – <i>Formica lugubris</i> ; Faqui – <i>Formica aquilonia</i> ; Fsang – <i>Formica sanguinea</i> ; Ffusc – <i>Formica fusca</i> ; Fcuni – <i>Formica cunicularia</i> ; Fcine – <i>Formica cinerea</i> ; Frufi – <i>Formica rufibarbis</i> ; Fexse – <i>Formica exsecta</i> ; Fpres – <i>Formica pressilabris</i> . Zdroje: 1 – (Smetana, 1958), 2 – (Paivinen, et al., 2002), 3 – (Hůrka, 2005), 4 – (Kaczmarczyk-Ziemia, et al., 2020), 5 – (Parmentier, et al., 2015), 6 – (Poláková, 2016), 7 – (Parmentier, et al., 2014), 8 – (Lapeva-Gjonova, 2013), 9 – (Hölldobler & Wilson, 1990), 10 – (Hlaváč, 2005), 11 – (Sadil, 1955), 12 – (Obenberger, 1949), 13 – (Lapeva-Gjonova & Ilieff, 2012), 14 – (Hlaváč, et al., 2007), 15 – (Staniec & Zagaja, 2008), 16 – (Parmentier & Claus, 2019), 17 – (AOPK ČR, 2006-2023), 18 – (Wasmann, 1920), 19 – (Lapeva-Gjonova & Chehlarov, 2003), 20 – (Zahradník, 2017), 21 – (Lapeva-Gjonova, 2004), 22 – (Robinson & Robinson, 2013), 23 – (Lapeva-Gjonova & Rücker, 2011).....	35
Tabulka 4: Charakteristika zkoumaných mravenišť druhu <i>Formica polycтена</i>	41
Tabulka 5: Vyznačení zjištěných úspěšných metod odchyty pro jednotlivé nalezené myrmekofilní druhy	48
Tabulka 6: Sumární počty myrmekofilních druhů brouků odchycených v pasivních nárazových pastech v jednotlivých měsících.....	52

10. Samostatné přílohy

10.1. Tabelární přílohy

Příloha I: Tabulka s výčet všech odchycených druhů s metodami odchyty a počty kusů pro každý druh

ČELEDI/druhy	Prosev M	Prosev O	PNP	Celkem ks
ANTHRIBIDAE			30	30
<i>Brachytarsus nebulosus</i> Küster, 1850			30	30
BRENTIDAE			1	1
<i>Apion</i> sp.			1	1
CANTHARIDAE			1	1
Cantharidae sp.			1	1
CARABIDAE	1	3	3	7
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)		2		2
<i>Dromius agilis</i> (Fabricius, 1787)			1	1
<i>Harpalus signaticornis</i> (Duftschmid, 1812)			1	1
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)		1		1
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	1		1	2
CERAMBYCIDAE			6	6
<i>Corymbia rubra</i> (Linnaeus, 1758)			1	1
<i>Pogonocherus fasciculatus</i> (DeGeer, 1775)			3	3
<i>Rhagium bifasciatum</i> Fabricius, 1775			1	1
<i>Toxotus cursor</i> (Linnaeus, 1758)			1	1
CERYLONIDAE	9	1	7	17
<i>Cerylon fagi</i> C. Brisout de Barneville, 1867		1	2	3
<i>Cerylon ferrugineum</i> Stephens, 1830			4	4
<i>Cerylon histeroides</i> (Fabricius, 1792)	9		1	10
CIIDAE			3	3
<i>Cis micans</i> (Fabricius, 1792)			1	1
<i>Cis pygmaeus</i> (Marsham, 1802)			1	1
<i>Cis rugulosus</i> Mellié, 1848			1	1
COCCINELLIDAE			1	4
<i>Anatis ocellata</i> (Linnaeus, 1758)		1	1	2
<i>Myzia oblongoguttata</i> (Linnaeus, 1758)			2	2
CRYPTOPHAGIDAE	1	1	10	12
<i>Atomaria analis</i> Erichson, 1846			1	1
<i>Atomaria nigriventris</i> Stephens, 1830			1	1
<i>Atomaria ornata</i> (Heer, 1841)			1	1
<i>Atomaria turgida</i> Erichson, 1846			2	2
<i>Cryptophagus punctipennis</i> C. N. F. Brisout de B., 1863			1	1
<i>Micrambe abietis</i> (Paykull, 1798)		1	3	4
<i>Spavius glaber</i> (Gyllenhal, 1808)	1		1	2
CURCULIONIDAE	1	52	146	199
<i>Cryphalus abietis</i> (Ratzeburg, 1837)			8	8
<i>Cryphalus piceae</i> (Ratzeburg, 1837)			9	9
<i>Dryocoetes autographus</i> (Ratzeburg, 1837)			1	1

<i>Hylastes cunicularius</i> Erichson, 1836		7	7
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)		64	64
<i>Ips duplicatus</i> (Sahlberg, 1836)		1	1
<i>Ips typographus</i> (Linnaeus, 1758)		2	2
<i>Otiorhynchus scaber</i> (Linnaeus, 1758)	27	6	33
<i>Otiorhynchus singularis</i> (Linnaeus, 1767)	3	9	12
<i>Phyllobius arborator</i> (Herbst, 1797)		8	8
<i>Pityogenes chalcographus</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	2
<i>Polydrusus pallidus</i> Gyllenhal, 1834		4	4
<i>Polydrusus</i> Germar, 1817 sp.		2	2
<i>Rhyncholus ater</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
<i>Simo hirticornis</i> (Herbst, 1795)	4	5	9
<i>Strophosoma melanogrammum</i> (Forster, 1771)	18	10	28
<i>Trypodendron domesticum</i> (Linnaeus, 1758)		2	2
<i>Trypodendron lineatum</i> (Olivier, 1795)		3	3
<i>Xylechinus pilosus</i> (Ratzeburg, 1837)		3	3
ELATERIDAE		250	250
<i>Agrypnus murinus</i> (Linnaeus, 1758)		3	3
<i>Ampedus balteatus</i> (Linnaeus, 1758)		27	27
<i>Ampedus erythrogonus</i> (P.W.J. Müller, 1821)		6	6
<i>Ampedus nigrinus</i> (Herbst, 1784)		7	7
<i>Ampedus pomorum</i> (Herbst, 1784)		2	2
<i>Athous subfuscus</i> (O.F. Müller, 1767)		62	62
<i>Athous zebei</i> Bach, 1854		12	12
<i>Cardiophorus ruficollis</i> (Linnaeus, 1758)		4	4
<i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758)		58	58
<i>Melanotus castanipes</i> (Paykull, 1800)		60	60
<i>Pheletes aeneoniger</i> (DeGeer, 1774)		2	2
<i>Prosternon tessellatum</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
<i>Selatosomus aeneus</i> (Linnaeus, 1758)		2	2
<i>Sericus brunneus</i> (Linnaeus, 1758)		4	4
ENDOMYCHINAE		5	5
<i>Mycetina cruciata</i> (Schaller, 1783)		5	5
GEOTRUPIDAE		1	1
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Hartmann, 1791)		1	1
HISTERIDAE	1	1	2
<i>Dendrophilus pygmaeus</i> (Linnaeus, 1758)	1		1
<i>Saprinus</i> sp.		1	1
CHRYSOMELIDAE		1	8
<i>Clytra quadripunctata</i> (Linnaeus, 1758)		8	8
<i>Linaeidea aenea</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
LAMPYRIDAE		1	1
<i>Lamprohiza splendidula</i> (Linnaeus, 1767)		1	1
LATRIDIIDAE	54	1	12
<i>Cartodere constricta</i> (Gyllenhal, 1827)		1	1
<i>Corticaria longicollis</i> (Zetterstedt, 1838)	54	1	55
<i>Corticaria longicornis</i> (Herbst, 1793)		3	3
<i>Enicmus rugosus</i> (Herbst, 1793)		6	6

<i>Enicmus testaceus</i> (Stephens, 1830)		1	1
Latridiidae sp.		1	1
LEIODIIDAE		32	32
<i>Agathidium badium</i> Erichson, 1845		2	2
<i>Agathidium pisanum</i> Brisout de Barneville, 1872		1	1
<i>Agathidium seminulum</i> (Linnaeus, 1758)		29	29
LYCIDAE		1	1
<i>Dictyopectera aurora</i> (Herbst, 1784)		1	1
MELANDRYIDAE		1	1
<i>Serropalpus barbatus</i> (Schaller, 1783)		1	1
MELASIDAE		2	2
<i>Hylis foveicollis</i> (C.G. Thomson, 1874)		2	2
MELYRIDAE		7	7
<i>Antholinus analis</i> (Panzer, 1796)		4	4
<i>Aplocnemus nigricornis</i> (Fabricius, 1792)		1	1
<i>Dasytes</i> sp.		1	1
Melyridae xy		1	1
MONOTOMIDAE	120	1	121
<i>Monotoma angusticollis</i> (Gyllenhal, 1827)	115	1	116
<i>Monotoma conicicollis</i> Aubé, 1837	5		5
MYCETOPHAGIDAE		1	1
<i>Mycetophagus fulvicollis</i> Fabricius, 1792		1	1
NITIDULIDAE		1	6
<i>Cychramus variegatus</i> (Herbst, 1792)		2	2
<i>Epuraea</i> sp.		1	1
<i>Ipidia binotata</i> Reitter, 1875		1	1
<i>Meligethes</i> sp.		3	3
OEDEMERIDAE		1	1
<i>Calopus serraticornis</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
PTILIIDAE	1		1
<i>Acrotichis intermedia</i> (Gillmeister, 1845)	1		1
PTINIDAE		2	2
<i>Hadrobregmus pertinax</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
<i>Ptinus subpilosus</i> Sturm, 1837		1	1
SCARABAEIDAE		25	25
<i>Aphodius contaminatus</i> (Herbst, 1783)		2	2
<i>Aphodius depressus</i> (Kugelann, 1792)		6	6
<i>Aphodius maculatus</i> Sturm, 1800		1	1
<i>Aphodius prodromus</i> (Brahm, 1790)		4	4
<i>Aphodius</i> sp.		3	3
<i>Aphodius sticticus</i> (Panzer, 1798)		1	1
<i>Onthophagus</i> sp.		2	2
<i>Phyllopertha horticola</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
<i>Potosia cuprea metallica</i> (Herbst, 1782)		5	5
SCRAPTIIDAE		8	8
<i>Anaspis</i> sp.		7	7
<i>Cyrtanaspis phalerata</i> (Germar, 1831)		1	1
SCYDMAENIDAE	2	1	3

<i>Stenichnus collaris</i> (P.W.J. Müller & Kunze, 1822)		2		2
<i>Stenichnus godarti</i> (Latreille, 1806)			1	1
SILPHIDAE			1	1
<i>Thanatophilus sinuatus</i> (Fabricius, 1775)			1	1
STAPHYLINIDAE	169	424	86	679
<i>Acrulia inflata</i> (Gyllenhal, 1813)			5	5
<i>Aleochara erythroptera</i> Gravenhorst, 1806			1	1
Aleocharinae sp. 1	1			1
Aleocharinae sp. 2		1		1
Aleocharinae sp. 3			2	2
Aleocharinae sp. 4	1			1
Aleocharinae sp. xy			1	1
<i>Amidobia talpa</i> (Heer, 1841)	14	2		16
<i>Anotylus</i> sp.			1	1
<i>Atheta cf. fungi fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	2	205	1	208
<i>Atheta sodalis</i> (Erichson, 1837)		1		1
<i>Atheta</i> sp. 1	1	16		17
<i>Atheta</i> sp.xy		5	1	6
<i>Atrecus longiceps</i> (Fauvel, 1873)			1	1
<i>Batrisodes venustus</i> (Reichenbach, 1816)	1			1
<i>Bolitobius castaneus</i> (Stephens, 1832)			2	2
<i>Bryophacis rufus</i> (Erichson, 1839)			1	1
<i>Euplectus karstenii</i> (Reichenbach, 1816)		1		1
<i>Euplectus nanus</i> (Reichenbach, 1816)	1			1
<i>Gabrius splendidulus</i> (Gravenhorst, 1802)	1		10	11
<i>Geostiba circellaris</i> (Gravenhorst, 1806)	3	108		111
<i>Gyrohypnus atratus</i> (Heer, 1839)	58	4	8	70
<i>Leptacinus sulcifrons</i> (Stephens, 1833)	53			53
<i>Leptusa</i> sp.		1		1
<i>Lyprocorrhe anceps</i> (Erichson, 1837)	2			2
<i>Mniusa incrassata</i> (Mulsant & Rey, 1851)		1		1
<i>Mycetoporus cf. dispersus</i> Schülke & Kocián, 2000			1	1
<i>Mycetoporus lepidus</i> (Gravenhorst, 1806)	1	6	9	16
<i>Mycetoporus mulsanti</i> Ganglbauer, 1895		5		5
<i>Omalium caesum</i> Gravenhorst, 1806			1	1
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)		6	1	7
<i>Othius subuliformis</i> Stephens, 1833	2	22		24
<i>Oxypoda</i> sp.	7	1	2	10
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832			2	2
<i>Philonthus nigriventris</i> C.G. Thomson, 1867			1	1
<i>Phloeocharis subtilissima</i> Mannerheim, 1830		2		2
<i>Poromniusa procidua</i> (Erichson, 1837)		2		2
<i>Proteinus</i> sp.		1		1
<i>Quedius brevis</i> Erichson, 1840	5			5
<i>Quedius mesomelinus</i> (Marsham, 1802)			1	1
<i>Quedius mesomelinus /maurus</i>			1	1
<i>Quedius xanthopus</i> Erichson, 1839			21	21
<i>Rugilus rufipes</i> Germar, 1836			1	1

<i>Rugilus</i> sp.			1	1
<i>Sepedophilus</i> sp.			1	1
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)			2	2
<i>Tachyporus chrysmelinus</i> (Linnaeus, 1758)		1		1
<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781)	2	14		16
<i>Thiasophila angulata</i> (Erichson, 1837)	11		7	18
<i>Trimium brevicorne</i> (Reichenbach, 1816)		2		2
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	3	12		15
<i>Xantholinus tricolor</i> (Fabricius, 1787)		2		2
<i>Zyras humeralis</i> (Gravenhorst, 1802)		3		3
TENEBRIONIDAE			5	5
<i>Allecula morio</i> (Fabricius, 1787)			5	5
THROSCIDAE		1	100	101
Throscidae sp.		1	100	101
ZOPHERIDAE	1			1
<i>Bitoma crenata</i> (Fabricius, 1775)	1			1
Celkem (ks)	358	489	767	1614

10.2. Fotografické přílohy

Fotografie jednotlivých pastí:



Příloha II: Pasivní nárazová past č. 1 (3/22)

Příloha III: Pasivní nárazová past č. 1 (11/22)



Příloha IV: Pasivní nárazová past č. 2 (3/22)



Příloha V: Pasivní nárazová past č. 2 (11/22)



Příloha VI: Pasivní nárazová past č. 3 (3/22)



Příloha VII: Pasivní nárazová past č. 3 (11/22)



Příloha VIII: Pasivní nárazová past č. 4 (3/22)



Příloha IX: Pasivní nárazová past č. 4 (11/22)



Příloha X: Pasivní nárazová past č. 5 (3/22)



Příloha XI: Pasivní nárazová past č. 5 (11/22)

Další fotografie:



Příloha XII: Xeroeklektor



Příloha XIII: Prosívadlo



Příloha XIV: Poškození hnízdní kupy r. *Formica* prasaty divokými (*Sus scrofa*) 10/22