

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra biologie

Mezidruhové interakce mezi mravenci
(Hymenoptera: Formicidae)
Diplomová práce

Autor:	Ondřej Horák
Studijní program:	N1501 N7504
Studijní obor:	Učitelství biologie pro střední školy Učitelství pro střední školy – tělesná výchova
Odborný konzultant:	Mgr. Pavel Pech, Ph.D.

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: **Bc. Ondřej Horák**

Studijní program: N1501 Biologie

Studijní obor: Učitelství biologie pro střední školy
Učitelství pro střední školy - tělesná výchova

Název závěrečné práce: **Mezidruhové interakce mezi mravenci (Hymenoptera: Formicidae)**

Název závěrečné práce AJ: Interspecific interactions in ants (Hymenoptera: Formicidae)

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem je studium vzájemných interakcí mezi druhy na nižších úrovních dominantní hierarchie. Práce bude probíhat především v laboratorních podmínkách, studovány budou vztahy a početnost mezi mravenci u cukerné potravní složky na čtyřech vybraných biotopech okolí Hradce Králové. Výsledkem budou grafy, srovnání a statistika jednotlivých vztahů mezi druhy mravenců.

Garantující pracoviště: Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: Mgr. Pavel Pech, Ph.D.

Konzultant:

Oponent: Mgr. Michal Holec, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 23. 10. 2012

Datum odevzdání závěrečné práce:

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedl všechny prameny, z kterých jsem vycházel.

V Hradci Králové dne

Ondřej Horák

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Mgr. Pavlu Pechovi za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

Anotace

HORÁK, Ondřej. *Mezidruhové interakce mezi mravenci (Hymenoptera: Formicidae)*. Hradec Králové: Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. 2015. 68 s.

Cílem je studium vzájemných interakcí mezi druhy na nižších úrovních dominantní hierarchie. Práce bude probíhat především v laboratorních podmínkách, studovány budou vztahy mezi mravenci rodů *Myrmica* a *Formica* (*Serviformica*).

Klíčová slova: potrava, dominance, mravenci

Annotation

HORÁK, Ondřej. *Interspecific interaction of ants (Hymenoptera: Formicidae)*. Hradec Králové: Diploma Thesis at Faculty of Science, University of Hradec Králové. 2015. 68 p.

The aim of thesis is study interspecific interactions among sub-dominant ants in laboratory conditions. The study will be focused on the genera *Myrmica* and *Formica* (*Serviformica*).

Keywords: food, dominance, ants

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomová práce je uložena v souladu s rektorským výnosem č. 4/2009 (Řád pro nakládání se školními a některými jinými autorskými díly na UHK).

Datum:..... Podpis studenta:.....

Obsah

Úvod	8
1 Zařazení mravenců do systému	9
2 Historie zkoumání	11
2.1 Historie české myrmekologie	12
2.2 Historický vývoj druhů	13
3 Cíle práce	14
4 Hypotézy	15
5 Potravní strategie	16
5.1 Predace	17
5.2 Houby	18
5.3 Sběrači semen	19
5.4 Sběr mrtvých těl	19
5.5 Symbióza	19
6 Biologie studovaných druhů	21
6.1 <i>Camponotus ligniperda</i> (Latreille, 1802)	24
6.2 <i>Formica cunicularia</i> (Latreille, 1798)	25
6.3 <i>Formica fusca</i> (Linné, 1758)	25
6.4 <i>Formica rufibarbis</i> (Fabricius, 1793)	26
6.5 <i>Formica pratensis</i> (Retzius, 1758)	26
6.6 <i>Myrmica rubra</i> (Linné, 1758)	26
6.7 <i>Myrmica ruginodis</i> (Nylander, 1846)	27
6.8 <i>Myrmica scabrinodis</i> (Nylander, 1846)	27
6.9 <i>Temnothorax crassispinus</i> (Karavaiev, 1926)	28
6.10 <i>Lasius brunneus</i> (Latreille, 1798)	28
6.11 <i>Lasius niger</i> (Linnaeus, 1758)	28
6.12 <i>Lasius platythorax</i> (Seifert, 1991)	29
7 Metodika	30
7.1 Metodika sběru dat a zpracování	30
7.2 Statistické metody	31
7.3 Určení lokalit	31
7.4 Charakteristika vybraných lokalit pro výzkum	32
7.4.1 Suchá louka T1.1 Mezofilní ovsíková louka	33
7.4.2 Borový les L8.1 Boreokontinentální bory	34
7.4.3 Dubový les L6.4 Středoevropská bazifilní teplomilná doubrava	35
7.4.4 Vlhká louka na břehu Labe T1.4 Aluviální psárková louka	36
8 Výsledky	37
8.1 Borový les L8.1 Boreokontinentální bory	38
8.2 Vlhká louka na břehu Labe T1.4 Aluviální psárková louka	40
8.3 Suchá louka T1.1 Mezofilní ovsíková louka	41
8.4 Dubový les L6.4 Středoevropská bazifilní teplomilná doubrava	42
9 Diskuze	45
Závěr	47
Seznam literatury	48
Internetové zdroje	50
Přílohy	52

Úvod

Mezidruhové interakce mezi mravenci je téma diplomové práce, které jsem si zvolil z důvodu počínajícího zájmu o tento druh živočichů. V původním zadání měl probíhat výzkum v laboratorních podmínkách, ale náročnost na vytvoření prostředí vhodného pro přežití mravenců mi neumožnila pokus dokončit a rozhodl jsem se k zopakování pokusu v přírodních podmínkách. Práce se bude zaměřovat na potravní interakce a proměnlivost druhu mravenců u cukerné potravní složky v přirozeném prostředí. Hlavním cílem je porovnat proměnlivost druhů u složky s ohledem na danou lokalitu a množství mravenců. Výsledky budou hodnoceny statistickými metodami a grafy v závěru diplomové práce. Mezi dílčí cíle patří stručná metodika terénních prací, charakteristika jednotlivých druhů mravenců odchycených na zkoumané lokalitě a na závěr v příloze metodický list s laboratorním pokusem pro zájmové kroužky základních škol a hodiny zoologie na středních školách, který obsahuje základní seznámení se stavbou a chováním tohoto druhu hmyzu.

Důvodem výběru tohoto tématu nebyl jen vlastní zájem, ale i skutečnost, že tento hmyz se vyskytuje téměř v každém biotopu České republiky. K rozhodnutí výběru tohoto tématu ke zpracování diplomové práce přispěly i mnohé přednášky na vysoké škole, díky kterým jsem se mohl dozvědět o tomto drobném hmyzu více informací, než je v obecném povědomí. Dalším důvodem pro můj zájem je i skutečnost, že tento blanokřídlý hmyz obývá naši zemi v nezměněné podobě již okolo deseti tisíce let. Za tuto odhadovanou dobu se většina živočišných skupin změnila, zatímco mravenci díky svému přizpůsobení životu zůstali téměř stejní (můžeme tedy říci, že na vrcholu své evoluce byli dávno před ostatními druhy živočichů a mohli tak úspěšněji kolonizovat svět). Tímto se stali jednou z nejpočetnějších skupin živočichů na zemi. Přestože je tato skupina hmyzu tak stará, míra prozkoumání jejího života, fyziologie a genetiky není zcela dokončena. Se zlepšením výzkumných metod, elektronové mikroskopie a chemie je teprve odhalován pravý význam některých druhů chování u mravenců. Tato práce může přispět k poznání sociálního chování vybraných zástupců mravenců v konkrétních biotopech České republiky a zjistit, jakou roli hraje dominance jednotlivých druhů u cukerné potravní složky a jaká je jejich proměnlivost.

1 Zařazení mravenců do systému

Mravenci jsou početná skupina hmyzu patřící do říše živočichů, kmene členovců, třídy hmyzu a řádu blanokřídlí.

Blanokřídlí se dále člení na další dva podřády, širokopasí a štíhlopasí, kam se zařazují i mravencovití, kteří jsou čeledí rozdělenou na „16 podčeledí, 324 rodů a 13 043 druhů (Bolton, 2014). Kromě 16 žijících podčeledí nám jsou známy ještě další 3 čeledi vyhynulé.

Zařazení konkrétních mravenců je tedy poměrně systematicky rozsáhlé a náročné. Na rozmanitosti jednotlivých druhů má podíl i rozmanitost světových biotopů, z kterých přichází neustále zprávy o nálezích dalších druhů mravenců.

V České republice je k roku 2013 zaznamenáno 112 druhů mravenců, což je setina všech druhů (Pech, 2013). Toto číslo však není konečné a lze předpokládat výskyt dalších druhů, které zatím nebyly pozorovány. Zvláštní skupinou jsou mravenci, kteří se na našem území usídlují díky antropogennímu vlivu.

Taxonomie druhů

Říše: Animalia

Kmen: Arthropoda

Třída: Insecta

Řád: Hymenoptera

Čeleď: Formicidae

Podčeleď: Myrmicinae

Rod: *Myrmica*

Druh: *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758)

Myrmica ruginodis (Nylander, 1846)

Myrmica scabrinodis (Nylander, 1846)

Rod: *Temnothorax*

Druh: *Temnothorax crassispinus* (Karavaiev, 1926)

Podčeleď: Formicinae

Rod: *Camponotus*

Druh: *Camponotus liniperda* (Latreille, 1802)

Rod: *Formica*

Druh: *Formica cunicularia* (Latreille, 1798)

Formica fusca (Linnaeus, 1758)

Formica pratensis (Retzius, 1758)

Formica rufibarbis (Fabricius, 1792)

Rod: *Lasius*

Druh: *Lasius brunneus* (Latreille, 1798)

Lasius niger (Linnaeus, 1758)

Lasius platythorax (Seifert, 1991)

2 Historie zkoumání

Z historického hlediska jsou mravenci známí už celá tisíciletí a jejich přímé nálezy jsou datované do období druhohor, odkud pochází zejména nálezy mravenců zalitých do jantaru. Tito mravenci jsou ve srovnání s dnešními druhy téměř totožní. Mezi příklady nálezů uvádí Hölldobler druh *Lasius schiefferdeckeri* nebo druh *Formica flori*. Tyto konkrétní nálezy prokazují, že jejich tělesná stavba, velikost, tvar kusadel nebo ochlupení se změnili minimálně nebo vůbec. Jedním z dalších, ale mnohem starších nálezů, je například mravenec z podčeledi *Sphecomyrminae*, konkrétně *Sphecomyrma freyi*, s odhadovaným stářím 92 milionů let, nalezený v New Jersey (Hölldobler a Wilson, 1990). Mezi další nálezy může patřit i *Brownimecia clavata* s odhadovaným stářím přibližně 90 milionů let. Kromě přímých nálezů se vyskytují i nepřímé nálezy činnosti mravenců, které se datují do ještě dřívější doby. Čím hlouběji v historii však pátráme, tím více se pohybuje na tenkém rozhraní mezi definicí mravence a jeho předka. Dle mnohých lišících se názorů může mravenec pocházet z kodulek (*Mutillidae*), včel a kutilek (Apoidea), drvenek (Sapygidae) nebo ze žahalek (*Scoliiidae*) (Živa, 2014).

Z období před rozvojem vědy a techniky máme dostatek důkazů o tom, že si lidé mravenců všímali a dokonce je často vyobrazovali a psali o nich. Z nástěnných či jeskynních maleb se nám dochovaly sice záznamy o spoustě druhů zvířat, s kterými se předchůdci člověka stýkali, ale mravenci nebo jim podobné nákresy jsou vzácné a je pouze spekulací, jestli malby znázorňují konkrétně mravence nebo některá uctívaná božstva. Přestože jsou tyto živočichové malí, obývali a obývají většinu biotopů s ohledem na aktuální klima. Právě klimata se dle Sadila během tisíců let v našem prostředí meridionálního prvku střídala a s nimi i různé druhy mravenců v závislosti na střídání dob ledových a meziledových (Sadil, 1955).

Mezi první významná díla myrmekologie řadí Hölldobler a Wilson „De Formica“ (1615), jehož autorem je Jeremy Wilde a shrnuje v ní poznatky autorů jako Solomon, Hesiod, Aesop nebo Virgil (Hölldobler & Wilson, 1990).

S postupující dobou se začal projevat zájem o okolní svět a s ním i o jeho živočichy, proto se autorů sepisujících své poznatky ze života mravenců vyskytlo více a

mezi ty významnější lze jmenovat tyto: K.F.Linné, Gould (1747), Latreille (1802), Huber (1810) nebo Smith (1858) (Hölldobler & Wilson, 1990).

S rozšiřující se znalostí druhů stoupl zájem i o pozorování a jsou k dispozici záznamy sledování sběru semen, lovu, zásobování, péče o larvy nebo vlivu mravenců na půdu a rostliny v okolí. Tyto a mnohé další výzkumy z běžného života mravenců se stávaly častější a zdvihla se tak vlna zájmu o myrmekologii, která probíhala v letech 1860-1910 a později pokračovala od roku 1970 (Hölldobler & Wilson, 1990).

Posledními z myrmekologů přelomu první a druhé poloviny dvacátého století bych zmínil Švýcara A. Forela a Itala C. Emeryho, kteří se jako žáci G. Mayra proslavili svými znalostmi a zejména knihami, jež byly základem každého myrmekologa a často z nich bylo čerpáno do mnohých dalších publikací. V dnešní době jsou to však knihy zastaralé a pro aktuálnost informací je třeba sáhnout do novějších publikací nejen kvůli novým poznatkům, ale i taxonomii, která se stále mění (Sadil, 1955).

2.1 Historie české myrmekologie

V porovnání se zahraničními studii se ani na našem území nezažalo a někteří myrmekologové prováděli své výzkumy již koncem 19. století. Znamější jsou však jména jako Josef Sadil, Vladimír Novák, Josef Kratochvíl nebo Štěpán Soudek, kteří se zasadili o základy myrmekologie v tehdejší Československu v období po r. 1920 a většinu svých poznatků shrnuli do publikací, které jsou svými základními fakty o stavbě a životě mravenců stále aktuální. Z hlediska obsahu klíče k určování mravenců jsou významná díla Štěpána Soudka (1922) a autorů V. Nováka a J. Sadila (1944). V klíči jsou přítomny ty druhy, které byly do té doby určeny a pozorovány na našem území. Součástí klíče jsou zajisté i druhy, které byly pozorovány v posledních letech v naší zemi, a jejichž výskyt nebyl ohrožen, tudíž se předpokládá jeho stálost. Pro aktuálnost výskytu druhů je třeba pátrat v publikacích novějších a informovat se ve sbornících vycházejících po zoologických konferencích (Sadil 1955).

O dalším období se zmiňují manželé Bezděčkovi a uvádějí ho, jako dobu pokračujícího většího zájmu v oblasti české myrmekologie od druhé poloviny 20. století. Pokrok v poznacích a dostupnost zahraničních materiálů umožnila rozvoj myrmekologie u nás a na vědeckém poli se objevila od druhé poloviny 20. století jména jako Karel Samšiňák, Petr Werner, Pavel Bezděčka, Klára Bezděčková, Jan Frouz, Petr

Miles, Pavel Pech, Vladimír Vysoký, Jiří Schlaghamerský a další, kteří obohacují dodnes o nové poznatky nejen českou myrmekologii (Bezděčkovi, 2002) .

Všichni zmínění myrmekologové přispívají svými výzkumy nejen v oblasti myrmekologie, ale i v jiných vědeckých odvětvích. S jejich prací se lze setkat v mnoha sbornících a časopisech i na světové úrovni. Právě díky těmto pracím získáváme stále nové informace o životě mravenců.

2.2 Historický vývoj druhů

Problematika vývoje druhů na našem území je dána klimatickými změnami dob ledových a meziledových, proto k nám postupně migrovaly různé druhy mravenců v závislosti na změnách klimatu celého kontinentu. Největší vliv na rozmanitost druhů měly změny dob ledových a meziledových, kdy se hranice pro výskyt konkrétních druhů neustále měnily a díky nim se měnila nejen myrmekologická rozmanitost. Vlivem této migrace se na našem území vyskytuje několik desítek druhů mravenců spadajících do různých zoogeografických prvků Evropy. Mezi základní patří druhy spadající do meridionální oblasti střední a jižní Evropy, dále se u nás vyskytují zástupci oblastí pontomediteránní, holarktické a borealpinní. Výjimkou v zařazení jednotlivých druhů do zoogeografických oblastí jsou druhy z oblasti mediteránní či eurosibiřské, které byly zavlečeny antropogenními vlivy a většinu života tráví v nepřírodném prostředí, které napodobují jejich přirozené biotopy, například tropické skleníky. Podrobněji se rozepisují o oblastech výskytu mravenců a jejich možném stěhování a původu Czechowski a kol. (2002).

3 Cíle práce

Výzkum bude proveden na čtyřech lokalitách v nejbližším okolí města Hradec Králové, čímž se diplomová práce stává úzce zaměřenou na oblast nížiny s průměrnou nadmořskou výškou okolo 240 metrů. Se základními znalostmi o mravencích a jejich rozšíření si určím čtyři typy biotopů, které splní zadaná rozdílná kritéria. Jako primární kritéria jsou určena vlhkost, druhové složení vegetace, stromový zápoj a tím i osvětlení lokality. Z těchto kritérií bych navíc chtěl rozlišit lokality s různým ekotonem a edafonem, proto jsou vybrány dva biotopy luční a dva lesní. Konkrétněji bude vybrán borový les, vlhká louka, suchá louka a dubový les. Tyto biotopy splňují má kritéria a navíc každé z těchto prostředí obsahuje potenciálně jiné druhy mravenců, což je příhodné pro tento výzkum.

Po určení lokalit je ještě v mém zájmu se se školitelem zúčastnit terénního výzkumu mravenců a získat tak praktické zkušenosti v přirozeném prostředí. Ač je terénní výzkum a sběr materiálu popsán v mnoha publikacích, jeho praktické zvládnutí pod odborným vedením je cennou důležitou zkušeností pro tuto práci. Pod vedením školitele se zúčastním nejméně dvou terénních cvičení, v kterých se přiučím správnému vyhledávání hnízd, zacházení s mravenci, jejich poznávání a chování. Spolu s literaturou by mi mohlo vytvořit dostatečný podklad pro započetí vlastního výzkumu.

4 Hypotézy

V prvotním stádiu výzkumu jsem se nechal inspirovat několika pracemi, jako například práce Bc. Jana Kašpara, který se zaměřil na zkoumání potravní strategie, místa a času sběru potravy a komunikace mravenců v souvislosti s potravou (Kašpar, 2011). Další zhlédnutou prací, která přispěla k mému zájmu o dané téma, byla práce Interakce mezi *Liometopum microcephalum* a jinými dominantními mravenci se sympatrickým výskytem od Lenky Petrákové (Petráková, 2009) nebo Preference základních složek potravy mravenců se zaměřením na středoevropskou faunu od Lenky Noskové (Nosková, 2014).

Po seznámení se s takovými pracemi jsem se jednoznačně zaměřil na zkoumání potravních vztahů, početnosti a proměnlivosti u zdroje potravy mezi různými druhy mravenců ve čtyřech určených biotopech. Mým cílem a zaměřením v celé diplomové práci je pouze dominance, proměnlivost a početnost druhů u potravní složky, cukerného roztoku, tudíž v mém zájmu je zjistit, které druhy mravenců byli u potravní složky početnější a jak se v průběhu času měnila početnost jednotlivých druhů. Při dominanci u potravní složky v určité lokalitě předpokládám, že nejpočetnější druh je nejdominantnější vzhledem k chování většiny mravenců, kdy nález potravy, kterou není schopen jeden zástupce odnést, musí odnášet větší množství jedinců, kteří se postupně svolávají několika způsoby. Před započítím výzkumu jsem si určil hypotézu, podle které by se u složky potravy dle ekologických potravních závislostí a vztahů měly druhy mravenců obměňovat v závislosti na čase a měly by se jako první objevovat R-strategové a teprve později dominantní, tedy silnější a větší druhy mravenců. Dalším předpokladem práce je domněnka, že dominantnější druh bude ovlivňovat přítomnost jiných druhů, kteří se zde objeví v omezené míře, v ideálním případě bude možné v průběhu tří sběrů vypočítat statisticky, zda dochází k ovlivnění početnosti druhů navzájem a dominantní druh vytlačil druh slabší. Zajímavými výsledky mohou být i data vycházející z agresivity druhů, tedy zda budou u potravy dominovat agresivní druhy či naopak. Výsledek však závisí na výskytu konkrétních druhů v daný čas a dobu u cukerného roztoku.

5 Potravní strategie

Jak uvádí Carroll a Janzen (1973), mravenci po celém světě se liší skladbou a získáváním potravy. Rozdělení do skupin dle potravní preference není jednoduché, protože nelze vždy s přesností určit, zda je druh mravence všežravý nebo potravně specializovaný. Obecně je většina mravenců považována za všežravce, kteří se živí jak predací, tak olizováním medovice mšic, červců nebo larev. Vše závisí například na ročním období nebo možnosti danou potravu sehnat, tedy celkově na potravní strategii. Právě potravní strategie jim umožňuje změnit aktuální skladbu potravy (Czechowski a kol., 2002). Mezi potravní strategii patří i struktura, fitness kolonie nebo množství sousedících kolonií stejného nebo jiného druhu mravenců, kteří mohou konkurovat či přímo ovlivňovat složení potravních složek v okolí mraveniště. Mezi našimi mravenci nalezneme hned několik druhů, kteří se liší skladbou potravy na jaře, v létě a na podzim právě podle toho zdroje, který je hojnější než limitovaný druh potravy, nebo podle konkrétních nároků na energii v danou dobu. (Carroll a Janzen, 1973) Zároveň Hölldobler a Wilson uvádějí, že můžeme pozorovat u většiny druhů mravenců, jak aktivně loví, sbírají mrtvá těla hmyzu nebo jiných živočichů, přestože z jara získávají převážně potravu rostlinného původu. Získávání hmyzí potravy většinou naznačuje přítomnost larev v hnízdě, protože larvy jsou vždy vyživovány především stravou bílkovinnou (Hölldobler a Wilson, 1997). Přítomnost larev se u jednotlivých druhů mravenců liší a larvy se tak mohou vyskytovat během léta, na podzim nebo dokonce mohou přezimovat. Právě výskyt různých instarů mezi jednotlivými druhy mravenců má za následek rozdílnost příjmu bílkovin během roku (Carroll a Janzen, 1973).

Například, jak uvádí Kipyatkov, u rodu *Formica* dochází ke kladení vajíček brzy z jara a krátce i v létě, přičemž ještě během léta se z vajíček líhnou larvy, které jsou intenzivně krmeny dělnicemi, a koncem léta se kuklí první larvy a tím se ještě též rok líhnou dospělci, kteří tak jako jediní přezimují. Poslední z kukel se líhnou na podzim. Při uvedení vývoje a přezimování jednotlivých instarů je důležité zmínit, že vývoj vajíček u rodu *Formica* trvá okolo 23-24 dní, larvy se vyvíjí okolo 6-13 dní a poslední kukly 18-22 dní (Kipyatkov, 1993).

U rodu *Myrmica* dochází dle Kipyatkova ke kladení vajíček brzy z jara nebo během léta, přičemž dospělci pocházející z jarních vajíček se stávají ještě koncem léta nebo

počátkem podzimu a v hnízdě nepřezimují žádná vajíčka, pouze dospělci a larvy, které byly kladeny během léta. Jak můžeme vidět, u rodu *Myrmica* rozlišujeme pomalejší a rychlejší vývoj, při kterém závisí především na teplotních podmínkách během celého roku a dostupnosti potravy. Dle Kipyatkova hraje právě teplota velkou roli a počet přezimujících larev je rozdílný pro *Myrmica* žijící ve střední Evropě a v oblastech chladnějších, jako oblast severu Ruska. (Kipyatkov, 1993)

Oproti tomu rod *Lasius* je Kipyatkovem (1993) popisován jako jediný z našich druhů, který přezimuje v různých instarech, proto není výjimkou kladení vajíček během měsíců srpna a září, a tím tedy i přezimování vajíček, larev i kukel. Výhodou všech přezimujících instarů je rovnoměrné věkové rozvrstvení a možnost rychlejšího růstu za ideálních podmínek. Nevýhodou může být neustálý problém se sháněním bílkovin pro larvy. (Kipyatkov, 1993)

Přestože jsou uvedeny poznatky o proměnných formách přijímání druhů potravy u mravenců obecně dle Carrola a Janzena (1973), většinou probíhá zařazování mravenců dle jejich specializace. Častěji je uváděno rozdělení potravní strategie u mravenců na predátory, sběrače odumřelých částí těl hmyzu, požírače semen, mravence žijící v symbióze se mšicemi nebo na mravence pěstující či vyhledávající plodnice hub. Poslední skupinou jsou mravenci všežraví, kterých je většina. Dle tohoto rozdělení bych přiblížil jednotlivé potravní strategie. (Carroll a Janzen, 1973)

5.1 Predace

Kromě všežravců je mnoho dalších druhů mravenců s různými specializacemi. Jednou z takových specializací je predace. Jeden z důvodů, proč se tyto mravenci živí predací je ten, že hmyz je bohatý na proteiny a kalorie, které jsou potřebné pro život těchto mravenců a vytváří jim tak vysokou energetickou hodnotu pro životní procesy (pro vysoký obsah proteinů je hmyz využíván v některých zemích i člověkem). Aspekty ovlivňující neúspěch lovu může být poměrně krátká vzdálenost, na kterou mravenec registruje kořist, a zároveň úroveň schopností, díky kterým kořist uloví. Většinu kořisti tvoří hmyz, který se vyskytuje přirozeně na zemi nebo dopadne na zem a z rozmanitých důvodů není schopen pohybu. Druh hmyzu, který je pomalejší díky indispozici nebo své velikosti, se stává snadnou kořistí. Výhodou pro kolonii může být při lovu větších druhů

hmyzu jejich počet a možnost tak v pravou chvíli oběť obklopit a hlavně přepravit zpět do mraveniště.

Zajímavostí je, jak se Carroll a Janzen zmiňují, že většina výhradně karnivorních mravenců občas doplňuje svou stravu i výměšky z řádu *homoptera*, není tedy možné ani potvrdit, ani vyvrátit obligátní karnivorii (Carroll a Janzen, 1973).

Ti z mravenců, které Carroll a Janzen považují za mravence lovcí hmyz, mohou vynikat a lišit se zvláštními výrůstky nebo uzpůsobeními na těle, tolik potřebnými k úspěšnému lovu. Zároveň se může lišit i jejich technologie lovu. Mezi zvláštní uzpůsobení mohou patřit různé tvary čelistí, jejich prodloužení, vroubkování či překroucení (Carroll a Janzen, 1973).

Zvláštností u některých druhů může být určitá přeměna části těla, která slouží pro konkrétní účely lovu. Mezi takové přeměny uvádí Carroll a Janzen jeden druh mravence rodu *Odontomachus*, který vlastní na vnitřním okraji mandibuly vlasový nerv, jenž při podráždění kořistí způsobí stisknutí mandibul k sobě vysokou rychlostí a silou. Tito mravenci se vyskytují v půdách bohatých na *arthropoda* a živí se jejich biomasou, která je však nelimituje. Velká kusadla vlastní i zvláštní druh legionářského mravence, který tento aparát využívá na lov hmyzu. Zajímavostí je, že tento druh mravence je bez stálého hnízda a přesouvá se pralesem (Carroll a Janzen, 1973).

5.2 Houby

Další potravní specializací jsou mravenci využívající houby a jejich plodnice. Tento zvláštní typ získávání potravy je znám u pralesních mravenců *Atta*, kteří pěstují některé druhy hub na listovém podkladu, jenž celý život nosí do hnízda. Tento druh je tedy závislý na přítomnosti zelených rostlin, zejména pak stromů. Houby poskytují mravencům základní živiny a mravenci jim na oplátku vytváří ideální prostředí pro růst a vývoj. Mimo tyto produkty mohou často někteří z těchto mravenců využívat k obživě listových šťáv při sběru listů pro houby (Carroll a Janzen, 1973). Nejčastěji nalezneme tento druh mravenců v oblasti Střední a Jižní Ameriky, zejména v pralesních oblastech (Hölldobler a Wilson, 1990).

5.3 Sběrači semen

Sběrači semen jsou zvláštní skupinou mravenců živící se semeny rostlin. Jako sběrače semen zařazujeme ty druhy, které většinu složek své potravy získávají sbíráním rostlinných produktů jako třeba obilek nebo semen s elaiosomy, jak uvádí Sadil (1955). Elaiosomy slouží mravencům jako chutná potrava a roznos semen s tím související je tedy vedlejší činností. Granivorie (tedy sběr semen) je výhodná činnost z hlediska čisté získané energie, ale je velmi náročná na složité trávení. Sezónní výskyt potravy pro granivorní druhy nemá až takový význam, pouze obměňují různé druhy rostlinné potravy podle aktuální nabídky. Nejkrizovějším obdobím přitom bývá brzké jaro, kdy za prvních teplých paprsků ožívá hnízdo a začíná s vynášením zeminy a opravami. V tuto dobu je jen málo rostlin, které poskytují potravu pro mravence. Stejně tak i začátek podzimu bývá náročnějším, většina trav, keřů i stromů odkvetla, a přesto si mravenci shánějí dále potravu, dokud teploty neklesnou pod 10°C, kdy se mravenci stahují do hnízd a snižují svoji tělesnou aktivitu. Vliv na ukončení aktivity má zajisté i délka denní doby (Hölldobler a Wilson, 1990).

V letních měsících mají mravenci většinou široký výběr potravní složky a navštěvují vše, co se v okolí nachází, včetně medovice mšic nebo výměšků některých druhů larev, které jim slouží jako neobvykle přitažlivá nabídka potravy.

5.4 Sběr mrtvých těl

Konzumace odumřelých zbytků těl živočichů a to zejména hmyzu, je zvláštní specializace, která přispívá k úklidu zbytků hmyzu. Mezi mravenci najdeme buď výhradně hmyzem živící se druhy, nebo druhy, které kromě těl hmyzu sbírají například i ptačí trus, výkaly nebo zbytky větších živočichů. Vzhledem k životním cyklům hmyzu, zejména rychlosti reprodukce, je hmyz dosti hojným zdrojem stejně jako trus nebo zbytky těl větších živočichů (Carroll a Janzen, 1973).

5.5 Symbióza

Symbióza je vztah založený na vzájemném poskytování si určitých produktů nebo služeb. V případě mravenců to je poskytování ochrany oplátkou za sladkou odměnu. Konkrétněji je sladkou odměnou myšlena medovice, kterou mravencům poskytují oplátkou za ochranu mšice. Mravenci kromě ochrany před predátory dokonce mšice

přenášejí na zimu do mraveniště a nechávají je zde přezimovat. Jak už bylo řečeno, oplátkou je jim medovice, která vzniká jako odpad trávení u mšic při sání rostlinných šťáv. Mšice však nejsou jedinými druhy, kteří využívají ochrany díky svým výměškům. Mezi další zástupce patří například larvy modrásků nebo červci, kteří s mravenci mají podobný vztah jako mšice. V případě larev modrásků se jedná o celoroční poskytnutí ochrany v mraveništi (Hölldobler a Wilson, 1990).

6 Biologie studovaných druhů

Mravenci patří mezi druh hmyzu se zvláštnostmi nejen ve stavbě těla ale i v chování. Jako sociální hmyz vyniká nad ostatními druhy ve spolupráci, vynalézavosti, ale i síle.

Většina mravenců má téměř stejnou stavbu těla, která umožňuje rychlý pohyb po zemi a zároveň skvělé lezecké vlastnosti po různých druzích povrchů. Základní stavbou těla je hlava (*caput*), hrud' (*thorax*) a zadeček (*abdomen*). Jednotlivé segmenty těla jsou spojeny tělní stopkou (*petiolus*) a u podčeledi *Myrmicinae* je navíc stopka dvojčlenná, tedy obsahuje *petiolus* a *postpetiolus*. Tělní stopka je často zároveň orgánem, pomocí kterého mravenci vydávají zvuky, mimo zvuky vytvářené boucháním hlavy nebo zadečku o zem. Zvuk vnímají mravenci pomocí chordotonálního orgánu (Seifert, 2007).

Velikost hlavy je rozdílná nejen mezi druhy, ale i mezi pohlavím a kastou. Zejména samečci mívají menší hlavu a menší kusadla, zatímco větší hlavu mají dělnice a královny. Pokud bychom porovnávali velikost hlavy, největší hlavu mívají v kastě vojáci, kteří brání kolonii. Můžou jimi být vojáci bránící kolonii na okraji mraveniště nebo obránci přímo blokující vchod svou velkou hlavou, např. u druhů žijící ve dřevě. Nejvíce nápadné na hlavě jsou kusadla, složené oči a tykadla. Mandibuly jsou u mravenců několika typů a liší se jak svou velikostí, tak i tvarem či vroubením na vnitřní straně. Při mandibulách se vyskytují mandibulární žlázy. Mandibuly slouží zejména při nošení materiálu a kukel (kromě kukel mohou přenášet jak larvy, tak jedince), obraně hnízda či lovu a porcování kořisti (silné mandibuly doslova rozřezávají tkáň, ale i pletiva rostlin). S ústním aparátem souvisí i chuť, která je dosti specifická a složitá. Další výraznou částí jsou složené oči, pomocí kterých mravenci vnímají nejbližší prostředí, jež si ukládají jako obraz pro orientaci. Vnímání prostoru je specifické pro různé druhy. Složené oči nemají u mravenců možnost akomodace, tudíž vnímají mravenci nejbližší okolí, zejména větší přírodní útvary, stíny a intenzitu světla. Intenzitu světla vnímají nejen díky složeným očím, ale i díky jednoduchým temenním očkům, umístěným na temeni hlavy. Temenní očka však často u dělnic chybí. Třetím nejvýraznějším a specifickým útvarem u mravenců jsou tykadla, která jsou smyslovým orgánem pro hmat (díky hmatovým štětinkám – *susilla trichoidea*) a pro čich (každý článek tykadla obsahuje jiný typ smyslových buněk). Tykadla mají zvláštní stavbu, kdy

začátek je tvořen násadcem, který je nejdelší částí tykadel, dále navazuje bičík, jenž je složen z několika článků, podle nichž se určují jednotlivé druhy a čeledi. Poslední částí je kyj, který tvoří koncovou část tykadel a slouží k hmatové komunikaci mezi mravenci. Pomocí kyje například komunikují druhy při náhodném setkání a informování se o různých událostech. Zároveň může kyj sloužit při ohmatávání a vyžadování kapky nektaru od druhého jedince (laboratorně bylo prokázáno, že při jemném ohmatávání kliperu mravenci vyloučí kapku nektaru ve prospěch druhého jedince z pharyngu, tedy děj nazývaný reguritikace – tento děj byl pozorován už v 19. století P. Huberem). Na povrchu tykadel se vyskytují výrůstky neboli chloupky, mající smyslovou funkci. Tykadla slouží, jak už bylo zmíněno, k dorozumívání a dnes už je jisté, že některé tykadlové dorozumívání jsem schopni rozeznat stejně dobře jako význam pohybu těla (zpravidla čím rychlejší pohyby těla a tykadel mravenec provádí, tím více je znepokojen či rozrušen) (Hölldobler a Wilson, 1990).

Na celé hlavě se mohou v různé hustotě vyskytovat chloupky, které jsou často typickým znakem jednotlivých čeledí či druhů (chloupky jsou u většiny druhů přítomny po celém těle včetně končetin). Samotná hlava je složena z několika štítků – prvním nad mandibulami je čelní štítek (*epistom*, *clypeus*), následuje čelní dvůrek mezi epistomem a čelními lištami. (Sadil, 1955)

Hrud' jako druhá část je přítomna u všech druhů. U samečků a budoucích královen se vyskytuje pár křídel, které u samiček slouží k svatebnímu letu, přičemž po oplození si křídla na zemi viklávají a pomocí končetin odlamují. Na stranách vyrůstají z hrudi 3 páry končetin, které se skládají z kyčle, příkyčlí, stehna, holeně a chodidla s drápkou (Sadil, 1955). Součástí holeně jsou ostruhy, které se podobají kartáčku a slouží k čištění těla mravenců. Díky dvěma drápkám na konci chodidla jsou mravenci schopni šplhat i po zdánlivě hladkém povrchu, jako jsou kameny, omítky v domech a po skle. V přírodě nejčastěji potkáváme druhy lezoucí nejen po zemi, ale zejména po kmenech stromů nebo stéblech trav, na kterých buď olizují výměšky mšic nebo sbírají semena a nektar. Na končetinách jsou navíc přítomny jemné štětinky a kartáčky pro časté čištění těla, zejména tykadel a končetin. Poslední zajímavostí a důležitou informací o těle mravenců je fakt, že na povrchu svého těla přenáší pach hnízda a jeho intenzita je tím větší, čím blíže jsou hnízdu, tedy svým způsobem se mravenec může orientovat v blízkosti hnízda pouze díky pachu. Schopnosti mravenců vracet se dle intenzity pachu se říká

topochemická orientace. Pach typický pro každé hnízdo vychází z mnoha faktorů, jako z druhu potravy, složení hnízda či z výměšků žláz na těle (Hölldobler a Wilson, 1997).

Poslední částí je abdomen, který se sám o sobě skládá z několika překrývajících se článků, které jsou mezi sebou pohyblivé a roztažné (například při naplnění těla tekutinou). Na konci abdomen se u mnoha druhů vyskytuje žihadlo, jehož součástí je jedová žláza. Žihadlo umožňuje mravencům bránit se, ale i usmrctvat svou kořist.

Z funkčního hlediska je důležité zmínit, že mravenci mají cévní soustavu tvořenou srdcem, které se skládá z hřbetní cévy s kruhovými svaly, jež rozvádí do těla krevní mízu. Oběh je prováděn krevními svaly (siny) (Sadil, 1955).

Podstatou nervové soustavy mravenců jsou dva provazce (konektivy) a zejména nervové uzliny, kterých je jeden pár v každém článku. Nervové uzliny a provazce jsou spojeny nervovými spojnicemi (kommisury). Nejdůležitější částí je mozek, který je složen z protocerebra, deutocerebra, tritocerebra a uzlin nadjícnových a podjícnových. Z hlediska historického se nervový systém vyvíjel a přizpůsoboval ve prospěch spolupráce kolonie, proto mravenci jako sociální druh hmyzu vynikají ve spolupráci při lovu, stavbě či jiných organizačních činnostech (Sadil, 1955).

Trávicí soustava u mravenců je specifická a začíná kusadly na hlavě, pomocí kterých potravu mechanicky porcují a dále předávají do dutiny ústní, odkud je přes hltan vedena jícnem přes celé tělo až do zadečku, ve kterém se jícnem rozšiřuje ve vole. Zvláštností anatomie tohoto volátka je roztažitelnost. Volátko slouží jako zásoba tekuté stravy nejen pro jedince, ale i pro ostatní členy kolonie včetně larev. Jedincům může být poskytnuta potrava za určitých rituálů, při kterých mravenec požadující potravu oklepává tykadly klypeus mravence s plným volátkem. Na vole navazuje specifický čerpací žaludek, který je přeneseně uzávěrem pro trávení stravy. Zjednodušeně můžeme říci, že důvodem uzávěru je postupné trávení potravy a využívání jen potřebné energie. Za čerpacím žaludkem je chylusový (žláznatý) žaludek, který předává stravu tenkému střevu k trávení. Na závěr je celý trakt odveden přes konečník ven. Konečník je zároveň vývodem pro malphigické žlázy, které z hemolymfy filtrují odpadní látky (Seifert, 2007).

Dýchací soustava je tvořena soustavou vzdušnic, kterými se přivádí vzduch do těla skrze průduchy. Prostřednictvím vzdušnic a tracheálních kapilár je přiváděn vzduch k orgánům. Zajímavostí je, že každý tracheální otvor je kryt řadou chloupků, aby

nedošlo k vniknutí menších poletavých částic do těla. Z těchto chloupků si mravenec při každém čištění odstraňuje nečistoty (Sadil, 1955).

Další význačnou soustavou pro život jedince a zejména celé kolonie je rozmnožovací soustava, která je odlišná od většiny živočichů. U sameček jsou přítomny varlata se spermii, které jsou následně skrze chánovody vylučovány přes kopulační orgán, jenž má částečně chitinosní vrstvu. Samičky oproti tomu mají párové vaječníky produkující vajíčka. Vajíčka se dostávají skrze párové vejcovody do společného vejcovodu, ve kterém dochází k oplození a odvod oplozeného vajíčka pokračuje pochvou ven. Zajímavostí je semenný váček u samiček, který pomocí přídatných žláz udržuje samčí sperma po celý život aktivní – oplození schopné. Samička, která klade vajíčka, se na základě mnoha faktorů může rozhodnout, zda naklade vajíčka oplozená či neoplozená, čímž ovlivní líhnutí samiček nebo sameček. Roli v kladení hraje mimo jiné i množství potravy, roční doba včetně přírodních podmínek, početnost kolonie a mnoho dalších faktorů (Sadil, 1955).

V následující části bude zmíněna biologie konkrétních nalezených druhů.

6.1 *Camponotus ligniperda* (Latreille, 1802)

Mravenec dřevokaz, jak byl česky pojmenován, je jeden z největších druhů mravenců na našem území. Dělnice měří okolo šesti až čtrnácti milimetrů, zatímco královny až sedmnácti milimetrů délky. Vyskytuje se nejčastěji na suchých podložích s dostatkem slunečního světla (například travnaté suché louky se zastoupením keřového patra nebo okraje lesů), ale nalezneme ho i v listnatých a smíšených lesích. Svě jméno nosí díky stavbám mravenišť, které obvykle staví na starých pařezech, spadlých stromech, pod kořeny nebo se řídčeji uchyluje do nemocných stromů. Některá hnízda můžeme běžně najít vystavěna i pod kamenem. Jejich hnízda, pokud jsou vystavěna v kmenech, se soustředí chodbičkami podél letokruhů. Způsob obrany je prostý, jejich velká kusadla spolu s jedem dokáží popálit i člověka. (Czechowski a kol., 2002)

Zadeček je leskle černý s řídkým pýřím. Přední část zadečku, hrud' a stopka jsou červené až červenohnědé.

Obživa tohoto druhu spočívá v olizování mízy stromů a výměšku mšic, které se vyskytují zpravidla na hnízdním stromě, tudíž hlavní potravní trasa vede po kmenech k větvím, kde mšice sají. Stejně jako na stromech, mohou mravenci vyhledávat mšice

i na keřích a bylinách. Krom mízy a medovice můžou lovit hmyz, včetně jiných druhů mravenců. Zvláštností u mravence dřevokaza je specializovaný způsob dorozumívání, kdy svým tělem a pohyby těla vydávají zvuky, které rezonují dřevem (Hölldobler & Wilson, 1990).

6.2 *Formica cunicularia* (Latreille, 1798)

Dle Czechowskeho a kol je to jeden z běžných evropských druhů vyskytující se zejména na slunných okrajích lesů, mýtinách, křovinatých suchých loukách nebo písčných plochách. Svá hnízda si staví nejčastěji pod kameny nebo v zemi s malou nadstavbou z okolního materiálu. V hnízdě se nachází pouze jedna královna, která ovládá celé hnízdo.

Formica cunicularia patří mezi dravé druhy a ovlivňuje tak nejbližší prostředí hnízda, kde doslova likviduje většinu druhů hmyzu. K lovu patří i sběr mrtvého hmyzu, který zpracovává. V poslední řadě se živí i nektarem rostlin, někdy i medovicí mšic. *Formica cunicularia*, jako submisivní druh, se musí mít na pozoru, neboť často podléhá nájezdům druhů *Formica sanguinea* nebo *Polygerus rufescens*, které kradou jeho larvy a vychovávají z nich otroky (Czechowski a kol., 2002).

6.3 *Formica fusca* (Linné, 1758)

Tělo je šedočerné až černé, lesklé. Po celém těle jsou krátké štětinky. *Formica fusca* je nejběžnější druh mravence rodu *Formica* u nás. Dělnice dosahují velikosti okolo pěti milimetrů a dožívají se až osmi let. Samička dorůstá až deset milimetrů. Tento druh se vyskytuje v rozmanitých podmínkách od písčin a mýtin po lesy a houštiny. Hnízda si staví v oblastech jako suťové svahy, pod kameny, pod kůrou nebo vystavuje hliněné kupky nad zemí. Mezi další oblasti patří vlhčí lesy s hustým bylinným podrostem nebo rašeliniště (Czechowski a kol., 2002).

Mezi masitou stravou se i rád přikrmuje na vylučované tekutině – medovici, ze mšic nebo červců, kteří jsou zvanými hosty v jejich mraveništi. Poslední příležitostnou složkou potravy jsou nektaria rostlin, na kterých se *Formica fusca* přživuje (Sadil, 1955).

Nález několika dělnic nemusí znamenat výskyt celé kolonie, protože rod *Formica fusca* se stává často otrokem po nájezdu rodu *Formica sanguinea*. Stejným způsobem se

mohou některé samičky *Formica fusca* podílet na zakládání smíšených kolonií s *Formica rufa*, přičemž z dlouhodobého hlediska dochází stejně k vzniku kolonie čisté (Czechowski a kol., 2002).

6.4 *Formica rufibarbis* (Fabricius, 1793)

U tohoto druhu je hlava širší, štětinky na těle jsou hustší. Epistom, kusadla, líce, hruď a stopka jsou červené. Dělnice měří okolo čtyř až sedmi milimetrů. Larvy jim jsou kradeny často druhem *Formica sanguinea*. Druh *Formica rufibarbis* je agresivní a nepřátelský vůči jiným druhům mravenců, kteří mu mohou sloužit i jako zdroj potravy.

Jeho výskyt, chování a potravní preferenci lze úzce spojit s vlastnostmi rodů *Formica cunicularia* a *Formica fusca* (Czechowski a kol., 2002).

6.5 *Formica pratensis* (Retzius, 1758)

Tělo tohoto mravence je porostlé hustými, jemnými a krátkými štětinkami. Na pronotu a mesonotu splývají tmavé skvrny. Dělnice *Formica pratensis* jsou velké v rozmezí pěti až devíti milimetrů, královny okolo osmi až jedenácti milimetrů. V hnízdě se nachází nejčastěji pouze jedna královna (Sadil, 1955).

Hnízda mají stejně jako u lesních mravenců nadzemní část, která je tvořena jemnými částčkami půdy, rostlin a odpadu mraveniště, přičemž nenarůstá do výšky jako u lesních druhů. Nadzemní část tvoří necelou třetinu celkové velikosti hnízda a tvarově není nijak upravena. Zbytek je umístěn pod zemí, kde tvoří větší část hnízda. U *Formica pratensis* bylo pozorováno i přemísťování hnízda do jiného již obsazeného, které získali (Sadil, 1955). *Formica pratensis* se nejčastěji vyskytuje na otevřených stanovištích luk, pastvin a stepí, kde hnízdo často obklopuje vysoko stébelná vegetace. Kolonie se živí medovicí, ale i drobnými živočichy (Czechowski a kol., 2002).

6.6 *Myrmica rubra* (Linné, 1758)

Myrmica rubra je jeden z našich nejznámějších žahavých mravenců, využívající na svou obranu žihadlo. Mravenec se vyznačuje červenohnědou barvou a střední velikostí – tedy dělnice okolo čtyř až pěti milimetrů a matka až šest milimetrů. Jejich tělo je štíhlé a rozdíly mezi královnou a dělnicemi nejsou tak výrazné. *Myrmica rubra* je

málo agresivní druh stejně jako většina ostatních druhů rodu *Myrmica*. Je to druh polygynní (Czechowski a kol., 2002).

Výskyt tohoto mravence je vázán na lokality s dobrou vzdušnou vlhkostí od nížin až po hory a svá hnízda si staví na místech jako pařezy, místa pod kůrou, v trávě nebo pod kamenem s malou kupou zeminy nad povrchem. Často je nalézáme na místech s vyšší vlhkostí, jako jsou podmáčené louky (Radchenko a kol., 1977). Přestože je *Myrmica rubra* vlhkomilný druh, vyznačuje se vysokou tolerancí vůči prostředí. *Myrmica rubra* je poměrně dravý druh, který však doplňuje svou stravu chováním mšic, od nichž přijímá medovici (Czechowski a kol., 2002).

6.7 *Myrmica ruginodis* (Nylander, 1846)

Zástupce druhu *myrmica* patří k tmavě červenohnědým jedincům. Vyskytuje se hojně v lesích nebo vysoko stébelných loukách, kde staví hnízda v tlejícím dřevě, pod kameny nebo v zemi či nadzemním podkladu jako třeba v mechu. Upřednostňují stinná a vlhká místa. Kolonie čítá stovky jedinců. Dělnice dosahují velikosti mezi čtyřmi až šesti milimetry, královny mezi šesti až osmi milimetry. V kolonii se může vyskytnout vzácněji více královen. Kolonie se živí zejména nektarem rostlin a medovicí mšic (Czechowski a kol., 2002).

6.8 *Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846)

Myrmica scabrinodis je většinou hnědá až rezavě hnědá s převážně temnějším zadečkem. Dělnice dorůstají kolem čtyř až pěti milimetrů. Je to druh polygynní.

Svá hnízda si tento druh staví pod kameny na místech vyhřívaných sluncem, na krajích lesů, loukách a pastvinách či křovinatých stráních, kde jsou hnízda v trsech trávy nebo v mechu. Dle Czechowského a kol. (2002) se *Myrmica scabrinodis* může vyskytovat i ve shnilém dřevě. *Myrmica scabrinodis* se vyhýbá xerothermním stanovištím a preferuje slunečné prostředí, přičemž je i tolerantní k vlhčímu prostředí.

Při svých výpravách za potravou se *Myrmica scabrinodis* vydává po cestičkách, které kolonie vytvořila pro rychlejší přesun do vzdálenějších míst od hnízda. Tyto cestičky jsou v přírodě viditelné. Zajímavostí je výstavba cestiček s co nejmenšími překážkami a obcházením, proto nalezneme v jejich stavbách různé tunely či zanešené propadliny (Czechowski a kol., 2002).

6.9 *Temnothorax crassispinus* (Karavaiev, 1926)

Temnothorax crassispinus je náš zástupce žijící převážně ve světlých listnatých a smíšených lesích. Svá hnízda si vystavuje pod kůrou stromů, v tlejících pařezech, spadlých větvích, žaludech nebo mechu. Je to submisivní druh mravence. Velikost dělnice se pohybuje v rozmezí dvou až tří milimetrů, zatímco královna dosahuje velikosti pěti až šesti milimetrů. V hnízdě se vyskytuje pouze jedna královna dominantní. *Temnothorax crassispinus*, často zaměňovaný za *Temnothorax nylanderi*, má žlutou až světle oranžovou barvu s tmavším pruhem na spodní části hrudi. Hlava je oproti tělu tmavší. Za potravu mu slouží menší druhy hmyzu (Czechowski a kol., 2002).

6.10 *Lasius brunneus* (Latreille, 1798)

Tento středně velký druh mravence má žlutohnědou barvu a dělnice dorůstají až pěti milimetrů, přičemž se dožívají až sedmi let života. Královna dorůstá až osmi milimetrů. Jeho výskyt je zaznamenán nejčastěji v listnatých a borových lesích, kde využívá pro stavbu svého hnízda kůru stromů (Czechowski a kol., 2002).

Na cestě za potravou si své pravidelně využívané cestičky čistí od překážek. Tyto cestičky je možné při bližším zkoumání zahlédnout. Dělnice tohoto druhu se vyhýbají otevřenému prostoru, proto je většina cestiček částečně kryta. *Lasius brunneus* je málo agresivní až plachý druh. Zajímavostí tohoto druhu je absence stridulačního orgánu, proto se převážně řídí čichem a zrakem (Czechowski a kol., 2002).

6.11 *Lasius niger* (Linnaeus, 1758)

Lasius niger je druh obývajícím převážně louky a sekundárně zahrady, kde si vystavuje hnízda pod kameny, pod kůrou nebo jen v zemi s částečnou nadstavbou z hlíny. *Lasius niger* může být často i nezvaným hostem domácnosti, kam ho lákají potraviny. Zajímavostí je rozdíl velikostí mezi dělnicemi, která dosahuje velikosti až čtyř milimetrů, a královnou o velikosti do devíti milimetrů. Barva mravence bývá tmavě šedá až černá. Holeně noh jsou porostlé odstávajícími štětinkami (Czechowski a kol., 2002).

Obživou pro tento druh jsou výměšky mšic, které si pěstuje a přechovává na rostlinách v blízkosti hnízda. Zajímavostí je, že mšice nechává přezimovat ve svém

hnízdě a v teplejších měsících je opět vystěhovává na rostliny nebo jejich kořeny. Další složkou je hmyz, ale i rostlinný nektar.

Rostliny hrají roli i ve stavbě hnízd v trávě, protože tvoří oporu pro nadzemní část hnízda. Nejčastěji tuto oporu tvoří zástupci čeledi *Poaceae*. *Lasius niger* je jeden z agresivních druhů České republiky (Czechowski a kol., 2002).

6.12 *Lasius platythorax* (Seifert, 1991)

Lasius platythorax je druh velmi se podobající druhu *Lasius niger*, který žije na mokřích typech luk a v lesích. Dělnice tohoto druhu měří kolem čtyř až pěti milimetrů, zatímco královna dorůstá až devíti milimetrů. Barvou se podobá druhu *Lasius niger*, tedy hnědočerná a černá s jemnými chloupky (Sadil, 1955)

Lasius platythorax si staví hnízda v mrtvém dřevě, v trsech trávy nebo v zemi na stanovištích lesních či lučních s převahou vlhčích typů biotopů jako rašeliniště nebo slatiniště, zatímco jemu podobný *Lasius niger* preferuje sušší lokality. Hnízda zpravidla postrádají nadzemní část (Czechowski a kol., 2002).

7 Metodika

V následujících kapitolách vysvětlím, k jakým přípravám došlo před sběrem dat, jaké pomůcky jsem využíval při terénním výzkumu a jak proběhlo zpracování dat a určení lokalit.

7.1 Metodika sběru dat a zpracování

Pro výzkumnou metodu sběru dat z lokalit formou kladení pastí jsem zvolil plastové zkumavky o objemu 45 ml, které mi byly poskytnuty školitelem a byly vhodné na dostatečný počet mravenců pro vyhodnocení statistických dat. Celkem jsem využil 30 zkumavek, do kterých jsem vždy namíchal 15 ml cukerného roztoku, jenž vznikl smícháním 100 g cukru na 0,5 l vody. Aby nedošlo k znečištění povrchu zkumavky, aplikoval jsem roztok injekční stříkačkou a do zkumavky vkládal vatou, která držela roztok uvnitř.

Plastové zkumavky jsem rozmísťoval v určených lokalitách v jedné rovině po pěti metrech za sebou vždy tak, aby otvor zkumavky byl přístupný ze země pro všechny druhy a velikosti mravenců. Víčka jsem si ponechal u sebe. Zkumavky zároveň byly pokládány tak, aby neupoutávaly pozornost případných kolemjdoucích či běžné zvířeny a nenarušovaly tak přirozenost přírody. Pro lepší orientaci a nacházení pastí jsem vyznačoval prostor přírodním materiálem jako šišky nebo klacky. Pro výzkum jsem si určil dny, ve kterých byly velmi podobné podmínky, tedy přibližně stejná teplota a nulové srážky. Nakonec byla vybrána data v druhé polovině srpna, konkrétně 17. a 21. srpna 2012 na lokalitě borového lesa, 24. a 25. srpna 2012 na suché louce, 22. a 23. srpna 2012 v dubovém lese a nakonec 28. srpna 2012 na vlhké louce.

Po rozmístění zkumavek po pěti metrech došlo k započetí měření času. Po jedné hodině jsem se vydal posbírat první třetinu zkumavek, které jsem si již předem označil. Prvně tedy došlo ke sběru každé třetí zkumavky, za další hodinu jsem posbíral každou druhou zkumavku a po třech hodinách došlo ke sběru zbylých zkumavek. Díky jednotlivým sběrům došlo ke shromáždění materiálu ve třech časových obdobích na větší ploše. Při sběru vždy došlo k rychlému uzavření zkumavky víčkem. Každá nádoba byla předem označena datem, pořadím a druhem biotopu.

Pro přenesení entomologického materiálu byl připraven denaturovaný líh pro usmrcení materiálu, kterým byly naplněny malé uzavíratelné zkumavky o objemu 0,2 ml, jež jsem si předem označil stejnými údaji jako na zkumavkách o objemu 45 ml. Souhlasné údaje na zkumavkách byly navíc doplněny o datum a lokalitu sběru. Ostatní údaje o lokalitě byly sepsány do pomocné tabulky. Samotný přenos materiálu byl prováděn pomocí entomologické pinzety poté, co jsem zkumavky nechal chvíli v chladničce – po dobu dvaceti minut dojde u mravenců ke zpomalení pohybu a snížení životních pochodů. Zároveň však za takový čas nedojde k žádnému vážnému poškození vnějších znaků, podle kterých se mravenci určují. Zpomalený materiál jsem pomocí pinzety převedl do líhu. Mravenci okamžitě v líhu umírají a jsou tak uchovány k pozdějšímu určení.

Na stejné lokalitě jsem prováděl průzkum dvakrát, aby se data dala porovnat a lépe zhodnotit.

Po shromáždění materiálu došlo k určování školitelem, Pavlem Pechem, pomocí binokulární lupy. Nomenklatura je uváděna dle Seiferta (2007). Jednotlivé rozpoznané druhy byly dle čísla zkumavky a data sběru zařazeny školitelem do připravené pomocné tabulky, která posloužila jako základ pro vytvoření grafů a zjišťování statistických hodnot.

7.2 Statistické metody

Pro zpracování dat bylo využito školitelem programu STATISTICA 6, do kterého byla vkládána data z jednotlivých sběrů. V programu bylo využito Chí kvadrátového testu pro zjištění rozdílu v počtu obsazených pastí, dále mediánového testu pro zjištění rozdílu v počtech dělnic za dobu výzkumu, a nakonec Spearmanova testu, který zjišťoval mezidruhové interakce v rámci všech dat, ale i redukovaných dat, v nichž nebyly započítány prázdné zkumavky. Mimo statistické metody byly vytvořeny i grafy pro názornost ve změně počtu jedinců a jejich dominanci na dané lokalitě. Grafy a tabulky jsou součástí práce, jejich hodnocení je uvedeno ve výsledcích.

7.3 Určení lokalit

Před započítáním práce v terénu jsem si nejprve určil lokality, na kterých bych chtěl pracovat a které by mohly být zajímavé z hlediska potravní konkurence vzhledem

k možným výskytům tří a více druhů mravenců. Hledání a zkoumání lokalit bylo prováděno nejprve díky fotografickým mapám a následně osobní návštěvou lokality. Některé z lokalit byly vybrány na základě vlastních zkušeností s daným prostředím a dobrou znalostí terénu.

Pro lokality jsem si vymezil některé body, které by měly splňovat. Jednalo se mi o požadavky, které by pomohly k jednoznačnému určení lokality jako biotopu např., aby šlo jednoznačně o dubový nebo smrkový les, a dále aby splňovala nároky na prostor. Prostorové nároky činily minimálně délku 300 m a šířku 50 m. Tyto rozměry jsem přibližně dodržoval, aby nemohlo dojít k prolínání více biotopů, a tím i druhů mravenců. Zásahem druhů mravenců z jiného biotopu do vybrané lokality by mohlo dojít ke zkreslení dominance u potravy. Dalším požadavkem, například u luk, bylo, aby zde nebyl žádný stromový zápoj. U všech lokalit jsem se snažil vytěsnit jakýkoli vliv lidské činnosti – infrastruktury, vysypávané cesty, zahrady nebo uměle vytvořené biotopy.

7.4 Charakteristika vybraných lokalit pro výzkum

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral prostředí kolem Hradce Králové, které je zajímavé svým písčným podložím. Díky podloží, které je vytvořeno tisíciletými náplavami řek Labe a zejména Orlice, se zde vytvořily rozmanité podmínky pro rozvoj mnoha druhů biotopů. Geologický podklad tvoří zejména slínovce a vápnité jílovce překryté štěrkopískovými náplavami.

Okolí Hradce Králové skýtá nejednu rezervaci či chráněnou oblast, je domovem mnoha chráněných a vzácných druhů cévnatých rostlin, ale i živočichů, nejen bezobratlých. Vlivem člověka zde sice došlo v posledním století k mnoha změnám, jako kácení původních lesů, vysazování nepůvodních dřevin, ale i vysušování střídavě zamokřených luk a lesů. Dnešním trendem je však uvádět přírodní podmínky do doby před zásahem člověka, proto se na několika místech pokouší dobrovolnické skupiny obnovovat přirozená stanoviště.

Lokality, které jsem si pro svou práci vybral, jsem nejprve vyhodnocoval dle leteckých snímků, internetových záznamů a nakonec na základě osobní návštěvy několika vytypovaných lokalit.

Pro práci jsem nakonec vybral čtyři konkrétní lokality, které se od sebe vzájemně liší. Každá lokalita představuje jiný biotop s jiným ekotonem a edafonem. Tím mohu docílit různých výsledků a zhodnotit tak větší valenci a dominanci u zdroje potravy. Lokality, které jsem si vybral pro svou práci, mají přibližně stejný společný podklad, jenž se však v průběhu tisíciletí měnil a vytvořily se různé druhy půd a tím i různé biotopy. Prioritou pro rozdílnost lokalit byly prvky jako osvětlení lokality (co se zápoje stromového patra týče), vlhkost (alespoň jedna lokalita s trvalejším zamokřením a jedna s převažujícími suchými podmínkami) a druhové složení (dvě z lokalit převážně s lučnými zástupci rostlin a dvě lokality lesní). Důvodem výběru lučních a lesních ekosystémů byla jejich rozmanitost na druhy mravenců a jejich potravní možnosti, které se liší v mnoha bodech. Mezi nejzákladnější a nejbližší mému zájmu je potravní složka cukerná, která se na lučních ekosystémech vyskytuje v mnoha různých podobách.

7.4.1 Suchá louka T1.1 Mezofilní ovsíková louka

Louka spadající do přírodní památky Plachta je okrajovou částí této oblasti. Vyznačuje se suchým podložím písků. Díky pískovému podloží se veškerá voda splavuje do nižších vrstev, a tak vzniká suchá, málo úrodná horní vrstva zeminy. Humózní vrstva se zde vyskytuje ve velmi malých vrstvách. Vzhledem k otevřené krajině, nadmořské výšce okolo 240 metrů nad mořem a celkovým podmínkám zde dochází k růstu teplomilných a světlomilných zástupců rostlin, převážně druhů *poaceae*.

Od dob Rakousko – Uherska byl tento prostor určen k armádním cvičením, proto je většina území členitá a místy obsahuje navážky betonových bloků či sutě. V některých křovinatých zákoutích, mimo mnou vyhrazený prostor pro výzkum, jsou patrné i černé skládky.

Mnou vybraný úsek tvoří z 99 % skupina rostlinného patra E1, zbytek tvoří občasné keříky. Mezi rostliny nepůvodní jsem na lokalitě našel invazivní druh zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a štetku planou (*Dipsacus fullonum* L.). Právě nepůvodně zavlečené druhy rostlin mohou často invazivně zarůstat velké plochy a narušovat tak původní vegetaci, která tak úzce souvisí s životem bezobratlých i obratlovců. Pro druhy mravenců nalezených na suché louce je nejčastějším zdrojem potravy spolu s hmyzem ještě produkt rostlin v podobě šťáv, zásobních látek, pylu, semen, oplodí nebo nektaru. Nepřímo se vyživují některé druhy díky mšicím.

Ke konkrétnímu výčtu rostlin patří vikev plotní (*Vicia sepium*), jetel pochybný (*Trifolium dubium*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), kakost luční (*Geranium pratense*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), třezalka vonná (*Hypericum perforatum*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), hadinec obecný (*Echium vulgare* L.) a zvonek rozkladitý (*Campanula patula*). Dle druhového složení by se mohlo jednat původně o suchou acidofilní louku nebo vřesoviště po zásahu člověka.

Jak uvádí Martin Hanousek na svém webu, louka je sečena jednou ročně, jinak převažuje snaha nezasahovat do této oblasti. I když je tato plocha součástí přírodní památky, z nedalekých domů lidé vyváží občasný biologický odpad ze zahrad do propadlin a křovin, čímž narušují přirozený vzhled a mohou rozšiřovat rostliny nepůvodní (Hanousek, 2013).

Tento biotop je prostředím, které poskytuje prostor pro výstavbu mravenišť pod zemí, tedy dochází k vybudování podzemních hnízd, nebo jak jsem se přesvědčil, dochází často k vybudování mravenišť při trsu trávy, a tím ke kombinovanému mraveništi s nadzemní částí, která je tvořena převážně částecy zeminy. Ve dvou případech jsem při obhlížení lokality narazil i na nepůvodní kus betonového bloku, který zajisté poskytuje dobrý úkryt pro mraveniště.

7.4.2 Borový les L8.1 Boreokontinentální bory

Lokalita se nachází mezi třemi vodními plochami, konkrétně mezi rybníkem Jáma, retenční nádrží Češík a vodní nádrží Kříž, přičemž nejbližší vzdálenost vodní plochy je 300 m. Podloží tvoří stejně jako ostatní lokality slínovce a jílovce, které byly časem překrývány nánosy štěrkopísků (Hanousek, 2013).

Z hlediska historického byla celá lokalita zalesněná, přesto byla ovlivněna lidskou činností, o čemž svědčí odvodňovací kanály, které jsou v blízkosti a napájí rybník Jáma.

Lokalitu zastupuje ze stromového patra téměř vždy borovice lesní, přičemž v širším okolí hradeckých lesů přibývá i vysazování borovice černé a smrku ztepilého. Borovicová monokultura není neobvyklá, v oblasti s písčným podkladem je pro borovice vhodné prostředí a vytváří tak borové háje uměle vysázené člověkem. Z keřového patra E2 nalezneme krušinu olšovou (*Frangula alnus*), břízu bělokorou (*Betula pendula*) nebo jeřáb ptačí (spolu s dubem výskyt pouze juvenil). K bylinnému

patru E1 patří jen několik málo druhů jako vřes obecný (*Calluna vulgaris*), občasné metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* L.), bika hajní (*Luzula luzuloides*) a poměrně rozsáhlé porosty brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), vzácněji brusnice brusinky (*Vaccinium-vitis-idoea*). V okolních lokalitách jsem pozoroval i menší porosty blíže neurčovaných kapradin. Nejvíce vyvinuté nám může připadat mechové patro, které pokrývá většinu země a patří sem dutohlávka lesní (*Cladonia coccifera*), dvouhrotec chvostnatý (*Discranium scoparium*), rokyt cypřišový (*Hypnum cupressiforme*) a bělomech sivý (*Leucobryum juniperoideum*).

Z hlediska poskytnutí potravy a úkrytu je prostředí velmi hostinné. V přízemní části slouží mechové patro jako úkryt pro mnohé druhy hmyzu, včetně mravenců. Mravenci si mohou vybudovat svá mraveniště i pod mnohými kořeny stromů, menším koloniím mravenců postačí mnohdy i šiška a naopak pro větší kolonie se zde najde nevyčerpatelně rostlinného materiálu na stavbu nadzemních částí hnízd z jehličí a větviček. Jehličnaté stromy slouží menším druhům rodu *Temnothorax* k výstavbě hnízd nebo k získávání potravy (Sadil, 1955).

7.4.3 Dubový les L6.4 Středoevropská bazifilní teplomilná doubrava

Tato lokalita se rozkládá na velkém území mezi městskou částí Roudnička a Vysokou nad Labem. Lokalita je v dostatečné vzdálenosti od lidských sídel, nicméně bezprostředně sousedí s obhospodařovaným polem. Podloží je totožné s předešlými lokalitami stejně jako překryv šterkopískových náplav. Dubový les je z jedné strany ukončen polem a z druhé strany přechází do borovo-smrkového lesa. Lokalita dubového porostu obsahuje starší stromy a vyskytuje se zde minimálně 60 let. Z dostupného zdroje (mapy.cz) lze zjistit, že dle vojenské mapy z 19. století byla stejná lokalita plně zalesněna. O druhové změně živočichů či rostlin však nevíme nic.

Ze složení lesa je důležité zmínit 90% přítomnost dubu letního (*Quercus robur* L.) a dubu zimního (*Quercus Petraea* Matt., Liebl.), mezi které občasné přistupuje borovice lesní (*Pinus sylvestris*) nebo bříza bělokora (*Betula pendula*) a společně vytváří 100% zápoj lesa. V okrajových částech přistupuje z keřového patra krušina olšová (*Frangula alnus*). Z patra bylinného se vyskytuje v této lokalitě nejčastěji metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* L.), bika hajní (*Luzula luzuloides* Lam.), borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a čteněji ostružiník maliník (*Rubus idaeus*). Z patra mechového zde byl

nalezen ploník ztenčený (*Polytrichum commune*). Část lesa přechází z roviny do prudkého svahu se západní expozicí. Pravděpodobně se jedná o suchou acidofilní doubravu či subkontinentální borovou doubravu s převahou dubu.

Les momentálně nepodléhá žádnému zásahu člověka. V nedávné době došlo k většímu vyvrácení stromů v přilehlých lesích Hradce Králové, nicméně této lokalitě se vývraty vyhnuly a zůstala nezměněna. Jedinou známkou zásahu může být zmíněné pole a vyšlapaná stezka od lidí.

Útočišť a příhodných míst pro výstavbu hnízd je zde mnoho. Mezi nejčastější místa pro výstavbu jsou dutiny kolem kořenů, jílovito-písečné sesuvy, staré pařezy, spadané větve a žaludy (nejčastěji je výskyt druhu *Temnothorax crassispinus*) (Sadil, 1955).

7.4.4 Vlhká louka na břehu Labe T1.4 Aluviální psárková louka

Lokalita je na pravém břehu řeky Labe a její podklad je tvořen staletými nánosy štěrkopísku.

Z historického pohledu jde původně o lokalitu zaplavovanou v jarních měsících a stále podmáčenou díky slepým ramenům řeky a vysoké hladině spodní vody. V posledních desetiletích však došlo k zásahu člověka a slepá ramena řeky byla zavezena, tok řeky napřímen, a došlo tak k narušení původních druhů rostlin. Navíc byla lokalita využita pro pěstování píce a uměle osázena

Přesnější určení lokality znesnadňuje druhové složení, které bylo ovlivněno člověkem, nicméně z bylinného patra se zde vyskytují druhy jako kakost luční (*Geranium pratense*), krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*), silenka nadmutá (*Silene vulgaris*), rdesno hadí kořen (*Bistorta major*), svízel povázka (*Gallium mollugo*), bršlice kozí noha *Aegopodium podagraria*, ocún jesenní (*Colchium autumnalea*) a v okrajových částech vzácně šťovík koňský (*Rumex hydrolapathum*).

Dnešní péče o louku podle vlastního pozorování spočívá v pravidelném sečení louky až dvakrát do roka a pěstování druhů pro zemědělství. Na ploše je využívána těžká technika.

V lokalitě se 100% zastoupením bylinného patra jsou úkrytem pro mravence zejména podzemní stavby nebo mraveniště s nadzemní částí.

8 Výsledky

Celkem bylo odchyceno na všech lokalitách 1455 mravenců patřících ke dvanácti druhům. Nejvíce bylo druhů *Formica rufibarbis* (472 dělnic), dále *Myrmica ruginodis* (434 dělnic) a třetí nejpočetnější *Temnothorax crassispinus* (411 dělnic). Nejvíce dělnic bylo prokázáno na lokalitě suchá louka, později určena jako T1.1 mezofilní ovsíková louka s 538 dělnicemi, dále borový les (481 dělnic) a dubový les (378 dělnic). Úplný výčet počtů dělnic v lokalitách je v tabulce č. 3.

Pokud zhodnotím obsazenost pastí, nejvíce pastí bylo obsazeno dělnicemi v borovém lese, kde vždy alespoň jednou dělnicí bylo obsazeno 45/60 zkumavek (za oba dny), dále pak na vlhké louce (44/60), v dubovém lese (41/60) a nakonec na suché louce (30/60).

V rámci jednotlivých biotopů, dnů ani druhů se statisticky průkazně neliší počty obsazených návnad ani počty dělnic na návnadách (a to ani v rámci jednotlivých kontrol). Počty obsazených návnad a počty druhů v daný čas a v dané lokalitě jsou uvedeny v tabulce č. 4 až 6, přičemž výsledky analýz obsazení návnad nejsou prezentovány. Z tabulky ale můžeme vypočítat trend zvyšujícího se počtu dělnic u většiny případů (Obr. 8 až 14). Výjimku tvoří pouze biotop acidofilní suché doubravy, kde se počty dělnic ve třetím sběru snížily. Jako neprůkazné vycházejí z výsledků korelace mezi počty obsazených návnad. Korelace počtů dělnic a času analyzovány nebyly.

Analýza mezidruhových interakcí Spearmanovým testem při použití kompletních dat sběru neukázala žádný vzájemný vztah mezi druhy na konkrétních lokalitách (Tab. č. 1). Oproti tomu analýzou redukovaných dat, dat nezahrnujících návnady s žádnými dělnicemi, prokázala negativní vztah mezi druhy *Myrmica ruginodis* a *Temnothorax crassispinus* (Tab. č. 2).

8.1 Borový les L8.1 Boreokontinentální bory

V biotopu borového lesa byly díky cukerným pastím zjištěny základní tři druhy mravenců a to *Formica pratensis*, *Temnothorax crassispinus* a *Myrmica ruginodis*. Za oba dva dny bylo průměrem obsazeno 76 % pastí, přičemž nárůst obsazení pastí za všechny tři sběry byl minimální. Celkově 50 % všech obsazených pastí tvořil podíl jedinců druhu *Temnothorax crassispinus*, kdežto *Myrmica ruginodis* jen necelých 26 %, přesto tvořila *Myrmica ruginodis* nejpočetnější druh (66,3 % všech jedinců za oba dva dny).

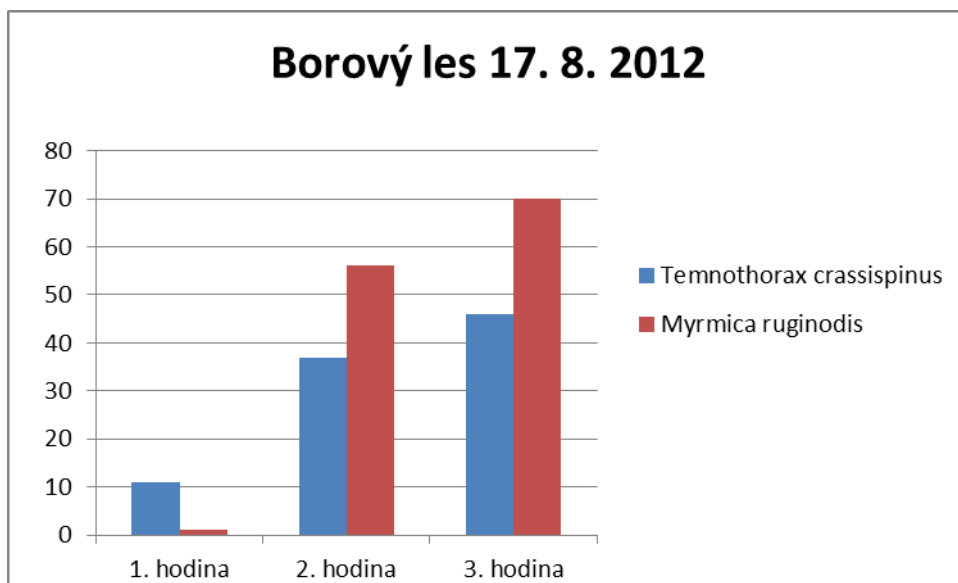
V případě obr. č. 2 je počet druhu *Myrmica ruginodis* zvětšující se geometrickou křivkou, zatímco u obr. č. 1 probíhal vzrůst mírněji, přestože přírodní podmínky byly téměř totožné. Možným důvodem pro tak rychlý nárůst jedinců u potraviny je vzdálenost od hnízd a početnost *Myrmic*, který může dosahovat až 2500 jedinců v jedné kolonii. Zkumavky z druhého dne jsem se pokusil rozmístit přibližně ve stejném místě se stejným rozestupem, ale poloha zkumavek se mohla v některých místech lišit od předchozího výzkumu o desítky centimetrů až metr, což je vzdálenost hrající velkou roli v potravních dálnicích mravenců. Právě tento faktor může hrát větší roli v početnosti některého druhu.

Jako druhý nejpočetnější druh byl prokázán *Temnothorax crassispinus*, jehož výskyt u pastí byl téměř stejný a rovnoměrně se zvyšující v obou případech.

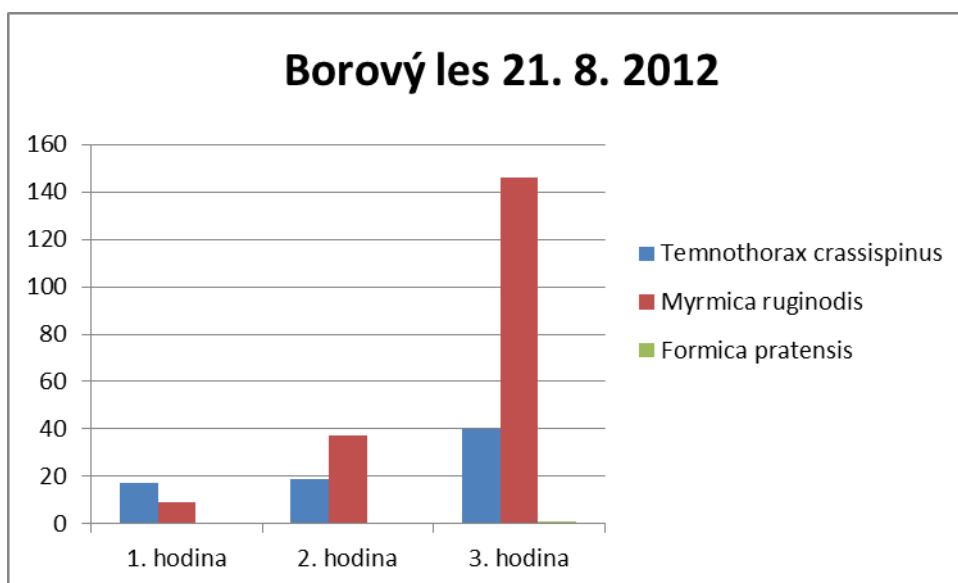
Posledním z odhalených druhů byla *Formica pratensis* vyskytující se pouze v jednom jediném případě, tudíž nemá žádný vliv na výsledky výzkumu.

Závěrem tedy můžeme říci, že dominantním druhem, který svojí početností převyšuje ostatní druhy mravenců, je *Myrmica ruginodis*, přičemž dle Spearmanova testu byl negativní vliv prokázán na druh *Temnothorax crassispinus*.

Obr. č. 1: Převažující početnost druhu *Myrmica ruginodis* nad *Temnothorax crassispinus* v návnadách



Obr. č. 2: Početní převaha druhu *Myrmica ruginodis* nad *Temnothorax crassispinus* v návnadách



8.2 Vlhká louka na břehu Labe T1.4 Aluviální psárková louka

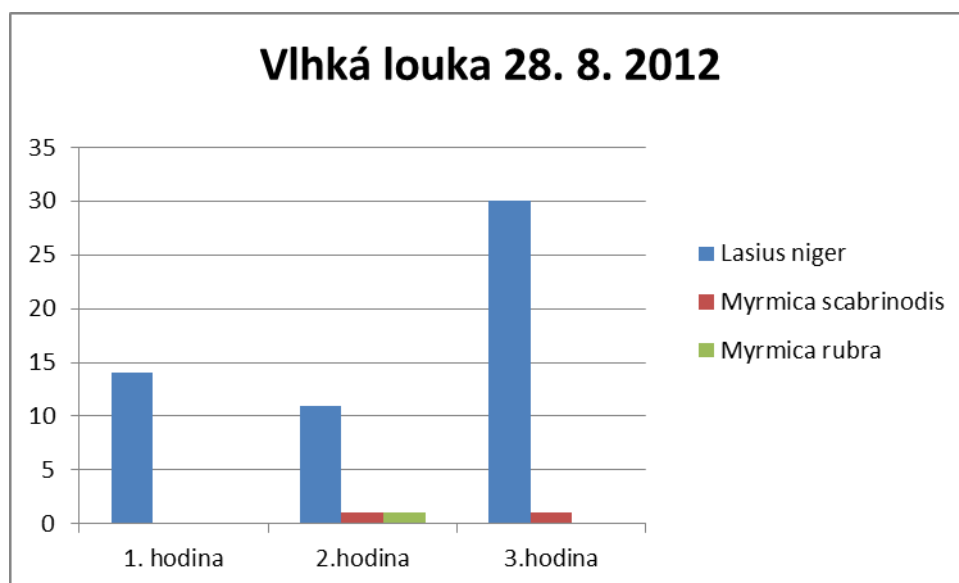
Na tomto lučním ekosystému byly prokázány tři druhy mravenců: *Lasius niger*, *Myrmica rubra* a *Myrmica scabrinodis*, přičemž celkem obsadily pouze 47 % pastí, z toho 43 % obsazených pastí obsahovalo zástupce druhu *Lasius niger*.

Prvním nejpočetnějším druhem byl *Lasius niger*. Jako jeden z našich nejběžnějších zástupců se v pastích objevil již v prvním sběru a ani v dalších sběrech nechyběl v hojném počtu a po celé délce rozmístění pastí. Můžeme s jistotou říci, že v pastech dominoval a v celkovém počtu 55 jedinců za tři hodiny převyšoval ostatní dva druhy.

Dalšími nalezenými druhy v pastech byly *Myrmica scabrinodis* v počtu dvou jedinců a *Myrmica rubra*, která se vyskytla pouze jako jediná dělnice.

Celkově tedy louka přinesla takové závěry, že zástupci *Myrmica scabrinodis* i *Myrmica rubra* se u pastí vyskytovali v menším počtu než druh *Lasius niger*, který oba dva druhy převyšoval počtem a je nám známo, že je druhem agresivnějším (Obr. č. 3)

Obr. č. 3: Poční převaha druhu *Lasius niger* v návnadách



8.3 Suchá louka T1.1 Mezofilní ovsíková louka

V biotopu suché louky došlo během dvou dnů pouze k 50% obsazení zkumavek, a nebylo prokázáno, že by se navyšoval počet obsazených zkumavek od prvního sběru.

Suchá louka s občasnými keříky vystavená slunečnímu záření je dle informací o mravencích možným vhodným prostředím pro druh *Formica rufibarbis*. Tento druh se vyskytoval v oba dva dny v hojném počtu kolem 350 jedinců za všechny sběry a vyskytoval se v 36 % zkumavek. V prvním případě, tedy 24. srpna, se počty jedinců zvyšovaly každou hodinu, přičemž třetí, poslední sběr odhalil nejvyšší počet, 132 jedinců, tedy nejdominantnější druh tohoto biotopu (Obr. č. 5). V druhém případě, dne 25. srpna, byl počet jedinců druhu *Formica rufibarbis* 66 při prvním sběru a při třetím sběru 155 jedinců. Vzhledem k počtu jedinců, k druhému opakování a stejným podmínkám na lokalitě lze usuzovat, že druh *Formica rufibarbis* je dominantním druhem této lokality a jeho schopnost reagovat na příležitostnou cukernou složku je na dobré úrovni. Svou roli opět mohla hrát i vzdálenost od hnízda nebo potravní trasy.

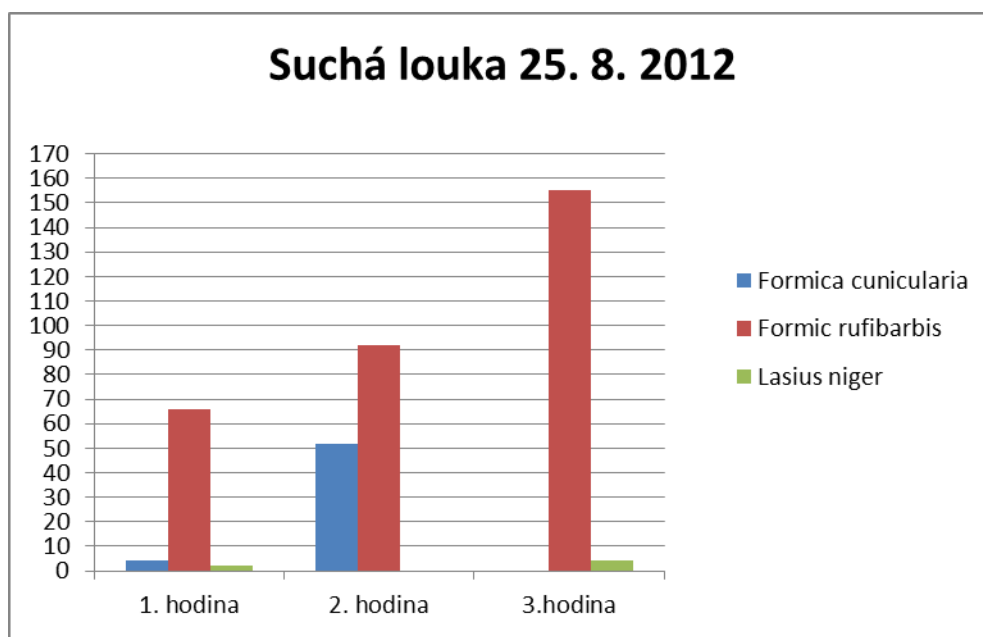
Jako druhý druh se objevila *Formica cunicularia*, která se v prvním zkoumání vyskytla pouze v počtu dvou zástupců za všechny sběry (Obr. č. 5). Vzhledem k početnosti a výskytu v období pouhých dvou hodin lze usuzovat, že se jednalo o málo početné hnízdo *Formica cunicularia* nebo bylo hnízdo vzdáleno natolik, že se k potravní složce dostala jen hrstka jedinců. V druhém zkoumání 25. srpna se *Formica cunicularia* objevila v mnohem vyšších počtech (Obr. č. 4). V prvním sběru byli nalezeni pouze čtyři jedinci, ale ve druhém sběru již 52 jedinců. Třetí sběr však byl překvapením, neboť ve zkumavce nebyl ani jeden zástupce *Formica cunicularia*, což si můžeme vysvětlit mnohonásobně vyšším počtem přítomného druhu *Formica rufibarbis*, který tak mohl potlačit či zabránit přístupu druhu *Formica cunicularia* k potravní složce a být tak dominantnějším druhem. Celkově se druh vyskytl v 13 % zkumavek, což je méně než polovina výskytu druhu *Formica rufibarbis*.

Dle školitele je kolísání počtů druhu *Formica cunicularia* a *Formica rufibarbis* zapříčiněno obtížným rozeznáváním znaků mezi sebou a možnou záměnou při určování.

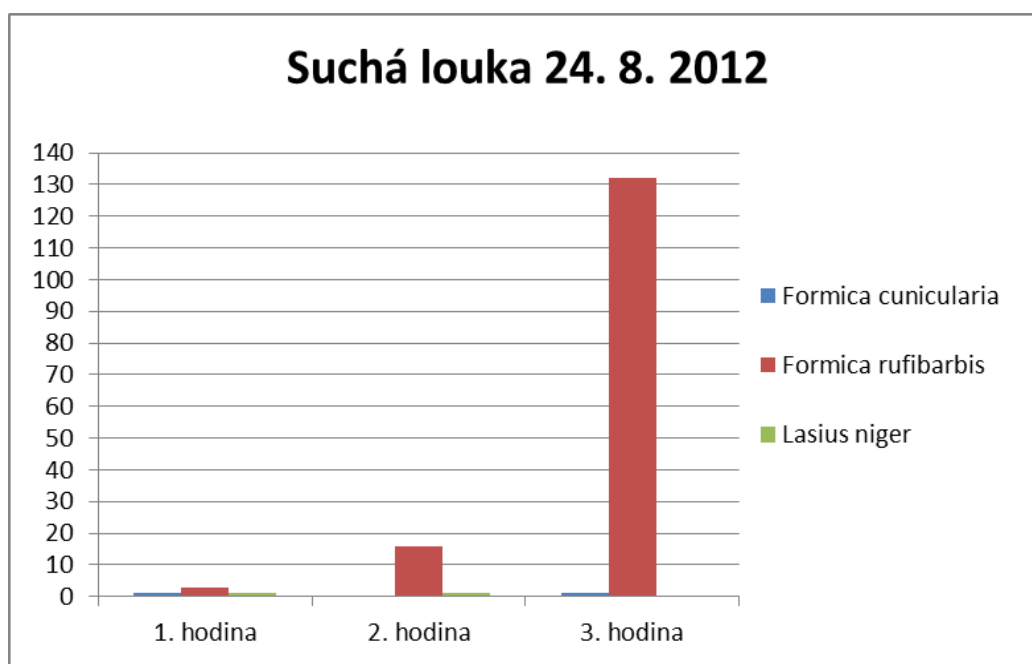
Poslední, nejméně zastoupený druh byl *Lasius niger* v počtu šesti jedinců.

Závěrem tedy můžeme říci, že druh *Formica rufibarbis* nebo *Formica cunicularia*, v závislosti na správnosti určení, v tomto zkoumání byl dominantním druhem, který přímo mohl ovlivnit početnost druhu *Lasius niger*.

Obr. č. 4: Početní převaha druhu *Formica rufibarbis* nad ostatními druhy



Obr. č. 5: Početní převaha druhu *Formica rufibarbis* nad ostatními druhy



8.4 Dubový les L6.4 Středoevropská bazifilní teplomilná doubrava

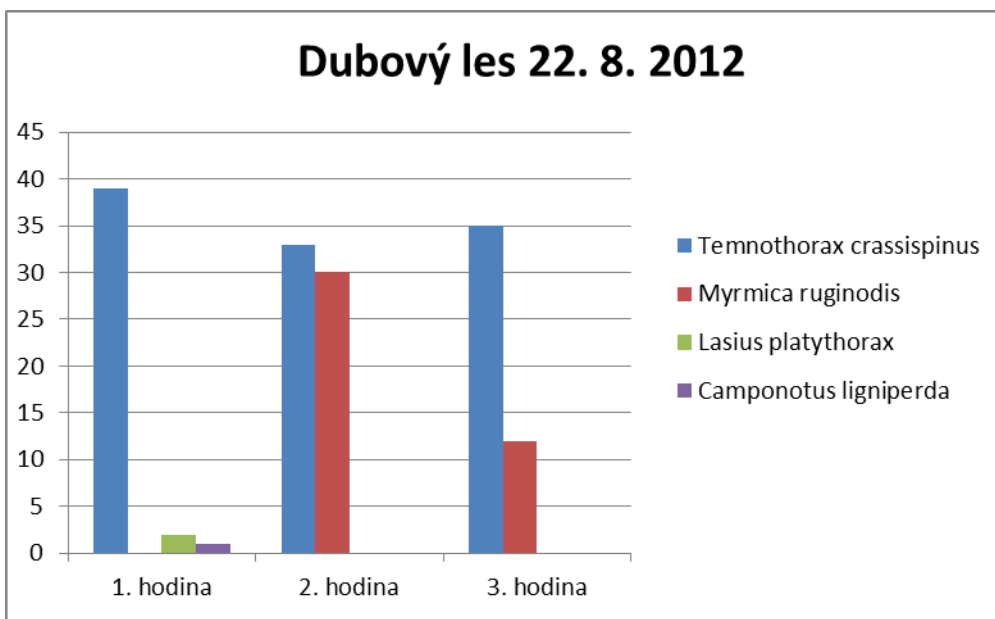
V biotopu dubového lesa byla během dvou dnů obsazenost zkumavek 70%, přičemž nejpočetnějším a dominujícím druhem se stal *Temnothorax crassispinus*, který se ve většině sběrů ukázal jako nejpočetnější. Jeho počet se nezvětšoval geometrickou křivkou, nýbrž se rovnoměrně pohyboval v počtech 40 až 60 jedinců při každém sběru. Díky rozmístění zkumavek lze určit, že *Temnothorax crassispinus* v dubovém lese je dominantní (obsadil 63 % zkumavek), přestože je jeden z nejmenších druhů vůbec. Dominantní se projevil nejen v počtu okolo zkumavek, ale i dle početnosti a zkoumání jinými autory, kteří tento biotop pro *Temnothorax crassispinus* určují jako typický. Z výsledků nelze jednoznačně určit zvyšující se obsazování neobsazených zkumavek a přibývání nových druhů mravenců v průběhu času, pouze navyšování se dělnic.

Druhým nejpočetnějším druhem byla *Myrmica ruginodis*, která se u zkumavek objevila až od druhého sběru 22. 8. (Obr. č. 6) a u třetího sběru 23. 8. 2012 (Obr. č. 7). Díky rozmístění lze předpokládat nálezy potravní zkumavky několika jedinci a následné informování v hnízdě, což navýšilo počty v posledním sběru (15 % zkumavek). Vzhledem k počtu bych ale usuzoval, že hnízdo se nacházelo ve větší vzdálenosti, proto byla početnost vyšší až ke konci sběru dat.

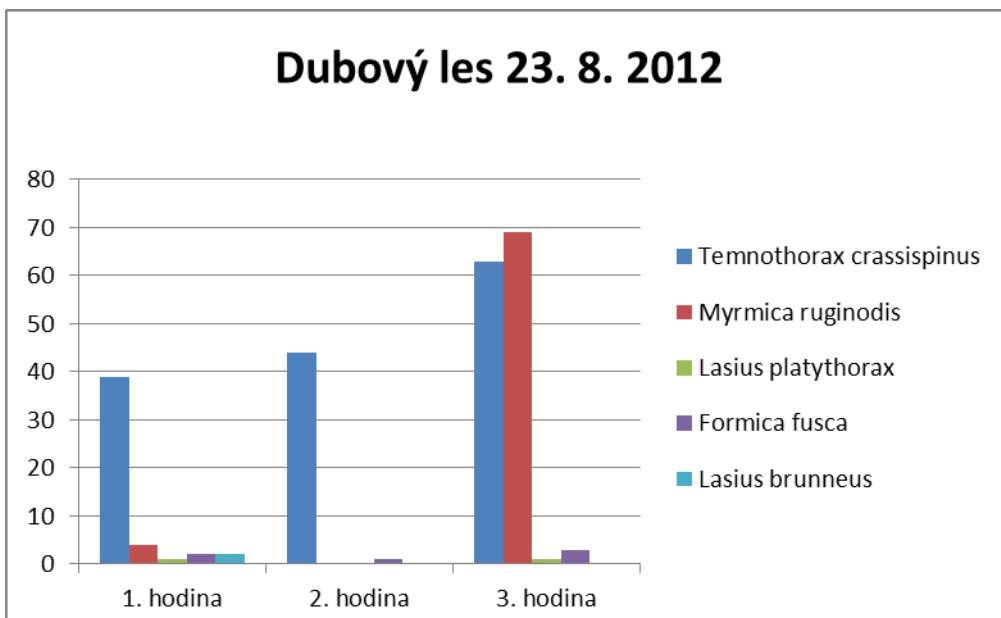
V menší míře se objevily na místě i další dva druhy, *Lasius platythorax* a *Camponotus ligniperda*, kteří byly v tak malém počtu, že v našem zjišťování dominance nemají takový význam. S velkou pravděpodobností se do pasti *Camponotus ligniperda* dostal z nějaké okrajové části lesa, kde je jeho výskyt pravděpodobnější, než uvnitř lesa, vzhledem k jeho preferenci slunných míst.

Při srovnání grafů můžeme sledovat, že v případě 22. srpna (Obr. č. 6) došlo k ovlivnění početnosti druhů mezi druhem *Temnothorax crassispinus* a *Myrmica ruginodis*. Zatímco druh *Temnothorax crassispinus* byl po všechny sběry v určitém rozpětí počtu jedinců, jeho početnost se zmenšila s přibývajícím početností druhu *Myrmica ruginodis* a s jejím poklesem početnosti opět *Temnothorax* zvýšil svoji početnost jedinců u potravní složky. Dle Spearmanova testu komplexních dat nebyl prokázán vzájemný vztah jen těsně (Tab. č. 1). Dle Spearmanova testu redukovaných dat už vzájemný vztah prokázán byl (Tab. č. 2). Ostatní dva druhy nalezených mravenců se vyskytovaly v malé početnosti a v posledních sběrech se téměř nevyskytovaly, což může být příčina vysokého počtu ostatních dvou dominantnějších druhů.

Obr. č. 6 : Početní zastoupení druhů *Temnothorax crassispinus* a *Myrmica ruginodis* na návnadách



Obr. č. 7: Početní zastoupení druhů *Temnothorax crassispinus* a *Myrmica ruginodis* na návnadách



9 Diskuze

Ve všech pokusech se ukázalo, že u druhu s vyšším zastoupením než jen několik dělnic je znatelný zvyšující se počet dělnic v čase. Zvyšující se počet dělnic však v žádném případě statisticky neznamenal zvyšující se obsazenost pastí nebo zvyšující se počet druhů mravenců, až na konkrétní případ biotopu dubového lesa ze dne 22. 8. 2012, kdy došlo k obměně druhů a zvýšení počtu obsazených pastí.

Cílem práce bylo mimo jiné zjistit i druhovou obměnu na návnadách, ke které nedošlo. Ve výsledcích se měly objevit v prvních sběrech nejprve R-stratégové, kteří by měli v závislosti na čase být vytlačováni dominantnějšími druhy. K tomuto ve výzkumu nedošlo a nabízí se hned několik vysvětlení. První možné vysvětlení je čas, po který byly návnady nastraženy. Je možné, že po době delší než tři hodiny, po které jsem nechal některé návnady ležet, by se u návnady prostřídaly i jiné druhy mravenců nebo by přinesly výsledky přesnějšího kolísání druhů, a to v závislosti na typu biotopu (v některých biotopech by doba vystavení návnady nemusela ovlivnit výsledky a proměnlivost druhů by se neprojevila). Druhým vysvětlením by mohl být počet návnad, které byly kladeny v jedné rovině za sebou s rozstupem pěti metrů. Možné rozmístění, které by pokrylo větší plochu, by mohlo přinést více dat o proměnlivosti druhů nebo jejich ovlivnění. Vzhledem k tomu, že u třech biotopů jsem opakoval pokus dvakrát, z toho pokaždé v jiný den, je možné, že konkrétní denní doba ovlivnila výskyt menšího počtu druhů. Svou roli stejně jako denní doba mohlo hrát i počasí, kdy se teploty u většiny výzkumů pohybovaly mezi 25°C až 31°C. Z výsledků tedy pravděpodobně vychází, že druhy jsou k sobě buď tolerantní, anebo u nich nedochází k interakcím. V případě, že by nedocházelo k interakcím, bylo by to možné z důvodu rozmístění hnízd a minimálních možností setkat se u návnady. Poslední možností by mohla být roční doba, tedy spíše určitá preference a aktivita mravenců v určitých měsících. Například v brzkých letních nebo jarních měsících by se mohly vyskytovat větší počty druhů mravenců. Svou roli mohl ve výzkumu sehrát i fakt, že některé druhy jsou stenoekní vůči určitým podmínkám, zatímco ostatní jsou euryekní, čímž by se pravděpodobněji ve výzkumu mohly vyskytnout druhy euryekní.

Jedním z dalších bodů diskuze je hodnocení dat s komplexními a redukovanými daty Spearmanova testu. V prvním případě byla hodnocena komplexní data včetně návnad neobsazených, přičemž výsledky neprokázaly interakci mezi druhy

Temnothorax crassispinus a *Myrmica ruginodis*. Při znovu vyhodnocení analýzy bez návnad, které nebyly obsazeny, se projevily analýzy ve prospěch negativní interakce ze strany *Myrmica ruginodis*. Konkrétně se jedná o Spearmanův test korelace ze 17. 8. 2012, kdy korelace je průkazná v případě výpočtu pouze sběru zkumavek, které byly obsazeny alespoň jedním ze dvou druhů, zatímco v případě započítání i prázdných zkumavek je výsledek průkazný jen téměř. Ještě větším rozdílem je průkaznost testu z 21. 8. 2012, kdy ve výpočtu bez prázdných zkumavek je vztah průkazný a v případě výpočtu s prázdnými zkumavkami neprůkazný. Z charakteristiky druhů vyplývá, že každý z těchto dvou druhů má jinou biotopovou preferenci, což může hrát roli v ovlivnění výskytu na specifickém stanovišti dubového lesa, který pro ně může být prvek ovlivňující výhody či nevýhody jejich potravní strategie a chování u potravní složky.

Posledním bodem diskuze bych rád zmínil metodiku a postup v biotopu vlhké louky při kladení pastí, které bylo náročné, proto jsem pokus prováděl pouze jednou. Velikost lučního porostu dosahovala okolo 50 až 100 cm, takže pohyb na této louce byl obtížný stejně jako nalézání pastí. Při sběru pastí navíc došlo k ušlapání pěšiny, čímž jsem narušil přirozenost prostředí. Úskalím tohoto biotopu byla právě výška porostu, ve kterém se kromě pohybu špatně hledaly zkumavky, které jsem neměl možnost nijak označit. Další z nepříjemností byla hustota společenstva rostlin, díky kterému se špatně kladly pastí tak, aby hrdlo zkumavky splývalo s porostem a byl umožněn přístup každému druhu mravenců, včetně těch nejmenších. Přestože jsem se snažil klást zkumavky vyhovujícím způsobem, narovnáváním některých stonků došlo k obrácení nebo nadzvednutí hrdla zkumavky, proto jsem musel několikrát zkumavky zkontrolovat a urovnávat.

Závěr

Cílem mé práce bylo zjistit proměnlivost druhů a změnu početnosti mravenců u konkrétní potravní složky. Jako první jsem si určil hypotézu, dle které se některé druhy mravenců objevují a prosazují u potravní složky častěji a ostatní druhy jsou zde v menší míře, to znamená, že dominantnější druh slabší druhy vytlačuje a to vše v závislosti na mnoha dalších faktorech. Dle těchto předpokladů mělo dojít k vymezení některých druhů z pastí. Jako dominantní a počtem převažující druhy se ukázaly v biotopu dubového lesa *Temnothorax crassispinus*, v borovém lese *Myrmica ruginodis* se silnou konkurencí *Temnothorax crassispinus*, na suché louce *Formica rufibarbis* a dominujícím druhem vlhké louky byl *Lasius niger*.

Závěrem tedy můžeme říci, že v tomto konkrétním období srpna, nedošlo v biotopech ke změně druhového zastoupení mravenců a ani při delší exponaci návnad by ke změně druhové diverzity nedošlo. Z hlediska vztahů mezi druhy byl prokázán negativní vliv druhu *Myrmica ruginodis* na druh *Temnothorax crassispinus*.

Z dalších cílů práce bylo vytvořit metodický list pro práci s mravenci, který slouží jako podklad pro volitelné předměty středních škol a pro zájmové kroužky. Obsahuje metodiku práce s mravenci, včetně několika jednoduchých pokusů. Pracovní list pro žáky a metodické pokyny pro vyučující jsou k nalezení v příloze.

Součástí diplomové práce je i stručný přehled stavby těla mravence a základní charakteristika druhů, které byly odchyceny na určených biotopech.

Práce svým obsahem mohla přispět k dalšímu poznání mezidruhových vztahů na konkrétních lokalitách. Osobně mi práce přinesla rozšíření obzoru v oblasti myrmekologie, včetně praktických zkušeností z prací v terénu a obohatila mě novými informacemi pro mé budoucí povolání učitele.

Seznam literatury

BEZDĚČKA, Pavel. *Lesní mravenci 7.: Historie a současnost výzkumu lesních mravenců*. Praha: Lesnická práce, 1985.

BEZDĚČKA, Pavel a Petr WERNER: *Seznam mravenců České republiky (Checklist of Ants of the Czech Republic)*. Uherské Hradiště: Sborník Přírodovědného klubu v Uh. Hradišti, 2001. S. 174-183.

BEZDĚČKOVÁ, Klára a Pavel BEZDĚČKA. Mravenci Českomoravské vrchoviny. *Acta rerum naturalium*. Jihlava, 2008, č. 5, s. 243-252.

BOLTON Barry: *A new general catalogue of the ants of the world*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1995, 504 s.

CARROLL, C. R. and D. H. Janzen: *Ecology of foraging by ants*. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, č. 4, s. 231–257.

CZECHOWSKI, Wojciech, Alexander RACHENKO a Wiesława CZECHOWSKA. *The ants of Poland*. Warszawa: Museum and Institute of Zoology PAS, 2002. ISBN 83-85192-98.

HÖLDOBLER, Bert a Edward WILSON. *Cesta k mravencům*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1997, 198 s. ISBN 80-200-0612-5.

HÖLDOBLER, Bert a Edward WILSON. *The ants*. United States of America: Harvard University Press, 1990. ISBN 0-674-04075-9.

CHYTRÝ, Milan. *Katalog biotopů České republiky: interpretační příručka k evropským programům Natura 2000 a Smaragd*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR ve spolupráci s katedrou botaniky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v

Brně a Botanickým ústavem Akademie věd České republiky, 2001, 304 s. ISBN 80-860-6455-7.

KELLER, Laurent a Élisabeth GORDON. *The lives of ants*. New York: Oxford University Press, 2009, 252 s. ISBN 01-995-4186-8.

KIPYATKOV, Vladien E. *Life Cycles in Social Insect: Behavior, Ecology and Evolution*. St. Petersburg, 2006. ISBN 5-288-04008-7.

KUBÁT, Karel a Radmila BĚLOHLÁVKOVÁ. *Klíč ke květeně České republiky*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 927 s. ISBN 80-200-0836-5.

MILES, Petr. *Formica*. Liberec: ZO ČSOP ARMILLARIA, 2000, č.3. ISBN 80-902626-2-7.

SADIL, Josef. *Naši mravenci*. 1. vyd. Praha: ORBIS, 1955.

SEIFERT, Bernhard. *Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas*. Tauer: lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, 2007, 368 s. ISBN 978-393-6412-031.

Internetové zdroje

AntWeb. *AntWeb* [online]. 2002, 2014 [cit. 2014-11-08]. Dostupné

z: <http://www.antweb.org/page.do?name=czech>

BOLTON, Barry. *An online catalog of the ants of the world*. [online] 2014 [cit. 2014-10-25]. Dostupné z: <http://antcat.org>.

Camponotus ligniperdus (Latreille, on 1802). *Diapause of the larvae and adults, queen and workers, at Camponotus ligniperdus (Latreille, on 1802)*. [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: <http://fp.reverso.net/fourmi-camponotusligniperdus-over-blog/1093/en/article--title-diapause-des-larves-et-des-adultes-reine-et-ouvrieres-chez-camponotus-ligniperdus-latreille-1802--42675564.html>

HANOUSEK, Martin. *Na Plachtě*. ČESKÝ SVAZ OCHRÁNCŮ PŘÍRODY JARO JAROMĚŘ. [online]. 2010 [cit. 2014-11-09]. Dostupné z: <http://www.naplachte.cz/>

ISOP: Portál AOPK ČR. [online]. 2002 [cit. 2014-11-09]. Dostupné

z: <http://isop.nature.cz/>

KAŠPAR, Jan. *Potravní biologie mravence Liometopum microcephalum (Panzer, 1798)*. Brno, 2011 [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/184703/prif_m/.
Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. Vedoucí práce Dipl. Biol. Jiří Schlaghamerský, Ph. D.

KLINGENBERG, Christiana. *Ameisen-net*. [online]. [cit. 2014-11-09]. Dostupné

z: <http://www.ameisen-net.de/>

KONEČNÁ, Marie. *Mravenci jako roznašeči semen*. České Budějovice, 2012 [cit. 2014-07-20]. Dostupné z: http://botanika.prf.jcu.cz/thesis/pdf/KonecnaM_Bc12.pdf.
Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědná fakulta. Vedoucí práce Prof. RNDr. Jan Lepš, CSc.

PETRÁKOVÁ, Lenka. *Interakce mezi Liometopum microcephalum a jinými dominantními mravenci se sympatrickým výskytem*. Brno, 2009 [cit. 2014-09-01].

Dostupné z: http://is.muni.cz/th/105989/prif_m/8234314/. Diplomová práce.

Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. Vedoucí práce Dipl. Biol. Jiří Schlaghamerský, Ph.D.

PFEIFFER, Martin. *Antbase*. [online]. University of Ulm, 2003 [cit. 2014-11-09].

Dostupné z: <http://www.antbase.net/>

Přílohy

Tabulka č. 1

Analýza mezidruhových interakcí druhů *Temnothorax crassispinus* a *Myrmica ruginodis* (komplexní data)

Borový les 21.8 2012	Valid	Spearman	t(N-2)	p-level	závěr
M. ruginodis & T. crassispinus	30	-0,169704	-0,911203	0,369967	neprůkazné
Borový les 17.8 2012	Valid	Spearman	t(N-2)	p-level	závěr
M. ruginodis & T. crassispinus	30	-0,364735	-2,07279	0,047511	průkazné (těsně)
Dubový les 22.8 2012	Valid	Spearman	t(N-2)	p-level	závěr
M. ruginodis & T. crassispinus	30	0,123249	0,657185	0,516428	neprůkazné

Tabulka č. 2

Analýza mezidruhových interakcí druhů *Temnothorax crassispinus* a *Myrmica ruginodis* (redukovaná data)

Borový les 21.8 2012	Valid	Spearman	t(N-2)	p-level	závěr
M. ruginodis & T. crassispinus	23	-0,573611	-3,20904	0,004214	průkazné
Borový les 17.8 2012	Valid	Spearman	t(N-2)	p-level	závěr
M. ruginodis & T. crassispinus	22	-0,650885	-3,83422	0,001036	průkazné
Dubový les 22.8 2012	Valid	Spearman	t(N-2)	p-level	závěr
M. ruginodis & T. crassispinus	16	-0,492655	-2,11824	0,052528	neprůkazné (těsně)

Tabulka č. 3

Početnost dělnic v jednotlivých biotopech

Početnost mravencův biotopech					
druh	Dubový les	Borový les	Vlhká louka	Suchá louka	celkem
<i>Camponotus ligniperda</i>	1	0	0	0	1
<i>Formica cunicularia</i>	0	0	0	58	58
<i>Formica fusca</i>	6	0	0	0	6
<i>Formica pratensis</i>	0	1	0	0	1
<i>Formica rufibarbis</i>	0	0	0	472	472
<i>Lasius brunneus</i>	2	0	0	0	2
<i>Lasius niger</i>	0	0	55	8	63
<i>Lasius platythorax</i>	4	0	0	0	4
<i>Myrmica rubra</i>	0	0	1	0	1
<i>Myrmica ruginodis</i>	115	319	0	0	434
<i>Myrmica scabrinodis</i>	0	0	2	0	2
<i>Temnothorax crassispinus</i>	250	161	0	0	411
celkem	378	481	58	538	1455

Obr.8: Neprůkazná závislost na čase 17.8 2012 Borový les
Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; *M. ruginodis* (Spreadsheet6)

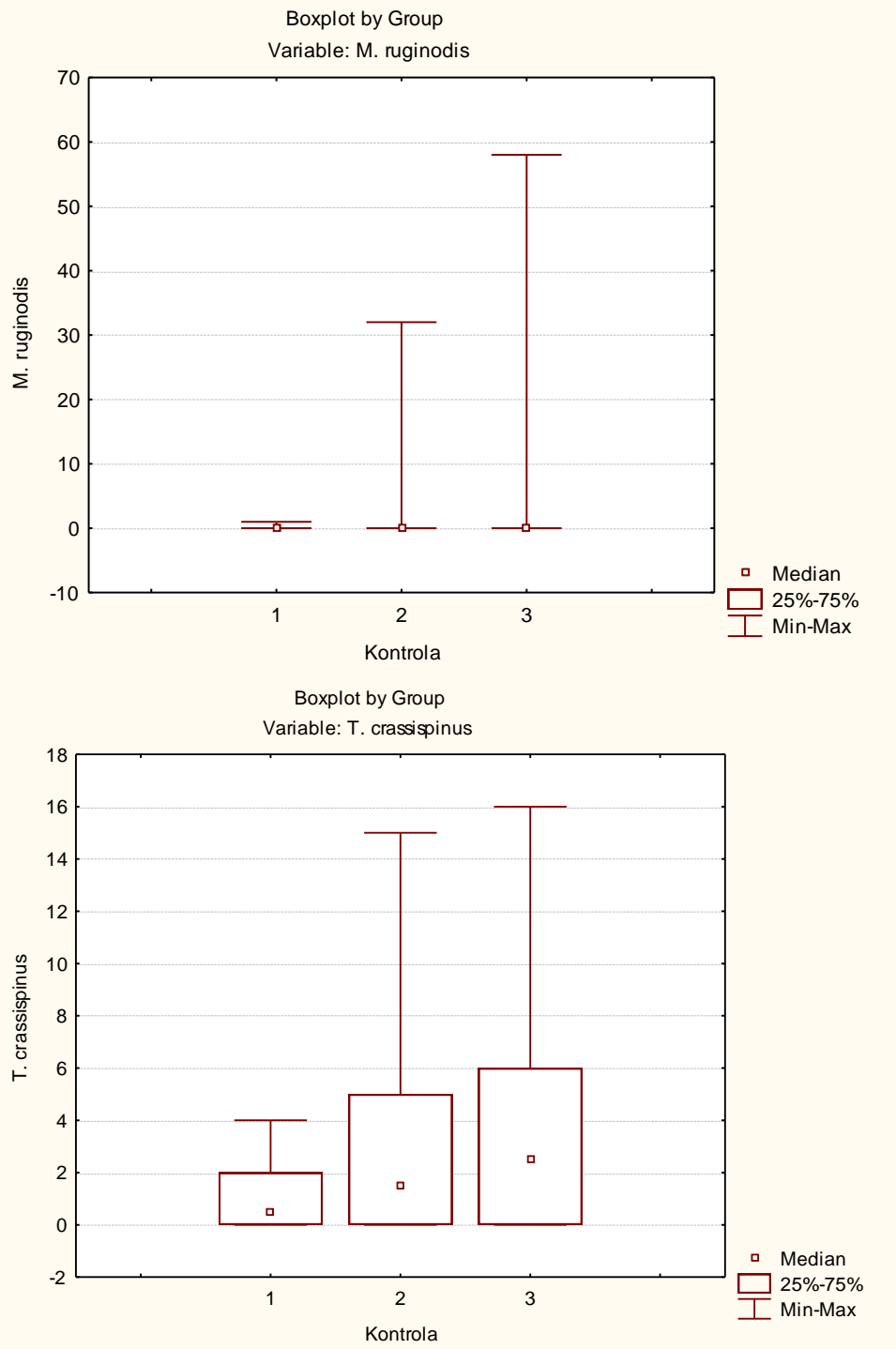
Independent (grouping) variable: Kontrola

Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30) = 0,6611082$ $p = 0,7185$

Median Test, Overall Median = 0,00000; *M. ruginodis* (Spreadsheet6)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = 0,4800000, $df = 2$, $p = 0,7866$



Obr. 9: Neprůkazná závislost na čase 21.8 2012 Borový les

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; M. ruginodis (Spreadsheet1)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30) = 3,077938$ $p = ,2146$

Median Test, Overall Median = 0,00000; M. ruginodis (Spreadsheet6)

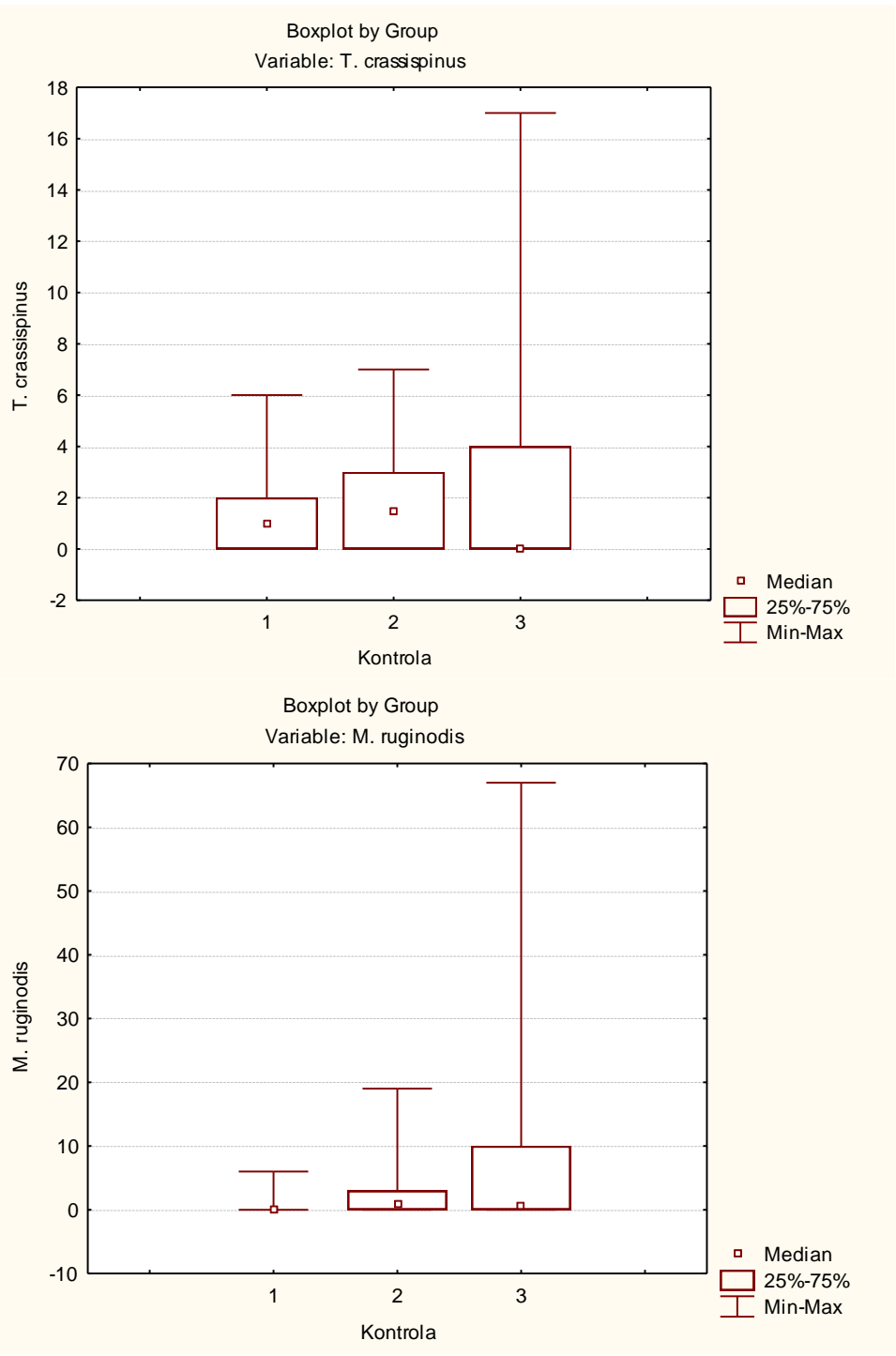
Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = 3,529412, $df = 2$, $p = ,1712$

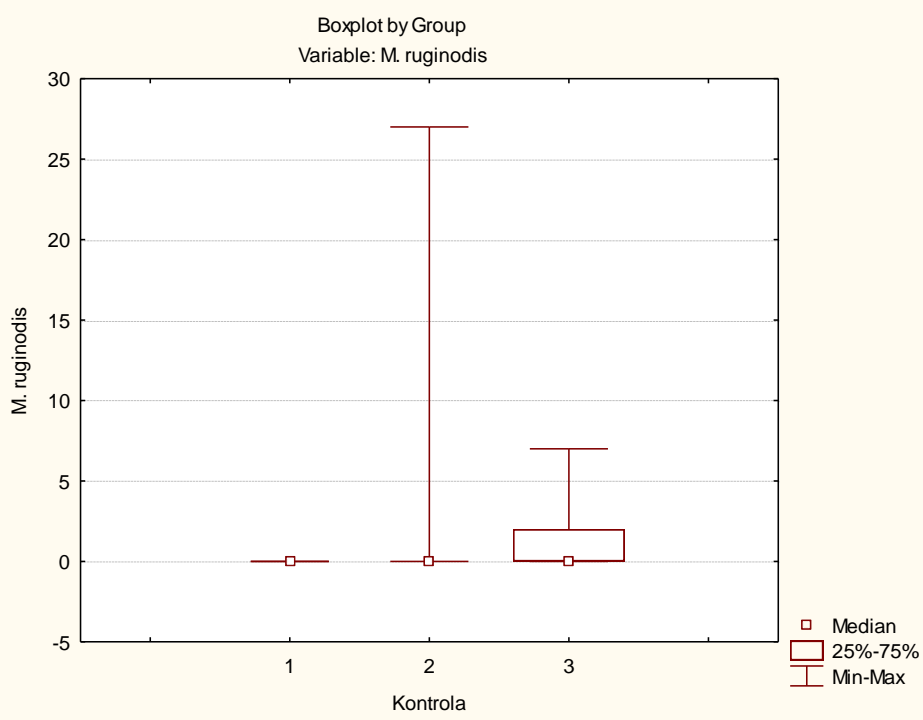
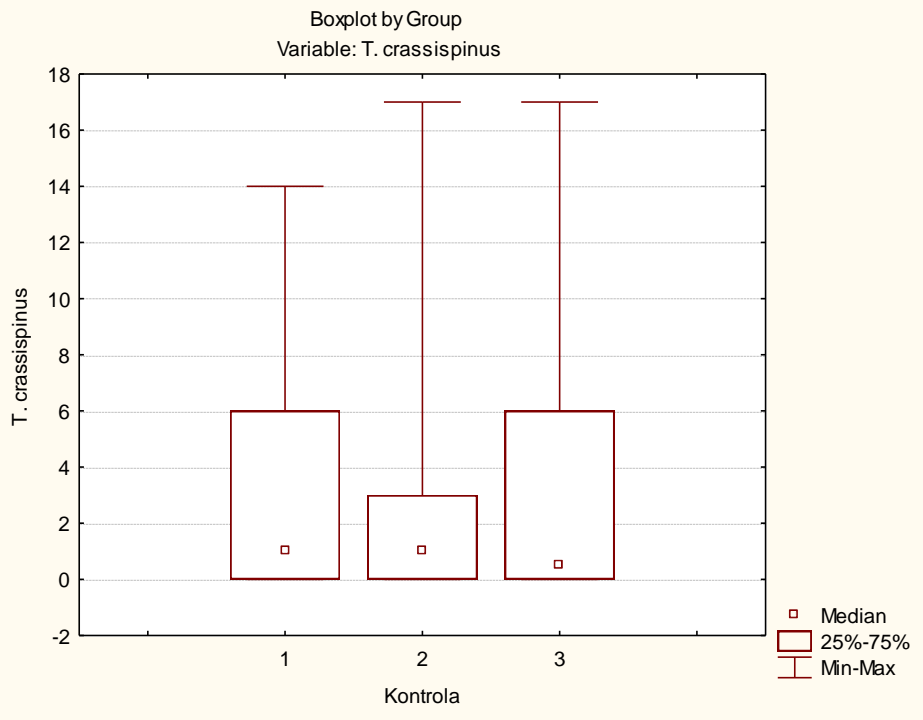
Median Test, Overall Median = 1,00000; T. crassispinus (Spreadsheet1)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = ,2714932, $df = 2$, $p = ,8731$



Obr. 10: Neprůkazná závislost na čase 22.8 2012 Dubový les
 Median Test, Overall Median = ,500000; T. crassispinus (Spreadsheet6)
 Independent (grouping) variable: Kontrola
 Chi-Square = 0,000000, df = 2, p = 1,000
 Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; M. ruginodis (Spreadsheet6)
 Independent (grouping) variable: Kontrola
 Kruskal-Wallis test: H (2, N= 30) =3,091394 p =,2132
 Median Test, Overall Median = 0,000000; M. ruginodis (Spreadsheet6)
 Independent (grouping) variable: Kontrola
 Chi-Square = 3,360000, df = 2, p = ,1864



Obr. 11: Neprůkazná závislost na čase 23. 8. 2012 Dubový les

Median Test, Overall Median = 0,00000; M. ruginodis (Spreadsheet6)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = 4,038462, df = 2, p = ,1328

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; M. ruginodis (Spreadsheet6)

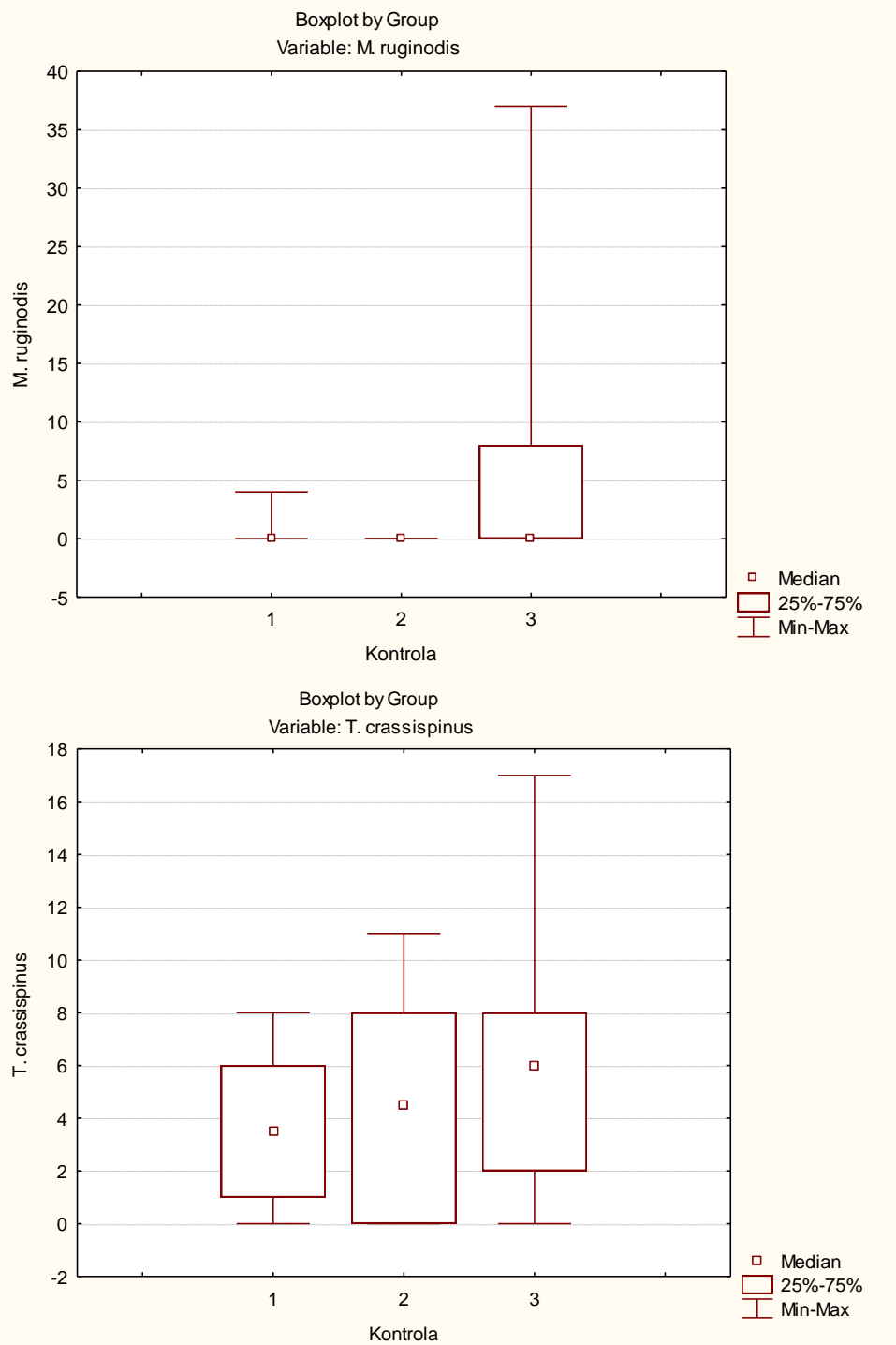
Independent (grouping) variable: Kontrola

Kruskal-Wallis test: H (2, N= 30) =4,228089 p =,1208

Median Test, Overall Median = 4,50000; T. crassispinus (Spreadsheet6)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = ,8000000, df = 2, p = ,6703



Obr. 12: Neprůkazná závislost na čase 24. 8. 2012 Suchá louka

Median Test, Overall Median = 0,00000; F.rufibarbis (Spreadsheet6)

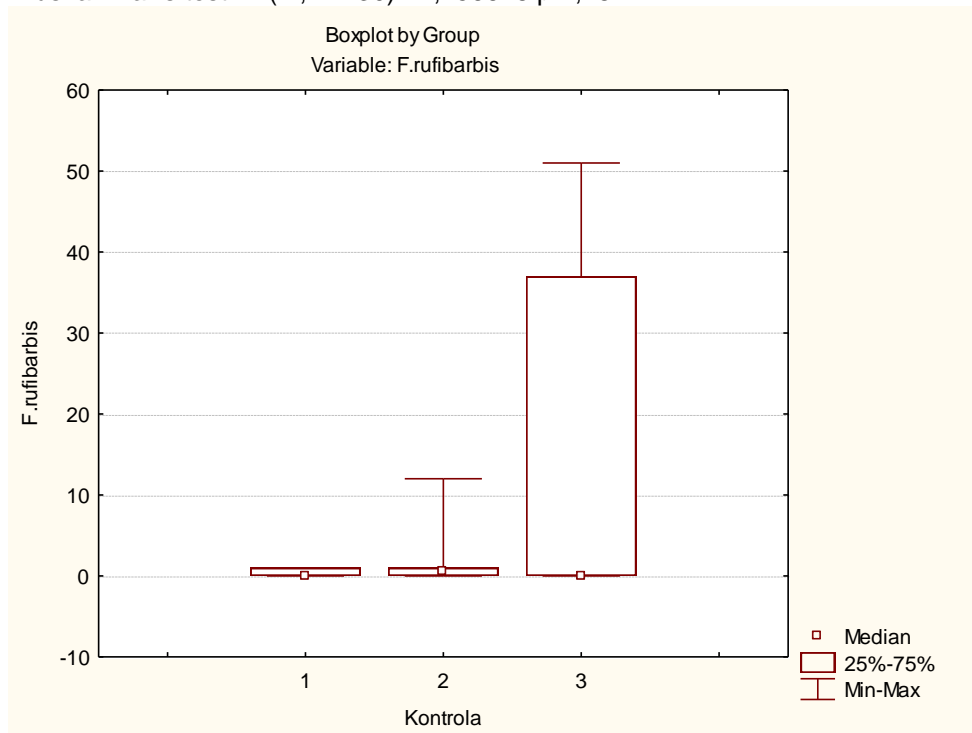
Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = ,8333333, df = 2, p = ,6592

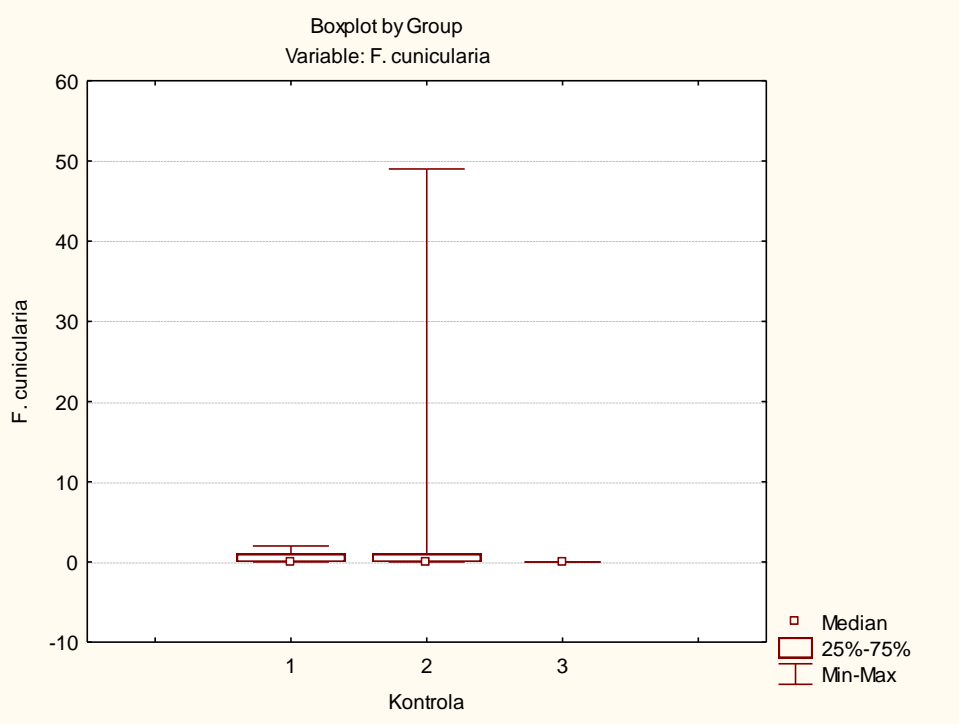
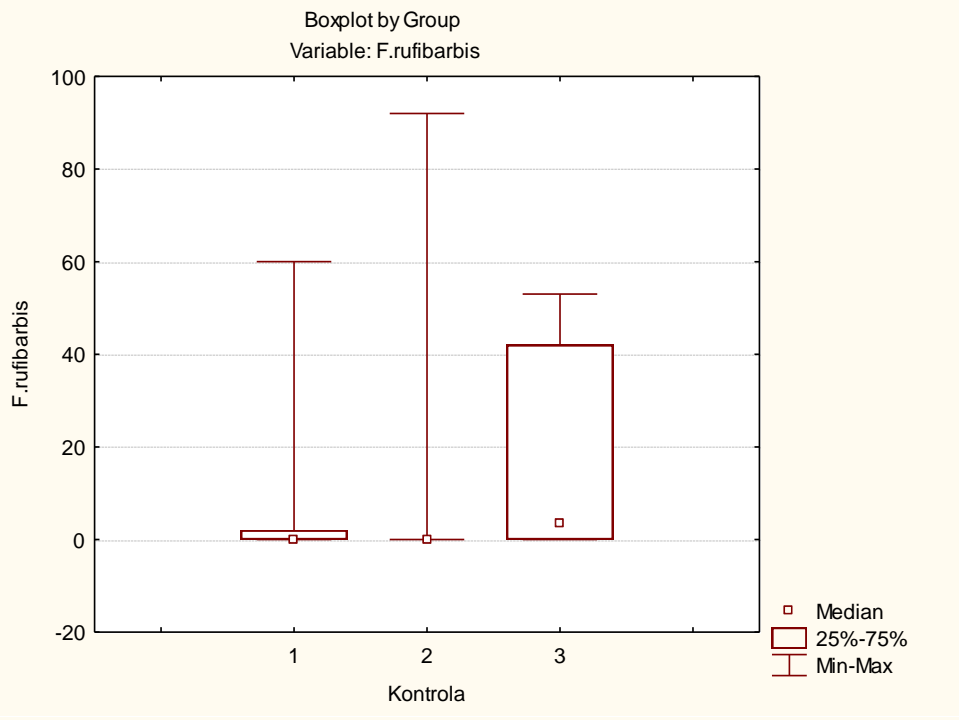
Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; F.rufibarbis (Spreadsheet6)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Kruskal-Wallis test: H (2, N= 30) =1,456648 p =,4827



Obr. 13: Neprůkazná závislost na čase 25. 8. 2012 Suchá louka
 Median Test, Overall Median = 0,00000; F. cunicularia (Spreadsheet6)
 Independent (grouping) variable: Kontrola
 Chi-Square = 3,750000, df = 2, p = ,1534
 Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; F.rufibarbis (Spreadsheet6)
 Independent (grouping) variable: Kontrola
 Kruskal-Wallis test: H (2, N= 30) =3,107077 p =,2115
 Median Test, Overall Median = 0,00000; F.rufibarbis (Spreadsheet6)
 Independent (grouping) variable: Kontrola
 Chi-Square = 3,900000, df = 2, p = ,1423



Obr. 14: Neprůkazná závislost na čase 28. 8. 2012 Vlhká louka

Median Test, Overall Median = 0,00000; L. niger (Spreadsheet6)

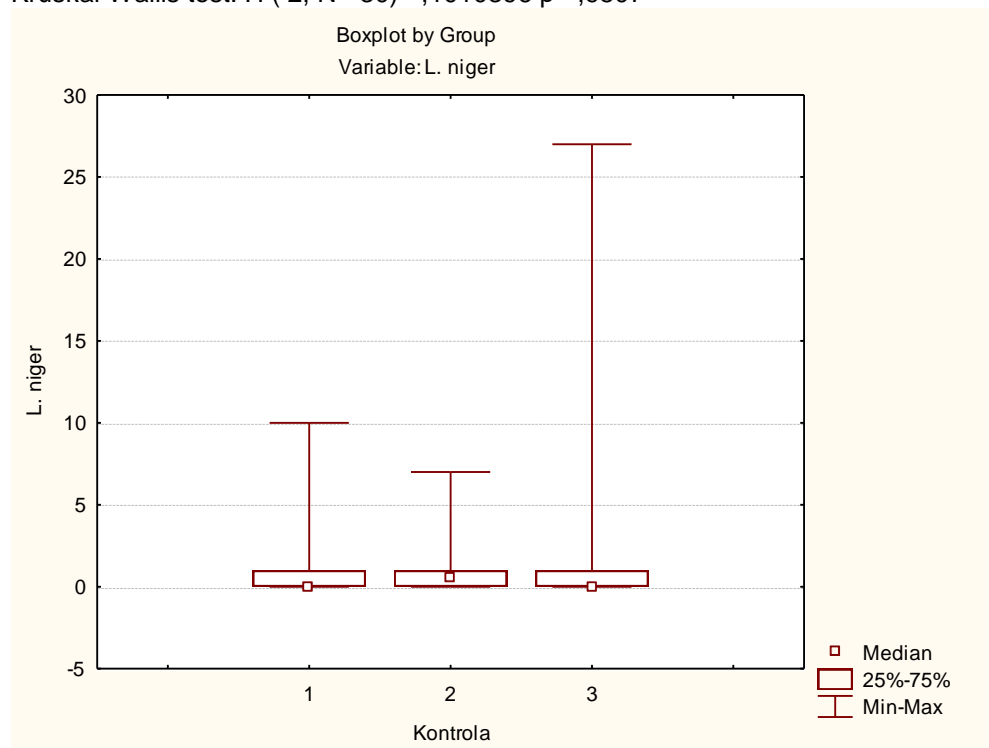
Independent (grouping) variable: Kontrola

Chi-Square = ,2714932, df = 2, p = ,8731

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; L. niger (Spreadsheet6)

Independent (grouping) variable: Kontrola

Kruskal-Wallis test: H (2, N= 30) = ,1010396 p = ,9507



Tabulka č. 4:

Borový les 21.8 2012	T. crassispinus	T. crassispinus	M. ruginodis	M. ruginodis	F. pratensis	F. pratensis			
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	suma obs. návrad	Suma druhů	suma jedinců
1	7	19	2	9	0	0	9	2	28
2	6	19	6	37	0	0	12	2	56
3	3	39	5	146	1	1	9	3	186
Borový les 17.8 2012	T. crassispinus	T. crassispinus	M. ruginodis	M. ruginodis					
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců			Suma obs. návrad	Suma druhů	suma jedinců
1	5	11	1	1			6	2	12
2	6	37	2	56			8	2	93
3	7	55	2	46			9	2	101
Vlhká louka 28.8 2012	L. niger	L. niger	M. scabrinodis	M. scabrinodis	M. rubra	M. rubra			
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	suma obs. návrad	Suma druhů	suma jedinců
1	4	14	0	0	0	0	4	1	14
2	5	11	1	1	1	1	7	3	13
3	4	30	1	1	0	0	5	2	31

Tabulka č. 5:

Suchá louka 25.8 2012		F. cunicularia	F. cunicularia	F.rufibarbis	F.rufibarbis	L. niger	L. niger			
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	suma obs. návnad	suma druhů	suma jedinců	
1	3	4	4	66	1	2	8	3	72	
2	3	52	1	92	0	0	4	2	144	
3	0	0	5	162	1	4	6	2	166	
Suchá louka 24.8 2012		F. cunicularia	F. cunicularia	F.rufibarbis	F.rufibarbis	L. niger	L. niger			
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	suma obs. návnad	suma druhů	suma jedinců	
1	1	1	3	3	1	1	5	3	5	
2	0	0	5	17	1	1	6	2	18	
3	1	1	4	132	0	0	5	2	133	

Tabulka č. 6:

Dubový les 22.8 2012	T. crassispinus	T. crassispinus	M. ruginodis	M. ruginodis	L. platythorax	L. platythorax	C. ligniperda	C. ligniperda			
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	obs. navnady	počet jedinců	obs. navnady	počet jedinců	obs. navnady	počet jedinců	suma obs. návnad	suma druhů	suma jedinců
1	5	39	0	0	2	2	1	1	8	3	42
2	4	33	2	30	0	0	0	0	6	2	63
3	5	35	3	12	0	0	0	0	8	2	47

Dubový les 23.8 2012	T. crassispinus	T. crassispinus	F. fusca	F. fusca	M. ruginodis	M. ruginodis	L. platythorax	L. platythorax	L. brunneus	L. brunneus
kontrola	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců	Obs. navnady	počet jedinců
1	9	39	1	2	1	4	1	1	1	2
2	5	44	1	1	0	0	0	0	0	0
3	8	63	2	3	3	69	1	1	0	0
kontrola	suma obs. návnad	Suma druhů	suma jedinců							
1	13	5	48							
2	6	2	45							
3	14	4	136							

Tab. č. 7: Soupis přírodních podmínek lokalit během výzkumu

	datum	obloha	teplota °C	vítr	vlhkost
Borový les	17. 8. 2012	jasno	27	bezvětrí	sucho
	21. 8. 2012	polojasno	28	bezvětrí	sucho
Dubový les	22. 8. 2012	zataženo	25	mírný vítr	vlhko
	23. 8. 2012	zataženo	26	mírný vítr	vlhko
Suchá louka	24. 8. 2012	polojasno	28	mírný vítr	sucho
	25. 8. 2012	polojasno	31	bezvětrí	sucho
Vlhká louka	28. 8. 2012	jasno	31	bezvětrí	vlhko

Laboratorní práce - Metodické pokyny pro učitele

Úvodní text

Mravenci jsou druhy hmyzu, kteří obývají naši planetu v nemálo početných koloniích v rozmanitých druzích biotopů a částí pevniny. Jsou to jedni z nejpočetnějších zástupců hmyzí říše a to díky jejich početným koloniím a přizpůsobivosti přírodním podmínkám.

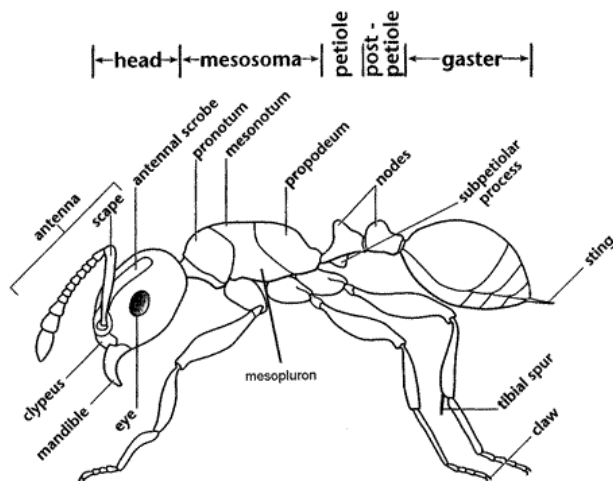
V naší republice žije v současnosti 112 druhů mravenců, ať už čítající kolonie po několika málo jedincích nebo celé kolonie čítající až tisíce dělnic.

Je to skupina patřící do říše živočichů, kmene členovců, třídy hmyzu a řádu blanokřídli. Mravenci se vyznačují článkováním na několik tělních článků – hlava, hrud' a zadeček. Každý z těchto tělních článků obsahuje ganglia inervující jednotlivé části těla. Dalším významným znakem je tělní schránka, která vyztužuje tělo z vnější strany jako vnější kostra, tvořená polysacharidem – chitinem. Tato chitinová schránka slouží mravencům pro obranu, ale i pro úpon svalů. Svaly jsou uloženy oproti obratlovcům na vnitřní straně chitinové schránky. Tělem obíhá hemolymfa a počet končetin se shoduje s podkmenem šestinozí.

Pro seznámení s mravenčí stavbou těla nám slouží obrázek č. 1, na kterém jsou znatelné všechny jeho části těla. Mravenčí tělo je kryto tvrdou schránkou tvořenou kutikulou, která z vnitřní strany ukrývá svalovinu, umožňující pohyb celého skeletu.

Zvláštností u mravenců je jejich sociální chování a kastování. Nejčastěji se v přírodě setkáme s dělnicemi nebo královnami. Samečky je možné vidět ve většině případů jen při rojení, kdy oplodňují samičky – tedy budoucí královny a následně umírají (v několika případech se mohou dožít jednoho roku života).

K sociálnímu životu patří samozřejmě i kontakt a varovné signály. Rozeznáváme základní dorozumívání, které probíhá pomocí paličkovitých článkovaných tykadel. Těmi se ořukávají zejména v oblasti hlavy a to konkrétně na štítek zvaný clypeus. Takto se dorozumívají a zároveň poznávají příslušníky svého druhu (například dle pachu hnízda). Dalším možným dorozumíváním nebo varováním je stahování zadečku a tím lupání mezi prvním a druhým segmentem, kde je malý výrůstek. Posledním a zároveň nejméně prozkoumaným dorozumíváním je chemická komunikace. Nejčastější a nejznatelnější je při řízení kolonie královnou, která tak ovlivňuje chování v mraveništi. Umí tak regulovat a potlačovat vývoj jiných královen nebo sameček, čímž si zabezpečuje roli hlavní královny (ačkoli jsou druhy, u kterých je možné v hníždě běžně najít dvě a více královen).



Úkol č. 1

Seznamte se s vnější stavbou mravence.

Postup:

Před započítím práce je třeba upozornit znovu na stavbu těla a vhodné místo pro uchopení mravence pinzetou – tedy hrud', nikoliv hlava, zadeček nebo tělní stopka. Po objasnění všech úkolů je třeba začít s žáky potírat petriho misky, aby nedošlo k úniku mravenců. Po přípravě je dobré, když si žáci odebírají mravence pod dohledem učitele nebo učitel obchází žáky. Před rozdáním mravenců do Petriho misek je vhodné mít mravence přikryté tmavou látkou nebo vložené v chladicím boxu, což může navíc simulovat probuzení po chladnější noci (v tomto případě je dobrý výklad o změnách teplot v souvislosti s aktivitou).

Po předání mravenců je dobré začít nejprve s pozorovacími cvičení bez použití pinzety a pouze se zvětšovací lupou. Následně se mohou děti pokusit o bližší určení mravence a tím i manipulaci s pinzetou a lupou.

Výsledné informace a případné typy na druh mravence žáci zapíší do pracovních listů a uloží mravence zpět do Petriho misky a pokračují s dalšími úkoly.

Znaky určujeme podle místa nálezu a tělesných parametrů. K dispozici je vhodné mít u sebe klíč k určování mravenců. Postačí i starší klíče, například Sadil.

Úkol č. 2

Pozorování pohybů a chování mravence

Postup:

Před touto prací je třeba upozornit, že mravenec je živý a křehký tvor, takže při případném podráždění může reagovat vystříknutím obsahu jedových žláz, proto je třeba sledovat chování mravence z bezpečné vzdálenosti nebo přes vrchní díl petriho misky.

Pozorovatelné by u mravence mělo být chování v neznámém prostředí, tedy váhavé pochodování z jednoho místa k druhému a mávání tykadly, čímž mravenec zjišťuje informace o prostředí. Při přiblížení pinzety k hlavě můžeme pozorovat i chování, kdy mravenec ustupuje, skrčuje se a sklápí tykadla, čímž naznačuje strach z neznámého. Na stejný podnět může reagovat i agresivně, tedy útokem kusadly či žihadlem a může dojít k vystříkování kyseliny mravenčí směrem k pinzetě.

K dalším pokusům patří umístění předmětu tvořící stín, ke kterému by se při silném osvětlení žárovkou měl mravenec ubírat.

Úkol č. 3

Krmení mravence

Pokud jsme nachytali mravence již několik dní předem, je tento pokus ideální s druhem potravy jako med nebo cukerný roztok. Při pokusu je dobré pozorovat děj silnou lupou. Doprostřed umístíte dřevěnou tyčkou nebo špejlí kapku roztoku či medu a pozorujete chování mravence, který tykadly zjišťuje nový předmět v petriho misce a následně se odhodlá pozřít potravu. Při konzumaci roztoku můžeme pozorovat pohyb kusadel, kterými může zpracovávat větší kusy potravy, ovšem pohyb jazyku spíše předpokládáme.

Laboratorní práce – Pracovní list pro žáky

Úvodní text

Mravenci jsou druhy hmyzu, kteří obývají naši planetu v nemálo početných koloniích v rozmanitých druzích biotopů a částí pevniny. Jsou to jedni z nejpočetnějších zástupců hmyzí říše a to díky jejich početným koloniím a přizpůsobivosti přírodním podmínkám.

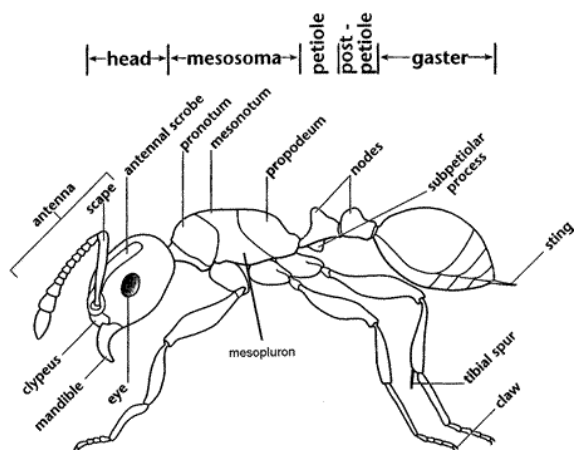
V naší republice žije v současnosti 112 druhů mravenců, ať už čítající kolonie po několika málo jedincích nebo celé kolonie čítající až tisíce dělnic.

Je to skupina patřící do říše živočichů, kmene členovců, třídy hmyzu a řádu blanokřídlí. Mravenci se vyznačují článkováním na několik tělních článků – hlava, hrud' a zadeček. Každý z těchto tělních článků obsahuje ganglia inervující jednotlivé části těla. Dalším významným znakem je tělní schránka, která vyztužuje tělo z vnější strany jako vnější kostra, tvořená polysacharidem – chitinem. Tato chitinová schránka slouží mravencům pro obranu, ale i pro úpon svalů. Svaly jsou uloženy oproti obratlovcům na vnitřní straně chitinové schránky. Tělem obíhá hemolymfa a počet končetin se shoduje s podkmenem šestinozí.

Pro seznámení s mravenčí stavbou těla nám slouží obrázek č. 1, na kterém jsou znatelné všechny jeho části těla. Mravenčí tělo je kryto tvrdou schránkou tvořenou kutikulou, která z vnitřní strany ukrývá svalovinu, umožňující pohyb celého skeletu.

Zvláštností u mravenců je jejich sociální chování a kastování. Nejčastěji se v přírodě setkáme s dělnicemi nebo královnami. Samečky je možné vidět ve většině případů jen při rojení, kdy oplodňují samičky – tedy budoucí královny a následně umírají (v několika případech se mohou dožít jednoho roku života).

K sociálnímu životu patří samozřejmě i kontakt a varovné signály. Rozeznáváme základní dorozumívání, které probíhá pomocí paličkovitých článkovaných tykadel. Těmi se oťukávají zejména v oblasti hlavy a to konkrétně na štítek zvaný clypeus. Takto se dorozumívají a zároveň poznávají příslušníky svého druhu (například dle pachu hnízda). Dalším možným dorozumíváním nebo varováním je stahování zadečku a tím lupání mezi prvním a druhým segmentem, kde je malý výrůstek. Posledním a zároveň nejméně prozkoumaným dorozumíváním je chemická komunikace. Nejčastější a nejznatelnější je při řízení kolonie královnou, která tak ovlivňuje chování v mraveništi. Umí tak regulovat a potlačovat vývoj jiných královen nebo sameček, čímž si zabezpečuje roli hlavní královny (ačkoli jsou druhy, u kterých je možné v hnízdě běžně najít dvě a více královen).



Úkol č. 1

Seznamte se s vnější stavbou mravence.

Postup:

Protože pracujeme s živým materiálem, je nanejvýš nutné dbát na etické zásady a mravence netrápit. Je nezbytně nutné používat pouze entomologickou pinzetu a mravence uchopovat za hrud', nikoliv hlavu nebo končetiny.

Po seznámení s obrázkem a přeložení jeho popisků z angličtiny si připrav petriho misku, jejíž okraje potřít vrstvou oleje (dětský olej, glycerin nebo fluon) a poté umístí mravence entomologickou pinzetou do středu misky. Pozoruj a porovnej obrázek s živým materiálem. V případě nejasností konzultuj s vyučujícím.

Pro určování je důležitých několik znaků, proto si všimni, kolik tělních stopek mravenec má, zda má tělo pokryt chloupky a pokus se spočítat z kolika článků se skládá tykadlo. Mezi další znaky patří i barva nebo chování. Po vypsání znaků do tabulky se pokus dle klíče a s pomocí učitele určit, o který druh mravence se jedná.

Tabulka pro určení druhu mravence

Znaky:	Barva těla mravence	Pohyb a chování mravence	Tělní stopka	Ochlupení těla	Počet článků tykadla

Úkol č. 2

Pozorování pohybů a chování mravence

Postup:

Mravence umístěného v petriho misce pozoruj pomocí stereolupy nebo obyčejné zvětšovací lupy. Zaměř se zejména na chování mravence v případě, že začneš měkkou pinzetou oťukávat jeho tělo.

Do petriho misky umístí kousek papíru (skořápku, kousek dutého dřívka aj.) tak, aby vytvořil stinnou část, a na petriho misku posviť. Zapiš, jak se mravenec zachoval.

Vypracování:

Úkol č. 3

Krmení mravence

Postup:

Doprostřed petriho misky umístí kapku medu nebo cukerného roztoku a pod stereolupou pozoruj, jak se mravenec krmí danou látkou. Zapiš a dle obrázku se pokus určit části ústního ústrojí, které se podílí na krmení, následně popiš chování mravence vyrušeného od potravy.

Vypracování:

Závěr laboratorní práce