

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Rozdíly v druhovém složení nekrobiontů řádu Diptera  
mezi biotopy**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Denisa Tláskalová  
Obor studia: Speciální chovy**

**Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.  
Konzultantka: plk. Ing. Hana Šuláková, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Rozdíly v druhovém složení nekrobiontů řádu Diptera mezi biotopy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2017

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc., za vedené mé práce. Dále bych ráda poděkovala své konzultantce plk. Ing. Haně Šulákové, Ph.D., za odborné rady, zkušenosti, trpělivost, ochotu a věnovaný čas.

# Rozdíly v druhovém složení nekrobiontů řádu Diptera mezi biotopy

## Souhrn

Forenzní entomologie je odvětví forenzní vědy, ve kterém informace o hmyzu slouží k vyvození závěrů při vyšetřování nelegálních činností. Aby bylo možné správně vyhodnotit místo činu, je důležité vědět, jaké druhy hmyzu tělo kolonizují, znát jejich přirozené chování, životní cyklus a přirozený výskyt (Gennard, 2007). Literární přehled mé práce pojednává o obecných aspektech forenzní entomologie, ale i specifických faktorech ovlivňující proces kolonizace a rozkladu těla.

Je toho mnoho v tomto odvětví, co ještě není objeveno, či s jistotou potvrzeno. Jeden z těchto případů je i rozdíl výskytu druhů řádu Diptera mezi biotopy. Z tohoto důvodu se praktická část mé práce soustředí právě na tuto problematiku. K pokusu byly využity tři biotopy – les, zahrada a rybník. V každém biotopu byly umístěny tři proteinové pasti s vepřovým masem simulující kadáver ke kolonizaci. Všechny pasti v daném biotopu byly umístěny ve stejné výšce, stejně daleko od sebe a nacházely se ve stejných okolních podmínkách (všechny na slunci, či všechny ve stínu). Odběry materiálu byly uskutečněny čtyřikrát v průběhu jednoho měsíce, tedy každý týden a byly determinovány vždy zvlášť pro každý biotop i každý týden. Zástupci čeledí Calliphoridae a Muscidae byli nalezeni ve vysokých počtech hlavně první a druhý týden. V biotopu zahrada byl nejčtenější synantropní druh *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Calliphoridae). Zastoupení ostatních druhů bylo menší. V biotopu les byl výskyt čeledí vyrovnanější. Dle očekávání, se zde vyskytovaly druhy preferující spíše zastíněné prostředí. Nejhojnějšími byly druhy: *Phormia regina* (Meigen, 1826) (Calliphoridae), *Hydrotaea ignava* (Harris, 1780) (Muscidae) a *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761) (Fanniidae). V biotopu rybník byla nejvýznamnější čeleď Muscidae a Calliphoridae. Nejčastěji se zde vyskytovaly druhy *Hydrotaea ignava* (Muscidae) a *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758) (Calliphoridae). V diskuzi byly výsledky dále zhodnoceny a porovnány s jinými autory. Závěrem bylo zhodnotit přínosnost experimentu pro forenzní entomologii.

**Klíčová slova:** Forenzní entomologie, Diptera, sukcese, biotop

# Difference of necrobiont species composition of the order Diptera among biotopes

## Summary

Forensic entomology is a branch of forensic science in which information about insect serves a purpose of drawing conclusions during investigations of illegal activities. In order to correctly assess the crime scene, it is important to know which insect species colonize the body, be familiar their natural behaviour, life cycle and occurrence (Gennard, 2007).

Literature review of my thesis deals with general aspects of forensic entomology as well as specific factors influencing the process of colonization and decay. There is much in this scientific branch not discovered or confirmed yet. One of these cases is the difference in occurrences of species of the order Diptera in various biotopes. For this reason, the practical part is focused on this issue. Three biotopes were used for the experiment – a forest, a garden and a pond. In each of these biotopes, three protein traps with pork meat simulating carcass for colonization were located. All of the traps were located at the same height, with the same distance between them and in the same environment (all in the direct sunlight or all in the shade). Sampling of the material was realized four times during one month, thus every week and was determined separately for each biotope and each week. Representatives of families Calliphoridae and Muscidae were found in high numbers mostly in the first and second week. The biotope garden was the most frequent for synanthropic species *Lucilia sericata*. Representation of other species was smaller. There was more balanced occurrence of the families in forest biotope. As expected there were found species preferring shaded environment. The most abundant species were: *Phormia regina* (Calliphoridae), *Hydrotaea ignava* (Muscidae) and *Fannia canicularis* (Fanniidae). In the pond biotope there were the most important families Calliphoridae and Muscidae. The most frequently occurring species were *Hydrotaea ignava* (Muscidae) and *Lucilia Caesar* (Calliphoridae). In the discussion, results were evaluated and compared with other authors. The conclusion was to evaluate the contribution of the experiment to the forensic entomology.

**Keywords:** Forensic entomology, Diptera, succession, biotope

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Literární přehled.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Forenzní entomologie.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>Historie forenzní entomologie.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3</b>	<b>Odhad času úmrtí.....</b>	<b>4</b>
3.3.1	Dle nálezu hmyzu při rozkladu těl ve volné expozici.....	5
3.3.1.1	1. vlna.....	6
3.3.1.2	2. vlna.....	7
3.3.1.3	3. vlna.....	8
3.3.1.4	4. vlna.....	9
3.3.1.5	5. vlna.....	10
3.3.1.6	6. vlna.....	10
3.3.1.7	7. vlna.....	11
3.3.1.8	8. vlna.....	11
3.3.1.9	Sběr entomologického materiálu.....	12
3.3.2	Rigor mortis.....	13
3.3.3	Livor mortis.....	15
3.3.4	Algor mortis.....	16
3.3.5	Rozklad těla.....	16
<b>3.4</b>	<b>Faktory ovlivňující rozklad těl.....</b>	<b>18</b>
3.4.1	Umístění těla.....	18
3.4.2	Teplota.....	19
3.4.3	Vlhkost.....	19
3.4.4	Voda.....	19
3.4.5	Plyn.....	20
3.4.6	Oděv.....	20
3.4.7	Vnitřní prostor/ volný terén.....	20
3.4.8	Rozdíl mezi biotopy.....	20
<b>3.5</b>	<b>Hmyz.....</b>	<b>22</b>
3.5.1	Popis těla.....	22
3.5.2	Vývin.....	23
<b>3.6</b>	<b>Zástupci.....</b>	<b>24</b>
3.6.1	Diptera.....	24
3.6.2	Calliphoridae.....	24
3.6.3	Muscidae.....	25

<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Popis lokalit.....</b>	<b>26</b>
4.1.1	Zahrada .....	26
4.1.2	Rybník.....	26
4.1.3	Les.....	26
<b>4.2</b>	<b>Odchytové pasti .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3</b>	<b>Popis experimentu .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Vyhodnocení vzorků .....</b>	<b>28</b>
4.4.1	Druhov skladba druhů řádu Diptera.....	28
4.4.1.1	Zahrada.....	28
4.4.1.2	Les.....	29
4.4.1.3	Rybník.....	31
4.4.2	Druhov skladba – brouci .....	32
<b>5</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Použit zdroje .....</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Samostatn prílohy .....</b>	<b>44</b>

# 1 Úvod

Hmyz a další členovci se nacházejí na téměř všech myslitelných typech prostředí. Všudypřítomný výskyt hmyzu tak umožňuje kolonizaci kadáveru i po zabalení, pohřbení nebo jiném ochránění. Jinak řečeno, jejich vystoupení na “scéně smrti“ je téměř jisté (Byrd a Castner, 2009).

Obecné přijetí členovců jako indikátorů kritických parametrů má v průběhu posledních let čím dál větší forenzní význam. Vědecká analýza a znalecký posudek forenzního entomologa jsou nyní běžně vyžadovány zákonem v trestním i civilním vyšetřování. Přijetí forenzní entomologie v rámci systému trestní justice vytvořilo vysokou poptávku po těchto službách. Podstata využití členovců v tomto směru je správné rozpoznání, dokumentace, sběr, přeprava a rozpoznání entomologických důkazů z ostatků provedené zkušeným, vzdělaným technikem se znalostmi biologie hmyzu. Pro maximální výtěžek důkazů by tento proces měl proběhnout již na místě činu a další nadcházející sběr z tělních dutin a orgánů při pitvě ve spolupráci s analýzou z půdy i okolního místa a přihlédnutí k vlivům působícím na subjekt (Byrd a Castner, 2009).



## **2 Cíl práce**

Cílem práce je vypracovat literární rešerši na téma: zastoupení nekrofágických druhů hmyzu z řádu Diptera v rozdílných biotopech.

Součástí práce bude terénní mapování druhového složení vybraných nekrofágů z řádu Diptera ve vybraných biotopech pomocí odchyťových pastí s použitím masové návnady.

Hypotéza: Rozdílné biotopy ovlivňují druhové složení nekrobiontů z řádu Diptera

## 3 Literární přehled

### 3.1 Forenzní entomologie

Forenzní entomologie je zvláštní obor kriminalistiky, který je založen na znalosti bezobratlých živočichů, převážně hmyzu, který kolonizuje kadáver (Šuláková, Barták, 2013). Cílem tohoto vědního oboru je především určit dobu úmrtí prostřednictvím působení hmyzu na mrtvé lidské tělo při jeho rozkladu (Obenberger, 1953).

Aby bylo možné znovuobnovit časovou osu tak důležitou pro úspěšné kriminalistické vyšetřování, je nutné předem znát a umět zhodnotit veškeré zákonitosti procesů degradace. Interval PMI, neboli post mortem interval, představuje dobu mezi úmrtím člověka a nálezem jeho mrtvoly. Forenzní entomolog, který sice nezkoumá přímo samotné tělo, nýbrž pouze hmyz na něm nasbíraný, výpočtem doby kolonizace mrtvého těla hmyzem napomáhá k určení PMI. Entomologické metody bývají většinou značně přesné, zvláště po 72 hodinách a až řádově do měsíce od úmrtí (Byrd a Castner, 2009; Šuláková, 2014).

Průběh kolonizace může ovlivňovat několik aspektů, prvním aspektem je například zranění nebo krvácení před smrtí, což způsobí rychlejší kolonizaci. Druhým hlediskem hrajícím velkou roli je teplota. Při vyšších venkovních teplotách se ze zemřelého rychleji uvolňují plyny bakteriálního rozkladu, který začíná v trávicí soustavě mrtvého a působí na hmyz jako velké lákadlo. Třetím případem by mohla být kolonizace těla ještě za života jedince, například při naklazení larev do zanedbané krvavé rány. Výsledky může ovlivnit několik dalších aspektů jako roční období, chemikálie atd (Šuláková, 2014).

Přesto je i dnes stále spousta otázek týkajících se forenzní entomologie, které je třeba zodpovědět. Je nutné zajistit věrohodnost entomologických pokusů, aby mohly být důkazy opakovatelné v prostředí s biologickým kolísáním (Byrd a Castner, 2009).

Ovšem forenzní entomologie se nemusí zabývat pouze otázkami spojenými s kriminalistickým vyšetřováním. Zahrnuje ještě dvě základní kategorie, a to parazity lidí i zvířat a problematiku potravních škůdců při občansko-právních sporech. Na vině bývá zanedbání v technologii balení, uskladnění nebo přepravě potravin a vědci mají za úkol zjistit, kdy k dané škodě na potravinách došlo (výrobce, prodejní síť, maloobchodník...) a najít viníka. Co se týče oblasti parazitů nejčastějším problémem je tzv. myiáza. Toto onemocnění způsobují larvy řádu dvoukřídlých – Diptera parazitující naklazením do otevřené rány na obratlovcích včetně člověka. Výskyt larev poukazuje na zanedbání hygieny, dokonce týrání svěřené osoby nebo zvířete (Šuláková, 2014).

## 3.2 Historie forenzní entomologie

Prohlídka těla zemřelých je známá již ze starověké Číny, či Egypta. První policejní chirurg Antistius vyšetřoval tělo Caesara a popsal 23 ran, z nichž však pouze jedna byla opravdu smrtelná (Tesař, 1985). První záznamy o forenzní entomologii jsou známy z Číny, a to z již 13. století, avšak první záznamy o studiích fauny vyskytující se na rozkládajících se ostatcích jsou datovány okolo roku 1600 (Byrd a Castner, 2009). Mezi 13. a 19. stoletím se odehrála řada událostí, jež položily základy forenzní entomologie a pomohly tomuto odvětví stát se samostatným vědním oborem. V roce 1688 se stal vědec jménem Francesco Redi jedním z prvních vědců, kteří vyvrátili teorii náhodně se vyskytujících „červů“ na kadáverech a mase. Popsal vývoj larev z vajíček, která byla nakladena dospělými mouchami. Nebo například případ z roku 1850, při němž bylo nalezeno mumifikované nemluvně v komíně penzionu při rekonstrukčních pracích. Dr. Marcel Bergeret provedl pitvu a dle objeveného hmyzu správně určil smrt v roce 1848. V důsledku těchto pozorování byli z vraždy obvinění předchozí majitelé penzionu a stávající majitelé byli očištěni (Byrd a Castner, 2009, Gennard, 2007). V roce 1894 vědec Mégnin, vášnivý pozorovatel hmyzu, vyvinu první metodu na výpočet odhadu doby smrti (Mégnin, 1894). Skutečnou dynamiku obor dostal až kolem šedesátých let 20. století ve Spojených státech. Vědci si začali všimnat předvídatelného tempa růstu a vzorců chování u hmyzu kolonizujícího kadávery. Tehdy začal intenzivní výzkum na mršinách prasat, která úzce simulují rozklad lidských mrtvol (Byrd a Castner, 2009).

Dle Povolného (1979) se základy vědecký podložených výzkumů v oblasti forenzní entomologie datují kolem 80. až 90. let 19. století. Od té doby zaznamenala forenzní entomologie velkou oblibu, ale i období patrného nezájmu. Ovšem od konce 2. světové války obliba tohoto oboru stále narůstá (Povolný, 1979).

K rozvoji obecné kriminalistiky na našem území došlo zhruba na počátku 20. století. Inspirací českým kriminalistům byli především rakouští, němečtí nebo francouzští autoři. Po roce 1948 však nebyl přístup k vědeckým poznatkům těchto zemí a spousta odborníků a vědců mělo zákaz publikovat. Avšak dlouhou tradici mají některé kriminalistické časopisy. Například časopis *Kriminalistický sborník* vychází od roku 1959 dodnes (Musil a kol., 2001).

## 3.3 Odhad času úmrtí

Odhad PMI je definován jako časový úsek mezi smrtí a objevení mrtvoly (Gennard, 2007). Dle Dixe a Grahama (2000) by při nálezu těla mělo co nejdříve započít vyšetřování.

S tělem by se nemělo manipulovat, neměly by se měnit podmínky prostředí (otevírání oken, dveří, klimatizace). Existuje několik způsobů, jak určit dobu úmrtí.

### 3.3.1 Dle nálezu hmyzu při rozkladu těl ve volné expozici

Pro správné určení PMI je nezbytná znalost délky trvání vývojových stadií jednotlivých druhů při působení různých faktorů (klimatické vlivy, teplota, vlhkost) (Povolný, 1979). Chladné teploty, sucho, krátký den, či nedostatek kyslíku může způsobit diapauzu (pozastavení vývinu z důvodu nepříznivých podmínek) a prodloužení doby vývoje i o několik měsíců, což může vést ke zmatení vyšetřovatele (Povolný, 1978). Kromě nejnižších hraničních teplot pro jednotlivé druhy much, při kterých se zastavuje vývoj, má hmyz pravděpodobně i nejvyšší prahovou teplotu. Například u rodu *Calliphora* bylo pozorováno výrazné zpomalení vývinu při dlouhodobější teplotě 39 °C a rodu *Phormia* 45 °C (Gennard, 2007).

Pro každý druh zvlášť se vypočítává tzv. suma efektivních teplot (SET). Efektivní teplota je definována jako aktuální teplota snížená o nejnižší teplotu, při které se již pozastaví vývin daného druhu. Následná suma efektivních teplot je pak součet těchto efektivních teplot za počet dní, po které trvá vývin. Tento údaj vychází z předpokladu, že hlavní kritérium pro délku vývinu je okolní teplota. Působí však i jiné faktory (délka světla za den, vlhkost, dostupnost a množství potravy apod.). Tato metoda je velmi přínosná. V případě, že je tělo nalezeno ještě před dokončením vývinu prvních kolonizátorů, lze určit čas smrti s přesností na hodiny (Šuláková, 2012).

Ve své publikaci Daněk (1990) uvádí, že rozbor nekrobiontů na kadáveru při správném určení zástupců a jejich vývojových stadií a za příznivých klimatických podmínek může být pro určení doby smrti mnohem přesnější, než výpočet dle délky trvání rigoru mortis a ostatních posmrtných procesů, avšak vyhodnocování výsledků nálezů může ovlivňovat řada faktorů a z toho důvodu nemusí být ve všech případech vlny zcela rozpoznány či přesně ohraničeny. Mezi tyto faktory patří například klimatické podmínky, roční období, vlhkost, teplota, složení půdy, skladba živočichů v daném areálu, zastínění oblasti, činnost hlodavců, šelem, výskyt bakterií, plísní a hub, či činnost člověka. Mezi další faktory může být zařazeno nepřesné určení proporcí mrtvého těla, tj. věk, váha, tučnost, pohlaví, příčina smrti, předsmrtná zdravotní kondice atd (Daněk, 1990).

Povolný (1978) uvádí, že při určování PMI může být rozeznání larev a pozorování jejich migrace užitečná indicie. V letním počasí, při opomenutí ostatních vlivů a při nálezu plně vyvinutých larev, lze odhadnout stáří mrtvolky na 1 týden. V teplejších oblastech se tato

doba zkracuje a naopak. Larvy migrují z kadáveru, aby se mohly zakuklit v místě s nižšími mikrobiálními a biochemickými procesy. Je nutné sledovat terén, ve kterém se oběť nachází. V lesních, polních areálech a v místech se ztíženým terénem urazí migrující larva asi 1,5 metru za den, avšak na ušlapaných cestách, silnicích nebo na podlaze, se může pohnout až o několik desítek metrů. Vzdálenost larev od těla a stupeň jejich vývinu může přispět k odhadu doby úmrtí. V případě náhlého zvýšení vlhkosti v místě zakuklení larvy, migrují znovu. Plošný nález larev může naznačit hýbání s tělem.

Dle Povolného (1979) bychom při nálezu jednotlivých vývojových stadií na mrtvole měli hmyzu poskytnout alespoň velmi podobné podmínky prostředí v laboratoři těm, ve kterých byli nalezeni, aby náhlou změnou podmínek nebyl urychlen, zpomalen, či zastaven vývin.

Povolný ve své publikaci (1978) rozlišuje 4 návazná společenstva hmyzu během sukcese při rozkladu těla, avšak podle těchto skupin nelze určit přesný post mortem interval z důvodu působení mnoha nepředvídatelných vlivů. První skupina vyskytující se na čerstvé mrtvole je nekrofágní hmyz, druhou skupinu tvoří saprofágní hmyz kolonizující biochemicky aktivní tělo, poté následuje skupina dermatofágního hmyzu osídlující vysychající tělo a konečnou skupinu tvoří keratofágní hmyz který kolonizuje již dehydratované zbytky těla.

Dekompozice těla z důvodu aktivity hmyzu je možné označit jako sukcesí. Bezobratlí živočichové přicházejí na tělo v tzv. sukcesních vlnách (Eliášová a Šuláková, 2012). Megnin v roce 1894 rozlišoval 8 sukcesních vln hmyzu v závislosti na rozkladu mrtvoly. Různí autoři uvádějí od 4 do 8 sukcesních vln (Povolný, 1978). V publikaci Šuláková (2014) autorka uvádí 6 sukcesních vln doplněných o pozorování v rámci České republiky, avšak dodává, že počet vln závisí na biotopu a ročním období. V teplejších oblastech, v letním období bude vln mnohem méně z důvodu rychlejší dekompozice kadáveru než v chladnější oblasti, či při chladném ročním období. Eliášová a Šuláková (2012) uvádějí 7 vln, zatímco dle Daňka (1990) se v naší zeměpisné oblasti při normálním průběhu ročních období a u dospělého člověka (u dětí mohou některé vlny splývat) probíhá 8 rozkladných vln.

### **3.3.1.1 1. vlna**

První vlna nastává bezprostředně po úmrtí. Nejdříve přilétávají nekrobionti přilákaní zápachem krve a čerstvého masa, a to tím rychleji, čím více bylo tělo zraněno (Daněk, 1990). Rychleji přilétává hmyz, jsou-li přítomny zvratky, či fekálie (Povolný, 1978). Pokud bylo tělo vážně poraněno ještě před smrtí a oběť se nemohla hýbat, může kolonizace proběhnout ještě

za života jedince. Rychlost procesu kolonizace dále ovlivňuje umístění kadáveru. Jestliže leží ve volném terénu, bude nálet rychlejší než při úmrtí v bytě (Daněk, 1990).

V této vlně nalezneme zástupce z čeledi Muscidae – například moucha domácí (*Musca domestica* Linnaeus, 1758), z čeledi Calliphoridae například bzučivka obecná (*Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830) nebo bzučivka zelená (*Lucilia sericata*) (Daněk, 1990). Publikace autorů Eliášová a Šuláková (2012) potvrzuje častý výskyt rodů *Lucilia* a *Calliphora* nalákaných na vůni krve, avšak nepotvrzuje výskyt zástupců čeledi Muscidae v 1. vlně.

Šuláková (2014) vyvrací výskyt čeledi Muscidae v 1. vlně, uvádí nejčastější výskyt z čeledi Calliphoridae rod *Lucilia*, druhy *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) a *Phormia regina* a dodává, že jsou vždy 1-2 druhy na mrtvole dominantní a ostatní druhy jsou zastoupeny v nižším počtu.

Šuláková (2014) uvádí častý výskyt vos a mravenců, kteří se na mrtvole živí měkkými tkáněmi, avšak zde tráví jen nezbytně nutnou dobu a poté místo opouštějí. Avšak se neustále vracejí pro jednoduše ulovenou potravu, kterou jsou nakladená vajíčka much, či mrtví jedinci. Dále je zde možné pozorovat roztoče (Acari), kteří přicestují přichycení na těle kolonizující hmyzu. Na mrtvole se rozmnožují a čekají na vylíhnutí nových jedinců much a brouků, aby se mohli opět přichytit a nechat se přenést na další kadáver.

Dle Daňka (1990) krev a svalovina může být též atraktant pro několik zástupců brouků, vos nebo mravenců, avšak Eliášová a Šuláková (2012) ve své publikaci uvádějí, že první brouci přicházejí až ve vlně 2.

### 3.3.1.2 2. vlna

Daněk (1990) uvádí, že druhá vlna nastává při vzniku páchnoucích nadýmajících plynů, které přilákají zástupce z čeledi Sarcophagidae například masařku obecnou (*Sarcophaga carnaria* (Linnaeus, 1758)) a také zástupce nekrofágních brouků.

Dle Eliášové a Šulákové (2012) přilétají převážně zástupci čeledi Calliphoridae a Sarcophagidae.

Dle Šulákové (2014) kromě čeledi Calliphoridae nově přilétávají Muscidae a Sarcophagidae. Avšak uvádí, že čeleď Sarcophagidae je v mnohé literatuře velmi přeceňovaná. Mnohé výzkumy této autorky ukázaly, že tato čeleď není vůbec běžným zástupcem při forenzních vyšetřováních, a to nejen v České republice, ale v celém mírném pásu Evropy. Hojnější výskyt je pozorován pouze při nálezů těla v bytě. Z nasbíraných larev čeledi Sarcophagidae je převážná většina druhu *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830). Z čeledi Muscidae je pozorován převážný výskyt rodu *Muscina*. Avšak

výskyt na mrtvolách druhu *Musca domestica*, často uváděný v literatuře, je spíše vzácný. Tento druh dává před kladením vajíček na kadáver vždy přednost chlévskému hnoji (Šuláková, 2014).

Na kadáveru pozorujeme činnost larev a nálet dospělců z 1. vlny. Rychlost přechodu z první vlny do druhé závisí na okolních teplotních podmínkách (při vysoké venkovní teplotě může 2. vlna nastat již 2. den po začátku vlny 1.) (Daněk, 1990). Šuláková (2014) uvádí, že 2. vlna může nastat, při vysokých okolních teplotách, již za několik hodin od úmrtí

Pod kadáverem pozorujeme změnu barvy trávy z důvodu ztráty chlorofylu a změnu skladby půdních živočichů a rostlin (Daněk, 1990). V tomto stadiu do lože pod mrtvolu sáknou rozkladné šťávy, na které reagují žížaly (*Opisthopora*), z důvodu vysoké koncentrace organických látek a zde se ve velkém počtu rozmnožují. Je možné v průběhu dalších vln pozorovat dospělé i malé juvenilní jedince. Pokud je zemřelý oblečen do oblečení z přírodních tkanin nasáklých hnilobnými tekutinami, žížaly jsou schopné jej zcela rozložit (Šuláková, 2014).

V této vlně se objevují první brouci, a to hrobařici (*Silphidae*) (Eliášová a Šuláková, 2012). Šuláková (2014) potvrzuje první výskyt brouků v této vlně, ale dodává, že jejich význam pro forenzní entomologii je menší než u much, z důvodu hůře zjistitelného času stráveného na mrtvole. Brouci před nakladením vajíček požírají tkáně, či loví ostatní druhy hmyzu. Nejvíce nalezených larev patří druhu *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758) z čeledi *Silphidae*. Dále je častý výskyt larev brouků rodů *Thanatophilus* a *Nicrophorus*.

Stopy po kousnutí hmyzem se musí dobře rozpoznat. Například kousance mravence je možné chybně zaměnit se stopami po kyselině, kousnutí vos se nachází v blízkosti očních bulv (Daněk, 1990).

### 3.3.1.3 3. vlna

Třetí vlna nastává při vznikaní velmi zapáchající kyseliny máselné v těle v důsledku procesu fermentace tuků a následným vznikem těkavých mastných kyselin, zejména právě kyseliny máselné (Daněk, 1990). Dle publikace Eliášová a Šuláková (2012) jsou vzniklé plyny silným lákadlem pro čeleď *Muscidae*. Daněk (1990) uvádí pouze výskyt nekrobiontů a pohyblivých larev z 2. vlny, které již strávily podstatnou část svaloviny kadáveru.

Šuláková (2014) do této vlny řadí i takzvanou sýrovou fermentaci způsobenou fermentací proteinů a tím vytvoření kaseózních látek provázených zápachem připomínající sýr, jež většina autorů zařazuje až do 4. vlny. V publikaci je uveden výskyt čeledi *Muscidae* přilákaných na zápach kyseliny máselné. V České republice je nejvíce vyskytovaná

*Hydrotaea ignava*. Jedinci v této době přilétávají na kadáver plný larev bzučivkovitých (Calliphoridae), proto volí pro kladení svých vajíček substrát pod mrtvolou v takzvaném loži kadáveru. Larvy v prvním instaru sají rozkladnou tekutinu nasáklou do půdy, dravé larvy 2. instaru již mají na mrtvole dostatek prostoru, v důsledku migrace larev čeledi Calliphoridae z těla za účelem kuklení se v zemi.

Dle Daňka (1990) lze pozorovat kolonizaci dalších druhů brouků například *Dermestes frischi* Kugelann, 1792, nebo *Dermestes murinus* Linnaeus, 1758. Díky vysoké koncentraci těchto larev lze najít i biofágní brouky, jež se jimi živí, například z čeledi drabčíkovití (Staphylinidae) zástupce *Omalium rivulare* (Paykull, 1789), či *Ontholestes tessellatus* (Geoffroy, 1785). Zástupci z čeledi chrobákovití (Geotrupidae) jsou přilákáni v případě ruptury střev na zápach výkalů, malí motýlci z čeledi zavíječovití (Pyralidae) jsou přitahováni zápachem žluklého tuku.

Elišová a Šuláková (2012) také uvádějí výskyt brouků z čeledi Dermestidae a dále Cleridae, jiné čeledi v této vlně však neuvádějí.

Dle Šulákové (2014) jsou v této vlně typickými zástupci drabčíkovití (Staphylinidae), z forenzního hlediska významný zástupce *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758). Dále častý výskyt rodů *Ontholestes*, *Philonthus* a *Aleochara*. Dále je možné pozorovat čeled' mršníkovicí (Histeridae), lesknáčovicí (Nitidulidae), kmitalkovicí (Sepsidae) a slunilkovicí (Fanniidae). Také je zde uvedena čeled' sýrohlodkovicí (Piophilidae), kterou většina literatury zařazuje až do 4. vlny. Druh *Stearibia nigriceps* (Meigen, 1826) se vyskytuje na převážné většině mrtvol v České republice. Autorka dále souhlasí s výskytem čeledí Cleridae a kožojedovicí (Dermestidae), hlavně *Dermestes frischi*, *Dermestes undulatus* Brahm, 1790 a *Dermestes murinus*. V literatuře často zmiňovaný druh *Dermestes lardarius* Linnaeus, 1758 se však, dle výsledků pokusů, vyskytuje na našem území pouze velice vzácně, a to na mrtvolách nacházejících se ve vnitřním prostředí (byt, půda). Z brouků je dále možné v této vlně nalézt druhy *Necrobia violacea* (Linnaeus, 1758), či *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775).

Pod kadáverem je zcela rozvinutá tzv. merocenóza (dočasné a nestálé složení půdních živočichů a rostlin) (Daněk, 1990).

#### 3.3.1.4 4. vlna

Dle Daňka (1990) je tato vlna charakteristická zápachem připomínajícím sýr, v důsledku fermentace proteinů. Vyskytuje se zde hmyz přilákaný tímto oděrem. Zejména druh *Drosophila funebris* (Fabricius, 1787) a sýrohlodka drobná (*Piophila casei* (Linnaeus, 1758)) u které je možná výlučná kolonizace kadáveru, avšak pouze v případě, že nekrobiontní



mouchy z 1. a 2. vlny (rody *Lucilia*, *Sarcophaga*, *Calliphora*) neměly z nějakého důvodu tuto možnost. Takovým případem může být mrtvola ponořená delší dobu pod vodou a následně vynořená. V důsledku potopení kadáveru pod vodou se neuskuteční produkce plynů, které by přilákaly zmíněné rody much.

Šuláková (2014) uvádí, že často v literatuře citovaný druh *Piophilidae casei* se na mrtvolách téměř nevyskytuje, vzácně může být nalezen při úmrtí jedince v bytě. Běžný výskyt je na jihu Evropy. Sýrovou fermentaci uvádí do předchozí vlny. V této vlně probíhá čpavková fermentace zbylých tkání. Na tento amoniakální zápach jsou přilákány mušky z čeledi hrbilkovití (Phoridae) a dále jsou zde larvy čeledí z předchozí vlny, a to Piophilidae, Sepsidae, Fanniidae, Dermestidae, Cleridae, dále dospělci čeledí Staphylinidae, Histeridae a Nitidulidae.

Daněk (1990) uvádí, že se této vlně opět nacházejí biofágní dospělci rodu *Necrobia* požírající larvy much přilákaní zápachem z rozkladu proteinů. S úbytkem masa a tkání na kadáveru četnost výskytu mrchožroutů (Silphidae) klesá (Daněk, 1990).

Autoři Eliášová a Šuláková (2012) potvrzují výskyt čeledí sýrohlodkovití (Piophilidae) a octomilkovití (Drosophilidae) v této vlně.

### 3.3.1.5 5. vlna

V 5. vlně lze pozorovat zástupce z čeledi hrbilkovití (Phoridae) přilákání amoniakovými a kaseózními výpary z důvodu čpavkové fermentace mrtvoly. Naopak klesá počet larev živičích se svalovinou a tkáněmi a tím ubývá i biofágních brouků, kteří se jimi živí. Pod kadáverem se nacházejí kukly a různě staří dospělci brouků (Daněk, 1990).

Dle Šulákové (2014) v této vlně můžeme pozorovat zasychání zbylých měkkých tkání, jež Daněk (1990) uvádí až do 6. vlny. Na dekompozici se aktivně účastní zástupci z čeledí sýrohlodkovití (Piophilidae), hrbilkovití (Phoridae), kožojedovití (Dermestidae) a pestrokrovečnickovití (Cleridae). Je zaznamenán nový výskyt druhů *Trox scaber* (Linnaeus, 1767) a *Trox sabulosus* (Linnaeus, 1758) z čeledi hlodáčovití (Trogidae). Početně začínají převažovat roztoči (Acari).

### 3.3.1.6 6. vlna

Dle Daňka (1990) 6. vlna nastává až kolem 1-2 let stáří mrtvoly po vysušení všech tekutin, tělo je suché, téměř bez svaloviny a tkání a začíná se velmi podobat kostře. V dutinách kostí, na sušších oblastech mrtvoly a ve zbylých vlasech se mohou nacházet brouci z čeledi Trogidae. Již se zde nevyskytují nekrofágové z důvodu nedostatku masa na

kadáveru. Naopak se zvyšuje četnost výskytu různých roztočů živících se proteiny a kostní dřeviny. Dle Eliášové a Šulákové (2012) se v měkkých tkáních a v kostech stále mohou vyvíjet čeledi sýrohlodkovití (Piophilidae) a hrbilkovití (Phoridae). Dále potvrzují nový výskyt brouka rodu *Trox* z čeledi Trogidae a převážnou dominanci roztočů podrodu *Acarina*.

Šuláková (2014) uvádí převážnou dekompozici měkkých tkání. Na místě jsou hlavně kosterní zbytky, ojediněle zbytky chrupavek, vlasů, či ochlupení. Také zde uvádí roztoče, méně často kožojedovité (Dermestidae) a hlodáčovité (Trogidae). Dále nový výskyt čeledi vrtavcovití (Ptinidae), jež Daněk (1990) uvádí až v 7. vlně, a červotočovití (Anobiidae). Na konec dodává, že na úplný rozklad kostí umístěných ve volném terénu se mohou podílet například i řasy (Algae).

Dočasná skladba fauny a flóry pod kadáverem (merocenóza), kterou je možné pozorovat zhruba od 3. vlny, se mění zpět k předchozímu stálému půdnímu složení dané lokality (Daněk, 1990)

#### 3.3.1.7 7. vlna

7. vlna nastává v období úplného vysušení. Mrtvola má vzhled kostry, pouze v oblasti páteře je možné nalézt suché zbytky vazivových částí orgánů (Daněk, 1990). Na kostech je možné pozorovat vysušené chrupavky a zbytkové množství vlasů, či ochlupení (Eliášová a Šuláková, 2012).

Skladba živočichů nalezených na kadáveru v této vlně velmi závisí na jeho lokaci. Vzhledem k teplomilnosti a suchomilnosti zástupců 7.vlny je v případě nálezu mrtvoly venku, kde na ni neustále působí klimatické podmínky, možné tuto vlnu zcela vynechat, protože se žádní živočichové nebudou na mrtvole již nacházet. Avšak v případě nálezu mrtvoly v uzavřené místnosti, je možné najít hmyz běžně napadající mršiny, kosti, rohovinu, peří. V domácnostech jej často lze objevit v kobercích, kožešinách i v potravinách (Daněk, 1990). Dle publikace Eliášová a Šuláková (2012) se v této vlně nacházejí zástupci čeledi vrtavcovití (Ptinidae) a roztoči.

#### 3.3.1.8 8. vlna

Dle Daňka (1990) 8. vlna přichází v případě, že mrtvola leží ve volném terénu více než 3 roky. Lze zde nasbírat zástupce roztočů rodu *Acarina* a v případě zbytku nestrávených organických zbytků se zde může objevit vrtavec rodu *Ptinus*, Linnaeus, 1766.

Eliášová a Šuláková (2012) 8. vlnu již neuvádějí. Z publikace vyplývá, že každý autor může uvádět jiný počet sukcesních vln, dle vlastních pozorování. Vlny je nemožné přesně ohraničit, zástupci jednotlivých vln se mohou na kadáveru překrývat.

### 3.3.1.9 Sběr entomologického materiálu

Je nepravděpodobné, že na místě činu bude přímo zkušený forenzní entomolog. Je tedy nutné, aby sběr provedl zkušený pracovník a aby byl materiál co nejrychleji odborníkovi předán. Průzkum by měl začít již několik metrů od těla důkladnou dokumentací (popis lokality, teploty, fotografování). Poté je možné přikročit k samotnému sběru entomologického materiálu (Byrd a Castner, 2009).

Je potřeba mít připravené vzorkovací dózy z plastu nebo polykarbonátu se šroubovacím uzávěrem na mrtvé i živé vzorky, usmrcující nádoby obsahující např. ethylacetát, štítky, nesmazatelný popisovač, jemné pinzety, štětce, entomologickou odchyťovou síť, konzervační činidlo (např. 70-80 % ethanol) (Gennard, 2007).

Při sběru zpod a v okolí těla je nutné odebrat vzorky půdy ze 4 různých míst, z každého místa v objemu mezi 250-500 ml, hlavně v oblasti hlavy, hrudníku a břicha (Eliášová a Šuláková, 2012, Byrd a Castner, 2009). Do 10 metrů okolo mrtvolky se sbírají migrující larvy. Po ohledání okolí těla, je možné přistoupit ke sběru materiálu ze samotného kadáveru (Eliášová a Šuláková, 2012).

Vajíčka jsou malá světlá a připomínají piliny, plíseň, či inkrustaci soli. Nacházejí se ve shlucích a odebírá se alespoň 100 ks pomocí špachtle nebo plastové lžice. Do dózy je možné vložit vlhký papírový ubrousek pro zabránění vysychání vajíček. Každý vzorek musí být řádně označen. Ve větším množství se budou shluky vajíček nacházet kolem nosu, očí, úst, uší, v místě poranění, v genitální a anální oblasti, či na oblečení nasáklém hnilobnou tekutinou. Vajíčka brouků se nacházejí většinou odděleně a jsou tak snáze přehlédnutelná (Eliášová a Šuláková, 2012, Byrd a Castner, 2009, Gennard, 2007).

Larvy jsou světle zbarvené, podlouhlé a beznohé, odebírají se pinzetou v počtu 100 ks. Nejčastější chybou je sběr takzvaného nejstaršího vývojového stadia. Tento postup byl popsán v mnoha starších literaturách a je nesprávný. Největší nebo nejdelší larvy nemusí být nejstarší, z důsledku velké variability velikostí vývojových stadií hmyzu. Larvy se budou nacházet opět v okolí tělesných otvorů (oči, nos, uši atd.) a zranění. Larvy prvního instaru jsou nejmenší a nejzranitelnější, odebírají se zvlášť, zatímco larvy druhého a třetího instaru se často shlukují společně. Tyto shluky jsou schopné lokálně zvýšit teplotu nad okolní teplotu prostředí, což může mít vliv na rychlost larválního vývinu. Z tohoto důvodu je dobré tyto teploty

z jednotlivých shluků zapisovat pro následné vytváření teplotní historie (Eliášová, Šuláková, 2012, Gennard, 2007).

Puparia jsou soudečkovitá, světle až tmavě hnědá vývojová stadia sbíraná pinzetou, bez ohledu na to, zda jsou plná (ještě nevylíhlý dospělec), či prázdná (již vylíhnutý dospělec), ale pokud možno v minimálním počtu 50 ks. Nacházejí se v určité vzdálenosti od těla a mohou být 3-5 cm pod půdou, pod kobercem, zahrabané v listech, či různých zákoutích. Puparia jsou v laboratorních podmínkách odchována do stadia dospělce, kvůli determinaci druhu (Eliášová a Šuláková, 2012, Gennard, 2007).

Dospělci létají okolo těla, je tudíž nutné odchytat je do entomologické sítě. Mrtvé jedince je možné sesbírat pinzetou. Brouci jsou posbíráni na těle, nebo pomocí zemních pastí, pokud tělo leží ve volné expozici (Eliášová a Šuláková, 2012, Gennard, 2007).

Dalším krokem při získávání entomologického materiálu je sběr hmyzu při pitvě. Živý i usmrcený materiál je nutné předat forenznímu entomologovi, co nejdříve, nejdéle však do 2 dnů (Eliášová a Šuláková, 2012). Usmrcený hmyz je možné déle skladovat, avšak určení druhů pouze dle vývojových stadií je velmi obtížné. Z tohoto důvodu je část materiálu ponechána živá a dochovává se do fáze imaga (dospělce) v laboratorních podmínkách. Nevýhodou živého materiálu je neodkladná expertíza znalcem. Výhodou odchovaného hmyzu v laboratoři je i neocenitelná databáze vývinu hmyzu za kontrolovaných (různých) podmínek, avšak ne každý druh je snadné odchovat (Eliášová a Šuláková, 2012, Byrd a Castner, 2009).

PMI se nakonec stanoví pomocí znalosti délky vývojových stadií jednotlivých nalezených druhů a odhadu sukcesní vlny dle zastoupení druhů v době nalezení těla. Doba úmrtí do 5 týdnů lze určit s přesností  $\pm 1-5$  dní. Čím delší doba od úmrtí, tím je určení PMI méně přesné. Při nálezů těla po více než 1 roce, budou výsledky odhalovat akorát, zda k úmrtí došlo letošní či loňský rok (Eliášová a Šuláková, 2012).

### **3.3.2 Rigor mortis**

Dalším způsobem pro určení doby úmrtí může být dle posmrtné ztuhlosti kadáveru (Dix a Graham, 2000).

Rigor mortis je kontrakce svalových skupin, tedy hladké i příčně pruhované svaloviny (Tesař, 1985). Těsně po smrti jsou svaly ochablé, ale během 1-3 hodin po úmrtí začnou znatelně tuhnout a imobilizovat z důvodu probíhajícího procesu zvaného rigor mortis. Zůstane ve stejné pozici po několik hodin, dokud ztuhlost nepřejde (Dix a Graham, 2000).

Dle Tesaře (1985) úplná ztuhlost nastane za 6-8 hodina a trvá dalších několik hodin až dní. Nejdelší trvání ztuhlosti bylo dle autora pozorováno po otravě strychninem, kdy bylo tělo plně ztuhlé ještě 8. den.

Ztuhlost postupuje descendentně, tedy od hlavy dolů. Je nejdříve znatelná na žvýkacích svalech, očních víčkách (proto jsou oči mrtvého otevřeny), dále postupuje na obličej, po šíjových svalech na horní a dolní končetiny. Tyto spoje jsou pak v plném rozsahu ztuhlosti zcela nepohyblivé. Schopnost pasivně ohnout kloub závisí na množství svalových vláken v okolí kloubu. Například prst je kloub s malým množstvím svalových vláken, tudíž ho i při plně rozvinuté ztuhlosti, lze ohnout (Dix a Graham, 2000, Tesař, 1985). V některých případech může ztuhlost postupovat ascendentně, tedy od spodu nahoru. Pravděpodobná příčina tohoto jevu je velká svalová práce dolní končetin těsně před smrtí. Jakým směrem ztuhlost postupovala, tak tím stejným zase ustupuje (Tesař, 1985).

Některé zdroje mylně uvádějí, že odchod stolice a moči je způsoben kontrakcí střev a močového měchýře, avšak hlavním důvodem je pouze ochabnutí svěračů. Ztuhlost střevního svalstva nastává již za 20-40 minut po smrti, avšak rychle odchází (1-4 hodiny) (Tesař, 1985).

Vysvětlení vzniku rigor mortis je více. Jeden z výkladů pojednává o ztrátě elasticity svalového vlákna z důvodu nedostatku kyseliny adenzintrifosforečné, jež se po smrti rozštěpí, další teorie dávají za příčinu vzniku posmrtné ztuhlosti odvodnění svaloviny, působení acetylcholinu uvolňovaného ve svalů, či fermentativní odbourávání polyfosfátů s následnou kontrakcí svaloviny (Tesař, 1985).

Délka trvání rigor mortis je závislá na několika faktorech. Například teplota prostředí, vnitřní tělesná teplota, či aktivita člověka před úmrtím. Při vysoké okolní teplotě se proces zrychluje – rychleji začne a rychleji končí. Vyšší teplota těla v době smrti způsobí větší koncentraci kyseliny mléčné ve svalech, která urychluje proces rigor mortis. Vysoká horečka v době smrti může být způsobena onemocněním, zánětem, ale také přítomností drog v těle (Dix a Graham, 2000).

Tesař (1985) ze svých praktických zkušeností popisuje další faktory působící na rychlost a intenzitu rigor mortis. Například k silnější a dřívější ztuhlosti přispívá silnější osvalení na těle, fyzická námaha před smrtí (tetanické křeče), mocné vzrušení, či onemocnění cholerou. Rychlejší nástup je sledován v případě úmrtí vykrvácením, slunečním úpalem, či zasažením bleskem.

Posmrtná ztuhlost může za výjimečných okolností nastat již v okamžiku smrti. V tomto případě se jedná o tzv. "kadaverickou křeč", či kataleptickou ztuhlost spojenou s extrémní fyzickou námahou svalů před úmrtím. Tělo zůstane ztuhlé ve stejné pozici, ve které

se nacházelo těsně před smrtí. Byly nalezeny mrtvoly sedící, stojící, držící předměty, či s výraznou mimikou ve tváři, znatelně vyjadřující emoce. Tento jev je znám např. po traumatech mozku, míchy, po zásahu bleskem, elektrickým proudem, či otravě oxidem uhelnatým (Tesař, 1985, Dix a Graham, 2000).

Rigor mortis se musí správně odlišit od zmrznutí vlivem velmi chladného počasí. Za takových okolností lze posmrtnou ztuhlost hodnotit velmi složitě (Dix a Graham, 2000).

### 3.3.3 Livor mortis

V publikaci autoři Dix a Graham (2000) uvádí, že livor mortis jsou posmrtné skvrny patrné již jednu hodinu po úmrtí v důsledku gravitačního usazování krve venózním systémem na nejnižší místo v těle.

Dle Tesaře (1985) je zbarvení posmrtných skvrn modrofialové, v důsledku ztráty kyslíku v krvinkách. Nejdříve jsou ostrůvkovitě rozmístěné a za cca 6 hodin splývají a jsou mnohem více znatelné. Mohou se vyskytnout malé tečkovité skvrny, které jsou způsobené přeplněním cév krví a následným prasknutím. Po naříznutí těchto teček je možné je vytlačit, či vymýt vodou.

Odbarvení těla se pevně zafixuje asi 8-10 hodin po smrti, což znamená, že i přes jakoukoliv manipulaci s tělem se rozložení skvrn nezmění. Výjimečným případem by bylo vylití dosud nezafixované krve (Dix a Graham, 2000, Tesař, 1985).

V případě, že mrtvola leží na zádech, budou znatelné světlé plochy na lopatkách, hýždích, lýtkách a na komprimovaných místech (oblast pásku, těsné oděvy, nerovnost povrchu, nebo objekty dotýkající se těla). Tyto modely mohou být nápomocny při zjišťování, zda bylo s tělem po smrti dodatečně manipulováno, či zda byla tato poloha mrtvoly přirozená, či byla asistována někým dalším (Dix a Graham, 2000). Dle Tesaře (1985) se u otylejších lidí mohou vyskytnout světlá místa na krku, která mohou být nesprávně vyhodnocena jako rýha od škrtidla, přestože se jedná o komprimaci v místě kožního záhybu.

Avšak jako ve většině metod pro určení času úmrtí je zde několik předsmrtných faktorů ovlivňujících livor mortis, které mohou vést k nesprávně vyhodnoceným výsledkům pozorování. Například v důsledku anémie nebo velké ztráty krve před úmrtím se nemusí posmrtné skvrny vůbec objevit, při požití vysokého množství oxidu uhelnatého, či kyanidu se mohou objevovat skvrny zbarvené namísto do fialova, do lehce červené až růžové barvy. Hnědě zbarvené skvrny se mohou vyskytovat po otravě chlorečnanem draselným nebo

nitrobenzenem (Dix a Graham, 2000). Tesař (1985) uvádí dřívější výskyt skvrn například po smrti udušením. Znatelnější jsou skvrny při vyšší okolní teplotě než za chladna.

Existuje i možnost výskytu livor mortis u živých lidí trpících těžkou kardiovaskulární poruchou, často v brzké době následovanou, srdečním selháním (Dix a Graham, 2000).

Je velmi důležité umět rozlišit posmrtnou skvrnu od krevního výronu. V případě posmrtné skvrny, po stlačení místa, krev zmizí, v případě výronu zůstává krev i po komprimaci oblasti (Tesař, 1985).

### **3.3.4 Algor mortis**

Algor mortis, neboli ochlazování těla, je jev způsobený ztrátou tělesné teploty po smrti díky tepelnému vyrovnávání s okolím (Dix, Graham, 2000). Pokles tělesné teploty začíná zpravidla již v předsmrtné agonii. Bylo již zaznamenáno i zvýšení teploty po smrti. Příčinou může být horečnaté onemocnění, tetanus, či otrava olovem (Tesař, 1985).

Tesař (1985) uvádí, že obecně se uvádí pokles 1 °C za 1 hodinu. Ve skutečné praxi je pokles ze začátku pomalejší, až poté se zřetelně zrychluje a následně se znovu zpomaluje. Za běžné pokojové teploty může tělo dosáhnout teploty okolí za 12 hodin po smrti. Jako první vychládají, za cca 1-2 hodiny, periferie (končetiny, obličej). Oblečené části těla vychládají až za 4-5 hodin.

Rychlost chladnutí může ovlivňovat teplota okolního prostředí (léto, mráz, umístění ve vodě, bytě), stáří jedince (tělo starých lidí a dětí chladne rychleji), hmotnost (hubené tělo vychladne rychleji, než otlé), velikost (malé tělo chladne rychleji, než velké), rychlost úmrtí (tělo jedince po náhlé smrti chladne pomaleji než tělo po nějaké době chřadnutí, strádání, či nemoci) (Tesař, 1985).

Bylo již vyvinuto mnoho metod pro odhad posmrtného intervalu v závislosti na chladnutí těla, avšak všechny metody selhaly na proměnných, těžko odhadnutelných vlivech. Mezi tyto vlivy je možné zařadit různé materiály zakrývající mrtvé tělo, tukovou izolaci jednotlivých částí těla nebo různorodou fyzickou zátěž před úmrtím (Dix a Graham, 2000).

### **3.3.5 Rozklad těla**

Dix a Graham (2000) uvádějí, že prostředí je významným faktorem ovlivňujícím míru změn na těle. Subjekty pohřbené v zemi, ponořené ve vodě, ležící na horkém slunci nebo v chladném sklepě nebudou vypadat stejně za stejný posmrtný interval.

Nejdříve se rozkládají krvinky, za vzniku hemolýzy a zkalení orgánů. Do těla po smrti vnikají hnilobné, gram pozitivní anaerobní bakterie, běžně se vyskytující v tlustém střevě za života jedince. Tyto bakterie štěpí glukózu a bílkoviny za tvorby páchnoucích plynů, které mají za následek nadouvání těla. Štěpením bílkovin, vzniká sirovodík, jenž působí na krevní barvivo, vzniká sulfhemoglobin způsobující charakteristické zelené zbarvení (Tesař 1985).

Dle Dixe a Grahama (2000) při pokojové teplotě za 24 hodin zezelená spodní část břicha, za přibližně 36 hodin zezelená celé břicho a zbarvení se šíří dále po těle. Tesař (1985) uvádí výskyt zeleného zbarvení nejdříve v tříslích a kolem břicha za 3-5 dní po smrti a další šíření směrem na hrudník a končetiny, V případě vysokých okolních teplot tento stav nastane již za 0,5-2 dny.

Dalším procesem dekompozice je prosakování krevního barviva cévami, což má za následek zčervenání sliznic (Tesař 1985). Po cca 1 týdnu od smrti je možné pozorovat sáknutí hnilobných tekutin skrz kůži. Kůže se odlupuje, škára postupně měkne a je vlhká. Za 14 dní je pokožka již odloupaná, dochází k uvolnění vlasů, nehtů. Tuk má podobu malých ložisek z mastných kyselin. Černé zbarvení cév a krve je způsobeno reakcí se sirovodíkem vylučovaným bakteriemi. Krvavá tekutina odchází zpravidla během fáze nadýmání z nosu a úst v návaznosti na rozklad krve v plicích a dýchacích cestách. V tomto případě nemá být tento jev chápán jako následek trauma. Další stadium rozkladu je měknutí tělních tkání a orgánů. Tělo plaskne a postupně ztrácí na hmotnosti. Dalším stadiem je jejich zkapalnění a natrávení hmyzem. Po 6 měsících můžeme pozorovat chybějící tkáně na vrchní polovině těla. Prosvítají žebra i obličejové dutiny, zuby jsou odhaleny, břicho je zapadlé, kůže svrašťelá. Vyšetření orgánů při pitvě je v této fázi velmi obtížné. Další fází je vyschnutí a ztmavnutí zbylých tkání a orgánů. Poté tělo postoupí do fáze skeletonizace (Tesař, 1985, Dix a Graham, 2000).

Délka trvání jednotlivých fází je velmi variabilní. Při teplotě kolem 35 °C může proběhnout plný rozklad již za několik týdnů. Při teplotě kolem 18 °C může dekompozice zabrat několik měsíců až let. Rozklad je spojen s velkou škálou zápachů. Nejintenzivněji zapáchající je stadium mokrého rozkladu, kdy je nejvyšší tvorba plynů lákající hmyz. Činnost hmyzu procesu skeletonizace velmi napomáhá. V případě výskytu mrtvoly ve velmi suchých oblastech, plná skeletonizace nenastane a tělo se mumifikuje. Zápach v tomto případě je zatuchlý nebo zcela neznatelný (Dix a Graham, 2000).



### 3.4 Faktory ovlivňující rozklad těl

Časové údaje popisující dobu rozkladu mrtvého těla mohou být pouze přibližné. Rychlost dekompozice závisí na mnoha okolnostech (Tesař, 1985).

#### 3.4.1 Umístění těla

Rozlišujeme 4 základní umístění: volná expozice (vzduch), uzavřené prostředí, pohřbení (zem) a vodní prostředí. V každém umístění jsou odlišné podmínky rozkladu, z důvodu výskytu odlišných druhů hmyzu (Eliášová a Šuláková, 2012).

Dle Šulákové (2006) umístění těla ovlivňuje přístupnost těla pro kolonizaci hmyzem. V případě zakrytí mrtvolou půdou je mušičími larvami za 6 týdnů při 20 °C zredukováno pouze 20 % z celkové původní váhy těla, na rozdíl od volné expozice, kde je za stejné časové období a při stejné teplotě okolí zaznamenán úbytek až 90 % od původní váhy (Povolný, 1978).

Dle Tesaře (1985) při pohřbení těla do hloubky 150 cm se pohybuje okolní teplota mezi 4-10 °C, což má nepříznivý vliv na množení bakterií a tím se proces dekompozice značně prodlužuje. Při pohřbení těla v zimě do této hloubky a následném vyhrabání po 3 měsících, bude tělo vypadat téměř nezměněně. Na oděných místech bude kůže růžová, na odkrytých je možné pozorovat plíseň, avšak to záleží také na půdě, ve které je tělo uloženo. Čím více je půda prokypřená a porézní, tím více obsahuje kyslíku a tím rychleji se bude tělo rozkládat. Velkou roli také hraje vlhkost půdy. Pokud bude zem suchá, nebude rozklad probíhat tak rychle jako v porézní a vlhké půdě (Tesař, 1985).

Pod vodou je rozklad asi dvakrát pomalejší než na vzduchu. Ve sladké vodě postupuje rozklad rychleji než ve slané vodě. Ve stojící vodě je rychlejší než v tekoucí (Tesař, 1985).

Do vnitřního prostředí (indoor) se řadí umístění například v bytě, na půdě, ve sklepě, ale i v zahradním domku, či v jeskyni. Je to místo, kam se hmyz nedostane úplně volně. Tyto lokality osídlují převážně synantropní (v blízkosti lidských obydlí) druhy (Eliášová a Šuláková, 2012).

Na vzduchu probíhá dekompozice rychleji než ve vodě. Poměr rozkladu dle Casperova pravidla pro vzduch : voda : zem je 8 : 2 : 1 (Tesař, 1985). Tedy stupeň rozkladu těla ve volném terénu po dobu 1 týdne odpovídá stupni rozkladu těla ve vodě po dobu 2 týdnů a stupni rozkladu pohřbeného těla po dobu 8 týdnů (Gennard, 2007).

Dle Tesaře (1985) existují místa, kde dekompozice probíhá velmi rychle. Příkladem může být žumpa, špinavý rybník s výskytem hnilobných bakterií. Naopak mezi místa

zpomalující dekompozici je možné zařadit například vodní prostředí s vysokým obsahem soli, či alkálií, solné doly (nalezeny zakonzervované mrtvoly po 40 letech), či močály.

### **3.4.2 Teplota**

Tesař (1985) uvádí, že nejrychlejší dekompozice těla je při vlhkém a teplém vzduchu a okolních teplotách 10-20 °C. Nejrychleji tedy hnije tělo umístěné v teplé místnosti. Při teplotě 30 °C se tělo plně nerozloží, ale dojde k mumifikaci. Campobasso (2001) uvádí ideální teplotu pro vývoj bakterií v rozmezí 25-30 °C.

Dle Tesaře (1985) se při teplotě 0 °C dekompozice pozastavuje a při nižší teplotě tělo zmrzne. Avšak po rozmrznutí tělo hnije rychle. Pokud leží mrtvola v chladárně při teplotě kolem 2 °C delší dobu, i v tomto prostředí prochází určitými změnami. Krev je červená díky hemolýze, kůže má vzhled a strukturu připomínající pergamen, dochází k zaschnutí očí a tělo získává vzhled mumifikace.

V letních měsících probíhá rozklad mnohem rychleji než v zimních, v důsledku hojnějšího výskytu nekrobiontů. Byla nalezená nerozložená těla pod ledovci, či velkými sněhovými masami po několika letech (Tesař, 1985).

Šuláková (2006) uvádí, že teplota okolního prostředí je významný faktor pro rychlost průběhu enzymatických dějů v procesu dekompozice těla. Například při nízké teplotě dochází ke zpomalení tvorby plynů a fermentace tuků a bílkovin (Šuláková, 2006).

### **3.4.3 Vlhkost**

Nejrychlejší rozklad těla je za středního stupně vlhkosti, při vysoké vlhkosti nastává adipocere (zmýdelnění) a při nízké vlhkosti dochází k mumifikaci (Tesař, 1985). Suché a větrné prostředí mrtvolu dehydratuje a rapidně snižuje množení bakterií, tím zpomaluje rozklad a spouští proces mumifikace. Vlhké prostředí způsobí nasáknutí tkání a tím opět zpomalení procesu dekompozice (Campobasso, 2001). Dle Šulákové (2006) vlhkost prostředí ovlivňuje především letovou aktivitu hmyzu (některé druhy jsou vlhkomilné, jiné nikoliv), a tím i rychlost rozkladu těla.

### **3.4.4 Voda**

Obecně, v případě, že se tělo nachází ve vodě, rozklad se zpomaluje. Voda může obsahovat určité chemické látky konzervující tělo, nebo naopak hodně hnilobných látek urychlující dekompozici (Tesař, 1985).

### 3.4.5 Plyn

Existují určité plyny, které mohou proces dekompozice těla zpomalovat. Příkladem jsou plyny z explozí pum, které při vniknutí do uzavřeného prostoru (krytu) způsobily udušení. Při explozi často docházelo k zasypání prostoru a oběti tak byli na místě pohřbeny. Při nálezů po několika letech se našla těla nerozložená (Tesař, 1985).

### 3.4.6 Oděv

Dle Tesaře (1985) se oblečené mrtvoly rozkládají pomaleji než nahé. Dekompozici nejvíce zpomaluje materiál vyrobený z gumy. Je-li mrtvola oblečená, či přikrytá peřinou, rozkládají se vlhké části těla, například obličej, šourek, či podpaží.

### 3.4.7 Vnitřní prostor/ volný terén

V případě smrti v bytě, či nějakém vnitřním prostoru se často stává, že tělo je nalezeno až po několika měsících, či letech. Příčinou bývá sociální izolace, či úmrtí v těžko dostupných oblastech (Archer, 2005). Přílet prvních much ve volném terénu bývá prakticky hned po smrti (v případě většího krvavého zranění probíhá kolonizace již za života). Pokud se tělo nachází v nějakém vnitřním prostoru (byt, půda, kufr auta atd.) může se časový interval příletu první vlny nekrobiontů značně prodloužit. Zápach těla je pro hmyz tak silným atraktantem, že je přes svoji světlomilnost schopný prolézt i úzkými, velmi tmavými otvory (např. díry ve fasádě) směrem za zápachem. Ve vnitřních prostorách může často docházet k mumifikaci, v důsledku malé vlhkosti a následného vyschnutí těla. Přes nízké stadium rozkladu těla je však možné nalézt malý počet nekrofilních much, ale velké množství dermatofágního hmyzu (Laupy, 1994, Šuláková, 2014).

### 3.4.8 Rozdíl mezi biotopy

Rychlost vývinu mrchožravého hmyzu, druhová skladba, rychlost rozkladu kadáveru a vývoj sukcesních vln jsou ovlivněny mnoha faktory, včetně stadia dekompozice mrtvoly, lokality, vlivu dalších organismů, teplotních a vlhkostních podmínek, z nichž nejdůležitější je okolní teplota v průběhu rozkladu (Šuláková, 2014).

Z experimentu dle Šulákové a kol (2014), který porovnával výskyt nekrobiontů na zmrazených a čerstvě zabitých kadáverech je zřejmé, že *Lucilia sericata* neklade pouze na substrátu o teplotě 30 °C a vyšší, jak uvádějí jiné zdroje (např. Daněk, 1990; Povolný, 1979). Tento druh se nevyhýbal zmraženým kadáverům, avšak se potvrdilo tvrzení, že vyšší teplota, řádově okolo 30 °C, zvyšuje rychlost kladení vajíček. U druhů méně zastoupených

tomto pokusu nebyl rozdíl mezi zmrazeným a volným vzorem výrazný. Vyšší výskyt na zmrzlých subjektech byl zaznamenán u druhu *Protophormia terraenovae*. Není však jasné, zda šlo o preferenci druhu, či byla důvodem nižší soutěživost o zmrzlý kadáver na rozdíl od volně situovaného. Na čerstvých mrtvolách nebylo pozorováno zastoupení druhu *Lucilia ampullacea* Villeneuve, 1922. Důvody jsou předmětem dalšího výzkumu.

Dekompozice zmrazeného a čerstvého kadáveru je velmi rozdílná. Čerstvé tělo se rozkládá tzv. „zevnitř ven“ od gastrointestinálního traktu na povrch. Zmrzlé tělo se začíná rozkládat od povrchu těla, které rozmrzá nejdříve. Samičky much kladou svá vajíčka na krvavé části hlavy a krku (Šuláková, 2014).

Mezi nejčastější druhy pozorované ve městě řadíme například druhy: *Musca domestica*, *Lucilia sericata*, *Protophormia terraenovae*, *Fannia canicularis*, *Muscina stabulans* (Fallén, 1817). Menší podíl výskytu, ale stále značný je u druhů: *Fannia scalaris* (Fabricius, 1794), *Calliphora vicina*, *Hydrotaea ignava* (uvedena jako *Ophyra leucostoma* (Wiedemann, 1817)), *Hydrotaea dentipes* (Fabricius, 1805) (Povolný, 1979).

Na zahradách můžeme často najít například druhy: *Lucilia sericata*, *Fannia canicularis*, *Muscina stabulans*, *Ophyra leucostoma*, *Ravinia striata* (Fabricius, 1794), v menším zastoupení, ale stále významný výskyt druhů: *Protophormia terraenovae*, *Fannia scalaris*, *Calliphora vicina*, *Hydrotaea dentipes*, *Lucilia caesar* (Povolný, 1979).

Ve smíšeném lese ve velkém počtu nalezneme například druhy: *Hydrotaea dentipes*, *Lucilia caesar*, *Nemopoda nitidula* (Fallén, 1820), *Fannia lepida* (Wiedemann, 1817) (uveden jako *Fannia mutica* (Zetterstedt, 1845)), *Mydaea urbana* (Meigen, 1826). V menším zastoupení je možné pozorovat druhy: *Fannia canicularis*, *Calliphora vicina*, *Ophyra leucostoma*, *Ravinia striata*, *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758), či *Hydrotaea irritans* (Fallén, 1823) (Povolný, 1979).

V horském lese je možné nalézt ve velkém zastoupení druhy: *Hydrotaea dentipes*, *Calliphora vomitoria*, *Hydrotaea irritans*, *Morellia podagrica* (Loew, 1857). V menším zastoupení druhy: *Calliphora vicina*, *Ravinia striata*, *Lucilia caesar*, *Nemopoda nitidula*, *Fannia mutica*, *Scathophaga furcata* (Say, 1823) (Povolný, 1979).

## 3.5 Hmyz

Říše: živočichové – Animalia

Kmen: členovci – Arthropoda

Třída: hmyz

Hmyz se nachází téměř na všech myslitelných stanovištích po celém světě. Je to velmi bohatá třída nacházející se na všech místech lidského osídlení. Odhaduje se na 10 milionů druhů, přičemž pouze 1,75 milionů jich bylo popsáno. Na planetě Zemi přežívají více než 300 milionů let. Za tu dobu hmyz získal obrovskou adaptabilitu na měnící se životní prostředí i na různorodé podmínky areálu výskytu. Jsou to neocenitelní ekologičtí partneři v udržování systému života v přírodě (Byrd a Castner, 2009).

Všichni členovci jsou bezobratlí živočichové, kteří mají exoskeleton a segmentované nohy. Hmyz je největší třídou vůbec. Vyvinuly se zde křídla odlišující jej od ostatních bezobratlých a umožňující překonávat velké vzdálenosti při shánění potravy nebo při hledání vhodného stanoviště pro kladení vajec. Tato skutečnost nese také velký význam pro forenzní entomologii – hmyz zvládne rychle najít a využít dočasné zdroje v podobě mršiny nebo lidských ostatků (Byrd a Castner, 2009).

### 3.5.1 Popis těla

Na těle jsou nejnápadnější dlouhá tykadla a velké složené oči. Hlava je hlavní oblastí smyslového vnímání a přijímání potravy. Hrudník je umístěn přímo za hlavou, obsahuje segmenty s křídly a končetinami – hlavními pohybovými aparáty živočicha. Na zadečku se nachází genitálie a případné specializované vnější konstrukce. Typická noha dospělého jedince je členěná na 5 hlavních segmentů. Stehno a holeň jsou obvykle nejdelší a nejvíce patrné, koncová část nohy se nazývá zánártí neboli tarsální segment a je často zakončen drápem. Křídla nemá každý zástupce. U některých druhů křídla zanikla evolucí jako adaptace na jinak specializovaný způsob života, například u blechy, u které by křídla překážela při pohybu v srsti zvířete. Některý hmyz získává křídla pouze pro reprodukční účely. Většina okřídleného hmyzu má dva páry křídel, avšak dvoukřídlí, mezi které řadíme i mouchy, mají pár pouze jeden, zadní křídla zakrněla do takzvaných kyvadélek, které pomáhající mouchám kormidlovat směr letu (Byrd a Castner, 2009).

### 3.5.2 Vývin

Hmyz se vyvíjí přes několik vývojových stadií, vajíčkem počínaje, přes několik fází larvy a dospělcem (imagem) konče. Proces změn fyzické podoby stadií z jedné etapy do druhé se označuje jako metamorfóza dosažená pomocí neustálého svlékání kůže. Starý svlek, který po sobě jedinec zanechá, se nazývá exuvium. Časové období strávené v konkrétní fázi se nazývá stadium. Poté, v průběhu larválního vývinu rozlišujeme jednotlivé instary (Byrd a Castner, 2009).

Nejjednodušší typem vývinu je tzv. ametabolie. Zde je rozdíl mezi nezralou formou a dospělcem pouze ve velikosti nikoliv ve vzhledu jedince. O něco složitější typ se nazývá hemimetabolie neboli přeměna nedokonalá. Po naklazení vajíček se vylíhnou vývojově nižší jedinci – nymfy. Ty jsou poněkud podobné dospělcům, ale jsou bezkřídle. S každým svlékáním je nymfa stále větší a více podobná dospělci. Tímto způsobem se jedinec vyvíjí až v dospěléce. Tento typ vývinu můžeme najít například u ploštic, cvrčků, kobylek a švábů (Byrd a Castner, 2009).

Nejsložitější typ vývinu je tzv. holometabolie – přeměna dokonalá. Proces začíná naklazeným vajíčkem (Byrd a Castner, 2009). Líhnutí probíhá při vyšších okolních teplotách za několik hodin, za chladnějších venkovních teplot za 1-2 dny (Povolný, 1979). Vylíhnuté larvy se okamžitě začnou živit tkáněmi mrtvol. Po proběhnutí 2 svlékání se larvy 3. instaru stahují od potravního zdroje a kuklí se v půdě, v oblečení, pod kobercem či v nábytku, pokud celý proces probíhá v nějakém uzavřeném, domácím prostoru nebo v zemi, pokud jde o umístění venku. Vylíhnutý dospělec je schopen letu již po několika desítkách minut a je připraven se pářit a klást vajíčka (Byrd a Castner, 2009, Povolný, 1979). Nejznámějšími zástupci hmyzu s proměnou dokonalou jsou motýli a brouci, ale také mouchy. Nejdůležitějšími čeleděmi, které mají velký význam pro forenzní entomologii s proměnou dokonalou, jsou Calliphoridae, Muscidae a Sarcophagidae. Klazení svých vajíček na mršiny, výkaly, či různý rozkládající se biologický materiál, je výhodné, protože po vylíhnutí z vajíček se tak larvy nacházejí přímo na zdroji potravy (Byrd a Castner, 2009). U much se, po nalezení vhodného místa ke kuklení, larva mění v nepohyblivé puparium, které je zprvu měkké a bílé. Tehdy je velmi náchylné na teplotu a vlhkost. Puparium postupně tmavne a kutikula posledního larválního stupně tvrdne, víčkovitě se rozevívá a vylézává z něj dospělec. Ztvrdlé puparium má barvu hnědočervenou až do černa. Nachází se např. v záhybech šatstva nebo v půdě poblíž mrtvol. Toto stadium zabere asi polovinu celkové

doby vývinu od vajíčka až po dospělce a morfologické rozdíly mezi puparií lze využít při determinaci hmyzu (Byrd a Castner, 2009, Povolný, 1979).

## **3.6 Zástupci**

### **3.6.1 Diptera**

Tento řád je jeden z největších ze třídy hmyzu zahrnující přes 159 000 známých druhů (Pape et al., 2011). Zástupci řádu Diptera neboli dvoukřídlí, mají jeden pár blanitých křídel, druhý pár je zakrnělý v takzvaná kyvadélka. Na hlavě nalezneme velké složené oči a pohyblivý savý sosák. K pohybu slouží kráčivé nohy zakončené drápky s přichytnými polštářky. Zadeček je měkčí než chitinizované tělo a je tvořen maximálně z 10 článků. Poslední zadečkové články jsou přetvořené na pohlavní ústrojí. Je zde častý pohlavní dimorfismus (Daněk, 1990). Po přiletu samičky na místo, začne hledat vhodné místo ke kladení vajíček. Obvyklé místo s vysokou koncentrací vajíček bývá nos, ústa, či jiné volně přístupné tělesné otvory nebo otevřené rány, především z důvodu většího výskytu krve, sloužící jako zdroj sacharidů a bílkovin. Všechny larvy jsou beznohé (apodní), měkké, většina z nich je bílé nebo krémové barvy, u některých typů larev je zřetelně rozeznatelná hlava, u jiných nikoli. Zcela vyvinuté larvy ve třetím instaru dorůstají mezi 8-23 milimetry. Terminální segment larvy má typicky šest nebo více kuželovitých hrbolků, dále obsahuje dýchací průduchy, druhově velmi odlišné (Byrda a Castner, 2009).

Zástupci z čeledi Calliphoridae, Muscidae a Sarcophagidae jsou heliofilní (světlomilné), tudíž ke kladení vajíček dochází výhradně za dne (Povolný, 1979).

### **3.6.2 Calliphoridae**

Čeď Calliphoridae, neboli bzučivkovití, v angličtině známá jako „blow-flies“, jsou středně velké až robustní podlouhlé mouchy s délkou těla od 4 do 16 milimetrů. Celé tělo je pokryto sety (Daněk, 1990). Barva těla je velmi variabilní, avšak ve střední Evropě můžeme nejčastěji vidět černé nebo kovově zelené zástupce (Šuláková a Barták, 2013, Doskočil 1977, Erzinçlioğlu, 1996, Smith, 1986). Zástupce můžeme pozorovat okolo jídla a odpadků během letních měsíců. Je to extrémně velká čeď zahrnující více než 1000 druhů rozšířených kosmopolitně. Společně s čeleděmi Muscidae a Sarcophagidae poskytuje nejvíce informací týkajících se přesného odhadu doby činnosti hmyzu. Pravděpodobně proto, že jsou velmi silně přitahováni k rozkládajícímu se biologickému materiálu jakékoliv povahy (Byrd a Castner,

2009, Gennard, 2007). V Evropě je známo řádově 115 druhů čeledi Calliphoridae (Šuláková a Barták 2013, Rognes, 2013) a z toho 60 druhů je uvedeno v seznamu druhů České republiky a Slovenska (Šuláková a kol., 2014, Kubík a Országh 2009).

Tato čeleď je také významná z hlediska hygieny. Dospělí jedinci často létají na výkaly, maso, ryby, mléčné produkty a stávají se tak významnými přenašeči bakterií, virů, prvoků a hlístů (Šuláková, Barták 2013). Podle Daňka (1990) kladou samičky vajíčka na čerstvě uhynulé mrtvoly, většinou do 48 hodin, mršiny nebo maso. Obecně lze říci, že jsou to zástupci nekrobiontů tzv. 1. vlny. Rod *Calliphora* klade svá vajíčka spíše jednotlivě, naopak rod *Lucilia* ve shlucích (Povolný, 1979).

Dle Daňka (1990) vajíčko čeledi Calliphoridae je 1,5 mm dlouhé, protáhlé, oválného tvaru. Jedna samička naklade 450–1200 kusů. Dalším stadiem je larva procházející třemi instary. Larvy jsou dlouhé, bílé barvy. Plné vyvinutí larvy trvá 7-8 dní, v této fázi dosahují 15 mm a kuklí se. Kukla se vytváří uvnitř puparia, které je soudečkovitého typu, a po zpevnění má červenou až hnědou barvu. Přeměna na dospělce trvá řádově 10-12 dní. Během zimního období můžeme nalézt kukly nebo dospělce ve shluku více jedinců pod odchlíplou kůrou stromů. Podmínky pro kladení vajíček jsou druhově velmi rozdílné. Například druh *Lucilia sericata* je zásadně světlomilná a tím pádem se vyhýbá zastíněným místům, pro svoje vajíčka vybírá podklad o teplotě 30 °C. Podkladem může být jakýkoliv nezastíněný substrát, ale i živá rána člověka či zvířete. Tento fakt však vyvrátili ve svém experimentu Šuláková a kol. (2014), kdy zdokumentovali kladení vajíček druhu *Lucilia sericata* i na zmražený kadáver.

U druhu *Calliphora vicina* můžeme pozorovat kladení vajíček ještě na konci října, avšak vývin trvá o to déle, čím nižší jsou venkovní teploty (Daněk, 1990).

### 3.6.3 Muscidae

Čeled Muscidae, neboli mouchovití, zahrnuje asi 4500 druhů a 180 rodů. Přímo v České republice se vyskytuje asi 307 druhů (Klimešová a kol., 2014, De Carvalho et al., 2005). Zástupci jsou šedivé barvy s charakteristickým rýhováním po celé délce hrudníku (Gennard, 2007).



## 4 Materiál a metody

Metodika práce byla založena na literární rešerši a provedení terénního pokusu. Základem experimentální části bylo rozmístění 9 odchyťových pastí s masovou návnadou-proteinové pasti–na 3 rozdílné biotopy. Cílem experimentu bylo zjistit rozdíly výskytu různých druhů řádu Diptera ve třech odlišných biotopech.

### 4.1 Popis lokalit

Experiment proběhl na třech různých biotopech: zahrada, rybník a les.

#### 4.1.1 Zahrada

Prvním biotopem byla zahrada nacházející se v obci Sedlice, číslo popisné 81, v Královéhradeckém kraji. Zeměpisné souřadnice 50.154"N, 15.730"E, nadmořská výška cca 244 mn. m Na zahradě se nachází několik okrasných keřů rozmístěných hlavně podél plotu, několik okrasných květin a dva ovocné stromy – meruňka a broskvoň. Na zahradě se pohybuje pes a kočka. Na sousedním pozemku jsou chovány tři ovce. Odchyťové pasti byly přivázány na plot ve výšce jednoho a půl metru každá. Pasti byly umístěny tři metry navzájem od sebe, ale se zachováním podmínek daného biotopu. Všechny pasti byly na slunci (obrázek 11).

#### 4.1.2 Rybník

Druhým biotopem byl břeh stojatého rybníka v obci Žižkovec, cca 1,4 kilometry od obce Sedlice. Zeměpisné souřadnice 50.149"N, 15.711"E a nadmořská výška 238 mn. m. V okolí rostou listnaté stromy a nachází se zde malá sečená louka a za ní pole. Rybník je porostlý žabincem a neudržovaný. Prostředí je vlhké, díky velkému množství bahna v okolí rybníka. Pasti byly pověšeny na stromy na břehu, v těsné blízkosti vody. Každá byla umístěna do výšky jeden a půl metru nad zemí a tři metry od sebe. Všechny pasti byly ve stínu a zívětří (obrázek 9).

#### 4.1.3 Les

Třetím biotopem byl pás lesa u vesnice Krásnice, ve vzdálenosti cca 1,5 kilometru od obce Sedlice. Zeměpisné souřadnice 50.083"N 15.441"E, nadmořská výška cca 232 m n. m. Lesní pás o délce asi 400 metrů a šířce asi 300 metrů, se skládá především z jehličnatých stromů, jmenovitě: smrky, borovice a je z obou stran obklopen obdělávaným polem. Z pravé

strany okolo lesíka se táhne Ždánický odvodný kanál. Hojně se v této oblasti vyskytuje vysoká zvěř, divoká prasata a zajáci. Pasti byly zavěšeny na stromy uprostřed lesního pásu, každá ve výšce jeden a půl metru, navzájem tři metry od sebe. Všechny pasti byly umístěny na stinném, větraném místě (obrázek 7).

## 4.2 Odchyťové pasti

K odchyťu byly na všech třech lokalitách použity proteinové pasti, vždy tři kusy na lokalitu. Proteinové pasti byly vyhotoveny z 9 stejných PET lahví o objemu 1,5 l. Do každé láhve byl v horní třetině vyříznut „vletový“ otvor o průměru 5 cm a do každého víčka doprostřed byl vyvrtán otvor na protažení provázku (obrázek 6).

Proteinovou návnadu představovaly odkrojky vepřového masa, vždy 100 g na past (obrázek 1). Kousky masa byly zabaleny do kousku textilie, odpovídající velikosti, a poté zabaleny do igelitového sáčku (obrázek 2 a obrázek 3). Každý balíček byl pevně převázán provázkem, u kterého byly ponechány delší konce, následně využité k zachycení návnady do odchyťové láhve a k upevnění samotné proteinové pasti na lokalitě (obrázek 4). Na závěr byly v horní části balíčku s návnadou do igelitu propíchnuty drobné dírký (špikovací jehlou), aby mohl unikat zápach masa, ale nedošlo k úniku hnilobné tekutiny z balíčku.

Takto připravené balíčky s masem byly vloženy vyříznutým otvorem do láhve a uchyceny v její horní části, a to tak, že přebytečné konce provázků byly provléknuty připravenými dírkami ve víčku lahve a na horní straně víčka zajištěny uzlem (obrázek 5). Přechnívající provázky posloužily také k úchyťu pastí na lokalitě (obrázek 8, 10, 12 a 14).

Ke smrcení byl do každé pasti použit roztok kyseliny citronové ve složení: 25 g kyseliny citronové na 1 l vody a 2 ml detergentu (mycí prostředek). Smrtící roztok byl nalit do odchyťových pastí po umístění na lokalitě; láhve byly naplněny do cca  $\frac{3}{4}$ , resp. pod dolní okraj vyříznutého otvoru (obrázek 15).

## 4.3 Popis experimentu

Připravené proteinové pasti byly všechny dne 5. 7. 2016 umístěny na vybrané lokality. Umístění pastí bylo realizováno v rámci 2 hodin.

Pasti na lokalitě „zahrada“ byly označeny písmenem „Z“, na lokalitě rybník písmenem „R“ a lokalitě les písmenem „L“. Odběr chyceného hmyzu ze všech proteinových pastí probíhal jednou týdně: byly učiněny celkem čtyři odběry, a to ve dnech 12.7., 19.7., 26.7., 2.8. 2016. Pasti byly ponechány ve sledovaných biotopech celkem jeden měsíc až do 2. srpna, kdy byly po posledním odběru zrušeny.

Před prvním odběrem bylo připraveno 12 transportních lahví na odchytený hmyz. Hmyz z jednoho biotopu, resp. ze všech tří lahví byl v rámci každého odběru spojen do společného, směsného vzorku. Čtyři transportní nádoby byly označeny písmenem „Z“ jako zahrada a pořadovým číslem odběru 1–4 odpovídající 1. až 4. odběrovému týdnu (Z1, Z2, Z3, Z4). Obdobně byly označeny čtyři transportní láhve pro biotop rybník (R1, R2, R3, R4) a biotop les (L1, L2, L3, L4).

Při samotném odběru hmyzu z proteinové pasti byl obsah pasti (hmyz ve smrtícím roztoku) přes vyříznutý vletový otvor přelit přes čajové sítko, na kterém se zachytil odchytený hmyz (obrázek 13). Smrtící roztok byl zachycen do plastové nádoby umístěné pod sítkem, následně pomocí trychtýře nalit zpět do odchytné nádoby a dolit o vypařený objem. Hmyz zachycený na sítku byl překonzervován 70 % etanolem a uložen do transportní nádoby s označením typu biotopu (Z, R a L) a pořadovým číslem odběru (1. – 4.) (obrázek 16). Následně byl odchytený hmyz zpracován.

## 4.4 Vyhodnocení vzorků

Hmyz ze všech tří biotopů a čtyř odchytných týdnů byl rozdělen do čeledí a následně determinován do druhu pod stereomikroskopem Zeiss Discovery V.20. Determinaci veškerého materiálu provedla plk. Ing. Hana Šuláková, Ph.D. z Kriminologického ústavu Praha. K determinaci byly použity klíče obsažené v monografiích jednotlivých čeledí – Calliphoridae: Rognes (1991) a Draber-Moňko (2004); Muscidae: Gregor a kol. (2002), Sarcophagidae: Richet et al. (2011); Fanniidae: Rozkošný a kol. (1997) Piophilidae: McAlpine (1977) Silphidae: Šustek (1981); Dermestidae: Háva (2011); Cleridae: Gerstmeier (1998); Nitidulidae: Nunberg (1976); Staphylinidae: Szujeci (1961, 1965, 1976, 1980, 2008, 2013). Nomenklatura je upravena podle Fauna Europaea (Rognes, 2013).

### 4.4.1 Druhovú skladbu druhů řádu Diptera

#### 4.4.1.1 Zahrada

V biotopu zahrada se vyskytovaly tyto druhy: *Lucilia caesar*, *Lucilia sericata*, *Lucilia illustris* (Meigen, 1826), *Lucilia silvarum* (Meigen, 1826), *Phormia regina*, *Pollenia rudis* (Fabricius, 1794), Sarcophaginae sp. Macquart, 1834 samice-tmavý 5. tergít, Sarcophaginae sp. samice-oranžový 5. tergít, *Fannia scalaris*, *Stearibia nigriceps*.

Tabulka 1: Druhové a početní zastoupení v biotopu zahrada – čeled' Calliphoridae

Čeled'	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	Celkem
<b>Calliphoridae</b>					
<i>Lucilia caesar</i>	4	3	1	1	9
<i>Lucilia sericata</i>	114	15	3	1	133
<i>Lucilia illustris</i>	5	0	0	0	5
<i>Lucilia silvarum</i>	1	0	0	0	1
<i>Phormia regina</i>	7	0	0	0	7
<i>Pollenia rudis</i>	3	0	0	0	3

Tabulka 2: Druhové a početní zastoupení v biotopu zahrada – čeled' Sarcophagidae

Čeled'	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	Celkem
<b>Sarcophagidae</b>					
Sarcophaginae sp. samice - tmavý 5. tergít	14	0	0	1	15
Sarcophaginae sp. samice - oranžový 5. tergít	1	2	0	0	3

Tabulka 3: Druhové a početní zastoupení v biotopu zahrada – čeled' Fannidae

Čeled'	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	Celkem
<b>Fannidae</b>					
<i>Fannia scalaris</i>	24	3	1	3	31

Tabulka 4: Druhové a početní zastoupení v biotopu zahrada – čeled' Piophilidae

Čeled'	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	Celkem
<b>Piophilidae</b>					
<i>Stearibia nigriceps</i>	0	6	35	1	42

#### 4.4.1.2 Les

V biotopu les byly nalezeny tyto druhy: *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata*, *Phormia regina*, *Protophormia terraenovae*, *Pollenia griseotomentosa* (Jacentkovský, 1944), *Pollenia rudis*, *Hydrotaea ignava*, *Muscina levida* (Harris, 1780), *Muscina prolapsa* (Harris, 1780), *Graphomya maculata* (Scopoli, 1763), *Sarcophaga albiceps* Meigen, 1826, *Sarcophaga variegata* (Scopoli, 1763), Sarcophaginae sp. samice - tmavý 5. tergít, Sarcophaginae sp. samice - oranžový 5. tergít, *Fannia canicularis*, *Fannia scalaris*, *Liopiophila varipes* (Meigen, 1830), *Protopiophila latipes* (Meigen, 1838), *Stearibia nigriceps*.

Tabulka 5: Druhové a početní zastoupení v biotopu les – čeleď Calliphoridae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Calliphoridae</b>					
<i>Calliphora vicina</i>	12	9	9	0	30
<i>Calliphora vomitoria</i>	3	4	0	1	8
<i>Chrysomya albiceps</i>	0	0	1	0	1
<i>Lucilia caesar</i>	67	72	56	79	274
<i>Lucilia illustris</i>	0	6	0	0	6
<i>Lucilia sericata</i>	5	0	0	0	5
<i>Phormia regina</i>	264	363	195	7	829
<i>Protophormia terraenovae</i>	3	0	0	0	3
<i>Pollenia griseotomentosa</i>	2	0	0	0	2
<i>Pollenia rudis</i>	9	0	0	0	9

Tabulka 6: Druhové a početní zastoupení v biotopu les – čeleď Muscidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Muscidae</b>					
<i>Hydrotaea ignava</i>	467	80	72	0	619
<i>Muscina levida</i>	21	12	19	0	52
<i>Muscina prolapsa</i>	50	16	36	0	102
<i>Graphomya maculata</i>	1	0	0	0	1

Tabulka 7: Druhové a početní zastoupení v biotopu les – čeleď Sarcophagidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Sarcophagidae</b>					
<i>Sarcophaga albiceps</i>	0	0	1	0	1
<i>Sarcophaga variegata</i>	0	1	0	0	1
Sarcophaginae sp. samice - tmavý 5. tergit	7	1	0	0	8
Sarcophaginae sp. samice - oranžový 5. tergit	1	0	0	0	1

Tabulka 8: Druhové a početní zastoupení v biotopu les – čeleď Fannidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Fannidae</b>					
<i>Fannia canicularis</i>	538	0	0	0	538
<i>Fannia scalaris</i>	14	184	105	0	303

Tabulka 9: Druhové a početní zastoupení v biotopu les – čeleď Piophilidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Piophilidae</b>					
<i>Liopiophila varipes</i>	1	1	0	0	2
<i>Protopiophila latipes</i>	0	0	3	0	3
<i>Stearibia nigriceps</i>	55	116	168	0	339

#### 4.4.1.3 Rybník

V biotopu rybník byly determinovány tyto druhy: *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilia ampulacea* Villeneuve, 1922, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum*, *Phormia regina*, *Protophormia terraenovae*, *Pollenia griseotometosa*, *Pollenia labialis* Robineau-Desvoidy, 1863, *Pollenia pediculata* Macquart, 1834, *Pollenia rudis*, *Hydrotaea capensis* (Wiedemann, 1818), *Hydrotaea dentipes*, *Hydrotaea ignava*, *Muscina levida*, *Muscina prolapsa*, *Muscina stabulans*, *Graphomya maculata*, *Sarcophaginae* sp. samice - tmavý 5. tergít, *Sarcophaginae* sp. samice - oranžový 5. tergít, *Fannia canicularis*, *Fannia postica* (Stein, 1895), *Fannia scalaris*, *Liopiophila varipes*, *Parapiophila vulgaris* (Fallén, 1820), *Protopiophila latipes*, *Stearibia nigriceps*.

Tabulka 10: Druhové a početní zastoupení v biotopu rybník – čeleď Calliphoridae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Calliphoridae</b>					
<i>Calliphora vicina</i>	8	5	6	4	23
<i>Calliphora vomitoria</i>	0	1	0	0	1
<i>Lucilia ampulacea</i>	0	3	0	0	3
<i>Lucilia caesar</i>	49	63	31	14	157
<i>Lucilia illustris</i>	1	7	0	1	9
<i>Lucilia sericata</i>	3	0	4	3	10
<i>Lucilia silvarum</i>	1	0	1	0	2
<i>Phormia regina</i>	8	3	4	0	15
<i>Protophormia terraenovae</i>	1	0	0	0	1
<i>Pollenia griseotometosa</i>	1	0	0	0	1
<i>Pollenia labialis</i>	2	0	1	0	3
<i>Pollenia pediculata</i>	7	1	0	0	8
<i>Pollenia rudis</i>	23	6	5	0	34

Tabulka 11: Druhové a početní zastoupení v biotopu rybník – čeleď Muscidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Muscidae</b>					
<i>Hydrotaea capensis</i>	4	0	0	0	4
<i>Hydrotaea dentipes</i>	7	7	8	0	22
<i>Hydrotaea ignava</i>	63	118	128	4	313
<i>Muscina levida</i>	20	8	0	0	28
<i>Muscina prolapsa</i>	53	34	32	1	120
<i>Muscina stabulans</i>	0	5	0	0	5
<i>Graphomya maculata</i>	1	0	0	0	1

Tabulka 12: Druhové a početní zastoupení v biotopu rybník – čeleď Sarcophagidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Sarcophagidae</b>					
Sarcophaginae sp. samice - tmavý 5. tergít	1	3	0	0	4
Sarcophaginae sp. samice - oranžový 5. tergít	2	0	0	0	2

Tabulka 13: Druhové a početní zastoupení v biotopu rybník – čeleď Fanniidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Fanniidae</b>					
<i>Fannia canicularis</i>	51	0	0	0	51
<i>Fannia postica</i>	3	0	0	0	3
<i>Fannia scalaris</i>	13	76	41	16	146

Tabulka 14: Druhové a početní zastoupení v biotopu rybník – čeleď Piophilidae

Čeleď	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	celkem
<b>Piophilidae</b>					
<i>Liophiophila varipes</i>	0	3	11	0	14
<i>Parapiophila vulgaris</i>	6	5	0	0	11
<i>Protopiophila latipes</i>	26	19	8	1	54
<i>Stearibia nigriceps</i>	13	18	56	20	107

#### 4.4.2 Druhová skladba – brouci

V průběhu experimentu byli pozorovány tyto druhy brouků: *Necrodes littoralis*, *Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758), *Nicrophorus interruptus* Stephens, 1830, *Aleochara curtula* (Goeze, 1777), *Dermestes frischii*, *Dermestes undulatus*, *Nitidula carnaria*, *Omosita colon* (Linnaeus, 1758), *Omosita depressa* (Linnaeus, 1758), *Omosita discoidea* (Fabricius, 1775), *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758), *Nicrophorus humator* (Gleditsch, 1767),

*Nicrophorus investigator* Zetterstedt, 1824, *Nicrophorus sepultor* Charpentier, 1825, *Nicrophorus vespillo* (Linnaeus, 1758), *Nicrophorus vespilloides* Herbst, 1784, *Creophilus maxillosus*, *Philonthus* sp., *Dermestes murinus*, *Necrobia violacea*, *Glischrochilus quadrisignatus* (Say, 1835), *Nitidula bipunctata* (Linnaeus, 1758), *Saprinus* sp., *Nitidula rufipes* (Linnaeus, 1767),

Tabulka 15: druhové a početní složení brouků v biotopu zahrada

<b>Silphidae</b>	celkem
<i>Necrodes littoralis</i>	1
<i>Thanatophilus rugosus</i>	1
<i>Nicrophorus interruptus</i>	1
<b>Staphilinidae</b>	
<i>Aleochara curtula</i>	3
<b>Dermestidae</b>	
<i>Dermestes frischii</i>	6
<i>Dermestes undulatus</i>	7
<b>Nitidulidae</b>	
<i>Nitidula carnaria</i>	2
<i>Omosita colon</i>	1
<i>Omosita depressa</i>	1
<i>Omosita discoidea</i>	16



Tabulka 16: druhové a početní složení brouků v biotopu les

<b>Silphidae</b>	celkem
<i>Oiceoptoma thoracicum</i>	1
<i>Nicrophorus humator</i>	2
<i>Nicrophorus interruptus</i>	83
<i>Nicrophorus investigator</i>	2
<i>Nicrophorus sepultor</i>	2
<i>Nicrophorus vespillo</i>	6
<i>Nicrophorus vespilloides</i>	5
<b>Staphilinidae</b>	
<i>Creophilus maxillosus</i>	1
<i>Aleochara curtula</i>	270
<i>Philonthus sp.</i>	3
<b>Dermestidae</b>	
<i>Dermestes murinus</i>	3
<i>Dermestes undulatus</i>	11
<b>Cleridae</b>	
<i>Necrobia violacea</i>	1
<b>Nitidulidae</b>	
<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	2
<i>Nitidula bipunctata</i>	1
<i>Omosita colon</i>	1
<i>Omosita discoidea</i>	3
<b>Histeridae</b>	
<i>Saprinus sp.</i>	1

Tabulka 17: druhové a početní složení brouků v biotopu rybník

<b>Silphidae</b>	Celkem
<i>Nicrophorus humator</i>	3
<i>Nicrophorus interruptus</i>	38
<i>Nicrophorus investigator</i>	10
<i>Nicrophorus sepultor</i>	6
<i>Nicrophorus vespillo</i>	3
<i>Nicrophorus vespilloides</i>	1
<b>Staphilinidae</b>	
<i>Cereophilus maxillosus</i>	1
<i>Aleochara cultura</i>	97
<i>Philontus sp.</i>	2
<b>Dermestidae</b>	
<i>Dermestes murinus</i>	2
<i>Dermestes undulatus</i>	1
<b>Nitidulidae</b>	
<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	27
<i>Nitidula rufipes</i>	1
<i>Omosita colon</i>	3
<i>Omosita discoidea</i>	7

## 5 Diskuze

Experiment se uskutečnil na třech různých biotopech. Pokus se konal v letních měsících od 12.7. do 2.8. 2016. Potvrdil se předpokládaný hojný výskyt hmyzu v odchyťových proteinových pastech.

Nejčtenější výskyt čeledi Calliphoridae byl v biotopu les s celkovým počtem 1167 bzučivek.

V biotopu zahrada se nejvíce vyskytoval *Lucilia sericata* v celkovém počtu 133 jedinců. V 1. týdnu s relativní četností 72 % z celkového počtu, ve 2. týdnu výskyt této čeledi značně klesnul, avšak stále se jednalo o nejdominantnější druh *Lucilia sericata* s relativní četností 9 %, ve 3. týdnu pouze 2 %. Ve 4. týdnu byl výskyt čeledi Calliphoridae na zahradě velmi nízký (graf 1, graf 16).

Vysoká četnost *Lucilia sericata* odpovídá tvrzení Daňka (1990), že je tento druh světlomilný, ale zároveň vyvrací tvrzení, že se vůbec nevyskytuje na zastíněných místech. Vyskytovala se na neosluněných pastech v biotopech les i rybník. Souhlasíme s tvrzením Šulákové (2014) že druh *Lucilia sericata* nepotřebuje teplotu substrátu výhradně 30 °C.

Velká četnost výskytu čeledi Calliphoridae byla již ze začátku experimentu, zejména v 1. a 2. týdnu. Potvrdilo se tvrzení několika autorů, zejména Daněk (1990), Eliášová a Šuláková (2012) a Šuláková (2014), že čeleď Calliphoridae kolonizuje ve velkém počtu již v první vlně.

V lese byl nejčtenější výskyt druhu *Phormia regina* s celkovým počtem 829 jedinců. V 1. týdnu byla zaznamenána relativní četnost 23 %, ve 2. týdnu 31 %, ve 3. týdnu 17 % a ve 4. týdnu pouze 1 %. V tomto týdnu byl zaznamenán častější výskyt *Lucilia caesar* s relativní četností výskytu 5 % z celkového součtu. Jednoznačně se potvrdilo tvrzení Povolného (1979), že *Lucilia caesar* se vyskytuje převážně v lesním prostředí. V experimentu nalezených 9 jedinců na zahradě a 274 kusů v lese jednoznačně ukazuje preference tohoto druhu na polozastíněné biotopy. Nasvědčuje tomu i skutečnost, že druh byl v lese druhý nejčtenější (graf 3, graf 4, graf 20, tabulka 5) a nejčtenější v biotopu rybník ve všech 4 týdnech. Ostatní druhy se vyskytovaly mnohem nižším počtu jedinců. V 1. týdnu byla relativní četnost druhu *Lucilia caesar* 18 %, 2. týden 24 %, 3. týden 12 %, 4. týden 5 % z celkového součtu dané čeledi a biotopu (graf 25).

Bzučivka *Calliphora vicina* byla v rámci experimentu pozorována v biotopu les v počtu 30 jedinců a v biotopu rybník o celkovém počtu 23 jedinců. Na základě těchto výsledků lze souhlasit s údaji Frankieho a Ehlera (1978) kteří uvádějí, že se tato bzučivka velmi dobře

adaptovala na podmínky prostředí a je ji možné nalézt ji ve městech, v sadech, na předměstích, ve smíšených lesích apod.

Z grafu 30 vyplývá, že v biotopu zahrada byla z čeledi Calliphoridae nejčetnější *Lucilia sericata* s relativní četností 84 % z celkového součtu druhů daného biotopu a čeledi, v lese byla nejčastější *Phormia regina* (74 %) a v biotopu rybník byl největší výskyt u druhu *Lucilia caesar* s relativní četností 59 %.

Potvrdilo se tvrzení Povolného (1978), že druh *Protophormia terraenovae* je možné nalézt v zastíněném prostředí. Na nezastíněné zahradě nebyl nalezen ani jeden jedinec, na rozdíl od lesu a rybníku, kde byli zjištěni 3, resp. 1 jedinec.

Na základě získaných dat nelze souhlasit s tvrzením Rognese (1991), že *Lucilia illustris* je často vyskytovaným druhem v mírném pásmu. Celkem bylo ve všech biotopech odchyceno pouze 20 jedinců.

V biotopu zahrada byl zaznamenán nulový výskyt zástupců čeledi Muscidae, zatímco v lese bylo nalezeno 774 jedinců. Výsledky jednoznačně ukazují na preferenci této čeledi na zastíněné biotopy. Ze všech jedinců náleželo 619 kusů (80 %) pouze druhu *Hydrotaea ignava*. Druhým nejčastěji vyskytovaným byl druh *Muscina prolapsa* s četností 102 jedinců a relativní četností 13 % (tabulka 6 a graf 4), a třetím *Muscina stabulans*, který byl zastoupen pouze v biotopu rybník v počtu 5 jedinců. Dle Gabreho a Zieda (2003) se *Muscina stabulans* často vyskytuje na venkově, ale získané výsledky tomuto tvrzení neodpovídají. V případě druhu *Hydrotaea ignava* se jednalo o nejčetnějšího zástupce z čeledi Muscidae i v biotopu rybník. Z celkového počtu 493 jedinců byl tento druh nalezen 313krát, o relativní četnosti 64 % (tabulka 11 a graf 9). Z grafu 21 vyplývá, že v porovnání druhů čeledi Muscidae mezi týdny byl výskyt soustředěn převážně pouze na 1. týden expozice. V dalších týdnech je zastoupení velmi nízké.

Na grafu 26 vidíme rozdíl v biotopu rybník, kde byla kolonizace rozdělena mezi 3 týdny. Relativní četnost nejčastějšího zástupce *Hydrotaea ignava* byla zaznamenána v 1. týdnu 13 %, ve 2. týdnu 24 %, ve 3. týdnu 26 % a 4. týden pouhé 1 %.

Výsledky experimentu u druhu *Musca domestica* odpovídají tvrzení Šulákové (2014), že jeho výskyt je ve skutečnosti velmi vzácný, ačkoli mnoha autory (např. Daněk, 1990; Povolný, 1978; Povolný, 1979) je často zmiňován jako běžně zastoupený. V tomto pokusu byl celkový výskyt ve všech biotopech nulový.

U čeledi Sarcophagidae, resp. podčeledi Sarcophaginae je možné jednoznačně determinovat druh pouze u samců. Samice jsou rozděleny do dvou skupin: Sarcophaginae sp. s tmavým, nebo oranžovým 5. tergitem (obdobně u samců je oranžové, nebo tmavé

epandrium). Samice s tmavým 5. tergitem byla ve všech biotopech četnější. Na zahradě to bylo 15 z 18 jedinců, tedy 83 % (tabulka 2 a graf 2). Les představoval méně osídlovaný biotop pro výskyt zástupců čeledi Sarcophagidae. Bylo nasbíráno pouze 11 jedinců za 4 týdny. Samice s tmavým 5. tergitem se vyskytovala ze 73 % (8 jedinců z 11) (tabulka 7 a graf 5). V biotopu rybník byl výskyt nejnižší, což dokazuje nález pouhých 6 jedinců, z toho 4 byly samice s tmavým 5. tergitem (66 %) (tabulka 12 a graf 10).

Z čeledi Fanniidae se vyskytovala na zahradě pouze *Fannia scalaris* o celkovém součtu 31 jedinců (tabulka 3), a to nejvíce 1. týden (77 %) (graf 18). V lese se vyskytoval také *Fannia scalaris* s celkovým součtem 303 jedinců (36 %) avšak *Fannia canicularis* byla četnější. Celkový součet 538 jedinců (64 %) (tabulka 8 a graf 6). Kolonizace probíhala převážně 1. týden (66 % všech jedinců) (graf 24). V biotopu rybník bylo nashromážděno celkem 200 jedinců. Nejčetnějším druhem byl *Fannia scalaris*. Celkový součet činil 146 jedinců a 73 % (tabulka 13 a graf 11). Kolonizace probíhala první 2 týdny. V 1. týdnu byl četnější *Fannia canicularis* (26 %) a ve 2. týdnu *Fannia scalaris* (38 %) (graf 28).

Z čeledi Piophilidae byl v zahradě nalezen pouze jeden druh – *Stearibia nigriceps*. Celkově se jednalo o 42 jedinců (tabulka 4). Hlavní vlna kolonizace proběhla ve 3. týdnu, kdy se vyskytoval 84 % celkového počtu (graf 19). V biotopu les byl nález jedinců této čeledě mnohem vyšší. Celkový součet čítá 344 kusů a z toho *Stearibia nigriceps* 339 kusů (98 %) (tabulka 9 a graf 7). Nejvyšší koncentrace výskytu v tomto biotopu byla zaznamenána 2. týden (34 %) a 3. týden (50 %) (graf 24). V biotopu rybník byl opět nejčastějším zástupcem *Stearibia nigriceps* o výskytu 107 jedinců (57 %) z celkových 186 kusů (tabulka 14, graf 12). V tomto biotopu byla opět neúspěšnější kolonizace 3. týden, kdy se vyskytovalo 40 % druhů této čeledi (graf 29). Četnost *Stearibia nigriceps* odpovídá tvrzení Hrdinové a kol. (2013) a Šulákové (2014), že se jedná o nejběžnější druh sýrohlodek na kadáverech v České republice. Souhlasíme s Hrdinovou a kol. (2013), že ostatní druhy sýrohlodek, jmenovitě *Liopiophila varipes*, *Parapiophila vulgaris* a *Protopiophila latipes*, nalezené v rámci experimentu v pastech, představují pouze doprovodné druhy s nižší četností. Experiment potvrdil tvrzení Šulákové (2014), že *Piophila casei* je v našich podmínkách druh, který se na mrtvolách téměř nevyskytuje. Tento druh měl ve všech biotopech nulové zastoupení.

Přestože se tato experimentální část zabývala hlavně řádem Diptera, bylo nalezeno i velké množství brouků. V biotopu zahrada byl nejčastější zástupce *Omosita discoidea* (graf 13) o celkovém počtu 41 % (graf 13). V lese byl nejvíce zastoupený druh *Aleochara curtula* o celkovém počtu 270 jedinců z 398 (67 %) v tomto biotopu (tabulka 16 a graf 14).

V biotopu rybník byl opět nejčastější druh *Aleochara curtula* (Staphilinidae), který čítal 97 (50 %) jedinců z celkových 164 jedinců v tomto biotopu (tabulka 17 a graf 15).

Ze souhrnného grafu 34 vyplývají biotopové preference jednotlivých čeledí. Čeleď Calliphoridae preferovala lesní biotop se zastoupením 73 %, oproti zahradě s 10 % a rybníku s 17 %. Čeleď Muscidae se preferovala lesní biotops 61 % a u rybníku tvořila 39 %; na zahradě nebyla vůbec zastoupena. Četnost výskytu Sarcophagidae byla nejvyšší na zahradě, a to s 51 %, méně četná byla v lesním biotopu s 32 % a nejméně zastoupená u rybníku s 17 % . Podíl kolonizace čeledi Fanniidae byl nejvyšší v lese, a to se 78 % výskytu, oproti zahradě s 3 % a rybníku s 19 %. Čeleď Piophilidae preferovala lesní biotop, kde tvořila 60 %, následně okolí rybníku s 33 % a nejnižší odchyť byl na zahradě, kde tvořila jen 7 % ze všech sledovaných skupin.

Na graf 35 prezentuje zastoupení čeledí v každém biotopu. Nejčetnější na zahradě byla čeleď Calliphoridae s četností 64 % ze všech zastoupených much v tomto biotopu. V lese bylo zastoupení jednotlivých čeledí více vyvážené. Nejčetnější byla opět čeleď Calliphoridae (37 %), dále Fanniidae (27 %) a Muscidae (25 %). V biotopu rybník byla zjištěna nejčetnější čeleď Muscidae (43 %) a druhá nečetnější Calliphoridae (23 %).

V zahradě byly nejčetnější druhy *Lucilia sericata* (Calliphoridae), *Fannia scalaris* (Fanniidae), *Stearibia nigriceps* (Piophilidae) a podčeleď Sarcophaginae sp. - samice s tmavým 5. tergitem. V biotopu les byly nejčetnější druhy *Phormia regina* (Calliphoridae), *Hydrotaea ignava* (Muscidae), *Fannia canicularis* (Fanniidae) a *Stearibia nigriceps* (Piophilidae). V biotopu rybník se nejčastěji objevovaly druhy *Lucilia caesar* (Calliphoridae), *Hydrotaea ignava* (Muscidae), *Fannia scalaris* (Fanniidae), *Stearibia nigriceps* (Piophilidae) a podčeleď Sarcophaginae sp. - samice s tmavým 5. tergitem.

Nepotvrdilo se tvrzení Povolného (1979), že *Hydrotaea ignava* (uvedena jako *Ophyra leucostoma*) se vyskytuje více na zahradách, než v lese. Naopak se potvrdil častý výskyt *Lucilia sericata* v zahradách a *Lucilia caesar* na zastíněných místech. Dále se nepotvrdilo tvrzení, že *Fannia scalaris* se vyskytuje pouze v centru obcí a měst a na zahradách. V experimentu byl zaznamenán vysoký výskyt tohoto druhu i v biotopech les a rybník.

## 6 Závěr

Cílem této práce bylo zpracováním literární rešerše zpracovat problematiku forenzní entomologie, rozklad těl obratlovců a výpočet post mortem intervalu pomocí znalosti hmyzu, délky vývojových stadií a faktorů, které tento interval mohou ovlivňovat. Experimentální část této práce se zabývá výskytem druhů řádu Diptera mezi třemi biotopy v České republice.

Experimentem se prokázala častá kolonizace kadáveru v aerobních podmínkách čeleděmi Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Fanniidae a Piophilidae.

Potvrdila se hypotéza, tedy předpoklad rozdílu v četnosti výskytu mezi jednotlivými biotopy. Synantropní druhy se vyskytovaly převážně v biotopu zahrada, která je nejbližší městu a je v bezprostřední blízkosti lidí a lidských obydlí, na rozdíl od biotopu rybník a les, kde se vyskytovaly druhy s preferencí zastíněných míst, což je v souladu s tvrzeními v dostupné literatuře.

Pro přesnější výsledky by bylo vhodné experiment zopakovat v delších časových intervalech s více sběry, přidat více biotopů s různými podmínkami prostředí a v různých ročních obdobích a poté porovnat výsledky mezi sebou.

## 7 Použité zdroje

- ARCHER M.S., BASSED, R.B., BRIGGS, C.A., LYNCH, M.J. 2005. Social isolation and delayed discovery of bodies in houses: The value of forensic pathology, anthropology, odontology and entomology in the medico – legal investigation. *Forensic Science International*. 151 (2005). 259-265.
- BYRD, J. H., CASTNER, J. L. 2010. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press. Boca Raton. 1-682. ISBN: 978-0-8493-9215-3
- CAMPOBASSO, C. P., Di Vella, G., Introna, F. 2001 Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*. 120. 18-27.
- DANĚK, L. 1990. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. *Kriminalistický ústav VB. Praha*. 142 s.
- DIX, J., GRAHAM, M. 2000. *Time of Death, Decomposition and Identification an Atlas*. CRC Press LLC. Florida. 117. ISBN: 0-8493-2367-3.
- DRABER-MOŃKO, A. 2004. Calliphoridae. Plujky (Insecta: Diptera). *Fauna Polski* 23, Warszawa. 1-662.
- ELIÁŠOVÁ, H. a ŠULÁKOVÁ, H. 2012. Forezní biologie. In: Štefan, J., Hladík, J. a kol. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Grada Publishing. Praha. 281-325. ISBN: 978-80-247-3594-8
- FRANKIE, G. W., EHLER, L. E. 1978. Ecology of Insects in Urban Enviroments. *Annual Review of Entomology*. 23. 367-387.
- GABRE, R. M., ZIED, E. M. A. 2003. Sarcosaprophagous flies in Suez Province, Egypt II – synantrophic and abundance degrees. *Bulltein of the Entomological Society of Egypt*. 80. 125-132.
- GENNARD, D. E. 2007. *Forensic Entomology an Introduction*. Wiley. England. 244. ISBN: 978-0-470-01478-3.
- GERSTMEIER, R. 1998. Checkered beetles. Illustrated key to the Cleridae (Coleoptera) of the Western Palearctic. Margraf Verlang. Germany 1-300. ISBN: 3-8236-1175-5.
- GREGOR F., ROZKOŠNÝ R., BARTÁK M., VAŇHARA J. 2002. The Muscidae (Diptera) of Central Europe. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., Biol.* 107. 1–280.

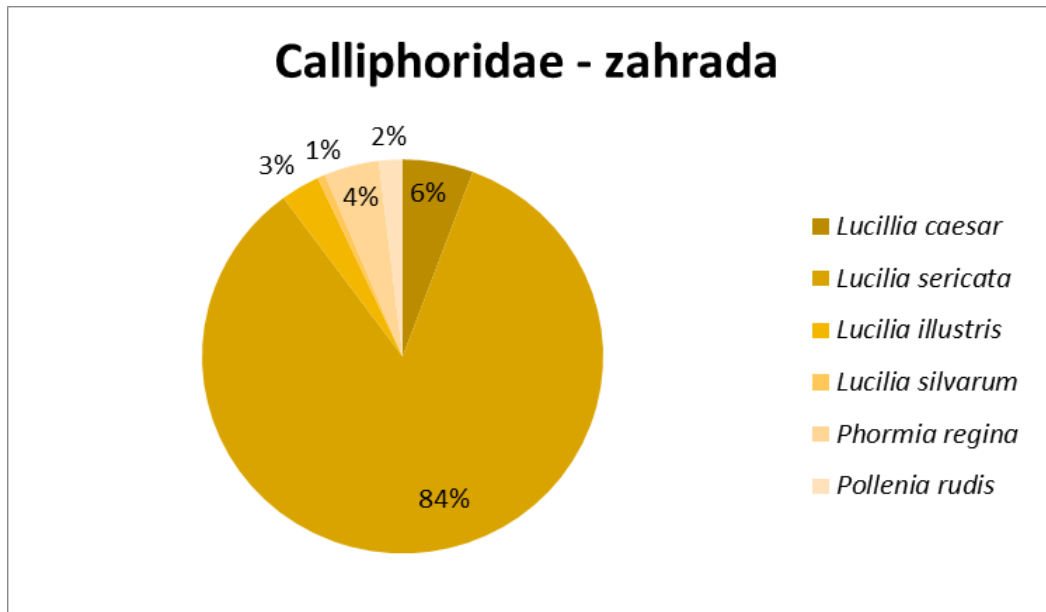


- HÁVA, J. 2011. Brouci čeledi kožojedovití (Dermestidae) České a Slovenské republiky. Academia, Praha. 1-104.
- HRDINOVÁ, M., ŠULÁKOVÁ, H., BARTÁK, M. 2013. Využití čeledi Piophilidae (Diptera) ve forenzní praxi. In: Kubík, Š., Barták, M. (eds). Workshop on biodiversity, Jevany, Česká zemědělská univerzita v Praze. 170-184.
- KUBÍK Š., ORSZÁGH I. 2009. Calliphoridae Brauer & Bergenstamm, 1880. In: Jedlička L., Kúdela M. a Stloukalová V. (eds): Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2.<<http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009>> Accessed 15. 1. 2014
- LAUPY, M. 1994. Post mortem interval a nekrofilní mouchy. Kriminalistika. 27, 2. 121-135.
- MCALPINE, J. F. 1977. A revised classification of the Piophilidae. Including „Neottiophilidae“ and „Thyreophoridae“ (Diptera: Schizophora). The Entomological Society of Canada. Ottawa. No. 103. 1-66.
- MÉGNIN, P. 1894. La Faune de Cadavres. Application de l'entomologie a la me de Cadavres. AEncyclopedie scientifique des Aides-Ma. 27, 2. 121-135..raha. 142 s.co o e medico medico
- MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. 2001. Kriminalistika. C. H. Beck. Praha. 512. ISBN: 80-7179-362-0.
- NUNBERG, M. 1976. Łyszczynkowate – Nitidulidae. Klucze do oznaczania owadów Polski, cz. XIX, z. 65, Warszawa. 1-92.
- OBENBERGER, J. 1953. Hmyz a kriminalistika. Knihnice SNB pro kriminalistiku. Roč. 2 č. 3. 70-81.
- PAPE, T., BLAGODEROV, V., MOSTOVSKI, M. B. Animal biodiversity. Zootaxa. 3148. 222-229.
- POVOLNÝ, D. 1978. Hmyz v kriminologii. Vesmír. 57 (7). 205-208.
- POVOLNÝ, D. 1979. Některá hlediska praktického využití hmyzu v kriminalistice. Kriminalistický sborník. 10. 620-632.
- RICHET, R., BLACKITH, R.M., PAPE, T. 2011. Sarcophaga of France (Diptera: Sarcophagidae). Pensoft, Sofia-Moscow. 1-327. ISBN 978-954-642-587-4.
- ROGNES, K. 1991: Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. Fauna entomologica Scandinavica. 24. 1-272.

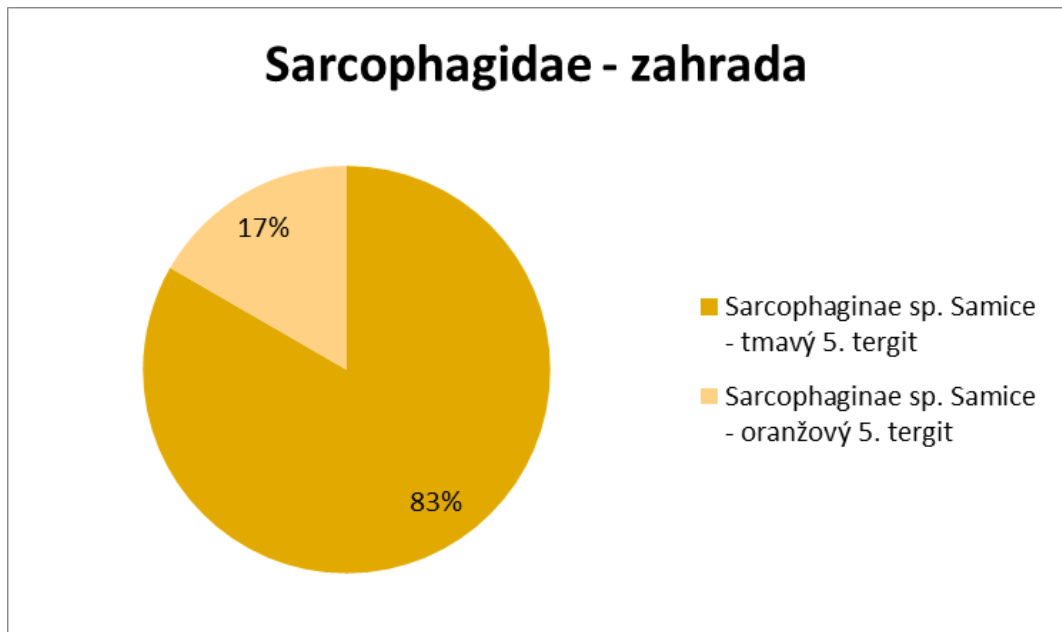
- ROGNES, K. 2013. Fauna Europaea: Calliphoridae. In: PAPE T. (ed.): Fauna Europaea: Diptera, Brachycera. Fauna Europaea version 2.6.2. <<http://www.faunaeur.org>>. Většina dat bez změn od 2010. Přístup: 20.2.2017.
- ROZKOŠNÝ, R., GREGOR, F. & PONT A.C. 1997. The European Fanniidae (Diptera). Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae, Brno (N.S.). 31(2). 1-80.
- SZUJECKI, A. 1961. Kusakowate – Staphylinidae. Myśliczki – Steninae. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa. 72.
- SZUJECKI, A. 1965. Kusakowate – Staphylinidae. Kiepurki – Euasthetinae i żarlinki – Paederinae. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa. 74.
- SZUJECKI, A. 1976. Kusakowate – Staphylinidae. Wydłużaki – Xantholininae. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa. 44.
- SZUJECKI, A. 1980. Kusakowate – Staphylinidae. Kusaki – Staphylininae. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Wrocław. 164.
- SZUJECKI, A. 2008. Kusakowate – Staphylinidae. Wstęp oraz podrodziny: Micropeplinae, Piestinae, Osoriinae, Pseudopsiinae, Phleocharinae, Olisthaerinae, Proteininae, Omaliinae, Oxytelinae, Oxyporinae. Klucze do oznaczania owadów Polski, cz. XVIII, z. 24a. Toruń. 229.
- SZUJECKI, A. 2013. Kusakowate – Staphylinidae. Podrodzina: Skorogonki – Tachyporinae. Klucze do oznaczania owadów Polski, cz. XVIII, z. 24f. Wrocław. 92.
- ŠULÁKOVÁ, H. 2006. Speciální biologie: využití hmyzu při stanovení post mortem intervalu. Kriminalistický sborník. 3/2006. 36-37.
- ŠULÁKOVÁ, H. 2014. Forenzní entomologie – když smrt je začátek. Živa. 5. 250-256.
- ŠULÁKOVÁ, H., HARAKALOVÁ, L., BARTÁK, M. 2014. Effect of Freezing on the Initial Colonization of the Caracass with Necrophagus Organisms. Acta Mus. Siles. Sci. Natur. 63. 28-37.
- ŠULÁKOVÁ, H., BARTÁK, M., VANĚK, J. 2014. Bzučivkovití (Diptera, Calliphoridae) české části Krkonoš. Opera Corcontica. 51. 145-156.
- ŠUSTEK, Z. 1981: Mrchožroutovití brouci Československa (Coleoptera, Silphidae). Zpr. Čs. Společ. Entomol. ČSAV. Klíče k určování hmyzu. 2. 1-46.
- TESAŘ, J. 1985. Soudní lékařství. Avicenum. N.p. Tisk, knižní výroba, Brno, závod 1. 800. ISBN: 08-025-85.

## 8 Samostatné přílohy

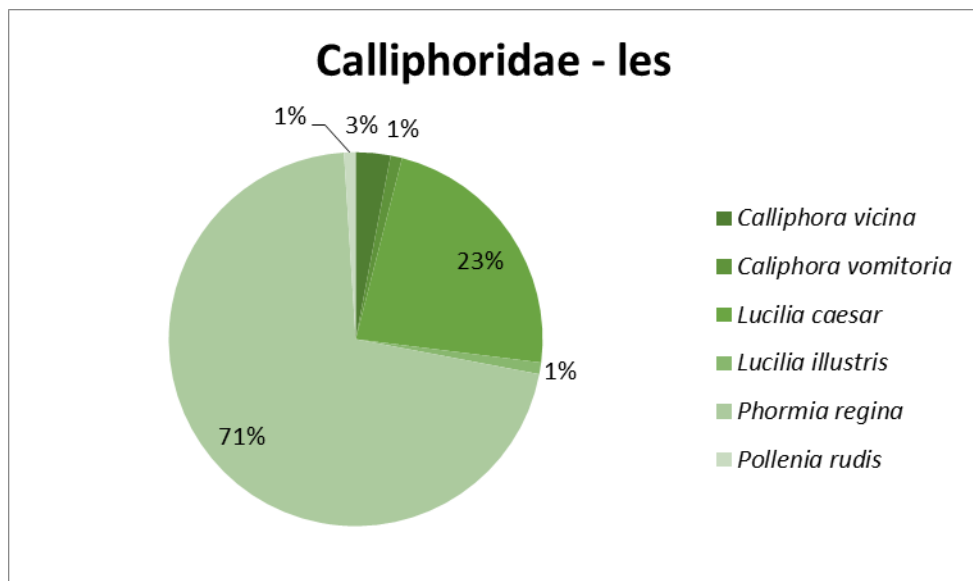
Graf 1: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu zahrada – čeleď Calliphoridae



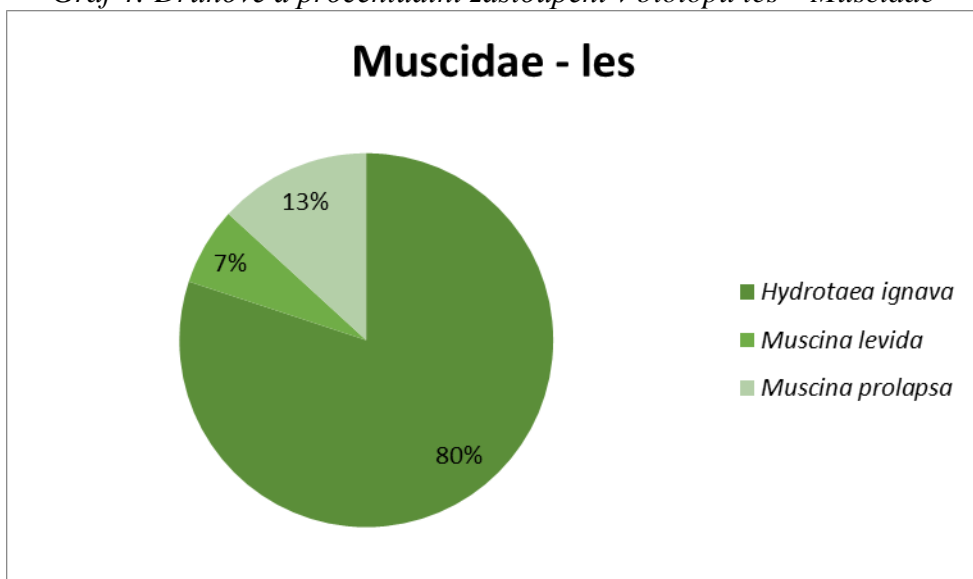
Graf 2: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu zahrada – čeleď Sarcophagidae



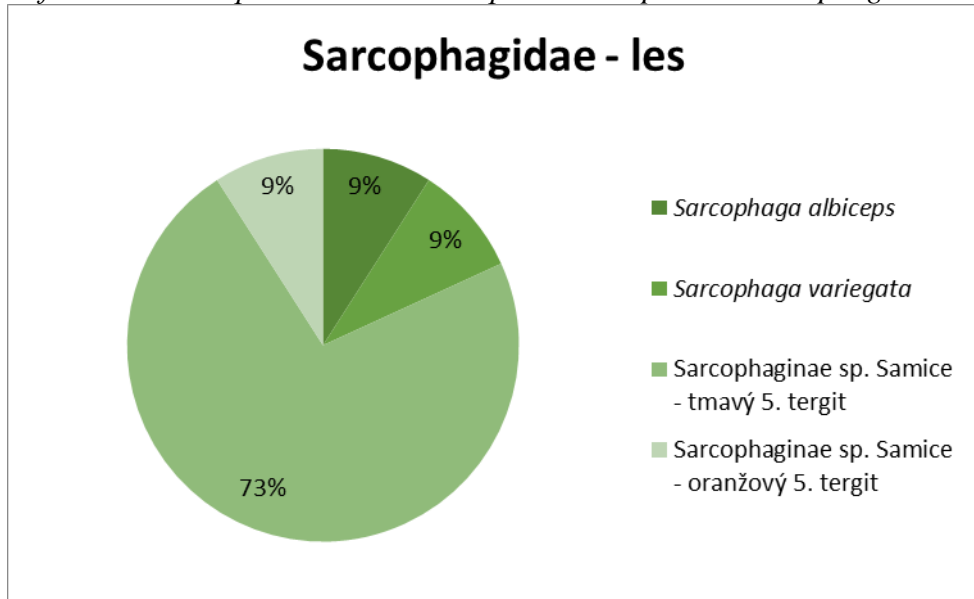
Graf 3: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu les – čeleď Calliphoridae



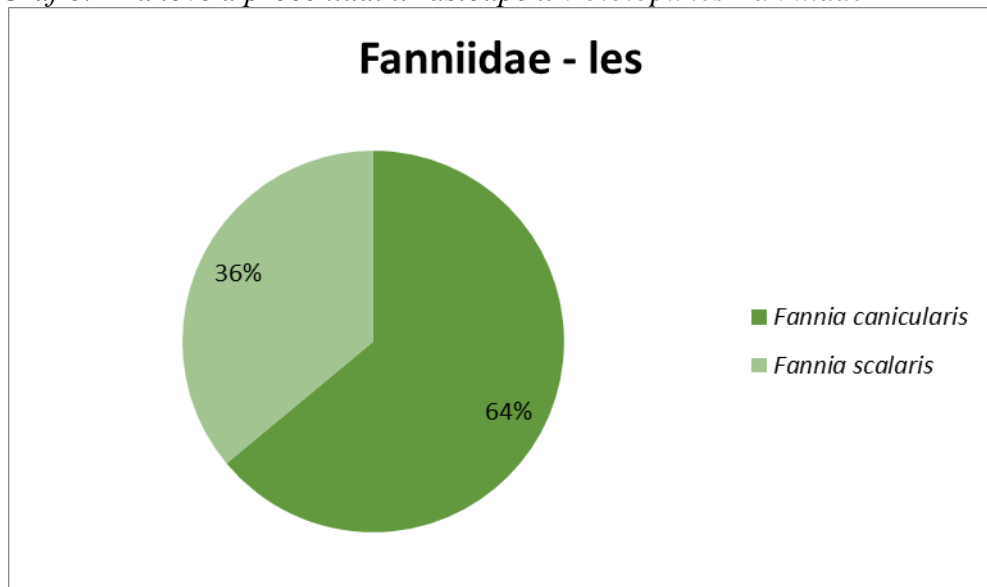
Graf 4: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu les – Muscidae



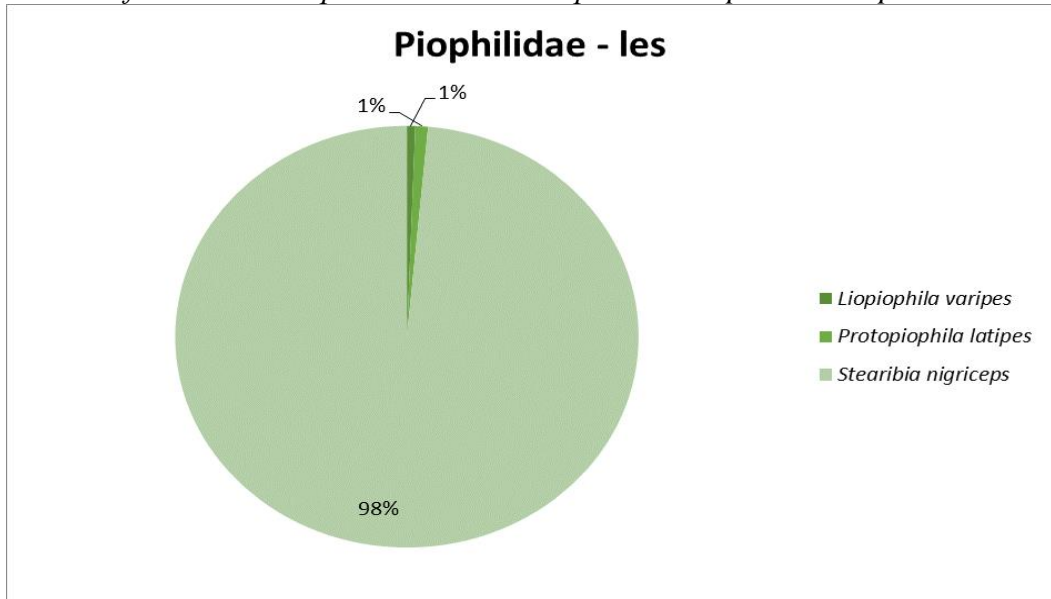
Graf 5: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu les - Sarcophagidae



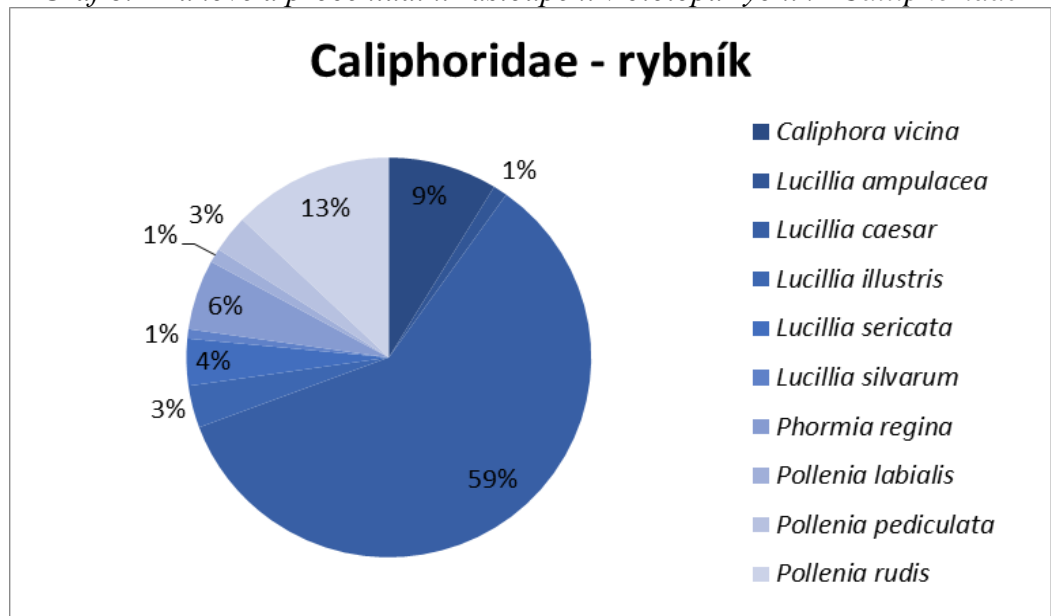
Graf 6: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu les Fanniidae



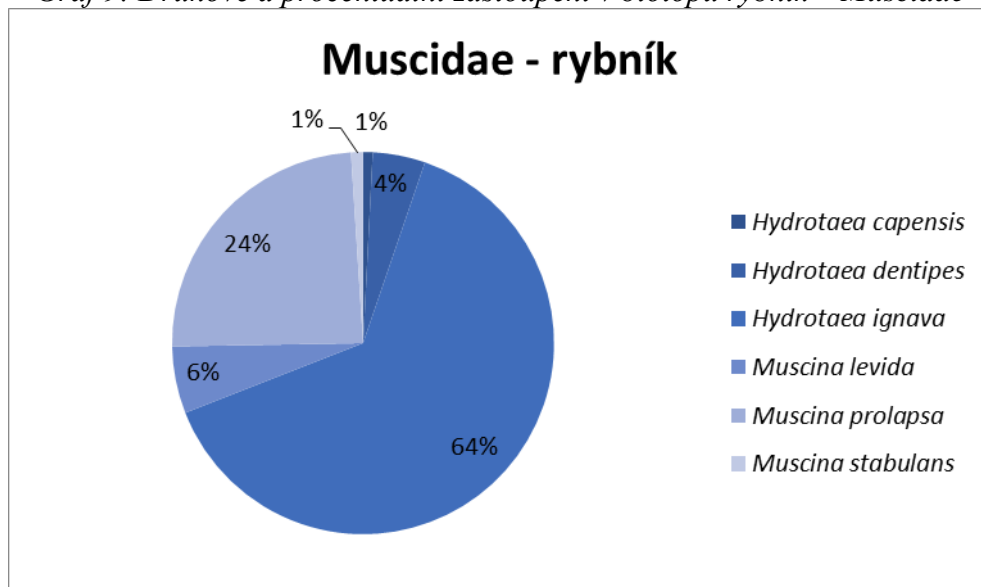
Graf 7: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu les – Piophilidae



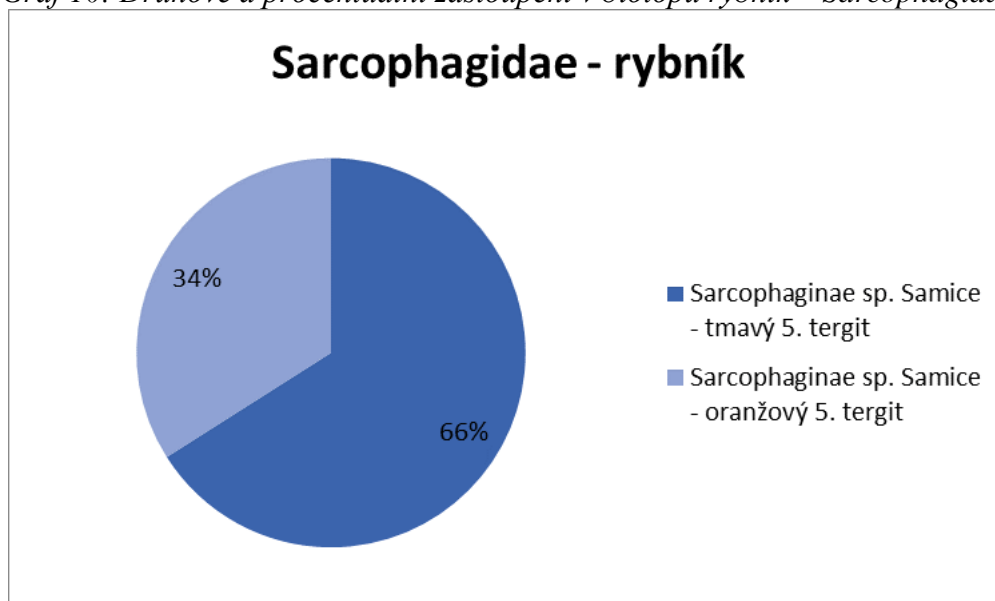
Graf 8: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu rybník - Calliphoridae



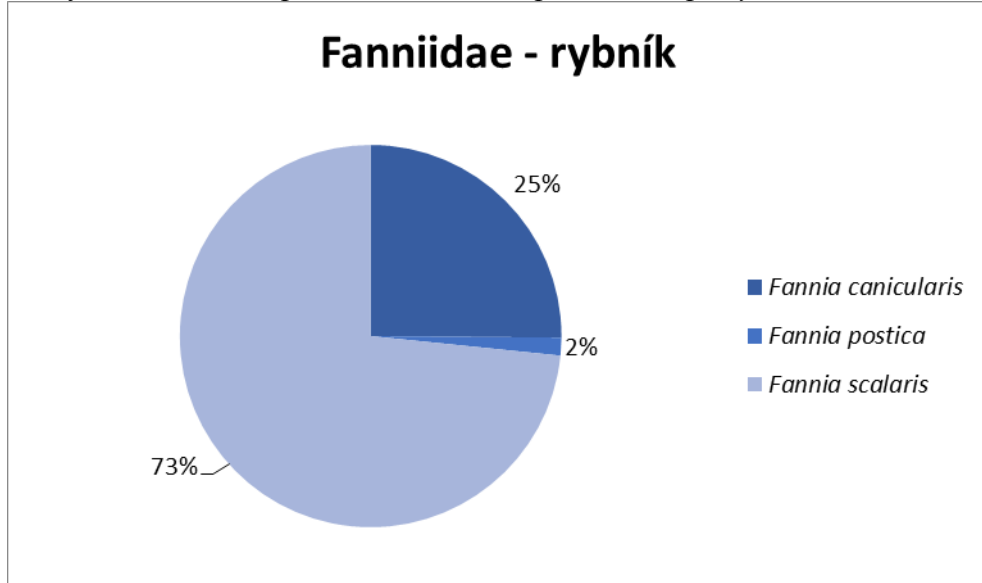
Graf 9: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu rybník – Muscidae



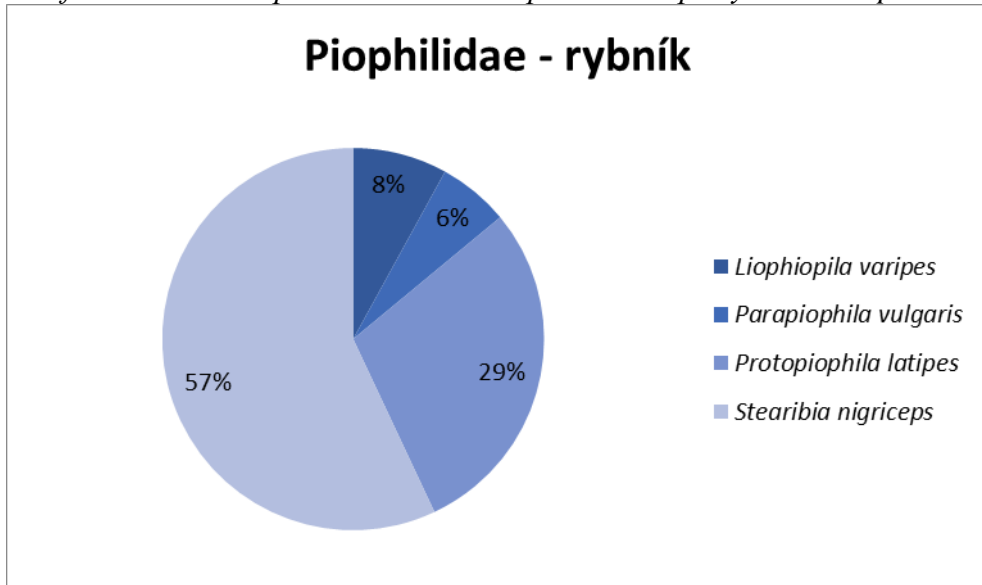
Graf 10: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu rybník – Sarcophagidae



Graf 11: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu rybník – Fanniidae

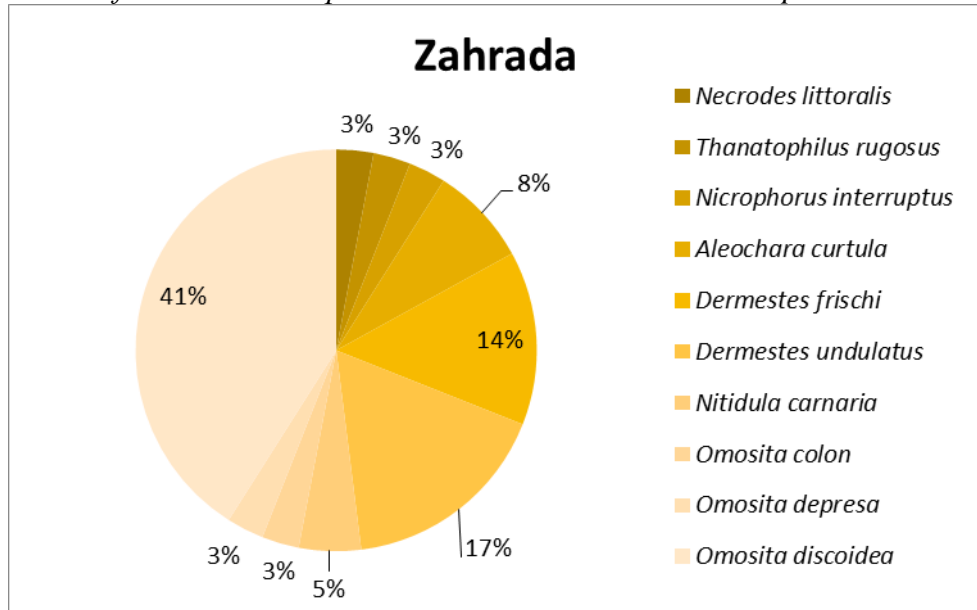


Graf 12: Druhové a procentuální zastoupení v biotopu rybník – Piophilidae

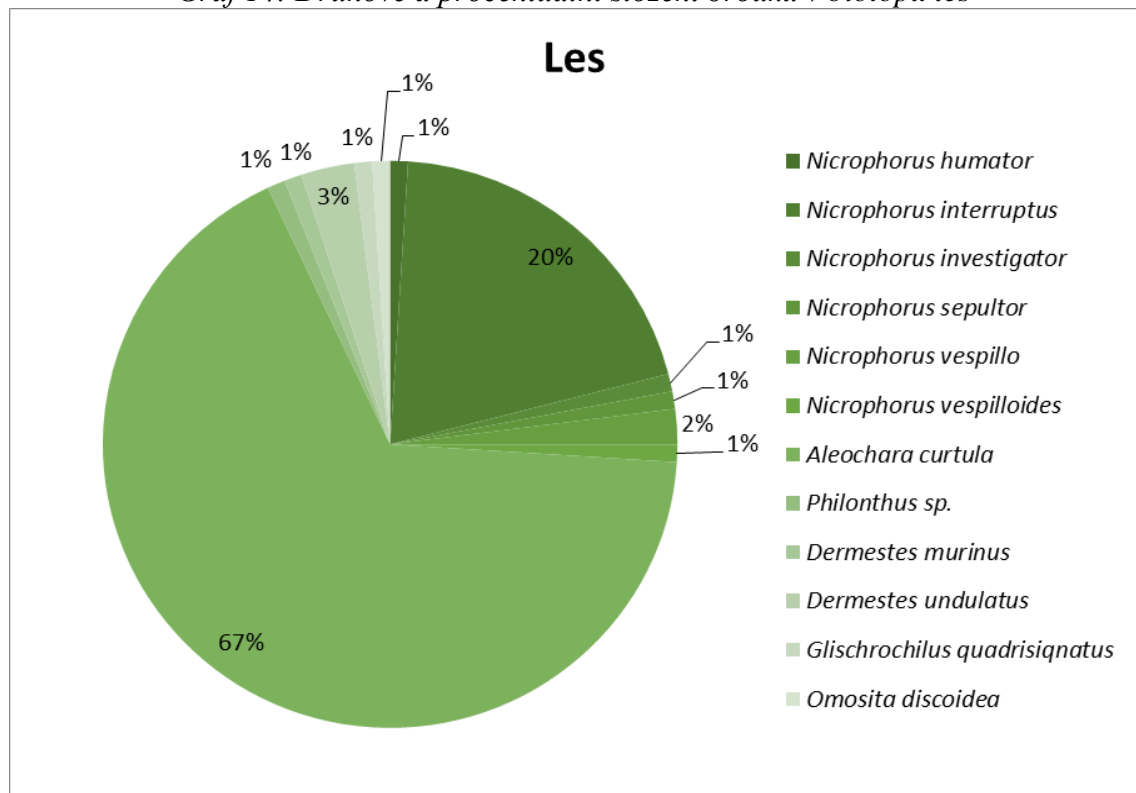




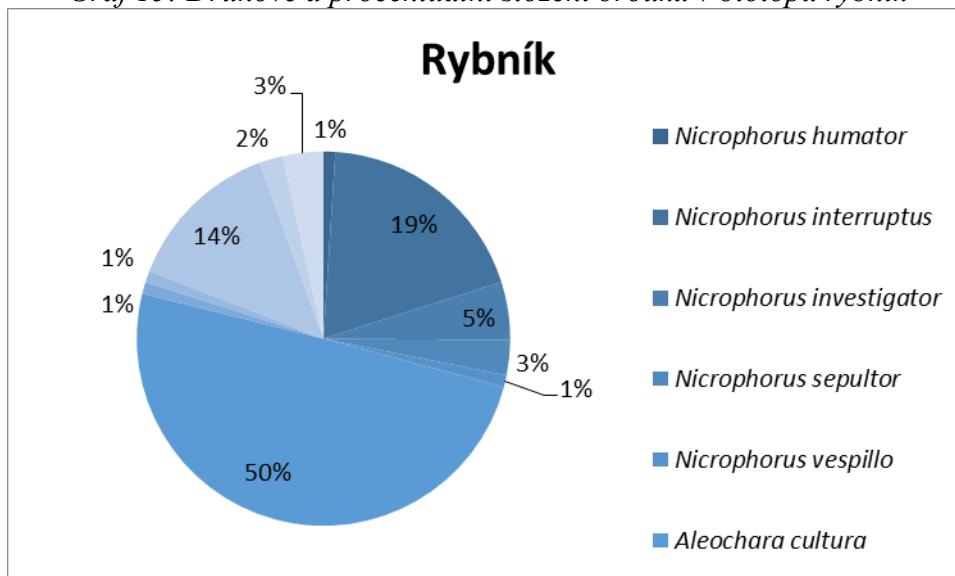
Graf 13: Druhové a procentuální složení brouků v biotopu zahrada



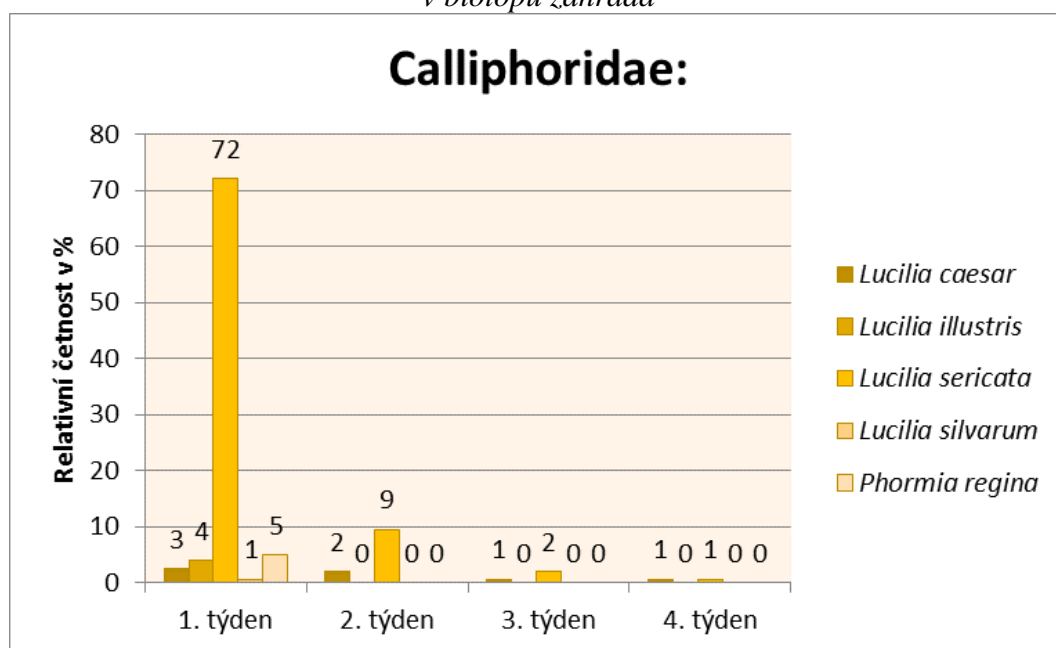
Graf 14: Druhové a procentuální složení brouků v biotopu les



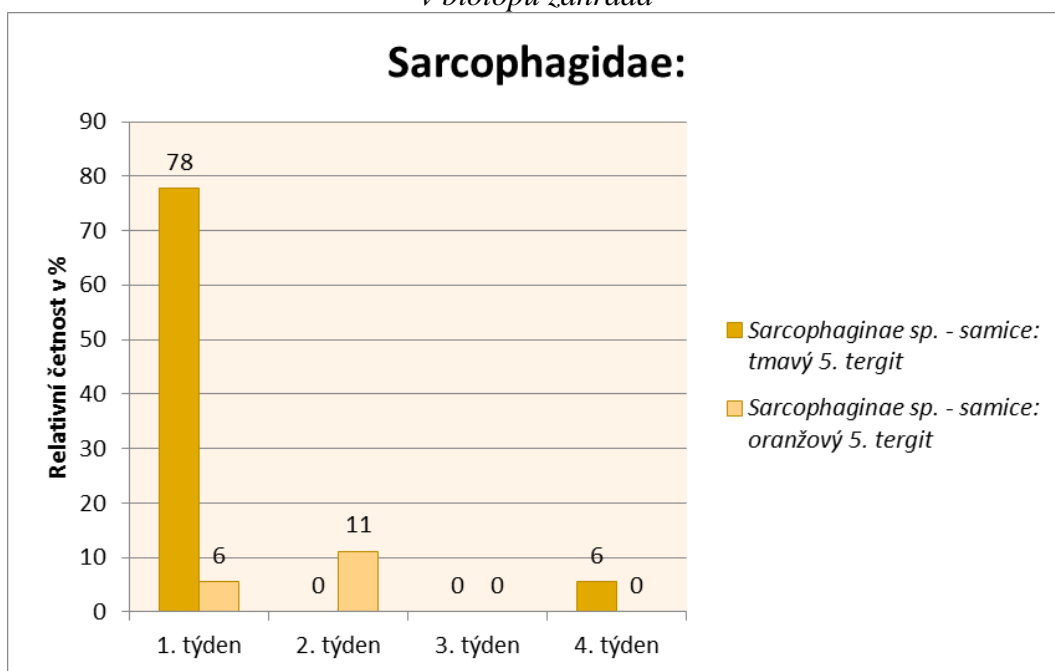
Graf 15: Druhové a procentuální složení brouků v biotopu rybník



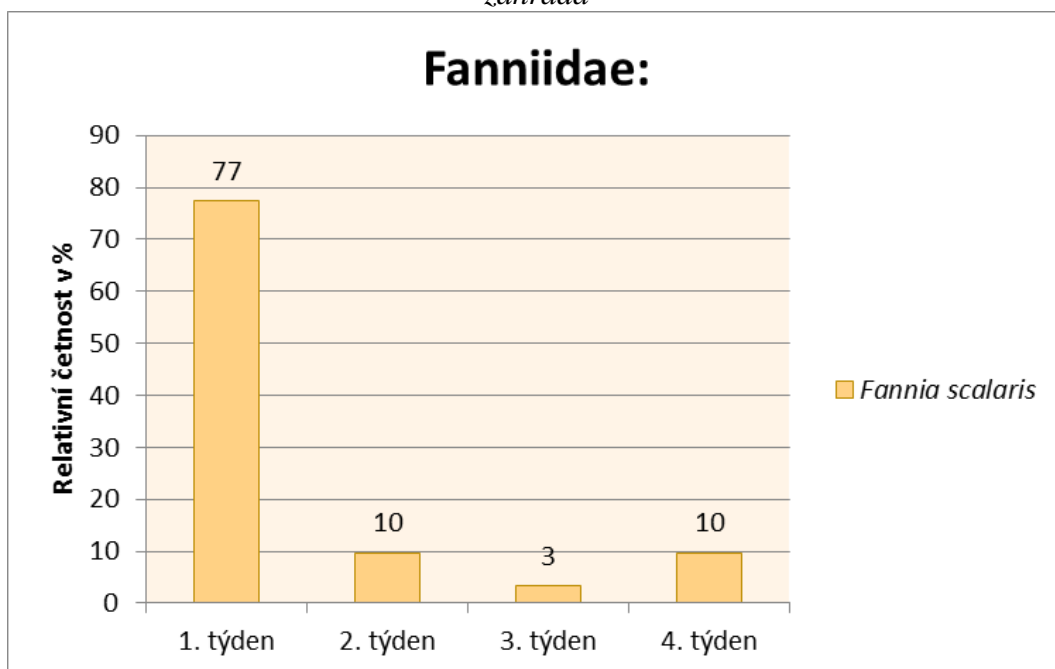
Graf 16: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Calliphoridae mezi týdny v biotopu zahrada



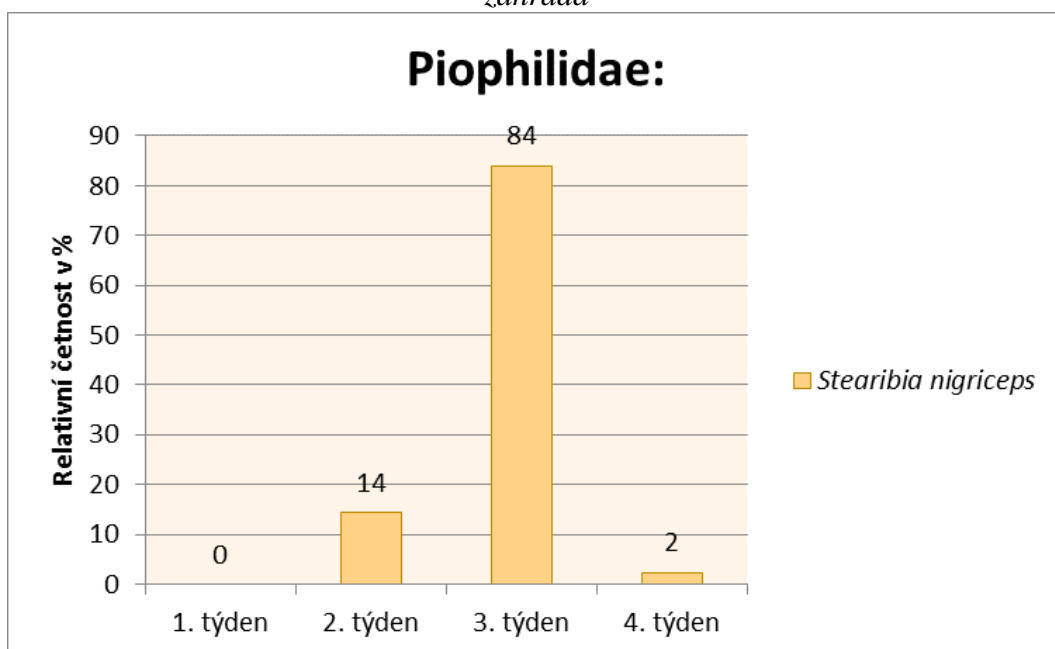
Graf 17: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Sarcophagidae mezi týdny v biotopu zahrada



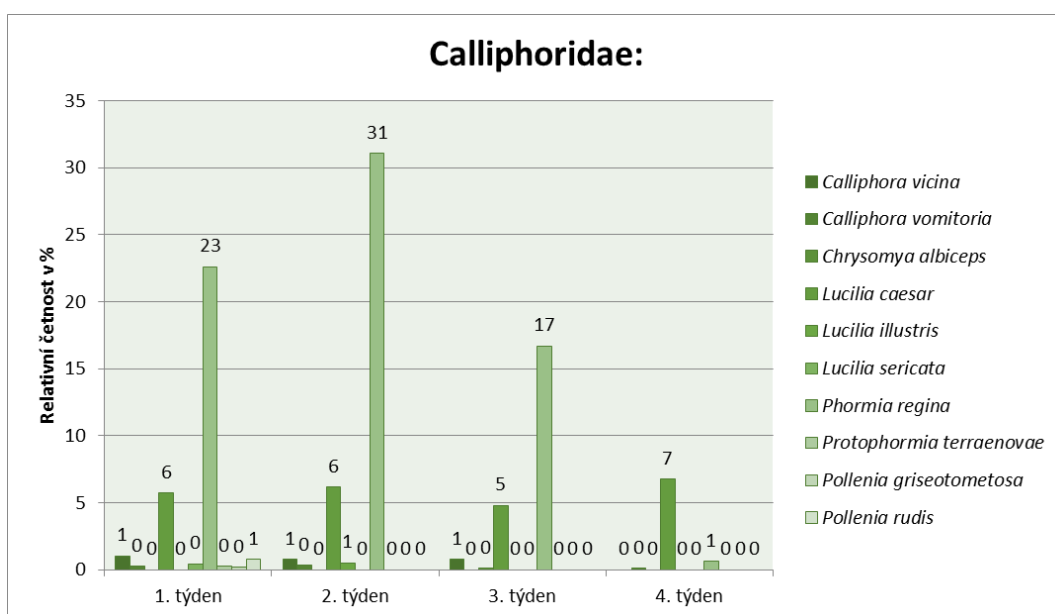
Graf 18: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Fanniidae mezi týdny v biotopu zahrada



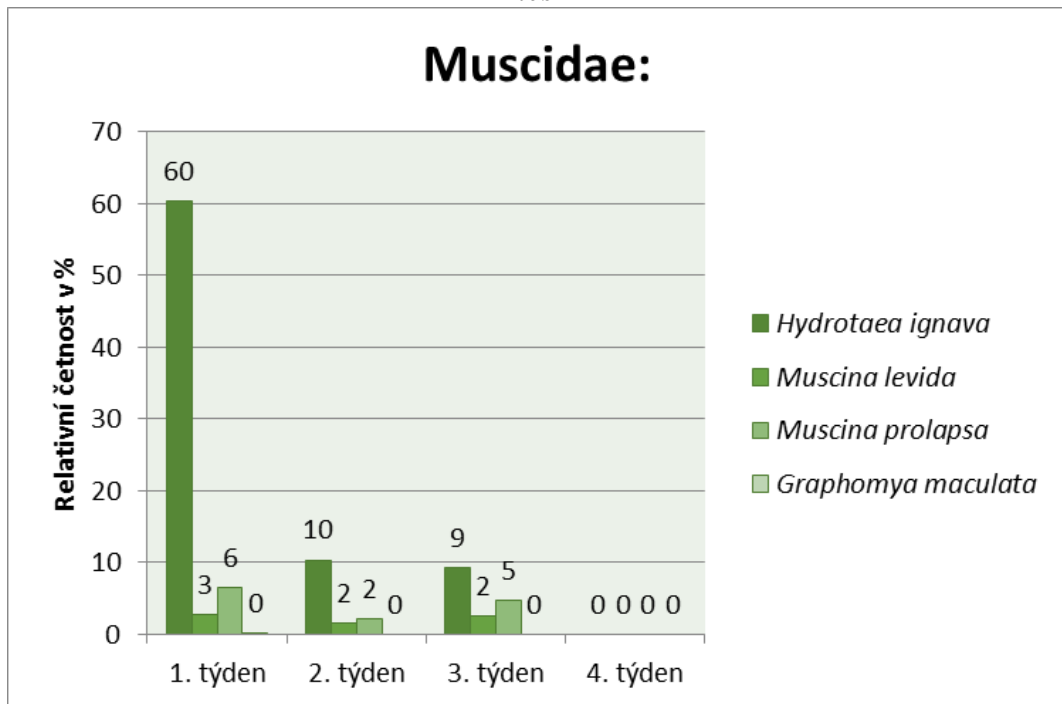
Graf 19: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Piophilidae mezi týdny v biotopu zahrada



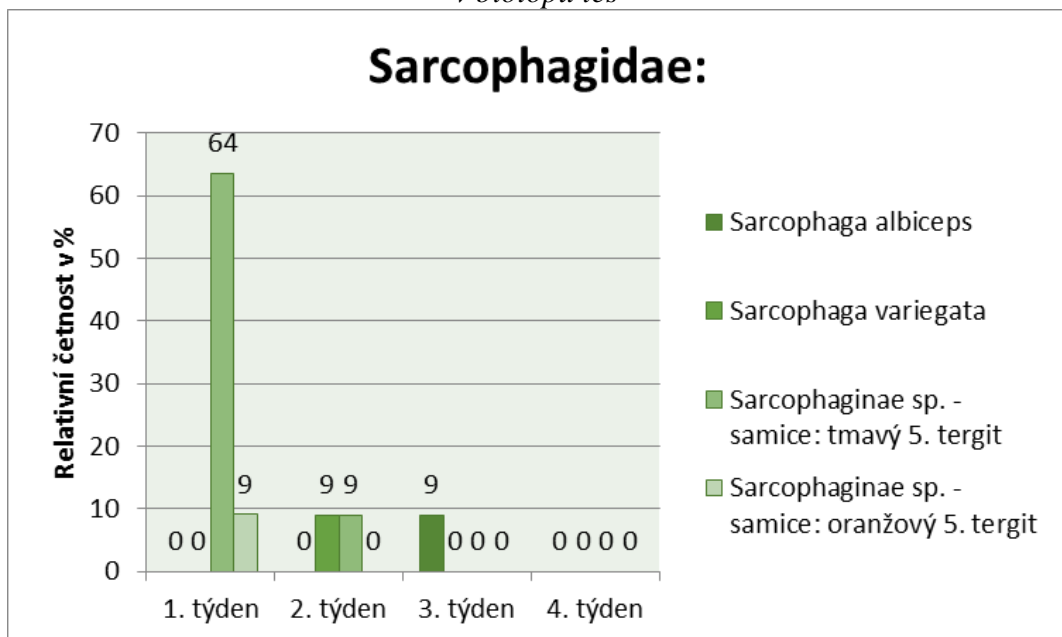
Graf 20: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Calliphoridae mezi týdny v biotopu les



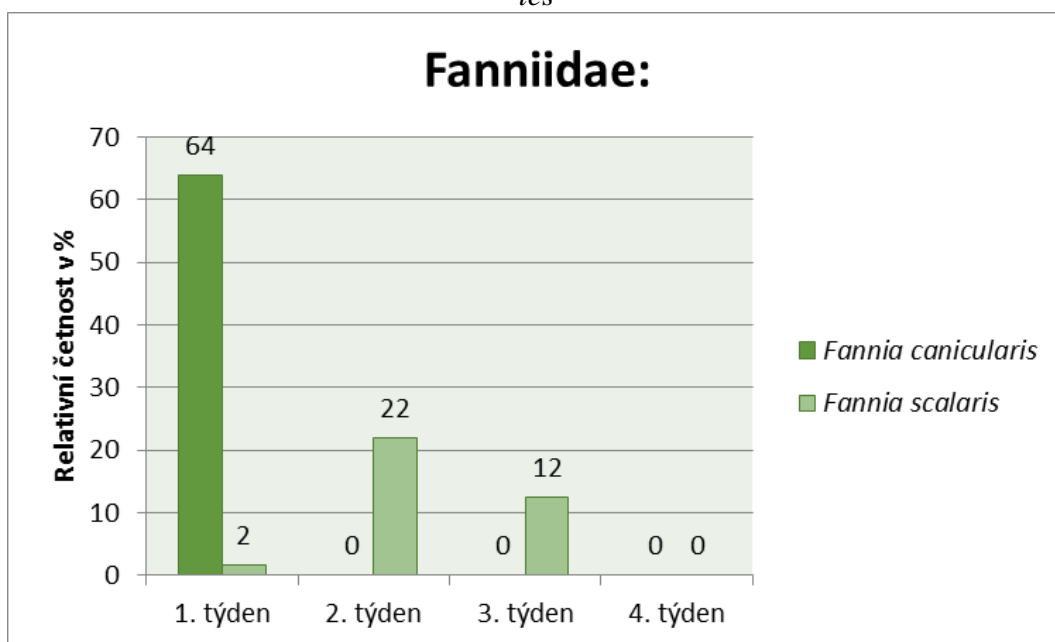
Graf 21: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Muscidae mezi týdny v biotopu les



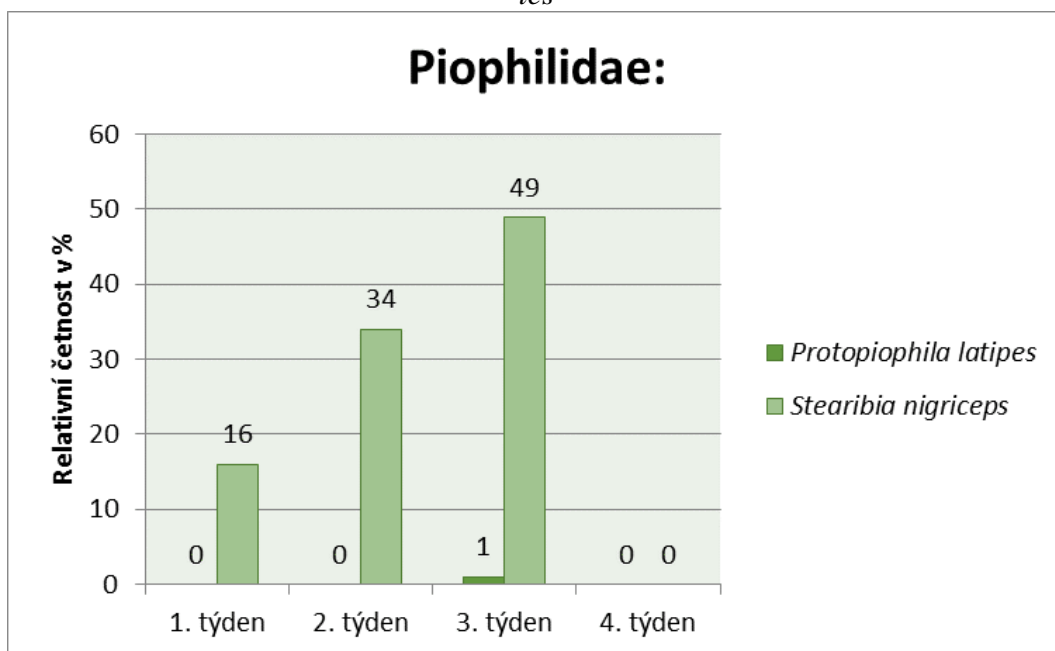
Graf 22: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Sarcophagidae mezi týdny v biotopu les



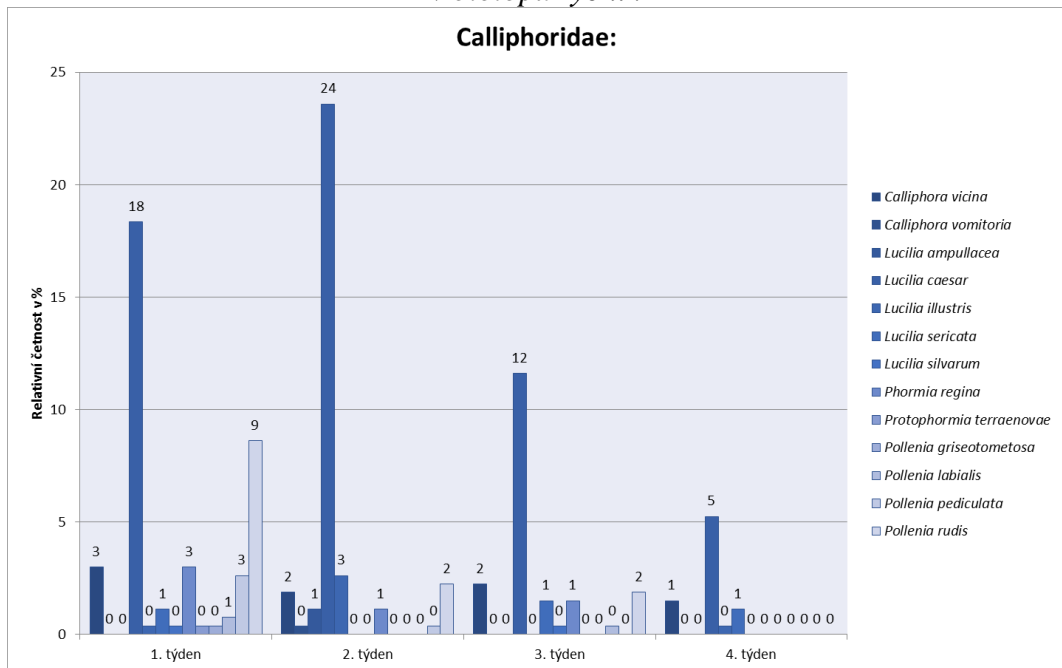
Graf 23: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Fanniidae mezi týdny v biotopu les



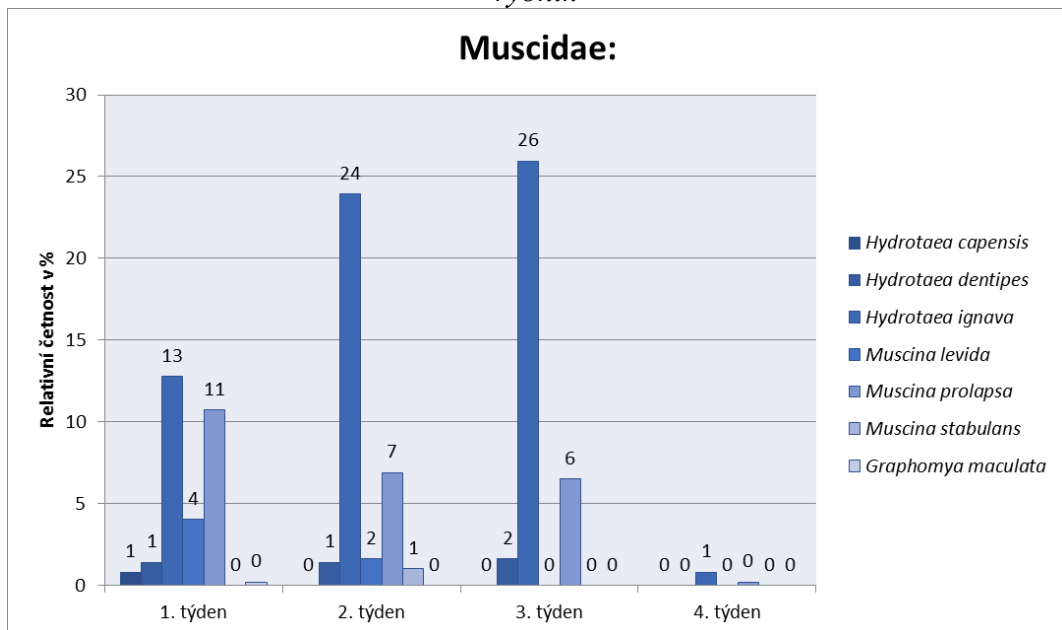
Graf 24: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Piophilidae mezi týdny v biotopu les



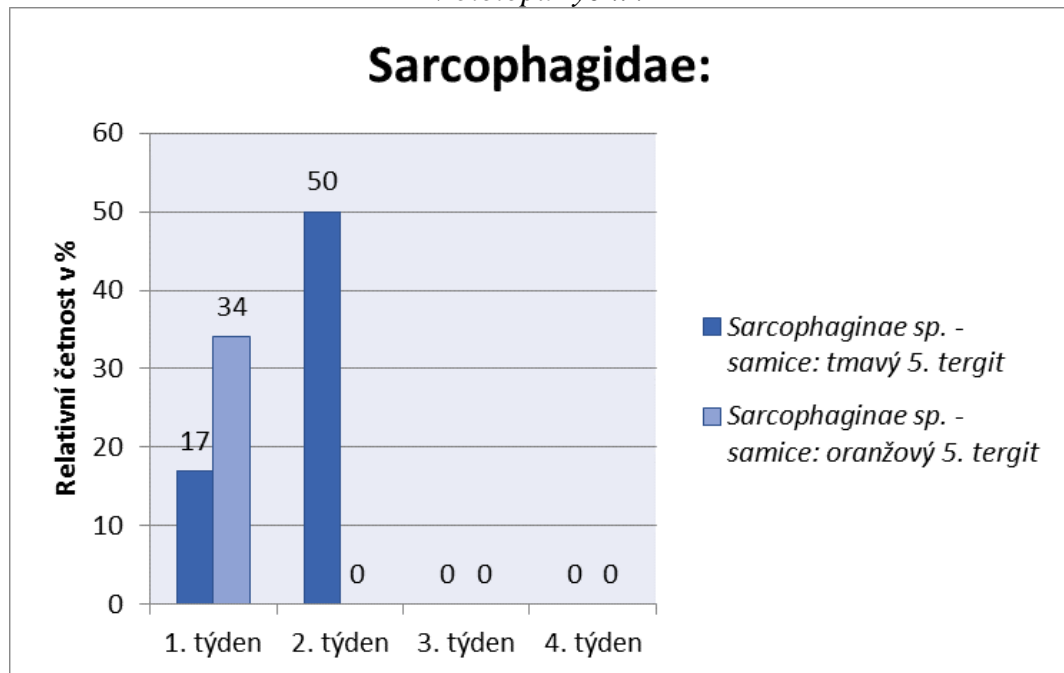
Graf 25: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Calliphoridae mezi týdny v biotopu rybník



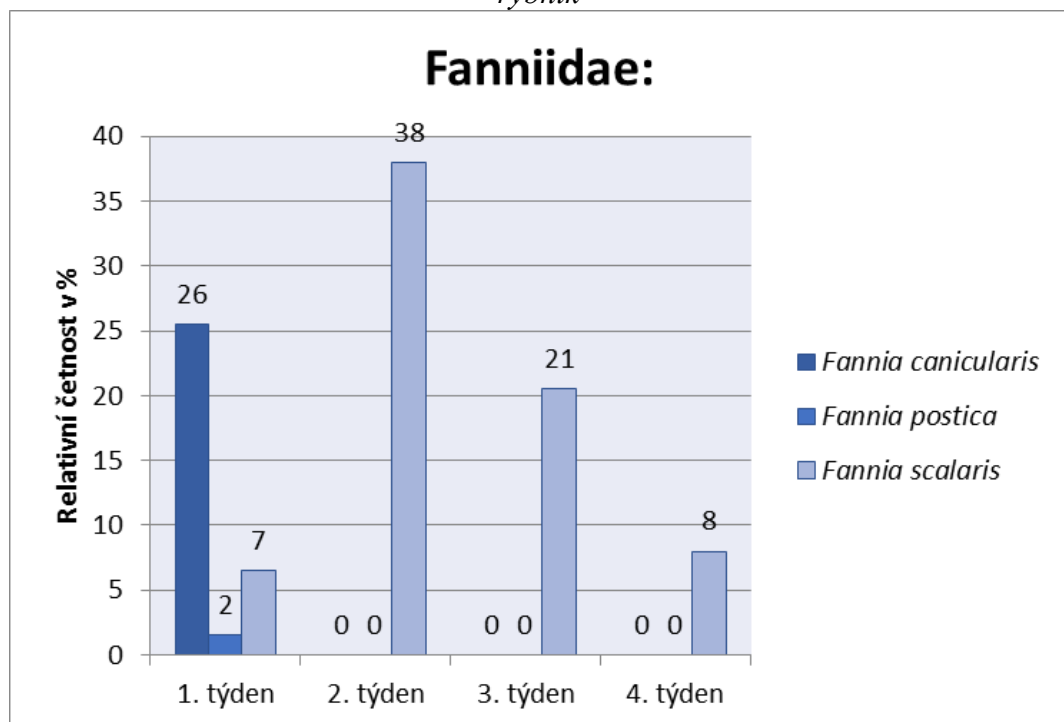
Graf 26: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Muscidae mezi týdny v biotopu rybník



Graf 27: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Sarcophagidae mezi týdny v biotopu rybník

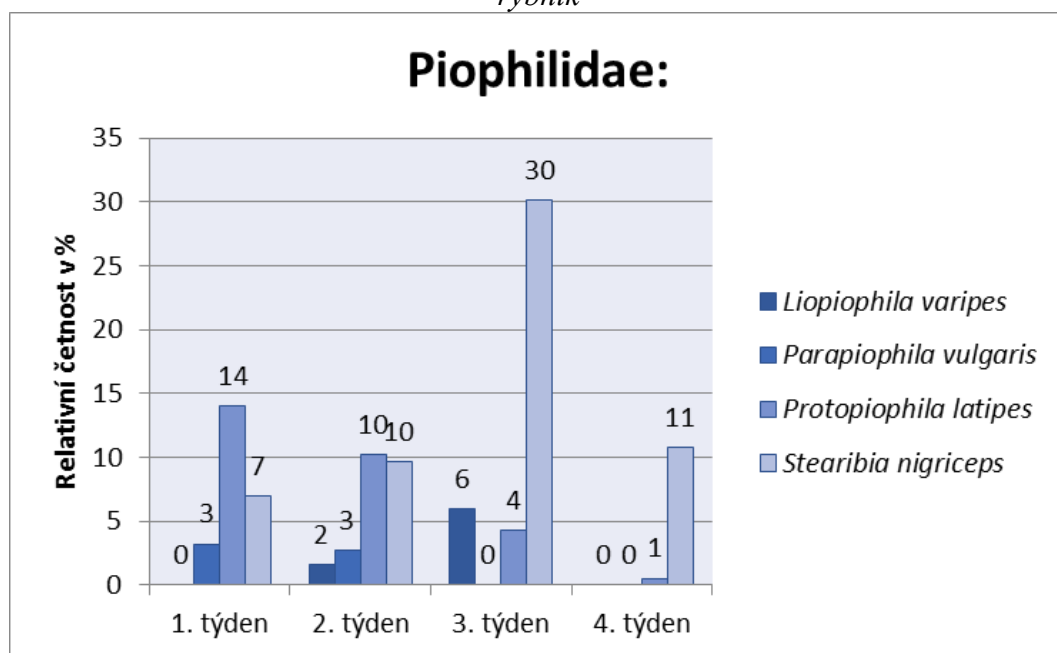


Graf 28: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Fanniidae mezi týdny v biotopu rybník

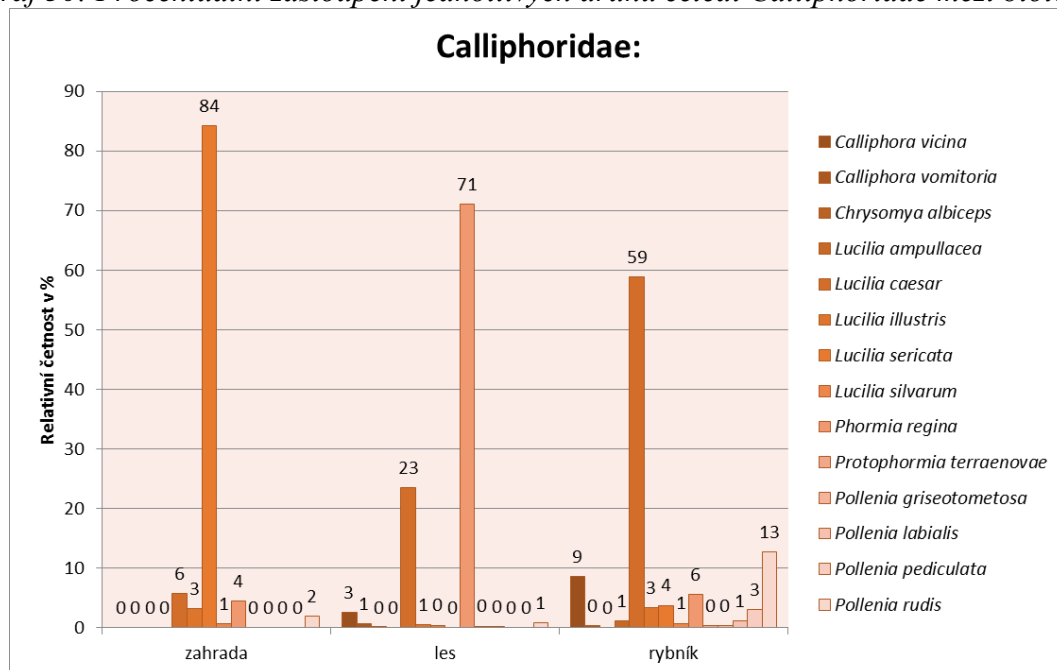




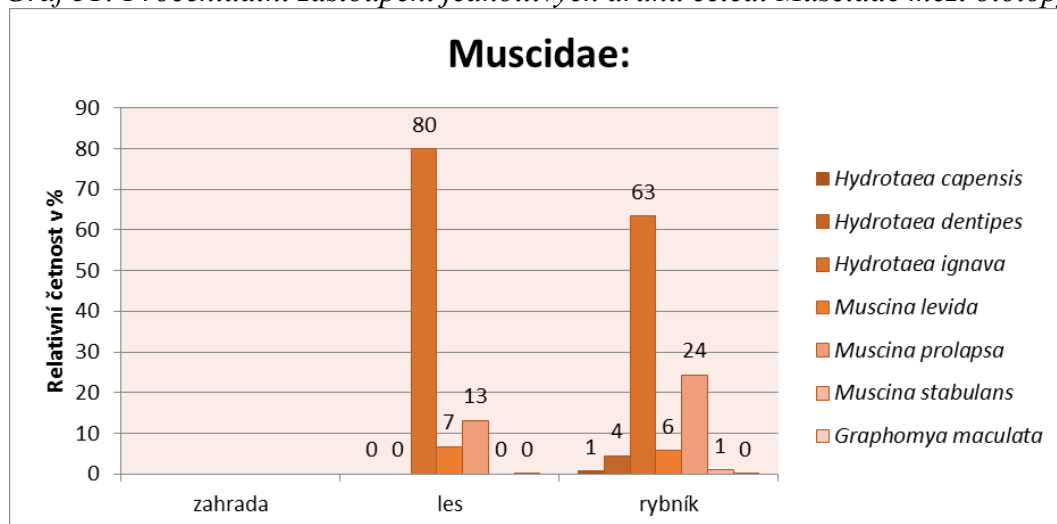
Graf 29: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Piophilidae mezi týdny v biotopu rybník



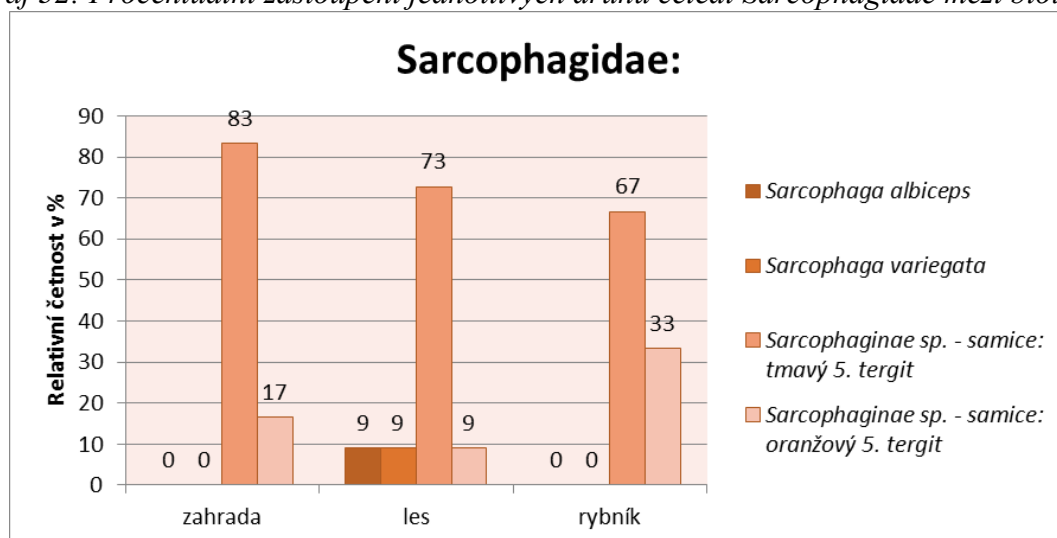
Graf 30: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Calliphoridae mezi biotopy



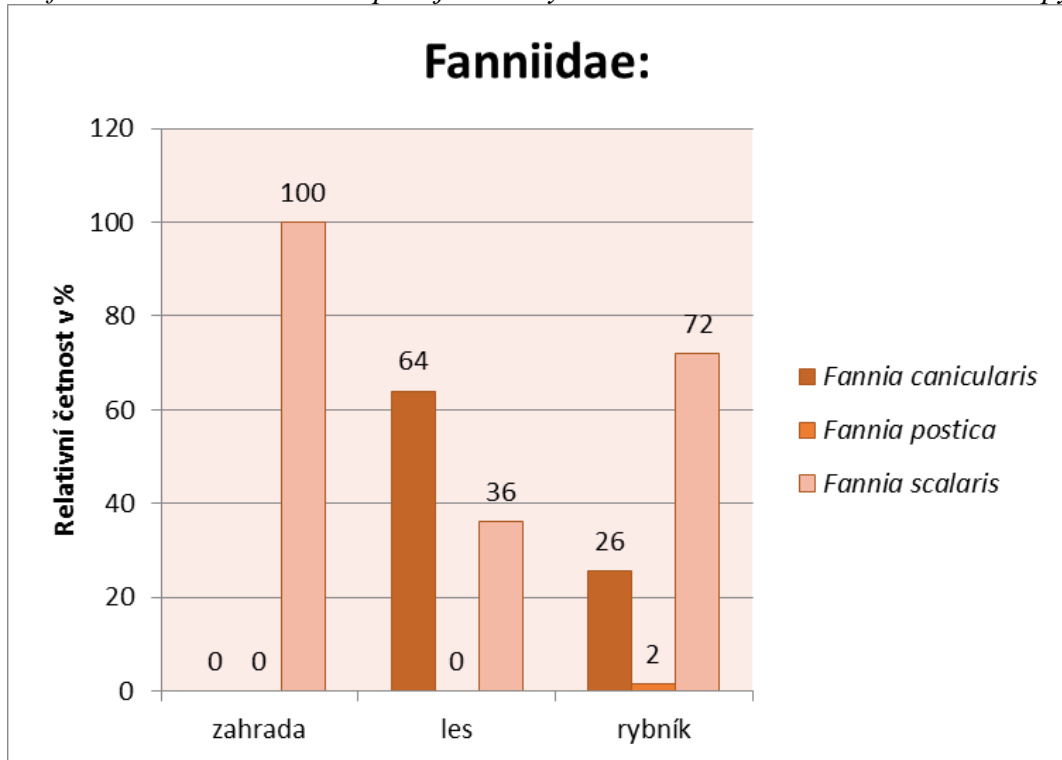
Graf 31: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Muscidae mezi biotopy



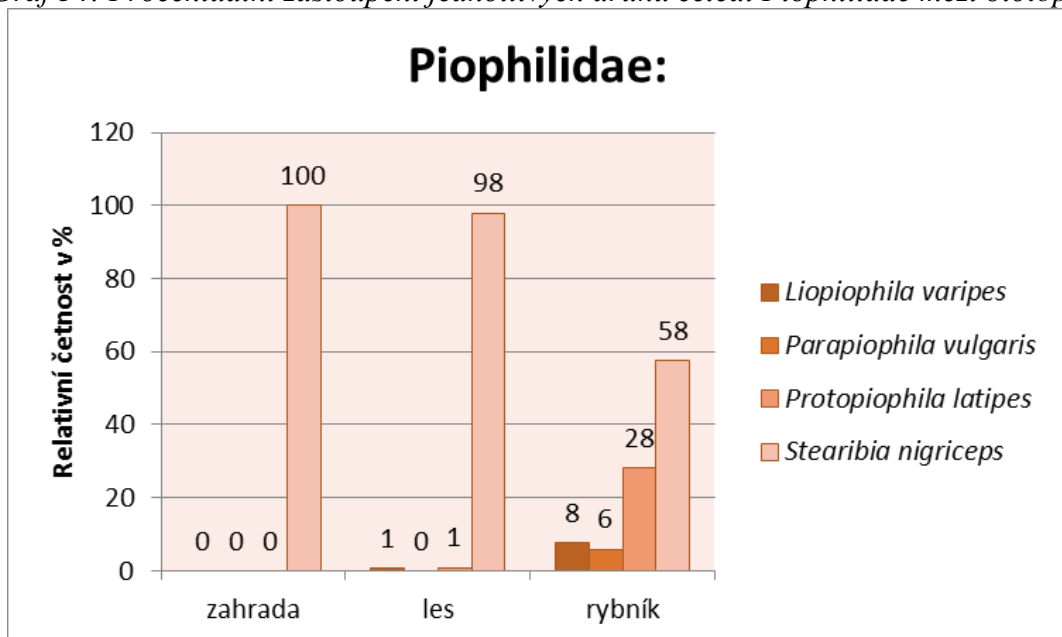
Graf 32: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Sarcophagidae mezi biotopy



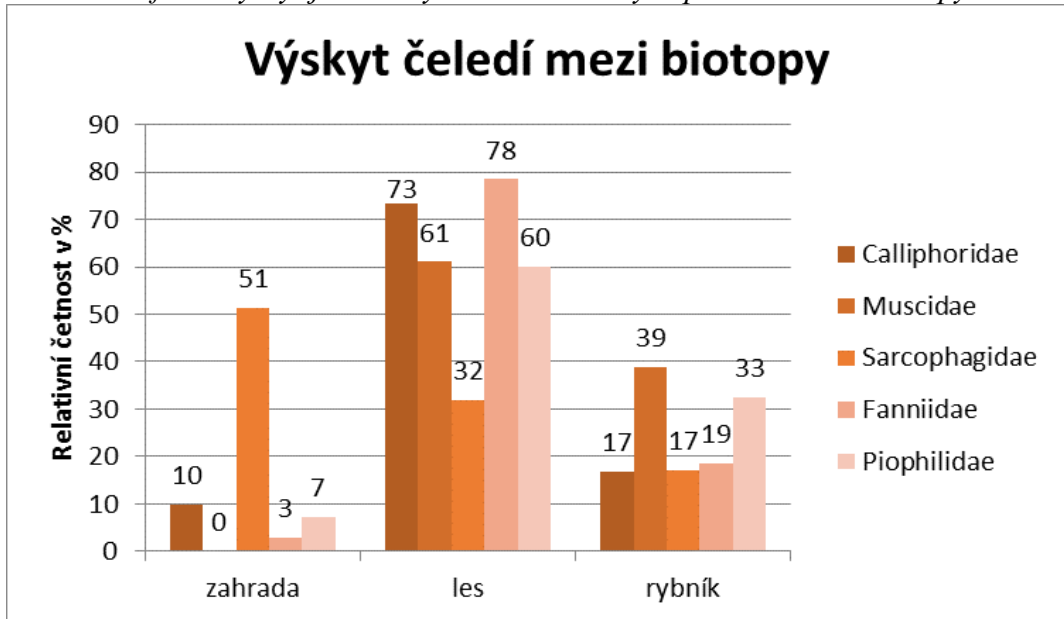
Graf 33: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Fanniidae mezi biotopy



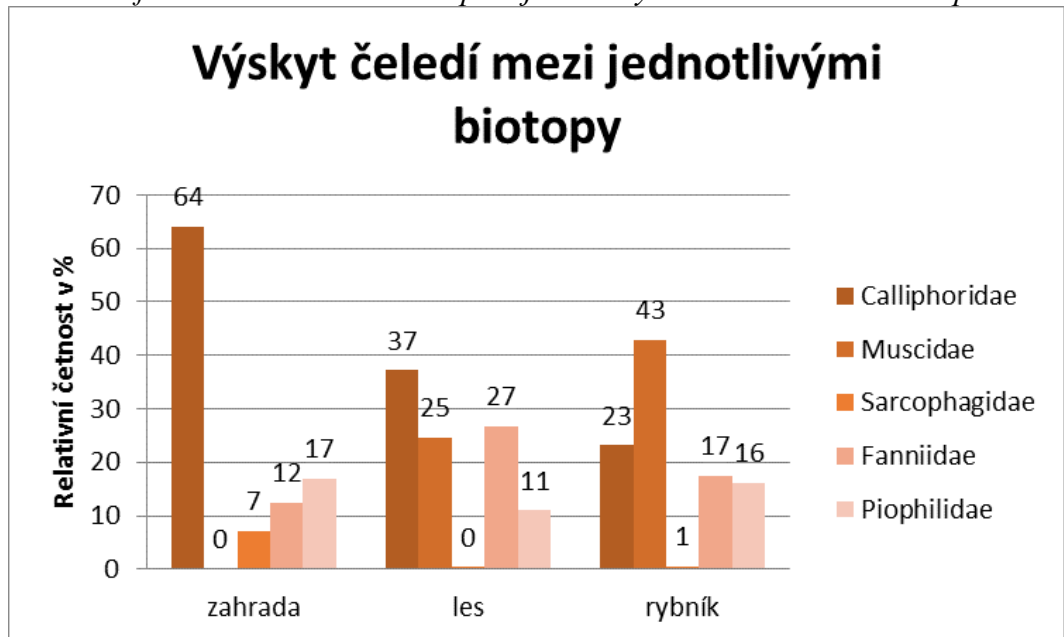
Graf 34: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů čeledi Piophilidae mezi biotopy



Graf 35: Výskyt jednotlivých čeledí za celý experiment mezi biotopy



Graf 36: Procentuální zastoupení jednotlivých čeledí v daném biotopu



*Obrázek 1: vážení vzorků masa*



*Obrázek 2: uložení masa do stejně velkých látek*





*Obrázek 3: zabalení masa do látky a převázání*



*Obrázek 4: finální podoba balíčku zabaleného do látky a do igelitu*



*Obrázek 5: umístění masového balíčku do odchytné pasti*



*Obrázek 6: Vletový otvor*





*Obrázek 7: biotop les*



*Obrázek 8: umístění proteinové pasti-les*





*Obrázek 9: biotop rybník*



*Obrázek 10: umístění pasti v biotopu rybník*



*Obrázek 11: umístění pastí v biotopu zahrada*

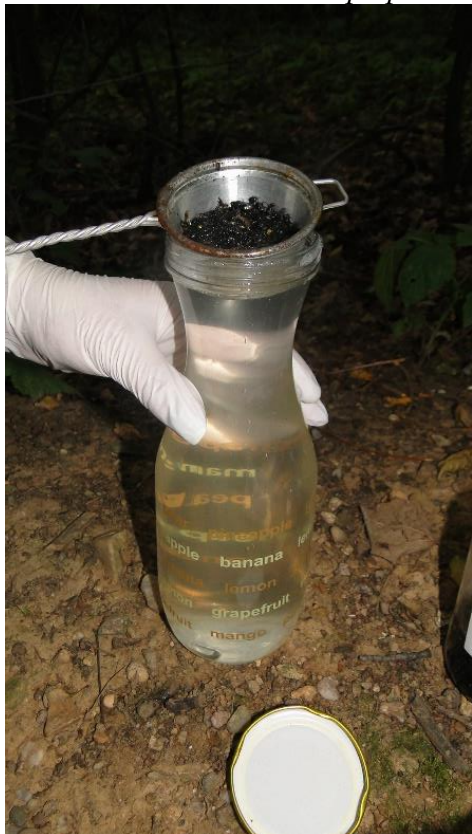


*Obrázek 12: past v lese po prvním týdnu*





*Obrázek 13: odběr vzorků po prvním týdnu-les*



*Obrázek 14: proteinová past po první týdnu expozice*



Obrázek 15: past po prvním týdnu expozice



Obrázek 16: sběrná nádoba na materiál s obsahem 70 % etanolu

