

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Vliv výškového umístění kadáveru na kolonizaci  
mouchami čeledi Calliphoridae**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Michaela Mudrochová**

**Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.**

**Konzultantka: pplk. Ing. Hana Šuláková, Ph.D.**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv výškového umístění kadáveru na kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího a konzultantky 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 15.4. 2016

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc., za jeho vedení při zpracovávání této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala konzultantce mé bakalářské práce pplk. Ing. Haně Šulákové, Ph.D., za její odborné rady, zkušenosti z praxe, ochotu, trpělivost a množství času, které mi věnovala.

# Vliv výškového umístění kadáveru na kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae

## Souhrn

Forenzní entomologie je stále se rozvíjející kriminalistickou disciplínou, která využívá poznatků o životních cyklech hmyzu, především dvoukřídlých a brouků (Diptera a Coeloptera). Lze je využít při stanovování tzv. post - mortem intervalu, což je jinými slovy doba, která uplynula od úhynu nalezeného mrtvého těla.

Doposud nebyl v České republice realizován žádný terénní experiment, který by dokazoval či vyvracel vliv výškového umístění kadáveru na kolonizaci hmyzem. Z tohoto důvodu se experimentální část této práce zaměřuje právě na tuto problematiku. K pokusu byl využit šestipatrový panelový dům, respektive balkony ve třetím a v posledním patře a stinný keř před domem. Ve všech třech výškách bylo nastraženo maso, představující kadáver sloužící k zaklazení a následnému odchování jednotlivých druhů much, které poté byly determinovány. Závěrem bylo posoudit získaná data a vyhodnotit jejich přínosnost pro forenzní entomologii.

**Klíčová slova:** forenzní entomologie, kriminalistika, výškové umístění kadáveru, sukcese, Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae

# **The influence of height above ground on colonization of carcasses by blow flies (Calliphoridae)**

## **Summary**

The forensic entomology is a special discipline of criminology which uses knowledge about insects cycles, mainly Diptera and Coeloptera, to determine the post - mortem interval. The post – mortem interval is time from death to finding of a corpse.

In the Czech Republic, there wasn't implemented any terraneous experiment that would prove the truth or disprove about the influence of height above ground on colonization of carcasses by blow flies (Calliphoridae). Experimental part was directly focused on that. For the experiment, there was used a building with six floors, precisely it was used balconies on the third and sixth floors and bush at the ground level in the shadow in front of the building. Meat baits which represented cadavers were on the all floors. Baits were used for colonization and breeding species of flies which were determined afterwards. Finally, obtained data were evaluated for their utilization in forensic entomology.

**Keywords:** forensic entomology, forensic altitude location carcase, succession, Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Přehled literatury.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Forenzní entomologie .....</b>	<b>9</b>
3.1.1 Kategorie škůdců a parazitů lidí a zvířat .....	10
3.1.2 Oblast potravinářských škůdců .....	10
3.1.3 Medicínsko-právní oblast .....	10
<b>3.2 Rozklad těl při volné expozici .....</b>	<b>11</b>
3.2.1 První vlna: čerstvé tělo .....	12
3.2.2 Druhá vlna: nadmuté tělo .....	13
3.2.3 Třetí vlna: biochemicky aktivní rozklad .....	14
3.2.4 Čtvrtá vlna: pokročilý rozklad .....	14
3.2.5 Pátá vlna: vysychání zbytků měkkých tkání.....	14
3.2.6 Šestá vlna: kosterní zbytky .....	15
3.2.7 Sedmá vlna .....	15
3.2.8 Osmá vlna .....	16
3.2.9 Faktory ovlivňující rozklad .....	16
<b>3.3 Mrtvoly v uzavřených prostorech .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Hmyz v kriminologii.....</b>	<b>17</b>
3.4.1 Nekrofágní fauna a její rozšíření.....	18
3.4.2 Čeleď bzučivkovití – Calliphoridae .....	19
3.4.3 Čeleď Mouchovití - Muscidae .....	22
3.4.4 Čeleď masařkovití - Sarcophagidae .....	23
<b>4 Materiál a metody .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Popis lokality .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Přípravná fáze .....</b>	<b>26</b>
4.2.1 Pomůcky a materiály.....	26
4.2.2 Postup přípravy .....	26
<b>4.3 Realizace pokusu .....</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Exponování.....</b>	<b>27</b>
<b>4.5 Pozorování a kontroly .....</b>	<b>27</b>
<b>4.6 Zpracování vzorků .....</b>	<b>27</b>
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1 Druhové složení v jednotlivých variantách .....</b>	<b>30</b>
<b>6 Diskuze .....</b>	<b>34</b>

<b>7 Závěr .....</b>	<b>36</b>
<b>8 Seznam literatury.....</b>	<b>37</b>
<b>9 Samostatné přílohy .....</b>	<b>40</b>

# 1 Úvod

Forenzní entomologie je stále se rozvíjející kriminalistickou disciplínou, která využívá poznatků o životních cyklech hmyzu, především dvoukřídlých a brouků (Diptera a Coeloptera). Lze je využít při stanovování tzv. post - mortem intervalu, což je jinými slovy doba, která uplynula od úhynu nalezeného mrtvého těla. Avšak stanovení této doby ovlivňuje mnoho faktorů, jedním z nich je i druhová diverzifikace, která může být ovlivněna nadmořskou výškou, ve které se mrtvé tělo nachází. Experimentální část je proto zaměřena na sledování změn v osídlení exponovaného kadáveru v jednotlivých patrech panelového domu, přesněji v přízemí (stinný keř před domem), v třetím a šestém patře.

Zbytek práce je zaměřen na literární rešerši, která úzce souvisí s experimentální částí a slouží k jejímu vyhodnocení.



## 2 Cíl práce

Cílem práce je shromáždit údaje o vlivu výškového umístění na následnou kolonizaci kadáveru dvoukřídlými čeledi Calliphoridae. Nedílnou součástí práce bude experimentálně vyzkoušet, jaký je rozdíl mezi kolonizací kadáveru mouchami při jejich umístění v různých poschodích panelového domu.

Hypotéza: výška umístění kadáveru nad zemí má vliv na jeho kolonizaci dvoukřídlými čeledi Calliphoridae.

## 3 Přehled literatury

### 3.1 Forenzní entomologie

Forenzní entomologie patří mezi stále se rozvíjející kriminalistické metody uznávané soudy po celém světě (Catts a Goff, 1992). V kontextu kriminalistické entomologie se jedná především o saprofágní organismy a z nich zejména o mrchožrouty (nekrofágy). Entomologické stopy se zajišťují na místě činu, resp. na místě nálezu mrtvoly, případně na místě jejího původního uložení. Stopy jsou následně odeslány ke zkoumání do biologické laboratoře Kriminalistického ústavu Praha. V ústavech soudního lékařství jsou dodatečně zajištěny entomologické stopy z těla, z tělních dutin a z oděvu mrtvého (Eliášová a Šuláková, 2012).

Obor propojuje znalosti o bionomii a ekologii hmyzu a dalších členovců s právními otázkami. Často je využívána při řešení s neznámých úmrtí a vražd. V podstatě se dá forenzní entomologie rozdělit na tři kategorie: občansko-právní kategorie škůdců a parazitů lidí a zvířat, občansko-právní oblast potravinářských škůdců a medicínsko-právní oblast (Catts et Goff, 1992; Hall, 1990).

### 3.1.1 Kategorie škůdců a parazitů lidí a zvířat

Zahrnuje občanská práva a spory týkajících se členovců v domech a obydlích. Také se zabývá zahradními škůdci a zneužitím pesticidů (Ginger, 2005).

Dále představuje problematiku myiáz. Dle Zumpta (1965) myiáza je „nákaza živého člověka anebo obratlovce larvami dvoukřídlých, které se alespoň po určité období živí odumřelými anebo živými tkáněmi hostitele, jeho tělními tekutinami anebo tráveninou“. Při fakultativní myiáze se na onemocnění podílejí druhy, které běžně nalézáme až na zemřelých, ale výjimečně napadají i tkáně živého člověka. V podmínkách České republiky jde např. o bzučivky (Calliphoridae) *Lucilia sericata* (Meigen, 1826), *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 a *Phormia regina* (Meigen, 1826). V praxi může představovat i trestně-právní případy zanedbání péče nebo týrání svěřené či nemohoucí osoby, případně zvířete (Šuláková, 2014).

### 3.1.2 Oblast potravinářských škůdců

Zabývá se členovci, běžně označovanými za skladištní, nebo potravinové škůdce, kteří mohou představovat významný problém při napadení komerčně skladovaných produktů, obilí a jiných potravinářských komodit, např. čokoládových tyčinek, nebo krmiv pro zvířata (Ginger, 2005). Základem je zanedbání technologických postupů a hygieny při balení, skladování a přepravě zemědělských komodit a potravin. Patří sem i spory, kdy po nákupu potravin jsou v nich nalezeny larvy hmyzu. Součástí následného šetření je znalecké pousouzení, kdy a kde došlo ke kontaminaci potravin hmyzem. Zda u výrobce, v prodejní síti, nebo až po nákupu (Šuláková, 2014).

### 3.1.3 Medicínsko-právní oblast

Jedná se o nejvíce využívanou kategorii forenzní entomologie. Do této oblasti náleží zkoumání členovců, a z nich zejména hmyzu, z míst násilných trestných činů – především vražd, sebevražd a znásilnění. Stejných poznatků lze využít také v případech fyzického zneužívání, zanedbávání dětí, nebo při odhalování nelegálního obchodu, pašování apod. Larvy much také dokáží prokázat drogy a jiné toxiny v rozkládající se tkáni, zejména v případech, kdy již nelze použít běžné metody z důvodu vysokého stupně rozkladu tkáně (Kashyap et Pillai, 1989).

Celá medicínsko-právní oblast zkoumání je založena na znalostech nekrobiontního hmyzu a dalších bezobratlých, které přitahují rozkládající se tkáně mrtvého člověka, nebo

nekrotické tkáně u žijících lidí. Vazby nekrofágních, saprofágních a dalších organismů, které mezi nekrobionty řadíme, se využívá při stanovení doby kolonizace mrtvého těla hmyzem (Šuláková, 2014) a odvozeně i tzv. post-mortem intervalu (PMI), který představuje dobu od úmrtí jedince do nálezů jeho těla (Kashyap et Pillai, 1989). Základní princip používaných metod vychází ze skutečnosti, že hmyz na mrtvé tělo nalétává postupně, v tzv. sukcesních vlnách, které jsou předem předvídatelné a následně hodnotitelné (Šuláková, 2014). Uvádí se, že při stanovení doby smrti u mrtvol nalezených do 72 hodin po smrti jsou přesnější soudně-lékařské metody, nad uvedený interval však přesnost lékařských metod značně klesá (Daněk, 1990). Naproti tomu entomologické metody u PMI nad tři dny stále dávají možnost určit dobu úmrtí s přesností až na hodiny (Kashyap et Pillai, 1989) a řádově do měsíce od smrti je možné stále dosáhnout přesnosti na určitý den (Šuláková, 2014). Obdobných výsledků nelze zatím dosáhnout jinými dostupnými metodami (Kashyap et Pillai, 1989).

Stanovení post mortem intervalu (PMI) vychází ze dvou základních oblastí informací. První z nich představují známé délky vývoje konkrétních druhů; druhá zahrnuje údaje o druhovém složení (zastoupení druhů) společenstva bezobratlých na mrtvole, které odpovídá konkrétní fázi rozkladu. Přesnost stanovení PMI se u krátkodobých post mortem intervalů, tj. do 3-5 týdnů pohybuje v rozmezí 1-5 dnů. Výpočet se udává na určitý den  $\pm 1-2$  dny. U starších nálezů přesnost klesá na určitý týden, měsíc či čtvrtletí. U nálezů odpovídajících 1 - 2 letům je možné určit, že se jedná o mrtvého z letošního nebo z loňského roku. U nálezů nad dva roky expozice často nelze přesnější počet uplynulých let stanovit (Eliášová a Šuláková, 2012).

### **3.2 Rozklad těl při volné expozici**

Principy forenzní entomologie vycházejí ze skutečnosti, že nekrosaprofágové a další organismy se nevyskytují současně, ale kolonizují tělo postupně v několika rozlišitelných fázích. V roce 1916 F. E. Clements definoval sukcesi jako nesezónní, směřovaný a kontinuální proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů na určitém místě. Při rozkladu těla při volné expozici nastávají ideální podmínky a ukázková sukcese: mrtvý leží ve volné přírodě na zemském povrchu a bezobratlým organismům nebrání nic v přístupu (Šuláková, 2014).

Již v roce 1894 Jean–Pierre Mégnin jako první přišel s podrobným popisem rozkladu lidských těl činností hmyzu. Ve svém díle *La faune des cadavres* (Fauna mrtvolná) uvedl, že

celý průběh rozkladu trvá přibližně tři roky a má osm fází (čerstvé tělo, počátek rozkladu, zmýdelnění, sýrovatění, ztekucování zbytků, vysychání zbytků, vysušené zbytky a trouchnivění) (Benecke, 2001). O několik let později, v roce 1934 M. E. Fuller zredukoval Mégninových osm fází na pouhé tři (čerstvé tělo, hniloby, vysoušení zbytků) (Daněk, 1990). Bornemissza (1957) rozdělil rozklad na období, kdy se střídá společensko-nekrofágní (čerstvé tělo), saprofágní (biochemiky aktivní) a keraofágní (vysychající zbytky).

Pro Českou republiku popisuje Daněk (1990) sukcesi v osmi vlnách. Současně však uvádí, že sedmá vlna je typická jen pro mrtvoly v uzavřených prostorách, takže při volné expozici těla v přírodě jich je jen sedm. Šuláková (2014) uvádí, že rozhodujícím faktorem, zda rozklad bude mít tři, nebo až osm fází, je oblast, v níž k procesu dochází. Obecně lze konstatovat, že čím vyšší teplota, tím méně sukcesních vln. Pro oblast mírného pásu, tedy i Českou republiku rozlišujeme šest stadií, z nichž třetí fáze je rozdělena na dvě části, které mohou probíhat po sobě, nebo současně (Šuláková, 2014).

### 3.2.1 První vlna: čerstvé tělo

Začátek sukcese bezprostředně po smrti člověka. Pokud oběť krvácí a je bezmocná, kladou mouchy vajíčka již na živé tělo. K vykladení dojde mnohem rychleji ve volném terénu nebo všude tam, kde se mouchy běžně vyskytují, než tam, kam musí pronikat, např. uzavřený byt (Daněk, 1990).

Pro toho období jsou typické dvě skupiny bezobratlých – blanokřídlí (vosy a mravenci), ti na těle setrvávají jen nezbytně nutnou dobu, živí se tkáněmi a po nasycení tělo opouštějí (Šuláková a kol., 2014). Z hlediska stanovení doby kolonizace těla nemají téměř žádný význam. Druhou skupinou, již velmi podstatnou jsou mouchy z čeledi bzučivkovitých. V ČR je kriminalisticky relevantních druhů třináct (Šuláková, 2014). Forezně vysoce významné jsou *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758), *Lucilia illustris* (Meigen, 1826), *Lucilia sericata* (Meigen, 1826), *Phormia regina* a *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) forezně významné *Lucilia ampullacea* (Villeneuve, 1922), *Lucilia silvarum* (Meigen, 1826) , *Calliphora loewi* Enderlein, 1903, *Calliphora subalpina* (Ringdahl, 1931) a *Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761) (Šuláková a Barták, 2013a; Šuláková a kol., 2014; Šuláková, 2014 a 2015).

Nejčastější zastoupení mají zelené bzučivky rodu *Lucilia* a modré rodu *Calliphora*, jsou specifické svým typickým kovovým leskem těla. Na jedné mrtvole lze zpravidla nalézt dva až

pět druhů, z toho jeden až dva jsou dominantní (Šuláková 2014; Šuláková a Barták, 2013a). Významné pro forenzní praxi je, že dospělci much jsou nekrofilní, což znamená, že se mrtvolou neživí, tělo využívají pouze jako příležitostný zdroj potravy (sají a lízají krev a další tekutiny) a k naklazení vajíček (Erzinclioglu, 1996; Šuláková, 2014). Imága se běžně živí nektarem z květů, medovicí mšic a šťávou z přezrálého ovoce (Erzinclioglu, 1996; Šuláková a kol., 2014). Larvy much jsou naopak nekrofágní, živí se tedy mrtvými částmi těla. Skutečnost, že interval mezi přiletem a naklazením prvních vajíček je minimální, je významné při výpočtu doby kolonizace mrtvoly hmyzem (Šuláková, 2014).

Dle Daňka (1990) jsou významnými nekrofágními zástupci první vlny mouchy čeledi mouchovití (Muscidae), Jmenovitě moucha domácí (*Musca domestica*, Linnaeus, 1758), *Musca autumnalis* De Geer, 1776 a *Muscina stabulans* (Fallén, 1817), ale Šuláková (2014) mouchovité řadí až do druhé sukcesní vlny Současně k druhu *Musca domestica* uvádí, že se na mrtvolách vyskytuje zcela výjimečně.

### 3.2.2 Druhá vlna: nadmuté tělo

Tento stav nastává, jakmile se začnou činností bakterií v trávicím traktu mrtvého tvořit plynné látky, které páchnou a tělo nadouvají. Tento stav může za příznivých klimatických podmínek (letní měsíce, vysoké teploty) nastat do druhého dne (Daněk, 1990), nebo dokonce již během několika prvních hodin (Šuláková, 2014). Mezitím stále pokračuje činnost larev much první vlny a též nálet těchto much, především rodu *Lucilia*. Rozkladný plyn uvolňovaný z těla vábí další skupinu kolonizátorů – mouchy čeledi masařkovití (Sarcophagidae). Ty ale v zemích mírného pásu nepředstavují běžné zástupce na lidských mrtvolách nalezených ve volné přírodě, setkáme se s nimi jen velmi výjimečně. O to častěji je můžeme nalézt na tělech v bytech a v jiných uzavřených prostorách. Nejčastěji citovaným druhem je masařka *Sarcophaga carnaria* (Linnaeus, 1758) (Méglin, 1894; Povolný, 1978; Daněk, 1990), ale výzkum a kriminalistická praxe posledních let ukazují, že nemá přímou vazbu na mrtvolu. Za relevantní druhy se považuje řádově 25 druhů masařek, přesto u nás i v okolních státech přes 95 % zajištěných larev z této čeledi představuje *Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830). Z mouchovitých v druhé vlně nalézáme zejména zástupce rodu *Muscina* (Šuláková, 2014).

Páchnoucí plyny také přilákají typické nekrofágy z řádu brouků, zejména hrobaříky rodu *Nicrophorus* sp., mrchožrouty *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758), *Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758), *Oiceptoma thoracica* (Linnaeus, 1758),

*Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775), *Silpha obscura* Linnaeus, 1758 a zástupce rodu *Catops* (Daněk, 1990). Brouci nejsou přesným indikátorem, objevují se později než mouchy a mohou naklást vajíčka až po několika dnech aktivity na mrtvole. Proto jsou brouci z kriminalistického hlediska ne méně přesnými ukazateli při stanovení doby kolonizace. Další skupinou druhé vlny jsou parazitoidní druhy z řádu blanokřídlí – chalcidky (Chalcidoidea), případně lumci a lumčící (Ichneumonoidea). Samičky kladou vajíčka do larev a kukel nekrosaprofágů, kteří kolonizují mrtvé tělo. S ohledem na těsnou vazbu na nekrofágního hostitele je lze také využít k výpočtu doby kolonizace (Šuláková, 2014).

### **3.2.3 Třetí vlna: biochemicky aktivní rozklad**

Tato fáze zahrnuje ztekucování substrátu, zmýdelnění tuků a fermentaci proteinů (též sýrová fermentace). Při zmýdelnění tuků vznikají těkavé mastné kyseliny a atraktantem se stává velmi zapáchající kyselina máselná, která láká další skupinu hmyzu (Daněk, 1990). Z moučovitých (Muscidae) se objevují zástupci rodu *Hydrotaea*. V České republice je nejčastějším zástupcem na mrtvolách *Hydrotaea ignava* (Harris, 1780). Fermentaci proteinů doprovází vznik kaseózních látek, které páchnou jako přezrálý sýr. Na uvedené aroma reagují mušky z čeledi sýrohlodkovitých (Piophilidae), kmitalkovitých (Sepsidae) a slunilkovitých (Fanniidae) (Šuláková, 2014). Naším typickým zástupcem sýrohlodek je *Stearibia nigriceps* (Meigen, 1826) (Hrdinová a kol., 2013).

### **3.2.4 Čtvrtá vlna: pokročilý rozklad**

Probíhá čpavková fermentace ve zbytcích měkkých tkání. V této vlně jsou uvolňovány amoniakální páry a nakyslý zápach kaseózních látek, to vše láká drobné mušky čeledi hrbilkovitých (Phoridae) (Daněk, 1990). Dále zůstávají na těle aktivní larvy sýrohlodek, kmitalek, slunilek, kožejedů, pestrokrovečníků, dále drabčící, mršníci a lesknáčci, kteří se na mrtvole také příležitostně rozmnožují (Šuláková, 2014).

### **3.2.5 Pátá vlna: vysychání zbytků měkkých tkání**

V této chvíli z mrtvého těla zůstávají pouze zbytky měkkých tkání, které postupně vysychají. Kolonizátory jsou nadále larvy sýrohlodek, hrbilek, a dále kožojedi a pestrokrovečníci. Navíc se přidali brouci čeledi hlodáčovití (Trogidae) (Daněk, 1990).

Zvyšuje se zastoupení roztočů (Acari), kteří jsou na těle od počátku, respektive od prvního osídlení hmyzem. Roztoči se na mrtvolu dostávají přichycení na tělech hmyzu, tzv. forézií. Následně na mrtvole setrvávají a rozmnožují se a při líhnutí nových jedinců much a brouků se nechávají přenášet na další mrtvá těla (Šuláková, 2014). Pod mrtvolou nalezneme kukly brouků, čerstvé vylíhlé i uhynulé přestárlé jedince, kteří již splnili svou biologickou funkci (Daněk, 1990).

### 3.2.6 Šestá vlna: kosterní zbytky

Šuláková (2014) tuto fázi popisuje jako poslední. Uvádí, že většina tkání již byla rozložena a na místě zůstávají pouze kosti a ojedinělé vyschlé chrupavky a vazivo, vlasy a tělní ochlupení. Tyto zbytky rozkládají hlavně roztoči a zřídka kozojedi a hlodáči. Nově můžeme nalézt vrtavce (Ptininae) z čeledi červotočovitých (Anobiidae), též uvádění jako samostatná čeleď Ptinidae. Na kosti ležící na povrchu mají například vliv i řasy (Algae).

Daněk (1990), který rozepsal rozklad těl do osmi vln, uvádí, že toto období nastává zpravidla koncem prvního roku a ve druhém roce stáří mrtvol. Popis sukcesních vln, tak jak je popsala Šuláková, je srovnatelný s Daňkovým, který pouze rozdělil šestou vlnu na dvě samostatné.

### 3.2.7 Sedmá vlna

Začíná ve chvíli, kdy je mrtvola již zcela vysušena a jeví se pouze jako kostra. Chrupavky žeber jsou již rozrušeny, pouze při páteři jsou suché zbytky útrob, zejména jejich vazivových částí. Na kostře nalezneme hmyz, který vyhledává suché mršiny, sušené maso, kosti, rohovinu, kůži, peří atd. V domácnostech tento hmyz napadá látky, vlnu, kožešiny, koberce i různé potraviny. Nejběžnější jsou moli, např. mol šatní (*Tineola bisselliella* (Hummel, 1823)), mol péřový (*Monopis rusticella* (Denis a Schiffermüller, 1775)), mol kožešinový (*Tinea pellionella* (Linnaeus, 1758)) a zavíječ *Aglossa caprealis* (Hübner, 1809). Jsou to druhy teplomilné a suchomilné (Daněk, 1990).

Tuto vlnu lze prakticky uplatnit pouze u mrtvol nalezených v uzavřených prostorech – v opuštěném bytě, ve skladišti, sklepě, v seníku apod., protože při volné expozici na mrtvé tělo působí mnoho faktorů, např. povětrnostní podmínky, které ovlivňují výskyt této fauny (Daněk, 1990). Z uvedených důvodů Šuláková (2014) tuto sukcesní fázi při popisu rozkladu volně exponovaných mrtvol neuvádí.

### 3.2.8 Osmá vlna

Poslední sukcesní vlna, kterou Daněk (1990) ve své publikaci uvádí, se týká případné mrtvoly, která by zůstala v terénu ležet více než tři roky. Je nutno počítat s uplatňujícími se vlivy. Musíme brát tedy v potaz roční období, počasí, vlhkost, teplotu, proudění vzduchu, vlastnosti pokladu, rostlinný kryt, složení půdní fauny, okolní biocenózy, zastínění, sluneční expozice, činnost živočichů (hlodavců a šelem), bakterie, plísně, houby i činnost člověka. Největší uplatnění mají různé druhy roztočů (Acari) a čeled' vrtavcovití (Ptinidae), ti tráví organické zbytky. Můžeme pod kostmi nebo v jejich dutinách nalézt i drobné zástupce čeledi drabčíkovití (Staphylinidae), zpravidla jde o náhodné přezimování nebo hledání úkrytu před suchem, zimou či vlhkem.

### 3.2.9 Faktory ovlivňující rozklad

Mimo určení sukcesní vlny je pro stanovení doby kolonizace nutno přihlídnout k dalším vlastnostem mrtvého těla – stáří, velikost, váhu, tučnost, pohlaví, příčinu smrti, zdravotní stav před smrtí, oblečení, kontinuitu povrchu kůže, rozsah poranění, narušení svalové hmoty, perforace žaludku a střev, hustota vlasů a ochlupení apod. (Daněk, 1990). Dalším faktorem ovlivňujícím aktivitu a výskyt jednotlivých druhů nekrofágního hmyzu a také jejich vývoj je teplota prostředí, tj. jestli se hmyz vyvíjí „bez přerušení“, nebo zda vlivem nízkých teplot dochází ke zpomalování či zastavení vývoje, tzv. diapauze. Teplota je důležitá také z hlediska enzymatických dějů, které probíhají v mrtvém těle. Urychlení či zpomalení těchto biochemických reakcí výrazně ovlivňuje časovou souslednost jednotlivých sukcesních stadií. Výskyt hmyzu ovlivňují vlhkostní poměry např. snížením letové aktivity, řada druhů vyhledává suché prostředí, jiní zástupci spíše vlhké. Typ prostředí má vliv zejména na přístupnost mrtvoly pro hmyz a zastoupení jednotlivých druhů hmyzu, např. otevřená krajina, lesní porosty, uzavřené prostory atd. Důležitý především z hlediska vzniku sekundárních poškození mrtvoly je vliv ostatních organismů, např. rozčlenění mrtvoly, roznos jejich částí po krajině aj. (Šuláková, 2006).

Prokázání či vyloučení manipulace s tělem na základě výskytu druhů hmyzu typických pro volnou expozici u pohřbených těl je možné usuzovat na dodatečné pohřbení. Naproti tomu u těl dodatečně odkrytých (sesuvem půdy) anebo vyhrabaných zvířaty lze podle zastoupeného hmyzu určit, kdy k tomuto odkrytí došlo, resp. jestli byl mrtvý na počátku zcela pohřben. Za určitých okolností je možné prokázat manipulaci s tělem na větší vzdálenosti, resp. mezi biotopy, a to na základě druhů zajištěných z mrtvoly, které však nejsou typické pro



místo nálezu mrtvého (Eliášová a Šuláková, 2012). Působením uvedených faktorů pak dochází ke změnám časového průběhu jednotlivých fází rozkladu mrtvoly, k jejich zkracování, prodlužování, popř. i dočasnému přerušení (mumifikace, konzervace zamrznutím v ledu - v extrémním případě i na tisíce let) (Laupy, 1994).

Ve spolupráci s chemickým oddělením je možné z larev a z kukel (puparií) hmyzu prokázat přítomnost těžkých kovů, ale také jedů, drog a léků obsažených v těle mrtvého v době smrti, a to v případech, kdy klasická toxikologie z tkáni mrtvoly není vzhledem k vysokému stupni rozkladu již možná. Analýza vychází ze skutečnosti, že v těle hmyzu se uvedené látky váží na chitin, který je v přírodním prostředí relativně stálý, tj. odbourává se až za velmi dlouhou dobu, která může odpovídat měsíců až rokům. Ve spolupráci s oddělením genetiky je možné se pokusit ze zajištěných larev a imag hmyzu stanovit profil DNA člověka, na kterém se vyvíjely a živily, a to v případech, kdy došlo k dodatečnému přesunu mrtvého těla a na původním místě uložení zůstaly pouze zbytky hmyzu. Úspěšnost analýzy je řádově 50% (Eliášová a Šuláková, 2012).

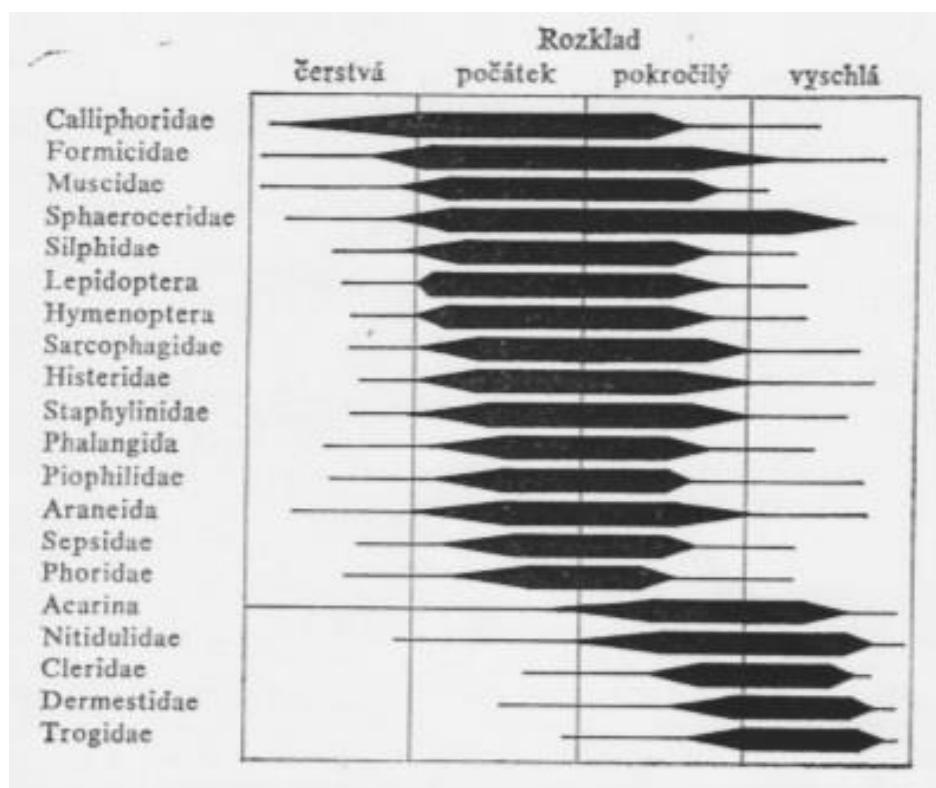
### **3.3 Mrtvoly v uzavřených prostorách**

Jedná se o mrtvá těla v bytech, na půdách, ve sklepech, ale také v zahradních domečích a v jeskyních. Každý uzavřený prostor má svá specifika, resp. specifické složení fauny, která se na dekompozici těla podílí. V bytech to jsou často synantropní druhy, které celoročně žijí v blízkosti člověka, nebo hemisynantropní druhy, které v blízkost lidí například přezimují (Eliášová a Šuláková, 2012).

### **3.4 Hmyz v kriminologii**

Hmyz je vybaven vysoce vnímavými smysly, zejména čichem, takže bývají obvykle první na místě, kde se vyskytuje mrtvola (Povolný, 1978). Již v roce 1850 se podařilo Jovanovičovi podle zbytků masařky *Sarcophaga carnaria* a podle nálezu roztočů stanovit dobu usmrcení dítěte, jehož mrtvola byla náhodně odkryta při zemních pracech. Důležitá pro sukcesí jsou čtyři návazná společenstva: nekrofágní (na čerstvé mrtvole), saprofágní (na biochemicky aktivní mrtvole), dermatofágní (na vysychající mrtvole) a keratofágní (na jejich dehydrovaných zbytcích). Schematizovaný graf příkladu sukcese různých skupin členovců na zdechlině a jejich postupný nástup při kolonizaci mrtvoly prezentuje graf 1. Hlavní zájmovou

skupinou jsou především čeledě Calliphoridae (bzučivkovití), Muscidae (mouchovití) a Sarcophagidae (masařkovití) (Povolný, 1978).



Graf 1: příklad sukcese různých skupin členovců na zdechlině (upraveno dle Povolného, 1978)

### 3.4.1 Nekrofágní fauna a její rozšíření

Zoogeografické rozšíření druhu je dáno fylogenetickým stářím druhů a jejich šířením, které bylo závislé na faktorech morfologických a ekologických. Mimo ekologickou přizpůsobivost a závislost druhu je nutno přisuzovat důležitou úlohu kritériu zoogeografickému, klimatologickému, hydrobiologickému, vertikálnímu rozšíření, charakteristice biocenóz, rostlinnému krytu a v neposlední řadě též přímé i nepřímé činnosti člověka (Daněk, 1990).

Dle Daňka (1990) je možné rozsah a určení vertikálních pásem pro nekrofágní faunu stanovit následovně:

- 1) Nížiny: do 300 m n. m.
- 2) Pahorkatiny: 300 m – 500 m n. m.
- 3) Podhorské pásmo: 500 m – 800 m n. m.
- 4) Horské: 800 m – 1200 m n. m.
- 5) Subalpínské (klečové): v Čechách 1200 m – 1500 m n. m., v Karpatech 1500 m – 1800 m n. m.
- 6) Alpínské (nadklečové s nízkou vegetací): v Čechách od 1500 m, v Karpatech od 1800 m – do 2200 m n. m.
- 7) Subnivální (sutě a lišejníky vrcholů a vrcholových hřebenů Vysokých Tater: 2200 -2500 m n. m.

Převážná většina nekrofágní fauny patří do skupiny druhů nížinných, pahorkatin a mezi druhy podhorské (Daněk, 1990)

#### **Taxonomické zařazení zájmových skupin:**

Říše: živočichové – Animalia

Kmen: členovci – Arthropoda

Třída: hmyz – Insecta

Řád: doukřídli – Diptera

Nadčeleď: Oestroidea

Čeleď: bzučivkovití – Calliphoridae

Čeleď: moučovité – Muscidae

Čeleď: masařkovité – Sarcophagidae

#### **3.4.2 Čeleď bzučivkovití – Calliphoridae**

Patří do řádu dvoukřídlych (Diptera), mají jeden pár křídel, zadní pár je redukován na malá kyjovitá kyvadélka (haltery) regulující rovnováhu. Z ekologického hlediska mají zásadní význam jako predátoři a urychlovači rozkladu různých materiálů. Na celém světě se vyskytuje 1200 druhů. Najdeme je na květech, na vegetaci, na zdechlinách, na syrových potravinách i vařeném jídle. Všechny bzučivky mají tlusté tělo pokryté štětkami, dlouhé až 1,5 cm, kovový lesk, zvláště patrný na zadečku. Hlučně a bzučivě létají. Vyvíjejí se v rozkládajících se živočišných materiálech, v hnoji a hnijících rybách. Imaga se živí tekutinou z těchto

zbytků, nektarem nebo ovocnými šťávami. Larvy některých druhů jsou dravé a živí se mravenci, termity, larvami a vajíčky jiných druhů hmyzu. Mnoho druhů přenáší různé choroby na hospodářská zvířata i lidi (Burnie, 2002).

Čeď bzučivkovití (Calliphoridae) je relativně malou čeledí kalyptrátních dvoukřídlých se 115 evropskými druhy (Rognes, 2013). Na území České republiky bylo dosud zjištěno 61 druhů, z toho 51 v Čechách a 57 na Moravě (Kubík et Országh, 2009; Pavel a kol. 2008; Šuláková et al. 2013c). Celkem 8 druhů je uvedeno v Červeném seznamu ohrožených druhů v kategorii zranitelný (Kubík a Povolný 2005). Bzučivky představují středně velké až robustní mouchy s velikostí těla v rozmezí 4–16 mm. Zbarvení je značně variabilní, přesto u většiny středoevropských druhů je základem modrá anebo zelená barva s kovovým leskem, ostatní zástupci jsou tmavého, zpravidla šedého a černého zbarvení. Současně se mohou na těle vyskytovat stříbřité, nebo zlatavé sety, které dotváří celkový vzhled. Dospělci bzučivek jsou velice aktivní a dobří letci, kteří vyžadují energeticky bohatou potravu. Ve volné přírodě se živí nejčastěji nektarem, proto je běžně nalézáme na květech mnoha rostlin. Mezi další zdroje cukernatých látek patří přezrálé ovoce, popř. medovice mšic. Samičky vyžadují pro dozrání vajíček proteiny, které získávají nejběžněji sáním na exkrementech a v menší míře na zvířecích mršinách a lidských mrtvolách (Erzinçlioğlu, 1996), na kterých olizují vytékající rozkladnou tekutinu a na počátku rozkladu také případně přítomnou krev a tělní sekrety. Většina druhů je oviparních (vejcorodých), setkáme se však i s larviparií (živorodostí). Zástupci čeledi Calliphoridae jsou schopni aktivního přesunu na větší vzdálenosti. Některé druhy jsou schopny překonat až několik kilometrů (MacLeod et Donne-Ily, 1963), až desítek kilometrů (Braack, 1986), přitom rozhodujícím faktorem je pachová atraktivita zdroje potravy pro jejich larvy (Erzinçlioğlu, 1996). Podle způsobu výživy larev dělíme zástupce bzučivek na nekrofágy a obligátní parazity bezobratlých a obratlovců, u kterých způsobují tzv. myiáze (Šuláková a kol., 2014; Šuláková et al., 2013c).

Bzučivky a další mouchy, které se slétají kolem zdechlin, mohou být cennými „průzkumníky“ biodiverzity. Monitorování výskytu vzácných zvířat ve špatně dostupných oblastech je komplikovaná záležitost. Vědci se proto snaží vytipovat nepřímé zdroje jejich DNA. Dřívější studie naznačila, že u suchozemských savců v tropických oblastech by jim mohly být všudypřítomné pijavky. Napitá pijavka odpadne na zem, kde se dá snadno sebrat a z trávicího ústrojí pak vědci mohou získat vzorek DNA jejího hostitele. Nyní se ale zdá, že ještě výhodnější jsou pro tento účel mouchy, které se živí zdechlinami obratlovců. Jsou rovněž velice hojné a navíc se dají pohodlně přilákat do pastí na poměrně velkou

vzdálenost. Tým německých biologů analyzoval DNA, kterou získal z více než 200 exemplářů bzučivek (Calliphoridae) a masařek (Sarcophagidae) odchycených v pralesích Pobřeží slonoviny a Madagaskaru. Trávicí trakt asi 40 % much obsahoval savčí DNA. Jejím sekvenováním pak vědci identifikovali 22 různých druhů, které žijí na Pobřeží slonoviny. Mezi nimi byly i místní primáti nebo ohrožená antilopa chocholotka čabráková (*Cephalophus jentinki*). Na Madagaskaru se díky mouchám podařilo identifikovat čtyři druhy savců včetně dvou lemurů. DNA z trávicího traktu much je samozřejmě narušená avšak mouchy nemají tak výkonné trávicí enzymy jako mnozí jiní živočichové a s DNA z jejich potravy je tak pořád ještě možné pracovat (Calvignac – Spencer et al., 2013).

### ***Lucilia ampullacea*** (Villeneuve, 1922)

Palpy jsou žluté. Zejména samci mají konkávní týlní hrbol.

Distribuce: Jedná se o rozšířenou a běžnou mouchu v Dánsku a Švédsku. Běžně se nachází i v dalších zemích, avšak nenachází se v Norsku a Finsku. Při pokusu, kdy byly sledovány počty dospělců od května do října, bylo zjištěno, že nejvyššího počtu dosahují srpnu.

Ekologie:

Velmi je lákají smrduté houby. Také přenášejí choroby na ježky (Rognes, 1991).

### **Bzučivka zlatá - *Lucilia caesar*** (Linnaeus, 1758)

Je všude velmi hojná, sedm až deset milimetrů velká moucha. V Evropě žije v nadmořské výšce 290 metrů. Vyhřívá se na slunných místech. Ráda sedá na vysoké byliny, listy keřů či plodnice hub, protože pro své životní projevy i pohlavní dozrávání potřebují cukry a bílkoviny, často se nachází na zdechlinách zvířat, výkalech, nebo kuchyňských zbytcích, kde samičky kladou žlutá vajíčka. Larvy se vyvíjejí na hnijících substrátech. Hlava je široce oválná, s velkýma očima, které se na temeni téměř stýkají. Hruď je dlouze štítovitá, s černou barvou, zadeček je poměrně krátký a široký, řídce pokrytý černavými štětinkami. Kovově zelená barva celého těla má různé lesklé tóny od modrozelené a fialově zelené po vylíhnutí až po smaragdově zelené odrazy, u starších jedinců až po měděně narudlé (Pokorný, 2014).

### ***Lucilia illustris* (Meigen, 1826)**

#### Distribuce:

Velmi hojná a častá, rozšířená po celé Fénoskandinávii. Najdeme ji až v subalpínských oblastech (Rognes, 1991). V nadmořské výšce 1500 m – 1800 m n. m. (Daněk, 1990).

#### Ekologie:

Daleko více jí přitahuje sluneční záření než *Lucilia caesar* (Nuorteva, 1964). V severní části Finska je silně synantropní (využívá změn prostředí způsobených člověkem) (Nuorteva, 1963). Podílí se na chorobách způsobujících nespavost v Dánsku a Norsku, případně i jako hlavní přenašeč. Ve Finsku byly hlášeny případy, kdy *Lucilia illustris* způsobila myiáze starším ženám (Rognes, 1991).

### **Bzučivka zelená - *Lucilia sericata* (Meigen, 1826)**

Druh s vynikajícím epidemiologickým a hygienickým významem. Sterilně chované larvy jsou využívány k léčení chronicky hnisajících ran u lidí. Larvy pojídají nekrotické tkáně a přispívají tak k rychlejšímu zajizvení těžko hojících se ran. Larvy tohoto druhu se také vyvíjejí v organických odpadech, především rostlinných, živí se mršinami a zvířecími exkrementy. Také nemusí mít vždy jen léčivé účinky, jsou známé případy myiázy u žab v Severní Americe, u ovcí ve Velké Británii a dalších zemích. V Polsku larvy vyvolávají střevní myiázy u lidí. Vajíčka jsou kladena v plném slunci, obvykle mezi 11. – 14. hodinou, kdy je sluneční záření nejintenzivnější. Líhnutí larev je závislé na teplotě, při 15 °C se líhnou po 42 hodinách, ale při 37,2 °C už po osmi hodinách a při teplotě nad 37,2 °C se larvy nevylíhnou. Optimální teplota je 34,4 °C, kdy po osmi hodinách nastává kompletní vylíhnutí larev. Larvální stádium trvá 5 – 7 dní a stadium zakuklení 6 - 7 dní (Draber – Moňko, 2004).

### **3.4.3 Čeleď Mouchovití - Muscidae**

Mouchovitě na mrtvolách označujeme za druhy tzv. třetího až čtvrtého sledu. Rod *Hydrotaea* dosahuje na mrtvolách maximálního zastoupení ve stadiu fermentace proteinů, tzv. sýrové. Přesto v případech, kdy je činnost hlavních dekompozitorů volně exponovaných těl, tj. much čeledi Calliphoridae, z jakéhokoli důvodu potlačena, nebo omezena, lze aktivitu much tohoto rodu zaznamenat již několik dní po smrti jedince (Šuláková et al., 2013b).

### **Moucha Lesklá - *Hydrotaea ignava* (Harris, 1780)**

Martínez – Sánchez a další, v publikaci *Medicinal and Veterinary Entology* (2000) zveřejnili výzkum každoroční aktivity a rozmístění čeledí Muscidae a Calliphoridae. Pro výzkum si vybrali ekosystém západního Španělska, kde po dobu dvou let na pastvinách a lesních stanovištích, pomocí větrem orientovaných pastí s návnadou se směsí čerstvých výkalů hovězího dobytka, jater a roztoku síranu sodného, odchytávali a následně determinovali dvoukřídlé mouchy. V tomto pokusu zjistili, že *Lucilia sericata* byla vždy dominantním druhem. *Hydrotaea ignava* byla hojnější v průběhu druhého roku, oproti prvnímu. Dále zjistili, že v létě byly významně hojnější Diptera v zalesněné oblasti, oproti pastvinám. Nicméně, na podzim, zatím co *Hydrotaea* byla stále výrazně hojnější v lesích, *Lucilia sericata* přesídlila ve větší míře na pastviny. Vzorokly odchytaných druhů během zimy a jara byly relativně malé. Rozdíly hojností jsou vázány k rozdílným klimatickým podmínkám během roku a mezi jednotlivými lety (Martínez – Sánchez et al., 2000).

### **3.4.4 Čeď masařkovití - Sarcophagidae**

Hrají dominantní roli spolu s čeledí Calliphoridae v počátečních fázích dekompozice mrtvoly. Jedná se o výlučně nekrofilní mouchy, mají vynikající letové schopnosti a obdivuhodné čichové vlastnosti. Umožňují velmi rychle lokalizovat v prostředí nový objekt, vhodný ke kladení vajíček a následně propagaci druhu (Laupy, 1994). Masařky jsou mouchy nelesklé, na hrudi černobíle pruhované, na zadečku šachovnicovitě kostkované. Tímto zabarvením čelí tyto teplomilné, a zejména světlomilné mouchy přehřátí na slunci. Jejich krev (hemolymfa) proudící tělní dutinou bez cév by se totiž pod tmavými místy přehřála, a proto se vzápětí pod světlými nebo bílými místy zase ochlazuje. Vyvinula se u nich rozmnožovací strategie, již označujeme jako hilltopping (páření na vrcholech kopců). Za teplých a slunných dnů (od poloviny dubna do září) samečci využívají vzestupné slapy vzduchu, které je spolehlivě vynesou na prominentní vrcholy osamocených kopců či některá místa na jižních svazích hřebenů, do korun stromů nebo na dominantní stavby. Tam se hromadně koncentrují (může jít o stovky až tisíce jedinců) a usedají na vyhřáté předměty, jako jsou skalky a kameny, suché dřevo, kmeny stromů a okrajové větve keřů nebo suchá stébla a stonky. Vylíhli samečci nemají ještě vyztřálé gonády, takže jsou neplodní. Teprve během hilltopping jejich spermie „ožíjí“ – v důsledku pobytu na slunci (vlivem ultrafialového záření), silně ohřátých předmětů (zdrojů infračerveného záření) a konečně neustálých tělních dotyků se

soupeřícími sousedy, které samečky zřejmě vydražďují. Tak se za tři až čtyři dny z neplodných sameček stávají dominantní a plodní samci čekající jen na svoji příležitost. Po poledni jsou totiž slapy vzduchu vynášeny na terénní vyvýšeniny také podstatně těžší neoplozené samičky nabitě rozvinutými vaječníky a jejich zásobami, zejména tzv. tukovým tělesem. Jakmile dospějí na úroveň hilltoppingových samčích shluků, vrhají se na ně nejpřípravenější samečci, zmocní se jich a spojení s nimi poodlétnou do nerušených míst např. do spleti větví – kde pak oplodnění trvá dlouhé hodiny (Povolný, 2005).

### **Masařka - *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau – Desvoidy, 1830)**

#### **Popis:**

Hlava zlatá až žlutavě šedá, palpus bývá černý nebo tmavě hnědý. Thorax je načernalý se stříbřitě zlatým poprášením, mesothorax, který nese druhý pár končetin má černavé podélné pruhy, nohy jsou černé. Křídla sklovitá. Břicho je kostkované a stříbřitě šedé. Sedmý a osmý článek je červenavě hnědý až červený s načernalými distálními okraji. Epandrium je lesklé červené nebo hnědočervené.

#### **Distribuce:**

*Sarcophaga argyrostoma* je synantropním a kulturním druhem, z tohoto důvodu je rozšířena ve všech zoogeografických oblastech. V severních zeměpisných šířkách je tento druh úzce vázán na člověka, mimo lidská obydlí je v podstatě nemožné tento druh spatřit. (Povolný a Verves, 1997)

#### **Ekologie:**

Nalétají na rozkládající se substráty, výkaly, mrtvá těla a také na rostliny. Larvy se vyvíjejí na rozpadajícím se mase nebo vyhledávají létající larvy (Leclercq, 1976).



### *Sarcophaga similis* (Meade, 1876)

#### Popis:

Šedá, středně velká moucha, štětiny má krátké až středně dlouhé.

#### Distribuce:

Široce rozšířená po celé palearktické oblasti (zahrnuje evropský kontinent, sever Asi po úpatí Himalájí, severní Afriku včetně Sahary a Kanárských ostrovů, sever a střed Arabského poloostrova) a po orientální oblasti (Indomalajská oblast). Shlukují se v lesních biotopech, živí se rozkládajícími složkami a sedají na rostliny. Tento druh mouchy je nekrofágní, koprofágní a také parazitující na bezobratlých, např. na můře kapustové (*Lacanobia oleracea* (Linnaeus, 1758)). Larvy jsou rhizofágní (Povolný a Verves, 1997).

## 4 Materiál a metody

Zpracování bakalářské práce vycházelo z literární rešerše a terénního experimentu. S ohledem na místo experimentu, který probíhal v obývaném panelovém domě, bylo místo kadáverů zvířat použito hovězí maso o min. hmotnosti 300 g.

### 4.1 Popis lokality

Terénní pokus byl realizován v Pardubicích. Pardubice jsou krajským městem východočeského kraje. Přesným místem provedení pokusu byl vchod panelového domu v ulici Lidická, číslo popisné 364. Zeměpisné souřadnice 50°02'33.6"N 15°45'22.0"E a nadmořská výška 237 m n. m.

Bylo použito šest plastových beden – dvě byly umístěny do keře před vchodem, další dvě na balkon do třetího patra a poslední dvě bedny na balkon v šestém patře. Všechny bedny byly pomyslně nad sebou, orientovány na stejnou světovou stranu, a to na sever.

## **4.2 Přípravná fáze**

### **4.2.1 Pomůcky a materiály**

Na pokus bylo použito šest kusů hovězího masa podobné tloušťky i velikosti a stejné hmotnosti 320 g, šest plastových beden s víkem a písek. Víka všech beden měla vyřezány větrací otvory o průměru cca 7 cm. K následnému překrytí větracích otvorů na bednách byla použita textilie ze silonek, která bránila náletu dalšího hmyzu do beden a současně úniku nově vylíhlých much. K zatížení vík na bednách byly použity cihly, vždy dvě na bednu.

Nově vylíhlé mouchy byly ponechány v bednách až do úhynu a následně entomologickou pinzetou přemístěny do předem připravených sklenic naplněných s vodou, octem a detergentem (Jarem). K rosení vnitřního prostoru beden byl použit rozprašovač s vodou. Po celý průběh experimentu byly zaznamenávány teplotní a vlhkostní hodnoty prostřednictvím dataloggeru VOLTCRAFT DL-140TH. Interval záznamu byl 15 minut (Tabulka 7).

### **4.2.2 Postup přípravy**

Do každé plastové bedny byl nasypán písek do pískovišť tak, aby dno bylo pokryto zhruba 10 cm vysokou vrstvou. Písek umožnil částečně regulovat vlhkost uvnitř beden a sloužil jako substrát pro zakuklení larev. Do každé bedny bylo vloženo vždy jeden kus hovězího masa. Všechny bedny byly překryty plastovým víkem s otvorem a umístěny na svá stanoviště - dvě bedny do keře před vchodem, další dvě na balkon do třetího patra a poslední dvě bedny na balkon v šestém patře. Všechny bedny byly pomyslně nad sebou, orientovány na stejnou světovou stranu, a to na sever.

## **4.3 Realizace pokusu**

Pokus probíhal ve dvou opakováních, A a B. Obě opakování probíhala paralelně. Pokusy byly zahájeny 16. 7. 2015.

## **4.4 Exponování**

Za deště, ráno od 9:00 hodin, dne 16. 7. 2015 bylo exponováno všech šest masových návnad. Před vchod do keřů, do třetího patra na balkon a do šestého patra na balkon, vždy po dvou kusech. Pokus B sloužil jako kontrola pokusu A. Druhý den byly otvory ve víku všech beden překryty textilií, která bránila dalšímu náletu hmyzu, ale současně umožnila odvětrání vnitřního prostoru beden.

Všechny víka krabic byly zatíženy cihlami, nejdříve z důvodu pohybu koček v přízemí a holubů ve vyšších patrech, později především jako prevence před únikem migrujících larev z beden před kuklením.

Experiment byl ukončen 4. 8. 2015, po vylíhnutí všech much.

## **4.5 Pozorování a kontroly**

Exponáty byly první den pozorovány a kontrolovány za světla každé dvě hodiny a druhý den do 15.00. Při těchto kontrolách a pozorováních byl prováděn záznam aktivity much na předloženém mase a rychlost naklazení vajíček. Poté byl znemožněn přístup dalších much a následující 3 dny byly exponáty kontrolovány 3x za den, z toho 1x denně roseny. Od 21. 7. 2015 po 4. 8. 2015 probíhala kontrola a rosení 1x za den.

## **4.6 Zpracování vzorků**

Vylíhlé a uhynulé mouchy byly odebrány entomologickou pinzetou a přendány do předem připravených šesti zavařovacích sklenic, které byly naplněny konzervačním roztokem namíchaným z 1 l vody, 200 ml octa a pár kapek detergentu (Jaru). Sklenice byly nezaměnitelně označeny shodně s variantou v bedně.

Entomologický materiál určily Vanda Klimešová a Tereza Olekšáková, revizi určeného materiálu provedla Hana Šuláková. Se statistickým zpracováním mi pomohla Vanda Klimešová.

## 5 Výsledky

### 1. den 16. 7. 2015

11:00 – U krabic 1A a 1B z přízemí byla pozorována největší aktivita hmyzu. Okolo poletovalo i přes mírný déšť spousta much a vos. U krabic ve třetím (3A, 3B) a v šestém (6A,6B) patře nebyl zaznamenán žádný hmyz.

13:00 – Již nepršelo a svítilo slunce. U 1A a 1B bylo vypořozováno velké množství vos přímo na mase. U 3A a 3B nebyly stále pozorována žádná aktivita. U 6A a 6B maso osychalo výrazně rychleji než v nižších patrech.

15:00 – Aktivita vos ve variantách 1A a 1B se výrazně snížila, pouze na 1A byla pozorována jedna vos, jinak žádný hmyz nebyl shledán, a to ani u ostatních exponovaných kusů masa.

17:00 – Vysvitlo slunce, zvýšila se teplota vzduchu a opět vzrostla aktivita vos okolo kusů masa ve variantách 1A a 1B. U variant 3A a 3B byly vypořozovány první mouchy rodu *Hydrotaea* a *Sarcophaga*, z toho obecně více much bylo v bedně 3B. U 6A a 6B byla sledována pouze kondenzace vody na vnitřní straně víka.

20:00 – Kolem variant 1A a 1B létaly vosy a mouchy rodu *Hydrotaea*. U 3A a 3B začalo osychání masa. Maso v šestém patře silně zapáchalo.

### 2. den 17. 7. 2015

Od rána bylo slunečno a teplo, slunce po celou dobu pokusu svítilo na druhou stranu domu, proto všechny pozorované krabice se nacházely ve stínu.

10:00 – Na variantě 1A se vyskytovalo nejvíce much náležících do rodů *Lucilia* a *Hydrotaea*. Okolo masa v bedně 1B byla aktivita much nižší, nicméně rodové složení bylo stejné. Ani na jedné variantě již nebyly pozorovány vosy. Na mase v přízemí a ve třetím patře byly zjištěny shluky vajíček, a to většinou v zářezech masa, jen u varianty 3A byly rozmístěny po povrchu. Okolo beden 3A a 3B létalo podstatně méně much než v přízemí, ale intenzivněji než předešlý den. Maso v třetím patře mnohem více zelené, než v přízemí.

U masa v šestém patře nebyla stále shledána žádná změna. Maso se pouze více kazilo oproti nižším patřům

12:00 – Varianty 1A, 1B, 3A a 3B bez další změny. V šestém patře byly poprvé viděny mouchy rodu *Lucilia*.

14:00 – Na mase v bednách 1A a 1B se objevili okřídlení mravenci, much okolo létalo přibližně stejné množství jako v předešlých hodinách. Ve třetím patře byla sledována stejná aktivita. V šestém patře byly navíc spatřeny mouchy rodu *Sarcophaga*.

15:00 – Otvory na víkách všech beden byly překryty textilií silonek, aby se zabránilo dalšímu náletu hmyzu a zajištěn nerušený vývin nakladených vajíček ve všech variantách.

### **3. den 18. 7. 2015**

10:00 – Maso ve variantě 1A plné larev (maggot mass), u varianty 1B pozorována menší četnost larev. Také na mase v bedně 3A zjištěna četná aktivita larev, ale u varianty 3B nebyly žádné larvy zatím vyzorovány. Na mase v bednách 6A a 6B nebyly spatřeny žádné larvy ani vajíčka.

15:00 – Varianty přízemí a třetí patro beze změn, v šestém patře nalezena vajíčka až po nadzvednutí masa.

17:00 – Zjištěny první larvy na mase v bedně 3B

### **4. den 19. 7. 2015**

10:00 – v přízemí u vzorků 1A a 1B bylo nalezeno obrovské množství larev různých velikostí. Lezly po všech stěnách i zespod víka. Ve třetím patře byly larvy přímo na mase. V šestém patře bylo nejvíce larev v písku pod masem.

15:00 – Maso v bedně 1A již nebylo vidět pod masou hýbajících se larev (maggot mass), zjištěna snaha larev uniknout mimo prostor bedny. Na mase 1B bylo larev podstatně méně a nevyhlázaly ven. 6A a 6B obsahovalo pár larev na mase a v písku.

17:00 – Žádné viditelné změny.

### **5. den 20. 7. 2015**

První větší změny byly zpozorovány až v 17:00.

17:00 – V přízemí (1A i 1B) byla většina larev již zakuklena. U 1A bylo maso skoro rozložené činností larev, obdobně maso ve variantě 3A. Na mase v bedně 3B byly larvy ještě stále v migrační fázi. V šestém patře se larvy stále živily na mase.

**26. 7. 2015** – Zaznamenán výskyt prvních vylíhlých dospělců much byl v přízemí v krabici 1B. Během následujících dvou dní se začaly mouchy líhnout i ve všech ostatních bednách.

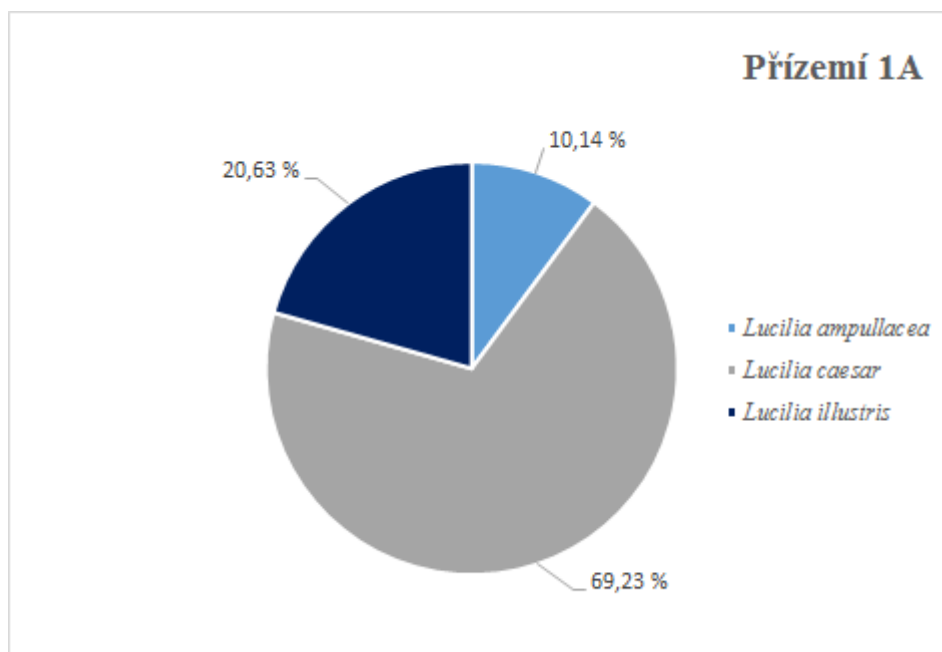
## 5.1 Druhové složení v jednotlivých variantách

Druhové složení v jednotlivých variantách je vystihnuto v následujících tabulkách a grafech.

Tabulka 1: Druhové složení a početní zastoupení ve variantě 1A

Druh	samců	samic	celkem	%
<i>Lucilia ampullacea</i>	11	47	58	10,14
<i>Lucilia caesar</i>	37	359	396	69,23
<i>Lucilia illustris</i>	16	102	118	20,63
<i>Hydrotaea ignava</i>	0	0	0	0

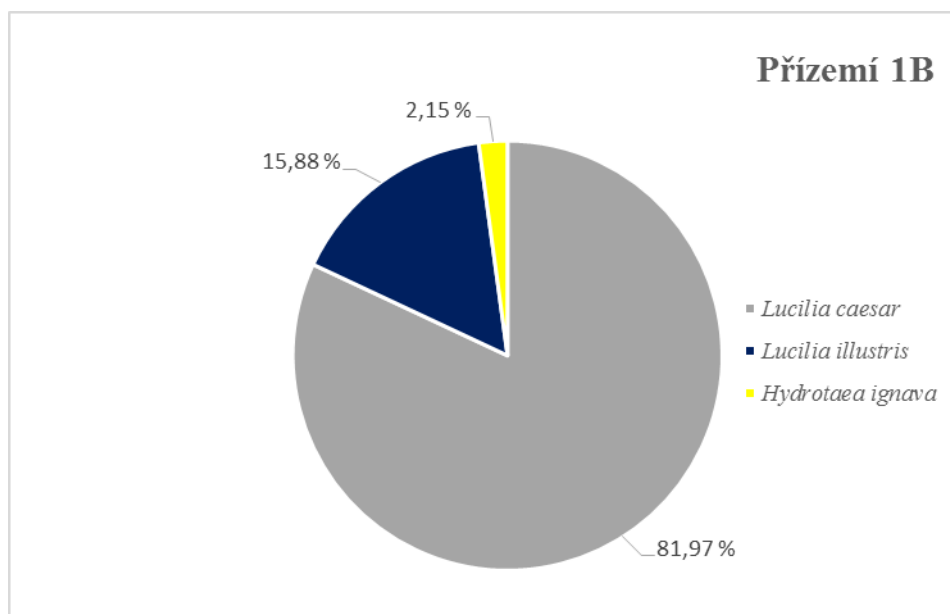
Graf 2: Druhové složení a procentuální zastoupení ve variantě 1A [%]



Tabulka 2: Druhové složení a početní zastoupení ve variantě 1B

Druh	samců	samic	celkem	%
<i>Lucilia ampullacea</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia caesar</i>	344	230	573	81,97
<i>Lucilia illustris</i>	47	64	111	15,88
<i>Hydrotaea ignava</i>	6	8	14	2,15

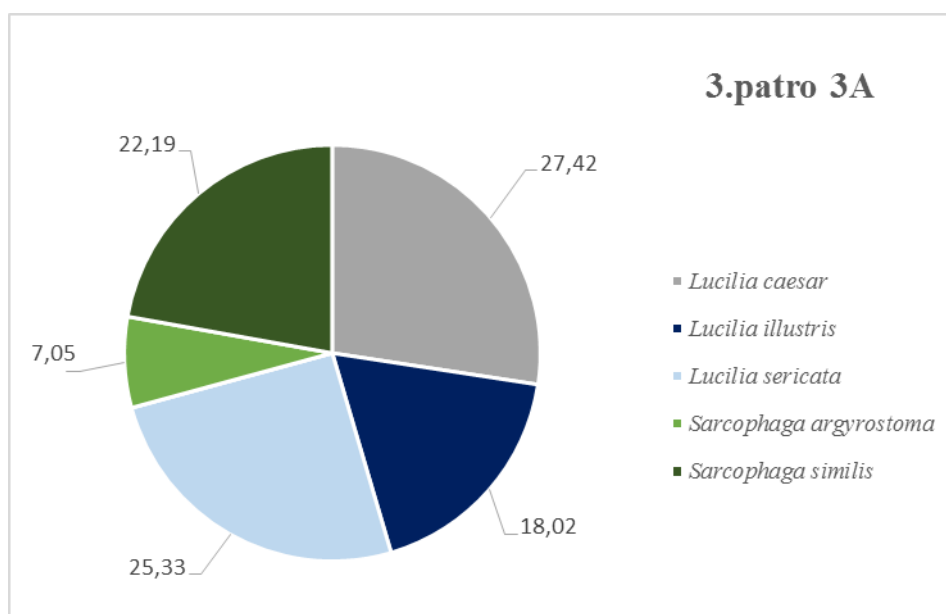
Graf 3: Druhové složení a procentuální zastoupení ve variantě 1B [%]



Tabulka 3: Druhové složení a početní zastoupení ve variantě 3A

Druh	samců	samic	celkem	%
<i>Lucilia ampullacea</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia caesar</i>	38	67	105	27,42
<i>Lucilia illustris</i>	33	36	69	18,02
<i>Lucilia sericata</i>	22	75	97	25,33
<i>Hydrotaea ignava</i>	0	0	0	0
<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	17	10	27	7,05
<i>Sarcophaga similis</i>	46	39	85	22,19

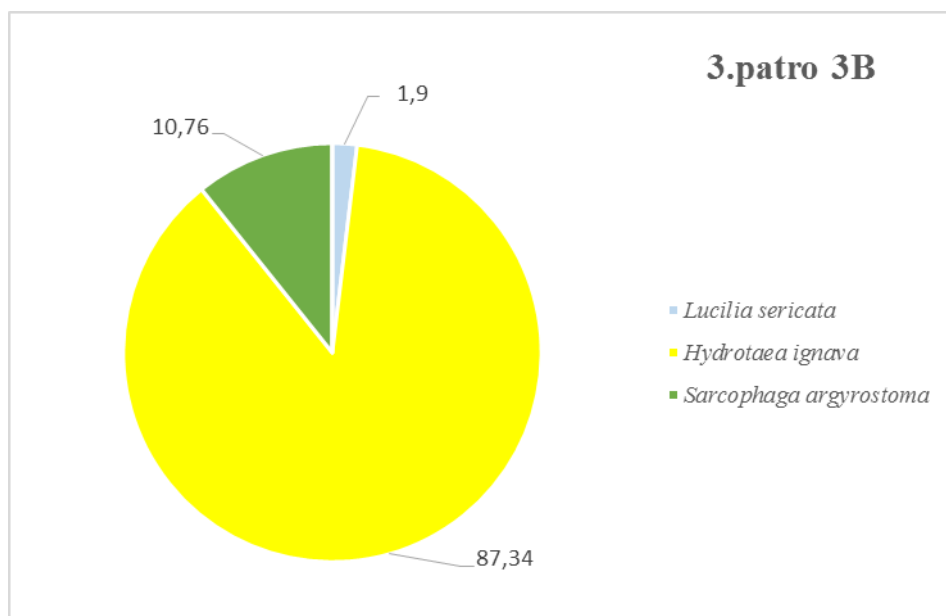
Graf 4: Druhové složení a procentuální zastoupení ve variantě 3A [%]



Tabulka 4: Druhové složení a početní zastoupení ve variantě 3B

Druh	samců	samic	celkem	%
<i>Lucilia ampullacea</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia caesar</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia illustris</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia sericata</i>	1	2	3	1,9
<i>Hydrotaea ignava</i>	79	59	138	87,34
<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	6	11	17	10,76
<i>Sarcophaga similis</i>	0	0	0	0

Graf 5: Druhové složení a procentuální zastoupení ve variantě 3B [%]

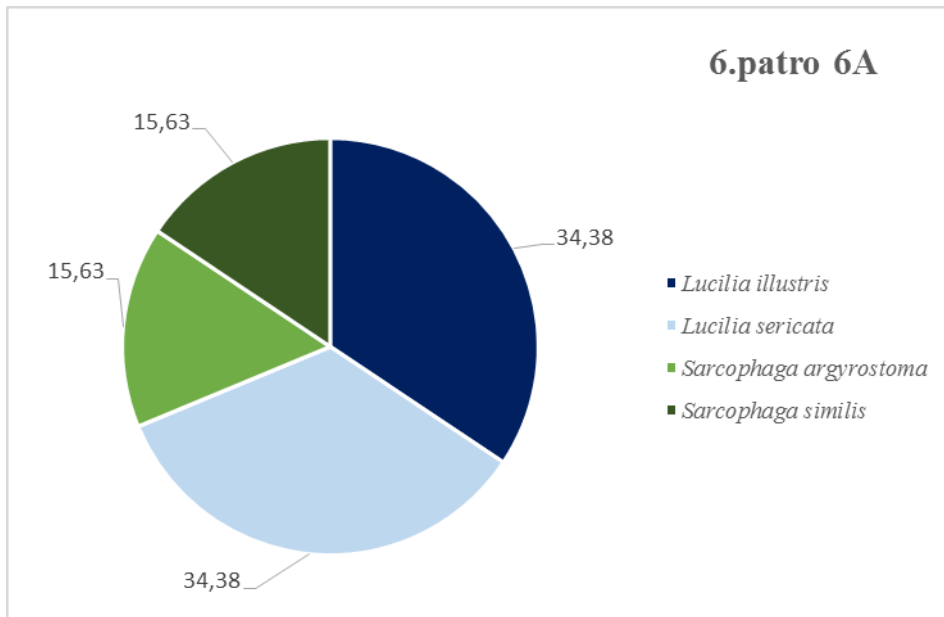


Tabulka 5: Druhové složení a početní zastoupení ve variantě A

Druh	samců	samic	celkem	%
<i>Lucilia ampullacea</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia caesar</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia illustris</i>	8	14	22	34,38
<i>Lucilia sericata</i>	5	17	22	34,38
<i>Hydrotaea ignava</i>	0	0	0	0
<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	3	7	10	15,63
<i>Sarcophaga similis</i>	4	6	10	15,63



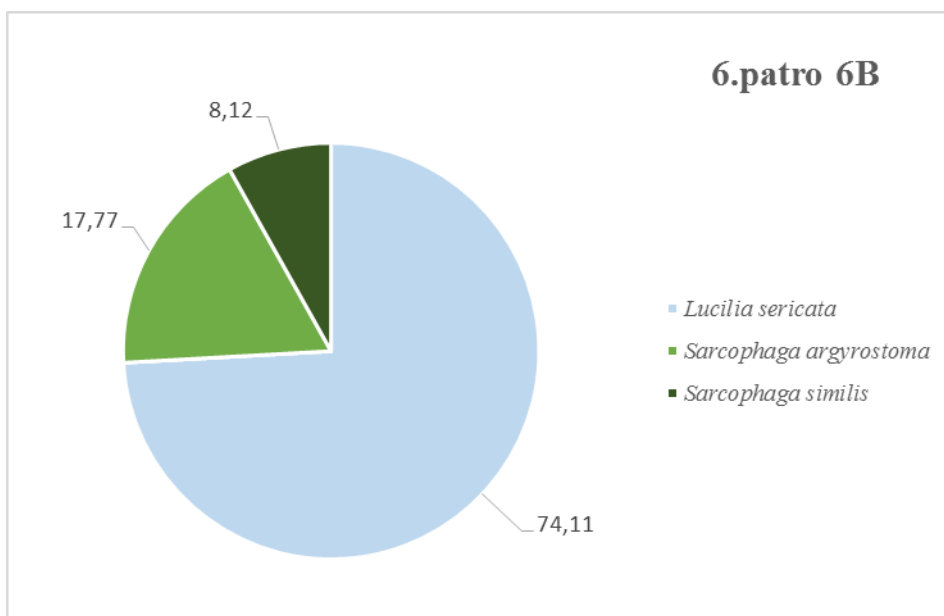
Graf 6: Druhové složení a procentuální zastoupení ve variantě 6A [%]



Tabulka 6: Druhové složení a početní zastoupení ve variantě 6B

Druh	samců	samic	celkem	%
<i>Lucilia ampullacea</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia caesar</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia illustris</i>	0	0	0	0
<i>Lucilia sericata</i>	69	77	146	74,11
<i>Hydrotaea ignava</i>	0	0	0	0
<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	19	16	35	17,77
<i>Sarcophaga similis</i>	8	8	16	8,12

Graf 7: Druhové složení a procentuální zastoupení ve variantě 6B [%]



## 6 Diskuze

Realizovaný pokus se soustředil na výskyt hmyzu řádu Diptera v urbanizovaném prostředí v podmínkách České republiky a současně porovnával zastoupení jednotlivých druhů (graf 8) v různých výškách panelového domu (tabulky a grafy 1-6). I přes nepříliš velké výškové rozdíly mezi přízemím, třetím a šestým poschodím panelového domu bylo zřejmé, že výška má výrazný vliv jak na dekompozici předloženého masa, tak na zastoupení jednotlivých skupin hmyzu.

Rešeršní část práce ukázala, že literárních zdrojů na toto téma není mnoho a také prozatím nebyl obdobný pokus proveden, není tedy s čím získané výsledky porovnat.

Ve třetím a šestém patře byly nalezeny mouchy *Sarcophaga argyrostoma* a *Sarcophaga similis*, které ve variantě přízemí chyběly (tabulka 1, 2 a graf 2, 3). Tyto výsledky odpovídají, tvrzení Šulákové (2015), že masařky se často vyskytují na vyvýšených bodech v krajině, včetně panelových domů, a proto se často stahují do bytů a uzavřených prostor.

Pardubice se nacházejí ve výšce 237 m n. m. – Daněk (1990) uvádí, že do 300 m n. m. se jedná o nížiny a měly by se zde vyskytovat podobné druhy, přesto z pokusu jasně vyplývá, že druhové složení se mění v závislosti na výšce – jiné složení je v přízemí než v 6. patře. Potvrdilo se i tvrzení Povolného (2005), že masařky vyhledávají vysoko posazená a sluncem prohřátá místa pro své rozmnožování (tzv. hilltopping). Dokazuje to i skutečnost, že v substrátu v přízemí ve stinném keři (varianta 1A a 1B) nebyl shledán žádný jedinec čeledi Sarcophagidae.

Tvrzení, že až 95 % zajištěných larev z čeledi masařkovitých nalezených na mrtvolách v bytech patří masařce *Sarcophaga argyrostoma* (Šuláková, 2014) nebylo potvrzeno. Odchovaných imag *Sarcophaga argyrostoma* bylo 44,5 %. Larvy druhů *Sarcophaga argyrostoma*, *Sarcophaga similis* a *Hydrotaea ignava* jsou od druhého, příp. třetího instaru dravé, tj. loví larvy ostatního hmyzu (Šuláková, 2014), mohly ovlivnit početní stav larev bzučivky (*Lucilia* sp.). Zejména v třetím patře (graf 10) u varianty 3B (tabulka 4 a graf 5), ve které byly zastoupeny *Lucilia sericata*, *Hydrotaea ignava* a *Sarcophaga argyrotoma* mohlo

dojít vlivem predačního tlaku k podstatnému snížení počtu zastoupených bzučivek. Projevilo se to nižší četností odchovaných imag *Lucilia sericata* a také nulovým počtem imag *Lucilia caesar* a *Lucilia illustris* oproti variantě 3A ve třetím patře (tabulka 3 a graf 3), kde bylo 105 jedinců *Lucilia caesar*, 69 jedinců *Lucilia illustris* a 0 jedinců dravých *Hydrotaea ignava*. K podobnému jevu (graf 9) nejspíš došlo i v přízemí (varianta 1B) (tabulka 2 a graf 3), kde chybí zástupci *Lucilia ampullacea* a dominují imaga *Hydrotaea ignava*, oproti druhému substrátu v přízemí (varianta 1A) (tabulka 1 a graf 2).

Rognes (1991) uvádí, že *Lucilia illustris* je velmi hojnou a častou bzučivkou, potvrdila to i praktická část této práce. Jako jediný druh se objevuje ve všech třech výškových variantách. Také tvrzení Nuorteva (1964), že jí daleko více přitahuje sluneční záření, než *Lucilia caesar* se ukázalo jako pravdivé. *Lucilia caesar* měla největší početní zastoupení na substrátu v přízemí (varianty 1A a 1B), což bylo stinné místo v keři. Dále se také potvrdilo vzhledem k místu provedení pokusu, což byly balkony panelového domu, že *Lucilia illustris* je silně synantropní a využívá změn prostředí způsobených člověkem (Nuorteva, 1963).

Získaná data prokázala, že pokud máme vhodné klimatické podmínky – vhodná teplota a vlhkost (viz tabulka 7), k pokusu stačí 300 g kus masa, který je již po prvním dni exponování dostatečně zakladen, pro následný odchov dospělých jedinců. To stačí pro získání optimálního množství informací.

Při případném opakování experimentu bude vhodné pro přesnější výsledky budoucí experimenty provést ve více sériích, které by pokryly jednotlivá roční období. Rozhodně bych volila vyšší budovu a experiment vyzkoušela při větších výškových rozdílech. Pro lepší přesnost dat doporučuji udělat i více kontrolních opakování. Dále navrhuji experiment provést i v jiných lokalitách a provést měření teploty a vlhkosti v každém patře zvlášť. Tím, že se teplota a vlhkost měřila pouze ve třetím patře (varianta 3A a 3B) dosáhli jsme pouze průměrných hodnot a dá se předpokládat, že by se teplota i vlhkost v jednotlivých patrech částečně lišila.

## 7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo formou literárních rešerší získat a zpracovat údaje o rozkladu těl obratlovců a informace o jednotlivých druzích hmyzu, který se na rozkladu podílí. Pokusná část práce sleduje výskyt konkrétních druhů much v České republice, v různých výškách, pomocí masových nástrah v jednotlivých patrech panelového domu.

Experiment prokázal, že v našich podmínkách jsou dominantní tři čeledě – Calliphoridae, Muscidae a Sarcophagidae, které se podílejí na rozkladu těl v aerobních podmínkách. Toto zjištění je zcela v souladu s dostupnou literaturou. Potvrdilo se také, že výška uložení substrátu nad zemí má značný vliv na zastoupení jednotlivých čeledí a také početnost jednotlivých jedinců. Dále se potvrdil fakt, že pro rychlost rozkladu je zásadním faktorem teplota, vlhkost i druhová diverzita.

Pro přesnější informace by bylo vhodné experiment provést ve více lokalitách a poté jednotlivé lokality porovnat, využít vyšší budovy a mít možnost sledovat větší výškové rozdíly, pokus několikrát zopakovat a to i v různých ročních obdobích.

## 8 Seznam literatury

- Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Sci. Int.* 120. 2–14.
- Burnie, D. 2002. *Zvíře – Obrazová encyklopedie živočichů všech kontinentů*. Knižní klub. 566.
- Braack, L. E. O. 1986. Arthropods associated with carcasses in the northern Kruger National Park. *South Africa Journal of Wildlife Research* 16. 91–98.
- Calvignac – Spencer, S., Merkel, K., Kutzner, N., Köhl, H., Boesch, Ch., Kappeler, P., Metzger S., Schubert, G., Leendertz, F.H. 2013. Carrion fly – derived DNA as a tool for comprehensive and cost – effective assessment of mammalian biodiversity. *Molecular ecology*. 915-924.
- Catts, E. P., Goff M. L. 1992. Forensic Entomology in Criminal Investigations. *Annual Review of Entomology* 37. 253 – 272.
- Clements, F. E. .1916. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Publication 242. (Carnegie Institute: Washington). 512.
- Daněk, L. 1990. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. *Čs. Kriminalistika* 1. 13 – 17, 42.
- Draber – Moňko, A. 2004. *Calliphoridae, Plujki (Insecta: Diptera)*. ISBN: 83-88147-02-1. 472 – 480.
- Elišová, H., Šuláková, H. 2012. Forenzní biologie. In: Štefan J. & Hladík J. (eds.). *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Grada, Praha. 281-325.
- Erzinçlioğlu, Z. 1996. Blowflies. *Naturalist Handbooks No. 23*, Richmond Publishing. 71.
- Ginger, J.G. 2005. Decomposition and arthropod succession on above ground pig carrion in rural Manitoba. Department of Entomology. University of Manitoba. Winnipeg. Manitoba. 21 – 24.
- Hall, D. G. 1990. Medicocriminal entomology. *Annals of the Entomological Society of America* 86. 589-593.
- Hrdinová, M., Šuláková, H., Barták M. 2013. Využití čeledi Piophilidae (Diptera) ve forenzní praxi. In: Kubík Š. Barták M. (eds.) (2013) *Workshop on biodiversity*, Jevany, Česká zemědělská univerzita v Praze. 170-184.
- Kashyap, V. K., Pillay, V. V. 1989. Efficiency of Entomological Methods in Estimation of Postmortem Interval: a Comparative Analysis. *Journal of Forensic Sciences*. 245 – 250.

- Kubík, Š., Országh, I. 2009. Calliphoridae Brauer a Bergenstamm. 1880. In: Jedlička, L., Kúdela, M., Stroukalová, V. 2009 (eds.). Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia
- Kubík, Š., Povolný, D. 2005. Calliphoridae (bzučivkovití). In: Farkač J., Král D. & Škopík M. (eds). Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Praha. 363–364.
- Laupy, M. 1994. Vědecká sdělení. Post mortem interval a nekrofilní mouchy. Ústředna kriminální policie Policie ČR. Kriminologický ústav Praha. 121-123.
- Lecquiere, M. 1976. Entomologie et médecine légale: *Sarcophaga argyrostoma* Rob. – Desv. (Dipt., Sarcophagidae). Bull. Ann. Soc. r. ent. Belg. 119-126.
- MacLeod, J., Donnelly, J. 1963. Dispersal and interspersal of blowfly populations. *Journal of Animal Ecology* 31. 1–32
- Martínez-Sánchez, A., Rojo, S., Marcos-García, M. A. 2000. Annual and spatial activity of dung flies and carrion in a Mediterranean holm-oak pasture ecosystem. *Medical and Veterinary Entomology*. 56–63.
- Mégnin, J.-P. 1894. La fauna des cadavres. Application de l'Entomologie à la Médecine Légale. Paris, Encyclopedie Sci Aide-Mémoire
- Nuoterva, P. 1963. Synanthropy of blowflies (Dipt., Calliphoridae) in Finland. *Suomen hyönt. Aikak.* 29. 1-46.
- Nuoterva, P. 1964. Differences in the ecology of *Lucilia caesar* (L.) and *Lucilia illustris* (Meig.) (Diptera, Calliphoridae) in Finland. *Wiadomosci parazytologiczne* 10. 583-587.
- Pavel, V., Chutný, B., Petrusková, T., Patrušek, A. 2008. Blow fly *Trypocalliphora braueri* parasitism on Meadow Pipit and Bluethroat nestlings in Central Europe. *J. Ornithol.* 149. 193-197.
- Povolný, D. 1987. Hmyz v kriminologii. *Vesmír* 7/1987. 205-208.
- Povolný, D. 2005. Masařky dokládají geologickou minulost Sicílie. *Vesmír*. 2005/2. 83, 85.
- Povolný, D., Verves, Y. 1997. The Flesh - Flies of Central Europe (Insecta, Diptera, Sarcophagidae). *Spixiana Zeitschrift für Zoologie. Supplement* 24. 213-214, 217.
- Prado E Castro, C., Serrano, A., Martinis Da Silva, P. and García, M. D. 2012. Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*. 417-431.
- Rognes, K. 1991. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna entomologica Scandinavica*. 152-156.

Rognes, K. 2013. Fauna Europaea: Calliphoridae In: Pape T. (ed.): Fauna Europaea: Diptera, Brachycera. Fauna Europaea version 2.6.2. <<http://www.faunaeur.org>>. Most data not changed since 2010. Accessed 15.01.2014.

Šuláková, H. 2006. Speciální biologie: využití hmyzu při stanovení post mortem intervalu. Kriminologický sborník, 3. 36-37.

Šuláková, H. 2014. Forezní entomologie – když smrt je začátek. Živa 5/2014. 250 – 256.

Šuláková, H. 2015. Ústní sdělení. Forezní znalec, Kriminologický ústav Praha Policie České republiky, 3. listopadu 2015.

Šuláková, H., Barták, M. 2013a. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with animal and human decomposition in the Czech Republic: preliminary results. Čas. Slez. Muz. Opava (A), 62. 255-266.

Šuláková, H., Barták M., Vaněk, J. 2014. Bzučivkovití (Diptera, Calliphoridae) české části Krkonoš. Opera Corcontica 51. 145–156.

Šuláková, H., Gregor, F., Ježek, J., Tkoč, M. 2014. Nová invaze do našich obcí a měst: koutule *Clogmia albipunctata* a problematika myiáz. Živa 1/2014. 29-32.

Šuláková, H., Markvartová, J., Beran, M. 2013b. Hmyz a mrtvý muž v bytě. Kazuistika. Soudní lékařství, 58(1). 2-5.

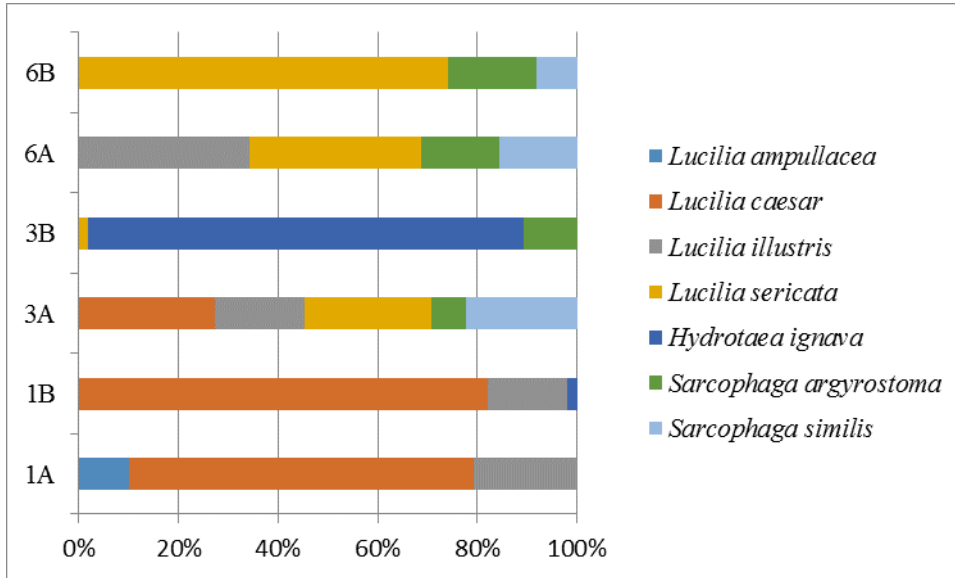
Šuláková, H., Rognes, K., Barták, M., Kubík, Š. 2013c. Calliphoridae (Diptera) of Vráž nr. Písek (Czech Republic). In: Kubík Š., Barták M. (eds): Sborník prací z mezinárodního workshopu „Workshop on biodiversity, Jevany“, Česká zemědělská univerzita v Praze. 381-388.

Zumpt, F. 1965. Myiasis in Man and Animals in the Old World: A Textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists. Butterworths, London. 1–267.

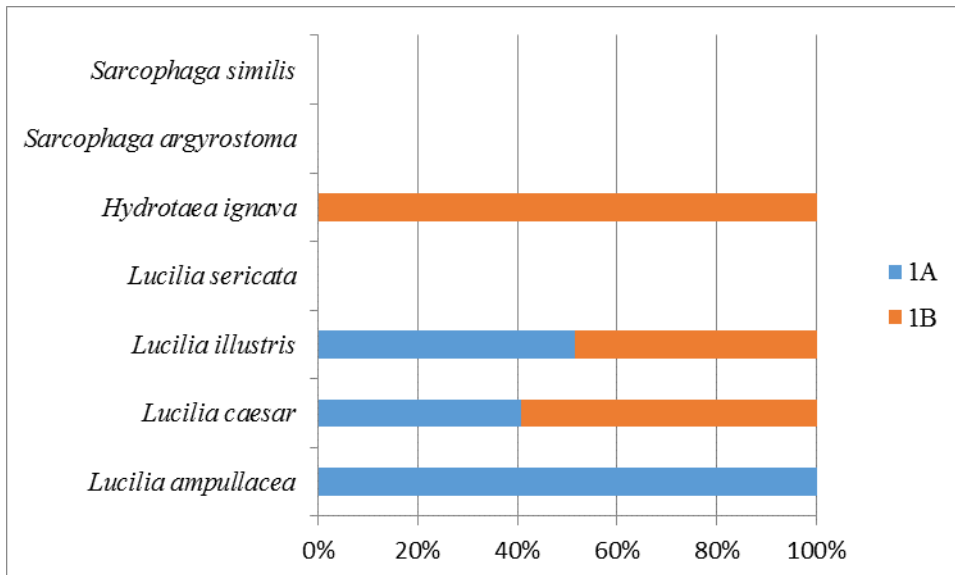
Pokorný, Z. 2014. Bzučivka zlatá [online]. Chov zvířat. 24. 1. 2014 [cit. 2016 – 2 - 20]. Dostupné z <<http://www.chovzvirat.cz/zvire/1168-bzucivka-zlata/>>

## 9 Samostatné přílohy

Graf 8: Druhové zastoupení - celek

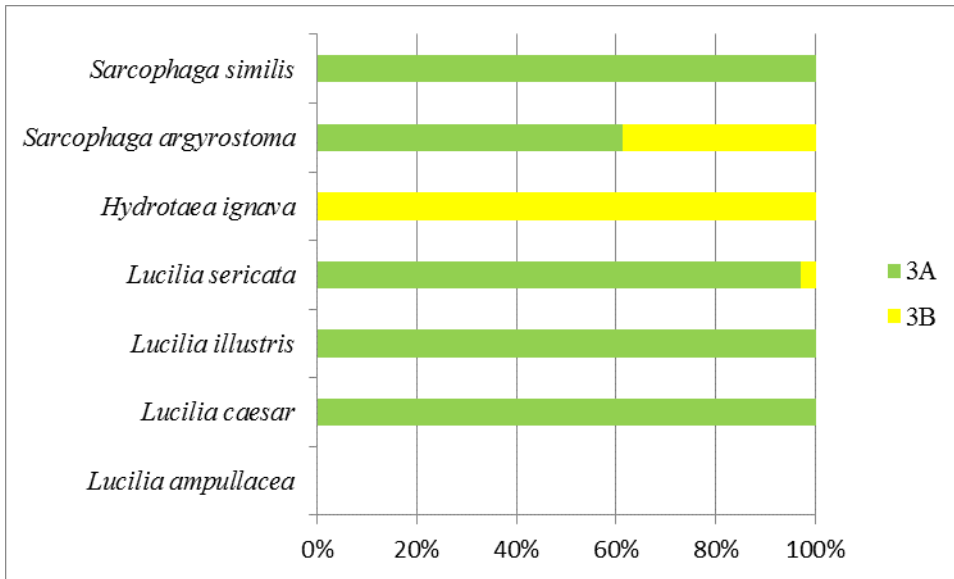


Graf 9: Druhové zastoupení – přízemí

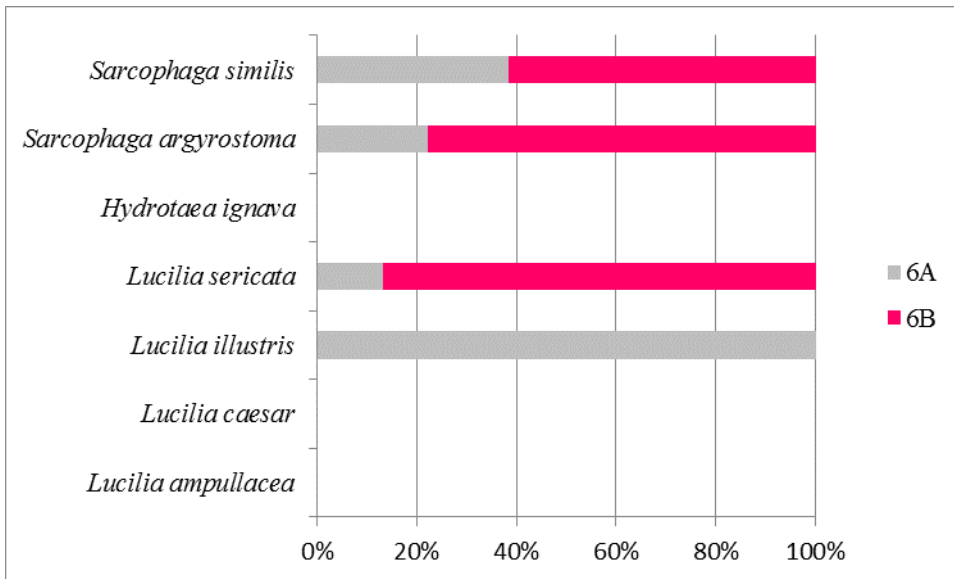




Graf 10: Druhové zastoupení - třetí patro



Graf 11: Druhové zastoupení – šesté patro



Tabulka 7: Naměřené hodnoty prostřednictvím dataloggeru VOLTCRAFT DL-140TH

Datum	čas	teplota [°C]	vlhkost [%]
16.07.2015	8:00	19.8	67.0
	12:00	22.4	72.4
	16:00	27.0	51.0
	20:00	30.1	44.3
17.07.2015	8:00	22.3	73.3
	12:00	27.5	49.5
	16:00	31.9	34.8
	20:00	28.8	56.5
18.07.2015	8:00	23.9	66.1
	12:00	29.0	45.3
	16:00	33.1	34.1
	20:00	29.8	54.0
19.07.2015	8:00	25.0	62.6
	12:00	30.2	50.3
	16:00	32.0	36.3
	20:00	30.5	40.7
20.07.2015	8:00	22.0	51.1
	12:00	24.7	47.0
	16:00	28.1	42.1
	20:00	27.3	47.0
1. imága			
26.07.2015	8:00	19.0	46.8
	12:00	20.6	40.7
	16:00	22.5	32.8
	20:00	25.5	28.3

Obrázek 1: Přípravná fáze



Obrázek 2: Přípravná fáze – včetně vík s otvory, které umožňují přístup hmyzu



Obrázek 3: Varianty 1A a 1B – stinný keř



Obrázek 4: Varianta 1A – 1. den pokusu 16. 7. 2015



Obrázek 5: Varianta 1B – 1. den pokusu 16. 7. 2015



Obrázek 6: Varianta 3A – 1. den pokusu 16. 7. 2015



*Obrázek 7: Varianta 3B – 1. den pokusu 16. 7. 2015*



*Obrázek 8: Varianta 6A – 1. den pokusu 16. 7. 2015*



Obrázek 9: Varianta 6B – 1. den pokusu 16. 7. 2015



Obrázek 10: První viditelný hmyz v přizemí – vosička obecná (Linnaeus, 1758)



*Obrázek 11: První viditelní kolonizátoři v přízemí – bzučivky*



*Obrázek 12: Den 2. - 17. 7. 2015 v 15:00 – zneprístupnění dalších náletů pomocí silonek a přenesení krabic z přízemí do 3. patra*





*Obrázek 13: Pohled na exponáty v 6. patře*



*Obrázek 14: Detail na zadělaný otvor ve víku silonkou a cihly, které bránily zvednutí larvami a jejich následnému úniku*



*Obrázek 15: Varianta 1A – den 4. – 19. 7. 2015*



*Obrázek 16: Varianta 1B – den 4. – 19. 7. 2015*



*Obrázek 17: Varianta 3A – den 4. – 19. 7. 2015*



*Obrázek 18: Varianta 3B – den 4. – 19. 7. 2015*



*Obrázek 19: Varianta 6A – den 4. – 19. 7. 2015*



*Obrázek 20: Varianta 6B – den 4. – 19. 7. 2015*

