

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Katedra ekologie



**DEKOMPOZICE MRŠIN A SUKCESNÍ VÝSKYT  
MRCHOŽROUTOVITÝCH BROUKŮ**

**(COLEOPTERA: SILPHIDAE)**

Decomposition of carcasses and successional presence of carrion  
beetles (coleoptera: silphidae)

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**



Vedoucí práce: Ing. Hana Šípková Ph.D.

Bakalant: Ludmila Dubová

Mirovice 2012

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Hany Šípkové. Veškeré zdroje, prameny a literatura, které jsem použila, jsou řádně citovány s uvedením úplného odkazu na příslušný zdroj.

V Mirovicích 30. 04. 2012

.....

### **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Haně Šípkové, bez jejíž pomoci by tato práce nemohla vzniknout. Děkuji za ochotu, cenné rady, materiály a čas, který mi poskytla. Díky patří i Jiřímu Vávrovi, Aloisovi Hametovi, Michalu Knappovi a Janu Růžičkovi za determinaci jednotlivých čeledí. V neposlední řadě chci poděkovat svému manželovi, za pomoc s přípravou zemních padacích pastí.

V Mirovicích 30. 04. 2012

.....

## **Abstrakt**

Mršina představuje dočasný a velmi proměnlivý zdroj potravy pro rozmanité a odlišné společenství organismů. Mršiny prochází určitými fázemi rozkladu, který je závislý na podmínkách prostředí a mršiny.

Tato práce se zabývá rozkladem mrtvých těl tří bažantů (*Phasianus colchicus*) v období od 15. 08. 2011 - 15. 09. 2011 umístěných v zemních padacích pastech v okolí Mirovic (jižní Čechy, 6450c). Celkem bylo odchyceno 602 jedinců řádu Coleoptera; 561 imag a 41 larev. Byly zde zastoupeny čeledi Silphidae (162 ex.), Staphylinidae (133 ex.), Histeridae (257 ex.), Carabidae (44 ex.) a Dermestidae (1 ex.). Některé fáze rozkladu mršin nebylo možné pozorovat, pouze odhadovat dle druhů brouků a zápachu. Odchycené druhy víceméně korespondují s literaturou.

## **Abstract**

Decomposition is a natural and necessary process responsible for the return of organic material, such as dead plant or animal matter, to the ecosystem. Carrion, or dead animal matter, represents a temporary and changing food source for a varied and distinct community of organisms. It endures certain phases of decay that depend on environmental conditions and the nature of the carcass.

This research deals with the deterioration of three pheasant (*Phasianus colchicus*) carcasses, from Aug. 15th 2011 to Sept. 9th 2011, placed in pitfall traps in the surroundings of Mirovice (southern Bohemia, 6450c). In total, 602 members of order Coleoptera were captured; 561 adults and 41 larvae. The beetles were from various families; Silphidae (162), Staphylinidae (133), Histeridae (257), Carabidae (44) and Dermestidae (1). It was not possible to determine certain phases of the decay, only their estimation through beetle species and odor. The captured species are relatively consistent with literature.

## Obsah

1	Úvod.....	10
1.1	Cíle bakalářské práce.....	12
2	Teoretická část .....	13
2.1	Ekologická sukcese .....	13
2.1.1	Dekompozice mršín.....	14
2.1.2	Hnilobné procesy.....	14
2.1.3	Saponifikace .....	15
2.1.4	Mumifikace .....	15
2.2	Rozkladné procesy .....	15
2.3	Forenzní entomologie.....	18
2.3.1	Použité mršiny.....	22
2.4	Brouci (Coleoptera).....	24
2.4.1	Čeleď Silphidae .....	25
2.4.2	Čeleď Carabidae.....	30
2.4.3	Čeleď Staphylinidae .....	32
2.4.4	Čeleď Histeridae.....	33
3	Praktická část .....	35
3.1	Popis a charakteristika území.....	35
3.2	Metodika.....	36
4	Výsledky .....	39
4.1	Čeleď Silphidae .....	44
4.2	čeleď Staphylinidae .....	46
4.3	čeleď Histeridae.....	50
4.4	čeleď Carabidae.....	51
4.5	čeleď Dermestidae.....	54
4.6	Dekompozice mršiny a průběh sukcese brouků.....	54
5	Diskuse.....	57



## 1 Úvod

Mrtvým materiálem se v podstatě živí všichni konzumenti, ale jen rozkladači (bakterie a houby) a detritovoři (živočišní konzumenti mrtvé hmoty) neregulují dostupnost zdrojů ani rychlost jejich regenerace (Begon et al. 1997).

Detritovoři konzumují rostlinné zbytky, výkaly a mršiny (Begon et al. 1997). Rozklad mršin může nastat během daleko kratší doby než rozklad výkalů a rostlinných zbytků, což zajišťuje rychlejší návrat energie a živin do ekosystému, není však vždy spojen s pozitivním vlivem na půdní biologii (Carter et al. 2007).

Málokterý detritovor, konzumující rostlinné zbytky, je schopen sám trávit hlavní organické složky celulózu a lignin. Ostatní jsou schopni tyto látky trávit jen díky soužití s mikroflórou a prvoky produkující celulózu, která katabolizuje celulózu (Begon et al. 1997).

Někteří detritovoři konzumují výkaly bezobratlých a to opakovaně, neboť tím využívají k trávení mikroflóru, která se váže na exkrementy. Dále pak obratlovců a to především býložravců. Trus býložravců obsahuje hodně organické hmoty a je poměrně hojný, čímž si vytvořil svou vlastní faunu ať už příležitostných návštěvníků či specializovaných koprofágů (Begon et al. 1997).

Mrchožrouti mají od ostatních detritovorů zcela odlišný jídelníček, tím i komplex trávicích enzymů. Jsou vybaveni enzymatickými složkami podobnými karnivorním druhům, nebo chemickými složkami, které narušují peptidové vazby v keratinu, kolagenu a elastinu (Putman 1983). Mršiny kolonizují tři kategorie organismů. Jsou to obratlovci, bezobratlí a mikroflóra.

Bezobratlé, kteří se vyskytují na mršinách, dělíme na tyto trofické skupiny:

Nekrofágy, druhy vázané výhradně na mršiny (např. Calliphoridae, Silphidae, Trogidae, Dermestidae, Nitidulidae).

Saprofágy, asociované druhy s rozkládající se rostlinnou i živočišnou hmotou s různou preferencí jedné ze složek (někteří Hydrophilidae, Leiodidae, Staphylinidae).

Predátory/parazity, druhy potravně vázané na druhy předchozích dvou skupin (např. Histeridae, Staphylinidae, Cleridae).



Dále pak náhodně nalezené, kteří zde nacházejí přechodný úkryt, nebo příležitostné loviště (Kočárek 2001).

Rozkládající se mršina je dočasný, rychle se měnící zdroj, který podporuje velké dynamické hmyzí společenstvo. Krom ekologického zájmu se stala zájmem pro forenzní entomologii. Sukcesi hmyzu, který kolonizuje mršinu, můžeme použít k určení doby v právních šetřeních (Anderson & VanLaerhoven 1996).

Jen málo studií je zaměřeno na mrchožroutovité brouky (*Coleoptera: Silphidae*) v soudním kontextu. Nicméně některé druhy *Silphidae* mají stejné vlastnosti jako někteří dvoukřídlí (*Diptera*), kteří jsou používáni pro výpočet doby, která uplynula od chvíle, kdy osoba zemřela (dále jen PMI) a tak může prodloužit minimální PMI (Dekeirsschieter et al. 2010).

## **1.1 Cíle bakalářské práce**

Tato bakalářská práce se bude zabývat nalezením optimální metody k zaznamenávání průběhu dekompozice a výskytu asociovaného hmyzu, převážně mrchožroutovitých brouků (Coleoptera: Silphidae), ale i jiných skupin brouků.

Provedený terénní pokus bude zaměřen na pravidelné kvantitativní odběry nachytaných brouků do zemních padacích pastí s návnadou a cílem je zachytit průběh jejich nalétávání na mršiny.

Součástí bakalářské práce bude dále literární rešerše se zaměřením na sukcesi převážně mrchožroutovitých brouků (Coleoptera: Silphidae), kteří jsou atrahováni rozkládajícími se těly obratlovců.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Ekologická sukcese

Ekologická sukcese je definována jako vývoj druhů v čase; postupná záměna jednoho společenstva v jiné, osidlování, kolonizace nově vystavených nebo narušených míst, od pionýrského stádia až po stádium konečné - klimax. Ne vždy na stanovišti musí dojít ke klimaxu, ale díky disturbancím (např. člověkem) se může stanoviště udržovat v určitém stupni. Je to proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů budujících určité společenstvo na daném stanovišti. Sukcesní změny mohou být degradační – degradační sukcese. Při degradační sukcesi jednotlivé organismy postupně využívají zdroj, který je tím likvidován. Tato sukcese končí vyčerpáním zdroje a tedy zánikem společenstva vázaného na tento zdroj. Degradační sukcese se obvykle projevuje v relativně krátkém časovém úseku, několika měsíců až let. Výskyt druhů je dán podmínkami a zdroji, přítomností konkurence a predátorů (Begon et al. 1997).

Michaud & Moreau (2009) udává, že drtivá většina výzkumu ekologické sukcese se zaměřuje na rostlinná společenstva a jejich posloupnost, nebo společenstva zvířat, ale poměrně málo studií se zabývalo heterotrofní sukcesí mrchožroutovitého hmyzu i přesto, že je považována za jednu z nejvíce zjevných příkladů sukcese. Jedna z mála vědních disciplín, mladý vědní obor, forenzní (soudní) entomologie, studuje sukcesi hmyzu na rozkládajících velkých tělech (viz samostatná kapitola Forenzní entomologie). Na sukcesi hmyzu na mršínách menších rozměrů (např. myš, krysa, králík) je jen pár studií (viz níže).

V dalších kapitolách se budu zabývat dekompozicí mršín, popisem jednotlivých fází rozkladu a možnými faktory, které ovlivňují průběh rozkladu aj.

### 2.1.1 Dekompozice mršin

Rozklad je přirozený a nezbytný proces zodpovědný v rámci potravních řetězců za návrat organického materiálu (rostlinného i živočišného původu) do ekosystému. Mršina tak představuje dočasný a velmi proměnlivý zdroj potravy pro rozmanité a odlišné společenství organismů. Základním prvkem tohoto společenství jsou především dvoukřídlí (Diptera) a brouci (Coleoptera) (Kočárek 2003).

Průběh rozkladu mrtvého těla závisí na mnoha faktorech (Likovský 1967). Tyto faktory ovlivňují vlastnosti mrtvého těla (mršiny), tedy druh živočicha: jeho stáří, pohlaví, velikost, váhu, tučnost, zdravotní stav před smrtí, příčinu smrti, kontinuitu povrchu, ochlupení či opeření - jeho hustotu, zbarvení atp. Dále pak závisí na vnějších faktorech, jako jsou: čas, roční doba, teplota vzduchu, množství srážek, relativní vlhkost vzduchu, přístupu vzduchu, horizontální proudění vzduchu, kvalita a vlastnosti povrchu. Vlastnostmi povrchu v daném místě myslím např. strukturu půdy, porostu, sluneční svit, překážky v přilehlém terénu jako např. lesy, zastavěné plochy, které fragmentují krajinu a přítomnost různých druhů bakterií, plísní, hub nebo činnost dalších organismů zejména živočišných a činnost člověka. Při změně vnějších podmínek může dojít k pozastavení nebo úplnému zastavení některých rozkladných procesů a rozklad se může zvrhnout jiným směrem, než započal.

Proto Likovský (1967) dělí rozklad na tyto směry – hnilobu, saponifikaci nebo mumifikaci, pro které jsou charakteristické různé skupiny brouků.

### 2.1.2 Hnilobné procesy

Hnilobnými procesy dochází k anaerobní dekompozici pomocí bakterií, při které vznikají silně zapáchající plyny. Ty jsou schopny nafouknout mrtvolu a vytlačovat hnilobnou tekutinu místy nejmenšího odporu ven, tedy perforovanou kůží a ostatními otvory v těle (Likovský 1967).

Pro úplné dokončení hnilobných pochodů je nutná dostatečná vlhkost a přítomnost larev much, které rozruší veškeré měkké části těla a z mršiny zůstanou jen kosti, vazy a ostatní hůře rozložitelné části těl (Likovský 1967). Matuszewski et al. (2008) zjistili při studiích mršin prasat (*Sus scrofa*) v lesním biotopu, že nejvyšší míra rozkladu za stejné období je ve vlhkém lese a nejnižší v lese s nejmenší půdní vlhkostí.

Na hniječím mase nejčastěji nalezneme rody *Nicrophorus*, dále druhy *Necrodes littoralis*, *Thanatophilus rugosus*, *T. sinuatus*, *Oiceoptoma thoracica*, protože jejich hlavním zdrojem potravy jsou larvy dvoukřídých, které se na hniječí mrtvole vyskytují (Likovský 1967).

### 2.1.3 Saponifikace

Saponifikace nastane v případě nepřítomnosti, nebo nedostatku muších larev, které by dostatečně rozrušily kůži, která pak brání přístupu vzduchu do těla. Při saponifikaci dochází k ústupu bakterií a zmýdelnatění hmoty. Tělo vydrží dlouho celistvé. Postupně mýdlovitá hmota vysychá a ztrácí zápach (Likovský 1967). Vyznačuje se druhy nalézanými v srsti a horní vrstvě kůže, kde hledají potravu *Dermestes fritschi*, *Omosita colon*, *Nitidula rufipes* (Likovský 1967).

### 2.1.4 Mumifikace

Nastává pouze na místě exponovaném slunci za dostatečně vysoké teploty. Častěji dochází jen k mumifikaci částečné, mumifikace celého těla je vzácná (Likovský 1967).

K hnilobnému procesu inklinuje nejvíce břišní stěna, svalstvo k saponifikaci, hlava a především uši k saponifikaci. Po rozkladu těla hnilobou, saponifikací, mumifikací nebo jejich kombinací dochází k tlení, při němž jsou veškeré zbytky těla zcela zlikvidovány (Likovský 1967).

Charakteristická fauna mumifikované a tlející mrtvoly je shodná, vzhledem k mnoha společným rysům, hlavně co se týče kůže. Likovským (1967) zjištěné druhy jsou to *Atheta divisa*, *A. nigra*, *A. aterrima*, *Necrobia violacea*, *Dermestes murinus*, *D. undulatus*, *Omosita discoidea*, *Nitidula bipunctata*, *N. carnaria* a druhy rodu *Trox*.

## 2.2 Rozkladné procesy

Rozkladné procesy, které v mrtvém těle probíhají, dělí Kočárek (2001), Reed (1958), Grassberger & Frank (2004), Carter et al. (2007) a Matuszewski et al. (2008) na několik fází, které zahrnují momentálně probíhající fyzikální a chemické změny.

Rychlost, jakou dekompozice mrtvého těla probíhá je odvislá od abiotických podmínek a to teploty a vlhkosti. Dále na predátorech; množství a druhích mrchožroutovitého hmyzu, které mršinu kolonizují.

Prvním významným entomologem studujícím dekompozici mršin obratlovců v souvislosti s asociovaným hmyzem byl francouzský veterinární lékař Mégnin (1894), který rozlišoval celkem 8 stádií rozkladu během tříleté dekompozice, nebylo však uspokojivé (Kočárek 2001).

**Dnes se nejčastěji používá Reedovo (1958) dělení na 5 stadií** (Fresh, Bloated, Active Decay, Advanced Decay, Dry), případně ještě rozšířené o konečné stadium (Remains).

**1. Stadium „Fresh“ (čerstvý)** začíná, když přestane bít srdce, do prvních viditelných známek rozkladu. V příhodných teplotních podmínkách začne být tělo kolonizováno hmyzem během několika minut. Z těla se vyčerpá kyslík a stává se tak vhodným prostředím pro anaerobní mikroorganismy, které zahájí rozklad (Reed 1958, Kočárek 2001 nebo Carter et al. 2007).

**2. Stadium „Bloated“ (nafouklý)** začíná při prvním zaznamenání nafouknutí mrtvého těla, změně barvy, zápachu, což je důsledkem anaerobní dekompozice bílkovin; končí otevřením tělní dutiny zpravidla působením larev dvoukřídlých (Reed 1958, Kočárek 2001 nebo Carter et al. 2007). Větší oslunění mršiny stimuluje bakteriální rozvoj a má za následek rychlejší nástup „bloated“ fáze a zkrácení „fresh“ stadia (Matuszewski et al. 2008).

**3. Protržením kůže začne probíhat aerobní dekompozice a začíná stadium „Active decay“ (aktivní rozklad)**, roste aktivita nekrofágů (Reed 1958), aerobních mikroorganismů. Rozklad je charakteristický úbytkem tělní hmoty, vyplývající z vrcholu aktivity larev dvoukřídlého hmyzu a dochází k podstatnému úniku kapalin do půdy, přes perforovanou kůži a přirozené tělní otvory. To vede k tvorbě „cadaver decomposition island“ neboli ostrov rozkladu mrtvého těla, dále jen CDI, pokračuje až do doby, kdy se larvy dvoukřídlého hmyzu stěhují z mrtvolky do země a kuklí se (Carter et al. 2007).

**4. Nastupuje stadium „Advance decay“ (pokročilý rozklad)**. Rozkladem mršiny se zvyšuje koncentrace především uhlíku a dusíku v půdě. Uvolňují se z ní i další prvky jako jsou fosfor, draslík, vápník, hořčík a další živiny. Okolní vegetace

v důsledku toxicity velkého množství uvolněného dusíku a vylučováním antibiotik mušními larvami začíná viditelně strádat (Carter et al. 2007).

5. Těžko určit přechod ke **stadiu „Dry“ (suchý)**. Zvýšený růst pionýrských rostlin kolem okraje CDI by mohl sloužit jako indikátor „Dry“ stadia (Carter et al. 2007). Dle Reeda (1958) zůstávají mumifikované a suché zbytky kůže, kostí, chlupů a šlach, je cítit plesnivý zápach a larvy dvoukřídlého hmyzu již nejsou přítomny.

6. Carter et al. (2007) udává, že zvýšený růst rostlin v CDI by mohl ukazovat na **stadium „Remains“ (zbytky)**.

Kočárek (2001) a Grassberger & Frank (2004) používají 4 stadia rozkladu:

1. fresh,
2. bloated,
3. decay,
4. dry.

Oproti tomu Carter et al. (2007) nebo Matuszewski et al. (2008) používá 5 fází rozkladu:

1. fresh,
2. bloated,
3. active decay,
4. advanced decay,
5. remains.

Michaud & Moreau (2009) popisuje 6 stádií rozkladu:

1. fresh
2. bloated
3. active decay
4. advanced decay
5. dry
6. remains.

Pro přehlednost je Tabulka č. 1, kde jsou všechna stadia rozkladu dle autorů uvedena.

**Tabulka 1** Souhrn jednotlivých stádií rozkladu mršiny dle autorů Reed (1958), Kočárek (2001), Grassberger & Frank (2004), Carter et al. (2007), Matuszewski et al. (2008) a Michaud & Moreau (2009).

	Reed (1958)	Kočárek 2001, Grassberger & Frank (2004)	Carter et al. (2007), Matuszewski et al. (2008)	Michaud & Moreau (2009)
1.	čerstvý (fresh)	čerstvý (fresh)	čerstvý (fresh)	čerstvý (fresh)
2.	nafouklý (bloated)	nafouklý (bloated)	nafouklý (bloated)	nafouklý (bloated)
3.	aktivní rozklad (active decay)	rozklad - decay	aktivní rozklad (active decay)	aktivní rozklad (active decay)
4.	pokročilý rozklad (advanced decay)	suchý - dry	pokročilý rozklad (advanced decay)	pokročilý rozklad (advanced decay)
5.	suchý (dry)		zbytky (remains)	zbytky (remains)
6.				suchý (dry)

### 2.3 Forezní entomologie

Forezní entomologie je neustále se vyvíjející kriminalistická disciplína odhadující „post-mortem interval“ dále jen PMI tj. čas od úmrtí člověka po nález jeho těla. Přestože forezní entomologii používáme již přes 150 let, je stále mladým vědním oborem. Jedním z nejdůležitějších úkolů pro její budoucnost je skloubit experimentální data a praktickou práci. Vzhledem k výrazně se lišícím abiotickým a biotickým faktorům, které se vyskytují na místě činu, zlepšení stávajících poznání, může být uskutečněno pouze prostřednictvím zvýšení počtu podrobných a kvantifikovaných vyjádření. Forezní entomologové mají za úkol zrekonstruovat podmínky místa činu, co nejvíce se přiblížit modelovým výpočtem a zpracování dat skutečnosti, toto je nezbytné pro důvěryhodnost tohoto oboru (Amendt et al. 2004).

Většina výzkumů forezní entomologie je zaměřena na studium dvoukřídlého hmyzu a často opomíjí mrchožroutovité brouky (Dekeirsschieter et al. 2011a). Často se zdůvodňuje studium pouze dvoukřídlého hmyzu tak, že především rody *Calliphoridae* a *Sarcophagidae* kolonizují mršinu rychleji než brouci a tím se lépe určí PMI na „čerstvé“ mrtvole (Smith 1986). Avšak mrchožroutovité brouci mohou kolonizovat mrtvolu v pozdějších stádiích rozkladu, kdy ji larvy dvoukřídlého hmyzu



již opouštějí (Matuszewski et al. 2008), může být tedy stanoveno PMI, díky mrchožroutovitým broukům, na daleko starší mrtvole (Smith 1986).

Předpokladem pro přesnost PMI je dokonale poznat biologii a ekologii druhů, čas nalétávání na mrtvolu, kolonizaci v předvídatelné posloupnosti, měnící se dle sezónní proměnlivosti prostředí a také dle místní geografie (Reed 1958, Amendt et al. 2004, Matuszewski et al. 2008, Michaud & Moreau 2009). Proto údaje shromažďované pro určitý region, nebo prostor by měly být používány s opatrností při určování času úmrtí v jiném regionu; dokonce i místní charakteristika místa činu, jako stanovištní podmínky, nebo stupeň oslunění, může změnit sukcesí kolonizace hmyzem (Smith 1986).

Analýza veškerého hmyzu imag a všech jejich vývojových stadií je součástí teorie v rámci forenzní entomologie (Michaud & Moreau 2009). Počet dní nebo hodin pro dokončení vývoje je odvislý především od teploty a druhu hmyzu. Vývojová stadia tedy závisí na teplotních podmínkách místa (jeho teplotní historii). Údaje o průběhu teplot získáme na nejbližší meteorologické stanici, případně opravíme rozdíly v teplotách pomocí matematických metod a to lineární regresí a extrapolujeme na místo činu (Amendt et al. 2004).

Soudní lékaři jsou schopni určit přesné PMI pouze 2 až 3 dny po smrti. Avšak na základě výpočtu věku vývojových stadií hmyzu živící se na mrtvole a analýzou přítomných imag mrchožroutovitých druhů, můžeme odhadnout PMI od prvního dne až po několik týdnů, případně jednoho měsíce v závislosti na druhu hmyzu a klimatických podmínkách v místě nálezů mrtvoly.

Forenzní entomologové se potýkají s problémy ohledně determinace vyskytujících se druhů hmyzu, ale moderní techniky, založené na analýze DNA, přispívají k jejímu urychlení (Amendt et al. 2004). Přesný odhad PMI je nejdůležitějším cílem forenzní entomologie. Vývoj a posloupnost kolonizace (sukcese) na mrtvole a zohlednění geografické oblasti jsou nezbytné. Dále je třeba vzít v úvahu faktory, které ovlivňují dobu kladení vajíček, jako jsou různé příkrývky, oblečení, koberce, plastové pytle nebo umístění mrtvoly v místnosti.

V první fázi se pro zjištění PMI odhaduje věk nejstarších vzorků na místě činu (Smith 1986).

Hmyz začne nalétávat na mrtvolu již pár hodin po smrti a trvá až do jeho pokročilého stadia (Smith 1986). Tabor et al. (2004) pozoroval při své studii, že brouci začali nalétávat na mršinu již první den v letním období a třetí den v jarním období. Nejvíce brouků bylo však pozorováno ve fázích „bloated“ a „active decay“ méně pak ve fázi „advance decay“ a „dry“.

Shubeck & Blank (1982) studovali přitažlivost pohřbených mršin obratlovců, což je poměrně významné pro soudní lékařství a zjistili, že není pro některé Silphidae problém najít pohřbenou mršinu pod 1 cm písku, 2 - 4 cm písku již je obtížnější a 4 cm písku se stalo již téměř nepřekonatelnou bariérou.

Tabor et al. (2004) potvrzuje svým výzkumem, že odhad PMI vyžaduje znalost místní fauny mrchožroutovitých a zejména jejich jednotlivá životní stadia pro každý region a jejich sukcesní vzory v každé sezóně roku zvlášť. Tyto vzory z roku na rok zůstávají podobné s ohledem na ostatní vlivy. Tyto znalosti pochází především z polních pokusů na rozkládajících se mršinách a jejich postupné osidlování hmyzem (Byrd & Castner 2001). Bohužel, pokusy tohoto druhu byly provedeny jen v několika málo oblastech.

Ne všichni bezobratlí vyskytující se na mršině, se na ní skutečně živí. Johnson (1975) nebo Smith (1986) identifikoval čtyři ekologické kategorie společenství na mršině:

**1. mrchožravé druhy** - živí se na mršině, jsou nejdůležitější kategorií pro stanovení PMI, např. dvoukřídlí ((Diptera: Calliphoridae (bzučivkovití)); mrchožroutovití brouci ((Coleoptera: Silphidae (mrchožroutovití)) nebo kožojedi ((Coleoptera: Dermestidae (kožojedovití)).

**2. predátoři a parazité** mrchožravých druhů - živící se hmyzem, nebo jinými členovci, např. mrchožroutovití (Coleoptera: Silphidae), drabčíkovití (Staphylinidae); dvoukřídlý hmyz (Diptera) - některé druhy z čeledi Calliphoridae a Muscidae (mouchovití) se nejdříve živí na mršině, ale mohou být draví i v larválních stadiích.

**3. Všežravé druhy** – vosy nebo mravenci (Hymenoptera) a někteří brouci živící se jak na mršině, tak jejími kolonizátory.

**4. Ostatní druhy** – kteří mohou být příležitostnými dravci na mršině, např. chvostokoci (Collembola) nebo pavouci (Araneida).

Kočárek (2003) rozlišuje také **čtyři ekologické skupiny** s určitým rozdílem:

**1. Obligátní nekrofágové** (např. někteří z čeledi Silphidae, Trogidae, Dermestidae, Nitidulidae), jsou pravidelně odchyceny na mršině a mršina je v tomto případě jako hlavní zdroj potravy.

**2. Saprofágní druh** (Hydrophilidae., Leiodidae., Staphylinidae), na mršině se vyskytují ve fázi, kdy se již tělo zjevně rozkládá, nicméně nejsou na mršinu vázání a objevují se i na jiných tlejících materiálech.

**3. dravé nebo parazitické druhy** (Histeridae., Silphidae., Staphylinidae, Cleridae), tito se na mršině vyskytují převážně proto, že predují na ostatních bezobratlých hostujících na mrtvém těle.

**4. náhodné druhy** (některé druhy z čeledí Carabidae, Silphidae, Leiodidae, Scydmaenidae, Pselaphidae, Staphylinidae, Geotrupidae, Byrrhidae., Elateridae, Nitidulidae, Anobiidae, Cryptophagidae, Endomychidae, Lathrididae), jejichž zástupci se nacházejí na mršině převážně náhodou a za normálních okolností preferují jiné stanoviště – zdroj potravy.

Máme fáze rozkladného procesu, které Reed (1958), Kočárek (2001), Carter et al. (2007) atp. používali k popisu stavu celé mršiny. Tento přístup zahrnuje rozčlenění rozkladu do několika etap, který se používá k popisu stavu mršiny. Matuszewski et al. (2008) sepsal studii, ve které se zaměřil na sledování sukcese mrchožroutovitého hmyzu na mršině prasat (*Sus scrofa*) ve třech různých typech středoevropských lesů.

Při této studii zkonstatoval, že hlava a trup rozkládajících se obratlovců, by měly být ve studiích forenzní entomologie vyhodnoceny samostatně. Matuszewski et al. (2010) uvádí, že přístup dělení fází rozkladného procesu má dvě hlavní slabiny. Nebere v potaz mozaikový charakter rozkladu a především vytváří dojem, že v jeden, kterýkoliv okamžik, je celá mrtvola ve stejné fázi rozkladu. To se neslučuje se skutečností, protože mrtvoly zpravidla představují mozaiku různých fází rozkladu. Tato zkušenost byla výzvou pro Matuszewskeho et al. (2010) a některé další autory, aby hodnotili rozklad mrtvoly dle jednotlivých částí těla. Ty se však též mohou rozkládat různě, což komplikuje popis rozkladu v rámci jednotlivých fází. Proto se Matuszewski et al. (2010) rozhodl pro postup orientovaného přístupu. Ten vznáší otázky: Které procesy právě probíhají na mršině? A po dokončení terénního

pozorování: Kdy byl začátek, délka trvání a rychlost každého procesu než byla mrtvola rozložena?

Zařadil zde pouze dekompoziční fáze, které jsou dobře definované a snadno pozorovatelné „bloating“, „active decay“ a „advanced decay“. Studie však byla navržena tak, že neumožnila měření „bloating“ a „advanced decay“. Ve fázi „active decay“ dochází k odstranění měkkých tkání larvami hmyzu, tím k velkému váhovému úbytku a proto měření hmotnosti mršiny se zdá být nejlepším hodnocením této fáze, použil ji tedy v aktuální studii. Mršiny byly váženy denně. Toho se využilo pro zjištění míry „active decay“ nepřímou. Z původní celkové váhy mrtvoly na začátku rozkladu zůstává v létě 15% po ukončení „active decay“, na jaře a na podzim 20% z původní váhy mrtvoly. Rychlost dekompozice, úbytku hmotnosti se nejlépe modeluje pomocí sigmoidní křivky (Putman 1983, Carter et al. 2007).

### 2.3.1 Použité mršiny

Anderson & VanLaerhoven (1996), Watson & Carlton (2003), Tabor et al. (2004), Grassberger & Frank (2004), Michaud & Moreau (2009), Matuszewski et al. (2008), Dekeirsschieter et al. (2011a) pozorovali sukcesi mrchožroutovitých brouků na návnadě prasete domácího (*Sus scrofa*), Reed (1958) používá psí mršiny (*Canis lupus f. familiaris*). Tomberlin & Adler (1998) nebo Kočárek (2001) dělali pokusy na krysích mršinách (*Rattus rattus*) a Bharti & Sing použili při svém výzkumu mršiny králíků (*Oryctolagus cuniculus*). Anderson (1999) nebo Watson & Carlton (2003) pozorovali sukcesi mrchožroutovitých brouků také na volně žijících obratlovcích medvědu černém (*Euarctos americanus Gray*), jelencích běloocasích (*Odocoileus virginianus Rafi nesque*) a amerických aligátorech (*Alligator mississippiensis Daudin*). Další neobvyklé návnady použil Braack (1986), africkou antilopu Impalu (*Aepyceros melampus*). Johnson (1975) sledoval sukcesi mrchožroutů na veverkách (*Sciurus carolinensi*), divokých králících (*Sylvilagus floridanus*), jedné kočky (*Felis sylvestris catus*) a vačiči (*Didelphis marsupialis*).

Obecně platí, že mršina prasete domácího (*Sus scrofa*), je nejvíce používaná pro studium sukcese, protože se podobá rozkladu člověka více, než jakékoliv jiné zvíře (Anderson & VanLaerhoven 1996). Další články se zabývají převážně sukcesí hmyzu na lidských tělech např. Benecke & Lessig 2001, Shroeder et al. 2003 nebo

Francesco et al. 2011 a mnoho dalších, využití při forenzní entomologii při odhadu doby úmrtí.

Rozklad mršiny, sukcese nekrofágních organismů a jejich posloupnost, stejně jako biologie, fenologie, biogeografie a preference prostředí mrchožroutů mají zásadní význam pro forenzní entomologii, ale je relativně málo studií ze střední Evropy, které by se zabývaly těmito aspekty (Kočárek 2003).

Proto jsme v této studii použili jako návnadu pro mrchožroutovité brouky mršinu bažanta (*Phasianus colchicus*). Výzkumy sukcese nekrofágního hmyzu na ptácích v rámci střední Evropy chybí.

## 2.4 Brouci (Coleoptera)

Již od dětství nás provázejí. Když zavzpomínám, vybaví se mi prvně slunéčka sedmitečná (*Coccinella septempunctata*) lidově řečené berušky, se kterými jsme si jako děti hrály, dále věčný škůdce na babiččině zahrádce mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) a neposledně při vycházkách lesem chrobáky (Geotrupidae) svým úsměvným lidovým jménem hovniválové.

Brouci tvoří asi jednu třetinu poznaného hmyzu, více než 350 tisíc druhů a jsou nejpočetnějším řádem. Je rozdělen do čtyř podřádů: **Archostemata** (prvožraví) vyvíjející se v odumřelém dřevě, **Myxophaga** (řasožraví), **Adephaga** (masožraví) a nejpočetnější **Polyphaga** (všežraví) (Buchar et al. 1995, Hůrka 2005, Sikes 2008, Resh & Cardé 2009 nebo Gullan & Cranston 2010).

Tento řád je hospodářsky velmi významný. Jeho početnost je daná nejspíš tím, že byli schopni se přizpůsobit nejrozličnějším stanovištím na zemském povrchu a to včetně sladké vody. Zástupci tohoto řádu se vyznačují tvrdými krovkami, které pokrývají většinou celé tělo a tím zároveň chrání membranózní křídla, která používají k letu. Toto úzce souvisí s jejich početností, neboť let umožňuje rozšiřování populace, přelet na vhodnější stanoviště, nebo rychlý přesun při změně podmínek. Larvy mají výrazné hlavy a šest nohou, ale jinak bývají vzhledem velmi odlišné; mnohé larvy mají odlišné zdroje potravy od dospělců, čímž zvyšují úspěšnost daných druhů. Jejich potravní preference se výrazně liší. Rozlišujeme predátory, všežravce, fytofágy, parazity, případně možné jejich kombinace. Brouci jsou známi jako škůdci rostlin, uložených potravin, jiní jsou důležitými mrchožrouty a dekompozitory a některé druhy opylovači rostlin (např. Byrd & Castner 2001, Hůrka 2005 nebo Gullan & Cranston 2010).

Nejčastějšími „návštěvníky“ na mršinách jsou převážně dvoukřídlí (Diptera) a brouci (Coleoptera) (Kočárek 2003). Zde jsem vybrala pouze zlomek čeledí brouků, které se na mršinách mohou vyskytovat. Zpracování ucelené rešerše včetně charakteristiky mrchožroutovitých brouků a brouků, kteří se na mršinách vyskytují, by měla několik desítek stran, což by mnohonásobně přesáhlo rozsah této práce a ani není cílem bakalářské práce.

Nejvíce jsem se zaměřila na čeleď Silphidae; rod *Nicrophorus*, který mne zaujal svou ekologií, péčí o potomstvo a potravní strategií. Další čeledi, o kterých se velmi stručně zmíním, jsou drabčíkovití (Staphylinidae), mršníkovití (Hysteridae) a střevlíkovití (Carabidae), u některých druhů střevlíků není zcela zřejmé, zda jsou atrahováni návnadou v pastech.

#### 2.4.1 Čeleď Silphidae

Po několika změnách rodové klasifikace nyní zahrnuje dvě podčeledi **Silphinae** (mrchožroutovití) a **Nicrophorinae** (hrobařiči). Silphinae má výrazně větší početnost (12 rodů) a jsou více rozptýleni než Nicrophorinae (3 rody), (Sikes, 2005). Dříve sem spadala i podčeď Agyrtinae, ale díky nedávné fylogenetické analýze, bylo odděleno několik podčeledí nebo tribů do čeledi Agyrtinae (Ratcliffe 1996).

U čeledi Silphidae je známo přibližně 183 druhů rozdělených do patnácti rodů (Ratcliffe 1996, Sikes 2005), v Evropě 50 druhů (Šustek 1981), z toho na území České republiky 23 druhů (Růžička 1993).

Blízká čeledi Silphidae je čeleď Staphylinidae (drabčíkovití), kterou lze odlišit např. pomocí dvou blanitých tergítů, Silphidae mají 3 - 4 blanité tergity (Sikes 2005).

Mrchožroutovití brouci mají značný hygienický a epidemiologický význam v terestrických ekosystémech, vzhledem ke svému způsobu života a to především díky své potravní specializaci. Tento význam se uplatňuje především u uhynulých nemocných savců. Podporují odbourávání a navrácení organické hmoty zpět do ekosystému (Ratcliffe 1996, Dekeirsschieter et al. 2011a).

##### 2.4.1.1 Rozšíření čeledi Silphidae

Tato čeleď je celosvětově rozšířena, ale své těžiště výskytu má v holarktické oblasti mírného klimatu, zahrnující Evropu, Asii, Severní Ameriku a severní Afriku. V jihovýchodní Asii se předpokládá její původ. V tropických oblastech je jejich výskyt vzácný, nebo se nevyskytují vůbec, díky rychlejší dekompozici bakteriemi a kvůli vysoké trofické kompetici tamnějšího hmyzu (Peck & Anderson 1985, Ratcliffe 1996, Sikes 2005).

#### 2.4.1.2 Stanovištní preference

Jednotlivé druhy preferují pouze určitý typ areálu, ve kterém žijí. Někteří preferují lesní biotopy, jiní otevřenou krajinu, luční stanoviště (Novák 1961). Lesní porosty preferují jedinci *Nicrophorus humator*, *N. vespilloides*, *N. investigator*, *Oiceptoma thoracica*, *Necrodes littoralis* a *Silpha carinata* (Pukowski 1933, Šustek 1981). Naopak otevřenou krajinu obývají druhy *Nicrophorus germanicus*, *N. vespillo*, *N. vestigator*, *N. antennatus*, *N. sepultor* a *Thanatophilus sinuatus* i *T. rugosus*. *Nicrophorus interruptus* nemá vyhraněnou preferenci biotopu (Pukowski 1933, Šustek 1981, Kočárek 2001). *Silpha obscura* se vyskytuje jak v lesních biotopech, tak v otevřené krajině a *Silpha tristis* preferuje nivy podél vodních toků (Šustek 1981).

Velmi důležitou vlastností stanoviště je složení a struktura půdy (Novák 1961, Šustek 1981). Za naprosto nevhodné pro hrobaříky považuje Šustek (1981) písčité půdy, také štěrková náplava pro ně není vhodná. Naopak vyhledávané jsou sprašové půdy, protože se v nich snadno zahrabávají mršiny. Vyhledávají je zejména *Nicrophorus vespillo*, *N. sepultor*, *N. germanicus*, *N. interruptus*, *N. antennatus* (Šustek 1981).

#### 2.4.1.3 Potravní preference

Většina mrchožroutovitých brouků je potravně vázána především na mršiny, kde konzumují přímo mršinu, nebo na ní se živí všemi vývojovými stádii dvoukřídlého hmyzu. Někteří jsou i fytofágní, případně vyskytující se na lesních houbách a takto odstraňují možné pozdější trofické konkurenty svých larev (např. Novák 1961, Likovský 1967, Šustek 1981, Ratcliffe 1996 nebo Sikes 2005).

Podle vztahu k potravě dělí Šustek (1981) a Sikes (2005) čeleď Silphidae na 4 trofické skupiny.

**První**, u nichž setrvala původní masožravost a jsou tedy **predátoři** jako např. lovec housenek motýlů *Xylodrepa quadripunctata*, dále *Phosphuga atrata*, *Ablattaria laevigata* a *Necrophilus subterraneus*, kteří se živí převážně měkkýši (Šustek 1981, Sikes 2005).

**Druhá** skupina je **pantofágní**, tedy živící se jak lovem drobných členovců, tak mrtvými těly drobných živočichů, některé i rostlinnou potravou. Na mršinách se téměř nevyskytují. Patří sem zejména zástupci rodu *Silpha* (Šustek 1981).



Do **třetí** skupiny řadí Šustek (1981) výhradně **nekrofágní** rody, jsou to *Thanatophilus*, *Oiceptoma*, *Necrodes*, dále *Nicrophorus*, kteří vyhledávají především mršiny drobných obratlovců, larvy jsou výhradně nekrofágní a imaga částečně karnivorní, tj. živící se dravě a to všemi vývojovými stadii dvoukřídlých vázaných na mršiny, nekrofágní pouze v období krmení svých larev. Našeho největšího hrobařika *N. germanicus* můžeme najít lovícího i na exkrementech a *N. vespilloides* na houbách.

**Čtvrtou** skupinu tvoří rod *Aclypea*, která je výhradně **fytofágní** (Šustek 1981), dříve značný škůdce řepy cukrovky (Novák 1961).

#### 2.4.1.4 Ekologie a biologie Silphidae

Brouci z podčeledi Nicrophorinae se specializují na mršiny malých obratlovců, jako jsou hlodavci a ptáci, které zahrabou a připraví na odchov svých larev (např. Pukowski 1933, Novák 1962, Kočárek 2001a nebo Sikes 2005). Rod *Nicrophorus* je znám svou mezi brouky výjimečnou péčí o potomstvo (Pukowski 1933, Špicarová 1971, 1973, Milne & Milne 1976, Trumbo 1994, Ratcliffe 1996, Scott 1998 nebo Sikes 2008).

Po nalezení mršiny hrobařici začnou mršinu podhrabávat, pokud je na měkkém povrchu, když je povrch nevhodný, jsou schopni ji přesunout na vhodnější místo. Během zahrabávání na mršinu nalétávají další brouci. Většinou, ale zůstane jen ten nejsilnější pár. Když je hloubení krypty ukončeno zbaví mršinu chlupů, nebo peří, pomocí svých velkých čelistí, přitlačí končetiny k trupu a snaží se tělíčko zformovat do kompaktní potravní koule. Zároveň kolem těla zbuduje krátkou boční chodbičku takzvanou mateřskou komůrku (Ratcliffe 1996, Šustek 1981). Na mršinu vstříkují perorální a anální sekret, který má antimikrobiální účinek, zpomalí proces rozkladu a znemožní množení plísní na potravní kouli (Ratcliffe 1996). Samice naklade do boční chodbičky vajíčka. Po zárodečném vývoji, který trvá přibližně 5 dní, začne většinou matka své larvy krmit. Sedí na okraji otvoru potravní koule a larvy k sobě láká stridulací zejména v prvních hodinách svého vývoje (Šustek 1981). Larvy se shromažďují kolem ústního otvoru samice, která je krmí natráveným masem z mršiny (Pukowski 1933, Šustek 1981 nebo Eggert et al. 1998). Pokud je larev více, než by bylo schopno se na mršině uživit, selektivním kanibalismem je rodiče redukují během jednoho dne od vylíhnutí (Ratcliffe 1996).

Larvální vývoj trvá 1 – 4 týdny, po tuto dobu s nimi většinou zůstává matka. Kuklí se v půdě během dvou týdnů. Larvy jsou sice schopny samostatného krmení již od vylíhnutí, ale v případě, že je nekrmí matka, většinou nedokončí svůj vývoj (Šustek 1981, Eggert et al. 1998). Špicarová (1973) při své studii potvrdila svými pokusy zvýšenou plodnost matek některých hrobaříků při nadbytku potravy.

O biologii a ekologii podčeledi Silphinae víme jen málo, na rozdíl od podčeledi Nicrophorinae. Silphinae nevykazují žádnou rodičovskou péči (Ratcliffe 1996 nebo Ikeda et al. 2007). Samičky mrchožroutovitých Silphinae kladou vajíčka na půdu v okolí mrtvých těl nebo pod mršinu.

Ve studii, kterou provedli Ikeda et al. (2008) vyplynulo, že nelétaví Silphinae mají vyšší produkci a velikost vajec, než letuschopné druhy, jelikož se u nich se ztrátou letu, redukcí křídel, úměrně zvyšuje plodnost. Je tu souvislost evolučního přechodu z létavého na nelétavé a s ním i trofické změny z mrchožravých na dravé. Vajíčka se líhnou za 4 až 5 dní a vylíhlé larvy se živí tlejícím masem (Sikes 2005). Larvy se vyvíjejí ve srovnání s larvami hrobaříků velmi dlouho. První larvální instar je dlouhý 3 – 7 dní, druhý trvá 3 – 10 dní a stejně i třetí. Kuklí se v zemi v hliněných komůrkách, ze kterých po 14 až 21 dnech vylézají dospělci (Šustek 1981).

Celý vývoj podčeledi Silphinae trvá 22 – 45 dní. Vajíčka brouků se líhnou, až když se larvy dvoukřídlého hmyzu stěhují z mršiny do půdy, aby se zakuklily, a tím se vyhnou konkurenci (Matuszewski et al. 2008).

Za rok mají brouci čeledi Silphidae jednu až tři generace. Např. *Nicrophorus germanicus* jednu a rod *Thanatophilus* tři generace (Novák 1961). Délka vývoje a počet generací závisí především na velikosti druhu, menší se vyvíjejí rychleji a mají větší počet generací v roce než větší druhy. Jedinci dceřiných generací jsou často neplodní a menší, na rozdíl od rodičovské generace (Šustek 1981).

#### **2.4.1.5 Konkurence**

Kočárek (2001) uvádí, že k nejvyostřenější mezidruhové konkurenci dochází mezi brouky čeledi Silphidae; pravděpodobně, pro snížení kompetice o efemérní potravní zdroj, mají druhy vzájemně posunuté vrcholy pohybové aktivity. Během pozdního podzimu dochází k uvolnění nik a to diurnální aktivity, protože imaga nejsou nucena soupeřit o celou mršinu pro rozmnožování.

Pukowská (1933) a Petruška (1964) pozorovali, jak při kompetici kolonizujícího hmyzu na mršině mají zdatnější druhy převahu nad jedinci slabších druhů. Velikost a tedy i zdatnost jedinců bývá velmi proměnlivá, ale obvykle bývají jedinci druhu *Nicrophorus antennatus* tělesně slabší než *N. vespillo* a ten je slabší než *N. germanicus*. Slabší imaga druhu *N. interruptus* podléhají v souboji o mršinu zdatnějším jedincům *N. sepultor*.

Novák (1961) se domnívá, že dřívější nástup populace slabšího druhu, než populace zdatnějšího druhu vznikly přírodním výběrem během dlouhého vývoje. Jedincům přizpůsobivých slabších druhů, odolnějších k nižším teplotám byl umožněn časnější nástup, čímž se konkurence o mršinu se zdatnějšími druhy výrazně snížila. Každý takový posun vývojového cyklu slabšího druhu byl významný pro uchování rodu. Nepřizpůsobiví jedinci zanikali.

#### **2.4.1.6 Morfologická charakteristika čeledi Silphidae**

Od ostatních příbuzných čeledí se skupina Silphidae odlišuje těmito znaky; Jedenáctičlenná tykadla jsou směrem ke konci kyjovitě rozšířená nebo zakončená oboustrannou paličkou, jejich osmý článek není nikdy zmenšený, desátý článek nemá na svém předním okraji žlázu. Kloubní jamky předních kyčlí jsou vzadu otevřené. První tři až čtyři tergity zadečku jsou blanité (Šustek 1981).

Tělo bývá většinou oválné, ploché nebo mírně klenuté. Většina druhů má střední velikost 10 – 25 mm, méně často se setkáváme s větším rozpětím (Šustek 1981, Ratcliffe 1996). Nicrophorinae mají často pestré zbarvení krovek. Tyto obvykle žluto, oranžovo až červeno černé kresby slouží jako aposematické zbarvení pro zastrašení nepřátel (Jones 1932). Ostatní z čeledi Silphidae jsou zbarveni černě, hnědě, zřídka kovově. Horní strana je většinou holá, spodní bývá často dlouze a hustě ochlupená (Šustek 1981, Ratcliffe 1996).

Hlava je většinou mírně protáhlá, kusadla jsou silná, zahnutá, někdy zakončená dvěma zuby. Štít je nejčastěji oválný, polokruhovitý nebo čtvercovitý. Povrch je většinou holý a velmi různotvarý. Štítek je vždy shora viditelný. Krovky pokrývají buď celý zadeček, nebo jsou vzadu uťaté. Předohrud' a středohrud' jsou jen o málo delší než kyčle. Zadohrud' je dlouhá. Blanitá křídla jsou vždy vyvinuta. Kyčle jsou velké, zpravidla kuželovité. Přední a střední stehna jsou normální, zadní bývají

někdy u samců zesílená. Zadeček je většinou složen ze šesti vzájemně velmi pohyblivých článků (Šustek 1981, Sikes 2005, 2008).

#### 2.4.1.7 Diurnální a sezónní aktivita hrobaříků

Podle Nováka (1961) a Pukowski (1933), největší aktivita hrobaříků nastává večer a trvá do nočních hodin. Hrobařík, který má velmi dobře vyvinutý čich, křížuje prostorem, dokud nezachytí příznivou pachovou stopu mršiny. Přes den se ukrývají v půdě, porostu, a pokud nejsou pod mršinou, tak vyčnívajícími tykadly detekují zápach mršin. Na podzim a na jaře chladné večery snižují jejich aktivitu, proto v tomto čase létají i za slunných dní (Novák 1961). Petruška (1964) zkoumal pohybovou aktivitu a vagilitu některých Silphidae. Silnější *Nicrophorus germanicus* pravděpodobně překonávají větší vzdálenosti než *N. vespillo* a to z důvodu hledání větší mršiny, která má řidší výskyt a proto potřebuje větší pohyblivost k jejímu nalezení.

Kočárek (2001) během svého výzkumu zaznamenal větší aktivitu nekrobiontních brouků během světelné fáze dne, která kulminovala za soumraku a to jak celkově, tak v jednotlivých obdobích (květen, červenec, říjen). Největší druhovou diverzitu zaznamenal Kočárek (2001) a Tabor et al. (2004) na jaře, v létě střední a nejnižší na podzim. Novák (1961) udává, že gradační jevy hrobaříků mají pravděpodobně souvislost s periodickým kolísáním hustoty populací drobných savců, v polních entomocenózách zejména hrabošů polních (*Microtus arvalis*).

#### 2.4.2 Čeleď Carabidae

Střevlíkovití patří do podřádu Adephaga, mají na 32 000 druhů, řazených do 15 čeledí, patří mezi jedny z druhově nejpočetnějších čeledí řádu brouků. V ČR a SR je jich zastoupeno něco přes 600 druhů v devíti podčeledích.

Středoevropské druhy jsou velké 1,6 až 40 mm. Jsou většinou štíhlí, dobří běžci, se silnými, dlouhými nohama, někteří je mají uzpůsobené k hrabání. Larvy jsou protáhlé, rovnoběžné s mohutnými kusadly bez kanálku. Předposlední zadečkový článek nese zpravidla pár pevných nebo pohyblivých urogomfů. Mnohé druhy, např. rod *Carabus*, ztratily schopnost letu. Samci většiny druhů mají rozšířené články předních chodidel, které jsou na spodní straně opatřeny přichycovacími

brvami (Hůrka 2005 nebo Kotze et al. 201). Vývoj našich druhů je téměř vždy jednoletý.

Některé druhy pečují o potomstvo. Jejich samice hlídají a ošetřují vajíčka, než se vylíhnou a po tuto dobu nepřijímají potravu (Boháč 2012). Kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě. U většiny druhů také nalezneme obranné abdominální žlázy, které velmi často silně zapáchají, složením specifické pro dané skupiny. Prskavci při obraně vylučují látky se slyšitelným výbuchem (Buchar et al. 1995, Hůrka 1996, 2005 nebo Křístek & Urban 2004).

Střevlíkovití obývají rozmanitá stanoviště od mokrých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní. Většina druhů žije na povrchu rostlin, na povrchu půdy pod kameny nebo v hrabance. Žijí na bylinách, keřích a stromech, některé i pod kůrou a v hniјícím dřevě. Známe druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech (Hůrka 1996, Boháč 2012). Mikrokavernikolní druhy žijí v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny, známe i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížině, jiné jen v alпínském pásmu hor. Většina středoevropských druhů je však spíše vlhkomilných, s noční aktivitou (Hůrka 1996, 2005, Purtauf et al. 2005 nebo Kotze et al. 2011). Střevlíci jsou zároveň s drabčičky nejhojněji se vyskytující draví brouci žijící v půdě a na jejím povrchu (Boháč 2012).

Střevlíkovití mají tři základní trofické skupiny aktivní **predátoři, fytofágové**, především **semenožraví a všežraví** (Hůrka 2005, Purtauf et al. 2005). Larvy mnoha druhů jsou také predátoři a živí se mimotělně natrávenou tekutou potravou, některé jsou i v larválním stadiu fytofágní nebo všežravá. Počet druhů různých trofických skupin výrazně klesá s unifikací krajiny. Je to dáno spíše ztrátou specifických zdrojů potravy, než celkového snížení dostupné potravy. Výrazné rozdíly v počtu druhů jsou způsobeny různou citlivostí trofických skupin na současné zemědělské hospodaření, způsobující disturbanci (environmentální stres). Unifikací krajiny klesá efektivní plocha pro střevlíkovité a snižuje jejich druhovou rozmanitost (Purtauf et al. 2005). Scheffer et al. (2001) uvažuje, že ztráta biodiverzity činí systémy náchylnější k poruchám. Silný vliv má toto sjednocování krajiny především na karnivorní druhy, méně citliví jsou fytofágové. Vliv na oportunní omnivory nebyl prokázán (Purtauf et al. 2005).

Naši zástupci jsou potravně nesespecializovaní masožravci lovící aktivně kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé i obratlovce. Část z nich jsou potravní specialisté vázaní např. na housenky motýlů, chvostoskoky, plicnaté plže, larvy i imaga drabčků nebo žížaly. Jako predátoři mšic jsou uváděny některé druhy rodu *Bembidion* (Hůrka 1996).

### 2.4.3 Čeleď Staphylinidae

Drabčkovití brouci jsou druhově nejpočetnější čeledí brouků na našem území, rozdělenou do podčeledí Dasycerinae, Scaphidiinae a Pselaphinae (hmatavci), jež byly dříve uváděny jako samostatné čeledi (Boháč et al. 2005b).

Je známo přes 40 000 druhů z celého světa, v ČR a SR je jich okolo 1 900 zástupců. Naši zástupci bývají velcí 0,5 až 34 mm. Brouci jsou štíhlí, se zkrácenými krovkami, jež nechávají odkrytou větší část zadečku, výjimkou jsou jen Scaphidiinae, kteří mají člunkovitý tvar těla a 1 až 3 zadečkové články. Ne všichni zástupci mají funkční křídla, pokud ano, jsou složená zvláštním způsobem.

Téměř všechny druhy mají na konci zadečku vyvinutý minimálně jeden pár velkých žláz, ze kterých mohou vylučovat sekret, když se cítí být ohroženi. Zbarvením jsou většinou nenápadní hnědí nebo černí, výjimečně velmi pestří, červenými a modrými barvami. Larvy jsou protáhlé a štíhlé. Urogomfy jsou jedno až tří článkové, někdy chybějí. Využívají se ve třech instarech, kuklení probíhá nejčastěji v komůrce v půdě. Podčeleď Staphylininae má kuklu mumiovou. Drabčáci bývají velmi pohybliví (Buchar et al. 1996, Hůrka 2005 nebo Křístek & Urban 2004).

Vyskytují se prakticky ve všech druzích terestrických ekosystémů a asi polovina druhů žije v opadu a tvoří důležitou součást půdní fauny a to i hlubších vrstev (Boháč et al. in press, Hůrka 2005). Avšak jen pouhých 18 % druhů drabčků naší fauny patří k ubikvistním druhům, kteří se vyskytují i ve člověkem silně ovlivněných biotopech (Boháč et al. 2005b). Výjimečně žijí na květech, někteří pod kůrou stromů, nebo v trouchnivějícím dřevě, v plodnicích hub a v tlejících rostlinných zbytcích (Hůrka 2005). Řada druhů je vázána na původní lesní porosty, mokřadní biotopy a lesostepní biotopy, jen malá část se vyskytuje i ve člověkem silně ovlivněných biotopech. Drabčáci jsou často vázáni svým výskytem na hnízda sociálního hmyzu, nebo drobných savců a ptáků (Boháč 1999, Hůrka 2005).

V České republice se vyskytuje 1 406 druhů čeledi drabčíkovitých (Boháč et al. in press). Společenstva drabčíkovitých mohou být využita pro bioindikaci stavu životního prostředí a vlivu člověka na ekosystém (Boháč 1999). Největším nebezpečím pro drabčíkovité je zejména změna vodního režimu a eutrofizace vod, protože většina jich je velmi citlivá k vlhkostním poměrům a intenzifikaci lesního hospodářství (Boháč et al. 2005a).

Podle potravní specializace dělíme drabčíky na dravce, kteří převládají, asi 20 % našich drabčíků jsou mycetofágové a saprofágové. Někteří drabčíci jsou potravně specializovaní fytofágové, živí se květy, houbami a řasami, nebo myrmekofilové (Boháč et al. in press nebo Hůrka 2005).

#### 2.4.4 Čeleď Histeridae

Mršníkovitých brouků je celosvětově známo na 3800 druhů řazených do 11 podčeledí, ve střední Evropě necelá stovka patří do sedmi podčeledí (Hůrka 2005).

Imaga jsou velká 1,5 až 12 mm. Tělo je silně sklerotizované, svrchu i ze spodu ploše klenuté, krovky jsou na konci uťaté tak, že nepokrývají dva poslední články zadečku. První tykadlový článek je tak dlouhý, jako téměř celý zbytek tykadla, holeně předních nohou jsou vně otrněné a slouží k hrabání. Povrch je nejčastěji lysý a lesklý, jen vzácně ochlupený, černý, jen zřídka bývají načervenalí nebo dvoubarevní. Při vyrušení ze sebe dělají mrtvé, zatáhnou hlavu do výřezu štítu a nohy pevně přitlačí k tělu, chodidla uloží do prohlubenin v silných holeních. Larvy jsou protáhlé, válcovité nebo slabě zploštělé s pigmentovanou hlavou, hrudí a většinou i urogomfy, často dvoučlánkovými, někdy redukovanými. Kuklí se v půdě v komůrce, jejíž stěny jsou zpevněny střevním sekretem (Křístek & Urban 2004, Hůrka 2005).

Imaga i larvy jsou převážně predátory drobného hmyzu, především jiných čeledí brouků např. Scolytidae a dalších skupin, např. Diptera, Acaridae. Výjimku tvoří *Epireus* a někteří *Acritus* živící se nižšími houbami a někteří Histerinae živící se rozkládajícím masem na mršinách případně na výkalech (Lackner 2005).

Typickými predátory larev dvoukřídlých jsou rody *Hister*, *Saprinus*, atp. jsou vázány svým výskytem na místa, kde prodělává dvoukřídlý hmyz svůj vývoj. Rody *Paromalus*, *Teretrius* atp. najdeme též na vytékající šťávě ze stromů, v chodbách

dřevokazného hmyzu pod kůrou, jehož larvami se živí a tím regulují jejich stav v přírodě. Některé rody *Myrmetes*, *Satrapes* atp. nalezneme v mraveništích, jedná se o rody žijící myrmekofilním způsobem života (Hůrka 2005, Lackner 2005).



### 3 Praktická část

#### 3.1 Popis a charakteristika území

Geomorfologicky náleží místo Benešovské pahorkatině, okrsku Mirovické pahorkatiny. Je zde mírný reliéf terénu, nejvyšší kopce mají pouze okolo 515 m n. m., nejnižším místem krajiny je údolí řeky Skalice 433 m n. m. Kopce jsou zpravidla zalesněny převážně jehličnany, dominují zde smrčiny. Velkou část krajiny zauímají především pole, místy louky, jen velmi málo členěné mezemi nebo remízky. Výjimečně se vyskytují křovinné porosty na strmých svazích, zejména okolo řeky. Území spadá do Slapského bioregionu, podle fyto geografického členění do okrsku Březnické Podbrdsko (Maňour 2008).

Území je dlouhodobě využíváno zemědělskou výrobou a lesnictvím, což vedlo k výrazné proměně ekosystémů, které se původnímu, přirozenému stavu, myslím, nepřibližují téměř nikde.

Skalní podklad je tvořen horninami metamorfovaného mirovického ostrova, proterozoických sedimentárních hornin a metabazitů jílovského pásma pronikáných apofýzami granitoidů středočeského plutonu. Původní sedimenty mirovického ostrova jsou přeměněny na metamorfované břidlice, metamorfované droby, vyskytují se zde rovněž fylity, rohovce a krystalické vápence (ÚGÚ 1971, Maňour 2008). Kvartérní pokryv tvoří převážně hlinité svahoviny a spraše, překryvané v nivě řeky Skalice štěrkovitými fluviálními usazeninami (Maňour 2008).

K charakteristice půd na základě systému bonitovaných půdně ekologických jednotek je možno doplnit, že půda v konkrétním místě odchyty je nivní půda glejová, středně těžká, hluboká, bezskeletovitá; obsahující koluviální a nivní sedimenty. Půda bývá zjara a na podzim zamokřená z důvodu zvednutí hladiny zde protékající řeky Skalice. Kvalitu půdy se zde dříve snažili zlepšit melioracemi – odvodňovacími zařízeními, které v současné době nejsou již plně funkční.

## 3.2 Metodika

Lokalita, na které byly rozmístěny pasti na nekrobiontní hmyz, se nachází v severozápadní části okresu Písek, 1 km severozápadně od města Mirovice (49°31'26"N - 14°1'44"E) faunistický čtverec (6450c) v nadmořské výšce 434m na pravém břehu řeky Skalice. Odchyt byl prováděn v období 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011. V této oblasti je průměrná roční teplota 7 – 8 °C a průměrné roční srážky 650 mm. Pastvina, kde byly pasti rozmístěny, má sklonitost pouze 1,4° bez plošné eroze a rozlohu 38 747 m<sup>2</sup> v inundačním území a mimo nivu řeky pak 35 343 m<sup>2</sup>. Nejbližší lesík o rozloze 7 159 m<sup>2</sup>, se nachází cca 90m severně od III. pasti, stejným směrem protéká i řeka Skalice, vzdálená cca 60 m severně od 3. pasti, která se stáčí a východně je od pastí vzdálena cca 105 m. Podél řeky je po obou stranách zasázena alej stromů, křížených topolů kanadských (*Populus x canadensis*), olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), vrby křehké (*Salix fragilis*), keřů bezu černého (*Sambucus nigra*) a hlohu obecného (*Crataegus laevigata*).

Na pastvinu jsem umístila 3 zemní padací pasti s návnadou (obr. č. 2). Každá zemní padací past se skládala ze dvou umělohmotných nádob (kbelíků) o průměru 25 cm a výšce 26 cm vsunutých do sebe a zakopaných tak, aby okraj nádoby byl s úrovní povrchu půdy a bezobratlý hmyz neměl žádné překážky. Nad tyto kbelíky jsem umístila dřevěnou stříšku 80 x 75 cm pokrytou lepenkou se sklonem k západu (nejčastější směr deště), abych vyloučila možné zaplavení pastí. Na stříšku pasti jsem zavěsila návnadu – čerstvě usmrcené bažanty obecné (*Phasianus colchicus*) i s peřím, imitace přirozeně uhynulé mršiny. Bažanty jsem zamotala do jemného pletiva (oka 1 x 1 cm), spojila drátem a zavěsila na stříšku nad kbelíky.

Vzhledem k vysokému riziku znehodnocení návnady psy, divokými prasaty či liškami, které jsou letos značně přemnožené, jsem tuto past ještě oplotila pletivem (s oky 3 x 1,8 cm), vyztuženým dřevěnými kůly zasunutými do země. Vznikla tak čtvercová oplocenka s otvíráním na pátém kůlu, který se přetáhl přes čtvrtý, a svázal drátem. Z důvodu možnosti podhrabání, jsem ve výšce 20 cm nainstalovala elektrický ohradník na izolátory, které byly napojeny na přilehlý výběh s koňmi. Použité králičí pletivo mělo vždy taková oka, aby nezamezoval přístup brouků k pasti. Do vnitřního kbelíku jsem nasypala cca 5 cm písku, aby se nachytaný hmyz

mohl zahrabat a tím částečně snížit predaci uvnitř pasti (příloha obr. č. 4). Pasti byly od sebe vzdáleny cca 21 m.

Každý den od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011 v 17:00 jsem prováděla kvantitativní odběry vybraného hmyzu (zaměřila jsem se pouze na řád brouci (Coleoptera)) pomocí pinzety a to jak dospělých imag i nedospělých stádií larev. Návnadu jsem vždy pečlivě oklepala, aby případní brouci opadali do kbelíku. Časový interval na vybrání každé pasti jsem si stanovila na 15 minut, nicméně se mi vždy podařilo odebrat veškerý nachytaný hmyz.

Vnitřní nádobu jsem po vybrání brouků a larev vracela zpět. V některých případech bylo nutné tuto nádobu vyměnit za kbelík s novým pískem, z důvodu příliš velkého množství larev dvoukřídlých. Písek byl v kyblíku nasypán převážně proto, aby se nachytaný hmyz mohl zahrabat a tak snížit případnou predaci mezi dravými brouky.

Do tohoto pokusu jsem nezahrnula dvoukřídlý hmyz (Diptera) včetně jejich larev, dále pak sekáče (Opilionida) a pavouky (Arachnida) z důvodu obtížné determinace.

Každý odběr jsem ukládala do jednotlivých epruvet s fixační tekutinou (75 % alkohol) a popiskem (datum a číslo návnady). Takto nachytaný a fixovaný materiál jsem uložila na chladné místo pro pozdější preparaci a determinaci. Nachytaný materiál jsem po ukončení pokusu osušila papírovými utěrkami a vypreparovala. Zhruba po měsíci sušení na preparační podložce (polystyren) jsem brouky umístila do entomologických krabic. Každý exemplář jsem opatřila lokálním štítkem s informacemi o lokalitě, datumu, způsobu odchytu a svým jménem.

Determinaci čeledi Silphidae jsem prováděla pomocí Růžičky (2005), kontrolu provedla má vedoucí práce Hana Šípková. Zástupce čeledi Histeridae determinoval Jiří Vávra, čeleď Staphylinidae Alois Hamet, čeleď Carabidae Michal Knapp, larvy Silphidae a čeleď Dermestidae Jan Růžička.

**Obrázek č. 1: Detail zemní padací pasti č. I., na pastvině u obce Mirovice dne 14. 08. 2012, doposud bez návnady**



**Obrázek č. 2: Detail zavěšené návnady (bažant) v padací zemní pasti č. III. na pastvině u obce Mirovice dne 15. 08. 2011**



## 4 Výsledky

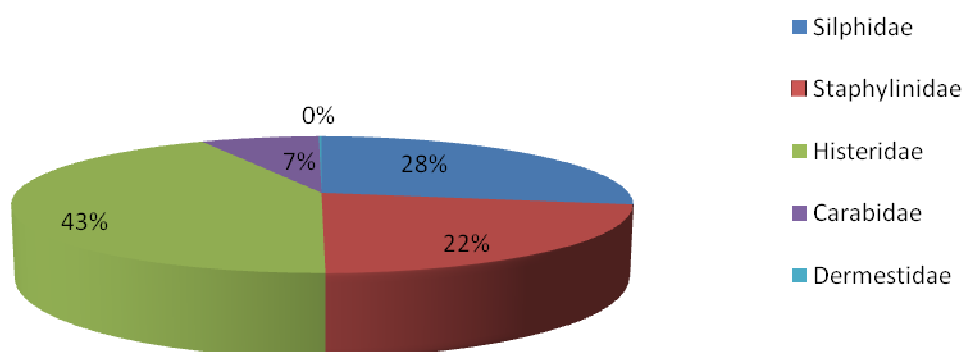
Cílem této studie, která byla provedena v období od 15. 08. 2011 - 15. 09. 2011 v inundačním území pastviny vzdálené 1 km od města Mirovice, bylo zachytit průběh sukcese dekompozice mršiny, která atrahovala hmyz; v této práci jsme se zabývali pouze brouky (Coleoptera).

Celkem bylo odchyceno v inundačním území pastviny vzdálené 1 km od města Mirovice v období 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011 do třech zemních padacích pastí s návnadou 602 jedinců řádu Coleoptera; 561 imag a 41 larev. Byly zde zastoupeny čeledi Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Carabidae a Dermestidae (Graf č. 1, 5 a 6).

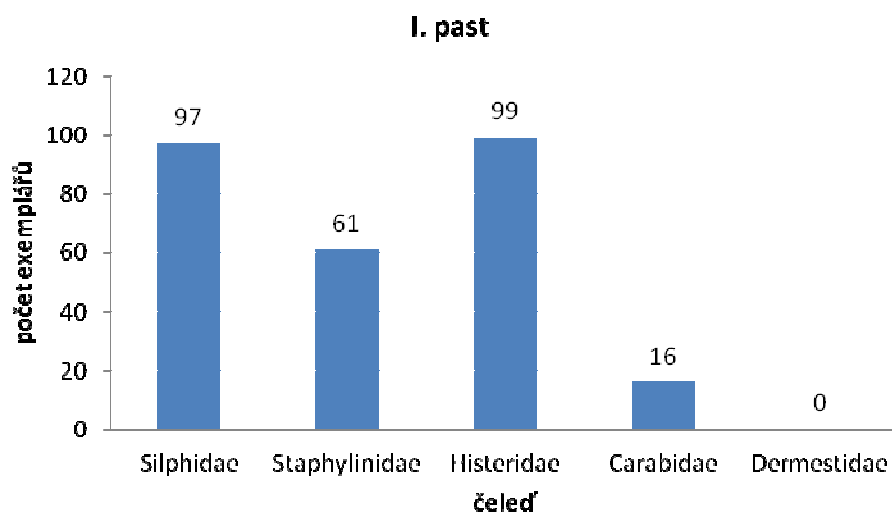
Nejvíce jedinců se nachytalo do I. pasti 273 zástupců čeledí Silphidae, Staphylinidae, Histeridae a Carabidae (Graf č. 2), naopak nejméně - 97 jedinců čeledí Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Carabidae a zároveň jediný zástupce čeledi Dermestidae se nachytalo do II. pasti (Graf č. 3). V Grafu č. 4 jsou zobrazeny odchycené čeledi brouků v pasti III. Celkové srovnání všech tří pastí (I., II., III.) a odchycených čeledí zobrazuje Graf č. 5.

Všechny tři pasti s návnadou byly umístěny blízko sebe, tzn., že výsledná tabulka (Graf č. 5 a 6) je součtem odchycených brouků od 15. 08. 2011 do 15. 09. 2011 na pastvině u obce Mirovice. Procentuální zastoupení jednotlivých čeledí je zobrazeno v Grafu č. 1.

**Graf č. 1: Procentuální zastoupení jednotlivých čeledí podílejících se na sukcesi v pokusu všech třech padacích pastí s návnadou na pastvině u obce Mirovice v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**



**Graf č. 2: Porovnání počtu zástupců jednotlivých čeledí v I. padací pasti s návnadou na pastvině u obce Mirovice v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**



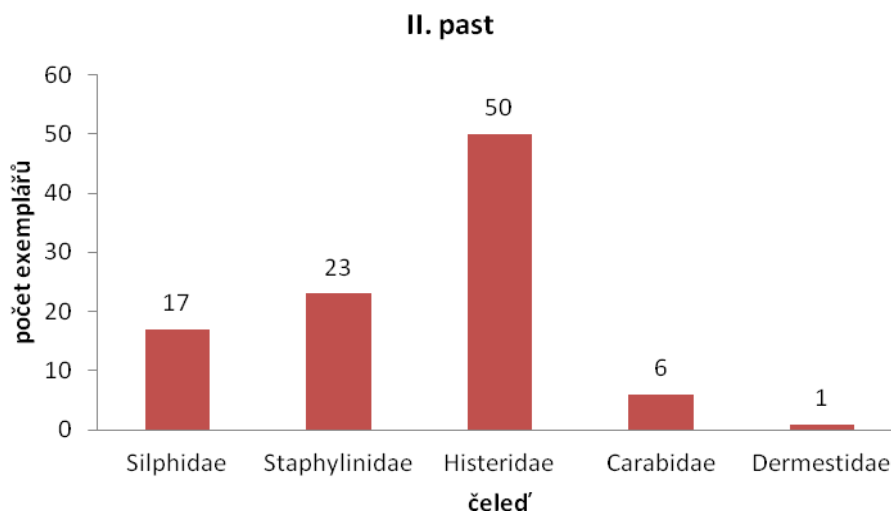
Nutno zmínit, že před zahájením pokusu, vzhledem k abnormálně vysokým srážkám, došlo k opakovanému zatopení II. pasti. Proto jsem začala pokus dne 15. 08. 2011 pouze s I. a III. pastí.

Návnadu do II. pasti jsem vložila až po jejím částečném vyschnutí dne 21. 08. 2011. V této II. pasti jsem též našla 23. 08. 2011 malou myš, která mi pravděpodobně zlikvidovala některé jedince brouků, ze kterých jsem našla již jen křídla a krovky.

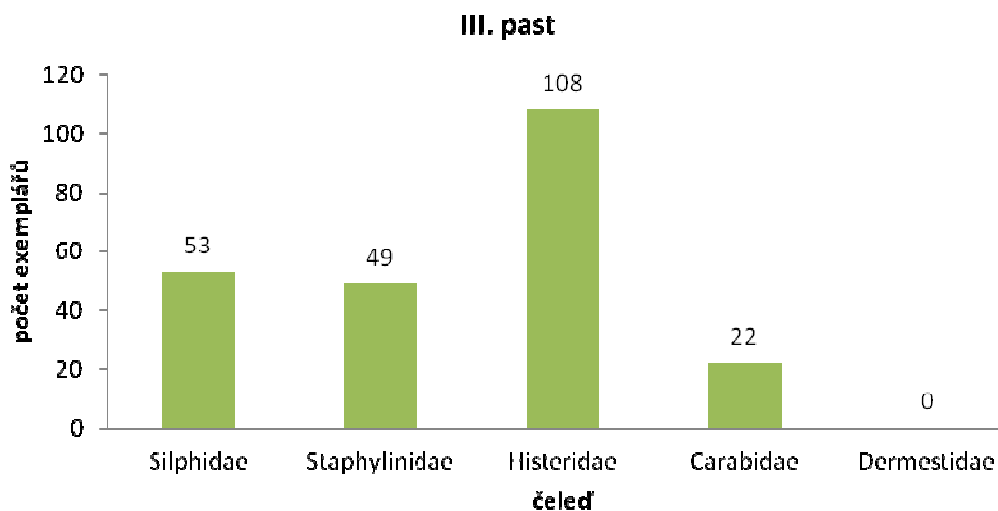
Dne 25. 08. 2011, byl opět velký přívalový déšť, který ztížil podmínky pro nalétávající brouky na II. past, protože nádoby byly vodou vyzdviženy a nebyly v úrovni terénu.

Graf č. 3 znázorňuje počet exemplářů jednotlivých čeledí chycených během celého pokusu do pasti II.

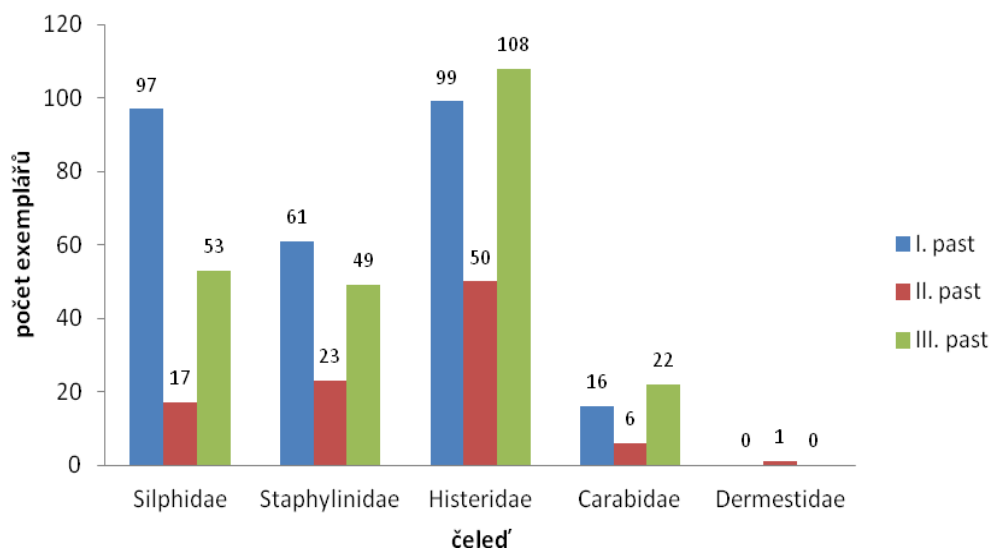
**Graf č. 3: Porovnání počtu zástupců jednotlivých čeledí v II. padací pasti s návnadou na pastvině u obce Mirovice v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**



**Graf č. 4: Porovnání počtu zástupců jednotlivých čeledí ve III. padací pasti s návnadou na pastvině u obce Mirovice v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**

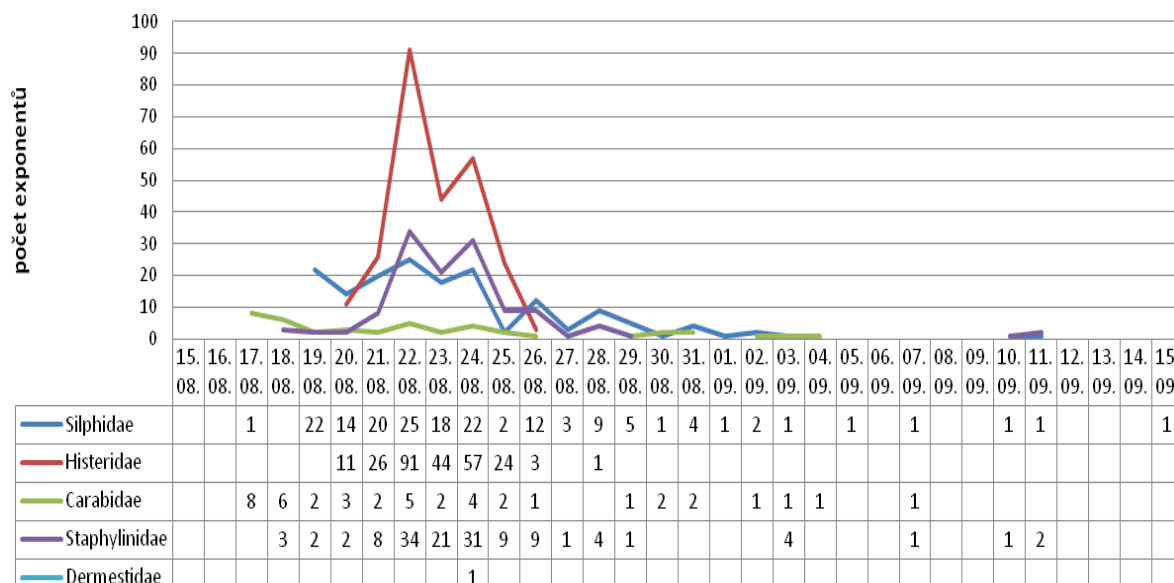


**Graf č. 5: Porovnání počtu zástupců nachytných čeledí v jednotlivých padacích pastích s návnadou na pastvině u obce Mirovice v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**





**Graf č. 6: Průběh sukcese jednotlivých čeledí v počtech zástupců na mršině ve všech třech padacích pastech zároveň s návnadou na pastvině u obce Mirovice, v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**



Na návnadu začali nalétávat brouci až druhý den pokusu, tedy 17. 8. 2012. Nejprve byly atrahováni zástupci čeledi Carabidae a to *Pterostichus melanarius* a *Poecilus versicolor* a jeden zástupce čeledi Silphidae *Silpha tristis*. Čtvrtý den po instalaci pastí byli odchyceni zástupci čeledi Staphylinidae rodu *Philontus*. Pátý den rozkládající se návnada přilákala počtem 22 exemplářů čeledi Silphidae, zástupci rodu *Thanatophilus* - *T. sinuatus*. Poslední v mém experimentu významná čeleď Histeridae byla atrahována až šestý den po instalaci návnad do zemních padacích pastí.

Dvoukřídly hmyz začal na bažanty nalétávat prakticky ještě v den usmrcení. Vylíhlé larvy se na bažantech vyskytovaly, dokud nezlikvidovaly veškeré měkké tkáně. Převážně jejich aktivita způsobila, že z bažantů zbylo pouze duté torzo, tvořené vyschlou kůží s peřím a kostmi. Bažanti byli obaleni drátěným pletivem, a jelikož stříška nad pastí zamezila přístupu deště i slunečnímu záření, vzhledově zůstali bažanti od začátku do konce experimentu zevně ve stejném stavu.

Dále se zabývám jednotlivými čeleděmi a konkrétními nachytanými druhy včetně jejich rozšíření a ekologických charakteristik. Tyto rozebírám v diskusi a porovnávám s dostupnými informacemi z ostatních podobných článků.

#### 4.1 Čeleď Silphidae

Z čeledi Silphidae zde byly zastoupeny obě podčeledi. Podčeď Nicrophorinae třemi druhy s pouhými sedmi exempláři: *Nicrophorus humator*, *Nicrophorus vespillo*, *Nicrophorus interruptus* a podčeď Silphinae pouze se třemi druhy, zastoupena 160 jedinci. V našem pokusu velmi hojný *Thanatophilus sinuatus* a jen pár jedinců *Silpha tristis* a *Necrodes littoralis*. Odchycené druhy jsou zobrazeny v Tabulce č. 2.

*Nicrophorus humator* (Gleditsch, 1767) palearktický druh rozšířen v celé Evropě krom jižní Skandinávie, v severní Africe, na Sibiři a v Japonsku. U nás hojný v lesích, mírně vzhomilný (Šustek 1981). Hojný na mršinách a hničících plodnicích hub (Šustek 1981, Hůrka 2005).

*Nicrophorus vespillo* (Linné, 1758) holarktický druh rozšířený v celé palearktické oblasti a v USA ve státech Nebraska a Pensylvánie (Šustek 1981). U nás jeden z nejhojnějších, vyhledává otevřený terén, většinu polních biotopů (Šustek 1981, Hůrka 2005).

*Nicrophorus interruptus* (Stephens, 1830) palearktický druh rozšířený v celé podoblasti. U nás hojný, preferuje otevřený terén a jílovité půdy (Šustek 1981).

*Necrodes littoralis* (Linné, 1758) je palearktický druh rozšířený v celé Evropě kromě Skandinávie, na Kavkaze, Sibiři a Japonsku. V ČR a SR hojný, vyskytuje se především ve vlhkých lesích spíše v nížinách (Šustek 1981). Ve vztahu ke své velikosti preferuje mršiny větších obratlovců (Šustek 1981, Hůrka 2005).

*Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775) západopalearktický druh rozšířený v celé Evropě a severní Africe (Šustek 1981). V ČR a SR velmi hojný, vyskytuje se především na mršinách, preferuje otevřený terén (Hůrka 2005, Šustek 1981).

*Silpha tristis* (Illiger, 1798) západopalearktický druh rozšířený v celé Evropě kromě severní Skandinávie, zasahuje do Malé Asie a do Iránu (Šustek 1981). U nás řídce se vyskytující, nejčastěji v nivách podél vodních toků. Pantofágní, převážně na mršinách, živí se také drobnými živočichy a rozkládajícími se rostlinnými zbytky (Šustek 1981, Hůrka 2005).

**Tabulka č. 2: výskyt druhů čeledi Silphidae v jednotlivých zemních padacích pastech s návnadou v inundačním území pastviny u obce Mirovice v období 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**

<b>Silphidae</b>	<b>I. past</b>	<b>II. past</b>	<b>III. past</b>	<b>celkem zástupci</b>
<i>Nicrophorus</i> larva	0	0	1	<b>1</b>
<i>Thanatophilus</i> larvy	20	6	14	<b>40</b>
<i>Nicrophorus humator</i>	0	1	0	<b>1</b>
<i>Nicrophorus interruptus</i>	0	0	1	<b>1</b>
<i>Nicrophorus vespillo</i>	2	1	1	<b>4</b>
<i>Necrodes littoralis</i>	0	0	2	<b>2</b>
<i>Silpha tristis</i>	2	1	0	<b>3</b>
<i>Thanatophilus sinuatus</i>	73	8	34	<b>115</b>
<b>Celkem</b>	<b>97</b>	<b>17</b>	<b>53</b>	<b>167</b>

## 4.2 čeleď Staphylinidae

Dále bylo do pastí nachytáno 133 exemplářů 13. druhů čeledi Staphylinidae (Tabulka č. 3). Nejčastějším druhem byl *Aleochara cultura*, další početné druhy jsou *Philonthus succicola*, *Ontholestes tessellatus*, *Creophilus maxillosus*, *Ontholestes murinus* a *Philonthus politus*. *Philonthus cognatus*, *Philonthus rectangulus*, *Philonthus corruscus*, *Philonthus varians*, *Philonthus tenuicornis*, *Aleochara lata* a *Platydracus stercorarius* se vyskytovaly pouze v bezvýznamném počtu. Někteří drabčící zůstali nedeterminovaní z důvodu jejich poškození.

*Aleochara cultura* (Goeze, 1777) je jeden z největších zástupců početného rodu, vyskytující se na rozkládajících se látkách živočišného i rostlinného původu (Hůrka 2005). Imaga nalézáme nejčastěji mezi mršinami, živí se larvami dvoukřídlého hmyzu a na houbách, napadají larvy jiných drabčků a koprofágů. Jsou rychlími letci (The WCG 2012).

*Philonthus politus* (Linné, 1758) je termofilním, eurytopním druhem. Fytodendrikolní, detrikolní, nekrofil, živící se na mršinách a exkrementech, rozkládajících se houbách a v květech áronů. Osidluje teplé svahy, písčité pobřeží, duny pole, ruderály, louky, luhy, zahrady, lesní okraje a lesy (Koch 1989).

*Creophilus maxillosus* (Linné, 1758) patří k našim nejnápadnějším široce rozšířeným ubikvistním a největším druhům. Je stekorikolní, kadaverikolní. Najdeme ho na rozkládajících se rostlinných i živočišných látkách a to na mršinách a exkrementech, hnoji a tlejících houbách, kde loví larvy a pupária dvoukřídlého hmyzu (Koch 1989, Hůrka 2005).

*Ontholestes murinus* (Linné, 1758) patří k velkým a u nás k hojným, eurytopním druhům. Můžeme ho najít v celé palearktické oblasti (Hůrka 2005). Kadaverikolní, fyto-detrikolní druh žijící na polích, ruderálních plochách, loukách, okrajích lesů, zahradách, dunách. Najdeme jej na hniјících rostlinných i živočišných látkách, hnoji i čerstvých výkalech, mršinách, rozkládajících řepných zbytcích a na kompostech (Koch 1989, Hůrka 2005).

*Ontholestes tessellatus* (Fourcroy, 1785) je stejně hojný a žije podobným způsobem jako *Ontholestes murinus*, ale je o něco větší (Koch 1989, Hůrka 2005). Najdeme jej na tlející vegetaci, kupách hnoje, na mršinách, výkalech, rozkládajícím se zelí a na houbách, hniјícím seně, na slámě a pod listy (Koch 1989).

Z drabčků zastoupených v bezvýznamném počtu je pozoruhodný *Philonthus corruscus* (Gravenhorst, 1802), patří podle Smetany (1958) do velké skupiny druhů feleofilních, což jsou druhy, jejichž výskyt je vázán na hnízda hostitelů z řad obratlovců, případně i hmyzu. Není ontogeneticky závislý na hostiteli. Často je nacházíme i ve volné přírodě. V hnízdě se živí různými drobnými členovci (roztoci, larvy, atp.). Zároveň je druhem euryekním, vyskytující se v hnízdech podzemních savců (v norách křečka, sysla, krtka, myší) a hnízdech ptáků (Smetana 1958). Podle Kocha (1989) je druhem eurytopním, koprofilním a fyto-detrikolním. Žije na rostlinném detritu, polích, loukách v melioračních strouhách, travnatých okrajích lesů a lesních cestách, zahradách, světlých borových lesích a na suchých svazích. Často jej nalézáme na mršinách, v hnoji, hniјících houbách, hniјících rostlinných látkách, exkrementech koňských, lidských a ovčích, ve slámě a zvířecích norách (Koch 1989, Hůrka 2005).

*Philonthus tenuicornis* (Rey, 1853) je ubikvistní druh vyskytující se na rostlinném detritu, rozkládajících se rostlinných a houbových zbytcích, kompostu, chlévské mrvě, mršinách a exkrementech, slámě, pod listy a v detritu (Koch 1989).

*Philonthus cognatus* (Stephens, 1832) eurytopní, muscikolní, najdeme jej na rostlinném detritu, houbách, slámě, kupách hnoje, pod kameny, na listech, v mechu, v travních drnech, na mršinách, živí se nižšími rostlinami (řasy, mechy apod.) Vyskytuje se hlavně v lesích a jejich okrajích, loukách, polích, ruderálních plochách, suchých svazích a dunách (Koch 1989).

*Philonthus rectangulus* (Sharp, 1874) ubikvistní druh, fyto a zoodetrikolní, především na rozkládajících se látkách, hniloucí vegetaci, na houbách, kompostu, v hnoji, exkrementech a na mršinách (Koch 1989).

*Philonthus varians* (Paykull, 1789) ubikvistní, sterikolní, fytozoodetrikolní druh žijící na rozkládající vegetaci, houbách, kompostu, hromadách hnoje, slámy, ve zbytcích řepy, výkalech, v mechu, na drnech trávy a detritu (Koch 1989).

*Platydracus stercorarius* (Olivier, 1795) jest eurytopní, xerofilní, fyto a zoodetrikolní druh vyskytující se na písčítých loukách a borových lesích, písčítých ruderálních plochách, melioračních kanálech, suchých svazích, polosuchých trávnících, na cestách a to pod kameny, v travních drnech, na mršinách a exkrementech, na rozkládající se vegetaci a u mravenců (Koch 1989).

**Tabulka č. 3: výskyt druhů čeledi Staphylinidae v jednotlivých zemních padacích pastech s návadnou v inundačním území pastviny u obce Mirovice v období 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**

<b>Staphylinidae</b>	<b>I. past</b>	<b>II. past</b>	<b>III. past</b>	<b>celkem zástupci</b>
<i>Aleochara curtula</i>	29	5	10	<b>44</b>
<i>Aleochara lata</i>	0	1	0	<b>1</b>
<i>Aleochara</i> sp.	2	2	1	<b>5</b>
<i>Creophilus maxillosus</i>	3	5	5	<b>13</b>
<i>Philonthus cognatus</i>	1	0	0	<b>1</b>
<i>Philonthus politus</i>	3	1	5	<b>9</b>
<i>Philonthus rectangulus</i>	1	0	0	<b>1</b>
<i>Philonthus corruscus</i>	1	0	1	<b>2</b>
<i>Philonthus succicola</i>	12	0	6	<b>18</b>
<i>Philonthus varians</i>	0	0	1	<b>1</b>
<i>Philonthus tenuicornis</i>	0	0	1	<b>1</b>
<i>Philonthus</i> sp. nedet.	4	2	3	<b>9</b>
<i>Platydracus stercorarius</i>	0	0	1	<b>1</b>
<i>Ontholestes murinus</i>	1	4	5	<b>10</b>
<i>Ontholestes tessellatus</i>	3	3	10	<b>16</b>
<i>Staphylinidae</i> nedet.	1	0	0	<b>1</b>
<b>Celkem</b>	<b>61</b>	<b>23</b>	<b>49</b>	<b>133</b>

### 4.3 čeleď Histeridae

Čeleď Histeridae s 257 jedinci je zaznamenána v Tabulce č. 4. Nejpočetnějším druhem této čeledi a zároveň všech nachytaných druhů byl *Saprinus semistriatus*. Méně početní jsou *Margarinotus brunneus* a *Hister unicolor unicolor*.

*Hister unicolor unicolor* (Linné, 1758) je ubikvistní, saprofilní druh. Žije na rostlinném detritu, na exkrementech a mršinách, chlévské mrvě, pod hnojící vegetací a houbami, ve zbytcích po řepě, vytékající rostlinné šťávě a potravou jsou larvy dvoukřídlého hmyzu (Koch 1989).

**Tabulka č. 4: výskyt druhů čeledi Histeridae v jednotlivých zemních padacích pastech s návadou v inundačním území pastviny u obce Mirovice v období 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**

<b>Histeridae</b>	<b>I. past</b>	<b>II. past</b>	<b>III. past</b>	<b>celkem zástupci</b>
<i>Margarinotus brunneus</i>	1	1	3	<b>5</b>
<i>Saprinus semistriatus</i>	98	44	99	<b>241</b>
<i>Hister unicolor unicolor</i>	0	3	6	<b>9</b>
<i>Histeridae nedet.</i>	0	2	0	<b>2</b>
<b>Celkem</b>	<b>99</b>	<b>50</b>	<b>108</b>	<b>257</b>



#### 4.4 čeleď Carabidae

Dalších 10 druhů z čeledi Carabidae se 44. exempláři jsou zobrazeny v Tabulce č. 5. Nejhojnějším druhem byl *Pterostichus melanarius*, méně hojní *Pterostichus niger*, *Poecilus versicolor*, *Calathus fuscipes* a pouze po jednom zástupci byly druhy *Pseudoophonus rufipes*, *Loricera pilicornis*, *Calathus melanocephalus*, *Calathus ambiguus*, *Anchomenus dorsalis* a *Amara aulica*.

*Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) je eurosibiřským druhem, vyskytující se na V po Amur (AOPK 2012). Eurytopní, hydrofilní, upřednostňuje hustou vegetaci, jílovitá pole, luhy, louky, okraje lesů, živé ploty, zahrady, cihelny, šterkové lomy (Koch 1989). V druhotných lesích někdy zastupuje chybějící jiné druhy rodu *Pterostichus*, nebo i *Abax* (AOPK 2012). Jeho nikou je rozkládající vegetace, pod uvolněnou kůrou. Živí se larvami hmyzu, housenkami a zároveň jahodami a obilím (Koch 1989).

*Pterostichus niger* (Schaller, 1783) je palearktický druh, rozšířený po V Sibiř. Žije v Hygrofil. prostředí. Nejvíce v lužních porostech, ale i jinde, hlavně v lesních biotopech. V druhotných lesích někdy zastupuje citlivější druhy rodu *Pterostichus*, nebo i *Abax* (AOPK 2012).

Dalším Palearktickým druhem je *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), žije na V po Bajkal a Jakutsko (AOPK 2012). Eurytopní, heliofilní druh vyhledávající louky, jílovitě písčité louky a půdy, lužní lesy, slaniska, ruderalní plochy, cihelny, louky podél vodních toků (Koch 1989, AOPK 2012). Jeho nikou je hniající vegetace (Koch 1989).

*Calathus fuscipes* (Goeze, 1777) západopalearktický druh, střední a V Evropy (AOPK 2012). Eurytopní, xerofilní druh nacházející se především na písčítých a vápnatých kultivovaných půdách, písčítá nebo písčito-jílovitá pole, okraje polí, úhory, ruderalní plochy, louky, písčité luhy, suché okraje lesů, suché svahy (Koch 1989, AOPK 2012).

Dříve byl *C. fuscipes* citelně postihován chemizací na polích, nyní se však jeho početnost opět zvyšuje, takže můžeme v jemu příznivých biotopech pozorovat pod kameny celé skupiny. Jeho nikou jsou kupky sena či slámy a detrit. Živí se karnivorně (Koch 1989). Vyskytuje se častěji než obdobně žijící *Calathus ambiguus* (Paykull, 1790) je západopalearktický druh, na V rozšířený po Z Sibiř a Střední Asii (AOPK 2012).

*Calathus melanocephalus* (Linné, 1758) je palearktickým druhem, pravděpodobně introdukovaný do Severní Ameriky (AOPK 2012). Je eurytopní a xerofilní druh žijící na loukách, dunách v borových lesích, na písčitých pobřežích, cihelnách, na kamenitých suchých polích a loukách, mezích a rudéralech, pod trávou, v detritu a slámě (Koch 1989, AOPK 2012). Živí se semeny trav (Koch 1989).

*Amara aulica* (Panzer, 1797) je to jeden z našich největších střevlíků, západopalearktický druh, na V po Z Sibiř. Je eurytopní, lehce hydrofilní, primárně se vyskytuje v lučních nivách. Je fytofágem, často na pcháči zelinném (*Cirsium oleraceum*), nebo na pcháči osetu (*Cirsium arvense*), ale i v úborech mrkve obecné (*Daucus carota*). Druhotně na málo zarostlých rudéralech, výsypkách, úhorech a okrajích polí a lesů, v melioračních strouhách, živých plotech, zahradách, dunách, suchých svazích a vinicích (Koch 1989, Hůrka 2005, AOPK 2012). Jeho nikou jsou zbytky vegetace, již zmíněné bodláky, tráva a obilí (Koch 1989).

*Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763) je jeden z nejběžnějších drobných druhů čeledi (Hůrka 2005). Je západopalearktický druh, zasahující do Střední Asie. Je schopný žít v různých biotopech, ale nejraději na sušších, nezastíněných, přirozených i druhotných stanovištích, jako jsou pastviny, zarostlé stráně a okraje remízků. Často žije pospolitě, je jedním z nejhojnějších druhů (AOPK 2012).

Palearktický druh *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774) patří mezi nejhojnější střevlíkovité. Eurytopní, xerofilní, žije hlavně na okrajích polí, luk, upřednostňuje zastavené půdy, jílovitá pole, ruderaly, okraje lesů, zahrady, cihelny, písčité pobřeží, suché lesy a svahy a též na hromadách tlejících odpadků (Koch 1989, Hůrka 2005, AOPK 2012).

*Pseudoophonus rufipes* žije pod slámou a tlející vegetací, je to omnivorní druh živící se i semeny obilí a jahodami (Koch 1989).

Jediný cirkumboreální druh *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775) je nenáročný eurytopní, hydrofilní druh (Koch 1989, AOPK 2012). Oblíbil si stinná stanoviště, zejména břehy vod, louky, vlhké listnaté lesy a lužní lesy, okraje lesů, remízky, zahrady, rašeliniště, jílové luhy, vlhká pole (Koch 1989, Hůrka 2005). Jeho nika je v opadance, mechu, slámě, rozkládajících se organických zbytcích, pod uvolněnou kůrou stromů (Koch 1989). Všechna vývojová stadia se živí především chvostoskoky (Collembola) (Hůrka 2005).

**Tabulka č. 5: výskyt druhů čeledi Carabidae v jednotlivých zemních padacích pastech s návnadou v inundačním území pastviny u obce Mirovice v období 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.**

<b>Carabidae</b>	<b>I. past</b>	<b>II. past</b>	<b>III. past</b>	<b>celkem zástupci</b>
<i>Amara aulica</i>	1	0	0	<b>1</b>
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1	0	0	<b>1</b>
<i>Calathus ambiguus</i>	1	0	0	<b>1</b>
<i>Calathus fuscipes</i>	1	2	0	<b>3</b>
<i>Calathus melanocephalus</i>	1	0	0	<b>1</b>
<i>Loricera pilicornis</i>	0	0	1	<b>1</b>
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	0	0	1	<b>1</b>
<i>Pterostichus melanarius</i>	8	2	8	<b>18</b>
<i>Pterostichus niger</i>	1	1	7	<b>9</b>
<i>Poecilus versicolor</i>	2	1	5	<b>8</b>
<b>Celkem</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>44</b>

#### 4.5 čeled' Dermestidae

Čeled' Dermestidae byla zastoupena pouze jediným jedincem druhu *Dermestes frischi* (Kugelann, 1792). Rod *Dermestes* je u nás nejpočetněji zastoupeným kosmopolitním rodem (Hůrka 2005).

#### 4.6 Dekompozice mršiny a průběh sukcese brouků

Pro potřebu mého výzkumu jsem si vybrala dělení dle Reeda (1958) na 5 stadií. Zaznamenala jsem stadium „Fresh“, kdy dvoukřídlý hmyz začal navštěvovat zabitého bažanta v zápětí po umístění návnady na určené místo.

Přechod ze stadia „Fresh“ ke stadiu „Bloated“ nebylo možné pozorovat, vzhled bažanta se nijak nezměnil, nedošlo k jeho nafouknutí. Až larvy dvoukřídleho hmyzu ukončily toto stadium otevřením tělní dutiny v místech kloaky.

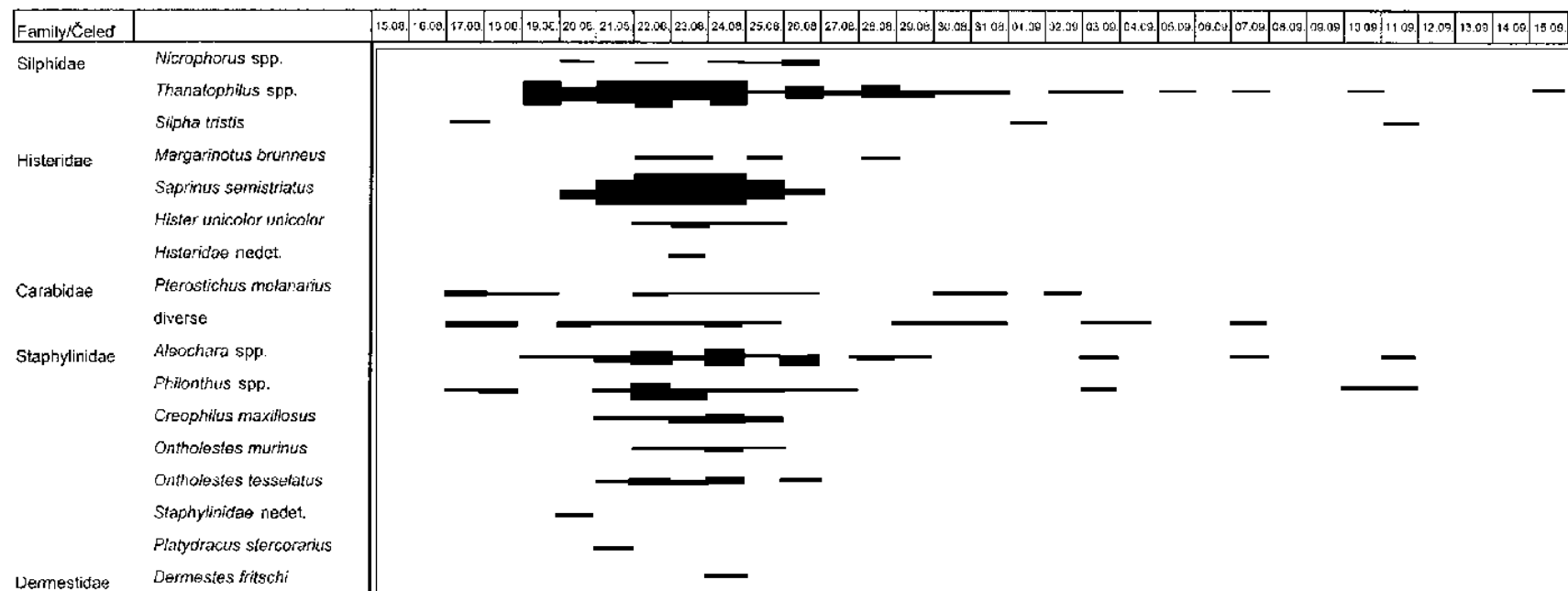
„Active a Advance decay“ stadia jsem pozorovala zvýšeným výskytem nalétávajícího hmyzu. Mršiny silně zapáchaly a tím se staly pro nekrofágní hmyz velmi atraktivní. Larvy dvoukřídleho hmyzu přeměnily postupně veškeré měkké tkáně uvnitř mršiny v pohybující se masu larev, která přetékala do kbelíku. Tím došlo k výraznému úbytku tělní hmoty, která se přeměnila ve hmotu larev dvoukřídlejších.

Když larvy opustily mršinu, zůstaly pouze suché zbytky kůže, kosti a peří. Nastalo stadium „Dry“. Vzhledem k tomu, že návnada nebyla vystavena dešti ani přímému slunci, vzhled se od prvního do posledního stadia téměř nezměnil. Mršina už neměla tak výrazný zápach, byla cítit pouze lehce nasládlá vůně. Na viditelné kůži byla později znatelná plíseň. Nástup stadia „Remains“ jsem nepozorovala, návnada už vzhled neměnila.

Pořadí, ve kterém brouci nalétávali, v této studii, sleduje stejný obecný vzor nalezený v obou mírných a tropických oblastech (Johnson 1975, Reed 1958, Richards 1997 nebo Kočárek 2003 aj.). Posloupnost druhů se vyvíjí především jako kontinuum změn, kdy jednotlivé etapy rozkladu mršiny se vyznačují různým počtem příbuzných druhů.

Graf č. 7 znázorňuje průběh sukcese entomofauny souhrnně ze všech padacích pastí dohromady. Počáteční období a pozdní suchá fáze byly charakterizovány nízkou rozmanitostí specializovaných druhů. Počet druhů dosahuje své maximum v etapě aktivního rozkladu. Tloušťka čar v grafu č. 7 znázorňuje počet druhů, tzn. čím tlustější čára, tím větší počet druhů chycených do pastí.

Graf č. 7: Průběh sukcese entomofauny ve všech třech padacích pastích zároveň s návnadou bažanta na pastvině u obce Mirovice v období od 15. 08. 2011 – 15. 09. 2011.



## 5 Diskuse

Cílem pokusu, který byl proveden v období od 15. 08. 2011 do 15. 09. 2011 v inundačním území pastviny vzdálené 1 km od města Mirovice, bylo zachytit průběh sukcese dekompozice mršiny, která atrahovala hmyz; v této práci jsem se zabývala pouze brouky (Coleoptera).

Celkem jsem nasbírala 602 jedinců zařazených do 33 druhů, patřících do pěti čeledí, vyskytujících se na mršinách (Graf č. 7).

Většina pokusů se zaměřuje převážně na sezónní dynamiku mrchožroutovitých brouků, proto jsme si zvolily tento pokus, zaměřený především na sukcesní výskyt mrchožroutovitých brouků na mršině.

Nejpočetnější v mém pokusu byla čeleď Histeridae počtem 257 jedinců (Graf č. 1), která nastoupila nejpozději, rychle kulminovala a odezněla během pouhých sedmi dnů rozkladu. Naopak během téměř celého rozkladu se v různém počtu vyskytovala čeleď Silphidae.

### Dekompozice mršiny a sukcese brouků

Pro čeleď Silphidae a Staphilinidae byla nejatraktivnější I. past, která byla lehce vyvýšená, tedy nejsušší a otevřená volnému prostoru. Naopak čeleď Carabidae vyhledávala nejčastěji III. past položenou nejbliže k lesu. Čeleď Histeridae byla relativně vyvážená, převažovala ve III. a II. pasti.

Vyskytující se druhy čeledi Carabidae jsou povětšinou vlhkomilní a paradoxně se tu vyskytlo i několik druhů vyhledávajících suchá stanoviště jako například *Calathus fuscipes* nebo *Calathus ambiguus*.

Během pokusu docházelo k výkyvům počasí, které znatelně ovlivnilo nalétávání hmyzu na mršinu. Největší pokles jsem zaznamenala vždy během

deštivých dní a razantní úbytek nastal při nižších teplotách, naopak při teplých a slunečných dnech, s přihlédnutím ke stadiu rozkladu, se vyskytovalo více brouků.

Rozklad tedy probíhal podobně, jako ho popisuje Reed (1958), nebo Kočárek (2003), hmyz začal na mršinu nalétávat v čerstvém stadiu, jeho množství a rozmanitost vyvrcholilo ve stadiu rozpadu a začalo rapidně klesat v suchém stadiu.

V mém pokusu jsem zaznamenala pouhých 33 druhů v 5 čeledích brouků nalétávajících na mršiny, na rozdíl od Kočárka (2003), který zaznamenal 145 druhů ve 22 čeledích, jeho výzkum byl ale výrazně rozsáhlejší a zahrnoval různá období v roce a různé lokality. Můj pokus byl částečně omezen, díky vysoké hladině přilehlé řeky.

Zpočátku v čerstvém a nafouklém stupni popisuje Kočárek (2003) nástup převážně hrobaříků, kterých v mém pokusu bylo minimum, Leiodidae (lanýžovnickovité), které jsem v mém pokusu vůbec nezaznamenala a některé Staphylinidae. V mém pokusu se v prvním stadiu objevovali někteří Carabidae a Staphylinidae.

Ve stupni rozpadu popisuje Kočárek (2003) maximální rozmanitost druhů, pro které je mršina v tuto dobu nejatraktivnější, čeledi Silphidae, Leiodidae, Histeridae, Staphylinidae, Carabidae, Geotrupidae, Hydrophilidae, Nitidulidae, Cryptophagidae, Lathridiidae. V mém pokusu byl první výrazný nástup čeledi Silphidae (*Thanatophilus sinuatus*) a vzápětí čeleď Histeridae, která poměrně brzo odezněla, stejně jako u Kočárka (2003), zároveň s čeledí Staphylinidae.

Končí stádiem suché, které se vyznačuje nízkou rozmanitostí specializovaných druhů, jako jsou Dermestidae, Trogidae, Cleridae a někteří Staphylinidae (Kočárek 2003). V mém pokusu to byli někteří Silphidae, Carabidae a Staphylinidae.

Musíme mít na paměti skutečnost, že rozklad je kontinuální proces a jednotlivé stupně, jak jsou autory charakterizovány, ve skutečnosti v přírodě neexistují – mají pouze popisnou hodnotu (Schoenly et al. 1987).



V kapitole Výsledky jsem popsala ekologii a rozšíření jednotlivých odchycených druhů do pastí. Zde se budu na tyto charakteristiky odkazovat.

Je velmi problematické určit, zda chycené druhy dávají přednost mršinám, nebo se zde vyskytují jen náhodou a jejich výskyt je vázán na jakýkoliv tlející materiál (rostlinný nebo houby).

### **Čeľad' Silphidae**

Z podčeledi Silphinae se do pastí chytl v poměrně velkém počtu *Thanatophilus sinuatus* ve 115 exemplářích. Tento druh stejně tak i *Silpha tristis* vyhledávají mršiny v pokročilejším stádiu rozkladu, což odpovídá i mému zjištění v pokusu. *T. sinuatus* se vyskytoval víceméně během celého experimentu. Je zajímavé, že se do pastí nenachytl žádný jiný mrchožroutovitý druh např. *Thanatophilus rugosus* nebo *Oiceoptoma thoracicum*, která se vyskytuje převážně v otevřených biotopech (převážně pastivny a obhospodařované pole; Sikes 2008). Zaznamenala jsem pouze jeden exemplář *Necrodes littoralis*, což je zajímavé vzhledem k tomu, že tento druh se ve velikém množství vyskytuje převážně na mršinách větších velikostí (např. srnka, jelen apod.).

Z podčeledi Nicrophorinae v porovnání s jinými výsledky např. Novák (1961, 1965, 1982), Petruška (1964), Kočárek & Benko (1997) nebo Šípková & Růžička (2009) se hrobařící v tomto pokusu vyskytují velmi zřídka. Je to zřejmě způsobeno tím, že pohřbívají mršiny s cílem vyloučit tak konkurenci ostatního hmyzu. S přihlédnutím k typu zemní padací pasti a upevnění návnady v mém experimentu byli brouci izolováni od možného zahrabání mršiny. A lze předpokládat, že výskyt hrobařů (rod *Nicrophorus*) v pastech byl především za účelem získání potravy - larvy dvoukřídlých, kterých se v pozdějším stupni rozkladu mršiny vyskytuje veliké množství (Šípková & Růžička 2009).

### **Čeľad' Carabidae**

Z čeledi Carabidae se do pastí chytl druhy, které jsou převážně karnivorní (masožraví) a omnivorní (všežraví) a tím pádem je možné, že do pastí s návnadou

nespadly náhodně, ale byly atrahovány případnou potravou např. *Pterostichus melanarius*, *Calathus fuscipes*, *Pseudoophonus rufipes* apod. Většina chycených střevlíků odpovídají svým výskytem loukám či pastvinám a převážně preferující rozkládající se organické zbytky.

Druh *Loricera pilicornis* se podle Hůrky (2005) živí převážně chvostoskoky, je možné, že do pastí spadl náhodně.

*Calathus melanocephalus* a *Amara aulica*, tyto druhy jsou podle Kocha (1989) fytofágní nebo se živí semeny trav, což v případě našeho experimentu je zvláštní a předpokládám, že se tito brouci do pastí dostali náhodně.

### **Čeleď Staphylinidae**

Zejména některé Staphylinidae (např. rod *Philonthus*) jsou všestranní, tedy omnivorní; vyskytují se stejně tak na mršině jako na hnoji.

Všichni odchycení drabčíkovití brouci v tomto experimentu Koch (1989) svou preferencí přiřazuje ke skupině omnivorů, vyskytujících se jak na houbách, tlející vegetaci, mršinách či hnoji nebo rostlinných zbytcích. Stejně tak odpovídá i biotop, okraje lesů, převážně louky nebo pastviny.

### **Čeleď Histeridae**

Obdobně jako u předchozích čeledí i všichni tři zástupci čeledi Histeridae se vyskytují často na tlejících zbytcích, hnoji i mršinách a exkrementech (Koch 1989, Hůrka 2005).

### **Čeleď Dermestidae**

*Dermestes frischi* je kosmopolitně rozšířen a celý rod *Dermestes* jsou typičtí zástupci preferující suché stádium mršiny či její zbytky (Koch 1989, Hůrka 2005).

## 6 Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabývala především průběhem dekompozice a výskytem na ni nalétávajících mrchožroutovitých brouků, především čeledi Silphidae, ale i ostatních čeledí.

Terénní experiment byl zaměřen na pravidelné kvantitativní odběry nachytaných brouků, jež byli atrahováni návnadami rozkládajícího se masa do zemních padacích pastí, za přítomnosti dvoukřídlého hmyzu (Diptera), jehož studium nebylo součástí mé práce, pomocí nichž jsem zachytila průběh sukcese na mršině.

Pilotní studie byla provedena v období od 15. 08. 2011 do 15. 09. 2011 na pastvině v inundačním území řeky Skalice v okolí obce Mirovice. Celkem bylo odchyceno 602 jedinců řádu Coleoptera; 561 imag a 41 larev v zastoupení čeledí Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Carabidae a Dermestidae.

Nejvíce jedinců se nachytalo do I. pasti, 273 zástupců čeledí Silphidae, Staphylinidae, Histeridae a Carabidae, naopak nejméně do II. pasti- 97 jedinců čeledí Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Carabidae a zároveň jediný zástupce čeledi Dermestidae.

Nízký počet nachytaných jedinců ve II. pasti, byl způsoben jejím opětovným vyplavením, které vzniklo díky, v tomto čase nečekaným, velmi silným přívalovým deštům. Úspěšnost první pasti byla pravděpodobně dána jejím, v daném období, nejpriznivějším vyvýšeném umístění.

Výsledky mého pokusu, sukcesní nástup mrchožroutovitých a dravých i náhodných druhů brouků se přibližovaly výsledkům již dříve uskutečněných experimentů.

V této pilotní studii jsem si vyzkoušela terénní práci, která se mi i přes svou náročnost líbila a ráda bych pokračovala za pomoci již získaných zkušeností v obdobném experimentu diplomovou prací.

## 7 Seznam použité literatury

- AOPK 2012: Rejstřík rodů. Střevlíci, online: [http://www.wmap.cz/opk/strevlici/brouk\\_syst\\_list.htm](http://www.wmap.cz/opk/strevlici/brouk_syst_list.htm), [citace 27. 04. 2012].
- Anderson G. S., VanLaerhoven S. L., 1996: Initial Studies on Insect Succession on Carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, 41: 617 – 625.
- Anderson G. S., 1999: Wildlife Forensic Entomology: Determining Time of Death in Two Illegally Killed Black Bear Cubs. *Journal of Forensic Science*, 44: 856 – 859.
- Amendt J., Krettek R., Zehner R., 2004: Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91: 51 – 65.
- Begon M., Harper J. L., Townsend C. R., 1997: *Ekologie: Jedinci, populace a společenstva*. Vydavatelství univerzity Palackého, Olomouc, 949 pp.
- Benecke M., Lessig R., 2001: Child neglect and forensic entomology. *Forensic science International*, 120: 155 – 159.
- Bharti M., Singh D., 2003: Insect Faunal Succession on Decaying Rabbit Carcasses in Punjab, India. *Journal of Forensic Sciences*, 48:1- 11.
- Boháč J., 2012: Kapitola z připravované knihy “Půdní biologie” Půdní zoologie – dravý hmyz. České Budějovice, Jihočeská univerzita, 22 pp, in press.
- Boháč J., 1999: Staphylinid Beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 357 – 372.
- Boháč J., Matějček J., Rous R., 2005a: *Srovnání biodiversity drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) biosférických rezervací Šumava, Třeboňsko a Křivoklátsko s vyhodnocením podle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogenním vlivům a podle stupně ohrožení*. České Budějovice, Ústav ekologie krajiny AV ČR, 12 pp.
- Boháč J., Matějček J., Rous R., 2005b: Staphylinidae (drabčíkovití). pp. 435 – 449. In: Farkač J., Král D., Škorpík M. (eds.), *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp.
- Boháč J., Matějček J., Rous R., 2012: *Brouci – drabčíkovití*. České Budějovice, Jihočeská univerzita, 9 pp, in press.

- Braack L. E. O., 1986: Arthropods associated with carcasses in the northern Kruger National Park. *South African Journal of Wildlife Research*, 16: 91 – 98
- Buchar J., Ducháč V., Hůrka K., Lellák K., 1995: *Klíč k určování bezobratlých*. Scientia, Praha, 280 pp.
- Byrd J. H., Castner J. L., 2001: *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC press, Boca Raton, London, 418 pp.
- Carter D. O., Yellowlees D., Tibbett M., 2007: Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*, 94: 12 – 24.
- Cornabay B. W., 1974: Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* 6: 51 – 63.
- Dekeirsschieter J., Verheggen F. J., Haubruge E., Brostaux Y., 2011a: Carrion beetles visiting pig carcasses during early spring in urban, forest and agricultural biotopes of Western Europe. *Journal of Insect Science*, 73: 1 – 13.
- Dekeirsschieter J., Verheggen F., Lognay G., Haubruge E., 2011b: Large carrion Beetles (Coleoptera, Silphidae) in Western Europe: a review. *Biotechnology, Argonomy, Society and Environment*, 15: 435 – 447.
- Eggert A. K., Reinking M. & Müller J. K. 1998: Parental care improves offspring survival and growth in burying beetles. *Animal Behaviour*, 55: 97 – 107.
- Francesco I., Antonio D. D., Valeria S., 2011: The bodies of two missing children in an enclosed underground environment. *Forensic science International*, 207: 40 – 47.
- Grassberger M., Frank C., 2004: Initial Study of Arthropod Succession on Pig Carrion in a Central European Urban Habitat. *Journal of Medical Entomology*, 41: 511 – 523
- Hůrka K., 1996: *Carabidae České a Slovenské republiky*. Nakladatelství Kabourek, Zlín, 565 pp.
- Hůrka K., 2005: *Brouci České a Slovenské republiky*. Nakladatelství Kabourek, Zlín, 390 pp

- Ikeda H., Kubota K. & Abe T. K. T., 2007: Flight capabilities and feeding habits of silphine beetles: are flightless species really “carrion beetles”? *Ecological Research*, 22: 237 – 241.
- Ikeda H., Kagaya T., Kubota K. & Abe T., 2008: Evolutionary relationships among food habit, loss of flight, and reproductive traits: life-history evolution in the Silphinae (Coleoptera: Silphidae). *Evolution*, 62: 2065 – 2079.
- Jones F. M., 1932: Insect coloration and the relative acceptability of insects to birds. *Transactions of the Entomological Society of London*, 80: 345 – 386.
- Kočárek P., 2001: *Nekrobiontní hmyz v účasti na dekompozičních procesech*. Autoreferát disertační práce. Olomouc, Univerzita Palackého, 23 pp.
- Kočárek P. & Benko K., 1997: Výskyt a sezónní aktivita brouků čeledi Silphidae na Hlučínsku (Sezsko, Česká republika). *Časopis Slezského Muzea Opava (A)* 46: 173 – 179.
- Koch, K. 1989: Ökologie. Die Käfer Mitteleuropas, Band E1, Krefeld, 440pp
- Kotze J. D., Brandmayr P., Casale A., Dauffy-Richard E., Dekoninck W., Koivula M. J., Lövei G. L., Mossakowski D., Noordijk J., Paarmann W., Pizzolotto R., Saska P., Schwerk A., Serrano J., Szyszko j., Taboada A., Turin H., Venn S., Vermeulen R., Zetto T., 2011: Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100: 55 – 148.
- Křístek J., Urban J., 2004: Lesnická entomologie. Academia, Praha, 530 pp.
- Lackner T., 2005: Histeridae (mršníkovití), 425 – 426. In: Farkač J., Král D. & Škorpík M. (ed): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp.
- Likovský Z., 1967: Příspěvek k poznání fauny u mršin (Insecta, Coleoptera). *Acta Musei Reginaehradecensis*, 8: 97 – 116.
- Maňour J., 2008: *Těžba korekční cihlářské suroviny na ložisku Nerestce – Kakovice*. Oznámení záměru dle zákona č. 100/2001 Sb. Praha, 41pp.
- Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K., 2008: An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic science International*, 180: 61 – 69.

- Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K., 2010: Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and rate of decomposition. *Forensic science International*, 194: 85 – 93.
- Mégnin P., 1894: La Faune des cadaveres. Application de l'entomologie e la médecine légale. *Encyclopédie scientifique des aide-mémoire*. Gauthier-Villars et fils, Paris, 224pp.
- Michaud J-P., Moreau G., 2009: Predicting the visitation of carcasses by carrion-related insects under different rates of degree-day accumulation. *Forensic science International*, 185: 78 – 83.
- Milne L. J. & Milne M. 1976: The social behavior of burying beetles. *Scientific American*, 235: 84 – 89.
- Novák B., 1961: Sezónní výskyt hrobaříků v polních entomocenózách (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis*, 6: 45 – 114.
- Novák B., 1965: Faunisticko – ekologická studie o hrobařících z polních biotopů Hané (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis* 19: 121 – 151.
- Novák B., 1982: Periodičnosti v pohyblivosti epigeické složky v polních a lesních ekosystémech. *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis* 75: 63 – 85.
- Novák B., 1962: Příspěvek k faunistice a ekologii hrobaříků (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis*, 11: 263 – 300.
- Peck S. B., Anderson R. S., 1985: Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*, 21: 247 – 317.
- Petruška F., 1964: Příspěvek k poznání pohyblivosti několika druhů brouků nalétávajících na mršiny (Col. Silphidae et Histeridae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis*, 16: 159 – 189.
- Pukowski E., 1933: Ökologische Untersuchungen an *Necrophorus* F. *Zeitschrift für Ökologie und Morphologie der Tiere*, 27: 518 – 586.
- Purtauf T., Dauber J., Wolters V., 2005: The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups. *Oecologia*, 145: 458 – 464.

- Putman R. J., 1983: *Carrion and Dung: the decomposition of animal wastes*. Edward Arnold, London, 62 pp.
- Ratcliffe B. C., 1996: *The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska*. Bulletin of the University of Nebraska State Museum, 13: 1 – 100.
- Reed H. B., 1958: A study of Dog Carcass Communities in Tennessee, With Special Reference to the Insects. *American Midland Naturalist*, 59: 213 – 245.
- Resh V. H., Carde R. T. 2009: Encyclopedia of Insects. Second Edition. Elsevier, New York, 1131 pp.
- Richards E. N., Goff M. L., 1997: Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii island. Hawaii. *Journal of Medical Entomology*, 34: 328 – 339.
- Růžička J., 2005: Icones Insectorum Europae Centralis. Coleoptera: Agyrtidae, Silphidae. *Folia Heyrovskyana*, Serie B, 3: 1 – 9.
- Scott M. P., 1998: The ecology and behavior of burying beetles. *Annual Review of Entomology*, 43: 595 – 618.
- Shubeck P. P., Blank D. L., 1982: Carrion beetle attraction to buried fetal pig carrion (Coleoptera: Silphidae). *The Coleopterists Bulletin*, 36: 240 – 245.
- Assing V., Schülke M., 2012: Staphylinidae I (exklusive Aleocharinae, Pselaphinae und Scydmaeninae). In: Freude H., W. Harde, A. Lohse, B. Klausnitzer (eds.): *Die Käfer Mitteleuropas*, Band 4. 2. Auflage, 560 pp.
- Schoenly K., Reid W., 1987: Dynamics of heterotrophic succession on carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change? *Oecologia* 73: 192 - 202
- Schumacher R., 1973: Beitrag zur Kenntnis der Stridulationsapparate einheimischer Necrophorus-Arten (*Necrophorus humator* Ol., *Necrophorus investigator* Zetterst., *Necrophorus vespilloides* Herbst) (Insecta, Coleoptera). *Zeitschrift für Morphologie der Tiere*, 75: 65 – 75.
- Sikes D. S., 2005: Silphidae Latreille, 1807. In: Beutel R. G., Leschen R. A. B. (eds.): *Handbook of Zoology, Volume IV: Arthropoda: Insecta, Part 38, Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematic (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. Walter de Gruyter, New York & Berlin, pp. 288 – 296.



- Sikes D. S., 2008: Carrion Beetles (Coleoptera: Silphidae), pp. 749 – 758. In: CAPINERA J.L. (ed): *Encyclopedia of Entomology*, Volume 1: A-C. 2nd Ed. Springer Science + Business Media B.V.: 2400 pp.
- Smetana A. 1958: *Drabčíkovití – Staphylinidae I. Staphylininae. The rove beetles – Staphylinidae I. Staphylininae*. Fauna ČSR 12. NČSAV, Praha, 437 pp.
- Smith K. G. V., 1986: *A Manual of Forensic Entomology*. British Museum, London, 205pp.
- Šípková H. & Růžička J., 2009: Preference různě staré mršiny u nekrofágních mrchožroutovitých brouků (Coleoptera: Silphidae) ve střední Evropě. *Klapalekiana*, 45: 213 – 219.
- Špicarová N., 1971: Dwarf forms of burying beetles and the causes of their development (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis*, 34: 193 - 197
- Špicarová N., 1973: Morfoplastické působení potravního faktoru na potomstvo několika druhů rodu *Necrophorus* F. (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis*, 43: 297 – 335.
- Šustek Z., 1981: Mrchožroutovití Československa (Coleoptera, Silphidae). *Klíče k určování hmyzu*, 46pp.
- Tabor K. L., Brewster C. C., Fell R. D., 2004: Analysis of the Successional Patterns of Insects on Carrion in Southwest Virginia. *Journal of Medical Entomology*, 41: 785 – 795.
- The WCG 2012: Association of coleopterists, online: <http://www.thewcg.org.uk/staphylinidae/0411.htm>, [citováno 28. 04. 2012].
- Tomberlin J. K., Adler P. H., 1998: Seasonal Colonization and Decomposition of Rat Carrion in Water and on Land in an Open Field in South Carolina. *Journal of Medical Entomology*, 35(5): 704 – 709.
- Trumbo S. T., 1994: Interspecific competition, brood parasitism, and the evolution of biparental cooperation in burying beetles. *Oikos*, 69: 241 – 249.
- Watson E. J., Carlton C. E., 2003: Spring Succession of Necrophilous Insects on Wildlife Carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*, 40: 338 – 347.

- ÚSTŘEDNÍ GEOLOGICKÝ ÚSTAV, ÚSTŘEDNÍ ÚSTAV GEOLOGICKÝ, 1971: *Geologická mapa ČSSR*. Mapa předčtvrtohorních útvarů, M – 33: 11pp.

## 8 Obsah přílohy

Obrázek č. 1: Návnada- Bažant obecný ( <i>Phasianus colchicus</i> ) .....	2
Obrázek č. 2: Oplocená zemní padací past č. III. s návnadou bažanta instalovanou 15. 08. 2011 na pastvině; z povzdálí.....	2
Obrázek č. 3: Detail zemní padací pasti č. I., na pastvině u obce Mirovice dne 14. 08. 2012, doposud bez návnady.....	3
Obrázek 4: Detail vnitřního kbelíku zemní padací pasti s cca 5 cm písku, aby se nachytaný hmyz mohl zahrabat.....	3
8.1 Lokalizace zájmového území .....	4
Obrázek č. 5: Mapa umístění návnad bažanta do padacích pastí na pastvině u obce Mirovice, v období 15. 08. 2012- 15. 09. 2012, místo označeno oranžovou šipkou.....	4
Obrázek č. 6: Mapa umístění návnad bažanta do padacích pastí u obce Mirovice, v období 15. 08. 2012- 15. 09. 2012, místo označeno oranžovou šipkou.....	4
Graf č. 1: Meteorologické údaje: průběh teplotního minima a maxima během jednotlivých dní pokusu.....	5
Graf č. 2: Úhrn srážek v jednotlivých dnech během pokusu.....	5

## 9 Přílohy

Obrázek č. 1: Návada- Bažant obecný (*Phasianus colchicus*)



Obrázek č. 2: Oplocená zemní padací past č. III. s návadou bažanta instalovanou 15. 08. 2011 na pastvině; z povzdálí





**Obrázek č. 3: Detail zemní padací pasti č. I., na pastvině u obce Mirovice dne 14. 08. 2012, doposud bez návnady**



**Obrázek 4: Detail vnitřního kbelíku zemní padací pasti s cca 5 cm písku, aby se nachytný hmyz mohl zahrabat**



## 9.1 Lokalizace zájmového území

Obrázek č. 5: Mapa umístění návnad bažanta do padacích pastí na pastvině u obce Mirovice, v období 15. 08. 2012- 15. 09. 2012, místo označeno oranžovou šipkou.



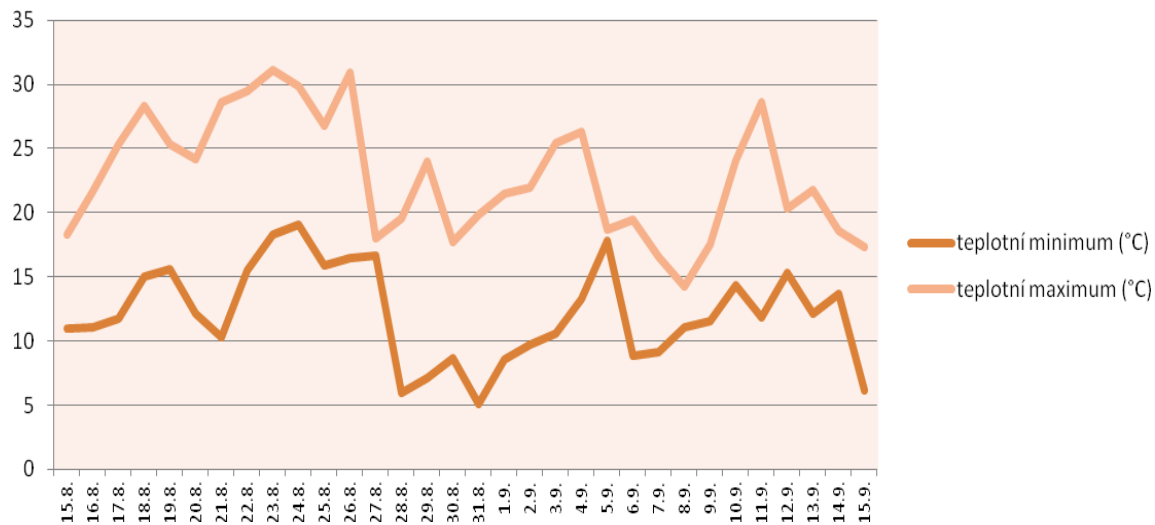
(Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

Obrázek č. 6: Mapa umístění návnad bažanta do padacích pastí u obce Mirovice, v období 15. 08. 2012- 15. 09. 2012, místo označeno oranžovou šipkou.



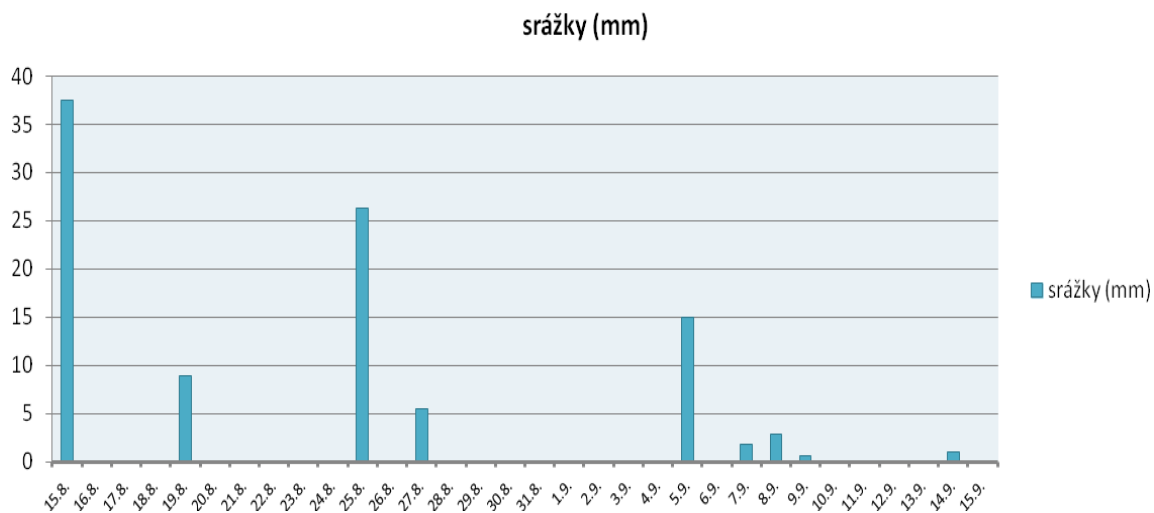
(Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

**Graf č. 1: Meteorologické údaje: průběh teplotního minima a maxima během jednotlivých dní pokusu**



(Zdroj: ČHMÚ Kocelovice)

**Graf č. 2: Úhrn srážek v jednotlivých dnech během pokusu**



(Zdroj: ČHMÚ Kocelovice)