

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Využití vybraných zástupců řádu Coleoptera
v kriminalistice u velkých kadáverů s počátkem expozice
v chladné části roku**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Kateřina Chvalová

Obor: AMVKS - Rozvoj venkovského prostoru

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

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití vybraných zástupců řádů Coleoptera v kriminalistice u velkých kadavérů s počátkem expozice v chladné části roku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc. za odborné vedení a rady při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat plk. Ing. Haně Šulákové, Ph.D za užitečné rady a ochotu. Na závěr bych ráda poděkovala své rodině a především svému synovi Jakubovi za trpělivost a podporu.

Využití vybraných zástupců řádu Coleoptera v kriminalistice u velkých kadavérů s počátkem expozice v chladné části roku

Souhrn

Forenzní entomologie patří mezi speciální obory kriminalistiky. Využívá znalostí z oblasti biologie, a to především hmyzu, který se vyskytuje na mrtvém těle nebo v jeho okolí. Informace zjištěné na místě činu slouží jako důkazy v průběhu vyšetřování.

Tato práce se zabývá využitím řádu Coleoptera ve forenzní praxi formou vědecké práce. Úvodní část práce zpracovaná formou literární rešerše vysvětluje základní pojmy forenzní entomologie. Následuje popis jednotlivých čeledí řádu Coleoptera, které forenzní entomologie využívá.

Druhá část práce se zabývá terénním pokusem, při kterém bylo sledováno zastoupení řádu Coleoptera v průběhu rozkladu kadáveru prasete domácího a jeho následné využití pro potřeby kriminalistiky.

Klíčová slova: Forenzní entomologie, Coleoptera, sukcese

Use specific species of Coleoptera in criminalistics on large cadaver with beginning of decomposition in the winter

Summary

Forensic entomology belongs to specialized fields of criminology. It uses knowledge of biology, especially insects which could be found on the dead body or its surrounding environment. Information obtained from the crime scene serve as evidence during the investigation.

This thesis deals with the use of the order Coleoptera through the scientific work in forensic field. The introductory part in the form of literature review explains basic terms of forensic entomology, followed by descriptions of individual families of the Coleoptera order used in forensic entomology.

The second part of the thesis describes the field experiment which was focused on monitoring the presence of the Coleoptera order during the decomposition of the domestic pig cadaver and its subsequent use in criminology.

Keywords: Forensic entomology, Coleoptera, insect succession

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce.....	9
3 Přehled literatury	10
3.1 Forenzní entomologie.....	10
3.2 Historie.....	11
3.3 Sukcese.....	12
3.4 Sukcesní vlny	14
3.5 Stanovení doby smrti.....	16
3.5.1 Mrtvoly v uzavřených prostorech	16
3.5.2 Mrtvoly pohřbené nebo zahrabané	17
3.5.3 Mrtvoly ve vodním prostředí	17
3.5.4 Spálená těla	17
3.5.5 Mumie.....	18
3.6 Faktory ovlivňující vývoj hmyzu na mrtvole.....	18
3.7 Entomologické stopy.....	19
3.8 Řád Brouci (Coleoptera)	20
3.8.1 Stavba těla.....	20
3.8.2 Stanoviště.....	21
3.8.3 Potrava	21
3.8.4 Rozmnožování a vývoj	21
3.8.5 Přehled čeledí.....	22
4 Metody	32
4.1 Lokalita	32
4.1.1 Popis.....	32
4.2 Metody odběru	32
4.3 Zpracování vzorků	33
4.4 Determinace vzorků	34
5 Výsledky.....	35
5.1 Vyhodnocení řádu Coleoptera.....	35
5.2 Meteorologické výpočty.....	38
5.3 Statistické výpočty	38
6 Diskuse	40
7 Závěr	43
8 Seznam použité literatury	44
9 Seznam příloh.....	47

1 Úvod

Forenzní entomologie je speciální kriminalistická disciplína, která je založená na znalosti sukcese hmyzu na mrtvolách. Dále využívá znalosti z oblasti biologie, ekologie a dalších oborů. Hlavním cílem této disciplíny je určit co nejpřesněji čas úmrtí pomocí hmyzu zastoupeného na mrtvém těle.

Řád Coleoptera patří mezi nejdiverzifikovanější řády hmyzu, žijící ve všech typech prostředí kromě polárních oblastí a moří. Zahrnuje přes 400 000 popsaných druhů. V ČR se vyskytuje 7 000 druhů (Zahradník, 2013).

Tato diplomová práce se zabývá využitím řádu Coleoptera ve forenzní praxi. Úvodní část je zpracována jako rešerše literatury a experimentální část se zabývá terénním pokusem, ve kterém se sledovalo zastoupení řádu Coleoptera v rámci sukcesních vln na kadáveru prasete domácího (*Sus scrofa* f. *domestica* Linnaeus, 1758).

Vzorky byly odebírány v Praze Troji v letech 2014 – 2015. Tyto vzorky byly poté preparovány a determinovány.

2 Cíl práce

Cílem práce je literární rešerše na téma: Využití vybraných zástupců řádu Coleoptera v kriminalistice u velkých kadáverů s počátkem expozice v chladné části roku. Součástí práce bude podíl na terénním pokusu probíhající na pokusné ploše ČZU Praha – Troja.

Hypotéza: Zástupci řádu Coleoptera jsou forenzně významnými indikátory u velkých kadáverů s počátkem rozkladu v chladné části roku.

3 Přehled literatury

3.1 Forenzní entomologie

Forenzní entomologie je věda, která se zabývá jednotlivými řády hmyzu (Daněk, 1980), a z nich především saprofágními organismy, jmenovitě mrchožrouty – nekrofágy (Eliášová a Šuláková, 2014).

Existují různé metody pro stanovení času úmrtí. Jsou to metody využívající znalosti z různých oborů a to např. z histologie, chemie, bakteriologie a zoologie. Poslední z citovaných metod je založena na studiu fauny nacházející se na mrtvole a v jejím okolí. Pokud jsou údaje pečlivě sbírány a shromažďovány, poskytují velmi přesné výsledky (Smith, 1986).

Ležící mrtvé tělo je vyhledáváno řadou druhů různých živočichů, zejména hmyzu. Existuje vzor postupného využívání zdrojů u mrtvých těl (Braack, 1987). Vzhledem k tomu, že se tento hmyz nevyskytuje na těle současně, ale v určitém sledu (dle stadia hnilobného procesu), lze tyto informace využít především při určování doby smrti - post mortem intervalu (Daněk, 1980a). U nálezů starších než 72 hodin představuje nejpřesnější metodu pro určení doby skonu (Daněk, 1990).

Délka vývojových cyklů jednotlivých druhů bývá definována jako suma efektivních teplot (SET), která představuje součet efektivních teplot určitého druhu za celé období jeho vývoje. Efektivní teplota je aktuální teplota snižena o dolní teplotní hranici daného druhu. Jedná se tedy o teplotu, při níž se vývin druhu zastaví (Šuláková, 2014).

Při krátkodobé expozici, kdy je tělo objeveno ještě dříve, než první kolonizátoři dokončí vývojový cyklus, je možné na základě znalosti zastoupených druhů, jejich SET a průběhu teplot před nálezem mrtvého těla stanovit počátek kolonizace s přesností na den, případně na hodiny. V podmínkách střední Evropy je možné tento výpočet udělat zpravidla během prvních 3 až 6 týdnů expozice (Šuláková, 2014).

Prostřednictvím entomologických metod lze zjistit i další informace, a to např. zda bylo po smrti s tělem manipulováno nebo zda člověk před smrtí pozřel drogy nebo léky, a to i v době, kdy již kvůli vysokému stupni rozkladu není klasická toxikologie možná (Benecke, 2004).

Pro nejpřesnější určení doby smrti je však nutné dobře znát druhy, které se na mrtvole nacházejí ve všech fázích rozkladu (sukcesních vlnách), jejich morfologii a etologii (Smith, 1986).

Každé mrtvé tělo se přirozeně rozkládá. Existuje množství přirozených činitelů, které tento proces urychlují a usnadňují. Jde především o nekrofilní druhy hmyzu (Daněk, 1980a).

Forenzní entomologii v kriminalistice využíváme především ke stanovení doby a příčin smrti. Použití hmyzu pro spáchání závažného trestného činu se vyskytuje zřídka. Mezi nejznámější patří případy otrav způsobených kantaridinem ($C_{10}H_{12}O_4$), což je krystalická látka obsažená v krvi a pohlavních orgánech brouků z čeledi majkovití (Meloidae). Účinky jedu byly známy již za doby Hippokrata a Sokrata. Smrtelná dávka jedu je asi 0,02 – 0,03 g čistého kantaridinu (Daněk, 1980b).

Forenzní entomologie má význam taktický (entomolog vystupuje jako poradce) a význam důkazní, kdy znalecký posudek poradce doplňuje pitevní protokol (Daněk, 1980a).

Na možnosti stanovení doby smrti nebo zjištění příčin smrti má vliv velmi mnoho faktorů. Nejdůležitějšími faktory jsou teplota a četnost srážek. Dalším důležitým faktorem je roční období. Od listopadu do února dochází k jinému rozkladnému procesu než v období jarním a letním. Tlení je ztíženo působením mrazu a sněhu. V chladném období se na těle vyskytuje méně druhů (Schroeder et al., 2003). Roli hmyzu pak mohou převzít jiní živočichové (např. havrani). Jiné procesy probíhají u lidské mrtvoly volně ležící a jiné u mrtvoly pohřbené. Pro dobu určení intervalu úmrtí pohřbené mrtvoly je nutné vzít v úvahu veškeré vedlejší okolnosti. Dochází zde někdy k naklazení vajíček hmyzu ještě před pohřbením (Obenberger, 1953).

Stejně forenzní metody je možné využít i při úhynu zvěře (Watson and Carlton, 2005).

3.2 Historie

Činnost hmyzu na mrtvolách pozoroval již Linné v roce 1767. V první polovině 19. století byl hmyz žijící na mrtvolách prvně zaznamenán ve zprávách soudního lékařství. Zástupci této metody byly Bergeret, Tardieu, Yovanovith a především Mégnin (Daněk, 1980a). V roce 1907 popsal C. Morley během období deseti let na kadáveru 113 druhů mrchožravého hmyzu. A. M. Easter ve svém experimentu, který provedl v průběhu jednoho roku na kadáveru lišky našel 1967 jedinců, které zařadil do 87 druhů (Smith, 1986).

Rozmach forenzní entomologie zaznamenala až po roce 1948 a to zásluhou belgického lékaře Leclercqa a finského profesora Nuorteva (Daněk, 1990).

Pokusy o využití mrchožravého hmyzu jako indikátorů stupně rozkladu mrtvol můžeme sledovat v 50. letech minulého století (Povolný, 1979). Základy vědecky podložené aplikace entomologických poznatků v kriminalistice pocházejí z 80. a 90. let minulého století (Povolný, 1979).

Forenzní entomologie se rozvíjela také v České republice. Mezi významné entomology patří: profesor Dalibor Povolný, profesor Jan Obenberger, RNDr. Milan Laupy, Ján Pješčák nebo a JUDr. Ladislav Daněk (Drahošová, 2011).

V současnosti je nejznámějším profesionálním forezním entomologem v České republice Ing. Hana Šuláková, Ph.D. pracující v Kriministickém ústavu v Praze (Drahošová, 2011).

3.3 Sukcese

V souvislosti s rozkladem nepohřbených těl hovoříme o tzv. sukcesi, což je víceméně zákonitý sled hmyzu a jiných organismů, charakteristických pro jednotlivá období rozkladu (Daněk, 1980a). Vývojové stadium hmyzu je zákonitě spjata se stářím mrtvol. Každý nekrofágní hmyz nalezený na mrtvole má svůj identifikační význam. Pro toto se nejlépe hodí mouchy, a to proto, že při sukcesi vytváří návazná společenstva (Daněk, 1970).

Rozklad mrtvých těl je přirozeným dovršením ekologických vazeb mezi tzv. primárními produkcemi, konzumací prvního a druhého stupně a konečně tzv. redukcí, v níž vrcholí (Grassberger and Frank, 2004).

Mrtvé tělo se stává součástí specifického biotopu a na něm se postupně začínají objevovat jednotlivé skupiny druhů hmyzu. Základním rysem sukcese je dočasné trvání společenstva a relativně rychlý přechod z jedné fáze do další. Rychlost rozkladu může být tak rychlá, že některé její fáze (zejména ty počáteční), zahrnují pouze jednu generaci daného druhu. Dospělci, kteří se na mrtvém těle vyvinuli, ho po vylíhnutí nalézají v takovém stupni rozkladu, že pro ně již není vhodné k opětovnému kladení, a proto odlétají kolonizovat jiný vhodný objekt. V pozdějších fázích sukcese se sice rozklad zpomaluje, takže se může objevit i několik po sobě následujících generací, kdy nově vylíhnutá imaga kladou na stejné tělo, přesto je jejich počet stále relativně nízký a do jisté úrovně přesnosti definovatelný. Výjimku představují těla ve specifických podmínkách (např. pohřbená, mumifikovaná), kdy je samotný proces dekompozice natolik pomalý, že jeden konkrétní druh nebo skupina druhů setrvává na těle až po několik desítek generací; zejména když specifické podmínky navíc blokují přístup jiných druhům (Šuláková, 2014).

Jako první popsal sukcesi Jean-Pierre Mégnin ve své knize *La faune des cadavres*, kde celý proces rozdělil do 8 vln trvajících 3 roky (Šuláková, 2014).

Hmyz zásadně participuje zvláště činností larev much, a to především v počátečních stadiích rozkladu mrtvoly. Výskyt hmyzu však můžeme sledovat až do velmi pozdních fází vyschlých nebo i mumifikovaných mrtvol (Povolný, 1979). V první fázi se na mrtvém těle objevují druhy, které konzumují měkké tkáně a také druhy, které mají poměrně rychlý larvální vývoj. V poslední fázi pak na mrtvolu nalétává hmyz, který konzumuje zbytky srsti, kůže, vaziva a v konečné fázi i kosti (Daněk, 1980a).

Složení entomologické fauny je závislé na geologickém regionu, nadmořské výšce, vlhkosti vzduchu, teplotě a také na ročním období (Daněk, 1980a). Ve střední Evropě je teplota významným činitelem. Čím vyšší je denní teplota a více srážek, tím jsou jednotlivá stadia sukcese kratší. Naopak v chladném období nebo nachází-li se tělo ve vyšší nadmořské výšce, může sukcese trvat velmi dlouho. V ČR je hmyz nejaktivnější od poloviny jara do začátku podzimu (Daněk, 1980a).

Vyšetřovatelé, kteří určující dobu smrti, spolupracují při vyšetřování s Českým hydrometeorologickým ústavem. Zde je možné zjistit všechny klimatologické informace, potřebné pro vyšetřování (Eliášová a Šuláková, 2012).

Pro začátek sukcese na podzim a v zimě je typická rozdílná dynamika rozkladu, která je závislá na měnících se teplotách a srážkách. Mnoho druhů nebo jejich larvy zůstávají aktivní přes chladnou část roku (Šuláková, 2014).

Důležitým faktorem ovlivňujícím výskyt hmyzu a jeho letovou aktivitu je vlhkost. Většina druhů vyhledává suché prostředí. Důležitá je také vlhkost těla. Pokud je vlhkost nižší, larvy se do těla dostávají skrz kůži obtížněji (Šuláková, 2006).

Dalšími faktory, které ovlivňují sukcese, jsou např. sluneční expozice, vlastnosti podkladu nebo činnost živočichů. Jednotlivé fáze sukcese nejsou časově ohraničené. Nejefektivněji lze dobu smrti dle nalezené fauny zjistit na mrtvolách, které volně leží v terénu (Daněk, 1980a).

Při určování doby smrti je třeba zohlednit i vlastnosti mrtvoly, jako je hmotnost, množství a expozice tuku, zdravotní stav před smrtí, oblečení nebo případná zranění. Tyto faktory mohou mít vliv na rychlost rozkladu mrtvoly a s ním souvisejícím výskytem nekrofágní fauny (Povolný, 1978).

V případě, že je tělo v takovém stádiu rozkladu nebo je poškozeno např. chemikáliemi, které mohou ovlivnit průběh sukcese a rozklad těla, lze použít chemický rozbor larev a kukel.

Tímto rozbořem je možné určit i výskyt látek, které se nacházely v těle v době smrti (jedy, drogy, léky nebo těžké kovy) (Elišková a Šuláková, 2012).

Smith (1986) uvádí, že organismy na mrtvolách lze rozdělit do 4 ekologických skupin. První skupina je zastoupena nekrofágy, kteří se živí tkáněmi na čerstvém mrtvém těle. Do druhé skupiny jsou zařazeni saprofágové (predátoři a parazité nekrofágů první skupiny). Do třetí skupiny patří všežravé druhy živící se jak odumřelými tkáněmi, tak i dravým způsobem. Zástupci této skupiny jsou například vosy nebo mravenci. Do čtvrté skupiny jsou zařazeni živočichové využívající mrtvé tělo jako potravu jen náhodně nebo příležitostně (pavouci, chvostokoci). Bývá běžné, že některé druhy představují přechodový stupeň mezi skupinami.

Sukcese podléhá zákonitostem, jejichž znalost nám poskytuje řadu údajů, které umožňují odvození stáří mrtvoly s přesností na dny. Počátek sukcese je dán okamžikem „zpřístupnění“ mrtvoly hmyzu. Sukcese na základě různých hledisek probíhá v 5 až 8 vývojových vlnách (Šuláková, 2006), avšak v oblasti mírného pásu tedy i v ČR rozdělujeme sukcesi do 6 vln (Šuláková, 2014).

3.4 Sukcesní vlny

1. vlna – stav mrtvoly: čerstvá

Objevuje se bezprostředně po smrti, nebo v případě, že oběť krvácí a je bezmocná (ke kladení vajíček dochází ještě na živého člověka). Pokud nastala smrt v důsledku poranění, je hmyz lákán zápachem krve, potu a čerstvého masa. Pro tuto fázi jsou typickými zástupci nekrofágního hmyzu bzučivky (Šuláková, 2006). Dále lze na čerstvé mrtvole najít zástupce čeledi střevlíkovitých (Carabidae), vosy, škvory a mravence, kteří na těle zanechávají charakteristické stopy. Fáze kladení probíhá rychleji na místech volně přístupných, kam hmyz nemusí pronikat. (Daněk, 1980a).

2. vlna – stav mrtvoly: nadmutá

Nastává v okamžiku, kdy se začínají tvořit na ležícím těle plynné látky, které tělo nadouvají a páchnou. Za příznivých podmínek tento stav nastane již druhý den po smrti. Dále pokračuje destruktivní činnost druhů a probíhá nálet much první vlny. Objevují se masařky. V druhé sukcesní vlně tělo osídlují i první druhy brouků. Pro stanovení počátku kolonizace

znamenaají brouci méně přesný indikátor, protože se objevují později než mouchy – vzniká u nich delší časový rozdíl mezi smrtí člověka a začátkem kolonizace (Šuláková, 2014).

Pach plyných látek láká typické nekrofágy z řádu brouků, jako jsou hrobařiči (*Nicrophorus*, Silphidae) a někteří mrchožrouti (Silphidae) (Šuláková, 2006). Dále se může následkem ztráty chlorofylu odbarvovat tráva pod mrtvolou (jaro, léto) a měnit se charakteristické složení půdní fauny (Daněk, 1980a).

3. vlna – stav mrtvoly: biochemicky aktivní

Kolonizace začíná v okamžiku, kdy u tuků nastane proces zmýdelnění a současně vznikají těkavé mastné kyseliny (kyselina máselná), charakteristické svým zápachem. Z nekrofágních brouků je zde možné najít především zástupce čeledi kožojedů. Počátkem 3. vlny kolonizují mrtvolu druhy živící se larvami much např. drabčiči (Staphylinidae) nebo mršníci (Histeridae) (Šuláková, 2006).

4. vlna – stav mrtvoly: biochemicky aktivní

Po fermentaci tuků nastává fermentace proteinů tzv. „sýrová fermentace“. Na mrtvole lze objevit hmyz, který přitahují produkty připomínající zápach sýru. Z much se zde vyskytují především sýrohlodky nebo octomilky (Šuláková, 2006). Dále je zde možné nalézt larvy kožojedů (Dermestidae) a pestrokrovečnicků (Cleridae), z dospělců menší drabčičky, mršníky a lesknáčky (Nitidulidae) (Šuláková, 2014). Jak na mrtvole ubývá svalové hmoty a tkání, klesá i počet typických nekrofágů. V loži mrtvoly a jejím okolí probíhají biologické cykly larev s kratším vývojovým stadiem (Daněk, 1980a).

Mezi zvláštnosti patří, že u mrtvol zachycených pod vodní hladinou a u kterých došlo k jejich pozdějšímu vynoření, nenalzááme typické zástupce předchozích stadií, ale na těchto mrtvolách se objevují výlučně mouchy 4. vlny (sýrohlodky, octomilky aj.), které jsou příznačné pro fermentaci proteinů (Šuláková, 2006).

5. vlna – stav mrtvoly: pokročilý rozklad

Nastává poté, co mrtvola dosáhla čpavkové fermentace. Uvolňující se amoniakové páry a kaseózní substance, které lákají např. drobné mušky hrbilky (Šuláková, 2006). Dospělce typických nekrofágů je zde možné nalézt jen v malém počtu. V podloží mrtvoly se mohou objevit kukly much a brouků i čerstvě vylíhlé exempláře (Daněk, 1980a).

6. vlna – stav mrtvoly: vysychání

Dochází k vysychání tekutin a následné mumifikaci zbytků měkkých tkání. Toto nastává za příznivých podmínek na konci prvního roku a na začátku roku druhého. V této době se mrtvola začíná jevit jako kostra. Na mrtvole je možné vidět zástupce různých druhů roztočů (Acari) (Šuláková, 2006). Nově se zde objevují brouci z čeledi hlodačovití (Trogidae) (Eliášová a Šuláková, 2012).

7. a 8. vlna – stav mrtvoly: zbytky

Mrtvola je již zcela skeletována. Na kostře se ojediněle mohou vyskytovat suché zbytky útrob, kousky kůže, vysušená svalová tkáň nebo narušené chrupavky. Toto období je typické výskytem teplomilných a suchomilných druhů (Šuláková, 2006).

7. vlna nastává jen u mrtvol, které leží v uzavřených prostorách, protože hmyz vyskytující se na „kostře“ napadá suchou svalovou tkáň, kosti, kůži a vlasy. Z brouků se setkáváme s kožojedy a rušníky. V domácnostech je možné tento hmyz nalézt na látkách, kožešinách, vlně nebo kobercích (Šuláková, 2006).

8. vlna se na mrtvole může objevit, zůstala-li v terénu déle než 3 roky. Na mrtvém těle je možné najít různé druhy roztočů (Šuláková, 2006).

3.5 Stanovení doby smrti

Mrtvoly se dle nálezů hmyzu, specifických podmínek prostředí a postupu rozkladu dělí na mrtvoly volně exponované, v uzavřených prostorách, pohřbené a mrtvoly ve vodním prostředí. Pro tyto uvedené prostředí existují i specifické podmínky rozkladu tzn. zastoupení hmyzu na mrtvole. Rozklad je možné označit jako sukcesi nekrofágních organismů. Klimaxem je pak označen stav, kdy z mrtvoly zůstanou jen kosterní zbytky. Na rozkladu těchto zbytků se již živočichové nepodílejí (Eliášová a Šuláková, 2012).

3.5.1 Mrtvoly v uzavřených prostorách

Jde o mrtvá těla v bytech, na půdách, ve sklepích, v zahradních domcích nebo v jeskyních. Každý takto uzavřený prostor má svá specifika tzn. specifické složení fauny podílející se na dekompozici těla. V bytech to jsou často synantropní druhy žijící celoročně v blízkosti člověka, nebo hemisynantropní druhy, které v blízkosti člověka např. přezimují.

Mezi zástupce patří *Tineola biselliella* (Hummel, 1823) nebo *Dermestes lardarius* (Linné, 1758) (Eliášová a Šuláková, 2012).

3.5.2 Mrtvoly pohřbené nebo zahrabané

Jedná se o mrtvoly ukryté v ilegálních hrobech, které dle hloubky pohřbení často označujeme jako mrtvoly v mělkých hrobech. Dále také těla zakrytá a zabalená do různých obalů (často plastových). Do této kategorie patří také bezobratlí, kteří bývají nalezeni v rakvích legálních hrobů. K mělce pohřbeným tělům (15 – 20 cm) se hmyz dostává různým způsobem např. samičky much rodu *Muscina* kladou larvy na povrch půdy a ty pak prolézají půdním profilem k pohřbenému tělu (Eliášová a Šuláková, 2012). Do hlubších vrstev půdního profilu pak pronikají drabčící a mravenci (Daněk, 1990).

3.5.3 Mrtvoly ve vodním prostředí

Zatímco činnost terestrických druhů na dekompozici je dobře popsána a v kriminalistické praxi a hojně využívána při nálezů mrtvého těla, ve vodě nelze poznatky ze suchozemského rozkladu uplatnit (Jirsíková a kol., 2014) Na rozkladu těla ve vodním prostředí se podílí především korýši a ryby. Nejedná se často o typické nekrofágy (jejich výskyt v prostředí není závislý na přítomnosti mrtvoly). Tyto zástupce živočichů lze často využít pouze k orientačnímu stanovení post mortem intervalu. Porovnáním živočichů zachycených na těle nebo oděvu mrtvého s faunou na místě nálezů je možné určit, zda došlo k utopení, vhození do vody na místě nálezů nebo nikoliv. Na částech těla nacházejících se nad vodní hladinou se na rozkladu může podílet hmyz, který je typický pro volně exponované mrtvoly. Podobné je to i u těl, která jsou dodatečně vyplavená na břeh nebo vegetací zachycená na vodní hladině. U těchto těl začíná rozklad pomocí hmyzu volné expozice, a to dle odpovídající sukcesní vlny (Eliášová a Šuláková, 2012).

3.5.4 Spálená těla

O hmyzu vyskytující se na ohořelém lidském těle existuje málo informací. Experimenty bylo zjištěno, že musí být povrch těla vlhký a proteinová část nesmí být koagulována teplem (Smith, 1986).

Dále bylo zjištěno, že ani tělo ohořelé pouze na povrchu nebo vysušené na slunci nebylo pro hmyz zajímavé i když došlo k opětovnému zvlhčení těla. Stejný výsledek byl zaznamenán i v případě, že bylo mase uvařeno (Smith, 1986).

3.5.5 Mumie

Pokud je dostatečně vysoká teplota a jsou vhodné klimatické podmínky, může tělo z mumifikovat. Hnilobě lze předejít vyloučením působení bakterií a fauny živící se odumřelými tkáněmi. Jedná se většinou o těla ukrytá v uzavřených prostorech, jako jsou komíny, skříně nebo prostory pod podlahou. Nejčastějšími lidskými mumiiemi bývají novorozenci, a to z důvodu jejich sterility. Stav podobný mumifikaci může nastat i při nízkých teplotách (Smith, 1986 rok).

Při výzkumu egyptských mumií a bylo zjištěno, že mumie obsahují zástupce čeledí Tenebrionidae, Ptinidae, Anobiidae a Dermestidae (Smith, 1986).

3.6 Faktory ovlivňující vývoj hmyzu na mrtvole

Dle Šulákové (2006) mezi nejvýznamnější faktory, které ovlivňují vývoj nekrosaprofágního společenstva, jeho složení, zastoupení druhů, rychlost přechodu jednotlivých vln aj., patří:

- **Stav mrtvoly** – poranění, poškození břišní dutiny, krvácení, hmotnost, věk, pohlaví nebo stav oblečení.
- **Teplota prostředí** – tento faktor ovlivňuje nejen výskyt, ale i aktivitu jednotlivých druhů a jejich vývoj. Je důležitá pro průběh enzymatických dějů při nízkých teplotách, dochází k tzv. „diapauze“.
- **Vlhkostí poměry** – ovlivňují hmyz z hlediska jeho letové aktivity.
- **Typ prostředí** – ovlivňuje přístup k mrtvole pro hmyz a zastoupení jednotlivých druhů.
- **Vliv ostatních organismů** – je důležitý z hlediska vzniku sekundárních poškození mrtvoly, jejího rozčlenění a roznosu po krajině.

3.7 Entomologické stopy

Vzorky hmyzu se zajišťují přímo z těla, z povrchu na kterém tělo leželo nebo z okolí nálezu mrtvoly. Během ohledání těla v místě nálezu je důležité, aby nedošlo k narušení entomologických stop (Eliášová a Šuláková, 2012). Vyšetřovatel na místě nálezu podrobně popíše stav mrtvoly, místo nálezu a jeho okolí v rozsahu 100 – 200 metrů a zaznamená geografické informace a klimatická data. Dále na místě pořídí detailní fotodokumentaci mrtvého těla a jeho okolí. Pomocí fotodokumentace či videozáznamu je možné zachytit druhy hmyzu, které se nepodařilo zajistit odběrem (Daněk, 1980b). V průběhu sběru entomologických stop je nutné pohybovat s mrtvým tělem co nejméně, protože manipulací může často dojít k úbytku druhů nebo se mohou snížit početní stavy (Eliášová a Šuláková, 2012).

Zajišťují-li se entomologické stopy až během pitvy nebo se dohledávají z místa nálezu a v jeho okolí zpětně, může dojít k nepřesnému stanovení doby smrti (Eliášová a Šuláková, 2012).

Dle Eliášové a Šulákové (2012) zajištění entomologických stop pro potřeby post mortem intervalu dělíme do čtyř základních skupin:

- **Stopy z mrtvého těla** - zajišťují se veškeré nalezené druhy a vývojová stadia.
- **Stopy z lože mrtvoly** - z pod těla jsou na třech až čtyřech místech odebrány vzorky půdy s vegetací, hrabankou atd. o objemu cca 250 - 500 ml, tj. celkem 1 - 2 l. Vzorky jsou poté uloženy do vhodné nádoby (plastová, skleněná, kovová apod.).
- **Stopy z širšího okolí mrtvoly** - patří sem okolí cca 2 - 10 m od mrtvého těla. Tato vzdálenost je dána podkladem, na kterém tělo leží. V okolí jsou vyhledávány migrující larvy, případně vyskytující se puparia.
- **Stopy zajištěné při pitvě** - při pitvě je odebírán hmyz přímo z těla, dutin nebo oděvu zemřelého. Jsou odebrány živé i usmrcené vzorky.

Pro odběr entomologických stop je potřeba cca 3 - 4 nádob. Pro tyto účely je možné využít plastové nebo skleněné zkumavky nebo kontejnery o objemu do 100 ml (Eliášová a Šuláková, 2012).

Vajíčka brouků se vzhledem k jejich počtu na mrtvole (několik kusů až desítek kusů) zpravidla nezajišťují. Při odběru je možné je přidat do nádoby s vajíčky much (Eliášová a Šuláková, 2012).

Larvy brouků jsou šestinohé někdy pokryté štětinami a výrůstky. Mohou být značně pohyblivé. Larvy zajistíme pinzetou a usmrtíme v 80 % etanolu (Eliášová a Šuláková, 2012).

Kukly brouků se na mrtvole zpravidla nevyskytují, ale mohou být součástí půdy odebrané z lože mrtvol. V takovém případě odebere vzorky znalec v biologické laboratoři. V ojedinělých případech, např. na mrtvolách v bytech, se na těle mohou vyskytovat kukly kožojedů a pestrokrovečníků. Tyto kukly se ponechají živé a uloží se do samostatné nádoby (Eliášová a Šuláková, 2012).

Imaga brouků jsou většinou nezaměnitelná s jinou skupinou hmyzu. Brouci jsou značně pohybliví a ukrývají se pod tělem anebo v oděvu mrtvého. Zajišťují se pevnější pinzetou a usmrcují se ve výparu octanu etylnatého (Eliášová a Šuláková, 2012).

Neméně důležité jsou také biologické stopy z oblasti botaniky. Jedná se zejména o druhy rostlinného krytu v místě nálezů mrtvého těla, stupeň merocenózy atd. (Daněk, 1980a).

3.8 Řád Brouci (Coleoptera)

Říše: Animalia

Kmen: Arthropoda

Podkmen: Hexapoda

Třída: Insecta

Podtřída: Pterygota

Řád: Coleoptera

Brouci patří mezi nejdiferenzovanější řády hmyzu. Zahrnují přes 400 000 popsáných druhů (Crowson, 1986).

3.8.1 Stavba těla

Nekrofágní hmyz je reducent a likvidátor mrtvých těl. U brouků je přední pár křídel přeměněn v pevné krovky obvykle kryjící tělo. Tělo je členěno na chitinizovanou hlavu, hrud, která je kryta štítem a zadeček, krytý krovkami. Pokud je brouk v klidu, je zadní pár křídel složený pod krovkami. Může být zakrnělý nebo zcela chybět. Protože zástupci nekrofágních druhů přelétají na výživný substrát, mají všichni křídla a kousavé ústrojí. Jejich tykadla jsou

povětšinou několikačláneková, nitkovitá, paličkovitá nebo pilovitá. Zadeček může být kryt krovkami nebo blanitými křídly (Daněk, 1990).

Rozměry brouků jsou velmi rozmanité. Pohybují se od 0, 5 mm až po 15 cm (Smith, 1986).

3.8.2 Stanoviště

Brouky je možné najít v podstatě ve všech typech prostředí. Nevyskytují se pouze v mořském prostředí a na území polárních oblastí. Většina druhů je úzce vázána na určitý typ stanoviště a citlivě reaguje na jeho změny (Crowson, 1986).

3.8.3 Potrava

Nekrofágní hmyz se živí odumřelými tkáněmi. Většina druhů brouků je však býložravá (listy, kořeny, dřevo), část druhů je masožravá (živí se nejčastěji jiným hmyzem) (Crowson, 1986).

Existují i druhy živící se houbami a plísněmi a také druhy parazitické. Larvy se mohou živit odlišnou potravou než dospělí brouci (Crowson, 1986).

3.8.4 Rozmnožování a vývoj

Brouci prochází proměnou dokonalou. To znamená, že z vajíčka se vylíhne larva, která se zakuklí (klidná místa) nebo, ale to spíše ojediněle si postaví komůrku. Kukly jsou převážně bělavé a jsou na nich vidět budoucí orgány. Po vylíhnutí je brouk měkký, bílý. Postupně se jeho orgány zpevňují a jeho tělo se vybarvuje. Vývoj může trvat několik dní, ale i několik let (Daněk, 1990).

Výběr partnera je zpravidla řízen feromony. Samci mívají složitější anatomii tykadel, kterými zachytávají pach, který vydává samice. U některých druhů se samci výrazně liší od samic, jsou vybaveni velkými rohy či kusadly a o samice zápasí (Crowson, 1986).

Vajíčka bývají oválná a mohou být kladena jednotlivě, ve skupině, do půdy, na vegetaci, do živočišných nebo rostlinných tkání, sloužících poté larvám jako potrava. Počet vajíček kolísá od jediného až po několik tisíc (Crowson, 1986).

Larvy brouků mají různý vzhled. Tělo larvy je složeno z hlavy, tří hrudních a deseti zadečkových článků. Tykadla bývají krátká. Ústní ústrojí je kousací, někdy může být upravené k sání mimotělně natrávené kořisti. Z hrudních článků vyrůstají končetiny, ale u některých druhů mohou být končetiny redukovány nebo mohou chybět. Některé jsou velmi aktivní, některé méně. Larvy procházejí nejčastěji třemi, méně často čtyřmi nebo více vývojovými stadii, což může záviset i na prostředí a potravě (Crowson, 1986).

3.8.5 Přehled čeledí

3.8.5.1 Mrchožroutoví – Silphidae

Jedná se o rozmanitou čeleď s plochým štítem, čípkovitými vyčnívajícími kyčlemi. Třítykadlové poslední články bývají často matné. Osmý článek bývá menší než ostatní články. Článků chodidlových bývá zpravidla 5. Velikost mrchožroutovitých je rozdílná (od 1,5 - 30 mm). Nejčastěji žijí na mrtvolách, mršinách, houbách, pod kůrou nebo hnijících rostlinách. Někdy je můžeme najít v myších hnízdech nebo ve výkalech a ulitách šneků (Daněk, 1990). Mezi nejdůležitější zástupce této čeledi patří hrobařici. V ČR nejčastěji potkáme tyto druhy (Daněk, 1990):

Nicrophorus germanicus (Linné, 1758)

Nicrophorus humator (Olivier, 1790)

Nicrophorus fossor (Erichson, 1837)

Nicrophorus vespillo (Linné, 1758)

Nicrophorus vespilloides (Herbst, 1784)

Nicrophorus vestigator (Herschel, 1758)

Na lidských mrtvolách je nejběžnějším druhem *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758) (Šuláková, 2014).

3.8.5.2 Drabčíkoví – Staphylinidae

Jde o druhově velmi rozmanitou čeleď, která je zastoupena ve všech geografických oblastech. Má velkou migrační schopnost. Jejich tělo se vyznačuje silnými zkrácenými krovkami, slabě přesahující zadohrudí s volně ponechanými články zadečku. Dále jsou

charakterističtí štíhlým, protáhlým tělem s rovnoběžnými okraji. Na hlavě je smyslové ústrojí. Tykadla jsou nitkovitá, dopředu rozšířená nebo kulovitě ztloustlá. Zadeček je protáhlý, články jsou spojeny membránami. Sběrné měchýřky obsahující sekret. Jsou umístěny mezi devátým a desátým článkem. Tyto měchýřky slouží jeho obranný orgán (Daněk, 1990).

Přestože pohlavní dimorfismus u této čeledi není zásadně vyvinut, je možné u samců pozorovat větší a širší hlavu, nápadné výběžky nebo trny (Daněk, 1990).

Velikost, stejně jako druhová rozmanitost kolísá. Může se pohybovat od 0,7 mm až po 32 mm. Existuje více jak 25 000 popsanych druhů, z toho jen u 200 druhů známe i larvy (Daněk, 1990).

V ČR se vyskytují nejčastěji tyto druhy (Daněk, 1990):

Philontus politus (Linnaeus, 1758)

Creophilus maxillosus (Linné, 1758)

3.8.5.3 Mršníkovití – Histeridae

Jedná se o dravé brouky, živící se jedinci a larvami jiného hmyzu. Žijí na zdechlinách, pod suchým trusem, na kůžích, kostech, v holubnicích nebo pod kůrou. Můžeme je však najít například i v hnízdech krtků nebo mravenců (Daněk, 1990).

Jejich tělo je silně chitinózní, Krovky jsou krátké (uťaté) a nekryjí zadeček. Tykadla jsou lomená, na konci paličkovitá. Nohy jsou většinou na vnější straně trnité. Předprsí je od přední kyčle odděleno výběžkem, je střechovitě klenuté a vepředu lalokovitě prodlouženo. Kryje spodní stranu ústního ústrojí (Daněk, 1990).

Bionomie mršníkovitých zatím není plně prozkoumána. Jedná se o velmi obtížně určitelnou čeleď. Mršníci kladou vajíčka teprve ve druhém sledu v době, kdy na mrtvole rozvíjí svou činnost larvy much, jimiž se mršníci živí. Z toho tedy vyplývá, že pokud se na mrtvole naleznou larvy mršníků, ležela mrtvola nepohřbená nejméně 2 – 3 dny. Přítomnost mršníků na mrtvole je proto pro kriminalisty důležitá indicie (Daněk, 1990).

Studie v zahraničí dokázaly, že larvy mršníků jsou schopné při pronásledování larev proniknout k mrtvolám zakrytým půdou. Výskyt dospělců a larev mršníků v podloží mrtvoly nebo na mrtvole samotné, kteří jsou částečně zahlodané do muší strusky, je nutné konfrontovat

s dalšími nalezenými druhy hmyzu (Daněk, 1990). Výskyt druhu je od března do října (Daněk, 1990).

Pod kůrou, v hnízdech zemních savců nebo mravenců mohou přežít po celý rok (Daněk, 1990).

K nejznámějším druhům patří (Daněk, 1990):

Hister unicolor (Linné, 1758)

Margarinotus brunneus (Fabricius, 1775)

Margarinotus striola (C. R. Sahlberg, 1834)

Margarinotus ventralis (Marsuel, 1854)

Margarinotus carbonarius (Hoffman, 1803)

3.8.5.4 Pestrokrovečnickovití – Cleridae

Pro tyto zástupce je typický tvar tykadlových článků, a to zejména u rodu *Necrobia*, který končí nápadně velkou plochou paličkou tykadla. Živí se hmyzem (Daněk, 1990).

Zástupce tohoto druhu je možné poznat dle typického tvaru tykadel a kovově lesklou, modrozelenou barvou krovek. Délka těla je cca 4 – 6,2 cm (Daněk, 1990).

Nalézáme je na tlejících zbytcích živočichů, a to především na tlejících kostech, kůžích nebo na olejnatých semenech. Tento druh velmi přitahuje pach zmýdelněných tkání (Daněk, 1990).

Zástupci rodu *Necrobia* se živí larvami nekrofágního hmyzu a druhy žijící na území ČR jsou kosmopolitní (Daněk, 1990).

Pro potřebu kriminalistiky je důležitý především druh *Necrobia violacea* (Linné, 1758). Pro tento druh je důležité stadium „zmýdelnění“. Na mrtvole probíhá i kopulace. Vzhledem k tomu, že nemají rádi vlhko, nenajdeme je ve hnilobné tekutině. Výskyt druhu je od dubna do října (Daněk, 1990).

Na území ČR je možné najít (Daněk, 1990):

Necrobia ruficollis (Fabricius, 1775)

Necrobia violacea (Linnaeus, 1758)

Necrobia rufipes (De Geer, 1775)

3.8.5.5 Kožojedovití – Dermestidae

Jedná se o druhově chudou, spíše exotickou čeleď, která je velmi kosmopolitní. Tělo kožojedů je oválné nebo také podlouhlé s vtaženou hlavou až po zadní okraj očí do štítu. Tykadla se obvykle skládají z 11 článků se zřetelným kyjem. Pro potřebu kriminalistiky je asi nejvýznamnější rod *Dermestes* (Daněk, 1990).

Na mrtvole je možné najít zástupce těchto druhů na sušších místech, jako jsou vlasy, chlupy, štětiny a později napadají např. i šlachy. Dospělci ani larvy nevnikají do mokvajících tkání nebo do hnilobné tekutiny (Šuláková, 2013). V případě dobrých podmínek pro rozklad (sluneční expozice) bývají zástupci rodu *Dermestes* na mrtvole pozorováni již koncem prvního týdne. Z kriminalistického hlediska patří tento rod k nejdůležitější čeledi, protože na základě dokonalé znalosti jejich vývojového cyklu je možné stanovit přesně dobu smrti. Na místě trestného činu je nutné sesbírat nejen dospělé, ale i larvy, kukly, prázdné larvy, mrtvá těla dospělců a jejich zbytky. Výskyt uvedených druhů je od konce března do října (Daněk, 1990).

Existuje cca 17 druhů této čeledě, ale na území ČR se dle Daňka (1990) uvádí pouze druhy tři druhy:

Dermestes frischii (Kugelann, 1792)

Dermestes murinus (Linné, 1758)

Dermestes undulatus (Brahm, 1970)

Dle Šulákové (2014) se v bytech ojediněle vyskytuje *Dermestes lardarius* (Linnaeus, 1758).

3.8.5.6 Lesknáčkovití – Nitidulidae

Jsou to drobní broučci s plochým podlouhlým tělem, kteří mají zpravidla matnou barvu. Jejich krovky jsou často značně zkrácené. Žijí na květech, pod kůrou, na mrtvolách, na starých kůžích na sušeném ovoci, v domácnostech nebo v zásobárnách potravin (Daněk, 1990).

Tyto druhy patří ke druhům poměrně hojným. Některé druhy k nám byly zavlečeny. Z kriminalistického hlediska jsou důležité rody *Nitidula* a *Omosita*. Zástupci těchto rodů na mrtvolu přilétají ve 3. vlně, v době, kdy již nastalo zmýdelnění a tělo již začalo vytvářet těkavé mastné kyseliny. Pokud je deštivé počasí, bývají pozorováni pod mršinou, v srsti a v dutinách velkých kostí. Mizí zpravidla až v 6. – 7. vlně. V kriminalistice mají spíše podpůrný význam. Výskyt jedinců je od března do října (Daněk, 1990 rok).

Dle Daňka (1990) mezi nejznámější druhy patří:

Nitidula bipunctata (Linnaeus, 1758)

Nitidula rufipes (Linnaeus, 1767)

Nitidula carnaria (Schaller, 1783)

Omosita depressa (Linnaeus, 1758)

Omosita colon (Linnaeus, 1758)

Omosita discoidea (Fabricius, 1775)

3.8.5.7 Lesklecovití – Rhizophagidae

Jedná se o poměrně chudou čeleď, v ČR zastoupenou pouze 2 rody ve 14 druzích. Patří spíše mezi exotičtější čeledě (Zahradník, 2013).

Jedinci této čeledě jsou protáhlí, lesklí brouci s dlouhými krovkami a protáhlým štítem. Mají poměrně velkou hlavu a krátká tykadla, která jsou na konci paličkovitě ztloustlá. Mají velmi krátké nohy. Jejich krovky nezakrývají zadeček zcela, takže jeho konec vyčnívá. Velmi dobře létají, ale špatně lezou. Žijí pod kůrou odumřelých stromů, na oloupaných kmenech. Patří mezi přirozené nepřátele kůrovce (Daněk, 1990).

Z kriminalistického hlediska je zajímavý *Rhizophagus parallelocollis* (Gyllenhal, 1827). Dospělci i larvy žijí v hrobkách a vyvíjejí se v rakvích. Larvy se živí plísněmi nebo

tukovou tkání, která se usazuje na stěnách rakví při rozkladu těla. Toto má svůj význam především při exhumaci těl, nebo při objevení mrtvol volně zahrabaných. Pokud zde tento druh nalezen, pak je možné se domnívat, že mrtvola byla v zemi zahrabaná více než rok. Výskyt je od března do října (Daněk, 1990).

3.8.5.8 Hlodáčovití – Trogidae

Tělo hlodáčů je oválné s dozadu rozšířenými krovkami. Spodní část těla je plochá. Jsou černí nebo hnědočerní. Tělo bývá pokryté krunýřem ze zvláštního sekretu a ze zrníček, písku a hlíny. Tykadlový vějíř je složen z 3 článků. Délka těla je 5 – 13 cm (Daněk, 1990).

Hlodáči napadají mrtvé tělo v okamžiku, kdy proces zmýdelnění přechází do vysychání, mrtvola se pomalu začíná jevit jako kostra a je pokryta zbytky přischlé kůže. Výskyt hlodáčů je podmíněn ročním obdobím, teplotami a činností larev předešlých sukcesních vln. V písčitém terénu se hlodáči mohou vyskytnout již po 2. měsíci a mohou setrvat až do druhého roku stáří mrtvoly. Výskyt je od března do října. Jedná se kosmopolitní čeleď (Daněk, 1990).

Na území ČR žije 6 druhů (Daněk, 1990):

Trox sabulosus (Linné, 1758)

Trox scaber (Linné, 1767)

Trox hispidus (Pontoppidan, 1763)

Trox cadaverinus (Illiger, 1802)

Trox evermanni (Krynicky, 1832)

Trox perrisi (Fairmeire, 1868)

3.8.5.9 Vrubounovití – Scarabaeidae

Pro kriminalistické využití je významný pouze *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba, 1791), který žije na našem území. Jedná se o brouka s poměrně krátkým klenutým modročerným tělem, po stranách modrým až zelenkavým. Na hlavě je možné najít hrbolek, tykadla jsou červenohnědá a jejich vějířek má 3 články. Mají obroubený štít ze všech stran,

který je dopředu zúžený. Jejich krovky jsou tečkovaně rýhované. Přední holeň samečků má na spodní straně zoubkovaný kýl a zadní stehna jsou ozubená. Samičky přední kýl nemají. Délka těla je 12 – 19 mm (Daněk, 1990).

Tento druh žije výhradně v lesích, pasekách, ve výkalech a v hniјících houbách. Hnízda zakládá v květnu a v červnu, ve kterých si hloubí štoly (v postranní chodbičce samička tvoří mateřskou hrudku) (Daněk, 1990).

Z kriminalistického hlediska se jedná o méně významný druh. Na mrtvolu nenalétává proto, že by ho lákal zápach plynných látek, ale proto, že ho láká zápach exkrementů ležících v blízkosti mrtvoly. V případě, že došlo při usmrcení k perforaci břišní dutiny, žaludku a střev, a zároveň jsou vhodné klimatické podmínky, je tento druh pozorován již na konci druhého dne. Pokud jde o mrtvolu ležící volně přírodě a smrt nastala z jiných příčin, vyskytuje se na místě až v okamžiku, kdy došlo působením jiného hmyzu k perforaci břišní dutiny (Daněk, 1990).

3.8.5.10 Střevlíkovití – Carabidae

Jedná se o velmi známou čeleď, i když pro potřeby kriminalistiky je méně důležitá. Zástupci této čeledi jsou hnědí, kovově modří nebo zelení a mají různou velikost. Mají malou hlavu se silnými čelistmi, dlouhá tykadla a dlouhé štíhlé nohy. Zástupci této čeledi se řadí mezi dravce. Více aktivní bývají v noci (Smith, 1986).

Mezi nejznámější druhy patří (Smith, 1986):

Harpalus rufipes (DeGeer, 1774)

Pterotichus niger (Schaller, 1783)

3.8.5.11 Vodomilovití – Hydrophilidae

Zástupci této čeledi jsou spjatí s vodou. Vodní prostředí vyhledávají především larvy, které ve vodě žijí nebo se minimálně objevují ve vlhkém prostředí. Dospělce rozeznáváme dle dlouhých palpů (Smith, 1986).

Pozemní druhy bývají spojené s vlhkým prostředím jako je bláto, hnůj nebo hniјící zelenina. Několik druhů je možné najít i na rozkládajícím se těle. Jedná se o rod *Cercyon*. Larvy tohoto rodu můžeme najít v blízkosti vody (Smith, 1986).

Mezi nejznámější druhy patří (Smith, 1986):

Cercyon lateralis (Marsham, 1802)

Cercyon terminatus (Marsham, 1802)

Cercyon analis (Paykull, 1798)

Cryptopleurum minutum (Fabricius, 1775)

3.8.5.12 Lanýžovníkovití – Leiodidae

Jedná se o malé černé nebo hnědé brouky (5 mm). Rod *Catops* byl dříve součástí čeledi Silphidae, ale nyní je zařazen do čeledi Leiodidae. Na lidských mrtvolách se vyskytuje *Catop tristis* (Panzer, 1794) (Smith, 1986).

3.8.5.13 Vrtavcovití – Ptinidae

Tyto malé brouky (2 – 4 mm) běžně označujeme jako brouky „pavouky“, a to kvůli jejich podobnosti s malými zlatavě zbarvenými pavouky. Běžně se živí obilím, moukou, sušeným ovocem a jinými suchými skladovanými produkty (Smith, 1986).

Samice kladou asi 100 vajíček během 3 - 4 týdnů v průběhu letních měsíců. Larva je bílá a krmí se v přibližně 40 dnů, potom se zakuklí. Tito brouci se na mrtvolách vyskytují spíše na sušších částech těla. Na mrtvém těle je nacházíme 3 a více let po smrti (Smith, 1986).

3.8.5.14 Potemníkovití - Tenebrionidae

Jsou to nahnědlí brouci, (13 – 25 mm), bývají matní, ale také mohou být lesklí. Jejich výskyt je obvykle spojen s ptáky, hnízdy, ale je možné je najít i v uložených potravinách. Normálně životní cyklus trvá asi rok, ale může být prodloužen na dva roky (larvální období v zimním období). Spolu s čeledí Ptinidae nacházíme tuto čeleď na mrtvém těle v osmé sukcesní vlně (po třech a více letech) (Smith, 1986).

Nejznámějšími druhy jsou (Smith, 1986):

Tenebrio obscurus (Fabricius, 1792)

Tenebrio molitor (Linnaeus, 1758)

3.8.5.15 Chrobákovití – Geotrupidae

Tito robusní brouci jsou spojeni především s exkrementy a hnojem. Budují si tunely pod mrtvými těly (Smith, 1986).

Nejznámějším druhem je (Smith, 1986):

Geotrupes stercorosus (Hartmann in L. G. Scriba, 1791)

3.8.5.16 Ostatní brouci

Některé čeledě byly zaznamenány na mrtvolách, ale pravděpodobně se zde ocitly kvůli houbám nebo hyfám hub, které jim sloužily jako potrava. Dále byly na mrtvole nalezeni zástupci čeledí, které se zde vyskytli náhodně a z kriminalistického hlediska nemají význam. Jedná se především o tyto čeledě: Corylophidae, Ptiliidae, Erotylidae, Mycetophagide, Lathridiidae, Endomychidae, Malandryidae a Cryptophagidae (Smith, 1986).

Další způsob, kterým se mohou brouci podílet na forezním vyšetřování je v případě otravy. Drtivá většina otrav je náhodných nebo se jedná o sebevraždu. Vražda jedem je vzácná (Smith, 1986).

Kantaridin je pravděpodobně nejznámější hmyzí jed (známý též jako španělské mušky), získaný z brouka *Lytta vesicatoria* (Linnaeus, 1758) a dalších brouků. Tento jed může být přijímán ve formě prášku nebo ve formě tinktury (afrodiziakum) (Smith, 1986).

V některých zemích mají v soudním lékařství význam jedy, kterými se napouští šipky. Obyvatelé pouště Kalahari šipky napouští jedem z jedinců druhu *Diamphidia nigroornata* (Gerstaecker, 1855) (Smith, 1986).

3.8.5.17 Druhy vyskytující se v ČR

Dle Daňka (1990) se v ČR vyskytují tyto druhy:

Nicrophorus germanicus

Dermestes frischi

Nicrophorus humator

Dermestes murinus

Nicrophorus fossor

Nitidula bipunctata

Nicrophorus vespillo

Nitidula rufipes

Nicrophorus vespilloides

Nitidula carnaria

Nicrophorus vestigator

Omosita depressa

Nicrodes littoralis

Omosita colon

Philonthus politus

Omosita discoidea

Creophilus maxillosus

Dermestes undulatus

Hister unicolor

Trox sabulosus

Margarinotus brunneus

Trox scaber

Margarinotus striola

Trox hispidus

Margarinotus ventralis

Trox cadaverinus

Margarinotus carbonarius

Trox evermanni

Necrobia ruficollis

Trox perrisi

Necrobia violacea

Necrobia rufipes

4 Metody

Tato práce byla zaměřená na význam řádu Coleoptera při rozkladu těla velkého obratlovce v přírodě. Práce byla řešena formou literární rešerše a terénním pokusem, při kterém byli hodnoceni zástupci řádu Coleoptera zajištění z postupně se rozkládajícího kadáveru prasete.

4.1 Lokalita

Terénní experiment probíhal v areálu Demonstrační a výzkumné stanice České zemědělské univerzity v Praze Troja, a to od 9. prosince 2014. Mrtvé prase domácí (*Sus scrofa* f. *domestica* Linnaeus, 1758) o hmotnosti cca 50 kg bylo vystaveno při tzv. volné expozici (volně přístupné hmyzu). Celý pokus byl zaměřen na průběh sukcese a druhové složení nekrobiontního hmyzu při rozkladu s počátkem v zimě. Pro potřeby experimentu byly u mrtvého prasete v maximální míře napodobeny podmínky pro rozklad lidského těla, a proto bylo oblečeno (tričko, tepláky a ponožky).

Hmyz kolonizující mrtvolu byl pravidelně odebírán a dále zpracováván.

4.1.1 Popis

Areál Demonstrační a výzkumné stanice České zemědělské univerzity leží na levém břehu řeky Vltavy a sousedí se zoologickou a botanickou zahradou. Zeměpisné souřadnice: 50°7'22.486"N, 14°23'58.181"E. Celková plocha činí 50 763 m². Nadmořská výška lokality je 196 m n. m. Pěstují se zde především polní plodiny a zelenina, ale můžeme zde najít i ovocné stromy nebo skleníky. V rámci Fakulty agrobiologie a potravinových zdrojů je zde umístěna meteorologická stanice.

4.2 Metody odběru

K odchytu zástupců řádu Coleoptera byla použita pyramidová past a zemní pasti (5 ks), které byly rozmístěny kolem pokusného kadáveru, a při kontrolách pokusné plochy entomologická pinzeta.

Pyramidová past byla umístěna nad kadáverem prasete. Vyrobená byla z jemné tkaniny (polyester). Její spodní část byla přivázána provazem ke kůlům, které byly ukotveny v zemi. Vrchol pasti ústí k otvoru, na který navazoval plastový tunel, vedoucí do sběrné pětilitrové PET lahve. V této lahvi byl v horní části vyřezán druhý otvor pro plastový tunel. PET láhev byla naplněna do poloviny roztokem cca 1‰ vodného roztoku formaldehydu (formalínu) s přídavkem detergentu (mycího prostředku) pro snížení povrchového napětí tekutiny. Takto upravená PET láhev byla přivázána ke kůlu (cca 2 m vysokému), který byl ukotven v zemi. Vzorky byly odebírány v následujících intervalech: prosinec 2014 až leden 2015 1x měsíčně, leden až začátek března 2015 1x za 2 týdny, březen až říjen 2015 1x týdně. V říjnu 2015 byly intervaly opět prodlouženy na 1x za 2 týdny. Tento cyklus byl využíván až do června 2016, kdy byly vzorky opět odebírány 1x týdně. Tyto odběrové intervaly byly závislé na množství hmyzu, který byl zastoupen na mrtvole (tzn. hmyz odchycený v pyramidové a zemních pastích).

Postup odběru entomologického materiálu z pyramidové pasti: obsah odchytové nádoby z pyramidové pasti byl pomocí sítka a trychtýře přesypán do zkumavky nebo jiné nádoby a přelit cca 70% denaturovaným lihem.

Zemní pasti byly umístěny kolem kadáveru ve vzdálenosti cca 20 cm. Tyto pasti se skládaly ze dvou kelímků, které byly umístěny v sobě, přičemž druhý (vnitřní) kelímek byl naplněn do cca ½ smrtícím a konzervačním roztokem stejného složení jako u pyramidové pasti, tj. 1‰ vodného roztoku formaldehydu (formalínu) s přídavkem detergentu (mycího prostředku).

Entomologická pinzeta byla použita k odběru dospělých jedinců a živých larev hmyzu přímo z kadáveru. Takto odebraný hmyz byl vložen do zkumavek s 70 % denaturovaným lihem.

4.3 Zpracování vzorků

Zástupci řádu Coleoptera byly následně preparovány, určení do druhů a následně předány do Kriminálního ústavu v Praze.

Preparace probíhala u větších druhů napíchnutím na entomologické špendlíky, u menších druhů lepením na entomologické nalepovací štítky. Všechny vypreparované jedinci byly doplněny o příslušný lokální štítek s údaji o datu a místě sběru. Takto upravený vzorek by poté umístěn do entomologické krabice. Při preparaci byly dodržovány zásady tvorby entomologických sbírek.

4.4 Determinace vzorků

Vypreparovaní zástupci řádu Coleoptera byly následně determinovány do druhů. Determinaci veškerého materiálu provedly Bc. Kateřina Chvalová, Ing. Vanda Klimešová a Ing. Tereza Olekšáková. Revizi určeného materiálu provedla plk. Ing. Hana Šuláková, Ph.D. z Kriminologického ústavu Praha.

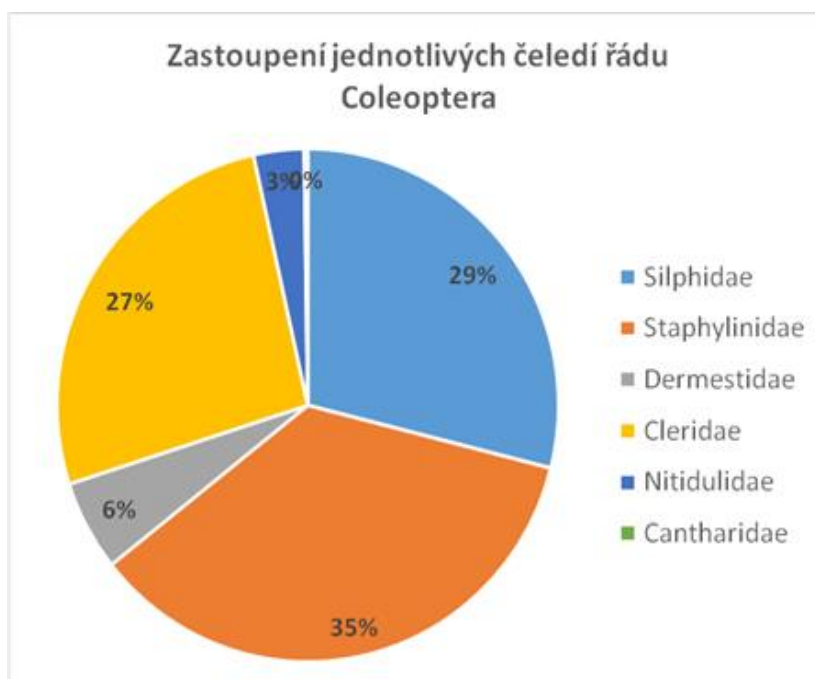
5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení řádu Coleoptera

Během pokusu „Troja 2014 - 2015“ bylo celkem nashromážděno 1752 jedinců determinovaných do 6 čeledí a 32 druhů. První zástupci druhů byli nalezeni 18. 3. 2015, naopak poslední 15. 10. 2015. Největší počty jedinců byly zaznamenány 19. 5. 2015 (Tab 13, kapitola Samostatné přílohy). Nejpočetnější čeledí na kadáveru byla čeleď Staphylinidae, jejíž zastoupení činilo 35 % (Graf A). Nejčetnějším druhem této čeledi byl *Ontholestes murinus*, který byl na kadáveru zastoupen počtem 233 jedinců, což činilo 38 %. Nejméně zastoupeným druhem čeledi Staphylinidae byl *Tachinus signalicornis*, *Tachyporus* sp.1, *Tachyporus* sp.2 a *Xantholinus tricolor* (Graf 15, kapitola samostatné přílohy). Zástupci těchto druhů byli na kadáveru zastoupeni vždy jedním jedincem. Druhou nejpočetnější čeledí byla čeleď Silphidae, která byla na mrtvole zastoupena počtem 507 jedinců, což činilo 29 % (Graf A). Naopak nejméně zastoupenou čeledí byla čeleď Cantharidae, která byla na kadáveru zastoupená 4 jedinci (Graf A).

Graf A

Zastoupení jednotlivých čeledí řádu Coleoptera na kadáveru



Čeď Silphidae byla nejvíce zastoupena druhem *Thanatophilus sinuatus*, který byl na kadáveru zjištěn v počtu 378 jedinců, což činilo 75 % celkového zastoupení jednotlivých druhů této čeledi. Nejmenší počet jedinců zaznamenal druh *Necrodes littoralis*. Počet jedinců nalezených na kadáveru činil 5 % z celkového počtu jedinců (Graf 19, kapitola Samostatné přílohy).

Nejpočetnějším druhem čeledi Dermestidae byl *Dermestes frischii*, který byl na kadáveru zastoupen počtem 55 jedinců. Tento počet odpovídá 55 % zastoupení druhů čeledi (Graf 20, kapitola Samostatné přílohy).

Nejméně početným druhem pak byl *Dermestes murinus*. Zastoupení tohoto druhu na kadáveru činilo 17 % z celkového počtu jedinců čeledi (Graf 20, kapitola Samostatné přílohy).

Čeď Cleridae byla zastoupena nejvíce druhem *Necrobia rufipes* a to počtem 260 jedinců, toto činilo 56 %. Nejméně početným druhem byl *Necrobia ruficollis*. Počet jedinců toho druhu činil 0,43 % z celkového počtu zastoupení jednotlivých druhů čeledi Cleridae na kadáveru (Graf 18, kapitola Samostatné přílohy).

Nejpočetnějším druhem čeledi Nitidulidae byl *Glischrochilus quadrisignatus*. Tento druh byl na mrtvole zastoupen v počtu 22 jedinců a to činilo 39 %. Naopak nejméně zastoupeným druhem této čeledi byl *Nitidula carnaria*. Počet jedinců tohoto druhu tvořil 2 % z celkového počtu druhů čeledi (Graf 17, kapitola Samostatné přílohy).

Poslední čeledí, která byla na kadáveru zastoupená byla čeď Cantharidae a to v počtu 2 jedinců druhu *Cantharis livida*. Druh *Cantharis nigricans* a *Cantharis rustica* byl na kadáveru zastoupen 25 % z celkového počtu zastoupených druhů (Graf 16, kapitola Samostatné přílohy).

První vlna – čerstvý kadáver – byla započata dnem uložení kadáveru na pozemku Demonstrační a výzkumné stanice České zemědělské univerzity 9. prosince 2014 a trvala do 3. března 2015. Kumulativní sumy teplot se tehdy pohybovaly od 41,4 °C do 64,4 °C. Během první vlny nebyly pozorovány žádné druhy.

Druhá vlna – nadmutí – probíhala od 18. března 2015 do 1. dubna 2015, kdy se kumulativní teploty pohybovaly od 40,3 °C do 68,1 °C. Na kadáveru se začaly tvořit plynné látky, které měly za následek nadmutí těla. Druhové zastoupení i počet jedinců se začal zvyšovat. V tomto období se na kadáveru vyskytovaly *Thanatophilus rugosus*, *Thanatophilus sinuatus*, *Ontholestes murinus*, *Philonthus* sp., *Creophilus maxillosus*, *Philonthus spinipes*, *Aleochara ruficornis* a *Dermestes frischii*.

Třetí vlna – biochemicky aktivní – byla pozorována od 7. dubna 2015 do 1. září 2015. Kumulativní sumy teplot se pohybovali od 19,3 °C do 217,5 °C. V této době proběhlo zmýdelnění tuků a následně začala fermentace proteinů. Nastal aktivní rozklad a na kadáveru se vyskytovaly *Creophilus maxillosus*, *Ontholestes murinus*, *Staphylinidae* sp., *Tachyporus* sp., *Philonthus* spp., *Tachinus laticollis*, *Philonthus spinipes*, *Aleochara ruficornis*, *Aleochara lata*, *Aleochara curtula*, *Dermestes frischi*, *Dermestes murinus*, *Dermestes undulatus*, *Glischrochilus quadrisignatus*, *Necrobia violacea*, *Necrobia rufipes*, *Necrobia ruficollis*, *Nitidula rufipes*, *Nitidula bipunctata*, *Nitidula carnaria*, *Cantharis nigricans*, *Cantharis livida*, *Cantharis rustica*.

Čtvrtá vlna – suché zbytky – nastala 9. září 2015 a trvala do 8. prosince 2015. Rozsah kumulativních teplot se pohyboval od 78,9 °C do 131,1 °C. Na kadáveru byli pozorováni zástupci druhu *Thanatophilus rugosus*, *Thanatophilus sinuatus*, *Staphylinidae* sp., *Philonthus* spp., *Philonthus spinipes*, *Bledius* sp., *Aleochara curtula*, *Ontholestes murinus*, *Dermestes frischi*, *Dermestes undulatus*, *Necrobia violacea*, *Necrobia rufipes*, *Nitidula rufipes*, *Nitidula bipunctata* a *Nitidula carnaria*.

Druhy zaznamenané v terénním pokusu „Troja 2014 - 2015“:

Necrodes littoralis (Linnaeus, 1758)

Thanatophilus rugosus

Thanatophilus sinuatus

Creophilus maxillosus

Ontholestes haroldi

Ontholestes murinus

Aleochara curtula

Aleochara lata

Aleochara ruficornis

Bledius sp.

Philonthus spinipes

Philonthus spp.

Tachinus laticollis

Tachinus signalicornis

Tachyporus sp.1

Tachyporus sp.2

Xantholinus tricolor
Staphylinidae sp.1
Staphylinidae sp. (neurčeno)
Dermestes frischii
Dermestes murinus
Dermestes undulatus
Necrobia ruficollis
Necrobia rufipes
Necrobia violacea
Glischrochilus quadrisignatus
Nitidula bipunctata
Nitidula carnaria
Nitidula rufipes
Cantharidae
Cantharis livida
Cantharis nigricans
Cantharis rustica

5.2 Meteorologické výpočty

Během terénního pokusu byla měřena teplota vzduchu. Data průměrných teplot byla použita z meteorologické stanice České zemědělské univerzity v Praze. Průběh teploty vzduchu během celého roku je zaznamenán v Grafu 8 (kapitola Samostatné přílohy).

5.3 Statistické výpočty

Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí lineární regrese. Průběh kumulativních teplot během roku je zaznamenán v Grafu 7 (kapitola Samostatné přílohy). Z Grafu 10 (kapitola Samostatné přílohy) je patrné, že nejvyšší závislost mezi kumulativními teplotami a počtem jedinců v pokusu „Troja 2014 - 2015“ vykazovala čeleď Staphylinidae. Silná závislost byla zaznamenána u čeledi Silphidae (Graf 9, kapitola Samostatné přílohy). Nízkou závislost vykazovala čeleď Cleridae (Graf 12 kapitola Samostatné přílohy), Cantharidae (Graf 14, kapitola Samostatné přílohy) a Nitidulidae (Graf 13, kapitola Samostatné přílohy). Velmi nízkou závislost vykazovala čeleď Dermestidae (Graf 11, kapitola Samostatné přílohy). Úhrnné

sumy teplot a počty jedinců jednotlivých druhů jsou zaznamenány v tabulkách 2 – 10 (kapitola Samostatné přílohy).

Většina čeledí vykazovala nejvyšší počty jedinců uprostřed pokusu, ve třetí vlně (biologicky aktivní). V první vlně (čerstvé) nebyly naopak zaznamenáni žádní zástupci řádu Coleoptera. První jedinci tohoto řádu se objevili až v průběhu druhé vlny.

6 Diskuse

Data byla získána v rámci terénního pokusu, který probíhal v Praze Troja v areálu Demonstrační a výzkumné stanice České zemědělské univerzity od 9. 12. 2014. Pro potřeby tohoto pokusu byl použit kadáver prasete domácího (*Sus scrofa* f. *domestica*).

Celkem bylo zaznamenáno 32 druhů řádu Coleoptera, to představuje 0,46 % druhů vyskytujících se v ČR (7000 druhů).

Pro potřeby pokusu bylo použito několik metod odběru: pyramidová past, zemní pasti a entomologická pinzeta. Tato kombinace metod se ukázala jako velmi efektivní.

V tomto pokusu převažovali jedinci druhu *Thanatophilus sinuatus* (Silphidae), kteří tvořili 21,58 % všech jedinců odchycených v rámci pokusu. Druhým nejpočetnějším druhem na kadáveru byl druh *Necrobia rufipes* (Cleridae)

Šuláková (2014) uvádí, že čeleď Silphidae osidluje mrtvé tělo mezi prvními. Jako nejtypičtější a nejhojnější se vyskytující druh uvádí *Necrodes littoralis*. Během experimentu se potvrdila přítomnost zástupců čeledi Silphidae, ale nejpočetněji zastoupeným druhem byl *Thanatophilus sinuatus*.

Daněk (1980a) a Obenberger (1953) uvádějí, že zástupci řádu Coleoptera se na mrtvole vyskytují již v 1. vlně. Daněk (1980a) uvádí, že mezi prvními kolonizují mrtvolu druhy čeledě střevlíkovití (Carabidae). V pokusu se však první druhy *Thanatophilus rugosus*, *Thanatophilus sinuatus*, *Creophilus maxillosus*, *Ontholestes murinus*, *Aleochara ruficornis*, *Philonthus* spp., *Staphylinidae* sp. a *Dermestes frischi* objevily až na počátku druhé vlny, kdy bylo tělo prasete nadmuté a bylo cítit charakteristickým zápachem rozkladu (Daněk a kol., 1987). Toto může být zapříčiněno např. nižšími teplotami, protože kadáver prasete byl na pokusnou plochu uložen na začátku prosince 2014.

Během pokusu nebyl zaznamenán žádný zástupce čeledi hlodáčovití (Trogidae), kteří se dle Eliášové a Šulákové (2012) vyskytují obvykle ve 4. vlně. Výskyt hlodáčů potvrzuje i Archer et Elgara (2003) ve svém experimentu, který provedli v Jižní Victorii (Austrálie). Dle Daňka (1990) je však nálet hlodáčů podmíněn jednak ročním obdobím, efektivními teplotami a také činností larev předchozích sukcesních vln.

Pro třetí vlnu byla charakteristická fermentace tuků a proteinů, kterou také popisuje Šuláková (2006). Jak píše Šuláková (2006), vyskytli se na kadáveru zástupci kožojedu (Dermestidae), a to především *Dermestes frischi*. Četnější výskyt jedinců ve třetí vlně však zaznamenala také čeleď Staphylinidae, Silphidae a Cleridae, ačkoliv Daněk (1990) uvádí, že zástupce čeledi Staphylinidae můžeme pozorovat již mezi 7. a 21. dnem. Během pokusu se však

jedinci druhy *Philonthus* spp., *Aleochara ruficornis*, *Ontholestes murinus* a *Creophilus maxillosus* vyskytli nejhojněji uprostřed třetí vlny.

Během třetí vlny se na kadáveru objevil také druh *Ontholestes haroldi*, který dle Daňka (1990) patří mezi druhy vyskytující se na mrtvole vzácně.

Obenberger (1953) uvádí, že zástupci čeledě Dermestidae se na mrtvém těle vyskytují až na konci prvního roku stáří mrtvoly a začátkem roku druhého. Během pokusu však bylo zjištěno, že jednotlivé druhy čeledi Dermestidae byly na kadáveru přítomni již počátkem třetí vlny.

Dle Šulákové (2014) se v průběhu třetí vlny z čeledi Staphylinidae vyskytuje především z kriminalistického hlediska důležitý druh *Creophilus maxillosus*, který se na mrtvém těle pravidelně rozmnožuje. Během pokusu však bylo zjištěno, nejpočetnějším druhem této čeledi byl *Ontholestes murinus*.

Ve čtvrté vlně, která je charakteristická vysycháním tkání, se na kadáveru objevili hojněji zástupci čeledí Nitidulidae a Cleridae. Menší počet jedinců zaznamenala čeleď Staphylinidae, Dermestidae a Silphidae. Zástupci čeledi Cantharidae se na mrtvole ve čtvrté vlně nevyskytovali.

Arnaldos et al. (2004) uvádějí, že zástupci druhů *Dermestes frischii* a *Necrobia rufipes* se na těle objevili již v první vlně. Dále zjistili, že druhy čeledí Silphidae, Staphylinidae a Nitidulidae se na těle nevyskytly vůbec. Zaznamenali však druhy čeledi Histeridae (mršníkovití). Zástupci této čeledi se na kadáveru během pokusu v Troji neobjevili.

Zástupce čeledi Histeridae zaznamenal ve svém experimentu také Watson a Carlton (2003). Experiment byl uskutečněn v Louisianě (USA) a probíhal v průběhu jara a léta na dvou kadáverech jelena, prasete, medvěda a aligátora. Druhy čeledi Histeridae se na kadáverech objevily nejhojněji mezi 2. a 10. dnem expozice. Stejný experiment provedli také během podzimu a zimy. I zde se zástupci čeledi Histeridae objevili, i když v menším počtu.

Druhy této čeledi patří ke druhům dravým, které loví dospělce i larvy jiného hmyzu. Jejich výskyt na mrtvole je tedy dán i výskytem ostatního hmyzu. Absence této čeledi na kadáveru v našem experimentu může být zapříčiněna nevhodnou skladbou ostatního hmyzu sloužícího jako potrava pro tyto druhy. Vzhledem k nižším teplotám mohla být druhová pestrost na kadáveru omezena. Dále mohly absenci zástupců čeledi Histeridae způsobit samotné klimatické podmínky (vysoké teploty nebo úhrny srážek).

Šuláková (2014) uvádí, že zástupci čeledi Nitidulidae se na mrtvém těle objevují v průběhu třetí vlny. Jako nejčastěji se vyskytující druh uvádí *Omosita discoidea* a *Glischrochilus quadrisignatus*. Experiment výskyt čeledi Nitidulidae v průběhu třetí vlny

potvrdil. *Glischrochilus quadrisignatus* se na kadáveru vyskytoval v počtu 22 jedinců. *Omosita discoidea* se na mrtvém těle nevyskytl vůbec. Druhým nejhojnějším druhem této čeledi byl *Nitidula bipunctata*, o němž se Šuláková (2014) ve své práci nezmiňuje.

Pokusem bylo zjištěno, že pokud dojde ke smrti v chladné části roku, je rozklad výrazně zpomalen, což potvrzují i Matoba a Terezawa (2008) ve své studii, kterou provedli v městě Sapporo (Japonsko). Experiment probíhal od listopadu 2006 do dubna 2007.

Závislost mezi kumulativními teplotami a počty jedinců jednotlivých druhů byla nižší. Důvodem mohou být např. nepříznivé klimatické podmínky, rychlost sukcese, efektivnost odchytových metod a také chudší druhová skladba. Toto může být způsobeno počátkem expozice na začátku prosince.

7 Závěr

Cílem této práce bylo shromáždit informace o řádu Coleoptera a jeho využití ve forenzní praxi na základě odběru jedinců jednotlivých druhů z kadáveru prasete domácího a jejich následná determinace. Práce je složena ze dvou částí. První část práce obsahuje literární rešerši a druhá část se zabývá terénním pokusem. Získaná data jsou zde také následně vyhodnocena.

Byla potvrzena nulová hypotéza, že zástupci řádu Coleoptera jsou forenzně významnými indikátory u velkých kadáverů s počátkem rozkladu v chladné části roku.

V terénním pokusu dominovala čeleď Staphylinidae. Tato čeleď se na mrtvých tělech živočichů v ČR vykytuje v hojném počtu (Daněk, 1990). Naopak nejméně početnou čeledí byla čeleď Cantharidae.

Přestože Daněk (1990) uvádí, že řád Coleoptera se na mrtvém těle vyskytuje již v první vlně, v tomto experimentu se objevil až na počátku druhé vlny. To mohlo být způsobeno nižšími teplotami, protože počátek expozice byl začátkem prosince.

Pro využití řádu Coleoptera ve forenzní entomologii jsou vhodné druhy se specifickým časem výskytu nebo druhy vyskytující se na mrtvole v hojném počtu.

8 Seznam použité literatury

- Archer, M. S., Elgara, M. A. 2003. Yearly activity patterns in southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects. *Forensic Science International* 132 (2003). 173–176.
- Arnaldos, M. I., Romera, E., Presa, J. J., Luna, A., García, M. D. 2004. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *Int J Legal Med* 118 (2004). 197-205.
- Benecke, M. 2004. *Arthropods and Corpses. Forensic Pathology Reviews.* Humana Press Inc. Totowa. 207-240.
- Braack, L. E. O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland. *Oecologia (Berlin)* (1987) 72. 402-409.
- Crowson, R. A. 1986. *The Biology of the Coleptera.* Harcourt Brace Jovanovich Publishers, Academic press London. ISBN: 0-12-196050. p. 773.
- Daněk, L. 1980a. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. *Československá kriminalistika*. 1. 44-55.
- Daněk, L., 1980b. Hmyzí jedy v kriminalistice. *Kriminalistický sborník* 24/1980. 689-694.
- Daněk, L. 1990. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. *Kriminalistický ústav. Praha.* 9-129.
- Daněk L., Levý S., Zuska J., Máca J. 1987. Entomologická hlediska v případě nálezů mrtvoly muže ve značném stupni rozkladu. *Kriminalistický sborník*. 12(31).742–747.
- Drahošová, B., Hmyz nad mrtvým tělem pomáhá odhalovat vrahy [online]. *Technet.idnes.* únor 2011. [cit. 2015-12-10]. Dostupné z http://technet.idnes.cz/hmyz-ukryva-tajemstvi55-zlocinu-a-hana-sulakova-je-umi-rozlustit-pwj/veda.aspx?c=A110211_1531102_tec_technika_vse.

Elišová, H., Šuláková, H. 2012. Forezní biologie. In: Štefan, J., Hladík, J. Soudní lékařství a jeho moderní trendy. Grada Publishing, a.s. Praha. s. 325. ISBN: 9788024735948.

Grassberger, M., Frank, C. 2004. Study of Arthropod Succession on Pig Carrion in a Central European Urban Habitat. Direct injury myiasis. 51 -523.

Jirsíková, M., Šuláková, H., Barták, M. 2014. Využití živočichů v kriminalistice se zaměřením na rozklad kadáveru ve vodě. 6th Workshop on biodiversity. Jevany. ISBN: 978-80-213-2527-2. 47-57.

Matoba K., Terazawa K. 2008. Estimation of the time of death of decomposed or skeletonized bodies found outdoors in cold season in Sapporo city, located in the northern district of Japan. Legal medicine 10 (2008). 78-82.

Obenberger, J. 1953. Hmyz a kriminalistika. Separát knihovny SNB II/3 (1953). 3–14.

Povolný, D. 1978. Hmyz v kriminologii. Vesmír. 57 (7). 205–208.

Povolný, D. 1979. Některá hlediska praktického využití hmyzu v kriminalistice. Kriminalistický sborník. (10). 620–632.

Schroeder, H., Klotzbach, H., Püschel., K. 2003. Insects' colonization of human corpses in warm and cold season, Legal Medicine 5 (2003). 372-374.

Smith K. G. V. 1986. A manual of forensic entomology. British Museum (Natural History) and Cornell University. Oxford. p. 205. ISBN 0-565-00990-7

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

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

Watson, E. J., Carlton, C. E. 2003. Spring Succession of Necrophilous Insects on Wildlife Carcasses in Louisiana. J. Med. Entomol. 40(3). 338-347.

Watson, E. J., Carlton, C. E. 2005. Insect Succession and Decomposition of Wildlife Carcasses During Fall and Winter in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*. 42 (2). 193–203.

Zahradník, J. 2013. Brouci. Adventinum nakladatelství s.r.o. Praha. s. 262. ISBN: 9788086858432.

9 Seznam příloh

Tab. 1 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Silphidae

Tab. 2 Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Silphidae

Tab. 3 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Staphylinidae

Tab. 4 Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Staphylinidae

Tab. 5 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Dermestidae

Tab. 6 Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Dermestidae

Tab. 7 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Cleridae

Tab. 8 Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Cleridae

Tab. 9 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Nitidulidae

Tab. 10 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Nitidulidae

Tab. 11 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Cantharidae

Tab. 12 Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Cantharidae

Tab. 13 Součty jednotlivých čeledí řádu Coleoptera za jednotlivé odběrové dny

Graf 1 Závislost jednotlivých druhů čeledi Silphidae na rozkladném procesu

Graf 2 Závislost jednotlivých druhů čeledi Staphylinidae na rozkladném procesu

Graf 3 Závislost jednotlivých druhů čeledi Dermestidae na rozkladném procesu

Graf 4 Závislost jednotlivých druhů čeledi Cleridae na rozkladném procesu

Graf 5 Závislost jednotlivých druhů čeledi Nitidulidae na rozkladném procesu

Graf 6 Závislost jednotlivých druhů čeledi Cantharidae na rozkladném procesu

Graf 7 Průběh kumulativních teplot

Graf 8 Průběh průměrných teplot

Graf 9 Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Silphidae

Graf 10 Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Staphylinidae

Graf 11 Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Dermestidae

Graf 12 Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Cleridae

Graf 13 Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Nitidulidae

Graf 14 Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Cantharidae

Graf 15 Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Staphylinidae na kadáveru

Graf 16 Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Cantharidae na kadáveru

Graf 17 Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Nitidulidae na kadáveru

Graf 18 Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Cleridae na kadáveru

Graf 19 Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Silphidae na kadáveru

Graf 20 Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Dermestidae na kadáveru

Obr. 1 Čerstvé

Obr. 2 Nadmuté

Obr. 3 Biologicky aktivní

Obr. 4 Biologicky aktivní

Obr. 5 Pokročilý rozklad

Obr. 6 Počátek vysychání

Obr. 7 *Necrobia rufipes*

Obr. 8 *Dermestes murinus*

Obr. 9 *Necrobia rufipes* požírá larvu řádu Diptera

Obr. 10 *Creophilus maxillosus*

Samostatné přílohy

Tab. 1

Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Silphidae

Interval oděru	Sumy teplot za období [°C]	Celkový počet Silphidae	Siphidae celkem log
9. 12. - 16. 12. 2014	41,4	0	0
17. 12. - 7. 1. 2015	64,4	0	0
8. 1. - 19. 1. 2015	58,1	0	0
20. 1. - 2. 2. 2015	11,8	0	0
3. 2. - 17. 2. 2015	14,5	0	0
18. 2. - 6. 3. 2015	48,1	0	0
7. 3. - 18. 3. 2015	68,1	23	1,361727836
19. 3. - 25. 3. 2015	40,3	0	0
26. 3. - 1. 4. 2015	43,8	0	0
2. 4. - 7. 4. 2015	19,3	0	0
8. 4. - 14. 4. 2015	72,1	0	0
15. 4. - 24. 4. 2015	111	29	1,462397998
25. 4. - 28. 4. 2015	49	6	0,77815125
29. 4. - 6. 5. 2015	101,1	0	0
7. 5. - 14. 5. 2015	112,7	73	1,86332286
15. 5. - 19. 5. 2015	70	83	1,919078092
20. 5. - 27. 5. 2015	100,2	7	0,84509804
28. 5. - 2. 6. 2015	95,2	30	1,477121255
3. 6. - 10. 6. 2015	144,7	39	1,591064607
11. 6. - 17. 6. 2015	122,3	0	0
18. 6. - 22. 6. 2015	66,1	0	0
23. 6. - 30. 6. 2015	133	45	1,653212514
1. 7. - 7. 7. 2015	175,6	41	1,612783857
8. 7. - 15. 7. 2015	146,8	57	1,755874856
16. 7. - 21. 7. 2015	147,7	13	1,113943352
22. 7. - 28. 7. 2015	149,4	0	0
29. 7. - 3. 8. 2015	114,5	28	1,447158031
4. 8. - 11. 8. 2015	217,5	0	0
12. 8. - 19. 8. 2015	174,3	2	0,301029996
20. 8. - 26. 8. 2015	130,3	19	1,278753601
27. 8. - 1. 9. 2015	145,5	0	0
2. 9. - 9. 9. 2015	111,3	1	0
10. 9. - 17. 9. 2015	131,1	3	0,477121255
18. 9. - 24. 9. 2015	95,8	4	0,602059991
25. 9. - 1. 10. 2015	78,9	0	0
2. 10. - 14. 10. 2015	124,1	0	0

Tab. 2
Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Silphidae

	čerstvé	nadmuté	biochemicky aktivní	suché zbytky
<i>Necrodes littoralis</i>	0	0	27	0
<i>Thanatophilus rugosus</i>	0	5	94	3
<i>Thanatophilus sinuatus</i>	0	18	351	9

Tab. 3

Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Staphylinidae

Interval oděrů	Sumy teplot za období [°C]	Celkový počet Staphylinidae	Staphylinidae celkem log
9. 12. - 16. 12. 2014	41,4	0	0
17. 12. - 7. 1. 2015	64,4	0	0
8. 1. - 19. 1. 2015	58,1	0	0
20. 1. - 2. 2. 2015	11,8	0	0
3. 2. - 17. 2. 2015	14,5	0	0
18. 2. - 6. 3. 2015	48,1	0	0
7. 3. - 18. 3. 2015	68,1	29	1,462397998
19. 3. - 25. 3. 2015	40,3	0	0
26. 3. - 1. 4. 2015	43,8	0	0
2. 4. - 7. 4. 2015	19,3	1	0
8. 4. - 14. 4. 2015	72,1	0	0
15. 4. - 24. 4. 2015	111	38	1,579783597
25. 4. - 28. 4. 2015	49	44	1,643452676
29. 4. - 6. 5. 2015	101,1	11	1,041392685
7. 5. - 14. 5. 2015	112,7	33	1,51851394
15. 5. - 19. 5. 2015	70	54	1,73239376
20. 5. - 27. 5. 2015	100,2	9	0,954242509
28. 5. - 2. 6. 2015	95,2	34	1,531478917
3. 6. - 10. 6. 2015	144,7	116	2,064457989
11. 6. - 17. 6. 2015	122,3	0	0
18. 6. - 22. 6. 2015	66,1	9	0,954242509
23. 6. - 30. 6. 2015	133	39	1,591064607
1. 7. - 7. 7. 2015	175,6	42	1,62324929
8. 7. - 15. 7. 2015	146,8	41	1,612783857
16. 7. - 21. 7. 2015	147,7	27	1,431363764
22. 7. - 28. 7. 2015	149,4	0	0
29. 7. - 3. 8. 2015	114,5	2	0,301029996
4. 8. - 11. 8. 2015	217,5	0	0
12. 8. - 19. 8. 2015	174,3	20	1,301029996
20. 8. - 26. 8. 2015	130,3	8	0,903089987
27. 8. - 1. 9. 2015	145,5	5	0,698970004
2. 9. - 9. 9. 2015	111,3	21	1,322219295
10. 9. - 17. 9. 2015	131,1	2	0,301029996
18. 9. - 24. 9. 2015	95,8	3	0,477121255
25. 9. - 1. 10. 2015	78,9	9	0,954242509
2. 10. - 14. 10. 2015	124,1	0	0
15. 10. -26. 10. 2015	94,5	23	1,361727836
27. 10. - 12. 11. 2015	155,6	0	0
13. 11. 31. 12. 2015	277,4	0	0
celkem	4 057,50	620	

Tab. 4**Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Staphylinidae**

	čerstvé	nadmuté	biochemicky aktivní	suché zbytky
<i>Creophilus maxillosus</i>	0	2	63	2
<i>Ontholestes haroldi</i>	0	0	5	0
<i>Ontholestes murinus</i>	0	15	213	5
<i>Aleochara curtula</i>	0	0	140	11
<i>Aleochara lata</i>	0	0	7	0
<i>Aleochara ruficornis</i>	0	2	2	1
<i>Bledius</i> sp.	0	0	0	14
<i>Philonthus spinipes</i>	0	0	3	2
<i>Philonthus</i> spp.	0	8	80	13
<i>Tachinus laticollis</i>	0	0	6	0
<i>Tachinus signalicornis</i>	0	0	1	0
<i>Tachyporus</i> sp.1	0	0	1	0
<i>Tachyporus</i> sp.2	0	0	1	0
<i>Xantholinus tricolor</i>	0	0	0	1
<i>Staphylinidae</i> sp.1	0	1	6	4
<i>Staphylinidae</i> sp. (neurčeno)	0	1	5	5

Tab. 5

Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Dermestidae

Interval oděru	Sumy teplot za období [°C]	Celkový počet Dermestidae	Dermestidae celkem log
9. 12. - 16. 12. 2014	41,4	0	0
17. 12. - 7. 1. 2015	64,4	0	0
8. 1. - 19. 1. 2015	58,1	0	0
20. 1. - 2. 2. 2015	11,8	0	0
3. 2. - 17. 2. 2015	14,5	0	0
18. 2. - 6. 3. 2015	48,1	0	0
7. 3. - 18. 3. 2015	68,1	1	0
19. 3. - 25. 3. 2015	40,3	0	0
26. 3. - 1. 4. 2015	43,8	0	0
2. 4. - 7. 4. 2015	19,3	0	0
8. 4. - 14. 4. 2015	72,1	0	0
15. 4. - 24. 4. 2015	111	0	0
25. 4. - 28. 4. 2015	49	21	1,322219295
29. 4. - 6. 5. 2015	101,1	7	0,84509804
7. 5. - 14. 5. 2015	112,7	2	0,301029996
15. 5. - 19. 5. 2015	70	9	0,954242509
20. 5. - 27. 5. 2015	100,2	0	0
28. 5. - 2. 6. 2015	95,2	10	1
3. 6. - 10. 6. 2015	144,7	2	0,301029996
11. 6. - 17. 6. 2015	122,3	0	0
18. 6. - 22. 6. 2015	66,1	1	0
23. 6. - 30. 6. 2015	133	0	0
1. 7. - 7. 7. 2015	175,6	6	0,77815125
8. 7. - 15. 7. 2015	146,8	7	0,84509804
16. 7. - 21. 7. 2015	147,7	3	0,477121255
22. 7. - 28. 7. 2015	149,4	0	0
29. 7. - 3. 8. 2015	114,5	0	0
4. 8. - 11. 8. 2015	217,5	0	0
12. 8. - 19. 8. 2015	174,3	10	1
20. 8. - 26. 8. 2015	130,3	2	0,301029996
27. 8. - 1. 9. 2015	145,5	0	0
2. 9. - 9. 9. 2015	111,3	9	0,954242509
10. 9. - 17. 9. 2015	131,1	0	0
18. 9. - 24. 9. 2015	95,8	2	0,301029996
25. 9. - 1. 10. 2015	78,9	6	0,77815125
2. 10. - 14. 10. 2015	124,1	0	0
15. 10. - 26. 10. 2015	94,5	2	0,301029996
27. 10. - 12. 11. 2015	155,6	0	0
13. 11. - 31. 12. 2015	277,4	0	0
celkem	4 057,50	100	

Tab. 6
Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Dermestidae

	čerstvé	nadmuté	biochemicky aktivní	suché zbytky
<i>Dermestes frischii</i>	0	1	43	11
<i>Dermestes murinus</i>	0	0	17	0
<i>Dermestes undulatus</i>	0	0	20	8

Tab. 7

Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Cleridae

Interval oděrů	Sumy teplot za období [°C]	Celkový počet Cleridae	Cleridae celkem log
9. 12. - 16. 12. 2014	41,4	0	0
17. 12. - 7. 1. 2015	64,4	0	0
8. 1. - 19. 1. 2015	58,1	0	0
20. 1. - 2. 2. 2015	11,8	0	0
3. 2. - 17. 2. 2015	14,5	0	0
18. 2. - 6. 3. 2015	48,1	0	0
7. 3. - 18. 3. 2015	68,1	0	0
19. 3. - 25. 3. 2015	40,3	0	0
26. 3. - 1. 4. 2015	43,8	0	0
2. 4. - 7. 4. 2015	19,3	0	0
8. 4. - 14. 4. 2015	72,1	0	0
15. 4. - 24. 4. 2015	111	1	0
25. 4. - 28. 4. 2015	49	19	1,278753601
29. 4. - 6. 5. 2015	101,1	27	1,431363764
7. 5. - 14. 5. 2015	112,7	8	0,903089987
15. 5. - 19. 5. 2015	70	25	1,397940009
20. 5. - 27. 5. 2015	100,2	0	0
28. 5. - 2. 6. 2015	95,2	47	1,672097858
3. 6. - 10. 6. 2015	144,7	9	0,954242509
11. 6. - 17. 6. 2015	122,3	0	0
18. 6. - 22. 6. 2015	66,1	1	0
23. 6. - 30. 6. 2015	133	2	0,301029996
1. 7. - 7. 7. 2015	175,6	21	1,322219295
8. 7. - 15. 7. 2015	146,8	10	1
16. 7. - 21. 7. 2015	147,7	10	1
22. 7. - 28. 7. 2015	149,4	0	0
29. 7. - 3. 8. 2015	114,5	0	0
4. 8. - 11. 8. 2015	217,5	0	0
12. 8. - 19. 8. 2015	174,3	35	1,544068044
20. 8. - 26. 8. 2015	130,3	82	1,913813852
27. 8. - 1. 9. 2015	145,5	1	0
2. 9. - 9. 9. 2015	111,3	48	1,681241237
10. 9. - 17. 9. 2015	131,1	0	0
18. 9. - 24. 9. 2015	95,8	0	0
25. 9. - 1. 10. 2015	78,9	67	1,826074803
2. 10. - 14. 10. 2015	124,1	0	0
15. 10. - 26. 10. 2015	94,5	51	1,707570176
27. 10. - 12. 11. 2015	155,6	0	0
13. 11. - 31. 12. 2015	277,4	0	0
celkem	4 057,50	464	

Tab. 8
Počty jedinců jednotlivých druhů čeledi Cleridae

	čerstvé	nadmuté	biochemicky aktivní	suché zbytky
<i>Necrobia ruficollis</i>	0	0	2	0
<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	131	129
<i>Necrobia violacea</i>	0	0	165	37

Tab. 9**Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Nitidulidae**

Interval oděřů	Sumy teplot za období [°C]	Celkový počet Nitidulidae	Nitidulidae celkem log
9. 12. - 16. 12. 2014	41,4	0	0
17. 12. - 7. 1. 2015	64,4	0	0
8. 1. - 19. 1. 2015	58,1	0	0
20. 1. - 2. 2. 2015	11,8	0	0
3. 2. - 17. 2. 2015	14,5	0	0
18. 2. - 6. 3. 2015	48,1	0	0
7. 3. - 18. 3. 2015	68,1	0	0
19. 3. - 25. 3. 2015	40,3	0	0
26. 3. - 1. 4. 2015	43,8	0	0
2. 4. - 7. 4. 2015	19,3	0	0
8. 4. - 14. 4. 2015	72,1	0	0
15. 4. - 24. 4. 2015	111	0	0
25. 4. - 28. 4. 2015	49	7	0,84509804
29. 4. - 6. 5. 2015	101,1	3	0,477121255
7. 5. - 14. 5. 2015	112,7	1	0
15. 5. - 19. 5. 2015	70	4	0,602059991
20. 5. - 27. 5. 2015	100,2	0	0
28. 5. - 2. 6. 2015	95,2	1	0
3. 6. - 10. 6. 2015	144,7	0	0
11. 6. - 17. 6. 2015	122,3	0	0
18. 6. - 22. 6. 2015	66,1	0	0
23. 6. - 30. 6. 2015	133	0	0
1. 7. - 7. 7. 2015	175,6	0	0
8. 7. - 15. 7. 2015	146,8	0	0
16. 7. - 21. 7. 2015	147,7	1	0
22. 7. - 28. 7. 2015	149,4	0	0
29. 7. - 3. 8. 2015	114,5	0	0
4. 8. - 11. 8. 2015	217,5	0	0
12. 8. - 19. 8. 2015	174,3	1	0
20. 8. - 26. 8. 2015	130,3	9	0,954242509
27. 8. - 1. 9. 2015	145,5	0	0
2. 9. - 9. 9. 2015	111,3	13	1,113943352
10. 9. - 17. 9. 2015	131,1	0	0
18. 9. - 24. 9. 2015	95,8	0	0
25. 9. - 1. 10. 2015	78,9	17	1,230448921
2. 10. - 14. 10. 2015	124,1	0	0
15. 10. - 26. 10. 2015	94,5	0	0
27. 10. - 12. 11. 2015	155,6	0	0
13. 11. - 31. 12. 2015	277,4	0	0
celkem	4 057,50	57	

Tab. 10**Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Nitidulidae**

	čerstvé	nadmuté	biochemicky aktivní	suché zbytky
<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	0	0	9	13
<i>Nitidula bipunctata</i>	0	0	10	10
<i>Nitidula carnaria</i>	0	0	2	0
<i>Nitidula rufipes</i>	0	0	6	7

Tab. 11

Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Cantharidae

Interval oděrů	Sumy teplot za období [°C]	Celkový počet Cantharidae	Cantharidae celkem log
9. 12. - 16. 12. 2014	41,4	0	0
17. 12. - 7. 1. 2015	64,4	0	0
8. 1. - 19. 1. 2015	58,1	0	0
20. 1. - 2. 2. 2015	11,8	0	0
3. 2. - 17. 2. 2015	14,5	0	0
18. 2. - 6. 3. 2015	48,1	0	0
7. 3. - 18. 3. 2015	68,1	0	0
19. 3. - 25. 3. 2015	40,3	0	0
26. 3. - 1. 4. 2015	43,8	0	0
2. 4. - 7. 4. 2015	19,3	0	0
8. 4. - 14. 4. 2015	72,1	0	0
15. 4. - 24. 4. 2015	111	0	0
25. 4. - 28. 4. 2015	49	0	0
29. 4. - 6. 5. 2015	101,1	0	0
7. 5. - 14. 5. 2015	112,7	1	0
15. 5. - 19. 5. 2015	70	1	0
20. 5. - 27. 5. 2015	100,2	1	0
28. 5. - 2. 6. 2015	95,2	1	0
3. 6. - 10. 6. 2015	144,7	0	0
11. 6. - 17. 6. 2015	122,3	0	0
18. 6. - 22. 6. 2015	66,1	0	0
23. 6. - 30. 6. 2015	133	0	0
1. 7. - 7. 7. 2015	175,6	0	0
8. 7. - 15. 7. 2015	146,8	0	0
16. 7. - 21. 7. 2015	147,7	0	0
22. 7. - 28. 7. 2015	149,4	0	0
29. 7. - 3. 8. 2015	114,5	0	0
4. 8. - 11. 8. 2015	217,5	0	0
12. 8. - 19. 8. 2015	174,3	0	0
20. 8. - 26. 8. 2015	130,3	0	0
27. 8. - 1. 9. 2015	145,5	0	0
2. 9. - 9. 9. 2015	111,3	0	0
10. 9. - 17. 9. 2015	131,1	0	0
18. 9. - 24. 9. 2015	95,8	0	0
25. 9. - 1. 10. 2015	78,9	0	0
2. 10. - 14. 10. 2015	124,1	0	0
15. 10. - 26. 10. 2015	94,5	0	0
27. 10. - 12. 11. 2015	155,6	0	0
13. 11. 31. 12. 2015	277,4	0	0
celkem	4 057,50	4	

Tab. 12

Kumulativní sumy teplot v daném období a počty jedinců čeledi Cantharidae

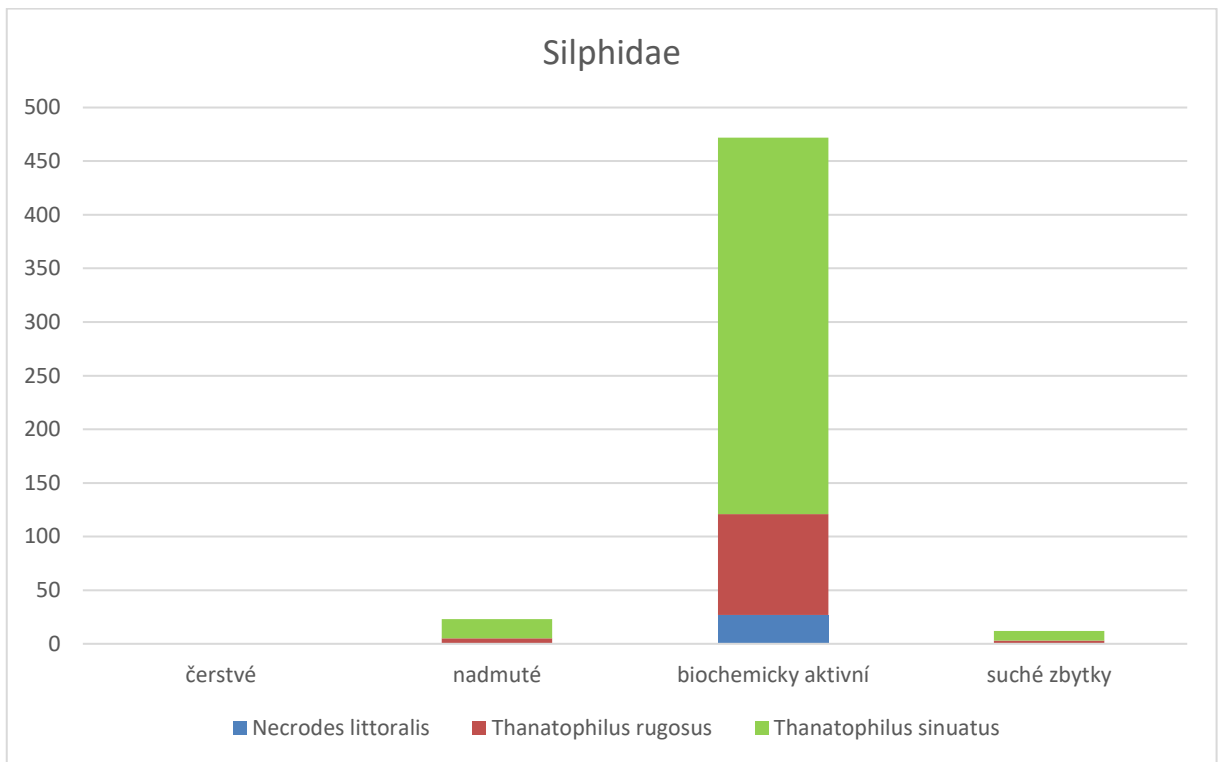
	čerstvé	nadmuté	biochemicky aktivní	suché zbytky
<i>Cantharis livida</i>	0	0	2	0
<i>Cantharis nigricans</i>	0	0	1	0
<i>Cantharis rustica</i>	0	0	1	0

Tab. 13

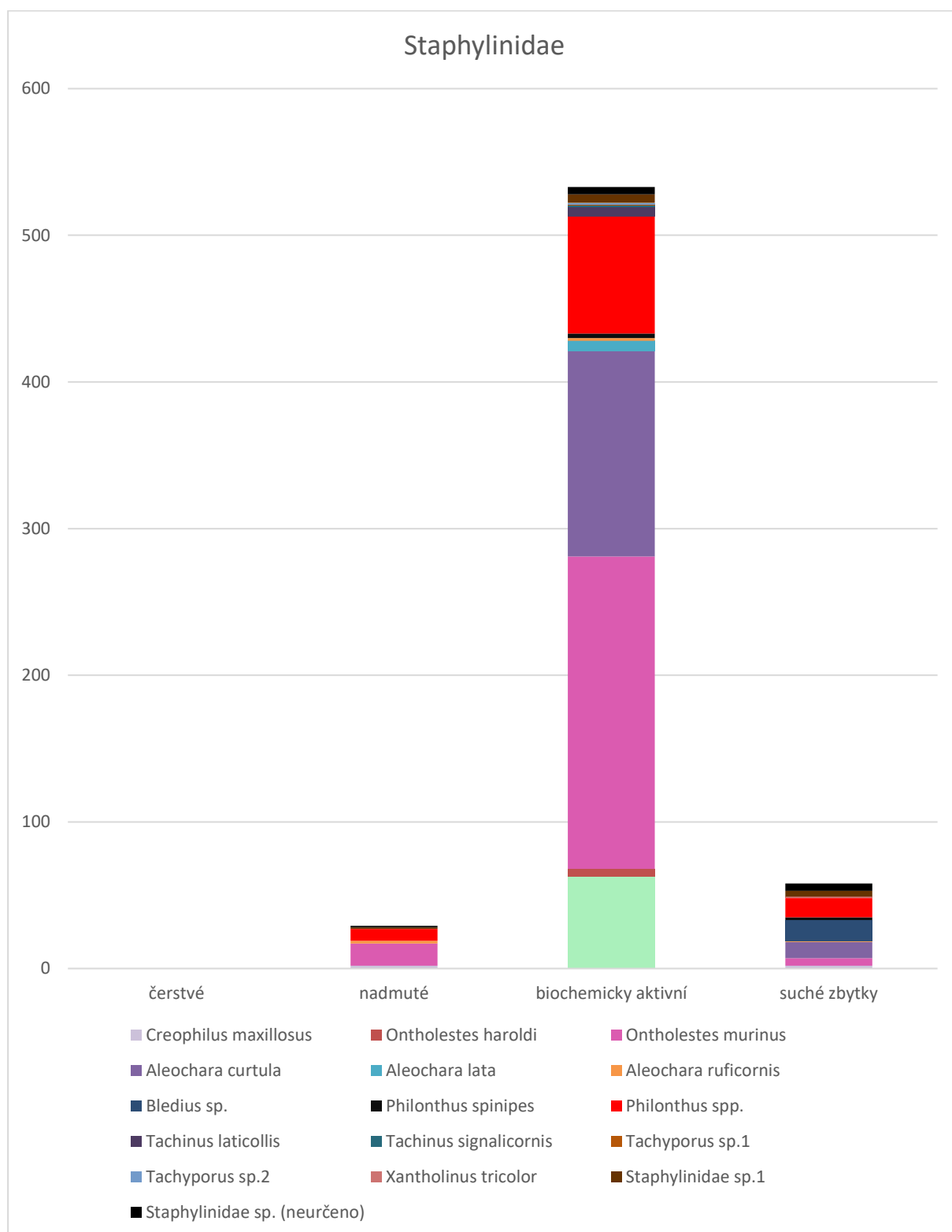
Součty jednotlivých čeledí řádu Coleoptera za jednotlivé odběrové dny

Datum výběru pastí	Celkový počet Siphidae	Celkový počet Staphylinidae	Celkový počet Dermestidae	Celkový počet Cleridae	Celkový počet Nitidulidae	Celkový počet Cantharidae
18.03. 2015	23	29	1	0	0	0
07.04. 2015	0	1	0	0	0	0
18.04. 2015	23	25	0	1	0	0
24.04. 2015	6	13	0	0	0	0
28.04. 2015	6	44	21	19	7	0
06.05. 2015	0	11	7	27	3	0
14.05. 2015	73	33	2	8	1	1
19.05. 2015	83	54	9	25	4	1
27.05. 2015	7	9	0	0	0	1
02.06. 2015	30	34	10	47	1	1
10.06. 2015	39	116	2	9	0	0
22.06. 2015	0	9	1	1	0	0
30.06. 2015	45	39	0	2	0	0
07.07. 2015	41	42	6	21	0	0
15.07. 2015	57	41	7	10	0	0
21.07. 2015	13	27	3	10	1	0
03.08. 2015	28	2	0	0	0	0
19.08. 2015	2	20	10	35	1	0
26.08. 2015	19	8	2	82	9	0
01.09. 2015	0	5	0	1	0	0
09.09. 2015	1	21	9	48	13	0
17.09. 2015	3	2	0	0	0	0
24.09. 2015	4	3	2	0	0	0
01.10. 2015	0	9	6	67	17	0
15.10. 2015	4	27	2	51	0	0

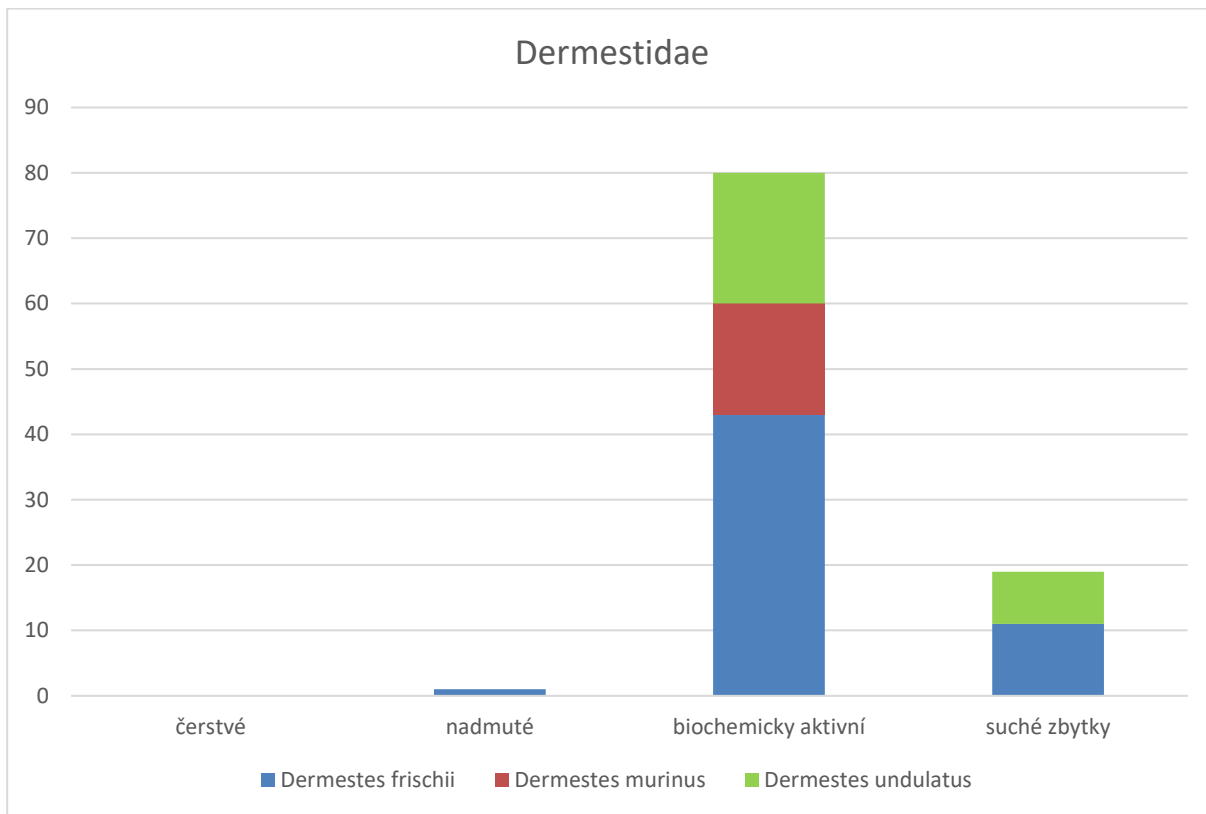
Graf 1
Závislost jednotlivých druhů čeledi Silphidae na rozkladném procesu



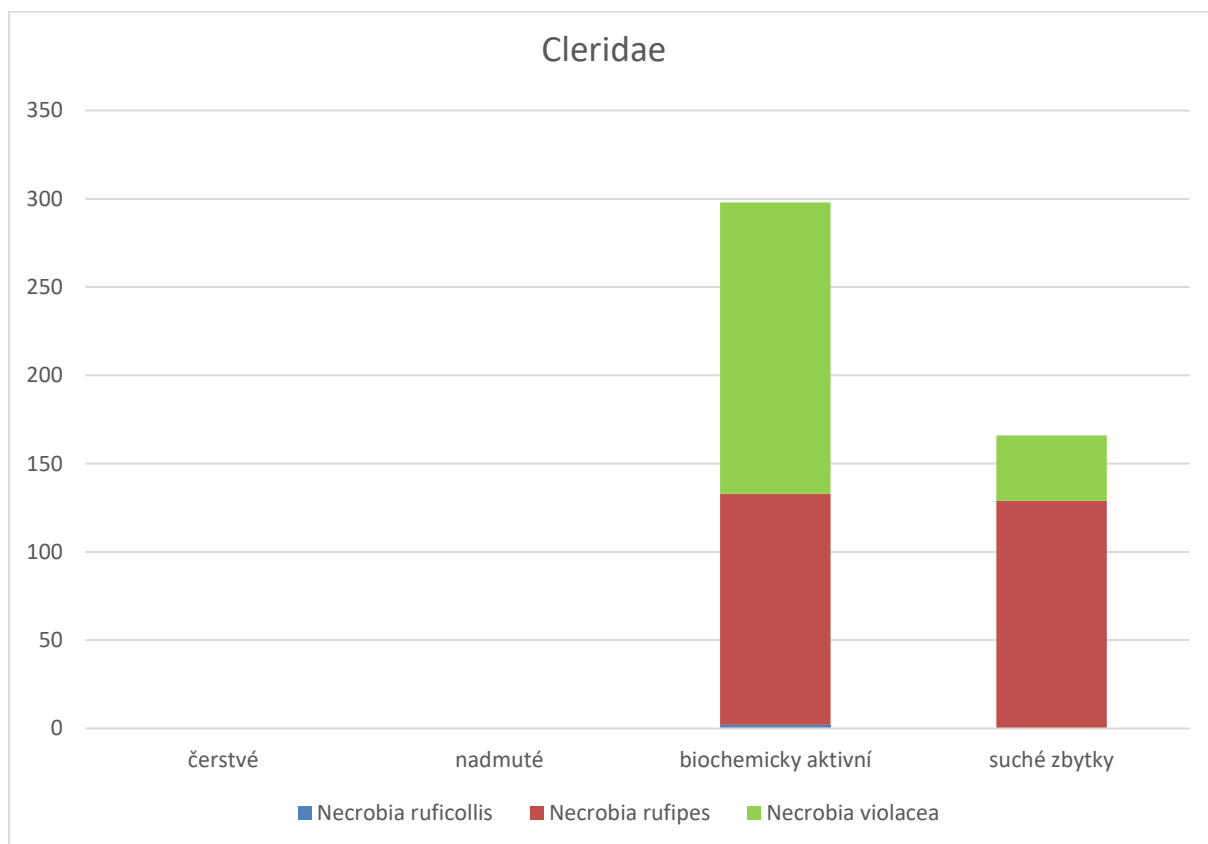
Graf 2
Závislost jednotlivých druhů čeledi Staphylinidae na rozkladném procesu



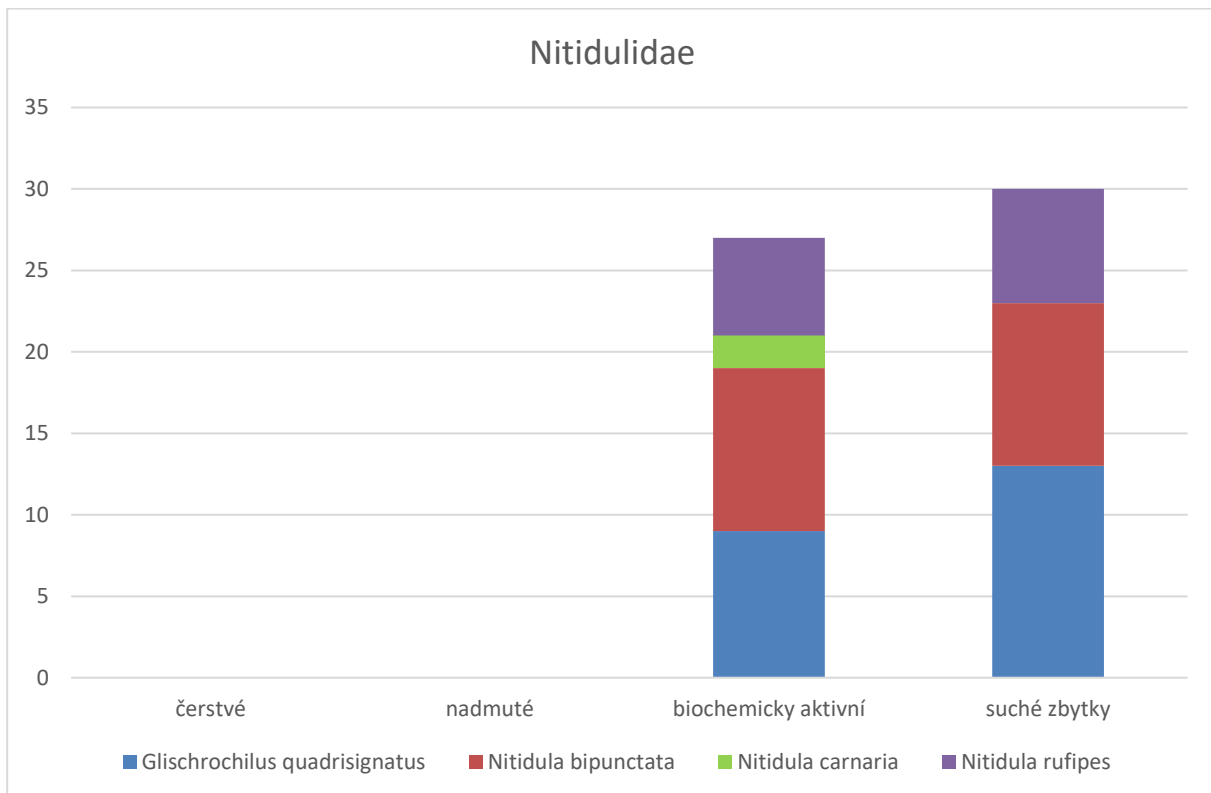
Graf 3
Závislost jednotlivých druhů čeledi Dermestidae na rozkladném procesu



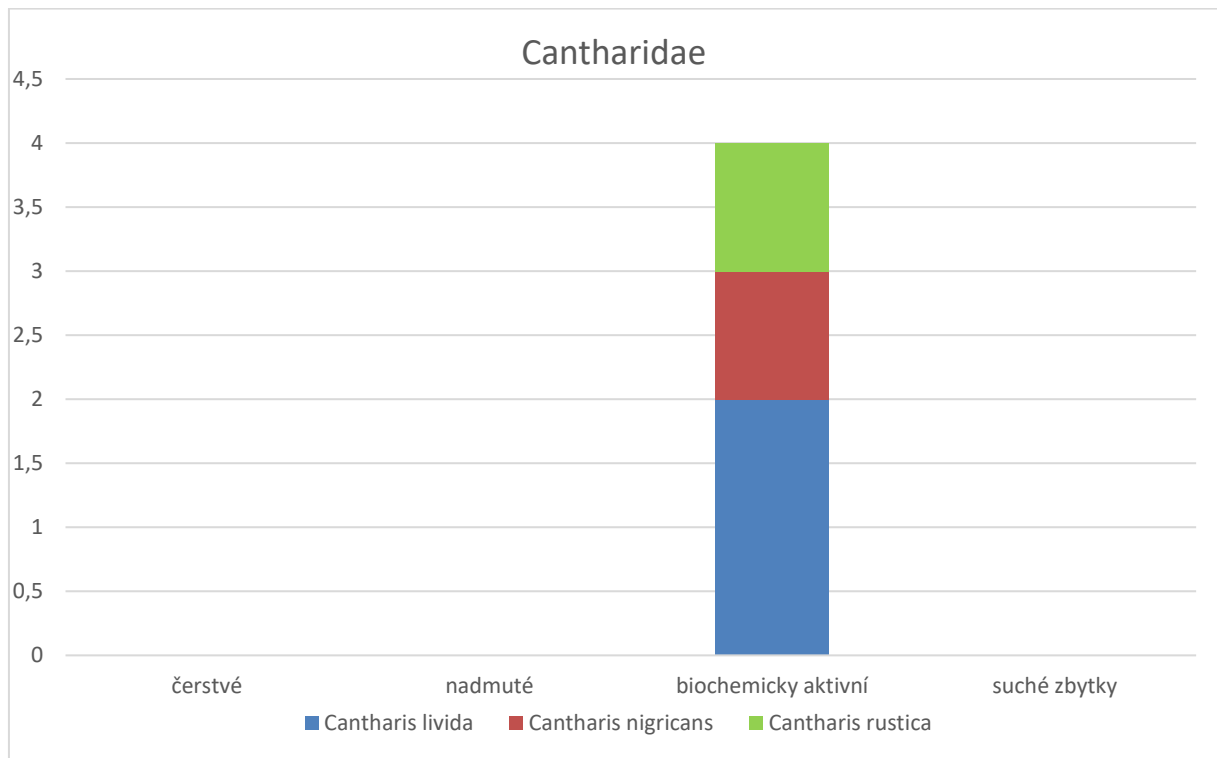
Graf 4
Závislost jednotlivých druhů čeledi Cleridae na rozkladném procesu



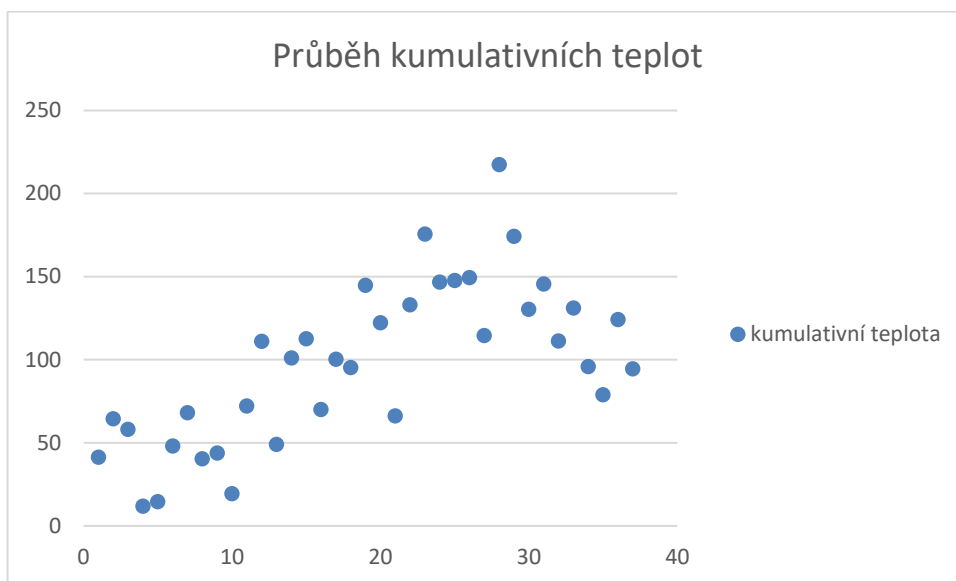
Graf 5
Závislost jednotlivých druhů čeledi Nitidulidae na rozkladném procesu



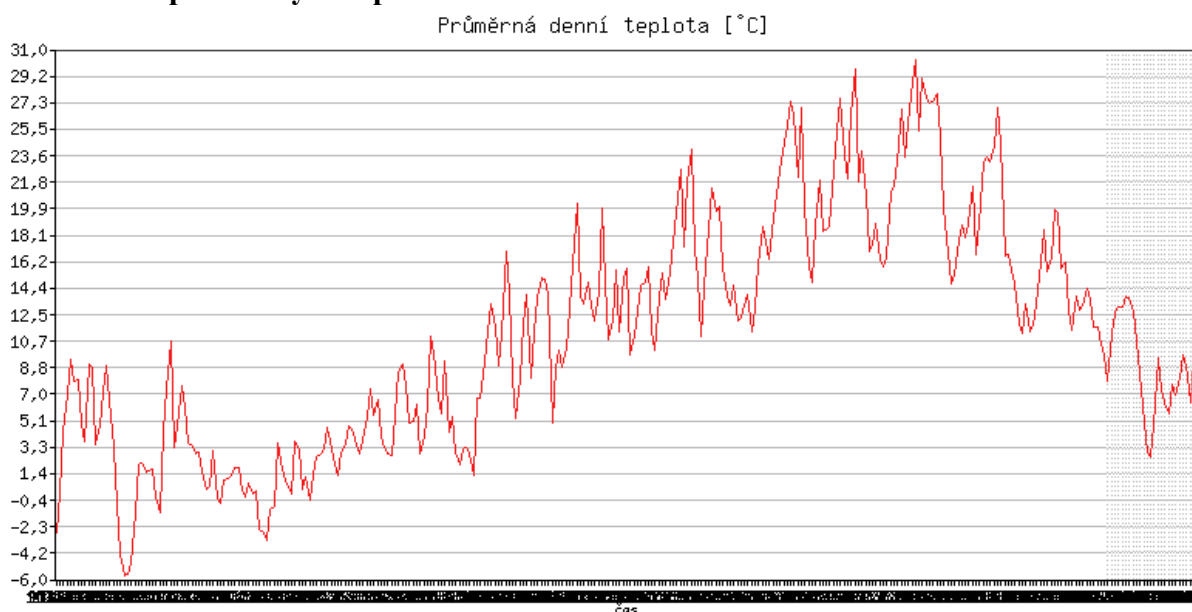
Graf 6
Závislost jednotlivých druhů čeledi Cantharidae na rozkladném procesu



Graf 7
Průběh kumulativních teplot

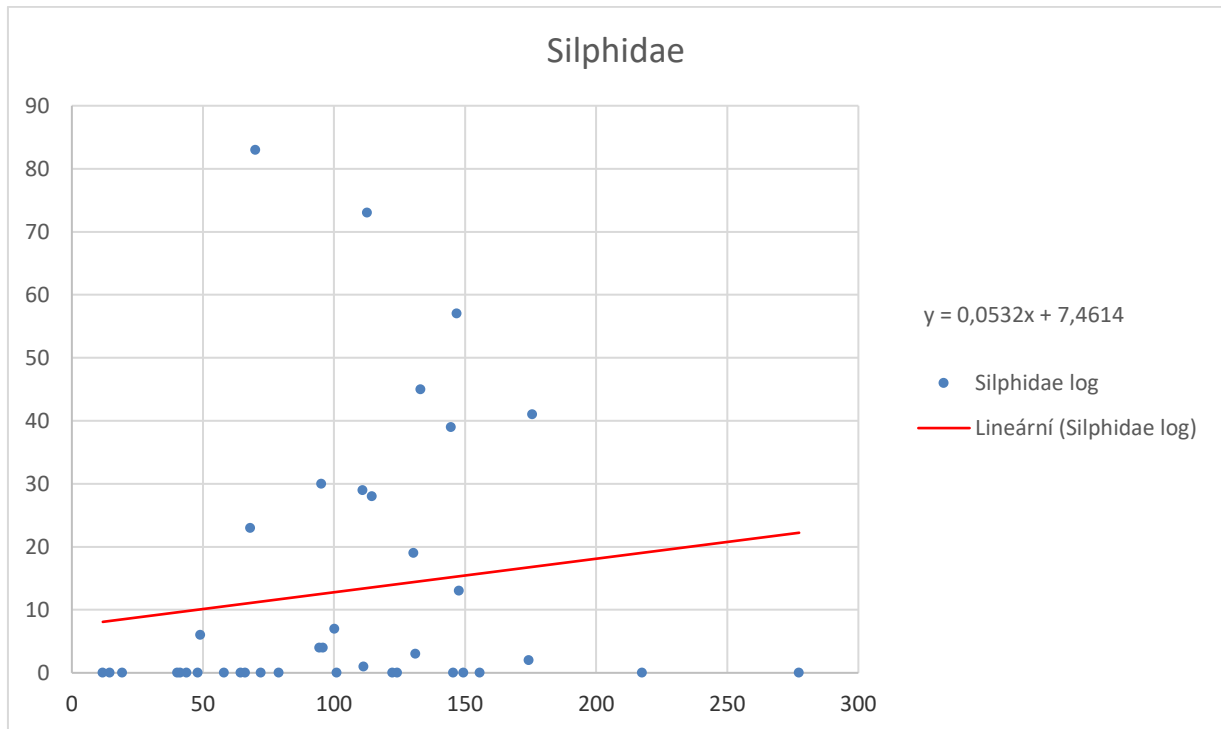


Graf 8
Průběh průměrných teplot

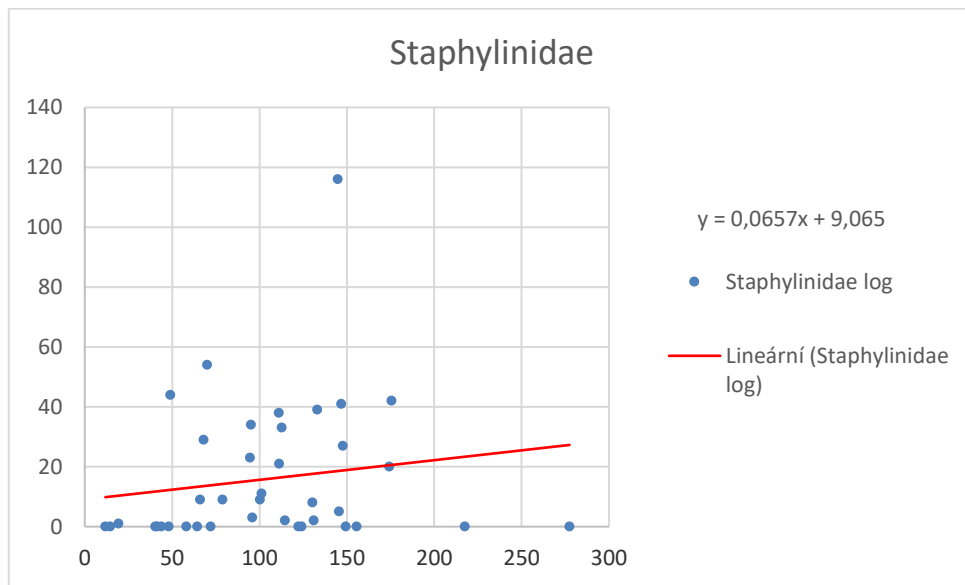


Zdroj: Meteorologická stanice ČZU

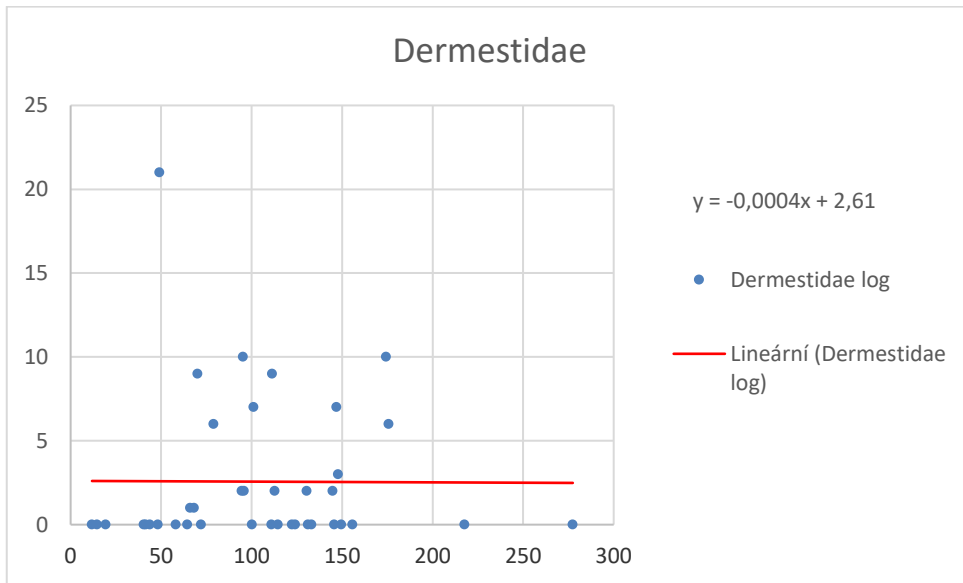
Graf 9
Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Silphidae



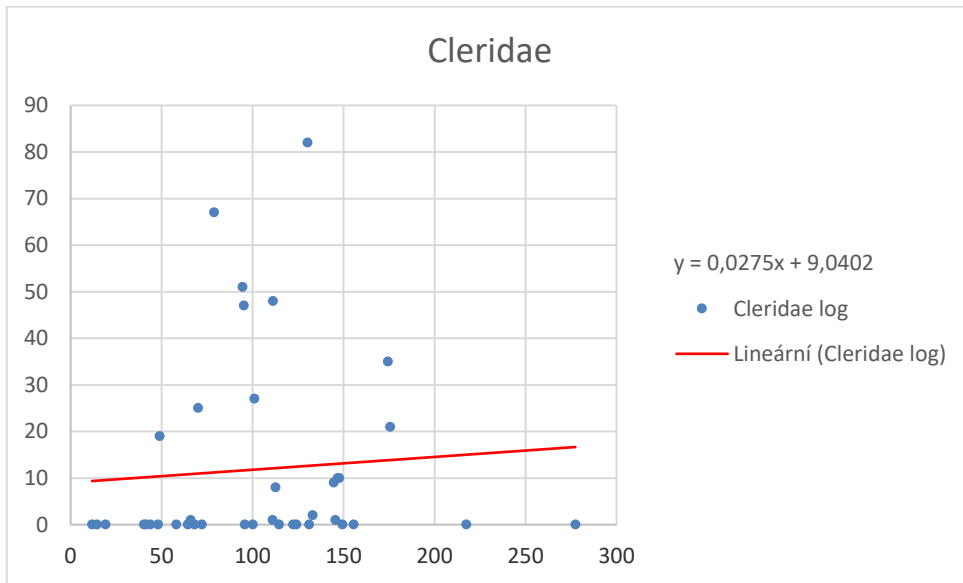
Graf 10
Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Staphylinidae



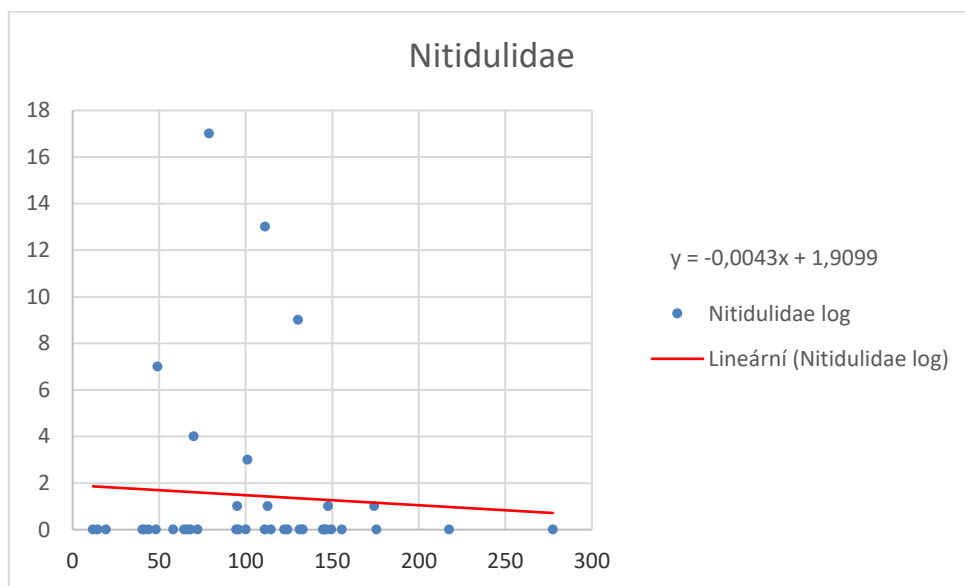
Graf 11
Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Dermestidae



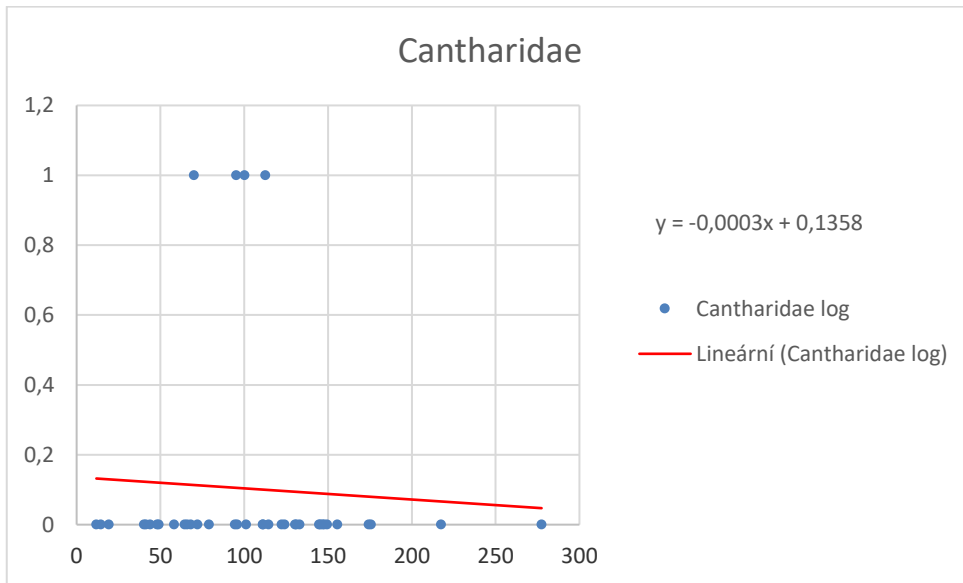
Graf 12
Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Cleridae



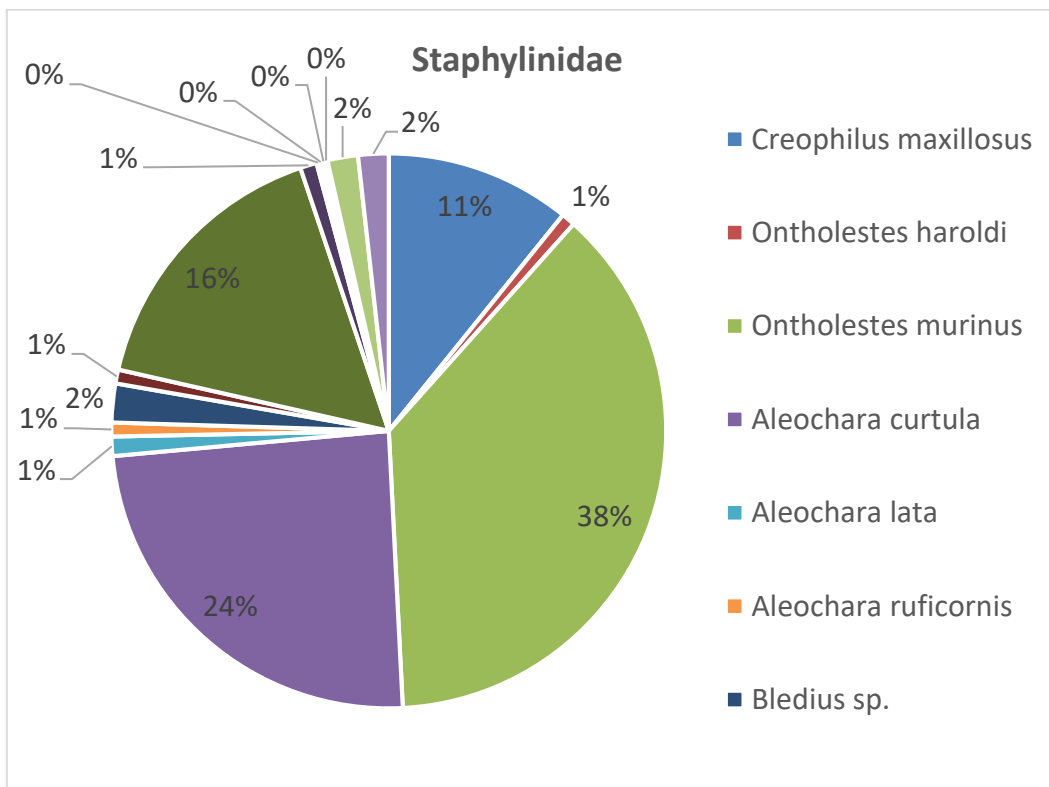
Graf 13
Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Nitidulidae



Graf 14
Závislost kumulativní teploty a počtu jedinců čeledi Cantharidae

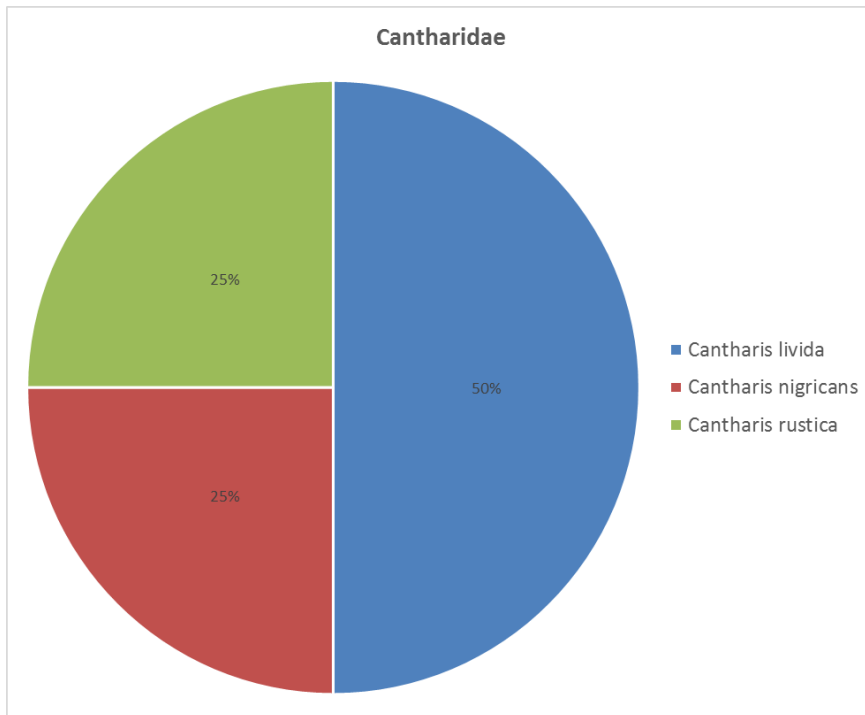


Graf 15
Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Staphylinidae na kádáveru



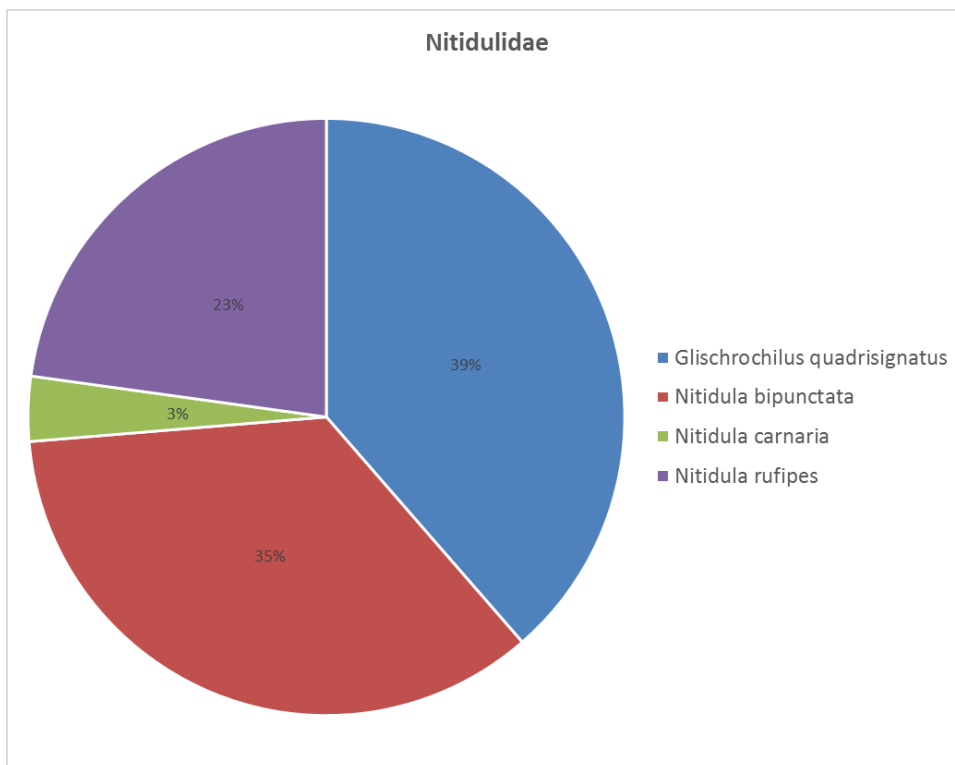
Graf 16

Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Cantharidae na kádáveru



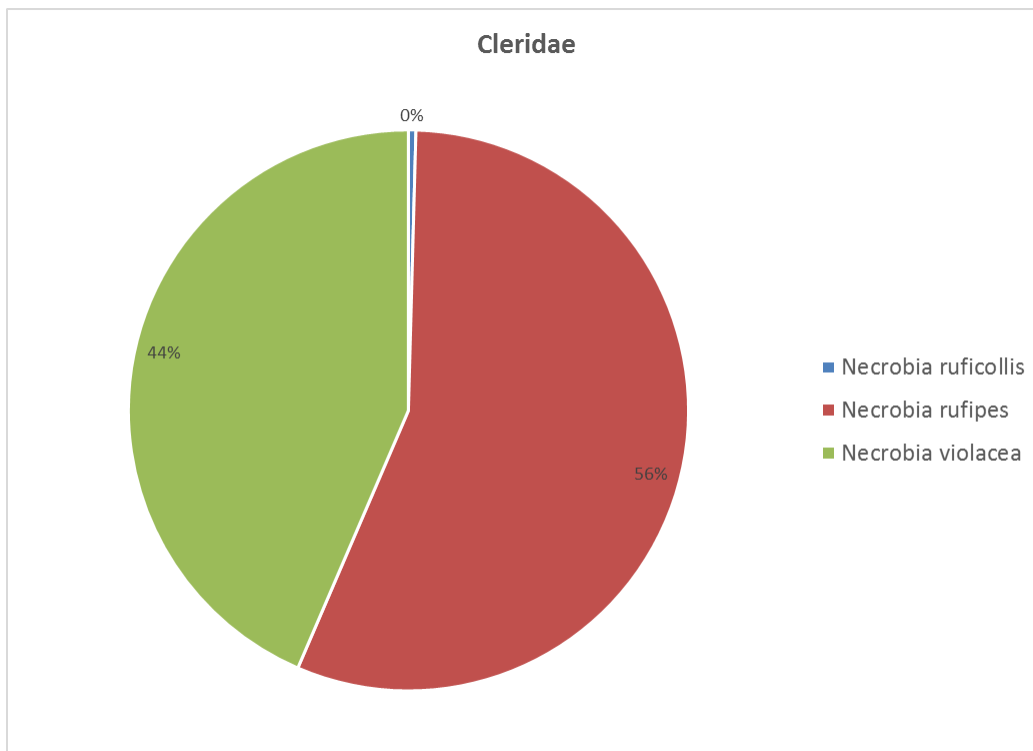
Graf 17

Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Nitidulidae na kádáveru



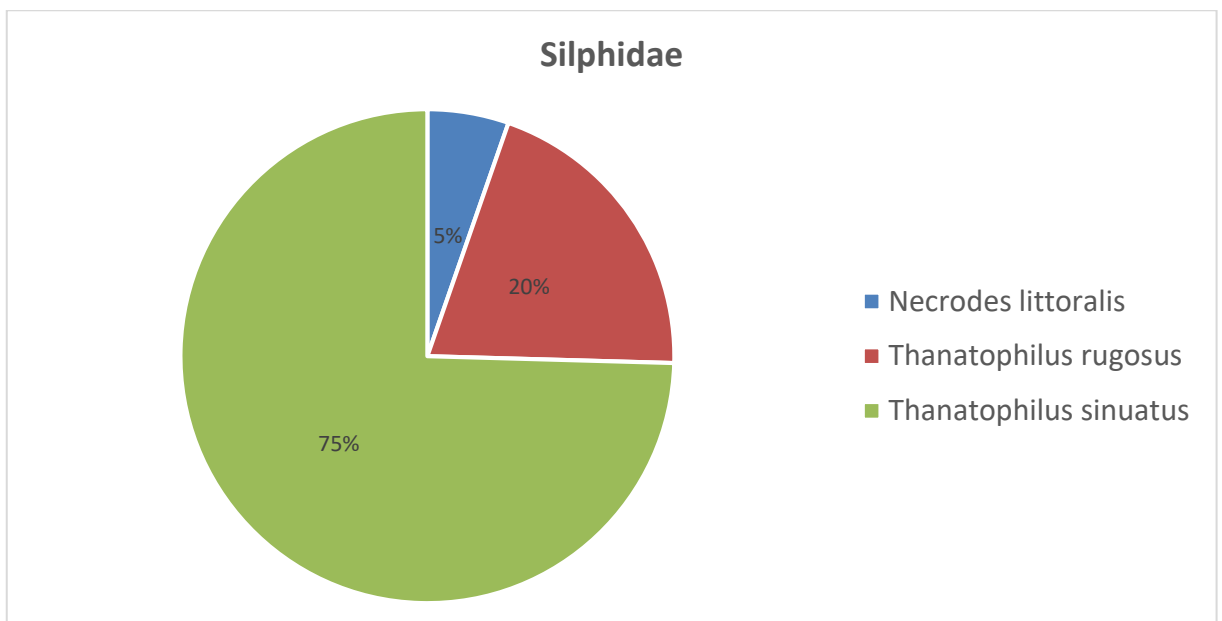
Graf 18

Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Cleridae na kadáveru



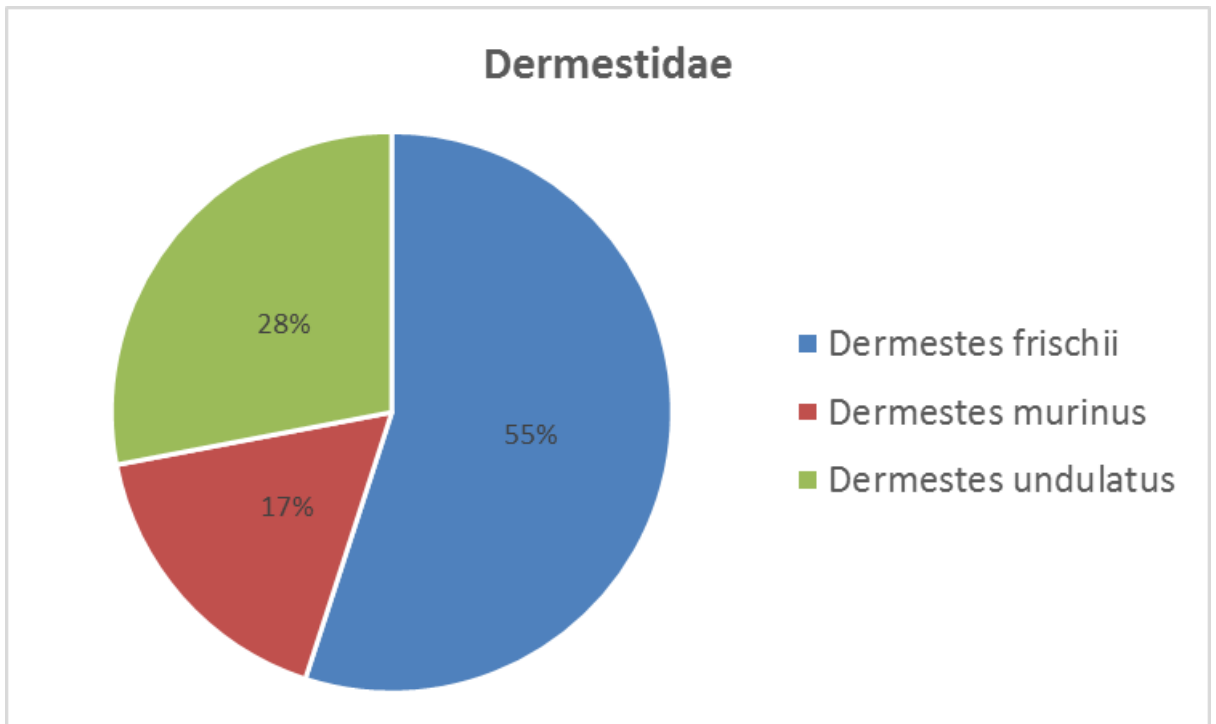
Graf 19

Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Silphidae na kadáveru



Graf 20

Zastoupení jednotlivých druhů čeledi Dermestidae na kadáveru



Obr. 1

Čerstvé



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 2

Nadmuté



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 3

Biologicky aktivní



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 4

Biologicky aktivní



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 5

Pokročilý rozklad



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 6

Počátek vysychání



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 7

Necrobia rufipes



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 8

Dermestes murinus



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 9

Necrobia rufipes požirá larvu řádu Diptera



Zdroj: Hana Šuláková

Obr. 10

Creophilus maxillosus



Zdroj: Hana Šuláková