

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta

Studijní program: **M4101- Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Všeobecné zemědělství**

**Vliv pastvy v podhorských oblastech na biodiverzitu  
bezobratlých – koprofágové**

Vedoucí práce:  
**doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.**

Autor:  
**Lukáš Svoboda**

Konzultant:  
**RNDr. Martin Šlachta, Ph.D.**

2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Katedra agroekologie  
Akademický rok: 2006/2007

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš SVOBODA**  
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Všeobecné zemědělství**  
  
Název tématu: **Vliv pastvy v podhorských oblastech na biodiverzitu bezobratlých - koprofágové.**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracování literární rešerši problematiky.
2. Provést průzkum bezobratlých (metoda korofágních pastí) v modelových oblastech.
3. Provést srovnání biodiverzity společenstev koprofágů v oblastech s různým zatížením pastvou.
4. Provést srovnání s dosavadními výsledky u nás a v zahraničí.
5. Navrhnout vhodný management podhorských pastvin s cílem ochrany biodiverzity a současným trvale udržitelným rozvojem.

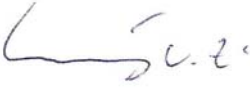
Rozsah grafických prací: grafy a tabulky, mapová příloha, fotografická příloha  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran vč. tabulek  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

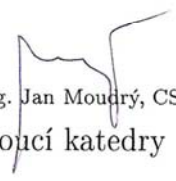
- Absolon, K., 1993: Metodika biomonitoringu ve státní ochraně přírody. Český ústav ochrany přírody, Praha, pp. 45. N Boháč, J., Pokarzhevski, A., Gusev, A., 1990: The effect of forest steppe mowing, grazing and burning on the populations and communities of epigeic Coleoptera. 13 th General Meeting of the European Grassland Federation, Banská Bystrica, p. 387 - 391.  
Boháč, J., 2002: Integrovaný přístup ke krajině se zaměřením na rurální prostor. K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek. Svazek 1. zdroje a prostředí. Univerzita Karlova v Praze, Praha, pp. 175 - 187.  
Boháč, J., Pokarzevski, J., 1987: The effect of various doses of manure and NPK on soil macrofauna in chernozem soil. Soil Biol. and Conservation of Biosphere, Budapest, Akad. Kiado, pp. 15 - 19.  
Křivan, V., 2000: Koprofágní brouci z čeledi Scarabaeidae po obnově pastevního hospodaření na Novobystřicku. Doktorská disertační práce ZF JU v Č. Budějovicích. České Budějovice, pp. 55.  
Mládek, J., Pavlů, V., Hejčman, M., Gaisler, J., 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha, pp. 104.  
Tesař, Z., 1957: Brouci listoroží - Lamellicornia II, Fauna ČSR, sv. 11, ČSAV, Praha, pp. 326.

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.  
Katedra agroekologie  
Konzultant diplomové práce: RNDr. Martin Šlachta, Ph.D.  
Datum zadání diplomové práce: 10. ledna 2007  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
v ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

L.S.

  
prof. Ing. Martin Křížek, CSc.  
děkan

  
prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 10. ledna 2007

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na dané téma zpracoval samostatně, pouze s použitím literatury uvedené v seznamu na konci práce.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne:

Podpis:

.....

### **Poděkování:**

Děkuji vedoucímu práce, panu doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc. za cenné odborné rady a připomínky, které mi poskytl při vypracování této práce. Také bych chtěl poděkovat konzultantovi, panu RNDr. Martinu Šlachtovi, Ph.D. za metodickou pomoc a zajištění potřebného materiálu.

## Abstract

The effect of the pasture management on dung beetle communities was studied on three sites in Šumava Mts. (South and West Bohemia). The intensity of pasturing was different: 78 cattle on the first, 106 on the second and 162 on the third pasture.

The beetles were collected using pitfall traps baited by 1.5 litres of fresh cattle dung. The traps were located on each pasture. Altogether 3 traps were used per each pasture. The pitfall traps were exposed in the pasture for 7 days in monthly repetitions from April to October 2008. Totally 8725 specimen and 33 species of beetles were collected. These species belong to families *Scarabaeidae*, *Geotrupidae* and *Hydrophilidae*. The number of species and individuals was evaluated for each pasture, as well as seasonal dynamics and biomass distribution. The results indicate that the more intensive pasturing has the positive effect on the activity of some groups of coprophagous beetles. Other effects of the different pasture management on the beetles were not documented.

**Key words:** coprophagous beetles, communities biodiversity, *Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*, seasonal biomass distribution, pasture, cattle

## Abstrakt

Práce se zabývá studiem vlivu různé intenzity pastevního zatížení na biodiverzitu společenstev koprofágních brouků na třech pastvinách na Šumavě v jižních a západních Čechách. Na těchto lokalitách probíhala pastva s rozdílnými stavy zvířat: 78 kusů dobytka na první pastvině, 106 kusů na druhé a 162 kusů na třetí pastvině.

K odchytu brouků byly použity padací pasti s návnadou čerstvého kravského exkrementu o objemu 1,5 l. Na každé pastvině nebo v její těsné blízkosti byly umístěny 3 pasti pro každou lokalitu. Doba expozice byla vždy 7 dní v měsíci, od dubna do října 2008. Celkem bylo takto odchyceno 8725 exemplářů o 33 druzích, náležících do čeledí: *Scarabaeidae*, *Geotrupidae* a *Hydrophilidae*. Na základě získaného materiálu byla u společenstev koprofágních brouků pro jednotlivé lokality sledována početnost druhů a exemplářů, druhová diversita, sezónní dynamika a distribuce biomasy. Bylo zjištěno, že vyšší zatížení pastvin pasenými zvířaty může mít pozitivní vliv na výskyt jedinců některých skupin koprofágních brouků. Další významnější důsledky různého zatížení pastvin pasenými zvířaty na tato společenstva se již nepodařilo zdokumentovat.

**Klíčová slova:** koprofágní brouci, druhová diversita, *Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*, sezónní distribuce biomasy, pastva, skot

# Obsah

1. Úvod .....	7
2. Literární přehled .....	8
2.1. Travní porosty .....	8
2.2. Pastva .....	8
2.2.1. Historie a vývoj pastvy .....	8
2.2.2. Typy pastvin .....	10
2.2.3. Pastevní systémy a intenzita pastvy .....	11
2.3. Biodiversita a způsoby jejího hodnocení .....	12
2.3.1. Redukce a snižování biodiversity .....	13
2.3.2. Ochrana biodiversity .....	13
2.3.3. Ochrana biodiversity bezobratlých, ve vztahu k šetrnému obhospodařování pastvin a krajiny .....	15
2.4. Koprofágní a koprofilní bezobratlí .....	15
2.4.1. Rozdělení bezobratlých živočichů žijících ve výkalech .....	15
2.4.2. Morfologie brouků .....	16
2.4.3. Koprofágní brouci .....	16
2.4.4. Rozšíření a ekologie koprofágních brouků čeledi <i>Scarabaeidae</i> , <i>Geotrupidae</i> a <i>Hydrophilidae</i> .....	18
2.4.5. Význam koprofágních brouků ve vztahu k dekompozici výkalů na pastvinách .....	21
2.4.6. Koprofágní brouci ve společenstvech pastvin .....	22
2.5. Charakteristika modelových oblastí Šumavy a Novohradských hor .....	23
2.5.1. Novohradské hory - poloha a stručná charakteristika .....	23
2.5.2. Šumava - poloha a stručná charakteristika .....	24
3. Charakteristika odchytových lokalit .....	26
4. Metodika .....	29
4.1. Metodika sběru, určení a zařazení materiálu .....	29
4.2. Metodika výpočtu průměrné hmotnosti sušiny biomasy .....	30
4.3. Metodika výpočtu Shannon - Wienerova (Shannonova) indexu .....	31
5. Výsledky .....	32
5.1. Počet druhů zjištěný na sledovaných lokalitách .....	32
5.2. Počet jedinců zjištěný na sledovaných lokalitách .....	34
5.3. Sezónní dynamika .....	44
5.4. Sezónní distribuce biomasy u jednotlivých čeledí a podčeledí .....	48
5.5. Srovnání druhové rozmanitosti společenstev koprofágních brouků na sledovaných lokalitách pomocí Shannon-Wienerova indexu diverzity .....	50
5.6. Charakteristika sledovaných čeledí, podčeledí a druhů .....	50
6. Diskuse .....	61
7. Závěr .....	64
8. Vhodný management pastvin z hlediska ochrany biodiversity .....	65
9. Literatura .....	66
Příloha	

# 1. Úvod

Koprofágní brouci jsou významnou skupinou bezobratlých, podílející se na rozkladu výkalů (Hanski a Cambefort, 1991). Společně s půdními organizmy se účastní dekompozice organických látek obsažených v exkrementech savců a napomáhají tak jejich odstraňování z povrchu půdy. Tato skutečnost je zvláště významná na pastvinách hospodářských zvířat, kde je produkováno velké množství výkalů (Křivan, 2000). Činností koprofágních brouků je tak posílen nezastupitelný koloběh živin na pastvinách, který má zásadní význam pro udržení produktivity pastvin. V tomto ohledu jsou významnou funkční skupinou především druhy budující podzemní hnízda, ve kterých se vyvíjejí larvy na částech výkalů zahrabaných do země. Tato skupina zahrnuje zástupce čeledí *Geotrupidae* a *Scarabaeidae* (Šlachta a kol., 2009). Další významnou úlohu hraje tato skupina hmyzu v redukci nežádoucích koprofilních dvoukřídlých a střevních parazitů. A tím nemalou měrou přispívá k záchově dobrého zdravotního stavu pasených zvířat. Početnost dvoukřídlých je redukována především činností larev koprofágních brouků z čeledi *Hydrophilidae*, které jsou, na rozdíl od imág, dravé a požírají vajíčka a larvy dvoukřídlých (Hoffmannová, 2006).

Intenzifikací zemědělství od 50. do 90. let dvacátého století spojenou s redukcí pastvin došlo k vymizení řady druhů koprofágních brouků i narušení jejich společenstev. Díky snaze o zvýšení podílu pastvy zejména v horských a podhorských oblastech na počátku 90. let do současnosti, můžeme očekávat znovuoobnovení původních společenstev a hojnější výskyt řady dříve vzácných druhů (Křivan, 2000).

Cílem této práce bylo provést sledování sezónní dynamiky, druhové skladby a diversity koprofágních brouků čeledí *Scarabaeidae*, *Geotrupidae* a *Hydrophilidae*, pomocí návnadových padacích pastí, v podhorských oblastech Šumavy a Novohradských hor na třech vybraných lokalitách. A posoudit vliv rozdílné intenzity pastevního zatížení na tato společenstva.



## 2. Literární přehled

### 2.1. Travní porosty

Travní porosty představují ve středoevropských podmínkách významný prvek krajiny i soustavy hospodaření na půdě. Vznik a vývoj travních porostů je zde podmíněn jejich pravidelným obhospodařováním a využíváním, bez něhož by se naprostá většina luk a pastvin postupnou sukcesí přeměnila v lesní společenstva. Tato antropogenní podmíněnost se však netýká pouze existence travinných ekosystémů, ale i všestranného uplatnění jeho produkčních i mimoprodukčních funkcí. Nevhodným obhospodařováním travních porostů můžeme potlačit jak jejich produkční uplatnění, tak i jejich ochranné funkce ke genofondu, hydrosféře i atmosféře (Mrkvička, 1998).

Změny v zemědělské politice způsobily, že velká část trvalých travních porostů v chráněných územích, které byly posledních pár desetiletí obhospodařovány zejména sečením, začala být udržována pastvou skotu a ovcí (Mládek, Pavlů, Hejman, Gaisler, 2006).

### 2.2. Pastva

Pastva je původní a přirozený způsob výživy všech polygastrických zvířat. Pastevní způsob výživy hospodářských zvířat se uplatňuje ve světovém hospodářství ve všech oblastech. V našich podmínkách, se využívá především v horských a podhorských oblastech, kde jsou příznivé ekologické podmínky pro zajištění rozhodující krmné dávky (Mrkvička, 1998).

Pastvou lze významným způsobem usměrňovat složení porostů, tj. podpořit dominanci jemných výběžkatých druhů trav (lipnice luční, kostřava červená, psineček a z jetelovin jetel bílý) a snížit výskyt plevelných a málo hodnotných druhů trav a bylin (Doktorová, 2004).

#### 2.2.1. Historie a vývoj pastvy

Pastva hospodářských zvířat sehrála podstatnou roli ve formování naší krajiny od počátku zemědělství (neolit, 5300 - 4300 př.n.l.) až do současnosti. Chov hospodářských zvířat byl založen výhradně na pastvě až do starší doby železné (750 - 500 př.n.l.). K chovaným zvířatům v této době patřil: skot, ovce, kozy, méně prasata.

Od neolitu až po středověk byla pastva organizována takto: Dobytek od jara do podzimu spásal travní porosty v okolí sídel, bylinnou vegetaci a letninu. V zimních měsících byl dobytek odkázán z větší části sám na sebe, okusoval větve stromů a keřů v pastevních lesích. Podle srovnání s písemnými záznamy z pozdějšího období lze předpokládat, že se zkrmovala také nasušená letnina. V tomto období také probíhala nepřetržitě lesní pastva, jejíž intenzita se s narůstajícím počtem obyvatelstva i nárůstem chovaných zvířat zvyšovala. Od 10. století začíná intenzivní mýcení lesů a rozšiřování orné půdy i v dalších oblastech (Mládek, Pavlů, Hejcman, Gaisler, 2006).

V období od 11. do 15. století, resp. přesněji do konce 13. století, se u nás zachovaly původní lesní porosty jedině v pohraničních horách a v jejich podhůří. Právě tyto dosud nedotčené oblasti byly cílem kolonizačního úsilí. V aluviálních údolních polohách tehdejší zemědělci odstraňovali olšiny s vrbou a krušinou, ve vyšších polohách i olšiny se smrkem, a přeměňovali je na málo hodnotné louky či pastviny. Ty periodicky zarůstaly přirozenými regeneračními pochody původními dřevinami a musely být stejně periodicky obnovovány vytínáním. Časté nálezy uhlíků naznačují, že odlesňování na většině území probíhalo převážně pomocí žďáření (Futák, 2003).

Od konce 18. století se hospodářská zvířata zavírají celoročně do stájí. Důvodem je zvýšená potřeba statkových hnojiv pro plodiny pěstované v osevním postupu. Pastevní patenty vydané v letech 1768 a 1770 částečně omezily obecní pastvu a zároveň zakázaly pastvu v lesích.

Snaha o zlepšení výživy hospodářských zvířat, zejména v zimních měsících, vedla v 19. století k zavádění víceletých pícnin do osevních postupů. To přineslo přeměnu většiny obecních pastvin na sečené louky nebo ornou půdu.

Od padesátých let až do roku 1990 docházelo v celé ČR k poklesu rozlohy trvalých travních porostů obhospodařovaných pastvou. Poválečný odsun německého obyvatelstva také způsobil pokles v hospodaření na řadě horských travních porostů, které byly následně zalesněny. Od šedesátých let byla vyhlášována velkoplošná chráněná území, ve kterých byla pastva zakázána. Rovněž v této době začínaly být budovány rozsáhlé pastevní areály s intenzivním systémem hospodaření.

Pro devadesátá léta je příznačné plošné zavádění pastvy masných plemen skotu i ovcí v horských a podhorských oblastech. Pastva začala být vyhledávaným způsobem obhospodařování travních porostů i v chráněných územích. Dochází sice k zvětšování rozlohy travních porostů na úkor orné půdy, ale zároveň dochází k výraznému poklesu stavů skotu i ovcí. Důsledkem je velká rozloha neobhospodařovaných ploch, které dle

odhadů činí 30 – 50 % travních porostů bez pícninářského využití (Mládek, Pavlů, Hejcman, Gaisler, 2006).

## 2.2.2. Typy pastvin

Dle Mrkvičky (1998) se pod pojmem pastvina, z hlediska nesprávných názorů o extenzitě pastvin, zařadila i neplodná zemědělská půda. Proto je také v terminologii potřeba rozlišovat pastvinu od pastviska.

Dle Mládka a Hejcmana (2006) by bylo z hlediska ochrany přírody správné pod pojmem pastviny řadit takové trvalé travní porosty, jejichž existence je podmíněna dlouhodobým pastevním využíváním. K těmto takzvaným pravým pastvinám náleží (klasifikace dle Katalogu biotopů ČR): X5 intenzivní kulturní pastviny, T1.3 poháňkové pastviny, T8 vřesoviště, T3.1, T3.2, T3.3, T3.5 suché trávníky skal a stepí, T5 trávníky písčin a mělkých půd a T7 slaniska. Jedná se o porosty, které nebylo možné vzhledem k nízké produkci píce, charakteru půdního povrchu a členitému reliéfu obhospodařovat jiným způsobem, než pastevně. Někdy se však také k pastvinám přiřazují luční porosty, které jsou pastvou ovlivněny, ale hlavní způsob jejich využití je výroba konzervovaných krmiv (sena, travní siláže).

Mrkvička (1998) pak obecně pastviny a pastviska člení na tyto skupiny:

### Pastviska v kukuřičném a řepařském výrobním typu

Nachází se převážně na neoratelné půdě, kterou zpravidla představují vysychavé kamenité stráně. Zde převládá kostřava ovčí, šalvěj luční, mateřídouška a jiné suchomilné a málo výnosné druhy. Tyto pozemky mohou být využívány pro příležitostnou pastvu ovcí, popřípadě pastvu skotu, hlavně v jarních měsících.

### Podhorská a horská pastviska

Půda zde bývá mělká v různém stupni podzolizačního procesu. Patří sem vřesoviště, smilkové porosty a podobné typy porostů, které poskytují jen velmi malé množství podřadné píce.

### Lesní pastviska

Jsou u nás poměrně vzácná a převažují zde podřadné porosty se smilkou tuhou, trojzubcem položeným, třtinami a jinými málo hodnotnými druhy, včetně mechů.

### Skutečné pastviny

Nejčastěji se rozdělují podle intenzity obrůstání, možnosti využívání a kvality na kulturní (žírné) a polokulturní (položírné).

### Kulturní pastviny

Mezi ně zařazujeme takové plochy, které při vysoké kvalitě zaručují 4, 5 (6) pastevních cyklů. Jedná se o pastviny s vysokou úrovní pratotechniky.

### Polokulturní pastviny

Jsou méně ošetřované pastviny, které je možno spásat pouze třikrát.

## 2.2.3. Pastevní systémy a intenzita pastvy

Pastvinářství přecházelo v tomto století postupně od formy extensivního obhospodařování a využití travních ploch, i jiných píceňích porostů na formu vysoce intenzivní pastevní techniky (Mrkvička, 1998).

Systémy pastvy lze nověji rozdělit do dvou základních skupin, a to na pastvu kontinuální a rotační (Pavlů, 1997).

Kontinuální pastva je nepřetržité pasení zvířat během roku nebo pastevní sezóny na jedné pastvině (oplůtku), při přerušení na maximálně 3 dny. Tento systém je používán na rozsáhlých celcích přirozených travních porostů, při nízkém zatížení (obsazení) pastviny. Nebo na menších intenzivně obhospodařovaných pastvinách s vysokým zatížením (Mrkvička, 1998). Výhoda spočívá především v nižší finanční náročnosti (menší požadavky na oplocení, méně napájecích míst a nižší potřeba práce na manipulaci se zvířaty). Nevýhodou je obtížná regulace kvality vypasení (pokud nebudeme manipulovat s počtem zvířat) v rámci jedné sezóny i mezi jednotlivými lety. Vzhledem k zmenšování rychlosti nárůstu biomasy píce, je možné rozlohu pastviny během sezóny postupně zvyšovat (Pavlů, Hejzman, Gaisler, 2006).

Rotační pastva je spásání dvou a více ploch (oplůtků), kde se střídá doba pasení s dobou obrůstání. Doba spásání pastviny oplůtku je závislá na době obrůstání pastevního porostu, na podmínkách prostředí a na počtu zvířat na pastvině (Mrkvička, 1998). Při použití rotační pastvy se počítá nejčastěji s 2-5 pastevními cykly za rok. Nejjednodušší formou rotační pastvy je tzv. týdrování, kde po vypasení porostu v dosahu řetězu (provazu), na kterém je zvíře uvázáno, se pastva přesune o kousek dál (Pavlů, Hejzman, Gaisler, 2006).

Intenzita pastvy se nejčastěji vyjadřuje zatížením pastviny zvířaty, tj. počtem zvířat na jednotku plochy nebo poměrem mezi poptávkou a nabídkou píce. Jinou možností vyjádření je výška na níž je porost udržován (Anonymus-1, 2010).

U produkčních travních porostů hovoříme o intenzivní pastvě, pokud zatížení pozemku zvířaty v průběhu vegetační sezóny dosahuje zhruba 2 - 4 dobytčí jednotky na hektar. Nebo pohybuje-li se výška vypásání souvislého porostu okolo pěti centimetrů, s podílem nespasených míst do 10 % plochy (u skotu) (Anonymus-1, 2010).

Naproti tomu, extenzivní pastva je dle (Anonymus-2, 2010) nejčastěji definována jako pastva hospodářských zvířat při zatížení do 1 dobytčí jednotky na hektar. Přesněji je to taková pastva, kdy nabídka píče výrazně převyšuje poptávku pasených zvířat, která tak zkonsumují maximálně 60 % dostupné rostlinné hmoty.

### **2.3. Biodiversita a způsoby jejího hodnocení**

Biologická rozmanitost (biodiversita) je souhrnným názvem pro všechny formy života existující na Zemi a zahrnuje také ekosystémy, které tyto formy vytvářejí. Dnešní biodiversita je výsledkem po miliardy let probíhající evoluce, ovlivňované přírodními procesy a v poslední době stále více i člověkem (Anonymus-3, 2010).

V současné době jsou popisovány tři úrovně biologické diversity, jejichž hodnocení navzájem souvisí a je nezbytné pro kvalitní popis a sledování biodiversity v daných oblastech:

Označení  $\alpha$  - diversity se používá ke srovnání počtu druhů v různých zeměpisných oblastech, nebo přírodních společenstvech. Je výsledkem rovnováhy mezi lokální biotou a abiotickými faktory prostředí a migrací z okolních lokalit. Stanovujeme jí jako průměrnou hodnotu, na základě různých odběrů vzorků jednoho společenstva v daném typu krajiny.

Termín  $\beta$ - diversity ukazuje, nakolik se druhové složení mění podél gradientu prostředí, nebo gradientu zeměpisného.

Pojem  $\gamma$  -diversity se vztahuje ke krajině a větším zeměpisným měřítkům. Odpovídá počtu druhů v krajině či na velkém území, až kontinentu. Hodnoty  $\gamma$ -diversity závisí primárně na historickém vývoji daného území (Matějka, 2004).

Četnými disturbancemi a stresy způsobenými nárůstem lidské populace, rozvojem moderních technologií, dopravy atd. došlo v minulých 150 - 200 letech ke změnám, nebo redukci biodiversity Země. Ztráta biodiversity vlivem člověka je definována jako redukce biodiversity. Většinou je vnímána jako snížení abundance a rozšíření druhů a vzrůst abundance a rozšíření jiných druhů. Úbytek, vymírání nebo přemnožení

rostlinných nebo živočišných druhů pak signalizuje vliv lidské populace na biodiverzitu (Boháč, 2003).

### 2.3.1. Redukce a snižování biodiverzity

Snižování biodiverzity lze hodnotit na základě vymizení jednotlivých druhů, jejich skupin i snížení celkového počtu organismů. Globální biodiverzita je nejvíce ohrožena především ztrátou stanoviště (hlavně následkem rozšiřování zemědělské půdy, měst a komunikací). Na druhém místě pak introdukcí (importem) exotických druhů. Stanoviště mohou být rovněž poškozovány záplavami, suchem a klimatickými změnami, které mohou mít přirozenou i antropogenní příčinu (Anonymus-4, 2010).

V České republice je biodiverzita ohrožena zejména intenzifikací zemědělské výroby nebo změnou pěstitelských postupů, např. neobhospodařováním a opuštěním zemědělských ploch, likvidací škůdců pěstovaných plodin a likvidací jejich predátorů (Podlaha, 2009). Dalšími problémy z hlediska ohrožení biodiverzity v ČR dle Podlahy (2009) jsou: nadměrná urbanizace, fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou i samotným využíváním dopravních prostředků.

#### **Redukce a snižování biodiverzity bezobratlých v ČR**

Dle Švecové, Smrže, Petra (2007) žije v současnosti na našem území přibližně 50 000 druhů bezobratlých. I přes tento poměrně velký počet je však řada těchto druhů ohrožena. Zdá se, že za posledních 100-150 let u nás zcela vyhnulo zhruba 10 % hmyzí fauny, což je zhruba 3000 druhů. Přičemž počet kriticky ohrožených, tedy právě vymírajících druhů je přinejmenším stejný (Pavlů, Hejčman, Gaisler, 2006).

### 2.3.2. Ochrana biodiverzity

Úkolem ochrany biodiverzity je zachování reprezentativního vzorku na různých úrovních, a to ekosystémů, druhů i genů zvláštního ochrannářského významu. Jedním z prostředků pro efektivní realizaci tohoto úkolu na národní úrovni je vyhlášení chráněných území (Švecová, Smrž, Petr, 2007).

K hlavním nástrojům na mezinárodní úrovni patří **Úmluva o biologické rozmanitosti** (Convention on Biological Diversity – CBD), která představuje široce pojatou úmluvu přijatou v rámci UNEP, kde rozmanitost druhů a jejich prostředí je

chápana nejen jako rozmanitost planých druhů, ale i pěstovaných odrůd a kultivarů. Úmluva byla přijata na konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED) v Rio de Janeiru v r. 1992 a v platnost vstoupila již v prosinci 2003. Hlavními cíli úmluvy jsou ochrana biologické rozmanitosti, udržitelné využívání jejích složek a spravedlivé rozdělování přínosů z genetických zdrojů (Roudná, Dotlačil, 2007).

Dle (Anonymus - 4, 2010) může ochrana probíhat „in situ“ v co nejpřirozenějším stanovišti nebo „ex situ“ ve vhodně vytvořených druhově specifických podmínkách.

### **Ochrana biodiversity „in situ“**

Je důležitá pro přežití druhů, které lze jen obtížně chovat v zajetí. Pouze v přirozených podmínkách nacházejí druhy optimální podmínky pro svůj další evoluční vývoj i adaptace k měnícímu se životnímu prostředí. Tento typ ochrany nemusí být účinný zvláště v případech, je-li populace určitého druhu příliš malá na to, aby byla schopna přežít (Švecová, Smrž, Petr, 2007). Nevýhodou tohoto systému jsou také značné sociálně-ekonomické problémy, spojené s ochranou zejména rozsáhlých území (Anonymus-4, 2010).

### **Ochrana biodiverzity „ex-situ“**

Zahrnuje především ochranu živočišných a rostlinných druhů v zoologických a botanických zahradách, arboretech nebo v genových bankách. Dále pak se jedná o ochranu mikroorganismů ve sbírkách, či jiných zařízeních a institucích k tomuto účelu zřízených.

K této ochraně patří i záchranné programy, nebo programy péče o jednotlivé druhy, kterým hrozí vyhynutí. Určitými problémy v realizaci záchranných programů je absence ucelené koncepce se stanovením priorit. Také nekoordinovaná a roztržitá aktivní opatření, realizovaná různými institucemi ochrany přírody, nedostatečná finanční podpora záchranných programů, nízká informovanost veřejnosti a celá řada dalších problémů (Švecová, Smrž, Petr, 2007).

### 2.3.3. Ochrana biodiversity bezobratlých, ve vztahu k šetrnému obhospodařování pastvin a krajiny

Velká druhová rozmanitost fauny travních porostů v mnoha dnešních chráněných územích je povětšinou důsledkem tradičních zemědělských metod, které udržovaly různorodé podmínky jak na úrovni krajiny, tak maloplošně. K vymizení nebo silnému ohrožení velkého množství druhů bezobratlých došlo po scelení krajiny, které znemožnilo izolovaným populacím (ve zbytcích druhově bohatých luk a pastvin) mezi sebou vzájemně komunikovat. Tato komunikace (metapopulační dynamika), je bohužel z hlediska jejich dlouhodobého přežití zásadní.

V současné době je tedy potřeba podporovat takové způsoby obhospodařování, které by udržely mozaikovitost na úrovni krajiny, ale i konkrétní louky a pastviny. Pro potřeby řady ohrožených bezobratlých je nutné na jedné straně zachovat typ rostlinného společenstva, na straně druhé však v jeho rámci také vytvořit rozmanitou nabídku mikrostanovišť.

Avšak vzhledem k obrovskému počtu druhů bezobratlých a různorodosti jejich nároků, bohužel nelze navrhnout jednotné ideální obhospodařování, které by prospívalo všem skupinám ohrožených druhů (Malenovský, Kment, Chobot, Přidal, Resl, 2006).

## 2.4. Koprofágní a koprofilní bezobratlí

### 2.4.1. Rozdělení bezobratlých živočichů žijících ve výkalech

Tuhé výkaly jsou již od prvních okamžiků kolonizovány bezobratlými, kteří zásadním způsobem přispívají k jejich rozkladu a návratu živin do půdy. Nejpočetnější jsou v exkrementech larvy dvoukřídlých a brouci. Podle způsobu obživy dělíme živočichy vázané na prostředí výkalů na:

- a) pravé koprofágy („lejnožrouty“), často s krátkým vývojovým cyklem, omezeným většinou na čerstvý exkrement (mouchy kmitalky, mrvnatky, květilky a výkalnice, z brouků hlavně vrubounovítí),
- b) méně specializované saprofágy („hniložrouty“), kteří zpracovávají především staré exkrementy (patří mezi ně skupiny vyskytující se běžně i v půdě: rozměrem malé larvy dvoukřídlých - pakomárů, bejlmorek, smutnic a kotulí, dále roztoči, chvostoskoci, roupnice, nebo některé žížaly),



- c) dravce (predátory), k nimž náleží zejména brouci drabčící, mršiníci a larvy vodomilů, kteří ve výkalech loví larvy dvoukřídlých a jiné bezobratlé (Malenovský, Kment, Chobot, Přidal, Resl, 2006).

#### 2.4.2. Morfologie brouků

Nejnápadnějším znakem jsou krovky – přeměněný první pár křídel, který kryje a chrání druhý pár blanitých křídel a zadeček. U některých druhů kryjí krovky jen bazální část zadečku (část u hrudi). U jiných jsou blanitá křídla zakrnělá, brouci nejsou schopni létat a krovky mají srostlé.

Tělo brouků (stejně jako ostatního hmyzu) se skládá ze tří hlavních částí – hlavy, hrudě a zadečku.

Hlava nese z hlavních zevních orgánů složené oči, tykadla s hlavními smyslovými orgány (čichové a hmatové) a ústní ústrojí.

Hrud' (thorax) se skládá rovněž ze tří částí: z předohrudi (prothorax), středohrudi (mesothorax) a zadohrudi (metathorax). Na každé části hrudi je umístěn jeden pár nohou.

Středohrud' a zadohrud' jsou srostlé a nesou každá jeden pár křídel, z nichž první pár je přeměněn na krovky (elytrae). Druhý pár je blanitý, v klidu je složený a ukrytý pod krovkami.

Zadeček ukrývá většinu vnitřních orgánů, shora je kryt krovkami a skládá se z několika (až osmi) článků (sternity). Poslední zadečkový článek se nazývá pygidium (Rutta, 2009).

#### 2.4.3. Koprofágní brouci

Koprofágní i koprofilní brouci jsou skupina, která je velmi úzce vázaná na konkrétní druh prostředí s výskytem exkrementů, obzvláště herbivorních savců (Hoffmannová, 2006). Taxonomicky zahrnují zejména zástupce čeledí *Scarabaeidae* (vrubounovití), *Geotrupidae* (chrobákovití), *Hydrophilidae* (vodomilovití) a *Staphylinidae* (drabčíkovití) (Šlachta a kol., 2009).

Popisem, taxonomií, ekologií, bionomií této skupiny hmyzu se u nás i ve světě zabývala celá řada autorů. Pro účely této práce jsem vycházel z publikace Tesaře (1957), která se zabývá mimo jiné morfologií, vývojem, bionomií, výskytem a popisem

brouků čeledi *Scarabaeidae* na území bývalého Československa. Bližšími charakteristikami v rámci čeledi *Scarabaeidae* se pak zabýval Balthasar (1956). Rovněž výskyt, rozšíření a částečně i ekologii čeledi *Scarabaeidae* a podčeledi *Aphodiinae* v palearktických a orientálních oblastech, řeší Balthasar (1964) ve své monografii.

Ze současných domácích autorů zabývající se touto problematikou jsem čerpal zejména z práce Křivana (2000). Který sledoval rozšíření koprofágních brouků čeledí *Geotrupidae* a *Scarabaeidae* na pastvinách po obnově pastevního hospodaření na Novobystřicku. Dále z publikací Šlachty a kol. (2008a, 2008b). Kde bylo řešeno sezónní rozdělení biomasy koprofágních brouků *Scarabaeidae*, *Hydrophilidae* a *Geotrupidae* v horských oblastech jižních a západních Čech. A také z publikací Šlachty a kol. (2009), zabývající se složením společenstev koprofágních brouků čeledí *Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae* na pastvinách masného skotu v západních Čechách. Cenným podkladem pro mě byla rovněž diplomová práce Hoffmanové (2006), která se zabývala ekologickými charakteristikami společenstev koprofágních brouků čeledí *Aphodiidae*, *Geotrupidae*, *Scarabaeidae* a *Hydrophilidae* v lokalitě Kladruby nad Labem.

Ze zahraničních autorů je pak významná práce Hanskiho a Cambeforta (1991), v níž je řešena ekologie této skupiny hmyzu ve světovém měřítku. Koprofágní brouci jsou zde členěni podle strategií využívání exkrementů na několik funkčních skupin. Jsou to tzv. „dung dwellers“, „rollers“, „kleptoparasites“ a „tunnelers“. Tento způsob členění na funkční skupiny používá ve svých publikacích také celá řada dalších autorů. Mezi další významné studie patří práce: Hanskiho (1986), Stebnicky (1976), Vitnera (1998), Landina (1961) a dalších.

Pro samostatné charakteristiky druhů z čeledi *Hydrophilidae* jsem pak vycházel zejména z publikace Boukala a kol. (2007), kde je uveden seznam a stručná charakteristika jednotlivých druhů této čeledi vyskytujících se na našem území. Částečně jsem použil také publikaci Smetany (1978).

#### 2.4.4. Rozšíření a ekologie koprofágních brouků čeledí *Scarabaeidae*, *Geotrupidae* a *Hydrophilidae*

##### Výskyt

Zástupci všech řešených čeledí jsou rozšířeni po celém světě s výjimkou polárních oblastí. Přičemž nejvyšší druhová diversita je dosahována v tropických oblastech a směrem na sever postupně klesá (Tesař, 1957, Boukal a kol., 2007).

V České republice se díky její poloze v centru Evropy setkávají z nadčeledi *Scarabaeoidea* druhy z různých oblastí. Přičemž největší množství našich druhů pochází z oblasti mediteránní. Jen malá část našich druhů jsou kosmopolité (Tesař, 1957). Z čeledi *Hydrophilidae* je v současnosti v České republice spolehlivě doloženo 77 druhů, z toho osm považujeme za regionálně vymizelé (Boukal a kol., 2007).

##### Rozmnožování a péče o potomstvo

Ve skupině brouků patřících do nadčeledi *Scarabaeoidea* se péče o potomstvo projevuje ve dvou formách. Je to jednak kladení vajíček do předem pečlivě připraveného materiálu, jenž splňuje požadavky larev a umožní jim dokončení vývoje. Nebo přímá péče rodičů, kteří budují hnízda s dostatečnou zásobou materiálu, do něhož pak samice klade vajíčka (Balthasar, 1956). Počet vajíček, které samice klade je na poměry hmyzu velmi malý. U některých hnízdních druhů, kde samice pečují o vývojová stádia je to jen několik kusů, u druhů s méně vyvinutou péčí pak několik desítek kusů (Křivan, 2000).

Nejvyspělejší péče o potomstvo se objevuje u podčeledi *Scarabaeinae* a části *Coprinae*. Zástupci podčeledi *Scarabaeinae* jsou známí váleči kuliček vymodelovaných z exkrementů. Tyto kuličky jsou dodatečně pod zemí samicí přemodelovány do hrušticovitého tvaru a vajíčko je vloženo do malé komůrky na protaženém pólu hruštic. V hrušticí se později larva také kuklí. Ztvrdlý povrch hrušticí tvoří ideální ochranu pro všechna vývojová stádia a také pro vylíhlé imago, které hrušticí opouští teprve na jaře. Některé druhy využívají válené kuličky výkalů také jako zásobárnu potravy pro méně příznivá období (Balthasar, 1956).

Jiná péče o potomstvo je u rodu *Onthophagus* a některých příbuzných rodů (Hanski a Cambefort, 1991). Ti využívají k vytváření zásob pro potomstvo výhradně částic exkrementů, na nichž žijí jako dospělci. Rodiče zakládají podzemní chodby a komůrky, přímo pod kopicemi výkalů (Balthasar, 1956).

Nejjednodušší péči pak vykazují příslušníci rodu *Aphodius*. Zde samice klade vajíčka přímo do exkrementu a larvy se prožirají jeho vrstvami až k povrchu země a nehluboko pod povrchem se kuklí. Zároveň však na rozdíl od ostatních druhů mají vyšší plodnost, v průměru 20-25 vajíček na samici (Balthasar, 1956).

U brouků z čeledi *Hydrophilidae* jsou vajíčka kladena ve snůškách chráněných kokonem ze spředených hedvábných vláken. Samice kokony připevňuje k substrátu, nebo je nosí na břiše. Taková-to péče o potomstvo je však v ČR popsána pouze u rodu *Helochares*. Kuklení larev probíhá mimo vodní prostředí, v tzv. kukelní komůrce, kterou si larva těsně před kuklením vyhrabává pod povrchem půdy (Boukal a kol., 2007).

### Ekologie výživy

Většina zástupců nadčeledi *Scarabaeoidea* se živí koprofágně a preferuje především výkaly, které obsahují velké množství rostlinných zbytků (Křivan, 2000). Koprofágie je však u jednotlivých druhů na různé úrovni. Čím méně obsahují exkrementy nestrávené, nebo jen polostrávené zbytky rostlinných částí, tím je koprofágie druhů, které je požívají, vývojově pokročilejší. Prototypem velmi pokročilých koprofágů jsou ty druhy, které nalézáme na exkrementech šelem, trusu ptáků, apod. Často však mohou být tyto exkrementy některými druhy využívány pouze příležitostně a proto je potřeba při posuzování této pokročilosti být velmi opatrný (Balthasar, 1956). Dle Hanskiho a Cambeforta (1991) se můžeme u larev podčeledi *Aphodiinae* setkat také s herbivorií, nebo saprofágií. Některé druhy můžeme nalézt také na zdechlinách (Křivan, 2000).

Naproti tomu larvy druhů patřících do čeledi *Hydrophilidae* jsou většinou dravé a živí se různými bezobratlými, včetně hmyzu, kroužkoců a plžů. Dospělci jsou pak saprofágní a jejich potravou jsou odumřelé organické zbytky, především rostlinného původu (Boukal a kol., 2007).

Z hlediska ekologie výživy byla také u řady koprofágních brouků popsána různá preference rozdílně velkých a stravitelných částic potravy. Bylo zjištěno, že například zástupci čeledi *Scarabaeidae* preferují menší a lépe stravitelné částice výkalů než stejně velcí zástupci rodu *Geotrupes*, kteří jsou schopni konzumovat i větší a hůře stravitelné složky potravy. Tato skutečnost tak může odrážet různou míru specializace těchto druhů na koprofágní výživu (Holter, 2004).

### Vztah k prostředí

U některých druhů koprofágních brouků lze sledovat vazbu na určitý typ prostředí, nebo alespoň jeho preferenci. To je dáno převážně klimatickými faktory. Dle závislosti na určitém biotopu tak můžeme rozlišit druhy oligotopické, stenotopické a eurytopické (Hoffmannová, 2006). Příslušníci čeledi *Scarabaeidae* jsou z valné části tvorové teplomilní, dávající přednost teplým, osluněným a chráněným stanovištím. Obývají převážně nížiny, nebo teplé pahorkatiny a jen poměrně malý počet druhů vystupuje vysoko do hor (Balthasar, 1956). Z hlediska preference stanoviště je u čeledi *Scarabaeidae* znám velmi úzký vztah k půdnímu substrátu, především k jeho fyzikálním vlastnostem. Obzvláště málo osídlené touto skupinou, tak bývají místa s příliš tvrdými jíly, šterky a další lokality s málo prostupnými podpovrchovými vrstvami (Balthasar, 1956). Z této skupiny, pak vyšší nároky na prostředí mají dle Hanskiho a Cambeforta (1991) zejména ve střední Evropě zástupci rodu *Aphodius*, kteří z větší části preferují pastevní stanoviště. U některých druhů se také může projevit i vazba na určitý typ výkalu, která u citlivějších druhů může při vymizení konkrétního typu exkrementu vést k vymizení druhu na dané lokalitě (Landin, 1961). Například někteří zástupci čeledi *Hydrophilidae* se většinou vyhýbají malým částem exkrementů, které mají často nestabilní vlhkostní podmínky (Sowing, Wassmer 1994).

### Sezónní dynamika

Podle většiny autorů lze druhy koprofágních brouků rozdělit na určité skupiny podle toho, kdy se během sezóny vyskytují (Hoffmannová, 2006). Změny společenstev během roku závisí zejména na klimatických podmínkách stanoviště, druhovém složení společenstev a významný je rovněž vegetační pokryv. V suchých a teplých oblastech mírného pásma je aktivita imag závislá na teplotním a srážkovém cyklu a také na porostním pokryvu. Druhy, které zde žijí mají fenologickou adaptaci k překonání letního suchého období a jsou aktivní většinou před, nebo po tomto období sucha (Křivan, 2000).

Na pastvinách v pohorských a horských oblastech pak hraje významnou úlohu také rozdělení pasoucího se stáda na pastvině a meziroční dynamika některých druhů. Z mikroklimatických podmínek je pak také důležitá sluneční energie, která významně ovlivňuje letovou aktivitu koprofágních brouků (Lobo a kol., 1998).

#### 2.4.5. Význam koprofágních brouků ve vztahu k dekompozici výkalů na pastvinách

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, koprofágní brouci mají nemalý vliv na koloběh živin. Tato skutečnost je významná zejména v tropických oblastech, kde koprofágní brouci tvoří hlavní dekompository (Hanski, 1989). Například Cambefort (1984) uvádí, že na savanách v západní Africe jsou chrobákovití schopni zapravit do půdy až několik tun výkalů na hektar za rok.

V našich podmínkách je vliv koprofágních brouků na dekompozici exkrementů rozdílný a vychází zejména z bionomie jednotlivých druhů. Obecně tak můžeme rozlišit tři funkční skupiny: tzv. „dung dwellers“, „tuneláře“ (anglicky „tunnelers“) a váleče (anglicky „rollers“).

Skupina „válečů“ („rollers“), kteří nezahrabávají části výkalu přímo na místě, ale přemísťují je nejdříve do určité vzdálenosti od původního místa, jsou v naší fauně zastoupeni jen jedním nehojným druhem *Sisyphus schaefferi* (Šlachta a kol., 2009). Vzhledem k tomu je i vliv této skupiny na dekompozici značně malý.

Do skupiny „dung dwellers“ se řadí většina koprofágních brouků čeledi *Scarabaeidae* a *Hydrophilidae* obývajících pastviny mírného klimatického pásma (Šlachta a kol., 2009). Vliv této skupiny koprofágních brouků na dekompozici spočívá především v penetraci povrchové krusty výkalu. Tím usnadní přístup ostatním dekompositorům a podmínkám prostředí do vnitřní struktury exkrementu (zejména zástupci čeledi *Hydrophilidae*). Významný je také žír larev (například druh *Aphodius rufipes*) a částečná tunelovací činnost imag v jádře exkrementu, či několik centimetrů v zemi pod ním (například druh *Aphodius fossor*) (Šlachta a kol., 2008a, 2008b).

Největší přímý vliv na dekompozici výkalů pak v našich podmínkách vykazuje skupina tzv. „tunelářů“, zahrnuje zejména druhy *Geotrupes spiniger*, *Geotrupes stercorarius*, *Onthophagus fracticornis*, *Onthophagus joanae*, *Onthophagus similis*, *Onthophagus fracticornis*, *Onthophagus coenobita* (Šlachta a kol., 2008a). Vliv této skupiny koprofágních brouků spočívá v transportu částí exkrementů do různých hlubokých chodbiček v zemi, čímž je tak umožněn přímý návrat živin do půdy (Šlachta a kol., 2009).

#### 2.4.6. Koprofágní brouci ve společenstvech pastvin

Touto problematikou se zabývala celá řada zahraničních autorů. Někteří z nich ve svých pracích řešili čistě praktické aspekty významu a využití této skupiny hmyzu. Například Finscher (1981) se zabýval možnostmi introdukce tropických druhů koprofágních brouků za účelem zintenzivnění dekompozice výkalů na pastvinách v USA a tím snížení jejich degradace. D'hondt, Bossuyt, Hoffman a Bonte (2008) řešili otázku vlivu této skupiny bezobratlých na klíčivost a šíření semen trav a plevelů z exkrementů zvířat žijících v různých pastevních i jiných společenstvech v přírodní rezervaci 'Westhoek v Belgii.

Vlastní studii širších ekologických aspektů koprofágních brouků na pastvinách se zabýval částečně Hanski (1986), který sledoval individuální chování, populační dynamiku a strukturu komunity rodu *Aphodius* v různých částech Evropy. Hanski a Kuusela (1983), kteří sledovali různé izolované populace brouků čeledí *Scarabaeidae* a *Hydrophilidae* na pastvinách souostroví Åland ve Finsku. Zajímavá je také publikace Roslina (1999), který se zabýval prostorovou ekologií různých druhů koprofágních brouků mezi jednotlivými pastvinami. V této práci byly také mimo jiné řešeny rozdílné migrační poměry jednotlivých druhů brouků mezi pastvinami a také některé faktory, které tyto rozdíly způsobují.

Řada autorů se zabývala studiem konkrétních vlivů, které mohou společenstva koprofágních brouků ovlivnit. Například Sowing a Wassmer (1994) řešili preferenci ovčích výkalů brouky čeledí *Scarabaeidae* a *Hydrophilidae* v závislosti na sezóně, velikosti a obsahu vody v exkrementu. Lumaret, Errouissi (2002), zkoumali dopady používání různých druhů antihelmintik u hospodářských zvířat na různé druhy koprofágních živočichů a dalších bezobratlých žijících v exkrementech.

Přes tento výčet se však jen relativně málo autorů zabývalo působením rozdílné intenzity pastvy na společenstva koprofágních brouků. Tento vliv částečně nastínil Hanski (1980), který sledoval biodiverzitu těchto společenstev na pastvinách v jižní Anglii a v jižním Finsku.

Samostatnou studii týkající se vlivu rozdílné intenzity pastvy na tuto skupinu hmyzu pak vypracoval Hutton a Giller (2003). Výzkum probíhal v oblastech jižního Irska pomocí návnadových pastí na farmách s intenzivním, extenzivním a ekologickým způsobem obhospodařování pastvin. Celkem bylo zajištěno 39 631 exemplářů převážně koprofágních brouků, tvořených 24 různými druhy. Přičemž osm druhů (*Aphodius*

*prodromus*, *Aphodius sphacelatus*, *Aphodius ater*, *Aphodius rufipes*, *Aphodius depressus*, *Sphaeridium lunatum*, *Sphaeridium scarabaeoides* a *Margarinotus carbonarius*) představovalo 94 % odchycených exemplářů, ale jejich relativní dominance se lišila podle typu farmy. Tato studie prokázala vyšší druhovou rozmanitost na ekologických farmách než na intenzivně a extenzivně obhospodařovaných pastvinách. Rovněž bylo prokázáno rozdílné zastoupení jednotlivých druhů koprofágních brouků v různých typech exkrementů hospodářských zvířat na různých farmách. Bylo tak zjištěno, že ekologické zemědělství má příznivý vliv na diversitu společenstev koprofágních brouků.

Dopady související se změnou rozlohy pastvin i intenzity spásání pak sledoval u skupiny koprofágních brouků rodu *Aphodius* Roslin a Koivunen (1999).

## **2.5. Charakteristika modelových oblastí Šumavy a Novohradských hor**

### **2.5.1. Novohradské hory - poloha a stručná charakteristika**

Novohradské hory jsou geomorfologický celek pohoří nacházející se na hranicích České republiky a Rakouska. Na českém území se rozprostírají na ploše 162 km<sup>2</sup> kolem obcí Nové Hrady, Benešova nad Černou, Dolního Dvořiště a Malont až ke státní hranici. Jejich jižní součástí je v Rakousku ležící Freiwald a Weinsberger Wald táhnoucí se až k údolí Dunaje (Anonymus-5, 2009). Na české straně je tato oblast cenným přírodním územím se značnou koncentrací chráněných druhů rostlin a živočichů. Proto zde byl v roce 2000 vyhlášen Přírodní park Novohradské hory (Anonymus-5, 2009).

Dle Papáčka a kol. (2003) jsou Novohradské hory z hlediska podrobnějšího geomorfologického mapování součástí Šumavské subprovincie, která se dále dělí na Šumavskou a Novohradskou. V rámci novohradské oblasti pak můžeme rozlišit dva základní celky: Novohradské hory a Novohradské podhůří, kam spadá i mnou sledovaná lokalita Rychnova nad Malší.

#### Reliéf a geologie

Novohradské podhůří má rozlohu 719 km<sup>2</sup> a při své východní a jižní hranici navazuje na celek Novohradské hory, na západě tvoří přechod k Šumavskému podhůří, na severu a severovýchodě vytváří rozhraní s Českobudějovickou a Třeboňskou pánví.



Nejvyšší nadmořskou výškou v Novohradském podhůří je vrchol Kohout (870 m.n.m). Přičemž střední nadmořská výška činí 555,8 m.n.m. a střední sklon reliéfu dosahuje 3°57". V geologické stavbě Novohradského podhůří hrají významnou úlohu krystalické horniny (biotiticko-muskovitické až muskoviticko-biotitické svorové ruly a svory) a vyvěřeliny centrálního moldanubického plutonu (Kubeš a kol., 2004).

### Klimatické podmínky

Na utváření klimatu Novohradských hor i Novohradského podhůří se kromě obecných makroklimatických faktorů jako je zeměpisná šířka, vzdálenost od oceánu, převládající cirkulace atmosféry, atd. podílí také specifické faktory menšího měřítka, především orografie (Kubeš a kol., 2004). Zde hraje významnou úlohu zejména působení sousední Šumavy, ale i vzdálenějších Alp. V místním měřítku zde pak rovněž působí, také lokální vlivy, jako je nadmořská výška, sklon terénu, poloha svahů vzhledem k převládajícímu proudění vzduchu, apod. Toto působení se projevuje zejména ve srážkových úhrnech, které jsou zde díky nižší nadmořské výšce a tzv. šumavskému srážkovému stínu často mnohem nižší a méně pravidelné. Řádově tak činí v průměru 650 - 700 mm.

Novohradské podhůří patří do mírně teplé oblasti. Tato oblast se vyznačuje mírným, až mírně chladným, suchým až mírně suchým létem. Mírným jarem a mírným podzimem, a mírnou až mírně chladnou zimou. O běžné délce s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota se zde pohybuje okolo 6,6 -7,2°C (Kubeš a kol., 2004).

### 2.5.2. Šumava - poloha a stručná charakteristika

Šumava je nejvyšší částí šumavské hornatiny. Délka protáhlého pohoří orientovaného SZ - JV činí 190 km, přičemž jako jeho přirozená hranice je bráno údolí Chodské Úhlavy na SZ a Vyšebrodský průsmyk na JV. V nejširším místě měří pás pohoří asi 45 km. Na severozápadě navazuje na Šumavu Český les, na východě její podhůří hraničí s Novohradskými horami. Šumava má charakter ploché hornatiny s poměrně příkrými jihozápadními svahy na bavorské straně, zatímco severovýchodní svahy na české straně pozvolna přecházejí do Šumavského podhůří.

Geomorfologický celek Šumava má na české straně rozlohu 1671 km<sup>2</sup> (Anonymus-6, 2009).

## Reliéf a geologie

Šumava, jako jedno z nejstarších pohoří Evropy, je tvořena horninami zejména prahorního a prvohorního stáří, žulami (Prášily, Třístoličnick, Knížecí stolec), rulami (Boubín) a svory (Ostrý). Velkou část šumavského území zabírá centrální moldanubický masiv. Šumava vznikla při alpinském vrásnění v třetihorách vyzdvižením a rozlámáním zarovnané paroviny starého masivu. Je lesnatým cca 140 kilometrů dlouhým pohořím (k němuž patří i rozsáhlé předhůří) se zaoblenými terénními formami s rozsáhlými náhorními plošinami (Pláně v oblasti Kvildy a v oblasti Vydry a Křemelné - cca 1 000 - 1 100 metrů nad mořem). Z Pláni vybíhají severozápadním a jihovýchodním směrem horské hřbety. V centrální části se nacházejí výrazněji vystupující vrcholy a hlouběji vyerodovaná údolí vodních toků. K nejvýznamnějším vrcholům pohoří patří Plechý (nejvyšší hora české strany Šumavy - 1 378 metrů nad mořem), Třístoličnick, Smrčina (1 337 metrů), Knížecí Stolec (1 225 metrů), Boubín (1 361 metrů) či Špičák (1 221 metrů). Atraktivní jsou pozůstatky činnosti ledovců v podobě skalních útvarů, kamenných moří, ledovcových jezer, které jsou jedinými úkazy tohoto typu v České republice (Anonymus-7, 2009).

## Klimatické podmínky

Většina území Šumavy náleží do chladné oblasti středoevropského středohorského typu podnebí. Jen některé části Šumavy (údolí Vltavy od Lenory, jižní svahy Želnavské hornatiny, části Šumavského podhůří) lze zařadit do mírně teplé oblasti. Celkový ráz podnebí Šumavy má přechodný charakter mezi oceánským (přímořským) a kontinentálním (vnitrozemským) podnebím. Průměrný úhrn srážek je spíše nevyrovnaný a většinou se pohybuje mezi 1 100 až 1 300 mm. Nejvlhčími lokalitami jsou Březník, Modrava a Modravské slatě. Naopak nejnižší úhrn srážek 800 - 900 mm mají severovýchodní okraje pohoří. Velký podíl cca 40 % ročních srážek činí zimní srážky, tj. sněhové (Anonymus-8, 2009).

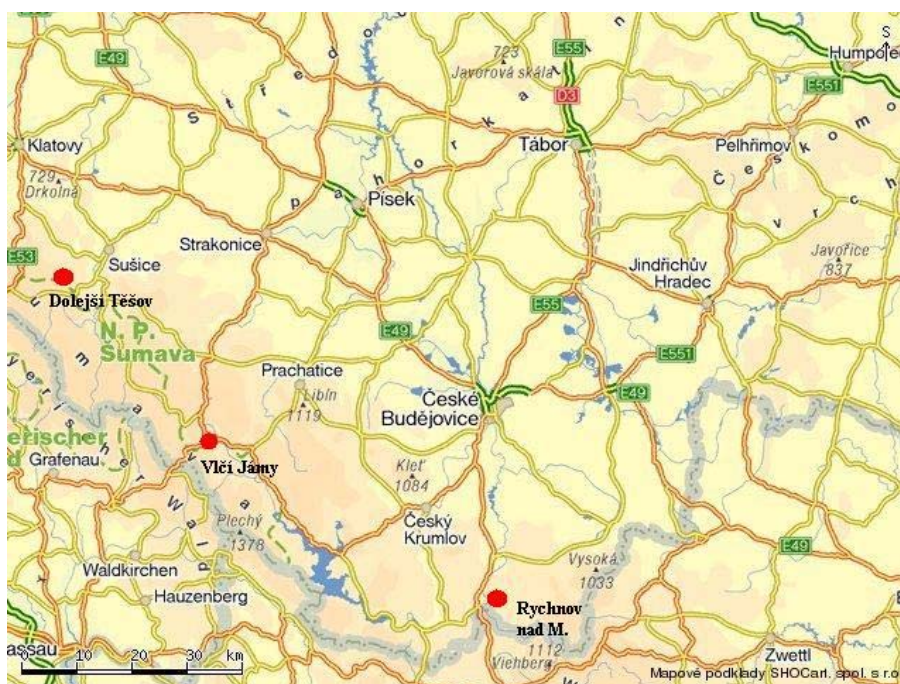
Směr a rychlost větru na Šumavě jsou členitým reliéfem značně ovlivňovány. Obecně mají nejvyšší průměrné rychlosti volné (nezalesněné) konvexní polohy, a to od 5 do 8 m/s. Naopak v uzavřených hlubších údolích klesá tato průměrná hodnota na 1 až 2 m/s. Ve volných polohách všeobecně převládá západní až jihozápadní směr proudění, nejméně čtené jsou směry severní a jihovýchodní. V údolních polohách je proudění

usměřováno podél hlavní osy údolí, v hřebenových polohách se mírně zvyšuje četnost směrů kolmých k ose hřebene (Podlaha, 2009).

Denní chod rychlosti větru s maximem odpoledne a minimem v noci je výraznější v nižších polohách, na vrcholcích a hřebenech je průměrná rychlost větru ve dne i v noci prakticky stejná. Roční chod rychlosti je málo výrazný, maximum připadá na zimu (hlavně v nižších polohách), minimum na druhou polovinu léta. Západní až jihozápadní směr převládá po celý rok, jeho převaha je však výraznější v zimě a v létě, zatímco na jaře jsou více zastoupeny i severní a na podzim i jižní směry (Podlaha, 2009).

### 3. Charakteristika odchyťových lokalit

Lokality pro sběr materiálu byly stanoveny tak, aby umožnily sledovat různorodou strukturu společenstev kopřifágních brouků v různých oblastech jižních a západních Čech. Zároveň bylo možné posoudit i různé lokální vlivy prostředí působící na tato společenstva po podstatnou část jejich sezónní aktivity (Šlachta - ústní sdělení).



Obr. 1. Orientační rozmístění odchyťových lokalit

Za tímto účelem tak byly zvoleny tři lokality (viz. příloha, obr.1, 2 a 3) rozmístěné od Novohradského podhůří, až po oblast Hartmanic u Sušice, přičemž přímá vzdálenost mezi sousedními činila přibližně 50 km (viz obr.1 - orientační rozmístění odchyťových lokalit). Dále je uvedena jejich podrobná charakteristika.

## **1) lokalita Rychnov nad Malší**

Lokalita Rychnov nad Malší může být charakterizována následujícím způsobem:

Přírodní podmínky: Farma se nachází ve výšce 575 m. n. m. Průměrná roční teplota zde činí 6 – 7 °C. Oblast patří do mírně teplého klimatického okrsku. Z půd převažují dystrické kambizemě, kambizemě oglejené až modální pseudogleje z magmatických a metamorfovaných hornin. Půdy jsou v různém stupni skeletovité. Místy se vyskytují modální a fluvické gleje.

Charakter a průběh pastvy: Celková výměra pastvin činila ve sběrové sezóně 2008 167 ha. Pastva zde probíhala 186 dní. Průměrný počet zvířat na pastvě byl v průběhu sezóny 106 ks. Páslo se po celý den.

Další zásahy prováděné na pastvinách: V jarních měsících před zahájením pastevní sezóny byly pastviny vláčeny. Koncem května byla provedena seč pastvin na senáž. V druhé dekádě června proběhlo na všech produkčních pastvinách kosení nedopasků.

## **2) lokalita Vlčí Jámy**

Lokalita Vlčí Jámy může být charakterizována následujícím způsobem:

Přírodní podmínky: Zemědělský podnik leží v nadmořské výšce 793 m. Průměrná roční teplota se pohybuje od 5,1 - 6 °C. Roční srážkové úhrny dosahují 700 - 800mm. Oblast náleží do mírně teplého klimatického okrsku. Půdy jsou z největší části tvořeny kambizemí o různém stupni skeletovitosti.

Charakter a průběh pastvy: Celková rozloha pastvin zde dosahovala 205 ha. K pasení zvířat byla využívána 154 dní. Průměrné stavy paseného skotu za toto období činily 78 ks. Pastva probíhala po celý den.

Další zásahy prováděné na pastvinách: Na podzim 2007 byla provedena údržba mulčováním. V první dekádě června byly pastviny posečeny na senáž. Další zásahy v čteně kosení nedopasků zde již neprobíhaly.

### 3) lokalita Dolejší Těšov

Lokalita Dolejší Těšov může být charakterizována následujícím způsobem:

Přírodní podmínky: Nadmořská výška zde dosahuje 730 m. Průměrná roční teplota je přibližně shodná s lokalitou Vlčí Jámy a činí 5,3 - 6,2 °C. Roční úhrn srážek se zde pohybuje okolo 600 - 700 mm. Půdy jsou zde převážně kambizemě o vysokém stupni skeletovitosti, s místy vystupující nezvětralou matečnou horninou. Mocnost ornice je zde nízká.

Charakter a průběh pastvy: Celková rozloha pastvin zde činila 92 ha. Pastva zvířat zde probíhala 159 dní. Průměrný počet zvířat na pastvině byl 162 ks. Páslo se pouze přes den, přes noc zvířata ustájena.

Další zásahy prováděné na pastvinách: V jarních měsících byly pastviny vláčeny. Kosení nedopasků zde bylo provedeno dvakrát. Poprvé v první dekádě července, podruhé pak na konci pastevního období v první dekádě října. Seč na senáž zde nebyla na pastvinách prováděna.

Z tohoto přehledu vyplývá, že jednotlivé lokality se mezi sebou lišily zejména pastevním zatížením a částečně rozdílnou údržbou pastvin. Menší odlišnosti byly již v délce pastevního období, s výjimkou Rychnova nad Malší, kde se páslo ze všech lokalit nejdéle. Charakteristiku sledovaných pastvin přehledně shrnuje tabulka 1.

**Tabulka 1. Stručná charakteristika pastvin**

	<b>Rychnov nad Malší</b>	<b>Vlčí Jámy</b>	<b>Dolejší Těšov</b>
Nadmořská výška (m. n. m.)	575	793	730
Průměrný počet zvířat na pastvině (ks)	106	78	162
Výměra pastvin (ha)	167	205	92
Délka pastevního období (den)	186	154	159

## 4. Metodika

### 4.1. Metodika sběru, určení a zařazení materiálu

Sběr pro účely této práce byl prováděn v sezóně 2008. Jak již bylo zmíněno výše, jednalo se o pastviny třech farem nacházejících se v lokalitách: okolí Rychnova nad Malší (u Dolního Dvořiště, kraj Jihočeský), Vlčí Jámy (u Lenory, kraj Západočeský) a oblast Dolejšího Těšova (u Hartmanic nedaleko Sušice, kraj Západočeský).

K odchytu brouků byly použity padací pasti s návnadou čerstvých výkalů skotu. Vlastní past se skládala z plastové nádoby bílé barvy o objemu přibližně 4,5 l a z drátěného roštu tvořeného tzv. králičím pletivem. Při pokládání pasti se v zemi vyhloubily prohlubně přibližně odpovídající objemu nádoby, a to tak, aby po umístění hrana nádoby co nejméně vystupovala nad povrch půdy. Před vlastním položením pasti byl do ní vložen drátěný rošt tak, aby jeho plocha byla vzdálena alespoň 6 cm od jejího horního okraje a umožnila tak aplikaci dostatečně velké návnady exkrementu. Po umístění pasti do prohlubně do ní bylo nalito přibližně 0,5 l desetiprocentního vodního roztoku formaldehydu. Ten měl zajistit usmrcení brouků, kteří proniknou návnadou, a zároveň jejich konzervaci do doby sběru pastí. Poté byla na rošt aplikována návnada výkalů skotu o objemu přibližně 1,5 l a exkrement byl rozprostřen tak, aby vyplňoval celý jeho povrch (viz. příloha, obr.4 a 5).

Pasti byly v jednotlivých lokalitách kladeny po celou pastevní sezónu, tj. od druhé dekády dubna do první dekády října. Kladení probíhalo vždy přibližně v čtyřtýdenních intervalech s výjimkou měsíce srpna, kdy z organizačních důvodů nebylo možné sběr materiálu zajistit. V každé lokalitě byla umístěna trojice pastí a to buď přímo na pastvině, případně v její těsné blízkosti, aby se zamezilo poškození vzorků pasenými zvířaty. Doba expozice pasti v jednotlivých lokalitách byla 7 dní, přičemž předpokládaný maximální nálet brouků do pastí byl v prvních dvou dnech po položení.

Separace materiálu ze sebraných pastí pak probíhala proplavováním a cezením obsahu pastí ve vodě, s následným sběrem brouků ze sít pomocí pinzety. Tímto způsobem bylo dosaženo oddělení vlastního materiálu od zbytků návnady a dalších příměsí (např. země). Takto získaný materiál byl poté uchováván v plastových epruvetách s roztokem formaldehydu. Tím byla zajištěna jeho konzervace až do doby jeho pozdějšího roztržení a určení.

Určení materiálu do druhů bylo provedeno podle prací Tesaře (1957), Balthasara (1964) a Hansena (1987). Při označení druhů a stanovování vyšší nomenklatury (podčeledi, čeledi, nadčeledi, atd.) bylo vycházeno z publikací Krále (1993) a Boukla a kol. (2007). Tento materiál je k dispozici na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

## 4.2. Metodika výpočtu průměrné hmotnosti sušiny biomasy

Pro výpočet průměrné hmotnosti sušiny biomasy (DW) jednotlivých skupin za sledovaná období byla použita metodika publikovaná Šlachtou, a kol. (2008a). Zde byly nejdříve měřeními a odhadem stanoveny průměrné DW jednotlivých druhů (viz. tab. 2.).

**Tabulka 2. Přehled průměrné hmotnosti sušiny biomasy (DW) stanovené pro jednotlivé druhy podle Šlachty, a kol. (2008a)**

<u>Druh</u>	DW [mg]	<u>Druh</u>	DW [mg]
<i>Aphodius ater</i>	4,7	<i>Geotrupes stercorarius</i>	129,9
<i>Aphodius (Acrossus) depressus</i>	15,9	<i>Onthophagus fracticornis</i>	24,2
<i>Aphodius (Chilothorax) distinctus</i>	3,3	<i>Onthophagus joanae</i>	10
<i>Aphodius (Colobopterus) erraticus</i>	13,1	<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	12,6
<i>Aphodius (Aphodius) fimetarius</i>	15,4	<i>Sphaeridium lunatum</i>	12,6
<i>Aphodius (Teuchestes) fossor</i>	58,3	<i>Sphaeridium bipustulatum</i>	4,5
<i>Aphodius haemorrhoidalis</i>	6,8	<i>Sphaeridium marginatum</i>	4,5
<i>Aphodius (Acrossus) luridus</i>	9,5	<i>Cercyon (Cercyon) obsoletus</i>	1,3
<i>Aphodius (Melinopterus) prodromus</i>	5,1	<i>Cercyon lateralis</i>	0,8
<i>Aphodius (Phlacronthus) pusillus</i>	1,2	<i>Cercyon (Cercyon) haemorrhoidalis</i>	0,8
<i>Aphodius (Acrossus) rufipes</i>	30,7	<i>Cercyon (Cercyon) melanocephalus</i>	0,8
<i>Aphodius (Bodilus) rufus</i>	7,8	<i>Cercyon (Cercyon) pygmaeus</i>	0,4
<i>Aphodius sphacelatus</i>	3,3	<i>Cryptopleurum minutum</i>	0,4
<i>Aphodius contaminatus</i>	5,1	<i>Cryptopleurum crenatum</i>	0,4
<i>Oxyomus sylvestris</i>	1,2	<i>Cercyon quisquilius</i>	0,8
<i>Geotrupes spiniger</i>	129,9	<i>Cercyon (Cercyon) unipunctatus</i>	0,8
-	-	<i>Cercyon (Cercyon) impressus</i>	1,3

Následně byly (za každé období sběru vzorků a pro každou lokalitu) vypočítány ze zjištěného počtu exemplářů jednotlivých druhů jim odpovídající hmotnosti sušiny biomasy (počet exemplářů daného druhu vynásoben průměrnou hmotností sušiny jednoho kusu dle tabulky 2) a poté i celková hmotnost sušiny biomasy stanovených skupin (sečteny hmotnosti sušiny všech druhů stanovené skupiny). Výpočet byl proveden z údajů ze všech tří pastí v dané lokalitě, výsledek je pak uveden jako průměr DW na jednu past.

### **4.3. Metodika výpočtu Shannon -Wienerova (Shannonova) indexu**

Shannonův index diverzity byl vypočten pro každou lokalitu zvlášť, ze všech pastí umístěných na sledované pastvině. Pro určení Shannonova indexu jsem použil vztah dle Magurrana (1988):

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \cdot \ln P_i ,$$

kde  $P_i$  je podíl počtu jedinců  $i$ -tého druhu z celkového počtu jedinců všech druhů,  $S$  je počet druhů.



## 5. Výsledky

Následující část práce byla rozdělena do šesti podkapitol. Pro lepší interpretaci výsledků jsem se rozhodl zjištěné druhy patřící do čeledi *Scarabaeidae* rozlišovat na podčeledi *Aphodiinae* a *Coprinae* dle příslušné systematiky (viz. kap. Metodika 4.1.)

### 5.1. Počet druhů zjištěný na sledovaných lokalitách

Celkem bylo určeno 33 druhů koprofágních brouků ze tří čeledí (*Hydrophilidae*, *Geotrupidae*, *Scarabaeidae*). Nejpočetnější skupinu tvořili druhy podčeledi *Aphodiinae* a čeledi *Hydrophilidae*. Méně početné pak byly druhy patřící do podčeledi *Coprinae* a čeledi *Geotrupidae*. Nejvyšší rozmanitost v počtech druhů byla zjištěna v lokalitě Rychnov nad Malší a Dolejší Těšov. Nižší pak v lokalitě Vlčí Jámy. Celkově však u druhové rozmanitosti nebyly na jednotlivých lokalitách zjištěny větší rozdíly (tabulka 3 a 4).

**Tabulka 3. Celkové počty exemplářů, druhů a čeledí zjištěné na jednotlivých lokalitách**

	<b>Dolejší Těšov</b>	<b>Rychnov nad M.</b>	<b>Vlčí Jámy</b>
Celkový počet exemplářů	3267	2983	2475
Podíl exemplářů na celkovém sběru	38%	34%	28%
Počet druhů	30	30	26
Počet čeledí	3	3	3

Z tabulky 4 je dobře patrné, že hlavní zastoupení v počtech zjištěných exemplářů měly na všech lokalitách druhy: *Aphodius prodromus*, *Aphodius sphaelatus*, *Aphodius rufipes*, *Sphaeridium scarabaeoides*, *Sphaeridium lunatum* a *Cercyon obsoletus*. Naopak nejnižší zjištěný výskyt jedinců pro všechny lokality měly druhy: *Aphodius haemorrhoidalis*, *Aphodius luridus*, *Oxyomus silvestris*, *Onthophagus joanae*, *Cercyon pygmaeus* a *Cercyon unipunctatus*.

**Tabulka 4. Přehled druhů zjištěný na studovaných pastvinách (vu – značí zranitelný druh podle Farkače a kol., 2005).**

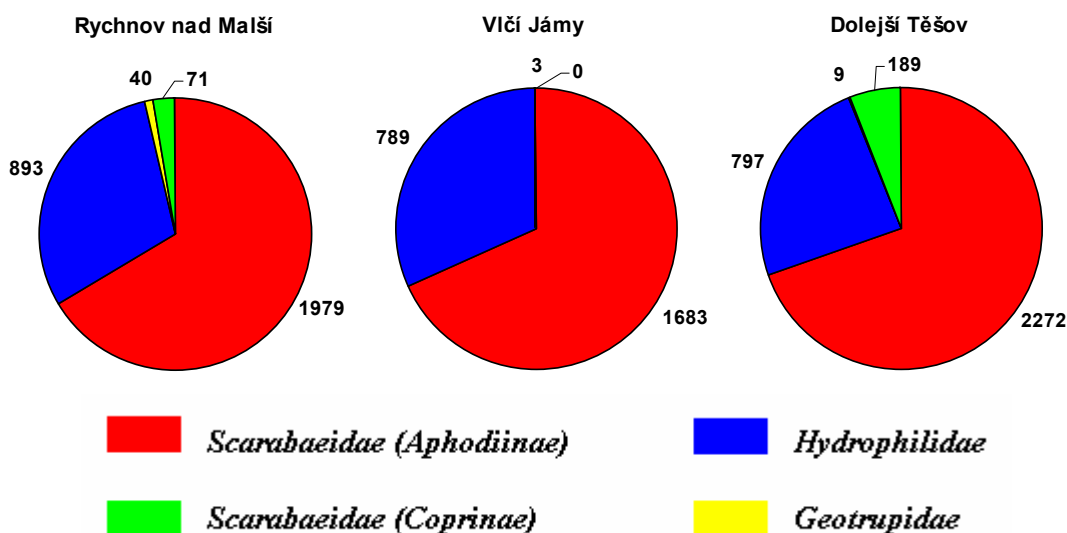
<b>Druh</b>	<b>Dolejší Těšov</b>	<b>Rychnov nad M.</b>	<b>Vlčí Jámy</b>
<i>Aphodius (Agrilinus) ater</i> (De Geer, 1774)	0	55	40
<i>Aphodius (Acrossus) depressus</i> (Kugelann, 1792)	32	2	142
<i>Aphodius (Chilothorax) distinctus</i> (O.F.Müller, 1776)	6	0	0
<i>Aphodius (Colobopterus) erraticus</i> (Linnaeus, 1758)	122	11	12
<i>Aphodius (Aphodius) fimetarius</i> (Linnaeus, 1758)	387	86	23
<i>Aphodius (Teuchestes) fossor</i> (Linnaeus, 1758)	6	14	25
<i>Aphodius (Teuchestes) haemorrhoidalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	7	2
<i>Aphodius (Acrossus) luridus</i> (Fabricius, 1775)	4	9	1
<i>Aphodius (Melinopterus) prodromus</i> (Brahm, 1790)	1194	783	566
<i>Aphodius (Phlacronthus) pusillus</i> (Herbst, 1789)	26	53	36
<i>Aphodius (Acrossus) rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	103	57	476
<i>Aphodius (Bodilus) rufus</i> (Moll, 1782)	27	84	9
<i>Aphodius sphaelatus</i> (Panzer, 1798)	153	817	349
<i>Aphodius contaminatus</i> (Herbst, 1783)	210	0	0
<i>Oxyomus sylvestris</i> (Scopoli, 1763)	1	1	2
<i>Geotrupes spiniger</i> (Marsham, 1802)	0	38	0
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	9	2	3
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) fracticornis</i> (Preyssler, 1790)	188	68	0
<i>Onthophagus joanae</i> Goljan, 1953	1	3	0
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i> (Linnaeus, 1758)	81	283	81
<i>Sphaeridium lunatum</i> Fabricius, 1792	498	362	369
<i>Sphaeridium bipustulatum</i> Fabricius, 1781	12	38	0
<i>Sphaeridium marginatum</i> Fabricius, 1787	22	27	4
<i>Cercyon (Cercyon) obsoletus</i> (Gyllenhal, 1808)	49	61	117
<i>Cercyon (Cercyon) impressus</i> (Sturm, 1807)	40	20	78
<i>Cercyon lateralis</i> (Marsham, 1802)	57	18	86
<i>Cercyon (Cercyon) haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1775)	11	3	6
<i>Cercyon (Cercyon) melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	6	25	20
<i>Cercyon (Cercyon) pygmaeus</i> (Illiger, 1801)	8	6	2
<i>Cryptopleurum minutum</i> (Fabricius, 1775)	10	38	17

<i>Cryptopleurum crenatum</i> (Panzer, 1794) (vu)	0	11	7
<i>Cercyon quisquilius</i> (Linnaeus, 1761)	1	0	0
<i>Cercyon (Cercyon) unipunctatus</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	2
<b>Celkem jedinců</b>	<b>3267</b>	<b>2983</b>	<b>2475</b>
<b>Celkem druhů</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>26</b>

## 5.2. Počet jedinců zjištěný na sledovaných lokalitách

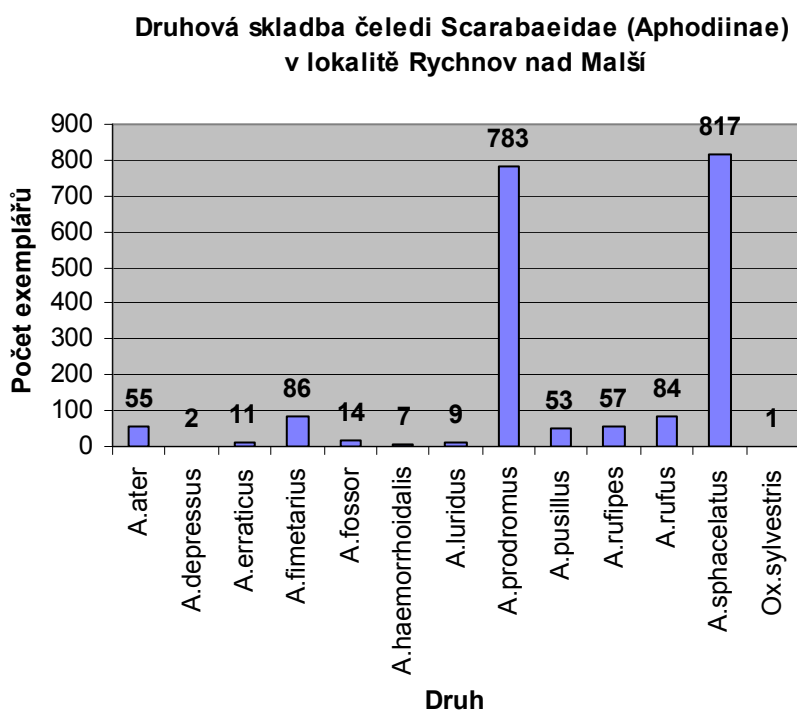
Pomocí výše uvedené metodiky byl za sběrový rok 2008 nashromážděn materiál čítající v souhrnu 8725 jedinců. Z toho nejvíce exemplářů bylo odchyceno v lokalitě Dolejší Těšov, méně v lokalitě Rychnov nad Malší. Nejnižší výskyt byl pak zjištěn v lokalitě Vlčí Jámy. Na obrázku 2 jsou souhrnně znázorněny celkové počty odchycených jedinců a jejich zastoupení v jednotlivých skupinách na sledovaných lokalitách.

**Obr. 2. Celkové počty odchycených jedinců a jejich zastoupení v jednotlivých skupinách**



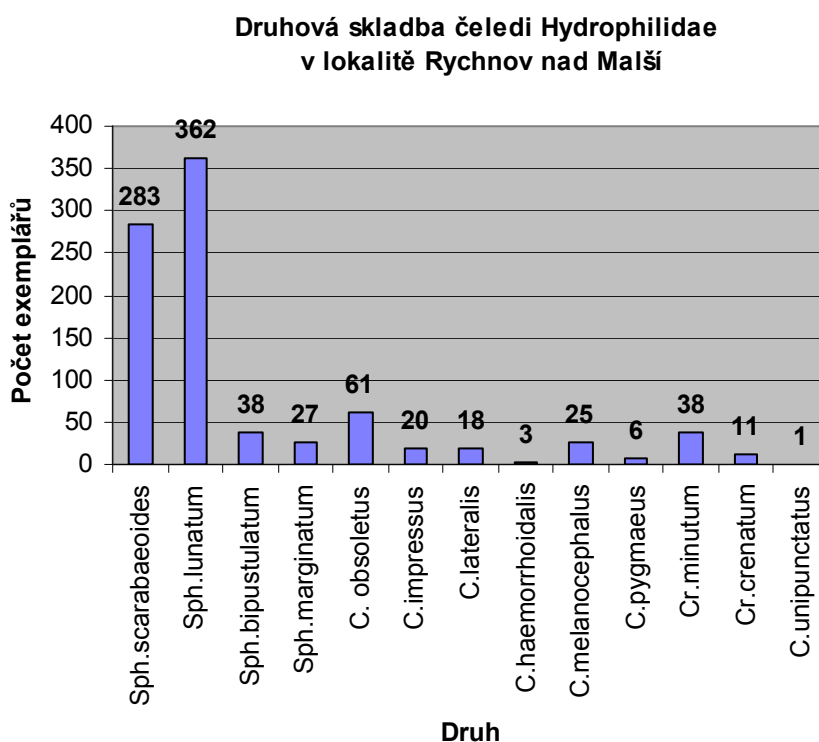
Podrobněji je pak tato problematika řešena na obrázcích 3 až 11, kde jsou pro jednotlivé skupiny zachyceny počty exemplářů všech určených druhů na sledovaných lokalitách.

**Obr. 3. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků podčeledi *Aphodiinae* v lokalitě Rychnov nad Malší.**



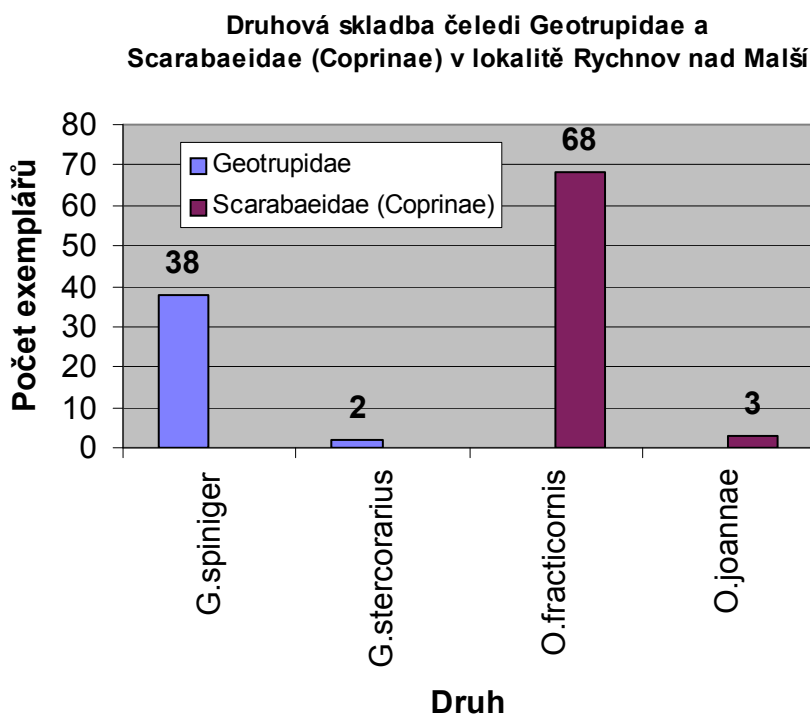
Z obrázku 3 vyplývá, že největší zastoupení na této lokalitě z uvedené podčeledi dosahovaly druh *Aphodius prodromus* a také *Aphodius sphaclatus*, který zde měl ze všech lokalit nejvyšší výskyt. Další již méně výrazné zastoupení zde bylo zjištěno u zástupců druhů *Aphodius fimetarius*, *Aphodius rufus*, *Aphodius ater*, *Aphodius pusillus* a *Aphodius rufipes*. Málo četné zde byly exempláře druhů *Aphodius erraticus*, *Aphodius fossor*, *Aphodius haemorrhoidalis*, *Aphodius luridus*. Nejméně jedinců zjištěných na této lokalitě pak měly druhy *Aphodius depressus* a *Oxyomus sylvestris*.

**Obr. 4. Počet exemplářů zjištěných druhů koprofágních brouků čeledi *Hydrophilidae* v lokalitě Rychnov nad Malší**



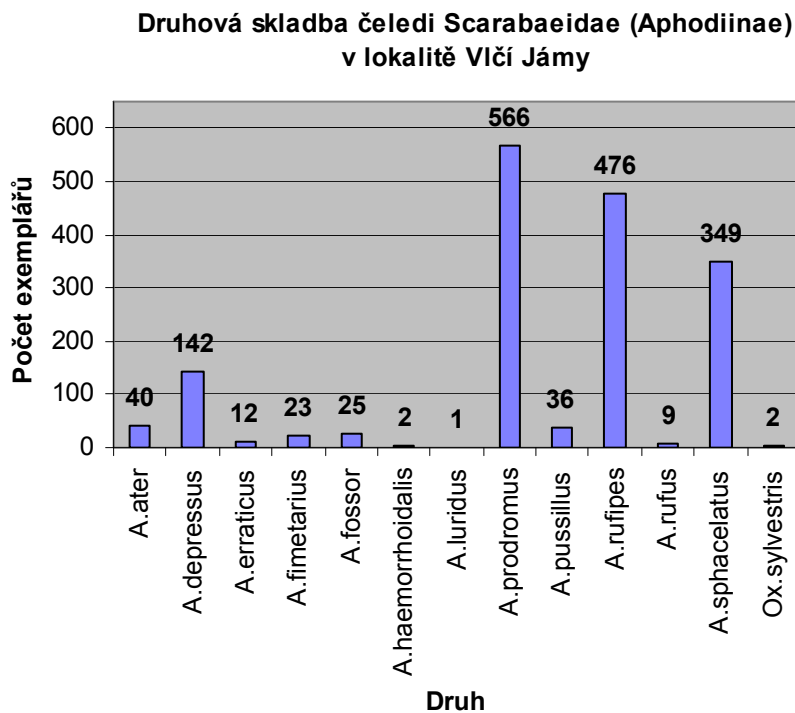
Z obrázku 4 je zřejmé, že z druhů náležících do čeledi *Hydrophilidae* byly odchyceny v lokalitě Rychnov nad Malší největší počty exemplářů u *Sphaeridium scarabaeoides* a *Sphaeridium lunatum*. Přičemž u *Sphaeridium scarabaeoides* zde byla zjištěna nejvyšší četnost ze všech třech sledovaných lokalit. Větší četností se pak rovněž vyznačovaly druhy *Sphaeridium bipustulatum*, *Sphaeridium marginatum*, *Cryptopleurum minutum* a *Cercyon melanocephalus*. Naopak ve srovnání s ostatními lokalitami byl zjištěn výrazně nižší výskyt u *Cercyon impressus* a *Cercyon lateralis*. Velmi nízká četnost výskytu jedinců zde byla zaznamenána také u druhů *Cercyon pygmaeus*, *Cercyon unipunctatus* a *Cercyon haemorrhoidalis*, jejichž zjištěný počet na této lokalitě ve sběrové sezóně 2008 činil od jednoho (u druhu *Cercyon unipunctatus*) do šesti exemplářů (u druhu *Cercyon pygmaeus*).

**Obr. 5. Počet exemplářů zjištěných druhů koprofágních brouků podčeledi *Coprinae* a čeledi *Geotrupidae* v lokalitě Rychnov nad Malší.**



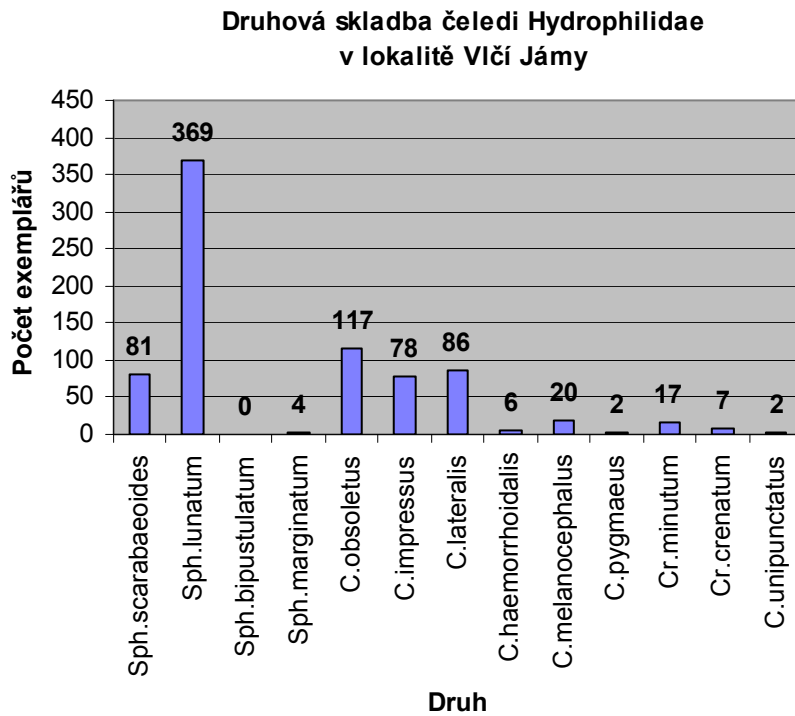
V rámci čeledi *Geotrupidae* měl Rychnov nad Malší nejvyšší druhovou rozmanitost. Jako na jediné lokalitě se zde podařilo určit druh *Geotrupes spiniger*, který se dle Tesaře (1957) řadí na našem území mezi vzácnější druhy. V Rychnově nad Malší se podařilo získat od tohoto druhu celkem 38 exemplářů. Z hlediska četnosti jedinců, tak *G. spiniger* tvořil hlavního zástupce čeledi *Geotrupidae*. Jako dalšího zástupce této čeledi se pak na této lokalitě podařilo určit ještě několik exemplářů druhu *Geotrupes stercorarius*, jehož zjištěná četnost však byla, podobně jako na ostatních sledovaných lokalitách velmi nízká.. U podčeledi *Coprinae* pak byly určeny zástupci druhů *Onthophagus fracticornis* a *Onthophagus joanae*. Zatímco počet jedinců *O. fracticornis* byl zde pro tuto podčeleď dominantní, zjištěný počet exemplářů druhu *O. joanae* ukazoval spíše na vzácný výskyt, což bylo později prokázáno také na ostatních lokalitách.

**Obr. 6. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků podčeledi *Aphodiinae* v lokalitě Vlčí Jámy**



Z obrázku 6 je patrné, že v lokalitě Vlčí Jámy byly druhy s největším počtem odchytených exemplářů *Aphodius prodromus* a *Aphodius sphacelatus*. Ten měl, ale již daleko nižší četnost, než v lokalitě Rychnov nad Malší. Další výrazný rozdíl v počtech jedinců byl ve srovnání s ostatními lokalitami zjištěn u druhu *Aphodius rufipes*, který byl na rozdíl od Rychnova nad Malší i Dolejšího Těšova jedním z nejpočetnějších druhů. Vysoký počet odchytených jedinců byl také zjištěn u druhu *Aphodius depressus*. Ten se v lokalitě Rychnov nad Malší nacházel jen velmi vzácně a rovněž v Dolejším Těšově byl jeho výskyt méně častý. Nejnižší početnost exemplářů pak byla také zde zjištěna u druhů *Aphodius haemorrhoidalis*, *Aphodius luridus* a *Oxyomus sylvestris*. Velmi nízké množství odchytených jedinců také vykazoval *Aphodius rufus*, který byl v Rychnově nad Malší poměrně hojný.

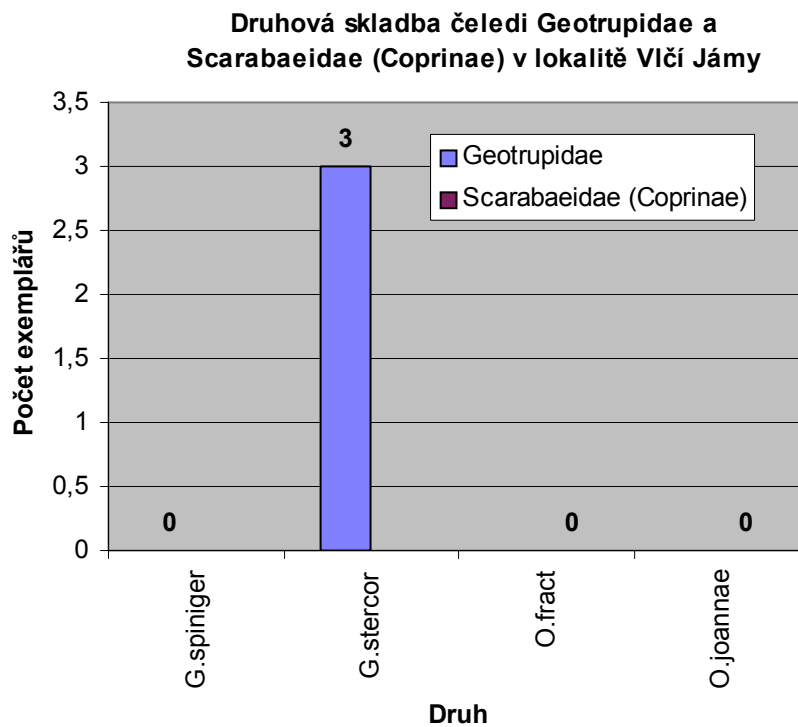
**Obr. 7. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků čeledi *Hydrophilidae* v lokalitě Vlčí Jámy**



U zástupců patřících do čeledi *Hydrophilidae* byla v lokalitě Vlčí Jámy zaznamenána vysoká početnost jedinců zejména u *Sphaeridium lunatum*. Ten měl tady téměř stejně vysoké zastoupení, jako v lokalitě Rychnov nad Malší, kde bylo od tohoto druhu odchyceno 362 exemplářů. Oproti ostatním lokalitám byl ve Vlčích Jamách zjištěn významně vyšší výskyt jedinců druhu *Cercyon obsoletus*, *Cercyon lateralis* a *Cercyon impressus*. Naopak výrazně nižší počty než v lokalitě Rychnov nad Malší zde vykazoval druh *Sphaeridium scarabaeoides*. A dále také *Sphaeridium bipustulatum*, od kterého se na této lokalitě nepodařilo prokázat ani jednoho zástupce.

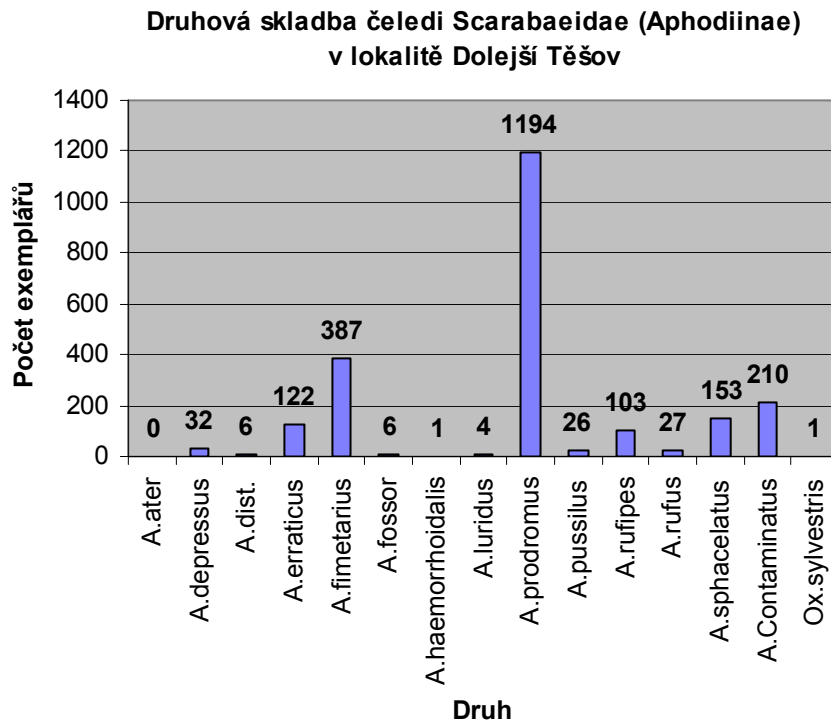


**Obr. 8. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků čeledi *Geotrupidae* a podčeledi *Coprinae* v lokalitě Vlčí Jámy.**



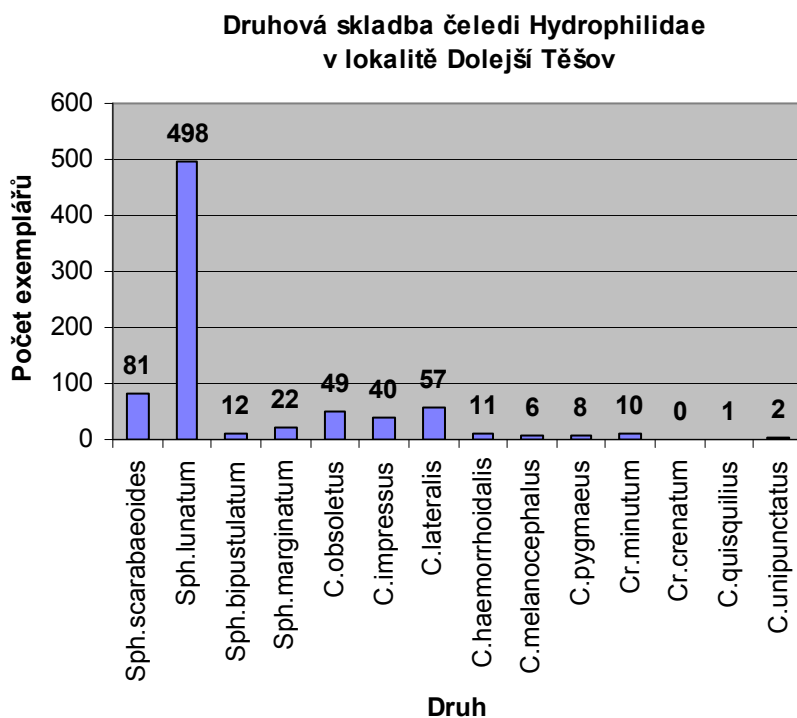
Ze všech sledovaných lokalit byl pro podčeleď *Coprinae* a čeleď *Geotrupidae* zjištěn nejnižší počet jedinců v lokalitě Vlčí Jámy. Tady se podařilo určit pouze tři exempláře druhu *Geotrupes stercorarius*, patřícího do čeledi *Geotrupidae*. Naopak u podčeledi *Coprinae* nebyl nalezen žádný zástupce některého z druhů.

**Obr. 9. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků podčeledi *Aphodiinae* v lokalitě Dolejší Těšov**



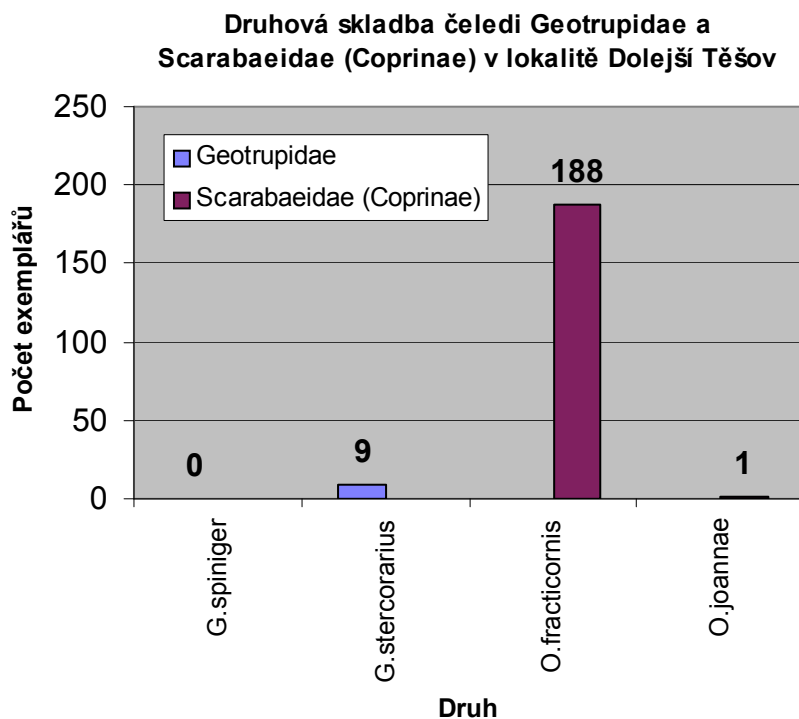
Také v lokalitě Dolejší Těšov byl v rámci podčeledi *Aphodiinae* určen jako jeden z hlavních dominantních druhů *Aphodius prodromus*, který měl v počtech zjištěných jedinců ze všech sledovaných lokalit největší zastoupení. Naopak nižší počet exemplářů byl zaznamenán u *Aphodius sphacelatus*. Ten se vyskytoval hojně jak v Rychnově nad Malší, tak i ve Vlčích Jamách. Ve srovnání s oběma předchozími lokalitami byl zjištěn také poměrně vysoký výskyt jedinců druhu *Aphodius erraticus* a *Aphodius depressus*, který byl po *A. prodromus* nejčetnějším druhem. Dalším z významných rozdílů druhové skladby v Dolejším Těšově, bylo určení druhu *Aphodius Contaminatus*, který se v ostatních lokalitách nevyskytoval. Dle Tesaře (1957) je tento druh na našem území velmi vzácný. V Dolejším Těšově, však dosahovaly odchycení jedinci překvapivě vysoké početnosti. Rovněž se zde jako na jediné lokalitě podařilo určit 6 zástupců druhu *Aphodius distinctus*. Naopak se nepodařilo zaznamenat ani jednoho zástupce, jinak běžného druhu *Aphodius ater*.

**Obr. 10. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků čeledi *Hydrophilidae* v lokalitě Dolejší Těšov**



V lokalitě Dolejší Těšov byl v rámci čeledi *Hydrophilidae* nejvyšší zjištěný počet exemplářů, podobně jako v Rychnově nad Malší a ve Vlčích Jamách u druhu *Sphaeridium lunatum*. Poměrně hojný výskyt měli rovněž jedinci druhu *Sphaeridium scarabaeoides*, jehož zjištěné počty exemplářů se překvapivě zcela shodovaly s lokalitou Vlčí Jámy. Částečně vyšší výskyt jedinců, než ve Vlčích Jamách tady vykazovaly *Sphaeridium bipustulatum* a *Sphaeridium marginatum*. Naopak výrazně méně, než ve Vlčích Jamách zde bylo nalezeno exemplářů *Cercyon obsoletus*, *Cercyon impressus* a *Cercyon lateralis*, jejichž četnost se spíše blížila lokalitě Rychnov nad Malší. V lokalitě Dolejší Těšov se také nepodařilo určit ani jediný exemplář druhu *Cryptopleurum crenatum*, který se na předchozích dvou lokalitách omezeně vyskytoval. Naopak v Dolejším Těšově byl jako na jediné lokalitě určen jeden exemplář druhu *Cercyon quisquilius*.

**Obr. 11. Počet exemplářů zjištěných koprofágních brouků podčeledi *Coprinae* a čeledi *Geotrupidae* v lokalitě Dolejší Těšov**



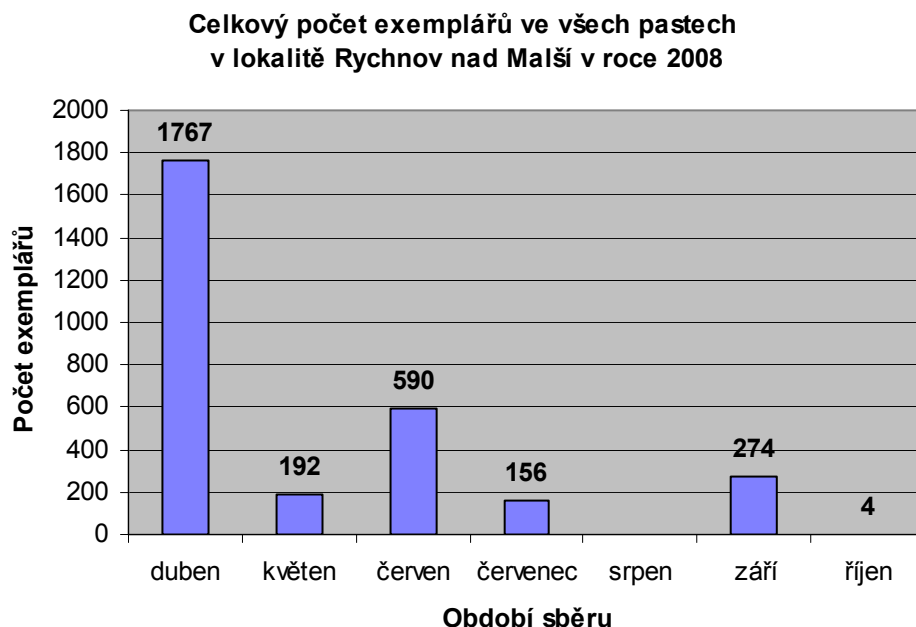
Z druhů patřících do této skupiny byl v lokalitě Dolejší Těšov nejhojnější počet exemplářů u druhu *Onthophagus fracticornis*, jehož zjištěná četnost byla nejvyšší z obou předešlých lokalit. Dále byli ještě určeni zástupci na všech lokalitách málo četných druhů *Geotrupes stercorarius* a *Onthophagus joanae*. Naopak se zde, podobně jako v lokalitě Vlčí Jámy nepodařilo určit ani jeden exemplář druhu *Geotrupes spiniger*.

### 5.3. Sezónní dynamika

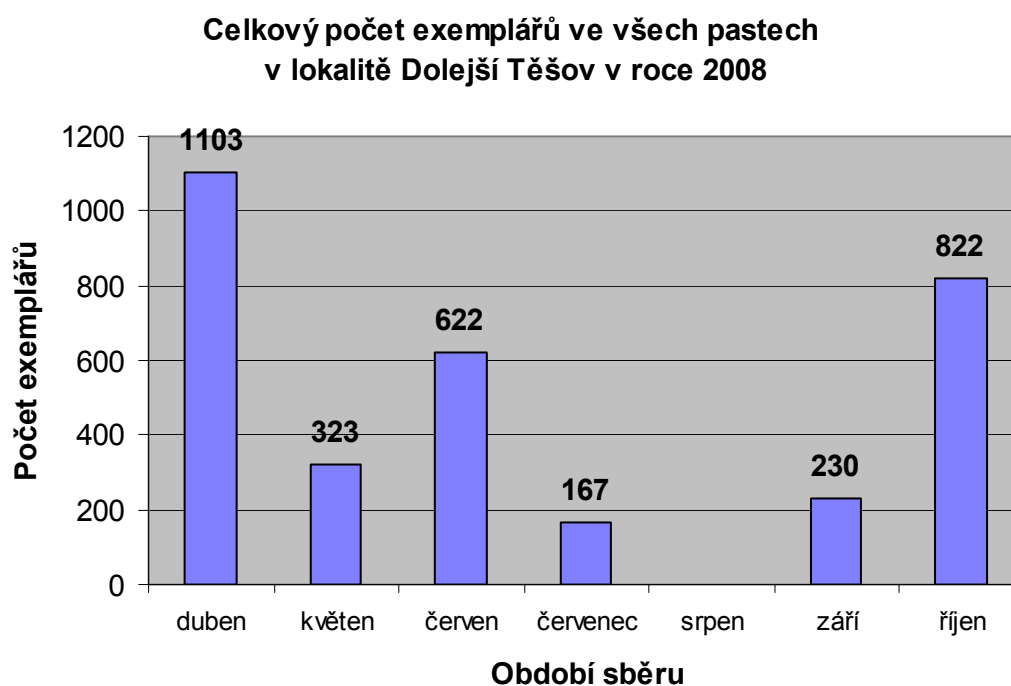
Obrázky číslo 12 až 14 zachycují sezónní dynamiku všech druhů na daných lokalitách ve sběrové sezóně v roce 2008.

V obrázku 12 jsou zachyceny odlišnosti v sezónní dynamice všech zjištěných druhů koprofágních brouků v lokalitě Rychnov nad Malší v jednotlivých měsících ve sběrové sezóně 2008. Z obrázku je dobře patrná vysoká aktivita brouků na počátku sběrové sezóny - tj. v měsíci dubnu, kdy bylo na lokalitě zjištěno 1767 exemplářů. Poté však následoval v měsíci květnu prudký pokles aktivity, kdy se podařilo odchytnout pouze 192 exemplářů. Druhý nejvyšší stupeň aktivity brouků byl zaznamenán v měsíci červnu s následným poklesem v červenci. Na konci sběrové sezóny ještě částečně vzrostla aktivita v měsíci září. V říjnu pak již docházelo k výraznému útlumu aktivity brouků. V tomto posledním sběrovém měsíci se tak podařilo v dané lokalitě odchytnout pouze 4 exempláře.

**Obr. 12. Sezónní dynamika všech druhů koprofágních brouků v lokalitě Rychnov nad Malší v jednotlivých měsících sběru v roce 2008.**

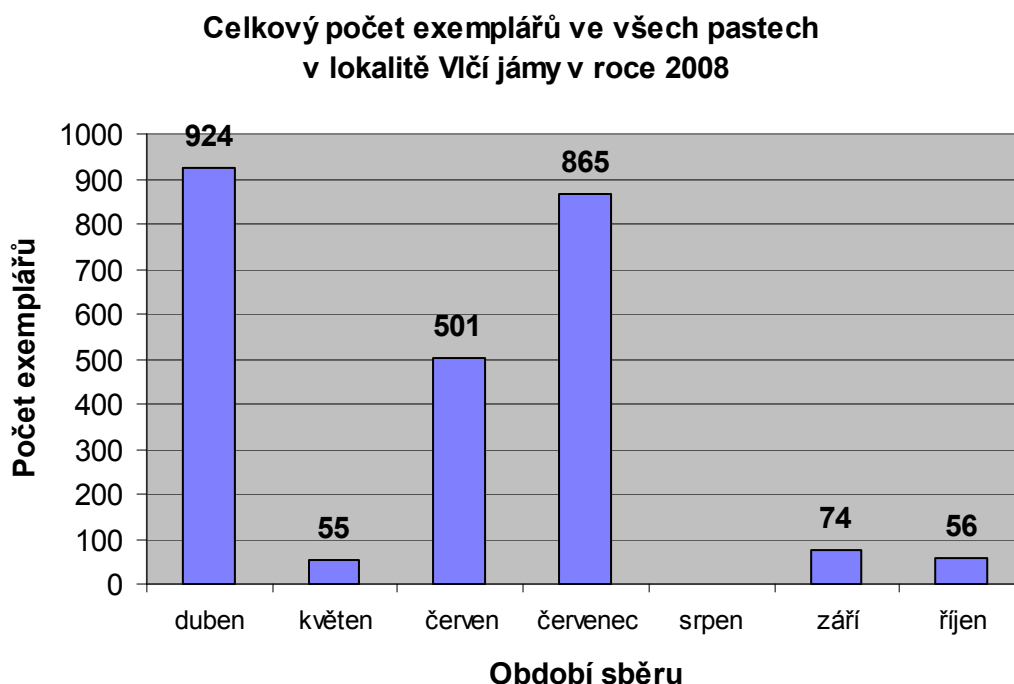


**Obr. 13. Sezónní dynamika všech druhů koprofágních brouků v lokalitě Dolejší Těšov v jednotlivých měsících sběru v roce 2008**



V lokalitě Dolejší Těšov byl zjištěn vrchol aktivity koprofágních brouků rovněž na počátku sběrové sezóny v měsíci dubnu. Také na této pastvině došlo, podobně jako v lokalitě Rychnov nad Malší k výraznému poklesu aktivity v květnu s následným nárůstem v měsíci červnu. Také aktivita zjištěná v červenci a září se shodovala s předchozí lokalitou. I zde bylo možné vysledovat pokles aktivity v červenci a následný mírný nárůst v září. Na rozdíl od předchozí lokality, však byla zjištěna mimořádně vysoká aktivita koprofágních brouků ještě v závěru sběrové sezóny- tj. v měsíci říjnu, kdy bylo odchyceno 822 exemplářů.

**Obr. 14. Sezónní dynamika všech druhů koprofágních brouků v lokalitě Vlčí Jámy v jednotlivých měsících sběru v roce 2008**



Také v lokalitě Vlčí Jámy byl zjištěn během sezóny vrchol aktivity, obdobně jako na předchozích lokalitách v dubnu, kdy byl rovněž odchycen nejvyšší počet exemplářů. Také na této pastvině došlo k následnému výraznému poklesu aktivity v průběhu sezóny v květnu s opětovným nárůstem v červnu. Odlišná byla však aktivita koprofágních brouků v červenci. Na rozdíl od lokalit Dolejší Těšov a Rychnov nad Malší zde došlo místo poklesu, k výraznému nárůstu počtu zjištěných exemplářů a tím i předpokládané aktivity v tomto období. V závěru sběrové sezóny pak již probíhal postupný pokles aktivity brouků, podobně jako v lokalitě Rychnov nad Malší. Na rozdíl od této lokality, však byla zjištěna nižší aktivita brouků v září a naopak vyšší aktivita v říjnu, kdy bylo odchyceno ještě 56 exemplářů.

Sezónní dynamika na sledovaných lokalitách byla na počátku sběrové sezóny v dubnu nejvíce ovlivňována druhy *Aphodius prodromus* a *Aphodius sphaelatus*. Od května do července tvořily hlavní podíl odchycených exemplářů na všech lokalitách druhy z čeledi *Hydrophilidae*. Zvláště *Sphaeridium lunatum*, *Cercyon obsoletus* a v lokalitě Rychnov nad Malší, také *Spaeridium scarabaeoides*. Na některých sledovaných pastvinách měly v této době vysoký výskyt také druhy z podčeledi *Aphodiinae*. Ve

Vlčích Jámách to byl zejména *Aphodius depresus* a v měsíci červenci zvláště *Aphodius rufipes*. V Dolejším Těšově měl pak hlavní podíl ve vzorcích po celé toto období *Aphodius eraticus*.

V závěru sběrové sezóny, byla sezónní dynamika koprofágních brouků na všech lokalitách nejvíce ovlivňována druhy *Aphodius rufipes* a *Aphodius prodromus*, kteří tvořili podstatnou část zářijových a říjnových sběrů. V Dolejším Těšově měl v této době také vysoké zastoupení v sebraném materiálu druh *Aphodius contaminatus*, jehož nejvyšší početnost exemplářů byla zaznamenána na této lokalitě v říjnu.

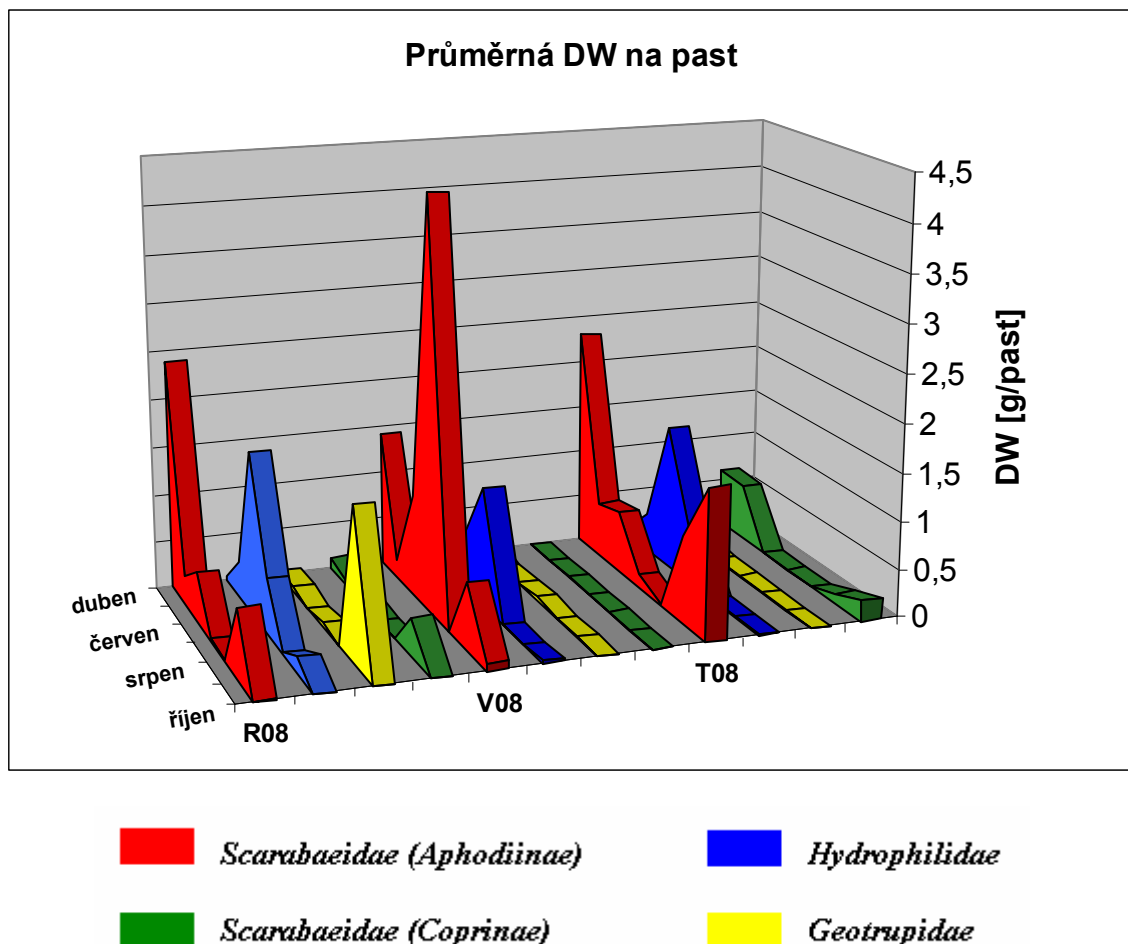


## 5.4. Sezónní distribuce biomasy u jednotlivých čeledí a podčeledí

Pro lepší posouzení sezónní dynamiky druhů koprofágních brouků byla stanovena průměrná hmotnost sušiny biomasy (DW) jednotlivých skupin (připadající na jednu past) za jednotlivá období (viz. kapitola Metodika 4.2.). Zjištěné výsledky přehledně shrnuje obrázek 15.

Při interpretaci tohoto grafu je třeba mít na zřeteli, že v měsíci srpnu nebyl proveden sběr vzorků, skutečná hmotnost sušiny by byla ve většině případů různá od nuly.

Obr. 15. Sezónní distribuce biomasy u jednotlivých čeledí.



Z obrázku 15 lze vysledovat, že zjištěná hmotnost sušiny biomasy druhů z podčeledi *Aphodiinae* dosahovala maxima v dubnu (pro lokality Rychnov nad Malší a Dolejší Těšov), v červenci (lokality Vlčí Jámy). Druhý nejvyšší vrchol byl pak na lokalitách zaznamenán v obráceném pořadí, tj. ve Vlčích Jámách v dubnu a v Rychnově nad Malší a v Dolejším Těšově v září.

U druhů z čeledi *Hydrophilidae* byl vrchol distribuce biomasy zjištěn na lokalitách Rychnov nad Malší a Dolejší Těšov v červnu a na lokalitě Vlčí Jámy v červenci. Další výrazná maxima již nebyla u této skupiny zaznamenána.

Druhy z čeledi *Geotrupidae* se vyznačovaly v Rychnově nad Malší maximální DW na konci sběrové sezóny, v září. Na ostatních lokalitách pak byla zjištěna nejvyšší hodnota naopak na počátku sezóny v dubnu.

Výskyt exemplářů z podčeledi *Coprinae* se podařilo určit pouze v Rychnově nad Malší a v Dolejším Těšově, proto i zjištěná sezónní distribuce se vztahuje pouze k těmto lokalitám. Maximální zjištěná hodnota hmotnosti sušiny byla pro Rychnov nad Malší stanovena v září a v dubnu pro Dolejší Těšov.

Z obrázku 15 dále vyplývá, že ze všech lokalit byl v rámci sezónní distribuce biomasy zaznamenán pro podčeleď *Aphodiinae* nejvyšší vrchol v červenci na lokalitě Vlčí Jámy. A pro podčeleď *Coprinae* v dubnu na lokalitě Dolejší Těšov. Čeleď *Hydrophilidae* pak měla nejvyšší zjištěný vrchol v červnu a čeleď *Geotrupidae* v září. Obě na lokalitě Rychnov nad Malší.

## 5.5. Srovnání druhové rozmanitosti společenstev koprofágních brouků na sledovaných lokalitách pomocí Shannon -Wienerova indexu diversity

Pro přímé porovnání druhové rozmanitosti společenstev koprofágních brouků na pastvinách s různou intenzitou zatížení byl použit Shannon-Wienerův (Shannonův) index diversity (viz. kapitola Metodika 4.3.). Výsledky zjištěné z údajů za celou sběrovou sezónu jsou uvedeny v tabulce 5. Podrobné výsledky za jednotlivé měsíce jsou následně uvedeny v tabulce 6. Z vypočtených hodnot v tabulce 5 vyplývá, že mezi druhovou rozmanitostí na sledovaných lokalitách nebyly zjištěny významné rozdíly. Společenstva koprofágních brouků se však na jednotlivých lokalitách lišila částečně druhovým spektrem, více pak sezónní dynamikou i distribucí biomasy (viz. kapitola Výsledky 5.1. až 5.4.)

**Tabulka 5. Stanovené hodnoty Shannonova indexu pro jednotlivé lokality**

Lokalita	Hodnota indexu
Rychnov nad Malší	1,98727
Vlčí Jámy	2,2737
Dolejší Těšov	2,2052

**Tabulka 6. Stanovené hodnoty Shannonova indexu pro jednotlivé lokality za jednotlivé měsíce**

	Duben	Květen	Červen	Červenec	Září	Říjen
Rychnov nad Malší	1,18	1,98	1,95	1,27	2,23	0,69
Vlčí Jámy	1,00	2,24	2,15	1,54	0,44	1,32
Dolejší Těšov	1,37	2,19	1,84	1,22	1,30	1,26

## 5.6. Charakteristika sledovaných čeledí, podčeledí a druhů

### Čeď *Geotrupidae*

Druhy z této čeledi se vyznačují břichem složeným ze 6 viditelných článků a tykadly tvořenými 11 články, hlava je matná, téměř vždy tomentovaná. Na vnější straně přední holeně je patrné 6 nebo více pilovitých zubů (Tesař, 1957).

Zástupci této čeledi jsou rozšířeni po celém světě. Žijí v nížinách i na horách, některé druhy jsou i vysloveně lesní. Většina druhů žije ve výkalech býložravých savců nebo pod nimi, vrtají do země svislé chodby, do nichž ukládají svá vajíčka. Živí se rostlinou potravou, destruovanou v zažívací soustavě býložravých savců, některé druhy mohou být také fytofágní (Tesař, 1957). V současnosti je známo více než 600 druhů v přibližně 25 rodech a třech podčeledech (Anonymus-9, 2010). U nás je však tato čeleď zastoupena pouze malým počtem druhů i rodů (Tesař, 1957).

Na sledovaných lokalitách byly z této skupiny určeny pouze dva druhy:  
*Geotrupes spiniger* a *Geotrupes stercorarius*.

*Geotrupes spiniger* (Marsham, 1802) - (viz příloha, obr.6.)

Druh vyskytující se především v nížinách i hornatějších oblastech, nikoliv však ve vyšších nadmořských výškách. Lze jej nalézt především v hovězích, koňských, případně i jiných výkalech.

Je rozšířen po celé Evropě, v mnohých místech střední a severní Evropy však chybí. Hlavním centrem jeho rozšíření je jižní a jihozápadní Evropa. U nás se vyskytuje jen místy a vzácně (Tesař, 1957).

Na sledovaných lokalitách se jeho výskyt podařilo prokázat pouze v Rychnově nad Malší, kde byl zjištěn nejvyšší počet jedinců v září.

*Geotrupes stercorarius* (Linnaeus, 1758)

Tento druh je rozšířen po celé Evropě, zasahuje i na Kavkaz a Sibiř. V horách se nachází do nadmořské výšky 1800-2300 m. V našich podmínkách se vyskytuje od jara do podzimu v trusu koní, skotu a ovcí (Tesař, 1957). Tento druh byl u nás dříve poměrně běžný, od padesátých let však téměř vymizel, hojněji se udržel pouze v oblasti Šumavy (Křivan, 2000).

Vyskytoval se na všech sledovaných lokalitách, ale jen velmi vzácně, nejčastěji na počátku sběrové sezóny v dubnu a květnu.

### **Podčeleď *Coprinae***

Povrch těla druhů této podčeledi je většinou hladký, jen u některých rodů *Onthophagus* se setkáváme s chloupkovanými krovkami a štítem. Tykadla jsou tvořena obvykle 8, někdy i 9 tykadlovými články (Tesař, 1957). Hruď je při pohledu shora nápadná mohutně vyvinutým štítem (tzv. prothorax). Krovky jsou buď silně klenuté,

nebo naopak zploštělé, někdy slabě sedlovité. Zbarvení většiny druhů je černé, hnědé, červeno, nebo žlutohnědé, případně jsou tyto barvy na různých částech těla kombinovány (Balthasar, 1956).

Řada druhů podčeledi *Coprinae* je omezena na tropické a subtropické kraje (Balthasar, 1956).

Ve sledovaných lokalitách byly z této podčeledi určeny dva druhy: *Onthophagus (Palaeonthophagus) fracticornis* a *Onthophagus joanae*.

*Onthophagus (Palaeonthophagus) fracticornis* (Preyssler, 1790) - (viz příloha, obr.7)

Je rozšířen po celé Evropě. U nás patří mezi nejběžnější druhy. Lze jej nalézt na celém našem území i ve vyšších polohách (Tesař, 1957). Vyskytuje se pravidelně od jara do podzimu, převážně na pastvinách ve výkalech skotu, koní i ovcí. Příležitostně se může vyskytovat také v lesích v exkrementech jelenovitých (Křivan, 2000).

Tento druh byl také poměrně hojný v Dolejším Těšově i v Rychnově nad Malší, kde se vyskytoval na počátku sběrové sezóny (v dubnu, květnu) a na konci (v září i říjnu). Ve Vlčích Jámách se však nepodařilo určit ani jednoho zástupce.

*Onthophagus joanae* (Goljan, 1953)

Tento druh je velmi podobný příbuznému druhu *Onthophagus ovatus*, od kterého byl oddělen až v padesátých letech (Goljan, 1953). Druh byl poprvé popsán v Polsku, kde byl zjištěn jeho nejvyšší výskyt v létě (Tesař, 1957). U nás je výskyt pravidelný od dubna do konce října, převážně na pastvinách v exkrementech skotu, ovcí, koní i jelenovitých (Tesař, 1957).

Na sledovaných lokalitách se vyskytoval velmi omezeně v Rychnově nad Malší a Dolejším Těšově.

### **Podčeleď *Aphodiinae***

Druhy této podčeledi mají tykadla složená z 9 článků, tykadlový vějíř je utvořen ze 3 volných tomentovaných článků. Zadeček je složen ze 6 článků z nichž 5 je viditelných. Tělo je podlouhlé, jeho povrch se silněji nebo slaběji klenutý, většinou hladký a lesklý. Hlava je většinou mírně skloněná, hladká, tečkovaná nebo různě skulpturovaná. Štít je příčný, širší než hlava, jeho povrch je jemně nebo hustě tečkován, často má podélnou mediální rýhu.

Zástupci této podčeledi jsou dnes rozptýleni po celém světě, některé druhy pronikly daleko na sever až k hranici věčného ledu (Tesař, 1957).

Na sledovaných lokalitách tvořily druhy patřící do této podčeledi podstatnou část odchycených exemplářů. Nejpočetnějšími zjištěnými druhy na všech pastvinách byly zejména: *Aphodius (Melinopterus) prodromus*, *Aphodius (Acrossus) rufipes*, *Aphodius sphacelatus*.

#### *Aphodius (Agrilinus) ater* (De Geer, 1774) - (viz příloha, obr.8)

Jedná se převážně o lesní druh, jehož rozšíření je nedostatečně prozkoumáno (Křivan, 2000). Vyskytuje se zejména v jarních měsících, ve výkalech hovězího dobytka, ovcí i jelenů. Ojediněle byla imaga zaznamenána i na mršinách. Druh je rozšířen ve střední a severní Evropě, ve Francii i na Sibiři (Tesař, 1957).

Vyskytoval se poměrně hojně v Rychnově nad Malší a ve Vlčích Jámách hlavně na počátku sběrové sezóny. V Dolejším Těšově se jeho výskyt nepodařilo prokázat.

#### *Aphodius (Acrossus) depressus* (Kugelann, 1792)

Převážně lesní druh, žije zejména v lesních biotopech ve výkalech skotu, koní, jelenů i srnčí zvěře (Stebnicka, 1976).

Zjištěn byl na všech lokalitách. Hojný byl zejména ve Vlčích Jámách, méně pak v Dolejším Těšově. Naopak vzácný byl v Rychnově nad Malší.

#### *Aphodius (Colobopterus) erraticus* (Linnaeus, 1758)

V našich podmínkách poměrně hojný polyfágní druh. Žije v exkrementech všech velkých býložravců i lidí. Rozšířen po celé Evropě, nachází se také v severní Asii, severní Americe a severní Africe (Tesař, 1957).

Vysoký počet exemplářů se u tohoto druhu podařilo určit v Dolejším Těšově, kde se vyskytoval zejména v květnu, červnu a červenci. Na ostatních lokalitách byl již méně hojný.

#### *Aphodius (Aphodius) fimetarius* (Linnaeus, 1758) - (viz příloha, obr.9)

Je běžný ve většině zemí Evropy, Asie (kromě východní části) a severní Afriky. Kromě toho byl importován také do severní Ameriky (Balthasar, 1964). U nás je jedním z nejobecnějších druhů (Tesař, 1957). Žije ve všech exkrementech a lze jej také často nalézt v rozkládající se rostlinné hmotě. Přezimuje zřejmě jako imago (Křivan, 2000).

První jedinci, kteří prezimovali se objevují již v polovině března (Tesař, 1957).

Několikrát byl také popsán jako škůdce na žampionových kulturách (Balthasar, 1964).

Tento druh byl také častý na všech sledovaných lokalitách, nejvíce exemplářů se podařilo určit v Dolejším Těšově, méně pak v Rychnově nad Malší a ve Vlčích Jámách.

#### *Aphodius (Teuchestes) fossor* (Linnaeus, 1758)

Tento druh je rozšířen po celé střední a severní Evropě, na jihu zasahuje do severního Španělska, severní Itálie a severní části Balkánského poloostrova (Balthasar, 1964). U nás je hojný (Tesař, 1957).

Vyskytuje od konce dubna do začátku října, rozmnožování probíhá od května do konce srpna. Preferuje většinou zalesněné a horské oblasti. Žije zejména ve výkalech skotu (Balthasar, 1964).

Na sledovaných lokalitách se jeho výskyt podařilo prokázat všude, byl ale méně četný.

#### *Aphodius (Teuchestes) haemorrhoidalis* (Linnaeus, 1758)

Tento druh je rozšířen v téměř celé Evropě, kromě severu. Je znám také na Kavkazu, střední Asii, na Sibiři a v Tibetu. Byl zavlečen také do severní Ameriky. V subalpínské zóně zasahuje do výšky 2000 m (Balthasar, 1964). U nás hojný v nížinách po podhůří, od jara do podzimu pod exkrementy velkých obratlovců i lidí (Tesař, 1957).

Nejhojnější výskyt je od dubna do října, prezimuje larva ve třetím instaru, nebo kukla. Má dvě až tři generace v roce, podle podmínek lokality (Vitner, 1998).

Tento druh se vyskytoval na všech lokalitách, ale jen ve velmi nízkých počtech exemplářů.

#### *Aphodius (Melinopterus) prodromus* (Bram, 1790) - (viz příloha, obr.10)

Náš nejběžnější druh, dospělci se vyskytují skoro po celý rok, od prvních teplých dnů až do počátku zimy. Časně na jaře poletuje v masách. S výjimkou hřebenů hor se vyskytuje na celém našem území (Tesař, 1957). Je známý po celé Evropě, vyskytuje se také v západní a střední Asii, ale také v severní Americe, kam byl pravděpodobně zavlečen lodní dopravou (Balthasar, 1964).

Žije ve všech exkrementech, zejména v koňských, nezřídka také na hnijících rostlinných zbytcích (Stebnicka, 1976).

Také na všech sledovaných lokalitách se nacházel v pastech ve velkých počtech, zejména na počátku sběrové sezóny v dubnu, částečně pak také v září a říjnu. Byl jedním z nejvíce zastoupených druhů.

*Aphodius (Bodilus) rufus* (Moll, 1782)

U nás všeobecně rozšířen, zejména v nížinách i v podhorských krajích. Vyhledává nejraději čerstvé koňské nebo hovězí výkaly. Nejhojnější výskyt na jaře a v létě (Tesař, 1957). Tento druh je nejčastější v téměř celé Evropě a západní a střední Sibiři (Balthasar, 1964).

Ve Vlčích Jámách se vyskytoval řídce. V ostatních lokalitách byl výskyt poměrně četný od června do září.

*Aphodius (Acrossus) rufipes* (Linnaeus, 1758) - (viz příloha, obr. 11)

Ve střední Evropě se vyskytuje od jara do podzimu, zejména v horách a podhůří. Nejčastěji se nachází ve výkalech skotu, koní i člověka. Méně častěji v exkrementech divoce žijících zvířat (Balthasar, 1964). U nás všude hojný (Tesař, 1957). Přezimuje ve stádiu kukly, takže vývoj je dokončen až v následujícím roce (Křivan, 2000).

Tento druh byl nejhojnější ve Vlčích Jámách. Také v ostatních lokalitách byl ale počet určených exemplářů poměrně vysoký. Vyskytoval se od června do října.

*Aphodius sphaelatus* (Panzer, 1798) - (viz příloha, obr. 12)

Rozšířen v téměř celé Evropě s výjimkou severu (Balthasar, 1964). U nás vzácný, o jeho bionomii je málo údajů (Křivan, 2000).

Vyskytuje se od jara do podzimu v lidských, koňských, případně i jiných výkalech, často společně s *Aphodius prodromus* (Tesař, 1957). V horách často zjištěn výskyt v exkrementech ovcí (Stebnicka, 1976).

Vyskytoval se ve velkých počtech na všech sledovaných lokalitách, zejména na počátku sběrové sezóny. Nejvyšší počty exemplářů byly zaznamenány na lokalitě Rychnov nad Malší.

*Aphodius (Acrossus) luridus* (Fabricius, 1775)

Eurosibiřský, téměř všude běžný druh, který se rozšířil k východní Sibiři, do severní a střední Asie a na jih do severní Afriky. Lodní dopravou byl také zavlčen na Antily a do severní Ameriky (Balthasar, 1964). Na našem území všeobecně rozšířený.



Nejčastěji se vyskytuje na pastvinách ve výkalech ovcí, hovězího dobytka a jelenů (Tesař, 1957).

Jeho výskyt byl zaznamenán v dubnu na všech lokalitách, ale jen ve velmi nízkých počtech exemplářů.

#### *Aphodius (Phlacronthus) pusillus* (Herbst, 1789)

Druh obývající téměř celou Evropu, je rozšířen také na Sibiři, v Japonsku a střední Asii. Ve střední Evropě je hojný hlavně na jaře (Balthasar, 1964). Žije na suchých pastvinách zejména v kravských, ovčích, koňských a kozích výkalech (Tesař, 1957). Také se může vyskytovat v lidských exkrementech, ojediněle také ve výkalech divoce žijících zvířat (Balthasar, 1964).

Byl určen na všech sledovaných lokalitách, nejvíce exemplářů bylo odchyceno v červenci a září.

#### *Aphodius contaminantus* (Herbst, 1783)

Je rozšířen ve střední, jižní Evropě a také v jižnějších oblastech severní Evropy. Výskyt zasahuje i do severní Afriky (Balthasar, 1964). V našich podmínkách se vyskytuje zejména na podzim v exkrementech koní. Je velmi vzácný (Tesař, 1957).

Výskyt tohoto druhu se podařilo určit pouze v lokalitě Dolejší Těšov, kde se však v září a říjnu nacházel ve vysokých počtech exemplářů.

#### *Aphodius (Chilothorax) distinctus* (O.F.Müller, 1776)

Jeden z našich nejhojnějších a nejobecnějších druhů (Tesař, 1957). Vyskytuje se na pastvinách, polních cestách, nejčastěji v exkrementech koní, ale také i jiných býložravců i lidí (Tesař, 1957). Nejvíce se nachází ve výkalech skotu (Stebnicka, 1976), velmi často se však může nacházet také v tlející rostlinné hmotě (Balthasar, 1964). Vyskytuje se často společně s *Aphodius prodromus* (Tesař, 1957). Tento velmi obecný druh je rozšířen na většině území Evropy a v Malé Asii. Kromě toho byl lodní dopravou zavlčen také do severní Ameriky (Balthasar, 1964).

Vyskytoval se pouze v lokalitě Dolejší Těšov v závěru sběrové sezóny v říjnu a v počtu pouze několika exemplářů.

### *Oxyomus sylvestris* (Scopoli, 1763)

Široce polyfágní druh. Larva i imágo žijí v zahrnovajících rostlinných zbytcích, v hnoji, kompostech, ve výkalech, pod vlhkým listím a mechem, někdy i v hnízdech ptáků a savců (Tesař, 1957). Je rozšířen po celé Evropě, s výjimkou dalekého severu. Také v západní a střední Asii je jeho výskyt častý (Balthasar, 1964). U nás je tento druh všeobecně rozšířen a hojný (Tesař, 1957).

Na sledovaných lokalitách se vyskytoval všude, ale jen o velmi nízkém počtu exemplářů.

### **Čeleď *Hydrophilidae***

Jedná se o převážně malé druhy o velikosti od 1 do 50 mm, charakteristická jsou pro ně paličkovitá tykadla, u většiny vodních druhů navíc i dlouhá čelistní makadla. Někdy i plovoucí brvy na středních a zadních nohách. Celkový vzhled dospělců je však poměrně různorodý. Zástupci této čeledi jsou rozšířeni po celém světě s výjimkou polárních oblastí. Největší druhové diversity dosahují v tropech. Většinu střeoevropských druhů můžeme nalézt kromě trusu ptáků a výkalů savců také v rozkládajícím se substrátu organického původu, v listové hrabance, ale také velmi často v litorální zóně a při břehu stojatých i pomalu tekoucích vod. V současnosti je v rámci této čeledi známo přibližně 3000 druhů patřících do více než 170 rodů (Boukal a kol., 2007).

Na sledovaných lokalitách tvořily druhy patřící do této čeledi také poměrně velké množství odchycených exemplářů. Nejvíce odchycených jedinců bylo na všech pastvinách zaznamenáno u druhů: *Sphaeridium lunatum*, *Sphaeridium scarabaeoides* a *Cercyon (Cercyon) obsoletus*.

### *Sphaeridium scarabaeoides* (Linnaeus, 1758) - (viz. příloha, obr.13)

Tento druh je široce rozšířen v palearktické i nearktické oblasti, byl introdukován i do afrotropické a tichomořské oblasti (Hansen, 1999).

Na sledovaných lokalitách byl největší výskyt zjištěn v Rychnově nad Malší, ale poměrně hojný počet exemplářů byl zaznamenán také v Dolejším Těšově a ve Vlčích Jamách. Nejvíce jedinců bylo odchyceno v červnu a červenci, méně již na počátku a na konci sběrové sezóny v dubnu, září a říjnu.

*Sphaeridium lunatum* (Fabricius, 1792) - (viz. příloha, obr.14)

Široce rozšířený palearktický druh, introdukovaný do nearktické oblasti (Smetana 1978, Hansen 1999). Byl také introdukován do Severní Ameriky (Smetana, 1978). V České republice má lokální výskyt, není hojný (Boukal a kol., 2007).

Na sledovaných lokalitách se však vyskytoval ve vysokých počtech exemplářů, zejména od května do července, méně pak již v září a říjnu.

*Sphaeridium marginatum* (Fabricius, 1787)

Dříve byl tento druh určován jako *Sphaeridium bipustulatum*. Jedná se o široce rozšířený palearktický druh (Hansen, 1999). V ČR je velmi hojný, nejhojnější druh rodu. Kromě výkalů býložravých savců se může vyskytovat také v různých hnijících zbytcích rostlin (Boukal a kol., 2007).

Vyskytoval se na všech lokalitách od dubna do července, ve Vlčích Jamách byl však poměrně vzácný.

*Sphaeridium bipustulatum* (Fabricius, 1781)

Palearktický druh rozšířený od Španělska a Alžírska až na západní Sibiř (Hansen, 1999). V ČR je lokálně hojný, zejména v nížinách a podhůří (Boukal a kol., 2007).

Výskyt tohoto druhu se podařilo prokázat pouze v Rychnově nad Malší a v Dolejším Těšově, kde se vyskytoval proměnlivě v dubnu, květnu, červnu, červenci a září.

*Cercyon (Cercyon) obsoletus* (Gyllenhal, 1808)

Západopalearktický druh, rozšířený od severní Afriky, včetně Kanárských ostrovů a jihozápadní Evropy do střední Asie. Na severu Evropy chybí (Hansen, 1999). V ČR se nejčastěji vyskytuje v horských a podhorských oblastech. Nalézán je nejčastěji ve výkalech býložravých savců, především ovcí a koní, méně často pak v exkrementech krav a jelenů. Ojediněle se může vyskytovat i v jiných organických materiálech (Boukal a kol., 2007).

Nejvyšší počet exemplářů tohoto druhu se podařilo určit ve Vlčích Jamách, ale také na ostatních lokalitách byl poměrně hojný. Vyskytoval se od dubna do července. V Rychnově nad Malší pak bylo zaznamenáno ještě několik jedinců v září.

*Cercyon (Cercyon) impressus* (Sturm, 1807) - (viz. příloha, obr.15)

Tento palearktický druh je široce rozšířen od Skandinávie po Turecko, Kavkaz a střední Asii. Introdikován byl také do Severní Ameriky (Smetana, 1978). Jeden z nejhojnějších druhů rodu *Cercyon* v Čechách i na Moravě. Nejhojněji se vyskytuje v horských a podhorských oblastech na otevřených pastvinách a v lesích. Žije v různých druzích rozkládající se organické hmoty, kromě výkalů velkých býložravých savců jej lze nalézt také na zdechlinách (Boukal a kol., 2007).

Výskyt byl zaznamenán na všech lokalitách, nejvíce ve Vlčích Jamách, kde se exempláře tohoto druhu nacházely od dubna do července a ojediněle také v září a říjnu.

*Cercyon lateralis* (Marsham, 1802) - (viz příloha, obr.16)

Je široce rozšířen po celé palearktické oblasti, byl introdikován a rozšířen i v Severní Americe (Hansen, 1999). V ČR je nejčastěji nalézán v hničících rostlinných zbytcích a ve výkalech býložravých savců. Časté jsou také nálezy u zdechlin a občas i poblíž nor savců (Boukal a kol., 2007).

Nejvyšší počet exemplářů byl zjištěn v lokalitě Vlčí Jámy, kde se vyskytoval od dubna do července a ojediněle také v říjnu. Nejméně jedinců pak bylo zaznamenáno od června do září v Rychnově nad Malší.

*Cercyon (Cercyon) haemorrhoidalis* (Fabricius, 1775)

Palearktický druh, introdikován také do Severní Ameriky, kde je rovněž široce rozšířen (Smetana, 1978). Zavlečen byl také do Austrálie, na Nový Zéland a Filipíny (Hansen, 1999). Kromě horských oblastí je v ČR poměrně hojný. Žije ve výkalech býložravých savců, hničící vegetaci a také pod zdechlinami (Boukal a kol., 2007). Častý je také výskyt v náplavech v blízkosti vod (Smetana, 1978).

Nízký výskyt byl zjištěn na všech sledovaných lokalitách v počtech několika málo exemplářů.

*Cercyon (Cercyon) melanocephalus* (Linnaeus, 1758) - (viz příloha, obr.17)

Široce rozšířený palearktický druh, zasahující od Islandu přes celou Evropu až po západní Sibiř (Hansen, 1999). V ČR je nejčastější v horských a podhorských oblastech, v nížinách prakticky chybí. Preferuje čerstvé, ale na povrchu již mírně zaschlé výkaly s vysokým obsahem vnitřní vlhkosti. Nejčastěji je nalézán v exkrementech ovcí a koní, méně často krav a jelenů (Boukal a kol., 2007).

Nejnižší výskyt byl zaznamenán v Dolejším Těšově, kde byly nalézány ojedinělé počty exemplářů tohoto druhu v dubnu, květnu a červnu. Na ostatních lokalitách se vyskytoval hojněji, zejména v dubnu a červenci. Ve Vlčích Jámách bylo několik exemplářů odchyceno ještě také v říjnu.

#### *Cercyon (Cercyon) pygmaeus* (Illiger, 1801)

Je široce rozšířený po celé palearktické oblasti, nenalezen pouze na Dálném východě Ruska a na Pyrenejském poloostrově, introdukován byl také do Severní Ameriky (Smetana, 1978). V ČR je nejčastější v horských a podhorských oblastech. Preferuje čerstvé, ale na povrchu již mírně zaschlé výkaly, s vysokým obsahem vnitřní vlhkosti. Lze jej nalézt ve výkalech býložravců, především ovcí a koní, méně často v exkrementech krav a jelenů (Boukal a kol., 2007).

Nízké počty jedinců tohoto druhu byly zaznamenány na všech sledovaných lokalitách.

#### *Cercyon (Cercyon) unipunctatus* (Linnaeus, 1758)

Druh široce rozšířený v palearktické oblasti od Islandu po Japonsko, introdukován také do Severní Ameriky (Hansen, 1999). V ČR poměrně hojný, nalézán obvykle v hniјících rostlinných zbytcích a kompostech, méně často v exkrementech býložravých savců (Boukal a kol., 2007).

Jeho výskyt se podařilo prokázat na všech sledovaných lokalitách, ale jen ve velmi omezeném počtu exemplářů.

#### *Cryptopleurum minutum* (Fabricius, 1775)

Široce rozšířený druh po celé palearktické oblasti a introdukován také do nearktické oblasti, kde se vyskytuje rovněž na rozsáhlém území (Hansen, 1999). V české republice je hojný, často se nachází v hniјících rostlinných zbytcích, ve výkalech různých savců, popř. i na mršinách (Boukal a kol., 2007).

Tento druh se vyskytoval na všech sledovaných lokalitách proměnlivě od dubna do září. Nejvíce exemplářů bylo zaznamenáno v lokalitě Rychnov nad Malší.

#### *Cryptopleurum crenatum* (Panzer, 1794)

Široce rozšířený evropský druh, vyskytující se od Skandinávie a Velké Británie po Francii, Itálii, východně na Balkán, do Turecka a na Krym (Hansen, 1999). Je

nejvzácnějším druhem svého rodu v ČR, je vzácný v Čechách i na Moravě. Žije především ve výkalech různých savců (Boukal a kol., 2007).

Výskyt tohoto druhu se podařilo prokázat jen na lokalitách Rychnov nad Malší a Vlčí Jámy a to v počtech pouze několika málo exemplářů.

#### *Cercyon (Cercyon) quisquilius* (Linnaeus, 1761)

Je to druh široce rozšířený v palearktické oblasti, introdukovan a široce rozšířen také v nearktické a netropické oblasti v Austrálii a na Havaji (Smetana, 1978). V ČR je jedním z nejběžnějších druhů rodu *Cercyon*. Obvykle je nalézán v hniјících rostlinných zbytcích, kompostech a výkalech býložravců (Boukal a kol., 2007).

Z tohoto druhu byl určen pouze jeden zástupce v lokalitě Dolejší Těšov

## 6. Diskuse

Tato diplomová práce si kladla za cíl studium biodiversity koprofágních brouků v podhorských oblastech s různou úrovní pastevního zatížení. Ve světě byly podobné studie prováděny například v jižním Irsku (Hutton a Giller, 2003), kde byl sledován vliv ekologického, intenzivního a extenzivního obhospodařování pastvin na společenstva koprofágních brouků pomocí návnadových pastí. Bylo zde zjištěno, že 54% všech odchycených jedinců pocházelo z ekologické farmy, 30% z intenzivně využívaných pastvin a 16% z extenzivních pastvin. Při našem sledování nebylo na žádné lokalitě uplatňováno ekologické obhospodařování. Přesto se však i v naší práci podařilo zaznamenat nejvyšší výskyt exemplářů na lokalitě s největším pastevním zatížením, kde bylo odchyceno 38 % jedinců z celkového sběru. A zároveň nejmenší počet exemplářů byl zaznamenán na lokalitě s nejméně zatíženou pastvinou, která tvořila jen 28 % z celkového množství odchyceného materiálu. Podobně jako v Irské studii, byl i námi zjištěn částečný pozitivní dopad většího pastevního zatížení na početnost výskytu jedinců koprofágních brouků. Ten může být dle našeho názoru způsoben snadnější potravní dostupností i lepšími podmínkami pro rozmnožování u některých druhů koprofágních brouků na pastvinách s větším pastevním zatížením.

Také zjištěné spektrum nejvíce zastoupených druhů uvedených v této studii a sledovaných také v naší práci (mimo koprofilní druh *Margarinotus carbonarius*) se z větší části shodovalo. Pouze *Aphodius ater* se vyskytoval ve vyšších počtech jen

v lokalitě Rychnov nad Malší a *Aphodius depressus* byl dominantní pouze ve Vlčích Jámách. Tyto rozdíly však mohly být způsobeny kromě rozdílné zeměpisné polohy a částečně odlišného klimatu, také přítomností ekologického managementu v Irské studii.

Rozdílnější druhové spektrum měla již společenstva koprofágních brouků na pastvinách v lese a kriketovém hřišti v okolí Oxfordu (Hanski, 1980). Ve srovnání s našim pozorováním byl v této studii zaznamenán jen řídký výskyt druhu *Aphodius sphacelatus*, který zde tvořil pouze asi 5% z celkového množství. Na námi sledovaných lokalitách však byl tento druh nalézán v hojném počtu exemplářů na všech pastvinách. Dalším rozdílem byly v anglické studii zjištěné západoevropské druhy *Aphodius equestris* a *Aphodius obliteratus*, jejichž výskyt se na námi sledovaných lokalitách nepodařilo zaznamenat. Naopak shoda mezi našim pozorováním a touto studií byla prokázána ve výskytu běžných druhů *Aphodius rufipes* a *Aphodius prodromus*, které byly prokázány jak na anglických, tak i na námi sledovaných lokalitách.

Vliv různé intenzity pastvy a změny rozlohy pastvin na společenstva koprofágních brouků rodu *Aphodius* byl sledován na pastvinách ve Finsku (Roslin a Koivunen, 1999). Z výsledků práce vyplynulo, že méně specializované druhy rodu *Aphodius* se v krajně vyskytují v podobě velkých populací. Lépe tak snáší ztrátu, nebo změnu intenzity pastvy, než druhy na pastevní stanoviště úzce specializované, jako je například druh *Aphodius pussilus*. V naší práci se však tento vliv rozdílné intesity pastvy nepodařilo prokázat. Protože i zástupci specializovaného druhu *Aphodius pussilus* se nacházeli na sledovaných pastvinách nezávisle na pastevním zatížení. Tento náš zjištěný výsledek však může být dán poměrně malou výměrou sledovaných lokalit, migračními schopnostmi tohoto druhu a také krátkou dobou sledování.

Na lokalitách, které byly řešeny v této práci, probíhal již v předchozích letech výzkum různých bezobratlých společenstev.

Sledováním sezónní distribuce biomasy koprofágních brouků se zde v letech 2006 až 2007 zabýval Šlachta a kol. (2008a). V rámci této práce byly zaznamenány rozdílné vrcholy distribuce biomasy pro jednotlivé skupiny koprofágních brouků v průběhu sezóny. Tuto rozdílnost potvrdila i naše studie za rok 2008. Také z našich výsledků lze vysledovat charakteristický průběh sezónní distribuce biomasy odpovídající jednotlivým skupinám. Přímé porovnání našich výsledků s touto prací ukazuje např. na shodu v rychlém nástupu druhů z podčeledi *Aphodiinae* na všech lokalitách v měsíci dubnu, s následným strmým poklesem a opětovným mírným nárůstem v měsíci září.

Druhy z čeledi *Hydrophilidae* měly ve srovnání s předchozí skupinou v rámci sezóny shodný pozdější nástup. Průběh biomasy pak pro tuto skupinu vykazoval v naší studii i ve srovnávané práci pouze jedno výrazné maximum. Také výskyt tohoto maxima se v našem sledování v roce 2008 přibližně shodoval s výsledky této práce v letech 2006 až 2007. Pouze na lokalitě Rychnov nad Malší byl v našem sledování zaznamenán pozdější nástup tohoto vrcholu, než v předchozí studii. To mohlo být způsobeno rozdílnými povětrnostními podmínkami v daném měsíci nebo odlišnou meziroční dynamikou této skupiny koprofágních brouků. Podobně, jako v této práci, se nepodařilo ani v našem sledování zjistit přímý vliv různého zatížení pastvin pasenými zvířaty na sezónní distribuci biomasy koprofágních brouků.

Problematikou vlivů pastvy na biodiverzitu společenstva pavouků se zde v sezóně 2007 zabýval Podlaha (2009). Sledováním totožné problematiky na lokalitách Vlčí Jámy a Dolejší Těšov u společenstev epigeických brouků se v té samé sezóně zabýval také Rutta (2009).

Při srovnání našich výsledků s dosaženými výsledky obou jmenovaných autorů, byly pro jednotlivé lokality zjištěny zejména rozdílné počty exemplářů u těchto různých bezobratlých. S rostoucím zatížením pastvin pasenými zvířaty docházelo u společenstev pavouků k poklesu zjištěného počtu jedinců. Naopak u epigeických brouků byly zaznamenány počty exemplářů jen mírně vyšší. V naší studii pak byly zjištěny vyšší počty exemplářů u některých skupin koprofágních brouků na lokalitách s větší pastevní zátěží. Tyto rozdíly jsou dle našeho názoru dány především odlišnou bionomií těchto různých společenstev bezobratlých. S tím pak také souvisí i rozdílné působení pasených zvířat na tato společenstva. Zatímco u epigeických brouků a pavouků spočívá toto působení zejména v sešlapávání a vypásání porostu. Koprofágní brouci jsou ovlivňováni zejména množstvím a kvalitou exkrementů zvířat na pastvinách.

Z hlediska druhové diversity pak nebyly na sledovaných lokalitách jak u Podlahy (2009), tak i u Rutty (2009) zjištěny výraznější rozdíly. Také v našem sledování nebyl zaznamenán na jednotlivých lokalitách významnější rozdíl v druhové rozmanitosti. Lze tak říci, že rozdílná intenzita pastevního zatížení příliš neovlivňuje druhovou diversitu těchto skupin bezobratlých v prostředí pastvin.



## 7. Závěr

Společenstva koprofágních brouků byla sledována na třech lokalitách s různou úrovní zatížení pastvin pasenými zvířaty. Nejvyšší úroveň tohoto zatížení byla v lokalitě Dolejší Těšov, střední pak v Rychnově nad Malší a nejnižší ve Vlčích Jámách.

V rámci tohoto sledování bylo pomocí návnadových padacích pastí celkem odchyceno 8725 exemplářů o 33 druzích. Přičemž na lokalitách s nejvíce a středně zatíženými pastvinami byl zaznamenán vyšší počet exemplářů, než na lokalitě, která byla pastvou nejméně zatížena. Tento rozdíl v počtech exemplářů byl tvořen zejména některými druhy z podčeledi *Aphodiinae*.

Menší rozdíly mezi hodnocenými lokalitami byly zaznamenány také v druhovém spektru. Například na pastvině s nejnižšími stavy zvířat se nepodařilo prokázat výskyt většiny druhů s tunelovací aktivitou, to jest druhů náležících do čeledi *Geotrupidae* a podčeledi *Coprinae*. Vzhledem však k poměrně nízkému druhovému zastoupení těchto skupin na všech lokalitách zde nelze jednoznačně stanovit vliv odlišné intenzity pastevního zatížení.

Při posouzení druhové rozmanitosti nebyly zjištěny mezi sledovanými lokalitami významnější rozdíly, což prokázalo také jejich vzájemné srovnání pomocí Shanon - Wienerova indexu druhové diversity.

Sezónní dynamika koprofágních brouků vykazovala na všech lokalitách zpočátku téměř shodný průběh. Až ve druhé části sledovaného období byl ve Vlčích Jámách a Dolejším Těšově zaznamenán výrazný druhotný nárůst. U první uvedené lokality se tento nárůst objevil v červenci a u druhé naopak v říjnu. Tyto rozdíly byly z větší části způsobeny vysokým červencovým zastoupením exemplářů druhu *Aphodius rufipes* ve Vlčích Jámách. V Dolejším Těšově pak výskytem druhu *Aphodius contaminatus*, který se vyznačuje pozdní sezónní aktivitou.

Z pohledu hmotnosti sušiny biomasy byly v rámci naší práce zaznamenány rozdílné vrcholy distribuce biomasy pro jednotlivé skupiny koprofágních brouků v průběhu sezóny. Z výsledků lze vysledovat charakteristický průběh sezónní distribuce

biomasy odpovídající jednotlivým skupinám. Přímé porovnání našich výsledků s prací Šlachta a kol. (2008a) ukazuje u většiny sledovaných skupin shodu v tomto průběhu. Podobně jako v této práci, nepodařilo se ani v našem sledování zjistit přímý vliv různého zatížení pastvin pasenými zvířaty na sezónní distribuci biomasy koprofágních brouků.

## **8. Vhodný management pastvin z hlediska ochrany biodiversity**

Vliv pastevního managementu na společenstva koprofágních brouků lze ve své podstatě hodnotit na dvou úrovních:

První se může vztahovat na celkovou situaci v zemědělské krajině. Zde bylo již v minulosti řadou autorů prokázáno, že vymizení nebo snížení rozlohy pastvin na širší krajinné úrovni vede k ohrožení, či vyhynutí řady druhů koprofágních brouků. Čímž dojde i k ochuzení těchto společenstev. Proto je z tohoto pohledu primárním předpokladem pro udržení a zlepšení druhové rozmanitosti této skupiny bezobratlých, především dostatečné a co nejvyrovnanější zastoupení pastvin v zemědělsky využívané krajině.

Druhou úrovní pohledu je pak dopad konkrétního způsobu obhospodařování pastvin na dané lokalitě. Touto problematikou se již zabývala moje práce. Ze zjištěných výsledků vyplynulo, že vyšší zatížení pastvin pasenými zvířaty může mít pozitivní vliv na početnost výskytu exemplářů některých skupin koprofágních brouků. Jiné významnější dopady na tuto skupinu bezobratlých zde již nebyly zjištěny.

Pro ochranu a podporu biodiversity koprofágních brouků, tak lze na základě zahraničních studií spíše doporučit ekologičtější přístupy při obhospodařování pastvin. To by se mělo týkat zejména používání šetrnějších antihelmintik, pesticidů a dalších chemických přípravků, z nichž některé mají prokazatelně negativní dopad na tato společenstva. Dalším pozitivním prvkem pak může být také větší rozmanitost pasených hospodářských zvířat včetně zastoupení ovcí a koní, jejichž exkrementy jsou některými druhy koprofágních brouků prokazatelně více preferovány.

# Literatura

## Seznam literatury:

- Anonymus-1: ([http://fle.czu.cz/~hejcman/pdf/Kvalita\\_Ur08\\_05.pdf](http://fle.czu.cz/~hejcman/pdf/Kvalita_Ur08_05.pdf)) 5.3. 2010
- Anonymus-2: ([http://www.foa.cz/files/prezentace/mladek\\_druhova-rozmanitost.pdf](http://www.foa.cz/files/prezentace/mladek_druhova-rozmanitost.pdf)) 5.3.2010
- Anonymus-3: ([http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/documents/NPGZ\\_07\\_11.pdf](http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/documents/NPGZ_07_11.pdf)) 5.3.2010
- Anonymus-4: ([http://files.efbpublic.org/downloads/Biodiversity\\_Czech.pdf](http://files.efbpublic.org/downloads/Biodiversity_Czech.pdf)) 8.3.2010
- Anonymus-5: ([http://cs.wikipedia.org/wiki/Novohradsk%C3%A9\\_hory](http://cs.wikipedia.org/wiki/Novohradsk%C3%A9_hory)) 20.12.2009
- Anonymus-6: (<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0umava>) 21.12.2009
- Anonymus-7: ([http://www.ckrumlov.cz/cz1250/region/soucas/i\\_napasu.htm](http://www.ckrumlov.cz/cz1250/region/soucas/i_napasu.htm)) 21.12. 2009
- Anonymus-8: (<http://www.npsumava.cz/1318/sekce/klima/>) 21.12.2009
- Anonymus-9: (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Chrob%C3%A1kovit%C3%AD>)- 20.3.2010
- Balthasar, V. (1956): Brouci listoroží I, Fauna ČSR, Sv. 8, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 287 pp.
- Balthasar, V. (1964): Monografie der *Scarabaeidae* und *Aphodiidae* der palearktischen orientalischen region, díl 1. ČSAV, Praha, 391 pp.
- Boháč, J. (2003): Indikátory biodiversity - (<http://www.infodatasys.cz/vav2003/monitoring2.pdf>) 8.3.2010
- Boukal, D.,S., Boukal, M., Fikáček, M., Hájek, J., Kletečka, J., Skalický, S.,Šťastný, J., Trávníček, D. (2007): Katalog vodních brouků České republiky. Catalogue of water beetles of the Czech Republic. Klapalekiana 43 (Suppl.): 1-289.
- Cambefort, Y. (1984): Étude Écologique des Coléoptères *Scarabaeidae* de Côte d'Ivoire. Travaux des Chercheurs de la Station de Lamto, 3, Univ. D' Abidjan, 294 pp.
- Doktorová, J. (2004): Pastva pomáhá využívat krajinu- ([http://www.agroweb.cz/Pastva-pomahavyuzivat-krajinu\\_\\_s45x15756.html](http://www.agroweb.cz/Pastva-pomahavyuzivat-krajinu__s45x15756.html)) 8.3.2010
- D'hondt, B., Bossuyt, B., Hoffmann, M., Bonte, D. (2008): Dung beetles as secondary seed dispersers in a temperate grassland. Basic and Applied Ecology 9, 542–549.

- Farkač, J., Král, D. a Škorpík, M. [eds.] (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp.
- Fincher, G., T. (1981): The Potential Value of Dung Beetles in Pasture Ecosystems. J. GA. ENTOMOL. SOC. Vol. 16, no. 1, pp. 316-333.-  
<http://mdl.csa.com/partners/viewrecord.php?requester=gs&collection=ENV&recid=227650&q=dung+beetles+in+pastures&uid=789140104&setcookie=yes> 10.3.2010
- Futák, P. (2003): Historie obhospodařování luk a pastvin. In: Jongepierová, I., Mládek, J., Pechanec, V., Vincencová, K., Klement, P., Malenovský, I., Pižl, V., Resl, K., Tajovský, K., Schlaghamerský, J., Miklas, Z., Futák, P.: ZPRÁVA DÍLČÍHO ÚKOLU GRANTU VaV610/10/00 ZA ROKY 2000-2003 "Vliv hospodářských zásahů na změnu biologické diverzity ve zvláště chráněných územích", název dílčí studie: Vliv pastvy na biodiverzitu lučních porostů MZCHÚ v CHKO Bílé Karpaty. Veselí nad Moravou.- (<http://botany.upol.cz/prezentace/mladek/VaV03.pdf>): 8.3.2010
- Goljan, A. (1953): Studies on Polish Beetles of the *Onthophagus ovatus* Linneaus group with Some Biological Observation on Coprophagus (*Coleoptera, Scarabaeidae*). Ann. Mus. Zool. Polonici, 15: 55-88.
- Hansen, M. (1987): The *Hydrophiloidea* (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica, 18: 1–253.
- Hansen, M. (1999): *Hydrophiloidea* (s. str.). World Catalogue of Insects, 2: 1-416.
- Hanski, I. (1980): The community of coprophagous beetles (Coleoptera, *Scarabaeidae* and *Hydrophilidae*) in northern Europe. – Ann. Ent. Fenn, 46, 57-73.
- Hanski, I., Kuusela, S. (1983): Dung beetle communities in the Åland archipelago. Department of Zoology, University of Helsinki, P. Rautatiekatu 13, SF-00100 Helsinki 10, Finland  
[http://www.helsinki.fi/science/metapop/dungbeetles/Acta\\_Ent\\_Fennica\\_42.pdf](http://www.helsinki.fi/science/metapop/dungbeetles/Acta_Ent_Fennica_42.pdf) 10.4.2010
- Hanski, I. (1986): Individual behaviour, population dynamics and community structure of *Aphodius* (*Scarabaeidae*) in Europe. Department of Zoology, University of Helsinki, P. Rautatiekatu 13, SF-00100 Helsinki 10, Finland
- Hanski, I. (1989): Dung Beetles, Reprinted from: Tropical Rain Forest Ecosystems, ed. by H., Lieth and M., J., A., Wegner, Elsevier Science Publishers B, V., Amsterdam – Printed in The Netherlands
- Hanski, I. a Cambefort, Y. (1991): Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 481 pp.
- Hoffmannová, K. (2006): Ekologické charakteristiky společenstev koprofilních brouků (*Coleoptera: Scarabaeoidea, Hydrophilidae*) na vybrané lokalitě ve středním Polabí. Manuscript magisterská diplomová práce, Přírodovědecká fakulta University Karlovy v Praze, Praha

- Holter, P. (2004): Dung feeding in hydrophilid, geotrupid and scarabaeid beetles: Examples of parallel evolution. Department of Terrestrial Ecology, Institute of Biology, University of Copenhagen, Universitetsparken 15, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark. ([http://www.eje.cz/pdfarticles/720/eje\\_101\\_3\\_365\\_Holter.pdf](http://www.eje.cz/pdfarticles/720/eje_101_3_365_Holter.pdf)): 8.3.2010
- Hutton, S.,A., Giller,P.,S. (2003): The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. Department of Zoology, Ecology and Plant Science, National University of Ireland, Cork, Ireland- (<http://www.jstor.org/pss/3506038>): 8.3.2010
- Král, D. (1993): *Scarabaeoidea*. In: Jelínek J. (ed.). Check-list of Czechoslovak Insects IV. (Coleoptera). – Fol. Heyrovskyana, Suppl. 1, 66–71.
- Křivan, V. (2000): Koprofágní brouci z čeledi *Scarabaeidae* po obnově pastevního hospodaření na Novobystřicku. Doktorská dizertační práce ZF JU v Českých Budějovicích, České Budějovice, pp. 55.
- Kubeš, J. a kol. (2004): Krajina Novohradských hor: fyzicko-geografické složky krajiny, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice
- Landin, B.,O. (1961): Ecological studies on dung beetles (Col. *Scarabaeidae*). Opuscula Entomologica, Supplementum, 19: 1-228
- Lobo, J., M., Lumaret J., P., Jay-Robert, P.(1998): Sampling dung beetles in the French Mediterranean area: effects of abiotic factors and farm practices. *Pedobiologia* 42: 252- 266.
- Lumaret, J., P., Errouissi, F. (2002): Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. Laboratoire de Zoogéographie, Université Paul Valéry-Montpellier 3, route de Mende, 34199 Montpellier Cedex 5, France – (<http://www.vetres.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/vetres/abs/2002/05/10/10.html>) : 8.3. 2010
- Magurran, A., E. (1988): *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, NJ., pp. 192.
- Malenovský, I., Kment, P., Chobot, K., Přidal, A., Resl, K. (2006): Nadzemní fauna bezobratlých. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejčman, M. a Gaisler, J. (eds.): *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 pp.
- Matějka, K. (2004): Participativní management chráněných území- klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiversity a socioekonomickým rozvojem místních komunit. Projekt VaV 610/03/03. Program: Životní prostředí a ochrana přírodních zdrojů-SM, Ministerstvo životního prostředí ČR, České Budějovice - ([http://www.infodatasys.cz/vav2003/docs8641/Zprava\\_04a.pdf](http://www.infodatasys.cz/vav2003/docs8641/Zprava_04a.pdf)) 8.3.2010

- Mládek, J., Hejzman, M. (2006): Typy pastevně využívaných TTP dle Katalogu biotopů ČR. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejzman, M. a Gaisler, J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha, 104 pp.
- Mládek, J., Pavlů, V., Hejzman, M., a Gaisler, J. (eds.) (2006): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV, Praha, 104 pp
- Mrkvička, J. (1998): Pastvinářství. Skripta. Agronomická Fakulta, Česká zemědělská universita v Praze, Praha
- Papáček, M. a kol. (2003): Biota Novohradských hor: modelové taxony, společenstva a biotopy. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Pavlů, V. (1997): Rotační a kontinuální systém pastvy jalovic. Disertační práce, ČZU, Praha
- Pavlů, V., Hejzman, M., Gaisler, J. (2006): Typy pastevních systémů a intenzita pastvy. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejzman, M., a Gaisler, J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV, Praha, 104 pp
- Podlaha, R. (2009): Vliv pastvy v podhorských oblastech na biodiverzitu bezobratlých-pavouci. Magisterská diplomová práce, ZF JU v Českých Budějovicích, České Budějovice
- Roslin, T. (1999): Spatial ecology of dung beetles. Academic dissertation, Department of Ecology and Systematics. Division of Population Biology. University of Helsinki, Finland
- Roslin, T., Koivunen, A. (1999): Distribution and abundance of dung beetles in fragmented landscapes. Department of Ecology and Systematics. Division of Population Biology, P.O. Box 17,00014 University of Helsinki, Finland (<http://www.springerlink.com/content/e74qeu6hyte43pne/>) 3.4.2010
- Roudná, M., Dotlačil, L. a kol. (2007): Genetické zdroje – význam, využívání a ochrana. Ministerstvo životního prostředí, Praha, ISBN 978-80-7212-469-5, 28 pp. + Annex-([http://www.mzp.cz/www/webdav\\_biosafety.nsf/biosafety/pdf/Genetic%20Resources.pdf](http://www.mzp.cz/www/webdav_biosafety.nsf/biosafety/pdf/Genetic%20Resources.pdf)) 8.3.2010
- Rutta, P. (2009): Vliv pastvy v podhorských oblastech na biodiverzitu bezobratlých – epigeičtí brouci. Magisterská diplomová práce, ZF JU v Českých Budějovicích, České Budějovice
- Smetana, A. (1978): Revision of the subfamily *Sphaeridiinae* of America north of Mexico (Coleoptera: *Hydrophilidae*). Memoirs of the Entomological Society of Canada, 105: 1-292

- Sowing, P., Wassmer, T. (1994): Resource Partitioning in Coprophagous Beetles from Sheep Dung: Phenology and Microhabitat Preferences. Biologisches Institut I (Zoologie) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland
- Stebnicka, Z. (1976): Klucze do oznaczania owadów Polski, 28. Żukowate-*Scarabaeidae*. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 138 pp.
- Šlachta, M., Frelich, J., Svoboda, L. (2008a): Seasonal biomass distribution of dung beetles (*Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*) in mountain pastures of south-west Bohemia. *Journal of Agrobiology* 25 (2), 163-176.
- Šlachta, M., Frelich, J., Svoboda, L. (2008b): The seasonal biomass distribution of coprophagous beetles in fresh cow dung in a sub-mountain pasture. *Grassland Science in Europe*, 13, proceedings of 22th General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden, 9-12 June 2008, Biodiversity and Animal Feed- Future Challenges for Grassland production, 171-173
- Šlachta, M., Frelich, J., Váchal, J. (2008c): Měření diversity koprofágních brouků. Uplatněná certifikovaná metodika. Jihočeská universita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, pp.18.
- Šlachta, M., Frelich, J., Tonka, T. (2009): Složení společenstva koprofágních brouků (Coleoptera: *Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*) na pastvině masného skotu v západních Čechách – příklad využití návadových padacích pastí při monitoringu koprofágní fauny. *Erica* 16, 97-112.
- Švecová, M., Smrž, J., Petr, J. (2007): Biodiversita a udržitelný rozvoj, Klub ekologické výchovy, o.s., Praha- (<http://envis.prahamesto.cz/files/=54354/Biodiverzita+def.+5.11.pdf>) 8.3.2010
- Tesař, Z. (1957): Brouci listoroží- Lamelicornia II. Fauna ČSR, sv.11, Nakladatelství ČSAV, Praha, pp.326.
- Vitner, J. (1998): Reproductive biology of the Central European *Aphodius* species with large scutellum (Coleoptera: *Scarabaeidae*: *Aphodiinae*). *Acta Soc. Zool. Bohem.*, 62, 227-253.



## Příloha



*Obr. 1. Odchyťová lokalita Rychnov nad Malší, celkový pohled.*



*Obr.2. Odchyťová lokalita Vlčí Jámy, celkový pohled.*

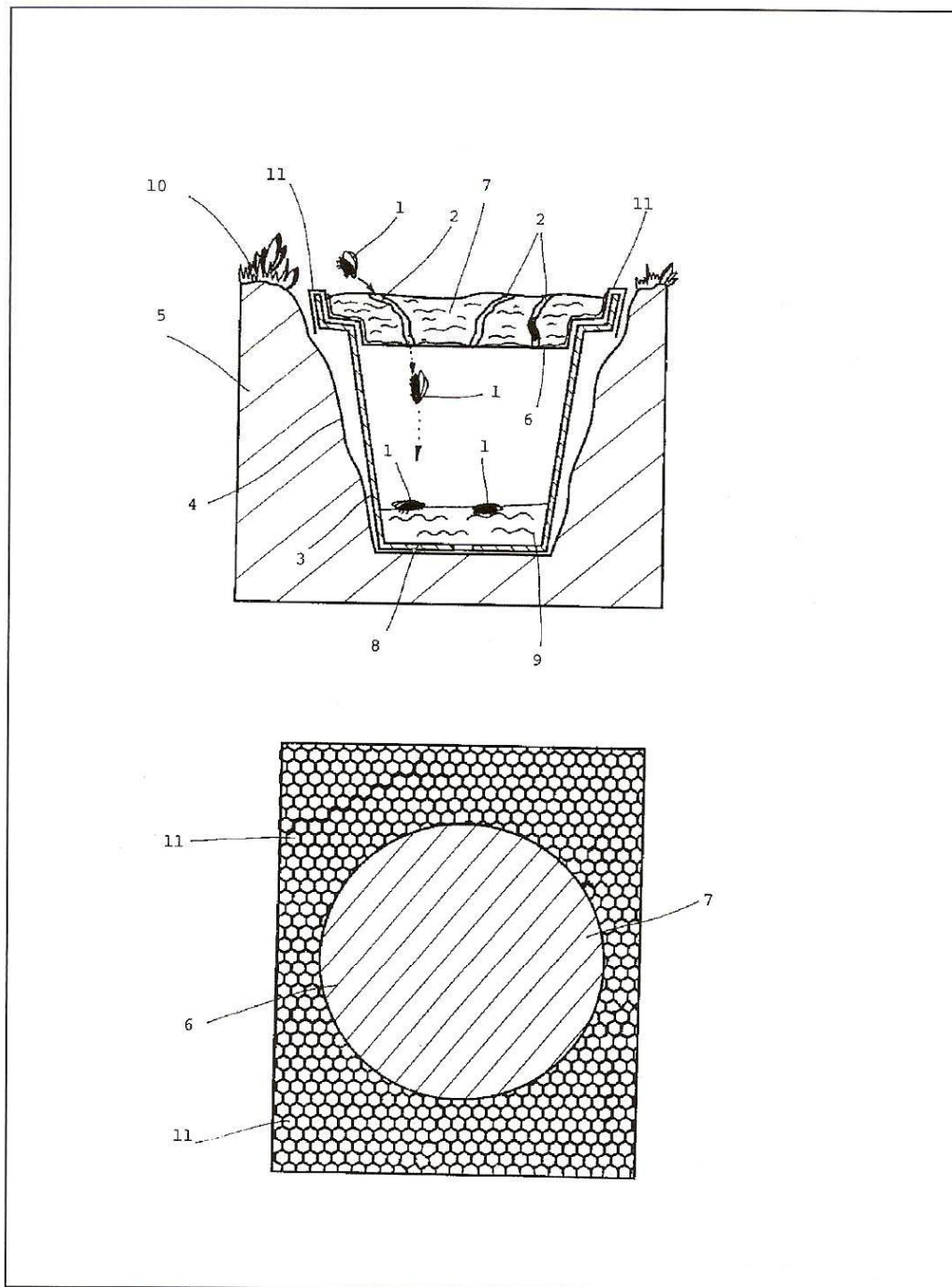




*Obr. 3. Odchyťová lokalita Dolejší Těšov, celkový pohled*



*Obr.4. Plastová nádoba s roštem z králičího pletiva sloužící jako návnadová padací past a umístění této pasti v zemi na odchyťové lokalitě (foto Šlachta a kol., 2008c, Svoboda 2007).*



Seznam značek použitých v Obr. 1:

- 1 koprofágní brouk
- 2 chodba
- 3 nádoba
- 4 jáma
- 5 zem

- 6 nosný rošt
- 7 výkal
- 8 dno nádoby
- 9 fixační a konzervační kapalina
- 10 tráva
- 11 přesahující část nosného roštu

Obr. 5. Schéma návnadové padací pasti (podle Šlachta a kol., 2008c).



*Obr.6. Geotrupes spiniger (Marsham, 1802) (foto Schmidt, 2005).*



*Obr.7. Onthophagus (Palaeonthophagus) fracticornis (Preyssler, 1790) (foto Chalupa, 2008).*



*Obr.8. Aphodius (Agrilinus) ater (De Geer, 1774) (foto Schmidt, 2005).*



Obr.9. *Aphodius (Aphodius) fimetarius* (Linnaeus, 1758) (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/aphodius%20fimetarius.htm>) - 25.3.2010.



Obr.10. *Aphodius (Melinopterus) prodromus* (Brahm, 1790) (foto Benisch, 2009).



Obr.11. *Aphodius (Acrossus) rufipes* (Linnaeus, 1758) (foto Benisch, 2009).





Obr.12. *Aphodius sphacelatus* (Panzer, 1798) (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/aphodius%20sphacelatus.htm>) - 25.3.2010.



Obr.13. *Sphaeridium scarabaeoides* (Linnaeus, 1758) (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/sphaeridium%20scarabaeoides.htm>) - 25.3.2010.



Obr.14. *Sphaeridium lunatum* Fabricius, 1792 (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/sphaeridium%20lunatum.htm>) - 25.3.2010.



Obr. 15. *Cercyon (Cercyon) impressus* (Sturm, 1807) (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/cercyon%20impressus.htm>) - 25.3.2010.



Obr. 16. *Cercyon lateralis* (Marsham, 1802) (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/cercyon%20lateralis.htm>) - 25.3.2010.



Obr.17. *Cercyon (Cercyon) melanocephalus* (Linnaeus, 1758) (zdroj: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/cercyon%20melanocephalus.htm>) - 25.3.2010.

## **Publikované práce**

# Seasonal biomass distribution of dung beetles (*Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*) in mountain pastures of South-West Bohemia

Šlachta M., Frelich J., Svoboda L.

University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Agriculture, Studentská 13, CZ-37005, České Budějovice, Czech Republic, e-mail: slachta@zf.jcu.cz

## Abstract

A seasonal biomass distribution of dung beetles attracted to a fresh cow dung was monitored in dairy cows pastures using pitfall baited traps in 2006–2008. Triplets of traps were exposed monthly for 7 days period at three sites in approx. 50 km distance in altitude of 575 m, 730 m and 793 m a.s.l. The collected biomass was dominated by *Scarabaeidae* and *Hydrophilidae* dung dwellers, while tunnelers (*Geotrupidae*, *Scarabaeidae* – *Coprinae*) formed a minority in samples. The *Scarabaeidae* dwellers expressed two seasonal peaks of in biomass. The spring one was formed mainly by specimens of *Aphodius* (A.) *prodromus*, *A. sphacelatus* and *A. fossor*, the late-summer peak was formed mainly by a *A. rufipes*. The biomass of *Hydrophilidae* peaked in the first half of summer and was formed mainly by *Sphaeridium* (S.) *lunatum* and *S. scarabaeoides* species. The highest contribution of beetles to a dung removal from pastures might be expected in May and in late summer / autumn period due to a tunneling breeding activity of *Onthophagus fracticornis*, *Geotrupes* (G.) *spiniger* and *G. stercorarius*.

**Key words:** dung decomposition, *Scarabaeidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*, pasture, cattle.

## Introduction

The coprophagous beetles of *Scarabaeidae*, *Geotrupidae* and *Hydrophilidae* form an important group of dung decomposers in pasture (Hanski and Cambefort, 1991). In early phase of decomposition, these beetles are the main agents acting in the dung pat destruction. They increase the rate of dung disappearance and improve thus the efficiency of pasture utilisation (Holter and Hendriksen, 1988; Gittings et al., 1994). By means of digging and transporting the pieces of dung into the ground they improve the physical and chemical properties of soil (Bang et al., 2005; Yamada et al., 2007). Concerning a removal of a dung from pasture the most effective group of species are so-called tunnelers, which express the burial nesting activity. They transport the pieces of dung into the ground in order to provide food source for their larvae. Such behaviour express the species of family *Geotrupidae* and subfamily *Coprinae* of family *Scarabaeidae*. The other species of *Scarabaeidae* (the majority in Central Europe) and all *Hydrophilidae* species do not express tunneling

behaviour and they are called dung dwellers. Their underground activity is limited to the depth of several centimeters, although a nesting behaviour was also described in several species (Vitner, 1998). Dung pat serves them for adult feeding, mating and eventually breeding. They contribute to dung pat disappearance by an adult and larval feeding connected with destruction of a dung pat mass (Holter, 1979). The dung dropping attacked by the beetles is better accesible to other decomposers (bacteria, fungi) and to environmental conditions and its decomposition is accelerated by this way. The aim of this study was to examine the seasonal biomass distribution of dung beetles in south-west-bohemian pastures in order to evaluate their impact on dung removal from pastures.

## Material and Methods

The survey was carried out on three dairy farms in Novohradské Hory and Šumava Mountains. The farms were located in altitude of 575 m a.s.l. (Rychnov nad Malší; R; 48°39' N, 14°29' E ), 793 m a.s.l. (VI čí Jámý; V; 48°55'



N, 13°46') and 730 m a.s.l. (Dolejší Těšov; T; 49°11' N, 13°25'). The direct distances between farms were about 50 km. The seasonal pasturage of approximately 100 cows of Czech Pied and Holstein breeds has been practised there since nineties but the grazing of heifers had taken place there also in precedent years. The pasture started in May and was abandoned in October. The swards consisted of *Lolio-Cynosurelion* suballiance vegetation (Frelich et al., 2006). The pastures were surrounded by a diverse-habitats landscape formed by forests, meadows, crop production fields and small littorals.

The beetles were collected to pitfall traps baited by 1.5 liter of fresh cow dung. The 10 % formaldehyd was used as a preserving fluid. The set of three traps in one meter distances were used in a single sampling trial. The traps were placed in the pasture nearby the stalls monthly for 7 days in 2006 at R site and in 2007 and in 2008 at all the sites (Table 1). While the sampling covered all the grazing season in 2006 and 2007, only a part of season was surveyed in 2008 and the 2-weeks intervals between trials were applied at R site in this year (5 trials since April to June). The collected species were identified according Tesař (1957), Balthasar (1964), Hansen (1987) and Král (1993) and grouped into functional groups of dwellers and tunnelers on the basis of literature data. Since the size of collected beetles differed substantially between species (1.5–25 mm of body length), the the dry body weight (DW) biomass of collected beetles was used for evaluation the impact on a dung decomposition. The DW biomass of beetles was calculated using the mean weight of 11–36 specimens of particular species dehydrated at 60 °C for 72 hours. The DW were measured in following species (means in mg are in parentheses): *Aphodius* (*A.*) *erraticus* (13.1), *A. fossor* (58.3), *A. depressus* (15.9), *A. luridus* (9.5), *A. rufipes* (30.7), *A. pusillus* (1.2), *A. haemorrhoidalis* (6.8), *A. prodromus* (5.1), *A. sphaelatus* (3.3), *A. fimetarius* (15.4), *A. ater* (4.7), *A. rufus* (7.8), *Onthophagus* (*O.*) *fracticornis* (24.2), *Geotrupes* (*G.*) *stercorarius* (129.9), *Sphaeridium* (*S.*) *lunatum* (12.6), *S. bipustulatum* (4.5), *Cercyon* (*C.*) *obsoletus* (1.3), *C. quisquilius* (0.8), *C. unipunctatus* (0.8), *Cryptopleurum* (*Cr.*) *minutum* (0.4). In following species the DW was estimated on the basis of a body size similarity with some of the weighted species: *A. uliginosus* (3), *A. contaminatus* (5.1),

*A. biguttatus* (1.2), *A. distinctus* (3.3), *A. sticticus* (3.3), *A. granarius* (3), *Oxyomus sylvestris* (1.2), *O. joannae* (10), *O. similis* (10), *O. coenobita* (24.2), *G. spiniger* (129.9), *Anoplotrupes stercorosus* (100), *S. scarabaeoides* (12.6), *S. marginalis* (4.5), *C. haemorrhoidalis* (0.8), *C. lateralis* (0.8), *C. pygmaeus* (0.4), *C. melanocephalus* (0.8), *C. impressus* (1.3), *Cr. crenatum* (E 0.4) and *Megasternum obscurum* (0.4). The data were further processed in two ways. The average biomass in each triplet of traps was used for comparisons between sampling trials in 2006 and 2007 and for calculation of a total proportional contribution of particular species to sampled biomass in sampling periods (Fig. 1; Table 2). The data from different years were grouped together according the calendar months into 5 sampling periods (Table 1). The differences between periods were evaluated by Kruskal-Wallis test (Statistica 6.0) using a collected biomass in every trap as a single measured value (three values obtained from each sampling trial; Fig. 2-4; Table 3).

## Results

The means of DW biomass collected in sampling trials in 2006 (R site) and in 2007 (R, V, T site) are depicted in Fig. 1. The means are expressed separately for each functional group, i.e. for *Scarabaeidae* dwellers (S-dwellers, white columns), *Hydrophilidae* dwellers (H-dwellers, grey columns) and tunnelers (black columns) (Table 2). The median values of single-trap biomass samples grouped according sampling periods are expressed in Fig. 2-4. Both the ways of data processing revealed similar and statistically significant changes in amounts of collected biomass during a grazing season (Table 3). The biomass distribution during the season tended to be bimodal in S-dwellers and in tunnelers and unimodal in H-dwellers. In the former, the first peak of biomass was identified in April (period 1), the second one in July (period 4) or later (period 5), depending on a sampling site and functional group. H-dwellers biomass peaked in June (period 3, T site) or in July (period 4, R and V site). *A. fossor* contributed most to a collected biomass between April and June in S-dwellers category (Table 2). In the rest of season the samples were dominated by *A. rufipes*. In H-dwellers, the two *Sphaeridium* species (*S. lunatum* and *S. scarabaeoides*) formed majority of collected biomass in all sampling

periods. Concerning the tunnelers, *Geotrupidae* formed most of collected biomass in April (period 1), in July (period 4) and later (period 5), while *O. fracticornis* formed majority of biomass in May and in June (period 2 ,3).

### Discussion

The amount of beetles collected in traps results from their foraging activity, abundance and distribution of food source (animal droppings) in surroundings (Hanski and Cambefort, 1991; Lobo et al., 1998). Dung beetles differ substantially by their size and biology. The two functional species groups, the dung dwellers and the tunnelers, use to be generally distinguished. Concerning the DW biomass, the dung beetles community was dominated by dung dwellers in this study, while tunnelers contributed less to a collected biomass. Such a composition of a dung beetles community is typical for pastures of temperate area (Hanski and Cambefort, 1991; Finn et al., 1999). The amount of beetles collected in traps differs between years and sites and depends on many factors. Among them the micro-climatic conditions, the distribution of grazing herd in pasture and the between-years species dynamics play an important role. Concerning micro-climatic conditions, the higher radiant energy ( $J/cm^2$ ) was found to enhance a flight activity of dung beetles (Lobo et al., 1998). In this study, the traps were baited once a month and the time of exposure was 7 days. Such sampling design may have avoided the peaks of flight activity of beetles regarding above mentioned facts. This might be the reason why the second seasonal peak of S-dwellers at R site was recorded in 2006 but not in 2007 (Fig. 1). Also at T site the second peak was not much expressive in 2007 in S-dwellers category. In April samples the collected biomass can overestimate the real abundance or activity of beetles owing to the absence of other food source at site (grazing started later in May). The beetles tend to concentrate more in traps than when grazing animals are at site (Lobo et al., 1998). In April on average 71 % of collected S-dwellers biomass was formed by two medium-size (4–7 mm) species of subgenus *Melinopterus* (*A. prodromus* and *A. sphacelatus*) and a by a larger species of *A. fossor* (10–13 mm). *Melinopterus* species are known to occur in high numbers in early spring and in autumn while they are not detectable in pastures during summer. They are

attracted by fresh animal droppings but their larvae are phytophagous and do not contribute to a dung decomposition (Gittings and Giller, 1997). The importance of these species for a dung removal is expected to be small. In *A. fossor* an evident tunneling activity in the core of droppings was recorded, although the external surface rested intact and the contribution to the dung decomposition (as regards the changes in a dung pat weight) was found to be small (Owen et al., 2006). This species digs also by several centimeters under dung pats causing a transport of nutrients from dung into the soil (Vitner, 1998; Owen et al., 2006). Its presence in pasture may be thus useful for nutrient cycle processes, especially when it occurs in high numbers. The second peak of biomass in samples was attributed to another large dung dweller, *A. rufipes* (11–13 mm), forming on average 87 % and 70 % of S-dwellers biomass sampled in period 4 and 5, respectively. This species occurred in traps since May (Period 2), when overwintering third-instar larvae pupate and the adults of new generation emerge (Gittings and Giller, 1997). Next generation of larvae feed on dung since late summer and their development to third-instar stages can be accomplished already in 6 weeks (Holter, 1979). This period of rapid growth is connected with massive food consumption, up to 300 % of their dry body weight per day, and their feeding activity can be responsible for 14–20 % of dung pat disappearance. This species can occur in high numbers at the end of summer and in comparison to the other dung dwellers it contributes most to the dung decomposition owing to both adult and larval feeding.

In case of H-dwellers, the two largest species of *Sphaeridium* (*S. lunatum* and *S. scarabaeoides*) were responsible for most of H-dwellers biomass sampled during all the season. The June and July biomass peaks were formed mainly by *S. lunatum*. The impact on dung destruction can be expected to be small. Nevertheless, this species attacks the liquid lumen of a dung pat from above, breaking the surface crust and this may facilitate the access of environmental conditions and the decomposers to the lumen of a dropping. According to our observations (not published), it also readily penetrates to the soil by several centimeters under ground. Its activity can be advantageous also owing the fact that it peaks in period of lower activity of *Scarabaeidae* and

hence it partly substitutes them in attacking the fresh dung. Its larvae are predatory and do not contribute to a dung decomposition.

From a total of 41 dung beetles recorded in this study seven of them are known to express tunneling nesting activity: *G. spiniger*, *G. stercorarius*, *An. stercorosus*, *O. fracticornis*, *O. coenobita*, *O. similis* and *O. joannae*. Small tunnelers of *Onthophagus* (most of specimens appertained to *Onthophagus fracticornis*; 4.5–9 mm) create the nests in spring up to 25 cm depth in the ground (Tesař, 1957). In May, when this species formed a majority of collected biomass, it may contribute substantially to the transport of a dung into the soil in order to provide food source for its larvae. The highest impact on the dung removal and on soil physical and chemical properties might be however expected owing to burial activity of larger tunnelers of *Geotrupidae* family, namely of *G. spiniger* (18–26 mm) and *G. stercorarius* (16–25 mm) in our study. They dig their nests up to 30 cm (*G. spiniger*) or 60 cm (*G. stercorarius*) in the soil in September and in October (Tesař, 1957). But already since early spring the overwintered adults feed on dung and dig tunnels several centimeters under the droppings partly transporting a dung in soil (our observations, not published). While just immigration of beetles to traps is recorded by pitfall trapping, it is difficult to evaluate the real impact of tunnelers on a dung pat removal. The emigration rate is strongly affected by soil properties and moisture in *Onthophagus* species (Sowing, 1995) and probably also in *Geotrupidae*. The periods of nesting activity of these tunnelers (May, September, October) are the periods of expected highest contribution of beetles to a dung removal from pasture. The peak of biomass recorded in April samples was formed by *Geotrupidae*. Their abundancy and activity at site could be nevertheless overestimated due to a lack of other food source in pasture in this period. The other peaks of collected biomass (period 2, 4, 5) correspond well with an expected nesting activity of these species. At V site lower numbers of *Onthophagus* beetles were recorded resulting in a missing peak in period 2 contrary to the other sites. This suggests site to site variation in abundancy of this species which merits further study.

The seasonal changes in beetles biomass attracted to a fresh cow dung were found during a three years of examination at three sampling

sites. The biomass was dominated by *Scarabaeidae* and *Hydrophilidae* dwellers, while tunnelers formed a minority. The *Scarabaeidae* dwellers expressed two seasonal peaks of biomass, the spring one formed mainly by *A. prodromus*, *A. sphacelatus* and *A. fossor*, the late summer one formed mainly by *A. rufipes*. In between, in the first half of summer, *Hydrophilidae* biomass peaked in samples and it was formed mainly by *S. lunatum* and *S. scarabaeoides* specimens. The highest contribution to a dung removal might be expected in May and in late summer / autumn due to breeding activities of tunnelers of *O. fracticornis*, *G. spiniger* and *G. stercorarius*. Among the dung dwellers, *A. rufipes* is expected to contribute most to a dung decomposition by both an adult and larval feeding in late summer.

#### Acknowledgement

This work was supported by the research project of Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic, No. MSM 6007665806. We thank to dr. Aleš Bezděk (Institut of Entomology ASCR, České Budějovice) and to dr. Martin Fikáček (National Museum, Praha) for help with species determination of collected material.

#### References

- Balthasar V. (1963). Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearktischen und orientalischen region, Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prague.
- Bang H.S., Lee J-H., Kwon O.S., Na Y.E., Jang Y.S., Kim W.H. (2005). Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. *Applied Soil Ecology* 29: 165-171.
- Finn J.A., Gittings T., Giller P.S. (1999). Spatial and temporal variation in species composition of dung beetle assemblages in southern Ireland. *Ecological Entomology* 24: 24-36.
- Frelich J., Pecharová E., Klimeš F., Šlachta M., Hakrová P., Zdražil V. (2006). Landscape management by means of cattle pasturage in the submountain areas of the Czech Republic. *Ekológia (Bratislava)* 25, Suppl. 3 : 116-124.
- Gittings T., Giller P.S. (1997). Life history traits and resource utilisation in an assemblage of

- north temperate *Aphodius* dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Ecography* 20: 55-66.
- Gittings T., Giller P.S., Stakelum G. (1994). Dung decomposition in contrasting temperate pastures in relation to dung beetle and earthworm activity. *Pedobiologia* 38: 455-474.
- Hansen M. (1987). The Hydrophilidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica* 18: 1-253.
- Hanski I., Cambefort Y. (eds.) (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Holter P. (1979). Effect of dung-beetles (*Aphodius* spp.) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos* 32: 393-402.
- Holter P., Hendriksen N.B. (1988). Respiratory loss and bulk export of organic matter from cattle dung pats: a field study. *Holarctic Ecology* 11: 81-86.
- Lobo J.M., Lumaret J.P., Jay-Robert P. (1998). Sampling dung beetles in the French mediterranean area: effects of abiotic factors and farm practices. *Pedobiologia* 42: 252-266.
- Král D. (1993). Scarabaeoidea. In Jelínek J. (ed.). Check-list of Czechoslovak insects IV (Coleoptera). *Fol. Heyrovskyana*, Suppl. 1: pp. 66-71.
- Owen W.K., Lloyed J.E., Legg D.E., Kumar R. (2006). Endocoprid activity of *Aphodius fossor* (Coleoptera: Scarabaeidae) related to bovine dung decomposition in a mixed grass prairie. *J. Econ. Entomol.* 99: 2210-2215.
- Tesař Z. (1957). Brouci listoroží – Lamellicornia II. – Scarabaeidae laparosticti. *Fauna ČSR* 11. NČSAV, Praha.
- Vitner J. (1998). Reproductive biology of the Central European *Aphodius* species with large scutellum (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae). *Acta Soc. Zool. Bohem.* 62: 227-253
- Yamada D., Imura O., Shi K., Shibuya T. (2007). Effect of tunneler dung beetles on dung decomposition, soil nutrients and herbage growth. *Grassland Science* 53: 121-129.

Fig. 1: The seasonal distribution of DW beetles biomass in pitfall traps (means of triplets of traps) at Rychnov in 2006 and 2007 (R06, R07), at Vlčí Jámy in 2007 (V07) and at Dolejší Těšov in 2007 (T07) according the functional groups: S-dwellers (white collumns), H-dwellers (grey collumns) and tunnelers (black collumns).

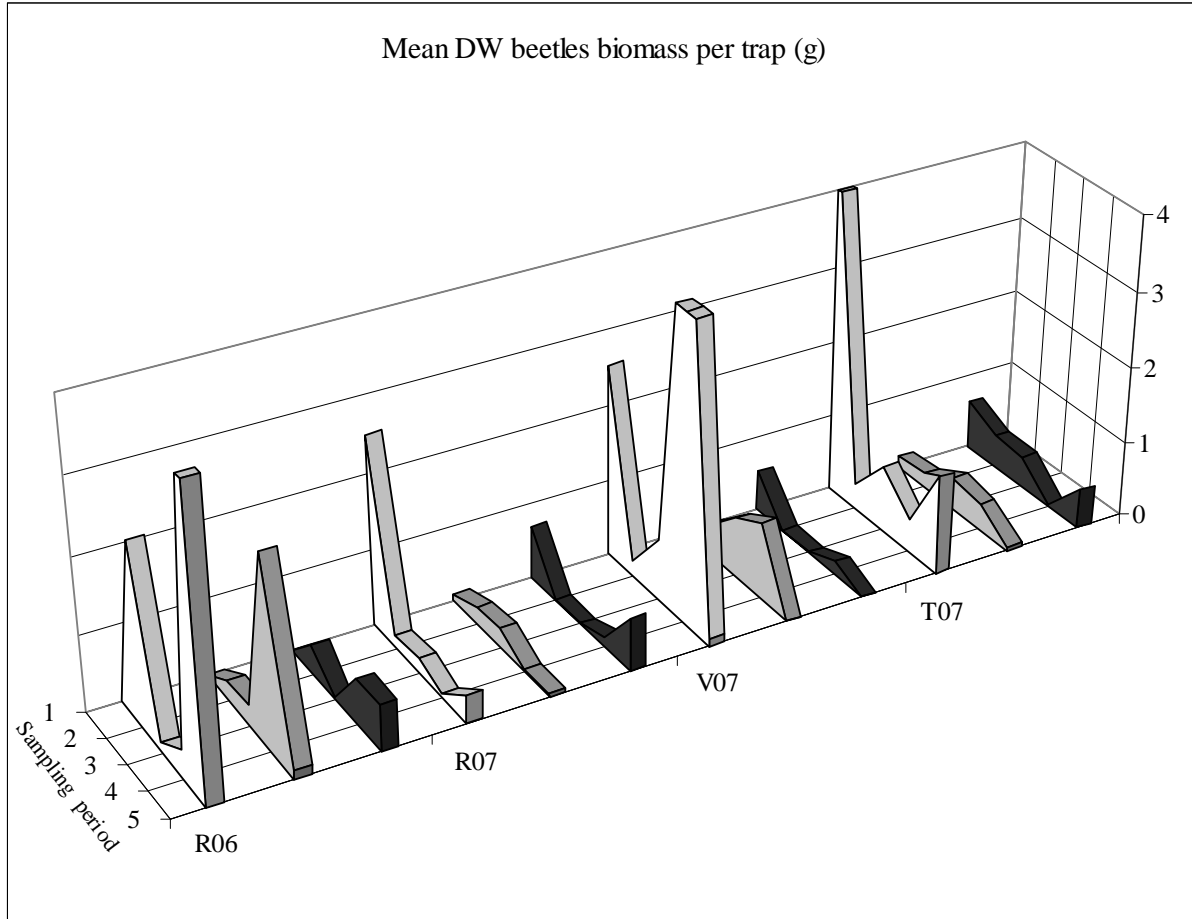


Fig. 2a-c: The nonparametric statistics of DW beetles biomass in single-trap samples at Rychnov site collected from 2006 to 2008 and grouped according the functional groups (a-c) and sampling periods.

Fig. 2a

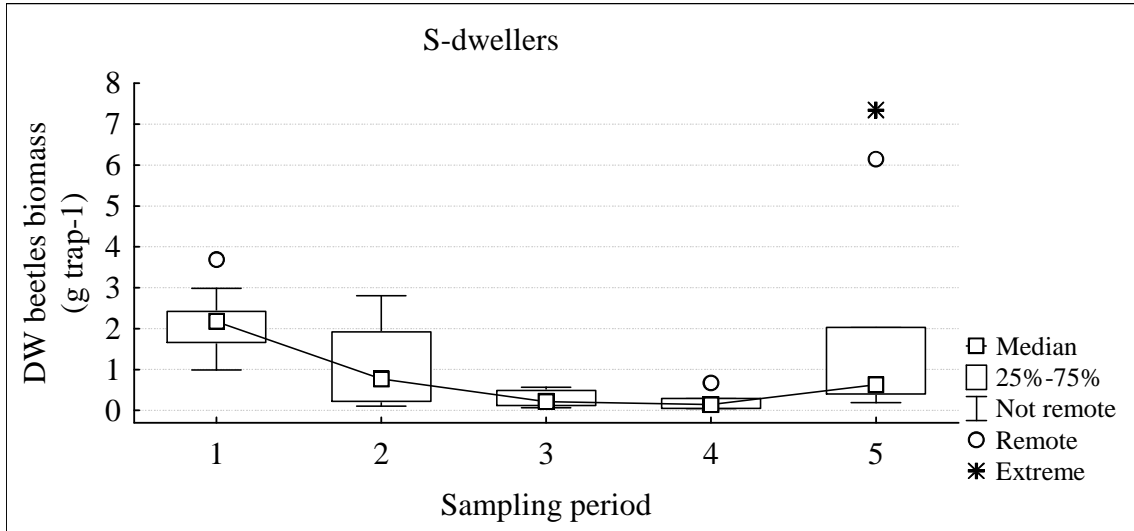


Fig. 2b

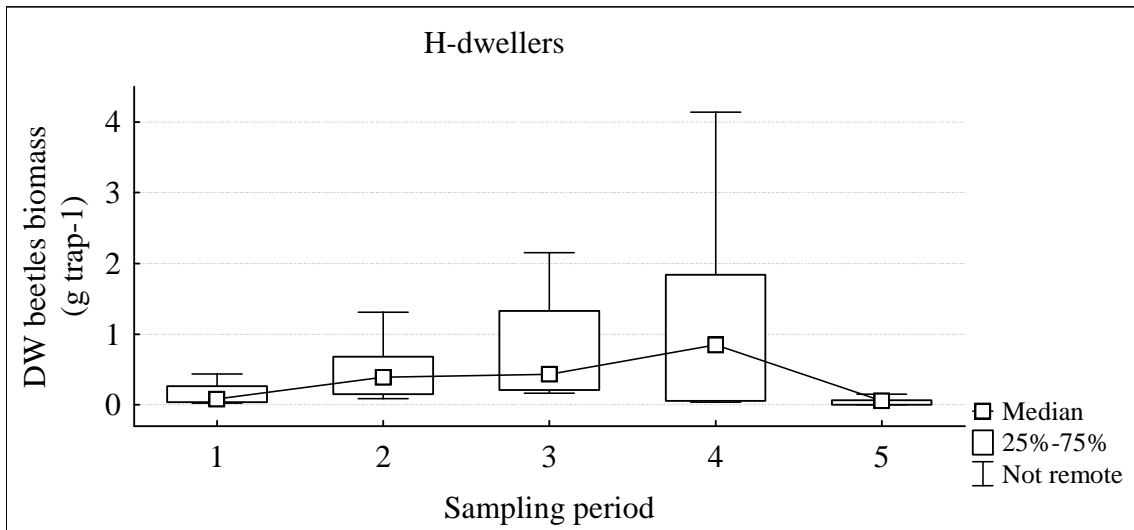


Fig. 2c

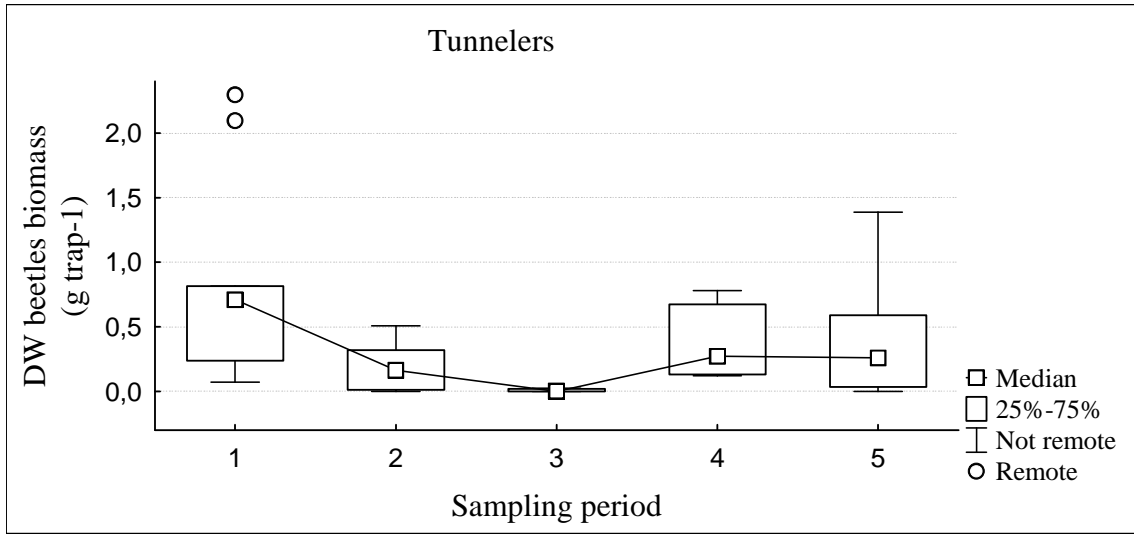


Fig. 3a-c: The nonparametric statistics of DW beetles biomass in single-trap samples at Vlčí Jámy site collected from 2007 to 2008 and grouped according the functional groups (a-c) and sampling periods.

Fig. 3a

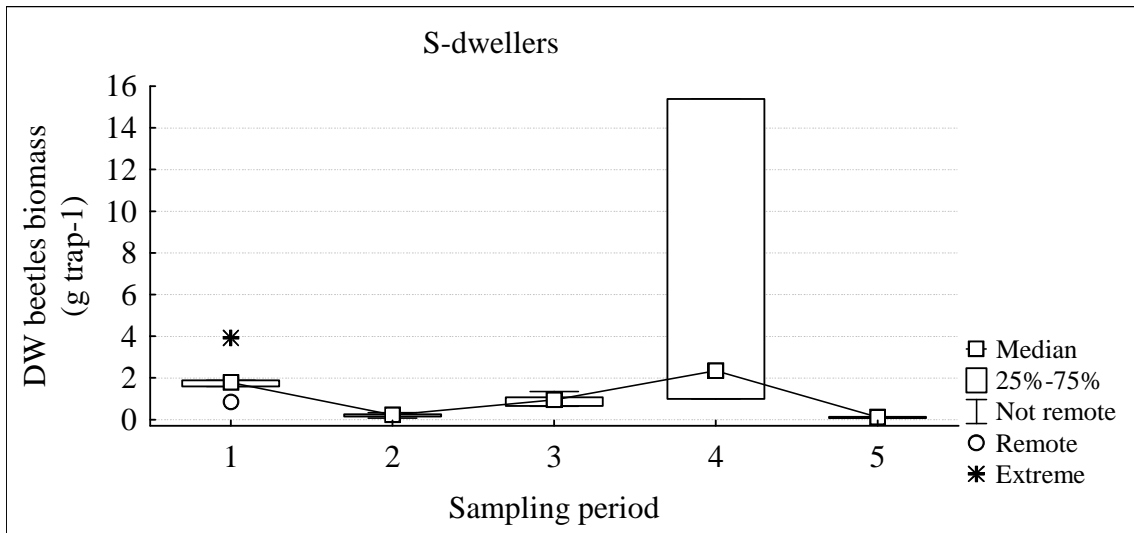


Fig. 3b

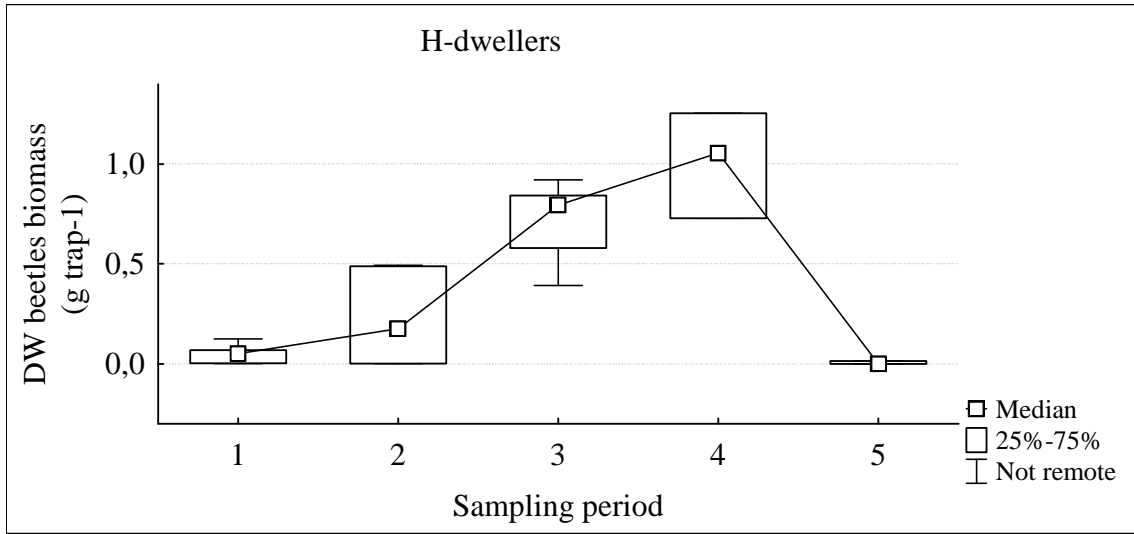


Fig. 3c

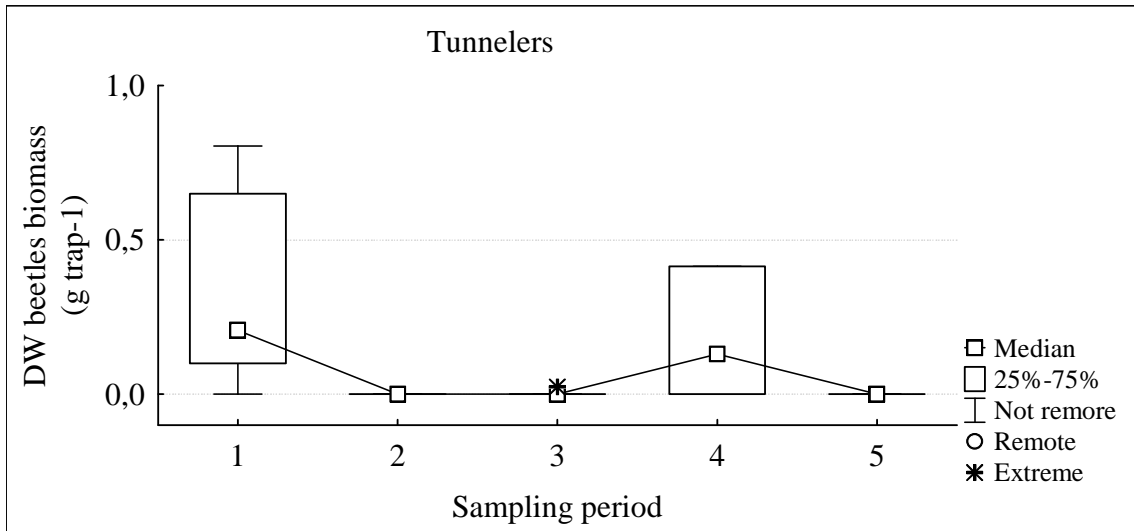




Fig. 4a-c: The nonparametric statistics of DW beetles biomass in single-trap samples at Dolejší Těšov site collected from 2007 to 2008 and grouped according the functional groups (a-c) and sampling periods.

Fig. 4a

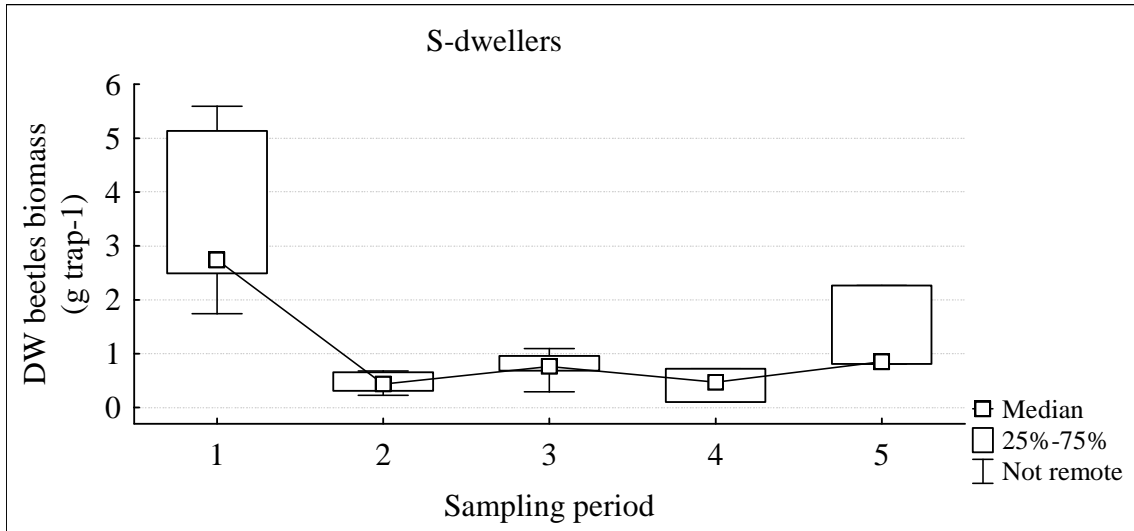


Fig. 4b

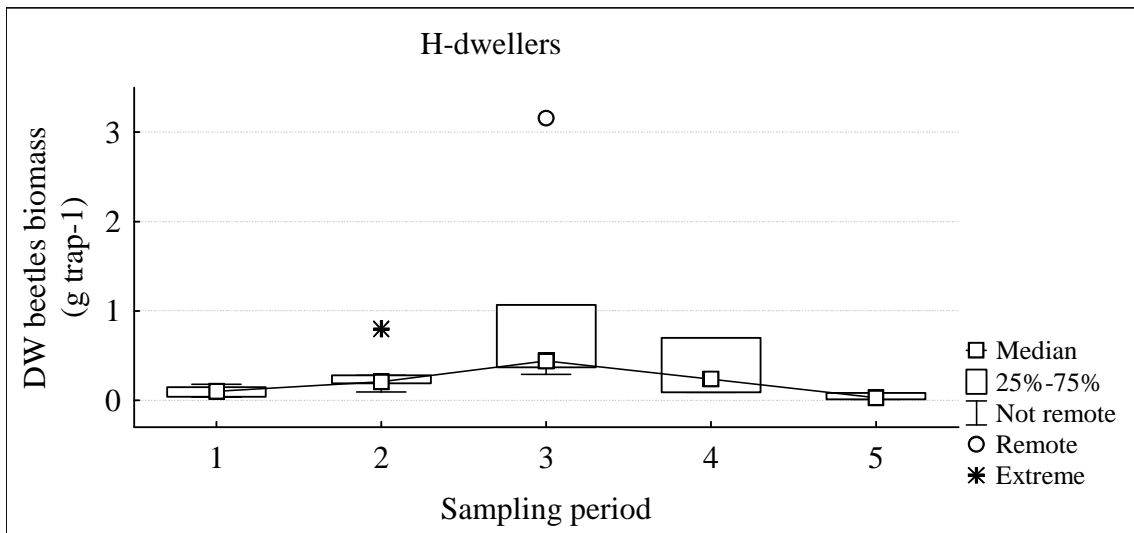


Fig. 4c

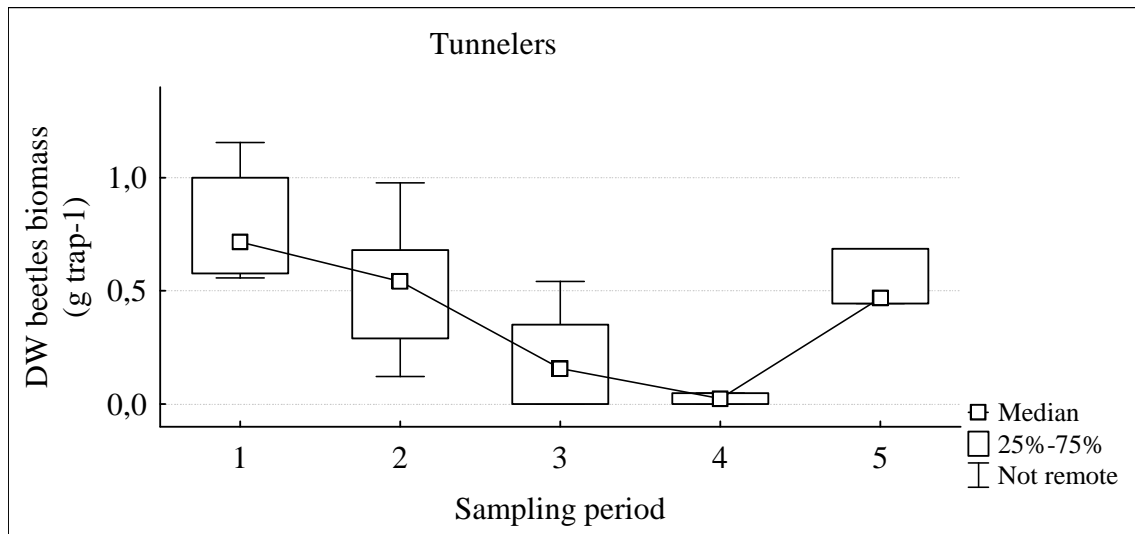


Table 1. The dates of traps exposure in pasture in 2006, 2007 and 2008 and their grouping in 5 sampling periods according calendar months at Rychnov (R06, R07, R08), Vičí Jámy (V07, V08) and Dolejší Těšov (T07, T08) experimental sites.

Sampling periods	R06	R07	R08	V07	V08	T07	T08
1 – April		10 Apr	11 Apr	11 Apr	24 Apr	11 Apr	24 Apr
			28 Apr				
2 – May	19 May	18 May	12 May	23 May	22 May	23 May	23 May
			22 May				
3 – June	19 Jun	15 Jun	25 Jun	19 Jun	25 Jun	19 Jun	26 Jun
4 – July	24 Jul	31 Jul		25 Jul		25 Jul	
5 – August, Sept., October	31 Aug	17 Sep		17 Sep		14 Sept	
	2 October						

Table 2. The distribution of species in three functional groups listed according their contribution to a total collected biomass inside a particular functional group. The means of average values of DW biomass in a triplet of traps were used for calculation of species contribution (%) to a total biomass in each sampling period and sum of means calculated for sampling periods were used for evaluation of a species contribution (%) to a total biomass in sampling season ( $\Sigma 1 - 5$ ).

	Sampling period	1	2	3	4	5	$\Sigma 1 - 5$
Species							
S-dwellers	<i>A. rufipes</i>	*	*	16	87	70	38
	<i>A. fossor</i>	28	37	18	*	*	18
	<i>A. prodromus</i>	26	17	*	*	*	13
	<i>A. fimetarius</i>	13	11	11	*	13	10
	<i>A. sphacelatus</i>	17	15	*	*	*	8
	<i>A. depressus</i>	*	*	26	*	*	5
	<i>A. erraticus</i>	*	*	19	*	*	4
	<i>A. rufus</i>	*	*	*	*	*	1
	<i>A. ater</i>	*	*	*	*	*	1
	<i>A. luridus</i>	*	*	*	*	*	1
	<i>A. haemorrhoidalis</i>	*	*	*	*	*	1
	<i>A. pusillus</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>A. distinctus</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>A. granarius</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>A. uliginosus</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>O. sylvestris</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>A. biguttatus</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>A. contaminatus</i>	*	*	*	*	*	< 1
<i>A. sticticus</i>	*	*	*	*	*	< 1	
$\Sigma$	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
H-dwellers	<i>S. lunatum</i>	32	78	64	60	33	61
	<i>S. scarabaeoides</i>	40	13	27	23	41	25
	<i>S. bipustulatum</i>	*	*	*	*	*	3
	<i>C. obsoletus</i>	*	*	*	*	*	3
	<i>C. impressus</i>	*	*	*	*	*	3
	<i>C. lateralis</i>	*	*	*	*	*	2
	<i>S. marginalis</i>	*	*	*	*	*	2
	<i>C. melanocephalus</i>	*	*	*	*	*	1
	<i>Cr. minutum</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>C. haemorrhoidalis</i>	*	*	*	*	*	< 1

	Sampling period	1	2	3	4	5	$\Sigma 1 - 5$
	<i>Cr. crenatum</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>C. quisquilius</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>C. pygmaeus</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>C. unipunctatus</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>M. obscurum</i>	*	*	*	*	*	< 1
	$\Sigma$	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Tunnelers	<i>G. spiniger</i>	40	*	*	47	42	39
	<i>G. stercorarius</i>	36	39	21	41	17	35
	<i>An. stercorosus</i>	20	*	17	*	*	19
	<i>O. fracticornis</i>	*	61	55	12	41	6
	<i>O. coenobita</i>	*	*	*	*	*	1
	<i>O. joannae</i>	*	*	*	*	*	< 1
	<i>O. similis</i>	*	*	*	*	*	< 1
	$\Sigma$	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

A – Aphodius, O – Oxyomus, C – Cercyon, S – Sphaeridium, Cr – Cryptopleurum, M – Megasternum, G – Geotrupes, An – Anoplotrupes, O – Onthophagus, \* < 10 %

Table 3. The number of single-trap samples (N) and results of Kruskal-Wallis test evaluation of seasonal changes in DW beetles biomass according the functional groups (S-dwellers, H-dwellers, tunnelers) at three sampling sites in 5 sampling periods.

Sampl. period	Rychnov			Vlčí Jámy			Dolejší Těšov		
	S-dwe (N)	H-dwe (N)	Tun (N)	S-dwe (N)	H-dwe (N)	Tun (N)	S-dwe (N)	H-dwe (N)	Tun (N)
1	9	9	9	6	6	6	6	6	6
2	12	12	12	6	6	6	6	6	6
3	9	9	9	6	6	6	6	6	6
4	6	6	6	3	3	3	3	3	3
5	9	9	9	3	3	3	3	3	3
Kruskal-Wallis	***	***	***	***	**	**	**	**	**

## The seasonal biomass distribution of coprophagous beetles in fresh cow dung in a sub-mountain pasture

Šlachta M., Frelich J. and Svoboda L.

University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

slachta@zf.jcu.cz

### Abstract

The biomass of coprophagous beetles (*Scarabaeoidea*, *Hydrophilidae*) in the fresh cow dung was monitored on a sub-mountain dairy farm using pitfall traps baited by 1.5 litre of dung. The major peaks of beetles activity were identified in May, in July and in August / September sampling periods (mean dry weight biomass – DW trap<sup>-1</sup>: 3.05 g, 3.52 g and 6.03 g, respectively), while in June and October periods lower beetles activity was recorded (mean DW trap<sup>-1</sup>: 0.47 g, 0.51 g, respectively). In all the samples the greatest amount of biomass belonged to the species without burial breeding behaviour, whereas the tunneling beetles (laying eggs in pieces of dung buried in the soil) formed a minor part of sampled biomass (4 – 18 % of mean DW trap<sup>-1</sup>). The highest impact of beetles on dung decomposition can be expected since August due to larval feeding of the dung dweller *Aphodius rufipes*, forming 80 % of a total DW biomass of the sample. The highest burial activity can be expected in May and in September due to breeding activity of *Ontophagus* spp. and *Geotrupes* spp. (respectively).

Keywords: dung decomposition, coprophagous beetles, Scarabaeoidea, Hydrophilidae, cattle, pasture

### Introduction

The coprophagous beetles of *Scarabaeoidea* and *Hydrophilidae* form an important group of dung decomposers in pastures (Hanski *et al.*, 1991). In early phase of decomposition, the beetles are the main agents acting in the dung pat destruction. They increase the rate of dung disappearance and improve thus the efficiency of pasture utilisation (Holter, 1979; Gittings *et al.*, 1994). The species with burial breeding activity (so-called tunnelers) attribute to dung pat disappearance by transporting pieces of dung into the soil in order to provide food source for their larvae. The most *Scarabaeoidea* species in northern Europe and all *Hydrophilidae* species nevertheless do not express tunneling behaviour (so-called dung dwellers). Dung pats are important for their adult feeding, mating and eventually breeding. The larvae attribute to dung disappearance more than adults in these species (Holter, 1979). The aim of this study was to survey the seasonal distribution of *Scarabaeoidea* and *Hydrophilidae* beetles on a sub-mountain cattle farm and to discuss their capacity for the dung decomposition.

### Materials and methods

The survey was carried out on a sub-mountain dairy farm (575 m a. s. l.) in the southern Bohemia in the close vicinity of Natural Park of Novohradské Hory Mountains. Seasonal pasturage of approximately 100 cows of Czech Pied and Holstein breeds has been practised there since more than 30 years. The grazing generally starts in May and is abandoned in October. The area of pasture was 171 ha and it was covered by *Lolio-Cynosurelion* suballiance vegetation. The pasture area was surrounded by a landscape with forests, meadows, crop fields and small littorals. The beetles were caught in pitfall traps baited by 1.5



liter of fresh cow dung and 10% formaldehyd was used as a preserving fluid. A set of three traps were exposed in the pasture nearby stables for 7 days in spring (Period 1: 19–26 May), in early summer (Period 2: 19–26 June), in advanced summer (Period 3: 24–31 July), in late summer (Period 4: 31 August – 7 September) and in autumn (Period 5: 2–9 October). The collected beetles were identified to species (*Scarabaeoidea*) or to genera (*Hydrophilidae*) and divided into two groups according their breeding behaviour, the dung dwellers and the tunnelers. The dry body weight (DW) biomass of beetles was calculated using the mean weight of 11–36 specimens of particular species or genera (*Hydrophilidae*) dehydrated at 60°C for 72 hours.

### Results and discussion

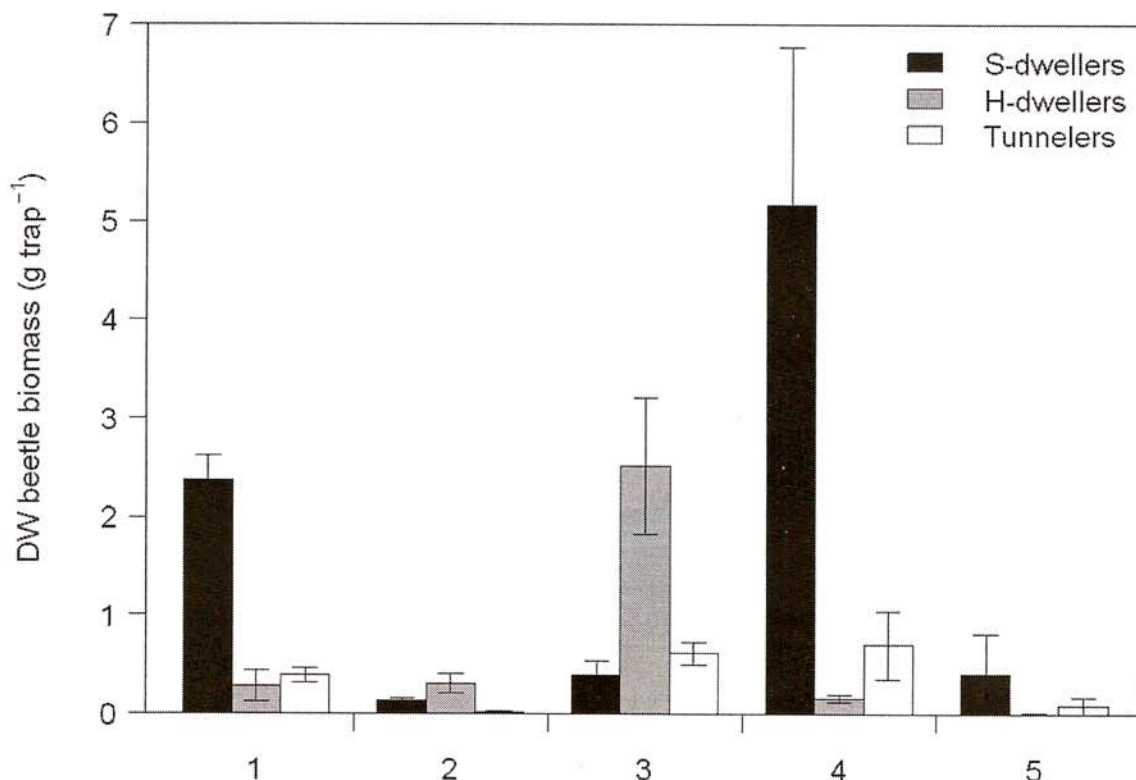
The flight activity of beetles varied throughout the season (Table 1, Figure 1). The major peaks of beetles activity were identified in May, in July and in August / September sampling periods (mean DW trap<sup>-1</sup>: 3.05 g, 3.52 g and 6.03 g, respectively), while in June and October periods lower beetles activity was recorded (mean DW trap<sup>-1</sup>: 0.47 g, 0.51 g, respectively). The May peak was connected with flight activity of two small dung dwellers *Aphodius sphacelatus* and *Aphodius prodromus* (4–7 mm) contributing by 56% to a total DW biomass of the sample. While their larval development does not take place in dung (Gittings *et al.*, 1997), their meaning for dung pat decomposition is expected to be small. The July sample was formed from 72% by *Hydrophilidae*. Their larvae are carnivorous and do not contribute to dung decomposition (Hanski *et al.*, 1991). The August / September peak was attributed to the occurrence of a large dung dweller *Aphodius rufipes* (11–13 mm) forming 80% of a total DW biomass of the sample. This species occurred in traps since June, when the adults of new generation emerge (Gittings *et al.*, 1997). Larvae feed on dung and their development to overwintering third instars can be accomplished in 6 weeks. This period of rapid growth is connected with massive food consumption, up to 300% of their dry body weight per day, and their feeding activity can be responsible for 14–20% of dung pat disappearance (Holter, 1979).

Table 1. The DW biomass of beetles collected in 5 sampling periods (the mean DW of three replicate traps). S: *Scarabaeoidea*; H: *Hydrophilidae*.

Sampling period	S-dwellers (g DW trap <sup>-1</sup> )		H-dwellers (g DW trap <sup>-1</sup> )		Tunnelers (g DW trap <sup>-1</sup> )	
	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.
1	2.38	0.25	0.28	0.16	0.39	0.07
2	0.14	0.03	0.31	0.09	0.02	0.01
3	0.39	0.15	2.52	0.69	0.61	0.12
4	5.17	1.61	0.16	0.03	0.70	0.35
5	0.41	0.41	0.01	0.01	0.09	0.09
Kruskal-Wallis test	P < 0.05		P < 0.05		P < 0.05	

From a total of 19 species of *Scarabaeoidea* five species with tunneling nesting activity were identified in samples: *Onthophagus fracticornis*, *Onthophagus coenobita*, *Onthophagus joannae*, *Geotrupes spiniger* and *Geotrupes stercorarius*. Small tunnelers of *Onthophagus* (most of specimens appertained to *Onthophagus fracticornis*; 4.5–9 mm) create nests in spring up to 25 cm depth in soil. A higher impact on the destruction of dung pats can be expected by breeding activity of large *Geotrupes spiniger* and *Geotrupes stercorarius* (18–26 mm and 16–25 mm, respectively). They dig their nests up to 30 cm (*G. spiniger*) or 60 cm (*G. stercorarius*) beneath dung pat in September and in October (Balthasar, 1963).

Figure 1. The DW biomass of beetles collected in 5 sampling periods (the means of three replicate traps and standard errors of the means are expressed in the graph). S: *Scarabaeoidea*; H: *Hydrophilidae*.



### Conclusions

The greatest amount of caught beetles biomass belonged to the species without burial breeding behaviour, whereas the tunneling beetles formed a minor part of sampled biomass (4 – 18 % of mean DW trap<sup>-1</sup>). The highest impact of beetles on dung decomposition can be expected since August due to the larval feeding of a dung dweller *Aphodius rufipes*. The highest burial activity can be expected in May and in September due to the breeding activity of *Ontophagus* spp. and *Geotrupes* spp. (respectively).

### Acknowledgement

This work was supported by the research project No. MSM 6007665806 of Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

### References

- Balthasar V. (1963) Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearktischen und orientalischen Region. Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prague, pp.628.
- Gittings T., Giller P.S. (1997) Life history traits and resource utilisation in an assemblage of north temperate *Aphodius* dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Ecography*, 20, 55-66.
- Gittings T., Giller P.S., Stakelum G. (1994) Dung decomposition in contrasting temperate pastures in relation to dung beetle and earthworm activity. *Pedobiologia*, 38, 455-474.
- Hanski I., Cambefort Y. (eds.) (1991) *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, pp.481.
- Holter P. (1979) Effect of dung-beetles (*Aphodius* spp.) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos*, 32, 393-402.