

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**Zemědělská fakulta**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agroekologie**

**Společenstva epigeických brouků plantáží  
rychle rostoucích bylin**

**bakalářská práce**

**Zuzana Jahnová**

**vedoucí práce**  
**doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.**

**konzultant**  
**Ing. Ivo Celjak, CSc.**

**České Budějovice 2009**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra agroekologie

Akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zuzana JAHNOVÁ

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Název tématu: Společenstva epigeických brouků plantáží rychle rostoucích bylin

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

1. Vypracovat literární rešerši problematiky epigeických brouků na plantážích rychle rostoucích dřevin a bylin.
2. Seznámit se s taxonomií a autekologií základních druhů epigeických brouků vyskytujících se v kulturní krajině na území ČR.
3. Seznámit se s metodikou odběru vzorků epigeických brouků.
4. Seznámit se se statistickými metodami hodnocení vzorků.
5. Odběr vzorků na pokusných plochách.
6. Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků na pokusných plochách.
7. Stanovit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků na plantážích energetických bylin. Stanovit stupeň jejich antropogenního ovlivnění.

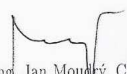
Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, fotografická příloha  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury: viz příloha

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.  
Katedra agroekologie  
Konzultant bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.  
Katedra zemědělské techniky a služeb  
Datum zadání bakalářské práce: 13. ledna 2008  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2009

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studenteká 13  
070 05 České Budějovice

L.S.

  
prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 21. ledna 2008

## Příloha zadání bakalářské práce

### Seznam odborné literatury:

- Boháč, J.: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 1999, 74: 357 - 372.
- Boháč, J., Celjak, I., Moudrý, J., Kohout, P.: Plantations of energetic plant species as a biocorridor for invertebrates in an agricultural landscape. The tree and flower - a part of life. Proceedings from the Scientific conference with international participation. Silva Tarouca Research Institute of landscape and Ornamental Gardening, Průhonice, 2007, pp. 163 - 168.
- Boháč, J., Moudrý, J., Desetová, L.: Biodiverzita a zemědělství. *Život. prostor*, 2007, 41: 24 - 29.
- Celjak, I., Boháč, J.: Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel. In: *Obnovitelné zdroje v energetice sídel*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Praha, 2007, pp. 17 - 26.
- Boháč, J., Celjak, I., accepted: Biodiversity of invertebrates in plantations of fast growing plant species for energetic purposes. *Entomologica Romanica*.
- Boháč, J., Černý, J., accepted: Rural settlements as biocentres for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in agricultural landscape. *The Journal of Central European Agriculture*.
- Boháč, J., Celjak, I., Moudrý, J., Wotavová, K., accepted: Communities of carabid beetles in plantations of fast growing plants for energetic purposes. In Penev, L. (ed.): *New synthesis between taxonomic, ecological and biogeographical approaches in Carabidology*. Pensoft, Sofia, Moscow.
- Semere, T., Slater, F. M.: Invertebrate populations in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass and Bioenergy*, 2007, 31: 30 - 39.
- Semere, T., Slater, F. M.: Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass and Bioenergy*, 31: 20 - 29.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma „Společenstva epigeických brouků plantází rychle rostoucích bylin“ vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Kadešicích, 12. dubna 2009

.....  
Zuzana Jahnová

### **Poděkování:**

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., za cenné rady, poskytnuté materiály a pomoc při determinaci materiálu, Ing. Janu Moudrému, Ph.D. za poskytnutá data, Mgr. Ladě Záhlavové za vypracování grafu v programu CANOCO, svému otci za pomoc při zpracování materiálu a oběma rodičům za podporu při studiu na vysoké škole.

Práce vznikla za podpory projektu MŠMT 2BO6131 Nepotravinářské využití fytomasy v energetice.

## **SOUHRN**

Cílem předkládané práce bylo prozkoumat společenstva epigeických brouků na plantážích rychle rostoucích bylin. Odchyt byl proveden ve čtyřech porostech a byla při něm použita metoda zemních pastí. Jako indikátory sloužili střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Bylo odchyceno 18 druhů a 45 exemplářů čeledi *Staphylinidae* a 25 druhů a 594 exemplářů čeledi *Carabidae* (celkem 43 druhů, 639 exemplářů). Jako nejbohatší porost z hlediska počtu odchycených exemplářů se ukázal porost lesknice rákosovité (246 ks) a z hlediska počtu druhů porost srhy laločnaté (28 druhů). Dominantními druhy ve všech společenstvech byly druhy *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes*, *Harpalus aeneus* a *Nebria brevicollis*. Na všech stanovištích převládaly druhy eurytopní (E) nad druhy adaptabilními (R2). Nejnižší hodnota ISD, tedy nejvyšší antropogenní ovlivnění bylo zjištěno v porostu lesknice rákosovité. Předpokládá se, že vliv na společenstva mohl mít okolní biotop (uměle založené travní společenstvo) a průběh počasí v roce průzkumu.

**Klíčová slova:** střevlíkovití (*Carabidae*); drabčíkovití (*Staphylinidae*); rychle rostoucí byliny; antropogenní ovlivnění společenstev; druhová diverzita

## **SUMMARY**

The aim of the work was to study the communities of epigeic beetles in plantations of fast growing plant species for energetic purposes. The method of pitfall trapping was used for beetle sampling. Four plots of fast growing plants were studied – *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Phalaris arundinacea* and *Helianthus tuberosus*. Carabid beetles (*Carabidae*) and rove beetles (*Staphylinidae*) were used as bioindicators. It was found 18 species and 45 individuals of family *Staphylinidae* and 25 species and 594 individuals of family *Carabidae* (43 species nad 639 individuals in total). The highest number of species was found on plot of *Dactylis glomerata* (28 species) and the highest number of individuals was found on plot of *Phalaris arundinacea* (246 individuals). The majority of the beetles were carabid beetles belonging to the next species - *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes*, *Harpalus aeneus* and *Nebria brevicollis*. These species occurred in all plantations. Eurytopic species were more common than stenotopic in all habitats. The smallest value of index of human impact and so the biggest human impact was found in reed canary-grass. It is supposed that the communities were influenced by the surrounding biotope (lawn) and the weather during the period of experiment.

**Key words:** ground beetles (*Carabidae*); rove beetles (*Staphylinidae*); perennial biomass crops for energetic purposes; human impact on communities; species diversity

## **OBSAH**

1. ÚVOD.....	9
2. <b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	10
2.1. Biomasa jako zdroj energie.....	10
2.2. Biodiverzita.....	11
2.3. Bioindikátory .....	14
2.4. Střevlíkovití – charakteristika, využití k indikaci .....	16
2.5. Drabčíkovití – charakteristika, využití k indikaci.....	20
2.6. Metody odchyty střevlíkovitých a drabčíkovitých.....	23
2.7. Statistické metody hodnocení společenstev brouků .....	24
3. <b>CHARAKTERISTIKA LOKALITY A POKUSNÝCH PLOCH</b> .....	25
4. <b>METODIKA</b> .....	28
4.1. Metoda odchyty, sběr dat.....	28
4.2. Materiál.....	28
4.3. Statistické vyhodnocení .....	29
5. <b>VÝSLEDKY</b> .....	30
5.1. Celkový počet druhů a jedinců na sledovaných plochách .....	30
5.2. <i>Carabidae</i> - seznam druhů, počet odchycených exemplářů a zařazení druhů do ekologických skupin .....	31
5.3. <i>Staphylinidae</i> - seznam druhů, počet odchycených exemplářů a zařazení druhů do ekologických skupin .....	33
5.4. Zastoupení druhů s různou ekologickou charakteristikou na pokusných plochách.....	35
5.5. Index antropogenního ovlivnění společenstev brouků .....	36
5.6. Plocha I – lesknice rákosovitá .....	36
5.7. Plocha II – ovsík vyvýšený .....	37
5.8. Plocha III – srha laločnatá.....	37
5.9. Plocha IV – topinambur hlíznatý .....	37
5. 10. Ordinace společenstev epigeických brouků na studovaných plochách (CANOCO)-metoda CCA.....	37
6. <b>DISKUSE</b> .....	39
7. <b>ZÁVĚR</b> .....	42
8. <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	44
<b>PŘÍLOHOVÁ ČÁST</b> .....	49



## 1. ÚVOD

Trend strmě narůstající spotřeby energie a zároveň omezené zásoby fosilních paliv nutí člověka věnovat pozornost výzkumu zaměřenému na možnost využít i jiné zdroje energie, především biomasu. V České republice, kde je přebytek zemědělské půdy nepotřebné k potravinářské produkci a navíc se velká část území nachází v méně příznivých oblastech, ve kterých je pěstování jiných plodin nerentabilní, je využití energetických plodin velkou výzvou do budoucnosti.

Prozatím není jasné, jak může pěstování energetických plodin ovlivnit biologickou rozmanitost bezobratlých. Prozkoumat druhovou diverzitu společenstev epigeických brouků na plantážích rychle rostoucích (energetických) bylin, konkrétně v porostu srhy laločnaté (*Dactylis glomerata*), ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*), lesknice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) a topinamburu hlíznatého (*Helianthus tuberosus*), který řadíme mezi okopaniny a posloužil pro srovnání a určit dominantní druhy v jednotlivých porostech bylo proto cílem této práce.

Pro odchyt byla použita metoda zemních pastí, která je relativně levná a spolehlivě postihuje většinu druhů epigeických bezobratlých.

Jako indikátory byli pro zkoumání zvoleni střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Jedná se o druhově početné skupiny, které se dají poměrně snadno determinovat, vyskytují se v hojném počtu a bylo pro ně pro území České republiky provedeno zařazení do tří ekologických skupin dle šíře ekologické valence taxonů a jejich vázanosti ke stanovišti.

Cílem práce bylo dále zařadit brouky do jednotlivých ekologických skupin, porovnat zastoupení jednotlivých skupin v každém porostu a určit stupeň antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků pomocí indexu společenstev brouků ISD, který se počítá na základě procentuálního zastoupení ekologických skupin ve vzorku.

Posledním úkolem bylo odhadnout, které faktory prostředí mohly společenstva epigeických brouků na plantážích energetických bylin ovlivnit.

## **2. LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **2.1. Biomasa jako zdroj energie**

Omezené zásoby nejvýznamnějšího zdroje energie, jímž jsou fosilní paliva, vedou v současné době k hledání dalších zdrojů, aby i nadále bylo možné zajišťovat strmě narůstající trend spotřeby energie. Mezi těmito zdroji patří k nejvýznamnějším biomasa (Noskovič a kol., 1996).

Energetickému využití biomasy je věnována mimořádná pozornost ve všech vyspělých zemích světa. Výrazně je podporován výzkum zaměřený na zvýšení efektivity využití biomasy a rozšíření možností jejího uplatnění (Noskovič a kol., 1996).

Pro účely bioenergetiky je biomasa definována jako substance ekologického původu, zahrnující rostlinnou biomasu pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo na vodních plochách, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady. Pro označení organické hmoty pouze rostlinného původu je používán pojem fytomasa. Jejím využitím k energetickým účelům se zabývá fytoenergetika (Zimolka, 2004).

Zimolka (2004) uvádí, že pěstování rostlin pro výhradně energetické účely má smysl pouze v těch zemích, kde je dostatek půdy pro pěstování rostlin k zajištění potravinové bezpečnosti a navíc je k dispozici zemědělská půda, na níž není efektivní rozvíjet intenzivní zemědělskou výrobu. V současné koncepci agrární politiky České republiky se ukazuje přebytek zemědělské půdy nepotřebné k potravinářské produkci. Ta se stává i potenciální plochou pro pěstování energetických plodin, které lze navíc pěstovat i na zdevastovaných a antropogenních (rekultivovaných) půdách, v oblastech s vysokou imisní zátěží, kde hrozí kontaminace produkce škodlivými látkami a rovněž v lokalitách s regulovanými podmínkami hospodaření.

Pro energetické účely k přímému spalování lze využít řadu rostlinných druhů. Přitom může jít o jednoleté, víceleté či vytrvalé energetické rostliny, které nedřevnatí, nebo dřeviny (Zimolka, 2004).

Studiem využití energetických dřevin se zabývali Celjak a Boháč (2008). Podle nich jsou plantáže energetických dřevin výhodné z hlediska zpracování pro následné využití, protože je dřevo soustředěno na jednom místě, čímž se usnadní jeho zpracování.

Nejčastějším způsobem zpracování je štěpkování na štěpku určité délky. Plantáže rychle rostoucích dřevin lze snadno ošetřovat, protože stromy rostou v řadách. Mezi řady lze snadno zajíždět a pohybovat se mechanizací. Sklizeň a zpracování stromů je také snadné, jelikož je to dřevní hmota homogenní a pravidelného vzrůstu. Nehrozí vznik škodlivých produktů při hoření vlivem chemicky znečištěného dřevního odpadu, neboť dřevo z plantáží rychle rostoucích dřevin není kontaminováno.

Co se týče energetických bylin byly dle Zimolky (2004) ověřovací studie ve světě dosud zaměřeny na ozdobnici čínskou (*Miscanthus sinensi*), vousatici (*Andropogon gerardii*), vousatec (*Pennisetum alopecuroides*), rákos (*Phragmites australis*), křídlatku (*Polygonum*), konopí seté (*Canabis sativa*) a jiné. U nás se v polních pokusech ověřují další druhy jako je chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), len, čirok a další.

## **2.2. Biodiverzita**

Biologická rozmanitost (biodiverzita) je definována jako různorodost všech živých organismů včetně jejich suchozemských, mořských a ostatních vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jichž jsou součástí (Šrámek, 2001).

Svou evoluční minulostí a zejména somatickou podstatou je také lidská populace součástí biodiverzity, avšak oddělujeme ji jako nositele fenoménu zvaného civilizace nebo kultura sensu lato (Jeník, 2002).

O biodiverzitě uvažujeme na třech úrovních. Biologická diverzita na úrovni druhů zahrnuje veškeré organismy žijící na Zemi, od bakterií a jednobuněčných organismů až po říše mnohobuněčných rostlin, živočichů a hub. Biologická rozmanitost chápána v jemnějším měřítku představuje genetickou variabilitu v rámci druhu, a to jak mezi geograficky oddělenými populacemi, tak mezi jedinci jedné populace. Biodiverzita, to je také různorodost ve společenstvech, v nichž druhy žijí, v ekosystémech, ve kterých tato společenstva existují, a rozmanitost interakcí mezi těmito úrovněmi. Přírodní společenstvo je definováno jako soubor populací různých druhů žijících společně na jednom stanovišti vnímaný současně s interakcemi mezi těmito druhy (Primack, 2001).

Dle Jacksona a kol. (2007) ztráta biodiverzity v zemědělské krajině neovlivní jen produkci potravin, paliva, ale i rozsah ekologických služeb, které nám krajina poskytuje, jako jsou např. dostupná čistá voda, přirozené prostředí pro druhy, ale také prostředí, které nepoškozuje lidské zdraví. Je důležité provádět průzkumy, abychom zjistili, do jaké míry nám ochrana biodiverzity umožní uspokojit stávající i budoucí potřeby ve smyslu trvale udržitelného rozvoje. Některé výzkumy ukazují, že biodiverzita může zvýšit produktivitu ekosystému.

Za základní příčinu snížení biodiverzity se považuje ztráta funkce ekosystémů jejich narušením a právě zemědělství má zájem na jednoduchých a uniformních ekosystémech (monokulturách) řízených člověkem. Tím způsobuje vyhynutí mnoha původních druhů, snížení druhové diverzity společenstev a ekosystémů a změn v početnosti druhů. Velkou roli pro formování biodiverzity v agrosystémech hraje biodiverzita okolních biotopů. Formování společenstev v nových agrosystémech ovlivňuje hlavně absence opadu a vysušování a utužování půdy, izolace zbytků původních okolních biotopů a fragmentace krajiny, která vede ke ztrátě její kontinuity. Zbytkové plošky (biotopy) jsou menší a jsou od sebe více vzdáleny. Fragmentace krajiny má za následek rozdělení populací organismů a genetickou izolaci mezi populacemi. Fragmentovaná krajina je pro mnohé organismy těžko průchodná vzhledem k nepřekonatelným bariérám. Mnohým invazním druhům však člověkem vytvořené koridory v krajině usnadňují pohyb (Boháč a kol., 2007c).

Dle Boháče (2008) může být biologická rozmanitost na plantážích energetických plodin ovlivněna jak pozitivně, tak i negativně. Mezi pozitivní jevy patří to, že plantáže energetických rostlin mohou zvyšovat celkovou biodiverzitu v zemědělské krajině (mohou skýtat úkryt některým savcům a ptákům, dravým a parazitickým druhům bezobratlých, zejména hmyzu vázanému na škůdce jiných zemědělských plodin). Na druhé straně mohou plantáže energetických rostlin hostit některé invazivní druhy nebo druhy škodící na jiných zemědělských plodinách. Není zatím jasné, zda plantáže energetických plodin mohou sloužit jako biokoridory nebo mohou naopak přispět k fragmentaci krajiny. Nevíme také, zda plantáže mohou ohrozit některé citlivé druhy organismů nebo jak ovlivní jejich biodiverzita ekosystémové služby v krajině.

Údajů o biodiverzitě na plantážích energetických plodin je poměrně málo. Ve Velké Británii zkoumali tuto problematiku Semere a Slater (2007a, 2007b). Podle nich má přímý dopad na bezobratlé to, že se v porostech neprovádí aplikace pesticidů a porosty se nehnojí tak intenzivně, na rozdíl od obilnin, které jsou v průběhu roku ošetřeny několika pesticidy. Plodiny jsou zasívány v březnu a půda není rušena kultivačními procesy, absence aplikace herbicidů pak umožňuje růst plevelům, které biodiverzitu zvyšují. Byla prozkoumána i diverzita dalších modelových skupin (drobní savci, ptáci) a bylo zjištěno, že biodiverzita může u některých modelových skupin vzrůstat, ale tento efekt neplatí pro všechny skupiny obratlovců. Některé druhy ptáků se plantážím energetických rostlin vyhýbají.

Většina autorů (Kromp, 1999; Irmeler, 2003) se zabývá studiem střevlíkovitých v základních zemědělských plodinách, např. v obilninách, případně zkoumají společenstva střevlíkovitých na pastvinách (Magura a Ködöböcz, 2007). Biodiverzitu v porostech rychle rostoucích dřevin zkoumali Boháč a kol. (2007a). Ti ve své práci studovali šest ploch rychle rostoucích dřevin v okolí Českých Budějovic, jednalo se především o porosty topolu, olše a vrby. Na zkoumaných plochách se lišil druh stromů, počet stromů ve skupině a okolní zemědělská krajina. Bylo zjištěno, že početnost druhů na jednotlivých plochách se výrazně nelišila, na ploše situované v nivě a na ploše v okolí rybníka byl zjištěn největší počet druhů brouků. Druhy skupiny R1 nebyly nalezeny, druhy eurytopní se vyskytovaly na stanovištích s intenzivním management v okolní krajině, na suché půdě s mělkým půdním horizontem. Druhy skupiny R2 byly odchyceny v největším počtu na plochách v blízkosti nivy, rybníku a lesa. Na společenstva bezobratlých měla největší vliv okolní zemědělská krajina a intenzita jejího managementu.

Srovnání biodiverzity na plantážích různých energetických rostlin v Evropě jasně ukazuje, že druhově nejpočetnější a zároveň nejvýznamnější skupinou v plantážích energetických rostlin jsou jednoznačně bezobratlí živočichové. Na plantážích energetických rostlin v ČR se vyskytuje 150-300 druhů bezobratlých (Boháč, 2008).

Je zřejmé, že v tropických oblastech s vysokou biodiverzitou a významným zastoupením přirozených biotopů může pěstování bioenergetických rostlin významně poškozovat biodiverzitu (ničení lesa a jeho fragmentace, znečištění vodních biotopů

agrochemikáliemi, atd.). V Evropě, kde většina krajiny byla již v dávné minulosti přetvořena člověkem, mohou mít plantáže bioenergetických rostlin na biodiverzitu neutrální nebo i kladný vliv (Boháč, 2008).

Boháč (2008) dále uvádí, že plantáže energetických plodin hostí podobnou faunu bezobratlých jako okolní agrosystémy, to znamená, že převažují druhy s širokou ekologickou valencí. Přestože dochází k intenzivním migracím mezi agrosystémy a plantážemi energetických rostlin, jsou společenstva plantáží odlišná od společenstev okolních agrosystémů. Společenstva bezobratlých plantáží jsou silně ovlivněna strukturou okolní krajiny, zejména okolními polopřirozenými biotopy, jejichž druhy často pronikají na plantáže. Je zřejmé, že v době změny obhospodařování agrosystémů (sklizeň, orba) jsou plantáže vhodným refugiem v zemědělské krajině s nízkým zastoupením remízků.

### **2.3. Bioindikátory**

Bez biologického monitorování a využití bioindikátorů nebudeme nikdy znát odezvu přírody na různorodou činnost člověka, která ji často negativně ovlivňuje (Boháč, 1999b).

Monitoring efektně ukazuje, jak populace reaguje na změny prostředí (Primack, 2001).

Jednou ze skupin indikátorů jsou bioindikátory ekologické homeostáze. Tyto druhy a jejich populace či společenstva mohou sloužit jako indikátory kvality krajiny a krajinných částí, dokonce jsou použitelné pro prognózy dalšího vývoje krajiny. Ekologickou analýzou u jejich společenstev, která zahrnuje sledování frekvence skupin různě citlivých k lidské činnosti (velmi citlivé druhy, druhy méně citlivé a tolerantní) ve společenstvech těchto indikátorů, sledování poměru pohlaví, frekvence druhů s různými migračními schopnostmi a dalších charakteristik, lze odhalit faktory, které se podílejí na změnách ve studovaných ekosystémech. Takovýto biologický výzkum může být levnější než výzkum přístrojový (Boháč, 1999b).

Indikační klasifikace vychází z předpokladu, že organizmy opakovaně nacházené na určitém typu biotopu lze zpětně využít k indikaci tohoto biotopu. Bývá vypracována na podkladě dlouhodobých binomických pozorování. Její přesnost stoupá s množstvím

dat, která byla k vypracování použita. V případě takto definovaných indikátorů neznalost objektivní biologické příčiny výskytu na daném typu biotopu není překážkou, pravidelný výskyt na určitém stanovišti je již využitelný pro indikační potřeby (Chobot a kol., 2005).

Chobot a kol. (2005) dále uvádí, že využití takto definovaných indikátorů je komplikováno skutečností, že druhy jsou v různém prostředí limitovány odlišnými faktory. Proto lze takovéto indikátory použít v zásadě pouze v prostředí, ze kterého klasifikace vzešla. S mírou odlišnosti zkoumaného území danou vzdáleností nebo rozdílem klimatu výpovědní hodnota indikátorů klesá. Nelze tedy automaticky přejímat indikační schémata vzniklá na základě znalostí jiných regionů, v ideálním případě by bylo možné uvažovat o indikačních schématech vzniklých na základě biogeografických regionů, pro praktickou potřebu však postačí zřejmě rámec území státu – v našem případě tedy ČR.

Dle Boháče (1999b) by se vhodný bioindikátor měl hojně vyskytovat na stanovištích, která jsou předmětem našeho zájmu, měl by trvale žít na nevelkém teritoriu a živit se potravou z tohoto teritoria a měl by být citlivý ke sledovanému faktoru. Jako indikátory se používají organismy různého taxonomického postavení, které se vybírají s ohledem na cíl biomonitorování. Nelze ovšem nalézt univerzální bioindikátory. Různé organismy jsou citlivé k různým faktorům.

Jako indikační lze dle Chobota a kol. (2005) hodnotit vysoký počet systematických skupin: mykorhizní houby, půdní *Protozoa*, půdní *Nematoda*, žížaly (*Lumbricidae*), stejnonozí korýši (Isopoda), půdní larvy Dipter, střevlíkovití (*Carabidae*), drabčíkovití (*Staphylinidae*), pavouci (Araneae), ploštice (*Heteroptera*), síťokřídlí (Neuroptera), slunéčkovití (*Coccinellidae*), pestřenkovití (*Syrphidae*), mravenci (*Formicoidea*) a některé skupiny roztočů (*Oribatida*, *Gamasida*). Mimo to lze ovšem najít i jednotlivé práce využívající mnohé další skupiny, například chvostoskoky (Collembola), roupice (*Enchytraeidae*), kopřofágní brouky (*Scarabaeidae part.*, *Hydrophilidae*), popř. brouky z čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*) nebo mandelinkovitých (*Chrysomelidae*) či celkově řád motýlů (Lepidoptera). Pro hodnocení lesních společenstev se pak využívají saproxylické druhy hmyzu (tedy vázané na odumírající stromy a tlející dřevo; z brouků

čeledi *Elateridae*, *Lucanidae*, *Scarabaeidae part.*, *Cucujidae*, *Bostrychidae*, *Cerambycidae* a mnohé další.

Jako klíčový faktor pro zúžení výběru skupiny pro získání údajů s nejméně jednorocní pravidelností je tak určující především reálně proveditelná determinace. Především kvůli neexistenci více než jednoho determinátora je třeba vyloučit většinu výše uvedených skupin, snad vyjma vybraných skupin brouků, pavouků a motýlů, tedy organizmů, jejichž studiem se zabývá dostatečný počet specialistů (amatérských i profesionálních). V případě epigeických skupin se tak de facto výběr zužuje především na epigeické čeledi pavouků a zejména na střevlíkovité (*Carabidae*) (Chobot a kol., 2005).

Chobot a kol. (2005) zmiňují, že v České republice byla vypracována klasifikace pro několik skupin bezobratlých. Na počátku stojí práce využívající pavouky, poté následovaly skupiny střevlíkovitých, drabčíkovitých a mravenců.

#### **2.4. Střevlíkovití – charakteristika, využití k indikaci**

Použití čeledi střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*) k bioindikačním účelům má dlouhou tradici (Farkač, 1994).

Použití střevlíkovitých jako bioindikátorů navrhl poprvé Heydemann v roce 1955, a to v Německu pro podmínky agrocenóz (Hůrka a kol., 1996).

Dle Hůrky a kol. (1996) je výhodou využití střevlíkovitých tradiční zájem širšího okruhu specialistů, dobře vypracovaná metodika sběru a determinace, bohatý literární a sbírkový fond a konečně i velký počet druhů (v České republice 526).

Významným dílem, které přispělo k poznání střevlíkovitých, je klíč, který zpracoval Kult (1947). Mimo samotného klíče obsahuje i rozdělení střevlíkovitých, a to z hlediska národohospodářského, na užitečné, škodlivé a prakticky bezvýznamné. Pro Čechy je zde popsáno 361 druhů a pro Moravu 399 druhů. Střevlíkovité Slezska zpracoval podrobně Stanovský a Pulpán (2006). Čeleď byla z našeho území kompletně monograficky popsána Hůrkou (1996).



Povrch těla je u valné většiny střevlíkovitých dobře sklerotizován. Jen výjimečně a zřejmě druhotně jsou především krovky tenké a měkké. Zbarvení je většinou černé nebo tmavě hnědé, poměrně častý bývá mosazný, měděný, zelený nebo i modrý kovový lesk (často u druhů s denní aktivitou) těla nebo jeho částí. Lesklost nebo matnost povrchu těla je do značné míry závislá na jeho hladkosti nebo strukturnosti. Hlava je prognátní, v podélné ose těla. Horní část předohrudi tvoří velký, často více nebo méně srdčitý štít. Spodní strana předohrudi vybíhá mezi předními kyčlemi ve výběžek, jehož tvar či vroubení jsou taxonomicky využívány. Ze středohrudi vyrůstají krovky a z její horní části je patrný jen trojúhelníkovitý štítek na bázi krovek. Ze zadohrudi vyrůstá druhý, blanitý pár křídel. Křídla střevlíkovitých patří k adephagoidnímu typu křídelní žilnatiny brouků. U mnoha druhů jsou křídla částečně (brachypterie) nebo skoro úplně (apterie) redukována. U některých druhů se setkáváme s křídelním polymorfismem, tedy různou délkou křídel, zpravidla u různých populací. Nohy jsou u většiny druhů běhavé. Samčí pohlavní orgán (aedeagus) je v klidu uložen v koncové části zadečku. Samičí vnější pohlavní orgány (kladélko) tvoří pár stylů (gonapophys), připojených k mohutnějším, rodově nebo i tribově typicky utvářeným gonobázím (valvifer) (Hůrka, 1992, 1996).

Hůrka (1992, 1996) charakterizuje vývoj naprosté většiny našich druhů jako monovoltinní (jen jedna generace v roce), jednoletý, probíhající ve dvou základních vývojových typech, kdy začátek rozmnožování je synchronizován buď diapauzou (zastavení či drastické zpomalení vývoje, které není přímým důsledkem aktuálních podmínek) v larválním stadiu, nebo diapauzou pohlavních orgánů imág. Příbuzné druhy v rámci druhových skupin, podrodů a druhově málo početných rodů patří pravidelně k témuž základnímu vývojovému typu. U několika tribů byla zjištěna péče o potomstvo.

Larvy jsou protáhlé, rovnoběžné, s mohutnými kusadly bez kanálku, předposlední zadečkový článek nese zpravidla pár pevných nebo pohyblivých urogomfů (koncové štěty na posledním zadečkovém článku larvy). Kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě (Hůrka, 2005).

Hůrka (1992, 1996) dále uvádí, že naši zástupci jsou potravně nesespecializovaní masožravci lovící aktivně kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé i obratlovce. Část z nich jsou potravní specialisté vázaní např. na housenky motýlů (*Calosoma*),

chvostoskoky (*Leistus*, *Loricera*, *Notiophilus*), plicnaté plže (*Cychrus*, *Licinus*), larvy i imaga drabčků rodů *Bledius*, *Carpelimus* a *Trogophloeus* (někteří *Dyschirius*) nebo žížaly (některé druhy rodu *Carabus*). Jako predátoři mšic jsou uváděny některé druhy rodu *Bembidion* a *Anchomenus dorsalis*. Mnoho druhů je všežravých s převahou masožravosti nebo býložravosti (*Amara*, *Harpalus*). Známe i vysloveně specializované býložravce (*Zabrus*, *Ophonus*), a to jak v imaginálním, tak i v larválním stadiu. Larvy druhů *Lebia* jsou ektoparazitoidi a vyvíjejí se na larvách a kuklách různých mandelinkovitých.

Střevlíci obývají nejrůznější stanoviště od mokrých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní. Většina druhů žije na povrchu půdy pod kameny nebo v hrabance. Žijí i na bylinách, keřích a stromech, někteří i pod kůrou (*Tachyta tana*) a v hniјícím dřevě. Známe druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Vyskytují se jako mikrokavernikolní druhy žijící v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny, známe i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížině, jiné jen v alpském pásmu hor. Většina středoevropských druhů je však spíše vlhkomilných, s noční aktivitou (Hůrka, 1996).

Dle Farkače a Hůrky (2003) nemá naprostá většina střevlíkovitých přímou vazbu na konkrétní strukturu rostlin vegetačního krytu, ale především na stanovištní mikroklimatické podmínky, tedy vlhkost, pH podkladu, oslunění, teplo (nadmořská výška), kamenité, bahnitě, písčité břehy vod, pralesní typ lesa apod. Eurytopní druhy jsou rozšířené všude, nemají přímou vazbu na konkrétní stanoviště.

Hůrka a kol. (1996) vymezili tři základních skupiny druhů a poddruhů čeledi *Carabidae* České republiky. Zařazení druhů do skupin je závislé na geograficko-klimatických podmínkách, platí jen pro určité, nepříliš rozsáhlé teritorium a jeho komplex podmínek prostředí, v našem případě jen pro Českou republiku. Kriteřiem pro zařazení do těchto skupin je především šíře ekologické valence taxonů a jejich vázanost k stanovišti. Jedná se o skupiny R, A a E.

Do skupiny R patří druhy s nejužší ekologickou valencí, které dnes mají charakter reliktnů. Jedná se vesměs o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepříliš poškozených ekosystémů, druhy sutí, skalních stepí, druhy vřesovišť, klimaxových lesů všech typů,

pramenišť, bažin a močálů, přirozených břehů vod a druhy niv, dále druhy s arктоalpinním a boreomontánním rozšířením. Tato skupina zahrnuje v České republice 174 druhů a poddruhů, což je 33,1% všech taxonů (Hůrka a kol., 1996).

Ke skupině A patří adaptabilnější druhy, osidlující více nebo méně přirozené nebo přirozenému stavu blízká stanoviště. Vyskytují se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech, zvláště v blízkosti původních ploch. Tato nejpočetnější skupina zahrnuje především typické druhy lesních porostů, i umělých, pobřežní druhy stojacích i tekoucích vod, druhy lučin, pastvin a jiných travních porostů typu paraklimaxů. Lze sem zařadit 259 druhů a poddruhů uváděných z České republiky, což činí 49,2% všech taxonů (Hůrka a kol., 1996).

Skupinu E tvoří eurytopní druhy, které nemají často žádné zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí, druhy nestabilních, měnících se stanovišť, stejně jako druhy, které obývají silně antropogenně ovlivněnou, tedy poškozenou krajinu. Zahrnuje i expanzivní druhy, šířící se v současné době na těchto nestabilních stanovištích a rozšiřující svůj areál, stejně jako expanzivní druhy, které v současnosti ustupují, a také nestálé migranty. Obsahuje 93 druhů a poddruhů, což je 17,7 % druhů a poddruhů České republiky (Hůrka a kol., 1996).

Pro praktické použití dle Hůrky a kol. (1996) potřebujeme seznam druhů, který vznikl podrobným ekofaunistickým průzkumem s využitím různých sběrných metod v průběhu déletrvajícího soustavného sledování jednotlivých stanovišť nebo větších krajinných celků. Zjištěné druhy přiřadíme k základním skupinám. Procentuální podíl druhů tří stanovených skupin vypovídá o hodnotě studovaného území či stanoviště.

Opakováním průzkumu složení komunity střevlíkovitých stanoviště či většího územního celku po určitém časovém období vypoví na základě zjištěných změn podílu tří základních skupin i o změnách charakteru stanoviště či většího krajinného celku a o jejich tendencích (Hůrka a kol., 1996).

## **2.5. Drabčíkovití – charakteristika, využití k indikaci**

Drabčíkovití je jedna z největších skupin brouků. Má asi 32 000 známých druhů (Newton, 1990 in Boháč, 1999a).

V současné době je známo z České republiky 1403 druhů drabčíkovitých brouků (*Staphylinidae*) (Boháč a kol., 2007b). Po zařazení podčeledí *Dasycerinae*, *Scaphidiinae* a *Pselaphinae*, dříve samostatných čeledí, do čeledi *Staphylinidae*, je to nejpočetnější skupina brouků na našem území.

Hůrka (2005) uvádí následující charakteristiku čeledi. Tělo je nejčastěji štíhlé, s více nebo méně zkrácenými krovkami, které nechávají nepokrytou větší část zadečku (výjimkou je člunkovitý tvar těla a nepokryté 1-3 zadečkové články u *Scaphidiinae*). Křídla, pokud jsou funkční, jsou pod krovkami složená zvláštním způsobem. Téměř všichni zástupci mají vyvinut na konci zadečku alespoň jeden pár velkých žláz, jejichž sekret má obrannou funkci. Zbarvení je obvykle nenápadně hnědé nebo černé, zřídka velmi pestré, někdy v kombinaci červené a modré.

Pro střední Evropu zpracovali podrobný klíč drabčíkovitých Lohse (1964) a Lohse a kol. (1974).

Podle Boháče a Matějčka (2003) kolísá velikost těla drabčíkovitých mezi 0,5 až 60,0 mm. Ve střední Evropě je nejčastější velikost mezi 1 až 35 mm. Druhy s tak rozdílnou velikostí těla mají různou úlohu v ekosystémech a často se nedostanou do vzájemného kontaktu, protože malé druhy žijí v půdních pórech a velké druhy na jejím povrchu.

Boháč a Matějček (2003) ve své práci poukazují na fakt, že larvy drabčíkovitých brouků jsou velmi málo známy, přestože jsou relativně častou součástí půdní fauny. Většinu larev drabčíků lze na první pohled odlišit od larev ostatních brouků podle přítomnosti páru článkovitých přívěšků (urogomfů) na konci devátého zadečkového terga. Larvy mají většinou tři larvální stadia s druhým a třetím stadiem morfologicky podobnějším než stadiu první.

Kuklení probíhá nejčastěji v komůrce v půdě. Kukla druhů podčeledi *Staphylininae* je mumiová. Drabčíci jsou vesměs velice pohybliví. Žijí často v půdě a v hrabance, málo

druhů na květech, některé pod kůrou nebo v trouchnivém dřevě, v plodnicích hub a v hniječích rostlinných zbytcích, menší část žije i v hlubších vrstvách půdy (Hůrka, 2005).

Řada druhů drabčků je vázána na hnízda a podzemní chodby drobných savců. V těchto hnízdech, která mají specifické mikroklima, se živí především jinými bezobratlými obyvateli hnízd (blechy, roztoči atd.). Podle typu vazby na hnízda je možné tyto druhy rozdělit na druhy foleobiontní (druhy prodělávající larvální vývoj v hnízdech a dospělci zde také žijí), foleofilní (druhy upřednostňující chodby a hnízda jako své prostředí) a foleoxenní (druhy vyskytující se v hnízdech z důvodu jejich zvýšené vlhkosti, organických zbytků atd.) (Boháč a Matějček, 2003).

Potravní vztahy u drabčkovitých jsou mnohem rozmanitější než u střevlíků a slouží jako základ klasifikace jejich životních forem. Velká část druhů drabčků je známa jako nespécifiční predátoři živící se různými půdními bezobratlými, jako jsou hlístice, roztoči, chvostokoci, malé druhy hmyzu a jejich larvy atd. Některé druhy podčeledi *Oxytelinae* se živí rozličnými organickými zbytky a jejich trávicí soustava obsahuje různé množství organických zbytků. Druhy rodu *Bledius* se živí řasami. Druhy rozsáhlého rodu *Eusphalerum* se živí pylem kvetoucích rostlin. Velká skupina drabčkovitých je mykofágní (živící se houbami) (Newton, 1981 in Boháč a Matějček, 2003).

Z houbožravých druhů drabčků jsou na plodnice hub nejvíce vázány druhy mycetobiontní, jejichž vývoj je zcela nebo aspoň jedním vývojovým stadiem vázán na houby. Některé druhy drabčkovitých mají na kusadlech speciální otvory k přenosu spor hub, takzvaná mykangia (Crowson, 1981 in Boháč a Matějček, 2003).

Boháč (1999a) navrhl rozdělení drabčků do tří ekologických skupin vzhledem k jejich ekologické charakteristice. Skupina R1 zahrnuje druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka. Jedná se především o druhy s arktoalpinním, borealpinním a boreomontánním rozšířením, dále druhy charakteristické pro rašeliniště (tyrfobionti a tyrfofilové), druhy vyskytující se jen v původních lesních porostech atd. Skupina R2 obsahuje druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků. Skupina E reprezentuje druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka.

Dále Boháč (1999a) navrhl index společenstev drabčků pro hodnocení antropogenních vlivů na ekosystém, který je počítán na základě rozdělení drabčků do ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu. Index ovlivnění společenstev drabčků (ISD) se stanoví dle vzorce  $ISD = 100 - (E + 0.5 R2)$ . Vzorec zahrnuje všechny tři uvedené skupiny, kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (%). Hodnota indexu se pohybuje v rozmezí 0 – 100 a platí, že společenstvo s hodnotou blízké nule je člověkem nejvíce ovlivněno a společenstvo s hodnotou 100 není člověkem ovlivněno. Hodnota indexu tak umožňuje jedním číslem charakterizovat antropogenní ovlivnění biotopů bez porovnávání s náhodnými kontrolami.

Vysoká znalost biotopových požadavků běžných druhů spolu s faktem, že jsou rozšířeny prakticky ve všech polopřirozených a člověkem ovlivněných biotopech je důvodem, proč jsou drabčíkovití atraktivní jako bioindikátory. V některých případech jsou mnohem vhodnější než střevlíkovití, protože jsou citlivější ke změnám prostředí. Jejich využití je ale menší než u čeledi *Carabidae*, jelikož dochází k problémům s jejich taxonomií a je obtížnější drabčiky správně determinovat (Boháč, 1999a).

Ekoufaunistických studií střevlíkovitých lze, podobně jako studia pavouků či drabčků, využít na základě navržené metodiky pro hodnocení stavu zachovalosti prostředí a kvality stanovišť i větších krajinných celků. Lze konstatovat, že přirozené, původnímu stavu blízké, respektive pro ekologickou stabilitu krajiny významná stanoviště, mají určitý podíl (čím větší procento, tím kvalitnější prostředí) druhů skupiny R, převahu skupiny A a minimum druhů skupiny E. Se zvyšujícím se stupněm znehodnocování ubývá skupiny R (až k úplné absenci), snižuje se i počet druhů (i jedinců) skupiny A a naopak přibývá druhů (i jedinců) skupiny E. Masovější výskyt druhů (i jedinců) skupiny E signalizuje zásadní degradaci prostředí (Hůrka a kol., 1996).

## **2.6. Metody odchyty střevlíkovitých a drabčíkovitých**

Jak poukazuje Bezděk (2001) je převážná většina recentních i starších ekologických prací, které používají střevlíkovité jako modelovou skupinu, založena na výsledcích získaných pomocí zemních pastí.

Skuhravý a kol. (1989) uvádí, že jako zemní past slouží nádoba vložená do země tak, aby její okraj byl v úrovni okolní půdy. Hmyz, popřípadě další bezobratlí, hlavně pavouci, sekáči, stonožky, pobíhající po půdním povrchu se dostanou na okraj pasti a spadnou do otvoru. Nádobou může být sklenice nebo plechovka různých rozměrů. Zemní pasti se zpravidla zakrývají stříškou na ochranu proti dešti. Zemní past se zčásti zaplňuje fixační tekutinou ke konzervaci ulovených jedinců. Zemní pasti se kontrolují v pravidelných intervalech v průběhu vegetačního období.

Výhodami této metody je malá pracnost a nízká finanční náročnost. Přestože se zvláště v poslední době objevují kriticky zaměřené články na použití zemních pastí, zatím nebyla nalezena vhodná náhrada této široce rozšířené metody. Zemní pasti poskytují dobrý přehled o složení druhových spekter střevlíkovitých, ale počty zjištěných jedinců nekorrespondují s jejich skutečnou denzitou na biotopu. Spíše odrážejí aktivitu jednotlivých druhů nebo ještě lépe aktivitu závislou na denzitě a účinnosti zemní pasti. Srovnáním účinnosti zemních pastí s kvadrátovou metodou, která umožňuje mnohem přesnější odhad denzity jedinců na plochu biotopu, bylo ovšem zjištěno, že zemní past je celkově účinnější a poskytuje lepší přehled o druhovém spektru střevlíkovitých. Kvadrátovou metodou totiž není možné zaregistrovat část spektra velkých a dobře pohyblivých druhů (Bezděk, 2001).

Podle Boháče (1999a) lze při odchyty drabčíkovitých pro účely indikace použít také metodu zemních pastí nebo metodu zemních čtverců.

Dalšími vhodnými metodami pro sběr epigeických brouků jsou individuální sběr na vhodných stanovištích, sběr prosevem listů a hrabanky, sběr na rostlinách smykem nebo sklepáváním nebo sběr na světlo (Hůrka, 1992, 1996).

## **2.7. Statistické metody hodnocení společenstev brouků**

Mezi základní statistické metody můžeme zařadit již samotné zhodnocení počtu odchycených čeledí, druhů, ekologických skupin a určení dominantních druhů. (Boháč, 2005).

Dále Boháč (2005) uvádí, že mezi nejčastěji používané statistické metody pro hodnocení společenstev střevlíků a drabčků patří shluková analýza, dvoucestná analýza variance a mnohorozměrné metody (ordinace, kanonické analýzy).

Shluková analýza slouží k nalezení takové skupiny druhů (střevlíků, drabčků) v celém souboru, které jsou si podobné a zároveň se liší od jiných skupin. V hodnocení společenstev střevlíků a drabčků se tato metoda velmi často používá pro klasifikaci společenstev brouků různých rostlinných společenstev nebo společenstev s různým antropogenním narušením. U mnohorozměrných metod (ordinace, kanonické analýzy) pro hodnocení společenstev střevlíkovitých a drabčkovitých se předpokládá, že společenstva jsou objekty a charakteristikami je zastoupení druhů. Dále se předpokládá, že zastoupení druhů je určeno několika málo významnými gradienty prostředí (Boháč, 2005).



### 3. CHARAKTERISTIKA LOKALITY A POKUSNÝCH PLOCH

Odchyt epigeických brouků byl proveden ve třech porostech rychle rostoucích bylin - v porostu srhy laločnaté (*Dactylis glomerata*), ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) a v porostu lesknice rákosovité (*Phalaris arundinacea*), všechny s šířkou řádku 12,5 cm a pro srovnání v porostu okopaniny, v topinamburu hlíznatém (*Helianthus tuberosus*) s šířkou řádku 75 cm a ve sponu 35 cm. Porosty se nacházely na pozemcích Školního zemědělského podniku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (tab.1). Jednotlivé plochy na sebe navazovaly (obr. 1) a byly obklopeny travním společenstvem antropogenního původu, které bylo pravidelně koseno.

Tab. 1. Stanovištní podmínky pro Školní zemědělský podnik Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích – charakteristika lokality

Kraj	Jihočeský
Výrobní typ	Bramborářský
Nadmořská výška	380 m.n.m.
Půdní typ	Kambizem pseudo-glejová (hnědá půda oglejená)
Půdní druh	Písčitohlinitý
Skeletovitost	0
Expozice	0
pH	6,4
Klimatický region	Mírně teplá oblast (MT4), okrsek-mírně teplý, vlhký
Roční prům. teplota vzduchu	7,8°C
Roční průměrný úhrn srážek	620 mm

Zdroj: Moudrý (2009, nepublikováno)

Tab. 2. Charakteristika ploch – termín setí, výsevek, osetá plocha, ošetření porostu

Plodina	Termín setí	Výsevek	Osetá plocha	Ošetření porostu
srha laločnatá	29.3.2007	1,15 kg	360 m <sup>2</sup>	První odplevel. seč: 22.5.2007 Postřik proti plevelům: 1.6. 2007 Druhá odplevel. seč: 2.8. 2007 Třetí odplevel. seč: 16.10. 2007
ovsík vyvýšený	29.3.2007	1,3 kg	360 m <sup>2</sup>	První odplevel. seč: 23.5.2007 Postřik proti plevelům: 1.6. 2007 Druhá odplevel. seč: 2.8. 2007 Třetí odplevel. seč: 16.10. 2007
lesknice rákosovitá	17.4.2007	1,25 kg	360 m <sup>2</sup>	První odplevel. seč: 1.6.2007, Postřik proti plevelům: 1.6. 2007 Druhá odplevel. seč: 2.8. 2007 Třetí odplevel. seč: 16.6. 2007
topinambur hlíznatý	18.4.2008	-	-	chemicky neošetřeno mechanická proorávka proti plevelům průběžně dle potřeby

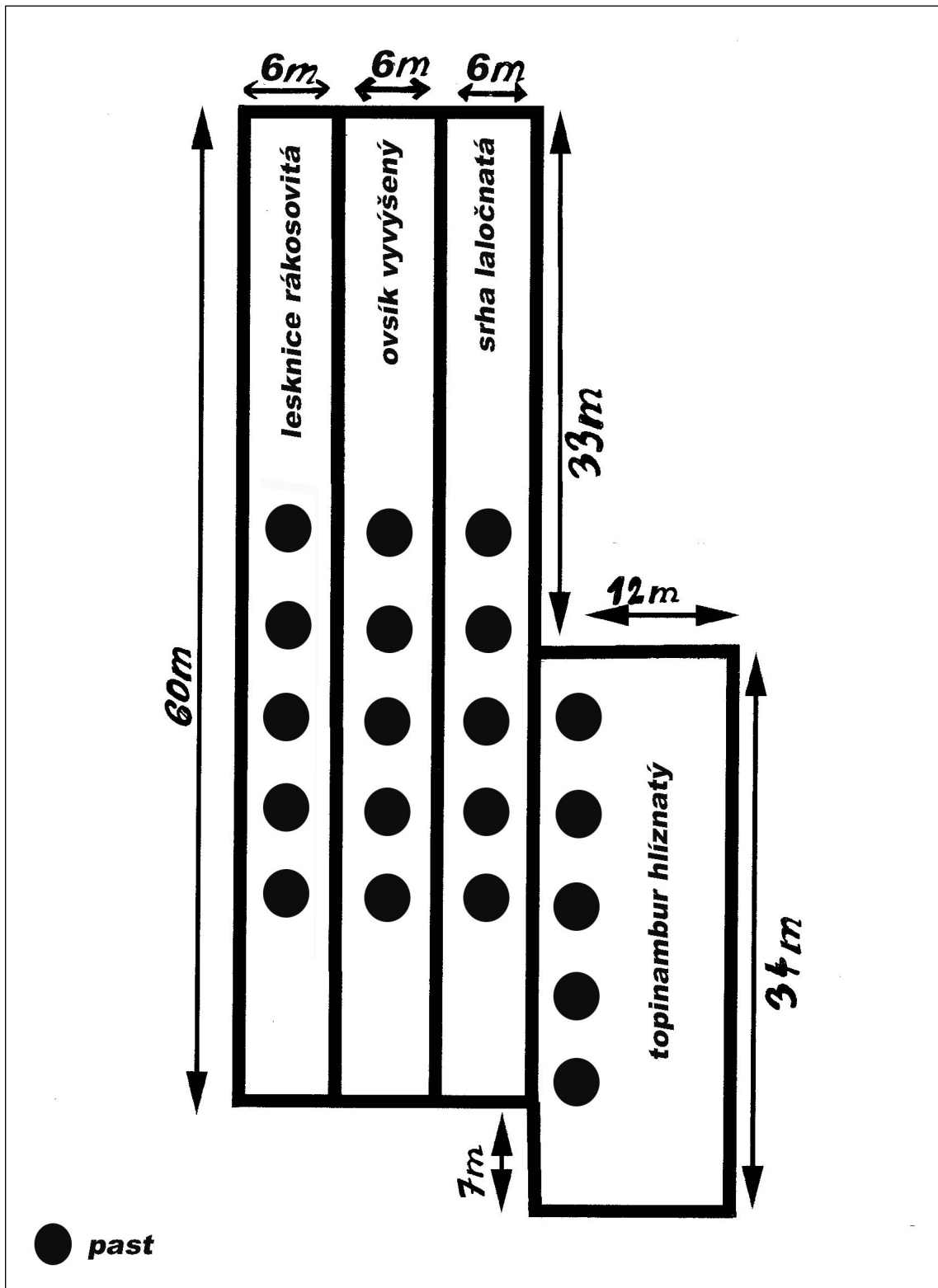
Zdroj: Moudrý (2009, nepublikováno); Bárta (2009, ústní sdělení)

Tab. 3. Obsah sušiny [t/h; %] a výnos [t/h] při jednotlivých sklizních pro dané parcely (u topinamburu sklizeň v době pokusu neproběhla, sušina nebyla zkoumána)

Plodina	Termín sklizně	Výnos (t/ha)	Sušina (t/ha)	Sušina (%)
srha laločnatá	27.6.2008	31,05	6,79	21,87
srha laločnatá	6.11.2008	15	8,36	55,73
ovsík vyvýšený	27.6.2008	24,3	7,13	29,34
ovsík vyvýšený	6.11.2008	13,3	7,03	52,83
lesknice rákosovitá	1.7.2008	24,3	6,08	25,02
lesknice rákosovitá	6.11.2008	14,8	8,60	58,12

Zdroj: Moudrý (2009, nepublikováno)

Obr. 1. Rozmístění pokusných ploch a pastí na studované lokalitě



Zdroj: autorka

## **4. METODIKA**

### **4.1. Metoda odchyty, sběr dat**

Pro sběr epigeických brouků byla použita modifikovaná metodika vycházející z metodiky pro biomonitoring v chráněných územích od Absolona a kol. (2004). Jednalo se o sběr dat pomocí zemních pastí. Systém zemní pasti spočívá v zahloubení sběrné nádoby tak, aby okraj pasti splýval s povrchem a druhy žijící na povrchu půdy se při pohybu do pasti zachytily. Jako sběrná nádoba byly použity dva do sebe vložené plastové kelímky o objemu 0,3l. Spodní kelímek udržoval tvar pasti a zůstával při manipulaci vždy v zemi, do svrchního kelímku byla umístěna fixační tekutina (ethylenglykol – Fridex) do výšky jedné třetiny kelímku. Ethylenglykol sloužil zároveň jako návnada. Při kontrole pastí se vysunul a vybral pouze svrchní kelímek.

Pasti byly kryty stříškou, aby se zamezilo znehodnocení dešťovými srážkami a naplavenou zeminou.

Na každé ploše byly pasti umístěny ve středu porostu, v linii po pěti kusech, v rozestupu cca 5 metrů (obr. 1). Kontrola pastí probíhala každých 14 dní v termínu od 6. 5. 2008 do 13.10. 2008. Pouze v termínu od 16.5. 2008 do 30.5. 2008 nebyly pasti exponovány, protože v porostech docházelo k agrotechnickým zásahům, které by mohly pasti zničit.

### **4.2. Materiál**

Ze vzorků byly odstraněny hrubé nečistoty a vyřazeny všechny skupiny živočichů kromě čeledi *Carabidae* a *Staphylinidae*. Následně proběhla fixace brouků v 75% roztoku ethanolu.

Celkem bylo na studovaných plochách odchyceno 594 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 45 exemplářů z čeledi drabčíkovití.

Materiál byl vypreparován, poté determinován dle klíče Hůrky (1996), Lohseho (1964) a Lohseho a kol. (1974) a uložen do sbírky autorky.

Nomenklatura je v celé práci sjednocena dle Hůrky (1996) a Boháče a kol. (2007b).

### **4.3. Statistické vyhodnocení**

Na každé ploše byly určeny dominantní druhy.

Zařazení druhů do jednotlivých ekologických skupin na základě reliktnosti výskytu bylo provedeno u drabčů podle Boháče a kol. (2007b). U střevlíků, kde použili Hůrka a kol. (1996) jiné označení ekologických skupin než Boháč a kol. (2007b) u drabčů, platí pro tuto práci následující pravidlo: R1 dle Boháče a kol. (2007b) = R dle Hůrky a kol. (1996), R2 dle Boháče a kol. (2007b) = A dle Hůrky a kol. (1996) a E dle Boháče a kol. (2007b) je totožné se skupinou E dle Hůrky a kol. (1996).

Byl vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev brouků (ISD) vycházející z metodiky pro výpočet indexu společenstev drabčů pro hodnocení vlivů na ekosystém. Tento index je počítán na základě rozdělení drabčů do ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu dle Boháče (1999a).

Pro stanovení indexu použijeme vzorec  $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$ , kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (%). Hodnota indexu se pohybuje v rozmezí 0 – 100 a platí, že společenstvo s hodnotou blízké nule je člověkem nejvíce ovlivněno a společenstvo s hodnotou 100 není člověkem ovlivněno.

Další statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí programu pro mnohorozměrné hodnocení společenstev Canoco for Windows. Byla použita ordinační analýza, konkrétně metoda kanonické korespondenční analýzy CCA (ter BRAAK a ŠMILAUER, 1998). Pro grafické zobrazení výsledků byl využit program CanoDraw verze 3.1.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1. Celkový počet druhů a jedinců na sledovaných plochách

V porostech bylo odchyceno 18 druhů a 45 exemplářů čeledi *Staphylinidae* a 25 druhů a 594 exemplářů čeledi *Carabidae* (celkem 43 druhů, 639 exemplářů). Jako nejbohatší porost z hlediska počtu odchycených exemplářů se jeví porost lesknice rákosovité (246 ks) (tab. 4) a z hlediska počtu druhů porost srhy laločnaté (28 druhů) (tab. 5).

Tab. 4. Počet odchycených exemplářů epigeických střevlíků a drabčků na studovaných plochách

porost	lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý	celkem
čeleď					
<b>střevlíkovití</b>	228	76	102	188	594
<b>drabčkovití</b>	18	14	11	2	45
<b>celkem</b>	246	90	113	190	<b>639</b>

Zdroj: vlastní výzkum

Tab. 5. Počet odchycených druhů epigeických střevlíků a drabčků na studovaných plochách

porost	lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý	celkem
čeleď					
<b>střevlíkovití</b>	19	14	19	12	25
<b>drabčkovití</b>	8	7	9	2	18
<b>celkem</b>	27	21	28	14	<b>43</b>

Zdroj: vlastní výzkum

## 5.2. Carabidae - seznam druhů, počet odchycených exemplářů a zařazení druhů do ekologických skupin

Na všech lokalitách se hojně vyskytovaly druhy *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes* a *Harpalus aeneus* (tab. 6), druhy patřící mezi druhy eurytopní, široce rozšířené a bez velkých ekologických nároků. Druh *Nebria brevicollis* byl odchycen rovněž na všech plochách, řadíme jej však do skupiny R2.

Taktéž na všech lokalitách, ale pouze ojediněle, byl zaznamenán výskyt druhů *Amara aenea* a *Bembidion lampros*.

Ve všech porostech trav, ale ne v topinamburu byly odchyceny druhy *Amara eurynota*, *Carabus scheidleri*, *Harpalus signaticornis*.

Nebyl odchycen žádný exemplář skupiny R1.

Tab. 6. *Carabidae* – přehled nalezených druhů, zařazení dle reliktnosti a počet odchycených exemplářů [ks] na pokusných plochách

druh	kategorie reliktnosti	lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)	R2	-	-	1	-
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	E	11	1	1	2
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)	E	20	1	1	-
<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)	E	1	-	-	-
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontopiddan, 1763)	E	3	-	-	1
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	E	2	1	1	2
<i>Bembidion mannerheimi</i> (Sahlberg, 1827)	R2	-	1	1	1

<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	E	6	5	2	28
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	E	4	-	1	-
<i>Carabus scheidleri</i> (Panzer, 1799)	R2	8	3	10	-
<i>Cicindela campestris camp.</i> (Linnaeus, 1758)	R2	-	-	-	1
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)	E	1	-	-	-
<i>Harpalus aeneus</i> (Schränk, 1781)	E	11	5	3	4
<i>Harpalus atratus</i> (Latreille, 1804)	R2	9	-	1	3
<i>Harpalus signaticornis</i> (Duftschmid, 1812)	E	1	1	1	-
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	E	1	-	-	-
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	1	-	-
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1755)	E	1	-	1	-
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	R2	15	25	20	5
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	E	66	20	35	100
<i>Pseudophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	E	64	9	19	35
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	E	3	-	1	6
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	R2	-	1	1	-



<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1789)	E	1	-	1	-
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)	R2	-	2	1	-

Zdroj: vlastní výzkum

### 5.3. Staphylinidae - seznam druhů, počet odchycených exemplářů a zařazení druhů do ekologických skupin

Jedinci z čeledi *Staphylinidae* se vyskytovali v malých počtech a převážně v trávách (tab. 7). Pouze druhy *Aleochara bipustulata* a *Philonthus atratus* byly odchyceny v topinamburu.

Ve všech porostech trav, ale ne v topinamburu byl odchycen druh *Philonthus cognatus*.

Nebyl odchycen žádný exemplář skupiny R1.

Tab. 7. *Staphylinidae* – přehled nalezených druhů, zařazení dle reliktnosti a počet odchycených exemplářů [ks] na pokusných plochách

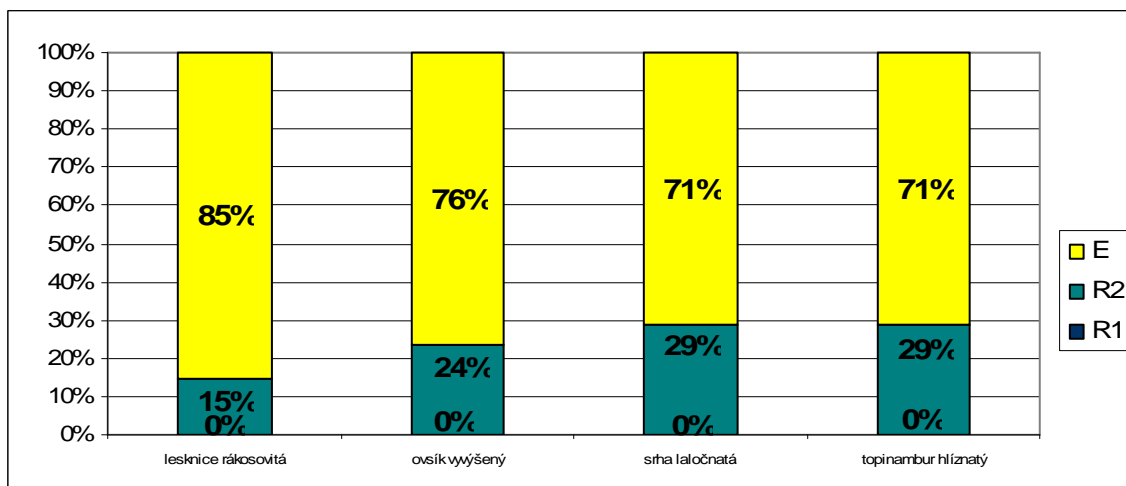
druh	kategorie reliktnosti	lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý
<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1761)	E	-	-	-	1
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	E	1	-	-	-
<i>Atheta triangulum</i> (Kraatz, 1856)	E	-	1	-	-
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	E	6	-	2	-
<i>Gyrophypnus atratus</i> (Heer, 1839)	R2	-	-	1	-

<i>Philonthus atratus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	-	1
<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832)	E	4	8	2	-
<i>Philonthus concinnus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	1	-
<i>Staphylinus nero semialatus</i> (Müller, 1902)	E	-	1	-	-
<i>Stenus ater</i> (Mannerheim, 1830)	E	1	-	-	-
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	E	1	-	1	-
<i>Tachinus corticinus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	1	-
<i>Tachinus signaticornis</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	1	1	-
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1781)	E	-	1	1	-
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	1	1	-	-
<i>Tachyporus obtusus</i> (Luze, 1902)	E	-	-	1	-
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	E	2	1	-	-
<i>Zyras limbatus</i> (Paykull, 1789)	R2	2	-	-	-

Zdroj: vlastní výzkum

## 5.4. Zastoupení druhů s různou ekologickou charakteristikou na pokusných plochách

Obr. 2. Zastoupení [%] skupin R1, R2 a E v jednotlivých porostech (R1 = relikty prvního řádu, R2 = druhy adaptabilní, E = druhy eurytopní)



Zdroj: vlastní výzkum

Největší procentuální zastoupení druhů charakteru reliktní druhého řádu bylo zjištěno na ploše srhy laločnaté a topinamburu hlíznatého (obr. 2). Procentuální poměr je stejný, ačkoliv co do počtu druhů je bohatší srha laločnatá (8 druhů) oproti topinamburu hlíznatému (4 druhy) (tab. 8).

Ve všech porostech převládaly druhy eurytopní nad druhy adaptabilními (obr. 2).

Jako porost s nejvyšším procentuálním zastoupením eurytopních druhů (skupina E) byl vyhodnocen porost lesknice rákosovité. Můžeme jej charakterizovat jako člověkem nejvíce ovlivněný.

Tab. 8. Počet druhů s různou ekologickou charakteristikou na studovaných plochách (R1 = relikty prvního řádu, R2 = druhy adaptabilní, E = druhy eurytopní)

skupina	lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý
<b>R1</b>	0	0	0	0
<b>R2</b>	4	5	8	4
<b>E</b>	23	16	20	10
<b>celkem</b>	27	21	28	14

Zdroj: vlastní výzkum

### 5.5. Index antropogenního ovlivnění společenstev brouků

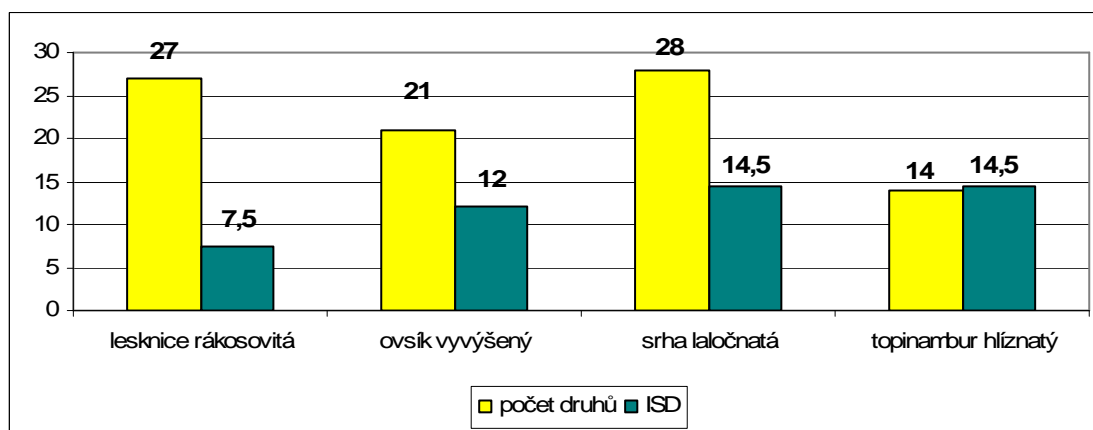
Hodnota ISD pro plochu lesknice rákosovité je 7,5 tzn., že stanoviště je velmi silně ovlivněno činností člověka.

ISD pro porost ovsíku vyvýšeného se rovná 12. Společenstva brouků jsou člověkem ovlivněna silně, ale v menší míře než v porostu lesknice rákosovité.

Index antropogenního ovlivnění brouků pro plochy srhy laločnaté i topinamburu hlíznatého je roven 14,5. Společenstva brouků těchto porostů jsou ze všech sledovaných ploch činností člověka ovlivněna nejméně.

Pro porost srhy laločnaté i topinamburu hlíznatého je ISD roven stejné hodnotě 14,5 i když je zde velmi rozdílný počet druhů. V porostu srhy laločnaté bylo odchyceno 28 druhů a v topinamburu hlíznatém 14 druhů (obr. 3).

Obr. 3. Počet odchycených druhů a hodnota ISD pro jednotlivé porosty



Zdroj: vlastní výzkum

### 5.6. Plocha I – lesknice rákosovitá

V porostu lesknice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) dominovaly druhy *Poecilus cupreus* a *Pseudophonus rufipes*, které byly odchyceny v počtu přes 60 kusů a jedinci druhů *Amara aenea*, *Amara eurynota*, *Harpalus aeneus* a *Nebria brevicollis*.

Druhy *Amara similata*, *Atheta fungi*, *Clivina fossor*, *Harpalus rubripes*, *Stenus ater* (všechny skupina E) a *Zyras limbatus* (skupina R2) byly odchyceny pouze v tomto porostu (tab. 6, tab. 7).

### **5.7. Plocha II – ovsík vyvýšený**

V porostu ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) dominovaly druhy *Nebria brevicollis* a *Poecilus cupreus*.

Druhy charakteristické pouze pro tuto plochu náleží do skupiny E a do čeledi drabčíkovití, jedná se o druhy *Atheta triangulum*, *Leistus ferrugineus* a *Staphylinus nero semialatus* (tab. 6, tab. 7).

### **5.8. Plocha III – srha laločnatá**

Dominantní v tomto porostu byly druhy *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Nebria brevicollis*. Dále byl odchycen v počtu 10 kusů druh *Carabus scheidleri*. Od ostatních druhů byl odchycen většinou pouze jeden exemplář.

U druhů *Agonum sexpunctatum*, *Gyrophynus atratus*, *Philonthus concinnus*, *Tachyporus obtusus* a *Tachinus corticinus* byl výskyt potvrzen pouze v tomto porostu (tab. 6, tab. 7).

### **5.9. Plocha IV – topinambur hlíznatý**

V porostu topinamburu bylo odchyceno pouze 14 druhů (tab. 5), z nichž dominantní byly druhy *Calathus fuscipes*, *Poecilus cupreus* a *Pseudophonus rufipes*.

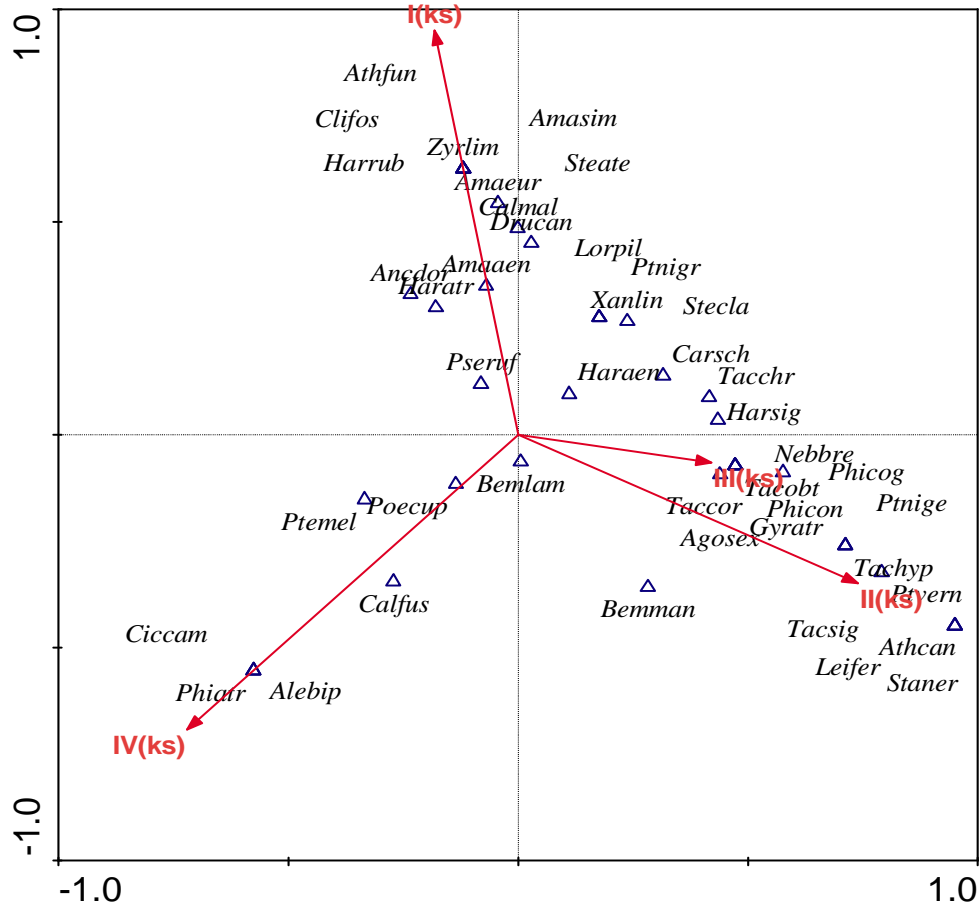
Druhy *Cicindela campestris campestris* (střevlíkovití) a *Philonthus atratus* (drabčíkovití) byly nalezeny pouze v tomto porostu (tab. 6, tab. 7).

## **5. 10. Ordinance společenstev epigeických brouků na studovaných plochách (CANOCO)-metoda CCA**

Ordinační analýza pomocí metody CCA k sobě přiřazuje druhy, které jsou si dle získaných údajů nejvíce podobné a zaujímají obdobnou ekologickou niku. Z obr. 4 vyplývá podobnost ploch III (srha laločnatá) a II (ovsík vyvýšený), plocha I (lesknice rákosovitá a plocha IV (topinambur hlíznatý) jsou od těchto ploch rozdílné, přičemž některé druhy nacházející se na ploše I jsou svojí ekologickou charakteristikou podobné druhům z plochy III. Plocha IV je dle grafu od ostatních zcela odlišná.

V porostu lesknice rákosovité a topinamburu hlíznatého převažují spíše suchomilné druhy, v porostu srhy laločnaté a ovsíku vyvýšeného druhy vlhkomilné.

Obr. 4. Ordinace společenstev epigeických brouků na studovaných plochách, metoda CCA



Zdroj: vlastní výzkum

Legenda: Agosex-Agonum sexpunctatum, Amaaen-Amara aenea, Amaeur-Amara eurynota, Amasim-Amara similata, Ancdor-Anchomenus dorsalis, Bemlam-Bembidion lampros, Bemman-Bembidion mannerheimi, Calfus-Calathus fuscipes, Calmal-Calathus melanocephalus, Carsch-Carabus scheidleri, Ciccam-Cicindela campestris campestris, Clifos-Clivina fossor, Haraen-Harpalus aeneus, Haratr-Harpalus atratus, Harsig-Harpalus signaticornis, Harrub-Harpalus rubripes, Leifer-Leistus ferrugineus, Lorpil-Loricera pilicornis, Nebbre-Nebria brevicollis, Poecup-Poecilus cupreus, Pseruf-Pseudophonus rufipes, Ptemel-Pterostichus melanarius, Ptnige-Pterostichus niger, Ptnigr-Pterostichus nigrita, Ptvern-Pterostichus vernalis, Alebip-Aleochara bipustulata, Athfun-Atheta fungi, Athcan-Atheta triangulum, Drucan-Drusilla canaliculata, Gytrat-Gyrophypnus atratus, Phiatr-Philonthus atratus, Phicog-Philonthus cognatus, Phicon-Philonthus concinnus, Staner-Staphylinus nero semialatus, Steate-Stenus ater, Stecla-Stenus clavicornis, Taccor-Tachinus corticinus, Tacsig-Tachinus signaticornis, Tachyp-Tachyporus hypnorum, Tacchr-Tachyporus chrysomelinus, Tacobt-Tachyporus obtusus, Xanlin-Xantholinus linearis, Zyrilm-Zyras limbatus; I - lesknice rákosovitá, II - ovsík vyvýšený, III - srha laločnatá, IV - topinambur hlíznatý

## **6. DISKUSE**

Údajů o biodiverzitě plantáží energetických bylin je velmi málo. V České republice se jejím studiem zabýval Boháč (2008) a uvádí, že v plantážích lesknice rákosovité se v Evropě vyskytuje 30-40 druhů střevlíků a 35-40 druhů drabčίκů, v plantážích ovsíku vyvýšeného 25-38 druhů střevlíků a 30-35 druhů drabčίκů a v plantážích srhy říznačky 20-30 druhů střevlíků a 35-40 druhů drabčίκů.

Ve své práci jsem odchytila v porostu lesknice rákosovité 19 druhů střevlíků a 8 druhů drabčίκů, v porostu ovsíku vyvýšeného 14 druhů střevlíků a 7 druhů drabčίκů a v porostu srhy laločnaté 19 druhů střevlíků a 9 druhů drabčίκů, tedy podstatně méně druhů. Obě práce však nejde přesně porovnat, protože Boháč (2008) neuvádí, v jakých přírodních podmínkách byly údaje měřeny, ani jaký byl okolní biotop plantáží.

Studiem různého vlivu člověka na společenstva epigeických brouků v okolí přehrady Lipno se zabýval Šťastný (2008). Hodnoty ISD topinamburu hlíznatého a srhy laločnaté jsou obdobné jako jím zjištěné hodnoty ISD na lokalitě trávníku u parkoviště. Tento biotop je antropogenního původu, jedná se o umělé travní společenstvo, ve kterém jsou preferovány 2-3 druhy trav. Trávy podléhají intenzivnímu managementu, především se jedná o kosení. Výsledky této práce naznačují, že společenstva porostů mohly být ovlivněny faktem, že v jejich okolí se nalézal obdobný trávník. Pro další výzkum by bylo vhodné exponovat pastí i v něm a porovnat trávník a plochy energetických trav z hlediska nalezených druhů.

To, že na společenstva bezobratlých má největší vliv okolní zemědělská krajina a intenzita jejího managementu potvrzují i Boháč a kol. (2007a), kteří zkoumali biodiverzitu v porostech rychle rostoucích dřevin. Ve své práci studovali šest ploch rychle rostoucích dřevin v okolí Českých Budějovic, jednalo se především o porosty topolu, olše a vrby. Na zkoumaných plochách se lišil druh stromů, počet stromů ve skupině a okolní zemědělská krajina. Bylo zjištěno, že početnost druhů na jednotlivých plochách se výrazně nelišila, na ploše situované v nivě a na ploše v okolí rybníka byl zjištěn největší počet druhů brouků. Druhy skupiny R1 nebyly nalezeny, druhy eurytopní se vyskytovaly na stanovištích s intenzivním managementem

v okolní krajině, na suché půdě s mělkým půdním horizontem. Druhy skupiny R2 byly odchyceny v největším počtu na plochách v blízkosti nivy, rybníku a lesa.

Ve Velké Británii zkoumali problematiku energetických bylin Semere a Slater (2007a, 2007b). Podle nich má přímý dopad na bezobratlé to, že se v porostech neprovádí aplikace pesticidů a porosty se nehnojí tak intenzivně, na rozdíl od obilnin, které jsou v průběhu roku ošetřeny několika pesticidy. Plodiny jsou zasívány v březnu a půda není rušena kultivačními procesy, absence aplikace herbicidů pak umožňuje růst plevelům, které biodiverzitu zvyšují. Obdobný management byl praktikován i na studovaných lokalitách.

Vzhledem ke způsobu agrotechniky jednotlivých porostů by se dalo očekávat, že nejvíce budou člověkem ovlivněna společenstva epigeických brouků v porostu topinamburu hlíznatého, který neposkytuje broukům žijícím na povrchu prakticky žádný úkryt – řádky jsou vzdálené 75 cm a jednotlivé rostliny jsou od sebe vzdáleny 35cm. Řádky jsou ve větší výšce než meziřádky a po ošetření zde nerostou žádné plevele, tedy případný úkryt. Výpočet ale prokázal, že tato společenstva jsou člověkem ovlivněna nejméně. Výpočet mohl být ovlivněn faktem, že pasti byly exponovány pouze v průběhu jednoho roku a také tím, že v tomto porostu docházelo často po prudkých deštích k naprostému zničení pastí splavenou zeminou. Některé druhy skupiny E tak nemusely být zachyceny. Pro potvrzení naměřených údajů by bylo vhodné odchyt zopakovat i v následujících letech.

Výsledky zobrazené v obr. 2 a 3 a v tab. 8 naznačují, že ke zhodnocení charakteru společenstev je třeba použít více kritérií. Pokud bychom použili jen jednu charakteristiku, společenstva by se jevila stejná. Zavedení další charakteristiky vnáší do zkoumaného problému jiný pohled. Například společenstva epigeických brouků v topinamburu hlíznatém jsou dle zjištěných dat člověkem nejméně ovlivněna, zároveň byl ale v tomto porostu zjištěn nejmenší počet druhů. Naopak společenstva brouků v lesknici rákosovité jsou dle ISD člověkem ovlivněna nejvíce, ale porost je co do počtu druhů i exemplářů nejbohatší.

Fakt, že v porostu ovsíku vyvýšeného je nejmenší druhová diverzita, mohl být způsoben okrajovým efektem. Plochy jednotlivých porostů na sebe navazovaly, porost ovsíku



vyvýšeného byl tedy uprostřed a je známo, že na okrajích je diverzita větší (Primack, 2001).

Kromp (1999) uvádí, že v agroceenózách se nejčastěji vyskytují druhy *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus aeneus*, *Bembidion lampros* a *Carabus Scheidleri*. Na pokusných plochách se nejčastěji vyskytovaly druhy *Nebria brevicollis*, *Poecilus cupreus* a *Pseudophonus rufipes*.

Dle Hůrky (1996) jsou *Poecilus cupreus* a *Pseudophonus rufipes* druhy skupiny E, druhy eurytopní, široce rozšířené na polích a loukách od nížin až do hor. To potvrzuje jejich výskyt na všech stanovištích.

*Nebria brevicollis* je druh hojný po celém území, žije v lesích, parcích a na loukách, od nížin po hory (Hůrka, 1996). Náleží ke skupině R2, ale vyskytoval se na všech plochách.

Na stejné lokalitě byly nalezeny druhy dle Hůrky (1996) suchomilné - *Amara eurynota* (20ks), *Harpalus rubripes* (pouze 1ks) i druhy vlhkomilné - *Pterostichus niger* (2ks), *Pterostichus nigrita* (2ks), *Bembidion mannerheimi* (3ks) a *Clivina fossor* (1ks).

Nebyl odchycen žádný exemplář patřící do skupiny s nejužší ekologickou valencí, skupiny R1. Jedná se vesměs o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepříliš poškozených ekosystémů, jejich výskyt na plochách s takto silným antropogenním ovlivněním nebyl předpokládán.

Zajímavým nálezem je druh *Carabus scheidleri*, který se vyskytuje často v lesích, ale i na polích, loukách a pastvinách, od nížin až do lesního pásma hor. Jedná se o nápadně zbarveného a velkého střevlíka, který se řadí mezi druhy ohrožené (Hůrka, 2005).

Ve všech porostech trav, ale ne v topinamburu, byly odchyceny druhy *Amara eurynota*, *Carabus scheidleri*, *Harpalus signaticornis* a *Philonthus cognatus*, což naznačuje, že těmto druhům širokořádkový topinambur nevyhovuje. Topinamburu se také vyhýbají drabčíkovití. Byly zde odchyceny pouze 2 druhy, každý po jednom exempláři.

## 7. ZÁVĚR

Na pokusných plochách Školního zemědělského podniku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích byla zkoumána společenstva epigeických brouků v porostech rychle rostoucích bylin. Odchyt epigeických brouků byl proveden metodou zemních pastí a to ve třech porostech rychle rostoucích bylin - v porostu srhy laločnaté (*Dactylis glomerata*), ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*), lesknice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) a pro srovnání v porostu okopaniny, v topinamburu hlíznatém (*Helianthus tuberosus*).

Celkově bylo na čtyřech lokalitách odchyceno 18 druhů a 45 exemplářů čeledi *Staphylinidae* a 25 druhů a 594 exemplářů čeledi *Carabidae* (celkem 43 druhů, 639 exemplářů). Jako nejbohatší porost z hlediska počtu odchycených exemplářů se ukázal porost lesknice rákosovité (246 ks) a z hlediska počtu druhů porost srhy laločnaté (28 druhů).

Bylo zkoumáno procentuální zastoupení jednotlivých ekologických skupin. Druhy mající charakter reliktní, druhy skupiny R1 nebyly odchyceny. Na všech stanovištích pak převládaly druhy eurytopní (E) nad druhy adaptabilní (R2), nejvíce pak v porostu lesknice rákosovité (85% : 15%).

Dominantními druhy ve všech společenstvech byly druhy *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes*, *Harpalus aeneus* a *Nebria brevicollis* (*Carabidae*).

Pro všechna společenstva byl vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev. Nejnižší hodnota byla zjištěna v porostu lesknice rákosovité, tzn., že společenstvo je člověkem nejvíce ovlivněné a nejvyšší hodnota, tedy nejmenší antropogenní ovlivnění je shodně v porostu srhy laločnaté a v porostu topinamburu hlíznatého.

Bylo konstatováno, že společenstvo je nutné hodnotit z více hledisek, nejvyšší antropogenní ovlivnění a nejvyšší počet druhů byl zaznamenán na ploše lesknice rákosovité, nejmenší vliv člověka a nejmenší počet druhů byl zjištěn v porostu topinamburu hlíznatého.

Předpokládá se, že vliv na společenstva mohl mít okolní biotop – uměle založené travní společenstvo a také průběh počasí v roce průzkumu. Bylo by tedy vhodné odchyt v následujících letech zopakovat, umístit pasti i v okolním travním biotopu a porovnat získaná data.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABSOLON, K. a kol. *Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích*. Praha: Český ústav ochrany přírody, 2004.

BEZDĚK, A. *Význam střevlíků (Carabidae) jako indikátorů ekologických změn*. In MÁNEK, J. (ed.) *Aktuality šumavského výzkumu, Srní 2. – 4. 2001*. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava, 2001, p.176-177. ISSN 1214 – 9063.

BOHÁČ, J. *Staphylinid beetles as bioindicators*. Agriculture, Ecosyst. and Envir., 1999a, vol. 74, p. 357-372. ISSN 0167-8809.

BOHÁČ, J. *Organismy jako bioindikátory měnícího se prostředí*. Život. prostr., 1999b, vol. 33, no. 3. ISSN 0044 – 4863.

BOHÁČ, J. *Využití epigeických bezobratlých pro sledování změn ekosystémů a krajiny v chráněných oblastech (case study)*. In *Závěrečná zpráva projektu VaV/610/03/03 - Participativní management chráněných území – klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiversity a socioekonomickým rozvojem místních komunit* [online]. c2005 [cit. 2009-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.infodatasys.cz/vav2003/drabcikoviti.pdf>>.

BOHÁČ, J. *Biodiverzita na plantážích rychle rostoucích rostlin pro energetické účely*. In HAVLÍČKOVÁ, K., et al. *Rostlinná biomasa jako zdroj energie*. Průhonice, 2008. ISBN 078-80-85116-65-6.

BOHÁČ, J., CELJAK, I., WOTAVOVÁ, K. *Communitites of Carabid beetles in plantations of fast growing plant species for energetic purposes*. In PENEV, L., ERWIN, T., ASSMANN, T. (eds.). *Back to the Roots and Back to the Future: a synthesis between taxonomic, ecological and biogeographical approaches in Carabidology. XIII European Carabidologists Meeting, Blagoevgrad, 2007*. Sofia: Pensoft, 2007a. ISBN 9789546423252.

BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J. *Katalog brouků Prahy: Drabčíkovití – Staphylinidae*. Praha, 2003. ISBN 80-239-2027-8.

BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., ROUS, R. *Check-list of staphylinid Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence*. Čas. Slez. Muz. Opava (A), 2007b, vol. 56, p. 227-276.

BOHÁČ, J., MOUDRÝ, J., DESETOVÁ, L. *Biodiverzita a zemědělství*. Život. prostr., 2007c, vol. 41, p. 24-29.

ter BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P. *CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. Ithaca: Microcomputer Power, 1998.

CELJAK, I., BOHÁČ, J. *Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel* [online]. c 2008 [cit. 2009-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel>>. ISSN 1801-2655.

FARKAČ, J. *Využití střevlíkovitých v bioindikaci*. Vesmír, 1994, vol. 73, p.581-583. ISSN 1214-4029.

FARKAČ, J., HŮRKA, K. *Hodnocení biotopů na základě zjištění prezence indikačně významných druhů brouků čeledi střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae)*. In SEJÁK, J., DEJMAL, I., et al. *Hodnocení a oceňování biotopů České republiky*. Praha: Český ekologický ústav, 2003.

HŮRKA, K. *Střevlíkovití: Carabidae I*. Praha: Academia, 1992. ISBN 80-200-0430-0.

HŮRKA, K. *Carabidae České a Slovenské republiky*. Zlín: Kabourek, 1996. ISBN 80-901466-2-7.

HŮRKA, K. *Brouci České a Slovenské republiky*. Zlín: Kabourek, 2005. ISBN 80-86447-11-1.

HŮRKA, K., VESELÝ, P., FARKAČ, J. *Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí*. Klapalekiana, 1996, vol. 32, p. 15-26. ISSN 1210-6100.

CHOBOT, K., ŘEZÁČ, M., BOHÁČ, J. *Epigeické skupiny bezobratlých a jejich indikační schopnosti*. In VAČKÁŘ, D. (ed.). *Ukazatele změn biodiverzity*. Praha: Academia, 2005. ISBN 80-200-1386-5.

IRMLER, U. *The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators*. Agriculture, Ecosys. and Envir., 2003, vol. 98, p.141-151. ISSN 0167-8809.

JACKSON, L., BAWA, K., PASCUAL, U., PERRINGS, C. *Agrobiodiversity: a new science agenda for biodiversity in support of sustainable agroecosystems, agrobiodiversity science plan and implementation strategy*. Diversitas report, 2005, n. 4. ISSN 1813-7105.

JENÍK, J. a kol. *Biodiverzita, udržitelný rozvoj horských oblastí*. In MOLDAN, B., HÁK, T., KOLÁŘOVÁ, H. (eds.). *K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek. Svazek I. Zdroje a prostředí*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2002. ISBN 80-238-8378-X.

KROMP, B. *Carabids beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement*. Agriculture, Ecosyst. and Envir., 1999, vol. 74, p. 187-228. ISSN 0167-8809.

KULT, K. *Klíč k určování brouků čeledi CARABIDAE Československé republiky (Zpracováno se zvláštním zřetelem k druhům zemědělsky důležitým), II. část*. Praha: Československá společnost entomologická, 1947.

LOHSE, G. A. *Staphylinidae I (Micropeplinae bis Tachyporina)*. In FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (eds.). *Die Käfer Mitteleuropas*. Krefeld: Goecke & Evers Verlag, 1964.

LOHSE, G. A., BENICK, G., LIKOVSKY, Z. *Staphylinidae II (Hypocyphinae bis Aleocharinae)*. In FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (eds.). *Die Käfer Mitteleuropas*. Krefeld: Goecke & Evers Verlag, 1974.

MAGURA, T., KÖDÖBÖCZ, V. *Carabid assemblages in fragmented sandy grasslands*. *Agriculture, Ecosyst. and Envir.*, 2007, vol. 119, p. 396-400. ISSN 0167-8809.

NOSKIEVIČ, P., JUCHELKOVÁ, D., ČECH, B. *Biomasa a její energetické využití*. Frýdek Místek: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1996. ISBN 80-7078-367-2.

PRIMACK, R. *Biologické principy ochrany přírody*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-552-0.

SEMERE, T., SLATER, F. M. *Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields*. *Biomass & Bioenergy*, 2007a, vol. 31, p. 20-29. ISSN 0961-9534.

SEMERE, T., SLATER, F. M. *Invertebrate populations in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields*. *Biomass & Bioenergy*, 2007b, vol. 31, p. 30-39. ISSN 0961-9534.

SKUHRAVÝ, V., et al. *Metody studia bezobratlých*. In DYKYJOVÁ, D., et al. *Metody studia ekosystémů*. Praha: Academia, 1989.

STANOVSKÝ, J., PULPÁN, J. *Střevlíkovití brouci Slezska (severovýchodní Moravy)*. Frýdek – Místek: Muzeum Beskyd, 2006. ISBN 80-86166-20-1.

ŠRÁMEK, P., *et al.* *Zvyšování biodiverzity travních porostů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. ISBN 80-7271-091-5.

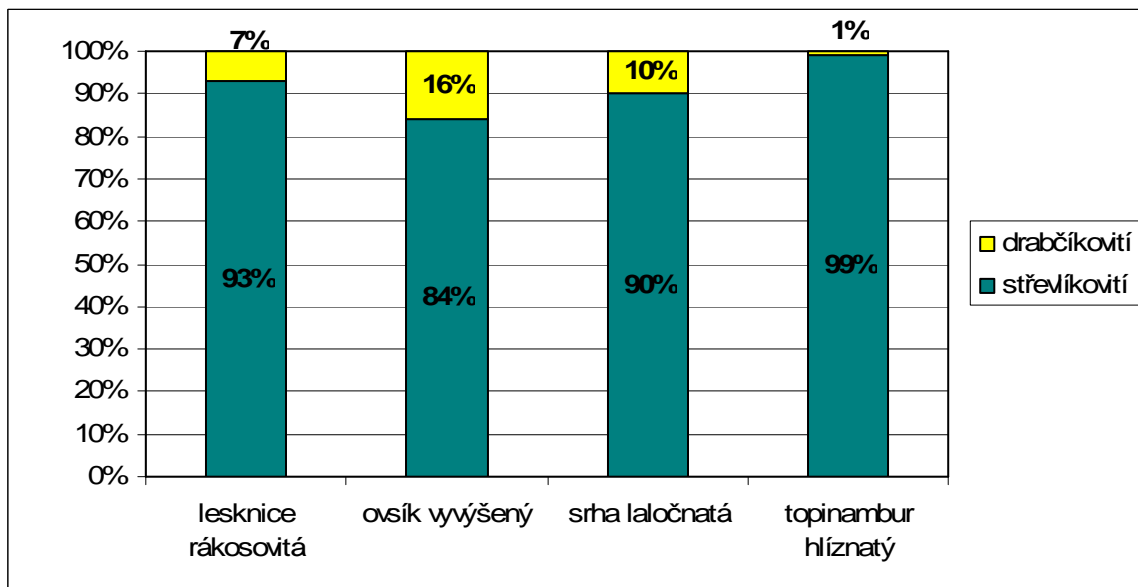
ŠŤASTNÝ, J. *Vliv turismu a managementu krajiny v Šumavském národním parku a Chráněné krajinné oblasti na společenstva epigeických brouků*. České Budějovice, Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008. Diplomová práce.

ZIMOLKA, J. *Využití biomasy k energetickým účelům*. In ŠNOBL, J., *et al.* *Rostlinná výroba IV*. Praha: Česká zemědělská univerzita Praha, 2004. ISBN 80-213-1153-3.



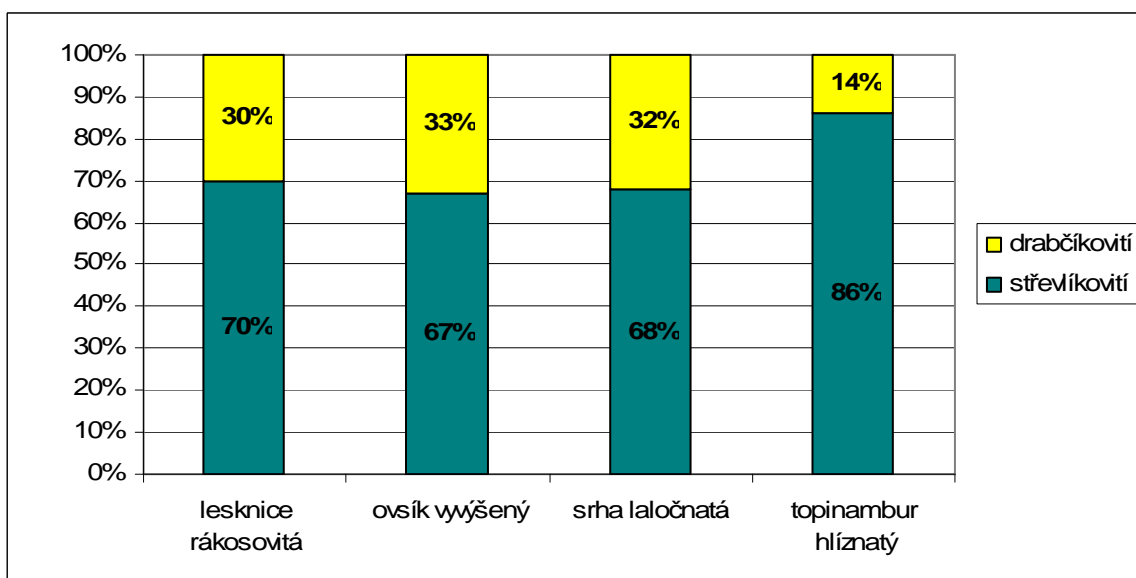
## ***PŘÍLOHOVÁ ČÁST***

Obr. 5. Poměr [%] odchycených exemplářů epigeických střevlíků a drabčičků na studovaných plochách, grafické vyjádření



Zdroj: vlastní výzkum

Obr. 6. Poměr [%] odchycených druhů epigeických střevlíků a drabčičků na studovaných plochách, grafické vyjádření



Zdroj: vlastní výzkum

Obr. 7. Detail zemní pasti



Foto: autorka

Obr. 8. Pohled na lokalitu. Zleva lesknice rákosovitá, ovsík vyvýšený a srha laločnatá



Foto: autorka



Obr. 9. Porost topinamburu hlíznatého



Foto: autorka

Obr. 10. *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758), *Carabidae*. Dominantní druh všech porostů, eurytopní druh, uloveno celkem 221ks.



Foto: D. Rydzi (<http://www.koleopterologie.de>)



Obr. 11. *Philonthus cognatus* (Stephens, 1832), *Staphylinidae*. Eurytopní druh, výskyt v porostech trav, nejčastější zástupce drabčíkovitých.



Foto: A. Jas (<http://www.koleopterologie.de>)

Obr. 12. *Carabus scheidleri* (Panzer, 1799), *Carabidae*. Ohrožený druh, kategorie R2.



Foto: J. Dvořák (<http://www.biolib.cz>)