

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA ROSTLINNÉ VÝROBY
A AGROEKOLOGIE

Vliv managementu v modelových
agroekosystémech na společenstva
epigeických brouků v řepařsko-ječném
a pšeničném výrobním typu

Diplomová práce

2014

Řešitel: Bc. Josef Jon

Program: N4101 Zemědělské inženýrství

Obor: Agroekologie

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **BC. JOSEF JON**

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Název tématu: **Vliv managementu v modelových agroekosystémech na společenstva epigeických brouků v řepařsko-ječném a pšeničném výrobním typu**
Effect of management in the model agroecosystems on communities of epigeic beetles in the sugar beet and wheat production subtype

Zásady pro vypracování:

(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

1. Vypracování literární rešerše problematiky epigeických brouků na vybraných kulturách agrocenoz.
2. Odběr vzorků epigeických brouků v modelových agroekosystémech.
3. Vyhodnocení vzorků a popis struktury společenstev (druhová diverzita a aktivita společenstev) epigeických brouků na pokusných plochách.
4. Stanovení stupně antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků v modelových agroekosystémech.
5. Určení indikátorových druhů epigeických brouků pro jednotlivé zemědělské kultury.
6. Doporučení vhodnosti managementu z hlediska ochrany biodiverzity.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha

Rozsah průvodní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek

Seznam odborné literatury:

Boháč, J. 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372.

Boháč J., 2003: The effect of environmental factors on communities of carabid and staphylinid beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). Frouz, J., Šourková, M., Frouzová, J. (eds.): Soil physical properties and their interactions with soil organisms and roots of plants, Institute of Soil Biology AS CR, České Budějovice, p. 113-118. Boháč J., Moudrý J. & Desetová L., 2007: Biodiverzita a zemědělství. *Život. Prostr.*, 41: 24-29.

- Boháč J. & Černý J., accepted: Rural settlements as biocentres for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in agricultural landscape. *The Journal of Central European Agriculture*.
- Hůrka K., 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. *Kabourek, Zlín*, 565 pp.
- Hůrka K., Veselý J. & Farkač J., 1996: Using of carabid beetles for bioindication of the environmental quality (in Czech). *Klapalekiana*, 32, p. 15-26.
- Lee J. C. & Landis D. A., 2002: Non-crop habitat management for carabid beetles. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, Andover*, pp. 279 - 303.
- Luff, M.L., 1966: The abundance and diversity of beetle fauna of grass tussocks. *Journal of Applied Ecology*, 35, p. 189-208.
- Sotherton N.W., 1985: The distribution and abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. *Appl. Biol.*, 106, p. 17-21.
- Thomas C. F. G., Holland J. M. & Brown N. J., 2002: The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, Andover*, pp. 305 - 344.
- Turin H., Penev L., Casale A., 2003: The genus *Carabus* L. in Europe. A synthesis. *Fauna Europaea Invertebrata*. No. 2. Sofia-Moscow-Leiden, 536 pp.

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc., Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, Zemědělská fakulta

Konzultant: Ing. Zuzana Jahnová

Datum zadání diplomové práce: 7.2.2013

Termín odevzdání diplomové práce: 30.11.2014

L.S.

Prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.
Vedoucí katedry

Prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
Děkan

V Českých Budějovicích dne 7.2.2013

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval 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 diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum 30.11.2014

Josef Jon

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu práce doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., který mi pomáhal při psaní této práce svými radami, připomínkami a hlavně přesnou determinací odchycených brouků a přispěl tím k jejímu úspěšnému dokončení.

Abstrakt

Byl proveden průzkum společenstev epigeických brouků na třech zkoumaných plochách (pole, louka a sad) za pomoci metody zemních pastí se zastřešením od května do září 2013. Sledované plochy se nacházely ve středočeském kraji, v okolí obce Lešany na Kralupsku.

Byla stanovena druhová diverzita a aktivita společenstev epigeických brouků. Na všech třech zkoumaných plochách byl nalezen přibližně stejný počet druhů. Aktivita společenstev se lišila zejména v sadu, kde byl nalezen nižší počet střevlíků. Dále byly určeny indikátorové druhy pro jednotlivé zemědělské kultury (brambory, luční porost, keře a stromy) a byl stanoven index antropogenního ovlivnění. Tento index byl nejnižší na poli (1,85). Vyšší hodnoty byly zaznamenány na louce (4,60) a i v sadu (6,46).

Celkem bylo zjištěno 44 druhů z 9 čeledí epigeických brouků. Dominovali střevlíkovití s 18 a drabčíkovití se 17 odchycenými druhy. Zbylých 7 čeledí čítalo 9 různých druhů. Bylo nalezeno 5 vzácnějších druhů reliktu druhého řádu (R2). Zbytek (39 druhů), patřil do skupiny expanzivních druhů (E).

Diplomová práce byla porovnána s bakalářskou prací Jona (2012), ve které probíhal podobný průzkum v roce 2011 na dvou stejných plochách jako v roce 2013. Třetí přidanou plochou pro rok 2013 byla louka. V roce 2013 (18 druhů) bylo nalezeno o jeden druh méně střevlíků než v roce 2011 (19 druhů). Mezi rokem 2013 (17 druhů) a 2011 (9 druhů) byl u drabčků shledán rozdíl 8 druhů.

Jako opatření z hlediska ochrany biodiverzity bylo doporučeno dodržování osevního postupu a hnojení organickými hnojivy.

Klíčová slova: epigeičtí brouci; společenstva; pole s bramborami; louka; sad; antropogenní ovlivnění; střední Čechy

Abstract

The survey of communities of epigeic beetles was conducted in three selected areas (field, meadow and orchard) using the method of pitfall traps with roofing, from May to September 2013. Monitored areas were located in the Central Bohemian Region, near the village Lesany at Kralupy.

Species diversity and community activity of epigeic beetles were investigated there. In all three monitored areas, approximately equal number of species was found there. Activity of communities differed especially in the orchard where the lower number of Carabidae beetles was found. Indicator species for each agricultural crop (potatoes, grassland, bushes and trees) were determined and also the index of anthropogenic influence was set there. This index was the lowest in the area of the field (1,85). Higher values were seen in the meadow (4,60) as well as in the orchard (6,46).

The total amount of 44 species of beetles from 9 epigeic beetles families was found there. Dominating species were Carabidae with 18 and Staphylinidae with 17 caught species. The remaining 7 families consisted of 9 various species. 5 species of the rarer relic of the second order (R2) were found there. The rest (39 species), belonged to the group of expansive species (E).

This diploma thesis was compared with the bachelor thesis by Jon (2012), where the similar survey conducted in 2011 was described, in two same areas where it was conducted in 2013 as well. The meadow was the third added area in 2013. In 2013 (18 species) one species less of Carabidae were found in comparison to 2011 (19 species). Between 2013 (17 species) and 2011 (9 species), the difference of 8 species at Staphylinidae was seen.

As precautions in the terms of protecting the biodiversity, compliance with the crop rotation procedure and fertilization with organic fertilizers were recommended.

Keywords: epigeic beetles; communities; field of potatoes; meadow; orchard; anthropogenic influence; Central Bohemia

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	8
2.1 Zemědělství	8
2.2 Vliv zemědělství na krajinu v České republice	9
2.3 Vliv managementu na krajinu	10
2.4 Doporučení vhodnosti managementu z hlediska ochrany biodiverzity	11
2.5 Bioindikátory	12
2.6 Společenstva epigeických brouků agrocenóz	14
2.6.1 Střevlíkovití (Carabidae) a Drabčíkovití (Staphylinidae)	14
2.6.2 Výskyt a početnost střevlíků a drabčíků v půdě a jejich role v půdním ekosystému	18
2.6.3 Ochrana půdních druhů brouků	20
2.6.4 Bioindikační význam a využití	21
2.6.5 Rozdělení do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům (disturbancím)	22
2.7 Použití metody zemních pastí	23
2.7.1 Instalace zemních pastí	24
2.7.2 Vlastnosti a konstrukce	25
3. POPIS STUDOVANÉ OBLASTI	26
3.1 Zkoumané plochy	26
4. METODIKA	30
4.1 Zpracování materiálu	30
4.2 Index antropogenního ovlivnění společenstev brouků	31
5. VÝSLEDKY	32
5.1 Určení indikátorových druhů epigeických brouků pro jednotlivé zemědělské kultury	34
5.2 Stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev	34
5.3 Rok 2011 vr. 2013	36
5.4 Vliv managementu na epigeické brouky na sledovaných plochách	38
6. DISKUZE	40
7. ZÁVĚR	43
8. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE	44

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

1. ÚVOD

Ačkoliv se zdá, že máme hodně údajů o biodiverzitě epigeických brouků v agroekosystémech, opak je pravdou. Schází zejména současné údaje o jejich společenstvech v kulturní a zemědělské krajině, silně pozměněné v posledních 24 letech (stagnace zemědělství, zarůstání krajiny, méně intenzivní obhospodařování pozemků, atd.).

Tato diplomová práce navazuje na bakalářskou práci Jona 2012, která popisovala společenstva epigeických brouků na Kralupsku, kde probíhal odchyt od května do září 2011 na třech vybraných plochách za použití metody zemních pastí.

Vzhledem k neuspokojivým výsledkům, tedy k nízké biodiverzitě zkoumaných druhů brouků a silnému stupni antropogenního ovlivnění, byl proveden průzkum na původních plochách, aby bylo možno porovnat případné změny v druhovém složení v odstupu dvou let. K těmto plochám byly přidány výsledky průzkumu z bývalé, zemědělsky využívané plochy, kde po dobu asi 17 let probíhá sekundární sukcese. V diplomové práci je tato plocha označována jako louka.

Odchyt probíhal za pomoci metody zemních pastí se zastřešením od května do září 2013 bez použití návnad.

Cílem diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši týkající se problematiky epigeických brouků na vybraných kulturách agrocenóz. Vyhodnotit odebrané vzorky a popsat struktury společenstev epigeických brouků na pokusných plochách, stanovit stupeň antropogenního ovlivnění společenstev v modelových agroekosystémech, určit indikátorové druhy epigeických brouků pro jednotlivé zemědělské kultury a na závěr doporučit vhodnost managementu z hlediska ochrany biodiverzity.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Zemědělství

Zemědělství můžeme definovat jako „praxi, vědu a umění pěstování plodin a chovu zvířat na organizovaných farmách“ (Gliessman, 1997). Vznik zemědělství se datuje od neolitické revoluce. Tradiční zemědělské postupy se rozvíjely po tisíce let. Charakteristickým rysem zemědělské výroby je vazba na půdu. Na prvopočátku bylo nomádské pastevectví, od kterého postupoval vývoj přes rotační způsob hospodaření až k současnému, vysoce průmyslovému způsobu zemědělství. Dnešní způsob zemědělství dělíme na rostlinnou a živočišnou výrobu. Zemědělství je sektorem s plošnou působností, čímž zasahuje do aspektů ekonomických, společenských i

přírodních. Přírodní ekosystémy v zemědělských oblastech byly změněny a naší snahou by měla být zemědělská produkce při minimálním dopadu na životní prostředí. Změny v posledních padesáti letech jsou rychlejší a rozsáhlejší než v kterémkoliv předchozím historickém období. Od roku 1945 došlo k větší přeměně na zemědělskou půdu než v 18. a 19. století dohromady.

2.2 Vliv zemědělství na krajinu v České republice

Před rokem 1948 probíhalo v České republice zemědělství formou obhospodařování menších polí tradičními soukromými rodinnými farmami, které měly hospodářství ve svém vlastnictví a provozovaly hospodářskou činnost převážně pro lokální zákazníky a pro svoji potřebu. Změnou politického režimu po roce 1948 se systém zemědělství zcela změnil. Započalo znárodnění farem, což znamenalo konec tradice rodinných farem a začátek centralizace plánování zemědělské výroby. Vznikala velká zemědělská družstva, čímž došlo k přetrhání vazeb mezi zemědělcem a půdou a ke změnám v produkci. Nebyly respektovány stanovištní podmínky, docházelo k zavádění velice podobných osevních postupů a k intenzifikaci produkce. Menší pole byla scelována do několikahektarových ploch. Jako demonstrace zániku soukromého sektoru docházelo k rozorávání mezí a přilehlých remízů. Vykácením stromořadí, stromů v polích, přilehlých dřevin, apod. došlo k odstranění větrolamů. Následkem toho, začalo docházet k nárůstu vlivů vodní a větrné eroze. Na takto vzniklých plochách se začaly pěstovat monokultury i několik let po sobě. Tím došlo ke snížení výnosů a k rozšíření chorob rostlin na velkých polích. K udržení výnosnosti byla používána chemická hnojiva, což mělo negativní vliv na biodiverzitu a agrobiodiverzitu. Stejně tak, jako užívání chemikálií v boji proti škůdcům pěstovaných rostlin, kterým se začalo dobře dařit v důsledku absence přirozených predátorů, kteří byli zničeni nadměrným chemickým hnojením. Užívání nadměrných dávek hnojiv a pesticidů vedlo k degradaci půdy a vody. Další příčinou degradace půdy a vody byla centralizace dobytka, který svými výkaly značně zatěžoval půdu a vodu v místě svého výskytu. Centralizací dobytka došlo ke snížení diverzity chovaných druhů zvířat, což mělo za následek snadnější přenos chorob zvířat. Zvyšovaly se náklady na zdraví zvířat a transport krmiv.

Po roce 1989 jsou farmy navraceny původním vlastníkům. Dochází k decentralizaci hospodaření a k obnovení tradičních rodinných farem. Je obnovena vazba mezi zemědělcem a půdou. Opětovným začleněním významných krajinných

prvků (remízky, meze, aleje, atd.) přímo v zemědělských systémech je částečně obnovena diverzita krajiny a dochází ke zvyšování biodiverzity. Začíná hospodaření na bázi dotačních titulů.

2.3 Vliv managementu na krajinu

První výrazná stopa, kdy lidé začali přetvářet krajinu, se datuje od 13. -14. století, kdy začala vznikat nová sídla. Člověk začal odlesňovat krajinu a zakládat nové pastviny a pole. Začíná převažovat bezlesá krajina nad krajinou zalesněnou. Zároveň dochází i ke změnám v systému hospodaření. V okolí vesnic a měst se začíná hospodařit intenzivněji. Dochází k rozšiřování pastvin skotu, začíná trojpolní soustava s úhorovým hospodařením. V 15. -17. století dosahuje odlesňování vrcholu. Dochází k největšímu plošnému rozšíření druhů, s vazbou na převážně bezlesou krajinu. K další výrazné změně biodiverzity dochází pěstováním nových hospodářských plodin, jako jsou brambory, cukrová řepa a jetel. V důsledku průmyslové revoluce jsou modernizovány technologie obhospodařování. Lidé opouštějí vesnice a stěhují se do měst. Následkem toho dochází k řidnutí až k zániku drobných políček a pastvin. Mizí některé druhy a snižuje se biodiverzita. Nejvýraznější pokles je u bezobratlých. Za posledních 400 let vyhynulo asi 400 druhů. Lidská činnost i nadále ovlivňuje biochemické cykly všech prvků v přírodě, což vede k urychlení snižování biodiverzity. Zemědělství a krajina se v posledních 50-ti letech změnily. Došlo k rozorání mezí a scelování pozemků. Tímto byla nenávratně ztracena velká část rozptýlené zeleně, která má důležitou funkci pro zachování rovnováhy krajiny. Pokleslo i množství remízků, stromů a ubylo nivních luk. V 70. letech pokračovalo další scelování, kdy docházelo k výrazným úpravám reliéfu krajiny za použití těžké techniky. Důsledkem bylo narušení odtokových poměrů, zvýšení vodní eroze, snížení druhů rostlin a živočichů. Toto se promítlo také na zemědělskou krajinu, kde došlo k rapidnímu poklesu např. koroptyve polní, z 6 milionů jedinců z roku 1935, na několik desítek tisíc kusů v roce 1997. Eroze dnes ohrožuje 42% zemědělské půdy. Procento orné půdy je v ČR stále příliš vysoké (71,9%). K zachování a ochraně kvality půdy a vody je potřeba rozšířit plochu trvalých travních porostů.

V poslední době má zásadní vliv na snižování biodiverzity také fragmentace krajiny, která stále zužuje přirozené prostředí volně žijícím živočichům a takřka

znemožňuje jejich migraci. U bezobratlých jsou tímto nejvíce postiženy druhy bez schopnosti letu, které nejsou schopny překonat uměle vytvořené překážky.

2.4 Doporučení vhodnosti managementu z hlediska ochrany biodiverzity

Cílem zlepšení stavu krajiny je zamezení rychlému odtoku vody z krajiny, snížení půdní eroze, podpora ekologické stability krajiny nebo zachování a zvýšení biodiverzity v krajině. Zvýšení biodiverzity na zemědělské půdě lze dosáhnout omezením používání syntetických hnojiv a pesticidů, která lze nahradit přírodní přirozenou cestou. Dochází ke zlepšení půdní struktury a omezí se vyplavování zbytků živin a reziduí pesticidů do povrchových a podzemních vod. Pěstování mezplodin na orné půdě je dalším způsobem, jak zvýšit obsah humusu v půdě, čímž se zvyšuje mikrobiální činnost v půdě a tím i její úrodnost. Další důležitou funkcí mezplodin z hlediska ochrany biodiverzity je poskytnutí úkrytu a potravy živočichům přizpůsobeným na život v zemědělské krajině.

Další možností zvýšení a ochrany biodiverzity v krajině je šetrné hospodaření na trvalých travních porostech, kde po staletí vznikaly podmínky pro život mnoha druhů rostlin a živočichů. Travní porosty mají téměř stejné množství rostlinné hmoty v nadzemní i v podzemní, hlavně kořenové části. Díky tomu mají schopnost zadržovat velké množství vody, čímž přispívají k prevenci proti vodní erozi. U intenzivního využívání travních porostů dochází k nadměrnému hnojení a častému sečení, což potlačuje konkurenčně slabší rostliny, hnízdící ptáky nebo četné druhy hmyzu. Oproti tomu extenzivní způsob udržuje stále životní podmínky pro mnoho vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Tento způsob hospodaření je také velmi důležitý k zachování a zvyšování pestrosti rostlinných a živočišných druhů v zemědělské krajině. Extenzivním využíváním se také zvyšuje schopnost krajiny zadržovat vodu, zmírňuje se zatěžování půdy a vody přebytkem živin a v neposlední řadě se zkvalitňuje potrava hospodářským zvířatům.

Vliv na biodiverzitu v travních porostech má také druh použitého managementu a termín jeho aplikace. Při sečení na extenzivních loukách se dodržují schválené postupy a termíny seče, popř. dochází k posunům seče s ohledem na vývojový cyklus rostlin a živočichů. Jednou z možností posunu seče je ponechání nedosečených pásů, kde se může zvěř ukrýt, a rostliny mohou dokončit rozmnožování. Zároveň hmyz nepřijde najednou o veškerou potravu. Další možností posunu seče je posun termínu seče na celé louce s ohledem na vývoj rostlin a živočichů. Extenzivní způsob

hospodaření je mnohem šetrnější než intenzivní. Při současném intenzivním hospodaření se většina luk kosí najednou ve velmi krátké době na konci května a začátkem června. Touto dobou ptáci ještě hnízdí a rostliny nemají dozrálá semena. Hmyz naráz přichází o potravu a úkryt. Luční společenstva jsou tímto ochuzena o motýly, brouky, byliny a ptactvo.

Založení biopásů na okraji nebo uvnitř polí je napodobením původních příznivých podmínek pro živočichy, jako jsou strnadi, koroptve, zajíci, drobní hlodavci, apod. Založením biopásů je poskytnut prostor pro vývoj hmyzu, kterým se na jaře živí mláďata ptáků. Biopásky nabízejí živočichům dostatek semen během roku a zajistí jim potravu přes zimu. Biopásky jsou 6-12m široké a mohou být tvořeny směsí pohanky, prosa, krmné kapusty, luštěnin, jarních obilovin, apod.

2.5 Bioindikátory

Neustále rostoucí rozsah a intenzita lidské činnosti vede ke stále se zvyšujícímu riziku průniku různých chemických škodlivých látek téměř do všech složek životního prostředí. Zhoršující se stav životního prostředí vedl k postupné identifikaci kontaminantů, včetně určení forem jejich výskytu. Rizika spojená s přítomností chemických karcinogenů v životním prostředí na zdraví lidské populace se v posledních desetiletích stala jedním z nejdůležitějších problémů, jehož řešením se zabývají environmentální, lékařské i chemické vědy. Pozornost byla převážně věnována kontaminaci potravin a pitné vody. Otázka rozsahu kontaminace potravních řetězců a dalších biotických matric byla otevřena až v devadesátých letech, kdy byly zahájeny příslušné monitoringové projekty. V rámci monitoringových aktivit jsou pro posouzení zátěže agrárního ekosystému kromě abiotických složek (voda, půda, vzduch) používány materiály rostlinného a živočišného původu, akceptované jako bioindikátory. Bioindikátory jsou organismy nebo jejich společenstva, jejichž životní funkce jsou korelovány s faktory prostředí tak těsně, že mohou sloužit jako jejich ukazatelé (Schubert, 1985). Bioindikátory mohou vypovídat o stavu zátěže příslušné složky ekosystému v dané lokalitě a v kombinaci s dalšími údaji (kontaminace ovzduší, vody či půdy) i o transportních mechanismech. Obecné předpoklady pro využití bioindikátorových organismů k monitorování kontaminace ekosystému lze shrnout v následujících bodech:

- mělo by se jednat o organismus, který není stěhovavý, je na sledované ploše obecně rozšířený a z hlediska vzorkování snadno dosažitelný (v případě živočišných

- bioindikátorů se jedná např. o přisedlé organismy, nebo alespoň druhy s teritoriálním či ne-migračním výskytem),
- odezva organismu (obsah kontaminantu, eventuálně stupeň poškození) by měla odrážet kontaminaci prostředí,
 - sledovaný organismus by měl být reprezentativní, tj. data získaná jeho analýzou by mělo být možné použít i na ostatní organismy v systému,
 - pro využití dlouhodobého monitoringu by sledovaná populace měla být stabilní a dostatečně homogenní.

Bioindikátory poskytují informace o změnách prostředí (i dlouhodobých), které nemůžeme získat jiným způsobem, nebo je jejich získání omezeno nebo je příliš drahé. Bioindikátory, jakožto indikátory biodiverzity, jsou používány jako ukazatele pro zjednodušené informování o stavu, změnách a vývojových trendech modelových složek biodiverzity. Indikátorem biodiverzity může být např. podíl rozlohy přirozených lesů na celkové rozloze lesa v určitém území nebo podíl ohrožených druhů z celkového počtu druhů v dané skupině v konkrétním území. Prostřednictvím indikátorů biodiverzity je možné posoudit, jak početný je určitý druh organismů nebo rostlin v daném ekosystému, zda hrozí jejich vyhynutí, příp. jakým způsobem lze docílit lepšího stavu. Výskyt bioindikátoru svědčí o přítomnosti nějakého faktoru na stanovišti (např. bez černý, kopřiva dvoudomá se vyskytují na stanovištích bohatých na dusík nebo vřes obecný se vyskytuje na kyselých půdách, apod.). Postihnout biodiverzitu jediným, sebesložitějším indikátorem, není dost dobře možné. Obecné předpoklady pro využití organismů jako indikátorů biodiverzity lze shrnout v následujících bodech:

- hojnost (dominance) druhů ve společenstvu - bývá běžné, že určité druhy převládají nad jinými,
- vzácnost druhů ve společenstvu – vzácnost je relativní pojem, protože samotná intenzita existence určitého druhu je velmi závislá právě na druhu a typu výzkumu. Jestliže jsou určovány některé vzácné druhy, které se vyskytují v řadě ekosystémů, využívá se kombinace rozlišení regionu, specifík daného biotypu, velikosti lokální populace, aj.,
- vegetace - bioindikátor vegetace je možné považovat za indikátor komplexní, neboť v jeho rámci lze postihnout veškeré aspekty změn v počtu daných organismů, včetně charakteristiky těchto změn (Boháč, 2003a).

Jako indikátory biodiverzity lze použít rostlinná společenstva, epigeické bezobratlé, denní motýly, ptáky (Boháč, 2003a).

2.6 Společenstva epigeických brouků agroceén

Mezi dravým hmyzem žijícím v půdě a na jejím povrchu najdeme zástupce mnoha řádů, např. dravé ploštice (*Heteroptera*), některé zástupce síťokřídlých (*Neuroptera*), larvy půdních dvoukřídlých (*Diptera*), zejména však brouky (*Coleoptera*) a blanokřídlé (*Hymenoptera*) (Paoletti, 1999). Při studiích půdní fauny nalézáme převážně střevlíky a drabčičky. Tyto nejpočetnější epigeické druhy, vyskytující se v půdě všech typů terestrických ekosystémů, patří k nejvýznamnější složce biodiverzity agroekosystémů. Hrají zde významnou úlohu, jako predátoři ostatních bezobratlých, včetně škodlivých druhů. Z tohoto důvodu byli vybráni jako modelová skupina pro sledování biodiverzity na vybraných plochách (Boháč, Kohout 2011). Střevlíkovití a drabčičkovití brouci patří k druhově nejpočetnějším čeledím brouků. Střevlíků je známo přibližně 40000, drabčičků 48000 druhů z celého světa (Boháč, 1999; Thayer, 2005). Obě skupiny se vyskytují prakticky ve všech druzích terestrických ekosystémů a tvoří důležitou součást půdní fauny. Střevlíkovití jsou zastoupeni na území ČR 504 druhy (Veselý, 2002). Drabčičkovitých je známo 1396 druhů, čili asi třikrát tolik jako střevlíků. Základní údaje o taxonomii a bionomii našich střevlíkovitých lze najít v monografii K. Hůrky (1996). Počet druhů v jednotlivých podčeledích je velmi různý – od jednoho známého druhu u devíti podčeledí po nejpočetnější podčeleď *Aleocharinae* zahrnující asi 528 druhů, tedy více než všech našich střevlíkovitých dohromady.

2.6.1 Střevlíkovití (*Carabidae*) a Drabčičkovití (*Staphylinidae*)

Střevlíkovití i drabčičkovití brouci jsou typickými představiteli hmyzu s dokonalou proměnou, čili larva se nepodobá dospělému hmyzu a klidové stadium kukly předchází dospělci.

Střevlíci (*Carabidae*) patří do podřádu *Adephaga* (celkem je známo okolo 36000 druhů v 9 čeledích, z nichž 6 žije ve vodě). Velikost střeoevropských zástupců kolísá mezi 1,6 až 40 mm. Jsou nejčastěji štíhlí, dobří běžci, se silnými, dlouhými nohama, někteří pomocí upravených předních nohou hrabou. Mnozí (např. druhy rodu *Carabus*) ztratili schopnost letu. Samci většiny druhů mají rozšířené články předních chodidel, opatřené na spodní straně přichycovacími brvami. Většina druhů má zadečkové obranné žlázy různého, často skupinově specifického složení, mnohdy

silně páchnoucí. Larvy jsou protáhlé, rovnoběžné, s mohutnými kusadly bez kanálku, předposlední zadečkový článek nese zpravidla pár pevných nebo pohyblivých urogomfů, kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě (Hůrka, 2005). Specifické morfologické adaptace střevlíkovitých (např. tvar těla, velikost a tvar složených očí, tvar ústních orgánů, délka a tvar končetin, vnitřní anatomie trávicího systému, chemoreceptory na tykadlech a makadlech, atd.) jsou popsány zejména v práci Hollanda (2002). Střevlíkovití obývají nejrůznější stanoviště od mokrých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní (Hůrka, 1996). Většina druhů žije na povrchu půdy, pod kameny nebo v hrabance. Střevlíci žijí i na bylinách, keřích a stromech, někteří i pod kůrou (*Tachyta nana*). Jsou známé druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Mikrokavernikolní druhy žijí v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny, jsou známé 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. Potravně jsou naši zástupci nespécializovaní 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 (*Cychnus*, *Licinus*), larvy i imaga drabčičků rodů *Bledius* a *Carpelimus* (někteří střevlíci rodu *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 i býložravosti (*Amara*, *Harpalus*). Jsou známy i vysloveně specializovaní býložravci (*Zabrus*, *Ophonus*), a to jak v imaginárním, tak i v larválním stadiu. Larvy druhů rodů *Lebia* a *Brachinus* jsou ektoparaziti a vyvíjejí se na kuklách různých střevlíkovitých, vodomilovitých a mandelinkovitých brouků. Vývoj naprosté většiny našich druhů je jednoletý. U několika druhů byla zjištěna péče o potomstvo. Samice některých druhů (např. *Molops piceus*) vajíčka hlídají a ošetřují do vylíhnutí larev, aniž by přijímaly potravu. Samice jiných druhů (např. *Ophonus puncticeps*) shromažďují pod zemí semena miříkovitých jako zásobu pro vylíhlé larvy (Hůrka, 1996).

Stanoviště, která obývají střevlíkovití jsou velmi rozmanitá. Mezi nejdůležitější faktory podmiňující jejich výskyt patří vlhkost, teplota, zastínění, typ vegetace a charakter půdního podkladu. Naprostá většina druhů žije a pohybuje se na povrchu

půdy. Výskyt mnoha druhů je vázán na vlhká, až velmi vlhká stanoviště na březích vod, na druhou stranu jsou známy i druhy suchomilné.

Drabčáci (*Staphylinidae*) patří do podřádu *Polyphaga*. Je to nejpočetnější podřád brouků jenž je dělen podle různých autorů na 16-17 nadčeledí. Drabčáci patří do nadčeledi *Staphylinoidea*, kam patří společně s mnoha menšími čeleděmi, např. mrchožroutovitými zahrnující známé hrobaříky. Drabčáci jsou od ostatních brouků dobře odlišitelní zkrácenými krovkami, které pokrývají jen část jejich ohebného zadečku. Ve výjimečných případech, např. u nás u podčeledi *Dasycerinae*, pokrývají krovky celý zadeček. Tělo je oválné až dlouze protáhlé, nažloutlé až tmavě hnědé či černé, jiné barvy jako červená, modrá či žlutá jsou vzácné. Tvar těla, struktura jednotlivých částí těla (hlava, štít, zadeček), tvar končetin a sensorické vybavení je přizpůsobeno k způsobu jejich pohybu. Ústní orgány odráží potravní specializaci drabčáků a způsob přijímání potravy. Tvar očí se mění od velmi redukovaných (terikolní druhy) po silně zvětšené (např. u dravých drabčáků rodu *Stenus*).

Larvy zástupců této čeledi jsou známy velmi málo i přesto, že jsou relativně častou součástí půdní fauny. Většinu larev drabčáků lze na první pohled odlišit od larev ostatních brouků podle přítomnosti páru článkovitých přívěsků (urogomfy) na konci devátého zadečkového článku. Larvy mají většinou tři larvální stadia s druhým a třetím stadiem morfologicky podobnějším než stadium první.

Vajíčka drabčáků jsou kulatá nebo oválná s dobře vyvinutým chorionem, který má často povrch druhově specifický. Vajíčka absorbují během vývoje vodu a zvětšují se. Klidové stadium ontogenese je typu pupa libera nebo pupa obtecta. Pupa libera se může aktivně pohybovat v substrátu.

Velikost těla drabčákovitých je v rozmezí 0.5 – 60.0 mm. Ve střední Evropě je nejčastější velikost mezi 1 a 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.

Studium velikostního zastoupení drabčákovitých v různých biotopech střední Evropy vedlo k určení pěti velikostních skupin: skupina I s délkou těla do 3 mm, skupina II s velikostí těla 3,1-4,5 mm, skupina III 4,6 - 7,0 mm, skupina IV 7,1 – 11,0 mm a skupina V zahrnující druhy větší než 11,0 mm (Boháč & Růžička, 1990). Specifické morfologické adaptace drabčákovitých (např. tvar těla, velikost a tvar složených očí, tvar ústních orgánů, délka a tvar končetin, délka krovek, sensorické

vybavení těla a tělních přívěscích, atd.) jsou popsány zejména v pracích Boháče (1999) a Thayera (2005).

Potravní vztahy u drabčikovitých jsou mnohem rozmanitější než u střevlíků (Boháč, 1999, Boháč & Matějček, 2003) a slouží jako základ klasifikace jejich životních forem. Velká část druhů drabčků je známa jako nespécifičtí predátoři živící se různými půdními bezobratlými jako jsou hlístice, roztoči, chvostoskoci, malé druhy hmyzu a jejich larvy, atd. Některé druhy podčeledi *Oxytelinae* se živí různými 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 drabčikovitých je mykofágní, čili živí se houbami. 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 drabčikovitých mají na kusadlech speciální otvory k přenosu spor hub, takzvaná mykangia. 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 tyto druhy možné rozdělit na druhy foleobiontní (druhy prodávající 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.).

Nejvíce potravně specializováni jsou myrmekofilní a termitofilní druhy drabčků. Existují velmi komplikované vztahy mezi hmyzími hostiteli a drabčiky (např. Wilson, 1971). Zástupci rodu *Aleochara* jsou známi jako paraziti pupáří dvoukřídlých.

Drabčici jsou aktivní hlavně během dne. Většina druhů preferuje zastíněné biotopy a žije pod kameny, v dřevě, listí a opadu, atd. Jejich aktivita je ovlivňována intenzitou světla. Mnoho drabčikovitých má značné migrační schopnosti (Crowson, 1981), které se liší u různých skupin. Mnoho druhů dobře létá (např. druhy rodů *Oxytelus*, *Philonthus*, *Amischa*, *Atheta*). Některé druhy žijící v kulturní krajině jsou nalézány vysoko v horách. Další jsou rozšiřovány dopravou a osidlují takřka celý svět (např. *Lithocharis nigriceps*). V posledních desetiletích jsme svědky invaze některých druhů hlavně z jihovýchodní Asie do nových oblastí (např. *Oxytelus migrator*, *Philonthus spinipes*, *Trichiusa imigrata* a další) (Boháč, 1999). Vysoká

frekvence druhů s dobrými migračními možnostmi ve společenstvech drabčků indikuje silný vliv člověka na biotopy (Boháč, 1999).

2.6.2 Výskyt a početnost střevlíků a drabčků v půdě a jejich role v půdním ekosystému

Upřesňujícími metodami (např. zpětným odchytom vypuštěných značených jedinců a jeho porovnáním s počtem odchycených neoznačených kusů, odchyt v ohrazených plochách zamezujících migraci s okolním prostředím) bylo zjištěno, že např. v lesních biotopech se početnost velkých druhů rodu *Carabus* pohybuje mezi 0.13 – 0.27 exempláře na 1 m². Na ploše 10 ha lesa byla početnost odhadnuta na 13.000 – 27.000 jedinců (Turin, Penev & Kasale, 2003). U menších druhů střevlíků je početnost vyšší (1 – 50 ex./m²). Během sezónního studia různých typů agroekosystémů v Evropě, střední a severní Americe a v Japonsku bylo odebráno řádově několik tisíc jedinců střevlíkovitých na jednotlivých polních biotopech (Holland, 2002). Takový počet střevlíků je dostatečný a použitelný pro statistickou analýzu a interpretaci dat ve většině ekologických prací.

Početnost drabčků v opadu a půdě se pohybuje od 5 po 500 exemplářů/m², v lesních ekosystémech většinou mezi 45 – 100 exempláři/ m² (Boháč, 1999, Irmeler, 1995). Počet druhů i jedinců je většinou vyšší ve stabilních biotopech (např. lesní biotopy), než v biotopech často se měnících vlivem abiotických podmínek (např. břehy toků, zaplavované biotopy, biotopy ovlivňované člověkem). Je známo, že drabčci vytvářejí velké agregace na určitých mikrobiotopech, např. plodnicích hub, kde jejich početnost může dosáhnout několika tisíc jedinců na plodnici.

Vysoký počet druhů střevlíků a drabčků zjištěný na studovaném biotopu nemusí indikovat vždy jeho zachovalost a nenarušenost. Často je v agrocenozách počet zjištěných druhů vyšší než v biotopech polopřirozených (např. zbytky chráněných lesních ekosystémů). Rozhodující jsou totiž ekologické nároky druhů. V agrocenozách většinou zcela převažují ubikvistní druhy zatímco v nenarušených biotopech druhy se zvýšenými ekologickými nároky a druhy stenotopní (Boháč, 1999).

Význam střevlíkovitých v přirozených i umělých suchozemských biocenozách je značný (Hůrka, 1996, Holland, 2002). Ve své valné většině jsou to predátoři ostatních bezobratlých, zejména členovců a měkkýšů, hrající roli významných entomofágů především v antropocenozách, kde se procentuálně nejvíce uplatňují.

Jsou důležitou skupinou v agroekosystémech, kde zauímají roli dravců hmyzu, mšic, lepidopterických larev apod. Mají tudíž v těchto systémech potenciál v integrované ochraně proti škůdcům. Ale i v přirozených biocenózách se díky své diverzitě i abundanci významně uplatňují při udržování rovnováhy i v koloběhu látek a energie. I z tohoto důvodu slouží již řadu let jako modelová skupina pro nejrůznější, především ekologické studie. Střevlíkovití citlivě reagují na nejrůznější toxické látky (insekticidy, herbicidy) vnášené do biocenóz v souvislosti s bojem se škodlivými organismy, stejně jako na nadměrné používání umělých hnojiv. I v této souvislosti z obilných polí prakticky zmizel jediný závažnější škodlivý střevlík našich teplejších oblastí, hrbáč osenní (*Zabrus tenebrioides*). Mnozí střevlíkovití jsou citliví i na změnu pH a především vlhkosti, takže mohou být využiti jako bioindikátory těchto změn prostředí.

Souhrnně je možno naše střevlíkovité označit za významnou skupinu živočichů, která ve vztahu k člověku a jeho činnosti hraje kladnou roli. Jsou tedy užiteční, a to nejen jako predátoři různých, lidské činnosti škodlivých bezobratlých, ale i možností využití k bioindikačním účelům v zaznamenávání změn přírodního prostředí, a tím i životního prostředí člověka (Hůrka, 1996).

Drabčící jsou hospodářsky významní opět především jako predátoři drobnějších druhů bezobratlých (např. mšic a roztočů). Protože převládá karnivorie, nenajdeme v této čeledi žádného skutečně významného hospodářského škůdce. Velký význam mají druhy, které žijí pod kůrou jehličnatých stromů a živí se tam drobným hmyzem zvláště larvami kůrovců. Je zde tedy zřejmý význam pro lesní hospodářství.

Celá řada drabčίκů žije v půdě a tvoří důležitou složku edafonu. Velké masožravé druhy z podčeledi *Staphylininae* jsou velmi dravé a zničí tak velké množství larev hmyzu např. i larev much. Zástupci rodu *Staphylinus* Leach a *Ocypus* Leach jsou našimi největšími drabčícíky, zničí velké množství hmyzu a patří společně se střevlíky mezi nejužitečnější brouky. Značná část druhů žije pod kůrou dřevin, nejčastěji pod kůrou odumřelých a poraněných stromů, ve vrstvě jemné drti a v humusu pod ní a v nejsvrchnějších vrstvách tlejícího dřeva. K tomuto způsobu života jsou přizpůsobeni zploštělým tvarem těla. Většina z nich je dravá a živí se bezobratlými žijícími pod kůrou, někteří z nich se živí vývojovými stádii nebo dospělci kůrovců. U drabčíciovitých není ekologie tak známa jako u střevlíkovitých. U obou skupin nejsou dostatečně známy jejich vývojová stádia, a to zejména u drabčíců, kde jsou známy larvy jen u 2% druhů (Boháč, 1999).

2.6.3 Ochrana půdních druhů brouků

Řada velkých druhů střevlíků rodu *Carabus* (např. *C. auratus*, *C. clathratus*, *C. nitens*, *C. hungaricus*, *C. scabriusculus*, *C. variolosus*, *C. irregularis*, *C. obsoletus*, *C. problematicus* (obr. 4, 5), *C. scheidleri*, *C. ullrichi* a *C. menetriesi*) patří podle zákona č. 114 /1992 mezi ohrožené druhy, jsou tedy chráněni. Podobně je tomu se svižníky rodu *Cicindela* (kromě druhu *C. hybrida*). V sousedním Slovensku jsou chráněny všechny druhy rodu *Carabus*. Některé druhy střevlíků (např. již zmíněný *Carabus menetriesi*) jsou chráněny mezinárodně podle „Směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin“ s cílem vytvoření mezinárodní sítě chráněných území (NATURA 2000).

Drabčící v žádném z těchto dokumentů zmíněni nejsou, přestože řada druhů je ohrožena. Tak např. při přípravě Červené knihy ohrožených brouků ČR bylo na základě dlouhodobého sledování a mapování výskytu drabčíkovitých zjištěno (Boháč & Matějček, 2003), že z celkového počtu 1396 druhů drabčků vyskytujících se na našem území, patří 124 druhů mezi kriticky ohrožené, 228 druhů mezi ohrožené a 204 druhů mezi zranitelné.

Taková situace je však u většiny bezobratlých živočichů, kteří nejsou tak nápadní a snadno sledovatelní jako velké druhy obratlovců a vyšších rostlin. Hlavními faktory negativně ovlivňujícími početnost populací střevlíků a drabčků jsou destrukce biotopů (např. klesající početnost semiakvatických druhů *Carabus clathratus* a *C. variolosus* vlivem meliorací mokřadů), fragmentací biotopů (např. zmenšující se počet biotopů a jejich oddálení u rašeliništního střevlíčka *Agonum ericeti*) a použitím insekticidů (např. vyhubení jednoho z dříve nejhojnějších velkých střevlíků *Carabus auratus* v západní Evropě) (Turin, Penev & Kasale, 2003). U mnoha druhů střevlíků, jejichž početnost výrazně klesá, však dosud nevíme přesné příčiny tohoto jevu. Např. velmi krásný střevlík *Carabus intricatus* mizí během posledních desetiletí prakticky v celé střední Evropě. Jako možné příčiny se uvádí klimatické změny (Turin, Penev & Kasale, 2003). Podobně u vymírajících lesních druhů *Carabus glabratus* a *C. irregularis* neznáme příčiny jejich úbytku. U velkých druhů rodu *Carabus* vyvstává v souvislosti s velkým množstvím odchycených dospělců pro vědecké účely, ale i sběratelské účely amatérskými sběrateli otázka, zda zejména dlouhodobý a intenzivní výzkum nemůže negativně ovlivnit lokální populace. Podle dlouhodobých výzkumů (Turin, Penev & Kasale, 2003) se zdá, že tomu tak není alespoň u stabilizovaných populací ve větších biotopech (lesní

biotopy, horské biotopy). Otázka není zcela jasně zodpovězena u malých a fragmentovaných populací brouků dosahujících velikosti několika set jedinců. Omezení výzkumu zejména u střevlíků by však mohlo zásadním způsobem zabránit poznání u chráněných druhů, o nichž často víme jen velmi málo. Zcela zásadní je zde zavedení nových, zejména genetických metod, pro studium lokálních populací (Turin, Penev & Kasale, 2003).

2.6.4 Bioindikační význam a využití

Střevlíkovití i drabčíkovití brouci patří k významným skupinám hmyzu používaným při bioindikačních studiích, zejména v krajinném měřítku. Je to způsobeno relativně jednoduchým způsobem odběru vzorků v terénu metodou zemních pastí a půdních vzorků (Absolon, 1993, Krásenský, 2004), relativně dobrou znalostí jejich biologických nároků a možností určení. Základní údaje o autekologii střevlíků a drabčíků jsou obsaženy v desítkách prací různých autorů, kteří během terénních průzkumů zjistili ekologickou preferenci jednotlivých druhů. V těchto ekologických průzkumech se často vycházelo ze znalostí autekologie druhů v určitých geografických areálech. Nejlépe je prozkoumána bionomie druhů západoevropských a středoevropských, případně skandinávských.

Prvotní dělení druhů podle jejich bionomie bylo zaměřeno zejména na poznání jejich výskytu v lesních nebo nelesních biotopech a horských nebo nížinných oblastech. Postupně entomologové soustředili pozornost na preferenci druhů ke specializovaným typům biotopů jako jsou například mokřady, slaniska, různé rostlinné asociace, hnízda drobných savců a sociálního hmyzu, atd. Zjistili, že ekologické nároky některých druhů zpětně ovlivňuje jejich rozšíření a že některé druhy svým rozšířením indikují poslední ostrůvky málo ovlivněných biotopů, např. původních lesních biotopů (Horion, 1965, 1967).

Studium vlivu antropogenního ovlivnění na společenstva střevlíků a drabčíků se dostávalo do popředí až přibližně v polovině minulého století. Podle vazby na biotop byli střevlíkovití rozděleni do několika skupin odrážejících šíři jejich ekologické niky (stenotop, eurytop), vazbu na člověka (synantrop), teplotu (stenoterm, euryterm), frekvenci výskytu v různém spektru biotopů (ubikvist) (Koch, 1989). Zvláštní vazba nebo tolerance k vybraným faktorům prostředí je charakterizována zařazením střevlíků nebo drabčíků mezi následující skupiny: acidofil, koprofil, halofil, hygofil, mycetofil, myrmekofil, petrofil, foleofil, psamofil, saprofil,

termofil, troglafil, tyrfofil, xerofil (Koch, 1989). Poznání obsazení zvláštních ekologických nik v ekosystémech a v krajině posloužilo pro vytvoření charakteristik druhů jako např. arborikol, arenikol, boletikol, kampikol, kavernikol, korticol, fungikol, florikol, humikol, mikrokovernikol, muscokol, paludikol, petrikol, fyto-detrikol, ripikol, silvikol, sfagnikol, terikol (Koch, 1989). Na základě potravní vazby byli střevlíkovití a drabčíkovití rozděleni na monofágy, polyfágy, fytofágy, algofágy, zoofágy, afidofágy, koprofágy, mycetofágy, saprofágy, myrmekofágy a nekrofágy (Koch, 1989).

Takový souhrn autekologických informací o jednotlivých druzích, často posuzovaný ze subjektivního hlediska, tvoří základní informaci o ekologických nárocích druhů. Tyto informace jsou však důležité, protože přesná autekologická měření a pozorování s pomocí současného sledování parametrů prostředí většinou scházejí. Až v poslední době jsou častější studie sledující kromě změn společenstev střevlíků a drabčků i korelace s některými charakteristikami prostředí (půdními charakteristikami, krajinnými charakteristikami). Nicméně u většiny druhů takovou korekci nemáme. V řadě případů, kdy se určité charakteristiky prostředí měří pedologickými a jinými technickými metodami, jsou získané výsledky těžko využitelné pro střevlíky a drabčky. Důvodem je to, že se tyto brouci často vyskytují v různých mikrobiotopech (trsy trav, mech, zbytky organických látek, mrtvé dřevo, atd.), jejichž charakteristiky jsou klasickými metodami těžko měřitelné. V tomto případě klasické pedologické metody nepomohou a je nezbytný vývoj speciálních postupů. Znalosti bionomie a ekologických nároků jednotlivých druhů jsou důležité pro interpretaci dalších metod používaných pro hodnocení společenstev střevlíků a drabčků.

2.6.5 Rozdělení do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům (disturbancím)

Ekologické znalosti o jednotlivých druzích střevlíků a drabčků posloužili pro jejich rozdělení do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům (Hůrka et al., 1996 pro střevlíky, Boháč, 1999 pro drabčky). Při vyhodnocení struktury společenstev brouků podle frekvence počtu exemplářů druhů jednotlivých skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byly naše druhy střevlíků a drabčků rozděleny do tří skupin. První skupinu tvoří druhy s nejužší ekologickou valencí mající v současnosti mnohdy charakter relictů (skupina R u střevlíků nebo RI u

drabčičků - druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka), druhou skupinu reprezentují adaptabilnější druhy (skupina A u střeplíků nebo RII u drabčičků – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků) a třetí skupina je reprezentována eurytopními druhy (skupina E - druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka) (Boháč, 1999; Hůrka et al., 1996). Jak je zřejmé z předcházejícího textu, označení skupin u střeplíků a drabčičků je různé a platí následující pravidlo: R podle Hůrky a kol. (1996) = R1 podle Boháče (1999), R1 podle Hůrky a kol. (1996) = R2 podle Boháče (1999) a E Hůrky a kol. (1996) je totožné se skupinou E ve smyslu používaném Boháčem (1999). Nízký podíl expanzivních druhů nám v nelesních biotopech signalizuje vysoké přírodní hodnoty zkoumaných stanovišť a naopak. Také podíl reliktních I. řádu ve stanovištích ukazuje na jejich původnost (Boháč, 1999; Hůrka a kol., 1996). Na základě tohoto dělení střeplíků a drabčičků do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byl vytvořen biotický index nazvaný index antropogenního ovlivnění společenstev drabčičků a střeplíků (Boháč, 1990, 1999). Tento index byl stanoven podle následujícího vzorce: $I = 100 - (E + 0.5 R2)$, kde E = frekvence expanzivních druhů (%) a R2 = frekvence reliktních II řádu (%). Hodnota indexu se pohybuje od 0 (ve společenstvu byly zjištěny pouze expanzivní druhy a společenstvo je nejvíce člověkem ovlivněno) do 100 (ve společenstvu se vyskytují pouze relikty I řádu a společenstvo není člověkem ovlivněno).

2.7 Použití metody zemních pastí

Střeplíci a drabčičci se vyskytují prakticky ve všech terestrických ekosystémech. Pro jejich ekologické studium se používají dvě základní metody – metoda zemních pastí a metoda odběru opadu a vrchních vrstev půdy v určených čtvercích (Absolon, 1993, Krásenský, 2004). Je třeba zdůraznit, že metoda zemních pastí nám nedává informaci o populační hustotě a neodráží ani reálné druhové složení společenstev. Pokud tuto metodu použijeme, neurčujeme vlastně početnost druhů v půdě (počet jedinců na určitou plochu), ale jejich aktivitu (počet jedinců křížících plochu zemní pasti za určité sledované odběrové období, např. den, týden, měsíc, rok). Velikost vzorku je také ovlivněna velikostí a tvarem zemních pastí, jejich náplní (často se používá pro fixaci materiálu formaldehyd nebo ethylenglykol, které mohou být pro bezobratlé atraktivní a tudíž zkreslují výsledky) a mnohými dalšími faktory. Zemní pasti snáze postihnou větší a těžší druhy a také druhy s větší aktivitou. Proto se vůbec

nehodí pro studium většiny drabčků, kteří jsou mnohem menší a lehčí a zemními pastmi se zjistí mnohem obtížněji, než metodou odběru půdních vzorků. Metodou zemních pastí zjistíme jen velké druhy drabčků (např. druhy rodů *Staphylinus* a *Ocypus* a některé druhy rodů *Philonthus*, *Quedius*, *Xantholinus*, atd.). Na druhou stranu zemní pasti mají výhodu v tom, že monitorují bezobratlé v neomezeném časovém horizontu a jejich použití je opakovatelné a výsledky srovnatelné. Větší druhy jsou také metodou půdních vzorků hůře zjistitelní. Počet zjištěných jedinců dospělých střevlíků na past a den je velmi různý a mění se od nulového výsledku po desítky jedinců v závislosti na jejich aktivitě.

Lov epigeických živočichů pomocí zemních pastí je nejběžnější a nejpoužívanější metodou výzkumu těchto živočichů, která umožňuje poznání druhového spektra epigeonu na dané lokalitě. Slouží ke zjištění druhového složení epigeických brouků na vybraných plochách a k vyhodnocení jednotlivých ekologických vazeb epigeicky žijícího hmyzu. Zemní pasti jsou pro studium epigeonu velkým přínosem. Oproti individuálnímu sběru je jejich používání mnohem méně časově náročné, zachytává se velké množství živočichů, dochází k ulovení i malých druhů, které nemusíme při individuálním lovu zachytit.

Přes nesporná pozitiva zemních pastí je velmi důležité si uvědomit, že jejich efektivita i druhové složení úlovku je ovlivněno velkým množstvím faktorů. Úlovek je ovlivněn konstrukcí a typem pasti, vnějšími klimatickými a geomorfologickými podmínkami, ale hlavně i vlastními živočichy. Celkově diverzita střevlíkovitých roste s různorodostí prostředí. Místa narušená během instalace zemních pastí působí na střevlíkovité jako atraktant (Digweed a kol., 1995). Klimatické faktory ovlivňují celkovou aktivitu střevlíků.

2.7.1 Instalace zemních pastí

Pro střevlíkovité, kteří se do pastí zachytávají velmi snadno je vhodné najít optimální počet pastí na lokalitě pro co nejpřesnější poznání druhového spektra. Pro potřeby inventarizačního průzkumu je velmi důležité umístit pasti v co nejrozmanitějších místech studované lokality (Adis, 1979).

V mém průzkumu byly najednou instalovány v rozmezí asi 5 metrů vždy čtyři zemní pasti na ploše louka a sad. Na ploše pole bylo umístěno pastí osm, protože pole je rozděleno cestou na dvě části. Jejich účelem bylo lapat hmyz pohybující se po povrchu. Pastí byly vybírány (měněny kus za kus) ve 14 denních intervalech.

Celkově bylo umístěno 96 pastí na třech sledovaných plochách. Do pastí nebyly kladeny žádné návnady. První pasti byly umístěny 1. května 2013 a poslední výběr byl proveden 30. září 2013.

2.7.2 Vlastnosti a konstrukce

Hlavním a nejdůležitějším faktorem je průměr pasti. Kvůli objektivnímu porovnání lapených vzorků je důležité používat jako pasti stejné nádoby (stejná velikost a průměr). Malé pasti sice zachytávají nejvíce živočichů, ale větší druhy z nich snáze prchají a i vzácné druhy se zachytávají do větších pastí. Příliš velké pasti zase zachytávají častěji malé savce, obojživelníky a plazy. Pro studie epigeonu se jako nejvhodnější uvádí pasti o průměru kolem 10 cm (Digweed a kol., 1995).

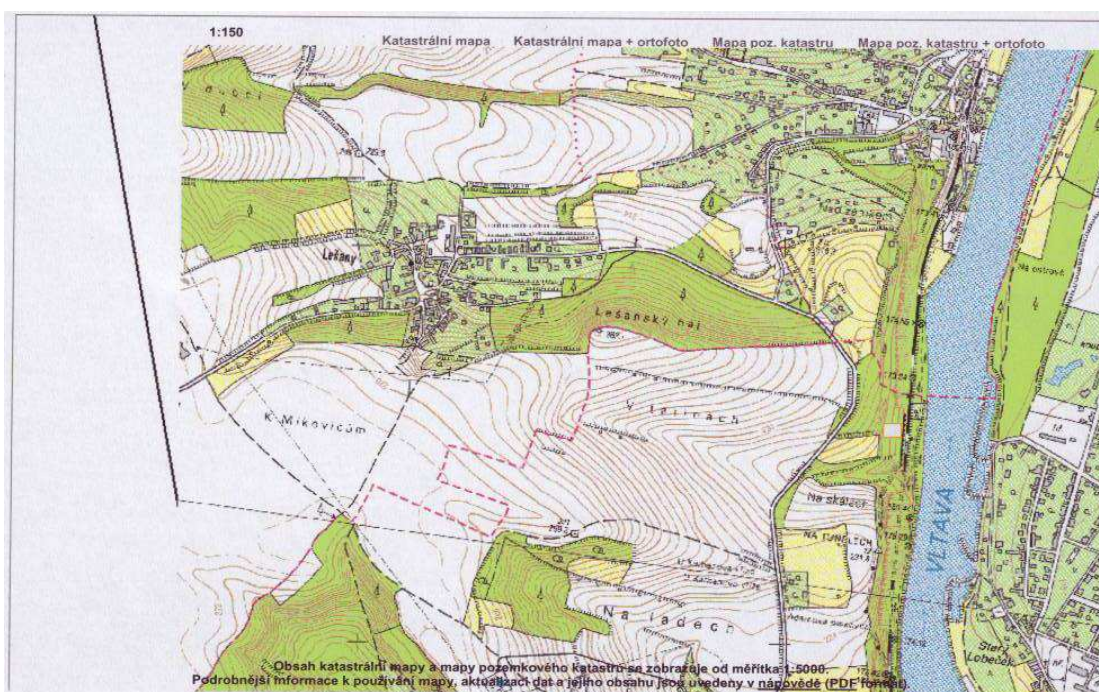
V mém případě byl jako zemní past použit plastový kelímek 9 cm vysoký o horním průměru 7 cm, který byl zahrabán do země tak, aby jeho okraj byl mírně pod úrovní povrchu okolní půdy a půda k němu těsně přiléhala, aby nevznikaly mezery, které by mohly hmyz odradit. Kolem kelímku byla půda mírně udusána. Zemní past byla naplněna asi 2 cm konzervační tekutinou (Fridex) z důvodu usmrcení živočichů a zabránění jejich rozkladu. Hmyz, který se pohyboval po povrchu se dostal k okraji pasti do které spadnul a utonul. K pasti bylo použito zastřešení, které tvořilo prkénko položené na dvou dřívkách viz. kapitola **4. METODIKA** (obr. 9, 10).

Pasti vzdálené od sebe 5–10 metrů zachytávají více živočichů než pasti, které jsou od sebe vzdáleny jeden metr. Tento výsledek je logický a vysvětluje, že v husté síti pastí s malou vzdáleností zachytávají okrajové pasti více živočichů, kteří migrují z okolí. Tento fakt je dán i vyšší schopností mobility u střevlíků (Ward a kol., 2001).

3. POPIS STUDOVANÉ OBLASTI

Průzkum se uskutečnil ve středočeském kraji v okolí obce Lešany v okrese Mělník, asi 30 km severně od Prahy (obr. 1), na třech zkoumaných plochách v oblasti řepařsko-ječného a pšeničného výrobního typu. Plochy byly označeny jako pole, louka a sad. Na zkoumané ploše, která byla označena jako “pole“, byly zasazeny rané a polorané brambory (obr. 2, 3). Druhá plocha, označená jako “louka“, je bývalá, zemědělsky využívaná plocha, kde v současné době probíhá (asi 17 let) sekundární sukcese (obr. 4, 5). Třetí plochou byla zahrada s ovocnými stromy a okrasnými květinami, v rešerši označována jako “sad“(obr. 6-8).

Obr. 1 Obec Lešany v okrese Mělník (zdroj: Google).



3.1 Zkoumané plochy

V této kapitole se věnuji přesnému popisu ploch na kterých odchyt probíhal. Na leteckých snímcích jsou vždy vyznačeny bílou barvou. Umístění pastí je vyznačeno žlutě.

1. Pole - (obr. 2, 3) - plocha je rozdělena cestou.

Obr. 2 Pole - plocha zemědělsky využívaná více než 30let. Na snímku zvýrazněna bílou barvou. Umístění pastí je žlutě vyznačeno. Tuto plochu rozděluje ulice Na Skále (zdroj: www.mapy.cz).



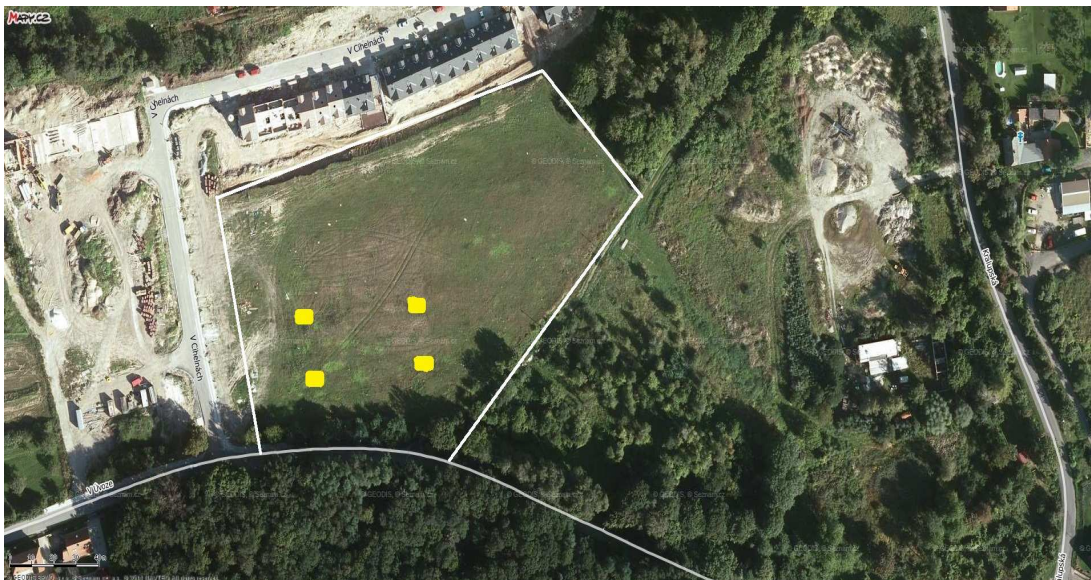
Na této ploše s hnědozemí (asi 20 arů) jsou každoročně pěstovány zemědělské plodiny již po více než 30 let. Vždy na podzim zde dochází k orbě a následně na jaře je zde vláčeno. Tyto operace jsou prováděny traktorem. Zbylá agrotechnika včetně sklizně je obstarávána ručně. Hnojení zde bylo vždy prováděno organickými hnojivy, převážně prasečím hnojem. V posledních letech je používán granulovaný kravský hnůj. V období mého průzkumu zde byly zasazeny brambory (obr. 2 a 3).

Obr. 3 Pole, na kterém byly pěstovány brambory (foto J.Jon).



2. Louka - Louka (obr. 4-5) – bývalá, zemědělsky využívaná plocha o rozloze cca 0,7 ha, kde 17 let probíhá sekundární sukcese. Nedochozí zde ke kosení ani k žádné jiné agrotechnické operaci.

Obr. 4 Louka na leteckém snímku zvýrazněna bílou barvou (zdroj: www.mapy.cz).



Obr. 5 Louka (foto J.Jon).



3. Sad - (obr. 6-8) - zahrada s ovocnými stromy a okrasnými květinami.

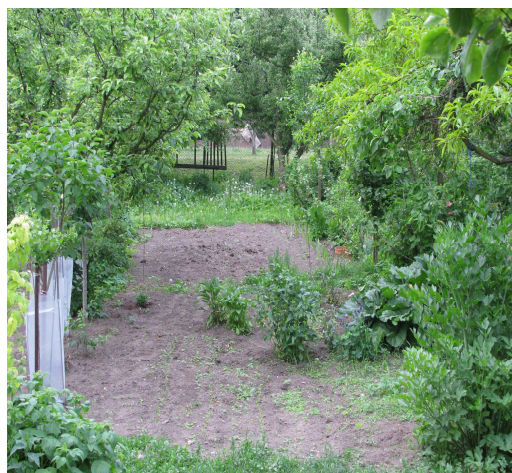
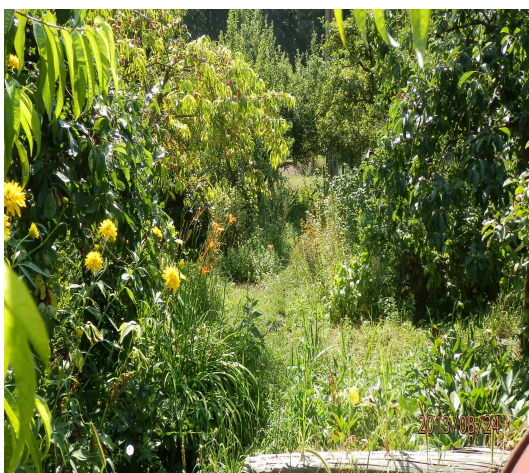
Sad má rozlohu cca 6 arů a jedná se o zahradu s hnědozemí, kde rostou ovocné stromy jako jsou jabloně, broskvoně, hrušně, slívy (obr. 8 a 9). Dále jsou zde trvale vysazeny keře angreštu a rybízu. Tento rok zde byly vysazeny jahody, cukety a

okrasné květiny. probíhají pouze ruční kultivační práce, např. okopávka, odplevelování, rytí, hrabání, apod.

Obr. 6 Sad na leteckém snímku zvýrazněn bílou barvou. Místa, kde byly pasti umístěny, jsou vyznačena žlutou barvou (zdroj: www.mapy.cz).



Obr. 7, 8 Sad - pohled zředu léto a podzim 2013 (foto J.Jon).



4. METODIKA

Během nepřetržitého odchyty od května do září 2013 byly na každé zkoumané ploše rozmístěny čtyři plastové kelímky o objemu 200ml s horním průměrem 7cm jako zemní pasti, které byly zastřešeny a obsahovaly Ethylenglykol (v průmyslu známý také jako Fridex), jakožto konzervační tekutinu, viz obr. 9, 10. Pasti byly vybírány v intervalech cca po 14 dnech. Pasti byly vzhledem k jejich malým velikostem měněny kus za kus. Tedy stará past vyjmuta a nahrazena pastí novou, která byla zahrabána a doplněna konzervační tekutinou. Po vyjmutí byla past vysypána a materiál roztříděn, viz. kapitola **4.1 zpracování materiálu**. Pasti byly umístěny od sebe ve vzdálenosti cca 5m.

Obr. 9, 10 Kompletně připravená past na ploše “pole“ (foto J.Jon).



4.1 Zpracování materiálu

Nasbíraný materiál byl nejprve oddělen od hlíny propláchnutím čistou vodou a za pomoci pinzety roztříděn (oddělení brouci od pavouků, slimáků, mnohonožek, much a dalšího nežádoucího materiálu). Dále byl převeden do kondenzačního činidla (Fridex) a uskladněn v chladu až do doby předání k určení (přesná determinace byla provedena doc. RNDr. J. Boháčem, DrSc). Materiál byl uskladněn v lednici v čistých sklenicích s uzávěrem. Sklenice byly polepeny štítky, kde bylo uvedeno místo odchyty. Nebylo určováno pohlaví odchyteného hmyzu. Z celkového počtu 44 odchytených druhů patřilo pouze 5 druhů do skupiny R2 (relikty II. řádu), tedy náročnější adaptabilní druhy. Zbytek (39 druhů) patřil do skupiny E (tedy expanzivních nebo ubikvistních druhů). Ze skupiny R1 (relikty I. řádu) nebyl odchyten jediný exemplář.

4.2 Index antropogenního ovlivnění společenstev brouků

Na základě dělení odchyacených druhů brouků do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byl vytvořen biotický index nazvaný index antropogenního ovlivnění společenstev (ISD) (Boháč, 1990, 1999).

Tento vliv byl určen podle vzorce: $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$, kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (%). Hodnota indexu se pohybuje od 0 do 100. Hodnota blízká nule ukazuje na krajinu silně ovlivněnou činností člověka, na které se vyskytují jen expanzivní a hojné druhy. Hodnoty blízké 100 poukazují na krajinu původní, neovlivněnou činností člověka. Zde se vyskytují především druhy skupiny R1, tedy druhy přirozeného prostředí. Hodnota indexu tak umožňuje jedním číslem charakterizovat antropogenní ovlivnění biotopů bez porovnávání s náhodnými kontrolami. Navíc vztah mezi hodnotou indexu jednotlivých biotopů a abundancí druhů ve společenstvu může být využit pro zjištění sensitivity jednotlivých druhů na stres vyvolaný činností člověka (Boháč, 1990).

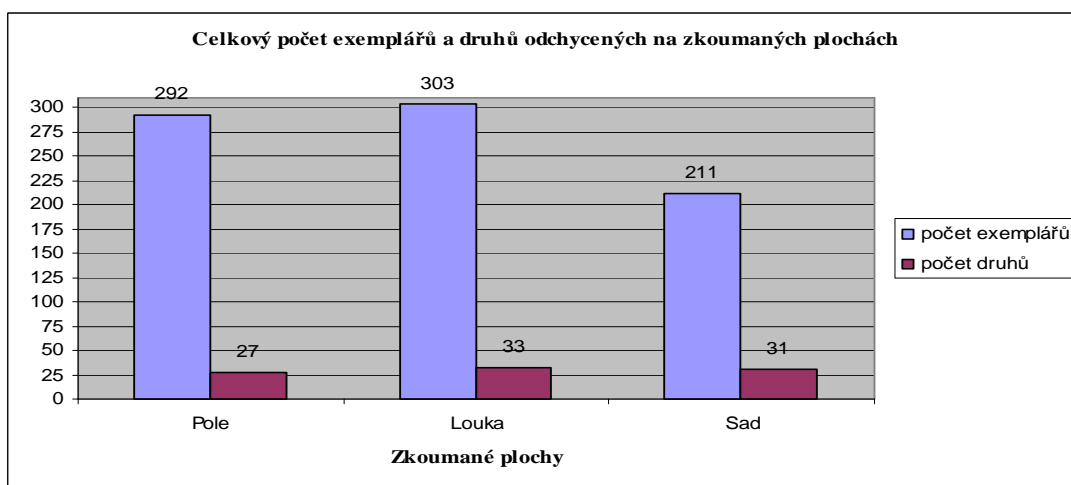
Tedy z celkového počtu 44 druhů patřilo pouze 5 (11,36%) druhů do skupiny R2. Zbytek, tedy 39 (88,64%) druhů patřil do skupiny E. Po dosazení hodnot do vzorce pro výpočet ISD pro jednotlivé lokality byly hodnoty následující: ISD pole = 1,85; ISD louka = 4,6; ISD sad = 6,46. Hodnoty ukazují na krajinu silně ovlivněnou člověkem.

5. VÝSLEDKY

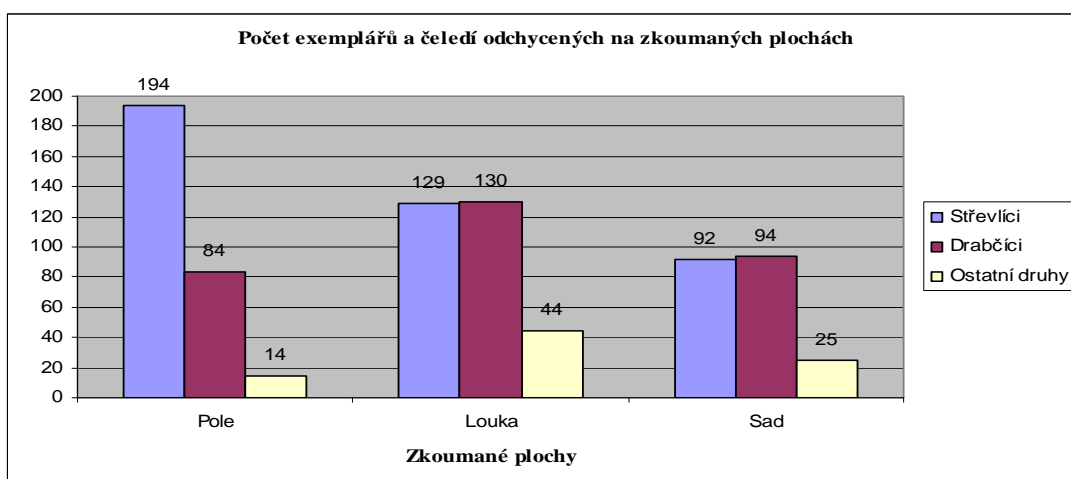
V období odchyty od května 2013 do září 2013 bylo v zemních pastech zaznamenáno celkem 44 druhů řádu Coleoptera (tabulka 1). Rozborem vzorků bylo zjištěno 18 druhů střevlíků a 17 drabčků. Zbytek tvořily 2 druhy z čeledi lanýžkovitých a slunéčkovitých a po jednom druhu byly zastoupeny čeledi mrchožroutovití, vrbounovití, páteříčkovití, nosatcovití a dřepčící.

Na všech třech zkoumaných plochách byl nalezen přibližně stejný počet druhů. Vyrovnaný byl i výskyt jedinců na plochách pole a louka. Nižší počet jedinců byl zaznamenán na ploše sad. Vše graficky znázorněno na obr. 11.

Obr. 11 Celkový počet exemplářů a druhů odchycených na zkoumaných plochách.



Obr. 12 Počet exemplářů a čeledí na zkoumaných plochách.



Tabulka 1 Seznam odchycených druhů na sledovaných plochách, jejich aktivita a zařazení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům (R2 – relikty II. řádu, E – expanzivní nebo ubikvistní druhy).

Druh	Ekologické zařazení	Lokalita		
		Pole	Louka	Sad
Carabidae				
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	E	-	4	7
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	E	5	23	38
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	R2	-	2	-
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	E	2	5	1
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)	E	1	-	-
<i>Dyscirus globosus</i> (Herbst, 1784)	E	1	3	-
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	E	8	15	2
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	E	39	18	15
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	E	59	22	7
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	E	17	5	-
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppida, 1763)	E	-	6	2
<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790)	R2	-	-	12
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	E	35	7	-
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	E	12	6	2
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	E	7	6	1
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	E	8	3	-
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	E	-	4	3
<i>Syntomus truncatellus</i> (Linnaeus, 1761)	E	-	-	2
Silphidae				
<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1784	E	3	4	2
Leiodidae				
<i>Sciodrepoides watsoni watsoni</i> (Spence, 1815)	E	-	8	12
<i>Catops fuscus</i> (Panzer, 1794)	E	-	-	7
Staphylinidae				
<i>Omalius caesum</i> Gravenhorst, 1806	E	7	12	5
<i>Omalius rivulare</i> (Paykull, 1789)	E	-	-	5
<i>Oxytelus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	E	8	21	13
<i>Anotylus nitidulus</i> (Gravenhorst, 1806)	E	-	9	-
<i>Anotylus tetracarinatus</i> (Block, 1799)	E	4	-	-
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	E	-	-	4
<i>Paederus littoralis</i> Gravenhorst, 1802)	E	-	-	2
<i>Rugilus orbiculatus</i> (Paykull, 1789)	E	2	3	-
<i>Lathrobium fulvipenne</i> Gravenhorst, 1806	E	1	2	2
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	E	12	13	2
<i>Philonthus carbonarius</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	17	14
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832	E	3	5	11
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	32	19	12
<i>Tachinus signatus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	5
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	E	11	28	17
<i>Phloeopora testacea</i> (Mannerheim, 1830)	R2	4	1	1
<i>Oxypoda brevicornis</i> (Kirby, 1832)	R2	-	-	1
Scarabaeidae				
<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	E	4	1	3
Cantharidae				
<i>Rhagonycha fulva</i> (Scopoli, 1763)	E	-	1	-
Coccinelidae				
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	E	3	-	-
<i>Coccinella septempunctata septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	E	1	3	-
Alticidae				
<i>Phyllotreta nemorum</i> (Linnaeus, 1758)	E	3	25	-
Curculionidae				
<i>Hypera zoila</i> (Scopoli, 1763)	R2	-	2	1

5.1 Určení indikátorových druhů epigeických brouků pro jednotlivé zemědělské kultury

Jako indikátorové druhy byly určeny druhy, které se vyskytovaly pouze na dané lokalitě. Největší počet těchto druhů se vyskytoval v sadu (8 druhů). Na poli a louce byl nalezen shodný počet 3 druhů.

V sadu byly za indikátorové druhy označeny dva druhy střevlíků. Běžný druh *Syntomus truncatellus* (2), patřící do skupiny E, a vzácnější *Platynus assimilis* (12), patřící do skupiny R2. Z drabčků to byly druhy *Omalium rivulare* (5), *Stenus clavicornis* (4), *Paederus littoralis* (2) a *Tachinus signatus* (5), patřící do skupiny E. Skupina R2 byla zastoupena *Oxypoda brevicornis* (1). Za poslední indikátorový druh této lokality byl označen *Catops fuscus* (7) z lanýžkovitých, patřící do skupiny E.

Na ploše pole, kde byly pěstovány brambory byl za indikátorový druh označen střevlík *Clivina fossor* (1), drabčík *Anotylus tetracarinatus* (4) a *Adalia bipunctata* (3) ze slunéčkovitých. Všechny tyto druhy patří mezi běžné druhy skupiny E.

Na ploše louka byl jako indikátorový druh označen vzácnější druh střevlíka *Notiophilus biguttatus* (2) ze skupiny R2. Drabčík *Anotylus nitidulus* (9), patřící do skupiny E, a z páteříčkovitých *Rhagonycha fulva* (1), patřící do skupiny E.

5.2 Stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev

Průzkum probíhal na třech plochách s různými rostlinami viz. kapitola 3.1 **Zkoumané plochy**. Tedy každá plocha měla specifické druhové složení rostlinné kultury. Výsledky z pole a louky, co se týče odchycených exemplářů byly přibližně stejné.

V sadu byl počet odchycených jedinců o něco menší, což bylo dáno nižším výskytem střevlíků. Byl zde zaznamenán dominantní výskyt druhu *Nebria brevicollis*, což je hojný hygrofilní střevlík, vyhledávající rozmanitá vlhká stanoviště s plochami volné půdy, zvláště nivy potoků, lužní porosty, okraje vlhkých luk a polí, břehy lesních potoků a podobně. Zhruba v množství o polovinu menším, zde byl nalezen *Pterostichus melanarius* - obecný druh žijící zejména na okrajích polí, ale často i v lesích. V druhotných lesích někdy zastupuje chybějící jiné druhy rodu *Pterostichus*, nebo i *Abax*. Za zmínku stojí výskyt *Sciodrepoides watsoni*, zástupce čeledi lanýžkovití, který byl nalezen v počtu 12 jedinců. Ze skupiny drabčků zde převládaly druhy *Atheta fungi*,

Philonthus carbonarius, *Oxytekus rugosus*, *Tachyporus chrysomelinus* a *Philonthus cognatus Stephens* – nenáročné druhy, vyskytující se ve všech běžných lokalitách. Ze vzácnějších druhů skupiny R2 zde byly nalezeny čtyři druhy. *Platynus assimilis* ze střevlíků, *Hypera zoila* z nosatcovitých a dva druhy drabčků *Phloeopora testacea* a *Oxypoda brevicornis*. Je třeba podotknout, že kromě střevlíka, který byl nalezen v počtu 12 jedinců byly ostatní vzácné druhy zastoupeny jedním exemplářem z každého druhu skupiny R2.

Na ploše pole, kde byly pěstovány brambory byl dominantní výskyt střevlíků druhu *Poecilus cupreus*, následován druhy *Pterostichus melanarius* a *Amara plebeja*. Pokud se podíváme blíže na tyto druhy, zjistíme že se jedná o běžné eurytopní druhy menších střevlíků, tedy druhy bez zvláštních nároků na prostředí a potravu, druhy nestabilních, měnících se habitatů, obývající silně ovlivněnou krajinu bez vyhraněných nároků na potravu (patří mezi všežravce). Tato charakteristika prostředí přesně odpovídá ploše pole, která je zemědělsky využívána a každý rok je zde pěstována jiná monokultura. Z drabčků zde byly v množství větším než 10 nalezeny běžné ubikvistní druhy *Tachyporus chrysomelinus*, *Xantholinus linearis*, *Atheta fungi* bez větších nároků na prostředí a potravu. Ze skupiny R2 zde byly nalezeny 4 exempláře *Phloeopora testacea*.

Na ploše louka, která se nejvíce blížila biotopu přirozeného prostředí bylo nalezeno nejvíce druhů. Největší počet jedinců byl zastoupen drabčkem *Atheta fungi*. Dále zde byli zastoupeni ve větším počtu dřepčící druhem *Phyllotreta nemorum* a ze střevlíků zde byl nalezen ve větším množství *Nebria brevicollis*, *Poecilus cupreus* nebo *Pterostichus melanarius* – běžné druhy nenáročné na prostředí. Relikt druhého řádu (R2), tedy zástupce vzácnějších druhů, zde byl zastoupen dvěma jedinci *Hypera zoila* a jedním drabčkem *Phloeopora testacea*.

Podle předchozího průzkumu (bc. práce Jon 2012) zde nebyl očekáván výskyt vzácnějších druhů (druhy zařazené do skupiny reliktu I. Řádu (R1) jsou náročnější na podmínky nebo potravu. Vyskytují se převážně ve svém přirozeném prostředí.), což se také potvrdilo.

Druhá diverzita a aktivita společenstev byla stanovena podle celkového počtu odchycených čeledí (střevlíci 18, drabčci 17, ostatní druhy 9). Ve složení druhové diverzity převládali střevlíci (415 jedinců), následováni drabčiky (308 jedinců). Dále

byly zaznamenány druhy: dřepčící (28 jedinců), lanýžkovití (27 jedinců), mrchožroutovití (9 jedinců), vrubounovití (8 jedinců), slunéčkovití (7 jedinců) a nosatcovití (3 jedinci).

Největší aktivita byla zaznamenána u střevlíků *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius*, *Nebria brevicollis* a *Amara plebeja*. Tyto druhy byly odchyceny v nejhojnějším počtu (268 jedinců). Z drabčíců to byli *Tachyporus chrysomelinus*, *Atheta fungi*, *Oxytekus rugosus*, *Philonthus carbonarius*, v celkovém počtu (192 jedinců). Z ostatních druhů stojí za zmínku *Phyllotreta nemorum* (28 jedinců) z dřepčíců nebo *Sciodrepoides watsoni* (20 jedinců) z lanýžkovitých.

Veškeré informace ohledně počtu nalezených exemplářů jsou uvedeny v kapitole 5. **VÝSLEDKY** v tabulce 1.

5.3 Rok 2011 vs. 2013

V roce 2011 bylo odchyceno celkem 36 druhů, z nichž s 19 druhy převládali střevlíkovití. U drabčícovitých byl zaznamenán počet 9 druhů. Skupina ostatní druhy byla tvořena 8 druhy. Co se týče rozdělení podle ekologického zařazení, tak z celkového počtu 36 druhů patřilo pouze 5 druhů do skupiny reliktu druhého řádu (R2). Zbytek (31 druhů) patřil do skupiny expanzivních druhů (E). Skupina (R2) byla zastoupena dvěma druhy Střevlíků (*Carabus scheidleri* a *Carabus violaceus*), ve zbytku byli vždy po jednom druhu zastoupeni kovaříkovití (*Athos subfuscus*), nosatcovití (*Hypera zoila*) a drabčícovití (*Philonthus mannerheimi*) (Jon, 2012).

V roce 2013 bylo odchyceno 44 druhů, kde dominovali střevlíci s 18 a drabčící se 17 druhy. Ostatní druhy jako mrchožroutovití, lanýžkovití, vrubounovití, páteříčkovití, dřepčící a nosatcovití se vyskytovaly v celkovém počtu 9 druhů. Při rozdělení dle ekologického zařazení patřilo do skupiny (R2) pouze 5 druhů. Ostatních 39 druhů patřilo do skupiny expanzivních druhů (E). Skupina (R2) byla zastoupena dvěma druhy střevlíků (*Notiophilus biguttatus* a *Platynus assimilis*), dvěma drabčícami (*Phloeopora testacea* a *Oxypoda brevicornis*) a jedním druhem nosatcovitých (*Hypera zoila*).

Pokud se podíváme blíže na výskyt jednotlivých druhů v rozmezí dvou let, zjistíme jisté rozdíly u jednotlivých čeledí.

U střevlíkovitých byly výsledky nejvíce podobné. V roce 2013 byly nalezeny 4 nové druhy z nichž 2 (*Notiophilus biguttatus* a *Platynus assimilis*) patřily do skupiny (R2) a zbylé 2 druhy (*Dyscirus globosus* a *Syntomus truncatellus*) do skupiny (E).

Naopak zde nebyly zaznamenány 4 druhy (*Carabus scheidleri* a *Carabus violaceus* ze skupiny (R2) a *Leistus ferrugineus* a *Calathus melanocephalus* ze skupiny (E)), které byly odchyceny v roce 2011.

U drabčíkovitých se výsledky lišily nejvíce. V roce 2013 zde bylo nalezeno o 11 druhů více než v roce 2011. Byly to druhy *Oxytekus rugosus*, *Anotylus nitidulus*, *Anotylus tetracarinatus*, *Stenus clavicornis*, *Paederus littoralis*, *Rugilus orbiculatus*, *Lathrobium fulvipenne*, *Xantholinus linearis* ze skupiny E a *Phloeopora testacea*, *Oxypoda brevicornis* ze skupiny (R2).

U mrchožroutovitých byl v roce 2013 nalezen jediný druh *Nicrophorus vespilloides*. V roce 2011 byl nalezen také jediný druh, byl to však *Thanatophilus rugosus*.

U slunéčkovitých byly v roce 2013 nalezeny 2 druhy (*Adalia bipunctata* a *Coccinella septempunctata septempunctata*), zatímco v roce 2011 to byl pouze *Adalia bipunctata*.

U vrbounovitých byl nalezen stejný druh *Trypocopris vernalis* v obou letech, stejně tak jako u nosatcovitých *Hypera zoila*.

V roce 2013 byly nalezeny nové čeledi lanýžkovitých a páteříčkovitých. Naopak chyběli vyklenulcovití a kovaříkovití. Skutečnost v rozdílnosti výskytu těchto čeledí příkládám k nízkému výskytu počtu těchto jedinců. Tedy v roce 2013 byly zachyceny druhy, které chyběly v roce 2011 a naopak.

Při porovnání biodiverzity na zkoumaných plochách byl v roce 2011 zaznamenán přibližně stejný výskyt druhů na všech třech zkoumaných plochách (na poli 24 v bramborách a 26 v kukuřici, 29 v sadu). Druhy (R2) byly nalezeny pouze v sadu. Počty jedinců nebyly zjišťovány.

I v roce 2013 byl výskyt druhů velice podobný (pole 27, louka 33, sad 31) s rozdílem výskytu druhů (R2), které byly zaznamenány na všech třech zkoumaných plochách. Největší počet jedinců byl zaznamenán na louce, která se svým charakterem nejvíce blížila přirozenému prostředí. Měla nejrozmanitější druhové složení rostlin, které poskytovaly životní podmínky pro vícero živočišných druhů. Nejméně jedinců bylo zaznamenáno v sadu. Důvodem byl nižší výskyt (E) druhů střevlíků, kteří se hojně vyskytovali zejména na poli a v nižším počtu i na louce.

V obou letech odchytu, expanzivní druhy (E) silně převládaly nad adaptabilními druhy (R2). Většina druhů uváděných v obou pracích je shodná a lze ji najít v tabulce 1 v kapitole **5 Výsledky**.

Pokud porovnáme indexy antropogenního ovlivnění v odstupu dvou let, zjistíme, že vyšly téměř shodně (2011=6,95; 2013=5,69). Vzhledem k velmi nízkým hodnotám těchto indexů lze konstatovat, že zkoumané oblasti patří přídomek antropogenně velmi silně ovlivněné až degradované krajiny.

5.4 Vliv managementu na epigeické brouky na sledovaných plochách

Vliv managementu na sledovaných plochách nebylo možné jednoznačně určit. Přestože na každé sledované ploše probíhal zcela jiný druh managementu, počty odchycených druhů (obr. 11) jsou podobné. Při porovnání odchycených druhů podle čeledí (obr. 12) zjistíme, že největší počet střevlíků byl nalezen na agrotechnicky nejvíce narušované ploše pole, kde vždy na podzim probíhá orba a následně je na jaře půda vláčena branami. Nejhojněji zde byly zastoupeny dobře přizpůsobivé eurytopní druhy menších střevlíků *Poecilus cupreus* (59), *Pterostichus melanarius* (39) a *Amara plebeja* (35), které jsou přitahovány plodinou vysetou na poli a obývají silně ovlivněnou krajinu bez vyhraněných nároků na potravu. Počty drabčků a ostatních druhů zde byly v porovnání s ostatními plochami nejnižší. Z drabčků se zde ve větším množství vyskytoval pouze *Tachyporus chrysomelinus* (32), což je běžně se vyskytující nenáročný druh. Skupina ostatní druhy zde byla zastoupena v nejmenším množství (14) běžnými druhy. Skupina R2 zde byla zastoupena drabčkem *Phloeopora testacea* (4), který byl nalezen na všech zkoumaných plochách.

Na sledované ploše louka, kde management neprobíhal žádný, byl zaznamenán největší počet druhů i čeledí. Byl zde nalezen téměř shodný počet střevlíků (129) a drabčků (130). Nejhojněji zde byly zastoupeny druhy *Nebria brevicollis* (23), *Poecilus cupreus* (22) a *Pterostichus melanarius* (18) u střevlíků a *Atheta fungi* (28), *Oxytekus rugosus* (21) a *Tachyporus chrysomelinus* (19) u drabčků. Byla zde i nejpočetněji zastoupena skupina ostatní druhy (44). Jako dominantní druh této skupiny lze uvést *Phyllotreta nemorum* (25) z dřepčků. Skupinu R2 zde zastupoval střevlík *Notiophilus biguttatus* (2), drabček *Phloeopora testacea* (1) a z nosatcovitých *Hypera zoila* (2). Za příčinu největší diverzity čeledí a druhů epigeicky žijících brouků na ploše louka, lze považovat absenci vlivu managementu a pestré složení travního porostu, které těmto druhům poskytlo úkryt a potravu. Tato plocha se nejvíce blížila k habitatu přirozeného prostředí.

Na ploše sad probíhají pouze ruční kultivační práce, např. okopávka, odplevelování, rytí, hrabání, apod., tedy narušení managementem zde není nijak výrazné. Přesto zde byl nalezen nejmenší počet odchycených imág. Také zde byl nalezen téměř shodný počet střevlíků (92) a drabčků (94). Nejhojněji se zde ze střevlíků vyskytovali *Nebria brevicollis* (38) a *Pterostichus melanarius* (15). Z drabčků zde byly odchyceny v nižším počtu druhy jako *Atheta fungi* (17), *Philonthus carbonarius* (14), *Oxytekus rugosus* (13), *Tachyporus chrysomelinus* (12), *Philonthus cognatus* (11). Skupina ostatní druhy (25) byla zastoupena čtyřmi čeleděmi. Dominovali zde lanýžkovití, zastoupeni druhem *Sciodreporides watsoni* (12) a *Catops fuscus* (7). Skupina R2 byla nejhojněji zastoupena střevlíkem *Platynus assimilis* (12). Dále ji v zastoupení jednoho exempláře tvořili drabčci *Phloeopora testacea* a *Oxypoda brevicornis* a *Hypera zoila* z nosatcovitých.

Z výsledků vyplývá, že odolné druhy vůči antropogenním disturbancím jsou *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius* a *Amara plebeja* ze střevlíků a *Tachyporus chrysomelinus*, *Xantholinus linearis*, *Atheta fungi* z drabčků. Za odolný druh skupiny R2 lze určit drabčika *Phloeopora testacea*, který se vyskytoval v malém počtu na všech sledovaných plochách. Z ostatních čeledí mají schopnost přizpůsobit se antropogenním vlivům druhy *Nicrophorus vespilloides* z mrchožroutovitých, *Trypocopris vernalis* z vrubounovitých, *Adalia bipunctata* a *Coccinella septempunctata* ze slunéčkovitých, *Phyllotreta nemorum* z dřepčků. Tam kde nedocházelo k tzv. tvrdému managementu, byl zaznamenán nepatrně větší výskyt drabčků než střevlíků. Byla zde i hojněji zastoupena skupina ostatní druhy. Naopak na ploše pole, kde k tvrdému managementu docházelo, byl zaznamenán převládající výskyt střevlíků nad drabčky a skupinou ostatní druhy. Celkové výsledky lze vyčíst z tabulky 1.

6. DISKUSE

Po vyhodnocení výsledků z Kralupska z roku 2013 byla zjištěna převaha ubikvistních druhů (E) nad druhy reliktní druhého řádu (R2). Index antropogenního ovlivnění vyšel velmi nízký na všech stanovištích.

(Kromp, 1999) uvádí, že se v agroekosystémech nejčastěji vyskytují druhy jako *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Harpalus aeneus*, *Bembidion lampros* a *Carabus scheidleri*.

I (Thomas *et al.*, 1992) uvádí, že mezi 17 nejpočetnějších druhů epigeických brouků v agroekosystémech našich zeměpisných šířek patří *Pterostichus melanarius* a *Poecilus cupreus*, kteří jsou přitahováni plodinou vysetou na poli.

Dominantní druhy zjištěné na všech studovaných plochách byly v mém případě *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius*, *Nebria brevicollis* a *Amara plebeja*. Druhy *Pseudophonus rufipes* a *Bembidion lampros* byly odchyceny na všech plochách v nižším počtu.

Carabus scheidleri je druh patřící do skupiny (R2), který se často vyskytuje v lesích, na polích, loukách a pastvinách, od nížin až po lesní pásma hor (Hůrka, 2005). Andorkó a Kádár (2009) dospěli k závěru, že si tento druh vyvinul schopnost přežít v nestabilním prostředí a je velmi dobře adaptovaný k antropogennímu narušení, a v biotopech narušených člověkem je schopen přežít. Jedná se o nápadně zbarveného a velkého střevlíka, který se řadí mezi ohrožené druhy (Hůrka, 2005). Druh *Carabus scheidleri* patří mezi adaptabilní druhy (Hůrka a kol., 1996) a v České republice je chráněný. V roce 2013 nebyl tento druh na mnou zkoumaných stanovištích zaznamenán. V roce 2011 byl zastoupen jediným exemplářem v sadu (Jon, 2012).

Druhy *Pterostichus melanarius*, *Harpalus aeneus* a *Bembidion lampros* jsou udávány jako běžné druhy pro agroekosystémy i dalšími autory (Thiele, 1977; Irmeler, 2003).

Z rodu *Harpalus* jsem zaznamenal pouze několik jedinců *Harpalus affinis* a *Harpalus rubripes*. *Harpalus aeneus* nebyl zaznamenán vůbec.

Dle Hůrky (1996) jsou *Poecilus cupreus* a *Pseudophonus rufipes* druhy euryporní, široce rozšířené na polích a loukách od nížin až do hor. Hůrka a kol. (1996) je řadí mezi druhy skupiny (E). Má práce potvrdila dominanci *Poecilus cupreus*, který byl nalezen v nejhojnějším počtu na všech stanovištích, avšak *Pseudophonus rufipes* byl nalezen ve velmi nízkém počtu, i když také na všech stanovištích.

Tedy tvrzení (Krompa, 1999) a (Thomase *et al.*, 1992) o dominanci druhů *Poecilus cupreus* a *Pterostichus melanarius* v agroekosystémech mohu potvrdit, protože i u mě se vyskytovaly oba druhy v nejhojnějším počtu na všech sledovaných plochách.

Naproti tomu v intenzivních agroekosystémech téměř vůbec nenajdeme větší brouky (*Carabus* spp.). Je to zřejmě z důvodu, že tito predátoři vychovávají jednu generaci potomků za dva roky, a vývoj půdních larev trvá také poměrně dlouho. Tento způsob života se vylučuje s intenzivním managementem na polích, kdy agrotechnické postupy larvy z většiny zlikvidují (Vanbergen, *et al.*, 2005). Tato tvrzení (Vanbergena, *et al.*, 2005) mohu potvrdit, protože z rodu *Carabus* byl nalezen pouze *Carabus granulatus*, což je menší střevlík skupiny (E), který byl nalezen na louce a v sadu, tedy na méně agrotechnicky namáhaných stanovištích v celkovém počtu 7 jedinců.

(Sadler *et al.*, 2006) zjistil, že vliv na biodiverzitu epigeických brouků má urbanizace. Zdá se, že největším problémem, který v současné době způsobuje ohrožení řady živočišných populací je fragmentace původních biotopů (Thomas *et al.*, 1992). Destrukce a fragmentace přirozených či polopřirozených biotopů, používání nadbytečných či předimenzovaných prostředků a vstupů, introdukce cizích druhů, to jsou okolnosti, které negativně ovlivňují diverzitu (Niemela, 2001). Někteří brouci nejsou schopni migrovat mimo prostředí, jehož prvky znají. Je pro ně nemožné překonat například pole a tak jsou schopni se pohybovat jen skrz vytvořené koridory a na obhospodařované plochy nevstupují (Niemela, 2001).

Neschopnost překonání obhospodařovaných ploch epigeickými brouky přirozených a polopřirozených biotopů dokládá např. (Šebík, 2010), který ve své práci porovnával diverzitu biopásů s diverzitou přilehlých polí v podhůří Novohradských hor. Od 3.6. do 27.9. 2009 odchytil celkem 41 druhů z nichž pouze 2 druhy (*Carabus scheidleri*, *Philonthus decorus*) patřily do skupiny (R2). Na všech stanovištích se téměř výhradně vyskytovaly ubikvistní druhy nezávislé na polopřirozených stanovištích, ačkoliv biopásky prokazatelně zvyšovaly jejich počet (Šebík, 2010). Jako důvod uvádí možnost, že epigeičtí bezobratlí, kteří jsou vázáni na polopřirozená stanoviště, nechápou biopásky jako stanoviště polopřirozená, alespoň ne v tomto složení a managementu. Biopás sice zůstává na poli téměř celý rok, ale pak je zaorán (Šebík, 2010). Ostatně i v mé práci z celkového počtu 44 odchytených druhů patřilo pouze 5 do skupiny (R2).

Pro střevlíkovité, kteří se do pastí zachytávají velmi snadno je vhodné najít optimální počet pastí na lokalitě, pro co nejpřesnější poznání druhového spektra. Pro potřeby inventarizačního průzkumu je velmi důležité umístit pasti v co nejrozmanitějších místech studované lokality (Adis, 1979). Ve své práci jsem vždy pro každé stanoviště použil 4 zemní pasti. Pouze na poli byly použity 2x 4 pasti, protože toto stanoviště je rozděleno na dvě části příjezdovou cestou. Na všech zkoumaných stanovištích byla vždy stejná pokryvnost porostu, takže rozmístění pastí z hlediska rozmanitosti porostu nehrálo žádnou roli. Pasti byly od sebe rozmístěny asi v 5 metrových odstupech pro obsažení co největší plochy zkoumaného stanoviště.

(Obrtel, 1971) uvádí, že na poznání dominantních druhů lokality stačí 5 – 7 zemních pastí.

(Hora, 2010), který prováděl průzkum na východním okraji CHKO Litovelské Pomoraví a na lokalitách v CHKO Bílé Karpaty na třech lokalitách použil pro každou lokalitu 13 pastí. Nutno podotknout, že linie pastí procházely např. loukou, pastvinou, lesním fragmentem, lužním lesem a lomem. Tedy pasti byly umístěny do co nejrozmanitějších druhů prostředí, aby postihly co nejvíce druhů. I (Hora, 2010) však připouští, že počet 10 pastí by byl na daných lokalitách dostačující. Z jeho výsledků vyplývá větší vliv druhové rozmanitosti porostu na množství odchycených druhů i jedinců střevlíků než počet rozmístěných pastí.

Dle mého názoru byl v mém průzkumu počet 4 pastí na každém stanovišti vzhledem k jeho velikosti a homogenitě porostu dostačující.

Podle výsledků mého průzkumu lze jednoznačně doporučit podporu biodiverzity epigeických brouků v agroekosystémech na Kralupsku zavedením opatření vedoucích ke zvýšení půdní fauny, která je v daných oblastech silně antropogenně ovlivněna. Zejména lze doporučit dodržování agrotechnických opatření, jako jsou pestré oseední postupy a využívání organických hnojiv, které by poskytlo větší množství potravy epigeicky žijícím druhům hmyzu.

7. ZÁVĚR

V této práci byla studována společenstva epigeických brouků na třech agroekosystémech (pole, louka, sad) metodou zemních pastí se zastřešením během jedné sezony (květen – září 2013). Jako fixační tekutina byl použit Ethylenglykol (v průmyslu známý také jako Fridex). Průzkum se uskutečnil v okolí obce Lešany na Kralupsku. Během pětíměsíčního průzkumu bylo odchyceno 44 druhů epigeicky žijících brouků, z nichž pouze 5 druhů patřilo do skupiny (R2), tedy mezi náročnější adaptabilní druhy vázané na převládající typ středoevropského klimatu, kterému odpovídají současné přirozené lesní ekosystémy. Tato skupina nemá vyhraněné nároky na charakter lesa. Patří sem adaptabilnější druhy vyskytující se ve všech typech kulturního lesa, v remízkách a na pasekách. Většina odchycených exemplářů však patřila do skupiny (E), tedy expanzivních nebo ubikvistních druhů (eurytopní druhy) se schopností pronikat do uměle odlesněné krajiny a osidlovat stanoviště silně ovlivněná činností člověka. Byl stanoven index antropogenního ovlivnění. Jeho hodnoty byly velmi nízké (pole = 1,85; louka = 4,6; sad = 6,46), což ukazuje na krajinu silně ovlivněnou až degradovanou činností člověka.

8. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- ABSOLON, K., (1993): Metodika biomonitoringu ve státní ochraně přírody. Český ústav ochrany přírody, Praha, 45 pp.
- ADIS, J., (1979): Problems of Interpreting Arthropod Sampling with Pitfall Traps. *Zool.Anz.*, 177-184 s.
- ANDORKÓ, R., KÁDÁR, F., (2009): *Life-history characteristics of the ground beetles Carabus Scheidleri (Coleoptera: Carabidae) in Hungary.* Acta zool. Hung., vol. 55, p. 381-393.
- BOHÁČ, J. & RŮŽIČKA, V. (1990): Size groups of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae). *Acta ent. bohemoslov.* 87: 342-348 s.
- BOHÁČ J., 1990: Numerical estimation of the impact of terrestrial ecosystems by using the staphylinid beetles communities. *Agrochemistry and soil science*, 39: 565-568.
- BOHÁČ, J., (1999): Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372 s.
- BOHÁČ, J. & MATĚJÍČEK, J., (2003): Katalog brouků Prahy – drabčíkovití – Staphylinidae, svazek IV, 256 pp.
- BOHÁČ J., MATĚJÍČEK J., (2003a): Zoogeographical characteristic of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae) in Czech Republic. Abstracts of the 7th Central European Workshop on Soil Zoology, České Budějovice, Institute of Soil Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, p. 12.
- BOHÁČ, J., KOHOUT, P., (2011): Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin – půdní a epigeičtí brouci. *Acta Pruhoniciana* 97: 85-96 s.
- CROWSON, R. A., (1981): *The Biology of the Coleoptera.* Academic Press, London.
- DIGWEED, S. C., CURRIE, C. R., CÁRCAMO H. A., SPENCE, J. R. (1995): Digging out the „digging-in effect“ of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)., 561-576 s.
- GLIESSMAN, S.R.: *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture.* Chelsea : Sleeping Bears Press, 1997.
- HOLLAND, J. M. (ed.), (2002): *The agroecology of carabid beetles.* Intercept, Andover, 356 pp.
- HORA, P., (2010): Diplomová práce, Metodologické aspekty používání zemních pastí pro studium epigeonu na příkladu střevlíkovitých., 47 s.

- HORION, A., (1965): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer, Bd 11. Staphylinidae 2. Teil (Paederinae bis Staphylininae). Ph. C. W. Schmidt Verlag, Überlingen - Bodensee, 335 pp.
- HORION, A., (1967): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer, Bd 11. Staphylinidae 3. Teil (Habrocerinae bis Aleocharinae, ohne subtribus Athetae). Ph. C. W. Schmidt Verlag, Überlingen-Bodensee, 419 pp.
- HŮRKA, K.: Carabidae České a Slovenské republiky, Vydáno: Zlín: Kabourek, 1996, Rozsah: 565 s., rejstř., obr.
- HŮRKA, K.: Brouci České a Slovenské republiky, Vydáno: Zlín: Kabourek, 2005, Rozsah: 390 s.
- IRMLER, U., (1995): Die Stellung der Bodenfauna im Stoffhaushalt schleswig - holsteinischer W'alder. Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. 18: 1.199.
- IRMLER, U., (2003): *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., vol. 98, p.141-151.
- JON, J., (2012): Bakalářská práce, Společenstva epigeických brouků ve vybraných agroecozémách., 48 s.
- KOCH, K., (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 1. Goecke & Evers, Krefeld, 440 pp.
- KRÁSENSKÝ, P., (2004): III. – 5. Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých.
- KROMP, B., (1999): *Carabids beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement*. Agriculture, Ecosyst. and Envir., vol. 74, p. 187-228.
- NIEMELÄ, J., (2001): Carabid beetles (Coleoptera:Carabidae) and habitat fragmentation: a review. Eur. J. Entomol., vol. 98, p. 127-132.
- OBRTTEL, R., (1971): Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. Acta ent. bohemoslov., vol. 68, p. 3000–3009.
- PAOLETTI, M.G. (1999): Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability Agriculture, Ecosystems and Environment., 74: 1-18 s.
- SADLER, J.P., SMALL, E.C., FISZPAN, H., TELFER, M.G., NIEMELA, J., (2006): Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban-rural gradient using woodland carabid assemblages, Journal of Biogeography, Vol. 33, No. 6, p.1126-1138.
- SCHUBERT, R., (1985): Bioindikation in Terrestrischen Ökosystemen. Gustav Fischer Verl., Stuttgart, 327 pp.

- ŠEBÍK, J., (2010): Bc. práce, Úloha biopásů v zemědělské krajině z hlediska ochrany biodiverzity – společenstva epigeických brouků., 46 s.
- THAYER, M., T., (2005): Staphylinidae. In In Beutel R. G. & Leschen A. B. (eds.): *Coleoptera, Beetles*. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). Walter de Gruyter, Berlin, New York, pp. 296-344.
- THIELE, LU., (1977): *Carabid Beetles in Their Environment*. Berlin: Springer-Verlag.
- THOMAS, M.B., WRATTEN, S.D., SOTHERTON, N.W., (1992): Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and species composition, *Journal of Applied Ecology*, Vol. 29, No. 2, p. 524-531
- TURIN, H., PENEV, L. & CASALE, A., (2003): The genus *Carabus* in Europe. A synthesis. [Collective work with checklist, keys, biology & ecology, etc.]. Pensoft Publishers, Sofia, 536 pp.
- VANBERGEN, A.J., WOODCOCK, B.A., WATT, A.D., NIEMELA, J., (2005): Effect of land-use heterogeneity on carabid communities at the landscape scale, *Ecography*, Vol. 28, No. 1, p. 3-16.
- VESELÝ, P., *Střevlíkovití brouci Prahy (Coleoptera: Carabidae)*, Vydáno: Praha: P. Veselý, 2002, 167 s.
- WARD, D. F., NEW, T. R. a YEN, A. L. (2001): Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches., 47-53 s.
- WILSON, E. O., (1929): *The Insect Societies*. Cambridge : The Belknap Pr. of Harvard Univ. Press, 1971., 548 s.

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Obr. 13 *Notiophilus biguttatus* – vzácnější exemplář čeledi střevlíkovití. Patří k náročnějším druhům R2, vzhledem k činnosti člověka. Nalezen na louce (foto P. Krásenský).



Obr. 14 *Platynus assimilis* - vzácnější exemplář čeledi střevlíkovití. Patří k náročnějším druhům R2 vzhledem k činnosti člověka. Nalezen v sadu (foto P. Krásenský).



Obr. 15 *Pterostichus melanarius* – exemplář expanzního druhu čeledi střevlíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných plochách (foto J. Barvínek).



Obr. 16 *Poecilus cupreus* – exemplář expanzního druhu čeledi střevlíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných plochách (foto Z. Chalupa).



Obr. 17 *Pseudoophonus rufipes* - exemplář expanzního druhu čeledi střevlíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných plochách (foto M. Deml).



Obr. 18 *Tachyporus chrysomelinus* - exemplář expanzního druhu čeledi drabčíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných plochách (foto R. Water).

