JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Studijní program: Zemědělské inženýrství
Studijní obor: AGROEKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Téma:

Hospodaření na ekologické farmě v okolí Č. Budějovic (Lišov) a biodiverzita vybraných agroekosystémů.

Autor:
Miroslav Pojsl

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

Rok odevzdání:
2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Miroslav POJSL**
Osobní číslo:	**Z12794**
Studijní program:	**N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor:	**Agroekologie**
Název tématu:	**Hospodaření na ekologické farmě v okolí Č. Budějovic (Lišov) a biodiverzita vybraných agroekosystémů**
Zadávající katedra:	**Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracovat literární rešerši problematiky biodiverzity na ekologických farmách.
2. Odběr vzorků epigeických brouků na vybraných plochách (pole, pastvina, louka).
3. Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků na pokusných plochách.
4. Vyhodnotit metodou analýzy frekvence zastoupení různých skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům společenstva brouků na sledovaných plochách.
5. Stanovit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků na zemědělské farmě.
6. Stanovit stupeň antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků a vytypovat indikátory vlivu člověka.

Rozsah grafických prací: **tabulky, grafy, mapy, fotgrafická příloha**

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran textu vč. příloh**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

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., Kohout P., 2011: Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin - půdní a epigeičtí brouci. Acta Pruhoniciana 97: 85-96.

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.

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.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.**
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2014**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
České Budějovice

L.S.

prof. Ing. Miloslav Soch, CSc.
děkan

prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. února 2013

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Hospodaření na ekologické farmě v okolí Č. Budějovic (Lišov) a biodiverzita vybraných agroekosystémů - vypracoval samostatně a použité literární zdroje jsem náležitě citoval.

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

V Českých Budějovicích 30.11. 2014

...……

Miroslav Pojsl

Děkuji panu Doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc. za užitečné rady a odborné vedení, které mi umožnily snazší vypracování diplomové práce a dále za jeho trpělivost a vstřícné jednání projevené vzhledem k mé osobě a práci.

Biodiversity of model agroecosystems on the ecological farm in the vicinity of České Budějovice (Lišov)

Abstract:

Epigeic beetle communities were studied on three agroecosystems with different crops grown. All three agroecosystems were located in the vicinity of Ceske Budejovice (Lišov). The first eco-agroecosystem is alfalfa field. On the second one was meadow. The third eco-agroecosystem was permanent grassland. The agroekosystems differd not only in crops but also in agrotechnical operations during the capture. For all agroecosystems was for capture of the organisms used method of pitfall traps. Subsequently, those organisms have been studied. Then was studied the measure of human impact on the biodiversity of species of different ecological groups found in these locations.

Key words: agroecosystem, epigeic, pitfall, ground beetles, Coleoptera, communities, bioindicators, human, biodiversity, grass land, impact

Hospodaření na ekologické farmě v okolí Č. Budějovic (Lišov) a biodiverzita vybraných agroekosystémů

Abstrakt:

Společenstva epigeických brouků byla sledována ve třech agroekosystémech s různým využitím. Všechny tři agroekosystémy se nacházely v okolí Českých Budějovic (jižní Čechy). Na prvním agroekosystému byla pěstována vojtěška. Na druhém agroekosystému se nacházela louka. Na třetím agroekosystému pastva. Studované lokality se lišily nejen v hospodářském využití, ale i v množství prováděných agrotechnických operací během odchytu. Pro odchyt organizmů byla ve všech agroekosystémech použita metoda zemních pastí. Následně byly stanoveny druhy a byla studována míra lidského dopadu na četnost druhů různých ekologických skupin nalezených ve zmíněných lokalitách.

Klíčová slova: agroekosystém, zemní pasti, epigeický, Coleoptera, bioindikátory, lidský dopad, biodiverzita, společenstva, trvalý travní porost.

Obsah

1. Úvod 10
2. Literární přehled 11
2.1. Biodiverzita 11
2.2. Agrobiodiverzita 11
2.3. Biodiverzita a klíčová úloha bezobratlých 12
2.3.1. Biodiverzita v ekologickém zemědělství 13
2.3.2. Biodiverzita bezobratlých v ekologickém zemědělství 14
2.4. Brouci (Coleoptera) v agroekosystémech 15
2.4.1. Reprodukce brouků 16
2.4.2. Metamorfóza brouků 16
2.4.3. Potrava brouků 16
2.5. Hlavní skupiny epigeických v agroekosystémech 17
2.5.1. Drabčíkovití (Staphylinidae) 17
2.5.2. Drabčíkovití v ekologickém hospodaření 18
2.5.3. Střevlíkovití (Carabidae) 19
2.5.4. Střevlíkovití v ekologickém hospodaření 20
3. Modelová území 22
3.1. Popis studovaných agroekosystémů a okolní krajiny 23
3.1.1. Agroekosystém 1. (pole) 23
3.1.2. Agroekosystém 2. (louka) 24
3.1.3. Agroekosystém 3. (pastva) 25
3.2. Klimatické podmínky území pro rok 2013 26
4. Materiál a metodika 27
4.1. Stanovení antropogenního ovlivnění společenstev 28
4.1.1. Index antropogenního ovlivnění společenstev 29
5. Výsledky 31
5.1. Druhové zastoupení epigeických brouků 31
5.2. Vyhodnocení tolerance k antropogenním vlivům 37
5.3. Index antropogenního ovlivnění společenstev 39
5.4. Vybrané dominantní druhy sledovaných biotopů 40
6. Diskuse 45
7. Závěr 48
8. Použitá literatura 50

1. Úvod

Diplomová práce Hospodaření na ekologické farmě v okolí Č. Budějovic (Lišov) a biodiverzita vybraných agroekosystémů, má za úkol, za pomoci zemních pastí a konzervantu, odebrat vzorky primárních druhů epigeických brouků vyskytujících se na vybraných lokalitách. Dále vyhodnotit zachycené vzorky, stanovit diverzitu druhů a aktivitu společenstev epigeických brouků ve zmíněných agroekosystémech. Určit hlavní faktory ovlivňující společenstva v agroekosystémech a stanovit stupeň antropogenního ovlivnění.

Lokální ekologická stabilita podléhá v posledních letech výraznému tlaku. Dřívější široké spektrum plodin v osevních postupech bylo postupně nahrazováno jednoduššími a dříve rozmanité, mozaikovité pozemky se začaly více a více zcelovat. S tím souvisí i celková změna krajinného rázu, jako je vznik pastevně polní krajiny a odlesňování. V poslední době je snaha tento systém změnit.

I přes to, že již bylo provedeno množství podobných výzkumů, musí tyto výzkumy probíhat i nadále, protože lidská činnost v této oblasti neustále mění svůj charakter společně s tím jak se zavádějí nové technologie a mění intenzita zemědělství. Studium brouků v ekosystémech, které jsou pod stálým vlivem činnosti člověka, je důležité hned z několika důvodů. Pomáhá odhalit diferenciace v jejich biologii a ekologii, ale také početnost významných druhů, dále umožňuje odhadnout dopad různých faktorů na faunu, a také pomáhá určit charakter posloupnosti společenstev a ekologický stav přírodních stanovišť (Good & Giller 1991, Luff et al 1992, Thiele 1997).

Pouze výsledky těchto výzkumů nám umožňují předpovídat změny přírody v této oblasti a na základě toho stanovit vhodný management agroekosystémů a ochranu. Pro výzkum se převážně využívají brouci rodu *Carabidae* - Střevlíkovití a *Staphylinidae* – Drabčíkovití. (Baars, 1979, Kromp, 1989, Tamutis, 2002a, 2002b, Andersen, 1992).

2. Literární přehled

2.1. Biodiverzita

Biodiverzita neboli biologická diverzita je druhová rozmanitost zahrnující druhy, živočichů, rostlin a mikroorganismů v ekosystému. Často je využívána jako synonymum pro život na Zemi, pestrost života, odlišnosti ve stavech populací, či nekonečně různé podoby života. V přeneseném slova smyslu lze biodiverzitu pochopit jako základní kámen života. Jde o velmi rozsáhlý a komplexní pojem, který svým větvením zasahuje do všech složek lidského života. Biodiverzita se uplatňuje v oblasti, druhů, genů a ekosystémů, které jsou spojeny se třemi hierarchickými úrovněmi biologického celku, tyto tři úrovně se odkazuji na druhové, genetické a ekosystémové rozmanitosti. Genetické diverzita zahrnuje rozdílnosti v rámci druhů. V druhové diverzitě je obsažena mezidruhová rozmanitost. Na této úrovni se často také zkoumá rozmanitost taxonomická či jednotlivých organismů. Diverzita ekosystémů se zabývá rozdílností z ekologického hlediska nebo z úrovně dané lokality (Krishamurthy, 2003).

2.2. Agrobiodiverzita

Agrobiodiverzita neboli zemědělská biologická rozmanitost spadá do podkategorie biodiverzity. Ta zahrnuje všechny formy života související se zemědělstvím- vzácné odrůdy semen, plemen zvířat, ale také mnoho jiných organismů, jako půdní fauna, plevele, dravci, škůdci a všechny původní rostliny a živočichy existující a působící na farmě. Největší pozornost v této oblasti je věnována pěstovaným plodinám a jejich příbuzným. Bohatá škála rostlinných odrůd a živočišných plemen byla vyvinuta generacemi zemědělců pro zajištění výživy, výrobu ošacení, obutí a tažné síly právě proto, aby umožnila život v nejrůznějších ekologických a klimatických podmínkách. Tento proces je výsledkem tisícileté symbiózy člověka, rostlin a zvířat a jako takový je neopakovatelný (Naidoo et al., 2008)

Biodiverzita v zemědělství je základním kamenem našeho potravinového řetězce, který je chráněný a vyvíjený ze strany zemědělců, chovatelů hospodářských zvířat a původních obyvatel po celém světě. Zemědělská biodiverzita (na rozdíl od jiných ne-biodiverzních výrobních metod), přispívá k zajištění trvale udržitelného zdroje potravin (Doring T.F., Tscharntke, 2006).

Podle Jeníka (2002) je lidská populace svou evoluční minulostí a zejména somatickou podstatou také součástí biodiverzity, avšak oddělujeme ji jako nositele fenoménu zvaného civilizace.

2.3. Biodiverzita a klíčová úloha bezobratlých

Velkou roli pro formování biodiverzity v agroekosystémech hraje biodiverzita v okolních biotopech. Druhově nejpočetnější a zároveň nejvýznamnější skupinou v agroekosystémech jsou jednoznačně bezobratlí živočichové. Ostatní druhy rostlin a obratlovců jsou v agroekosystémech zastoupeny nesrovnatelně méně. Počty druhů v mnoha agroekosystémech, včetně našich, jsou velmi vysoké. Zjistilo se, že v mírném pásmu se na polích vyskytuje 1 500 – 3 000 druhů bezobratlých na bavlníkových polích v USA 600 – 1 000 bezobratlých. Vysoká je také biomasa některých skupin bezobratlých v agroekosystémech, na 1 ha může žít až 50 kg drobných bezobratlých, zejména hlístic a až 20 kg drobných členovců, jako jsou chvostoskoci, roztoči a další (Moudrý J., 2006).

Za základní příčinu snížení biodiverzity se považuje ztráta funkce ekosystémů jejich narušením. A právě zemědělství má zájem na jednoduchých a uniformních ekosystémech (monokulturách) řízených člověkem. Tím způsobuje vyhynutí mnoha původních druhů, snížení druhové diverzity společenstev a ekosystémů a změny v početnosti druhů. Většinou je to spojeno s preventivními opatřeními před škůdci (většinou hmyzem), kteří nacházejí v monokulturách ideální podmínky pro svůj vývoj. Hlavním paradoxem současného zemědělství tedy je, jak efektivně regulovat početnost škůdců, a zároveň nepoškodit, nebo dokonce podpořit biodiverzitu ostatních organismů v agroekosystémech a jejich okolí. Na podpoře biodiverzity má zemědělství i vlastní zájem, zejména s ohledem na zvýšení početnosti opylovačů a predátorů a parazitů škůdců (Boháč J., a kol., 2006).

V člověkem dříve ovlivněných biotopech je snížení druhové diverzity po přeměně biotopů na agroekosystémy méně výrazné, vzhledem k většímu zastoupení méně specializované flóry a fauny. Formování společenstev v nových agroekosystémech ovlivňuje hlavně absence opadu a vysušování a utužování půdy, izolace zbytků původních okolních biotopů a fragmentace krajiny. Fragmentace krajiny vede ke ztrátě její kontinuity. Zbytkové plošky (biotopy) jsou menší a jsou od sebe více vzdáleny. Fragmentace krajiny

má za následek rozdělení populací organismů a genetickou izolaci mezi populacemi (J. Boháč a kol., 2006).

Fragmentovaná krajina je pro mnohé organismy těžko průchodná vzhledem k nepřekročitelným bariérám. Pro mnohé často invazní druhy však člověkem vytvořené koridory v krajině usnadňují jejich pohyb. Odpověď na otázku, jak fragmentace ovlivňuje organismy, je však velmi obtížná, protože různé druhy mohou reagovat naprosto protichůdně. Odpověď bychom tedy měli hledat podle reakce jednotlivých druhů (Gutzwiller, 2002; Butterfield J., Coulson J.C., 1983).

Dalším problémem zemědělské praxe je znečištění prostředí způsobené nekritickým použitím pesticidů v lokálním i globálním měřítku. Mnohé insekticidy, používané proti škodlivému hmyzu, zasáhly i tzv. necílové organismy. Velký problém představuje introdukce exotických druhů společně s pěstovanými rostlinami. Tyto druhy se často stávají škůdci na původních druzích rostlin. Další druhy mohou konkurovat domácím jako predátoři nebo herbivoři (J. Boháč a kol., 2006).

2.3.1. Biodiverzita v ekologickém zemědělství

Mnohé výzkumy vedly ke zjištění, že ekologické zemědělství je pro biologickou rozmanitost výhodné, ale výhody mohou záviset i na vlastnostech okolní krajiny. V člověkem málo využívaných oblastech se nacházejí přírodní a přírodě blízká stanoviště. V těchto částech se nevyskytuje zemědělství konvenční, nýbrž ekologické. To podporuje zachovávání specifických druhů a je zde i větší biodiverzita. Stav stanovišť v České republice je relativně špatný. Travinná stanoviště - louky zabírají v České republice 10000km^2. Přírodní a přírodě blízká stanoviště jen 1/3 z uvedeného. K úbytku cenných stanovišť dochází tak zarůstáním opuštěných extenzivních pastvin. Důsledkem je unifikace (Mika L., 2010)

Druhová bohatost koreluje s heterogenitou krajiny. Díky ní vzniká větší množství možných zimovišť, či oblasti, kde bezobratlí nejsou rušeni. Heterogenita krajiny souvisí s větší strukturální i vegetační rozmanitostí, což zapříčiňuje vyšší možné množství potravinových zdrojů. To činí krajinu životaschopnou pro větší počet druhů živočichů, zejména pro ty méně přizpůsobivé. Rozšíření zjednodušených ekosystémů, jako je intenzivní pěstování jednoletých plodin, má velký podíl na krizi celosvětové biologické

rozmanitosti. V homogenních orných krajinách dochází k ohrožování přezimování plevelných škůdců (Clough 2005).

2.3.2. Biodiverzita bezobratlých v ekologickém zemědělství

V naší středoevropské krajině můžeme dnes jen obtížně posoudit, jak zemědělství změnilo původní, člověkem nenarušené ekosystémy. Jiná je situace v některých jiných oblastech světa, kde přeměna původních biotopů na agroekosystémy proběhla teprve nedávno. Například v agroekosystémech na Sumatře, které vznikly na místě původních ekosystémů, klesl počet druhů hmyzu žijícího na vegetaci na polovinu. Negativní vliv se projevil i u půdních bezobratlých, zejména v souvislosti s utužením půdy. Také v jiných oblastech světa (Austrálie, Kamerun, Kostarika) se pronikavě snížil počet druhů žijících na stromové vegetaci a v rostlinném opadu po přeměně původních biotopů na zemědělské plochy (J. Boháč a kol., 2006).

Podle studie Gaighera (2010) se bezobratlí vyskytovali nejvíce v přirozeném prostředí, poté v ekologicky obhospodařovaných půdách a až poté v konvenčních půdách. Stejný trend byl pozorován u dravců, saprofágů a fytofágů. Schopnost ekologicky obhospodařované půdy poskytovat lepší útočiště organismům, byla částečně utvářena větší diverzitou neproduktivních rostlin. Ekologicky obhospodařované pozemky pozitivně ovlivňují i sousední oblasti řízené konvenčně. Tak působí na biodiverzitu.

Střevlíkovití (*Carabidae*) obecně reagují přítomností na systém hospodaření. Představují biokontrolu zejména v obilných polích. Podle výzkumu, sedm druhů bylo hojnější v rámci ekologického řízení a osm druhů v rámci konvenčního řízení. Druhové bohatství zvýšily travní porosty v okolní krajině, kde činnost a hustota sledovaly stejný trend. Pro tuto čeleď jsou velmi důležité krajinné prvky a to z důvodu možných zimovišť. Tím vyvstává přínos ekologického zemědělství pro ochranu jejich rozmanitosti (Eschen, R., 2012; Purtauf T., 2005)

Studie provedená v krajinném měřítku ukázala, že druhová bohatost pavouků pozitivně koreluje s procentem doprovodných rostlin stanovišť kolem studovaných lokalit. Z výsledků lze vyvodit, že způsob řízení krajiny nemá valný vliv na rozmanitost pavouků, zatímco heterogenita krajiny má pro ně zásadní význam. Více jednotlivců a druhů lze nalézt

v okrajích polí. Rozdíly tak ukazují silný okrajový efekt plodin bezprostředně sousedících s celoroční hranicí pole. Dochází zde ke zvýšené aktivitě druhů *Pardosa*. Zatím *Erigone* a *Oedothorax* se vyskytují ve vysoké hustotě v centru obilných polí. Nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi pavoučí faunou ekologicky a konvenčně řízených polí. Zvýšení rozmanitosti by mělo na pozemcích s energetickými plodinami nastat zaplevelením, jelikož kořist pavouků je spojována s mimoproduktivními rostlinami. Výsledky jiných výzkumů poukazují na výrazně vyšší rozmanitost v oblastech organického zemědělství díky vyššímu podílu plevelů. V ekologickém zemědělství se používají mechanické hřebeny pro kontrolu plevele. Bylo prokázáno, že můžou nepříznivě ovlivňovat množství pavouků. Další věc, kterou je třeba zohlednit, je, že pavouci patří k epigeickým dravcům, tedy jejich rozmanitost nezáleží jen na velikosti zaplevelení, nýbrž i na rozložení potravinového řetězce (Mucová K, 2012).

2.4. Brouci (Coleoptera) v agroekosystémech

Brouky řadíme mezi druhově nejpočetnější řád hmyzu, známý již od spodního permu. Je rozdělen do několika podřádů:

Archostemata - 30 recentních druhů, vyvíjejících se v odumřelém dřevě, řazených do 5 čeledí), jehož zástupci nežijí ve střední Evropě

Myxophaga - téměř 100 druhů řazených do 4 čeledí

Adephaga - okolo 36 000 druhů v 9 čeledích, z nichž 6 žije ve vodě

Polyphaga - 325 000 druhů řazených do více než 150 čeledí (Hůrka, 2005).

Brouky řadíme ke skupině epigeických členovců žijících v zemědělské půdě (Tischler, 1971). Mezi nejčastější skupiny epigeických polyfágních predátorů v agroekosystémech můžeme řadit brouky čeledí ***Carabidae*** (Střevlíkovití) a ***Staphylinidae*** (Drabčíkovití) (Chiverton, 1986; Suderland et al 1987; Luff 1989; Kromp 1989; Andersen, 1992; Pileckis et al 1993).

Velice často vyskytující se brouci jsou převážně čeledi *Elateridae, Cryptophagidae, Lathrididae, Byrhidae, Cantharidae, Corylophidae, Silphidae, Histeridae, Phalacridae, Mycetophagidae, Cocccinelidae, Anthicidae, Apionidae, Chrysomelidae, Curculionidae* (Pileckis - Monsevičius 1995; Leitschert 1986; Tamutis 1999).

2.4.1. Reprodukce brouků

Rozmnožování probíhá většinou na chemickém základě. Samci mají zpravidla daleko mohutnější a složitěji utvářená tykadla než samice a těmito orgány zachycují, velice často na velkou vzdálenost, feromony vylučované samicí a aktivně ji k rozmnožování vyhledávají. Neobvyklý způsob vyhledávání pohlaví se vyvinul u brouků, kteří mají světélkující orgány. V České republice jsou to pouze čeledi světluškovitých (*Lampiridae*). Samec většinou kopuluje s větším množstvím samic a samice se naopak rozmnožuje s více než jedním samcem. Výjimku tvoří např. někteří koprofágní vrubounovití (*Scarabaeidae*), kde můžeme pozorovat monogamii, související s péčí o potomstvo. (Hůrka K., 1981).

2.4.2. Metamorfóza brouků

Jako další tři velké řády hmyzu (blanokřídllí, motýli, dvoukřídlí), tak i brouci prodělávají proměnu dokonalou. Z vajíčka se líhne larva, ta se po různě dlouhé době života zakuklí. Z kukly vylézá imago (pohlavně dospělý hmyz). V některých případech je znám i složitější vývoj, kdy se tvoří ještě další vývojová stádia (např. majka fialová). Vajíčka jsou kladena buď jednotlivě, nebo ve skupinkách. V závislosti na druhu probíhá kladení během několika dnů. Tvar vajíček, zbarvení a velikost jsou velice různorodé. Nalezneme druhy s vajíčky kulovitými, jiné válcovitými, oválnými apod. Na začátku kladení může být vajíčko bělavé, ale postupně své původní zbarvení změní. Velikost vajíček není závislá jen na velikosti brouka, ale na řadě okolností. Velikost, ani počet vajíček nemusí odpovídat velikosti samičky, závisí na rychlosti vývoje i jeho průběhu. Larva se líhne z vajíčka po určité době, která je odvislá především od příznivé teploty okolí a vlhkosti. Někdy k líhnutí dochází až po několika týdnech, avšak u některých brouků je zárodek ve vajíčku vyvinut již tak, že larva opouští vajíčko již v řádu hodin (Farkač, J., Hůrka, K. 2003).

2.4.3. Potrava brouků

Z hlediska potravních návyků lze brouky rozdělit na dravce, býložravce a mrchožrouty. Primární početní supinu tvoří býložravci. Živí se nektarem (některé *Buprestidae*), listy (*Chrysomelidae*), semeny (mnozí *Curculionidae*), dřevem (*Cerambycidae*) nebo kůrou (*Scolytidae*). Dravci (převážně *Carabidae*), se živí ostatními bezobratlými. Mrchožrouti (*Silphidae*) se živí zdechlinami. Známy jsou druhy brouků živících se houbami či lesní

hrabankou, někteří mohou být i parazity. Stravovací návyky mohou být u larev a dospělých jedinců stejné, ale mohou se i lišit. Některé druhy brouků jsou dravé ve stádiu larvy, avšak býložravé v dospělosti (Insects and their allies, 2009).

2.5. Hlavní skupiny epigeických v agroekosystémech

Mezi nejčastější skupiny nadzemních neboli epigeických polyfágních predátorů v agroekosystémech lze zařadit brouky čeledí *Staphylinidae* (drabčíkovití) *a Carabidae* (střevlíkovití).

2.5.1. Drabčíkovití (Staphylinidae)

Drabčíci spadají do podřádu *Polyphaga*. Jedná se o nejpočetnější podřád brouků. Je dělen dle různých zdrojů na 16-17 nadčeledí. Drabčíci patří do nadčeledi *Staphylinoidea,* kde nalezneme i mnoho dalších menších čeledí, např. mrchožroutovité, zahrnující i známé hrobaříky. Drabčíci jsou dobře rozlišitelní zkrácenými krovkami, vyskytující se jen na části jejich ohebného zadečku. Ve zvláštních případech, např. podčeledi *Dasycerinae,* překrývají krovky celý zadeček. Tělo je oválného tvaru, nažloutlé až tmavě hnědé či černé barvy. Barvy jako modrá, červená či žlutá jsou vzácné. Velikost těla drabčíkovitých se pohybuje mezi 0,5-60,0 mm (Boháč, Kohout, 2011). Macek (2001) uvádí velikost 2-4 mm. Nejčastější velikost ve střední Evropě je mezi 1 a 35 mm. Druhy s tak odlišnou velikostí těla mají různou úlohu v ekosystémech a často se nedostanou do vzájemného kontaktu, jelikož malé druhy žijí v půdních pórech a velké druhy na jejím povrchu. Zkoumání velikostního zastoupení drabčíkovitých 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,
- skupina V zahrnující druhy větší než 11,0 mm (Boháč J., Kohout P., 2011).

Drabčíkovití obývají rozmanitá stanoviště, vyžadují však určitý stupeň vlhkosti. Zdržují se na březích vodních toků, v tlejícím listí, v různých druzích hub, pod kameny, pod mrtvolami živočichů, v hnízdech ptáků, v norách savců i v hnízdech sociálně žijícího hmyzu, především mravenců. K svým blanokřídlým hostitelům mají různý vztah: Tzv. symfilové s ním žijí přátelsky, synoekní druhy jsou k němu indiferentní a hledají v hnízdě obživu a úkryt a synechtři své hostitele pronásledují a loví. Jsou mezi nimi druhy dravé, býložravé (fytofágní) a saprofágní (potravou je tlející pletivo rostlin). Drabčíci mají svůj význam v koloběhu přírody a svým způsobem pomáhají k udržení přírodní rovnováhy (Zahradník J., 2008).

Nejvíce životních forem drabčíků bylo zjištěno v přirozených nebo polopřirozených biotopech (step, neregulované břehy řek a potoků, horské louky, břehy rybníků). Každý biotop má charakteristické zastoupení jedinců určitých životních forem. Drabčíci jsou stále častějším modelovým objektem různých ekologických studií, zabývajících se vlivem nejrůznějších faktorů prostředí na jejich společenstva (Boháč J., 1999; Boháč J., 2003; Hůrka et al., 1996).

Celosvětově je objeveno asi 40tis. druhů a nové druhy jsou stále popisovány. Ve střední Evropě žije asi 2tis. druhů (Lawrence, Newton, 1995).

2.5.2. Drabčíkovití v ekologickém hospodaření

Drabčíkovití zastupují přibližně pětinu všech brouků v počtu jedinců a jsou tak druhou nevýznamnější skupinou bezobratlých v obhospodařovaných oblastech. Počet druhů drabčíků je často vyšší než u střevlíků (Boháč, 1999). Dle studií zabývajících se účinky heterogenity stanovišť na výskyt drabčíků na horských pastvinách vyplynulo, že některé druhy jsou citlivé na styl reliéfu a výskyt některých druhů se shodoval se vzory jednotlivých režimů pastvy, což znamená citlivost na intenzitu pastvy a druh zvířat (Hofmann, Mason, 2006).

Mezi nejčastěji se vyskytující druhy drabčíků na orné půdě patří: *Tachyporus hypnorum, Oxytelus inustus, Lesteva longelyrata* a *Philonthus fuscipenni*. Uvedené druhy bývají stejné na všech zemědělských systémech, ale celkové složení brouků je odlišné. Druhová bohatost a rozmanitost je vyšší při snížení obdělávání půdy a nižší aplikaci pesticidů. Při bezorebném způsobu obdělání půdy bylo na poli zjištěno více druhů drabčíků, než při použití orby (Kross, Schaefer, 1998).

Výsledky účinků využívání půdy ve dvou oblastech s různou intenzitou zemědělství naznačují vyšší druhovou bohatost v oblastech s intenzivnějším vedením, které se také shoduje s větší heterogenitou stanovišť (Boháč et al., 1995). Obecně můžeme říci, že zemědělská opatření mají nižší a krátkodobější vliv na populaci drabčíků, ve srovnání s jinými faktory, jako je topografie hospodářské krajiny, vlhkost půdy a změna plodiny (Hofmann et al., 2006, Holland, J. M. 2002).

2.5.3. Střevlíkovití (Carabidae)

Známe velice rozmanité druhy od 2 mm do 60 mm délky. Převážně štíhlé, zřídka kdy zavalitější tělo, vždy s pevným krunýřem. Bývají jednobarevně černí až černohnědí, u jiných je zbarvení výrazné, modravé, nebo žlutavé, často jsou krovky barevně strakaté. Velmi často se vyskytuje kovové zbarvení (modrozelené, zelené, měďově červené apod.). Krovky a štít jsou zpravidla stejně zbarveny, ale u některých druhů je štít barevně odlišen. Hlava krátká, jen zřídka kdy protažená, někdy i výrazně veliká (*Broscus*). Tykadla jsou nitkovitá, jedenáctičlenná. Kousací ústrojí slouží nejen při lovu, ale i k jejímu držení. Kusadla jsou často mohutná, silně sklerotizovaná, vnitřní strana je bud' hladká nebo zubatá. Nohy dlouhé, kráčivé. První pár někdy může plnit hrabací funkci. Krovky mají různé obrysy, většinou jsou podlouhle vejčité. Jen vyjímečně jsou hladké, většinou jsou rozmanité a plastické. Jsou pokryty hladkými nebo tečkovanými rýhami. Blanitá křídla bývají sice vyvinuta, jsou však často zakrnělá. Některé druhy poletují, jiné mají křídla zkrácená, letu méně schopná (Crowson, 1981; Gleisman, S. 1997).

Stanoviště obývaná střevlíkovitými bývají velmi rozmanitá. Mezi důležité faktory podmiňující jejich výskyt patří teplota, vlhkost, stín, typ vegetace a charakter půdy. Většina druhů se vyskytuje a pohybuje na povrchu půdy. Výskyt značné části druhů je vázán s vlhkými, až velmi vlhkými stanovišti na březích vod, na druhou stranu známe i druhy suchomilné (Boháč J., 2007; Kohout P., 2011).

Převážná většina střevlíků jsou predátoři, konzumující širokou spektrum potravy živočišného původu. Mohou se živit rostlinným i živočišným materiálem zároveň ale existuji i druhy mrchožravé (Lovei, Sunderland, Dauber, 1996).

Souhrnně vzato je možno naše střevlíkovité zařadit do významné skupiny živočichů, která ve vztahu k člověku a jeho činnosti hraje kladnou roli. Jsou tedy velice užiteční, nejen jako predátoři různých, lidské činnosti škodlivých, bezobratlých, ale i využitím

k bioindikačním účelům, zaznamenávání změn přírodního prostředí, a tím i životního prostředí člověka (Boháč J., 2007).

2.5.4. Střevlíkovití v ekologickém hospodaření

Diverzita střevlíků na obhospodařované půdě má několik důvodů. Prvním je biologická rozmanitost, která je závislá na místě (klimatické podmínky, typ půdy, hydrogeologie a topografie) a na způsobu pěstování plodin (druh, rozmanitost plodin, intenzita pěstování, hnojiva, pesticidy). Druhým důvodem je závislost mezi polem a neobdělávanými okolními plochami (Kromp, 1999).

Dle studií zjišťujeme, že kultivace půdy má negativní vliv na početnost střevlíků. Hloubka zpracování půdy je jedním z hlavních ovlivňujících faktorů. Při srovnání bezorebného a klasického způsobu zpracování půdy, nebyl nalezen rozdíl v celkovém počtu střevlíků, ale lépe vyvážená struktura a vyšší rozmanitost byla zjištěna u bezorebného zpracování, kde převládaly druhy: *Carabus auratus* a *Platynus dorsalis*, zatímco na zoraném pozemku silně převažoval druh *Trechus quadristriatus.* (Kromp, 1999).

Při porovnání dle rozlohy pozemku bylo zjištěno, že malé rozměry sledovaných ploch (několik ha) umožňovaly poměrně rychlou regeneraci střevlíků kolonizací od hranic bez ohledu na předchozí plodinu. Naopak ve studiích rozsáhlých polí (28 – 400ha) bylo zjištěno, že zde může být příliš velká vzdálenost na rekolonizaci po změně pěstované plodiny (Lovei, 1984). Při zkoumání hojnosti střevlíků na poli v závislosti na hustotě porostu obilovin bylo zjištěno, že s výjimkou *Trechus quadristriatus*, který upřednostňoval hustší vegetaci, se většina populace nacházela na rozhraní husté vegetace a holé půdy, pravděpodobně v důsledku preference teplého mikroklima. (Kromp, 1999).

V téměř všech dosud provedených studiích, týkajících se střevlíků ve srovnání ekologického a konvenčního pěstování plodin, byla zjištěna vyšší abundance druhů a počty jedinců v ekologickém systému. Kromě vyšší hojnosti střevlíků v organických systémech, větší druhové bohatosti a rovnoměrnějšího rozdělení četností, byla zjištěna vyšší stabilita osídlení a větší atraktivita ekologických pozemků. Všeobecně tedy můžeme říci, že intenzifikace zemědělské výroby negativně ovlivňuje flóru a faunu na orných půdách včetně střevlíků. Studie prováděné před posunem intenzifikace a studie dnešní doby nám ukazují, že došlo ke snížení druhů o 45 – 85% a snížení aktivity a hustoty o 50 – 80% (Kromp, 1999).

Jako důležité faktory redukující výskyt střevlíků považujeme:

a) Likvidace, poškozování či změna biotopů
   - Odlesňování stanoviště
   - Nahrazení skladby přirozených lesů
   - Kácení stromořadí a starých alejí
   - Likvidace biotopů způsobená výstavbou
   - Odvodňování mokřadů
   - Zarůstání lesostepních formací a luk
   - Eutrofizace stanovišť nadměrným hnojením

b) Globální civilizační zatížení životního prostředí
   - Změny půdních vlastností - eutrofizace, okyselování, depozice populantů
   - Změny klimatu - především vlivem na rostlinný pokryv. (Boháč et al. 2005)

3. Modelová území

Byly studovány 3 agroekosystémy (pole, louka a pastva). Tyto agroekosystémy se nacházejí v blízkosti Českých Budějovic na území maloměsta Lišov. Lišov leží v mírně zvlněné krajině jižních Čech na okraji Třeboňské pánve. Zde se nachází studovaná, ekologicky hospodařící farma rodiny Sedláčků. Farma je převážně zaměřena na chov masného skotu. Farma se rozprostírá na 43 hektarech. Tvoří ji 22ha pastvy, 11ha TTP a 10ha orné půdy. Veškerá hnojiva a krmiva pochází z vlastních zdrojů farmy. Nejsou zde využívány pesticidy, anorganická hnojiva ani geneticky modifikovaná krmiva. Tato oblast má střední nadmořskou výšku 504m.n.m.. Studované agroekosystémy byly voleny tak, aby vzdálenost mezi nimi byla co nejmenší. Znamená to, že se vybrané agroekosystémy nacházejí v okruhu 1 km (Obr. 1.) Na prvním agroekosystému (č.1), byla v období sběru materiálu pěstována vojtěška, na druhém louka (č.2) a na třetím pastva pro hospodářská zvířata (č.3). Agroekosystémy jsou vzájemně vzdáleny do jednoho kilometru. Území mezi těmito agroekosystémy tvoří zejména polní cesty, stromořadí a pozemní komunikace.

Obrázek 1. Modelová území

Zdroj: http://mapy.cz

3.1. Popis studovaných agroekosystémů a okolní krajiny

3.1.1. Agroekosystém 1. (pole)

Pole zaujímá velikost 8,9ha a je lichoběžníkového tvaru. Agroekosystém je z jižní a západní strany lemován silniční komunikací a stromořadím. Z východu a severu polní cestou. Využívána hnojiva jsou kravský hnůj a kejda v množství 25t/ha. V období sběru vzorků materiálu byla na poli výjimečně pěstována vojtěška jako krmivo pro mladé koně, čerstvě pořízené farmou. Na poli probíhají běžné agrotechnické operace jako sklizeň, podmítka a orba. Boj proti plevelům je zde veden mechanickou cestou pomocí podmítky a vláčení. Tyto činnosti negativně ovlivnily odchyt materiálu. Jako osevní postup je využíváno: jetelotravní směska, žito, brambory nebo krmná řepka a oves s podsevem.

Obrázek 2. Mapa oblasti pole

Zdroj: http://mapy.cz

Legenda:
Oranžově vyznačena plocha pole.
Křížem vyznačena poloha zemních pastí.

3.1.2. Agroekosystém 2. (louka)

Louka zaujímá je 4,8ha. Je trojúhelníkového tvaru a nachází se 200m jihovýchodně od pole a 250m jihovýchodně od pastvy. Ze severovýchodu je lemována silniční komunikací a hospodářským stavením. Z jihovýchodní a západní strany polními cestami a solitérními stromy. Seč je zde prováděna třikrát do roka v závislosti na potřebě a počasí. V procesu sběru vzorků byla sečena začátkem května a v polovině srpna. Hnojení probíhá formou kejdy jednou až dvakrát ročně, v dávce 22t/ha. V době zasazování zemních pastí byla na louce, kolem pozůstalých studní, řada nevysečených oblastí, které byly využity pro umístění sběrných kontejnerů a posléze k jejich snazší lokalizaci.

Obrázek 3. Mapa oblasti louka

Zdroj: http://mapy.cz

Legenda:
Modře vyznačena plocha louky.
Křížem vyznačena poloha zemních pastí.

3.1.3. Agroekosystém 3. (pastva)

Pastva zaujímá plochu 17,2ha a ze studovaných oblastí leží nejzápadněji. Nachází se 15m od studovaného pole a 250m od louky. Sever pastvy kopíruje silniční komunikace a stromořadí. Zbylé strany lemují polní cesty se solitérními stromy. Tato lokalita je využívána jako permanentní pastva pro 26 kusů mastných býčků. Hnojení probíhá formou kejdy v množství 15t/ha. V období sběru materiálu bylo hnojeno v polovině dubna. Jednou až dvakrát do roka probíhá vysíkání nedopasků, k němuž během sběru materiálu došlo v polovině srpna. Pojezdy agrotechniky během hnojení a vysíkání negativně ovlivnily odchyt materiálu i přes to, že byly sběrné kontejnery umístěny v blízkosti vodní cisterny, nacházející se v západním cípu lokality.

Obrázek 4. Mapa oblasti pastva

Zdroj: http://mapy.cz

Legenda:
Červeně vyznačena plocha pastvy.
Křížem vyznačena poloha zemních pastí.

3.2. Klimatické podmínky území pro rok 2014

Průběh teplot a množství srážek během odchytu se přímo odráží na materiálu nasbíraném.

V tabulce (tab. 1) jsou zaznamenány klimatické údaje, ve kterých jsou zahrnuty i měsíce období sběru materiálu. Naměřené hodnoty se vztahují k Jihočeskému kraji a byly získány z měření meteorologické stanice umístěné v Českých Budějovicích. Služba obsahující informace a data o klimatických podmínkách, byla získána z databáze Českého hydrometeorologického ústavu.

Odchyt probíhal v období od 5.5.2014 - 1.10.2014. Celkový úhrn srážek v roce 2014 v Jihočeském kraji, do měsíce října, byl 644mm. Z toho vyplývá, že úhrn srážek byl nadprůměrný. Při srovnání k dlouhodobému průměru, bylo vyměřeno 657mm celoročně. V tabulce 1. zjistíme, že během měsíců květen a červen značně překročily běžný průměr, kdy v květnu spadlo 113mm a v červnu a 146mm.

Průměrná teplota vzduchu v roce 2014 v Jihočeském kraji, do měsíce října, byla 10,7°C. Srpen provázela nadprůměrná teplota 18,9°C, což je o 2,9°C více, než dlouhodobě průměrná teplota. Nadprůměrná teplota byla téže naměřena v lednu 0,5°C a v únoru 2,1°C oproti průměru, který činí -2,8°C v lednu a -1,1°C v únoru. Zbylé měsíce nebyla zaznamenána odchylka od průměru větší, než 0,5°C.

V roce 2014 nedošlo na sledovaných lokalitách k žádným projevům extrémních klimatických jevů, jako jsou např. vichřice, povodně nebo období sucha.

Tabulka 1. Klimatické podmínky sledovaných oblastí.

Měsíc												Rok
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Průměrná teplota vzduchu [°C]												
0,5	2,1	6,1	9,4	11,8	15,7	18,9	15,4	14	13,7	-	-	10,7
Úhrn srážek [mm]												
61	51	36	26	113	146	34	58	97	22	-	-	644

(Zdroj: Český hydrometeorologický ústav)

4. Materiál a metodika

Pro sběr materiálu byla použita metoda zemních pastí (obr. 5.). Jednotlivé pasti (plastové kelímky o objemu 300ml a vrchním průměru 65mm) byly zasazeny do předem vykopaných děr tak, aby vršky hrdel kopírovaly okolní terén. Kelímky byly zakopány vždy po pěti kusech na lokalitu v odstupech 10 metrů. Celkem tedy vyšly 3 soustavy pastí po 5 kusech. Jako konzervační roztok byla použita chladicí kapalina Fridex. Pasti byly vybírány jednou za dva týdny v období květen až říjen 2014. Celkem došlo k dvanácti odběrům (5.5.2014 - 1.10.2014).

Materiál byl poté přefiltrován, zakonzervován a převezen do laboratoře, kde byl zpracován k účelu roztřídění a determinace. K určení jednotlivých druhů a taxonomickému zařazení epigeických brouků bylo využito určovacích klíčů (H. Freude, K. Harde, G. Lohse).

Bylo určeno antropogenní ovlivnění společenstev brouků. To bylo provedeno tak, že se vyhodnotila struktura společenstev brouků podle frekvence počtu druhů jednotlivých kategorií reliktnosti výskytu (Boháč, 1990, 1999). V této kategorizaci byly druhy rozděleny na relikty I. řádu (RI – druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka), relikty II. řádu (RII – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků) a expanzivní druhy (E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka). Nízký podíl expanzivních druhů v biotopech nám signalizuje vysoké přírodní hodnoty zkoumaných stanovišť a naopak.

Obrázek 5. Zemní past s označením

Zdroj: Autor

4.1. Stanovení antropogenního ovlivnění společenstev

Pro stanovení antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků bylo použito dělení druhů do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům (Boháč, 1988, 1990, 1999; Hůrka et al., 1996). Při vyhodnocení struktury společenstev brouků podle frekvence, počtu jedinců, druhů jednotlivých skupin a tolerance k antropogenním vlivům, byl druhy materiál rozdělen do třech skupin.

První skupinou jsou druhy s nejužší ekologickou valencí, které mají v současnosti mnohdy charakter reliktů (u střevlíků R a u drabčíků RI). Jsou to druhy biotopů, které jsou nejméně ovlivněny činností člověka. Do skupiny R1 se zařazují ohrožené a vzácné druhy

brouků přirozených biotopů. Do druhé skupiny řadíme druhy adaptabilnější (u střevlíků skupina A, u drabčíků RII). Jsou to druhy, které jsou středně ovlivněny činností člověka, především druhy kulturních lesů, ale také druhy původnějších a neregulovaných břehů toků. Do skupiny R2 se zařazují adaptabilní druhy brouků, osidlující stanoviště méně přirozená, až přirozenému stavu blízká. Třetí skupinu tvoří eurytopními druhy (skupina E u střevlíků i drabčíků). Jsou to druhy odlesněných stanovišť, které jsou silně ovlivněny činností člověka. Do skupiny E se zařazují expanzivní druhy brouků. Obvykle nemají výjimečné nároky na kvalitu nebo charakter prostředí, stejně jako druhy obývající silně antropogenně ovlivněnou krajinu.

Označení skupin drabčíků a střevlíků jsou různá, proto platí:

R1 podle Boháče (1988) = R podle Hůrky et al. (1996)

R2 dle Boháče (1988) = A podle Hůrky et al. (1996)

E, Hůrky et al. (1996) je totožné ve smyslu používaném Boháčem (1988) se skupinou E.

4.1.1. Index antropogenního ovlivnění společenstev

Pro rozdělení drabčíkovitých a střevlíkovitých do skupin podle tolerance k antropogenním disturbancím byl vytvořen biotický index, který se nazývá *index antropogenního ovlivnění společenstev střevlíků a drabčíků* (Boháč 1990, 1999). Tento index je stanoven dle následujícího vzorce:

$I = 100 – (E + 0,5R2)$

E - frekvence expanzivních druhů (%)

R2 - frekvence reliktů II. řádu (%)

Hodnoty se pohybují v rozmezí od 0 (ve společenstvu byly zjištěny jen expanzivní druhy a společenstvo je nejvíce ovlivněno člověkem) do 100 (ve společenstvu se vyskytují jen relikty I. Řádu a společenstvo není ovlivněno člověkem). Hodnota indexu umožňuje charakterizovat jedním číslem antropogenní ovlivnění biotopů i bez porovnání s náhodnými kontrolami.

Výsledky se třídí pomocí pětistupňové klasifikační stupnice antropogenního ovlivnění habitatů dle Boháče (1988, 1999).

I. třída	0 – 15	- velmi silně ovlivněné
II. třída	10 – 30	- silně ovlivněné
III. třída	30 – 50	- ovlivněné
IV. třída	45 – 65	- málo ovlivněné
V. třída	50 – 100	- neovlivněné.

5. Výsledky

Výsledková část obsahuje druhové složení společenstev epigeických brouků odchycených na sledovaných lokalitách. Dále obsahuje zastoupení jednotlivých skupin reliktů podle tolerance k antropogenním vlivům a je zde vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev.

5.1. Druhové zastoupení epigeických brouků

Tabulka 2. Soupis druhů a jedinců epigeických brouků odchycených na sledovaných biotopech: Pole, Louka, Pastvina, se zařazením do skupin podle antropogenního ovlivnění.

R2 – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka

E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka

Druh a zařazení	**Lokalita**			**Celkem**
	Pole	**Louka**	**Pastvina**	
Čeleď- *Carabidae*				
***Carabus granulatus* (Linnaeus, 1758), E**	15	23	13	51
***Carabus nemoralis nemoralis* (O. F. Müller), R2**	-	5	-	5
***Carabus hortensis hortensis* (Linnaeus, 1758), R2**	-	8	7	15
***Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1778), R2**	-	1	3	4
***Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775), E**	1	1	5	7

Trechus quadristriatus **(Schrank, 1781), E**	7	-	-	7
Pterostichus melanarius **(Illiger, 1798), E**	53	19	18	90
Pterostichus nigrita **(Paykull, 1790), E**	-	3	-	3
Poecilus cupreus **(Linnaeus, 1758), E**	134	128	19	281
Poecilus versicolor **(Sturm, 1824), E**	-	1	3	4
Calathus fuscipes **(Goeze, 1777), E**	-	3	1	4
Calathus melanocephalus **(Linnaeus, 1758), E**	-	1	-	1
Anisodactylus binotatus **(Fabricius, 1787), E**	5	5	3	13
Anchomenus dorsalis **(Pontoppida, 1763), E**	6	-	2	8
Agonum muelleri **(Herbst, 1784), E**	2	8	3	13
Agonum gracilipes **(Duftschmid, 1812), E**	-	2	-	2
Agonum sexpunctatum **(Linnaeus, 1758), E**	-	4	13	17
Amara aenea **(De Geer, 1774), E**	3	8	12	23

Pseudoophonus rufipes **(De Geer, 1774), E**	5	3	13	21
Panagaeus cruxmajor **(Linnaeus, 1758), R2**	-	1	1	2
Harpalus signaticornis **(Duftschmid, 1812), E**	-	-	1	1
Harpalus affinis **(Schrank, 1781), E**	5	-	-	5
Harpalus latus **(Linnaeus, 1758), R2**	2	13	2	17
Čeleď - *Silphidae*				
Thanatophilus rugosus **(Linnaeus, 1750), E**	2	1	-	3
Silpha obscura **(Linnaeus, 1758), E**	4	-	-	4
Oiceoptoma thoracica **(Linnaeus, 1761), E**	-	1	9	10
Phosphuga atrata **(Linnaeus, 1758), R2**	3	-	-	3
Nicrophorus vespillo **(Linnaeus, 1758), E**	-	10	4	14
Nicrophorus vespilloides **(Herbst, 1784), E**	15	23	13	51
Čeleď - *Leiodidae*				
Sciodrepoides watsoni watsoni **(Spence, 1815), E**	28	-	-	28

Catops fuscus **(Panzer, 1794), E**	-	2	1	3
Čeleď - *Staphylinidae*				
Omalium caesum **(Gravenhorst, 1806), E**	28	7	7	42
Anotylus rugosus **(Fabricius, 1775), E**	13	11	3	27
Philonthus cognatus **(Stephens, 1832), E**	19	12	14	45
Xantholinus linearis **(Olivier, 1794), E**	9	21	13	43
Staphylinus dimidiaticornis **(Gemminger, 1851), E**	1	8	22	31
Tachyporus chrysomelinus **(Linnaeus, 1758), E**	8	21	16	45
Tachyporus hypnorum **(Fabricius, 1775), E**	15	1	1	17
Atheta fungi **(Gravenhorst, 1806), E**	12	4	3	19
Drusilla canaliculata **(Fabricius, 1787), E**	3	9	31	43
Zyras cognatus **(Märkel, 1842), R2**	-	1	3	4
Aleochara curtula **(Goeze, 1777), E**	-	-	12	12

Čeleď- *Geotrupidae*				
Geotrupes stercorarius **(Linnaeus, 1758), R2**	1	1	9	11
Čeleď- *Byrrhidae*				
Byrrhus pilula **(Linnaeus, 1758), E**	-	2	5	7
Čeleď- *Elateridae*				
Agrypnus murinus **(Linnaeus, 1758), E**	-	11	-	11
Agriotes obscurus **(Linnaues, 1758), E**	15	-	-	15
Čeleď- *Cantharidae*				
Cantharis obscura **(Linnaeus, 1758), E**	-	3	5	8
Čeleď- *Nitidulidae*				
Meligethes aeneus **(Fabricius, 1775), E**	26	18	2	46
Čeleď- *Cryptophagidae*				
Atomaria linearis ***(*Stephens, 1830), E**	-	1	6	7
Čeleď- *Coccinellidae*				
Coccinela septempuncta **(Linnaeus, 1758), E**	4	5	7	16

Čeleď- *Chrysomelidae*				
***Cassida nebulosa* (Linnaeus, 1758), E**	5	-	-	5
Čeleď- *Curculionidae*				
***Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus, 1758), E**	-	5	15	20
***Phyllobius argentatus* (Linnaeus, 1758), R2**	-	-	1	1
***Sitona cylindricollis* (Fisher, 1840), E**	8	5	1	14
Celkem	**457**	**420**	**322**	**1199**

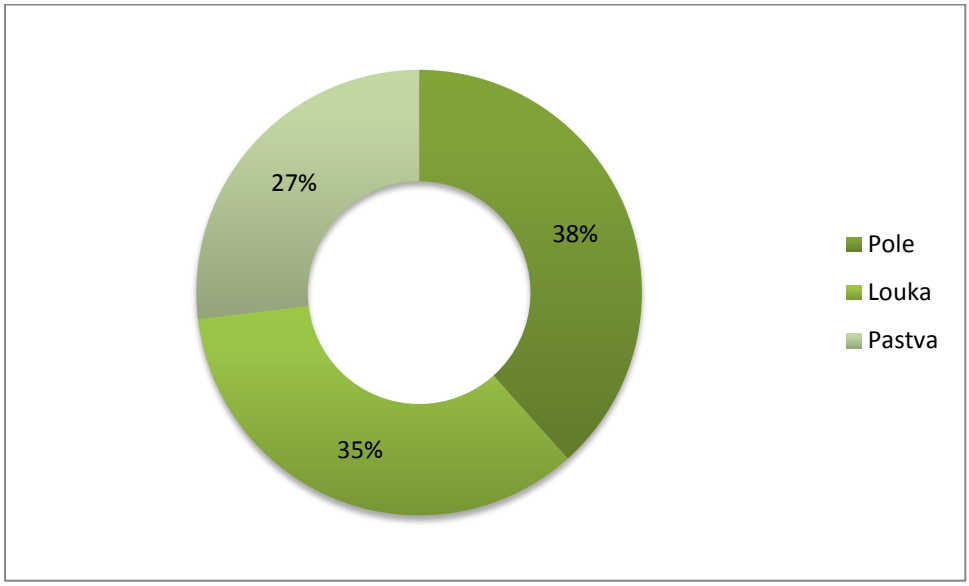
Zdroj: Autor

Na všech třech zkoumaných biotopech bylo celkem nalezeno **1199** kusů epigeických brouků. Z toho **457** kusů bylo zjištěno na poli, **420** kusů na louce a s nejmenším zastoupením, se **322** kusy, pastva. Celkový počet jedinců byl tvořen čtyřiapadesáti druhy ze třinácti čeledí. Z celkového zastoupení brouků tvořilo **50,5%** (594ks) čeleď *Carabidae*, **28,3%** (328ks) čeleď *Staphylinidae* a **7,2%** (85ks) čeleď *Silphidae*. Zbytek čeledí nepřesahuje 5% z celkového počtu.

V žebříčku druhové diverzity se na prvním místě umístila louka se **třiačtyřiceti** druhy. Na druhém místě pastva s **jednačtyřiceti** zjištěnými druhy a s nejslabší druhovou rozmanitostí, s **dvaatřiceti** druhy, pole.

Z tabulky 2 můžeme dále vyčíst, že druhově nejbohatší z čeledí jsou *Carabidae*, kteří byli zaznamenáni nejčastěji a vyskytovali se ve všech biotopech. Jejich největší zastoupení bylo na Louce, kde bylo zaznamenáno celkem 19 druhů. Další nejčetnější čeledí byli *Staphylinidae* s celkovým počtem 11 druhů zaznamenaných na lokalitě Pastva. Zastoupení třetí nejčastější čeledi bylo nízké a dosahovalo maximálně 4 druhů, a to u čeledi *Silphidae*.

Obrázek 6. Procentuální vyjádření počtu jedinců na jednotlivých lokalitách.



Zdroj: Autor

Z obrázku 6 je patrné, že se největší počet brouků nacházel na lokalitě Pole (38%), pak na Louce (35%) a nejmenší počet jedinců, byl zaznamenán na Pastvě (27%).

5.2. Vyhodnocení tolerance k antropogenním vlivům

Pro vyhodnocení tolerance k antropogenním vlivům bylo využito Hůrky et al. (1996) a Boháče (1990, 1998). Na základě tohoto rozdělení byla vytvořena tabulka 3, ve které jsou jak jednotlivé druhy, tak i jedinci sečteny a roztříděny do reliktních skupin. To vše dle jednotlivých biotopů.

Tabulka 3. Rozdělení druhů a jedinců dle tolerance k antropogenním vlivům na sledovaných plochách.

	Pole	Louka	Pastva
Σ druhů	32	43	41
R1	-	-	-
R2	3	7	7
E	29	36	34
Σ jedinců	457	420	322
R1	-	-	-
R2	6	30	26
E	451	390	296

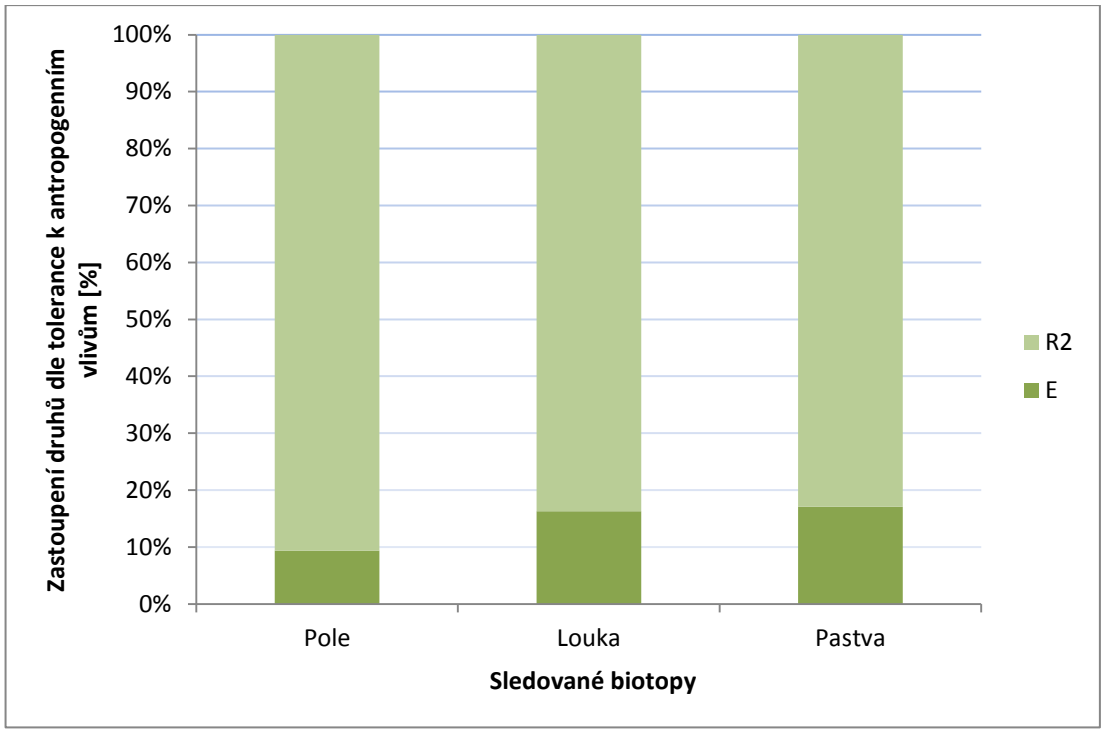
Zdroj: Autor

Skupina R1, do které se řadí ohrožené a vzácné druhy, vyskytující se jen v přirozených biotopech, nebyla zaznamenána na žádné ze sledovaných lokalit. Všechny tyto lokality jsou výrazně ovlivněny antropogenním vlivem po dlouhé období, proto nulový nález ve skupině R1 prokázal kvalitu znalostí o této skupině.

Zbylé skupiny R2 a E byly zaznamenány na všech biotopech. Dle celkově velice nevyrovnaného poměru R2 ku skupině E můžeme usoudit, že antropogenní ovlivnění je zde značné. Na poli, jakožto nejvíce obhospodařovaném biotopu, se jedná o pouze 6 jedinců ze 3 druhů skupiny R2. Oproti tomu louka a pastva, s předpokládanou nižší mírou obhospodařování, skončily lépe. Na louce bylo zjištěno 30 jedinců ze 7 druhů a na pastvě 26 jedinců ze 7 druhů.

Skupina E byla v počtu druhů i jedinců zastoupená nejvíce. S nejvyšším počtem druhů je na prvním místě louka se 36 druhy. 34 druhů bylo zaznamenáno na pastvě a opět nejmenší druhovou diverzitou se prokázalo pole s 29 druhy.

Obrázek 7. Frekvence (%) druhů ekologických skupin (R2 – relikty II. řádu a E – expanzivní druhy) na studovaných biotopech



Zdroj: Autor

5.3. Index antropogenního ovlivnění společenstev

Ze zajištěného materiálu, jeho následné determinace a za řazení do jednotlivých ekologických skupin lze vypočítat index antropogenního ovlivnění společenstev brouků dle vzorce:

I = 100 – (E + 0,5R2)

E - frekvence expanzivních druhů (%)

R2 - frekvence reliktů II. řádu (%)

Výsledné hodnoty v rámci jednotlivých biotopů jsou zaneseny v Tabulce 4.

Tabulka 4. Hodnoty indexu antropogenního ovlivnění společenstev brouků

Sledované biotopy	Index antropogenního ovlivnění [%]	Stupeň a. ovlivnění dle Boháče (1990, 1999)
Pole	4,69	**velmi silně ovlivněné**
Louka	8,14	**velmi silně ovlivněné**
Pastvina	8,54	**velmi silně ovlivněné**

Zdroj: Autor

Výsledkem jsou velmi nízké hodnoty indexu, což je způsobeno většinovým zastoupením eurytopních druhů na úkor adaptabilních druhů (reliktů) skupiny R2. Z tohoto vyplývá, že sledované biotopy jsou velmi silně zasažené lidskou činností. Největší ovlivnění bylo zaznamenáno na poli (Tab.4). Lokality louka a pastva byly z hlediska antropogenního působení relativně vyrovnány a oproti poli ovlivněny méně, přesto se ale stále bavíme o velmi silné influenci.

5.4. Vybrané dominantní druhy sledovaných biotopů

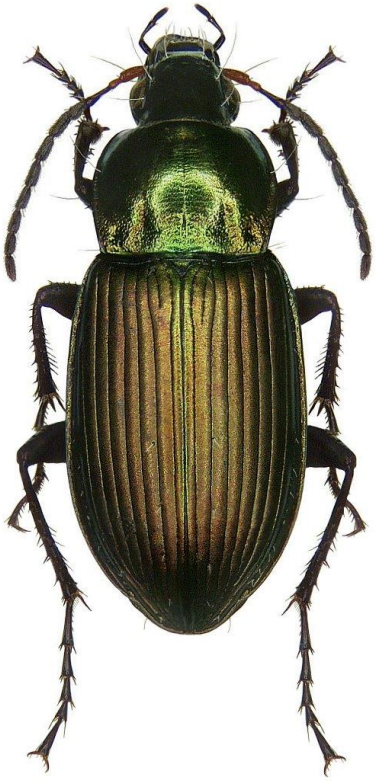
Početně i druhově nejvíce zastoupenou čeledí na všech třech zkoumaných biotopech byla čeleď střevlíkovití (*Carabidae,* 594ks), následovali drabčíkovití (*Staphylinidae,* 328ks), mrchožroutovití (*Silphidae,* 85ks) a Lesknáčkovití (*Nitidulidae,* 46ks).

Celkově nejpočetnějším broukem se stal *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758)(Obr.7) pocházející z čeledi *Carabidae* , který byl zaznamenán ve všech sledovaných lokalitách, a to ve vysokém počtu 281 jedinců. Největší zastoupení měl na biotopu pole, kde bylo nalezeno 134 kusů tohoto druhu. Na louce bylo zajištěno 128ks a na pastvě 19ks. Ve sledovaných agroekosystémech tvořil tento druh spolu s druhem *Pterostichus melanarius* dominantní skupinu všech odchycených jedinců čeledi střevlíkovitých.

Dle Hůrky (2005) se jedná o druh spíše nezastíněných stanovišť, stepí, polí i luk. Je od 9,5 - 14 mm velký, barevně variabilní zástupce rodu. Rod *Poecilus* je charakteristický

kýlovitě zploštělými prvými třemi články tykadel a zpravidla kovovým zbarvením povrchu těla. Tento střevlíček měděný se vyskytuje od nížin do hor.

Obrázek 7. *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1756)



Zdroj: www.carabidae.org, Guy Stolle

Další v pořadí s vysokým zastoupením patří téže do čeledi *Carabidae*. Jedná se o střevlíka *Pterostichus melanarius* (Iliger, 1798)(Obr. 8). Tito jedinci byli rovněž nalezeni na všech lokalitách a jejich počet tvořil 90 jedinců. Největší zastoupení tohoto druhu bylo zjištěno na biotopu pole, počtem 53 kusů, dále louka s 19 kusy a nejméně jedinců se vyskytovalo na pastvě, 18 kusů. Jedná se o eurytopní druh je 10-20 mm velký, černě lesklý střevlík. Tento euroasijský druh, zasahující od Španělska až po řeku Amur je též zavlečený do severní Ameriky. V Čechách a na Slovensku je to obecný druh polí, zahrad, luk i lesů, od nížin po hory. Je významným predátorem v zemědělských porostech (Hůrka, 1996).

Obrázek 8. *Pterostichus melanarius* (Iliger, 1798)

Zdroj: www.carabidae.org, Guy Stolle

Čeleď drabčíků (*Staphylinidae*) byla relativně hojně zastoupena zejména druhy a *Tachyporus chrysomelinus*(Linnaeus, 1758) a *Philonthus cognatus*(Stephens, 1832), oba druhy po 45 kusech.

Philonthus cognatus se vyskytoval ve všech sledovaných biotopech v množství 19ks pole, 12ks louka a 14ks pastva Dospělý jedinec dorůstá délky 8-12mm. Bývá především černé barvy, ačkoliv krovky mají kovový lesk. Charakteristickým rysem toho druhu je spodní strana prvního tykadlového segmentu, která je žlutá a kontrastuje tak s černou vrchní částí. Jedná se o běžný evropský druh, hojný zejména v Británii.(Hůrka,1996)

Obrázek 9. *Philonthus cognatus* (Stephens, 1832),

Zdroj: www.biolib.cz, Miroslav Fiala

Dlaší, poměrně vysoký počet odchytů byl zaznamenán u čeledi *Nitidulidae* (Lesknáčovití). I přes to, že byl zjištěn pouze jeden druh této čeledi *Meligethes aeneus* (Fabricius, 1775) nacházel se ve všech studovaných biotopech v relativně vysokém celkovém součtu, 46 jedinců. Konkrétně 26 kusů na poli, 18 kusů na louce a 2 kusy na pastvě.

Tento blýskáček řepkový bývá 2-3mm dlouhý, tmavohnědé až černé barvy, zpravidla s kovovým leskem. Jedná se o potravně specializovaný druh. Hostitelské rostliny bývají řepka olejka, hořčice a další brukvovité rostliny (hojně pěstované v okolí sledované farmy). Většina blýskáčků se vyskytuje na květech rostlin, kde vyžírají prašníky a tím omezují opylení květů.

Obrázek 10. *Meligethes aeneus* (Fabricius, 1775)

Zdroj: www.biolib.cz, Miroslav Fiala

6. Diskuse

Tato diplomová práce se věnovala studiu biodiverzity společenstev epigeických brouků na vybraných agroekosystémech (pole, louka, pastva) v okolí Českých Budějovic a měla za cíl vysledovat dopad vlivu ekologického hospodaření farmy na tyto zvolené lokality. Na zvolených stanovištích bylo v průběhu šesti měsíců zajištěno celkem 12 odběrů s 1199 exempláři epigeických brouků. Tento odchycený materiál byl posléze zpracován a náležitě determinován. Sběr biologického materiálu mohl být částečně negativně ovlivněn počasím, zejména občasnými přívalovými srážkami v květnu a červnu, kdy bylo 5 sběrných nádob vyplaveno a dalších 5 poškozeno pravděpodobně náhodnou zvěří. Pozitivní ovlivnění se mohlo naopak projevit v měsíci srpnu, kdy byla zaznamenána nadprůměrná teplota.

Odchycený biologický materiál tvořilo 54 různých druhů epigeických brouků pocházejících ze 13 čeledí. Nebyly zaznamenány žádné vzácné a ohrožené relikty kategorie R1. Z celkových 54 druhů tvořilo pouze 9 druhů skupinu reliktů R2. Zbylých 45 patřilo do kategorie eurytopních druhů i přes to, že jsou všechny sledované lokality vedeny v režimu ekologického zemědělství. Nejnižší počet druhů R2 byl zaznamenán na biotopu pole, a to 6 jedinců ze 3 druhů. Tento nízký stav je pravděpodobně způsoben častým, pravidelným zpracováváním půdy, což se negativně projeví na počtu reliktních druhů v dané oblasti. Tímto negativním ovlivňováním se zabývají zejména studie McLauhlin a Mineau (1995) a Kromp (1999). Důvodem nízkého výskytu reliktních druhů může být relativně krátké období (4 roky), po které je farma obhospodařována ekologickým způsobem zemědělství. Toho vytváří prostor a otázky pro víceleté studie zabývající se průběžnou proměnou diverzity během prvních několika let fungování ekologicky spravované farmy po přechodu z konvenčního způsobu zemědělství. Podle Šarapatky a Hejcmana (2004) je možné dosáhnout pozitivního efektu extenzivního hospodaření na zlepšení biodiverzity ve víceletém časovém horizontu. Značná převaha eurytopních druhů koresponduje s výsledky studie na Domažlicku, vypracovanou Kejvalem a Lahodou (2008). V jejich studii byla zjištěna podobná převahu eurytopních druhů nad reliktními, podobně jako v této diplomové práci.

Na druhou stranu, nejvyšší množství všech druhů i nejvyšší počet reliktních druhů R2 byl zaznamenán na louce (Σ-43; R2-7). Sledovaná louka byla, dle očekávání, z hlediska antropogenního zatížení ovlivňována méně, než pole. Tento výsledek koresponduje s výsledky studie Boháč, Kohout (2011), kde je uvedeno, že se na dlouhodobě stabilnějších

lokalitách většinou nachází větší druhová diverzita, než na lokalitách častěji ovlivňovaných abiotickým působením.

Těmto podobné výzkumy se stále uskutečňují v rámci celého světa. Společně s tím, jak se v zemědělství zavádějí nové technologie, a mění intenzita, tak také lidská působnost neustále mění svůj charakter. Výsledky těchto studií nám umožní lépe předpovídat změny biodiverzity v těchto oblastech a na základě toho stanovit vhodný management agroekosystémů a jejich ochranu. Pro tyto výzkumy se zpravidla používají brouci rodu *Staphylinidae* a *Carabidae* (Andersen, 1992; Baars, 1979; Kromp, 1989).

V této práci bylo zjištěno, že druhově nejbohatší čeledi jsou především *Carabidae* (50,5%-594ks) a *Staphylinidae* (28,3%-328ks). Tento výsledek koresponduje s tvrzeními řady vědců (Boháč, 1999; Hůrka, 2005; Grandchamp, 2005; Krooss, 1998). Dále jsou dle Boháče (1999) a Gudleifssona (2005) uvedeny i případy biotopů, kde ve výsledku naopak početnost *Staphylinidae* mnohonásobně převyšuje čeleď *Carabidae*. Tyto zjištění mohou být vysvětleny odlišnými metodami sběru biologického materiálu nebo silnou specifičností zkoumané lokality.

Studie podobná této diplomové práci proběhla v Kaunas v Litvě. (Tamutise V. et al 2007). Na ekologicky spravovaných pozemcích Vysoké zemědělské školy byly studovány rozdíly mezi ekologickým a konvenčním hospodařením a s tím spojené působení na strukturu společenstev epigeických brouků. Sběr biologického materiálu byl prováděn na dvou ekologicky a na dvou konvenčně obhospodařovaných agroekosystémech. Pro odběr brouků byla téže zvolena metoda zemních pastí Tyto odběry probíhaly jednou týdně od 15. 6. Do 29.7.2007. Jako konzervační roztok byla zvolena stejná látka - ethylenglykol(Fridex). Závěrem této studie bylo zjištění, že způsob hospodaření nemá zásadní vliv na druhovou diverzitu epigeických brouků (51 druhů na konvenčně a 49 na ekologicky obhospodařovaném agroekosystému). Většina exemplářů téže patřila do čeledi *Carabidae*. Další zajímavou shodou je že převažujícími druhy byli *Poecilus cupreus* 24%, *Pterostichus melanarius 28%.* Častý výskyt těchto dvou druhů uvádějí jako běžný pro podobné agroekosystémy i autoři Thiele H. U., (1977) a Irmler U., (2003).

Velmi podobný výzkum proběhl ve Švýcarsku podle Thomase F. Döringa a Bernharda, (2003). Dopadl však s rozdílnými výsledky. Cílem výzkumu bylo téže zjistit rozdíly v biodiverzitě epigeických brouků mezi ekologicky a konvenčně obdělávanými agroekosystémy. Sběr trval 48 měsíců pomocí metody zemních pastí. V tomto období bylo

nashromážděno celkem 121tis. exemplářů pocházejících ze 132 druhů. Závěrem výzkumu bylo, že ekologicky obhospodařovaná oblast čítala v průměru o 34% více druhů, než oblast spravovaná konvenčně. Zaznamenanými druhy, jejichž početnost stoupá s přechodem na ekologické zemědělství, jsou *Harpalus Affinis* (v této diplomové práci zjištěno 5ks) a druh rodu *Amara aenea* (v této diplomové práci zjištěno 23ks).

Dle Krosse (1998) se řadí následující druhy *Staphylinidae* mezi nejpočetnější druhy orných půd: *Oxytelus inustus, Lesteva longelyrata, Philonthus fuscipenni, Tachyporus hypnorum.* V této diplomové práci byl z uvedených druhů zjištěn pouze *Tachyporus hypnorum* v relativně nízkém celkovém počtu (17ks). Nicméně skutečně v dominantním zastoupení na biotopu pole (15ks). Na ostatních dvou lokalitách byl odchycen pouze po jednom kusu.

Výzkum této diplomové práce (odchyt biologického materiálu) byl prováděn pouze po jednu sezónu, za pomocí jedné metody odchytu epigeických brouků, lze tedy usuzovat, že by se při vícenásobném opakování a využití vícero metod sběru biologického materiálu, mohla abundance odchycených exemplářů a druhů změnit. Lze tak předpokládat na základě výzkumu Rainio a Niemelä (2003), který uvádí, že na aktivitu epigeických brouků má silný vliv počasí nebo populační cykly *Staphylinidae* a *Carabidae.* Dále dle Boháče, (1999) který tvrdí, že různé metody odchytu fungují pro jednotlivé druhy odlišně. Dalším aspektem, který je třeba zahrnout do porovnání této práce s jinými výzkumy je fakt, že sledovaná farma působí v oblasti ekologického hospodaření relativně krátce (4roky). Ve valné části ostatních výzkumů probíhaly studie na farmách a oblastech působících v ekologické režii po delší časová období. Dle výsledků uvedených v této práci můžeme zjistit, že na žádné ze sledovaných ploch nebyl zaznamenán ubývající nebo ohrožený druh epigeického brouka.

7. Závěr

Tato diplomová práce měla za úkol studium vlivu hospodaření mladé, ekologicky působící farmy, v blízkosti městečka Lišov, na místní biodiverzitu. Výzkum byl prováděn na třech různých biotopech s odlišným managementem v období 5. června 2014 - 1. října 2014. Sběr biologického materiálu byl prováděn po čtrnácti dnech a byl uskutečněn za pomoci metody zemních pastí a konzervační látky.

Celkem bylo odchyceno 54 druhů zastoupených 1199 jedinci. Z toho bylo na agroekosystému pole nalezeno 32 druhů, které tvořilo 457 jedinců (tudíž se chlubí 38% celkově odchycených jedinců). Na louce bylo 43 druhů se 420 jedinci (tedy 35% celkově odchycených jedinců). Pastva skýtala 41 druhů tvořených 322 jedinci (27% celkově odchycených jedinců).

Na všech sledovaných agroekosystémech patřili mezi nejpočetnější čeleď *Carabidae* s celkovým počtem 23 druhů. Mezi zcela nejpočetnější druhy lze zařadit *Poecilus cupreus, Pterostichus melanarius* a *Carabus granulatus.*

Na druhém místě se s 11 druhy umístila čeleď *Staphylinidae,* kde nejpočetnější druhy zastupovali *Tachyporus chrysomelinus, Philonthus cognatus, Drusilla canaliculata* a *Xantholinus linearis*

Třetí nejfrekventovanější čeledi se stali *Silphidae* se 6 druhy, kde stojí za zmínku hlavně *Nicrophorus vespilloides.*

Bylo zjištěno, že na všech třech sledovaných biotopech silně převládá skupina nenáročných eurytopních druhů, a to se 45 druhy. Ze skupiny reliktů R2 bylo zaznamenáno celkově pouze 9 druhů. Z toho 7 druhů po 30 kusech na louce, jakožto méně antropogenně ovlivněné lokalitě. Jako nejvíce ovlivněná lokalita se jednoznačně jeví pole s pouhými 3 druhy R2 reliktů o 6 jedincích. Zástupci vzácných a ohrožených reliktů skupiny R1 nebyli registrováni ani na jedné z lokalit.

Byl vypočítán index antropogenního ovlivnění společenstev na jednotlivých agroekosystémech. Tento index je počítán z procentuálního zastoupení expanzních druhů vůči reliktům 2. řádu, kdy hodnoty blízké nule ukazují na krajinu silně ovlivněnou činností člověka a hodnoty blízké 100 naopak krajinu člověkem neovlivněnou. Nejnižší hodnoty

indexu antropogenního ovlivnění bylo dosaženo na biotopu pole 4,69%. Biotopy louka a pastvina skončily s relativně vyrovnaným indexem 8,14% a 8,54%. Byť se poslední dvě zmiňované lokality umístily v žebříčku antropogenního ovlivnění o něco lépe než pole, stále spadají do člověkem velmi silně ovlivněných biotopů.

Dle shrnutí výsledků této diplomové práce, lze závěrem konstatovat, že různý způsob hospodaření neměl, na sledovaných plochách, zásadní vliv na společenstva epigeických brouků. Oproti poli byla částečně vyšší diverzita epigeických zaznamenána na louce a pastvě, což se dá přičíst zvýšené frekvenci managementu, která je na orné půdě vyžadována. Toto tvrzení nám dokládá výsledné zastoupení R2 skupiny, která byla na poli zastoupena několikanásobně méně, než na zbylých dvou biotopech. Na žádném, že studovaných biotopů nebyli zaznamenáni zástupci vzácných ani ohrožených reliktů epigeických brouků. Závěrem můžeme říci, že na sledovaných lokalitách, ve stanoveném období, nebyl zjištěn pozitivní vliv ekologického způsobu zemědělství na místní biodiverzitu.

8. Použitá literatura

Boháč, J., 1990: Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) pro indikaci kvality životního prostředí. - Zpr. Čs. Spol. Entomol. ČSAV, 26: p. 119-125.

Boháč, J., Fuchs, R. (1995): The effect of air pollution and forest decline on epigeic staphylinid communities in the Giant Mountains. Acta zool. Fennica 196, p. 311-313.

Boháč, J., Fuchs, (1995): The use of biomonitoring for ecological planning and ecological policy in agricultural settlements. In: Munawar, M., Hanninen, O., Roy, S., Munawar, N., Karelampi, L., Brown, D. (Eds.), Bioindicators of Environmental Health. SBP Academic Publishing, Amsterdam, p. 155–163.

Boháč, J. (1999): Staphylinid beetles as bioindicators. Agriculture, Ecology and Environment, Vol. 74, Issues 1-3, p. 357-372.

Boháč, J. (2001): Epigeic Beetles (Insecta: Coleoptera) in Montane Spruce Forests under Long-Term Synergistic Chronic Effects in the Giant Mountains (Central Europe). - Ekologia (Bratislava), Vol. 20, p. 57-69.

Boháč, J. & Matějíček, J. (2003): Katalog brouků Prahy - Staphylinidae, svazek IV, Clarion Production, 246 p.

Boháč, J., Moudrý, J. (2006): Biodiverzita a zemědělství. Biodiversity and Agriculture. Vol. 41, No. 1, p. 26-30.

Boháč, J., Matějíček, J. (2007): Check-list of staphylinid Beatles of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence. Čas. Slez. Muz. Opava (A), Vol. 56, p. 220-266.

Boháč, J. (2007): Kapitola z knihy „Půdní biologie“. Půdní zoologie –dravý hmyz, Brouci (*Coleoptera*): Střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*), 24 pp.

Dauber, J., Stout, J.C. (2010): The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. GCB Bioenergy, Vol. 2, p. 209 - 211.

Doring, T.F., Kromp, B. (2003): Which carabid species benefit from organic agriculture? - a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. Agriculture, Ecosystem and Enviroment, Vol. 98, p. 153-161.

Butterfield J., Coulson J.C., 1983: The carabid communities on peat and upland grasslands in northern England. *Holarctic Ecology*, pp. 163– 174.

Eschen, R., (2012): Effects of reduced grazing intensity on pasture vegetation and invertebrates Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 151, p. 51– 61

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

Gleisman, S. (1997): Agroecolgy: ecological processes in sustainable agriculture. Chelsea : Sleeping Bears Press. 357 p., ISBN 1-57504-043-3

Gudleifsson, B., E.(2005): Beetle species in hayfields and pastures in northern Iceland, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 109, p. 181–186.

Holland, J. M. (2002): The Agroecology of Carabid Beetles. Intercept Limited, Andover, UK, 356 pp.

Hole, D.G., Perkins, J.(2005): Does organic farming benefit biodiversity? Biological conservation, Vol. 122, p. 113 – 130.

Hůrka, K. (2002): *Carabidae of the Czech and Slovak Republic – Carabidae České a Slovenské republiky*. Kabourek, 390 pp.

Hůrka, K., Čepická, A. (1981): *Rozmnožování a vývoj hmyzu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 223 pp.

Hůrka, K. (1992): *Střevlíkovití- Carabidae*. Praha: Academia, 192 pp.

Hůrka, K., Veselý, J., Farkač, J. (1996) *Using of carabid beetles for bioindication of the environmental quality*. Klapalekiana, 32, p. 15-26.

Hůrka, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Zlín: Nakladatelství Kabourek, 390 p. ISBN 80-86447-04-9.

Kejval, Z., Lahoda, J. (2008): Střevlíkovití brouci *(Coleoptera: Carabidae)* okresu Domažlice. 1. vyd. Plzeň: Západočeské muzeum, 51 p., s. ISBN 9788072470648.

Korner, H. (1990): Der Einfluß der Pflanzenschutzmittel auf die Faunenvielfalt der Agrarlandschaft (unter besonderer Berücksichtigung der Gliederfüßler der

Oberfläche der Felder). Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Vol. 67, p. 345–486.

Kromp, B. (1989): Carabid beetle communities (*Carabidae, Coleoptera*) in biologically, and conventionally farmed agroecosystems. Agriculture,Ecosystems and Environment, Vol. 27, p. 201–211.

Kromp, B. (1990): Carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potato fields. Biol Fertil Soils 9, p.181–199.

Kromp, B. (1999): Carabids beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystem and Enviroment, Vol. 74, p. 127-228.

Javorek, V. (1964): Kapesní atlas brouků s určovacím klíčem vyobrazených druhů. Praha: SPN, 254 pp.

Krishnamurthy, K.V. (2003): Textbook of biodiversity. Enfield, New Hampshire: Science publishers, inc., 250 pp. ISBN 1-57808-325-7.

Kross, S., Schafer, M. (1998): The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (*Coleoptera: Staphylinidae*) of winter wheat. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 69,p. 122-177.

Lovei, G.L. (1984): Ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) in two types of maize fields in Hungary. Pedobiologia, Vol. 26, p. 1–64.

Luff, M.L. (1992): Use of carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. Ann. Zool. Temnici, Vol. 33, p.185–195.

McLauhglin, A., P. Mineau (1995): The impact o f agricultural practices on biodiversity. Agriculture, Ecosystem and Environment, Vol. 55, p. 201 – 212.

Rainio, J., Niemela, J. (2003): Ground beetles *(Coleoptera: Carabidae)* as bioindicator, Biodiversity and Conservation. Vol. 12, Number 3, p. 477- 500.

Šarapatka, B., URBAN J. (2003): Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. ISBN 80-721-2274-6.

Šarapatka B., M. Hejcman (2004): Diverzita a ekologické zemědělství. MŽP ČR. p. 41.

Šarapatka, B., Urban J. (2005): Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. 1. vyd. Šumperk: PRO-BIO. ISBN 80-903-5830-6.

Šarapatka, B., Urban J. (2010): Ekologické zemědělství: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Olomouc: Bioinstitut, 440 s. ISBN 978-808-7371-107.

Thiele, H.U. (1977): Carabid beetles in their environments: a study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Berlin: Springer. ISBN 978-354-0083-061.

Použité internetové zdroje:

Biological Library [online]. [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: http://www.biolib.cz

Carabidae of the World [online]. [cit. 2014-06-06]. Dostupné z: http://www.carabidae.org

ČHMÚ [online]. [cit. 2014-08-11]. Historická data. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_srazky

http://www.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_teploty

Maps.google.om [online]. [cit. 2014-07-10]. Dostupné z: http://www.maps.google.com

Mapy.cz [online]. [cit. 2014-08-11]. Dostupné z: http://www.mapy.cz.

MZ [online]. [cit. 2014-07-11]. Statistická data ekol. zemědělství. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/statistika-a-pruzkumy