

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: Prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Hospodaření na ekologické farmě v podhůří Šumavy
a biodiverzita vybraných agroekosystémů**

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

Autor diplomové práce: Bc. David Ouředník

České Budějovice, 2014

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David OUŘEDNÍK**
Osobní číslo: **Z12755**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Hospodaření na ekologické farmě v podhůří Šumavy a biodiverzita vybraných agroekosystémů**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

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

1. Vypracovat literární rešerši problematiky 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 společenstev epigeických brouků a vyznat indikátory vlivu člověka.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, mapy, fotografická 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: 15-26.

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



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

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

L.S.



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

V Českých Budějovicích dne 22. února 2013

Prohlášení

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) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Dne.....

Podpis.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc. za cenné rady, připomínky a odborné vedení diplomové práce.

Souhrn:

Obsahem diplomové práce bylo studium společenstev epigeických brouků na třech odlišných stanovištích v katastrálním území obce Mačice (nedaleko Soběšic), Západočeský kraj. Biotopy byly obhospodařovány v režimu ekologického zemědělství, konkrétně se jednalo o pole oseté tritikále, louku a pastvinu. Pro sběr biologického materiálu byla použita metoda zemních pastí.

Za sledované období bylo celkem odchyceno a determinováno 640 jedinců z 57 druhů a ze 14 čeledí. Na všech biotopech byla nejvíce druhově zastoupenou čeledí čeleď střevlíkovití (*Carabidae*) (23 druhů), následovala čeleď drabčíkovití (*Staphylinidae*) (11 druhů) a čeleď mrchožroutovití (*Silphidae*) (6 druhů). Nejvíce jedinců bylo nalezeno na biotopu pole s počtem 255 (30 druhů z 8 čeledí), následoval biotop louka se 198 jedinci (36 druhů z 9 čeledí) a na pastvině bylo nalezeno 187 jedinců (34 druhů z 10 čeledí).

Druhové spektrum epigeických brouků bylo rozděleno do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům. Na všech biotopech převládaly druhy, které nemají zvláštní požadavky na kvalitu a charakter prostředí (skupina E) s počtem druhů 48. Druhů obývajících biotopy středně ovlivněné činností člověka (skupina R2) bylo celkem 9 na všech biotopech, z toho se jich nejméně vyskytovalo na poli (1 druh), na pastvině (5 druhů) a na louce jich bylo nalezeno nejvíce (6 druhů).

Index antropogenního ovlivnění ukazuje, že se jedná o velmi silně ovlivněné biotopy. Při porovnání jednotlivých stanovišť bylo zjištěno, že nejvíce ovlivněným biotopem bylo pole (ISD 1,67 %). Nejméně ovlivněným biotopem byla louka (ISD 8,34 %). Závěrem lze konstatovat, že se nepotvrdila hypotéza, že ekologické zemědělství má pozitivní vliv na biodiverzitu.

Klíčová slova: epigeičtí brouci (*Coleoptera*), společenstva, ekologické zemědělství, tritikále, trvalý travní porost.

Summary:

The content of the thesis was research and study of the epigeal beetle communities at three different sites in the cadastral municipality Mačice near village Soběšice in Western Region. Habitats were managed under organic farming. Specifically there were three different sites, a field sown triticale, meadow and pasture. Method of pitfall traps was used for the collection of biological material.

In total, there were intercepted and identified 640 individuals from 57 species and 14 families in the reporting period. In all of the habitats, species of beetles family (*Carabidae*) (23 species) were mostly represented, followed by family rove beetles (*Staphylinidae*) (11 species) and family carrion (*Silphidae*) (6 species). Most individuals were found at the field habitat with the numbers in total of 255 (30 species from 8 families), followed by habitat meadow with 198 individuals (36 species from 9 families) and the pasture habitat with 187 individuals (34 species from 10 families).

The species spectrum of epigeal beetles was divided into groups according to the sensitivity to anthropogenic influences. Species that do not have special requirements on the quality and nature of the environment (group E) dominated in all habitats with 48 species. Total of nine species inhabiting habitats moderately affected by human activities (group R2) were found in all habitats, the least of them occurred in the field (1 species) , pasture (5 species) and at the meadow were found most (6 species).

Index of anthropogenic impacts shows that these are very heavily modified habitats. When comparing individual sites, field habitat (ISD 1,67 %) was found to be the most affected. The least affected was the meadow habitat (ISD 8,34 %). As a result we can conclude that the hypothesis that organic farming has a positive impact on biodiversity was not confirmed.

Keywords: epigeic beetles (*Coleoptera*), communities, organic farming, triticale, permanent grassland.

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární rešerše	11
2.1 Historie ekologického zemědělství	11
2.2 Ekologické zemědělství v České republice	11
2.3 Statistické údaje ekologického zemědělství v ČR.....	11
2.4 Agrobiodiverzita	12
2.5 Biodiverzita a zemědělství v ČR	13
2.6 Ekologické zemědělství a biodiverzita	13
2.7 Bezobratlí v agroekosystémech.....	14
2.8 Epigeičtí brouci v ekologickém zemědělství	15
2.8.1 Střevlíkovití (<i>Carabidae</i>).....	16
2.8.1.1 Výskyt střevlíkovitých.....	16
2.8.1.2 Střevlíkovití na plochách s ekologickým a konvenčním managementem.....	16
2.8.2 Drabčíkovití (<i>Staphylinidae</i>).....	19
2.8.2.1 Společenství drabčků v zemědělských oblastech a vliv managementu.....	20
3. Modelové území	22
3.1 Klimatické podmínky modelového území	23
4. Materiál a metodika	25
4.1 Popis studovaných lokalit.....	25
4.2 Metodika odběru vzorků	27
4.3 Materiál	28
4.4 Zastoupení druhů podle tolerance k antropogenním vlivům	28
4.5 Index antropogenního ovlivnění společenstev	29
5. Výsledky	31
5.1 Druhové složení a aktivita epigeických brouků.....	31
5.2 Zastoupení druhů podle tolerance k antropogenním vlivům	37
5.3 Index antropogenního ovlivnění společenstev	39
5.4 Dominantní čeledi a druhy na sledovaných biotopech.....	39
6. Diskuse	43
7. Závěr	47
8. Použitá literatura	49

1. Úvod

Zemědělství je definováno jako „praxe, věda a umění pěstování plodin a chovu zvířat na organizovaných farmách“ (Gliessman et al., 1997). Je to nejrozšířenější způsob výroby na světě, na kterém je lidstvo existenčně závislé. Také je to nejrozšířenější způsob využití zemského povrchu, až 36 % slouží zemědělské produkci. Plocha polních kultur zaujímá přibližně 11 %, pastevní plochy jsou mnohem rozšířenější a tvoří 2/3 plochy zemědělské produkce (Boháč, 2007). Na světě existují nejrůznější typy zemědělství s různou intenzitou obhospodařování (Pretty et al., 1998). Během příštích 50 let zemědělské expanze hrozí, že bude ohrožena celosvětová biologická rozmanitost v nebyvalém rozsahu, který může soupeřit s klimatickými změnami ve svém významu k přetrvání biodiverzity (Hole et al., 2005).

V současnosti můžeme rozlišit tři základní kategorie zemědělství vzhledem k jeho intenzitě:

- Zemědělství bez dodatků energie. Je to nejprostší forma, kde se jedná jen o sklizeň divoce rostoucích plodin a pastvu na otevřených plochách.
- Zemědělství s malými dodatky energie. Je zde intenzivnější management. Pěstují se rostliny a chrání od konkurentů člověka (plevelé, škůdci), kvůli zvýšení výnosů.
- Zemědělství s vysokými dodatky energie. Je to nejintenzivnější kategorie s podstatným dodáváním energie a chemikálií, kultivace v monokulturách s intenzivním managementem a má značný vliv na prostředí a biodiverzitu (Boháč et al., 2006).

V České republice bylo zjištěno, že v první vlně kolektivizace v 50. letech 20. století došlo k odstranění velkého množství stromů a keřů. Zvyšování intenzity produkce mělo negativní vliv na biodiverzitu v krajině, ale problémy se dotýkají i samotného zemědělského systému s vlivem na genetickou rozmanitost pěstovaných plodin a chovaných hospodářských zvířat. Vhodným příkladem je snížení počtu tradičních odrůd (Šarapatka & Hejzman, 2004).

Nikde nejsou důsledky snížení biodiverzity více evidentní, než u bezobratlých. Nestabilita agroekosystémů se projevuje jako nárůst problémů s hmyzími škůdci. Je stále více spojena s rozvojem monokultur plodin na úkor

přirozené vegetace, a tím snižuje místní stanovištní rozmanitost (Altieri, 1999). Schmitzberger et al. (2005) tvrdí, že je úzká souvislost mezi mentalitou zemědělců, intenzitou využívání půd a biologickou rozmanitostí.

Diplomová práce byla zaměřena na vliv hospodaření na ekologické farmě v podhůří Šumavy a biodiverzitu na vybraných agroekosystémech. Cíl práce se skládal z jednotlivých dílčích částí:

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

2. Literární rešerše

2.1 Historie ekologického zemědělství

Začátky vzniku ekologického zemědělství ve střední a západní Evropě datujeme do období po první světové válce. V prvních desetiletích 20. století se setkáváme s dokumentovanými údaji, které ukazovaly poškození úrodnosti půdy a změny v agroekosystémech, související s technickou a chemickou intenzifikací (změna půdní struktury, půdní únava, okyselení půd). Znalosti o významu dynamiky uhlíku a význam edafonu pro půdní úrodnost, vedly k znovuoobnovení některých starých a vývoji nových metod hospodaření. Mimo problémy s půdní úrodností byl zjištěn i zvýšený počet škůdců a chorob. Docházelo ke snížení kvality potravin vlivem růstu zprůměrnění. Systémy ekologického zemědělství zdůrazňují od svého začátku způsob hospodaření zemědělců podle přírodních systémů (Šarapatka & Urban, 2003).

2.2 Ekologické zemědělství v České republice

První důležité informace o ekologickém zemědělství byly v Československu publikovány v letech 1985 – 1987. Velká část zemědělských podniků byla zestátněna nebo kolektivizována. Zaměstnanci a správci cítili malou zodpovědnost za obhospodařovanou zemědělskou půdu, za chovaná zvířata a kvalitu potravin. Impulsem pro ekologické zemědělství byla poptávka po zdravé výživě. Praktické základy kontrolovaného ekologického zemědělství v České republice položili v roce 1989 praktičtí zemědělci, kteří reagovali na negativa velkovýroby socialistického zemědělství. Zakládající skupina převzala základní informace ze zahraničí, a to především od organizace IFOAM, z Maďarska a Švýcarska. První ekologicky hospodařící farmy byly založeny v roce 1990 a následoval rychlý rozvoj dalších farem (Šarapatka & Urban, 2005).

2.3 Statistické údaje ekologického zemědělství v ČR

Hodnoty zpracované k 31.12.2012 nám ukazují, že počet ekologických zemědělců se z 3 920 (data z předchozího roku) mírně zvýšil na 3 934. Počet zemědělců hospodařících v ekologickém zemědělství značně narostl od roku jeho vzniku, tedy od roku 1990, kdy se zde nacházely 3 podniky s celkovou výměrou zemědělské půdy 480 ha. Celková výměra farem v roce 2012 byla 488 658 ha, což

představuje podíl 11,46 % z celkové výměry zemědělské půdy České republiky. Výměra orné půdy byla 58 489 ha a výměra trvalých travních porostů činila 407 219 ha (zdroj: www.eagri.cz).

2.4 Agrobiodiverzita

Specifický typ prostředí představují agroekosystémy, pro ně můžeme definovat tzv. zemědělskou biodiverzitu, která se také nazývá agrobiodiverzita. Je to rozmanitost na všech úrovních biologické hierarchie, což znamená od genů po ekosystémy, týkající se výroby potravin a zemědělství. Agrobiodiverzita zahrnuje:

- biodiverzitu zemědělských ekosystémů,
- rostlinné genetické zdroje, které jsou využívány pro výživu a zemědělství,
- živočišné genetické zdroje, které jsou využívány pro výživu a zemědělství,
- genetické zdroje hub a mikroorganismů (Šarapatka & Urban, 2010).

Hlavní vlastností agrobiodiverzity je skutečnost, že je z velké části utvářena a udržována člověkem (Šarapatka & Hejcman, 2004). Zemědělská biodiverzita představuje protipól biodiverzity volně žijících živočichů. Zemědělská biodiverzita se skládá zpravidla ze dvou složek. Do první složky zařazujeme vlastní chované nebo pěstované druhy a jejich genetické modifikace, které si záměrně vybírá zemědělec pro hospodářskou výrobu. Do druhé složky se zařazují přidružené druhy v agrocenózách, do kterých se zařazují plevely, druhy lemových partií agrocenóz, přirozeně se zde vyskytující druhy apod. (Šarapatka & Urban, 2010). Po celá léta ekologové diskutují o tom, že vyšší rozmanitost zvyšuje stabilitu (Altieri, 1999).

V zemědělství biodiverzita zahrnuje škálu organismů v produkčních systémech, které se podílejí na:

- koloběhu živin, dekompozici organické hmoty a udržení úrodnosti půdy,
- regulaci škůdců a chorob,
- opylení,
- udržování a ochraně biotopů s planě rostoucími druhy rostlin a živočichů,
- eroze atd. (Šarapatka & Hejcman, 2004).

2.5 Biodiverzita a zemědělství v ČR

Vysoký podíl zornění činí ze struktury osevních postupů velmi výrazný prvek agrobiodiverzity. Střídání plodin má mnoho výhod, jako je zlepšení využitelnosti vody a živin, zvýšený příjem dusíku, potlačování plevelů, zvýšení mikrobiální aktivity, snížení napadení škůdci a chorobami, příznivý účinek látek pocházejících z rostlinných zbytků (Vrkoč & Urban, 1996).

Skladba rostlin je velmi důležitá pro ekonomické výsledky podniku, důležitější než hnojení a výběr odrůd. Pro zvýšení diverzity agroekosystému a dosažení biologické vyváženosti je důležité využívat meziplodiny, např. jako přerušovače obilných sledů (Boháč et al., 2006).

Širší osevní postupy se obecně nachází častěji u ekologicky hospodařících farem. Pestrost agroekosystému mimo plodin pěstovaných na orné půdě zvyšují i trvalé travní porosty. U původních travních společenstev bývá obvykle zastoupeno výrazně více rostlinných druhů než i v nejsložitějších osevních postupech, proto je význam trvalých travních porostů pro biodiverzitu na zemědělské půdě velmi vysoký (Boháč, 2007).

2.6 Ekologické zemědělství a biodiverzita

Ekologické zemědělství se snaží o větší produkci tzv. „čistých potravin“, o zvyšování kvality krajiny včetně vody, půdy, bioty a estetických hledisek a o minimální vliv na širší okolí. Také by mělo být ekonomicky životaschopné a akceptovatelné pro společnost (Boháč et al., 2006).

K posouzení, jestli má sledovaná farma ekologický charakter, poslouží indikátory diverzity v zemědělství, ke kterým patří zejména:

- počet druhů rostlin používaných v regionu nebo na jednotlivých farmách,
- rozdělení polí na menší části,
- velikost jednotlivých polí,
- velikost a procentuální zastoupení biotopů nevyužívaných pro produkci (meze, stromořadí, atd.),
- frekvence a intenzita vkladů (hnojení, aplikace pesticidů, sklizeň, atd.),
- diverzita nezemědělské vegetace včetně plevelů,

- diverzita doprovodných rostlin,
- počet farem v regionu (Boháč a kol., 2006).

Hlavní roli v ekologickém zemědělství hraje půda, často používáme i termín jako u lidského organismu „zdravá půda“. Mezi indikátory, charakterizující tento stav, zařazujeme parametry, hodnotící mikrobiální aktivitu půdy, která vykazuje v ekologicky obhospodařovaných půdách lepší výsledky, pokud je tento systém uplatňován dostatečně dlouho (Šarapatka & Hejcman, 2004).

Při sledování změn mezi ekologickým a konvenčním zemědělstvím je často studována:

- biologická aktivita,
- struktura půdy,
- půdní organická hmota,
- eroze (Šarapatka & Hejcman, 2004).

Dlouhodobé pokusy potvrzují hypotézu, že způsoby ekologického hospodaření chrání lépe organickou hmotu půdy. Výzkum také ukazuje větší mikrobiální biomasu a větší množství huminových látek. Minimalizace zpracování půdy je důležitým faktorem ochrany organické hmoty v půdě. Významným indikátorem rozložení organické hmoty v půdě je biologická aktivita. Vyšší dávka organické hmoty ve formě organických hnojiv a posklizňových zbytků vytváří dobré životní prostředí pro řízaly a další faunu v půdě (Šarapatka & Urban, 2005).

2.7 Bezobratlí v agroekosystémech

Druhově nejpočetnější a nejvýznamnější skupinou v agroekosystémech jsou bezobratlí živočichové, kterým dominují brouci (*Coleoptera*), dvoukřídlí (*Diptera*), blanokřídlí (*Hymenoptera*) a pavouci (*Aranea*) (Duelli et al., 1990). Velmi významné pro agroekosystém jsou tzv. funkční gildy, do kterých patří druhy dravé a parazitické nebo opylovači. Tyto skupiny jsou v agroekosystémech tvořeny především bezobratlími živočichy, kteří konají významné ekologické služby. Druhy obratlovců a rostlin ekologickým službám přispívají nesrovnatelně méně (Boháč et al., 2007). Holland (2002) uvádí, že na podporu bohatosti bezobratlých se začala vytvářet různá opatření na základě výzkumu. Mezi nejčastější opatření patří

zakládání plevelných a květnatých pásů, ponechání herbicidy neošetřených souvratí a další.

Boháč (1999) uvádí, že zemědělství má negativní vliv na biodiverzitu volně žijících organismů, který je nejvíce patrný na bezobratlých, protože se má za to, že nejcitlivěji reagují na změny a narušení prostředí, citlivěji než rostliny a ptáci.

2.8 Epigeičtí brouci v ekologickém zemědělství

Brouci (*Coleoptera*) jsou v současnosti největším, na zemi známým řádem organismů. I ve fauně České republiky jsou druhově početní a evidujeme 61 000 druhů nalezených brouků na našem území (Hůrka, 1996). Biologie brouků je velice rozmanitá, jelikož dokázali obydlet většinu prostředí mimo moří (Hůrka, 2005).

Pro ekologické zemědělství má význam řada opatření, týkajících se okolní krajiny (Prejty et al., 1998). Je vhodné určité procento půdy zachovat neobdělávané (přírozené), nebo jen zčásti udržované (polopřírozené), jako oblasti pro ekologickou kompenzaci, což napomáhá ochraně biodiverzity. Doporučuje se vytváření biotopů s podporou přírodní sukcese a podporou přírodních procesů (Pickett & Bugg, 1998).

Opatření tohoto charakteru zvyšují abundance většiny bezobratlých až desetkrát, oproti konvenčnímu stavu. Výsadba stromových a keřových pásů, ploty, travnaté pásy, náspy, svahy, stezky a chodníčky jsou významné pro ochranu biodiverzity a pro přežití dalších vzácných druhů v zemědělské krajině (Boháč a kol., 2006). Vyšší hustota v ekologických oblastech oproti konvenčním může být způsobena vynecháním aplikace pesticidů, které negativně ovlivňují faunu epigeických brouků v polích (Purtauf et al., 2005). Dalším negativním vlivem na epigeické brouky je utužení půdy (Boháč et al., 2006).

Pravidelné zpracování půdy a výsadba neustále vrací na obdělávanou půdu nižší stupeň ekologické sukcese. Fyzické narušení půdy způsobené zpracováním a hospodařením, je rozhodujícím faktorem při určování biotické půdní aktivity a druhové rozmanitosti epigeických brouků v agroekosystému. Zpracování půdy obvykle narušuje 15 – 25 cm povrchu půdy (Alitieri, 1999). Skupiny epigeických brouků jsou rozdílně ovlivňovány obděláváním půdy, díky jejich vertikálnímu rozmístění a jejich pohyblivosti (McLaughlin & Mineau, 1995). Nápadný úbytek reliktních druhů a navýšení počtu druhů eurytopních byly zjištěny při studii, která proběhla na Domažlicku (Kejval & Lahoda, 2008).

Kromp (1989) uvádí, že mezi dvě nejčastěji se vyskytující skupiny epigeických brouků lze zařadit čeledi střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*).

2.8.1 Střevlíkovití (*Carabidae*)

Střevlíkovití (*Carabidae*) jsou rozšířenou a druhově početnou skupinou, která obývá prostředí od přirozených ekosystémů po agroekosystémy celého světa (Kromp, 1999). V ČR je známo v současné době 504 druhů střevlíkovitých brouků (Hůrka et al., 1996). Velikost zástupců střevlíků ze střední Evropy se pohybuje v rozmezí 1,6 mm až 40 mm (Hůrka, 2005). U většiny střevlíkovitých je povrch těla dobře sklerotizován. Zbarvení je většinou tmavě hnědé nebo černé, měděné, poměrně časté je mosazné, zelené nebo i kovově modrý lesk (obvykle u druhů s denní aktivitou) těla nebo jeho částí (Hůrka et al., 1996). Jsou nejčastěji štíhlí, dobře běhají, mají silné a dlouhé nohy. Velká část druhů má silně páchnoucí obranné žlázy na zadečku (Hůrka, 2005).

Hůrka (1996) uvádí, že zástupci ČR jsou potravně nesespecializovaní masožravci, kteří loví kořist aktivně nebo vyhledávají uhynulé obratlovce a bezobratlé. Řada druhů je významným regulátorem škodlivé fauny bezobratlých v agrocenózách (Boháč, 1999). Někteří potravní specialisté jsou vázáni např. na housenky motýlů, plicnaté plže, chvostoskoky, drabčíky, žížaly atd. Další druhy jsou všežravé s převahou býložravosti (*Amara*, *Harpalus*) nebo masožravosti. Jsou známé i druhy specializovaných býložravců (*Ophonus*, *Zabrus*) (Hůrka, 1996).

2.8.1.1 Výskyt střevlíkovitých

Naprostá většina druhů střevlíků se pohybuje a žije na povrchu půdy (Boháč et al., 2005). Středoevropské druhy jsou nejčastěji vlhkomilné s noční aktivitou (Hůrka, 1996). Larvy některých rodů (např. *Lebia*) jsou ektoparazité na kuklách a larvách jiného hmyzu (Sharova, 1981).

2.8.1.2 Střevlíkovití na plochách s ekologickým a konvenčním managementem

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 – 81% (Kromp, 1999). Körner (1990) uvádí, že pokles střevlíků je drastický.

Biodiverzita střevlíků na orné půdě má dva hlavní zdroje. Prvním zdrojem je biologická rozmanitost v poli, která je závislá na místě (klima, typ půdy, hydrogeologie a topografie) a na způsobu pěstování plodin (druh, rozmanitost plodin, intenzita pěstování, hnojiva, pesticidy). Druhým zdrojem je závislost mezi polem a neobdělávanými okolními plochami (Kromp, 1999).

Studie ukazují, že kultivace půdy má negativní vliv na hojnost střevlíků. Hloubka zpracování půdy je jedním z hlavních ovlivňujících faktorů. Při porovnání 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 podle velikosti pozemku bylo zjištěno, že malé rozměry sledovaných ploch (několik ha) umožňovaly poměrně rychlou náhradu střevlíků kolonizací od hranic bez ohledu na předchozí plodinu. Naopak ve studiích velkých polí (28 – 400 ha) bylo zjištěno, že zde může být příliš velká vzdálenost na rekolonizaci po změně plodiny (Lövei, 1984). Při zkoumání hojnosti střevlíků na poli v závislosti na hustotě porostu obilovin bylo zjištěno, že s výjimkou *Trechus quadristriatus*, který dal přednost husté vegetaci, se většina populace nacházela na rozhraní husté vegetace a holé půdy, zřejmě v důsledku preference teplého mikroklima. Početnost střevlíků může být také posílena diverzifikací polní vegetace, které dosáhneme např. kombinací dvou plodin (Kromp, 1999).

I přes pravidelné narušování orné půdy si tyto plochy skrývají typickou faunu střevlíků (Thiele, 1977). Kromp (1999) uvádí, že v ekologickém zemědělství ve střední Evropě na více než dvou třetinách sledovaných ploch se nejčastěji vyskytují druhy: *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus affinis* a *Platynus dorsalis*. Druhy nalezené na orné půdě jsou většinou klasifikovány jako eurytopní bez zvláštního zájmu a ochrany přírody, ale při studiích v Německu v ekologickém zemědělství byly nalezeny druhy z německého červeného seznamu (např. *Harpalus zobriedes*, *Amara littorea*). Dále zde bylo zjištěno, že mechanické hubení plevelů nemá negativní účinek na střevlíky (Schnitter, 1994). Při další studii v Německu u ekologicky pěstované pšenice byly na poli nalezeny druhy (např.

Acupalpus interstitialis, *Harpalus albanicus*), které byly předtím hlášeny jen z chráněných suchých luk (Kromp, 1989). Buchs et al. (1997) komplexně studoval vliv aplikace pesticidů a hnojiv na členovce. Odhalil různé typy reakcí, např. *Trechus quadristriatus* nebyl ovlivněn konvenčním pěstováním, protože není aktivní nad zemí po celou dobu insekticidních aplikací na jaře.

Výše uvedené údaje dobře korespondují s poklesem a růstem stejných druhů střevlíků, hlášených v travnatých místech, která byla vystavena velkým dávkám kejdy, častému spásání, intenzitě kosení a odvodňování při intenzifikaci trvalých travních porostů (Luff, 1996). Při studii ve Švýcarsku byl počet druhů stejný na loukách a pastvinách, ale ukázalo se, že pastviny byly více variabilní stanoviště pro střevlíky než posečené louky. Je zřejmé, že brouci byli rušeni pošlapáváním nebo kosením a různé druhy reagují odlišně na způsob rušení (Grandchamp et al., 2005). Tato studie vyvrací tvrzení Luffa (1996), kdy sečení a hnojení mělo pozitivní vliv na druhovou bohatost a počet jedinců. Tento efekt nebyl předpokládán, protože vstupní hnojivo má obvykle negativní účinek na hojnost střevlíků. Nejčastěji vyskytujícími se druhy zde byly *Pterostichus melanarius* a *Poecilus versicolor* (Grandchamp et al., 2005).

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 zaznamenána vyšší stálost osídlení a větší atraktivita ekologických pozemků (Kromp, 1990).

Střevlíkovití, kteří žijí na orné půdě jsou nejprostudovanější z populace střevlíkovitých. Dlouhou dobu se předpokládalo, že neustále narušované biotopy polí jsou obývány všude přítomnými druhy, formovanými jako pozůstatek migrantů ze stepí a lesních druhů. I přes rozdílné klimatické poměry se později zjistilo, že pole jsou obydlena stejnými druhy polních střevlíků. Žádné druhy nejsou spjaty s jednou plodinou (Thiele, 1977). Podle Farkače a Hůrky (2003) nemá většina střevlíkovitých přímou vazbu na určitou strukturu vegetačního krytu, ale hlavně na mikroklimatické podmínky stanoviště, především vlhkost, pH, oslunění a teplo, nadmořskou výšku atd. Na konkrétní stanoviště nemají přímou vazbu eurytopní druhy, které jsou rozšířené na všech územích.

Střevlíkovití jsou vhodnými indikátory biodiverzity (Thiele, 1977). U společenstev střevlíkovitých byl popsán stupeň antropogenního ovlivnění, u člověkem vybraných ovlivněných a neovlivněných ekosystémů (Boháč et al., 2005). Reakce střevlíkovitých byla zjištěna na určité vybrané způsoby hospodaření v kulturní krajině, především na aplikace pesticidů a některých hnojiv, vliv odvodňování krajiny, atd. na společenstva střevlíků (Boháč, 2001).

Mezi nejdůležitější faktory ohrožující střevlíky dle Boháče et al. (2005) patří následující:

1. Likvidace, poškozování či změna biotopů

- Odlesňování stanoviště
- Nahrazení skladby přirozených lesů lesy hospodářského určení
- Kácení stromořadí a starých alejí
- Likvidace biotopů způsobená veškerou výstavbou
- Odvodňování mokřadů
- Zarůstání lesostepních formací a luk, díky tomu mizí středoevropské druhy, které jsou citlivé na změny mikroklimatu a určité druhy vázané na sociální hmyz
- Eutrofizace stanovišť nadměrným hnojením
- Acidifikace půd je způsobena automobilovou dopravou a průmyslovou výrobou

2. Globální civilizační zatížení životního prostředí

- Změny půdních vlastností – eutrofizace, okyselování, depozice populantů
- Změny klimatu, především vlivem na rostlinný kryt.

2.8.2 Drabčíkovití (*Staphylinidae*)

Čeled' drabčíkovitých je jednou z největších skupin brouků, v ČR s počtem okolo 1400 druhů (Boháč et al., 2007). Přibližně polovina druhů drabčíků se nachází v půdě, a tvoří tak jednu z nejčastějších a ekologicky významných složek půdní

fauny. Použití drabčků v bioindikačních studiích je méně obvyklé, ve srovnání s užitím střevlíků a to především díky složitější taxonomii (Boháč, 1999).

Drabčci mají zkrácené krovky, které jim pokrývají část jejich ohebného zadečku. Tělo je oválné a velmi protáhlé. Barva je nažloutlá a může být až do tmava, ostatní barvy červená, modrá a žlutá jsou vzácné. Velikost těla dospělých drabčků se pohybuje v rozmezí 0,5 až 60 mm (Boháč & Kohout, 2011).

Potravní vztahy u drabčků jsou rozmanitější než u střevlíků a slouží jako základ životních forem (Boháč & Matějček, 2003). Značné části druhů drabčků jsou známy jako nespécifiční predátoři. Některé druhy jsou býložravé a živí se organickými zbytky nebo pylem kvetoucích rostlin (Boháč, 1999).

Brouci jsou aktivní hlavně během dne, ale většina drabčků preferuje tmavé nebo zastíněné microbiotopy a život ve stelivu, humusu, kamenech atd. Jejich maximální aktivita je ovlivněna intenzitou osvětlení (Boháč & Matějček, 2003).

2.8.2.1 Společenství drabčků v zemědělských oblastech a vliv managementu

Drabčci jsou, co se týče aktivní činnosti a hojnosti v zemědělských krajinách, druhou nejvýznamnější skupinou z bezobratlých živočichů. Představují asi 19 % všech brouků, pokud jde o počet jedinců. Počet druhů drabčků je často vyšší než u střevlíků (Boháč, 1999). Gudleifsson (2005) provedl studii na výskyt drabčků v severním Islandu na loukách a pastvinách a shoduje se s Boháčem (1999). Byl zde zjištěn vyšší počet jedinců všech nejběžnějších druhů a mírně vyšší počet druhů brouků na pastvinách než na loukách.

Ze studie zabývající se účinky heterogenity stanovišť na výskyt zastupujících druhů drabčků na horských pastvinách vyplynulo, že některé druhy jsou citlivé na vzory reliéfu a výskyt některých druhů se shodoval se vzory jednotlivých režimů pastvy, což znamená citlivost na intenzitu pastvy a druh zvířat (Hofmann & Mason, 2006). Účinky využívání půdy na drabčky ve dvou oblastech s různou intenzitou obhospodařování v Čechách analyzoval Boháč a Fuchs (1994) a Boháč et al. (1995). Jejich výsledky naznačují vyšší druhovou bohatost v oblastech s intenzivnějším vedením, které se také shoduje s větší heterogenitou stanovišť. Obecně platí, že zemědělská opatření mají menší a krátkodobější vliv na populaci drabčků, ve srovnání s jinými faktory, jako je topografie zemědělské krajiny, vlhkost půdy a

změna plodiny (Hofmann et al., 2006). Eschen et al.(2012) uvádí, že vysoká intenzita pastvy může mít nepříznivý vliv na bezobratlé, oproti tomu vysoká vegetace může udržet vyšší hojnost a rozmanitost bezobratlých. Další studie ukazují, že druhová bohatost je ovlivněna různým managementem polí, blízkostí hranice pozemku a ovlivnění okolní krajinou. Do značné míry je populace ovlivněna potravou, což vysvětluje rozdíl při srovnání drabčíchů na ekologických a konvenčních polích (Clough et al., 2007).

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

Drabčící jsou důležitými predátory některých škůdců např. mšic, housenek, drátěných červů a jiných bezobratlých živočichů. Ve střední a západní Evropě je fauna polí ovlivněna okolními biotopy. Obecně platí, že počet druhů drabčíchů je vyšší u kultur pěstovaných několik let po sobě než u jednoletých kultur (Boháč, 1999).

3. Modelové území

Zkoumané území se nachází v horské oblasti v podhůří Šumavy, na části Kašperskohorské vrchoviny, v obci Mačice, kde se nachází sledovaná ekologicky hospodařící Farma Mačl Mačice. Mačice jsou malá vesnice v okrese Klatovy (obr. 1), nacházející se 2 km severně od obce Soběšice, pod kterou také spadají. Výše uvedená ekofarma se zaměřuje především na chov českého strakatého skotu s kombinovanou užitkovostí a dále na chov plemene Aberdeen Angus. Skot má po většinu roku přístup na pastvu. Podnik má v současnosti 240 ha, z toho 100 ha pastvin, 95 ha trvalých travních porostů a 45 ha orné půdy, které obhospodařuje ekologicky, bez použití pesticidů a anorganických hnojiv. Živiny jsou do půdy dodávány aplikací statkových hnojiv. Jsou zde používána jen certifikovaná bioosiva. Veškerá krmiva pro skot si farma vyrábí na svých ekologicky obhospodařovaných pozemcích. Obhospodařované pozemky se nachází v nadmořské výšce od 520 do 700 m.n.m s průměrnou svažitostí 10°. Pozemky jsou na středně těžkých písčito – hlinitých půdách.

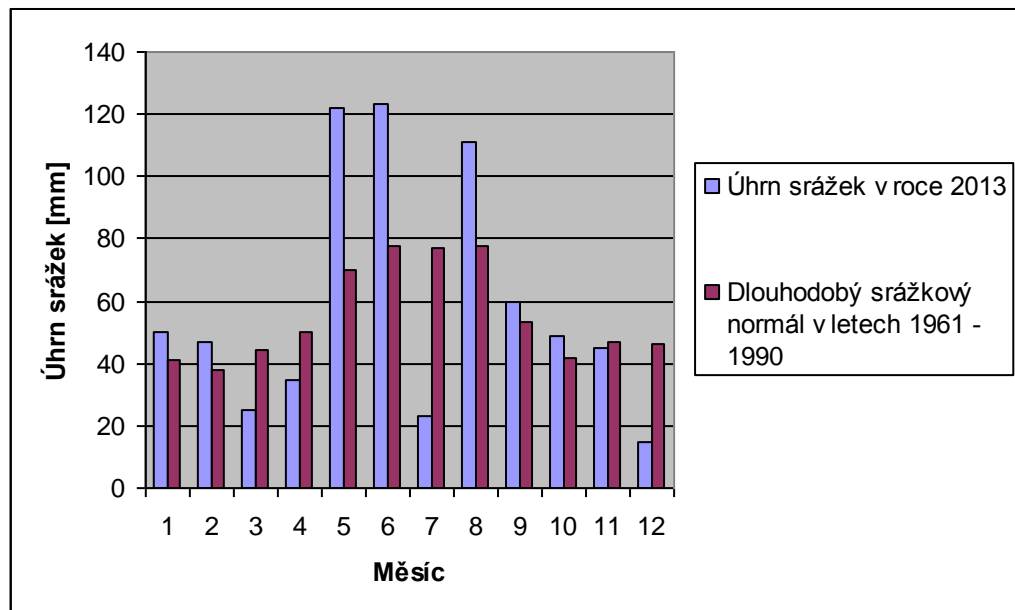
Obrázek 1 - Sledované území Mačice a okolí. Zdroj: <http://mapy.cz/>, cit. 17. 2. 2014, upraveno.



3.1 Klimatické podmínky modelového území

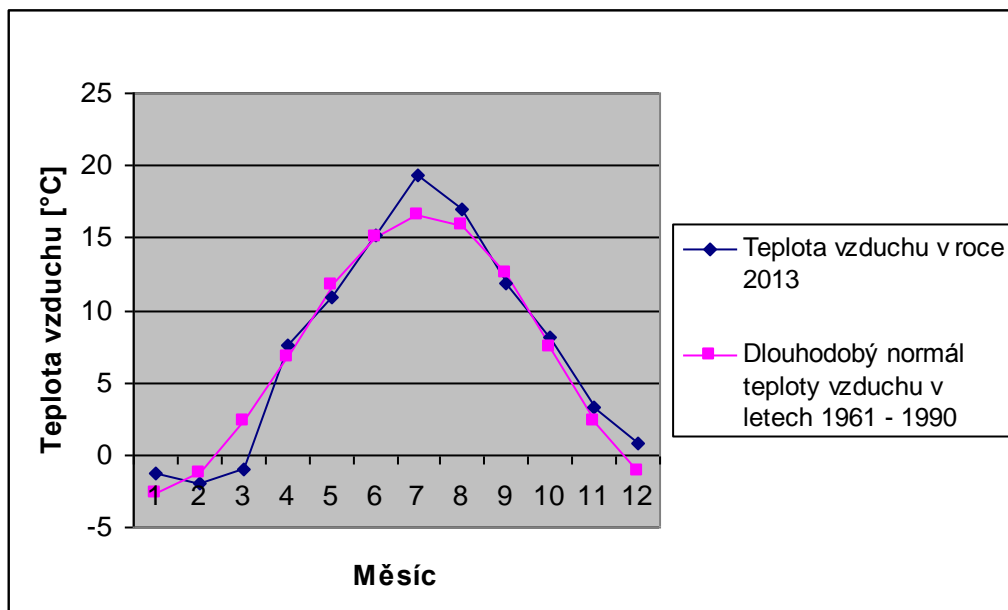
Celkový úhrn srážek v roce 2013 v Plzeňském kraji byl 706 mm. To znamená, že úhrn srážek byl nadprůměrný, oproti rokům 1961 – 1990, kdy bylo naměřeno průměrně 656 mm. Na obrázku 2 můžeme vidět, že měsíce květen, červen a srpen značně překročily průměr, kdy v květnu spadlo 122 mm, v červnu 123 mm a v srpnu 111 mm. Oproti tomu v měsíci červenci a v prosinci byly srážky značně podprůměrné. V červenci spadlo 23 mm a v prosinci 15 mm. Ostatní měsíce se liší jen málo od průměru z let 1961 – 1990.

Obrázek 2 - Úhrn srážek v jednotlivých měsících v Západočeském kraji. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2014, upraveno do grafické podoby.



Průměrná teplota vzduchu v roce 2013 v Západočeském kraji byla 7,5 °C, což je o 0,4 °C více, než je průměr z let 1961 – 1990. Nadprůměrná teplota byla v červenci a v prosinci. V červenci byla naměřena průměrná teplota 19,4 °C, což je o 2,9 °C více než průměr a v prosinci byla zjištěna průměrná teplota 0,8 °C a to je o 1,9 °C více než průměr. Podprůměrná teplota byla naměřena v březnu -1 °C, oproti průměru, který činí 2,3 °C. Na obrázku 3 můžeme vidět, že ostatní měsíce kopírovaly dlouhodobý normál z let 1961 – 1990.

Obrázek 3 - Teploty vzduchu v jednotlivých měsících v Západočeském kraji. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2014, upraveno do grafické podoby.



4. Materiál a metodika

4.1 Popis studovaných lokalit

Pro monitorování a sběr biologického materiálu byly vytipovány 3 lokality s odlišným typem managementu: pole, louka a pastvina.

- **Pole** (obr. 4)

Rozloha pozemku činí 7,76 ha. V rámci osevního postupu jsou zařazovány tyto plodiny: jetelotráva – ozimá pšenice nebo tritikále – jarní ječmen – oves s podsevem. Jako přerušovač obilných sledů je zařazena hořčice bílá, která pozitivně ovlivňuje půdní podmínky. Po ozimé obilovině následuje hnojení kravským hnojem v dávce okolo 30 t.h⁻¹ a po jarní obilovině se aplikuje na pozemky kejda v dávce okolo 35 t.h⁻¹. Po sklizni obilovin a odvozu slámy následuje podmítka, která se opakuje s týdenním odstupem a zároveň se seje meziplodina, dalším krokem je orba. Předseťová příprava se provádí týden před plánovaným osetím.

V roce odběru vzorků bylo pěstováno na zvoleném poli tritikále, které bylo zaseto 27. září 2012. Koncem března roku 2013 byla na vzešlý porost aplikována kejda v množství 25 t.ha⁻¹. Porost obilí byl ošetřen proti plevelům koncem dubna plecími branami. Sklizeň obilí proběhla první týden v srpnu.

- **Louka** (obr. 4)

Rozloha pozemku činí 9,3 ha. Lokalita louka je sečena 3 krát až 4 krát ročně, podle klimatických podmínek. V roce 2013 byla sečena 3 krát. Během jarního, nebo podzimního období je na pozemek každoročně aplikována kejda v dávce 25 t.ha⁻¹. V roce odběru vzorků proběhla aplikace na přelomu března a dubna.

Obrázek 4 – Lokality na mapě a umístění zemních pastí: A – pole s tritikále, B – louka. Zdroj:<http://maps.google.cz/>, cit. 17. 2. 2014, upraveno.



Legenda

- označení lokalit
- umístění pastí

- **Pastvina**

Pastvina se nachází západně od vesnice Mačice (obr. 5) nejbližší farmě. Rozloha pozemku je 12,88 ha. Tato lokalita je jako pastvina využívána po celou dobu pastevního období. Toto období bylo v roce 2013 od 25. dubna do 20. listopadu. Na pastvě se nacházelo průměrně 70 dojnic. Dvakrát ročně jsou posečeny nedopasky v této lokalitě. V sledovaném roce byl termín sečí 10. července a 25. listopadu. Na konci března roku 2013 byla také na pastvinu aplikována kejda v dávce 20 t.h^{-1} .

Obrázek 5 - Pastvina na mapě a umístění zemních pastí.

Zdroj:<http://maps.google.cz/>, cit. 17. 2. 2014, upraveno.



Legenda

- označení lokalit
- umístění pastí

4.2 Metodika odběru vzorků

Pro odchyt epigeických brouků byla použita metoda zemních pastí. Pasti byly umístěny na tři lokality (pole, louka a pastvina). V rámci této práce bylo umístěno na každou lokalitu 5 nádob. Pro sběr byly zvoleny plastové kelímky o objemu 300 ml. Každá past byla vytvořena ze dvou kelímků. První kelímek byl v terénu zakopán trvale (tvořil oporu pasti), druhý kelímek byl zasunut v prvním kelímku a při každém sběru byl vyměněn za nový. Druhý kelímek byl naplněn do výšky 2 cm konzervační kapalinou, která se skládala z vody a Fridexu Stabil v poměru 1:1. Hrdla pastí kopírovala okolní terén (obr. 6), nádoby byly umístěny v řadě s mezerami 5 m. Takto umístěné pasti vytvořily odchyťový pás v délce 25 m (obr. 4 a 5). Pasti byly umístěny od 28. dubna 2013 do 29. září 2013. Po celé sledované období byly pasti vybírány každých 14 dní. Vyjimatelný kelímek byl řádně označen a vyměněn za nový. Celkem se provádělo 11 odběrů a při každém se měl vybrat materiál z 15 pastí (celkem 165 pastí). Za sledované období se ale vybralo jen 150 pastí. Zbýlých 15 pastí bylo poškozeno technikou, zvěří nebo vyplaveno.

Obrázek 6 - A – umístění zemní pasti v lokalitě pastvina, B - umístění zemní pasti v lokalitě pole. *Zdroj: autor.*



4.3 Materiál

Z jednotlivých označených kelímků byl materiál přebrán, vložen do čistých, řádně popsaných plastových kelímků a zalit konzervační kapalinou (Fridex Stabil). Materiál byl determinován a dále vyhodnocen. Byl určen počet druhů, jedinců a vypočteno antropogenní ovlivnění zkoumaných lokalit.

4.4 Zastoupení druhů podle tolerance k antropogenním vlivům

Pro určení 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 exemplářů, druhů jednotlivých skupin, podle tolerance k antropogenním vlivům, byly druhy našich drabčků a střevlíků rozděleny do tří skupin.

- Do první skupiny patří druhy s nejužší ekologickou valencí, které mají v současnosti mnohdy charakter reliktních (u střevlíků R a u drabčků RI). Jsou to druhy biotopů, které jsou nejméně ovlivněny činností člověka. Do skupiny R1 se zařazují ohrožené a vzácné druhy brouků přirozených biotopů.
- Druhou skupinu tvoří druhy adaptabilnější (u střevlíků skupina A, u drabčků 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 skupina je zastoupena eurytopními druhy (skupina E u střevlíků i drabčků). 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.

Z předcházejícího textu je zřejmé, že je různé označení skupin drabčků a střevlíků. Platí následující pravidlo: R1 podle Boháče (1988) = R podle Hůrky et al. (1996), R2 dle Boháče (1988) = A podle Hůrky et al. (1996) a E Hůrky et al. (1996) je totožné ve smyslu používaném Boháčem (1988) se skupinou E.

4.5 Index antropogenního ovlivnění společenstev

Na základě rozdělení drabčků a střevlíků do skupin podle tolerance k antropogenním disturbancím byl vytvořen biotický index, který se nazývá index antropogenního ovlivnění společenstev střevlíků a drabčků (Boháč 1990, 1999). Tento index byl stanoven podle následujícího vzorce:

$$I = 100 - (E + 0,5 * R2)$$

E = frekvence expanzivních druhů (%)

R2 = frekvence reliktních II řádu (%)

Hodnoty indexu antropogenního ovlivnění 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.

Zjištěné výsledky se podrobně dají zatřídit pomocí klasifikační stupnice antropogenního ovlivnění habitatů dle Boháče (1988, 1999), která je rozdělena do 5 tříd:

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

Obsahem této kapitoly je popis druhového složení společenstev epigeických brouků na jednotlivých odchyťových lokalitách. Dále je zde uvedeno zastoupení jednotlivých skupin reliktnů podle tolerance k antropogenním vlivům a vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev.

5.1 Druhové složení a aktivita epigeických brouků

Výsledky nasbíraných brouků uvádí tabulka 1.

Tabulka 1. Přehled druhů a jedinců epigeických brouků zjištěných na studovaných biotopech: pole, louka a pastviny se zařazením do skupin podle antropogenního ovlivnění (R2 – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka). *Zdroj: autor.*

Druh a ekologické zařazení	Lokalita			Celkem
	Pole	Louka	Pastvina	
Čeleď: Carabidae				
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758, E	18	5	13	36
<i>Carabus nemoralis nemoralis</i> O. F. Müller, R2	-	3	-	3
<i>Carabus hortensis hortensis</i> Linnaeus, 1758, R2	-	3	-	3
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1778), R2	-	1	3	4
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775), E	1	1	3	5

<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781), E	2	-	-	2
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798), E	43	13	15	71
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790), E	1	-	-	1
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758), E	42	28	11	81
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824), E	-	1	3	4
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777), E	-	3	-	3
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758), E	-	1	-	1
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787), E	6	4	3	13
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppida, 1763), E	4	-	2	6
<i>Agonum muelleri</i> (Herbst, 1784), E	2	3	-	5
<i>Agonum gracilipes</i> (duftschmid, 1812), E	-	2	-	2
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758), E	-	4	1	5
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774), E, jiná	3	6	5	14
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774), E	2	-	10	12

<i>Panagaeus cruxmajor</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	1	-	1
<i>Harpalus signaticornis</i> (Duftschmid, 1812), E	-	-	1	1
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781), E	3	-	-	3
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758), R2	3	7	2	12
Čeľad': <i>Silphidae</i>				
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1750), E	5	8	-	13
<i>Silpha obscura</i> Linnaeus, 1758, E	2	-	-	2
<i>Oiceoptoma thoracica</i> (Linnaeus, 1761), E	4	-	-	4
<i>Phosphuga atrata</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	1	-	1
<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758), E	3	-	-	3
<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1784, E	-	11	4	15
Čeľad': <i>Leiodidae</i>				
<i>Sciodrepoides watsoni</i> <i>watsoni</i> (Spence, 1815), E	9	-	-	9
<i>Catops corvinus corvinus</i> Kellner, 1846, E	-	-	1	1

Čeled': <i>Staphylinidae</i>				
<i>Omalium caesum</i> Gravenhorst, 1806, E	18	5	7	30
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775), E	8	11	2	21
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832, E	7	2	4	13
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794), E	9	10	8	27
<i>Staphylinus</i> <i>dimidiaticornis</i> Gemminge, 1851, E	-	1	2	3
<i>Tachyporus</i> <i>chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758), E	8	2	2	12
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775), E	11	1	1	13
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806), E	12	4	3	19
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787), E	3	9	25	37
<i>Zyras cognatus</i> (Märkel, 1842), R2	-	-	3	3
<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777), E	-	-	18	18
Čeled': <i>Geotrupidae</i>				
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	-	7	7

Čeled': Scarabaeidae				
<i>Onthophagus ovatus</i> (Linnaeus, 1761), E	-	-	1	1
Čeled': Byrrhidae				
<i>Byrrhus pilula</i> (Linnaeus, 1758), E	-	-	5	5
Čeled': Elateridae				
<i>Agrypnus murinus</i> (Linnaeus, 1758), E	-	7	-	7
<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758), E	6	-	-	6
Čeled': Cantharidae				
<i>Cantharis obscura</i> (Linnaeus, 1758), E	-	3	7	10
Čeled': Nitidulidae				
<i>Meligethes aeneus</i> (Fabricius, 1775), E	12	8	2	22
Čeled': Cryptophagidae				
<i>Atomaria linearis</i> Stephens, 1830, E	-	12	-	12
Čeled': Coccinellidae				
<i>Coccinella septempuncta</i> (Linnaeus, 1758), E	-	5	-	5
Čeled': Chrysomelidae				
<i>Cassida nebulosa</i> Linnaeus, 1758), E	2	-	-	2

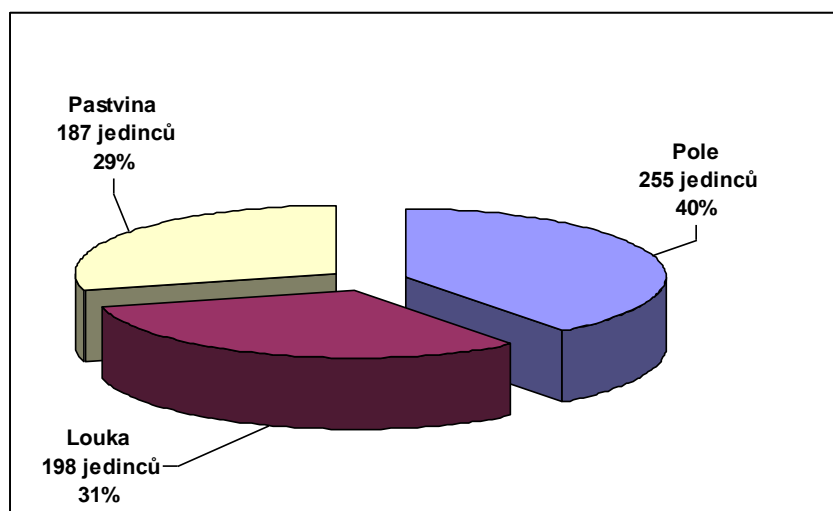
Čeleď: <i>Curculionidae</i>				
<i>Otiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758), E	-	5	11	16
<i>Phyllobius argentatus</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	-	1	1
<i>Sitona cylindricollis</i> (Fisher, 1840), E	6	7	1	14
Celkem	255	198	187	640

Celkový počet nalezených epigeických brouků na všech lokalitách činil 640 jedinců, kteří byli zařazeni do 57 druhů a 14 čeledí. Nejvíce jedinců bylo zjištěno na poli (255 jedinců), (obr. 7). Na druhém místě byla lokalita louka (198 jedinců) a na posledním místě byla pastvina (187 jedinců).

Největší druhová rozmanitost byla na lokalitě louka (36 druhů), následovala ji pastvina (34 druhů) a na posledním místě bylo pole (30 druhů).

Z celkového počtu 640 zjištěných jedinců je necelá polovina (288 jedinců) z čeledi *Carabidae*. Na druhém místě je čeleď *Staphylinidae* (196 jedinců). Ostatní čeledi jsou v rozmezí od 1 až 38 jedinců.

Obrázek 7 - Počet zjištěných jedinců a procentuální zastoupení na biotopech. *Zdroj: autor.*



Na obrázku 7 můžeme vidět, že nejvíce jedinců se nacházelo v lokalitě pole (40% jedinců), následovala louka (31% jedinců) a na posledním místě byla pastvina (29% jedinců).

Z tabulky 1 je zřejmé, že druhově nejhojnější čeledí je čeleď *Carabidae*, která se nejčastěji vyskytuje ve všech lokalitách a největší zastoupení měla na louce s počtem 17 druhů. Druhou nejčastěji se vyskytující čeledí je čeleď *Staphylinidae*, která má největší zastoupení na pastvině s počtem 11 druhů. Zastoupení dalších druhů čeledí bylo nízké a dosahovalo maximálně 4 druhů u čeledi *Silphidae*, která se umístila na třetím místě. Zastoupení čeledí bylo velice vyrovnané. Největší počet čeledí 10 byl na pastvině, následovala louka (9 čeledí) a pole (8 čeledí).

5.2 Zastoupení druhů podle tolerance k antropogenním vlivům

Zastoupení druhů jednotlivých skupin podle tolerance k antropogenním vlivům bylo vyhodnoceno u střevlíkovitých druhů podle Hůrky et al. (1996) a u druhů ostatních podle Boháče (1990, 1999, 2003). Počty druhů a jedinců jednotlivých skupin v závislosti na lokalitě jsou znázorněny v tabulce 2.

Tabulka 2 - Zastoupení druhů a jedinců podle tolerance k antropogenním vlivům na sledovaných lokalitách. *Zdroj: autor.*

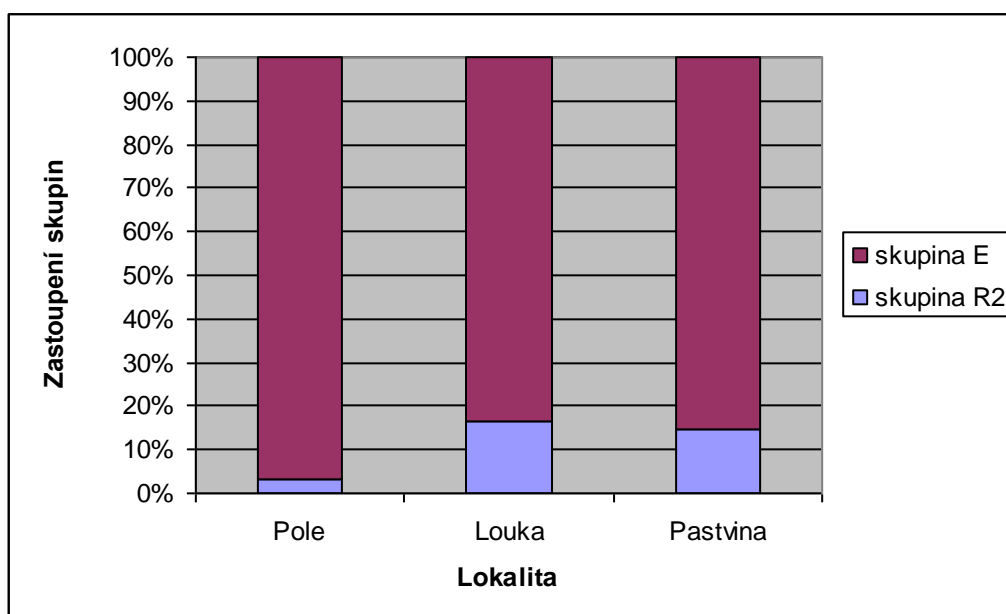
	Pole	Louka	Pastvina
Σ druhů	30	36	34
R1	-	-	-
R2	1	6	5
E	29	30	29
Σ jedinců	255	198	187
R1	-	-	-
R2	3	16	16
E	252	182	171

Z tabulky 2 je zřejmé, že ani na jedné lokalitě se nevyskytuje skupina R1. Do této skupiny patří ohrožené a vzácné druhy brouků, které se vyskytují jen v přirozených biotopech. Díky tomu, že všechny sledované lokality jsou značně ovlivněny člověkem, nulový nález skupiny R1 prokazuje správné znalosti o této skupině.

Skupiny R2 a E se vyskytovaly ve všech lokalitách. Antropogenní ovlivnění se zde značně projevilo tím, že skupina R2 byla podstatně méně zastoupena, než skupina E. Jediný druh se 3 jedinci ze skupiny R2 se objevil na poli, které je nejméně intenzivněji obhospodařované ze všech zemědělských sledovaných ploch. Oproti tomu největší počet 6 druhů (16 jedinců) skupiny R2 se nacházel na louce.

Nejvíce zastoupená skupina, v počtu druhů i jedinců, byla skupina E (obr. 8). Největší počet druhů této skupiny byl zjištěn na louce s počtem 30 druhů, což bylo jen o 1 druh více než na louce a pastvině.

Obrázek 8 - Procentuální zastoupení druhů s různou citlivostí k antropogenním vlivům na jednotlivých lokalitách. *Zdroj: autor.*



5.3 Index antropogenního ovlivnění společenstev

Index antropogenního ovlivnění se bude počítat dle vzorce:

$I = 100 - (E + 0,5 \cdot R_2)$. Index se počítá pro všechny lokality a hodnoty jsou zapsány do tabulky 3.

Tabulka 3 - Index antropogenního ovlivnění epigeických brouků na sledovaných lokalitách. Zdroj: autor.

Lokalita	Index antropogenního ovlivnění [%]	Stupeň ovlivnění dle Boháče (1990, 1999)
Pole	1,67	Velmi silně ovlivněné
Louka	8,34	Velmi silně ovlivněné
Pastvina	7,36	Velmi silně ovlivněné

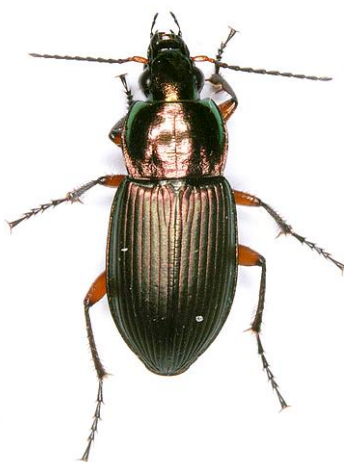
Sledované lokality jsou velmi silně ovlivněné člověkem. Nejmarkantnější ovlivnění bylo zjištěno na poli (tab. 3). Naproti tomu nejlépe vyšlo stanoviště louka, ale i tak je zde ovlivnění velmi vysoké.

5.4 Dominantní čeledi a druhy na sledovaných biotopech

Početně i druhově nejpočetnější čeledí na všech třech sledovaných biotopech byla čeleď střevlíkovití (*Carabidae*), následovali drabčíkovití (*Staphylinidae*), mrchožroutovití (*Silphidae*) a nosatcovití (*Curculionidae*). Od ostatních čeledí se vyskytovaly nejvíce dva druhy.

Nejčastěji zastoupeným druhem byl střevlík *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1756) (obr. 9) na všech sledovaných lokalitách (81 jedinců). Největší hojnost byla zjištěna na poli (42 jedinců) a na louce (28 jedinců). Je to od 9,6 - 14 mm velký, variabilní zástupce rodu. Tento střevlíček měděný je nejběžnější eurytopní druh spíše nezastíněných stanovišť stepí, ruderálů, polí, luk i břehů vod. Vyskytuje se od nížin do hor (Hůrka, 2005).

Obrázek 9 - *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1756), Zdroj: Josef Dvořák (www.biolib.cz).



Druhým nejvíce zastoupeným druhem byl střevlík *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798)(obr. 10) na všech sledovaných lokalitách (71 jedinců). Největší hojnost byla zjištěna na biotopu pole (43 jedinců). Tento eurytopní druh je 12-20 mm velký, černě lesklý střevlík. V ČR a SR je to obecný druh polí, zahrad, luk i lesů, od nížin po hory. Je významným predátorem v zemědělských porostech (Hůrka, 1996).

Obrázek 10 - *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), Zdroj: Josef Dvořák (www.biolib.cz).



Třetím nejčastěji se vyskytujícím druhem (37 jedinců) na všech lokalitách byl drabčík *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1987)(obr. 11). Největší zastoupení tohoto eurytopního druhu bylo na pastvině (25 jedinců). Je 4,0 - 4,8 mm velký, štíhlý, hnědočervený, hlavu a příčnou pásku na zadečku má tmavě hnědé. Patří k velmi hojným drabčíkům, vyskytujícím se pod kameny, spadáním listím, mechům, často v blízkosti mravenců (Hůrka, 2005).

Obrázek 11 - *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1987), Zdroj: Tom Murray (<http://www.pbase.com>).



Harpalus latus (Linnaeus, 1758)(obr. 12) je nejčastěji se vyskytující reliktní druh R2 (12 jedinců), patřící do čeledi střevlíkovití. Je 8,0 - 10,2 mm velký, černý, lesklý (samec) nebo matný (samice). Jedná se o druh s postranním okrajem štítu červeně prosvítajícím a žlutočervenými přívěsky. Největší výskyt byl zjištěn na biotopu louka (7 jedinců). V ČR a SR žije na polosuchých až vlhkých stanovištích, nejčastěji v podhůří (Hůrka, 1996).

Obrázek 12 - *Harpalus latus* (Linnaeus, 1758), Zdroj: Miroslav Fiala (www.biolib.cz).



6. Diskuse

Obsahem diplomové práce bylo vysledování dopadu vlivu hospodaření farmy v režimu ekologického zemědělství v podhůří Šumavy na biodiverzitu ve vybraných agroekosystémech (pole, louka, pastvina). Celkem bylo na všech vytipovaných stanovištích odchyceno a determinováno 640 jedinců. Množství biologického materiálu mohlo být ovlivněno počasím v době probíhajícího sledování. Pozitivním faktorem, který zvyšoval aktivitu brouků, mohla být nadprůměrná teplota v červenci. Naopak negativně se mohlo projevit v odchycích nadprůměrné množství srážek, které spadlo v době od května do srpna. Následkem nadprůměrných úhrnů srážek bylo vyplavení 11 pastí s biologickým materiálem.

Celkem byli odchyceni jedinci 57 druhů epigeických brouků. I přes to, že veškeré pozemky, na kterých byly umístěny pasti, byly obhospodařované v režimu ekologického zemědělství, bylo 48 druhů eurytopních a jen 9 druhů patřilo do skupiny reliktních R2. Na žádném stanovišti nebyl nalezen druh ze skupiny reliktních R1. Na všech sledovaných lokalitách je patrný vliv člověka, tuto skutečnost a výskyt jednotlivých skupin lze najít v práci např. Boháče (1999) a Hůrky (1996), kteří zařadili epigeické brouky podle jejich vztahu k přirozenosti biotopu. Možnou příčinou malého výskytu reliktních druhů může být skutečnost, že pozemky jsou obhospodařované v režimu ekologického zemědělství teprve třetím rokem. Šarapatka & Hejcman (2004) uvádějí, že kladného efektu extenzivního hospodaření na zvýšení biodiverzity lze dosáhnout v delším časovém horizontu. Převaha eurotypních druhů se shoduje s výsledky studie na Domažlicku, kterou provedli Kejval & Lahoda (2008). Tito autoři zjistili nápadnou převahu eurytopních druhů nad reliktními druhy.

Nejmenší počet reliktních druhů R2 (1 druh se 3 jedinci) byl zjištěn na lokalitě pole. Toto může být způsobeno pravidelným zpracováním půdy s následným osetím, které neustále vrací obdělávanou půdu na nižší stupeň sukcese a tím negativně ovlivňuje reliktní druhy. Studie, které se zabývaly touto problematikou např. (Alitieri, 1999; McLaughlin & Mineau, 1995; Kromp, 1999). Oproti tomu nejvyšší počet všech druhů (36 druhů) i nejvyšší počet reliktních druhů R2 (6 druhů) byl odchycen na louce. Toto zjištění se shoduje s výsledky studie Boháče & Kohouta (2011), kteří uvádí, že ve stabilních biotopech se většinou nachází vyšší počet druhů než v biotopech, které často ovlivňují abiotické podmínky. Louka byla ovlivněna člověkem nejméně ze všech sledovaných lokalit.

Velké množství autorů (např.: Boháč, 1999; Grandchamp et al., 2005; Hůrka, 2005; Krooss & Schafer, 1998) tvrdí, že druhově nejpočetnější čeledi jsou střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Toto se shoduje i s výsledky zjištěnými v této diplomové práci (dominantní čeleď střevlíkovití - 288 jedinců, 23 druhů, na druhém místě se umístila čeleď drabčíkovití - 196 jedinců, 11 druhů). Boháč (1999) a Gudleifsson (2005) uvádí, že drabčíci mohou aktivitou a početností převyšovat střevlíky. Abundance drabčíků může být v některých typech biotopů až 15 krát vyšší než abundance střevlíků. Toto tvrzení se v této práci nepotvrdilo. Naopak počet střevlíků byl 1,5 krát vyšší než počet drabčíků. Možným vysvětlením je způsob získávání biologického materiálu, metoda odchytu zemních pastí není příliš vhodná pro odchyt drabčíků, ale spíše pro odchyt větších a těžších druhů brouků (Boháč, 1999).

Döring & Kromp (2003) uvádí, že v průměru o 34 % více druhů se vyskytuje v agroekosystému obhospodařovaném ekologickým způsobem, oproti konvenčnímu způsobu hospodaření. V mé práci se mi toto tvrzení nepovedlo prokázat. Nejvíce patrný by měl být rozdíl u druhu *Carabus auratus* (Döring & Kromp, 2003). Tento druh se ale v mém výzkumu vůbec nevyskytl. Dalšími druhy, na jejichž početnost má značný vliv ekologické zemědělství, jsou *Harpalus affinis* a druhy z rodu *Amara*. Tyto druhy se na sledovaných biotopech vyskytovaly v malém počtu: *Harpalus affinis* (3 jedinci) a *Amara aenea* (14 jedinců).

Provedený výzkum ve Švýcarsku zjistil, že počet druhů epigeických brouků na loukách a pastvinách byl stejný (Grandchamp et al., 2005). K podobnému zjištění jsem došel i v mé práci. Nejvíce druhů se mi podařilo odchytit na louce (36 druhů) a na pastvině (34 druhů).

Kromp (1999) uvádí, že mezi nejčastěji se vyskytujícími druhy z čeledi střevlíkovitých na ekologicky obhospodařovaných plochách ve střední Evropě patří: *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus affinis* a *Platinum dorsalis*. S tímto tvrzením souhlasím jen částečně. V mé práci nejčastěji se vyskytujícími druhy z čeledi střevlíkovitých na sledovaných plochách byly: *Poecilus cupreus* (81 jedinců), *Pterostichus melanarius* (71 jedinců) a *Harpalus affinis* (3 jedinci). Druhy *Harpalus rufipes* a *Platinum dorsalis* se na sledovaných biotopech nevyskytovaly.

V Německu na sledovaných plochách, konkrétně na zoraném poli, silně převažoval *Trechus quadristriatus*. V mé práci se s tímto tvrzením neshodují, protože na poli byli nalezeni jen 2 jedinci. Grandchamp et al. (2005) uvádí, že brouci reagují odlišně na jednotlivý management (sečení, pošlapávání, aplikace statkových hnojiv). Při zkoumání luk a pastvin došel k závěru, že nejčastěji se vyskytujícími druhy střevlíků na zmiňovaných stanovištích jsou *Pterostichus melanarius* a *Poecilus versicolor*. U druhu *Pterostichus melanarius* (15 jedinců) se mi toto tvrzení potvrdilo, ale druh *Poecilus versicolor* se vyskytoval jen výjimečně (3 jedinci).

Mezi nejčastěji se vyskytující druhy drabčků na orné půdě zařadil Kross (1998): *Tachyporus hypnorum*, *Oxytelus inustus*, *Lesteva longelyrata*, *Philonthus fuscipenni*. Toto tvrzení se mi nepotvrdilo. Na sledovaných plochách byl nalezen *Tachyporus hypnorum* (13 jedinců) a ostatní druhy se zde nevyskytovaly. Nižší počet drabčků si vysvětluji tvrzením Boháče (1999), který říká, že počet druhů je vyšší u kultur pěstovaných několik let po sobě, než u jednoletých kultur.

Nejčastěji se vyskytujícími druhy v mé práci jsou *Poecilus cupreus* (81 jedinců) a *Pterostichus melanarius* (71 jedinců). Tyto expanzivní druhy byly zjištěny v hojném počtu při studiích v celé Evropě (Grandchamp et al., 2005; Irmeler, 2003; Kromp, 1999). Třetím nejčastěji se vyskytujícím druhem byl *Drusilla canaliculata* (37 jedinců), který patří k hojným druhům drabčků. Nejčastěji se tento druh vyskytoval na biotopu pastvina (25 jedinců). Hůrka (2005) uvádí, že se jedná o druh žijící často v blízkosti mravenců. Díky tomuto tvrzení předpokládám, že se nedaleko pastí umístěných na pastvině nacházelo mraveniště, čímž mohly být ovlivněny výsledky daného biotopu.

Nejčastěji se vyskytujícím reliktním druhem R2 byl *Harpalus latus* (12 jedinců), který byl nejhojnější na biotopu louka (7 jedinců). Podle mého názoru je tento výskyt způsoben nejmenším působením negativních vlivů a nejsou zde patrné následky předchozího konvenčního způsobu hospodaření, jelikož i před přechodem na ekologický management byla louka 3-4 krát ročně sečena a živiny dodávány jen ve formě statkových hnojiv. Dále si myslím, že může být biodiverzita na louce pozitivně ovlivněna nedalekými přirozenými biotopy (les, remízky), kdy vycházím z tvrzení Daubera et al. (2010), že epigeičtí brouci jsou významně ovlivněni okolní krajinou.

Výsledky, ke kterým jsem došel v mém výzkumu, se často neshodovaly s výsledky z jiných studií, v nichž se autoři zabývali biodiverzitou na ekologických farmách. Tento fakt je pravděpodobně způsoben tím, že příkladová farma přešla do režimu ekologického zemědělství před 3 roky (u ostatních studií se prováděl výzkum na farmách, které byly v režimu ekologického zemědělství delší časový úsek). Dále se sběr biologického materiálu uskutečnil pouze po dobu jedné sezóny, na rozdíl od jiných studií. Je tedy pravděpodobné, že při opakovaných odběrech po více sezón, by mohlo být dosaženo rozdílných výsledků (především v závislosti na počasí a populačních cyklech střevlíkovitých a drabčíkovitých mají značný vliv na aktivitu epigeických brouků) (Rainio & Niemela, 2003). Z výše uvedených výsledků je patrné, že se na sledovaných biotopech nevyskytovaly ohrožené druhy epigeických brouků či druhy brouků ubývající v zemědělské krajině. V mém případě jsem tedy nezjistil průkazný vliv ekologického hospodaření na společenstva epigeických brouků.

7. Závěr

V diplomové práci jsem se zabýval vlivem hospodaření ekologické farmy v podhůří Šumavy na biodiverzitu. Studii jsem provedl na třech biotopech s různým managementem: pole oseté tritikále, louka a pastvina na farmě v Mačicích. Pro sběr epigeických brouků byla použita metoda zemních pastí. Materiál byl sbírán ve čtrnácti denních intervalech v období od 28. dubna 2013 do 29. září 2013. Celkově bylo na všech biotopech odchyceno a determinováno 640 jedinců, kteří byli zařazeni do 57 druhů a 14 čeledí.

Nejvíce druhově zastoupenou čeledí na všech biotopech byla čeleď střevlíkovití (*Carabidae*) s počtem 23 druhů, následovala čeleď drabčíkovití (*Staphylinidae*) (11 druhů) a čeleď mrchožroutovití (*Silphidae*) (6 druhů).

Nejvyšší druhová rozmanitost a druhý nejvyšší výskyt jedinců byl zjištěn na biotopu louka s 36 druhy a 198 jedinci (31 % celkových odchycených exemplářů). Dalším biotopem s hojným výskytem byla pastvina s 34 druhy s 187 jedinci (29 % celkových odchycených exemplářů). Na biotopu pole byla nejmenší druhová rozmanitost (30 druhů), ale byl zde nejvyšší počet exemplářů (255 jedinců), což představuje 40 % ze všech odchycených jedinců.

Na všech stanovištích převažovaly eurytopní druhy (48 druhů), které nemají zvláštní požadavky na kvalitu a charakter prostředí. Ze skupiny reliktních R2, které obývají biotopy středně ovlivněné člověkem, bylo odchyceno na všech lokalitách jen 9 druhů. Zástupci ze skupiny reliktních R1 se nevyskytovali na žádném ze sledovaných biotopů. Nejvyšší počet zástupců ze skupiny R2 (16 jedinců z 6 druhů) byl nalezen na biotopu louka, což svědčí o tom, že je tento biotop nejméně ovlivňován člověkem. Oproti tomu nejnižší výskyt skupiny R2 byl nalezen na poli (3 jedinci z 1 druhu), což svědčí o největším ovlivnění člověkem.

V závislosti procentuelně vyjádřeného množství expanzivních druhů vůči reliktním, byl na jednotlivých biotopech vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev. Nejvyšších hodnot indexu antropogenního ovlivnění bylo dosaženo na biotopu louka 8,34 %. Na biotopu pastvina bylo dosaženo podobné hodnoty jako na biotopu louka a sice 7,36 %. Nejnižších hodnot bylo dosaženo na biotopu pole, kde ISD činil 1,67 %. Z vypočtených hodnot ISD bylo zjištěno, že všechny sledované

biotopy jsou velmi silně ovlivněny člověkem a nejmarkantnější je ovlivnění na biotopu pole.

Na závěr lze tedy říci, že způsob obhospodařování jednotlivých druhů lokalit nemá zásadní vliv na druhovou biodiverzitu epigeických brouků. Na biotopech louka a pastvina byla zjištěna mírně zvýšená biodiverzita brouků oproti biotopu pole. Management má ale značný vliv na zastoupení jednotlivých skupin (R2 a E) podle tolerance k antropogenním vlivům. Tato skutečnost vyplývá z dosažených výsledků, kdy jedinci ze skupiny reliktních R2 jsou na biotopu pole zastoupeni pouze 3,5 %, na pastvině 17,2 % a na louce 17,6 %. Jelikož se na sledovaných biotopech nevyskytovaly žádné ohrožené druhy epigeických brouků ani druhy brouků ubývající v zemědělské krajině, lze na závěr konstatovat, že ekologický způsob hospodaření v mém případě neměl pozitivní vliv na biodiverzitu.

8. Použitá literatura

- ALTIERI, A. M. (1999) : The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol. 74, p. 19 – 31.
- 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., KUBES, J., FUCHS, R. & CURNOVA, A. (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). - *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 20, p. 57-69.
- BOHÁČ, J. & MATĚJÍČEK, J. (2003): Katalog brouků Prahy – drabčíkovití – Staphylinidae, svazek IV, Clarion Production, 256 p.
- BOHÁČ J., FROUZ, J. & SYROVÁTKA, O. (2005): Carabids and staphylinids in drained and seminatural peat meadows in southern Bohemia. - *Ekologia (Bratislava)*, Vol. 24, p. 292–303.
- BOHÁČ, J., MOUDRÝ, J., DESETOVÁ, L. (2006): Biodiverzita a zemědělství. *Biodiversity and Agriculture*. Vol. 41, No. 1, p. 24-29.
- BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., ROUS, R. (2007): Check-list of staphylinid Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, Vol. 56, p. 227-276.
- BOHÁČ, J. (2007): Kapitola z připravované knihy „Půdní biologie“. *Půdní zoologie – dravý hmyz, Brouci (Coleoptera): Střevlíkovití (Carabidae) a drabčíkovití (Staphylinidae)*, 24 p.

- BOHÁČ, J., KOHOUT, P. (2011): Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin – půdní a epigeičtí brouci. *Acta Pruhoniana* 97, p. 85-96.
- BUCHS, W., HARENBERG, A. & ZIMMERMANN J. (1997) The invertebrate ecology of farmland as a mirror of the intensity of the impact of man? An approach to interpreting results of field experiments carried out in different crop management intensities of a sugar beet and an oil seed rape rotation including set-aside. *Biological Agriculture & Horticulture*, Vol.15, p. 83-107.
- CLOUGH, Y., KRUESS, A. & TSCHARNTE T. (2007) Organic versus conventional arable farming systems: Functional grouping helps understand staphylinid response, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 118, p. 285–290.
- DAUBER, J., JONES, M.B., STOUT, J.C. (2010): The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. *GCB Bioenergy*, Vol. 2, p. 289 - 309.
- DUELLI, P., STUDER, M., MARCHAND, I., JAKOB, S. (1990): Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological conservation*. Vol. 54, No. 3, p. 193-207.
- DÖRING, 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 Environment*, Vol. 98, p. 153-161.
- ESCHEN, R., BROOK, J.A., MACZEY, N., BRADBURY, A., MAYO, A., WATTS, P., BUCKINGHAM, D., WHEELER, K., WILL, P.J. (2012): Effects of reduced grazing intensity on pasture vegetation and invertebrates *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 151, p. 53– 60
- FARKAČ, J., HŮRKA, K. (2003): Hodnocení biotopů na základě zjištění prevalence 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.
- GLIESSMAN, S., GLIESSMAN, R., ENGLES, E., KRIEGER, R. (1997): *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Chelsea : Sleeping Bears Press. 357 p., ISBN 1-57504-043-3

- GRANDCHAMP, A-C., BERGAMINI, A., STOPER, S., NEMELA, J., DUELLI, P., SCHEIDEGGER, Ch. (2005): The influence of grassland management on ground beetles (Carabidae, Coleoptera) in Swiss montane meadows., Agriculture, Ecosystem and Environment, Vol. 110, p. 307 – 317.
- GUDLEIFSSON, B., E.(2005): Beetle species (Coleoptera) 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 p.
- HOLE, D.G., PERKINS, A.J., WILSON, J.D., ALEXANDER, I.H., GRICE, P.V., EVANS A.D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? Biological conservation, Vol. 122, p. 113 – 130.
- HOFMANN T.L. & MASON C.F. (2006): Importance of management on the distribution and abundance of Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) on coastal grazing marshes, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 114, p. 397–406
- HŮRKA, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republic. Kaňourek, Zlín, p.565.
- HŮRKA, K., VESELÝ, P. & FARKAČ, J. (1996): Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. Klapalekiana, Vol. 32, p.15-26.
- HŮRKA, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Zlín: Nakladatelství Kabourek, 390 p. ISBN 80-86447-04-9.
- IRMLER, U. (2003): The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswing – Holstein) and their value as ecological indicators. Agriculture, Ecosystem and Environment, Vol. 98, p.141-151.
- KEJVAL, Z., LAHODA, J. (2008): Střevlíkovití brouci (*Coleoptera: Carabidae*) okresu Domažlice. 1. vyd. Plzeň: Západočeské muzeum, 51 p., 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. 375–496.
- KROMP, B. (1989): Carabid beetle communities (*Carabidae*, *Coleoptera*) in biologically, and conventionally farmed agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 27, p. 241–251.
- KROMP, B. (1990): Carabid beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potato fields. *Biol Fertil Soils* 9, p.182–187.
- KROMP, B. (1999): Carabids beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol. 74, p. 187-228.
- 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. 121-133.
- LOVEI, G.L. (1984): Ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) in two types of maize fields in Hungary. *Pedobiologia*, Vol. 26, p. 57–64.
- LUFF, M.L. (1996): Use of carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. *Ann. Zool. Temnici*, Vol. 33, p.185–195.
- McLAUGHLIN, A. & P. MINEAU (1995): The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol. 55, p. 201 – 2012.
- PICKETT, C. & BUGG L. (1998): Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. 1. vyd. Berkeley: Ministerstvo zemědělství ČR, 422 p. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 05-202-1362-9.
- PRETTY, J., ENGLER, E., KRIEGER, R. (1998): *The living land: agriculture, food and community regeneration in rural Europe*. 1st pub. London: Ann Arbor Press, xii, 324 p. ISBN 18-538-3516-1.
- PURTAUF, T., ROSCHEWITZ, I., DAUBER, J., THIES, C., TSCHARNTKE, T., WOLTERS, V. (2005): Landscape context of organic and conventional farms:

- Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol. 108, p. 165 – 174.
- RAINIO, J. & NIEMELA, J. (2003): Ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) as bioindicator, *Biodiversity and Conservation*. Vol. 12, Number 3, p. 487- 506.
- SHAROVA I.Ch. (1981): Life forms of Carabids. – Nauka, Moskva., 359 p.
- SCHMITZBERGER, I., WRBKA, TH., STEURER, B., ASCHENBRENNER, G., PETERSEIL, J., ZECHMEISTER, H.G. (2005): How farming styles influence biodiversity maintenance in Austria agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol. 108, p. 274 - 290.
- ŠARAPATKA, B. & J. URBAN (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. 48.
- ŠARAPATKA, B. & J. URBAN (2005): *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi*. 1. vyd. Šumperk: PRO-BIO, 334 p. ISBN 80-903-5830-6.
- ŠARAPATKA, B. & J. URBAN (2010): *Ekologické zemědělství: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. 1. vyd. Olomouc: Bioinstitut, 440 p. 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.
- VRKOČ, F. & J. URBAN (1996): *Restrukturalizace a extenzifikace rostlinné výroby: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 440 p. *Metodiky pro zemědělskou praxi*. ISBN 80-851-2072-0.

Zdroje dostupné online:

Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2014-02-15]. Historická data.

Dostupné z:

http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data&last=false

Maps.google.cz [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://maps.google.cz>

Mapy.cz [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://mapy.cz>.

Ministerstvo zemědělství [online]. [cit. 2014-01-15]. Statistické údaje ekologického zemědělství. Dostupné z:

[http://eagri.cz/public/web/mze/vyhledavani/index\\$41111.html?query=statistick%C3%A9+%C3%BA+daje+ekologick%C3%A9+ho+zem%C4%9Bd%C4%9B+stv%C3%AD&segments=eagri](http://eagri.cz/public/web/mze/vyhledavani/index$41111.html?query=statistick%C3%A9+%C3%BA+daje+ekologick%C3%A9+ho+zem%C4%9Bd%C4%9B+stv%C3%AD&segments=eagri).