

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



Mimoprodukční biotopy, sklizeň a polní střevlíci

Non-crop habitats, harvest and ground beetles inhabiting arable fields

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalant: Miroslav Seidl

Vedoucí práce: Ing. Michal Knapp, Ph.D.

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Seidl Miroslav

Aplikovaná ekologie

Název práce

Mimoprodukční biotopy, sklizeň a polní střevlíci

Anglický název

Non-crop habitats, harvest and ground beetles inhabiting arable fields

Cíle práce

Cílem práce bude vypracovat stručnou literární rešerši na téma vlivu rozhraní mezi poli a neprodukčními biotopy na společenstva střevlíků. Důraz bude kladen na změnu druhového složení společenstev v čase, v důsledku velkoplošných disturbancí. Součástí práce bude i terénní experiment zkoumající danou problematiku v modelovém území Sedlčanska.

Metodika

Literární rešerše bude sepsána na základě vědeckých článků nalezených na Web of Science. Terénní experiment bude probíhat na dvou sousedících polích (lišících se pěstovanou plodinou) ležících na Sedlčansku nedaleko Vysokého Chlumce. Na každém poli budou založeny dva transekty zemních pastí (pasti ve vzdálenosti -20 m; -10 m; 3 m; 0 m; 3 m; 10 m; 20 m od hranice pole a přilehlého lesnatého biotopu). Pasti budou exponovány opakovaně (před a po sklizni). Vzorky budou následně roztrženy v laboratoři FŽP (MCEV) a všichni střevlíci budou určeni do druhů. Vliv vzdálenosti od hranice pole a přilehlého lesnatého biotopu a sklizně na zaznamenaný počet druhů a počet jedinců bude analyzován pomocí GLMM. Vlivy na druhové složení společenstev střevlíků budou analyzovány pomocí ordinačních analýz v programu CANOCO.

Harmonogram zpracování

březen až červen 2013 - shromáždění literatury pro literární rešerši; červen až srpen 2013 - sběr dat v terénu; září až prosinec 2013 - zpracování vzorků ze zemních pastí a určení střevlíků do druhů; leden až duben 2014 - statistická analýza dat a sepsání vlastního textu bakalářské práce

Rozsah textové části

cca 30 stran textu + přílohy dle potřeby

Klíčová slova

Coleoptera, Carabidae, disturbance, druhové složení, ekoton, společenstva členovců, zemědělská krajina

Doporučené zdroje informací

Blitzer, EJ; Dormann, CF; Holzschuh, A et al. (2012): Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 146: 34-43.

Rand, TA ; Tylianakis, JM; Tschamntke, T (2006): Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters* 9: 603-614.

Roume, A; Deconchat, M; Raison, L et al. (2011): Edge effects on ground beetles at the woodlot-field interface are short-range and asymmetrical. *Agricultural and Forest Entomology* 13:395-403.

Tschamntke, T ; Tylianakis, JM; Rand, TA et al. (2012): Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews* 87: 661-685.

Vedoucí práce

Knapp Michal, Ing.

Elektronicky schváleno dne 13.12.2013

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18.12.2013

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Michala Knappa, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 16.4.2014

_____.

Děkuji Michalu Knappovi za cenné odborné rady, vždy vstřícný a pozitivní přístup, ochotu a celkovou pomoc při vedení mé bakalářské práce. Dále děkuji Pavlu Saskovi za pomoc a zázemí při určování střevlíků, kolegyni Martině Hochové za pomoc při třídění vzorků na vyšší taxony, své slečně Elence Havlíčkové za pomoc s přípravou a realizací terénního experimentu a své rodině za poskytnuté zázemí a podporu.

V Konětopech dne 7.4.2014

_____.

Abstrakt

Cílem práce je vypracovat stručnou literární rešerši na téma vlivu rozhraní (ekotonu) mezi poli a neproduktivními biotopy na společenstva členovců, konkrétně brouků z čeledi střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae). Důraz je kladen na změnu druhového složení společenstev v čase, v důsledku velkoplošných disturbancí. Proto je součástí práce i terénní experiment zkoumající danou problematiku v modelovém území Sedlčanska. Zkoumaná lokalita je typická výskytem různě velkých mimoproduktivních biotopů, které jsou rozseté po zdejší, značně využívané, zemědělské krajině. Nasbírané vzorky organismů byly roztříděny na vyšší taxony, přičemž střevlíkovití brouci byli separováni a dále určeni do druhů. Z důvodu pozorování vývoje společenstev v čase následkem plošné disturbance, konkrétně sklizně, byly provedeny dva sběry. První na přelomu června a července, druhý na přelomu července a srpna. Získaná data z obou sběrů byla analyzována jako jeden společný dataset. Načasování sběru bylo použito jako jedna z vysvětlujících proměnných.

Včetně načasování sběru byly v analýze použity i další vysvětlující proměnné, identita transektu, pozice pasti na transektu a jejich vzájemné interakce. Počet druhů byl nejvíce ovlivněn identitou transektu, pozicí pasti na transektu a načasováním sběru. Všechny zkoumané vysvětlující proměnné, včetně některých interakcí mezi nimi, průkazně ovlivnily i počet sebraných jedinců. Obdobně pozice na transektu, identita transektu a načasování sběru významně ovlivnily i druhové složení společenstev střevlíků. Počet druhů byl obecně nejvyšší blízko hranice mezi polem a mimoproduktivním biotopem, což potvrzuje existenci ekotonálního jevu pro střevlíky v zemědělské krajině. Oproti tomu počet jedinců byl nejvyšší uvnitř pole, což je způsobeno především vysokou početností několika málo dominantních druhů (např. *Pterostichus melanarius* či *Pseudoophonus rufipes*). Výsledky této práce jsou důležitým příspěvkem k rozšíření znalostí o fungování společenstev střevlíků v zemědělské krajině, kde fungují jako predátoři některých polních škůdců.

Klíčová slova:

Coleoptera, Carabidae, disturbance, druhové složení, ekoton, společenstva členovců, zemědělská krajina

Abstract

The aim of this thesis is to work out a brief literary research on the impacts of field boundaries and non-crop habitats (edges) on communities of arthropods, particularly focused on ground beetles (Coleoptera, Carabidae). The emphasis is put on a change of species composition of communities in time as a result of large-scale disturbances (e.g., crop harvest). That is the reason why the part of this thesis is an experiment exploring given problems in the model area near Sedlčany. Different sized non-crop habitats occur frequently in this locality. These habitats are scattered over intensively used agricultural landscape. The samples of organisms were collected employing pitfall traps and samples were sorted to higher taxons. Ground beetles were separated during the sorting and they were identified to species. We collected the samples twice a season to observe the changes in carabid communities caused by disturbance. The first collection took place in the June and early July and the second at late July and August. The data we obtained from both collections were analysed in one joint dataset. The sampling period (timing) was employed as one of independent variables in the models.

Species richness was significantly affected by trap position on transect, transect identity and sampling period. The same was true also for abundance and species composition of carabid assemblages. The highest species richness was generally observed near the boundary between arable field and non-crop habitat island. Abundance was highest within arable fields, which was caused by several numerous species (e.g., *Pterostichus melanarius* or *Pseudoophonus rufipes*). Reported results are important for our understanding to factors affecting carabid assemblages in agricultural landscapes.

Keywords:

Coleoptera, Carabidae, disturbance, species composition, habitat edge, arthropod communities, agricultural landscape

Obsah:

<u>1</u>	<u>Úvod</u>	10
1.1	Střevlíkovití (<i>Carabidae</i>)	10
1.2	Zemědělská krajina	12
1.3	Mimoprodukční biotop	13
1.4	Disturbance	14
1.5	Přetékání organismů	14
<u>2</u>	<u>Metodika</u>	17
2.1	Popis lokality	17
2.1.1	Geologické poměry	17
2.1.2	Geomorfologické poměry	18
2.1.3	Pedologické poměry	18
2.1.4	Klimatické podmínky	18
2.1.5	Fytogeografické členění	18
2.1.6	Polní plodina	18
2.2	Sběr dat	19
2.2.1	Design pastí a jejich umístování	20
2.2.2	Vybírání pastí	20
2.2.3	Zpracování vzorků	21
2.3	Statistická analýza dat	22
<u>3</u>	<u>Výsledky</u>	23
3.1	Vliv polohy na transektu na druhové složení společenstev střevlíků- biotopové preference druhů	23
3.2	Vliv polohy na transekt, identity transektu a doby sběru na druhové složení společenstev střevlíků- kompletní model	24

3.3	Distribuce druhové diverzity okolo ekotonu pole - remízek	26
3.4	Počty jedinců okolo ekotonu pole - remízek	28
<u>4</u>	<u>Diskuze</u>	<u>30</u>
<u>5</u>	<u>Závěr</u>	<u>33</u>
<u>6</u>	<u>Přehled literatury a použitých zdrojů</u>	<u>34</u>
<u>7</u>	<u>Přílohy</u>	<u>38</u>

1 Úvod

Naše krajina je odjakživa spjata s obděláváním zemědělské půdy. Tato krajina je ovšem mnohem déle domovem pestré palety organismů, jak obratlovců tak i bezobratlých. Lidská činnost stále více ovlivňuje strukturu a vzhled prostředí, v němž se nacházíme. Vzhledem k ploše, kterou zemědělská půda zaujímá nejen v České Republice, ale i jinde ve světě, je právě zemědělství jedním z hlavních činitelů, ovlivňujících charakter krajiny a vytvářejících jiné než přirozené biotopy.

Zemědělská krajina je typická nejen monokulturním porostem dané plodiny na poli pěstované, ale i mnohem častějšími disturbancemi v podobě agrotechnických zásahů jako například předosevní přípravy půdy, setí, aplikace chemických přípravků proti škůdcům či plevelům, sklizeň a orba. Tyto zásahy do polních biotopů působí pozitivně ale i negativně na faktory ovlivňující přítomnost organismů, zejména pak na potravní nabídku a na dostupnost různých úkrytů. To ovlivňuje celkovou početnost druhů i jedinců žijících jak na poli, tak i v přilehlých mimoprodukčních biotopech.

Výzkum, zabývající se komplexně touto problematikou, by byl velmi náročný z časového i odborného hlediska. Proto je součástí této práce experiment, zaměřený pouze na brouky z čeledi střevlíkovitých (*Coleoptera, Carabidae*). Pozornost byla věnována početnosti jedinců, druhové diverzitě a změně ve složení společenstev v čase.

1.1 Střevlíkovití (*Carabidae*)

Střevlíkovití jsou čeledí brouků, která stojí pro své nesporné estetické kvality, morfologickou různorodost a velkou druhovou rozmanitost tradičně ve středu zájmu sběratelů hmyzu. Pro svou relativně spolehlivou identifikovatelnost a slušné znalosti bionomie a ekologických nároků, alespoň části druhů antropicky ovlivněných biocenóz, slouží střevlíkovití již několik desítek let i jako modelová skupina pro nejrůznější vědecké studie, především ekologické a biocenologické (Hůrka, 1996). Jsou i významnou skupinou predátorů a indikátorů stavu životního prostředí (Laštůvka et al., 1996). Vzhledem k této skutečnosti je tato práce zaměřená právě na brouky z čeledi střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*).

Čeled' střevlíkovitých obsahuje více než 40 000 popsaných druhů rozdělených do 86 tribů (Lövei et Sunderland, 1996). Většina střevlíkovitých brouků jsou predátoři, živí se pestrou škálou potravy, ale i přesto zažívají na poli často nedostatek potravy. Živí se jak rostlinným, tak i živočišným materiálem a shánění si potravy je pro střevlíkovité pravděpodobně mnohem významnější, než bylo doposud bráno v potaz. Střevlíci jsou hojní na zemědělských polích po celém světě a mohou být významnými predátory zemědělských škůdců (Lövei et Sunderland, 1996).

Mnoho rozličných strukturních, fyziologických a behaviorálních adaptací umožnilo střevlíkům doslova vtrhnout do všech hlavních typů stanovišť, kde alespoň některé druhy dosáhly dominance. Jedinou výjimkou jsou pouště, kde je výskyt střevlíků vázán pouze na okolí vodních toků a oáz. Tento vzorec rozšíření naznačuje, že hlavním limitujícím faktorem je dostupnost vody (Erwin, 1985).

Druhy, využívající více typů habitatů, jsou obzvláště citlivé na prostorovou a časovou dostupnost vhodných mikrostanovišť, protože musí „přepínat“ mezi odlišnými lokalitami ať už během denní aktivity nebo v rámci svého ročního životního cyklu (Thomas et al., 2002).

Vývoj naprosté většiny našich druhů je monovoltinní, to znamená, že je jen jedna generace v roce (Hůrka, 1996). Vzhledem k době rozmnožování můžeme rozdělit střevlíkovité brouky následně (Holland et Luff, 2000):

„Spring breeding carabids“ - dospělci přezimují v hraničních strukturách mimo obdělávaná pole, do kterých se vrací opět na jaře. Převládá u většiny našich druhů.

„Autum breeding carabids“ - přezimují převážně v larválním stádiu zahrabáni v půdě na poli, proto na jaře již nemusí tento biotop opětovně osidlovat.

Rovněž můžeme rozlišovat druhy s nízkým a vysokým disperzním potenciálem. Druhy s nízkým disperzním potenciálem zvané brachypterní, se vyznačují krátkými či chybějícími křídly. Druhy s vysokým disperzním potenciálem, nazývané makropterní, mají naopak velmi dobře vyvinutá křídla (Wamser et al., 2011).

Mnoho druhů střevlíkovitých brouků žijících v zemědělské krajině je závislých na neobdělávaných plochách, jako jsou travní porosty oddělující jednotlivá

pole, lesy, meze porostlé křovinami, stromořadí a okraje polí. Dopad okolní krajiny na tyto brouky se projevuje v měřítku až několika kilometrů (Dauber et Purtauf, 2007). Význam střevlíkovitých v přirozených i umělých suchozemských biocenózách je značný. Ve své valné většině jsou to predátoři ostatních bezobratlých, zejména členovců a měkkýšů, hrající především v antropocenózách, kde se procentuálně nejvíce uplatňují, roli významných entomofágů. Ale i v přirozených biocenózách se díky své diverzitě i abundanci významně uplatňují při udržování rovnováhy i v koloběhu látek a energie (Hůrka, 1996).

1.2 Zemědělská krajina

Bez rostlin by na naší planetě nemohl existovat život tak, jak ho známe. Prakticky všechny ostatní organismy jsou svou výživou přímo či nepřímo závislé na rostlinách. Proto je zdraví rostlin celosvětově věnována značná pozornost. U polních plodin je jejich dobrý zdravotní stav o to významnější, že při napadení patogenem, poškození škůdcem nebo nějakou chemickou látkou dochází často nejen ke snížení výnosu, ale i ke kvalitativním změnám. Ty buď znamenají, že sklizený produkt nelze dobře zpracovat, nebo je dokonce škodlivý zdraví konzumentů (Kazda et al., 2010). Celková výměra zemědělské půdy v České Republice je 53,6%, tj. 4 224 389 ha. Z toho orné půdy je rovných 38%, tj. 2 993 236 ha (ČSÚ, 2010). Vzhledem k této rozloze je nezbytné dodržovat optimální management (hospodaření), který vyhovuje jak lidským potřebám, tak i přirozeně se vyskytujícím organismům. Hospodařením na zemědělské půdě se rozumí nejen pěstování různých druhů plodin, ale i průběžná péče, sklizeň a následné zpracování půdy. Náš experiment byl ovlivněn kromě sklizně i podmínkou. Podmínka v suchých podmínkách může výrazným způsobem napomáhat ve zlepšení hospodaření s vodou, protože zkeypřením vrchní části ornice se přerušuje a do značné míry omezuje kapilární zdvih a výpar vody (Petr et al., 1983).

Ukázalo se, že intenzita hospodaření má významný vliv na rozšíření společenstev střevlíků (Cole et al., 2002). Weibull et al. (2003) ale tvrdí, že není rozdíl mezi konvenčním intenzivním zemědělstvím a ekologickým zemědělstvím, co se týče druhové bohatosti. V případě střevlíků byl dokonce zjištěn větší počet druhů žijících na polích obhospodařovaných konvenčním způsobem zemědělství.

Intenzifikace zemědělské produkce silně ovlivňuje rysy tradiční zemědělské krajiny. Avšak komplikovanost této krajiny rovněž klade jistá omezení pro

intenzifikaci. Tento vzájemný vztah nás vede k hypotéze, že míra intenzifikace a lokalita (struktura krajiny) jsou vzájemně závislé (van Apeldoorn, 2013). V případě agroekosystémů je důležité provést studii, která ověřuje ekologický a ekonomický význam, jak negativního, tak i pozitivního přetékání organismů mezi biotopy (Tschrantke et al., 2012). Zatímco samotný význam množství predátorů v biotopu může být jasně viditelný, vliv rostoucího počtu druhů predátorů na regulaci populací škůdců je často mnohem komplikovanější. Zvýšená druhová bohatost predátorů se může projevit vyplývajícím, neaditivním účinkem, který navyšuje celkové potřeby ve spotřebě kořisti (Ives et al., 2005). Tento pozitivní efekt druhové bohatosti predátorů, působící na regulaci škůdců, je jedním z hlavních důvodů stojících za tvorbou neobdělávaných okrajů polí (Thomas et al. 1991).

1.3 Mimoprodukční biotop

Přírodě blízké biotopy jsou klíčovými komponenty zemědělské krajiny, protože poskytují úkryt významnému množství přezimujících bezobratlých, kteří jsou prospěšní zemědělství (Roume et al., 2011a). Roume et al. (2011a) zjistil, že střevlící, kteří se během roku běžně vyskytují na polích a zimu tráví v mimoprodukčních biotopech, nepřezimují ve vnitřních zónách remízky, ale na jejich okrajích.

Prostorová a časová stabilita dostupnosti zdrojů dělá z mimoprodukčních biotopů dobře rozpoznatelné zdroje populací, jejichž jedinci se mohou pravidelně nebo občasně přesouvat do intenzivně obhospodařovaných ploch (Larrivé, 2008). Za mimoprodukční stanoviště lze považovat například remízky (od několika metrů čtverečných až po několik hektarů), meze (buď pouze travnaté anebo porostlé keři), zbytky starých cest lemovaných alejemi, které se zachovaly uvnitř polí, nebo ostrůvky či zídky, které vznikly ručním vynášením kamenů při orbě (Sádlo et Storch, 2000). Velikost a typ mimoprodukčního biotopu, společně s celkovou strukturou krajiny, ovlivňují aktivitu i druhovou rozmanitost organismů v agroekosystémech (Schweiger et al., 2005). Mnohé druhy tyto plochy používají jako úkryt či místo pro rozmnožování nebo jako své útočiště, a to poukazuje na fakt, že neobdělávané plochy jsou důležitým typem zimoviště pro tak důležité predátory jako jsou střevlíkovití brouci (Holland et Luff, 2000). Hranice mezi remízky a zemědělskými

biotopy jsou v zemědělské krajině početné a ovlivňují ekologické procesy v obou přilehlých biotopech (Roume et al., 2011b).

1.4 Disturbance

Jak jest známo, distribuce stěvlíků je ovlivněna základními vlivy, souvisejícími s produktivitou a disturbancemi biotopů, ve kterém žijí (Eyre, 2006). Organismy žijící v zemědělské krajině, obzvláště pak v intenzivně využívané, jsou pravidelně vystavovány celé řadě disturbancí. Ztráta vegetačního krytu v podobě sklizně plodiny pěstované na poli společně s následnou podmínkou jsou výraznou disturbancí, která zásadně ovlivňuje vlastnosti zasaženého prostředí. Takový zásah se odrazí i na společenstvech stěvlíků obývajících toto prostředí. To zřejmě ovlivní i časovou proměnlivost společenstev stěvlíků na ekotonech. Disturbance je podstatným faktorem, který má zásadní vliv na aktivitu a početnost společenstev stěvlíků, žijících na polích s přilehlými mimoprodukčními biotopy (Gabriel, 2010).

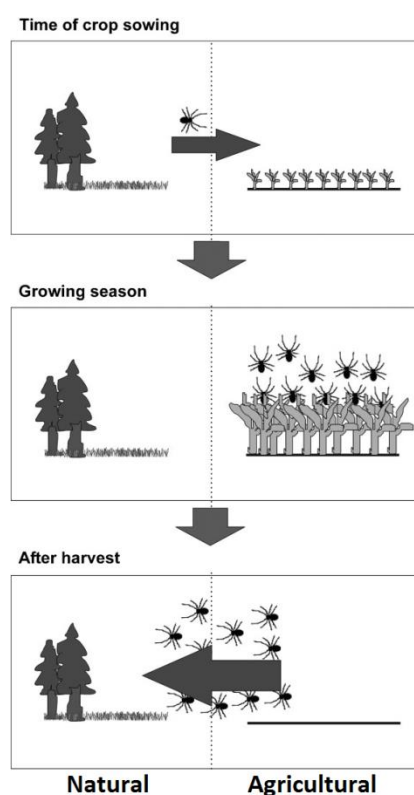
1.5 Přetékání organismů

Intenzifikace využívání krajiny vedla ke vzniku krajinné mozaiky, která vedle sebe staví člověkem obhospodařované a přirozené oblasti. V tak moc různorodé a člověkem ovládané krajině, může být přetékání (anglicky „spillover“ – obrázek č. 1) organismů napříč různými typy biotopů významným ekologickým procesem utvářejícím společenstva, obzvláště pak v biotopech, které se liší v dostupnosti zdrojů potravy (Blitzer et al., 2012).

Přetékání organismů mezi biotopy je pohybem organismů z jednoho biotopu do dalšího odlišného biotopu. Ekologické charakteristiky a složení společenstva se mění s blízkostí k hranici, jak už je dlouho známo z ochranně zaměřených studií (Fagan et al., 1999). Vzájemný vztah mezi mimoprodukčními a zemědělskými biotopy je klíčovým faktorem formujícím různorodost společenstev hmyzu v krajině mírného podnebního pásu, kde jsou tyto biotopy často velmi roztroušené a vystavené okrajovému (ekotonálnímu) efektu (Fahrig, 2003). Ekoton je přechodné stanoviště na hranici dvou různých prostředí. Jeho šířka se může lišit. Někdy svou charakteristikou odpovídá celé stanoviště ekotonu, protože si kvůli malé velikosti nedokáže zachovat své vnitřní prostředí. Důležitým efektem je na těchto místech výskyt druhů z obou společenstev spolu s druhy specificky ekotonálními. Taková společenstva jsou

nazývána ekotonálními a zvýšená druhová bohatost, kterou se vyznačují, je pak označována jako ekotonální jev (neboli okrajový efekt, anglicky „edge effect“; Šálek et al., 2005). Druhy jednotlivých biotopů mohou vzhledem ke svým odlišným vlastnostem reagovat na okrajový efekt rozdílným chováním. Mohou být striktními specialisty ve svém biotopu a nikdy nepřekročí jeho hranici nebo se jí dokonce vyhýbají. Alternativou je, že mohou být lhostejné nebo mající prospěch z přítomnosti přilehlého biotopu, rozšiřují se blíže k hranici nebo se dokonce koncentrují v okrajové zóně svého biotopu (Ries et al., 2004).

Obrázek č. 1 – Přetékání organismů přes hranice biotopů během sezóny



Obrázek znázorňuje přetékání organismů do agroekosystémů v čase a v závislosti na dostupnosti potravy. V první části dochází k jarní kolonizaci pole predátory z okolních mimoprodukčních biotopů, kde predátoři přezimovali. Když je polní plodina v plné síle (druhá část obrázku), dojde ke vzrůstu početnosti škůdců a tudíž i predátorů, kteří se jimi živí. Poslední třetí část obrázku zobrazuje přetékání predátorů zpět do mimoprodukčního biotopu, poté co dojde na poli k disturbanci sklizní. Zdroj: Rand et al., 2006.

O časové proměnlivosti distribuce organismů v okolí ekotonů, ať už v souvislosti s působením disturbancí v jednom ze sousedních biotopů nebo v důsledku fenologie (rozdílné nároky na zdroje potravy, reprodukční místa, zimoviště a to vše v různých

částech roku) organismů, se ví poměrně málo. Právě z tohoto důvodu byl proveden následující experiment zkoumající tuto doposud málo prozkoumanou problematiku.

2 Metodika

2.1 Popis lokality

Sběr potřebných dat byl proveden na polích (místní názvy „Na Vrších“ a „Na Pátravci“) ve Středočeském kraji, okrese Příbram, 6 kilometrů jižně od města Sedlčany, mezi obcemi Nedrahovické Podhájí, Rovina a Vysoký Chlumeč, v katastrálním území obce Rovina. GPS (WGS84) souřadnice odpočívadla na silnici, rozdělující právě tato dvě zájmová pole, je 49°36'38.2"N a 14°24'44.1"E. Na zdejších polích jsou dostatečně velké neobdělávané ostrovy (remízky), s průměrem větším než 50 metrů.

Povrch remízků vždy vystupoval nad okolní terén a byl tvořen převážně travními porosty, keřovým a stromovým patrem. Co se keřového patra týče, jednalo se o zástupce bezu černého (*Sambucus nigra*), pámelníku bílého (*Symphoricarpus albus*) a sporadicky se vyskytující růže šípková (*Rosa rugosa*). Stromové patro tvořil hlavně dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), trnovník akát (*Robinia pseudoakacia*) a jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). Rovněž jsou tyto remízky posety četnými kameny o průměru desítek až stovek centimetrů. Toto stanoviště svou charakteristikou tudíž neumožňuje obdělávání a zároveň je skvělým útočištěm pro řadu organismů.

2.1.1 Geologické poměry

Obě pole jsou součástí Českého masivu a jsou tvořeny porfyrickými biotit-amfibolickými a amfibol-biotitickými granity a patří mezi hlubinné (intruzivní) horniny variského stáří (CENIA: II.4 - Geologie). Všechny vyvřelé horniny neboli vyvřeliny vznikají tuhnutím magmatu. Hlubinné vyvřeliny vznikají ve velkých hloubkách pod zemským povrchem, kde tuhnou v podobě rozlehlých těles nazývaných batolity. Jejich magma tuhlo pomalu, a hlubinné horniny se proto vyznačují dobrou krystalizací svých minerálů (Petránek, 2011).

2.1.2 Geomorfologické poměry

Z geomorfologického hlediska se řadí tato lokalita následně: Hercynský systém, provincie Česká vysočina, subprovincie Českomoravská soustava, celek Benešovská pahorkatina, podcelek Březnická pahorkatina a okrsek Sedlčanská pahorkatina (CENIA: Geomorfologická mapa ČR).

2.1.3 Pedologické poměry

Na zájmovém území se vyskytují dva genetické představitele půd, pseudoglej modální (PGm, referenční třída stagnosoly) a kambizem kyselá (KMa, referenční třída kambisoly), (CENIA: III.3 - Půda). Pro zajímavost uvádím, že transekt T1 byl umístěn na modální pseudogleji a transekty T2, T3 a T4 se nacházeli na kyselé kambizemi.

2.1.4 Klimatické podmínky

Co se klimatických podmínek týče, zájmové území náleží do mírně teplé oblasti – MT (CENIA: Klimatická mapa ČR). Tato oblast je charakterizována dlouhým teplým a mírně suchým létem, krátkým přechodným obdobím s teplým až mírně teplým jarem a podzimem a krátkou mírně teplou a velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt, 1971).

2.1.5 Fytogeografické členění

Dle fytogeografického členění České republiky spadá tato lokalita do českomoravského mezofytika, konkrétně 42a - Sedlčansko-milevská pahorkatina (CENIA: Fytogeografické členění ČR).

2.1.6 Polní plodina

Terénní sběr dat byl proveden záměrně na dvou polích s odlišnými plodinami, ozimým ječmenem (*Hordeum hexastichum* L.) a ozimou pšenicí (*Triticum aestivum*). Vzhledem k odlišné době sklizně se nám naskytla příležitost porovnat ve stejném čase druhovou skladbu stanoviště zasaženého disturbancí (sklizní) a nenarušeného stanoviště.

Obilniny mají v ekosystému na orné půdě rozhodující postavení, protože zaujímají okolo 50 % orné půdy. Vyskytují se jako všechny lipnicovité v monokultuře a tímto způsobem se i pěstují. Ve vegetativním období mají listy s úzkými čepelemi a vytvářejí přízemní trsy, s přechodem do generativního období vytvářejí vysoká štíhlá stébla (Petr et al., 1983). Transekty T1 a T2 byly položeny na poli s ozimým ječmenem. Transekty T3 a T4 ležely v poli s ozimem pšenice. V obilnářství mají dominantní postavení ozimá pšenice, jarní ječmen a kukuřice, k nimž přistupuje ozimý ječmen, který prokázal, že má významné místo v intenzivním obilnářství (Petr et al., 1983).

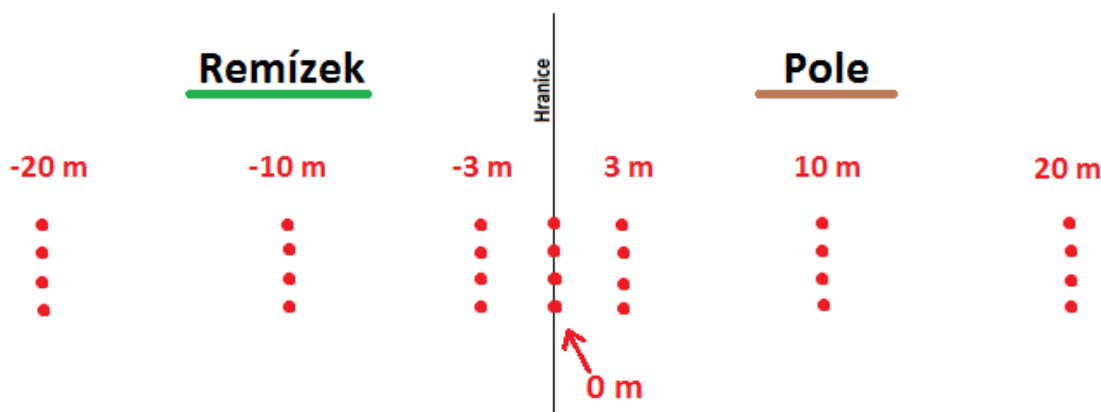
2.2 Sběr dat

Zvolenou skupinou tohoto experimentu jsou brouci (*Coleoptera*) z čeledi střevlíkovití (*Carabidae*), kteří se zde vyskytují jak na polích, tak i v mimoprodukčních ostrovech uvnitř polních celků.

Zvolili jsme 3 polní ostrovy, dále jen remízky, které měly vždy průměr větší než 60 metrů a tudíž byly vzhledem k rozměrům transektů ideálními stanovišti. Rovněž bylo důležité, aby si všechny lokality byly podobné.

Pro sběr dat jsme zvolili metodu odchyty do zemních pastí. Odchyt do zemních pastí je nejčastěji používaná metoda pro studium střevlíků (Lövei, 2008). Bylo zde zakopáno 112 zemních pastí (pitfall trap), rozdělených do 4 transektů. Každý z transektů byl situován na jiném místě (Příloha 2b). Jednotlivé transekty byly dále rozděleny na 7 dílčích stanovišť po čtyřech pastech, pro případ poškození, či úplného zničení jednotlivých pastí. Stanoviště umístěna na hranici pole a remízku byla označena jako 0, další stanoviště byla umístěna ve vzdálenosti 3, 10 a 20 metrů daleko od této hranice. Směrem do remízku byla označena -3, -10 a -20, směrem do pole 3, 10 a 20 (Obrázek 2).

Obrázek č.2 - Design rozmístění zemních pastí v rámci transektu



Červené body označují rozmístění jednotlivých pastí a jejich vzdálenost od středu (hranice) transektu.

2.2.1 Design pastí a jejich umístování

Každá past se skládala z odchytové nádoby a stříšky. Jako nádoby jsme použili plastové kelímky o objemu 0,4 litru, které byly zakopány po okraj na úroveň terénu. Dále byly z důvodu konzervace vzorků naplněny zhruba do jedné třetiny směsí propylenglykolu a vody v poměru 1:3. Kelímek kryla stříška z plechu o rozměrech 15x25 centimetrů, probodnutá ve třech rozích hřebíky, částečně zatlučenými do země. Čtvrtý roh stříšky byl ohnut směrem k zemi a sloužil jako opora. Stříška vyčnívala zhruba 5 centimetrů nad okolní terén (Příloha 2a). Pro každý transekt byla vybrána vhodná lokalita. Pasti zde byly zakopány 18.6.2013 (1. sběr). a 24.7.2013 (2. sběr). Každá past byla označena osmimístným kódem. Např.: T1_0_069_S1. První dvojice T1 označuje číslo transektu, další číslo 0 pozici na transektu, následující trojice 069 kontrolní číslo pasti a poslední dvojice S1 značí o jaký se jedná sběr.

2.2.2 Vybírání pastí

První vybírání pastí proběhlo 9.7.2013 a druhé vybírání pak 5.8.2013. Obsah každé pasti byl přímo v terénu přefiltrován přes jemné sítko a následně důkladně vyklepán do mrazicího sáčku. Jednotlivé sáčky byly označeny číslem konkrétní pasti. Podle příslušnosti k transektu, z nichž pocházely, byly vloženy do jednotlivých uzavíratelných plastových nádob s číslem sběru a transektu. Nádoby byly následně uloženy v laboratoři Z017 (MCEV, ČZU v Praze) a s veškerým obsahem zmrazeny.

2.2.3 Zpracování vzorků

Vzorky z terénu byly převezeny do laboratoře na Fakultě životního prostředí, kde byly v průběhu září rozmrazeny, pečlivě vytřízeny na střevlíky, pavouky a zbylé bezobratlé i obratlovce. Střevlíci a pavouci byli následně vloženi do malých nádobek s příslušným kódem vzorku a byli zaliti lihem. Následná determinace do rodů a do druhů za pomoci klíče ke středoevropským střevlíkům (Hůrka, 1996) probíhala od poloviny listopadu 2013 do poloviny ledna 2014 ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby (Praha-Ruzyně) s pomocí Ing. Michala Knappa, Ph.D. a doc. Pavla Sasky, Ph.D.

2.3 Statistická analýza dat

Vliv polohy pasti na transektu, identity transektu a načasování sběru vzorků na počet sebraných jedinců střevlíkovitých brouků byl analyzován pomocí zobecněného lineárního modelu s quasipoissonovým rozdělením chyb (GLM-qp). Plný model obsahoval následující vysvětlující proměnné: poloha na transektu (-20 m až 20 m) – zahrnuty byly i vyšší polynomy, protože odpověď nemusí být lineární; identita transektu (T1 až T4); načasování sběru (1. Sběr, 2. Sběr); všechny vzájemné interakce předchozích proměnných. Následně byl model postupně zjednodušován pomocí zpětného postupného výběru založeného na delečních testech (Chi2-test). Finální model obsahoval pouze proměnné mající průkazný vliv ($P < 0,05$) na sebraný počet střevlíků.

Vliv polohy pasti na transektu, identity transektu a načasování sběru vzorků na počet zaznamenaných druhů střevlíků byl analyzován obdobným postupem, tentokrát byl ovšem použit zobecněný lineární model s poissonovým rozdělením chyb (GLM-p), jelikož model netrpěl overdisperzí.

Vliv polohy pasti na transektu, identity transektu a načasování sběru na druhové složení zaznamenaného společenstva střevlíkovitých brouků byl analyzován pomocí mnohorozměrných ordinačních technik. Na základě délky gradientu v nepřímé unimodální analýze (DCA) byla vybrána korespondenční kanonická analýza (CCA). Finální model byl vybrán pomocí postupného výběru proměnných (forward selection) na základě permutačních testů ($P < 0,05$; při 999 permutacích). Průkaznost finálního modelu byla testována opět pomocí permutačního testu (test všech kanonických os; při 999 permutacích).

Jednorozměrné analýzy byly provedeny v programu R 3.02 (R Development Core Team, 2014) a mnohorozměrné analýzy byly provedeny v programu CANOCO for Windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer, 2002).

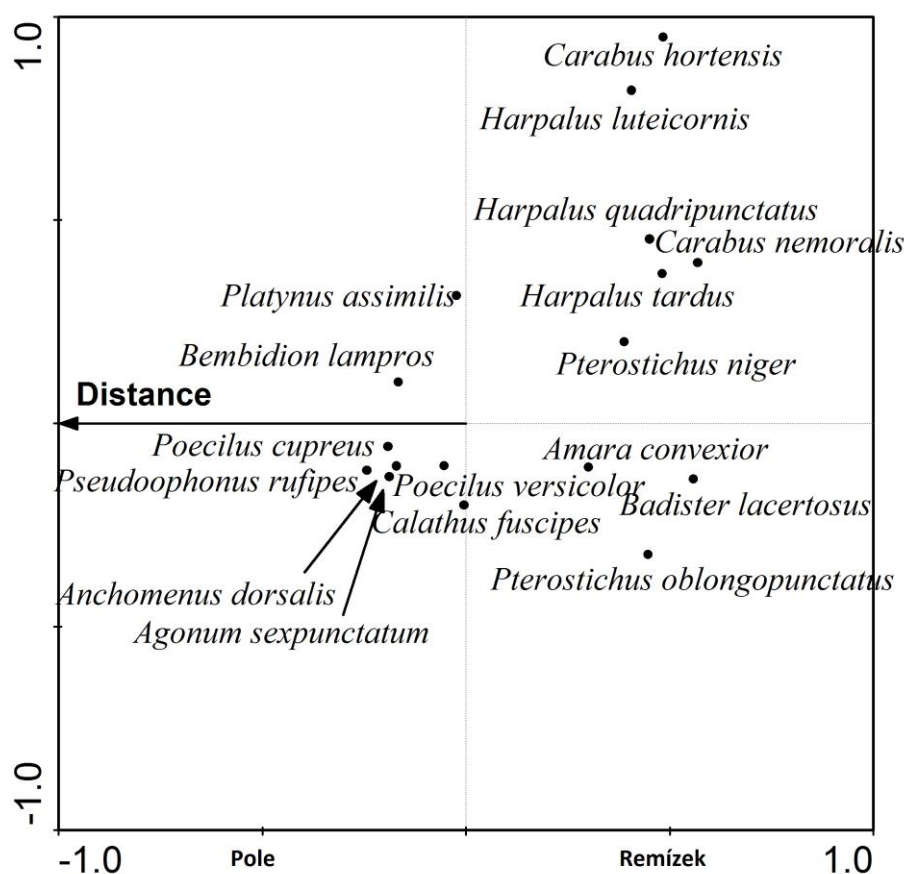
3 Výsledky

Celkem bylo chyceno 5953 jedinců, příslušných k 70-ti druhům - z toho 4079 v prvním sběru (60 druhů) a 1874 ve druhém sběru (52 druhů). Kompletní seznamy druhů lze nalézt v příloze č. 1 této bakalářské práce.

3.1 Vliv polohy na transektu na druhové složení společenstev střevlíků- biotopové preference druhů

Druhové složení společenstev střevlíků na poli se výrazně lišilo od druhového složení společenstev střevlíků v remízích a to v rámci prvního i druhého sběru dohromady (RDA; $F = 20,202$; $P = 0,001$). Z obrázku je patrné, jaké druhy upřednostňují které biotopy (Obrázek 3).

Obrázek č. 3 – Vliv vzdálenosti na druhovou preferenci biotopu

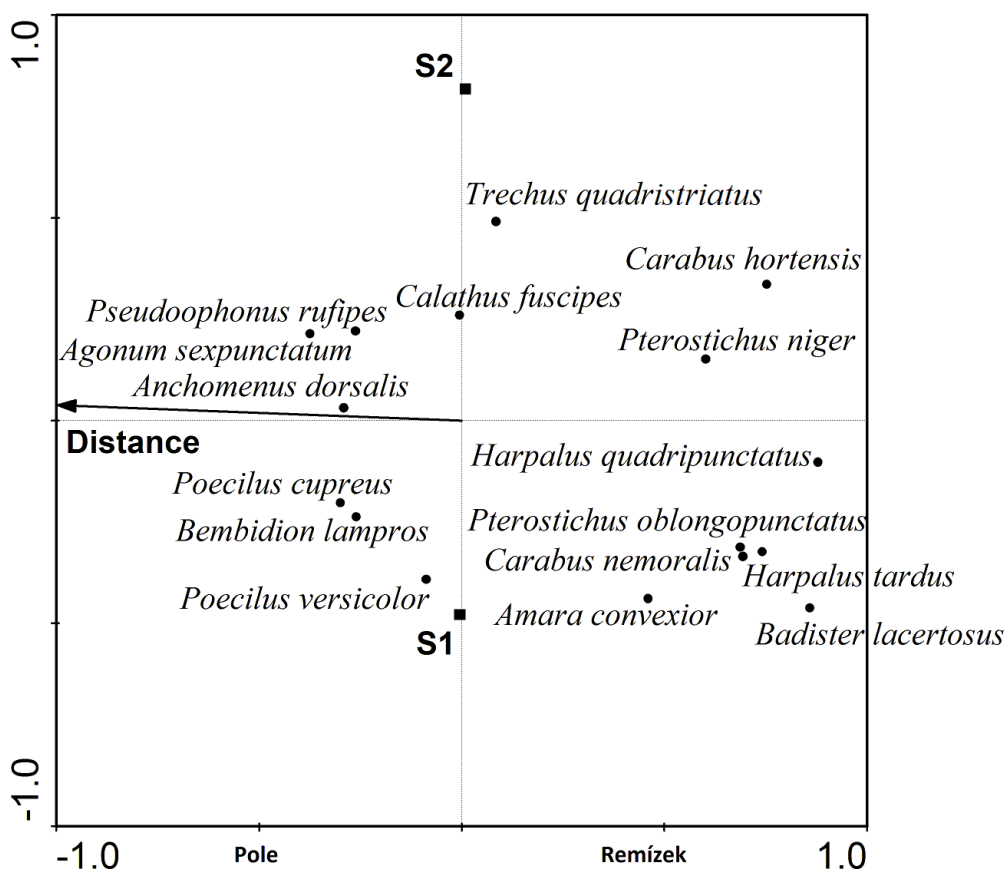


Ordinační diagram (RDA) zobrazuje vliv vzdálenosti na druhovou preferenci biotopu. První osa (Distance) vysvětluje 9,1 % variability z celkové variability v datech obsažené. Identita transektu byla použita jako kovariáta.

3.2 Vliv polohy na transekt, identity transektu a doby sběru na druhové složení společenstev střevlíků – kompletní model

Druhové složení společenstev střevlíků bylo vedle polohy pasti na transektu ovlivněno i načasováním sběru dat, identitou transektu, interakcí mezi polohou pasti a načasováním sběru a interakcí mezi polohou pasti a identitou transektu (RDA; test pro všechny kanonické osy; $F = 15,531$; $P = 0,001$). Obrázek 4 ilustruje rozdíly mezi dvěma sběry ve výskytu jednotlivých významných druhů okolo hranice pole – remízek.

Obrázek č. 4 – Vliv vzdálenosti a doby sběru na druhové složení společenstev střevlíků



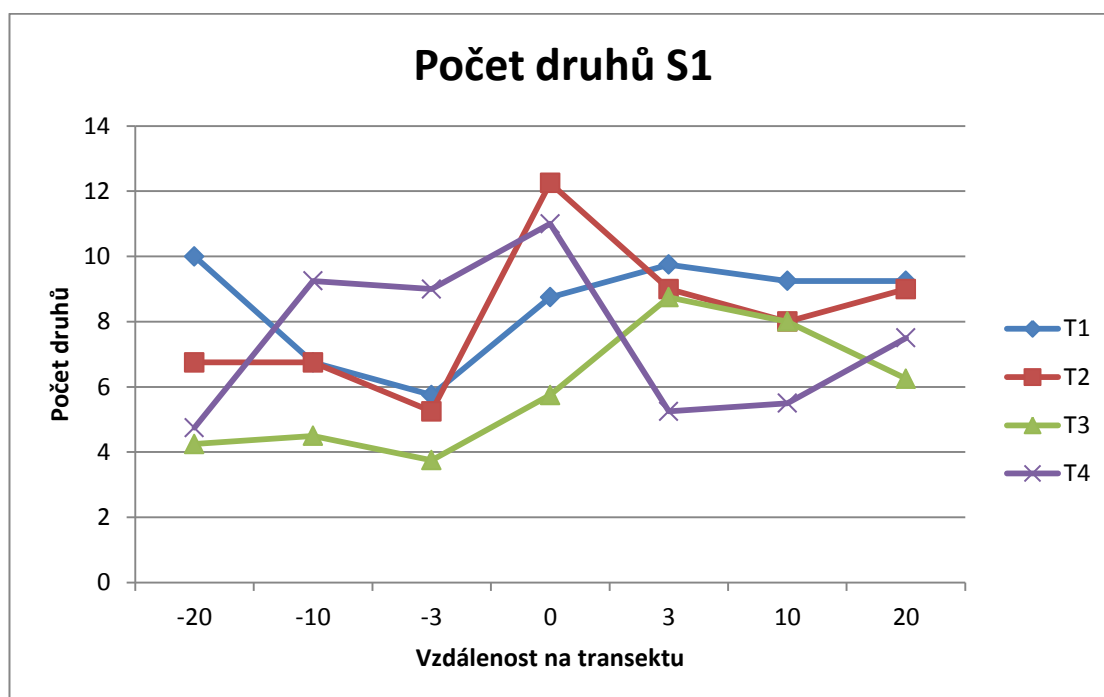
Ordinační diagram (RDA) zobrazuje vliv vzdálenosti na druhovou preferenci biotopu jako

předchozí diagram, ovšem s tím rozdílem, že zohledňuje i časovou proměnlivost společenstev. První osa vysvětluje 8,7 % variability z celkové variability v datech obsažené. Druhá osa vysvětluje dalších 4,7 % variability z celkové variability v datech obsažené. (Například *Anchomenus dorsalis* se vyskytoval relativně stejně ve sběru S1 i S2. Oproti tomu např. *Trechus quadristriatus* byl významněji zastoupen ve sběru S2).

3.3 Distribuce druhové diverzity okolo ekotonu pole - remízek

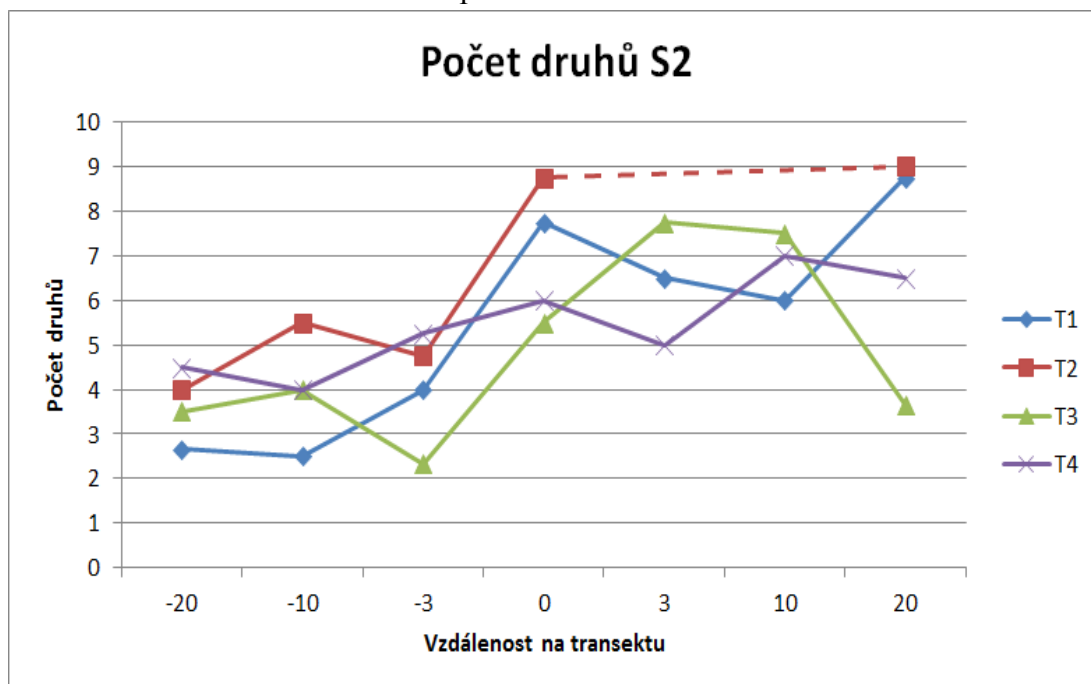
Zaznamenaný počet druhů (v jednotlivých pastech) byl ovlivněn polohou pasti na transektu (Obrázky 5 a 6), načasováním sběru dat, identitou transektu, interakcí mezi polohou pasti na transektu a načasováním sběru a interakcí mezi polohou pasti na transektu a identitou transektu (Tabulka 1).

Obrázek č. 5 – Vliv vzdálenosti na početnost druhů v prvním sběru.



Z grafu je patrné, že největší druhová bohatost je právě ve středu transektů, poblíž nebo přímo na hranici biotopů pole a remízku. Na transektu T1 je zajímavé, že se počet druhů zaznamenaných uvnitř remízku (ve vzdálenosti -20m), je srovnatelný s počtem druhů chycených ve středu transektu. To může být zapříčiněno tím, že stanoviště na pozici -20 má charakter lesního biotopu a je obýváno větším počtem čistě lesních druhů, jako například *Carabus hortensis* (Linnaeus, 1758), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787) a další. Kdežto stanoviště na pozicích -10 a -3 mají charakter spíše trvalého travního porostu a tudíž zde není taková pestrost druhů.

Obrázek č. 6 – Vliv vzdálenosti na početnost druhů ve druhém sběru



Tento graf zobrazuje počty druhů ve druhém sběru. Navzdory tomu, že pole s transektu T1 a T2 byla sklizena a tím zde došlo ke značné disturbanci vlivem ztráty vegetace, počty druhů na těchto dvou transektech zůstaly ve vzdálenosti 20 metrů v poli vyšší, než na transektech ležících na poli nezasazeném disturbancí. Data o počtu druhů na transektu T2 mezi body 0 a 20 chybí, protože došlo ke zničení pastí při následném podmítání po sklizni. Proto je oblast grafu s chybějícími daty značena čárkovanou čarou.

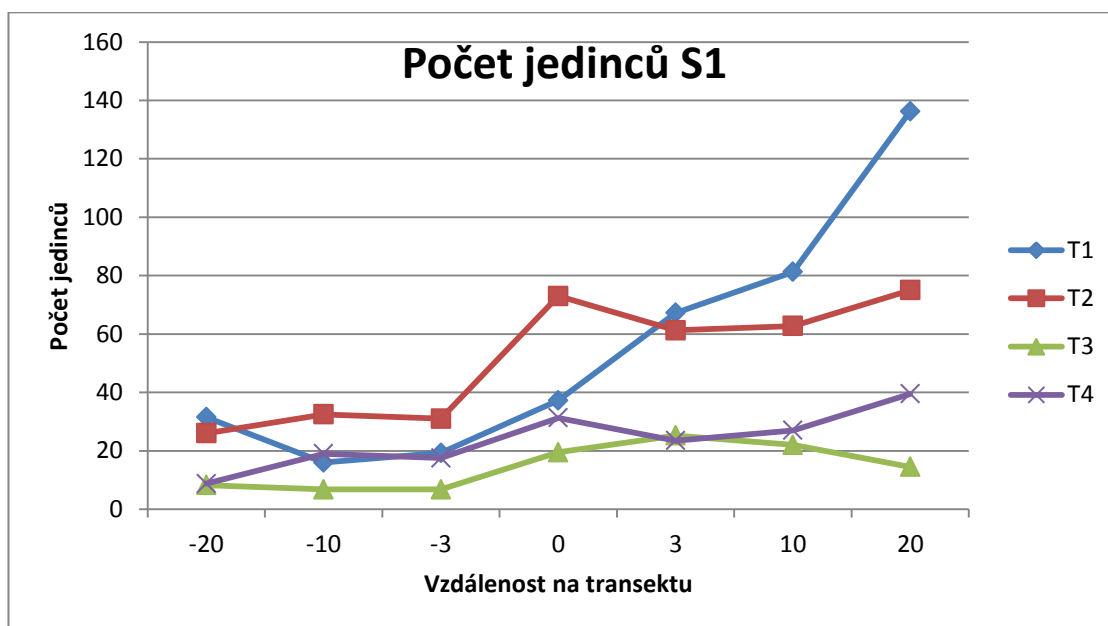
Tabulka č. 1 – Vliv různých proměnných na početnost druhů

Jméno proměnné	Počet stupňů volnosti	Residuální		Deviance nulového modelu	P-hodnota	Koeficient determinace R ²
		suma čtverců (Hodnota Chi ²)	Zbývající stupně volnosti			
I(Vzdálenost^3)	1	16,564	205	257,75	4,702e-05 ***	0,060
Vzdálenost	1	9,742	204	148,01	0,0018007 **	0,035
Čas sběru	1	25,864	203	222,14	3,663e-07 ***	0,094
Transekt	3	18,531	200	203,61	0,0003417 ***	0,067
I(Vzdálenost^3):Čas sběru	1	4,682	199	198,93	0,0304714 *	0,017
Vzdálenost:Transekt	3	15,843	196	183,09	0,0012210 **	0,0577
Null		274,31	206			

3.4 Počty jedinců okolo ekotonu pole - remízek

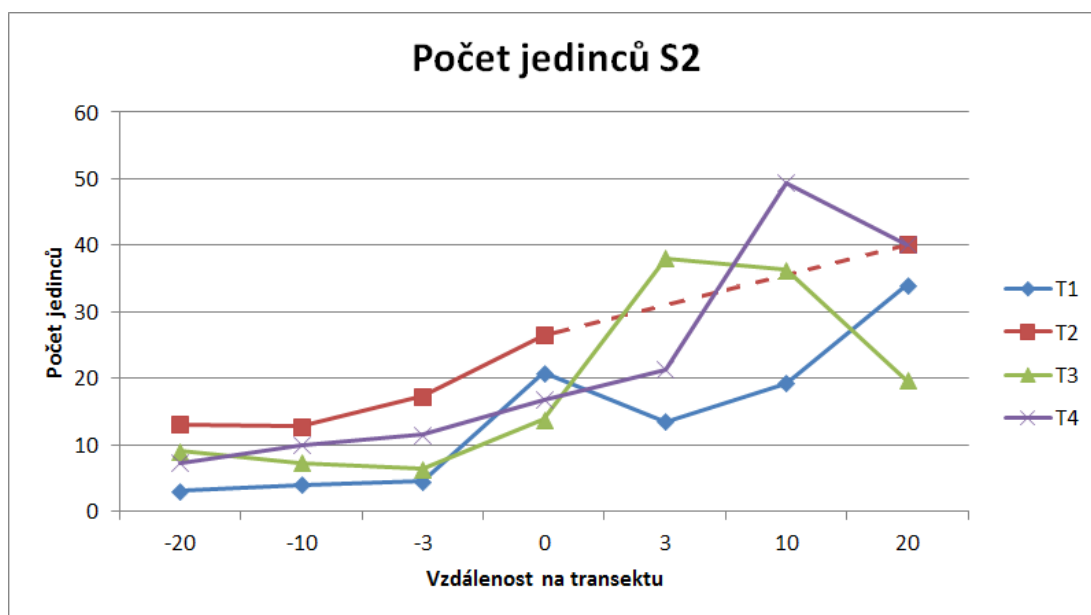
Zaznamenaný počet jedinců (v jednotlivých pastech) byl ovlivněn polohou pasti na transektu (Obrázky 7 a 8), identitou transektu, načasováním sběru dat, interakcí mezi identitou transektu a načasováním sběru a interakcí mezi polohou pasti na transektu a identitou transektu (Tabulka 2).

Obrázek č. 7 - Vliv vzdálenosti na početnost jedinců v prvním sběru



Spojnicový graf zobrazuje jednotlivé pozice zemních pastí na transektech v prvním sběru a udává počty chycených jedinců v daných místech. Z grafu je patrné, že početnost jedinců v remízku (-20) je na nejnižším bodě v případě transektů T2 a T4 a dále směrem do pole stoupá.

Obrázek č. 8 – Vliv vzdálenosti na početnost jedinců ve druhém sběru



Spojnicový graf opět udává počty jedinců v různých vzdálenostech od středu transektů, ale již ve druhém sběru. Transekty T1 a T2 byly umístěny na poli, které již prošlo disturbancí v podobě sklizně. Ale přesto mají počty jedinců ve směru z remízku do pole stále stoupající tendenci, byť na polích nezasazených disturbancí je počet jedinců vyšší. Data o počtu jedinců na transektu T2 mezi body 0 a 20 chybí z důvodů uvedených výše. Oblast chybějících dat je opět značena čárkovanou čarou.

Tabulka č. 2 – Vliv různých proměnných na počet jedinců N

Jméno proměnné	Počet stupňů volnosti	Residuální		Deviance nulového modelu	P-hodnota	Koefficient determinace R ²
		suma čtverců (Hodnota Chi ²)	Zbývající stupně volnosti			
Vzdálenost	1	1210,27	205	2955,1	2,2e-16 ***	0,290
I(Vzdálenost ³)	1	100,25	204	2854,9	6,216e-05 ***	0,024
Transekt	3	707,89	201	2147,0	2,2e-16 ***	0,169
Čas sběru	1	427,09	200	1719,9	2,2e-16 ***	0,102
Transekt:Čas sběru	3	427,06	197	1292,8	9,802e-15 ***	0,102
Vzdálenost:Transekt	3	104,56	194	1188,3	0,0008046 ***	0,025
I(Vzdálenost ³):Transekt	3	54,99	191	1133,3	0,0321 130*	0,013
Null		4165,4	206			

4 Diskuze

Velikost a typ mimoprodukčního biotopu, společně s celkovou strukturou krajiny, ovlivňují aktivitu i druhovou rozmanitost organismů v agroekosystémech (Schweiger et al., 2005). Mimoprodukční biotopy v našem zájmovém území měly rozlohu několika stovek metrů čtverečných a nabízely vhodný biotop nejen pro druhy preferující přechodná stanoviště (ekoton), ale i pro vyloženě lesní druhy, které nemají potřebu přibližovat se k hranici obou biotopů. Druhy jednotlivých biotopů mohou vzhledem ke svým odlišným vlastnostem reagovat na okraj rozdílným chováním. Mohou být striktními specialisty ve svém biotopu a nikdy nepřekročí jeho hranici nebo se jí dokonce vyhýbají (Ries et al., 2004). Mnohé druhy tyto mimoprodukční plochy používají jako úkryt či místo pro rozmnožování nebo jako své dočasné útočiště, a to poukazuje na fakt, že neobdělávané plochy jsou důležitým typem zimoviště pro tak důležité predátory jako jsou střevlíkovití brouci (Holland et Luff, 2000). Hranice mezi remízky a zemědělskými biotopy jsou v zemědělské krajině početné a ovlivňují ekologické procesy v obou přilehlých biotopech (Roume et al., 2011).

V prvním sběru (před disturbancí) dosahovala nejvyššího počtu druhů společenstva na rozmezí obou biotopů, čili v ekotonu. Taková společenstva jsou nazývána ekotonálními a zvýšená druhová bohatost, kterou se vyznačují, je pak označována jako ekotonální jev (neboli okrajový efekt, anglicky „edge effect“; Šálek et al., 2005).

Druhý sběr byl částečně podobný tomu prvnímu. Druhová bohatost se opět navyšovala směrem ze středu remízku k hranici biotopů. V případě transektů T3 a T4, které nebyly ovlivněny disturbancí, počet druhů stále stoupal i za hranicí biotopů směrem do pole a svého maxima dosáhl ve vzdálenosti mezi 3-mi a 10-ti metry v poli, dále v poli počet druhů klesal. Naopak disturbancí zasažené transekty T1 a T2 prokázaly nejvyšší druhovou bohatost ve vzdálenosti 20-ti metrů od hranice v poli. Přitom na transektu T1 dochází od hranice do pole nejprve k úbytku druhů, který se po 10-ti metrech změní na přírůstek a ve 20-ti metrech je již na svém maximu. Toto chování naznačuje, že společenstva střevlíků z okraje remízků na transektech nezasažených disturbancí využívala potravní nabídky i v polích a obohacovala ta

druhovou bohatost okrajů polí. Oproti tomu společenstva střevlíků z okraje remízků na transektech zasažených disturbancí se stáhla zpět do remízku a tím pádem došlo k úbytku druhové diverzity. Důležitým poznatkem je fakt, že k úbytku druhové rozmanitosti mezi prvním a druhým sběrem došlo nejen na transektech zasažených disturbancí, ale i na těch nezasažených, byť nebyl tak znatelný. To může být následkem vývoje společenstva v čase. Dalším důvodem může být i nižší aktivita střevlíků v daném období. Nesmí se ovšem opomenout ani metodologické aspekty. Doba, po kterou byly pasti na lokalitě ponechány, se různí. Při prvním sběru byly pasti v terénu umístěny 21 dní, při druhém pouze 12 dní. Důvodem kratší doby expozice druhého sběru v terénu byla plánovaná sklizeň na poli s transekty T3 a T4, při které by s vysokou pravděpodobností mohlo dojít ke zničení pastí na poli

Roume et al. (2011b) uskutečnili podobný výzkum. Zkoumali distribuci střevlíků na obě strany od hranice mezi polem a mimoprodukčním biotopem, nikoli však její vývoj v čase. Uvádí, že hloubka okraje ovlivňujícího společenstva druhů střevlíkovitých brouků, byla asymetrická, ve směru do lesního remízku byla kratší (4.9 ± 2.3 m) a měla vyšší proměnlivost směrem do otevřených stanovišť (14.4 ± 12.3 m). Společenstva druhů na hranicích (v ekotonech) byla tvořena směsicí obou přilehlých společenstev. Lesní střevlíci nebyli ohroženi okrajovým efektem. Okrajový efekt je spíše prospěšný pro zemědělství, ve většině případů díky šíření lesních druhů predátorů do zemědělských polí (Roume et al., 2011b). Počet druhů na mimoprodukčních ostrovech není vyšší než na poli, ale na poli se vyskytují jiné druhy (Knapp et Olivová, 2011).

Počet jedinců v prvním sběru měl rostoucí tendenci ve směru ze středu remízku, přes hranici obou biotopů až do pole. Zajímavé je, že křivky grafů pro počet druhů a jedinců prvního sběru jsou si v oblasti remízků a hranic výrazně podobné. Oproti tomu část grafů popisující početnost druhů a jedinců na poli se dosti různí, což může být způsobeno přítomností značného množství jedinců téhož druhu. Když je polní plodina v plné síle, dojde ke vzrůstu početnosti škůdců a tudíž i predátorů, kteří se jimi živí (Rand et al., 2006).

Porovnáním grafů z druhého sběru byla zjištěna celková podobnost mezi výskytem druhů a početností jedinců. Na transektech nezasažených disturbancí (T3 a T4) se projevil posun místa s největší druhovou bohatostí i početností jedinců o 3 až 10 metrů směrem do pole, což je zřejmě opět následek kolonizace pole druhy střevlíků

z remízku a celkového navýšení jedinců v daném místě díky větší potravní nabídce. Střevlíci jsou hojní na zemědělských polích po celém světě a jsou významnými predátory zemědělských škůdců (Lövei et Sunderland, 1996). V případě transektů T1 a T2, které byly zasaženy disturbancí, došlo k výraznému snížení počtu jedinců na poli poblíž hranice obou biotopů. Oproti tomuto poklesu se zvýšil počet jedinců dále od hranice, ve vzdálenosti 20 metrů do pole a jeho hodnoty převyšovaly počet jedinců v ekotonu.

Výsledky experimentu, porovnávajícího početnost, druhové složení a přetékání organismů ze dvou různých biotopů - pole a mimoprodukčního biotopu, mohou být zapříčiněné různými proměnnými. Hlavním důvodem rozdílné početnosti druhů a jedinců byl charakter stanoviště, vliv disturbance a vývoj společenstva v čase.

Podle Tschrantkeho et al. (2012) je potřeba vědět, kolik druhů se spoléhá na vícero krajinných pokryvů, respektive jak je důležitá vzájemná doplňkovost částí krajiny. V případě agroekosystémů je důležité provést studii, která ověřuje ekologický a ekonomický význam, jak negativního, tak i pozitivního přelivu organismů mezi biotopy. Vzhledem k faktu, že je tato problematika stále otevřená a aktuální, rád bych se jí věnoval i v rámci svého budoucího studia a diplomové práce.

5 Závěr

Mimoprodukční ostrovy jsou v zemědělské krajině důležité především jako zpestření jinak monotónní krajiny, porostlé monokulturami zemědělských plodin. Jejich význam pro střevlíkovité brouky spočívá v tom, že jim poskytuje útočiště, prostor pro přezimování, místo k rozmnožování či úkryt v případě disturbancí okolní zemědělské plochy.

Změny v druhovém složení společenstev z transektů narušených sklizní ukázaly, že disturbance mají vliv na druhy z remízku žijících na poli, ale i na druhy polní, žijící na okraji remízku, neboť došlo k poklesu druhové diverzity na okraji pole. Dalším podstatným faktorem ovlivňující druhové zastoupení společenstev je jejich změna v čase, protože i na disturbancí neovlivněných transektech došlo ke snížení druhů. Celkem bylo chyceno 5953 jedinců, příslušných k 70-ti druhům - z toho 4079 v prvním sběru (60 druhů) a „jen“ 1874 ve druhém sběru (52 druhů). Na počty jedinců mělo největší vliv načasování sběru a poloha na transektu, na počty druhů kromě načasování také identita a poloha na transektu. Význam zachování mimoprodukčních ostrovů má smysl nejen z hlediska zlepšení krajinného rázu, ale i z důvodu navyšování biodiverzity v krajině. To je přínosné i pro zemědělství, protože střevlíci se podílejí na biologické regulaci škůdců zemědělských plodin a jsou tím velmi prospěšní. Data získaná při tomto terénním experimentu jsou cenným zdrojem informací o fungování společenstev střevlíků v zemědělské krajině. Jsou důležitá i pro praxi, například mohou podpořit tvorbu menších ale i větších mimoprodukčních ostrovů uvnitř polí.

Výzkum i nadále pokračuje dalšími sběry v téže lokalitě pro účely diplomové práce. Tím bude získán unikátní dataset, jehož publikaci společně se školitelem a vedoucím této práce v jednom, Ing. Michalem Knappem, Ph.D., plánujeme vydat v některém z prestižních vědeckých ekologicko-zemědělských časopisů. Kromě stávajícího výzkumu by se dala zkoumat kupříkladu vysoká početnost několika druhů střevlíků, vyskytujících se v polním biotopu a její vliv na distribuci polních škůdců na ekotonech mimoprodukční biotop – pole.

6 Přehled literatury a použitých zdrojů

Blitzer E.J., Dormann C.F., Holzschuh A. et al., 2012: Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 146: 34 - 43.

CENIA, Česká informační agentura životního prostředí, 2014: *Tematické mapy (dlesměrnice INSPIRE)* [online]. Copyright CENIA, 2010-2013 [cit. 2014-03-22]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home/>

ČSU, 2010: Česka republika od roku 1989 v číslech. [online], [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://www.czso.cz/cz/cr_1989_ts/0202.pdf

Cole L.J., McCracken D.I., Dennis P., Downie I.S., Griffin A.L., Foster G.N., Murphy K.J., Waterhouse T., 2002: Relationships between agricultural management and ecological groups of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) on Scottish farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 323 - 336.

Dauber J., Purtauf, T., 2007: A multi-scale analysis of the relative importance of habitat features and landscape context on species richness of carabids. In: Schroder, B., Reuter, H., Reineking, B. (Eds.), *Multiple Scales in Ecology*. Peter Lang Pub Inc, Postdam: 63 - 67.

Ervin T.L., 1985: The taxon pulse: A general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles. *Taxonomy, Phylogeny and Zoogeography of Beetles and Ants* Junk, The Hague: 437 - 472.

Eyre M.D., 2006: A strategic interpretation of beetle (Coleoptera) assemblages, biotopes, habitats and distribution, and the conservation implications. *Journal of Insect Conservation* 10: 151 - 160.

Fagan, W.E., Cantrell, R.S., Cosner, C., 1999: How habitat edges change species interactions. *The American Naturalist* 153: 165 - 182.

Fahrig, L., 2003: Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34: 487 - 515.

- Gabriel D., Sait S.M., Hodgson J.A., Schmutz U., Kunin W.E., Benton T.G., 2010:** Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters* 13: 858 - 869.
- Holland, J.M., Luff, M.L., 2000:** The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 109 - 129.
- Hůrka K., 1996:** Carabidae of the Czech and Slovak Republics / České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, 565 s.
- Ives A.R., Cardinale B.J., Snyder W.E., 2005:** A synthesis of subdisciplines: predator-prey interactions, and biodiversity and ecosystem functioning. *Ecology Letters* 8: 102 - 116.
- Kazda J., Mikulka J., Prokinová E., 2010:** Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, Praha, 400 s.
- Larrivéé, M., Fahrig, L., Drapeau, P., 2008:** Edge effects created by wildfire and clear-cutting on boreal forest ground-dwelling spiders. *Forest Ecology and Management* 255, 1434 – 1445.
- Laštůvka Z., Gaisler J., Krehčová P., Pelikán J., 1996:** Zoologie pro zemědělce a lesníky. Konvoj, Brno, 266 s.
- Lövei G.L., Sunderland K.D., 1996:** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41: 231 - 256.
- Lövei, G.L., 2008:** Ecology nad conservation biology of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an age of increasing of human dominance. Ph.D. Thesis, 2008
- Magurran A.E. 1988:** Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Petr J., 1983:** Intenzivní obilnářství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 388 s.
- Petránek J., 2011:** Za tajemstvím kamenů. Grada Publishing a.s., Praha, 200 s.
- Quitt, E., 1971:** Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica* 16. Brno: Academia, geografický ústav ČSAV, 73 s.

Rand T.A., Tylianakis J.M., et Tscharrntke T., 2006: Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters* 9: 603 - 614.

Ries, L., Fletcher, R.J., Battin, J. & Sisk, T.D., 2004: Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 491 – 522.

Roume A., Quin A., Raison L., Deconchat M., 2011a: Abundance and species richness of overwintering ground beetles (Coleoptera: Carabidae) are higher in the edge than in the centre of the woodlot. *European Journal of Entomology* 108: 615 - 622.

Roume A., Deconchat M., Raison L., Balent G., Quin A., 2011b: Edge effects on ground beetles at the woodlot–field interface are short-range and asymmetrical. *Agricultural and Forest Entomology* 13: 395 - 403.

Sádlo J. & Storch D., 2000: *Biologie krajiny – biotopy České republiky*. Vesmír, 94 s.

Schweiger O., Maelfait J.P., Van Wingerden W., Hendrickx F., Billeter R., Speelmans M., Augenstein I., Aukema B., Aviron S., Bailey D., Bukacek R., Burel F., Diekotter T., Dirksen J., Frenzel M., Herzog F., Liira J., Roubalova M., Bugter R., 2005: Quantifying the impact of environmental factors on arthropod communities in agricultural landscapes across organizational levels and spatial scales. *Journal of Applied Ecology* 42: 1129 - 1139.

Šálek, M., Růžička, J., Mandák, B., 2005: *Ekologie*. Lesnická práce, Praha, 121 s.

Thomas, C.F.G., Holland, J.M., Brown, N.J., 2002: *The Agroecology of Carabid Beetles*. Intercept, Andover 305 - 344.

Thomas M.B., Wratten S.D., Sotherton N.W., 1991: Creation of island habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods-predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology* 28: 906 - 917.

Tscharrntke T., Tylianakis J.M., Rand T.A., Didham R.K., Fahrig F., Batáry P., Bengtsson J., Clough Y., Crist T.O., Dormann C.F., Ewers R.M., Fründ J., Holt

R.D., Holzschuh A., Klein A.M., Kleijn D., Kremen C., Landis D.A., Laurance W., Lindenmayer D., Scherber C., Sodhi N., Steffan-Dewenter I., Thies C., van der Putten W.H., Westphal C., 2012: Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews* 87: 661 - 685.

van Apeldoorn D.F., Kempen B., Sonneveld M.P.V., Kok K., 2013:

Co-evolution of landscape patterns and agricultural intensification: An example of dairy farming in a traditional Dutch landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 172: 16 - 23.

Wamser S., Dauber J., Birkhofer K., Wolters V., 2011: Delayed colonisation of arable fields by spring breeding ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in landscapes with a high availability of hibernation sites. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 144: 235 – 240.

Weitbull A.C., Ostman O., Granqvist A., 2003: Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation* 12: 1335 - 1355.

7 Přílohy

Příloha 1 - Abecední seznam všech chycených druhů

Nomenklatura dle Hürky (1996).

Abax (A.) paralleus (Duftschmid, 1812)

Agonum micans (Nicolai, 1822)

Agonum muelleri (Herbst, 1784)

Agonum sexpunctatum (Linnaeus, 1758)

Agonum viduum (Panzer, 1797)

Amara (A.) aenea (De Geer, 1774)

Amara (C.) aulica (Panzer, 1797)

Amara (C.) bifrons (Gyllenhal, 1810)

Amara (A.) communis (Panzer, 1797)

Amara (B.) consularis (Duftschmid, 1812)

Amara (A.) convexior Stephens, 1828

Amara (A.) familiaris (Duftschmid, 1812)

Amara (A.) nitida nitida Sturm, 1825

Amara (A.) ovata (Fabricius, 1792)

Amara (Z.) plebeja (Gyllenhal, 1810)

Amara (A.) pulpani (Kult, 1949)

Anchomenus dorsalis (Pontoppidan, 1763)

Asaphidion flavipes (Linnaeus, 1761)

Badister (B.) bullatus (Schrank, 1798)

= *bipustulatus* (Fabricius, 1792) nec (Fabricius, 1775)

Badister (B.) lacertosus Sturm, 1815

Bembidion (M.) lampros (Herbst, 1784)

Bembidion (P.) obtusum Audinet-Serville, 1821

Bembidion (B.) quadrimaculatum quadrimaculatum (Linnaeus, 1761)

Bembidion (B.) tetracolum tetracolum (Say, 1823)

Calathus (C.) fuscipes fuscipes (Goeze, 1777)

Calathus (N.) melanocephalus (Linnaeus, 1758)

Carabus (A.) cancellatus cancellatus Illiger, 1798
 = *excisus* Dejean, 1826
Carabus (T.) convexus convexus Fabricius, 1775
Carabus (C.) granulatus granulatus Linnaeus, 1758
Carabus (O.) hortensis Linnaeus, 1758
Carabus (A.) nemoralis nemoralis O. F. Müller, 1764
Clivina fossor (Linnaeus, 1758)
Cychrus (C.) caraboides caraboides (Linnaeus, 1758)
Dolichus halensis (Schaller, 1783)
Dromius schneideri (Crotch, 1871)
 = *marginellus* (Fabricius, 1794) nec (Herbst, 1794)
Epaphius secalis secalis (Paykull, 1790)
Harpalus (H.) affinis (Schrank, 1781)
 = *aeneus* (Fabricius, 1775) nec (De Geer, 1774)
Harpalus atratus (Latreille, 1804)
Harpalus (H.) honestus (Duftschmid, 1812)
Harpalus (H.) latus (Linnaeus, 1758)
Harpalus (H.) luteicornis (Duftschmid, 1812)
Harpalus (H.) quadripunctatus (Dejean, 1829)
Harpalus (H.) rubripes (Duftschmid, 1812)
Harpalus (H.) tardus (Panzer, 1797)
Leistus (L.) ferrugineus (Linnaeus, 1758)
Licinus (L.) depressus (Paykull, 1790)
Loricela pilicornis pilicornis (Fabricius, 1775)
Masoreus wetterhali (Gyllenhal, 1813)
Microlestes minutulus (Goeze, 1777)
Nebria (N.) brevicollis (Fabricius, 1792)
Notiophilus biguttatus (Fabricius, 1799)
Notiophilus palustris (Duftschmid, 1812)
Ophonus sp.(Dejean)
Oxypselaphus obscurus (Herbst, 1784)
Panagaeus bipustulatus (Fabricius, 1775)
Platynus (P.) assimilis (Paykull, 1790)
Poecilus (P.) cupreus cupreus (Linnaeus, 1758)

Poecilus (P.) versicolor (Sturm, 1824)
= *coerulescens* auct. nec (Linnaeus, 1758)

Pseudoophonus (P.) griseus (Panzer, 1797)

Pseudoophonus (P.) rufipes (De Geer, 1774)
= *pubescens* (O. F. Müller, 1776)

Pterostichus (M.) melanarius melanarius (Illiger, 1798)
= *vulgaris* auct. nec (Linnaeus, 1758)

Pterostichus (P.) niger niger (Schaller, 1783)

Pterostichus (B.) oblongopunctatus oblongopunctatus (Fabricius, 1787)

Pterostichus (P.) strenuus (Panzer, 1797)

Pterostichus (A.) vernalis (Panzer, 1796)

Stomis pumicatus pumicatus (Panzer, 1796)

Syntomus foveatus (Fourcroy, 1785)

Syntomus truncatellus (Linnaeus, 1761)

Synuchus vivalis vivalis (Illiger, 1798)
= *nivalis* (Panzer, 1797) nec (Paykull, 1790)

Trechus quadristriatus (Schrank, 1781)

Příloha 2 - Rozmístění pastí a jejich design

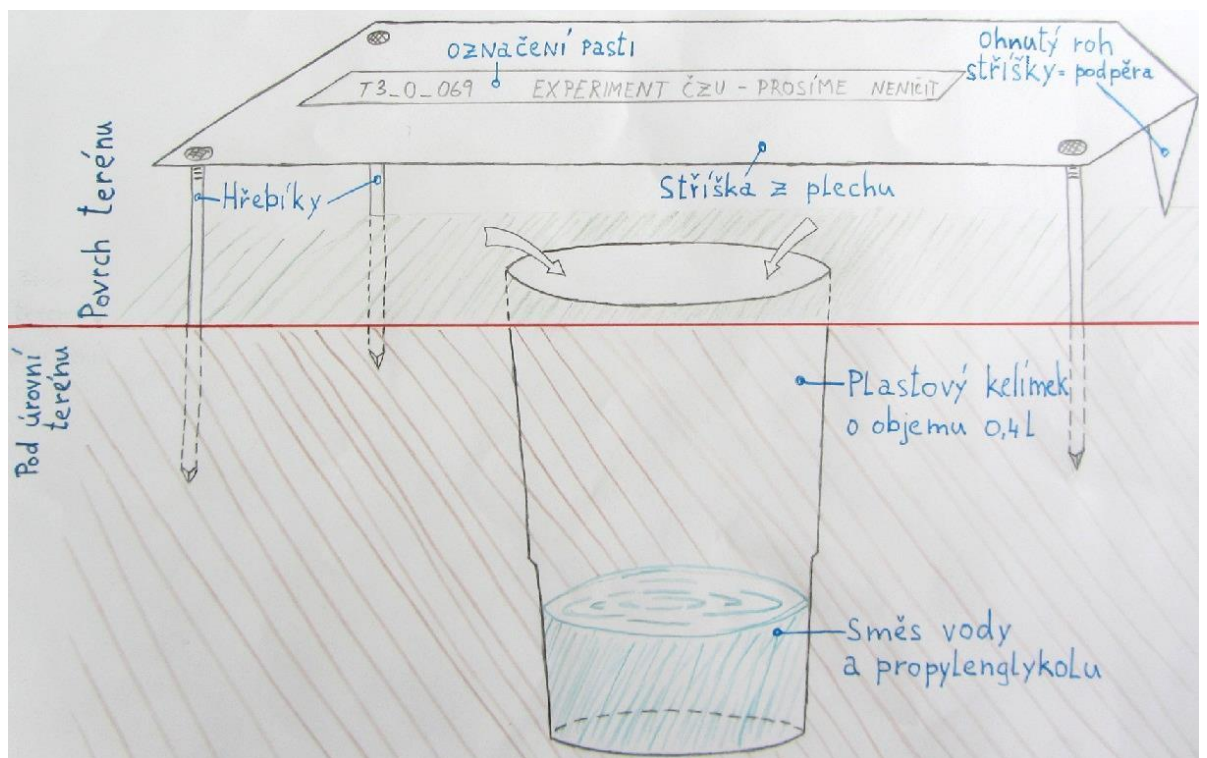
Příloha 2a – Letecký snímek zájmového území. Upraveno v programu Malování, 2009. Podkladová mapa z CENIA.



Poskytovatelé:



Příloha 2b – Náčes designu pasti s popisky



Příloha 2c – Past zakopaná na poli 18.6.2013



Příloha 3 – Fotodokumentace

Příloha 3a – Zakopávání pastí na poli na transektu T1 dne 18.6.2013



Příloha 3b – Past naplněná směsí propylenglykolu, vody a nachytaných organismů



Příloha 3c – Determinace střevlíků

