

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Okraje polních cest jako zdroj biodiverzity
(případová studie na epigeických broucích)

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

Konzultanti diplomové práce: Ing. Jahnová Zuzana, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Jan Jelínek DiS

České Budějovice, 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan JELÍNEK, DiS.**
Osobní číslo: **Z14688**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu: **Okraje polních cest jako zdroj biodiverzity (případová studie na epigeických broucích)**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární rešerše problematiky epigeických brouků na okrajích polních cest.
2. Odběr vzorků epigeických brouků na vybraných plochách jižních Čech (obec Božetice, okres Písek).
3. Stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev epigeických brouků na pokusných plochách.
4. Vyhodnocení biodiverzity okraje polních cest a vlastního pole indexy rozmanitosti a podobnosti.
5. Vyhodnocení biodiverzity okraje polních cest a vlastního pole metodou analýzy frekvence zastoupení různých skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům společenstev brouků na sledovaných plochách.
6. Praktická doporučení managementu a struktury zemědělské krajiny v modelové oblasti.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Boháč, J.: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 1999, 74: 357-372.
- Boháč J., Jahnová Z., 2015: Land Use Changes and Landscape Degradation in Central and Eastern Europe in the Last Decades: Epigeic Invertebrates as Bioindicators of Landscape Changes. In: Armon R. H., Hanninen O. (Eds) : *Environmental Indicators*, Springer, pp. 395-419.
- Byron H., 2015: Biodiversity issues in road environment impact assessment: guidance and case studies. <http://www.personal.ceu.hu/students/03/IordanHristov/impact>.
- Good, J., A., Giller, P., S., 1999: The effect of cereal and grass management on Staphylinid (Coleoptera) assemblages in south - west Ireland. *Journal of Applied Ecology*, 28, 810 - 826.
- Pffner L., Luka H., 2000: Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 78: 215-222.
- Smith J., Potts S. G., Woodcock B. A., Eggleton P., 2008: Can arable field margins be managed to enhance their biodiversity, conservation and functional value for soil macrofauna? *Journal of Applied Ecology*, 45: 269-278.
- Smith J., Potts S. G., Eggleton P., 2008: The value of sown grass margins for enhancing soil macrofaunal biodiversity in arable systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127: 119-125.
- Snoo G. R., 1999: Unsprayed field margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 46: 151-160.

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


Katedra speciální produkce rostlinné

Konzultant diplomové práce: **Ing. Zuzana Jahnová**


Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce: **9. března 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2016**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

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


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

V Českých Budějovicích dne 9. března 2015

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 fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích 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.

Datum: 20.4.2017

Podpis studenta.....

Mé poděkování patří vedoucímu diplomové práce panu doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc.. Děkuji za rady, připomínky a odborné vedení diplomové práce.

SOUHRN

Byla sledována druhová rozmanitost, aktivita, vyrovnanost a antropogenní ovlivnění epigeických brouků na transektu pole pšenice, biokoridor (polní cesta s doprovodnou vegetací) a pole řepky. Materiál byl sebrán metodou zemních pastí během června až září 2016 v katastrálním území obce Božetice v okrese Písek v jižních Čechách. Celkem bylo zjištěno 38 druhů a 567 exemplářů brouků. Aktivita epigeických kolísala mezi společenstvími na polní cestě a zkoumanými lokalitami, největší aktivita byla zjištěna v polních kulturách a nižší na polní cestě. Index antropogenního ovlivnění byl na studijních plochách rozdílný (pšenice 2,5, polní cesta 12 a řepka 0). Z výsledků odchytu je zřejmé, že všechny studijní plochy jsou velmi silně ovlivněny lidskou činností v krajině. Reliktních druhů bylo odchyceno v celkovém součtu na všech lokalitách pouze (drabčící a střevlíci) 20% a eurotopních druhů 80%. Náročnější druhy se prakticky vůbec nevyskytovaly na polních kulturách. Na polní cestě se vyskytovalo nejvíce reliktních druhů druhého řádu v počtu 6 druhů. Jejich aktivita ale byla nízká. Vyrovnanost společenstva v agroekosytémech byla nízká (2,331 – 2,474). Nejvyšší vyrovnanost byla zjištěna na polní cestě (3,04). Vícerozměrná podobnost společenstev podle beta diverzity dokázala, že druhové složení napříč lokalitami je velmi vyrovnané. Pro zvýšení diverzity by bylo vhodné změnit osevní postup a snížit agrotechnické zásahy v lokalitě, dále zařadit více mimoprodukčních ploch s remízky, stromy a keři. Biokoridor ve formě polní cesty plní částečně úlohu stabilizačního prvku v krajině tím, že zvyšují početnost druhů bezobratlých redukujících škůdce a plevele.

Klíčová slova: epigeičtí brouci; společenstva; zemědělská krajina, transekt pole pšenice-polní cesta-řepka; antropogenní ovlivnění; diverzita a vyrovnanost společenstev; ordinace, jižní Čechy.

SUMMARY

The species diversity, activity, equitability and human impact were studied using epigeic beetle communities on transect wheat field – field trip and alfalfa field. The material was collected by pitfall traps during the period June-September 2016 in cadastral of the town Písek in the Southern Bohemia. 38 species and 567 individuals were kept together. Activity of beetles differs in studied plots. The

highest activity was found on fields and the lowest in field trip. Index of human impact was very similar on studied plots wheat 2,5, field trip 12, rape 0). It is clear that all studied are strongly impacted by human activity. The frequency of relic species were (Dragons and Ground beetles) 20% only on all studied plots 80,00%. The adaptable species absent on field cultures and was found on field trip only. 6 species of adaptable (stenotopic) species were found on field trip only, but their activity were very low. The equitability of communities in field plots was very low (2,331 – 2,474). The highest equitability was found on field trip (3,04). The ordination of communities indicate the close similarity. The species diversity is very similar in all communities on studied plots. We recommend the change of sowing management and the lower agrotechnic interference in studied locality. We recommend to enhance the plots of biocorridors and biocenters. The studied field trip plays a role for the increase of the biodiversity of epigeic beetles, which are important for the reduction of pest organisms in agricultural landscape.

Keywords: epigeic beetles; communities; agricultural landscape, transect wheat field –field trip-alfalfa field ; human effect; diversity and equitability of communities; ordination, South Bohemia.

OBSAH

1. Úvod.....	10
2. Cíl diplomové práce.....	11
3. Literární rešerše	12
3.1. Zemědělství.....	12
3.2. Proměny české krajiny v průběhu 18., 19., a 20. století	13
3.3. Vliv zemědělství na krajinu	15
3.4. Funkce půdních bezobratlých živočichů v agroekosytémech	17
3.5. Zemědělství a biodiverzita	18
3.5.1. α , β , γ diverzita.....	19
3.6. Statistické zpracování diverzity.....	19
3.6.1. Indexy diverzity jako analogie popisné statistiky.....	19
3.7. Standardní komerční statistické softwary	20
3.7.1. Specializované nástroje.....	20
3.8. Rozdělení druhů do skupin podle jejich citlivosti k antropogenním vlivům	22
3.9. Bezobratlí	24
3.9.1. Střevlíkovití a drabčíkovití.....	24
3.9.2. Rozmnožování brouků	25
3.10. Střevlíci (Caribidae)	25
3.11. Drabčíkovití (<i>Staphylinidae</i>)	26
3.12. Pasti pro odchyt epigeických brouků	28
3.12.1. Individuální odchyt.....	28
3.12.2. Smýkání.....	29
3.12.3. Sklepávání	29
3.12.4. Prosívání.....	29
3.12.5. Zemní pasti.....	30
3.12.6. Malaiseho past.....	31
4. METODIKA	32
4.1. Charakteristika a popis zkoumaných ploch.....	32
4.1.1. Zkoumaná lokalita č. 1 a č. 2	34
4.1.2. Polní cesta	35
4.2. Zhodnocení vlivu přírodních podmínek na půdu v dané lokalitě	38
4.3. Odběr materiálu.....	39
4.3.1. Příprava pastí	39

4.3.2.	Vedení pracovní dokumentace	41
4.3.3.	Dodržení podmínek u pokusné plochy.....	42
4.3.4.	Načasování sběrů	42
4.3.5.	Instalace pastí	42
4.3.6.	Frekvence odběrů	42
4.3.7.	Odebrání úlovku z pasti	42
4.3.8.	Uchovávání materiálu	43
4.3.9.	Třídění sběrů	43
4.4.	Analýza dat.....	43
4.4.1.	Rozdělení druhů do skupin podle jejich citlivosti k antropogenním vlivům ..	43
4.4.2.	Index antropogenního ovlivnění	44
4.4.3.	Indexy diverzity	45
4.4.3.1.	Indexy alfa diverzity	45
4.4.3.2.	Index beta diverzity.....	46
4.4.4.	Zpracování dat softwarem	46
5.	Výsledky	47
5.1.	Drabčíkovití	51
5.2.	Střevlíkovití	54
5.3.	Lanýžkovití, Páteříčkovití, Mandelinkovití	57
5.4.	Nosatcovití	58
5.5.	Posouzení antropogenního ovlivnění na pokusných plochách.....	59
5.6.	Vyhodnocení alfa diverzity.....	60
5.7.	Vyhodnocení beta diverzity	61
6.	Diskuze	63
7.	Závěr	67
8.	Přehled použité literatury a zdrojů.....	69
9.	Seznam obrázků.....	78
10.	Seznam tabulek	79
11.	Seznam symbolů a zkratk	79
12.	Přílohy.....	80

1. Úvod

Na evropském kontinentě se zemědělská krajina formuje více než 2000 let (KLEIN et al., 2010). Při zvyšujícím se počtu jedinců populace se úměrně zvyšoval i zábor půdy a s tím souvisel sklon k likvidaci přirozených součástí krajiny. Změny, které v krajině probíhaly a probíhají i v současnosti, jsou plynulé a nově vzniklá krajina dříve dávala poměrně dobré možnosti k přežití u řady rostlinných i živočišných druhů (POKORNÝ et al., 2005). Docházelo k přímému ovlivňování jednotlivých druhů, které mnohdy byly na sebe vázané, a následovalo jejich přizpůsobení nové náhradní krajině. Efektem výše zmíněného je redukováná (zhoršená) biodiverzita a dochází k částečnému nebo úplnému vymizení a ohrožení řad a druhů.

Současný management zemědělství je obviňován z krize biodiverzity. Hlavně se jedná o pěstování jednoletých plodin, při jejichž pěstování dochází k nadměrnému využívání externích vstupů a invazi introductivních (nepůvodních) druhů (NIEMELÄ et al., 2002). Pokud je pravdou, že zemědělství má jeden z největších vlivů na biodiverzitu, lze říci, že tento vliv je nejvíce vidět na bezobratlých. Jako důvod může být uvedeno to, že jsou nejcitlivější na změny a narušení prostředí oproti rostlinám nebo ptákům (COLE et al., 2005). Střevlíkovití a drabčíkovití jsou vhodnými indikátory kvality prostředí krajiny. V České republice je zařazení do ekologických skupin vztahující se k ekologické valenci taxonů a vaznosti stanoviště provedené dostatečně. Pro sběr brouků byla při této práci použita metoda padacích pastí, kterou početná skupina autorů uvádí jako dostatečně vyhovující.

2. Cíl diplomové práce

Cíle předkládané diplomové práce lze rozdělit do šesti celků a to:

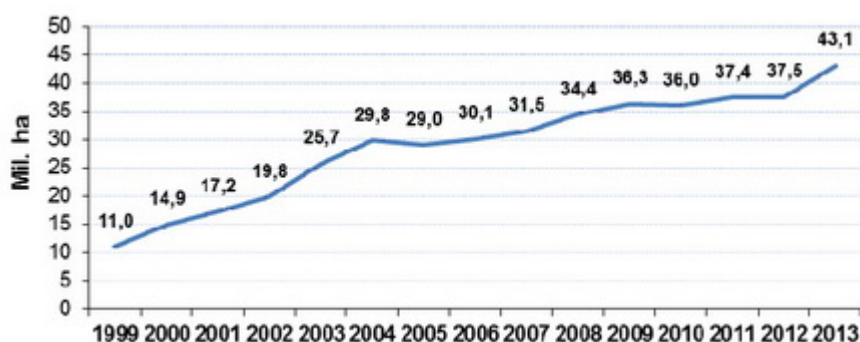
1. Vypracování literární rešerše problematiky epigeických brouků na okrajích polních cest.
2. Odběr vzorků epigeických brouků na vybraných plochách jižních Čech (obec Božetice, okres Písek).
3. Stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev epigeických brouků na pokusných plochách.
4. Vyhodnocení biodiverzity okraje polních cest a vlastního pole indexy rozmanitosti a podobnosti.
5. Vyhodnocení biodiverzity okraje polních cest a vlastního pole metodou analýzy frekvence zastoupení různých skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům společenstev brouků na sledovaných plochách.
6. Praktická doporučení managementu a struktury zemědělské krajiny v modelové oblasti.

3. Literární rešerše

3.1. Zemědělství

Zemědělství můžeme definovat jako „praxi, vědu a umění pěstování plodin a chovu zvířat na organizovaných farmách“ (GLIESSMAN, 1997). Zemědělství jasně charakterizuje vazba spojená se zábořem půdy. V začátcích bylo nejjednodušším zemědělstvím pastevectví, přes které se postupně vyvíjel trojpolní systém (FISCHER 1679). Podle Červeného et al. (2004) začaly skupiny prvních zemědělců a pastevců stále pronikat do dalších i méně vhodných oblastí a tím skončil trvale udržitelný systém, v němž člověk přežíval, aniž by zásadně poškozoval své životní prostředí.

Postupem času se situace pomalu narovnává a ekologické zemědělství stále posiluje na úkor konvenčního, vzestup ilustruje celosvětový vývoj ve zvyšování ekologického zemědělství na obrázku č. 1 (HRABALOVÁ, 2015).



Obrázek 1 - Vzestupná tendence ekologického zemědělství napříč časem, (HRABALOVÁ, 2015)

Zemědělská produkce je jedním z tradičních odvětví národního hospodářství. Systém zemědělství se dělí na dvě větve, rostlinnou a živočišnou výrobu (DOSTÁL, 2016). Rostlinná výroba je základní odvětví zemědělské výroby, které se zabývá pěstováním rostlin a jejich produkty slouží k výživě lidí, hospodářských zvířat i jako průmyslové suroviny. Posklizňové zbytky spolu s odpady živočišné výroby (statková hnojiva) jsou cenným zdrojem organických látek pro zúrodnění půdy. Rostlinnými komoditami se rozumí jakékoliv pěstované plodiny (KUCHTOVÁ et al., 2007). Hlavním cílem živočišné výroby je vyrábět maso, mléko a vejce. K živočišným komoditám patří veškerá chovaná zvířata. Živočišná produkce je velmi významnou součástí zemědělské produkce, zejména kvůli efektivnímu využívání rostlinné výroby coby zdroje všech druhů krmiv a také kvůli velkému podílu tohoto odvětví

při údržbě krajiny. Jedná se především o podhorské a horské oblasti, kde převládá pastevní chov skotu a ovcí (DOSTÁL, 2016).

Výměra zemědělské půdy v ČR aktuálně činí 4,216 mil. ha. Rozhodující část této plochy 2,98 mil. ha (71 %) představuje orná půda, na které jsou v rámci osevních postupů střídány jednotlivé plodiny podle pěstitelských oblastí a vlastního zaměření. Trvalé kultury tvoří trvalé travní porosty (997 tis. ha), zahrady a ovocné sady (209 tis. ha), vinice (20 tis. ha) a chmelnice (10 tis. ha) (Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky, 2015).

3.2. Proměny české krajiny v průběhu 18., 19., a 20. století

Krajina v České republice je formovaná více jak dvě tisíciletí. Postupným vývojem se stala krajinou kulturní. Krajina se pod taktovkou člověka utvářela nejen pod vlivem historických událostí, vývojem společnosti, osídlení a s ním spojeným vývojem zemědělského hospodaření, rozvojem řemesel a průmyslu. V české krajině se místa, která jsou minimálně dotčena téměř nevyskytují. Pro proměnu krajiny v 18. století nabylo důležitosti plánování zemědělské krajiny a její obhospodařování (LÖW, MÍCHAL, 2003). K výraznému zefektivnění zemědělství došlo po začátku využití nových plodin, nemalý podíl na to mělo i rozšiřování orné půdy vytvořené na rozsáhlých plochách. Význam tohoto období v utváření vzhledu krajiny, kterou považujeme za ryze „českou“, je nepopiratelný (SÁDLO et al., 2005).

19. století bylo pro českou krajinu zásadní. Docházelo k zahušťování polních cest. V zemědělství byly rozorávány úhory a dále stoupala plocha obdělávané půdy především na úkor luk a pastvin. Podle Matouška (2010) byl obrovský nárůst v zemědělské výrobě způsoben využíváním střídavé osevní soustavy, která se u nás začala využívat. V důsledku vydání patentu o zrušení roboty a poddanství v roce 1848 proběhlo první scelování pozemků a přispělo k plošnému rozšiřování orných ploch a tím i vznikající jednotvárnosti krajiny (LÖW, MÍCHAL, 2003).

Ve 20. století byl kladen důraz na heslo „Podrobit si přírodu, které znamená odstranit všechny přírodní bariéry; ovládnout nejprve čas a prostor, zrychlit dopravu, odstranit komunikační překážky, pak urychlit všechny přírodní procesy – urychlit růst, odstranit přírodní rytmy, nivelizovat lokální rozdíly a nekonečné bohatství přírodních materiálů nahradit strojními výrobky. Jediná vhodná rychlost: rychleji;

jediný přitažlivý cíl cesty: dále; jediná žádoucí velikost: větší; jediný racionální cíl: více.“ (LÖW, MÍCHAL, 2003)

V první polovině 20. století se v zemědělství vědecký pokrok projevil využíváním minerálních hnojiv v obrovském měřítku a uplatňováním silné strojní techniky. Průmyslový růst se částečně pozastavil v průběhu první světové války, během které zemědělství zažilo jak v rostlinné, tak v živočišné produkci velkou újmu (MAJEROVÁ et al., 2009).

Druhá polovina 20. století nastavuje posun na nahlížení krajiny ze silně antropocentrického hlediska. Člověk krajinu chápe jako výrobní prostor, který využívá stejně jako přírodní zdroje bez ohledu na vztahy jednotlivých složek krajiny bez ohledu na ekologické souvislosti. (SKLENÍČKA, 2003) Ve 2. polovině 20. století dále pokračuje v neosídleném pohraničí samovolné zalesňování a zmenšování zemědělské půdy. Z krajiny mizí stabilizační krajinné prvky, meze, polní cesty, liniová i solitérní zeleň a zemědělsky nevyužívaná zeleň. Obecně krajina v této době ztrácí pestrost. Prvky, které tuto rozmanitost vytváří, jsou komunistickou režíí upozadřovány, což se projevuje zánikem historických krajinných struktur, chátrání hospodářských stavení a opouštěním tradičních způsobů hospodaření (LOKOČ et al., 2010).

V současné době jsou v krajině vidět lány polí, na kterých zahlédneme pouze techniku, nikoliv člověka samotného. I když plochy obdělávané půdy a objem produkce se za posledních 100 let znásobil, tak moderní technika způsobila pokles lidské práce v zemědělství. Po období průmyslové revoluce, která ve 20. století pokračovala zaváděním nových technologických postupů a prostředků pro zefektivnění produkce, se zemědělství ocitá v pozici průmyslu. Tedy v odvětví, kde fyzická přítomnost člověka ustupuje do pozadí před strojem a technikou. Dnes se přítomnost člověka v krajině spíše odhaduje na základě jeho činnosti v ní (SÁDLO et al., 2005). Většina zemědělské půdy je v současné době pronajímána, pouze malý počet jejích vlastníků ji samo také obhospodařuje. Devastace krajiny stále pokračuje, jen změnila nástroj. Místo loutkáře minulého režimu dnes za nitky tahají developerské lobby (LÖW, MÍCHAL, 2003).

3.3. Vliv zemědělství na krajinu

Současné zemědělství již není posuzováno jenom jako nástroj pro výrobu surovin k dosažení uspokojení poptávky po potravinách, ale stále více se zdůrazňuje jeho vliv na utváření krajiny, vliv na její funkčnost a estetickou hodnotu. V současnosti již na Zemi téměř neexistuje přírodní krajina. Přírodní krajina byla lidskou činností přeměněna na krajinu kulturní, která je tvořena mozaikou ekosystémů do různé míry ovlivněných činností člověka, s různou strukturou a druhovým složením, vyžadujících ke svému fungování různý přísun dodatečné energie z vnějšku (SKLENIČKA, 2003). Živé organismy tak mohou být indikátorem vlivu člověka na životní prostředí (LEITÃO et al. 2006). Sklenička (2003) uvádí, že lidé přeměnili 95% suchozemských ekosystémů kvůli hospodaření v lesích a na zemědělské půdě, ale i venkovskou a městskou krajinu. Kulturní krajinu můžeme dělit podle převažujícího využívání (managementu) na tyto subkategorie:

- zemědělská (luční, polní, smíšená, ovocnářská, atd.),
- lesní,
- urbanizovaná,
- rybníčná,
- rekreační,
- průmyslová,
- další.

Největší vliv na přeměnu přírodní krajiny v kulturní, mělo historicky zemědělství a lesnictví. V současnosti má velký vliv průmysl a urbanizace. Nejvíce a nejrychleji však byla krajina pozměněna v uplynulých padesáti letech, zejména proto, aby lidé uspokojili rychle rostoucí poptávku po potravinách, sladké vodě, stavebním dřevu, vláknech a palivech. Vede to k závažné a z větší části nevratné ztrátě rozmanitosti života na Zemi (ČERVENÝ et al. 2004).

Zemědělci svým počínáním ovlivňují nejen obecný ráz našeho okolí, ale rovněž mohou přispět k ochraně ekosystémů a na ně navázané rostlinné a živočišné druhy, včetně jejich přirozených stanovišť. Udržení, případně zvýšení biologické rozmanitosti dále vede k udržení/zvýšení ekologické stability území. Nejen pro epigeické brouky je vhodné zařadit krajinné prvky na lokality.

(http://cit.vfu.cz/ivbp/wpcontent/uploads/2011/07/charakteristika_zemedelstvi.pdf ,
„Staženo dne: 16.02.2016“)

Krajinné prvky jsou přírodní nebo člověkem vytvořené útvary, mezi které patří např. meze, terasy, solitérní dřeviny, skupiny dřevin, travnaté údolnice, kamenné zidky apod. Jsou nedílnou součástí zemědělské krajiny, člení ji a spoluvytvářejí její ráz. Tyto krajinné prvky však v současné době na mnoha místech chybí, a to zejména vinou změn struktury zemědělské krajiny ve 2. pol. 20. století. V tomto období docházelo k intenzivnímu rozorávání mezí, scelování pozemků v zájmu obhospodařování větších ploch, k melioracím rozsáhlých území a intenzifikaci zemědělství. Odhadovaná ztráta krajinných prvků od dob kolektivizace činí asi 4 000 km stromořadí, 3 600 ha rozptýlené zeleně a 49 000 km mezí (Zpravodaj Ekozemědělci přírodě, 2010).

Marada (2007) uvádí, že zemědělské hospodaření je jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících druhovou pestrost — biodiverzitu. V minulosti došlo ke scelování pozemků do velkých půdních bloků (průměrná plocha pozemků v ČR se zvýšila z 0,23 ha v roce 1948 na přibližně 20 ha v současnosti), které často nerespektovalo reliéf terénu. Tato opatření mají dodnes za následek značně narušené odtokové poměry, znečištění vod a degradaci půdy. Těmito kroky byl postupně nastartován proces ztráty přirozené úrodnosti půdy, výrazné snížení schopnosti retence vody v krajině, snížení biologické rozmanitosti, snížení početnosti druhů vázaných na zemědělskou krajinu a úbytek ekostabilizačních krajinných prvků. Nejčastěji zmiňované negativní vlivy zemědělství na krajinu uvádí tabulka č. 1, upravená podle Vacha (1997), Hanzala (2004), a Penka (2001).

Opatření	Dopad na krajinu
monokultury	ztráta biodiverzity, snížení potravní nabídky
chemizace	ztráta druhové rozmanitosti bylin a plevelů, snížení potravní nabídky, snížení stavů drobné zvěře, kontaminace vod
velké množství dodatkové energie (ve formě průmyslových hnojiv)	nepříznivě působí zejména vysoké dávky dusík
u zcelování pozemků a ničení mezí, remízků, větrolamů a alejí	nedostatek úkrytových míst, snížení úživnosti prostředí, zhoršená orientace zvěře
odvodnění krajiny	nedostatek vody pro živočichy, omezení životního prostoru
mechanizace a způsob sklizně plodin	usmrcování mláďat
přetrvávání reziduí těžkých kovů (Cd, Hg, Pb), ale i BCB a DDT	potravní řetězec
rozvoj na úkor lesních ploch	

Tabulka 1- Negativní vlivy zemědělství na krajinu, Vach (1997)

3.4. Funkce půdních bezobratlých živočichů v agroekosytémech

Bezobratlí nacházející se v půdě tvoří důležitou složku biodiverzity agroekosystémů. Populační dynamika půdních organismů v agroekosytémech závisí na celé řadě různých faktorů, jako jsou půdní vlastnosti, klima, typ zemědělského managementu, druhy pěstovaných plodin, typ agrotechniky a použití pesticidů (DEBELJAK et al. 2007). Vzhledem k tomu, že půda je afotické prostředí, tak se zde jen minimálně vyskytují primární producenti a dominantní složku tvoří především dekompozitoři a predátoři (GIBERT, DEHARVENG 2002). Právě přítomnost dekompozitorů je pro zemědělství důležitá z hlediska klíčové role těchto organismů při rozkladu mrtvé organické hmoty a koloběhu prvků (WARDLE, GILLER 1996). Větší druhy půdních dekompozitorů, mezi něž můžeme zařadit

například mnohonožky nebo suchozemské stejnonožce, jsou důležité pro destrukci mrtvé organické hmoty, a tím i zvětšení jejího aktivního povrchu a změn důležitých pro následný rozklad nižšími organismy (FÖRSTER et al. 2006). Kromě důležité role půdních organismů v dekompozičním řetězci a koloběhu prvků je pro zemědělství důležitý jejich vliv na změny některých fyzikálních vlastností půdy (EKSCHMITT, GRIFFITHS 1998, WOLTERS 2001). V agroekosystémech je důležitá i funkce predátorů. Stonožky regulují početnost malých členovců, kteří se podílejí na dekompozici organické hmoty (POSER 1988). Stejnou roli hrají i další skupiny predátorů vyskytujících se v agroekosystémech jako pavouci (Araneae), sekáči (Opiliona) či střevlíkovití brouci (Carabidae). Jako nepraví predátoři hrají významnou roli druhy konzumující semena plevelných rostlin. Příkladem této skupiny mohou být ploštice (Heteroptera), kterým slouží jako potrava semena různých druhů plevelů (Fauvel 1999).

3.5. Zemědělství a biodiverzita

Begon et al. (1997) uvádějí, že termín biodiverzita neboli biologická rozmanitost je druhové bohatství, je to počet druhů přítomných v definovaném celku. Biodiverzita však může být nahlížena také v měřítkách větších nebo menších než jsou jednotlivé druhy. Biodiverzitou může být genetická rozmanitost uvnitř druhu nebo naopak můžeme do biodiverzity zahrnout rozmanitost typů společenstev přítomné v dané oblasti. Termín biodiverzita tedy může mít mnoho různých významů. Je jasné, že zemědělství svými tendencemi k monokulturnímu hospodaření významně ovlivňuje diverzitu na všech jejích úrovních (lokální i regionální).

V posledních 50 letech tak v důsledku značné intenzifikace zemědělství – používáním vysokých dávek minerálních hnojiv, pesticidů a využíváním těžké mechanizace – došlo ke značnému ovlivnění biodiverzity a ohrožení existence velkého množství druhů (TILMAN et al. 2001). Za základní příčinu snížení biodiverzity se považuje ztráta funkce ekosystémů jejich narušením (BOHÁČ et al., 2005). Kromě vlivu na biodiverzitu má intenzifikace zemědělství významný dopad také na zdraví půdy, které s biodiverzitou značně souvisí. Půda představuje životní prostředí pro mnoho různorodých skupin živočichů, především pak bezobratlých. Přitom je zřejmé, že diverzita je pro zemědělskou produkci

poměrně podstatná, a to jak z hlediska druhové rozmanitosti, tak i početního zastoupení těchto druhů ve společenstvu, s ohledem zejména na druhy, které poskytují agroekosystému některé služby (PAOLETTI 1999). Bez biologického monitorování a využití bioindikátorů nebudeme nikdy znát zpětnou vazbu přírody na různorodou činnost člověka, která ji často velmi ovlivňuje (BOHÁČ, 1999b).

3.5.1. α , β , γ diverzita

Z hlediska úrovně geografického detailu se může biodiverzita popisovat ze tří základních pohledů:

1. α diverzita, zabývá se druhy v rámci společenstev a snaží se popisovat vztahy jejich vzájemného výskytu,
2. β diverzita, sleduje rozdíly druhového složení ve více společenstvech,
3. γ diverzita se zabývá druhy v rámci regionů, jde tedy o kombinaci α a β diverzity.

V případě α diverzity jde o popis jednotlivých společenstev organismů, v zásadě existují dva možné přístupy:

1. indexy diverzity snaží se postihnout různé aspekty společenstev jedinou hodnotou (počet druhů, dominance, vyrovnanost společenstva). Tyto indexy jsou založené buď na empirickém přístupu, nebo matematických teoriích, například Shannonově informační teorii.
2. Modely druhové abundance, popisující teoretické rozložení abundancí druhů ve společenstvu, kdy jsou vypočítaná teoretická rozložení porovnávána s reálným společenstvem (JARKOVSKÝ et al., 2012).

3.6. Statistické zpracování diverzity

3.6.1. Indexy diverzity jako analogie popisné statistiky

Indexy diverzity mají pro data o abundancích stejný význam, jako mají průměr, medián, směrodatná odchylka pro data koncentrací, nadmořských výšek atd. U indexů diverzity je třeba pečlivě zvažovat, jaká je interpretace jednotlivých indexů a zda jejich kombinací nedosáhneme informativnějších výsledků než při použití jednoho indexu nebo naopak, zda použité indexy nejsou navzájem redundantní, a tedy zbytečné. Stejně jako u běžných spojitých dat můžeme použít průměr jako

ukazatel střední hodnoty a směrodatnou odchylku jako popis jejich variability. Zde můžeme využít například kombinaci počtu taxonů jako ukazatel kvalitativní stránky diverzity a Shannonovu míru vyrovnanosti jako ukazatel její kvantitativní stránky. Indexy diverzity zároveň sdílejí i nevýhody běžných popisných statistik, tedy odstranění individuální variability taxonů a prezentace celého souboru (společenstva) jako jedno číslo, postihující pouze jeden aspekt hodnocených dat. Indexy diverzity jsou také bodovými odhady diverzity a mohou být doplněny jak intervalovými odhady, tak testováním statistické významnosti jejich rozdílů mezi společenstvy (JARKOVSKÝ et al., 2012).

Indexové hodnocení diverzity se snaží vystihnout diverzitu jediným číslem. Indexy diverzity se můžou rozdělit na tři skupiny:

1 indexy založené na počtu druhů;

2 indexy založené na poměru početnosti druhů, které počítají jak s počtem druhů, tak s jejich početností;

3 Q statistika založená na tvaru křivky abundancí kumulativního počtu druhů (MAGURRAN, 2004).

3.7. Standardní komerční statistické softwary

Biodiverzitu lze analyzovat celou řadou statistických softwarů, od standardních komerčních statistických balíků až po nejrůznější volně šiřitelné nástroje. Běžné komerční software (SPSS – www.spss.com, Statistica – www.statsoft.com, SAS www.sas.com, Stata – www.stata.com, S-PLUS - spotfire.tibco.com, CANOCO) umožňují standardní statistické výpočty (popisná statistika, testy, modelování), ale s výjimkou vícerozměrné analýzy dat (asymetrické koeficienty podobnosti, korespondenční analýza, nemetrické mnohorozměrné škálování) nedisponují specializovanými biodiverzitními výpočty (indexy diverzity, modely profilů abundance). Pro biodiverzitní výpočty jsou pak vhodnější specializované nástroje představené v následujících podkapitolách (JARKOVSKÝ et al., 2012).

3.7.1. Specializované nástroje

Past

Software PAST (PAleontological STatistics) stažitelný volně z folk.uio.no/ohammer/past/ je univerzálním statistickým nástrojem vyvinutým původně pro analýzu paleontologických dat. Z hlediska analýzy biodiverzity umožňuje:

- výpočet indexů diverzity včetně bootstrapových odhadů jejich intervalů spolehlivosti,
- testování indexů mezi společenstvy pomocí asymptotického i bootstrapového výpočtu,
- rarefakce,
- matematické modely profilů společenstev,
- širokou škálu vícerozměrných statistických analýz společenstev (JARKOVSKÝ et al., 2012).

Power niche

Software Power niche je volně stažitelný z adresy

- www.entu.cas.cz/png/PowerNiche/NicheHlp.html
- jako přízpusoben jako makro pro MS Excel a obsahuje Tokeshiho modely profilu abundancí (JARKOVSKÝ et al., 2012).

Software EstimateS

Software EstimateS 8 je dostupný ke stažení po registraci na viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateSPages/AboutEstimateS.htm#MajorFeatures.

Obsahuje následující biodiverzitní výpočty:

- výpočet indexů diverzity včetně bootstrapových a jackknife odhadů jejich intervalů spolehlivosti,
- rarefakce,
- indexy podobnosti společenstev (JARKOVSKÝ et al., 2012).

MVSP

MVSP je komerční software (www.kovcomp.com/mvsp/index.html) umožňující:

- výpočet indexů diverzity,

- širokou škálu vícerozměrných analýz zaměřených na data společenstev včetně běžně nedostupných asociačních koeficientů (Gower, Canberra, Baroni-Urbani a jiné) (JARKOVSKÝ et al., 2012).

PC-ORD

PC-ORD je komerční software (home.centurytel.net/~mjm/pcordwin.htm), jehož hlavní těžiště leží ve vícerozměrné analýze ekologických dat, doplňující funkcí je výpočet indexů diverzity (JARKOVSKÝ et al., 2012).

R

Software R je univerzálním, volně šiřitelným nástrojem pro analýzu dat (www.rproject.org). Pro software R je k dispozici celá řada knihoven (packages) pro analýzu biodiverzity (JARKOVSKÝ et al., 2012).

3.8. Rozdělení druhů do skupin podle jejich citlivosti k antropogenním vlivům

Pro vysvětlení dalších metod využívaných pro hodnocení společenstev střevlíků a drabčků, je důležitá znalost bionomie a ekologických nároků jednotlivých druhů. (HŮRKA et al., 1996).

Pro hodnocení byl vytvořen systém ekologické analýzy společenstev, který dává další možnost kvantitativního hodnocení společenstev epigeických brouků a byl navržen biotický index antropogenního stavu společenstev epigeických bezobratlých (BOHÁČ 1990, 1999, BOHÁČ et JAHNOVÁ 2015). Obecně je v platnosti fakt, že v umělých lesních ekosystémech se snižuje druhová diverzita epigeických brouků, snižuje se počet lesních specialistů a počet funkcionálních skupin (potravních, prostorových, atd.) (BOHÁČ et JAHNOVÁ 2015). Pro rozdělení do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům jednotlivých druhů střevlíků a drabčků posloužily ekologické znalosti (HŮRKA et al., 1996 pro střevlíky, BOHÁČ, 1988, 1990, 1999, BOHÁČ, MATEJÍČEK, ROUS, 2007).

Po vyhodnocení struktury společenstev brouků podle frekvence počtu exemplářů druhů, jednotlivých skupin podle tolerance k antropogenním vlivům, byly naše druhy střevlíků a drabčků rozděleny do tří skupin. První skupinu tvoří druhy

s nejužší ekologickou valencí, mající v současnosti mnohdy charakter reliktních (skupina R u střeplíků nebo RI u drabčků – druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka), druhou skupinu reprezentují adaptabilnější druhy (skupina A u střeplíků nebo RII u drabčků – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků) a třetí skupina je reprezentována eurytopními druhy (skupina E - druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka) (BOHÁČ, 1988, 1990, 1999; HŮRKA et al., 1996).

Označení skupin u střeplíků a drabčků je různé a platí následující pravidlo:

R podle Hůrky et al. (1996) = RI podle Boháče (1988), A podle Hůrky et al. (1996) = R2 podle Boháče (1988) a E Hůrky et al. (1996) je stejné se skupinou E ve smyslu používaném Boháčem (1988). Pokud je podíl expanzivních druhů v nelesních biotopech, naznačuje to vysoké přírodní hodnoty zkoumaných stanovišť a naopak. Na původnost ve stanovištích také ukazuje podíl reliktních I. řádu (BOHÁČ, 1988, 1990, 1999; HŮRKA et al., 1996). Na základě tohoto dělení střeplíků a drabčků do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byl vytvořen biotický index nazvaný index antropogenního ovlivnění společenstev drabčků (BOHÁČ, 1990, 1999).

Index antropogenního ovlivnění byl stanoven podle následujícího vzorce:

$$I = 100 - (E + 0,5 \times R2) \quad (1)$$

I = index antropogenního ovlivnění

E = frekvence expanzivních druhů (%)

R2 = frekvence reliktních II řádu (%)

Hodnota indexu se pohybuje od 0 do 100. Pokud ve společenstvu byly zjištěny pouze expanzivní druhy, takové společenstvo je člověkem ovlivněno nejvíce, naopak pokud ve společenstvu byly zjištěny pouze relikty I. řádu, společenstvo není člověkem ovlivněno vůbec (BOHÁČ, 2013).

3.9. Bezobratlí

Druhově nejpočetnější a současně nejvýznamnější skupinou v agroekosystémech jsou jednoznačně bezobratlí živočichové. Bezobratlým živočichům druhově dominují brouci (Coleoptera), dvoukřídlí (Diptera), blanokřídlí (Hymenoptera) a pavouci (Araneae) (DUELLI, 1990). Dosud bylo popsáno více než 40 000 druhů, z toho téměř 2700 v Evropě (KROMP, 1999). Vysoký počet druhů je vyvolán schopností přizpůsobit se životu v nejrůznějších stanovištích souše, včetně půdy a podzemních prostor. Významný vliv na počet druhů má schopnost létat, usnadňuje rozšiřování populací v rámci vhodných stanovišť, nebo naopak umožňuje únik při náhlé nebo postupné změně podmínek (HŮRKA, 2005). Kejval a Lahoda (2008) ve své studii uvádí zvýšený úbytek reliktních druhů a zvýšený počet eurytopních druhů ve sledované lokalitě. Není pochyb, že příčiny tohoto stavu jsou v přetváření krajiny a degradaci přírodně zachovalých míst. I to, že larvy mnohdy žijí v jiném substrátu než dospělci a využívají jiné zdroje potravy, přispělo k úspěšnosti především druhově nejpočetnějších skupin, jako jsou střevlíci, drabčiči, kovařiči, krasci, potemníci, tesařiči či nosatci (HŮRKA, 2005).

3.9.1. Střevlíkovití a drabčikovití

Střevlíkovití i drabčikovití brouci jsou charakteristickými zástupci hmyzu s dokonalou proměnou. Znamená to, že larva se nepadobá dospělému hmyzu a klidové stadium kukly předchází dospělci (BOHÁČ, 2007). Brouci se vyvíjí podle dokonalé proměny a ta probíhá ve čtyřech fázích: První fází je vajíčko, druhou fází je larva, třetí fází je kukla a poslední čtvrtou fází je imago (dospělec). Oplozené samice kladou vajíčka nejčastěji volně na listy živých rostlin, na povrch půdy, na kameny a větve stromů a keřů, nebo do různých úkrytů – do půdy, pod kůru, do štěrbin dřeva, do květů a plodů rostlin apod. Četnost vajíček je závislá na způsobu kladení. U druhů, u kterých je prokázáno, že se starají o potomstvo, je počet nakladených vajíček menší než u druhů, které kladou vajíčka volně na listy, větévky či povrch půdy. Tyto druhy kladou vajíček podstatně více (mohou být až stovky). Přestože značné množství vajíček poslouží jako potrava pro jiné druhy bezobratlých i obratlovců, je dostatečně postaráno o početnost populace. (POKORNÝ, 2002). Vajíčka hmyzu jsou velice různorodá co do tvaru, velikosti, zbarvení a utváření povrchu. Vajíčko je kryto pevným, ale pro plyny a často i pro vodu propustným

obalem, vaječnou skořápkou. Chorione (ochranný obal vajíčka) umožňuje vajíčku dýchat, pomocí složité mikroskulptury a množstvím mikroskopických otvůrků (aeropyle), tím je zajištěna ochrana proti vyschnutí (HŮRKA, Čepická, 1981). U některých larev se vylíhnutí děje již za týden, u jiných za 14 dní, v jiných případech vajíčka přezimují a larvy se líhnou až na jaře. Primárně larvy přijímají zejména hlavně potravu, následně urychleně rostou a svlékají se (POKORNÝ, 2002). Početná rozmanitost řádu zajišťuje velkou tvarovou různorodost a odlišnost larev. V řádu může doba larválního stádia fluktuovat od týdne, až po několik let (PETERSON, 1953). Kukly potravu nepřijímají, představují nehybné stadium, ve kterém dochází ke kompletní přestavbě těla z larvy na dospělce. Imaga (dospělci) jsou ze začátku zbarveny do běla, následně přecházejí do žluté, někdy mohou být načervenalí, světle hnědí a měkkí. Kukla získává tvrdost a odpovídající barvu až po několika dnech. Délka života dospělců je poměrně krátká, samci hynou brzy po kopulaci, samice po vykladení vajíček (POKORNÝ, 2002).

3.9.2. Rozmnožování brouků

Majorita epigeických druhů se při vyhledávání opačného pohlaví orientuje čichově, vnímá zvláštní látky vylučované druhým pohlavím (tzv. feromony či telergony). Samci mají opakovaně napříč druhy daleko větší a složitěji utvářená tykadla, než samice a těmito čichovými orgány vnímají, často na velkou vzdálenost, vylučované samičí feromony a aktivně je vyhledávají pro rozmnožování. Dalšími způsoby vyhledávání opačného pohlaví jsou založená na sluchových nebo zrakových vjemech. U mnoho druhů hmyzů se k vzájemnému vyhledávání opačného pohlaví vytvořily dokonce zvláštní orgány. U většiny brouků samec kopuluje s větším množstvím samic a samice se naopak rozmnožuje s více než jedním samcem (HŮRKA, Čepická, 1981).

3.10. Střevlíci (Caribidae)

V tradičním pojetí hierarchické klasifikace se řadí čeleď Carabidae do řádu Coleoptera, podřád Adephaga. Čeledě Rhysodidae a Cicindelidae bývají někdy zařazovány jako podčeledě Carabidae, jindy jsou Rhysodidae a Cicindelidae brány jako samostatné čeledě (HŮRKA 2005). Tyto taxony můžeme shrnout pod terestrické Adephaga - Geadephaga (THIELE, 1977). Dohromady je celkem známo 9 čeledí s počtem 36000 druhů, 6 čeledí žije ve vodě. Velikost středoevropských

brouků je v rozmezí od 1,6 do 40 mm. Jsou to nejčastěji dobří běžci, kteří jsou štíhlí, mají silné a dlouhé nohy, u některých bylo zaznamenáno, že pomocí předních nohou hrabou. Nejedyn druh postrádá schopnost letu (např. druhy rodu *Carabus*). Samčí jedinci u většiny druhů mají u předních chodidel rozšířené články, které jsou opatřeny na spodní straně přichycovacími brvami. Obrané žlázy na zadečku má většina druhů, často jsou různého zvláštního složení, nezářka páchnoucího (HŮRKA, 2005). Z 15 podčeledí uváděných Lawrence a Newtonem (1995) je jich na území České a Slovenské republiky zastoupeno 9 s více než 600 druhy (HŮRKA, 1996). V současnosti je na území ČR evidováno 518 druhů a poddruhů, včetně druhů vyhynulých střevlíků. Trvalý výskyt u 22 druhů a poddruhů nebyl doposud uspokojivě potvrzen. Do červeného seznamu ohrožených druhů v České republice je zařazeno 174 druhů a poddruhů, procentuálně je to 33,6% z celkového počtu. Na našem území bylo 22 druhů zařazeno mezi vymizelé pro území ČR (RE), 24 druhů zařazeno mezi kriticky ohrožené (CR), 21 druhů mezi ohrožené (EN), 83 druhů mezi zranitelné (VU) a mezi téměř ohrožené (NT) 24 druhů (FARKAČ et al., 2005). Z velké většiny jsou v ČR druhy monovoltinní (potomstvo jen jednou do roka).

Pro ekologické studie se velmi často jako modelová skupina využívají střevlíkovití. Hlavním důvodem je, že tvoří významnou složku epigeonu přirozených i umělých biocenóz. Jedná se o poměrně dobře prozkoumanou skupinu, mnoho druhů má vyhraněné ekologické nároky a proto jsou řazeni k indikátorům kvality stanovišť a v neposlední řadě je důvodem jejich oblíbenosti také fakt, že můžeme jednoduchými metodami získat početný materiál. Střevlíci velmi senzitivně reagují na široké spektrum toxických látek, jako jsou např. insekticidy, herbicidy, umělá hnojiva, která jsou vnášena do biocenóz v souvislosti s bojem se škodlivými organismy, jsou citliví i na změnu pH a především na změnu vlhkosti (HŮRKA, 1992). K popularitě střevlíkovitých přispívá také skutečnost, že se jedná o atraktivní skupinu, již se v ČR věnuje řada odborníků i amatérských entomologů.

3.11. Drabčíkovití (*Staphylinidae*)

Drabčíkovitých je známo na 32 000 druhů na celém světě, lze je zařadit k nejpočetnějším čeledím brouků. (BOHÁČ, 1999). Dle studie Hůrky (2005) je do současnosti známo přes 40 000 zástupců v České republice, zahrnují téměř 40 podčeledí, z nichž nejméně 4 byly dříve pokládány za samostatné čeledi

(Micropeplinae, Dasycerinae, Pselaphinae, Scaphidiinae), mají ale evidentní příbuzenské vztahy k některé ze 4 hlavních skupin čeledi. Vyskytují se fakticky ve všech druzích terestrických ekosystémů, kde tvoří důležitou součást půdní fauny (BOHÁČ, 1990). V polopřirozených a obhospodařovaných lesních ekosystémech mají drabčící vysokou četnost. Často jsou drabčíkovití spojováni se svým výskytem u hnízd sociálního hmyzu či drobných savců a ptáků. Výzkum prokázal, že drabčíkovití jsou citlivými bioindikátory antropogenních změn prostředí, plyne to z nároků znalosti ekologických nároků většiny středoevropských druhů a přítomnosti zástupců čeledi ve všech polopřirozených i člověkem ovlivněných ekosystémech (BOHÁČ, 1990). Drabčící jsou velmi pohybliví. Často žijí v půdě, v hrabance, málo druhů na květech a některé pod kůrou nebo v trouchnivém dřevě, v plodnicích hub a v hniječích rostlinných zbytcích, menší část žije i v hlubších vrstvách půdy (HŮRKA, 2005). Pro sběr drabčků je nejlepší metoda prosíváním nebo individuálním sběrem (BOHÁČ et al., 2003). Na území České republiky je v současnosti známo 1406 druhů drabčíkovitých brouků (Staphylinidae) (BOHÁČ et al., 1993). Z úplného počtu 1406 druhů vyskytující se na našem území bylo 129 druhů zařazeno mezi kriticky ohrožené (CR), 227 druhů mezi ohrožené (EN) a 204 druhů mezi zranitelné (VU) (FARKAČ et al., 2005). Tělo drabčků definují dva znaky, které je odlišují od všech ostatních brouků. Prvním znakem je silné zakrácení krovek, které jen zřídka kdy přesahují zadohrud' a větší počet článků zadečku ponechávají volných. Druhým znakem je specifický štíhlý, protáhlý tvar těla, s více méně rovnoběžnými postranními okraji. Po kombinaci výše uvedených znaků dostaneme typický tvar těla drabčika (Smetana, 1958).

Krovky, které u většiny druhů pokrývají, jen část jejich ohebného zadečku jsou ve výjimečných případech, např. u podčeledi Dasycerinae, prodlouženy a pokrývají celý zadeček (BOHÁČ et al., 2003). Délka těla drabčků se pohybuje od 0,5 do 60,0 mm. V oblast střední Evropy je nejčastější velikost mezi 1 až 35 mm. Podle velikosti těla má každý druh jinou úlohu v ekosystémech a často se nedostanou do vzájemného kontaktu, protože v půdních pórech žijí malé druhy a velké druhy žijí na napovrchu půdy. Zbarvení je u většiny druhů nenápadné, světle hnědé, hnědé, tmavě hnědé až černé zbarvení (Smetana, 1958), jiné bravy (červená, modrá, žlutá) jsou vzácné (BOHÁČ et al., 2003).

Pokud se vyskytnou jiné barvy, pak je dominantními barvami červená a kovově modrá až fialovomodrá nebo černomodrá barva, jednotné zbarvení bývá i u celého rodu např. *Paederus* Grav. Výrazné až křiklavé barevné zbarvení je častější mezi druhy drabčίκů žijících v tropech (SMETANA, 1958). Tvar těla, struktura jednotlivých částí těla (hlava, štít, zadeček), tvar končetin a senzorické vybavení je přizpůsobeno k způsobu jejich pohybu (BOHÁČ, 2007). Drabčíkovití jsou významnými predátory škůdců např. mšic, housenek, larev kovaříků a dalších bezobratlých (BOHÁČ, 1999).

Ve studii (BOHÁČ, KOHOUT, 2011) která se zabývá biodiverzitou v energetických porostech je uvedeno, že druh *Tachyporus hypnorum*, který je běžný v kulturách energetických rostlin, šplhá po vegetaci, kde úspěšně pronásleduje mšice a jiný škodlivý hmyz. Mezi další běžné druhy vyskytující se na porostech energetických rostlin jsou *Carabus granulatus*, *Staphylinus dimidiaticornis* a *Poecilus cupreus*. Velký význam mají druhy žijící pod kůrou jehličnatých i listnatých stromů a pronásledující tam různý drobný hmyz, zvláště larvy kůrovců (SMETANA, 1958). Útlost těla umožňuje drabčíkovi proniknout za kůrovcem přímo do jeho podkorního příbytku (STARÝ, 1987).

3.12. Pasti pro odchyt epigeických brouků

Pro odchyt epigeických brouků se využívá mnoho různých pastí o rozdílné konstrukci a metodice. Níže jsou popsány nejznámější z nich.

3.12.1. Individuální odchyt

Individuální odchyt je prováděn bez potřeby zvláštního, či speciálního vybavení. Jednotlivá zvířena je odchyťována ručním sběrem. Jako nástroj jsou použity lidské prsty či dlaň. Sbíraný materiál musí mít dostatečnou velikost. Při menší velikosti lze využít entomologickou pinzetu, pro jedovaté nebo jinak nebezpečné druhy lze použít rukavice s dostatečnou ochrannou. Pro individuální odchyt lze použít i exhaustor, který pracuje na principu podtlaku. Základem je uzavřený skleněný válec s jedním vstupem na jedné straně a s výstupem na druhé straně, na výstup z válce je připevněna silikonová hadička, po odsátí vzduchu hadičkou vznikne podtlak a hmyz je díky rozdílnosti tlaků nasátý do prostoru skleněného válce. Díky konstrukci se hmyz dostane pouze dovnitř nikoliv samovolně ven. (NOVÁK et al., 1969). Při individuálním sběru je obtížná kvantifikace vzorku a

samotný sběr může být zatížen mnoha metodickými chybami, například rozdílně pečlivým sběrem jednotlivých pozorovatelů (BEJČEK et al., 2001).

3.12.2. Smýkání

Nejpoužívanější metodou pro odchyt hmyzu co do opakování je smýkání. Opakovaně se využívá pro odchyt v bylinném patře, nejčastěji v dvou horních třetinách porostu. Nástroj pro úspěšný odchyt je smýkací síť. Je tvořena třemi částmi, první částí je rukojeť (násada), druhou částí je rám a třetí částí je síťový pytel. Délka pytle se rovná dvojnásobné šířce rámu. Rám musí být vyroben z dostatečně tvrdého materiálu, tak aby při odchytu držel pevný tvar a nijak se nedeformoval. Samotný odchyt se provádí způsobem opisováním ležaté osmičky. Smýkání musí být spěšné a důrazné, nesmí se však poškodit rostliny (SCHAUFF, 2004)

3.12.3. Sklepávání

Metoda sklepávání, která je využívána pro sběr hmyzu ze stromů, keřů, vyšších a trnitých bylin, se využívá tam, kde nejde použít metoda smýkání. Sklepávací se využívají v trojím provedení: deštníkové, síťové nebo americké sklepávací. Deštníkové sklepávací je jednoduché konstrukce podobné deštníku, konstrukce síťového sklepávací je podobná smýkadlu, avšak má větší průměr. Americké sklepávací je konstrukce síťového pytle s předepnutými laminátovými tyčemi. Princip metody spočívá v instalaci sklepávací pod rostliny, větve nebo stromy a několika opakovanými údery do kmenu nebo větve (KRÁSENSKÝ, 2005).

3.12.4. Prosívání

Metodou prosívání se dají dochytit druhy, které žijí především terestricky, tedy v mechu, druhy žijící v půdě s vyšším obsahem humusu, druhy žijící v hnízdech, v trouchu nebo spadáném listí a drobné druhy ze stromového či keřového patra, které spadly na zem. Prosívací se skládá z dlouhého pytle z neprůsvitné látky, v horní části pytle je pevný rám, do kterého se vhazuje prosívaný vzorek, o cca 30 cm níže je upevněno k pytli síto, přes které se materiál prosívá, velikost ok síta se volí dle požadované velikosti odchyťovaného druhu (STAŠIOV 2006), (ŠAFÁŘ et al., 2009).

3.12.5. Zemní pasti

Metoda odchyty hmyzu zemními pastmi se používá pro odchyt živočichů nad zemí, často se využívá pro sledování diverzity a četnosti jednotlivých exemplářů. Zemní pasti se mohou lišit např. typem konzervačních médií (4% formaldehyd, 5% ethylenglykol (Fridex), nasycený roztok chloridu sodného, roztok etylenglykolu a vody v poměru 1:1, propylenglykol, atd.) nebo typem zastřešení (stříška z plexiskla na čtyřech dřevěných nožkách, dřevěná deska či kůra volně položená nad pastí na vegetaci, past bez stříšky, atd.). Pro odchyt např. střevlíkovitých brouků (Carabidae) může sloužit jako návnada např. maso, salám, pivo či syrečky.

K výrobě jednoduché zemní pasti postačí polyethylenová láhev o objemu 1 litr, ta se seřízne přibližně v horní třetině, tj. těsně pod místem kde začíná zakřivení stěny láhve. Seříznutá trychtýřovitá část se potom vloží obráceně do zbylé části láhve a zlehka se zatlačí dovnitř. Je třeba dbát na to, aby byla vložena rovně. Podél jejího obvodu se vyznačí linie dalšího seříznutí. Oba řezy je nutno provést pečlivě a přesně, aby obě části pasti do sebe dobře zapadaly. Vlastní sběrná láhev pasti se připraví tak, že se polyetylenová láhev o objemu 0,5 litru seřízne rovněž pod místem, kde začíná zakřivení stěny láhve. Past se potom zkompletuje tak, že se do spodní části láhve o objemu 1 litr vloží spodní část láhve o objemu 0,5 litru a past se uzavře trychtýřovitou horní částí láhve o objemu 1 litr. Horní okraj trychtýřovité části by měl být po celém obvodu souběžný s okrajem vnější ochranné láhve, aby nevznikal schodek nedostatečným zasunutím trychtýřovité části. Ke každé pasti je zhotovena stříška z čtverce průhledného organického skla o tloušťce 3 mm a rozměrech 200x200 mm, jehož rohy jsou ohnuty tak, že stříška má výšku asi 65 mm nad zemí. Špičky rohů jsou zabroušeny pro případné mírné vtlačení nehluboko do povrchu půdy (cca 5 mm). Povrch stříšky je obroušen tak, aby se neleskl. Stříšku je nutno opatřit číslem (číslo pasti), které musí zůstat čitelné po celou sběrnou etapu (ABSOLON et al., 1994). Pasti se kontrolují dle potřeby (závisí též na typu konzervačního média či typu projektu). Tento způsob lovu se hojně využívá pro odchyt brouků čeledi střevlíkovitých (Carabidae), mrchožroutovitých (Silphidae) či drabčíkovitých (Staphylinidae), pavouků či larev různých skupin hmyzu (KUNDRATA, 2012). Pro potřeby inventarizačního průzkumu je velmi důležité umístit pasti v co nejrozmanitějších místech studované lokality (ADIS, 1979). Pro studie epigeonu jsou nejvhodnější pasti o průměru přibližně

10 cm (DIGWEED et al., 1995). Tento výsledek je logický a vysvětluje, že v husté síti pastí s malou vzdáleností zachytávají okrajové pasti více živočichů, kteří migrují z okolí. Tento fakt, je dán i vyšší schopností mobility u střevlíků (WARD et al., 2001).

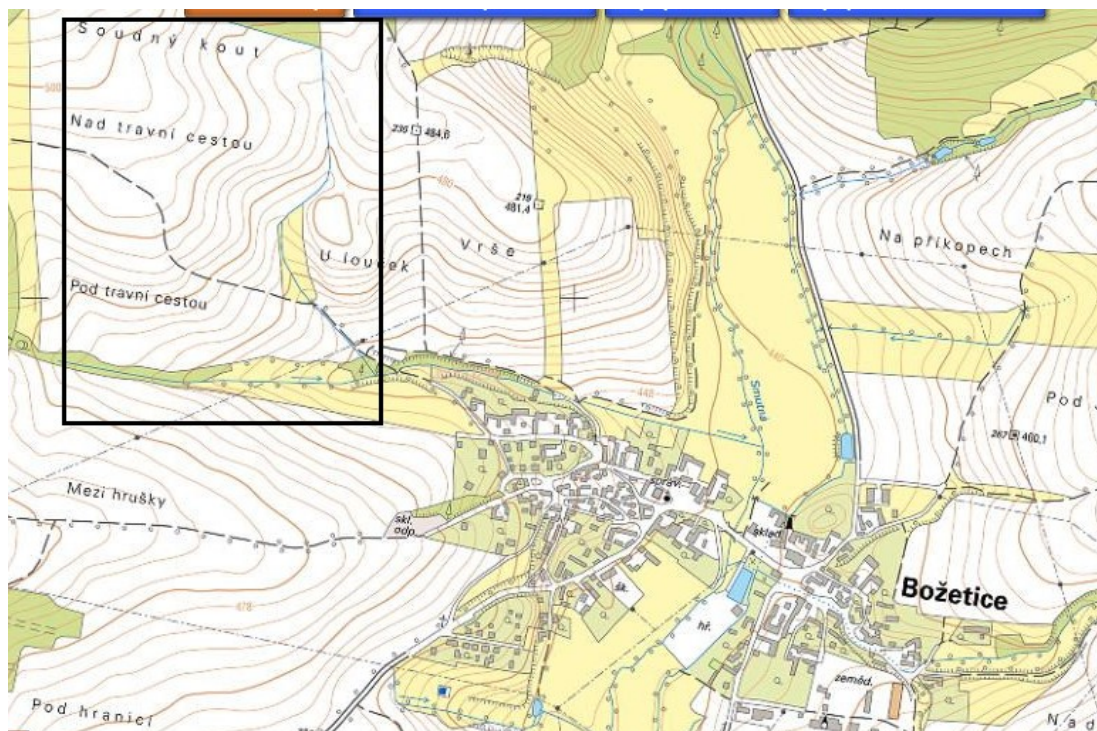
3.12.6. Malaiseho past

Past nese jméno vynálezce, tím byl René Malaise. Princip pasti spočívá v letícím hmyzu, který narazí do instalované překážky v podobě svisle umístěné stěny z monofilu, leze po ní směrem nahoru do trychtýře, kde je otvor se sběrnou nádobou. Průměr otvoru a fixační médium v nádobě opět závisí na typu odchytné zvířeny. Za pomoci Malaiseho pasti se nejčastěji sbírají Diptera, Hymenoptera a drobnější Coleoptera, průměr otvoru bývá většinou v rozmezí 10–15 mm. Pokud chceme chytit větší hmyz, např. Odonata či Lepidoptera, musíme mít větší otvor v trychtýři. Jako médium se často užívá ethanol (70%, 96% pro fixaci vzorků pro analýzy DNA), ale použit může být např. i ethylacetát (v tom případě se ale vzorky musí vybírat o dost častěji). Při použití ethanolu však může dojít k poškození zástupců Lepidoptera (motýli) či některých měkkých částí těl hmyzu jiných skupin. Pro maximální využití Malaiseho pasti musíme samozřejmě zvolit vhodné místo pro stavbu. Nejlépe se vyplácejí místa, jako jsou lesní stezky či paseky, kde není příliš vysoká vegetace. (VARDAL, TAEGGER, 2011).

4. METODIKA

4.1. Charakteristika a popis zkoumaných ploch

Pokusná plocha se nachází v jižních Čechách, v okrese Písek, katastrální území obce Božetice na obrázku č. 2, tučně vyznačený obdélník vyznačuje nerozdělené pokusné plochy. Jedná se o část lokality nazvanou Pod travní cestou a část lokality nazvanou Nad travní cestou.



Obrázek 2 - Katastrální území Božetice – Označení pokusných ploch, Zdroj: (<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarQueryId=6D2BCEB5&MarParam0=608840&MarParamCount=1&MarWindowName=Marushka>, Staženo dne: 12.03.2016)

Reliéf terénu zkoumané lokality spadá do zájmového území geomorfologické vrchoviny Milevské. Terén je středně členitý, oba svahy mají expozici jižní. Geologicko-litologické poměry lokalit leží v oblasti hornin ze skupiny žul a rul. Geologické podloží bylo ve čtvrtohorách překryto svahovinami nebo nivními uloženinami. Převážně jde o biotickou pararulu, ta je přeměněným sedimentem prvohorního stáří, který se skládá převážně z křemene, živce, slídy. Jako vedlejší součástky jsou zastoupeny chlorit, kordierit, sillimanit, grafit, popřípadě ambifol a další. Textura je převážně rovnoběžná až plástevnatá. Struktura je zrnitá, barva našedle hnědá. Po stránce chemické se vyznačuje poměrně dobrým obsahem draslíku a nedostatkem fosforu. Průběh zvětrávání závisí na utužení břidličnatosti a nerostném

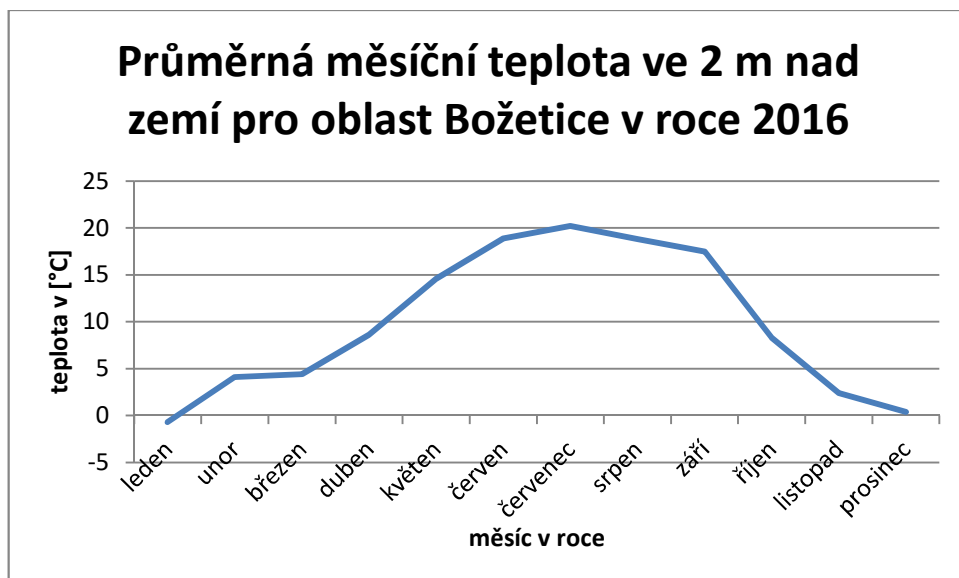
složení. Destičky slídy uvolněné zvětráváním jsou vyplavovány do spodních částí půdního profilu (BŘESKÝ, 1970).

Hydrologické poměry ve zkoumaných lokalitách vyplývají z charakteru půdotvorných substrátů, geomorfologických a klimatických poměrů. Popisovaná půda je vytvořena na zvětralinách lehčího zrnitostního rázu. Zkoumané lokality mají sklony k dočasnému zamokření (BŘESKÝ, 1970).

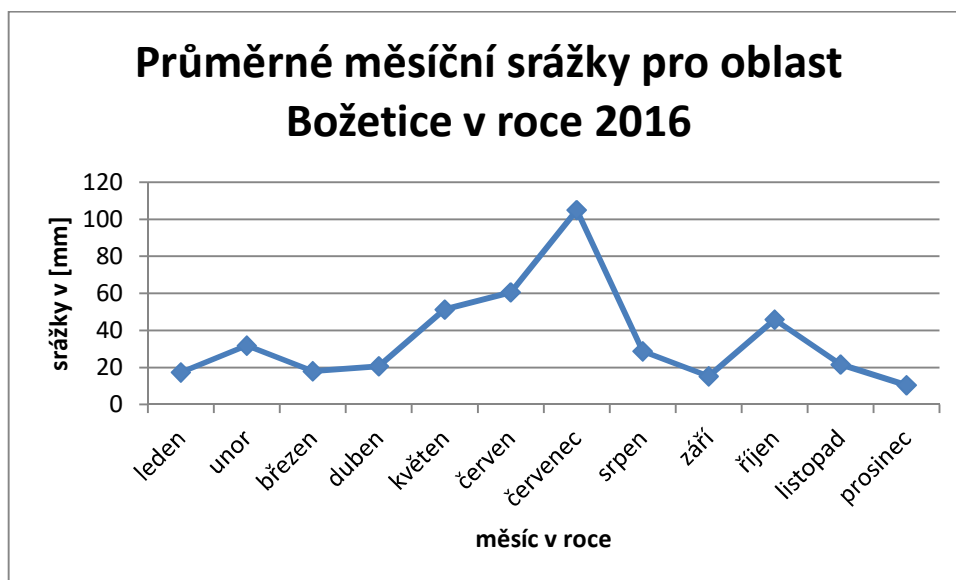
Zájmové území spadá do klimatického okrsku, který je mírně teplý, mírně vlhký a s mírnou zimou, přehled charakteristiky a vlastnosti stanovištních podmínek zkoumané lokality je uveden v tabulce č. 2. Průměrné teploty pro rok 2016 jsou uvedeny v obrázku č. 3, a úhrn ročních srážek v obrázku č. 4. Průměrná roční teplota území je 9,79°C za rok 2016, údaje jsou získány ze soukromé meteorologické stanice.

Charakteristika stanovištních podmínek pokusné plochy	
Kraj	Jihočeský
Katastrální území	Božetice
Výrobní typ	Bramborářsko-žitný
Nadmořská výška [m n.m.]	472
Půdní typ	Kambizem glejová - Hnědá půda oglejená
Půdní druh	Písčitohlinitý
Zrnitost	Lehčí, středně těžká až těžká
Pórovitost [%]	43-47 – mírně až středně pórovitá
MKVK [%]	Cca 37 – silně vododržná
pH	4,5-5,6
Skeletovitost	0-1 bezskeletovitá, s příměsí – slabě skeletovitá
Klimatický region	MT4
Roční průměrná teplota [°C]	6-7
Roční průměrný úhrn srážek[mm]	650-750

Tabulka 2 - Charakteristika stanovištních podmínek pokusné plochy (Zdroj: <http://bpej.vumop.cz/75011> , „Staženo dne: 20.5.2016“)



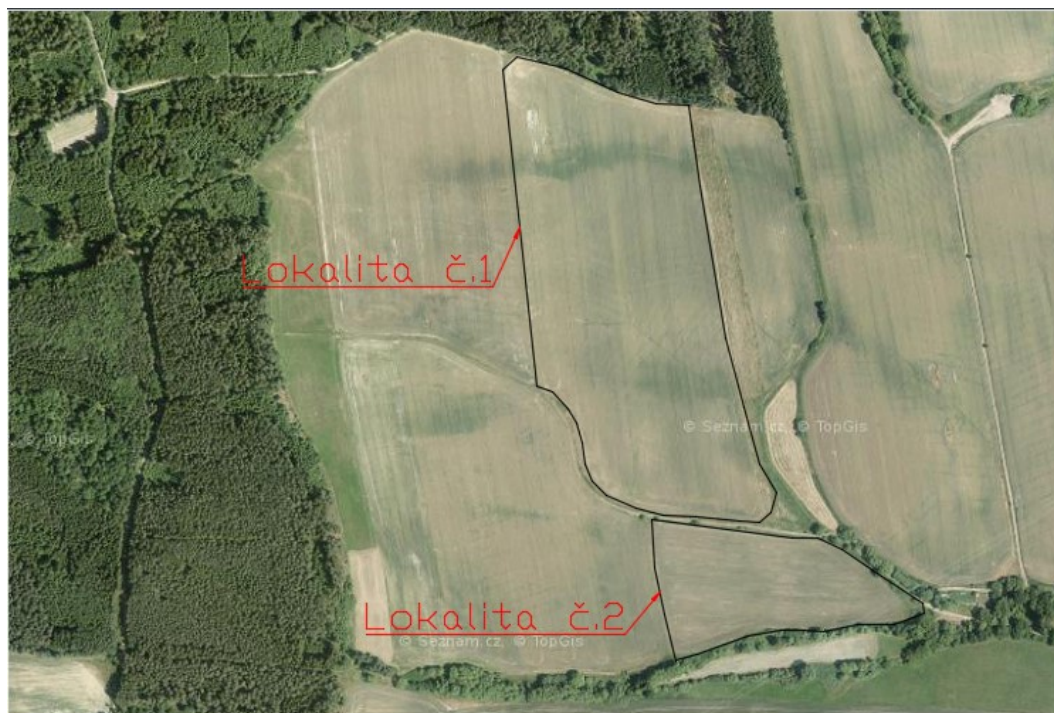
Obrázek 3 - Průměrná měsíční teplota v roce 2016 (Tomáš Horek – soukromá data)



Obrázek 4 - Průměrné měsíční srážky v roce 2016 (Tomáš Horek - soukromá data)

4.1.1. Zkoumaná lokalita č. 1 a č. 2

Výměra lokality č. 1 činí 10,482ha a výměra lokality č. 2 je 2,87ha, rozdělení lokalit je uvedeno na obrázku č. 5. Lokalita č. 1 byla oseta pšenicí jarní a lokalita č. 2, ozimou řepkou olejnou. Porost pšenice byl založen roku 2016, porost řepky byl založen v roce 2015. Souhrn agrotechnických opatření pro každou pokusnou plochu je uveden v tabulce č. 3.



Obrázek 5 - Rozdělení pokusných ploch (Zdroj: www.mapy.cz , „Staženo dne: 16.05.2016“)

Lokalita	Plodina	Termín setí	Osetá plocha [ha]	Agrotechnické zásahy
Lokalita. č1	Pšenice jarní	12. 3.2016	10,48	Kapalné dusíkaté hnojivo DAM390, 210 l/ha, nezředěný stav, injektáž do půdy před setím; 30.6.2016 herbicid AURORA 50g/200 l vody/ha, sklizeň 11.8.2016, mělká podmítka 17.8.2016
Lokalita č.2	Řepka ozimá	15.8.2015	2,87	1 den po zasetí Herbicid NERO, 2,75 l/ha, ředěno 300l vody, sklizeň 2.8.2016, mělká podmítka 4.8.2016

Tabulka 3 - Přehled pěstovaných plodin a agrotechnické zásahy na lokalitách č. 1 a č. 2

4.1.2. Polní cesta

Cesta je na každé straně lemována odvodňovacím příkopem v případě zvýšených srážek pro odvod přebytečné vody, kterou nepohltila retenční schopnost půdy. Cesta je tvořena ze ztuhlé půdy. Kraje cesty jsou holé úseky bez porostu, na kterých jsou patrné stopy od vzorku pneumatik zemědělské techniky. Střed cesty tvoří místy travnatá plocha. Polní cestu ilustruje obrázek č. 6.



Obrázek 6 - Fotografie polní cesty - rozložení cesty Zdroj: Autor

Po prozkoumání okrajů polní cesty byly zjištěny traviny, které cestu lemují po obou stranách, a dřeviny lemují cestu jen směrem k lokalitě č. 2. Mezi nalezené traviny patří bér zelený, který lokálně zapleveluje hlavně širokořádkové plodiny. Rozšiřuje se osivem, statkovými hnojivy, substráty, balíčkovanou sadbou. Lipnice nízká velmi dobře snáší i mechanickou zátěž. Snadno se přizpůsobí i chladnějším podmínkám ve vyšších polohách. Při nedostatku vláhy z porostu ustupuje. Lipnice smáčknutá roste i ve velmi špatných podmínkách mělkých a chudých půd. Její konkurenční schopnost je velmi slabá. Chundelka metlice je obtížný plevel, který zapleveluje hlavně ozimé obiloviny, řepku, víceleté pícniny, ozimou zeleninu. Dnes není výjimkou ani v jarních obilovinách. Lipnice luční je nejčastější druh našich lučních a pastevních porostů. V travních porostech zaplňuje prázdná místa po odumření méně vytrvalých druhů a snižuje tak mezerovitost a nebezpečí zaplevelení. Období sucha snáší s částečným odumřením listů, při dostatku vláhy však rychle obrůstá. Ovsík vyvýšený je typický představitel úrodných mezofilních ovsíkových luk, jedněch z nejrozšířenějších lučních biotopů u nás. Psineček obecný patří k našim nejrozšířenějším travním druhům zejména krátkostébelných lučních. Na jaře později obrůstá. Je poměrně citlivý vůči houbovým chorobám. Kopřiva dvoudomá je

vytrvalá bylina, která může dorůst do výšky 1,5 m. Má plazivý rozvětvený oddenek, ze kterého vyrůstá větší počet dutých čtyřhranných lodyh. Rostliny jsou dvoudomé, vytvářejí zvláště samičí a samčí rostliny, někdy mohou být i jednodomé nebo oboupohlavní (<http://www.lecivapriroda.cz/herbar/kopriva-dvoudoma/> , „Staženo dne: 14.03.2017“)

Ve zkoumané lokalitě bylo zjištěno minimum dřevin. Zjištěnými dřevinami jsou jabloň lesní, dub letní a vrba bílá. Jabloň lesní je velký keř nebo strom rostoucí na křovinatých stráních. V lesních porostech roste vtroušena a nevytváří souvislé porosty. Vrba bílá je statný opadavý listnatý strom rostoucí na vlhkých půdách a dosahující výšky 20 až 30 metrů. Průměr kmene může přesáhnout 1 m. Dub letní je statný strom s rozložitou, nepravidelnou korunou. Staré větve jsou silné, křivolaké, kůra je ve stáří černošedá. Listy má krátce řapíkaté, peřenolaločnaté, čepele u řapíku srdčité ouškaté, v mládí chlupaté, záhy olysalé, kožovité, zpravidla s pěti páry laloků. Žaludy po dvou až pěti vyrůstají na dlouhých stopkách. Kvete v květnu. Roste jako hlavní součást doubrav od nížin do podhůří. Přehled druhů travin a dřevin s latinskými názvy je uveden v tabulce č. 4.

Přehled travin a dřevin	
Český název	Latinský název
Bér zelený	<i>Setaria viridis</i>
Lipnice nízká	<i>Poa supina</i> Schrader
Lipnice smáčknutá	<i>Poa compressa</i>
Chundelka metlice	<i>Apera spica-venti</i>
Jílek vytrvalý	<i>Lolium perenne</i>
Lipnice luční	<i>Poa pratensis</i>
Ovsík vyvýšený	<i>Arrhenantherum elatius</i>
Psineček obecný	<i>Agrostis capillaris</i>
Jabloň lesní	<i>Malus sylvestris</i>
Vrba bílá	<i>Salix alba</i>
Dub letní	<i>Quercus robur</i>

Tabulka 4 - přehled travin a plodin okolo polní cesty

4.2. Zhodnocení vlivu přírodních podmínek na půdu v dané lokalitě

Na zhodnocení vlivu přírodních podmínek na půdu zásadně působí rozhodujícími faktory při půdotvorném procesu v zájmovém území klimatické poměry, vlastnosti půdotvorného substrátu a reliéf terénu. Na většině plochy ovlivnilo vývoj půdy intenzivní zvětrávání hornin, které podmiňuje vývoj kambizemí (hnědých půd). Charakter hornin, kde množství alkalických sloučenin vznikajících při zvětrávání nestačilo ve zdejších klimatických poměrech k neutralizaci kyselin, které vznikly humifikací a mineralizací rostlinných zbytků – původních listnatých eventuelně smíšených lesních porostů, které jsou rovněž významným biologickým faktorem při vývoji zdejších půd. Ve zdejším podnebí, které napomáhá tvorbě kyselého humusu, se vyvinuly půdy kyselé půdní reakce (okolo 5pH a méně) a jsou proto označovány jako kyselé.

Jednou z hlavních vlastností půdotvorných substrátů ovlivňujících vývoj půd, je zrnitost složení jejich zvětralin. Toto zrnitostní složení omezuje dobrou

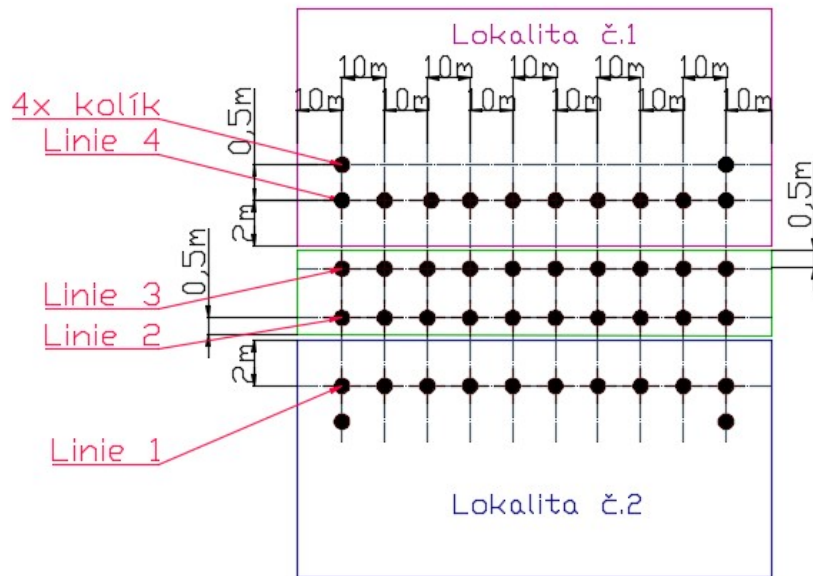
propustností vliv humidnějšího klimatu. V lokalitě č. 1 a č. 2 na skřetovitých zvětralinách vznikly vodopropustné mělké a středně hluboké půdy, které jsou pro zývaný obsah skeletu hůře obdělávatelné a její bodová výnosnost dle BPEJ je 30.

4.3. Odběr materiálu

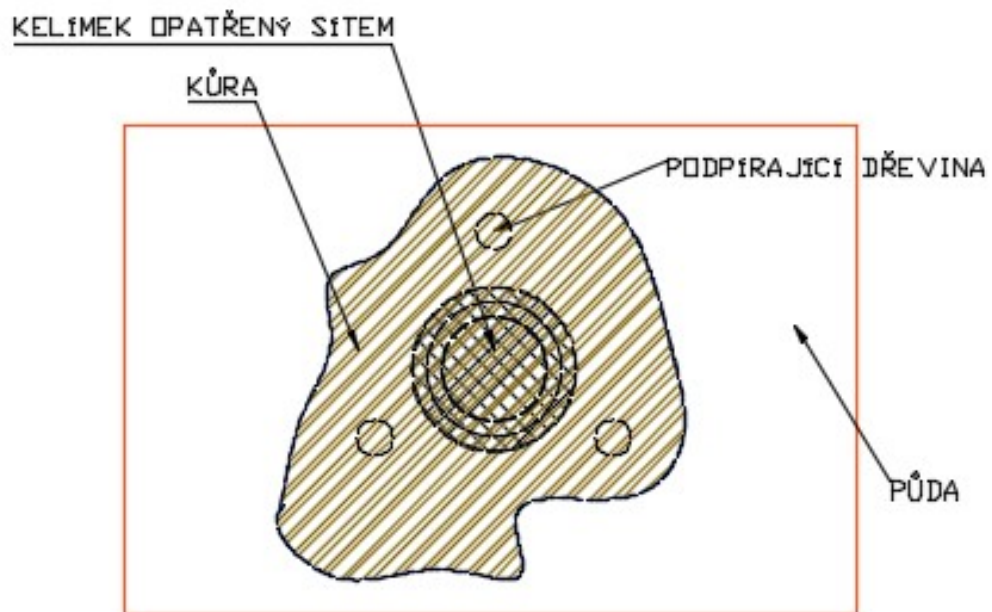
4.3.1. Příprava pastí

Na zvolené lokalitě bude epigeická složka zvířeny sledována pomocí padacích zemních pastí dle principu metodiky, která byla vyhodnocena jako nejlepší postup pro získání vhodných výsledků.

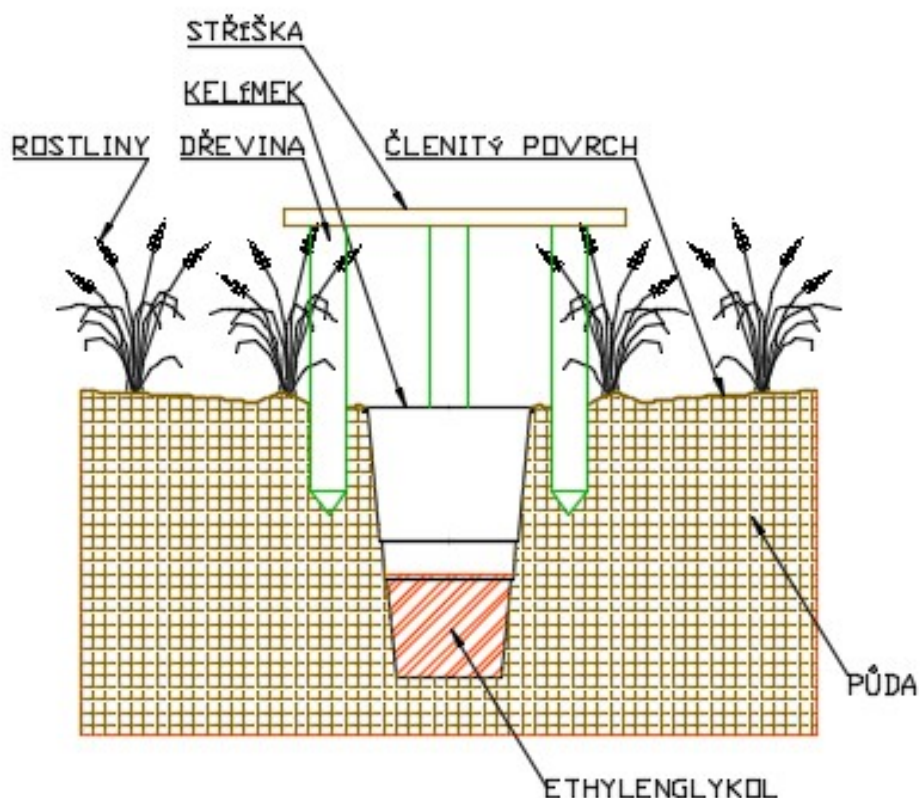
Past bude vyrobena z nového polypropylenového kelímku o objemu 0,5 l, každá past bude opatřena stříškou z kůry stromu, stříška bude podepřena minimálně třemi body z vhodné dřeviny blízké okolí a také sítím proti vnikání nevhodných subjektů. Pro lepší lokalizaci pasti bude ve vzdálenosti 1m nainstalován dřevěný kolík s vystárnutým ČERVENÝM nátěrem o výšce nátěru 15cm od konce svrchního konce kolíku, tyč bude dostatečně vysoká vzhledem k porostu na vybrané lokalitě, bude ho převyšovat o 20 cm. Kolík bude nainstalován do půdy vždy u první a poslední kladené pasti v jednotlivé linii, tak jak je naznačeno v obrázku č. 5. Dno pasti bude umístěno 15 cm pod úroveň terénu a horní hrana pasti bude lícovat s úrovní terénu, znázorněno na obrázku č. 7, č. 8 a č. 9. Past (kelímek) bude do jedné třetiny zaplněna fixačním médiem. Fixačním prostředkem v zemní pasti bude etylenglykol (částečně ABSOLON et al., 1994).



Obrázek 7 - Schématické rozmístění pastí do jednotlivých linií (viz odkazové čáry v obrázku), Zdroj: Autor



Obrázek 8 - Půdorys umístění schématu pastí (viz odkazové čáry v obrázku), Zdroj: Autor



Obrázek 9 - Řez umístění schématu pasti (viz odkazové čáry v obrázku), Zdroj: Autor

4.3.2. Vedení pracovní dokumentace

Po sběru materiálu z každé linie pastí bude materiál náležitě označen na samolepicí papír. Na štítku bude zapsán datum sběru, pořadové číslo odběru – číslováno vzestupně od počátečního čísla 01, název monitorovací a testovací plochy a jméno osoby, která pasti vybírala, každá nádoba bude opatřena tabulkou č 5. Vše je třeba zapsat permanent makerem pro uchování i při náhodném a nečekaném styku s nepříznivými podmínkami. Zachycený materiál bude za zvýšené opatrnosti následně zbaven nečistot, propláchnut vodou, prosušen, poté bude určen druh vzorků. Do pracovního sešitu budou zapisované poznámky a protokoly o jednotlivých odběrech, metodické poznámky a doplňkové údaje (ABSOLON et al., 1994).

Štítek sběru materiálu	
Datum	Den/měsíc/rok
Pořadové číslo	01-vzestupně číslovat
Testovací plocha/lokalita	Lokalita č.xy
Jméno osoby sběru	Jméno autora

Tabulka 5 - Štítek sběru materiálu

4.3.3. Dodržení podmínek u pokusné plochy

Pokud budou na testovací ploše prováděny během expozice jakékoliv agrotechnické zákroky, které by mohly vést k poškození pastí, je nutné provést s dostatečným předstihem vhodné opatření, aby nedošlo ke zničení nebo poškození linie pastí. Na testovací ploše by mělo být co nejmenší riziko pohybu nepovolaných osob (turisté, výletníci), které by mohly pasti poškodit (ABSOLON et al., 1994).

4.3.4. Načasování sběrů

Položení pastí může být provedeno několik dní před nebo po provedeném datu, totéž platí pro ukončení jejich expozice. Do pracovního sešitu se vždy uvede skutečné datum počátku a konce sběrů v etapě (ABSOLON et al., 1994).

4.3.5. Instalace pastí

Pasti budou v lokalitě umístěny v jedné podélné linii rovnoběžně s cestou ve vzdálenosti 2 m od kraje pole a od kraje cesty 0,5 m v počtu deseti pastí s liniovým rozestupem 10m, toto platí pro pokusnou lokalitu č. 1 a č. 2. Poloha a orientace pastí se na testovací ploše v jednotlivých etapách sběrů nesmí měnit. Při instalaci pastí je třeba dbát na to, aby rostlinný kryt v okolí pastí zůstal zachován pokud možno v původním stavu.

4.3.6. Frekvence odběrů

Výzkum bude proveden v jednoletém intervalu. Vlastní sběry materiálu budou probíhat ve čtrnáctidenních cyklech během vegetační sezony (červen – září). Celkem proběhne sedm sběrů ve 14 denních periodách. Začátek a konec sběru se bude odvíjet od začátku a konce vegetační sezony. Po posledním odběru se pasti vyjmou, díry po nich se zahrnou půdou a povrch se upraví tak, aby příliš nekontrastoval s okolním terénem, případně se otvory zakonzervují pro použití v následující etapě sběrů (ABSOLON et al., 1994).

4.3.7. Odebrání úlovku z pastí

Při příchodu na pokusnou plochu se zapíše do protokolu datum a pořadové číslo odběru. Každá past se před odběrem zkontroluje, zda není poškozena a případné poškození (např. spláchnutí nebo odhrabání půdy kolem pastí, ztráta stříšky), zničení pastí (nahradí se novou) se zaznamená do pracovního sešitu. Pokud bude v zapuštěném polypropylenovém kelímku nějaký živočich, který unikl

ze sběrné nádoby, musí být přemístěn zpět. Po vyjmutí sběrné láhve se zkontroluje, zda na spodku není přichycen nějaký uniklý živočich. Pokud jsou v pastích obratlovci, opatrně se přemístí do nádoby k tomu určené. Když po přelití zůstane ve sběrné nádobě zbytek nečistot nebo zbytek úlovku, past se vymění a znovu se naplní do jedné třetiny etylenglykolem. A celá past se opět zkompletuje. Stejně jako při instalaci pasti je třeba dbát na to, aby rostlinný kryt zůstal po každém odběru pokud možno v původním stavu (ABSOLON et al., 1994).

Úlovek ze všech pastí jedné sběrné linie se ukládá do jedné sběrné nádoby. Případné přebytky fixačního roztoku se scedí přes hustší polypropylenové sítko (cedník) a nálevku do přepravní nádoby (ABSOLON et al., 1994).

4.3.8. Uchovávání materiálu

Při každém odběru byl sebraný materiál ze všech pastí jednotně uložen do jedné velké sběrné nádoby, nádoba byla označena samolepícím štítkem, který obsahoval název lokality a datum sběru. Dále byla do zemních pastí doplněna fixační tekutika a provedena kontrola funkčnosti pastí, případně úprava jejich technického stavu. Dle metodiky byl sebraný materiál jednotlivě roztríděn do čeledí epigeických brouků. Jiné skupiny byly vyselektovány a dále se jimi výzkum nezabývá (ŠUMPICH et al., 1999).

4.3.9. Třídění sběrů

Bude provedeno roztrídění jednotlivých druhů na základní taxonomie. Většinu materiálu jsem určil sám, problematické druhy jsem konzultoval s vedoucím práce.

Do protokolu o třídění se opíše základní data z etikety tříděného vzorku. Jedince, které se nepodařilo rozlišit, se mohou zařadit do skupiny “nerozlišeno“. Pokud je ve sběru velké množství obtížně spočítatelných exemplářů je možno provést odhad početnosti s největší možnou přesností.

4.4. Analýza dat

4.4.1. Rozdělení druhů do skupin podle jejich citlivosti k antropogenním vlivům

Nasbíraná data budou sloužit k analýze skupin dle jejich citlivosti k antropogenním vlivům skupiny. Jde o klasickou skupinu využívanou pro stanovení

antropogenního ovlivnění pokusných ploch, kde je výskyt skupin epigeických brouků, jak uvádí (např. BOHÁČ, FUCHS 1991, BOHÁČ, JAHNOVÁ 2015).

Jedná se o rozdělení druhů do skupin podle jejich ekologických nároků. Tato metoda posloužila jako základní, pro využití drabčikovitých jako bioindikátorů a pro hodnocení stavu životního prostředí a vlivu člověka (BOHÁČ, 1999). Boháč (BOHÁČ, 1990, BOHÁČ, 1999) navrhl index společenstev drabčίκů pro hodnocení antropogenních vlivů na ekosystém, který je počítán na základě rozdělení drabčίκů do ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu (BOHÁČ, 1990, BOHÁČ, 1999). Tyto skupiny jsou následující:

- Skupina RI [R] zahrnuje druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka. Jedná se především o druhy s arктоalpinním, borealpinním a boreomontánním rozšířením, dále druhy charakteristické pro rašeliniště (tyrfobionti a tyrfofilové), druhy vyskytující se jen v původních lesních porostech, atd.
- Skupina R2 [A] zahrnuje druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků.
- Skupina E [E] reprezentuje druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka (BOHÁČ, 1999).

Zařazení druhů do jednotlivých skupin bylo provedeno u drabčίκů podle Boháče, Matějčka a Rouse (2003).

U střevlíků, kde použili HŮRKA, Veselý a Farkač (1996) jiné označení ekologických skupin než u drabčίκů, platí následující pravidlo: R (podle Hůrky et al., 1996) = RI, A (podle Hůrky et al., 1996) = R2 a E (HŮRKA et al., 1996) je totožné se skupinou E ve smyslu používaném v této práci. (BOHÁČ, 1990, 1999).

4.4.2. Index antropogenního ovlivnění

Index antropogenního ovlivnění společenstev střevlíků a drabčίκů (ISD) se stanoví podle jednoduchého vzorce zahrnujícího všechny tři uvedené skupiny. Vzorec je následující:

$$ISD = 100 - (E + 0,5 \times R2)$$

ISD = Index antropogenního ovlivnění

$E = \text{Frekvence jedinců skupiny [\%]}$

$R2 = \text{Frekvence jedinců skupiny R2 [\%]}$

Hodnota indexu tak umožní jedním číslem charakterizovat antropogenní ovlivnění biotopů bez porovnávání s náhodnými kontrolami (BOHÁČ, 1990).

4.4.3. Indexy diverzity

Nejnižší prostorovou úrovní diverzity je alfa – diverzita. Jedná se o druhovou diverzitu v rámci jednoho společenstva či stanoviště (within – habitat diversity) (JARKOVSKÝ et al., 2012).

Beta diverzita popisuje strukturní komplexitu prostředí, je mírou rozdílnosti (či naopak podobnosti) druhového složení mezi společenstvy podél pokusných ploch. Je tím vyšší, čím méně společných druhů společenstva obsahují. (JARKOVSKÝ et al., 2012).

4.4.3.1. Indexy alfa diverzity

Tento index je indexem vycházejícím z informační teorie. Jeho předpokladem je náhodný výběr jedinců z teoreticky neomezeného množství a přítomnost všech druhů společenstva ve vzorku. Obvykle nabývá hodnot od 1,5 až 4,5 (JARKOVSKÝ et al., 2012).

Shannonův-Waeverův

Index je možné vyjádřit také jako vyrovnanost společenstva. Zde je hodnota indexu vztažena na maximální možnou vyrovnanost společenstva a vyjádřena jako podíl z této maximální vyrovnanosti o možném rozsahu od 1,5 do 4,5. Maximální hodnota Shannonova-Weaverova indexu pro dané společenstvo odpovídá logaritmu počtu druhů a ukazuje, jaké hodnoty by index nabyl při shodné početnosti všech druhů společenstva (JARKOVSKÝ et al., 2012).

Simpsonův index

Je nejznámější index založený na dominanci. Je silně závislý na nejpočetnějším druhu a méně citlivý ke vzácným druhům. Může nabývat hodnot od nuly do jedné. Hodnota indexu silně záporně koreluje s vyrovnaností, jak Shannonova-Weaverova, tak Brillouinova indexu. S jeho zvyšující se hodnotou stoupá dominance a klesá vyrovnanost společenstva, proto se často používá jeho

převrácená hodnota nebo odpočet od jedné. Vztah mezi tímto indexem a počtem druhů, pro vzorky s více než 10 druhy, je silně závislý na rozložení abundancí druhů (na modelech rozdělení abundance taxonů, tedy species abundance models) ve vzorku (MAY, 1975).

4.4.3.2. Index beta diverzity

Beta biodiverzita sleduje rozdíly druhového složení mezi více společenstvy a měří tak vlastně podobnost společenstev. Vzhledem k tomu, že společenstvo je popsáno vícerozměrně přítomností nebo abundancí jeho taxonů, jde o vícerozměrnou podobnost těchto společenstev. A na rozdíl od indexů a modelů druhové abundance alfa biodiverzity zohledňuje současně všechny taxony tvořící společenstvo při zachování jejich individuality, která není „zprůměrována“ do formy indexového hodnocení jedním číslem nebo přiřazením k modelu rozdělení abundancí. Pro výpočet beta diverzity byl zvolen Whittakerův index (Whittaker, 1952).

4.4.4. Zpracování dat softwarem

K veškerému nakládání s daty v kapitole 4.4.2 a 4.4.3, byl použit volně šiřitelný software pana docenta Øyvinda Hammera z přírodního historického muzea univerzity v Oslu, který je volně šiřitelný. Program dokáže zpracovat data do vědecké analýzy, dokáže vykreslovat jednorozměrné i více rozměrné analýzy statistiky, ekologické analýzy v časových řadách a prostorové analýzy, dokáže pracovat s daty pro morfometrii a stratigrafii. Pro tuto diplomovou práci je tento program nadstandardní a plně vyhovuje pro analýzu nasbíraných dat.

5. Výsledky

Sběr proběhl na lokalitách v roce 2016 od 2.7.2016 do 24.9.2016. Na pokusných plochách bylo nasbíráno a následně určeno 38 druhů a 567 jedinců, vše je uvedeno pro přehlednost na obrázku č. 10. Z toho na pokusné lokalitě č. 1 24 druhů a 221 jedinců, na pokusné lokalitě č. 2 21 druhů a 167 jedinců a na polní cestě 33 druhů a 179 jedinců. Celkem bylo odchyceno 18 druhů čeledi střevlíkovití, 12 druhů čeledi drabčíkovití, po jednom druhu čeledi lanýžkovití a čeledi páteříčkovití, po dvou druzích čeledi mandelinkovití a 4 druhy čeledi nosatcovití, na jednotlivé počty exemplářů odkazuje obrázek č. 11. Zařazení druhů do jednotlivých skupin je uvedeno vždy u příslušného obrázku ke konkrétním druhům. Taxonomické rozdělení je uvedeno v tabulce č. 6 – E = eurotopní druh, R2 = reliktní druh druhého řádu.

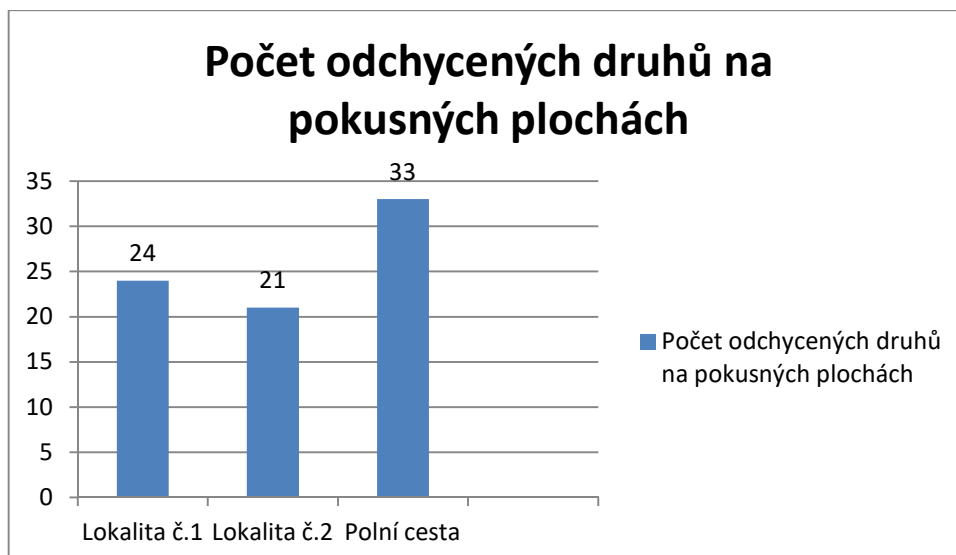
Druh a ekologické zařazení/lokalita	Lokalita č. 1	Polní cesta	Lokalita č. 2
<i>Carabus granulatus granulatus</i> Linnaeus, 1758, E	-	2	-
<i>Carabus scheidleri scheidleri</i> (Panzer, 1799), R2	-	1	-
<i>Leistus piceus</i> Frölich, 1799, R2	-	2	-
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792), R2	1	2	-
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775), E	-	1	-
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758), E	-	-	1
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst,	2	4	1

1784), E			
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798), E	28	9	13
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758), E	87	12	55
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824), E	13	-	8
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777), E	5	2	17
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787), E	13	3	7
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppida, 1763), E	-	1	-
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774), E	5	-	7
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812), E	9	2	5
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781), E	5	-	-
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	1	-
<i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798), R2	-	2	-
<i>Sciodrepoides watsoni watsoni</i> (Spence, 1815), E	2	21	-

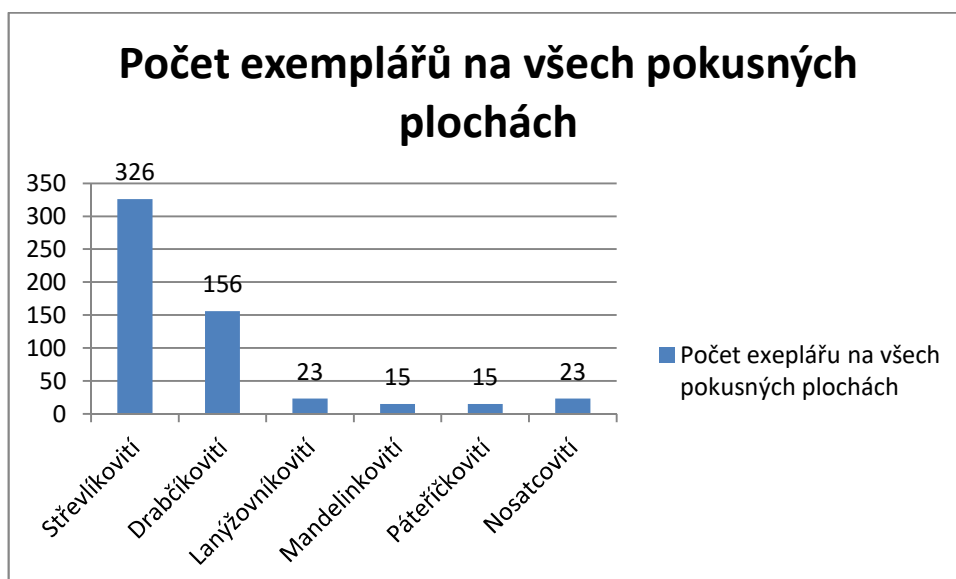
<i>Omalium caesum</i> Gravenhorst, 1806, E	5	12	9
<i>Omalium rivulare</i> (Paykull, 1789), E	6	17	4
<i>Oxytelus rugosus</i> (Fabricius, 1775), E	3	8	2
<i>Xantholinus</i> <i>linearis</i> (Olivier, 1794), E	2	5	1
<i>Philonthus</i> <i>cognatus</i> Stephens, 1832, E	3	8	-
<i>Tachyporus</i> <i>chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758), E	1	6	5
<i>Tachyporus</i> <i>hypnorum</i> (Fabricius, 1775), E	3	-	-
<i>Tachyporus</i> <i>solutus</i> Erichson, 1839, E	-	1	-
<i>Tachinus signatus</i> (Gravenhorst, 1802), E	4	6	4
<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802), E	1	2	-
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806), E	13	26	7
<i>Ilyobates</i> <i>nigricollis</i> (Paykull, 1800), R2	-	1	-

<i>Cantharis fusca</i> Linnaeus, 1758, E	5	3	7
<i>Phyllotreta nemorum</i> (Linnaeus, 1758), E	1	5	6
<i>Chaetocnema hortensis hortensis</i> (Geofroy, 1785), E	-	3	-
<i>Otiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758), E	4	3	5
<i>Liophloeus tessulatus</i> (O. F. Müller, 1776), E	-	1	-
<i>Bothynoderus punctiventris</i> (Germar, 1824), E	-	4	2
<i>Hypera plantaginis</i> (De Geer, 1775), E	-	3	1

Tabulka 6 - Seznam odchycených druhů na sledovaných lokalitách, jejich aktivita a zařazení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům (R2 – relikty II. řádu, E – expanzivní druhy).



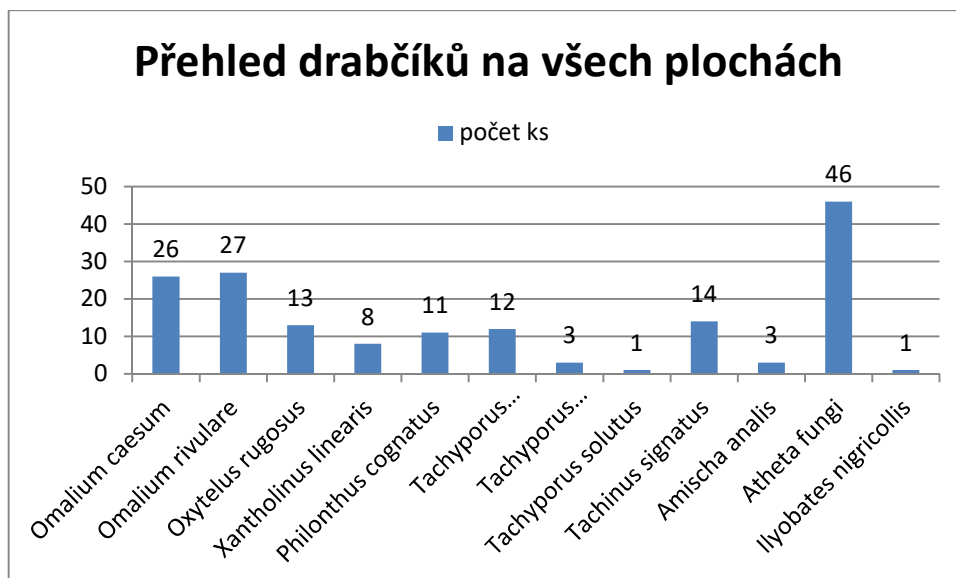
Obrázek 10- Počet odchycených druhů na všech pokusných plochách



Obrázek 11 - Počet exemplářů jednotlivých druhů na všech pokusných plochách

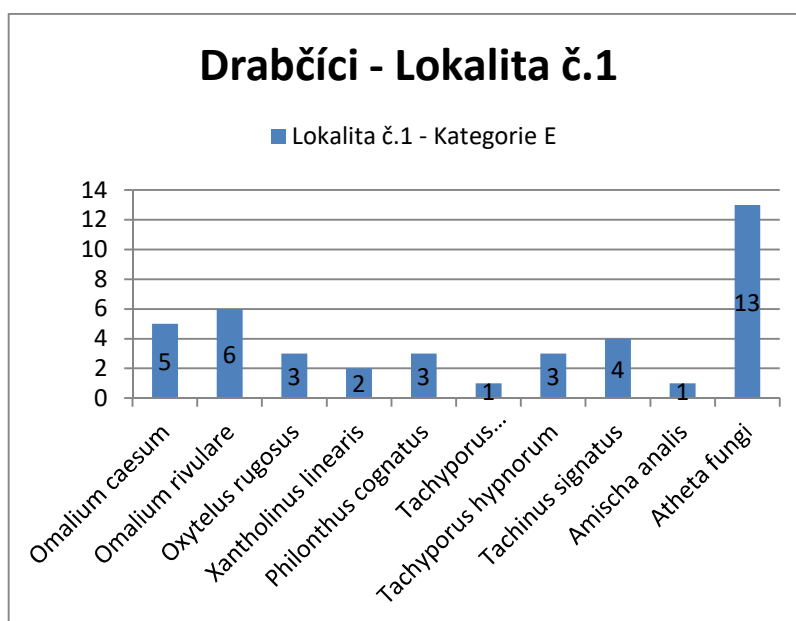
5.1. Drabčíkovití

Druhou nejpočetnější skupinou z hlediska počtu jedinců jsou drabčici. 11 druhů náleží do velmi ovlivněné skupiny člověkem – tedy do skupiny E a jeden druh do skupiny méně ovlivněných zásahem člověka, do skupiny R2 . Na obrázku č. 12 je vidět přehled exemplářů a druhů drabčků na všech pokusných plochách.



Obrázek 12- Počet drabčků na všech plochách

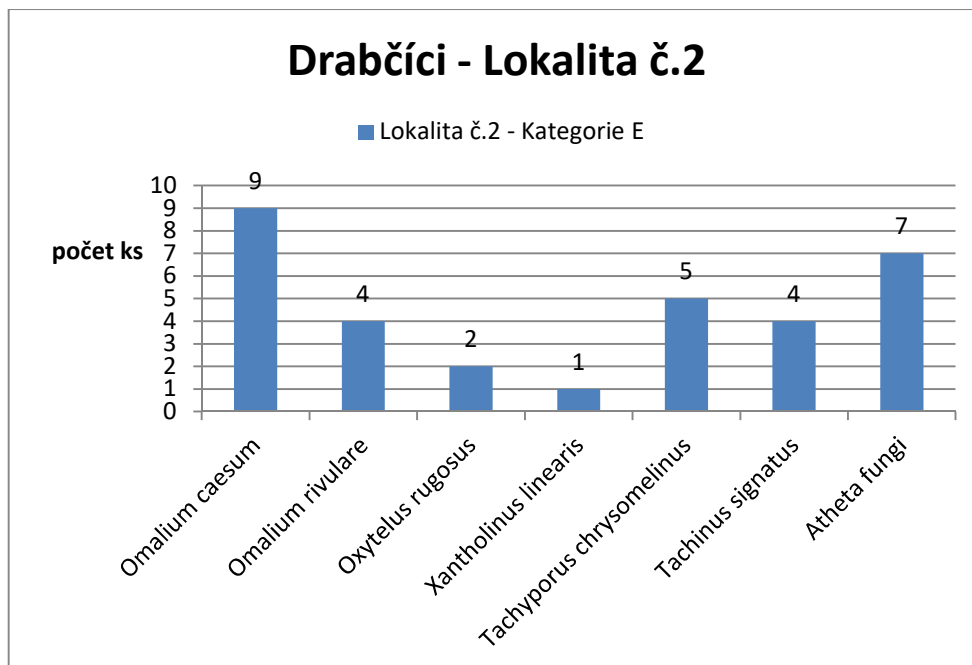
Obrázek č. 13, zobrazuje počty exemplářů a jejich zařazení do pokusné lokality č. 1, všechny druhy odchycené v pokusné lokalitě č. 1 byly eurotopního zařazení. Bylo odchyceno 41 exemplářů. Výrazně vyšší počet jedinců je druhu Atheta fungi.



Obrázek 13 - Počet druhů a exemplářů drabčků na pokusné lokalitě č. 1

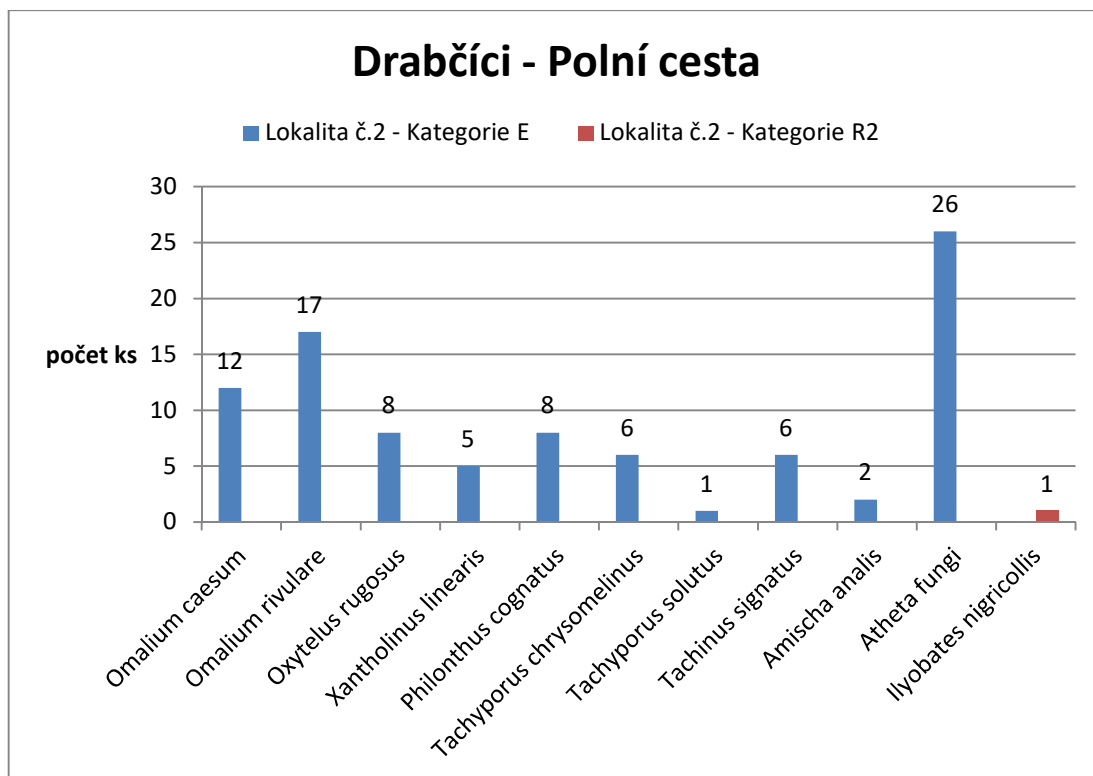
Odchyt na pokusné lokalitě č. 2 zaznamenal 7 druhů drabčků, oproti lokalitě č. 1 je vidět z obrázku č. 14 úbytek druhů a s tím související snížení celkového počtu exemplářů na 32 jedinců. Stejně jako na pokusné lokalitě č. 1, i tady všechny druhy

spadají do kategorie eurotopních. Obrázek č. 14 znázorňuje rozdělení drabčků s počty exemplářů a zařazení do antropogenních kategorií. Nejpočetnějším druhem byl *Omalium caesum*, jen o dva exempláře méně bylo zaznamenáno u druhu *Atheta fungi*.



Obrázek 14 - Počet druhů a exemplářů drabčků na pokusné lokalitě č. 2

Na lokalitě polní cesty bylo odchyceno 11 druhů drabčků. Jako v jediné zkoumané lokalitě, zde byly odchyceny kromě jednoho druhu všechny druhy drabčků, tím je i vysvětlen nárůst počtu jedinců, kterých bylo odchyceno 92. Jako eurotopní druhy bylo označeno celkem deset druhů a jediný *Ilyobates nigricollis* jako reliktní druh druhé kategorie. Rozdělení je uvedeno na obrázku č. 15.

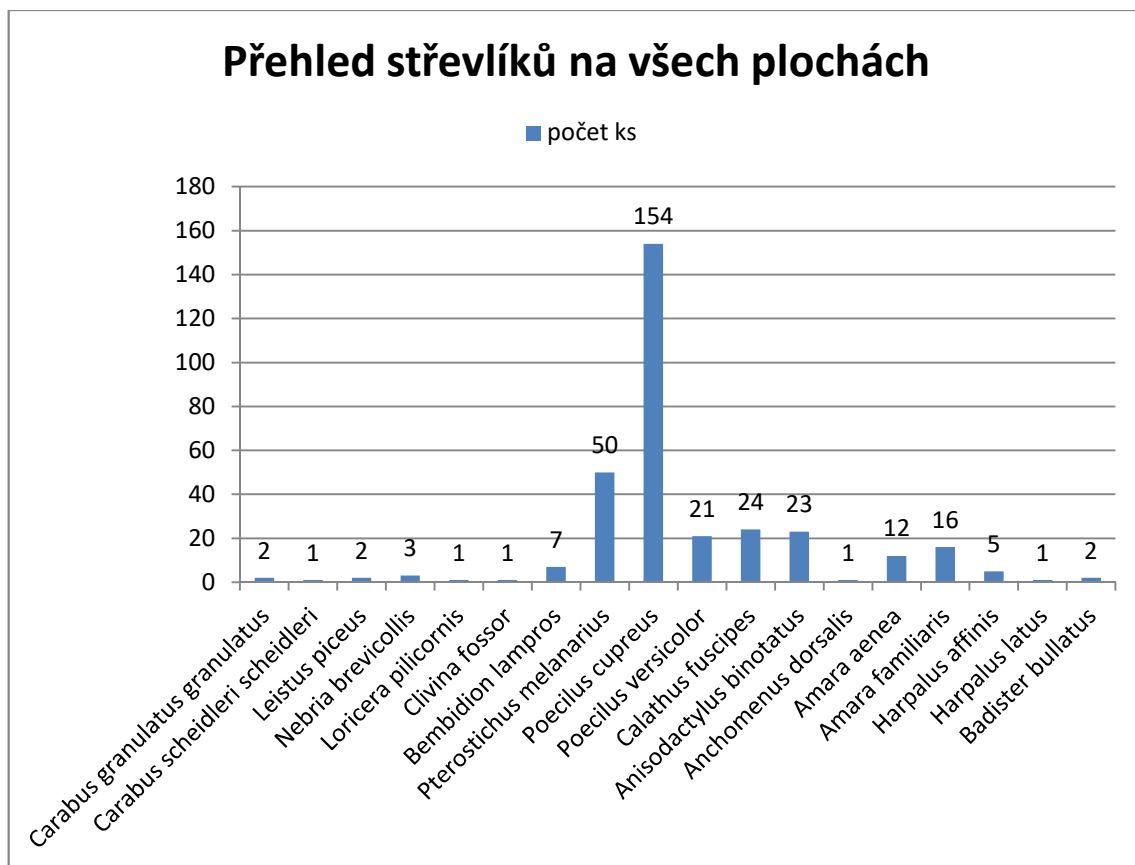


Obrázek 15 - Počet druhů a exemplářů drabčících na polní cestě

Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že nejpočetnějším zastoupením je druh *Atheta fungi*, další dva jsou zastoupeny již méně, druhý nejpočetnější je *Omalium rivulare* a třetí *Omalium caesum*.

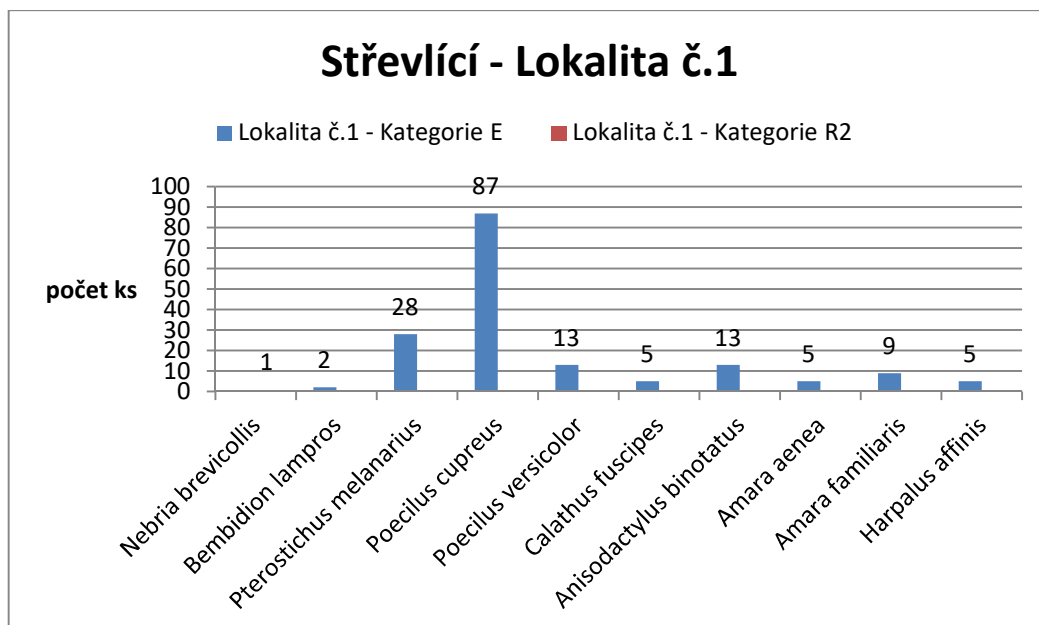
5.2. Střevlíkovití

Počtu jedinců střevlíků na všech pokusných lokalitách dominoval druh *Poecilus cupreus* s počtem exemplářů 154, následovaný druhem *Pteorstychus melanarius*, kde byl počet jedinců 50 výrazně menší než u *Pteorstychus melanarius*. Celkový počet jednotlivých druhů střevlíků je vidět na obrázku obrázku č. 16. Zbylé druhy reprezentovaly ostatní druhy.



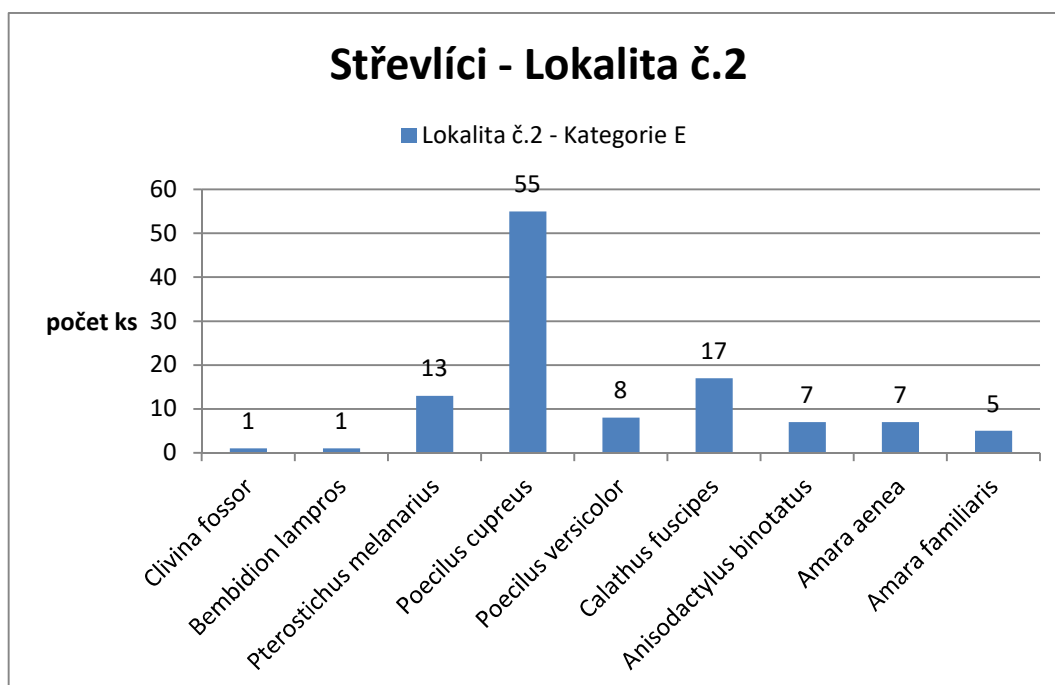
Obrázek 16 – Počet střevlíků na všech plochách

V lokalitě č. 1 bylo největší množství exemplářů druhu střevlíků, nejvíce zastoupeným druhem v pokusné lokalitě byl *Poecilus cupreus* s počtem exemplářů 154, dalších druhů výrazně ubylo, za zmínku stojí *Pterostichus melanarius* s 50 exempláři, *Poecilus versicolor* a *Anisodactylus binotatus* po 24 jedincích, zbylí jedinci byli do deseti exemplářů. Do eurotopní kategorie bylo zařazeno 9 druhů a jediný druh *Nebria brevicollis* spadal do kategorie druhého reliktu. Na obrázku č. 17 jsou uvedeny všechny exempláře s počty jedinců a kategorií střevlíků.



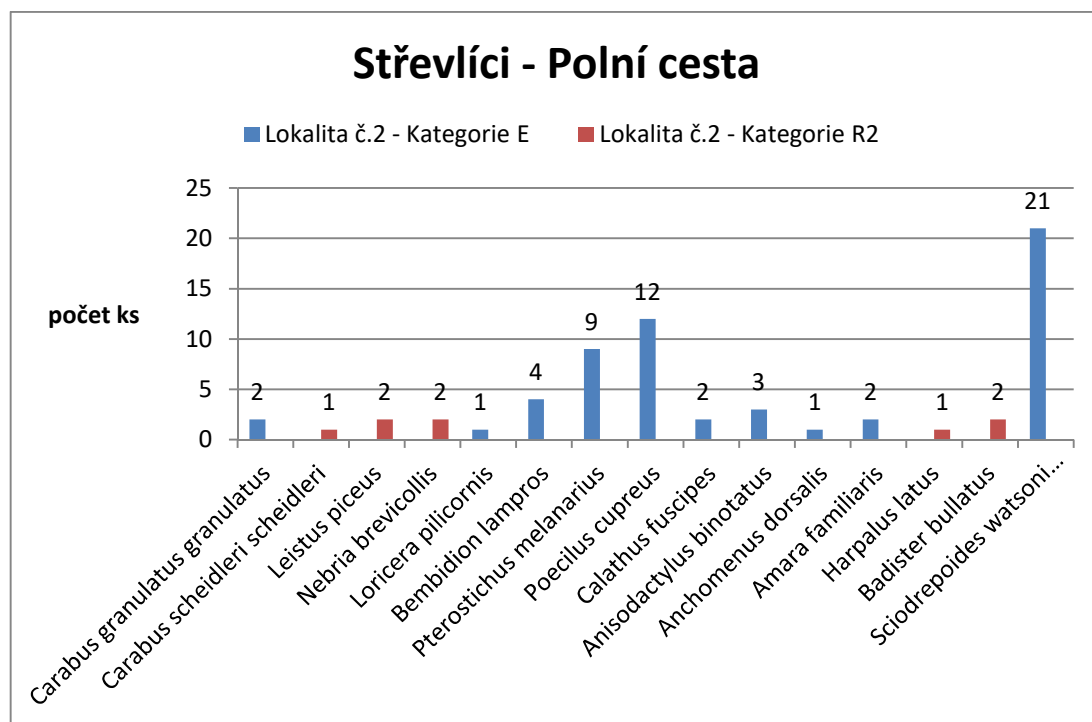
Obrázek 17 - Počet druhů a exemplářů střevlíků na pokusné lokalitě č. 1

Lokalita č. 2 se vyznačovala zvýšeným výskytem exemplářů střevlíků v počtu 112 exemplářů a 9 druhů, ostatní druhy byly do 10 jedinců. Ve srovnání s lokalitou č. 1 je vidět postupný pokles jedinců *Poecilus cupreus* a *Pterostichus melanarius* a drobné navýšení jedinců *Calathus fuscipes*. Rozčlenění jedinců deklaruje obrázek č. 18.



Obrázek 18 - Počet druhů a exemplářů střevlíků na pokusné lokalitě č. 1

Polní cesta vykazovala zvýšený počet druhu *Poecilus cupreus*, který je hojně zastoupený v lokalitě č. 1 i č. 2, naproti tomu je vidět razantní snížení počtu exemplářů *Poecilus cupreus*, který dosahoval pouze 17 jedinců. V lokalitě se vyskytovalo největší množství kategorie druhů zařazených do reliktu druhého řádu R2, počet druhů byl 5. V obrázku č. 19 vidíme i zvýšené zastoupení kategorie R2 v porovnání s lokalitami č. 1 a 2.

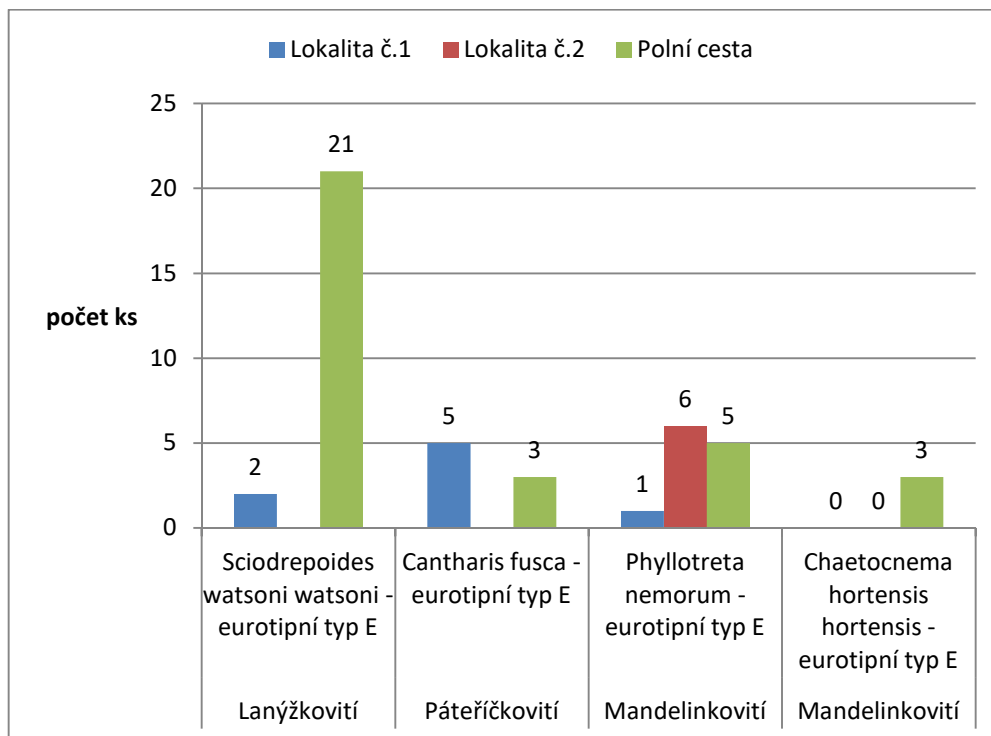


Obrázek 19 – počet druhů a exemplářů střevlíku na lokalitě polní cesta

5.3. Lanýžkovití, Páteříčkovití, Mandelinkovití

Na pokusných plochách byl odchycen jeden druh lanýžkovitých, a to *Sciodrepoides watsoni watsoni* v počtu 2 exemplářů v lokalitě č. 1 a v 21 exemplářích v lokalitě polní cesty, žádný exemplář nebyl odchycen na lokalitě č.2. U páteříčkovitých byl shodně jako u lanýžkovitých nalezen jeden druh, *Cantharis fusca* v počtu 5 exemplářů na lokalitě č. 1, na lokalitě č. 2 7 exemplářů a na polní cestě 3 exempláře. Mandelinkovití byli zastoupeni dvěma druhy. Druh *Phyllotreta nemorum* se vyskytoval na všech třech lokalitách, a to v počtu 1 exempláře na lokalitě č. 1, 12 exemplářů na lokalitě č. 2 a 5 exemplářů na polní cestě. Rozdělení uvádí

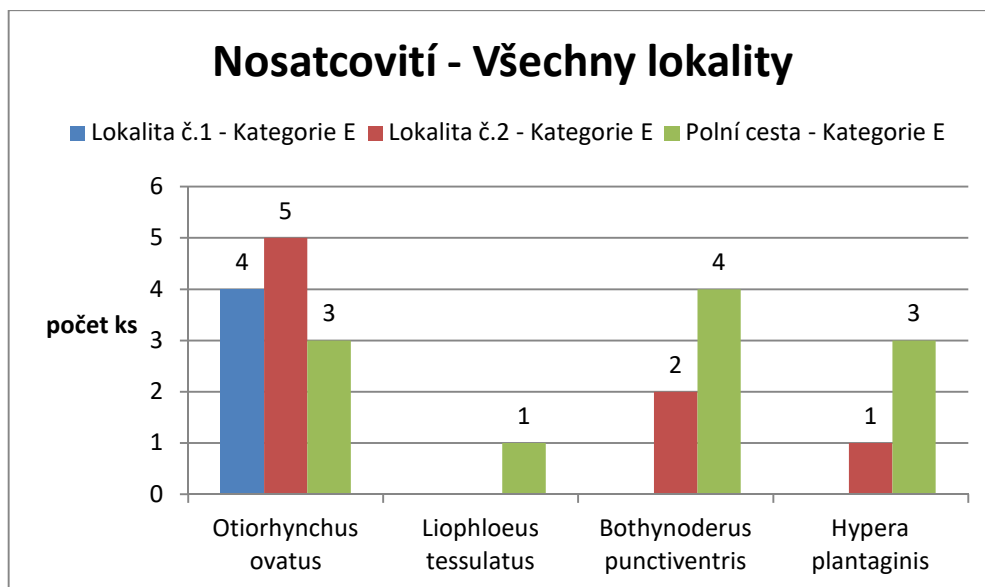
obrázek č. 20. Všechny odchytené druhy spadaly do eurotopního typu antropogenního ovlivnění člověkem.



Obrázek 20 - Počty exemplářů na jednotlivých plochách pro Lanýžkovité, Páteříčkovité, Mandelinkovitě

5.4. Nosatcovití

U nosatcovitých byly odchyteny druhy čtyři. Celkově na lokalitě č. 1 se odchytl 1 druh *Otiorhynchus ovatus*, na lokalitě č. 2 se odchyty 4 druhy a to *Otiorhynchus ovatus*, *Liophloeus tessulatus*, *Bothynoderus punctiventris*, *Hypera plantaginis*, v níže uvedeném obrázku č. 21 jsou popsány počty druhů a jsou k nim přiděleny i počty exemplářů na pokusných lokalitách.



Obrázek 21 - Počty exemplářů na jednotlivých plochách pro Nosatcovité

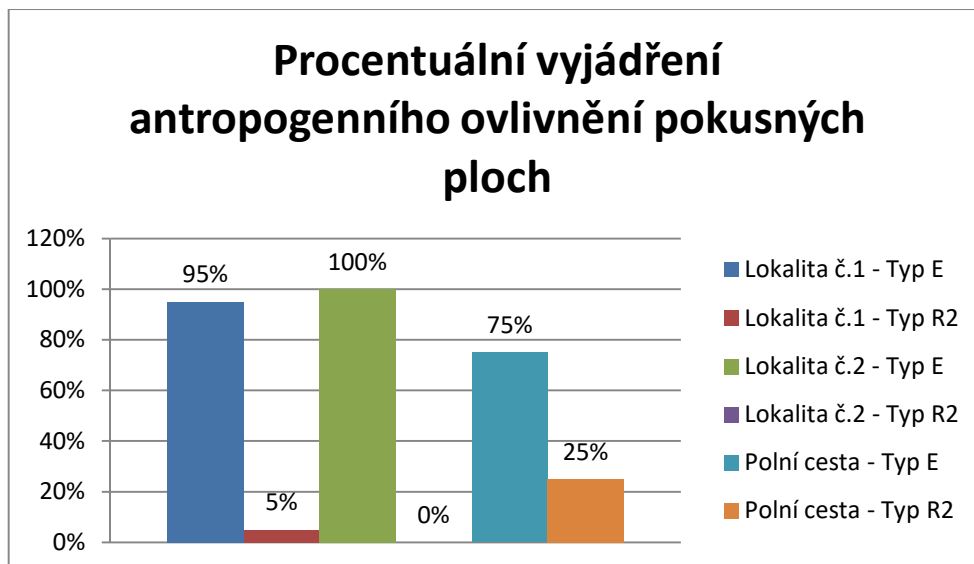
5.5. Posouzení antropogenního ovlivnění na pokusných plochách

Na obrázku č. 22 je uvedené a vyjádřené procentuální rozdělení na relikty antropogenního ovlivnění člověka na jednotlivých pokusných plochách. Samotný index antropogenního ovlivnění je znázorněn na obrázku č. 23, z něj je patrné, že indexy u lokality č. 1 a polní cesty jsou velmi nízké, spadají do zařazení I, velmi silně ovlivněných oblastí. U lokality č. 2 nebyl nalezen žádný relikv druhého řádu. Index antropogenního ovlivnění je tedy 0 a spadá stejně jako u lokality č. 1 a polní cesty do kategorie I.

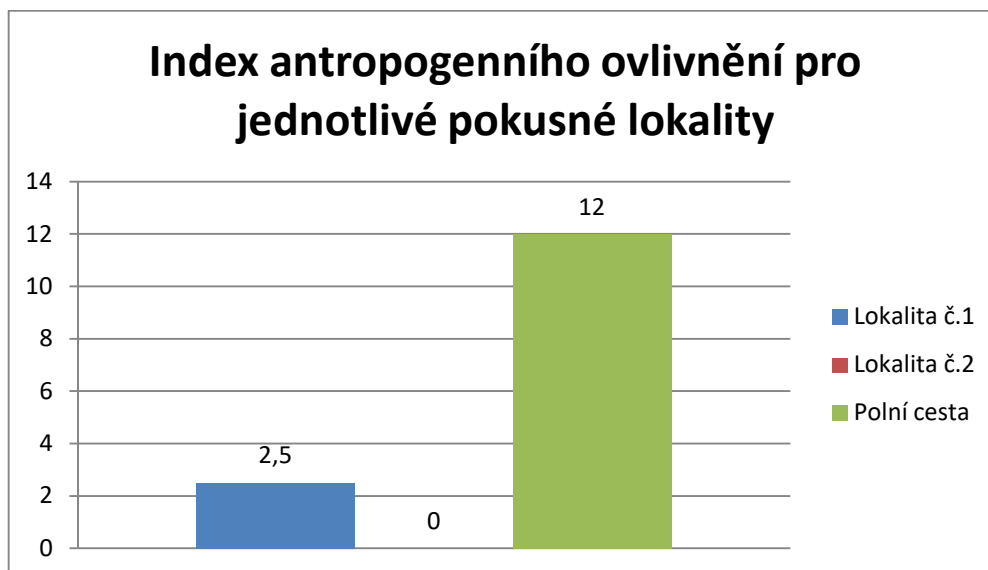
- I. 0-15 - velmi silně ovlivněné
- II. 10-30 - silně ovlivněné
- III. 30-50 - ovlivněné
- IV. 45-65 - málo ovlivněné
- V. 50-100 - neovlivněné

Z obrázku vyplývá, že pokusné plochy jsou velmi ovlivněné činností člověka. Relikty druhého řádu jsou již středně ovlivněny činností člověka a na pokusných plochách bylo odchyceno 6 druhů, v celkem skromném počtu 10 exemplářů. Po přepočtu na procenta je výsledkem (pouze zastoupení drabčků a střevlíků), že je jen 20% ze všech exemplářů, eurotopních exemplářů bylo 80,00%. Nejvíce jedinců typu

R2 bylo odchyceno v lokalitě polní cesty, jeden exemplář byl odchycen na lokalitě č. 1, na lokalitě č. 2, nebyl zaznamenán žádný jedinec typu R2. Nízký počet exemplářů je s největší pravděpodobností způsobený opakovanými agrotechnickými zásahy do půdy na pokusných lokalitách.



Obrázek 22 - Procentuální vyjádření antropogenního ovlivnění pokusných ploch



Obrázek 23 - Index antropogenního ovlivnění pro jednotlivé pokusné plochy

5.6. Vyhodnocení alfa diverzity

Tabulka č. 6 udává indexy alfa diverzity pro lokalitu č. 1, z tabulky č. 7 je patrné, že Shannon-Waeverův index vypovídá hodnotu vyrovnanosti společenstva 2,331, maximální hodnota je 3,1781. U Simpsonova indexu je hodnota 0,8121, index

vyjadřuje, že ve společenstvu je silná dominance jediného druhu na úkor ostatních druhů.

Lokalita č. 2 se vyznačovala sníženým počtem druhů oproti lokalitě č. 1. Hodnota Shannon – Weaverova indexu byla 2,474, maximální hodnota Shannon - Weaverova indexu dosáhla na 3,0445. Hodnota Simpsonova indexu pro lokalitu č. 2 ukazovala 0,8573, což značí ještě silnější dominanci společenstva oproti lokalitě č. 1.

Tabulka lokality polní cesty dokládá největší počet druhů ze všech zkoumaných ploch. Shannon Waeverův index dosáhl na hodnotu 3,04, maximální vypočtený Shanon – Waeverův index byl 3,4965. Z toho je zjevné, že společenstvo dosahovalo nejvyšší vyrovnanosti. Simpsonův index vypovídal o nejvyšší dominanci na pokusných plochách, jeho hodnota udávala 0,9333.

Index alfa diverzity - Lokalita č.1	
Počet druhů	24
Index	Hodnota
Shannon_W	2,331
Shannon_W_max_log	3,1781
Simpson_1-D	0,8121
Index alfa diverzity - Loklaita č.2	
Počet druhů	21
Index	Hodnota
Shannon_H	2,474
Shannon_W_max_log	
Simpson_1-D	0,8573
Index alfa diverzity - Polní cesta	
Počet druhů	33
Index	Hodnota
Shannon_H	3,04
Shannon_W_max_log	
Simpson_1-D	0,9333

Tabulka 7 - Tabulka s alfa diverzitou pro pokusné plochy

5.7. Vyhodnocení beta diverzity

Na podobnost společenstev pro rozdíly druhového složení mezi lokalitou č. 1, lokalitou č. 2 a polní cestou odkazuje Whittakerův index. Beta diverzita zkoumaná v jednotlivých společenstvích udává tabulka č. 8. Při srovnání indexu v jednotlivých společenstvech je vidět, že hodnota mezi lokalitou č. 1 a polní cestou je rozdílná o 98 desetin. Lokalita č. 2 a polní cesta má totožnou hodnotu a diverzita je minimálně

rozdílná. Je tedy zřejmé, že diverzita byla na všech pokusných plochách velmi vyrovnaná.

Index beta diverzity mezi jednotlivými společenstvími			
	Lokalita č.1	Polní cesta	Lokalita č.2
Lokalita č.1	0	0,29825	0,2
Polní cesta	0,29825	0	0,33333
Lokalita č.2	0,2	0,33333	0

Tabulka 8 - Index beta diverzity dle Whittakera na všech pokusných plochách

6. Diskuze

Pohled na odchyt veškeré zvířeny je z hlediska kvality a kvantity zcela závislý na mnohých faktorech. Pro přiblížení jsem vybral několik z nich.

Lövei a Sunderland (1996) uvádějí, že i přesto, že u střevlíků a drabčků je doložen poměrně kryptický způsob života a mnohdy polyfágní způsob života, je velmi obtížné sledovat a studovat mnoho aspektů jejich ekologie.

Absolon et al. (1994) udává, že výzkum by měl být založen na místech, kde je možné zajistit co nejmenší výskyt nežádoucích vlivů pro jejich poškození.

Frekvence výskytu člověka nebo zemědělské techniky byla minimální, při odchytu a nakládání se vzorky nebyl zaznamenán žádný výskyt těchto nežádoucích vlivů.

Dykyjová (1989) uvádí, že se studie pro typické společenstvo žijící v krajině, pořizuje na plochách vymezených pro jednotky vegetační.

Na každé pokusné lokalitě jsou spjaté skupiny organismů a zvolení metody by se tedy mělo odvíjet od taxonů na dané lokalitě. (Smith et al., 2008). To samé popisuje Prasířka et al. (2007) jen s tím rozdílem, že se výzkum týká jen taxonů, u kterých převládají epigeičtí brouci, a to zejména střevlíci a drabčci. S tím je také spjatý úkaz, který je prokázán tím, že do padacích pastí spadají často i větší druhy než jen epigeičtí. (Lang, 2000, Mommerz et al., 1996). Pro odchyt epigeických brouků je tedy vyhodnocena jako nejlepší metoda odchyt do zemních padacích pastí.

Při odchytu brouků byl zaznamenán minimální výskyt necílové skupiny obratlovců, kteří spadli do zemní pasti.

Po prozkoumání práce Irmlera (2003), má nejrozsáhlejší vliv na společenstvo epigeických brouků typ půd, nikoliv typ plodin, jak popisuje mnoho autorů. V případě této diplomové práce mohu říci, že typ půd je totiž na lokalitě č. 1 a č. 2 stejný, ale rozdílný na polní cestě, která je nadměrně utužována po desetiletí.

Tyto výsledky potvrzuje i tato diplomová práce, kterou je doloženo, jak se jednotlivá společenstva prolínají. Ostatně i Krompova práce (1999) napovídá, že střevlíkovití se neváží jen k jedné určité plodině, jejich hojnost je závislá na změně v mikroklimatu a ve fenologických fázích.

Dle Boháče (2007) okolní krajina velmi ovlivňuje společenstva epigeických brouků, to potvrzuje i Dauber et al. (2010).

Schinner et al. (1995) tvrdí, že pro nejlepší vzorkování je třeba využít celou vegetační sezonu. Pokud by nebyl dodržen odchyt po celou vegetační sezonu, objevily by se velmi zkreslené výsledky a práce by ztratila na věrohodnosti (výzkumu na pokusných plochách).

Pro odchyt epigeických brouků byla použita metoda sběru do padacích pastí. Tento způsob je považován za problematický, ale dodnes nebyla žádnou jinou metodou překonán. Výsledkem je, že metoda je nejpoužívanější a nejvhodnější pro odchyt brouků (Obrtel, 1971, Uetz a Unzicker, 1976). Práce Obrtela (1971) dokazuje, že již při použití minimálně 10 pastí v linii se dokáže postihnout významná většina druhů na pokusné ploše, dále uvádí, že rozestup pastí musí být minimálně 10 a maximálně 20 m při přesáhnutí pasti o průměru 60 mm.

Uetz & Unzicker (1976), uvádí, že zastínění pastí stříškou z blízkých materiálů okolí je diskutabilní, dochází zde k zastínění pasti samotné a části jejího okolí, čímž dochází k ovlivnění mikroklimatu. K minimálnímu ovlivnění lze dosáhnout zakrytí pasti průhledným materiálem.

Digweed et al. (1995) uvádí, že velmi důležité je při instalaci pastí dbát na to, aby kryt a celkové okolí pasti zůstalo co nejméně porušené, v ideálním případě zcela neporušené, ale jen za podmínky, že se nezanedbají žádné vzácné druhy.

Diplomová práce Soviše (2010) zkoumá souvislost mezi abundancí odchycených druhů a počtem kusů pastí v linii. Jeho závěrem je, že optimální počet pastí je 8 – 10 při dosažení více než 90% doložitelných druhů. Ještě více pastí doporučuje Hora (2010), pro největší efekt při odchytu doporučuje počet 10 – 15 zemních pastí, do kterých padají střevlíkovití. Musím však podotknout, že pasti Soviše i Hory byly umístěny na lokalitách velmi bohatých na diverzitu, ta byla zajištěna tím, že linie pastí procházela loukou, pastvinou, lesním fragmentem, lomem a lužním lesem.

Jahnová (2011) uvádí, že při homogenní ploše se přiklání k názoru, že pro odchyt více než 75% všech druhů sledovaných na pokusné lokalitě stačí 5 – 7 zemních pastí.

Při odchyty brouků byla využita linie s deseti pastmi, ta zaručuje objektivní nezkršené výsledky diplomové práce.

Výsledky Krompovy práce (1999) dokazují, že v agroceenózách se nejčastěji nacházejí druhy *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Harpalus aeneus*, *Bembidion lampros* a *Carabus cheidleri*.

Jahnová (2011) uvádí jako dominantní druhy: *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes* a *Carabus scheidleri*. druhy *Pterostichus melanarius*, *Harpalus aeneus* a *Bembidion lampros*.

V předkládané práci byly jako dominantní druhy na všech pokusných plochách určeny druhy: *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius*, *Atheta fungi*, *Omalius rivulare*, *Omalius caesum* a *Sciodepoides watsoni watsoni*. Byl odchycen i druh *Bembidion lampros* v počtu pouhých 7 exemplářů. Tento druh je znám jako běžný druh pro agroekosystém (Thiele, 1977; Irmeler, 2003).

Hůrka (1996) uvádí, že *Poecilus cupreus* je druh, který je rozšířen v širokém spektru na polích od nížin až po hory, řadí jej do druhu eurotopních. Výsledky mé práce potvrdily shodu, *Poecilus cupreus* byl odchycen na všech třech pokusných plochách a v největším počtu exemplářů.

Práce Andorkó a Kádara (2009) dospěly k výsledku, že druh *Carabus scheidleri scheidleri*, který je v České republice chráněný, si dokázal vyvinout adaptabilní schopnost k přežití v nestabilním prostředí a dalšímu narušování okolí, které má na svědomí lidské pokolení, kde přežívá bez větších problémů.

Gobbi a Fontaneto (2005) popisují, že prvotním problémem není bohatost druhů v agroekosystémech, ale ztráta funkčních skupin.

Jahnová (2011) uvádí, že procentuální zastoupení druhů eurytopních k poměru procentuálního zastoupení druhů charakteru reliktní druhého řádu je ve všech porostech výrazný ve prospěch druhů eurytopních, druhů bez vyhraněných ekologických nároků.

Při srovnání s prací Jahnové mohu jen potvrdit, že při odchyty brouků nebyl odchycen žádný reliktní první kategorie, 6 druhů reliktní druhé kategorie a 32 eurotopních druhů. V pokusných lokalitách, kde ovlivnění lidským druhem bylo velmi vysoké, se nepředpokládá výskyt druhu prvního reliktního.

Souhlasím, že na výše uvedené výsledky na společenstvech epigeických brouků působí celá řada faktorů, z nejdůležitějších pěstování zvolené plodiny, intenzita s jakou se plodina bude pěstovat, její hnojení, sklizeň, případně seč. Navíc při pěstování jednoletých plodin dochází k opakovaným agrotechnickým zásahům, které společenstvo zásadně naruší, ještě než se zazimuje. Dalším faktorem jsou klimatické podmínky, které určují, jak bude vypadat vegetační sezona.

7. Závěr

V roce 2016 proběhl odchyt epigeických brouků střevlíkovitých, drabčíkovitých, lanýžkovitých, mandelinkovitých a nosatcovitých po celou vegetační sezonu. Pokusné lokality nesou název Pod trávnu cestou a Nad trávnu cestou. Odchycené vzorky vykazují různorodý přehled taxonů, který byl velmi pestrý a byly odchyceny všechny cílové a předpokládané druhy.

Na pokusných plochách bylo nainstalováno celkem 40 pokusných pastí, ve čtyřech liniích po 10 pastích. Lokalita byla vybrána v odlehlé části obce katastrálního území Božetice. Instalace pastí probíhala při nejvyšší obezřetnosti, tak aby se nepoškodil okolní kryt a půda a nedošlo k narušení lokality, kde probíhal odchyt. Při vyprazdňování pastí nebyl spatřen lidský druh ani zemědělská technika, nedošlo tedy k žádnému viditelnému zkreslení výsledků.

Celkem bylo odchyceno dohromady na všech lokalitách 38 druhů a 567 exemplářů epigeických brouků. Nejvíce exemplářů patřilo k čeledi Střevlíkovití, z 18 druhů byl nejpočetnějším *Poecilus cupreus* s počtem exemplářů 154, u čeledi Drabčíkovití bylo zaznamenáno 12 druhů, nejpočetnějším byl druh *Atheta fungi* s počtem exemplářů 46. V čeledi caribidae byl odchycen i jeden exemplář chráněného střevlíka Scheidlerova (*Carabus scheidleri*). Čeleď Nosatcovití vykazovala 4 druhy, nejpočetnějším byl *Otiorhynchus ovatus*, který zastupovalo 12 exemplářů, u zástupců čeledi Mandelinkovití byly odchyceny dva druhy, a to *Phyllotreta nemorum* s počtem 12 exemplářů a *Chaetocnema hortensis hortensis* v počtu 3 exemplářů. Čeledi Lanýžkovití byl odchyceno 23 exemplářů jednoho druhu *Sciodrepoides watsoni watsoni*. Také u čeledi Páteříčkovití byl odchycen pouze jeden druh a to *Cantharis fusca* v počtu 8 exemplářů.

Na základě výsledků práce pro porovnání antropogenosti společenstva může být konstatováno, že pokusná lokalita je velmi ovlivněna člověkem, ze všech odchycených epigeických brouků bylo pouze šest druhů v zařazení skupiny reliktu druhého řádu – R2, zbylé druhy spadají do eurotopní skupiny eurotopních druhů - E. Druhy vzácné skupiny reliktu prvního řádu R1 nebyly vůbec odchyceny. Lze říci, že pokusné lokality doplácují na časté a opakované agrotechnické zásahy způsobené člověkem.

Management využívání zemědělské krajiny na pokusných plochách by se dal rozdělit na dvě vhodná opatření k pokusným lokalitám, která by zvýšila abundanci (hojnost) a ochranu jedinců společenstva.

Prvním doporučením by bylo změnit způsob hospodaření z konvenčního zemědělství na ekologické, přivyknout tak morální zodpovědnosti vůči přírodě jako celku, nedovolit, aby byl materiální zisk z pěstování plodin nadřazen ochraně přírody, pěstovat víceleté plodin s minimálními agrotechnickými zásahy na pokusných plochách.

Druhým doporučením by byla volba vhodné struktury krajiny, zvážení poměru produkčních a mimoprodukčních ploch, jejich velikosti a rozmístění a zařazení prvků, které zvyšují rozmanitost krajiny. Mezi tyto prvky se řadí vhodné skupiny keřů a stromů, remízky se stanovištně odpovídajícími druhy zeleně a zvětšení mezí.

8. Přehled použité literatury a zdrojů

- ADIS, J. (1979): Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zool. Anz.*, 202: 177-184.
- ANDORKÓ, R., KÁDÁR, F. (2009): Life-history characteristics of the ground beetles *Carabus Scheidleri* (Coleoptera: Carabidae) in Hungary. *Acta zool. Hung.*, vol. 55 (4), p. 381-393.
- BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. (1997): *Ekologie: Jedinci, populace, společenstva*. Nakladatelství UP, Olomouc.
- BEJČEK, V., ŠŤASTNÝ, K. A KOL. (2001): *Metody studia ekosystémů (Skriptum)*. Praha, LF ČZU, 125 s.
- BERGER, W., PARKER, F. (1970): Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea Sediments. *Science* 168: 1345-1355.
- BOHÁČ J, JAHNOVÁ Z. (2015): Land Use Changes and Landscape Degradation in Central and Eastern Europe in the Last Decades: Epigeic Invertebrates as Bioindicators of Landscape Changes. In: Armon R. H., Hanninen O. (eds), *Environmental Indicators*. Springer, s. 395-419.
- BOHÁČ J., FROUZ J. & SYROVÁTKA O. (2005): Carabids and staphylinids in drained and seminatural peat meadows in southern Bohemia. - *Ekológia (Bratislava)*, s. 292–303.
- BOHÁČ J., FUCHS R. (1991): The structure of animal communities as bioindicators of landscape deterioration. In: Jeffrey D., Madden B. (eds.), *Bioindicators and environmental management*. - Academic Press, San Diego etc., pp. 165-178.
- BOHÁČ J., KOHOUT P. (2011): Methods of biodiversity evaluation on the growth of energetic plants – hemiedaphic and epigeic beetles, *Acta Pruhoniana*, 97: 85– 96 s.
- 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)*.

BOHÁČ, J. (1999b): Organismy jako bioindikátory měnícího se životního prostředí, vol. 33, no. 3.

BOHÁČ, J., (1988): Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) k bioindikaci kvality životního prostředí, Zpr. Čs. Společ. ent. ČSAV, 24: 33-41.

BOHÁČ, J. (1990): Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) pro indikaci kvality životního prostředí. - Zpr. Čs. Společ. Entomol. ČSAV, s. 119-125.

BOHÁČ, J. (1999): Staphylinid beetles as bioindicators. Agriculture Ecosyst. and Envir., s. 357-372.

BOHÁČ, J. (2003): Biologie ochrany přírody pro agroekologii, České Budějovice, 109 s.

BOHÁČ, J. (2007): Kapitola z připravované knihy Půdní biologie. http://www.jaroslavbohac.wz.cz/download/pudni_zoologie.pdf , „Staženo dne: 1.5.2016“

BOHÁČ, J., A MATĚJÍČEK J. (2003): Katalog brouků Prahy: Catalogue of beetles (Coleoptera) from Prague, Volume 4., 1. Vydání, Praha: vlastním nákladem autora, 256 s.

BŘEZSKÝ, K. (1970): KOMPLEXNÍ PRŮZKUM ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD ČSSR, PRAHA

COLE, L.J., MCCRACKEN, D.I., DOWNIE, I.S., DENNIS, P., FOSTER, G.N., WATERHOUSE, T., MURPHY, K.J., GRIFFIN, A.L., KENNEDY, M.P. (2005): Comparing the effects of farming practices on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) and spider (Araneae)

ČERVENÝ, J. et al. (2004): Encyklopedie myslivosti. Praha, OTTOVO nakladatelství, s r.o., 591 s.

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.

DEBELJAK, M., CORTET, J., DEMŠAR, D., KROGH, P.H., DŽEROSKI, S. (2007): Hierarchical classification of environmental factors and

agricultural practices affecting soil fauna under cropping systems using Bt maize, *Pedobiologia* 51, s. 229-238.

DIGWEED, S. C., CURRIE, C. R., CÁRCAMO, H. A., SPENCE, J. R. (1995): Digging out the "digging-in effect" of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pedobiologia*, 39: 561-576.

DOSTÁL, P. (2016): Charakteristika zemědělství, Mendelova univerzita v Brně, Brno

DUELLI, P., STUDER, M., MARCHAND, I., JAKOB, S. (1990): Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological conservation*. Vol. 54, No. 3, s. 193-207.

DYKYJOVÁ, D., et al. (2010) *Metody studia ekosystémů*. Praha: Academia, 1989.
Ekozemědělci přírodě, Bioinstitut, o.p.s Olomouc , Bio O 4/2010

EKSCHMITT, K. & GRIFFITHS, B.S. (1998): Soil biodiversity and its implications for ecosystem functioning in a heterogeneous and variable environment, *Appl. Soil Ecol.*, s. 201-215.

FARKAČ, J., KRÁL D., ŠKORPÍK M. (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky., Vyd. 1., Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 758 s.

FAUVEL, G. (1999): Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication, *Agriculture, Ecosystems a Environment*, s. 275-303.

FISCHER, Ch. (1679): *De oeconomia suburbana*, Praha.

FÖRSTER, B., MUROYA, K. & GARCIA, M. (2006): Plant growth and microbial activity in a tropical soil amended with faecal pellets from millipedes and bodlice, *Pedobiologia*, s. 281-290.

GIBERT, J. & DEHARVENG, L. (2002): Subterranean ecosystems: a truncated functional biodiversity. *Bioscience* 52: 473-481.

GLIESSMAN, S., GLIESSMAN, R., ENGLES, E., KRIEGER, R. (1997): *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Chelsea : Sleeping Bears Press. 357 s.

GOBBI, M.; FONTANETO, D. (2005): Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in different agroecosystems in the Plo Plain (Italy). Proceeding of the 15th Meeting of the Italian Society of Ecology. Torino: Italian Society of Ecology.

HANZAL, V., (2004): Poslání a význam myslivosti pro život v kulturní krajině. Myslivost/ Stráž myslivosti. Č.1, s. 4-5.

HORA, P. (2010): Metodologické aspekty používání zemních pastí pro studium epigeonu na příkladu střevlíkovitých. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Diplomová práce.

HRABALOVÁ A. (2015): Vývoj ekologického zemědělství ve světě, Praha

HŮRKA, K. (1992): Střevlíkovití I: Carabidae, 1. vyd., Praha: Academia, 192 s.

HŮRKA, K., ČEPICKÁ A. (1981): Rozmnožování a vývoj hmyzu. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981, 223 s.

HŮRKA, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky: Beetles of the Czech and Slovak Republics. 1. vyd. Zlín: Kabourek, 390 s.

HŮRKA, K., A BRANTLOVÁ S. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics: Carabidae České a Slovenské republiky. 1. vyd. Zlín: Kabourek, 565 s.

HŮRKA, K., VESELÝ P., & FARKAČ J. (1996): Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. – Klapalekiana, s. 15-26

HŮRKA, K.: Brouci České a Slovenské republiky, Vydáno: Zlín: Kabourek, 2005, 390 s.

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

JAHNOVÁ, Z. (2011): Společenstva epigeických brouků plantáží rychle rostoucích bylin a okolních biotopů. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Fakulta rostlinné výroby a agroekologie, diplomová práce.

JARCOVSKÝ, J., LITNEROVÁ, S., DUŠEK, L. (2012): Statistické hodnocení biodiverzity, AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno.

KEJVAL, Z., LAHODA, J. (2008): Střevlíkovití brouci (Coleoptera: Carabidae) okresu Domažlice, 1. vyd., Plzeň: Západočeské muzeum, 51 s.

KLEIJN, D., BAQUERO, R.A., CLOUGH, Y., DIAZ, M., ESTEBAN, J.D., FERNÁNDEZ, F., et al. (2010): Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries, *Ecology Letters*, Vol. 9, No.3, s. 243–254.

KRÁSENSKÝ P. (2005): Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých. AOPK ČR

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

KUCHTOVÁ, P., CAPOUCHOVÁ, I., PETR, J., ŠKEŘÍK, J., BEČKOVÁ L., BEČKA, D., BICANOVÁ, E., DVOŘÁK, P., ERHARTOVÁ D., KREJČÍŘOVÁ, L.; MIČÁK, L., MIČÁKOVÁ A., PULKRÁBEK, J. (2007): *Ekologické zemědělství*

KUNDRATA, R. (2012): ENTOMOLOGIE METODY SBĚRU HMYZU FRVŠ 1772/2012

LANG, A. (2000): The pitfalls of pitfalls: a comparison of pitfall trap catches and absolute density estimates of epigeal invertebrate predators in arable land. *J. Pest Science*, 73: 99-106

LAWRENCE, J. F., A NEWTON, A. F. (1995): Families and subfamilies of Coleoptera with selected genera, notes, references and data on family-group names). Pp. 779- 1006. In Pakaluk J. a Ślipiński S. Birthday of Roy A. Crowson. Muzeum I Instytut Zoologie PAN, Warszawa, 1092 s.

LEITÃO, A. B., MILLER, J., AHERN, J., AND MCGARIGAL, K. (2006), *Measuring landscapes*, Islandpress, Washington, Covelo, London.

LOKOČ, R., et al. (2010): *Vývoj krajiny v České republice*. Brno: Lipka - školské zařízení pro environmentální vzdělávání, 85 s.

LÖVEI, G. L., SUNDERLAND, K. D. (1996): Ecology and Behavior of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*, vol. 41, p. 231-256.

LÖW, J., MÍCHAL, I. (2003): *Krajinný ráz. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce*, s r.o., 552 s. , CD.

- MAGURRAN, A.E. (2004): *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing: Malden, Mass.
- MAJEROVÁ, V. a kol. (2009): *Český venkov 2008: proměny venkova*. 1. vydání, Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta
- MARADA, P., (2007): *Biopásy — požadavky na tvorbu a související dotační politika*. *Stráž myslivosti*, Č. 4, 30 s.
- MATOUŠEK, V., (2010): *Čechy krásné, Čechy mé: Proměny krajiny Čech v době industriální*. Praha, 381 s.
- MAY, R.M.(1975): *Patterns of Species Abundance and Diversity*. Harvard University Press: Cambridge, MA.
- MOMMERTZ, S., SCHAUER, C., KÖSTERS, N., LANG, A., FILSER, J. (1996): A comparison of D-Vac suction, fenced and unfenced pitfall trap sampling of epigeal arthropods in agro-ecosystems. *Ann. Zool. Fennici*, 33: 117–124.
- NIEMELÄ, J., KOTZE, D.J., VENN, S., PENEV, L., STOYANOV, I., SPENCE, J., HARTLEY, D., MONTES DE OCA, E. (2002): Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: An international comparison, *Landscape Ecology* Vol. 17, No. 5, s. 387-401.
- NOVÁK, K. (1969): *Metody sběru a preparace hmyzu*. Academia, Praha. 243 s.
- OBRTTEL, R.(1971): Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. *Acta ent. bohemoslov.*, 1971, vol. 68, p. 3000–3009.
- PAOLETTI, M.G. (1999): The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, s. 137-155.
- PENK, J. (2001): *Mimoprodukční funkce zemědělství a ochrana krajiny*. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 63 s.
- PETERSON, A. (1953): *Larvae of insects. Part II. Coleoptera, Diptera, _europtera, Siphonaptera, Mecoptera, Trichoptera*. – Edwards Brother, Inc., Ann Arbor, Michigan, 315 s.
- POKORNÝ, P., HÁJEK P., SÁDLO, J., CÍLEK, V. (2005): *Krajina a revoluce*, Praha.
- POKORNÝ, V. (2002): *Atlas brouků*. Vyd. 1. Praha: Paseka, 44 s., 96 s.

- POSER, T. (1988): — Chilopoden als Prädatoren in einem Laubwald, *Pedobiologia*, s. 261-281
- PRASIFKA, J. R., LOPEZ, M. D., HELLMICH, R. L., LEWIS, L. C., DIVELY, G. P. (2007): Comparison of pitfall traps and litter bags for sampling ground-dwelling arthropods. *J. Appl. Entomol.*, 131: 115–120.
- SÁDLO J., POKORNÝ P., HÁJEK P., DRESLEROVÁ D., CÍLEK V. (2005): *Krajina a revoluce – Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí*. Malá Skála, Praha.
- SCHAUFF, M. E. (2004): *Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools*, USDA. , Washington DC 20560, 69 s.
- SCHINNER, F., ÖHLINGER, R., KANDELER, E., MARGESIN, R. (1995): *Methods in Soil Biology*. Springer Verlag, Berlin. 426 pp.
- SKLENIČKA, P. (2003), *Základy krajinného plánování*, vydání 2., Praha. 321 s.
- SMETANA, A. (1958): *Drabčíkovití - Staphylinidae: (řád: brouci - Coleoptera)*, 1. vyd., Praha, ČSAV, 435 s.
- Smith, J., Potts, S., Eggleton, P. (2008): Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. *Eur. J. Soil Biol.*, 44: 271-276
- Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky 1. Vydání, Zpracoval a vydal Český úřad zeměměřický a katastrální úřad Praha 2015
- SOVIŠ, M. (2010): *Nadměrný odchyt epigeonu – kolik zemních pastí postačuje pro poznání druhového spektra?* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Diplomová práce.
- STARÝ, B. (1987): *Užitečný hmyz v ochraně lesa*, 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 101 s.
- STAŠIOV, S. (2006): *Ekológia pôdnych organizmov (metódy výskumu mezo- až megaedafónu)*. TU vo Zvolene, FE

ŠAFÁŘ, J., HULA, V., ŠTASTNÁ, P. & VÍTKOVÁ, Z. (2009): The influence of pitfall traps on the soil epigeal fauna. In: MendelNet'09 Agro: Proceedings of International Ph.D. students conference, Brno, Mendělova zemědělská a lesnická univerzita, s. 689–694.

ŠUMPICH J., KŮRKA A., TAJOVSKÝ K., DVOŘÁK M., HLAVÁČ V., TOMAN A., BEZDĚČKA P., PIŽL V., DUCHÁČ V., DVOŘÁK I., ČECH L. et DUDYCHA M. (1999): Výsledky zoologických průzkumů v národní přírodní rezervaci Velký Špičák (okres Jihlava), Vlastivěd. Sbor. Vysočiny, Oddíl Věd Přír., 14: 155–175

THIELE, LU. (1977): Carabid Beetles in Their Environment. Berlin: SpringerVerlag.

TILMAN D., FARGIONE J., WOLFF B., D'ANTONIO C., DOBSON A., HOWART R., SCHINDLER D., SCHLESINGER W. H., SIMBERLOFF D. & SWACKHAMER D. (2001): Forecasting agriculturally driven global environmental

UETZ G. W. & UNZICKER J. D. (1976): Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. The Journal of arachnology, 3: 101 - 111.

VACH, M. a kol., (1997): Myslivost, Uhlířské Janovice : SILVESTRIS., 502 s.

VARDAL, H. & TAEGER, A. (2011): The life of René Malaise: from the wild east to a sunken island, Zootaxa 3127, s. 38–52.

WARD, D. F., NEW, T. R. a YEN, A. L. (2001): Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches., 47-53 s.

WARDLE, D.A., GILLER, K.E. (1996): The quest for a contemporary ecological dimension to soil biology, Soil Biology and Biochemistry, s. 1549-1554.

WHITTAKER, R. (1952): A Study Of Summer Foliage Insect Communities in The Great Smoky Mountains. Ecological Monographs 22: 1-44.

WOLTERS, V. (2001): — Biodiversity of soil animals and its fiction, Eur. J. Soil Biol, s. 221-227.

Internetové zdroje:

(http://cit.vfu.cz/ivbp/wpcontent/uploads/2011/07/charakteristika_zemedelstvi.pdf ,
„Staženo dne: 16.02.2016“)

(<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=608840&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>, Staženo dne: 12.03.2016)

(Zdroj: <http://bpej.vumop.cz/75011> , „Stoženo dne: 20.5.2016“)

(<http://www.lecivapriroda.cz/herbar/kopriva-dvoudoma/> , „Stoženo dne: 14.03.2017“)

9. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vzestupná tendence ekologického zemědělství napříč časem, (HRABALOVÁ, 2015)	12
Obrázek 2 - Katastrální území Božetice – Označení pokusných ploch, Zdroj: (http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=608840&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka , Staženo dne: 12.03.2016)	32
Obrázek 3 - Průměrná měsíční teplota v roce 2016 (Tomáš Horek – soukromá data).....	34
Obrázek 4 - Průměrné měsíční srážky v roce 2016 (Tomáš Horek - soukromá data)	34
Obrázek 5 - Rozdělení pokusných ploch (Zdroj: www.mapy.cz , „Staženo dne: 16.05.2016“)	35
Obrázek 6 - Fotografie polní cesty - rozložení cesty Zdroj: Autor	36
Obrázek 7 - Schématické rozmístění pastí do jednotlivých linií (viz odkazové čáry v obrázku), Zdroj: Autor	40
Obrázek 8 - Půdorys umístění schématu pasti (viz odkazové čáry v obrázku), Zdroj: Autor .	40
Obrázek 9 - Řez umístění schématu pasti (viz odkazové čáry v obrázku), Zdroj: Autor	41
Obrázek 10- Počet odchycených druhů na všech pokusných plochách	51
Obrázek 11 - Počet exemplářů jednotlivých druhů na všech pokusných plochách.....	51
Obrázek 12- Počet drabčků na všech plochách	52
Obrázek 13 - Počet druhů a exemplářů drabčků na pokusné lokalitě č. 1.....	52
Obrázek 14 - Počet druhů a exemplářů drabčků na pokusné lokalitě č. 2.....	53
Obrázek 15 - Počet druhů a exemplářů drabčků na polní cestě	54
Obrázek 16 – Počet střevlíků na všech plochách	55
Obrázek 17 - Počet druhů a exemplářů střevlíků na pokusné lokalitě č. 1.....	56
Obrázek 18 - Počet druhů a exemplářů střevlíků na pokusné lokalitě č. 1.....	56
Obrázek 19 – počet druhů a exemplářů střevlíku na lokalitě polní cesta.....	57
Obrázek 20 - Počty exemplářů na jednotlivých plochách pro Lanýžkovité, Páteříčkovité, Mandelinkovité	58
Obrázek 21 - Počty exemplářů na jednotlivých plochách pro Nosatcovité	59
Obrázek 22 - Procentuální vyjádření antropogenního ovlivnění pokusných ploch	60
Obrázek 23 - Index antropogenního ovlivnění pro jednotlivé pokusné plochy.....	60
Obrázek 24 - dřevina na pravé mezi polní cesty, Zdroj: Autor.....	80
Obrázek 25 - Pravý břeh polní cesty s mezí a dřevinami, Zdroj: Autor	80
Obrázek 26 – vlevo: vyhloubená díra těsně před vložením padací pasti, vpravo: těsně po instalaci zemní pasti do půdy, před instalace stříšky. Zdroj: Autor	81

10. Seznam tabulek

Tabulka 1- Negativní vlivy zemědělství na krajinu, Vach (1997).....	17
Tabulka 2 - Charakteristika stanovištních podmínek pokusné plochy (Zdroj: http://bpej.vumop.cz/75011 , „Staženo dne: 20.5.2016“).....	33
Tabulka 3 - Přehled pěstovaných plodin a agrotechnické zásahy na lokalitách č. 1 a č. 2	35
Tabulka 4 - přehled travin a plodin okolo polní cesty.....	38
Tabulka 5 - Štítek sběru materiálu	41
Tabulka 6 - Seznam odchycených druhů na sledovaných lokalitách, jejich aktivita a zařazení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům (R2 – reliktů II. řádu, E – expanzivní druhy).....	50
Tabulka 7 - Tabulka s alfa diverzitou pro pokusné plochy	61
Tabulka 8 - Index beta diverzity dle Whittakera na všech pokusných plochách	62

11. Seznam symbolů a zkratek

mil – milion

ha – hektar

tis. – tisíc

km – kilometr

α – alfa

β – beta

γ – gama

pH – ukazatel kyselosti a zásaditosti

ČR – Česká republika

m n. m. – metr nad mořem

cca – přibližně

% - procento

12. Přílohy



Obrázek 24 - dřevina na pravé mezi polní cesty, Zdroj: Autor



Obrázek 25 - Pravý břeh polní cesty s mezí a dřevinami, Zdroj: Autor



Obrázek 26 – vlevo: vyhloubená díra těsně před vložením padací pasti, vpravo: těsně po instalaci zemní pasti do půdy, před instalace stříšky. Zdroj: Autor