

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Různé typy balíků biomasy po sklizni jako  
mikrobiotop pro bezobratlé živočichy**

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

Autor: Bc. Jiří Machovec

České Budějovice, 2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří MACHOVEC  
Osobní číslo: Z11605  
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agroekologie  
Název tématu: Různé typy balíků biomasy po sklizni jako mikrobiotop pro bezobratlé živočichy  
Zadávající katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

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

1. Vypracovat literární rešerši problematiky významu mikrostanovišť (mikrobiotopů) pro organismy v přirozených stanovištích a v zemědělské krajině.
2. Odběr vzorků epigeických bezobratlých na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
3. Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
4. Vyhodnotit metodou analýzy frekvence zastoupení různých skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům společenstva brouků na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
5. Stanovit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
6. Stanovit stupeň antropogenního společenstev epigeických bezobratlých a vytypovat skupiny, které mohou poskytovat zemědělcům ekosystémové služby.

Rozsah grafických prací: **tabulky a grafy, fotografická příloha**  
Rozsah pracovní zprávy: **50 stran včetně příloh**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

- Boháč, J. 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. Agriculture Ecosyst. and Envir., 74: 357-372.**  
**Boháč J., 2003: The effect of environmental factors on communities of carabid and staphylinid beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). In: Frouz, J., Šourková, M., Frouzová, J. (eds.): Soil physical properties and their interactions with soil organisms and roots of plants, Institute of Soil Biology AS CR, České Budějovice, p. 113-118.**  
**Boháč J., Kohout P., 2011: Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin - půdní a epigeičtí brouci. Acta Pruhoniana 97:85-96.**  
**Hůrka K., 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 565 pp.**  
**Lee J. C. & Landis D. A., 2002: Non-crop habitat management for carabid beetles. In Holland J. M. (ed.): The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, Andover, pp. 279 - 303.**  
**Luff, M.L., 1966: The abundance and diversity of beetle fauna of grass tussocks. Journal of Applied Ecology, 35, p. 189-208.**  
**Sotherton N.W., 1985: The distribution and abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. Appl. Biol., 106, p. 17-21.**  
**Thomas C. F. G., Holland J. M. & Brown N. J., 2002: The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In: Holland J. M. (ed.), The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, Andover, pp. 305 - 344.**


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

Datum zadání diplomové práce: **29. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2013**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ④  
370 05 České Budějovice

L.S.

  
Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

  
prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. února 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma „ **Různé typy balíků biomasy po sklizni jako mikrobiotop pro bezobratlé živočichy**“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích 30. 11. 2013

.....

Jiří Machovec

Poděkování:

Děkuji doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc. za cenné rady, determinaci materiálu a odborné vedení diplomové práce.

## **Souhrn:**

Společenstva epigeických brouků byla studována na čtyřech typech balíků biomasy v katastrálním území Vrbice u Žitné, okres Prachatice. Jednalo se o balíky travní senáže uložené na okraji trvalého travního porostu, o balíky sena jednotlivě rozmístěné na trvalém travním porostu, dále o balíky slámy rozmístěné na poli orné půdy a o balíky slámy uložené na okraji orné půdy. První tři typy balíků byly na stanovišti jen několik málo měsíců (2-3), zatímco balíky slámy se na čtvrtém stanovišti nacházely už více než jeden rok. Pro odběr vzorků byla zvolena metoda prosevu detritu. V balících senáže bylo nalezeno 9 druhů z 5 čeledí. V balících sena bylo nalezeno 7 druhů ze 4 čeledí. V balících slámy, které byly na stanovišti kratší dobu (3 měsíce), bylo zjištěno 10 druhů z 6 čeledí. Na balících slámy, které byly na stanovišti 13 měsíců, bylo nalezeno 14 druhů ze 4 čeledí. Index antropogenního ovlivnění společenstev prokázal, že se jedná o velmi silně ovlivněná stanoviště.

**Klíčová slova:** mikrostanoviště, epigeičtí brouci, společenstva, biodiverzita, zemědělská krajina.

## **Summary:**

Epigeic beetle communities were studied on four types of biomass bales in the cadastral unit Vrbice u Žitné, district Prachatice. Involved were bales of grass silage stored on the edge of permanent grassland, on hay bales individually placed on permanent grassland, followed by straw bales scattered in the fields of arable land and straw bales stored on the edge of arable land. The first three types of bales were in position only few months (2-3), while straw bales at the fourth position had been more than one year. The sampling method was selected a sieving of detritus. In the bales of hay were found 9 species of 5 families. In hay bales were found 7 species of 4 families. In the straw bales (which spent in position less time - 3 months), were found 10 species of 6 families. In the bales which were in position 13 months, were found 14 species of 4 families. Index of anthropogenic influence on communities demonstrated that the positions are strongly influenced.

**Keywords :** microhabitats, epigeic beetles, communities, biodiversity, agricultural landscape.

## Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární rešerše.....	11
2.1 Dopady zemědělství na biodiverzitu.....	11
2.2 Struktura kulturní krajiny v ČR .....	12
2.3 Mimoprodukční stanoviště a mikrostanoviště .....	13
2.4 Význam mimoprodukčních plošek v zemědělské krajině pro biodiverzitu.....	15
2.5 Podpora biodiverzity společenstev brouků v agroceenózách .....	17
2.6 Faktory prostředí ovlivňující brouky agroekosystémů .....	18
2.7 Význam bezobratlých v agroekosystémech .....	19
3. Modelové území.....	23
3.1 Klimatické poměry.....	27
4. Materiál a metodika.....	29
4.1 Metodika odběru vzorků .....	29
4.2 Citlivost k antropogenním vlivům .....	30
4.3 Index antropogenního ovlivnění společenstev .....	31
5. Výsledky .....	32
5.1 Druhové složení nalezených brouků .....	32
5.2 Bionomie hlavních čeledí a druhů.....	35
5.3 Zastoupení skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům na sledovaných lokalitách.....	40
5.4 Stupeň antropogenního ovlivnění společenstev .....	42
6. Diskuse.....	43
7. Závěr .....	45
8. Použitá literatura .....	46



# 1. Úvod

Zemědělství je nejrozšířenější způsob výroby na světě, na kterém je lidstvo existenčně závislé. Zároveň je to nejrozšířenější způsob využití zemského povrchu, až 36 % slouží zemědělské produkci. Plocha polních kultur tvoří přibližně 11 %, pastevní plochy jsou mnohem rozšířenější (Boháč, et. al. 2007). Proto má zemědělství nezanedbatelný vliv na vzhled krajiny a přímo i nepřímo ovlivňuje život v ní. Jako příklad ovlivnění krajiny v České republice mohou posloužit letecké snímky okolí jižní hranice. Na jedné straně velké lány obilných monokultur a na druhé straně mnoho menších políček obohacených o meze, remízky a stromořadí. Tento rozdíl je dán historickým vývojem a především strukturou zemědělských podniků. Ta má v České republice svá specifika. Průměrná velikost farmy je u nás 85 hektarů, zatímco průměr v celé Evropské unii je cca 15 hektarů (Anonymus 1). Pro naše v evropském kontextu velké farmy jsou větší a celistvější plochy výhodnější. Nabízejí prostor pro využití velké mechanizace, roste efektivita práce a zvyšuje se rentabilita celého výrobního procesu. Z ekologického hlediska už velké plochy tak pozitivní nejsou. Zvýšené riziko vodní a větrné eroze a minimum úkrytů pro obratlovce i hmyz znamená celkovou nestabilitu systému. Pro částečné omezení tohoto jevu jsou zemědělci motivováni několika tituly v rámci agroenvironmentálních opatření z programu rozvoje venkova.

Jedna z technologií sklizně biomasy je i lisování do balíků. Technologií lisování biomasy do balíků jsem se zabýval v mé bakalářské práci (Machovec, 2011). Balíky jsou buď odvezeny z pozemku pryč nebo na jeho okrajích či v různých stozích ponechány. Na takto ponechané balíky v krajině jsem se v této diplomové práci zaměřil. Cílem práce bylo:

- Vypracovat literární rešerši problematiky významu mikrostanovišť (mikrobiotopů) pro organismy v přirozených stanovištích a v zemědělské krajině.
- Odebrat vzorky epigeických bezobratlých na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
- Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.

- Vyhodnotit metodou analýzy frekvence zastoupení různých skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům společenstva brouků na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
- Stanovit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků na vybraných typech balíků biomasy po sklizni.
- Stanovit stupeň antropogenního ovlivnění společenstev epigeických bezobratlých a vytypovat skupiny, které mohou poskytovat zemědělcům ekosystémové služby.

## 2. Literární rešerše

V této kapitole se pokusím stručně objasnit vzájemnou propojenost zemědělství, krajiny a bezobratlých živočichů. Zaměřím se na dopady zemědělství na biodiverzitu, krajinnou strukturu, význam bezobratlých a jejich životní podmínky.

### 2.1 Dopady zemědělství na biodiverzitu

Asi největší a nejrychlejší proměna krajiny ČR se odehrála v druhé polovině minulého století následkem kolektivizace. Bylo to období extrémní intenzifikace. Honba za výnosy bez ohledu na vynaložené prostředky (vysoké dávky minerálních hnojiv a používání chemických přípravků) spolu s rušením luk, mezí a doprovodné zeleně znamenala zhoršení kvality obhospodařovaných pozemků, pestrosti rostlin a živočichů vázaných na zemědělskou půdu. Vlivem těchto zásahů vznikla málo členitá krajina typická monokulturami a nedostatkem stabilních ekosystémů. Vysušením mokřadů v souvislosti s melioracemi, které postihly 1,5 milionu hektarů, spolu s velkým zorněním půdy byla krajina přeměněna v jednotvárnou monotónní výrobní plochu (Lokoč et al. 2010).

Současné zemědělské hospodaření zahrnuje intenzivní mechanické operace. Mezi nejzásadnější patří zpracování půdy, často vysoké vstupy pesticidů a velké pole s vysokou efektivitou využití. Tyto postupy mohou snížit kvalitu stanoviště a omezit potřebnou strukturu stanovišť, která je důležitá pro mnoho přirozených nepřátel škůdců, včetně dravých a semena plevelů požírajících druhů (Burn, 1989).

Negativní vliv zemědělství na biodiverzitu volně žijících organismů je nejvíce patrný na bezobratlých (Boháč, 1999). Má se za to, že jsou citlivější na změny a narušení prostředí než třeba ptáci nebo rostliny. Vlivy různých zemědělských aktivit jsou nejvíce prozkoumány na dvou skupinách bezobratlých – na pavoucích (*Araneae*) a epigeických broucích (*Coleoptera*), konkrétně střevlíkovitých (*Carabidae*) (Boháč, 1999; Cole et al., 2005).

Dle Boháče et. al. (2007) jsou hlavní vlivy zemědělství na ekosystémy následující:

- ztráta nebo přeměna biotopů,
- znečištění pesticidy,
- introdukce nepůvodních, často exotických druhů rostlin a živočichů,
- přílišná exploatace půdy,
- odlesnění a změna travních ekosystémů,
- ztráta ekologické únosnosti ekosystémů,
- změna původní vegetace, která je spojena skoro vždy se ztrátou původního biotopu.

Mezi aktuální problémy, které negativně ovlivňují charakter krajiny a populace volně žijících živočichů, patří také fragmentace. Jde o proces, při kterém dochází k rozdělení souvislých původních biotopů do menších a izolovanějších celků a zároveň ke tvorbě migračních bariér. Důvodů fragmentace je mnoho, počínaje zemědělstvím, přes urbanizaci a využíváním liniové dopravní infrastruktury konče (Anonymus 3).

## 2.2 Struktura kulturní krajiny v ČR

Na většině území České republiky převládá tzv. „zemědělská krajina“. Tu můžeme chápat jako kulturní krajinu s převahou zemědělské činnosti, která zde přetrvává již od neolitu (Sádlo & Stoch, 2000). Forman & Gordon (1993) používají pro popsání krajinné struktury následující termíny:

1) Plošky - vznikají v krajině různým způsobem a podle toho jsou také nazývány (zbytkové, regenerační, zavlečené...). Velikost a tvar plošky je v některých ohledech velmi důležitý. Velikost ovlivňuje zejména množství biomasy, produkci a zásobu živin na jednotku plochy a dále také druhové složení a diverzitu.

2) Koridory - mohou je tvořit izolované pásy nebo navazují na plošky, zároveň se v nich mohou vyskytovat uzly a mezery. Koridor jednoho živočišného druhu může působit jako bariéra pro druh jiný. Podle šířky se koridory dělí na liniové (charakter ekotonu) a pásové (mají vnitřní prostředí).

3) Matrice - je prostředím pro plošky a koridory. Většinou jde o převládající typ krajinné složky.

Přechodné stanoviště na hranici dvou různých prostředí se nazývá ekoton. Jeho šířka se může lišit. Někdy svou charakteristikou odpovídá celé stanoviště ekotonu, protože kvůli malé velikosti nedokáže zachovat své vnitřní prostředí. Důležitým efektem je na těchto místech výskyt druhů z obou společenstev spolu s druhy specificky ekotonálními. Taková společenstva jsou nazývána ekotonálními a zvýšená druhová bohatost, kterou způsobují, pak ekotonální jev (neboli okrajový efekt, anglicky „edge effect“), (Šálek et al., 2005).

### 2.3 Mimoprodukční stanoviště a mikrostanoviště

Pozemky orné půdy samozřejmě neposkytují konstantní stanoviště po celý rok. Na polích je v průběhu roku různá pokryvnost. Důkazem toho jsou především obiloviny. Po zasetí je půda bez pokryvu, postupně porost houstne, při dozrávání se pozvolna otevírá, až je úplně odstraněn při sklizni. V extrémních případech se ihned po sklizni půda zpracovává a zakládá porost nový. Aby mohli brouci využívat pole jako dočasné stanoviště, musejí být uvnitř nebo v okolí pole prvky, které poslouží jako kryt a umožní v průběhu roku migrační přesuny (Thomas, 2002).

Za **mimoprodukční stanoviště** lze považovat např. remízky (od několika čtverečních metrů až po několik hektarů), meze (buď pouze travnaté anebo porostlé keři), zbytky starých cest lemovaných alejemi, které se zachovaly uvnitř polí nebo ostrůvky či zídky, které vznikly ručním vynášením kamenů při orbě (Sádlo & Storch 2000). Na takto vzniklých lokalitách již nedochází k pravidelné zemědělské činnosti (disurbancím), a proto mohou střevošlukovitým sloužit jako jejich základní stanoviště, jako tzv. „steeping stones“, jako dočasná stanoviště pro přezimování, larvální vývoj nebo pro příjem potravy před kladením vajíček (Duelli & Orbist, 2003). V anglicky psané literatuře bývají tyto plošky označovány jako „non-crop habitats“ neboli stanoviště bez plodin (myšleno zemědělských plodin) a právě tím umožňují v krajině přežít živočichům, kteří by jinak na zemědělské půdě nebyli schopni trvalé existence (Holland, 2002). Mimoprodukční stanoviště zvyšují nejen početnost druhů běžně žijících v zemědělské krajině, ale i celkový počet druhů schopných v ní přežít

(Holland, 2002). Významným prvkem v krajině jsou také živé ploty. Ty se svou charakteristikou podobají okrajům lesních stanovišť (Pollard et al, 1974). Ačkoliv jsou živé ploty dominantou spíše západních zemí, jako jsou Anglie a Francie, nejsou ani v České republice všechny pozemky striktně odříznuté jeden od druhého. Mnohdy se mezi nimi vyskytují pásy neobdělané půdy nebo okolo polí travnaté okraje. Tato polopřirozená stanoviště mají významný potenciál jako útočiště pro druhy, které mohou mít významnou roli při potlačení rostlinných škůdců (Thomas, 2002). Mimoprodukční stanoviště mohou zafungovat v některých vzácných případech také negativně. Například řepkové pole přilehlé ke květnatému pásu trpělo větším poškozením porostu slimáky (Frank & Friedli, 1997; Frank 1998). Tomuto efektu může být zamezeno výběrem rostlinných druhů, které slimáky odrazují (Frank & Friedli, 1997).

Stanoviště lze dále dělit dle specifík na menší části nazývané **mikrostanoviště** (*mikrohabitaty*). Při jejich charakterizaci se vychází obecně, z vnějšího pohledu, z členitosti stanoviště a abiotických specifík mikrostanovišť, někdy označovaných jako *ekotop*. Ovšem konečná charakteristika vychází z osídlení společenstvem mikroorganismů, rostlin a živočichů specifických pro dané mikrostanoviště.

Specifická může vycházet z prostorových faktorů. Příkladem budiž srovnání lučního porostu se sousedícím lesem. Les pochopitelně poskytuje daleko více mikrostanovišť pro svoje pestřejší rozčlenění ve všech dimenzích. V lese nacházíme např. (kromě půdy se specifickou biocenózou) mohutnější vrstvu opadu, patro mechů a lišejníků, porosty hub, bylinné patro, patro keřové a konečně patro stromové s možnostmi vertikálního rozčlenění včetně epifytických (v tropech i epifylních) nárostů mechorostů, lišejníků a také často velmi výraznou koncentraci rozkládajícího se dřeva, opět obývaného specifickou faunou i mykoflorou. K tomu přistupuje i rozmanitější spektrum možností pro konzumenty živých rostlinných pletiv (potenciální škůdci) a tím i jejich predátory a parazity (Švecová, Smrž, Petr, 2009).

Struktura krajiny je velmi důležitá pro všechny živočichy, ať už se jedná o obratlovce či bezobratlé. Ale vzhledem k tomu, že obratlovci činí necelé 1% regionální druhové bohatosti, je zásadní se při výzkumech zaměřit především na populace bezobratlých, žijících v zemědělské krajině (Duelli & Orbist, 2003).

## 2.4 Význam mimoprodukčních plošek v zemědělské krajině pro biodiverzitu

Mimoprodukční stanoviště mají v krajině mnoho nenahraditelných funkcí. Poskytují úkryt mnoha druhům obratlovců i bezobratlým, omezují erozi a v neposlední řadě plní funkci estetickou. Pro aktivitu brouků jsou charakteristická několika přínosy (Lee et al., 2002):

- 1) Struktura vegetace mimoprodukčních stanovišť může vytvořit příznivé mikroklima, a proto sloužit jako úkryt za špatných klimatických podmínek. Některé druhy střevlíků často zůstávají v průběhu dne zahrabány v půdě, aby zabránily vysušení, a za potravou vyrážejí v noci, kdy je teplota a vlhkost ideální (Rivard, 1966; Jones, 1979).
- 2) Mohou nabízet stabilní a vhodné potravinové zdroje. To může být obzvláště důležité pro udržení brouků na začátku sezóny, než škůdci osídlí úrodu. Zangger et al. (1994) pozorovali samičky *Poecilus cupreus* a zjistili, že jedinci žijící v biopásech mají vyšší hmotnost a plnější trávicí trakt, než jedinci žijící v obilné monokultuře.
- 3) Mohou být prostorem preferovaným jedinci pro kladení vajíček (Desender a Alderweireldt (1988).
- 4) Slouží jako útočiště v době, kdy je pole vystaveno rušivým zemědělským vstupům (Kareiva, 1990; Frampton et al., 1995). Populace střevlíkovitých se mohou pohybovat mezi polem a polopřirozenými stanovišti chůzí či letem (Duelli et al., 1990), a jsou proto schopny opouštět a znovu rekolonizovat insekticidem narušená pole. Duffield & Aebischer (1994) prokazují, že po aplikaci insekticidu se začínají střevlíci opět postupně objevovat. A to nejprve na okrajích pole, odkud se pohybují směrem ke středu ošetřeného pozemku. Chen a Wilson (1997) pozorovali střevlíky opouštějící území po aplikaci insekticidu. Střevlíci se rychle přemisťovali do neošetřovaných ploch. Proto přítomnost mimoprodukčních stanovišť může poskytnout takto unikajícím střevlíkům útočiště. Nicméně střevlíci pohybující se na ošetřovaných plochách byli vystaveni reziduíům insekticidu a trpěli velmi vysokou úmrtností.
- 5) Jsou významným prvkem pro metapopulace. Mnoho druhů střevlíků předvádí "cyklický model" kolonizace, kdy přezimují ve více stabilních stanovištích a za příznivých podmínek kolonizují stanoviště dočasná, jako jsou jednoleté plodiny.

(Wissinger , 1997). Pro toto chování jsou důležitá přírodní stanoviště (lesy, pastviny, louky), odkud brouci kolonizují zemědělskou půdu (Duelli et al., 1990).

Rychlost kolonizace polí z přírodních stanovišť závisí ve velké míře také na disperzní schopnosti predátorů. Disperzi lze chápat jako neřízený pohyb jedince (nebo určité části populace) ze stanoviště, které původně obýval, a je důležitá hlavně pro zachování funkčnosti metapopulací v krajině (Den Boer, 1990). Rychlost, se kterou se mohou brouci pohybovat, pozorovali např. Wallin & Ekblom (1988) při zkoumání v obilném poli. Rychlost pohybu střevlíka *Pterostichus niger* byla zjištěna 20 m.h<sup>-1</sup>. Některé rody jsou schopny i letu. Výzkum v bramborovém poli v Kanadě prokázal letovou aktivitu u rodů *Harpalus*, *Pterostichus*, *Agonum*, *Bembidion* a *Bradycellus* (Boiteau, 1983).

6) Mimoprodukční stanoviště nejsou důležitá pouze v průběhu vegetační sezóny jako úkryt, ale také nabízejí vhodné prostředí pro přezimování hmyzu. Desender (1982) uvádí vysoké hustoty (až 900 ks.m<sup>-2</sup>) přezimujících střevlíků v travnatém okraji pole. Andersen (1997) ve studii provedené v Norsku porovnával množství přezimujících brouků na louce a na zoraném poli. Uvnitř louky bylo zjištěno 23 brouků na m<sup>2</sup>, zatímco na jejím okraji 63 brouků na m<sup>2</sup>. Výraznější rozdíl byl ale zjištěn i na zoraném poli. Uvnitř byla hustota přezimujících jedinců pouze 8 na m<sup>2</sup> oproti okraji se 120 kusy na m<sup>2</sup>. Tento trend potvrzují Lys & Nentwig (1992), kteří zjistili 14 druhů přezimujících v bylinných pásích a pouze dva druhy, které přezimovaly v obilném poli.

Mimoprodukční stanoviště vytvářejí hybernujícím střevlíkům ochranu před teplotními extrémami. Dennis et al. (1994) uvádějí o 36-44% vyšší míru přežití přezimujících střevlíků zahrabaných pod trsy trávy oproti střevlíkům zahrabaných v holé zemi. V menším rozsahu byly zkoumány počty přezimujících larev. Asi dvakrát více larev střevlíků bylo nalezeno v biopásech oproti obilnému poli (Lys a Nentwig, 1994). K podobnému závěru došli i Desender & Alderweireldt (1988), kteří zjistili větší počet přezimujících larev v travnatém okraji než v přilehlém kukuřičném poli.

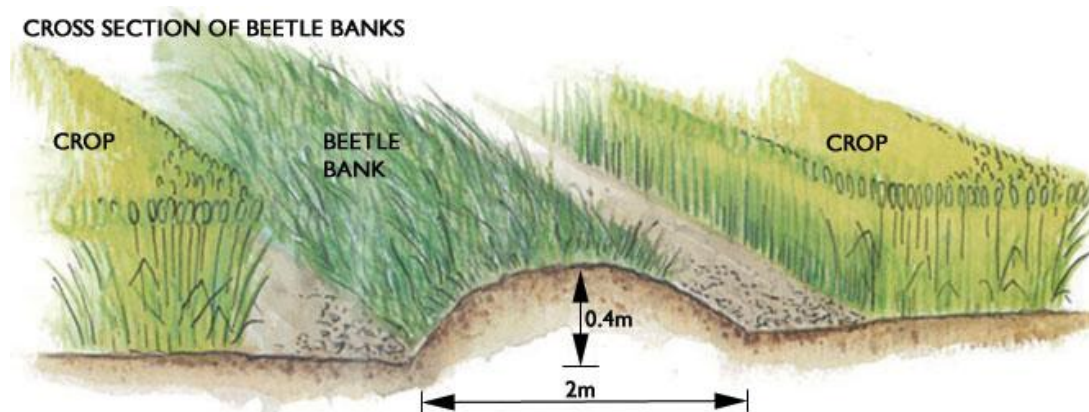
Plošky a další malé struktury jsou v zemědělské krajině velmi významným prvkem. Poskytují vhodné útočiště nejen pro obratlovce, ale především pro hmyz. Výskyt těchto prvků v krajině pozitivně ovlivňuje biodiverzitu.



## 2.5 Podpora biodiverzity společenstev brouků v agrocecnózách

Na podporu druhové bohatosti predátorů v zemědělské krajině se začala na základě výzkumu vytvářet různá opatření. Jedny z prvních byly tzv. „beetle banks“ (volně přeloženo do češtiny „broučí náspy“; Holland, 2002). Jsou to zvýšené pásy půdy (Obrázek 1) uvnitř polí (je doporučeno je zakládat v monokulturních plochách větší než 16 ha), zhruba dva metry široké oseté trvalkami a lipnicovými travami (Griffiths et al., 2008). Thomas et al. (1991) uvádí, že v „beetle banks“ osetých srhou laločnatou (*Dactylis glomerata*) přezimuje místy až 1100 dospělých střevlíků na metr čtvereční.

Obr. 1. „Beetle bank“ Zdroj: Anonymus 2



Na tato opatření navazovala další. Zakládání plevelných pásů, květnatých pásů, ponechávání herbicidy neošetřených souvrátí a jiná. Lee et al. (2002) uvádějí, že během čtyř let vzrostlo druhové bohatství květnatého pásu. V průběhu prvního roku po založení květnatého pásu bylo nalezeno 14 druhů, ale čtvrtý rok se na tomtéž místě podařilo odchytit již 37 druhů.

Lee et al. (2002) poukazují na fakt, že vliv predátorů škůdců a semen plevelů nebyl ještě dostatečně prozkoumán, tudíž se s velkým zájmem ze strany zemědělců nesetkává. Jako východisko z této situace označují vyrovnávací platby podporující biodiverzitu. V současné době lze využít podpory poskytované Evropskou unií.

V rámci agroenvironmentálních programů existují následující tituly (Ministerstvo zemědělství, 2010):

- Zatravnění orné půdy. Cíle: Vodohospodářské a protierozní. Použitím regionální travní směsi přispět k zachování druhové pestrosti. Dotace 270-374 €/ha.
- Pěstování meziplodin. Cíle: Vodohospodářské, protierozní a pedologické. Poskytnout potravu a úkryt živočichům přizpůsobeným na život v zemědělské krajině. Dotace 104 €/ha.
- Biopásy. Cíle: Nabídnout živočichům dostatek semen, dozrávajících postupně během roku. Zanechat jim potravu přes zimu ponecháním plodin na biopáse. Poskytnout prostor hmyzu, kterým se na jaře živí mláďata ptáků. Přispět k pestrosti a rozmanitosti krajiny. Dotace 401 €/ha.

## 2.6 Faktory prostředí ovlivňující brouky agroekosystémů

Hojnost střevlíků na daném místě je velmi proměnlivá. Ačkoliv v tom směru bylo po desetiletí vykonáváno mnoho pozorování, lze dosud jen obecně říci, jaké příčiny hojnost střevlíků ovlivňují a jak výskyt žádoucích druhů podpořit (Martinková et al., 2008).

Výskyt brouků na určitém stanovišti je limitován zejména následujícími faktory:

- Mikroklima. Epigeičtí brouci preferují optimální klimatické rozsahy (Thiele, 1977). Mezi nejdůležitější faktory patří teplota, vlhkost a světlo. Martinková et al. (2008) uvádějí, že pro střevlíkovité jsou nejpříznivější teploty okolo 20°C. Zastínění způsobené vegetačním krytem může snížit rozsah kolísání teploty a udržet potřebnou vlhkost na povrchu půdy (Thomas, 2002). Speight & Lawton (1976) ukázali, že vyšší úroveň predace brouků byla v zaplevelených porostech. Ve srovnání se zemědělskými stanovišti, konkrétně ornou půdou, představují lesy a vřesoviště relativně nerušené prostředí. Denní a noční výkyvy mikroklimatu jsou v lesních patrech obecně menší než na otevřených polích (Geiger, 1957).
- Půdní faktory. Hengeveld (1979) a Best et al. (1981) uvádějí korelaci mezi množstvím střevlíků a půdní vlhkostí, pH a obsahem organické hmoty.

- Chemické vlastnosti půdy. Chemické vlastnosti mohou mít vliv na výskyt brouků. Některé druhy preferují určité druhy půd lišící se např. koncentrací sodné a vápenaté soli (Thiele, 1977; Lindroth, 1992).
- Mechanické vlastnosti půdy. Pro epigeické brouky, kteří žijí v těsném kontaktu s půdou jako larvy či jako dospělí jedinci, mohou mít mechanické vlastnosti půdy rozhodující význam pro jejich výskyt (Thomas et al. 2002).
- Dostupnost potravy.
- Velikost polí. Výzkum ve Velké Británii ukázal, že více jak 60 m od okraje pozemku pronikne jen minimální počet druhů (Martinková et al., 2008).

Výskyt brouků v agroekosystémech je tedy ovlivňován mnoha faktory. Nejzásadnější z nich je mikroklima. Pokud se vhodné teplotní a vlhkostní podmínky nenacházejí uvnitř polí, tak brouci vyhledávají prvky s mikroklimatem příznivějším.

## 2.7 Význam bezobratlých v agroekosystémech

Pro agroekosystémy jsou velmi významné tzv. funkční gildy – skupiny s určitou funkcí v agroekosystémech. Příkladem takových významných skupin jsou dravé a parazitické druhy nebo opylovači. Tyto funkční skupiny, tvořené především bezobratlými živočichy, konají v agroekosystémech významné ekologické služby. Ostatní druhy rostlin a obratlovců přispívají k ekologickým službám nesrovnatelně méně (Boháč et al. 2007).

Pozorování distribučních modelů epigeických brouků nám mohou pomoci pochopit, jak různé druhy reagují na faktory prostředí. Praktická aplikace těchto poznatků hraje ústřední roli pro rozvoj udržitelného zemědělství prostřednictvím návrhů integrované ochrany proti škůdcům. Především rychle se rozvíjející oblast precizního zemědělství je závislá na znalosti prostorového rozložení cílových organismů. Schopnost dvojrozměrně popsat rozmístění škůdců, jejich predátorů a parazitoidů hraje zásadní roli, pokud se mají insekticidy aplikovat přesnými technikami, které minimalizují zasažení necílových organismů (Thomas, 2002).

Vliv populací dravých brouků na snížení množství škůdců je předmětem ekonomického zájmu. Proto proběhlo několik výzkumů mapujících vztah mezi

mimoprodukčními stanovišti a snížením hustoty populací škůdců v zemědělských plodinách. Například Hausmann (1996) našel významně méně mšic na listech obilovin s biopásy oproti pozemkům bez biopásů, kde výskyt mšic dosáhl ekonomického prahu vyžadujícího insekticidní zásah. Hausmann (1996) také uvádí, že na počátku sezóny bylo pozorováno výrazně méně mšic ve vzdálenosti 3 m od biopásu oproti místům, vzdáleným 50 a 75 metrů. Klesající účinek s narůstající vzdáleností od útočiště predátorů potvrzuje výzkum Collinse et al. (1997). Ti uvádějí nižší hustoty mšice *Sitobion avenae* ve vzdálenosti 8 a 33 metrů od broučích náspu oproti vyšším hustotám škůdce ve vzdálenosti 83 metrů. Thomas (2002) poukazuje na fakt, že vliv mimoprodukčních stanovišť na aktivitu predátorů v předchozích dvou výzkumech byl prokázán pouze na relativně krátké vzdálenosti (max. 33 m). Mšice jsou v těchto studiích často sledovány, ale Holland (2002) upozorňuje, že mšice nemusejí být upřednostňovanou potravou. Predátoři mohou jako potravu preferovat například chvostoskoky, tudíž výsledky mohou být zkresleny.

Kromě predátorů škůdců mohou být užiteční i semenožraví brouci, kteří požírají semena plevelů a potlačují tak jejich šíření do kulturních plodin (Holland, 2002). Význam brouků v roli konzumentů semen plevelů je ale z velké části neprozkoumaný (Burst & House, 1988). Šířící se semena a plody pohlavně se rozmnožujících plevelů umožňují vznik nových populací těchto rostlin. Zralá semena se od mateřských rostlin šíří různými způsoby (větrem, vodou, činností jiných organismů atp.) a mohou se hromadit v povrchové vrstvě půdy, kde tvoří tzv. půdní zásobu semen. Ta je každoročně doplňována novými semeny a je tak zásobárnou jak semen schopných vyklíčit ihned, tak semen v latentním stavu. Půdní zásoba semen je zdrojem, ze kterého v příznivých podmínkách rychle vzcházejí noví jedinci, a je tak zdrojem potenciálního zaplevelení. Omezení přísunu nových semen do půdní banky semen je tak jedním z klíčových faktorů regulace populací plevelů. Část nově vyprodukovaných semen je v prostředí redukována vlivem přirozeného stárnutí, působením abiotických faktorů prostředí a v neposlední řadě i vnějšími biotickými vlivy. Mnohé organismy semena plevelných rostlin využívají jako zdroj živin a energie. Jednou z nejdůležitějších příčin přirozené úmrtnosti plevelů je predace. Semena jsou požírána živočichy proto, že obsahují větší podíl energeticky nebo jinak nutričně významných látek než ostatní nadzemní části rostlin. Významnými predátory semen plevelů jsou bezobratlí, kteří dokážou sežrat velký podíl semen

vyprodukovaných plevely a tak značně přispívají k udržování jejich populační hustoty v porostech plodin (Martinková et al. 2008).

Podle toho, v jakém stadiu jsou semena požírána, můžeme rozdělit predaci do tří typů: predisperzní predace, postdisperzní predace a predace semen v půdě nebo z půdní zásoby uvolněných.

- Predisperzní predace. U tohoto typu dochází k požívání semen v období zrání ještě na mateřské rostlině.

Predátoři požírající a vyvíjející se v semenech během období jejich zrání na mateřských rostlinách jsou převážně malí potravní specialisté vesměs patřící do třídy hmyzu. Nejčastějšími hosty zrajících semen jsou brouci (zejména z čeledi nosatcovitých), dále mouchy z čeledi vrtulovitých a někteří zástupci řádu motýlů. K vývoji těchto druhů většinou stačí právě doba potřebná k uzrání semen, jen v málo případech se larvy predátorů během svého vývoje stěhují. V době, kdy jsou semena produkována v nadbytku, predátoři zkonzumují jen jejich malý podíl (ač je absolutní hodnota spotřeby velká), v době, kdy je semen málo, mohou zkonzumovat skoro všechna semena. Příkladem může být konzumace semen pampelišky lékařské larvami dvou druhů brouků (*Olibrus bicolor* a *Glocianus punctiger*). Významnou mírou přispívají predátoři i k redukci semen v květních úborech dvou studovaných druhů pcháčů, *Cirsium arvense* (L.) Scop. a *C. heterophyllum* (L.) Hill. Predace tak snižuje možnost šíření nažek pcháčů na nová stanoviště, ale neredukuje početnost na stanovištích již existujících. Predisperzní predátoři existují i mezi střevlíkovitými brouky. Například časté polní druhy *Amara ovata* (Fabricius, 1792) a *A. similata* (Gyllenhal, 1810) preferující semena brukvovitých (*Brassicaceae*) byly pozorovány, jak ožírají šešule těchto plevelů a vzácně i plodin, např. řepky olejky.

- Postdisperzní predace. Při tomto typu dochází k žíru na semenech po jejich uvolnění z mateřské rostliny na povrch půdy.

Semena rozptýlená na povrchu půdy jsou sbírána a požírána především rozmanitými skupinami členovců nejen z řad hmyzu, ale i suchozemskými stejnonožci (stínkami) a plži. Stranou však nezůstávají ani obratlovci. Mezi další významné predátory semen patří různé druhy cvrčků, kteří jsou však významní zejména v jižních oblastech Evropy nebo v severní Americe. Mezi nejvýznamnější post-disperzní predátory semen v polních podmínkách mírného pásu Evropy patří zejména ptáci (*Aves*), hlodavci (*Rodentia*) a brouci (*Coleoptera*), z brouků pak zástupci čeledi *Carabidae*. Z této početné (u nás více než 500 druhů) a převážně masožravé čeledi se

v polních kulturách vyskytuje asi třicet druhů, kteří v různé míře požírají semena jednoděložných a dvouděložných bylin, převážně plevelů. Semena sbírají z povrchu půdy, kdy osemení rozdrť kusadly a vyžerou výživný obsah semene, klíček, dělohy a endosperm. Predace střevlíkovitými brouky tak bez výjimky znamená usmrcení semene na rozdíl od predace ptáky nebo savci, kterým semena mnohdy jen procházejí trávicím traktem a po vykání jsou schopna dál klíčit. V zemědělských porostech s nízkou úrovní zaplevelenosti je většina semen zkonsumována po jejich opadu na zem, protože vyhladovělí střevlíci se u zdrojů semen shromáždí a zkonsumují prakticky všechna semena. Naopak v porostech silně zaplevelených jsou střevlíci trvale nasyceni a mnoho semen unikne a dostane se do půdy. Za optimálních podmínek vysoké hojnosti a aktivity mohou střevlíkovití denně zkonsumovat na ploše 1 m<sup>2</sup> pole asi 1000 semen. Střevlíkovití přitom preferují zejména semena hvězdnicovitých rostlin, kokošky pastuší tobolky a dalších brukvovitých plevelů, opomíjejí však semena s tvrdým osemením, například různých druhů rozrazilů.

- Predace semen v půdě nebo z půdní zásoby uvolněných.

Tato kategorie predace nebyla zatím příliš studována, takže nejsou známi typičtí predátoři, ani podrobnosti jejich spotřeby (Martinková et al., 2008).

Brouci mají v agroekosystémech nepostradatelný význam. Podílejí se na opylování, působí jako predátoři škůdců a semen plevelů. Tyto služby, které nám brouci poskytují, jsou bohužel nedostatečně oceňovány.

### 3. Modelové území

Výzkum probíhal v katastrálním území Vrbice u Žitné, na pozemcích zemědělce Jiřího Machovce (otec autora). Katastrální území se nachází v LFA oblasti, podoblast HA. Nadmořská výška území se pohybuje od 600 do 730 metrů. Pro pozorování byly vybrány čtyři lokality s různými typy balíků biomasy:

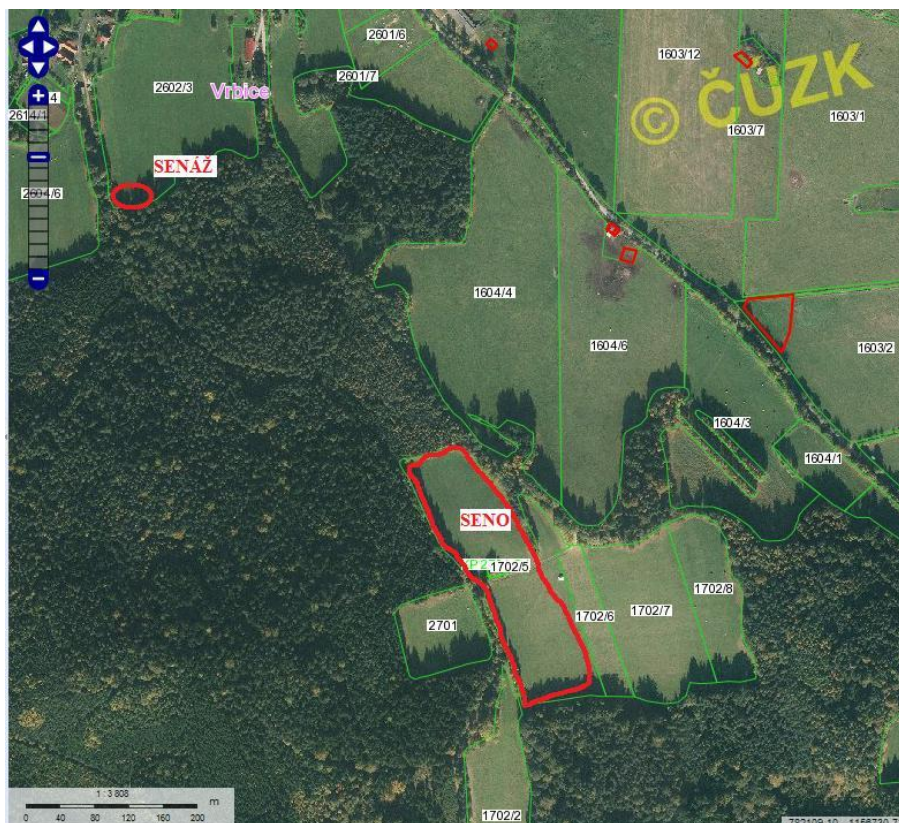
- Balíky travní senáže. Ty se nacházely na okraji půdního bloku (PB) 2602/3 a byly zabalené do PE fólie. Balíky byly vytvořeny sklizením přilehlého trvalého travního porostu začátkem srpna 2012. Složiště balíků se nacházelo v bezprostřední blízkosti lesa (obr. 2). Umístění lokality je patrné z obrázku 3. Pro přehlednost jsou v práci vzorky z tohoto stanoviště označovány jako „*SENÁŽ*“.

Obr. 2. Balíky travní senáže se nacházely v blízkosti lesa. *Zdroj: Autor*



- Balíky sena. Na druhé lokalitě byly neuspořádaně (balíky nebyly nijak svezeny) rozmístěny balíky sena. Lokalita (PB 1702/5) byla sklizena v polovině srpna 2012. Umístění lokality je patrné z obrázku 3. V práci jsou vzorky z tohoto stanoviště označovány jako „*SENO*“.

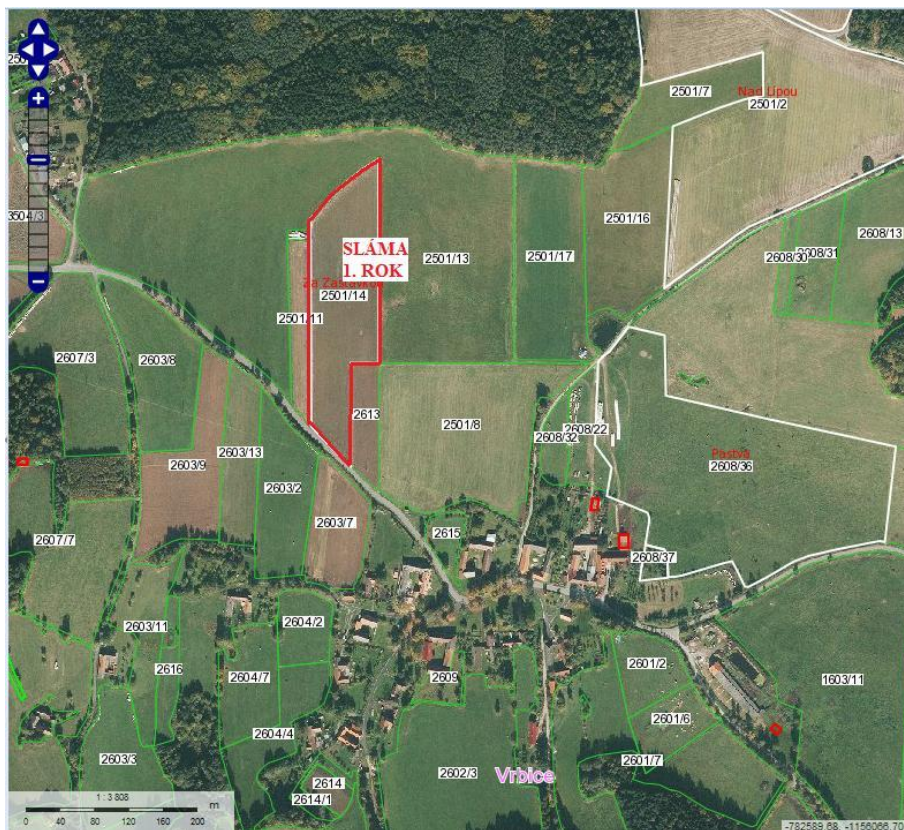
Obr. 3. Umístění lokalit SENÁŽ (svezené balíky na okraji pozemku) a SENO (neuspořádaně rozmístěné balíky) v okolí obce Vrbsice. Zdroj: *eagri.cz*



- Balíky slámy. Na třetí lokalitě (PB 2501/14) se nacházely balíky slámy, které byly slisovány na přelomu června a července po sklizni ozimého ječmene. Na poli zůstalo volně rozmístěno pět kusů balíků a byla provedena podmínka. Umístění lokality je patrné z obrázku 4. V době odběru vzorků bylo pole již velmi obrostlé výdrolem (obr. 5). V práci jsou vzorky z tohoto stanoviště označovány jako „SLÁMA 1. ROK“.



Obr. 4. Umístění lokality SLÁMA 1. ROK v okolí obce Vrbice. Zdroj: eagri.cz



Obr. 5. Okolí balíku na stanovišti SLÁMA 1. ROK bylo velmi obrostlé výdřelem. Zdroj: Autor



- Balíky slámy rok staré. Čtvrtá lokalita (obr. 6) je místo (okraj PB 2501/2), kde zemědělec shromažďoval balíky slámy během srpna 2011, aby je v zimním období používal jako stelivo pro skot. Balíky nebyly spotřebovány všechny, a tak bylo v době odběru vzorků na místě ještě přibližně 100 balíků, se kterými nebylo více jak rok nijak manipulováno. V práci jsou vzorky z tohoto stanoviště označovány jako „SLÁMA 2. ROK“.

Jedná se tedy o dvě stanoviště s trvalým travním porostem a o dvě stanoviště s ornou půdou.

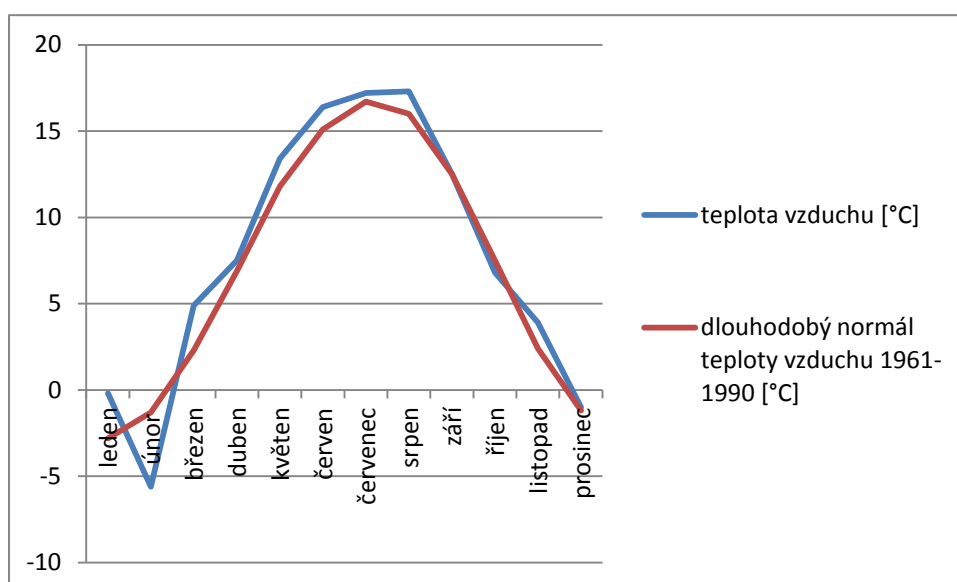
Obr. 6. Umístění lokality SLÁMA 2. ROK v okolí obce Vrbice. Zdroj: *eagri.cz*



### 3.1 Klimatické poměry

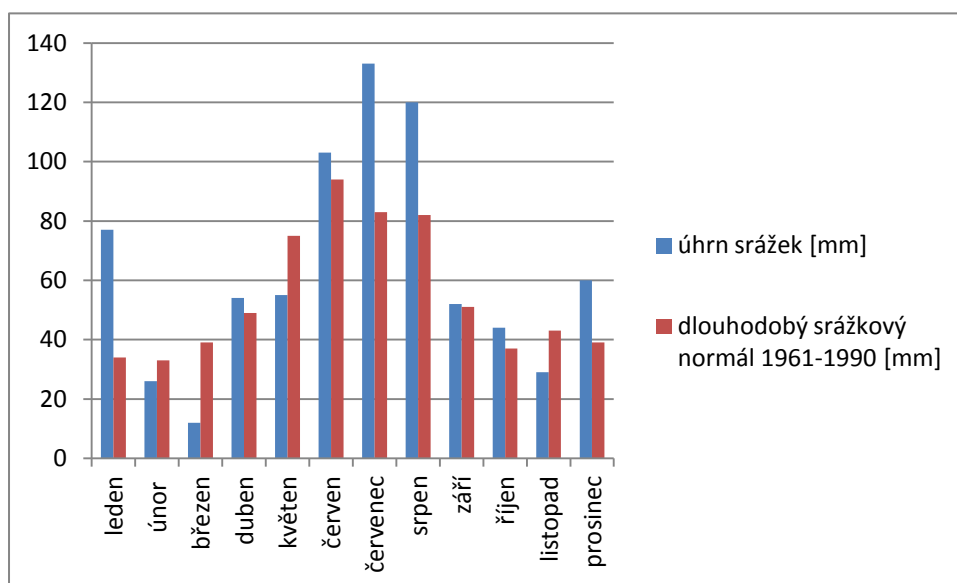
Průměrná teplota roku 2012 byla v Jihočeském kraji 7,8°C, což je o 0,7°C více než dlouhodobý normál roků 1961 až 1990. Průběh teplot v jednotlivých měsících roku 2012 ukazuje obrázek 7. Lehce teplotně nadprůměrný leden s průměrnými teplotami okolo nuly vystřídal teplotně podprůměrný únor s průměrnou teplotou klesající pod -5 °C. Následovalo lehce teplotně nadprůměrné jaro a léto. Zbytek roku kopíroval dlouhodobý normál roků 1961 až 1990.

Obr. 7. Průběh teplot v jednotlivých měsících roku 2012 v Jihočeském kraji. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav



Celkový úhrn srážek roku 2012 byl v Jihočeském kraji 765 milimetrů, dlouhodobý srážkový normál roků 1961 až 1990 byl 659 milimetrů (Český hydrometeorologický ústav). Úhrn srážek v jednotlivých měsících roku 2012 ukazuje obrázek 8. Leden roku 2012 překračoval dvojnásobně dlouhodobý srážkový normál, naopak březen byl srážkově vysoce podprůměrný. Následovalo tříměsíční srážkově průměrné období, které vystřídaly dva vysoce srážkově nadprůměrné měsíce červenec a srpen. V červenci srážky činily 130 mm, v srpnu 120 mm. Další dva měsíce byly srážkově průměrné. Závěr roku byl srážkově rozkolísaný. Listopad byl podprůměrný, prosinec naopak nadprůměrný oproti dlouhodobému srážkovému normálu let 1961 až 1990.

Obr. 8. Úhrn srážek v jednotlivých měsících roku 2012 v Jihočeském kraji. *Zdroj: Český hydrometeorologický ústav*



## 4. Materiál a metodika

V této kapitole bude popsána metodika odběru vzorků na sledovaných lokalitách a práce se zjištěnými daty.

### 4.1 Metodika odběru vzorků

Odběr vzorků epigeických brouků na vybraných typech balíků biomasy probíhal pomocí metody prosívání. Balík byl vždy odvalen nebo nadzvednut pomocí mechanizace a z místa pod balíkem (obr. 9.) sebrán detrit, který byl uložen do polypropylenových sáčků. Detrit byl poté v domácích podmínkách prosíván a byli z něho vybíráni bezobratlí a ukládáni do skleničky se 70 % alkoholem. Průběh zpracovávání detritu je patrný na obrázku 10. Jednotliví zástupci byli vybíráni pomocí pinzety nebo namočeného štětečku. Při třídění detritu se velmi osvědčilo použití bílého podkladu. Skleničky se vzorky byly odvezeny doc. RNDr. J. Boháčovi k odborné determinaci. Sběr dat probíhal v měsících září a říjnu roku 2012. Na každém stanovišti bylo realizováno 5 odběrů.

Obr. 9. Prostor pod balíkem – detail. *Zdroj: Autor*



Obr. 10. Třídění detritu. *Zdroj: Autor*



## 4.2 Citlivost k antropogenním vlivům

Zařazení druhů do jednotlivých skupin podle tolerance k antropogenním vlivům bylo provedeno dle Boháče (1990, 1999, 2003). Index společenstev pro hodnocení antropogenních vlivů na ekosystém je počítán na základě rozdělení drabčičků do ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu. Tyto skupiny jsou následující:

- Relikty I. řádu (R1) - zahrnuje druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka, s nejtěsnější ekologickou vazbou na intenzitu a rozsah působení negativních faktorů. Do R1 lze řadit vzácné a ohrožené druhy brouků přirozených biotopů.
- Relikty II. řádu (R2) - zahrnuje druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků. Skupina R2 zahrnuje adaptabilní druhy brouků osidlující méně přirozená až přirozenému stavu blízká stanoviště.

- Eurytopní druhy (E) - zahrnuje druhy stanovišť silně ovlivněných činností člověka, jako jsou např. odlesněné lesy. Skupinu E zastupují expanzivní druhy brouků, kteří obvykle nemají výjimečné nároky na charakter nebo kvalitu prostředí, stejně jako druhy, které obývají silně antropogenně ovlivněnou, tedy poškozenou krajinu.

### 4.3 Index antropogenního ovlivnění společenstev

Na základě rozdělení brouků do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byl vytvořen biotický index nazvaný index antropogenního ovlivnění společenstev drabčíků a střevlíků (Boháč, 1990, 1999, 2003). Tento index byl stanoven podle následujícího vzorce:  $I = 100 - (E + 0,5 R2)$ , kde E = frekvence expanzivních druhů (%) a R2 = frekvence reliktních druhů II řádu (%). Hodnota indexu se pohybuje od 0 (ve společenstvu byly zjištěny pouze expanzivní druhy a společenstvo je nejvíce člověkem ovlivněno).

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

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

## 5. Výsledky

V této kapitole je uvedeno druhové složení nalezených druhů na jednotlivých lokalitách včetně jejich bionomie. Dále je uvedeno zastoupení jednotlivých ekologických skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům a stanoven stupeň antropogenního ovlivnění.

### 5.1 Druhové složení nalezených brouků

Celkem bylo získáno 27 druhů z 9 čeledí. Nejvíce zastoupené byly čeledi drabčikovití (*Staphylinidae*) s 16 druhy a střevlíkovití (*Carabidae*) se 4 druhy. Ostatní čeledi byly zastoupeny minoritně, každá s jedním druhem. Tabulka 1. uvádí seznam nalezených druhů.

Tab. 1. Seznam nalezených druhů ve sledovaných lokalitách s jejich zařazením do skupin (E - eurytopní druhy, R2 – relikty II. řádu)

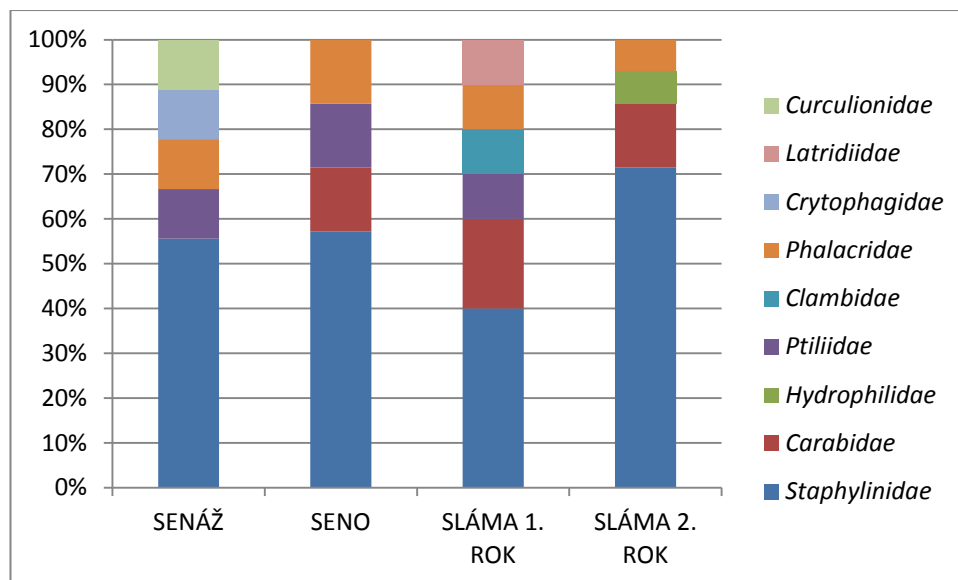
druh, ekologická skupina	lokalita			
	senáž	seno	sláma 1. rok	sláma 2. rok
<b><i>Carabidae</i></b>				
<i>Carabus violaceus violaceus</i> Linnaeus, 1758, R2				x
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1784), E			x	
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784), E				x
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796), R2		x	x	
<b><i>Hydrophilidae</i></b>				
<i>Cercyon pygmaeus</i> (Illiger, 1801), E				x
<b><i>Ptiliidae</i></b>				
<i>Ptilium caesum</i> Erichson, 1845, E	x	x	x	
<b><i>Staphylinidae</i></b>				
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775), E	x			x
<i>Anotylus tatrae</i> (Block, 1799), E	x			



<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763), E				x
<i>Paederus litoralis</i> Gravenhorst, 1802, E				x
<i>Rugilus orbiculatus</i> (Paykull, 1789), E		x		x
<i>Lithocharis nigriceps</i> (Kraatz, 1859), E				x
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794), E				x
<i>Gabrius pennatus</i> Sharp, 1910, E				x
<i>Ocypus nero semialatus</i> J. Müller, 1904, E			x	x
<i>Heterothops dissimilis</i> (Gravenhorst, 1802), E	x			x
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758), E	x	x		
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775), E				x
<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781), E		x		
<i>Tachyporus pulchellus</i> Mannerheim, 1841, E			x	
<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802), E		x	x	
<i>Atheta subtilis</i> (W. Scriba, 1866), E	x		x	
<b><i>Clambidae</i></b>				
<i>Clambus armadillo</i> (De Geer, 1774), E			x	
<b><i>Phalacridae</i></b>				
<i>Olibrus affinis</i> (Sturm, 1807), E	x	x	x	x
<b><i>Cryptophagidae</i></b>				
<i>Cryptophagus acutangulus</i> Gyllenhal, 1828, E	x			
<b><i>Latridiidae</i></b>				
<i>Corticaria pubescens</i> (Gyllenhal, 1827), E			x	
<b><i>Curculionidae</i></b>				
<i>Donus ovalis</i> (Boheman, 1842), E	x			
<b>Celkový počet druhů</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>14</b>

Nejvíce druhů bylo nalezeno na stanovišti SLÁMA 2. ROK, vyskytovalo se zde 14 druhů ze 4 čeledí. Na stanovišti SLÁMA 1. ROK bylo nalezeno 10 druhů z 6 čeledí, na stanovišti SENÁŽ 9 druhů z 5 čeledí a na stanovišti SENO bylo nalezeno 7 druhů ze 4 čeledí. Na obrázku 11 je patrné zastoupení čeledí na jednotlivých lokalitách.

Obr. 11. Procentuální zastoupení druhů zjištěných čeledí v jednotlivých lokalitách.



Jak je patrné z obrázku 11, druhově nejvíce zastoupenou čeledí (40% - 71%) byla *Staphylinidae*, která dominovala na všech stanovištích. Nejméně na stanovišti SLÁMA 1. ROK a nejvíce na stanovišti SLÁMA 2. ROK. Na stanovištích SLÁMA 1. ROK i SLÁMA 2. ROK se nacházely vždy 2 druhy čeledi *Carabidae*, na stanovišti SENO jeden druh a na stanovišti SENÁŽ dokonce žádný druh této čeledi. Ostatní čeledi byly zastoupeny ve všech lokalitách vždy pouze jedním druhem. Druh *Olibrus affinis* (Sturm, 1807) z čeledi *Phalacridae* se jako jediný vyskytoval na všech stanovištích.

## 5.2 Bionomie hlavních čeledí a druhů

V následující podkapitole je popsána bionomie části zjištěných druhů a čeledí. Dále jsou uvedeny lokality s jejich výskytem.

### *Carabidae* / střevlíkovití

Většina imag jsou aktivní predátoři obývající půdní hrabanku nebo povrch rostlin, část druhů je fytofágních, především semenožravých, někteří jsou všežraví. Larvy mnoha druhů jsou rovněž predátoři a živí se mimotělně natrávenou tekutou potravou, část druhů je i v larválním stádiu fytofágních, semenožravých nebo všežravých. Druhy skupiny prskavců a rodu *Lebia* Latreille, 1802 se vyvíjejí jako ektoparazitoidi na kuklách střevlíkovitých, vodomilovitých a mandelinkovitých brouků). Je to jedna z dominantních čeledí brouků v agroekosystémech (Hůrka, 2005).

Z této čeledi se na mnou studovaných lokalitách vyskytovaly čtyři druhy. Druh *Carabus violaceus violaceus* Linnaeus, 1758 se vyskytoval na stanovišti SLÁMA 2. ROK. Je to veliký střevlík žijící jak na otevřených stanovištích luk a polí, tak i v zahradách a lesích. Druh *Dyschirius globosus* (Herbst, 1784) se vyskytoval na stanovišti SLÁMA 1. ROK. Je to nejmenší (2,0 – 2,9 mm), velmi hojný zástupce rodu. Žije především na vlhkých loukách a polích a živí se hlavně roupicemi (drobní půdní kroužkovci). Druh *Bembidion lampros* (Herbst, 1784) (obr. 12) se vyskytoval na stanovišti SLÁMA 2. ROK. Jedná se o dobře létající dravý druh obývající především břehy vod. Přítomnost pod balíky je způsobena vhodnými vlhkostními poměry. Druh *Pterostichus vernalis* (Panzer, 1796) se jako jediný z čeledi *Carabidae* vyskytoval na dvou stanovištích, na stanovišti SLÁMA 1. ROK a na stanovišti SENO. Jedná se o dravce s noční aktivitou vyskytující se na vlhkých stanovištích.

Obr. 12. Střevlíček *Bembidion lampros* (Herbst, 1784) byl zjištěn na stanovišti SLÁMA 2. ROK. Zdroj: Anonymus 4



### ***Hydrophilidae* / vodomilovití**

Velikost brouků kolísá od 1 do 50 mm, larvy mohou dorůstat až 60 mm. Vodní brouci, kteří jsou převážně predátory členovců a plžů, mají mimotělní trávení. Kořist drží v kusadlech často nad vodní hladinou, aby zabránili ředění trávicích látek. Larvy některých rodů jsou býložravé, např. v půdě polí žijící druhy rodu *Helophorus* Fabricius, 1775, které mohou dokonce škodit na polních plodinách. Kuklení probíhá v půdní komůrce na břehu (Hůrka, 2005).

Zjistil jsem jeden druh čeledi *Hydrophilidae*, *Cercyon pygmaeus* (Illiger, 1801). Tento malý (1,3 – 4,0 mm) druh se živí hniječnými látkami a exkrementy všeho druhu a jeho přítomnost byla způsobena dostatečnou vlhkostí pod balíky a zřejmě i zdrojem potravy.

### ***Ptiliidae* / pírníkovití**

Patří k nejmenším známým broukům (severoamerická *Nanosella fungi* LeConte, 1863 má jen 0,25 mm), naši zástupci jsou většinou menší než 1 mm. Imaga i larvy žijí ve vlhkých, rozkládajících se rostlinných látkách, některé druhy v mraveništích, jiné v hnízdech drobných savců a ptáků. Živí se sporami nižších i vyšších hub. Imaga jsou velmi pohyblivá, často létají (Hůrka, 2005).

Druh *Ptilium caesum* Erichson, 1845 se kromě stanoviště SLÁMA 2. ROK nacházel na všech ostatních stanovištích. Balíky biomasy s velkým množstvím rozkládajících se rostlinných látek a dostatečnou vlhkostí nabízejí tomuto druhu vhodné životní podmínky.

### ***Staphylinidae* / drabčíkovití**

Velikost našich zástupců kolísá od 0,5 do 34 mm. Žijí často v půdě a v hrabance, málo druhů na květech, některé pod kůrou nebo v trouchnivém dřevě, v plodnicích hub a v hnízdicích rostlinných zbytcích, menší část žije i v hlubších vrstvách půdy. Mnoho druhů je myrmekofilních, jiné žijí jen v hnízdech ptáků a savců. Larvy i dospělci jsou většinou dravci, mnoho z nich je vázáno na tlející organické látky, v nichž pronásledují jiné členovce. Někteří jsou býložraví, žerou části květů, houby a řasy (Hůrka, 2005).

*Staphylinidae* byla v mnou sledovaných lokalitách nejzastoupenější čeledí, dominovala na všech stanovištích. Nejvíce druhů drabčíků se vyskytovalo na stanovišti SLÁMA 2. ROK. Zde převažovaly dravé druhy jako *Stenus clavicornis* (Scopoli, 1763)(obr. 13); *Paederus litoralis* Gravenhorst, 1802; *Rugilus orbiculatus* (Paykull, 1789); *Xantholinus linearis* (Olivier, 1794); *Gabrius pennatus* Sharp, 1910; *Ocypus nero semialatus* J. Müller, 1904; *Heterothops dissimilis* (Gravenhorst, 1802) a *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775). Na ostatních stanovištích se vyskytovaly i druhy, které se živí převážně rostlinnými zbytky a mycelii hub jako *Amischa analis* (Gravenhorst, 1802) a *Atheta subtilis* (W. Scriba, 1866).

Obr. 13. Drabčák *Stenus clavicornis* (Scopoli, 1763) je typickým představitelem dravých drabčáků, který loví roztoče a chvostoskoky. Vyskytoval se na stanovišti SLÁMA 2. ROK.  
Zdroj: Anonymus 4



### ***Clambidae***

Drobní brouci velikosti 0.7-2.0 mm, kteří mají schopnost sklonit širokou hlavu a štít na spodní stranu těla, zatáhnout nohy a vytvořit tak kuličku, která snadno ujde pozornosti. Živí se pravděpodobně především myceliem a sporamai hub. Larvy i imaga se vyskytují v rozkládajících se částech rostlin, v mokřém listí a pod kůrou jehličnatých i listnatých stromů (Hůrka, 2005).

Druh *Clambus armadillo* (De Geer, 1774) se vyskytoval na stanovišti SLÁMA 1. ROK. Jeho velikost se pohybuje od 1,0 do 1,3 mm. Žije v mokřém, plesnivějícím listí. V balících se vyskytoval pravděpodobně díky vhodným vlhkostním podmínkám a přítomnosti plísní.

### ***Phalacridae***

Čeď drobných vejčitých brouků velikosti 1,2-4.5 mm. Živí se pravděpodobně především myceliem a sporami hub. Larvy i imaga se vyskytují v rozkládajících se částech rostlin, v mokřem listí a pod kůrou jehličnatých i listnatých stromů. Rod *Olibrus* Erichson, 1845 je s 12 druhy náš nejpočetnější v čeledi, od ostatních se liší 2 rýhami probíhajícími podél švu krovek. Druhy se vyvíjejí v květném lůžku hvězdnicovitých (*Asteraceae*) rostlin, kuklí se v zemi (Hůrka, 2005). Martinková et al. (2008) uvádějí, že larvy rodu *Olibrus* se podílejí na predisperzní predaci semen hvězdnicovitých plevelů. Druh *Olibrus affinis* (Sturm, 1807) se vyskytoval na všech mnou zkoumaných lokalitách (obr. 14).

Obr. 14. *Olibrus affinis* (Sturm, 1807) je představitelem semenožravých brouků v agroekosystémech. Vyskytoval se na všech mnou zkoumaných lokalitách. Zdroj: Anonymus 4



### ***Cryptophagidae / maločlencovití***

Zahrnují dlouze oválné až protáhlé, méně často okrouhlé nebo válcovité brouky velikostí 1-5 mm, nejčastěji okolo 2 mm. Většina druhů se živí hnilými a plesnivějícími rostlinnými látkami. Část druhů rodu *Cryptophagus* Herbst, 1792 a *Atomaria* Stephens, 1830 se vyskytuje v hnízdech ptáků a savců. V rodu *Cryptophagus* jsou mnozí škůdci skladovaných produktů (Hůrka, 2005).

Druh *Cryptophagus acutangulus* Gyllenhal, 1828 se vyskytoval na stanovišti SENÁŽ. V prostoru pod balíky se nacházela hnízda drobných savců, ve kterých se tyto brouci vyskytují.

#### ***Corticariidae* (= *Latridiidae*) / hlodníkovití**

Zahrnují drobné, hnědavé brouky velikosti 1-3 mm. Larvy i imaga jsou mykofágní, živí se sporami a konidiiemi hub, nejčastěji ze skupin *Zygomycetes* a *Ascomycetes*. Několik druhů se někdy masově vyskytne ve skladech na plesnivých produktech (Hůrka, 2005).

Druh *Corticaria pubescens* (Gyllenhal, 1827) se vyskytoval na stanovišti SLÁMA 1. ROK. Přítomnost tohoto druhu byla zapříčiněna pravděpodobně plesnivou slámou nabízející vhodnou potravu.

#### ***Curculionidae* / nosatcovití**

Druhově nejpočetnější čeleď brouků. Zahrnuje široce vejčité až protáhlé, mírně zploštělé až silně klenuté formy. Ve střední Evropě dosahují velikosti 1,5-21,0 mm. Nosatcovití jsou v larválním i imaginálním stadiu býložravci, vyvíjející se v živých nebo odumřelých rostlinných tkáních, mnoho z nich v zemi (Hůrka, 2005).

Druh *Donus ovalis* (Boheman, 1842) se vyskytoval pouze na stanovišti SENÁŽ.

### **5.3 Zastoupení skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům na sledovaných lokalitách**

Zastoupení druhů do jednotlivých skupin podle tolerance k antropogenním vlivům bylo vyhodnoceno podle Hůrky et al. (1996) u stěvlíkovitých druhů a u ostatních druhů podle Boháče (1990, 1999, 2003). Počty druhů jednotlivých ekologických skupin jsou uvedeny v tabulce 2, procentuální zastoupení ukazuje obrázek 15.

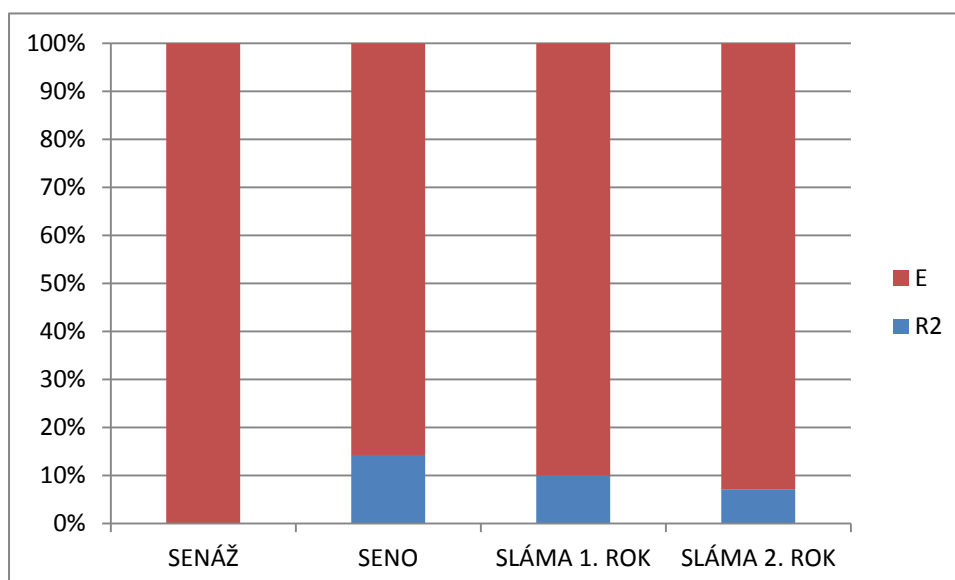


Z tabulky 2 a obrázku 15 je patrné, že všechny čtyři lokality jsou velmi silně antropogenně ovlivněné. To je tím, že se ve třech z nich nacházel vždy pouze jeden druh R2 skupiny a na lokalitě SENÁŽ se dokonce nenacházel žádný, pouze eurytopní druhy. Skupina R1 nebyla zastoupena vůbec, neboť představuje druhy, které preferují pouze přirozené biotopy. Jelikož balík biomasy je biotop velmi silně ovlivněný člověkem, prokazuje absence R1 druhů, že znalosti o této skupině jsou správné.

Tab. 2. Počty druhů jednotlivých ekologických skupin.

	SENÁŽ	SENO	SLÁMA 1. ROK	SLÁMA 2. ROK
$\sum$ druhů	9	7	10	14
R1	0	0	0	0
R2	0	1	1	1
E	9	6	9	13

Obr. 15 - Zastoupení druhů jednotlivých ekologických skupin (%).



## 5.4 Stupeň antropogenního ovlivnění společenstev

V tabulce 3 jsou vypočteny hodnoty indexu antropogenního ovlivnění společenstev a hodnotě odpovídající stupeň ovlivnění dle Boháče (1988, 1999).

Jak je již uvedeno výše, všechny lokality jsou velmi silně antropogenně ovlivněné. Tomu také odpovídají nízké hodnoty indexu antropogenního ovlivnění.

Tab. 3. Index antropogenního ovlivnění společenstev a stupeň ovlivnění

Lokalita	Index antropogenního ovlivnění společenstev	Stupeň ovlivnění dle Boháče (1988, 1999)
SENÁŽ	0	velmi silně ovlivněné
SENO	7,14	velmi silně ovlivněné
SLÁMA 1. ROK	5	velmi silně ovlivněné
SLÁMA 2. ROK	3,57	velmi silně ovlivněné

## 6. Diskuse

Balíky biomasy ponechané na pozemku plní v krajině podobnou funkci jako různá jiná mimoprodukční stanoviště. Studium biodiverzity v nich se zabývalo mnoho autorů. Zásadní rozdíl mezi jejich a mými výzkumy spočívá v tom, že v mých odběrech převažovala na všech čtyřech stanovištích čeleď *Staphylinidae* oproti čeledi *Carabidae*, která převažovala u ostatních autorů. Tento jev je jistě zapříčiněn odlišnou metodou odběrů vzorků. Já jsem použil metodu prosevu detritu, zatímco ostatní používají většinou metodu zemních pastí. Boháč (2003) uvádí, že metoda zemních pastí je vhodnější pro zjišťování těžších střevlíků. Naproti tomu pro studium drabčků jsou vhodnější metody individuálního sběru a prosevu. Metoda zemních pastí může být také zkreslující, jelikož jedinec polapený v pasti vylučuje obranné sekrety a sexuální feromony, které mohou přilákat ostatní, proto zjištěné údaje nemusí nutně odrážet skutečnost (Luff, 1986). Pro větší relevantnost výsledků by bylo vhodné diverzitu v balících sledovat pomocí obou metod odběru vzorků.

Ze všech 4 sledovaných lokalit jasně vyčnívá stanoviště SLÁMA 2. ROK, bylo zde nalezeno 14 druhů brouků. To je dvojnásobný počet oproti stanovišti SENO se 7 druhy. Po přihlédnutí ke stanovištním rozdílům se zdají být tyto výsledky logické. Stanoviště SLÁMA 2. ROK se nacházelo na okraji orné půdy, kterou Thomas (2002) označuje se svými nestálými podmínkami jako pro brouky nehostinnou, tudíž brouci využili balíky jako vhodný úkryt. Naproti tomu stanoviště SENO, kde byly balíky obklopeny extenzivně využívaným travním porostem, se podobá stanovišti přírodnímu, proto brouci neměli důvod se ve velkém počtu stahovat do balíků. Na balících stanoviště SLÁMA 1. ROK bylo nalezeno 10 druhů. Nižší počet nalezených druhů oproti stanovišti SLÁMA 2. ROK naznačuje, že délka doby expozice balíku na určité lokalitě má na počet druhů zásadní a největší vliv, ale nemusí tomu tak být. Okolí balíků na stanovišti SLÁMA 1. ROK bylo velmi obrostlé výdrollem a plevely, tudíž povrch půdy velmi zastíněný, poskytující broukům vhodné mikroklima (Speight a Lawton, 1976). Velké množství brouků mohlo dát vegetačnímu krytu před balíky přednost a zkreslit výsledky. Balíky na stanovišti SENÁŽ s 9 nalezenými druhy brouků by se mohly zdát jako vhodnější mikrobiotop pro brouky oproti balíkům stanoviště SENO, ale znovu mají vliv spíše okolní

podmínky. Stanoviště SENÁŽ se nachází v bezprostřední blízkosti lesa a to považují za hlavní důvod vyššího počtu nalezených druhů.

Společenstva epigeických brouků jsou na vybraných typech balíků biomasy ovlivňována několika faktory. Nejzásadnější roli hraje kultura okolního pozemku (orná půda či travní porost). Více druhů brouků bylo nalezeno v balících na pozemcích s kulturou orná půda. Neméně významná je doba expozice balíku. Na balících, které byly na stanovišti delší dobu, bylo nalezeno více druhů oproti balíkům nacházející se na stanovišti kratší dobu. To jen potvrzuje výzkum v plevelném pásu, kde byl 4. rok nalezen více jak 2,5 násobný počet druhů brouků oproti roku prvnímu (Lee, 2000).

Balíky biomasy lze z hlediska krajinné struktury dle Formana a Gordona (1993) označit jako plošky. Tyto plošky poskytují úkryt pro různé druhy brouků, které mohou být zemědělcům svou funkcí v agroekosystémech užiteční. Jejich úloha se bohužel většinou ignoruje (Boháč et al., 2007). Brouci jsou obecně považovány za nejstarší opylovače, mohou však také velkou mírou působit jako predátoři škůdců a plevelných semen. Predátorem škůdců je například nalezený *Stenus clavicornis* (Scopoli, 1763), Hůrka (2005) popisuje rod *Steninae* jako velmi dravý. Čeleď *Carabidae* bývá označována za významnou z pohledu predace semen. Martinková et al. (2008) udávají, že střevlíkovití mohou za optimálních podmínek zkonzumovat denně 1000 semen na 1 m<sup>2</sup>. Martinková et al. (2008) také upozorňuje na predisperzního predátora semen pampelišky lékařské *Olibrus bicolor*. Rod *Olibrus* byl druhem *Olibrus affinis* (Sturm, 1807) zastoupen na všech 4 mnou studovaných stanovištích.

Byly nalezeny především malé druhy (do 10 mm), které vyhledávají vlhké prostředí s přítomností hub a plísní. Tyto druhy se živí hnilými rostlinnými zbytky a mycelií hub. Přítomnost roztočů a chvostoskoků poskytovala dostatek potravy pro dravé druhy drabčků.

Pokud by měly probíhat další výzkumy brouků v balících biomasy, tak by se měly zaměřit detailně na balíky slámy na orné půdě. Ideální umístění balíků pro výzkum by bylo uvnitř polí, kde by balíky fungovaly jako nášlapné kameny pro společenstva dravých a semen plevelů požírajících brouků. Výsledky z takovýchto výzkumů by mohly posloužit pro praktickou aplikaci v ekologickém zemědělství.

## 7. Závěr

Společenstva epigeických brouků jsem studoval na čtyřech typech balíků biomasy v katastrálním území Vrbice u Žitné, okres Prachatice. Jednalo se o balíky travní senáže uložené na okraji trvalého travního porostu, o balíky sena, jednotlivě rozmístěné na trvalém travním porostu, dále o balíky slámy rozmístěné na poli orné půdy a o balíky slámy uložené na okraji orné půdy. První tři typy balíků byly na stanovišti jen několik málo měsíců (2-3), zatímco balíky slámy se na čtvrtém stanovišti nacházely už více než jeden rok. Pro odběr vzorků jsem zvolil metodu prosevu detritu.

V balících senáže jsem zjistil 9 druhů brouků z 5 čeledí, v balících sena 7 druhů ze 4 čeledí, v balících slámy, které byly na stanovišti kratší dobu (3 měsíce), jsem zjistil 10 druhů z 6 čeledí a v balících slámy, které byly na stanovišti 13 měsíců, 14 druhů ze 4 čeledí.

Všechny čtyři lokality jsou velmi silně antropogenně ovlivněné, jelikož se ve třech z nich nacházel vždy pouze jeden druh R2 skupiny a v balících senáže se dokonce nenacházel žádný, pouze eurytopní druhy. Skupina R1 nebyla zastoupena vůbec, neboť představuje druhy, které preferují pouze přirozené biotopy. Index antropogenního ovlivnění společenstev potvrdil, že se jedná o velmi silně ovlivněná stanoviště.

Jako hlavní faktory prostředí ovlivňující brouky na vybraných typech balíků jsem stanovil kulturu okolního pozemku (orná půda či travní porost) a dobu, po kterou jsou balíky na stanovišti.

Většina nalezených druhů může být zemědělcům užitečná, brouci v agroekosystémech fungují jako opylovači a predátoři škůdců a plevelných semen. Například nalezený druh *Olibrus affinis* (Sturm, 1807) se velkou mírou podílí na predisperzní predaci semen hvězdicovitých plevelů.

Balíky biomasy se vyznačují vhodnou vlhkostí a přítomností rozkládajících se rostlinných zbytků, hub a plísní. Proto poskytují vhodné útočiště především pro malé druhy živící se hniječnými zbytky, houbami a semeny rostlin. Přítomnost roztočů a chvostoků znamená dostatek potravy pro dravé druhy drabčků.

## 8. Použitá literatura

- ANDERSEN, A. (1997). Densities of overwintering carabids and staphylinids (Col., Carabidae and Staphylinidae) in cereal and grass fields and their boundaries. *Journal of Applied Entomology*, 121: 77-80.
- BEST, R.L., BEEGLE, C.C., OWENS, J .C. & ORITZ, M. (1981). Population density, dispersion, and dispersal estimates for *Scarites substriatus*, *Pterostichus chalcites*, and *Harpalus pensylvanicus* (Carabidae) in an Iowa cornfield. *Environmental Entomology*, 10: 847-856.
- BOHÁČ J., (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 74: 357–372.
- BOHÁČ J., MOUDRÝ J. & DESETOVÁ L., (2007). Biodiverzita a zemědělství. *Život. Prostr.*, 41: 24-29.
- BOHÁČ, J. (1990). Numerical estimation of the impact of terrestrial ecosystems by using the staphylinid beetles communities. *Soil Sci.*, 39: 565–568.
- BOHÁČ, J., & MATĚJÍČEK J., (2003). *Katalog brouků Prahy (Catalogue of the beetles (Coleoptera) of Prague)*. Volume 4. Clarion Production, Praha, 256 s.
- BRUST, G.E. & HOUSE, G.J. (1988). Weed seed destruction by arthropods and rodents in low-input soybean agroecosystems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 3: 19-25.
- BURN, A.J. (1989). Long-term effects on natural enemies of cereal crop pests. In: *Pesticides and non-target invertebrates*. P.C. Jepson (ed.), Andover: Intercept, pp 177-193.
- 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) assemblages of Scottish farmland. *Biodiversity and Conservation*, 14: 441-460.
- COLLINS, K.L., WILCOX, A., CHANEY, K., BOATMAN, N.D. & HOLLAND, J .M. (1997). The influence of beetle banks on aphid population predation in winter wheat. *Aspects of Applied Biology*, 50: 341-346.
- DEN BOER, P.J., (1990). The survival value of dispersal in terrestrial arthropods. *Biological Conservation*, 54: 175 – 192.
- DENNIS, P., THOMAS, M.B & SOTHERTON, N.W. (1994). Structural features of field boundaries which influence the overwintering densities of beneficial arthropod predators. *Journal of Applied Ecology*, 31: 361-370.

- DESENDER, K. & ALDERWEIRELDT, M. (1988). Population dynamics of adult and larval carabid beetles in a maize field and its boundary. *Journal of Applied Entomology*, 106: 13-19.
- DESENDER, K. (1982). Ecological and faunal studies on Coleoptera in agricultural land. II. 3 Hibernation of Carabidae in agro-ecosystems. *Pedobiologia*, 23: 295-303.
- DUELLI, P. & OBRIST, M.K., (2003). Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology*, 4: 129 – 138.
- DUELLI, P., STUDER, M., MARCHAND, I. & JAKOB, S. (1990). Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation*, 54: 193-207.
- DUFFIELD, S.J. AND AEBISCHER, N .J . (1994). The effect of spatial scale of treatment with dimethoate on invertebrate population recovery in winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 31: 263-281.
- FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. (1993). *Krajinná ekologie*. Academia, Praha, 583 s.
- FRAMPTON, G.K., CILGI, T., FRY, G.L.A. AND WRATTEN, S.D. (1995). Effects of grassy banks on the dispersal of some carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on farmland. *Biological Conservation*, 71: 347-355.
- FRANK, T. (1998). Slug damage and numbers of the slug pests, *Arion lusitanicus* and *Deroceras reticulatum*, in oilseed rape grown beside sown wildflower strips. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67: 67-78.
- FRANK, T. & FRIEDLI, J. (1997). *Application of metaldehyde against slug damage in oilseed rape along sown wildflower strips*. Thesis. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent 62, 2b.
- GEIGER, R. (1957). *The climate near the ground*. Cambridge (Mass.): Harvard University -Press.
- GRIFFITHS, G.J.K., HOLLAND, J.M., BAILEY, A. & THOMAS, M.B., (2008). Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological control*, 45: 200 – 209.
- HAUSAMMANN, A. (1996). The effects of sown weed strips on pests and beneficial arthropods in winter wheat fields. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 103: 70-81.
- HENGEVELD, R. (1979). The analysis of spatial patterns of some carabid beetles (Col. Carabidae). In: *Spatial and temporal analysis in ecology* (Eds. R.M. Cormack and J .K. Ord). International Cooperative Publishing House. Maryland, USA, pp. 333-346.

- HOLLAND, J. M. (2002). *The Agroecology of Carabid Beetles*. Intercept Limited, Andover, UK, 356 pp.
- HŮRKA, K. (1996). *Střevlíkovití České a Slovenské republiky*. Kabourek, Zlín, 565 s.
- HŮRKA, K. (2005). *Brouci České a Slovenské republiky: Beetles of the Czech and Slovak Republics*. Kabourek, Zlín, 390 s.
- JONES, M.G. (1979). The abundance and reproductive activity of common Carabidae in a winter wheat crop. *Ecological Entomology*, 4: 31-43.
- KAREIVA, P. (1990). Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. *Philosophical Transaction of Royal Society of London*, 330: 175-190.
- LEE J. C. & LANDIS D. A. (2002). Non-crop habitat management for carabid beetles. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles*. Intercept Limited, Andover, pp. 279 - 303.
- LINDROTH, C.H. (1992). *Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia. A zoogeographic study*. (English Translation). Andover, UK: Intercept.
- LUFF, M.L. (1986). *Aggregation of some Carabidae in pitfall traps*. In: P.J. den Boer, M.L. Luff, D. Mossakowski and F. Weber (eds.): *Carabid beetles: their adaptations and dynamics*. Gustav Fischer Verl., Stuttgart, pp 385-379.
- LYS, J.A. & NENTWIG, W. (1992). Augmentation of beneficial arthropods by strip management. 4. Surface activity, movements and activity-density of abundant carabid beetles in a cereal field. *Oecologia*, 92: 373-382.
- LYS, J.A. & NENTWIG, W. (1994). Improvement of the overwintering sites for Carabidae, Staphylinidae and Araneae by strip-management in a cereal field. *Pedobiologia*, 38: 238-242.
- MACHOVEC, J. (2011). Porovnání sběracích lisů Pöttinger, Rollprofi 3200 LSC a Krone KR 10-16s při sklizni. [Bakalářská práce]. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky. České Budějovice, 49 s.
- MARTINKOVÁ, Z., SOUKUP, J., HAMOUZ, P., HONĚK, A., HOLEC, J., KOPRDOVÁ, S., NEČASOVÁ, M., SASKA, P., TYŠER, L. (2008). Biodiversita plevelových společenstev, její význam a udržitelné využívání. Praha, VÚRV, v.v.i., 44 s.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (2010). Metodika k provádění nařízení vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění AEO, ve znění pozdějších předpisů. Praha: Ministerstvo zemědělství 76 s.
- POLLARD, E., HOOPER, M.D. AND MOORE, N .W. (1974). *Hedges*. London: Collins & Sons.



- RIVARD, I. (1966). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in relation to agricultural crops. *The Canadian Entomologist*, 98: 189-195.
- ŠÁDLO, J. & STORCH, D. (2000). *Biologie krajiny – biotopy České republiky*. Vesmír, Praha, 94 s.
- ŠÁLEK, M., RŮŽIČKA, J. & MANDÁK, B. (2005). *Ekologie*. Lesnická práce, Praha, 121s.
- SPEIGHT, M.R. & LAWTON, J.H. (1976). The influence of weed-cover on the mortality imposed on artificial prey by predatory ground beetles in cereal fields. *Oecologia*, 23: 211-223.
- THIELE, H.-U. (1977). Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Berlin: Springer-Verlag.
- THOMAS C. F. G., HOLLAND J. M. & BROWN N. J. (2002). The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In: Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles*. Intercept Limited, Andover, pp. 305 - 344.
- THOMAS, M.B., WRATTEN, S.D. & SOTHERTON, N.W. (1991). Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate population of beneficial arthropods: predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology*, 28: 524 – 531.
- WALLIN, H. & EKBOM, B.S. (1988). Movements of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) inhabiting cereal fields: a field tracing study. *Oecologia*, 77: 39-43.
- WISSINGER, S.A. (1997). Cyclic colonization in predictably ephemeral habitats: a template for biological control in annual crop systems. *Biological Control*, 10: 4-15.
- ZANGGER, A., LYS, J.A. & NENTWIG, W. (1994). Increasing the availability of food and the reproduction of *Poecilus cupreus* in a cereal field by strip-management. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71: 11-120.

### Internetové zdroje

- ANONYMUS 1. Tisková zpráva europoslanců Jana Březiny a Zuzany Roithové [online]. [cit. 2013-09-12].  
Dostupné z: <http://www.janbrezina.cz/index.php/cs/media/507-reforma-spolene-zemdske-politiky-eu-po-hlasovani-v-ep-na-eske-zemdlstvi-se-vali-pohroma-me-pijit-a-o-13-miliard-korun-dotaci-ron>

- ANONYMUS 2. Beetle Banks [online]. [cit. 2013-10-15].  
Dostupné z: <http://www.saveoursongbirds.org.uk/beetle-banks.php>
- ANONYMUS 3. Fragmentace krajiny [online]. [cit. 2013-09-12].  
Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/fragmentace\\_krajiny](http://www.mzp.cz/cz/fragmentace_krajiny)
- ANONYMUS 4. Obrázky brouků [online]. [cit. 2013-10-15].  
Dostupné z: <http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/>
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Historická data - meteorologie a klimatologie. [online]. [cit. 2013-01-12].  
Dostupné z: [http://www.chmi.cz/portal/dt?portal\\_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data&last=false](http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data&last=false)
- CHEN, Z.Z. & WILSON, H.R. (1997). The impact of insecticides on ground beetles. *Midiwest Biological Control News* 5, [online]. [cit. 2013-09-22].  
Dostupné z: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/field405.html>
- EAGRI.CZ. Veřejný registr půdy – LPIS [online]. [cit. 2013-01-12].  
Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>
- LOKOČ, R., LOKOČOVÁ, M., ŠULCOVÁ KOLÁŘOVÁ, M. (2010). Vývoj krajiny v České republice [online] [cit.2013-08-11]  
Dostupné z: [www.lowaspol.cz/soubory/kr\\_kniha.pdf](http://www.lowaspol.cz/soubory/kr_kniha.pdf)
- ŠVECOVÁ, M., SMRŽ, J., PETR, J. (2009). Biodiverzita a udržitelný rozvoj. [online] [cit.2013-11-11]  
Dostupné z: <http://skoly.praha.eu/files/=54354/Biodiverzita+def.+5.11.pdf>