

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

2124686

**Zhodnotenie výskytu epigeických taxónov bezstavovcov v
ekotonálnych spoločenstvách lesných a poľných ekosystémov v
poľnohospodársky využívanej krajine**

2011

Bc. Ondrej Kukliš

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

**Zhodnotenie výskytu epigeických taxónov bezstavovcov v
ekotonálnych spoločenstvách lesných a poľných ekosystémov v
poľnohospodársky využívannej krajine**

Diplomová práca

Študijný program:	Environmentálne manažérstvo
Študijný odbor:	1615800 Environmentálny manažment
Školiace pracovisko:	Katedra ekológie
Školiteľ:	Ing. Eliašová Mariana, PhD.

Nitra 2011

Bc. Ondrej Kukliš

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Ondrej Kukliš vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Zhodnotenie výskytu epigeických taxónov bezstavovcov v ekotonálnych spoločenstvách lesných a poľných ekosystémov v poľnohospodársky využívanej krajine“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 26. apríla 2011

Ondrej Kukliš

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie Ing. Mariane Eliašovej, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

V Nitre 26. apríla 2011

Ondrej Kukliš

Abstrakt

S počtom niekoľko miliónov druhov tvoria bezstavovce veľkú časť svetovej biodiverzity. Sú dôležité pre kontrolu a zabezpečovanie procesov dôležitých pre fungovanie ekosystémov a tvoria základ pre ekonomicky dôležité ekosystémové služby. Cieľom práce je vyhodnotenie výskytu najvýznamnejších taxónov epigeických bezstavovcov v danej oblasti. Súčasťou je i zhodnotenie vhodnosti štruktúry krajiny z hľadiska možnosti presunu hmyzu. Zámerom bolo i preskúmať priestorovú distribúciu epigeických predátorov v poľnohospodárskych ekosystémoch. Výskum prebiehal v troch lokalitách s odlišnou charakteristikou vegetácie. Vzorky boli zbierané s využitím zemných pascí a následne boli vyhodnocovaná ich diverzita a abundancia. Bezstavovce boli rozdelené do taxonomických skupín a vyhodnotená ich ročná dynamika. Významné rozdiely boli zaznamenané vo výskyte bezstavovcov medzi jednotlivými lokalitami. Najvyššia abundancia bola v porastoch brezovej dúbravy. Najpočetnejšie skupiny boli *Carabidae* a *Oniscidae*. Výrazné rozdiely sa vyskytli v druhovom zložení spoločenstva epigeionu medzi poľnohospodárskym a lesným ekosystémom. V poľnohospodárskom v sledovanom období prevládali *Carabidae* a *Araneae*, *Diplopoda* a *Oniscidae* boli v minime, zatiaľ čo v lesnom ekosystéme to bolo presne naopak. Hmyz poskytuje rôzne ekosystémové služby. Medzi najdôležitejšie patria: redukcia populácií škodcov, rozklad organického materiálu, opelenie, obohacovanie pôdy o dusík, využitie hmyzu ako prostriedku biologického monitoringu a kontroly.

Kľúčové slová: antagonizmus, predátor, ekoton, epigeické bezstavovce, habitat, ekosystémové služby

Abstract

With the number of species over few millions, arthropods create the largest group of organisms, important for world biodiversity. They are essential for control and providing of processes necessary for functioning of ecosystems. They are the keystone for economically important ecosystem services. The main objective is the evaluation of abundance of the most important taxons of epigeic arthropods and evaluation of landscape structure relevance for arthropoda movement. The research was held in three locations with different vegetation. The samples were collected with the use of pitfall traps. Their abundance and diversity were analysed with use of several statistical methods. Significant differences were observed between the locations. The highest abundance was recorded in the Pineto-Quercetum vegetation. The largest taxa were *Carabidae* and *Oniscidae*. We found the direct dependency between the populations of generalist predators and herbivorous species. Considerable differences were found in the populations of agricultural and woody ecosystems. In agricultural landscape were dominant generalist predators, for example *Carabidae* or *Araneae*, herbivorous species were rare. In the forest ecosystems prevailed herbivorous arthropoda. Insects provide wide range of ecosystem services. The main services are for example pest control, pollination, decomposition of organic matter.

Keywords: antagonism, predator, ecotone, epigeic arthropods, habitat, ecosystem services

Obsah

Úvod.....	9
1. Súčasný stav riešenej problematiky.....	11
1.1 Vzťah medzi dynamikou krajiny a pohybom zvierat	11
1.2 Druhy epigeických bezstavovcov obmedzené na jeden typ habitatu.....	11
1.3 Potrava hmyzu.....	12
1.6 Všeobecná charakteristika významných skupín epigeických bezstavovcov.....	14
1.6.1 Isopoda.....	14
1.6.2 Collembola.....	14
1.6.3 Araneae.....	15
1.6.3.1 Pavúky v poľnohospodárskej krajine.....	15
1.6.4 Carabidae.....	16
1.6.5 Mravce.....	17
1.6.6 Mnohonôžky – Diplopoda.....	17
1.6.6.1 Diplopoda ako škodcovia poľnohospodárskych plodín.....	18
1.6.7 Kosce.....	18
1.6.8 Diptera.....	19
1.6.9 Scarabaeidae.....	19
1.7 Priestorová štruktúra krajiny.....	19
1.8 Fragmentácia habitatov v poľnohospodárskej krajine.....	21
1.9 Antagonistické vzťahy bezstavovcov	22
1.10 Vplyv habitatu a štruktúry krajiny na diverzitu epigeických bezstavovcov.....	24
1.11 Vegetačná diverzifikácia	26
2. Cieľ práce.....	27
3. Metodika práce a metódy skúmania.....	28
3.1 Charakteristika oblasti.....	28
3.1.1 Lokalita A – borovicová dúbrava – Pineto-Quercetum	28
3.1.2 Lokalita B – dúbrava - Quercetum.....	30
3.1.2.1 Hrabová dúbrava.....	31
3.1.3 Lokalita C – brehové porasty vrb.....	31
3.1.3.1 Vřbovo-topoľové nížinné lužné lesy.....	31
3.2 Postupy zberu.....	32
3.3 Zemné pasce.....	32
3.3.1 Popis pasce.....	33
3.4 Negatívne vplyvy, ktoré ovplyvňovali odchyt bezstavovcov v pasciach.....	33
3.5 Spracovanie vzoriek.....	34
3.6 Vyhodnotenie výsledkov.....	34
4. Výsledky práce	35
4.1 Spektrum taxónov epigeických bezstavovcov na sledovaných lokalitách.....	35
4.2 Dynamika epigeických bezstavovcov na sledovaných lokalitách.....	37
4.2.1 Lokalita A – borovicová dúbrava.....	37
4.2.2 Lokalita B - dúbrava.....	37
4.2.3 Lokalita C – brehové porasty vrb.....	38
4.3 Porovnanie dynamiky vývoja skupín zoofágnych a saprofágnych bezstavovcov.....	39
4.3.1 Zoofágy.....	39
4.3.1.1 Araneae.....	39
4.3.1.2 Carabidae.....	39

4.3.2 Saprofágy.....	41
4.3.2.1 Diplopoda.....	41
4.3.2.2 Oniscidae.....	41
4.4 Výskyty ostatných základných skupín epigeických bezstavovcov	43
4.4.1 Collembola.....	43
4.4.2 Formicidae.....	43
4.4.3 Diplopoda.....	43
4.4.4 Diptera (Nematocera).....	43
4.4.5 Diptera (Calyptratae).....	43
4.4.6 Ostatné druhy chrobákov.....	44
4.4.7 Iné.....	44
4.4.8 Opiliones.....	44
4.5 Porovnanie vývoja epigeických bezstavovcov v poľných a lesných ekosystémoch.....	44
4.5.1 Celkový počet kusov.....	44
5. Diskusia.....	46
5.1 Vplyv teploty a množstva zrážok na výskyt epigeických bezstavovcov.....	46
5.2 Celkový vývoj populácií jednotlivých skupín bezstavovcov	48
5.3 Dynamika epigeických bezstavovcov – porovnanie jednotlivých lokalít.....	49
5.4 Porovnanie dynamiky zoofágov a saprofágov.....	50
5.5 Porovnanie vývoja bezstavovcov – poľný a lesný ekosystém	50
5.6 Ekosystémové služby.....	51
5.6.1 Opeľovanie pôvodnými druhmi hmyzu.....	51
5.6.2 Epigeické bezstavovce ako zdroj potravy.....	52
5.6.3 Integrovaný manažment škodcov.....	52
5.6.3.1 Kontrola výskytu škodcov pomocou predátorov.....	52
5.6.3.2 Predátory ako významný prvok ovplyvňujúci výskyt slimákov.....	53
5.6.3.3 Pavúky ako predátory škodlivých druhov hmyzu.....	53
5.6.4 Hmyz ako indikátor environmentálnych zmien.....	54
5.6.4.1 Mravce.....	54
5.6.4.2 Hmyz ako indikátor znečistenia ťažkými kovmi.....	54
5.6.5 Dekompozícia odumretých organizmov.....	54
5.6.6 Dekompozícia rastlinných zvyškov.....	55
5.6.6.1 Dekompozícia odumretého dreva.....	55
5.6.7 Ukladanie výživných látok.....	56
5.6.8 Zmeny v manažmente krajiny.....	56
6. Záver.....	57
7. Použitá literatúra.....	59
Prílohy.....	66

Úvod

S počtom niekoľko miliónov druhov tvoria bezstavovce veľkú časť svetovej biodiverzity. Sú dôležité pre kontrolu a zabezpečovanie procesov dôležitých pre fungovanie ekosystémov a tvoria základ pre ekonomicky dôležité ekosystémové služby ako napríklad produkcia biomasy, dekompozícia a opeľovanie.

Pravdepodobne najdôležitejšou udalosťou v histórii ľudstva bola premena krajiny. Civilizácia závisela od kontroly a úspešnosti poľnohospodárskej produkcie. Zväčšujúca sa populácia znamenala neustále rozširovanie poľnohospodárskej pôdy. Veľké farmy a používanie techniky s využitím agrochemikálií určovali vývoj poľnohospodárstva posledných 50 rokov.

Žiadna z ľudských aktivít tak nezmenila vzhľad krajiny ako poľnohospodárstvo. Zvýšená produkcia a manipulácia s krajinou si však vyžiadali svoju cenu. Strata prírodných habitatov a s nimi spojených druhov rastlín a zvierat spôsobila zníženie biodiverzity. Poľnohospodárska krajina je mozaikou polí s rôznymi plodinami, pasienkov, úhorov a zalesnených území. Časti krajiny majú svoj vlastný disturbačný režim, ktorý závisí od spôsobu hospodárenia a vplyvu na hmyz v priestorovom a časovom meradle. Zmeny v regionálnom a dlhodobom meradle sú najlepšie zdokumentované a najpredvídateľnejšie.

Trendom v západnej Európe je zmenšovanie území pokrytých prirodzenou vegetáciou ako sú remízky, pôvodné lesy alebo vresoviská intenzívne obhospodarovanou poľnohospodárskou pôdou. Súčasne sú však veľké plochy polí neobhospodarované. Takto sa zvyšuje kontrast medzi rôznymi regiónmi.

Manipulácia s krajinou zohľadňujúca len ľudské potreby už ďalej nie je možná, pretože nedokážeme nahradiť environmentálne služby, na ktorých závisí zdravie ekosystému.

Je potrebné pracovať s využitím znalostí o ekosystéme namiesto vytvárania umelých štruktúr, ktoré ohrozujú prostredie.

Problémy, ktorým človek čelí, sú často jeho vlastným výtvorom, pretože si neuvedomuje všetky priestorové a časové súvislosti. Zmeny v poľnohospodárskej krajine boli spôsobené hlavne ekonomickými a politickými rozhodnutiami. Do plánovania je však

nutné zahrnúť i ekologické myslenie. To však nie je ľahká úloha, predovšetkým z dvoch dôvodov: vyžaduje si sofistikovanú integráciu ľudských a environmentálnych potrieb a druhým dôvodom je to, že sme kompletne neporozumeli ekologickým procesom v krajine.

Len teraz však začíname chápať skutočný rozsah priamych a nepriamych vplyvov, ktoré môžu mať bezstavovce na fungovanie ekosystémov. Zmeny v štruktúre krajiny vyústili do fragmentácie rôznych prvkov a ovplyvnili populácie hmyzu redukovaním habitatov alebo sezónnych útočísk pre mnoho druhov. Poľnohospodári rozhodujú o použití plodín a využití hraníc polí a neproduktívnych oblastí, čo vytvára meniacu sa mozaiku krajiny.

1. Súčasný stav riešenej problematiky

1.1 Vzt'ah medzi dynamikou krajiny a pohybom zvierat

Poľnohospodárske aktivity a pohyb hmyzu majú medzi sebou priestorovo-časové súvislosti. Tieto závisia od štruktúry krajiny ako i biologických charakteristík druhu. Priestor môže byť rozdelený do stupňov organizácie, ktoré sú charakteristické svojou vlastnou dynamikou. Podľa tejto teórie je štruktúra na rôznych stupňoch organizácie kontrolovaná odlišnými faktormi. Vyššie stupne organizácie obsahujú súbor obmedzení pre fungovanie nižších úrovní. (Ekboom et al., 2000)

1.2 Druhy epigeických bezstavovcov obmedzené na jeden typ habitatu

Niektoré druhy sa rozširujú v poľnohospodárskej krajine bez toho, aby využili mozaiku polí. Sú obmedzené na sieť neobrábaných krajinných elementov počas ich celého životného cyklu. Niektoré lesné druhy chrobákov (*Carabidae*) sú schopné žiť v poľnohospodársky využívannej krajine v značných vzdialenostiach od lesov ak je zachovaná hustá sieť stromových líniových porastov. Tieto druhy sú schopné prežiť ako fragmentované populácie. Lokálne populácie sa nachádzajú v malých lesoch, hájoch a v remízkach. (Ekboom et al., 2000)

Lineárne prvky krajiny poskytujúce aspoň minimálny pokryv stromami môžu byť využité ako koridory spájajúce jednotlivé populácie. Extinkcia a rekolonizácia sa objavujú v závislosti od štruktúry krajiny. Distribúcia druhov na úrovni krajiny je závislá od kontinuity porastov, pričom izolované i keď vhodné habitaty sú najmenej vhodné na kolonizáciu. (Diekötter et al., 2008)

Charakter využitia priľahlej krajiny, ktorý určuje ostrosť prechodu medzi poľnohospodárskou krajinou a nekultivovaným prostredím má vplyv na správanie hmyzu. Polovica chrobákov opúšťa lineárne útvary (koridory) aby prešli na lúku, zatiaľ čo len jeden zo sto vstúpi na pole s mladou kukuricou, ktorá je na holej pôde. Podľa tohto je hranica medzi porastmi kríkov a stromov a lúkou postupným prechodom prostredí, prestupnejším pre jedince, zatiaľ čo ostrý kontrast medzi podmienkami pôsobí ako bariéra.

Na lúkach, väčšina jedincov zostáva v trávnom pruhu v blízkosti lesnatých porastov, čo naznačuje, že tento priestor môže byť súčasťou funkčného koridoru. (Schuldt, Assmann, 2010)

Dynamika lesných chrobákov (*Carabidae*) v sieti koridorov je závislá od štruktúry krajiny rovnako ako od kvality lesnatých častí krajiny. Úpravy poľnohospodárskych systémov a postupov môžu ovplyvniť prežitie týchto druhov. (Sander et al., 2006)

Prežitie hmyzu v heterogénnej krajine závisí, pre väčšinu z nich, od pohybu medzi rôznymi krajinnými prvkami, či už s rovnakou alebo rôznou štruktúrou. (Ekbom et al., 2000)

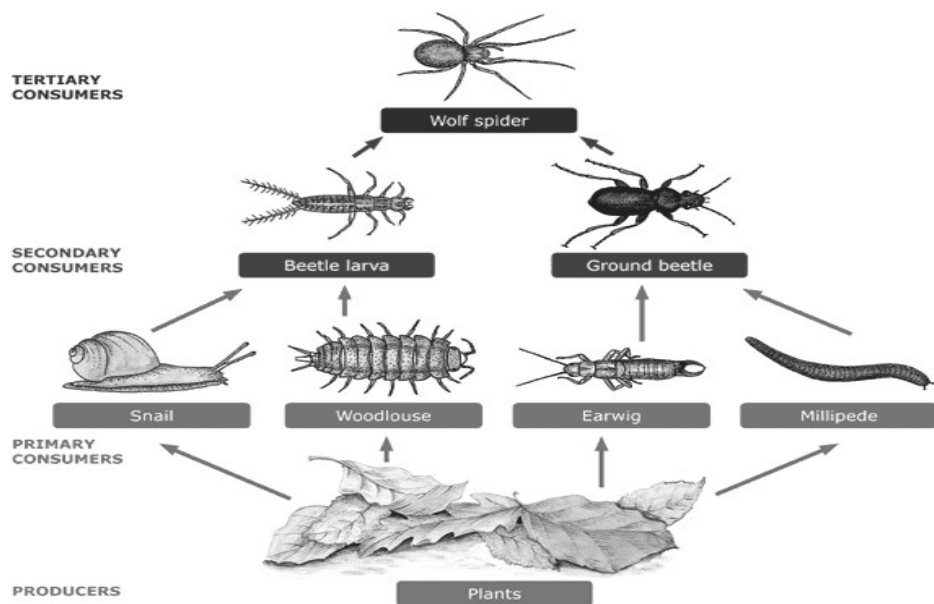
1.3 Potrava hmyzu

Zo všetkých známych druhov hmyzu je 361 000 herbivorov a 431 000 saprofágov, predátorov alebo parazitov. Táto diverzita a abundancia je čiastočne následkom veľkého množstva adaptácií, ktoré umožňujú konkrétnym druhom zužitkovať skoro každú organickú hmotu ako potravu. (Huffaker, Gutierrez, 1999)

Adaptácie bezstavovcov zahŕňajú špecializované správanie, fyziológiu tráviaceho traktu, detoxifikačné systémy a metabolické procesy, rovnako ako interakcie so symbiotickými mikroorganizmami, schopnosti rozširovania sa a v niektorých situáciách dormanciu. (Gullan, Cranston, 2010)

Pre mnoho druhov hmyzu sú ich malé rozmery zároveň výhodou, umožňujúcou jedincom rásť a dospievať vo vnútri zdrojov potravy, ako sú jednotlivé semená alebo telá iných druhov hmyzu. Takéto zdroje nie sú prístupné alebo adekvátne pre väčšie druhy živočíchov. Život vo vnútri zdroja potravy taktiež poskytuje určitý stupeň ochrany pred predátormi a parazitmi. (Hilty, 2010)

Úspešný rast, vývoj a reprodukcia hmyzu zjavne závisí na ich potrave, prístupu k nej v dostatočnej kvantite a kvalite.



Obr. 1

Schematické znázornenie hlavných zložiek potravného reťazca bezstavovcov (www.field-studies-council.org)

Mäsožravosť vo všetkých jej formách, od predácie k parazitizmu poskytuje základ pre veľké množstvo adaptácií. Dravý hmyz je taký, ktorý konzumuje viac ako jednu obeť na to aby dokončil svoj vývoj. Druh môže byť predátor ako larva alebo dospelý jedinec. Korisť je veľmi rôznorodá: iné druhy hmyzu, pavúky, roztoče, mäkkýše, žubrienky, ryby. (Huffaker, Gutierrez, 1999)

Predátory sa vyskytujú v rôznom prostredí a ich adaptácie zahŕňajú široké spektrum morfológických a fyziologických zmien a modely správania, ktoré dokazujú rozsiahle možnosti adaptácie hmyzu. (Von Berg et al., 2009)

Predátory vyvíjajú selektívny tlak na populácie ovplyvňované ich činnosťou. Výsledkom je veľké množstvo adaptácií, ktoré obmedzujú vplyvy predátorov na ich korisť. (Huffaker, Gutierrez, 1999)

Hmyz vyvinul rôzne stratégie na to, aby minimalizoval dopad dravcov. Patria sem napríklad adaptácie, ktoré znemožňujú rozlíšiť korisť od pozadia. Vo väčšine prípadov sa jedná o druhy aktívne v noci. Počas dňa zostávajú nečinné, bez pohybu, čím znemožňujú svoje objavenie predátorom, loviacim pomocou zraku. Medzi takéto druhy sa radia napríklad mole. (Gullan, Cranston, 2010)

1.6 Všeobecná charakteristika významných skupín epigeických bezstavovcov

1.6.1 Isopoda

Isopoda sú najpočetnejšia a najrozšírenejšia skupina kôrovcov *Peracarida*. Obývajú takmer všetky druhy prostredí. Od ostatných *Crustacea* sa odlišujú práve svojou všadeprítomnosťou. Do tejto skupiny patria žižlavky spolu s ich morskými príbuznými. (Brusca, 1997)

Táto skupina živočíchov sa vyskytla po prvý krát zhruba pred 300 mil. rokov. Druhy *Oniscidea* (zhruba 5 000 druhov) sú úplne prispôsobené na terestriálne prostredie. Tvoria skupinu kôrovcov, ktorá bola najúspešnejšia pri kolonizácii suchej zeme. (Gillott, 1995)

Štruktúra tela: tak ako u väčšiny kôrovcov, telo je rozdelené na: hlavu, hrud' a bruško. Prvý segment hrude je pripojený k hlave. Zvyšných sedem segmentov tvorí tzv. pereon a na každom sa nachádza jeden pár nôh. Nohy sú prispôsobené na pohyb a lov. (Capinera, 2008)

Isopoda majú zložené oči, dva páry tykadiel a štyri sady čeľustí. (Gillott, 1995) Embryá sa plne vyvinú v kapsičkách priamo na samici, ktoré opúšťajú plne vyvinuté ako tzv. manca. Sú to v podstate repliky dospelých jedincov, chýba im však posledný pár nôh. (Brusca, 1997)

1.6.2 Collembola

Chvostokoky sú najrozšírenejšou skupinou hmyzu, objavujú sa po celom svete vrátane Antarktídy. Majú tiež najvyšší výskyt, až 600 miliónov jedincov na hektár. Nachádzajú sa v pôde, detrite, dreve, jaskyniach, na pobreží, atď. Poznáme cca. 6 000 druhov. (Maddison, 2002)

Collembola sú jedným z najčastejších epigeických bezstavovcov v agroekosystémoch a sú dôležité ako súčasť potravného reťazca. (Frampton et al., 2001)

V regiónoch s miernym podnebím je pozorovaná denná vertikálna migrácia na kríkoch alebo kmeňoch stromov. Vzory správania sú závislé na zmenách vlhkosti a teploty, na ktoré sú *Collembola* veľmi citlivé. Reakcia na zmenu vlhkosti, teploty a množstva svetla je špecifická u každého druhu. Niektoré druhy sa vyskytujú rovnomerne počas celého dňa, pri iných bol zvýšený výskyt v nočných hodinách. (Frampton et al., 2001)

1.6.3 Araneae

Araneae sú tzv. pravé pavúky. Charakteristické pre ne je, že takmer všetky pavúky majú len päť častí bruška, ktoré sú spojené bez vonkajších stôp po segmentácii. Posledné dva segmenty sú modifikované na snovacie bradavky, z ktorých sa vylučuje vlákno. Pavúky majú jeden až štyri páry snovacích bradaviek, tieto sú prítomné i pri pavúkoch, ktoré netkajú sieť. Vlákno má mnoho ďalších funkcií, ako napríklad pri prenose spermatu, zapuzdrenie vajíčok, budovanie hniezd alebo podzemných skrýš. (Petrunkevitch, 1960)

Niektoré pavúky, ktoré netvorí sieť, svoju korisť aktívne sledujú a lovia alebo číhajú v úkryte. Patria sem napríklad *Lycosidae* alebo skákavky *Salticidae*. Na hlave sa nachádzajú štyri páry očí. Väčšina pavúkov dýcha pomocou tracheae, niektoré, ako napr. *Lycosidae*, majú pľúcne dutinky aj tracheae. (Petrunkevitch, 1960)

Pavúky sú jedným z najčastejších bezstavovcov – predátorov. Väčšina druhov sa živí primárne hmyzom, sekundárne inými pavúkmi. Zriedkavo sa korisťou stávajú červy, slimáky a malé stavovce. Kvôli ich abundancii a koristi hrajú dôležitú úlohu v agroekosystémoch, lesoch i iných terestriálnych ekosystémoch. Sú jednou z hlavných skupín predátorov, ktorá je potrebná pri rozvoji efektívneho, udržateľného agroekosystému. (Nyffeler, Sunderland, 2003)

1.6.3.1 Pavúky v poľnohospodárskej krajine

Poľnohospodárska krajina v Európe je obývaná veľkým množstvom rôznych druhov pavúkov, najmä *Linyphiidae* (plachtárkovité), *Lycosidae* (strehúňovité), *Araneidae* (križiakovité), *Tetragnathidae* (čelústnatkovité) a *Theridiidae* (pradiarkovité). Dominujú najmä *Linyphiidae*, ktoré budujú horizontálne siete. Lovčíkovité (*Pisauridae*) tvoria menšiu skupinu.

Pavúky žijú na rastlinách i na zemi. Zvyčajne sa nachádza viac ako 90% jedincov v blízkosti povrchu zeme. (Nyffeler, Sunderland, 2003)

V západnej Európe (UK, Francúzsko, Belgicko, Nemecko) je podiel *Linyphiidae* veľmi vysoký, často 93 až 99%. Druhové zloženie je rovnaké vo veľkých oblastiach Európy, kedy počtom dominujú druhy ako napr. *Oedothorax apicatus*, *Erigone atra*, *Erigone dentipalpis*, *Lepthyphantes tenuis*. (Petrunkevich, 1960)

V poli sú *Lycosidae* početnejšie pri okrajoch ako v centre, pričom *Linyphiidae* sú rovnomerne rozmiestnené v celej oblasti. *Linyphiidae* často dominujú v oblastiach bez poľnohospodárskeho porastu a okrajom polí v UK, ale v strednej Európe (Maďarsko,

Rakúsko) dominujú *Lycosidae* a iné. (Nyffeler, Sunderland, 2003)

Korist' pavúkov sa v jednotlivých poľnohospodárskych plodinách odlišuje len veľmi málo. Pavúky lovia často, približne jednu korist' za deň. *Linyphiidae* chytajú svoju korist' pomocou malej horizontálnej siete, rozprestretej nad malou terénnou depresiou. Siete však nie sú v poli rozmiestnené náhodne, odrážajú mikrodistribúciu potenciálnej koristi. Jemné siete s veľkosťou 1 až 74 cm² slúžia na lovenie malých druhov hmyzu, ako napríklad chvostoskokov, drobných mušiek alebo vošiek. Väčšie druhy hmyzu sa v týchto sieťach nachádzajú zriedkavo. (Nyffeler, Sunderland, 2003)

Niektoré druhy nie sú úplne závislé na použití siete a dokážu loviť svoju korist' i mimo nej. *Lycosidae* sú stredne veľké pavúky, ktoré lovia na povrchu pôdy bez použitia siete. (Castro et al., 2010)

Lycosidae sú denné lovce a niektoré druhy používajú taktiku vyčkávania. Ich korist'ou sú často chvostoskoky a *Diptera*. V podstate je ich korist' rovnaká ako pri *Linyphiidae*. Jedince lovia zvyčajne viac ako jeden druh koristi, čo prispieva vyváženosti potravy, dôležitej pre prežitie a rozmnožovanie. (Castro et al., 2010)

1.6.4 Carabidae

Je to najväčšia čeľaď *Adephaga* s viac ako 30 tisíc popísanými druhmi. Najznámejšie sú *Carabidae*, *Brachini*, *Cicindelidae*. Väčšina druhov je dravých. Veľké množstvo druhov loví rôznorodú korist', ale niektoré skupiny sa špecializovali, napríklad na mnohonôžky a slimáky. Je to veľmi rozsiahla čeľaď, ktorá zahŕňa väčšinou druhy pohybujúce sa po povrchu zeme. Dospelé sú jedince väčšinou čierne, často majú aj zelenú, modrú alebo medenú farbu. (Woodcock, 2010)

Carabidae (bystruškovité) sú známe najmä ako predátory, ktoré lovia iný hmyz a ostatné bezstavovce. Niektoré druhy sú však všežravé alebo fytofágne. Dospelé jedince, ktoré môžu žiť aj 2 roky alebo viac sú aktívne v noci, najmä v teplom počasí. Dokážu sa veľmi rýchlo pohybovať. Mnoho druhov nemá krídla, ak ich majú často nie sú funkčné. Za suchého počasia zostávajú jedince neaktívne a nekrmia sa. Po daždi však ich aktivita dosahuje vrchol. (Alford, 2007)

Carabidae sú často špecifické pre určité typy prostredia a majú nízku schopnosť rozširovať sa mimo svoje prostredie. Sú dobrými ukazovateľmi kvality prostredia alebo jeho zmeny. Sú dobrou skupinou pre štúdium ekológie krajiny. (Jopp, Reuter, 2005)

1.6.5 Mravce

Mravce sú malý až stredne veľký hmyz, ktorý zvyčajne žije na zemi, v kmeňoch stromov alebo hnijúcom dreve. Sú to spoločenské druhy hmyzu, spoločenstvo je tvorené hlavne robotníkmi bez krídel. Sú to všežravé saprofágy, niektoré druhy sa živia hubami alebo výlučkami vošiek. (Gullan, Cranston, 2010)

Mravce je možné nájsť po celom svete okrem Antarktídy, Islandu, Grónska, častí Polynézie a niekoľkých odľahlých ostrovov v Atlantickom a Indickom oceáne. Cca. 8 800 druhov bolo identifikovaných, pričom sa odhaduje, že existuje až 200 tisíc druhov. (Hiltey, 2010)

Mravce sú dôležitou skupinou hmyzu pre fungovanie ekosystémov. Môžu hrať významnú úlohu pri obehú živín, rozširovaní semien a regulácii populácií iných druhov hmyzu. (Ashcroft, 2010)

Mravce dokážu žiť v akomkoľvek suchozemskom prostredí, vrátane púští, pláží, múrov a rôznych potrubí. Druhové zloženie mravcov závisí na type porastov. Mravce majú veľmi zložitý sociálny systém, ktorý sa vyvinul len pri málo druhoch hmyzu. Dve alebo viacej generácií koexistujú, pričom dospelé jedince sa starajú o mladé. Členia sa do kást, ktoré tvoria kráľovné a samce, ktoré sú schopné reprodukcie a sterilné robotnice (samice). (Hiltey, 2010)

Spoločenstvá mravcov sú tiež citlivé na environmentálne disturbancie, ako sú pasenie, výrub dreva, ťažba nerastov, odstraňovanie porastov, záplavy alebo urbanizácia krajiny. (Ashcroft, 2010)

Mravce majú veľký význam, kvôli ich zložitým vzťahom s rôznymi rastlinami, ktoré na mravcov závisia. Toto zahŕňa šírenie semien, opelenie, obranu pred herbivormi a obohacovanie pôdy. (Gillott, 1995)

Zmeny spôsobené disturbanciami na pôvodných druhoch nie sú podmienené len intenzitou a frekvenciou narušení ale i štrukturálnou komplexitou a miestnymi súvislosťami v zasiahnutých habitatoch. (Corley et al., 2006)

1.6.6 Mnohonôžky – Diplopoda

Myriapoda, ku ktorým patria aj Diplopoda sú treťou najväčšou skupinou zvierat na svete, so zhruba 80 tisíc druhmi. Mnohonôžky sa vyskytujú už okolo 410 miliónov rokov a boli jednými z prvých obyvateľov súše. (Gillott, 1995)

Rozšírené sú po celom svete okrem severného a južného pólu. Obývajú veľmi

rozdielne prostredia a živia sa odumretým organickým materiálom, či už z rastlín alebo živočíchov. Najčastejšie sú aktívne za súmraku a v noci.

Telo sa skladá z tzv. diplosegmentov – (dva zrastené segmenty), na ktorých sú vždy dva páry nôh a poskytujú tak telu väčšiu stabilitu. Mnohonôžky nie sú dobre prispôbolené stratám vody pri transpirácii, preto sú viazané na vlhké stanovišťa. Voda teda predstavuje limitujúci faktor ich rozšírenia. (Decker, Pfeifle, 2010)

Mnohonôžky zohrávajú významnú úlohu v pôde. Zabezpečujú jej prevzdušnenie a zmiešavajú organickú a anorganickú zložku pôdy. V niektorých ekosystémoch zabezpečujú rozklad listov. V ekosystémoch strednej Európy však rozložia len 1 – 5% opadaných listov. (Jabin, 2004)

1.6.1.1 Diplopoda ako škodcovia poľnohospodárskych plodín

Porozumenie pestrosti druhov, ktoré prispievajú k znižovaniu množstva semien je veľmi dôležité. Na jej základe je možné určiť vplyv dominantných predátorov na reguláciu granivorov. Semená sú konzumované z materských rastlín alebo z povrchu zeme po ich rozšírení z materskej rastliny. (Koprdoová et al., 2010)

Občasná granivoria bola pozorovaná i u žižiaviek (*Isopoda: Oniscidea*). Mnohonôžky (*Diplopoda*) sa zvyčajne skúmajú spolu so žižiavkami a stonôžkami, ktoré majú porovnateľnú hustotu populácií, spôsob života a vykazujú spoločné znaky v správaní počas roka. Mnohonôžky sú saprofágy, ktorých hlavnou zložkou potravy je detritus, i keď bola pozorovaná konzumácia poľnohospodárskych plodín. (Capinera, 2008)

Na základe experimentov Koprdoovej et al. (2010) bolo dokázané, že i v prípade zdroja prirodzenej potravy mnohonôžky konzumujú semená poľnohospodárskych plodín. Množstvo skonzumovaných semien je ovplyvnené i prítomnosťou preferovaného zdroja potravy, tzn. detritu. Semená však preukázateľne tvoria malú ale pravidelne prijímanú súčasť stravy.

I keď mnohonôžky nie sú významnými konzumentmi semien, vďaka ich abundancii a celkovej distribúcii môžu spôsobiť významné straty najmä na rastlinách, ktoré majú malé semená. (Koprdoová et al., 2010)

1.6.7 Kosce

Na rozdiel od iných pavúkovcov sú kosce tolerantné voči jedincom vlastného druhu. Niektoré druhy dokonca vytvárajú spoločenstvá, ktoré sa skladajú z dospelých

jedincov a mláďat oboch pohlaví. Jedince sa zhromažďujú na chránených miestach s prístupom k zdroju vody. (Pinto-da-Rocha et al., 2007)

1.6.8 Diptera

Vo väčšine terestrických ekosystémov sú larvy Diptera (dvojkřídlowce) dôležitou súčasťou pôdnej fauny a dospelé jedince sú hlavnou skupinou okrídleného hmyzu pochádzajúcou z pôdy. Zmena habitatu nie je len dôležitým prvkom životného cyklu a populačnej dynamiky jednotlivých druhov, ale vyliahnuté jedince prispievajú i do nadzemných potravných reťazcov, kde slúžia ako potrava alebo niektoré ako dravce. (Nielsen, 2007)

Druhovú bohatosť a abundanciu sú ovplyvnené rôznymi environmentálnymi faktormi, ako napríklad zrážky, teplota a vrstva detritu. Tiež ich ovplyvňuje ľudská aktivita, ako napríklad poľnohospodárske zásahy. (Woodcock, 2003)

1.6.9 Scarabaeidae

Scarabaeidae využívajú trus ako zdroj potravy a miesto pre reprodukciu. Chrobáky sa buď živia tekutinami alebo celým trusom, ktorý slúži ako potrava pre larvy. (Brown et al., 2010)

Trus je zakopaný v komôrke na konci chodby, kde slúži ako potrava alebo sú do neho kladené vajíčka. Larva zostáva v pôde po dobu od niekoľkých týždňov až po niekoľko mesiacov. (Zahradník, 1993)

Tieto druhy hmyzu poskytujú veľké množstvo ekosystémových služieb. Výsledkom ich zahrabávania trusu a budovania chodieb je zvýšenie úrod a zvýšenie množstva dusíku v pôde. Pri rýchlom zakopaní trusu tento stráca len cca. 15% zo svojho dusíku. Pri hnojení, kedy hnoj zostáva na povrchu pôdy, stratí sa až 80% dusíku. *Scarabaeidae* tiež priaznivo ovplyvňujú infiltráciu vody do pôdy. (Brown et al., 2010)

1.7 Priestorová štruktúra krajiny

Poľnohospodárska krajina je dominantným druhom krajinnej štruktúry vo veľkých častiach Európy. Sú mozaikou intenzívne obhospodarovaných území s poloprírodnými (semi-natural) elementami, ako sú napr. okraje polí, lesnaté koridory, potoky. Poloprírodné krajinné elementy poskytujú zdroje pre väčšinu druhov v poľnohospodárskej krajine.

(Diekötter et al., 2008)

Sieť remízok poskytuje biotop veľkému množstvu organizmov, ktoré by sa inak v poľnohospodárskej krajine nevyskytovali. Sú to rôzne druhy rastlín, zvierat a vtákov.

Tieto územia tiež poskytujú možnosti prechodu (koridor) pre zvieratá pohybujúce sa medzi oddelenými časťami lesa a tým umožňujú i rekolonizáciu a/alebo záchranu lokálnych populácií. (Bhar, Fahrig, 1998)

Intenzifikácia poľnohospodárstva neustále znižuje rozlohu a diverzitu týchto poloprírodných krajinných prvkov. (Hof et al., 2010)

Stúpajúce množstvo poľnohospodárskej aktivity počas predchádzajúcich desaťročí zapríčinilo deštrukciu pásov drevín, ktoré lemovali polia. (Asteraki et al., 2004)

Tieto porasty však majú ekologické výhody, ako napríklad obmedzenie erózie, zachovanie biodiverzity a kontrolu škodcov. (Bhar, Fahrig, 1998)

Okraje polí sú významným zdrojom pre mnoho druhov živočíchov a pôsobia ako rezervoár pre reinváziu druhov po ukončení poľnohospodárskych činností. Okraje polí vytvárajú pufrovaciu zónu proti účinkom hnojív a pesticídov a proti inváznym druhom. (Meek et al., 2002)

Heterogenita, rozloha a variabilita poloprírodných krajinných prvkov sú najdôležitejšími faktormi v predpovedaní biodiverzity v agroekosystémoch. Priestorová heterogenita zvyšuje biodiverzitu. (Diekötter et al., 2008)

Spojitosť krajiny významne pôsobí na pohyb organizmov medzi zdrojmi. Diverzita v rôznych typoch habitatov a medzi nimi sa môže odlišovať medzi rôzne usporiadanými oblasťami. Diverzita je rôzna aj medzi jednotlivými taxónmi, ktoré sa odlišujú v rozšírení, požiadavkami na habitat, špecializáciou na druh potravy a trofickým stupňom. (Diekötter et al., 2008)

Pochopenie distribúcie a diverzity funkčne odlišných skupín hmyzu v poľnohospodárskej krajine je základom pre udržanie a rozširovanie biodiverzity a fungovanie ekosystémov. (Moreno et al., 2010)

1.8 Fragmentácia habitatov v poľnohospodárskej krajine

Efekty lesnatých okrajov polí na spoločenstvá hmyzu sú veľmi komplexné. Niektoré štúdie sa zamerali na okraje polí ako habitat pre dravý hmyz, najmä *Carabidae* (bystruškovité) a pavúky. Je známe, že porasty stromov majú negatívny vplyv na škodlivý hmyz na poliach kvôli rozšíreniu populácií dravého hmyzu. (Sander et al., 2006)

Väčšina štúdií o predátoroch však len dokumentuje hustotu predátorov na okrajoch a poliach a nezachytáva čistý účinok na zníženie populácií škodcov. Štúdie porovnávajúce hustotu všetkých druhov hmyzu na lesnatých okrajoch a susediacich poliach ukázali väčšiu diverzitu druhov na okrajoch. Boli nájdené vzťahy medzi hustotou a rozmanitosťou vo viacerých druhoch poľnohospodárskeho hmyzu. Tieto pozorovania napovedajú, že okraje pomáhajú rozšíreniu herbivorov i predátorov hmyzu. (Bhar, Fahrig, 1998)

Tento stav môže mať dve príčiny:

1. lesnaté okraje polí predstavujú náhradné životné prostredie pre poľnohospodárske druhy hmyzu, pričom poskytujú miesto na prezimovanie, estiváciu (tzv. letný spánok, zníženie metabolizmu v lete počas suchého a teplého obdobia), priestor na párenie alebo zdroj potravy. Pri použití pesticídov slúžia ako útočisko pre hmyz.
2. okraje môžu zvyšovať populácie škodcov, pretože môžu pôsobiť ako bariéra pre presun hmyzu z poľa, čím sa zvyšuje ich populácia na danom území.

Štúdie ukázali, že pohyb druhov hmyzu špecializovaných na určitú rastlinu je výrazne obmedzovaný bariérou medzi hostiteľskými rastlinami a ostatnou vegetáciou a že tento efekt rastie so zvyšujúcou sa výškou nehostiteľskej vegetácie. Remízky spomaľujú alebo zastavujú pohyb rôznych druhov hmyzu z okolitých polí alebo vzdialenejších území. Vo väčšom merítku takéto bariéry v pohybe môžu znižovať populácie hmyzu na poliach znížením možnosti pohybu medzi poliami. (Bhar, Fahrig, 1998)

Poľnohospodárska krajina je dynamickým systémom, pretože na území sa menia pestované plodiny. Preto perzistencia a abundancia hmyzu závisí od ich možnosti presunu medzi jednotlivými poliami, aby mohli kolonizovať nové plochy s hostiteľskými rastlinami.

Na regionálnej úrovni môžu lesné porasty znižovať populácie limitovaním možnosti kolonizácie nových území. (Saska et al., 2007)

Fragmentácia krajiny redukuje regionálnu populáciu škodcov vtedy, keď je krajina viac fragmentovaná, t. j. keď sa v nej nachádza väčšie množstvo menších polí. Pri danej rotácii plodín, viac polí dosiahne koniec cyklu v danom roku vo viac fragmentovanej poľnohospodárskej krajine ako v menej fragmentovanej. Dochádza k rýchlejšiemu striedaniu plodín na danom území. (Duyck, 2010)

Aby škodce maximalizovali ich regionálne populácie, musia každé vzniknuté pole kolonizovať veľmi rýchlo. Dlhšie časové obdobie trvá kolonizácia veľkého množstva malých polí. (Bhar, Fahrig, 1998)

Remízky pôsobia ako bariéry pohybu medzi poľami, sú schopné znižovať regionálnu populáciu škodcov, ak je rotácia plodín krátka, tzn. ak je každý rok pole porané a nasadená je nová plodina, na ktorú sa škodce pôvodnej plodiny nezameriavajú. (Asteraki et al., 2004)

Dynamika populácie a trofické interakcie závisia na procesoch, ktoré sú priestorovo väčšie ako jedno pole a rôzne druhy sa na tom istom území správajú odlišne. Škodce a ich nepriatelia často prekračujú hranicu medzi poľnohospodárskym a prírodným ekosystémom, čo si vyžaduje kombinované štúdium oboch druhov ekosystémov. (Tscharntke et al., 2007)

1.9 Antagonistické vzťahy bezstavovcov

Základom biologickej kontroly je podpora prírodných nepriateľov, ktorí sa už nachádzajú v danom území. Pri intenzifikácii poľnohospodárstva je komplexnosť krajiny znižovaná, plocha nepoľnohospodárskych prvkov je fragmentovaná a krajina sa stáva mozaikou oddelených habitatov. (Tscharntke et al., 2007)

Predátory hrajú dôležitú úlohu v kontrole herbivorov. Populácie predátorov môžu byť zvyšované modifikáciou prostredia agroekosystémov tak, aby sa zvýšil počet druhov koristi, ktorá súčasne nie je škodlivá pre rastliny. Agroekosystémy môžu byť modifikované rôznymi typmi manažmentu, napríklad rotáciou plodín alebo medziplodinami, čo zapríčini zvýšenie biodiverzity. Napríklad organické farmy majú výrazne vyššiu biodiverzitu ako konvenčné. (Duyck et al., 2010)

Dekompozítory zabezpečujú zdroj potravy pre predátory a rozvoj ich populácie. Stratégie na rozvoj detritovorov zvyšujú počty predátorov a zvyšujú efekty biologickej

kontroly. Dobrým zdrojom potravy sú rôzne druhy chvostoskokov. Vošky na poľnohospodárskych plodinách sú naproti tomu zdrojom potravy s nízkou kvalitou, čo ovplyvňuje biokontrolu. (Von Berg et al., 2009)

Epigeické predátory sú dôležitými antagonistami škodcov v agroekosystémoch. Zvyšovanie populácií alternatívnej koristi je jednou z ciest ako podporovať tieto predátory. (Sander et al., 2006)

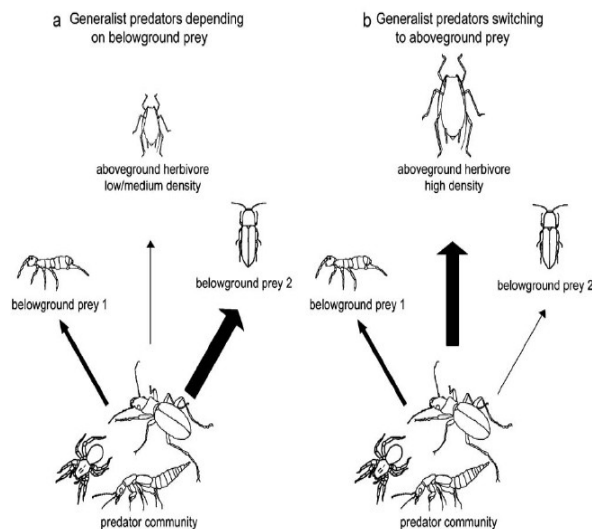
Alternatívna korisť tiež môže odvrátiť pozornosť predátorov od ich pôvodnej koristi a tým znížiť efektivitu biologickej kontroly. Môže však i prispieť k zachovaniu predátorov v dostatočnom počte v čase, keď je málo škodcov. (Von Berg et al., 2009)

Predátory môžu nahrádzať alebo meniť jednotlivé druhy koristi podľa ich abundancie.

Aby sa mohli vyvinúť spoľahlivé predpovede biologickej kontroly, je dôležité odhadnúť dôležitosť predátorov, škodcov, alternatívnej koristi a ich vzájomných interakcií. (Moreno et al., 2010)

Predátory môžu byť efektívnym spôsobom biologickej kontroly. Môžu znižovať populácie škodcov, čím sa znižuje poškodzovanie plodín a zvyšuje úroda. Vývoj stratégií manažmentu, ktoré zvyšujú efekt biologickej kontroly prostredníctvom predátorov, môžu byť pre farmárov výhodné. V agroekosystémoch sa nachádza veľké množstvo druhov potenciálnej koristi okrem škodcov. (Juen, Traugott, 2004)

Vošky sú najdôležitejšími škodcami v obilných poliach a zapríčiňujú poškodenie rastlín a straty úrody priamo poškodzovaním rastlín ale i prenosom ochorení. Množstvo štúdií ukázalo, že predátory dokážu potlačiť populácie vošiek. Avšak, táto kontrola populácie nie je vždy úspešná a zlyhanie je čiastočne pripisované výskytu alternatívnej koristi. (Von Berg et al., 2009)



Obr. 2
 Korisť uprednostňovaná zoofágnymi bezstavovcami (Gillott, 1995)

1.10 Vplyv habitatu a štruktúry krajiny na diverzitu epigeických bezstavovcov

Zvýšené množstvo predátorov je základným predpokladom pre biologickú kontrolu.

Viac predátorov znamená zvýšenú konzumáciu škodcov, pričom predátory sa presúvajú v priestore spolu s populáciou škodcov. (Woodcock et al., 2010)

V Európe a iných regiónoch s miernou klímou sú pozemné druhy chrobákov dôležitou zložkou spoločenstiev prirodzených nepriateľov škodcov. Pozitívny efekt predátorov na kontrolu škodcov je jedným z hlavných dôvodov pre vytváranie neosiatych okrajov polí. (Müller et al., 2004)

Organické hospodárenie prebieha bez použitia syntetických pesticídov a minerálnych hnojív a spolieha sa na časté striedanie plodín, ktoré spôsobuje zvýšenú priestorovú a časovú heterogenitu. (Diekötter et al., 2010)

Pozitívny efekt organického hospodárenia na lokálnu druhovú bohatosť a abundanciu je lepšie pozorovateľný v homogénnej krajine s veľkými plochami poľnohospodárskej krajiny než v heterogénnej, ktorá už ponúka rôzne druhy habitatov. (Lewis, 2007)

Poznatky o heterogenite komunit predátorov sú dôležité pre vývoj stratégií integrovaného manažmentu škodcov a zachovanie ich prirodzených nepriateľov. Habitaty, ktoré sa pre ľudí javia ako homogénne môžu byť v skutočnosti priestorovou mozaikou rôznych mikrohabitatov, ktoré ovplyvňujú prirodzených nepriateľov a ich vplyv na populácie škodcov. (Juen, Traugott, 2004)

Distribúciu predátorov ovplyvňuje veľké množstvo biotických a abiotických parametrov. Moderná intenzívne obhospodávaná poľnohospodárska krajina neposkytuje dostatočne kvalitný habitat pre väčšinu bezstavovcov. Mechanické disturbance, herbicídy, pesticídy, rozširovanie polí a zjednodušovanie poľnohospodárskej krajiny prispeli k zníženiu množstva bezstavovcov. Toto zníženie má tiež dopad na väčšie druhy cicavcov, pre ktoré tvoria zdroj potravy. (Meek et al., 2002)

Priestorová distribúcia *Carabidae* v ozimných druhoch obilnín môže byť veľmi variabilná. V poliach s veľkou rozlohou diverzita a hustota zvyčajne klesá smerom od okraja ku stredu. Prienik smerom do stredu poľa je odlišný v závislosti od rodu a druhu. Štruktúra krajiny a diverzita habitatov vo väčšom území ovplyvňuje diverzitu a abundanciu druhov, vrátane *Carabidae*, v lokálnom merítku. (Saska et al., 2007)

Zníženie rozlohy okrajových častí polí je považované za hlavnú príčinu zníženia výskytu *Carabidae* v posledných desaťročiach. Nedávne štúdie ukazujú, že veľká diverzita habitatov na úrovni krajiny môže mať väčší dopad na lokálnu diverzitu a druhovú bohatosť než manažment poľa. (Saska et al., 2007)

Carabidae sú druhovo bohatá skupina, pričom množstvo druhov sa nachádza v poľnohospodárskej krajine, kde boli podrobne skúmané. (Petit et al., 2003)

Diverzita druhov v poľnohospodárskej krajine je zvyčajne zvýšená diverzifikáciou plodín – heterogenita plodín, výsev medziplodín, okraje polí. Štruktúralne a vegetačné podmienky okrajov sú tiež dôležité pri určovaní druhového zloženia hmyzu. Povaha a stav habitatov obkolesujúcich záujmovú lokalitu sú vhodným nástrojom na predpovedanie prítomnosti najbežnejších druhov *Carabidae*. (Juen, Traugott, 2004)

1.11 Vegetačná diverzifikácia

Koncept biodiverzity nepozostáva len z množstva prítomných jedincov ale zahŕňa i aspekty ako sú zloženie, štruktúra a funkcia. Každá z týchto častí má niekoľko úrovní. (Pickett, Bugg, 1998)

Záznamy z prirodzených lúčnych ekosystémov ukazujú, že zvýšená druhová diverzita rastlín vedie k zväčšeniu pokryvu územia rastlinami, zvýšeniu produkcie biomasy a k lepšiemu prežívaniu období sucha a zníženiu vyplavovania dusíka. (Meek et al., 2002)

Diverzifikácia vegetácie môže ovplyvniť škodlivý hmyz viacerými spôsobmi, s alebo bez pôsobenia prírodných nepriateľov. Môže prispieť k rozšíreniu škodlivého hmyzu – *Heliothis* (*Lepidoptera*, *Noctuidae*), *Lygus* (*Hemiptera*, *Miridae*), ploštice (*Hemiptera*, *Pentatomidae*), ak sú viazané na jeden druh kultúrnej rastliny a je k dispozícii možnosť prechodu a rozšírenia z daného územia. (Pickett, Bugg, 1998)

Diverzifikácia tiež môže poskytovať hmyzu zdroj potravy alebo priestor na prezimovanie. Diverzita však môže tiež znížiť výskyt škodlivého hmyzu ak obmedzuje pohyb hmyzu, kolonizáciu, reprodukciu alebo iným spôsobom narušuje životný cyklus hmyzu. (Pickett, Bugg, 1998)

Ak je diverzifikácia použitá, aby sa obmedzili výskyty škodlivého hmyzu, kolonizácia alebo reprodukcia na daných plodinách, vtedy hovoríme o kultúrnej kontrole. Táto môže zahŕňať:

1. diverzifikáciu plodín
2. zmätenie škodcov – vizuálne alebo ich čuchového zmyslu, čím sa zníži kolonizácia cieľových plodín
3. zmeny nutričných vlastností plodín
4. mikroklimatické zmeny, ktoré obmedzia populácie škodcov

Ak je účelom zvýšiť abundanciu prirodzených nepriateľov, je to často vnímané ako súčasť biologickej kontroly. Kultúrna a biologická kontrola však môžu byť uplatňované súčasne. (Pickett, Bugg, 1998)

Rozširovanie invázných, nepôvodných druhov je jednou z najväčších hrozieb pre dlhodobé zdravie a biologickú diverzitu krajiny. Larvy *Scarabaeidae* sú jedným z najväčších škodcov v poľnohospodárskej krajine. Larvy sa krmia na koreňovom systéme a dospelé chrobáky spôsobujú škody na listoch rastlín. (Grewal et al., 2002)

2. Cieľ práce

Cieľom práce je vyhodnotenie výskytu najvýznamnejších taxónov epigeických bezstavovcov v danej oblasti. Súčasťou je zhodnotenie vhodnosti štruktúry krajiny z hľadiska možnosti presunu hmyzu, preskúmanie priestorovej distribúcie epigeických predátorov v poľnohospodárskych ekosystémoch a zhodnotenie rozdielov medzi poľnohospodárskym a lesným ekosystémom, ako i zhodnotenie ekosystémových služieb poskytovaných bezstavovcami v krajine.

Hodnotené boli:

- podpora rozvoja a zachovania mozaikovitosti krajiny
- zachovanie koridorov ako významných oblastí pre šírenie prospešných druhov
- využitie dravých druhov hmyzu ako regulácie rozšírenia významných škodcov
- vplyv líniových krajinných prvkov na rozširovanie epigeických bezstavovcov v poľnohospodárskej krajine

3. Metodika práce a metody skúmania

3.1 Charakteristika oblasti

Skúmané územie patrí v zmysle regionálneho geomorfologického členenia Slovenska do podsústavy Panónska panva, provincia Západopanónska panva, subprovincia Viedenská kotlina, oblasť Záhorská nížina, geomorfologický celok Borská nížina.

Rozsiahle porasty *Pinus sylvestris* dodávajú Borskej nížine určitý monotónny ráz. Piesočnaté duny sú prevažne kremenné (obsahujú až 90 % kremeňa), s nízkym obsahom živcov a sľudy. Majú slabo kyslú až neutrálnu reakciu. Veľký vplyv na podnebie Borskej nížiny majú Malé Karpaty. Počas celého roka sa vyskytujú pomerne silné severozápadné vetry striedajúce sa s juhovýchodnými. Cez zimu zmierňujú klímu nížiny a v lete vysušujú a zvyšujú teplotu. Priemerné ročné teploty sú okolo 9 až 9,6 °C a počas júla (najteplejší mesiac) priemerne 19,6 – 20,2 °C. Vegetačné obdobie trvá približne 250 dní. V tejto oblasti spadne ročne 550 – 650 mm zrážok, z toho 300 – 320 mm pripadá na vegetačné obdobie (Krippelová & Krippel 1956; Halada et al. 1994).

Borovicové lesy na Borskej nížine zaberajú približne 44 000 ha, z toho je len okolo 35 % prirodzeného charakteru. Zvyšných 65 % tvoria sekundárne borovicové monokultúry. Vegetácia na jednotlivých lokalitách bola určená na základe údajov Národného lesníckeho centra vo Zvolene.

3.1.1 Lokalita A – borovicová dúbrava – Pineto-Quercetum

Nachádza sa v blízkosti mesta Senica pri priemyselnom parku v lokalite Kaplinské pole. Vzorky boli odoberané na rozhraní lesného porastu a poľa, na ktorom bola pestovaná slnečnica ročná *Helianthus annuus*.

Charakter rozšírenia: zonálne spoločenstvo, spravidla tvorí menšie až stredne veľké plochy na vypuklých (najsuchších) reliéfnych tvaroch. Všetky tieto spoločenstvá na viatych pieskoch sú si vývojovo príbuzné - predstavujú súvislý rad stanovišť líšiacich sa najmä vlhkosťou a čiastočne aj obsahom sprašovej prímеси.

Vetrom modelovaný povrch piesčitej roviny je tvorený radmi dún, dnes už spevnených vegetáciou a znížených postupnou denudáciou. Pri súčasnom spôsobe obhospodarovania vznikajú depóniá pňov, haluziny a pôdneho zvršku vysoké spočiatku do

cca 3 m, dlhé niekoľko sto metrov. Ide o najnestabilnejší reliéf na Slovensku.

Podložie: kremité viate piesky (Pleistocén), vždy bez obsahu karbonátov. Hlavnými osobitosťami sú malá odolnosť obnaženého povrchu voči vetru, extrémna presychavosť pôd, nízky obsah živín a veľký rozdiel medzi genetickou a fyziologickou hĺbkou pôd.

Pôdy: sypké syrozeme až sypké rankre (regozeme). Vývoj pôd je v prípade hospodárskych lesov brzdený nešetrným obhospodarovaním. Pôdy ochranných lesov sú spravidla veľmi mladé.

Určujúce dreviny: v súčasnosti rás porastov určuje borovica lesná, v prípade zalesnenia dubom alebo brezou previsnutou sa však fytoceózy prakticky nemenia. V porastoch prevláda borovica obmedzeného vzrastu avšak, v prípade umelého založenia porastov, plného zakmenenia. Dub sa tu pod borovicovým zápojom, na rozdiel od vlhších SLT na viatych pieskoch, zmladzuje len pomaly. Pomalá je aj prirodzená obnova borovice.

Fytoceóza: Bylinná vrstva pôsobí jednoduchým dojmom, občas je však tvorená pomerne širokou škálou ťažko rozlíšiteľných druhov lišajníkov alebo machov. Typicky by na vrcholoch dún mali dominovať lišajníky *Cladonia sp.*, na svahoch dún machy *Pleurozium schreberi*, *Dicranum sp.*, *Leucobryum glaucum*, *Polytrichum spp.*, *Hylocomium splendens* a p. a na bázach dún resp. na zarovnanom povrchu *Festuca ovina*, *Festuca vaginata*, *Carex sp.* a p. Na odkrytých pieskoch sa ako pioniersky druh objavuje *Corynephorus canescens* znášajúci navievanie (nie odvíevanie) piesku. Z bylinných druhov sa občas vyskytujú *Jasione montana*, *Potentilla arenaria*, *Dianthus serotinus*, *Thymus serpyllum* a p. V niektorých fytoceózach dominuje aj *Calluna vulgaris*, ktorý predstavuje pozostatok bývalých vresovísk (biotop európskeho významu 4030).

Poschodie krovín býva tvorené prevažne zmladenými jedincami *Quercus petraea* agg., prípadne *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*. Primiešaná býva tiež *Frangula alnus*. Bylinný podrast pozostáva najmä z niektorých tráv ako *Festuca ovina* agg., ktorá je tu zastúpená taxónmi *F. dominii* a *F. vaginata*. Ďalej sú to *Anthoxanthum odoratum*, *Thymus serpyllum*, *Acetosella vulgaris*, *Calamagrostis epigejos*, *Mycelis muralis* a *Hypericum perforatum*. V spoločenstvách je aj veľmi bohaté zastúpenie machov a lišajníkov. Súvislé koberce vytvára *Pleurozium schreberi*, často sa vyskytuje *Dicranum polysetum* a *D. scoparium*. Bohato zastúpené je aj *Hypnum cupressiforme* a *Leucobryum glaucum*. Významné postavenie majú aj druhy rodu *Cladonia*. V posledných rokoch sa veľmi rozširuje najmä neofyt *Phytolacca americana*.

3.1.2 Lokalita B – dúbrava - Quercetum

Nachádza sa na severnom okraji kyslomilných dubovo-borovicových lesných porastov Borskej nížiny. Jedná sa o rozhranie lesného a poľného ekosystému oddelených komunikáciou, ktorá tvorí príjazdovú cestu k skupine domov. Komunikácia mala charakter poľnej cesty, čiastočne bola upravená štrkom a trávnaté okraje boli kosené do vzdialenosti cca. 0,5 metra od cesty. Na príľahlom poli bol pestovaný jačmeň ozimný.

Stanovištia na pieskoch sú produktívnejšie a predstavujú už "priaznivejší" variant oproti najextrémnejším lokalitám na pieskoch.

Jedná sa o spoločenstvo, ktoré tvorí menšie až stredne veľké plochy na relatívne priaznivejších reliéfoch (rovinaté plochy, stredné časti svahov dún), prerušované plochami Pineto-Quercetum na najvypuklejších častiach reliéfu (hrebene dún, strmšie svahy, "náhorné plošiny"). Všetky tieto spoločenstvá na viatych pieskoch sú si vývojovo príbuzné - predstavujú súvislý rad stanovišť líšiacich sa najmä vlhkosťou a čiastočne aj obsahom sprašovej prímеси.

Reliéf tvorí vetrom modelovaný povrch piesčitej roviny tvorený radmi dún, dnes už spevnených vegetáciou a znížených postupnou denudáciou. Ide o najnestabilnejší reliéf na Slovensku.

Podložie: kemité viate piesky (Pleistocén), vždy bez obsahu karbonátov. Ide o veľmi osobité podložie, výrazne ovplyvňujúce ekológiu porastov. Hlavnými osobitosťami sú malá odolnosť obnaženého povrchu voči vetru, extrémna presychavosť pôd, nízky obsah živín a veľký rozdiel medzi genetickou a fyziologickou hĺbkou pôd.

Pôdy: sypké syrozeme až sypké rankre (regozeme). Vyvinutejšie pôdy sa zvyknú mapovať do hnedých rankrových pôd typických, známky hnednutia však nie sú príliš viditeľné - skôr ide o počiatočné štádiá podzolov. Vývoj pôd je v súčasnosti často brzdený nešetrným obhospodarovaním.

Určujúce dreviny: v súčasnosti ráz porastov určuje borovica lesná, v prípade zalesnenia dubom alebo brezou previsnutou sa však fytoocenózy prakticky nemenia. Bylinná vrstva pôsobí jednoduchým dojmom, občas je však tvorená pomerne širokou škálou ťažko rozlíšiteľných druhov lišajníkov alebo machov. Typicky by na vrcholoch dún mali dominovať lišajníky *Cladonia* sp., na svahoch dún machy *Pleurozium schreberi*, *Dicranum* sp., *Leucobryum glaucum*, *Polytrichum* spp., *Hylocomium splendens* a p. a na bázach dún resp. na zarovnanom povrchu trávovité druhy *Festuca ovina*, *Festuca*

vaginata, *Carex sp.* a p.

Na odkrytých pieskoch sa ako pioniersky druh objavuje *Corynephorus canescens* znášajúci navievanie (nie odvievanie) piesku. Z bylinných druhov sa občas vyskytujú *Jasione montana*, *Potentilla arenaria*, *Dianthus serotinus*, *Thymus serpyllum* a p. V niektorých fytocenózach dominuje aj *Calluna vulgaris*, ktorý predstavuje pozostatok bývalých vresovísk (biotop európskeho významu 4030).

3.1.2.1 Hrabová dúbrava

Fytocenóze často dominujú machy (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum sp.*, ale aj "suchomilnejšie" druhy ako *Leucobryum glaucum*). Občas sú prítomné dokonca aj lišajníky rodu *Cladonia*. Typická je účasť vlhkomilných druhov ako *Molinia arundinacea*, alebo aspoň druhov na vlhkosť náročnejších (*Moehringia trinervia*, *Carex hirta*, *Brachypodium sylvaticum*). Vyskytujú sa tu aj ďalšie bežné trávovité druhy viatych pieskov *Festuca ovina*, *Carex brizoides*, *Carex stenophyla*. V niektorých fytocenózach sa vyskytuje aj *Calluna vulgaris*, ktorý predstavuje pozostatok bývalých vresovísk (biotop európskeho významu 4030).

3.1.3 Lokalita C – brehové porasty vrb

Nachádza sa v blízkosti rieky Myjava. Jedná sa o malý vodný kanál, prevažne s porastami vrb. Podrast je tvorený prevažne trsťou obyčajnou *Phragmites australis* a žihľavou dvojdomou *Urtica dioica*, ostružinami a rôznymi druhmi tráv. Tento kanál tvorí rozhranie medzi poľami, vytvára koridor.

3.1.3.1 Vrbovo-topoľové nížinné lužné lesy

Porasty nie sú úplne zapojené, sú spravidla viacposchodové. Krovinové poschodie je druhovo chudobné, prevládajú v ňom zmladené jedince stromov. V bylinnej vrstve sa uplatňujú hygrofilné a nitrofilné druhy. Typickým znakom je vysoká pokryvnosť a prevaha niektorých rýchlo sa šíriacich autochtónnych druhov, napr. *Urtica dioica*, *Phalaroides arundinacea*, *Rubus caesius*, ale aj zavlečených invázných druhov, ako sú *Aster sp.*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*, *Impatiens glandulifera* a iné.

Druhové zloženie: *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix alba*, *S. fragilis*, *S. × rubens*, *S. triandra*, *Caltha palustris*, *Carex riparia*, *Epipactis albensis*, *Galium palustre*, *Humulus lupulus*, *Iris pseudacorus*, *Leucosium aestivum*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia nummularia*, *L. vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Mentha longifolia*,

Myosotis scorpioides agg., *Persicaria hydropiper*, *Phalaroides arundinacea*, *Rubus caesius*, *Symphytum bohemicum*, *S. officinale*, *Stachys palustris*, *Urtica dioica*, *Vitis sylvestris*.

3.2 Postupy zberu

Odber bol realizovaný na troch lokalitách v severnej časti Borskej nížiny. Poloha pascí bola určená na základe údajov GPS. Na každej lokalite boli v línii rozmiestnené štyri zemné pasce. Pri štúdiu druhovej bohatosti je množstvo druhov získané zemnými pascami väčšie, ak sú umiestnené v čo najväčšom počte mikrohabitatov. Mikrohabitaty sa líšia na základe vlastností pôdy, vlhkosti, štruktúry vegetácie, dominantných druhov rastlín.

Vzdialenosť medzi jednotlivými pascami na lokalite bola 50 metrov, čím sa zabezpečila vysoká diverzita druhov, ktoré tak lepšie charakterizujú druhové zloženie v konkrétnom ekosystéme.

Na začiatku boli zbery realizované v týždňových intervaloch, tzn. pasce boli neustále otvorené, zber každých sedem dní. Zber bol realizovaný každé dva týždne na začiatku sledovaného obdobia, tzn. v priebehu apríla. Zber v nasledujúcom období prebiehal vždy v prvom a treťom týždni mesiaca. Pasce boli vždy otvorené po obdobie sedem dní.

3.3 Zemné pasce

Je to jedna z najbežnejších metód slúžiaca na pozorovanie pozemných druhov bezstavovcov. Veľké množstvo faktorov však môže ovplyvniť odchyt bezstavovcov. Jedným z takýchto faktorov je vzdialenosť medzi pascami.

Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú efektivitu pascí patria podľa Warda (2001):

- použitá technika – priemer pasce, rozmiestnenie, použitý materiál, disturbancie
- skúmaný habitat – kompozícia, vlastnosti pôdy
- charakteristiky druhov – veľkosť tela, aktivita, možnosť chytenia do pasce

3.3.1 Popis pasce

Sú to pomerne malé nádoby vsadené v zemi, na zber pozemných druhov hmyzu. Slúžia na zber hmyzu, ktoré spadnú do nádoby a utopia sa v tekutine na jej dne. Tento druh pascí je veľmi ľahký na údržbu a inštaláciu, vyžaduje si menej finančných prostriedkov a je jednoduchší na spracovanie vzoriek pre ich menší objem.

Najčastejšou úpravou zemnej pasce je kryt. Kryt vytvára mikrohabitat, ktorý je atraktívny pre denné druhy pozemného hmyzu, ktoré majú negatívnu reakciu na svetlo. (Finnamore et al., 1998)

Kryt tiež chráni pascu a jej obsah pred klimatickými vplyvmi a tým čiastočne zabraňuje rozkladu vzoriek. Kryt je nepriehľadný, aby sa zabránilo „skleníkovému efektu“ v pasci a má farbu, ktorá nepriťahuje lietajúci hmyz. Kryt súčasne chráni aj pred zverou a zabraňuje vniknutiu malých cicavcov do pasce. Kryt je umiestnený zhruba 2 cm nad pascou, podopretý nerezovými klincami, ktoré sú environmentálne neutrálne, tzn. neovplyvňujú biotu a pôdu. Pasce sú tvorené dvomi do seba vloženými pohármi rovnakých rozmerov. Toto riešenie umožňuje ľahšiu manipuláciu s pascou pri zbere vzoriek. Pasce sú tvorené plastovými pohármi s objemom 500 ml, a s priemerom horného okraja 95 mm.

Pasce sú zapustené v zemi až po horný okraj plastového pohára. Zarovnanie s povrchom pôdy umožňuje hmyzu ľahší prístup k pasci. Ako médium je v pasciach použitý etylénglykol. Pasca je ním naplnená zhruba do výšky 1 cm. Pasce boli umiestňované vo vzdialenosti cca. 1,5 m od okraja poľa dovnútra lesného porastu. V lokalite s porastom dúbav bola umiestnená v letnom období jedna sada pascí navyše. Umiestnené boli vo vzdialenosti 1,5 m od okraja vo vnútri poľa v rovnakých vzdialenostiach ako pôvodné.

3.4 Negatívne vplyvy, ktoré ovplyvňovali odchyty bezstavovcov v pasciach

Zbery boli často ovplyvnené pohybom zveri, najmä veľkých druhov cicavcov, ako sú diviaky a jelene. Tieto poškodzovali pasce pri svojom pohybe za potravou, ktorú vyhľadávali na poliach. Ďalším významným faktorom bol i pohyb malých cicavcov, ktoré sa dostávali do pascí, i napriek ich zakrytiu, pri hľadaní potravy, čím znehodnotili vzorku.

Negatívny vplyv mali i povodne, ktoré sa vyskytli v letnom období a znemožnili zber.

3.5 Spracovanie vzoriek

Pri zbere vzoriek boli opatrne vybrané vnútorné nádoby. Ich obsah bol premiestnený do nádob na prenos vzoriek. Do pasce bol naliaty nový etylénglykol. Vzorky boli očistené od zvyškov etylénglykolu, čiastočiek pôdy a špiny pomocou destilovanej vody. Vzorky z každej pasce osobitne boli uchovávané v plastových nádobách naplnených 75% roztokom benzínalkoholu. Každá vzorka bola označená nálepkou s číslom pasce a dátumom.

3.6 Vyhodnotenie výsledkov

Na to, aby sme získali komplexný prehľad o situácii na konkrétnom území, bol odchyt do pascí realizovaný počas celej sezóny, od konca marca do začiatku októbra. Takéto dlhé obdobie je potrebné aby sme správne zachytili časový vývoj množstva, ktorým sa prejavujú jednotlivé skupiny.

Pri vyhodnotení boli jednotlivé vzorky z pascí rozdelené podľa typických taxónov epigeických bezstavcov a bol zapísaný počet kusov pre každý taxón. Rozdelenie na skupiny bolo vykonané na základe výrazných taxonomických znakov odchytených jedincov. Niektoré skupiny boli začlenené podrobnejšie, kvôli výrazným morfológickým znakom, vďaka ktorým sú ľahko identifikovateľné. Identifikácia bola realizovaná na základe poznatkov Gillota (1995) a na základe rozdelenia hmyzu na typické pôdne druhy podľa Gullana a Cranstona (2010)

Do skupiny Ostatné druhy chrobákov patria najmä rôzne herbivorné, saprofágne alebo karnivorné druhy, ktoré sa nezaraďujú medzi *Carabidae*. Patria sem najmä: *Agyrtidae*, *Silphidae*, *Staphylinoidea*, *Scarabaeoidea*, *Sphaeriusidae*. Do skupiny Iné boli zaradené najmä tie druhy, u ktorých bol zaznamenaný len ojedinelý výskyt, ako i všetky neurčené larvy.

Zistené hodnoty boli vložené do tabuliek. Vykonali sme zhodnotenie abundancie a ročnej dynamiky jednotlivých skupín bezstavcov. Následne boli na základe upravených údajov vytvorené grafy.

4. Výsledky práce

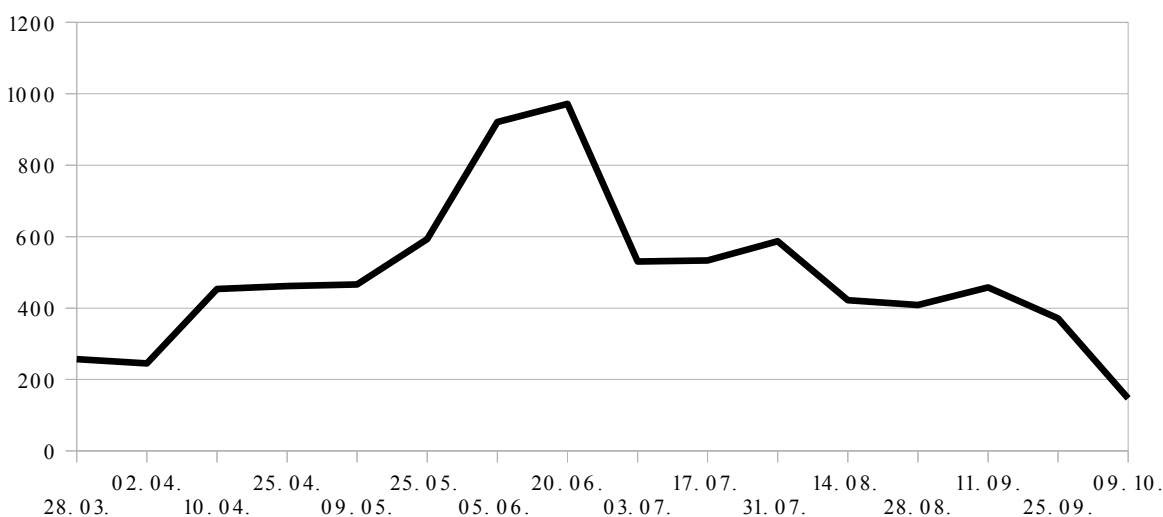
4.1 Spektrum taxónov epigeických bezstavovcov na sledovaných lokalitách

Zozbierané jedince boli rozdelené na tieto základné skupiny: *Collembola*, *Araneae*, *Carabidae*, *Formicidae*, *Diplopoda*, *Diptera (Nematocera)*, *Diptera (Calyptratae)*, *Oniscidae*, Ostatné druhy chrobákov a Iné.

Počas obdobia od 28. marca 2010 do 9. októbra 2010 sme vo vzorkách z padacích pascí umiestnených v troch lokalitách odobrali vzorky epigeických bezstavovcov.

Najvyšší celkový výskyt bol zaznamenaný pri *Carabidae* na úrovni 2 048 jedincov. Ďalšou skupinou s výrazne vysokým výskytom boli *Oniscidae* s počtom 1 791 jedincov. Najnižší výskyt bol zaznamenaný pri skupine *Diptera (Nematocera)* – len 36 jedincov počas celého sledovaného obdobia.

Celkovo najvyšší počet odchytených jedincov bol zaznamenaný 20. 06. na úrovni 972 jedincov. Z toho na borovicovú dúbavu pripadá 286 , na dúbavu 300 a na brehové porasty vrb 386. Najnižší počet bol zaznamenaný 09. 10. na úrovni 147 jedincov. Na borovicovú dúbavu z tohto počtu pripadá 52 jedincov, na dúbavu 51 a na brehové porasty vrb 44.



Obr. 3

Celkový vývoj množstva epigeických bezstavovcov v sledovanom území v roku 2010

Tab. 1

Celkový výskyt jednotlivých taxónov epigeických bezstavovcov v troch sledovaných lokalitách v období od 28. marca do 9. októbra 2010

	28. 03.	02. 04.	10. 04.	25. 04.	09. 05.	25. 05.	05. 06.	20. 06.	03. 07.	17. 07.	31. 07.	14. 08.	28. 08.	11. 09.	25. 09.	09. 10.
Collembola	41	32	146	74	39	28	26	19	4	15	41	32	31	11	10	6
Araneae	54	38	107	89	71	47	55	56	57	57	48	25	33	35	43	9
Carabidae	39	49	57	90	96	156	333	350	160	125	255	132	135	51	14	5
Formicidae	34	20	27	49	64	49	30	103	27	33	17	16	21	12	12	4
Diplopoda	24	21	55	35	13	39	48	109	48	75	19	17	12	40	37	11
Diptera – Nematocera	6	7	10	2	3	0	3	4	0	0	0	0	0	1	0	0
Diptera – Calyptratae	6	9	0	5	10	13	19	25	55	20	27	12	15	16	10	0
Oniscidea	11	17	19	69	100	171	313	201	51	153	110	115	79	189	158	34
Ostatné druhy chrobákov	36	44	24	39	56	75	81	84	115	41	54	48	52	84	69	69
Iné	7	9	8	9	14	15	13	21	14	14	15	26	31	20	17	9
Spolu	257	245	453	462	466	593	921	972	530	533	587	422	408	458	371	147

4.2 Dynamika epigeických bezstavovcov na sledovaných lokalitách

Celkovo najvyšší počet jedincov epigeických bezstavovcov bol v porastoch borovicových dúbav na úrovni 2 932 jedincov. V dúbave bol zaznamenaný výskyt na úrovni 1 998 kusov a v brehových porastoch vrb na úrovni 2 854 jedincov.

4.2.1 Lokalita A – borovicová dúbava

Na tomto území prevládali *Carabidae*, s celkovým počtom 1 155 jedincov, nasledované Ostatnými druhmi chrobákov s počtom 407 jedincov. V tejto oblasti sa vyskytovali najmä drobnejšie druhy *Carabidae*, ako napríklad *Brachinus crepitans*, *Abax ovalis*, *Pterostichus sp.*, *Anchomenus dorsalis*.

Významnú skupinu tvoria i *Collembola* a *Araneae*. Z *Araneae* mali najvýraznejšie zastúpenie *Linyphiidae* a *Lycosidae*. Najnižší výskyt v tejto oblasti bol zaznamenaný pri *Diptera – Nematocera* (komáre) na úrovni 3 jedince.

Od začiatku sledovaného obdobia bol zaznamenaný postupný nárast celkového počtu jedincov. Počet narastal až do 10. 04. kedy bola dosiahnutá hodnota 240 jedincov. Potom nastal mierny pokles na hodnotu 158 jedincov 09. 05. Množstvo začalo opäť postupne narastať. Prvé maximum vo výskyte bolo zaznamenané 03. 07. s hodnotou 309 jedincov. Potom nastal prudký pokles 17. 07. na úroveň 132 jedincov a opätovný nárast na ďalšie maximum 31. 07. na úrovni 308 jedincov. Množstvo potom postupne klesalo až do konca sledovaného obdobia.

4.2.2 Lokalita B - dúbava

V lokalite B bol zaznamenaný najvyšší výskyt pri *Diplopoda* na úrovni 366 jedincov. V tejto oblasti boli významné i: *Oniscidae*, 308 jedincov, *Carabidae* a *Formicidae*.

Najnižší počet bol zaznamenaný pri *Diptera (Nematocera)* (komáre), na úrovni 27 jedincov.

V tejto lokalite neboli zaznamenané také prudké zmeny ako v borovicovej dúbave. Vývoj počtu bol postupný, na začiatku obdobia bol zaznamenaný vyšší počet jedincov, 117, pri druhom odbere nastal pokles na 83 jedincov. Množstvo postupne narastalo na úroveň 129 jedincov 09. 05. Potom nasledoval miernejší pokles a nárast až na maximum, ktoré bolo dosiahnuté 20. 06. na úrovni 300 jedincov. Množstvo po dosiahnutí tohto

maxima neklesalo postupne, 03. 07. bol zaznamenaný pokles na 130 jedincov, nasledoval nárast na 159 jedincov 17. 07. Po tomto dátume množstvo klesalo, v priebehu augusta bolo na úrovni cca. 100 jedincov, v septembri sa mierne zvýšilo.

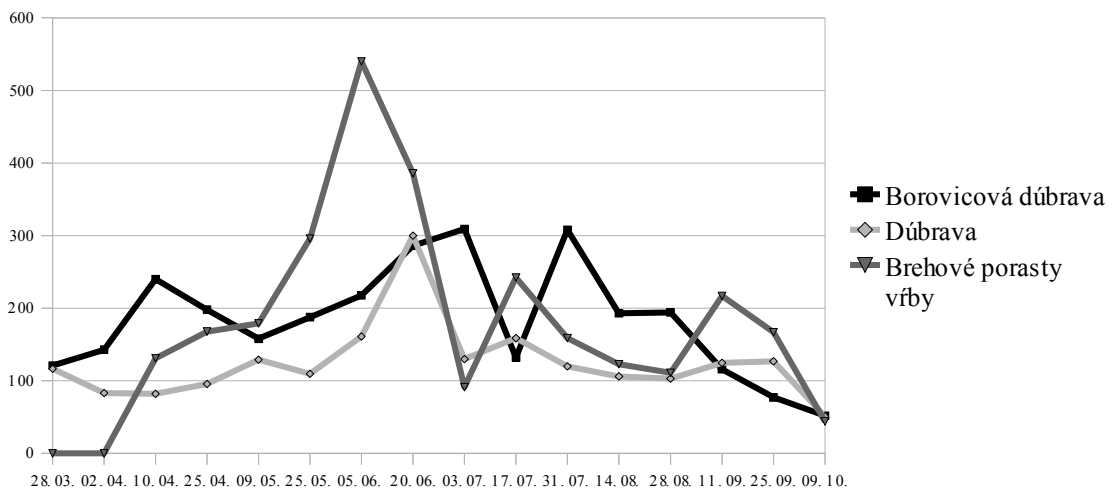
4.2.3 Lokalita C – brehové porasty vřby

V brehových porastoch tvorili najvýznamnejšiu skupinu z pohľadu počtu *Oniscidae* s výskytom na úrovni 1 349 jedincov. Druhou najpočetnejšou skupinou v tejto oblasti boli *Carabidae*.

Ďalšou významnou skupinou boli Ostatné druhy chrobákov (najmä herbivory). Najmenší počet bol zaznamenaný pri *Diptera (Nematocera)* na úrovni 6 jedincov.

V tejto oblasti bol začatý zber vzoriek až 10. 04. Množstvo kusov postupne od začiatku obdobia rástlo, maximum bolo dosiahnuté 5. júna na úrovni 540 jedincov. 20. 06. bol zaznamenaný počet 386 jedincov. Nasledoval veľmi prudký pokles 03. 07. na 91 jedincov. Pri ďalšom zbere vzoriek bol zaznamenaný rovnako prudký nárast na 242 jedincov. Potom množstvo postupne klesalo, až do 11. 09. kedy bol zaznamenaný významný nárast na 217 jedincov. Následne množstvo kusov začalo opäť klesať.

Pri porovnaní jednotlivých lokalít bol najvyšší dosiahnutý počet 540 odchytených jedincov v brehových porastoch vřb dňa 05. 06. Z tohto množstva najvyšší počet tvorili *Oniscidae* na úrovni 273 jedincov. V borovicovej dúbave bol odchytený najvyšší počet jedincov za celé obdobie.



Obr. 4
Porovnanie celkového výskytu bezstavovcov v porastoch dúbav, brezových dúbav a brehových porastoch vřb v roku 2010

4.3 Porovnanie dynamiky vývoja skupín zoofágnych a saprofágnych bezstavovcov

4.3.1 Zoofágy

4.3.1.1 Araneae

Vývoj na začiatku obdobia bol dosť nepravidelný. Toto je dôsledok výpadku lokality C pri prvých dvoch zberoch. Od 10. 04. počet postupne klesal, v období od 09. 05. až do 31. 07. sa množstvo odchyťované v pasciach ustálilo.

Od 14. 08. bol zaznamenaný pokles počtu jedincov. Počet znovu mierne vzrástol 25. 09., následne však pri poslednom zbere 09. 10. klesol na 9 jedincov.

Pri tejto skupine bol najvyšší výskyt zaznamenaný 10. 04. v brehových porastoch vrb.

Najvyšší celkový výskyt bol zaznamenaný v porastoch borovicových dúbav, na úrovni 404 jedincov. Nasledovala dúbava s celkovým počtom 244 jedincov a brehové porasty vrb so 175 jedincami. Od začiatku obdobia boli najvyššie počty odchyťované v pasciach v lokalitách borovicových dúbav a dúbav, v neskoršom období – júl, sa počet významne zvýšil v pasciach v porastoch borovicovej dúbavy.

Lokality sa výrazne líšia i vývojom počtu. V borovicovej dúbave bol pozorovaný postupný nárast počtu až do konca apríla, nasledovaný poklesom, ktorý trval do konca júna. V júli bol zaznamenaný opätovný nárast množstva. V brehových porastoch vrb bolo maximum dosiahnuté už na začiatku obdobia, 10. 04. na úrovni 48 jedincov, potom množstvo klesalo až do konca sledovaného obdobia. Podobný vývoj bol pozorovaný i v dúbave, kde bol maximálny výskyt zaznamenaný už pri prvom odbere na konci marca. Rozdielom bolo len zvýšenie počtu v septembri.

4.3.1.2 Carabidae

Počet odchytených jedincov postupne narastal od začiatku sledovaného obdobia. Na začiatku zberu, v období od 28. 03. do 09. 05. sa celkové množstvá pri jednotlivých odberoch pohybovali pod hranicou 100 kusov. Maximum bolo dosiahnuté 20. 06. Nasledoval prudký pokles 17. 07. a potom opäť výrazný nárast pri ďalšom zbere na úroveň 255 jedincov.

V priebehu augusta sa počty jedincov *Carabidae* ustálili na podobnú úroveň, aká bola dosahovaná v júli. Výrazné zníženie nastalo v priebehu septembra. Na konci obdobia

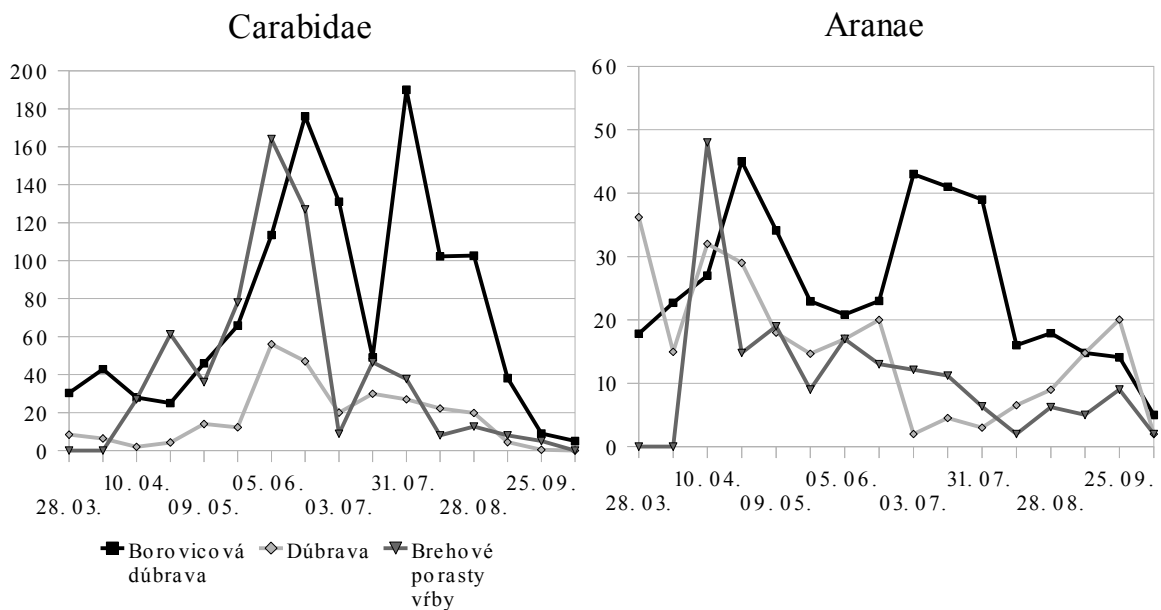
boli zaznamenané veľmi nízke výskyty. (Tabuľka 1)

Na začiatku sledovaného obdobia boli vysoké výskyty zaznamenané v borovicovej dúbave. Vysoké výskyty tu boli počas najdlhšieho obdobia. V dúbave bolo zaznamenaných celkovo oveľa menej jedincov ako v ostatných dvoch lokalitách. Maximum v tejto lokalite bolo len 56 jedincov. V borovicovej dúbave bolo maximum 190 jedincov a v brehových porastoch vrb 164 jedincov.

V brehových porastoch vrb bol vývoj počtu postupný, 03. 07. však prišlo k náhlemu poklesu. Podobný pokles bol zaznamenaný i 17. 07. v porastoch borovicovej dúbavy.

Veľmi vysoký počet jedincov bol na začiatku obdobia v lokalite brehových porastov vrb. Množstvá v lokalitách dúbav a brehových porastov vrb veľmi prudko klesli od začiatku júla. V tomto období však naopak boli zaznamenané značné množstvá v pasciach v borovicovej dúbave. V tejto oblasti prudký pokles nastal až na začiatku septembra.

Nízke výskyty od začiatku do konca obdobia boli zaznamenané v lokalite dúbav, v pasciach B01 a B02.



Obr. 5

Porovnanie vývoja množstiev zoofágov vo všetkých troch lokalitách v roku 2010

4.3.2 Saprofágy

4.3.2.1 Diplopoda

Vývoj tejto skupiny bol dosť nepravidelný. Na začiatku obdobia, t. j. prvé dva zbery bolo množstvo 24 a 21 jedincov. Následne bol zaznamenaný vzostup a 09. 05. nastal znovu pokles. Množstvo prudko stúpalo od 25. mája do 20. júna, kedy bolo dosiahnuté maximum na úrovni 109 jedincov. Nasledoval pokles 03. 07. a následne znovu vzostup 17. 07. V období od konca júla a v priebehu celého augusta bol zaznamenaný výrazný pokles množstva. V priebehu septembra sa množstvo ustálilo na úroveň 40 jedincov. Pri poslednom zbere bolo množstvo na úrovni 11 jedincov. (Tabuľka 1)

Najvyššie počty boli zaznamenávané v porastoch dúbav, ktoré poskytovali najpriaznivejšie podmienky. Celkový počet bol 366 jedincov, maximum bolo dosiahnuté 20. 06. Najnižší výskyt bol zaznamenaný v borovicovej dúbave, len 73 jedincov bolo odchytených počas celého obdobia, toto bolo spôsobené charakterom tejto oblasti, nízkym množstvom opadaného lístia a suchším charakterom tejto oblasti. Pre dúbavu a brehové porasty vrb je typický podobný vývoj počtov jedincov počas celého obdobia.

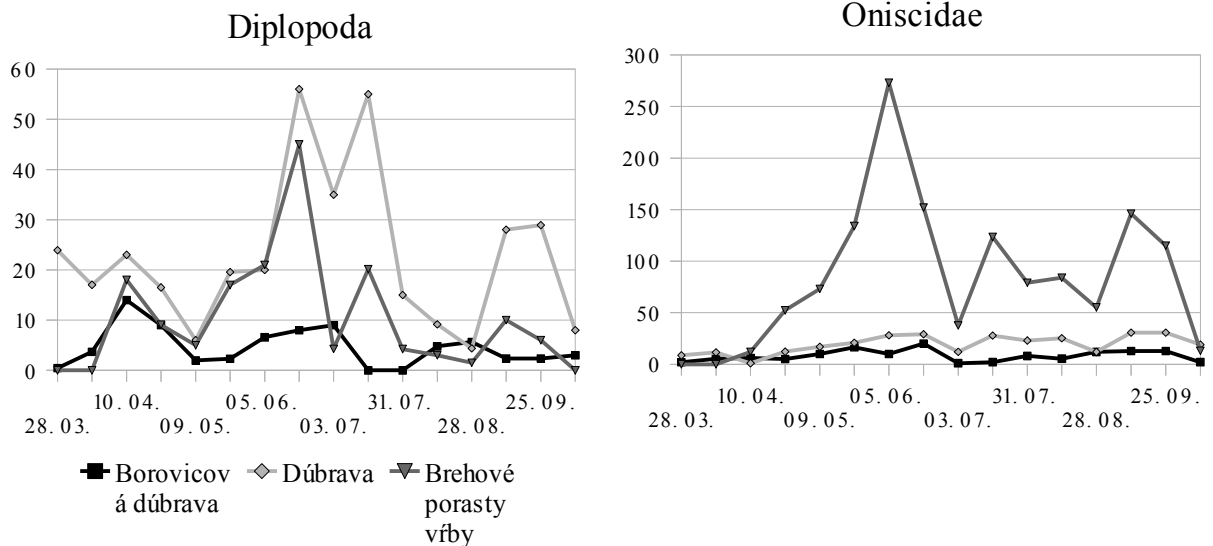
4.3.2.2 Oniscidae

Vývoj množstva bol pri tejto skupine postupný. Až do začiatku júna, kedy bolo zaznamenané maximum na úrovni 313 jedincov, množstvo stúpalo. V druhej polovici mesiaca nastal pokles. Nasledoval opätovný nárast zaznamenaný 17. júla. Počas nasledujúcich dvoch zberov sa množstvo ustálilo. 28. augusta nasledoval pokles. Pri ďalšom zbere na začiatku septembra bol zaznamenaný znovu výrazný nárast na 189 jedincov. Pri ďalšom zbere množstvo kleslo na 158 jedincov. Pri poslednom bolo množstvo na úrovni 34 jedincov. V polovici septembra bolo zaznamenané veľmi veľké množstvo mladých jedincov.

Najvyšší počet jedincov bol zaznamenaný v brehových porastoch vrb – 1 349 jedincov zozbieraných počas celého sledovaného obdobia, maximálny jednorazový výskyt bol na úrovni 273 jedincov 05. 06. Najvyššie výskyty bolli zaznamenané v pasci C 01. Táto pasca bola umiestnená v blízkosti vodného toku pod krikom, čo zabezpečilo vysokú vlhkosť, málo slnečného svitu a dostatok detritu pochádzajúceho z vrb, čo predstavuje ideálne podmienky pre výskyt *Oniscidae*. Najnižší počet bol v borovicovej dúbave – 131 jedincov.

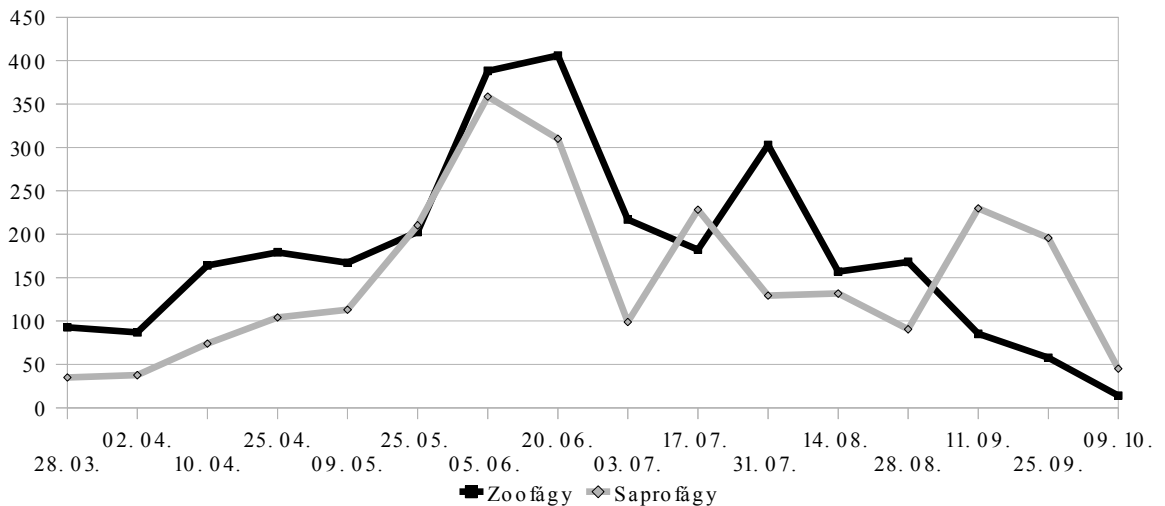
Brehové porasty vřb boli úplne odlišné od lokalít dúbrav i borovicových dúbrav i vo vývoji počtu jedincov. Okrem vysokého počtu jedincov boli zaznamenané i výrazné výkyvy.

V porovnaní s brehovými porastmi vřb sa v dúbravách a borovicových dúbravách počty počas celého sledovaného obdobia výraznejšie nemenili.



Obr. 6

Porovnanie vývoja množstiev saprofágov vo všetkých troch lokalitách v roku 2010



Obr. 7

Porovnanie dynamiky výskytu skupín zoofágnych a saprofágnych bezstavovcov v roku 2010

4.4 Výskyty ostatných základných skupín epigeických bezstavovcov

4.4.1 *Collembola*

Svoje maximum dosiahli pri treťom odbere, 10. 04. bol zaznamenaný veľmi výrazný nárast v počte. Chvostoskoky sa vo vysokom počte vyskytovali najmä na začiatku obdobia, teda v priebehu apríla. Zvyšovanie bolo zaznamenané v priebehu júla a augusta, kedy sa počet pohyboval na úrovni 30 až 40 jedincov celkovo. Veľmi vysoký výskyt bol zaznamenaný najmä v pasci A01. Vyššie výskyty boli takisto zaznamenané vo všetkých pasciach lokality s porastom borovicových dúbav. V ostatných pasciach bol výskyt nepravidelný.

4.4.2 *Formicidae*

Najvyšší výskyt bol v pasci B02. V tejto pasci bol zaznamenaný tiež maximálny jednorazový odchyt na úrovni 77 kusov 20. 06. Vyššie množstvá kusov sa vyskytovali len v lokalite borovicových dúbav a v lokalite dúbav – len v pasciach B01 a B02.

4.4.3 *Diplopoda*

Vysoké výskyty boli zaznamenané v lokalite dúbavy. Je to spôsobené charakterom lesného porastu v tejto oblasti. Jedná sa o dubový les s množstvom detritu, ktorý poskytuje vhodné prostredie pre mnohonôžky. Výraznejšie výskyty boli zaznamenané v priebehu mája a júna aj v lokalite s porastmi vŕby.

4.4.4 *Diptera (Nematocera)*

Výskyt tejto skupiny bol veľmi nízky. Výraznejší výskyt bol zaznamenaný len pri prvých troch zberoch. Maximum bolo dosiahnuté 10. 04. na úrovni 10 kusov. Po tomto dátume bol výskyt len minimálny. Táto skupina sa vyskytovala len v prvej polovici sledovaného obdobia. Vo väčšom množstve sa vyskytla len v lokalite dúbav, v pasciach B01 a B02.

4.4.5 *Diptera (Calyptratae)*

Od začiatku zberu bol zaznamenaný postupný rast množstva kusov. Prudké zvýšenie počtu nastalo 03. 07. kedy bolo dosiahnuté maximum na úrovni 55 kusov. Potom nastal opäť výrazný pokles. Množstvo sa postupne znižovalo až do ukončenia zberu. Výraznejší výskyt bol zaznamenaný v júni a začiatku júla v borovicovej dúbave, v pasciach A01 a A02.

4.4.6 Ostatné druhy chrobákov

Pri tejto skupine bol zaznamenaný postupný nárast od začiatku zberu. Maximum bolo dosiahnuté 03. 07. na úrovni 115 kusov.

4.4.7 Iné

Túto skupinu tvorili všetky nezaradené druhy hmyzu, ktoré sa vyskytovali len vo veľmi malých množstvách. Patria sem najmä nezaradené larvy, pôdne roztoče, stonôžky, lúčne koníky, svrčky. Vývoj bol postupný, počas celého obdobia množstvo narastalo. Vrchol bol dosiahnutý 28. 08. na úrovni 31 kusov. Väčšinu tvorili larvy *Carabidae*.

4.4.8 Opiliones

Významnejší výskyt bol zaznamenaný na začiatku obdobia, 10. 04., v lokalite brehových porastov vrb. Rovnako bol zvýšený počet kusov zaznamenaný na konci obdobia, v septembri v lokalite dúbav.

4.5 Porovnanie vývoja epigeických bezstavovcov v poľných a lesných ekosystémoch

Porovnávanie výskytov medzi týmito dvomi typmi ekosystémov bolo vykonávané v období od začiatku júla do konca augusta, tzn. zbery s dátumami 03. 07., 17. 07., 31. 07., 14. 08., 28. 08.

4.5.1 Celkový počet kusov

Z hodnotenia celkového počtu odchyteného hmyzu v lokalite dúbava – pasce umiestnené v lese B01 až B04 a pasce umiestnené v poli – B11 až B14, vyplýva, že celkový výskyt bol vyšší v lesnom ekosystéme. Odlišnosti sú však výrazné pri porovnávaní jednotlivých druhov epigeických bezstavovcov.

Výrazné odlišnosti boli pri výskyte *Araneae*. V rámci celého sledovaného obdobia bol výskyt tejto skupiny výrazne vyšší v agroekosystéme. Maximum v agroekosystéme bol na úrovni 32 jedincov na konci augusta, zatiaľ čo v lesnom ekosystéme to bolo len 9 jedincov v tom istom období.

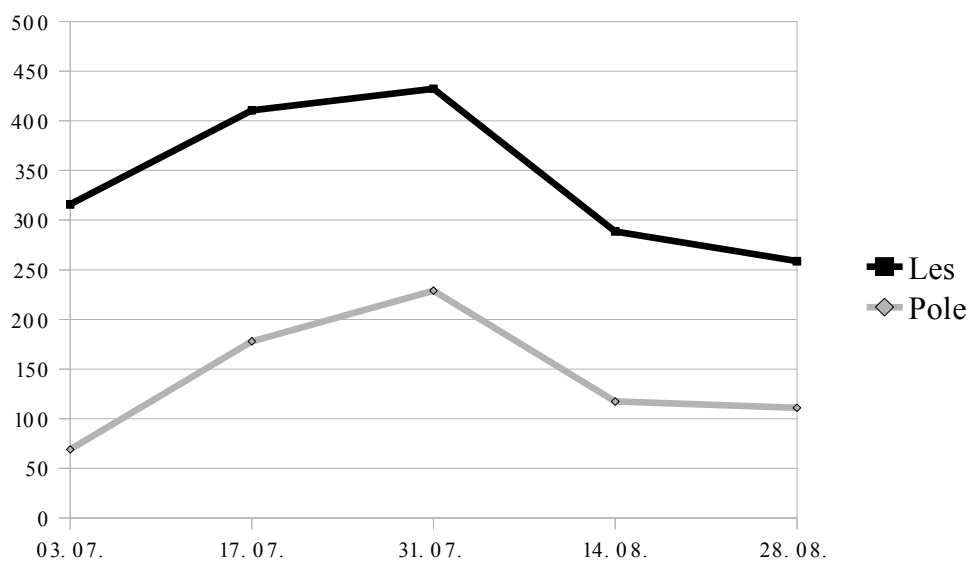
Rovnako boli výrazne vyššie výskyty *Carabidae* v poľnohospodárskom ekosystéme.

Maximálny počet bol až 189 jedincov na konci júla, zatiaľ čo v lesnom ekosystéme bolo maximum len 30 jedincov pri zbere v polovici júla.

Naopak, pri *Diplopoda* a *Oniscidae* boli zaznamenané výrazne nižšie počty jedincov. Pri *Diplopoda* bol najvyšší výskyt zaznamenaný v lesnom ekosystéme na úrovni 55 jedincov pri zbere v polovici júla. V priebehu takmer celého obdobia bol v poľnohospodárskom území výskyt len na úrovni 1 jedinec.

Oniscidae – v poľnohospodárskom ekosystéme sa počas celého obdobia vyskytli len dva jedince. V lesnom ekosystéme bolo maximum zaznamenané v polovici júla na úrovni 28 jedincov.

V prípade *Collembola* bol výskyt výrazne vyšší v lesnom ekosystéme než na poli. V lesnom ekosystéme bol výskyt až na úrovni 41 jedincov pri zbere, zatiaľ čo v poľnohospodárskom predstavovalo maximum len 13 jedincov. Podobne boli v lesnom ekosystéme výskyt výrazne vyššie u všetkých ostatných sledovaných skupín.



Obr. 8

Porovnanie celkových výskytov beztavovcov v poľnom a lesnom ekosystéme v roku 2010

5. Diskusia

5.1 Vplyv teploty a množstva zrážok na výskyt epigeických bezstavovcov

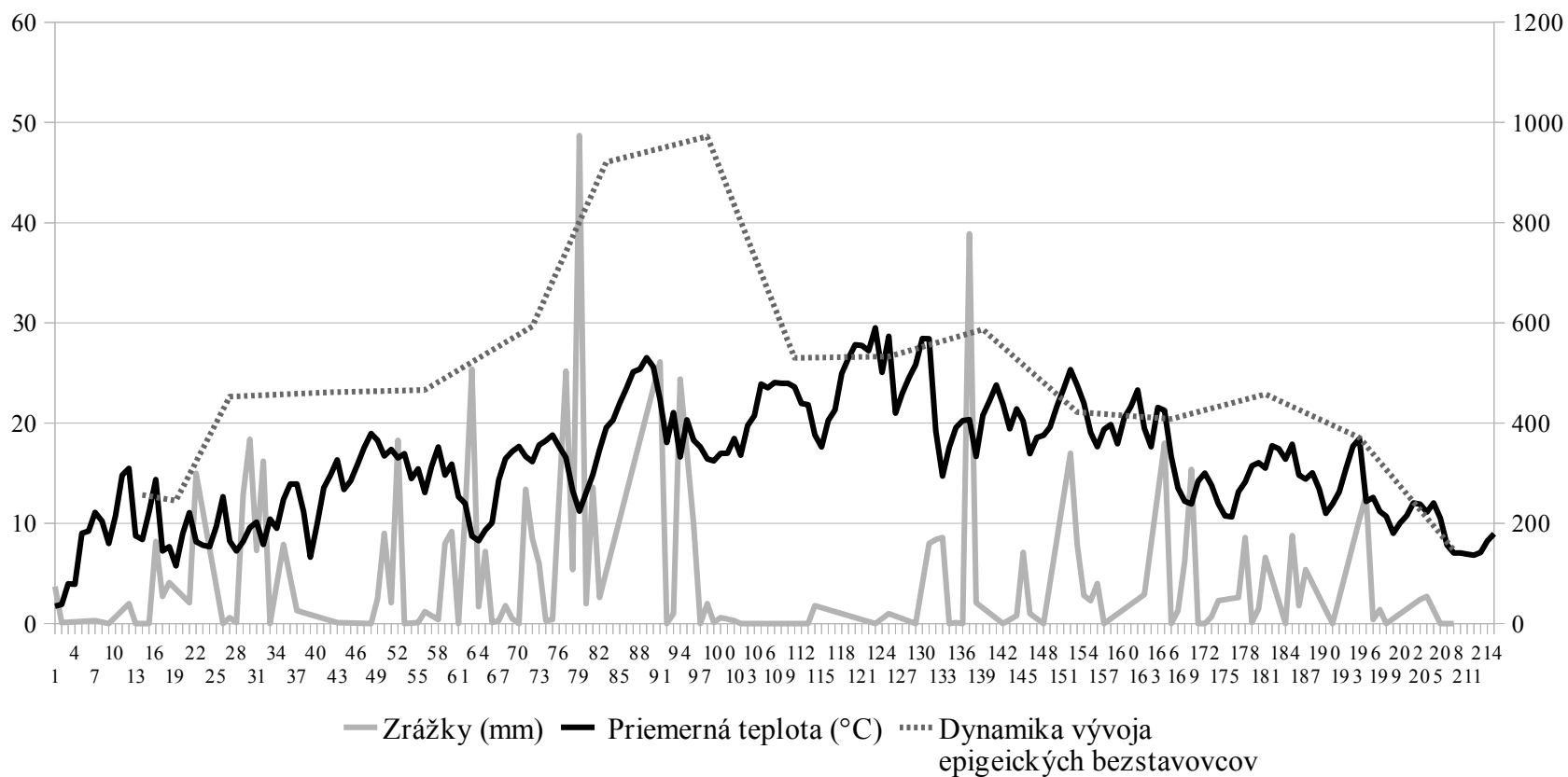
V oblasti boli v priebehu sledovaného obdobia, tzn. počas roku 2010 zaznamenané veľmi vysoké úhrny zrážok oproti dlhodobému stavu. Priemerné ročné zrážky sú na úrovni 550 až 650 mm, v danom roku boli na úrovni 860 mm. Počas vegetačného obdobia sú priemerné zrážky na úrovni 300 až 320 mm, v sledovanom roku boli na úrovni 619 mm.

Niektoré skupiny sledovaných bezstavovcov výrazne reagovali na zmenu počasia zmenou množstva. Pri väčšine skupín prišlo k zníženiu odchyteného množstva v prípade, že sa vyskytli výraznejšie zrážky. Vplyv počasia sa takto prejavil najmä pri *Collembola*, *Araneae*, *Formicidae* a *Diptera (Calyptratae)*.

Pri mnohonôžkach nebol zaznamenaný výrazný vplyv zrážok na ich abundanciu. Toto je zrejme zapríčinené spôsobom života tejto skupiny bezstavovcov, ktorá sa pohybuje v opadanom lístí. Rovnako nevýrazný je vplyv i pri *Oniscidae*.

Pri *Carabidae* sa potvrdili výsledky výskumu Alforda (2007). Táto skupina bezstavovcov zaznamenala výrazný nárast počtu jedincov v období po daždi. Tzn., že i keď väčšinu obdobia, počas ktorého bola pasca otvorená, pršalo, bol zaznamenaný vyšší výskyt ako v týždni bez zrážkovej činnosti.

Nejasné výsledky boli zaznamenané pri skupinách Ostatné druhy chrobákov a Iné. To je však spôsobené druhovou štruktúrou týchto skupín, do ktorých patria rôzne druhy, ktoré sa vyskytovali len občasne, prípadne len v malých množstvách a neboli zaradené do ostatných skupín.



Obr. 9

Vplyv teploty vzduchu a množstva zrážok na výskyt epigeických bezstavovcov v roku 2010

os y vľavo – maximálna teplota, os y vpravo – počet kusov, os x - dni

5.2 Celkový vývoj populácií jednotlivých skupín bezstavovcov

Populácie obývajú mozaikovitú prostredie, čo ovplyvňuje interakcie medzi predátormi a ich korisťou. Napríklad predátory niekedy eliminujú korisť na lokálnej úrovni a potom sa zníži aj ich počet kvôli nedostatku potravy, čo vedie k heterogenite populácií. Dynamika herbivorných druhov je v podstate definovaná tým, ako hustota rastlín, herbivorov a karnivorov ovplyvňuje zmeny v hustote herbivorov. Iný spôsob ako uvažovať o trofických vzťahoch je to, ako individuálne organizmy získavajú zdroje z nižšej trofickej úrovne a používajú ich na vlastný rast a reprodukciu.

Carabidae predstavujú jednu z najrozšírenejších skupín hmyzu, ktoré sa pohybujú po povrchu pôdy. (Gillot, 1995) Najvyšší výskyt pri tejto skupine bol zaznamenaný kvôli vhodnosti oblasti pre túto skupinu hmyzu. Okraje lesných porastov sú pre tieto epigeické bezstavovce veľmi vhodným prostredím, kde nachádzajú dostatok vhodných úkrytov. Veľmi dôležitou skutočnosťou je i dostatok koristi. Rovnako dôležitú úlohu zohráva vývoj počasia v tejto oblasti.

Počas sledovaného obdobia sa *Oniscidae* vyskytovali vo všetkých pasciach. Vysoké výskyty boli zaznamenávané v lokalite s brehovými porastmi vrb. Veľmi vysoký výskyt bol zaznamenávaný len v jednej pasci. Spôsobené to bolo umiestnením pasce.

Hlavnou príčinou vysokého výskytu v tejto pasci bol spôsob života *Oniscidae*. Pasca bola umiestnená pod kríkom, v tieni, v priestore s opadaným lístím a v oblasti s vysokou vlhkosťou. Táto kombinácia predstavuje ideálne podmienky pre ich výskyt. (Burton, 1970)

V rámci celého sledovaného obdobia bol nízky výskyt pavúkov v lokalite s brehovými porastmi vrb. Toto bolo spôsobené zrejme odlišnou štruktúrou porastov v tejto oblasti, ktorá nebola vhodná pre túto skupinu, ako i odlišným charakterom poľa a z toho vyplývajúcich zmien v abundancii potenciálnej koristi.

Najnižší výskyt *Diptera (Nematocera)* bol zaznamenaný kvôli spôsobu života tejto skupiny hmyzu. Vyššie výskyty boli zaznamenané kvôli liahnutiu lariev v pôde. Po vyliahnutí sa jedince hýbu po povrchu pôdy a hľadajú suchšie prostredie. (Gillott, 1995) Toto je hlavný dôvod, prečo boli jedince v pasciach zaznamenané.

Veľmi vysoké výskyty *Collembola* boli zaznamenané na začiatku sledovaného obdobia v lokalite s porastom borovicových dúb. V priebehu apríla a mája táto lokalita predstavovala ideálne prostredie pre túto skupinu bezstavovcov. Prostredie malo

dostatočnú vlhkosť, dostatok opadaného listia z blízkych dubov a optimálny rozsah teplôt, pričom boli zaznamenávané len relatívne nízke výskyty dravých druhov.

Najvyššie výskyty *Formicidae* boli zaznamenané v lokalite s porastom dúbav. Jedná sa o lesný ekosystém s vhodnou štruktúrou bylinného podrastu a pôdou s vhodnými vlastnosťami pre výskyt mravcov.

Počas celého sledovaného obdobia boli výskyty *Diptera (Calypttratae)* nízke. Výraznejšie zvýšenie bolo zaznamenané na začiatku júla. Výskyt bol zvýšený v lokalite s porastom borovicovej dúbavy. Jedná sa o druhy, ktoré sa živia na rozkladajúcej sa organickej hmote (Gillot, 1995), je preto vysoko pravdepodobné, že pri vysokých teplotách boli prilákané do pascí zápachom.

Do skupiny Ostatné druhy chrobákov boli zaradené všetky druhy, ktoré nepatria do *Carabidae*. Spadajú sem druhy radu *Coleoptera*, najmä herbivorné druhy alebo druhy živiace sa odumretými organizmami. Jedná sa o druhy, ktoré sa nevyskytovali vo významných počtoch. Z tohto dôvodu je ťažké charakterizovať ich celkový vývoj a reakciu na prostredie.

5.3 Dynamika epigeických bezstavovcov – porovnanie jednotlivých lokalít

Pri porovnaní jednotlivých lokalít medzi sebou boli najväčšie počty jedincov bezstavovcov odchytené v lokalite s porastmi vrb.

V porastoch borovicových dúbav prevládali rôzne , najmä menšie druhy *Carabidae*.

Druhové zloženie v tejto oblasti bolo ovplyvnené charakterom porastu, Jedná sa o menej zapojený lesný porast, suchší, s hustým trávnatým porastom. Tieto podmienky nie sú ideálne pre veľké druhy *Carabidae*, naopak vyhovujú populáciám pavúkov. V tejto oblasti sa vyskytujú najmä *Philodromidae*, *Agelenidae* alebo *Lycosidae*. Prostredie je vhodné pre *Agelenidae*, ktoré majú možnosť budovať svoje siete v trávnom poraste. Táto lokalita sa zdá vhodná pre skupiny pavúkov, ktoré sa pohybujú po zemskom povrchu, kde lovia korisť.

Najnižšie výskyty boli opäť zaznamenané pri *Diptera (Nematocera)*, toto prostredie sa nezdá príliš vhodné pre vývoj tejto skupiny bezstavovcov. Príčinou je odlišný charakter

vegetácie a predovšetkým odlišná pôda s nižšou vlhkosťou.

V porastoch dúbav boli zaznamenané výrazne vysoké výskyty pri *Diplopoda*. Táto oblasť je svojimi podmienkami veľmi priaznivá pre mnohonôžky. Územie je vlhkejšie, so zapojeným dubovým porastom, s dostatkom detritu, slúžiaceho ako potrava. Vyskytovali sa najmä druhy z čeľade *Julidae*.

Rovnako je toto územie vhodné pre veľké druhy *Carabidae*, ako napríklad *Carabus cancellatus*, *Carabus coriaceus*, *Carabus granulatus*, *Carabus ullrichii*, ktoré tu nachádzajú dostatok potravy.

V brehových porastoch vrb tvorila najvýznamnejšiu skupinu bezstavovcov čeľaď *Oniscidae*. Z *Carabidae* boli zaznamenané najmä veľké druhy, ako napríklad *Carabus coriaceus*, ktorý tu nachádza bohatý zdroj potravy vo forme rôznych druhov chrobákov a iných druhov bezstavovcov, najmä slimákov, ktoré sa tu vyskytujú kvôli vysokej vlhkosti prostredia.

5.4 Porovnanie dynamiky zoofágov a saprofágov

Pri porovnaní celkového vývoja zoofágnych a saprofágnych druhov bezstavovcov je vidieť podobný nárast množstva jedincov. Krivky majú v prvej polovici sledovaného obdobia podobný vývoj. Výraznejšie odlišnosti sa začínajú objavovať až od začiatku júla.

Celkovo sa na sledovanom území vyskytlo väčšie množstvo zoofágnych druhov bezstavovcov. Je tu jasne viditeľné pôsobenie predátorov na iné spoločenstvá hmyzu a ich schopnosť znížiť množstvo potenciálnych škodcov v poľnohospodárskej krajine.

5.5 Porovnanie vývoja bezstavovcov – poľný a lesný ekosystém

Vyššie výskyty epigeických bezstavovcov boli zaznamenané v sledovanom období v lesných ekosystémoch. Veľmi veľké boli rozdiely medzi počtom jedincov jednotlivých skupín pri porovnaní lesného a poľného ekosystému.

Všeobecne platí, že lesný ekosystém poskytuje vhodnejšie prostredie pre hmyz a prejavuje sa tu vyššia biodiverzita a vyššie množstvá jedincov bezstavovcov ako v poľnohospodárskom ekosystéme.

Neplatí to však pre skupinu *Carabidae* a *Araneae*. Tieto skupiny aktívne prechádzajú do poľného ekosystému z okrajových častí lesa a hľadajú zdroje potravy. *Diplopoda* a *Oniscidae* sa v poľných ekosystémoch nevyskytujú. Polia pre tieto skupiny nepredstavujú vhodné prostredie. Je možný ich prechod, ale je potrebný priamy kontakt medzi lesom a poľom. V našom prípade však tvorí prekážku poľná cesta.

Je vidieť i súvislosť medzi výskytom predátorov a ich koristi. Množstvo pavúkov kopíruje krivku vývoja chvostoskokov, ktoré tvoria dôležitú zložku ich potravy. Rovnako by sa dalo predpokladať výrazne vyššie množstvo herbivorných druhov hmyzu v poľnom ekosystéme v čase keď vrcholí vegetačná sezóna. Ich populácie sú však výrazne obmedzované vysokým výskytom predátorov.

5.6 Ekosystémové služby

Hmyz vytvára veľkú časť celkovej diverzity poľnohospodárskej krajiny a zahŕňa veľké množstvo funkčných skupín. Nepredstavujú len poľnohospodárske škodce, ale aj prostriedky biologickej kontroly, zabezpečujú opeľovanie a vytvárajú dôležitý zdroj potravy pre množstvo stavovcov v poľnohospodárskej krajine. (Diekötter et al., 2008)

Ekosystémové služby sú časťou ekologických funkcií, ktoré sú prospešné pre človeka. (De Groot, 2002)

Medzi základné ekosystémové služby poskytované epigeickými bezstavovcami podľa Lewisa (2007) patria opeľovanie, kontrola škodcov, rozširovanie semien, zahrabávanie semien, zoslabenie účinkov chorôb ničením bacilonosičov, dekompozícia, ukladanie výživných látok a tvorba a ovplyvňovanie ekosystémov

5.6.1 Opeľovanie pôvodnými druhmi hmyzu

Opeľovanie je jednou z najvýznamnejších ekosystémových služieb. Významne k nemu prispievajú i divo žijúce druhy hmyzu. Ich podiel sa líši v závislosti od lokality, prítomnosti prirodzeného habitatu a využitia pesticídov. (Losey, Vaughan, 2006)

Niektoré druhy, ktoré sme v pasciach zaznamenali, najmä herbivory a rôzne druhy okrídleného hmyzu plnia v sledovanej oblasti funkciu opeľovačov.

5.6.2 Epigeické bezstavovce ako zdroj potravy

Bezstavovce tvoria významný zdroj potravy pre vtáky, ryby a malé cicavce. Pre mnoho hrabavých druhov vtákov tvorí hmyz zdroj proteínov. Napríklad bažanty a prepelice nemôžu prežiť bez hmyzu ako zdroja potravy. (Losey, Vaughan, 2006)

Bezstavovce takisto tvoria významnú súčasť potravy iných bezstavovcov. Tvoria základnú zložku potravy všetkých epigeických predátorov. Napríklad chvostokoky sú súčasťou potravy pozemných druhov pavúkov. Tvoria veľmi dôležitú súčasť potravy dravých druhov bezstavovcov. Vyššia abundancia a diverzita bola nájdená na poliach s konvenčným spôsobom hospodárenia. Je to možno preto, že mechanické odstraňovanie burín narúša populácie pri organickom hospodárení. (Alvarez et al., 2001)

Chvostokoky sú jednou z najdôležitejších skupín bezstavovcov a sú dôležité pre svoje postavenie v potravovom reťazci a pri rozkladných procesoch a obohacovaní pôdy o živiny. (Alvarez et al., 2001)

5.6.3 Integrovaný manažment škodcov

Integrovaný manažment bol použitý po prvýkrát v šesťdesiatych rokoch, po tom, ako zlyhali chemické spôsoby ochrany bavlny. Hmyz sa stáva škodcami, keď sa dostáva do konfliktu s blahobytom človeka, estetikou alebo ekonomikou. Základom je obmedziť ekonomické škody na plodinách a súčasne obmedziť neželané efekty na ostatné organizmy na poliach a okolitom prostredí a na konzumentov. (Gullan, Cranston, 2010)

5.6.3.1 Kontrola výskytu škodcov pomocou predátorov

Prirodzení nepriatelia, ktorí pomáhajú v boji proti poľnohospodárskym škodcom sú dôležitou súčasťou udržateľnej poľnohospodárskej produkcie. Populácie prirodzených nepriateľov môžu byť znižované aktivitami na poli – aplikácia chemikálií, kosenie, zber úrody a ich stav môže závisieť na ich schopnosti reinvázie z lokálnych populácií v nenarušenej vegetácii. (Gullan, Cranston, 2010)

Predátory sú schopné prekonávať určité antropogénne prekážky pri presune do poľného ekosystému. Schopnosť presunu dravých druhov epigeických bezstavovcov nie je ovplyvnená ani prekážkou akú tvorí nespevnená ale často používaná komunikácia, čo potvrdil výskum, ktorý sme vykonali na lokalite s porastom dúbav.

Podľa Gullana a Cranstona (2010) prirodzení nepriatelia využívajú zdroje poskytované vegetáciou a hľadajú útočisko v nenarušenom priestore. Takéto oblasti môžu pozitívne vplyvať na kontrolu škodcov, pretože poskytujú vysokú abundanciu a diverzitu predátorov a parazitov.

Prieskumom vykonaným v lokalite brehových porastov vrb bolo dokázané, že predátory sú schopné pohybovať sa v poľnohospodárskej krajine i v značnej vzdialenosti od lesných ekosystémov, čo im umožňuje porasty tvoriace koridory a oddeľujúce jednotlivé polia.

5.6.3.2 Predátory ako významný prvok ovplyvňujúci výskyt slimákov

Slimáky sú jednou z hlavných zložiek spoločenstiev herbivorov a detritovorov, spôsobujúce značné škody veľkému množstvu poľnohospodárskych plodín. Ich pôsobenie môže byť obmedzované pomocou ich prirodzených nepriateľov. Bolo dokázané zníženie počtu slimákov na poliach s výskytom *Carabidae*, ktoré sa šíria pozdĺž ich okrajov. (Hof, Bright, 2010)

Rovnako majú na výskyt vplyv i iné druhy predátorov, vrátane pavúkov, koscov, stonožiek a dokonca roztočov. (Fountain et al., 2009)

Bežné druhy *Carabidae*, sú schopné ovplyvniť priestorovú dynamiku slimákov na poli. Tieto tvrdenia boli potvrdené, pri zbere boli zaznamenávané vysoké počty veľkých druhov *Carabidae*, ktorých potravu tvoria práve slimáky.

Pri biologickom boji sa používa prirodzený nepriateľ škodcov. Pri biologickej kontrole škodcov sa vyskytuje veľké množstvo problémov. Je nutné poznať spôsob života škodcov ako i predátorov alebo parazitov, ktoré proti nim použijeme. Je potrebné vziať do úvahy i klimatické podmienky. (Zahradník, 1993)

Okrem predátorov, ktoré škodce priamo požierajú, sa v biologickom boji používajú i parazity, ktoré na zahubenie hostiteľa potrebujú určitý čas.

5.6.3.3 Pavúky ako predátory škodlivých druhov hmyzu

Škodcovia sú veľmi častou korisťou pavúkov. Pri porastoch pšenice a kukurice tvoria 10 až 60% potravy. Väčšinou sa jedná o neokrídlené druhy, ktoré spadli do sietí pôsobením vetra alebo dažďa. Denne takto spadne cca 75 až 100 jedincov na 1 m². Po spadnutí sa snažia dostať sa späť na rastliny, čomu však účinne zabraňujú pavúky. (Nyffeler, Sunderland, 2003)

Podľa Nyffelera a Sunderlanda (2003) sa v poliach bez predátorov až 86% škodcov dostalo späť, pričom ak sú prítomné pavúky, množstvo klesne len na 15%.

Na základe získaných údajov z poľného ekosystému je zrejmé, že toto tvrdenie je pravdivé. V pasciach neboli zaznamenané žiadne drobné druhy hmyzu, ktoré by patrili do skupiny škodcov poľnohospodárskych plodín.

Ich efektívnosť však môže byť obmedzovaná ich veľkosťou (hmotnosť jedinca je cca 1-3 mg), ktorá znamená, že majú nízke nároky na množstvo potravy. Jediniec zabije denne v priemere jednu korisť. (Nyffeler, Sunderland, 2003)

V ekosystémoch boli však zaznamenané dostatočné počty jedincov Araneae, z čoho vyplýva, že sú veľmi účinným spôsobom, ako zabraňovať škodcom v rozširovaní.

5.6.4 Hmyz ako indikátor environmentálnych zmien

5.6.4.1 Mravce

Diverzita mravcov je používaná ako indikátor environmentálnych zmien. Napríklad pre spoločenstvá mravcov v ekosystémoch narušených ťažbou a poľnohospodárstvom je typická menšia druhová diverzita, ktorá bola zaznamenaná aj v skúmanej oblasti. Jednalo sa najmä o porasty borovicovej dúbavy. Deforestácia narušuje komunity mravcov, pretože sa odstraňuje biomasa, rovnako ako kolónie lesných mravcov. Disturbancie však tiež vytvárajú príležitosti pre druhy adaptované na otvorené habitaty. (Graham et al., 2009)

5.6.4.2 Hmyz ako indikátor znečistenia ťažkými kovmi

Hmyz je veľmi málo využívaný ako indikátor znečistenia ťažkými kovmi. Je veľmi náročné zozbierať dostatočný počet jedincov. Často je problémom ich nejasný pôvod, pretože sú schopné letu. Nutná je i účasť taxonomického experta na presné určenie druhov.

Na monitorovanie výskytu ťažkých kovov sa používajú aj mravce, nie sú však veľmi presnými indikátormi. Dokážu však zachytiť zmenu obsahov ťažkých kovov v prostredí. (Nummelin et al., 2007)

5.6.5 Dekompozícia odumretých organizmov

Dekompozícia je prírodný a nevyhnutný proces zodpovedný za návrat organického materiálu z odumretých organizmov do ekosystémov. Odumreté telo zvieratá reprezentuje dočasný a premenlivý zdroj potravy pre rôzne spoločenstvá organizmov. (Kočárek, 2003)

Hmyz, najmä Coleoptera a Diptera, sú hlavnými zložkami týchto komunit a tvoria

hlavný element dekompozičného procesu. Špecializácia je dôsledkom efemérnej povahy a nepravidelnej distribúcie zvieracích pozostatkov. (Matuszewski et al., 2010)

Mnoho druhov predátorov a parazitov je závislých na karnivoroch. Priemerne je možné na jednom odumretom tele nájsť až 100 druhov hmyzu.

Pri absencii mrchožrútov stavovcov sa hmyz vyskytuje na pozostatkoch v predpovedateľných vzorcoch a hrá významnú úlohu pri dekompozícii. Dekompozícia tela mŕtveho zvieratá je proces mikrosukcesie, pri ktorom je možné určiť niekoľko charakteristických štádií. (Kočárek, 2003)

Prítomnosť dravých druhov hmyzu na mŕtvom živočíšnom tele súvisí s abundanciou ich primárnej koristi – lariev rôznych druhov múch. (Matuszewski et al., 2010)

5.6.6 Dekompozícia rastlinných zvyškov

Pretože hustota populácie môže byť až niekoľko sto jedincov na meter štvorcový, považujú sa mnohonôžky za hlavné dekompozítory, ktoré prispievajú k zdraviu pôdy. (Koprdoová et al., 2010)

Mnohonôžky majú kľúčovú úlohu pri dekompozícii a obehú látok v lesných ekosystémoch. Pri pôdach s nízkym obsahom živín môžu byť živiny uvoľňované saprofágmi dôležité pre fungovanie ekosystémov. Mnohonôžky a *Crustacea* sú kľúčovými regulátormi dekompozície a obehú živín v ekosystémoch, najmä v listnatých lesoch. (Topp et al., 2006)

5.6.6.1 Dekompozícia odumretého dreva

Odumreté drevo predstavuje významnú časť podstielky v opadavých lesoch. Jeho dekompozícia sa začína činnosťou mikroorganizmov, neskôr sa objavujú rôzne bezstavovce, nasledované ich predátormi a parazitmi. Druhy závislé na mŕtvom dreve počas niektorej časti ich životného cyklu sa nazývajú saprofágne. Vyskytujú sa však i druhy, ktoré nie sú striktne viazané na tento mikrohabitat. (Hövmeyer, Schauer mann, 2003)

Vďaka nízkemu obsahu živín trvá proces rozkladu mŕtveho dreva niekoľko rokov. Ako proces pokračuje, menia sa podmienky habitatu, čo ovplyvňuje i kolonizáciu bezstavovcami.

Napríklad abundancia Diptera sa zvyšuje s vekom mŕtveho dreva. Nároky na

potravu lariev sú veľmi rozdielne. Drevo môže priamo poskytovať potravu pre xylosaprofágne larvy, nepriamo pre mycetofágy a zoofágy, môže sa stať prostredím pre hygrofilné druhy alebo vytvárať úkryty pre prezimovanie druhov, ktoré drevo nerozkladajú. (Hövmeyer, Schauer mann, 2003)

5.6.7 Ukladanie výživných látok

Hmyz, najmä *Scarabaeidae*, je veľmi účinným rozkladačom organického odpadu, produkovaného veľkými cicavcami. Tieto druhy prispievajú k obehu dusíka a znižujú vhodné habitaty pre škodce. Rozkladom organickej hmoty premieňajú dusík na formu, ktorá môže byť prijímaná rastlinami. (Losey, Vaughan, 2006)

Rozkladom sa taktiež znižuje priestor pre vývoj rôznych škodlivých druhov hmyzu – parazity dobytky a škodlivé druhy múch.

V skúmanej oblasti bolo pôsobenie *Scarabaeidae* bolo zaznamenané najmä v porastoch dúb, kde bol zaznamenaný najčastejší pohyb veľkých cicavcov. V tejto oblasti mali tieto druhy najpriaznivejšie podmienky pre svoju činnosť.

5.6.8 Zmeny v manažmente krajiny

Zmeny v manažmente, ktoré by vyústili do diverzifikácie spoločenstiev bezstavovcov:

- okraje lesných porastov by mali byť členitejšie, aby sa odstránila ostrá hranica s poľnohospodárskou krajinou, čo umožní vývoj kríkov v spoločenstve.
- úprava prebierkou, ktorá podporí štruktúrnú heterogenitu a umožní rozvoj nových stromov a kríkov

Opadavé lesy poskytujú viacero možností pre manažment, pretože nie sú tak striktné orientované na produkciu dreva. (Woodcock et al., 2003)

Vyššia abundancia epigeických bezstavovcov je v dubových lesoch, ako v ostatných druhoch vegetácie v posudzovanej oblasti. Je dôležité podporovať pôvodné druhy porastov pre dané oblasti a druhovú diverzitu v nich.

6. Záver

Celkové najvyššie výskyty boli zaznamenané pri skupinách *Carabidae* a *Oniscidae*. Druhy, ktoré patria do týchto čeľadí sú jednými z najbežnejších druhov bezstavovcov, vyskytujúcich sa na povrchu pôdy. Skúmané oblasti tiež predstavujú ideálne prostredie pre výskyt týchto skupín. Nachádzajú sa tu vhodné úkryty, bohaté zdroje potravy, prostredie má vhodnú vlhkosť a porast.

Pri porovnaní troch sledovaných lokalít s odlišným charakterom porastu bola ako lokalita s najvyššou abundanciou a druhovou diverzitou vyhodnotená oblasť s porastom borovicových dúbav. Vyskytovalo sa tu množstvo menších druhov *Carabidae*, ako i významné spoločenstvá pavúkov a rôzne druhy herbivorných druhov chrobákov.

V brehových porastoch vrb boli zaznamenané výrazné množstvá *Oniscidae*, ktoré prispeli k vysokým počtom odchytených jedincov. V porastoch dúbav sa vyskytovali odlišné čeľade bezstavovcov. Pre túto oblasť boli typické vyššie množstvá mnohonôžok a veľkých druhov *Carabidae*, ako i výskyt *Scarabaeidae*. Odlišnosti vo výskyte jednotlivých čeľadí sú spôsobené rozdielmi v prírodných podmienkach sledovaných oblastí.

Pri zhodnotení skupín zoofágnych a saprofágnych bezstavovcov je viditeľná jasná súvislosť medzi výskytmi týchto skupín hmyzu.

Zhodnotenie výskytov v poľnohospodárskych a lesných ekosystémoch ukázalo významné rozdiely. Najvýraznejšie boli pri čeľadiach *Carabidae* a *Araneae*, pri ktorých bol zaznamenaný výrazne vyšší výskyt v poľnohospodárskej krajine. Naopak pri mnohonôžkach a *Oniscidae* bol výrazný pokles množstva v poľnohospodárskej krajine, čo vyplýva z podmienok tohto prostredia a ich nárokov na zdroje potravy.

Epigeický hmyz zohráva veľmi významnú úlohu v poľnohospodárskej krajine a poskytuje veľké množstvo nenahraditeľných ekosystémových služieb. Týmto sa stáva pre človeka veľmi prospešnou skupinou organizmov. Bezstavovce slúžia ako zdroj potravy pre množstvo druhov organizmov.

Majú podiel i na transporte živín do pôdy. Rôzne druhy sa špecializujú na rozklad organickej hmoty. V sledovanej oblasti boli zaznamenané rôzne druhy *Scarabaeidae*.

Ďalšou z funkcií hmyzu je opeľovanie.

Najdôležitejšou funkciou epigeických predátorov je ich schopnosť kontrolovať

populácie škodcov v poľnohospodárskej krajine. V skúmanej oblasti sa zoofágy vyskytovali v značných množstvách, čo je jasným dôkazom o ich vplyve na výskyt škodcov. Predátory sú schopné ovplyvňovať populácie škodcov i v prípade, že sa medzi ich prirodzeným prostredím a poľnohospodárskym ekosystémom nachádza fyzická prekážka vo forme cestnej komunikácie. Na základe výsledkov z porastov vrb sme dokázali, že predátory sú schopné pohybovať v poľnohospodárskej krajine i v značnej vzdialenosti od lesných ekosystémov. Podmienkou je však dostatočne hustá sieť koridorov, tvorená poloprirodzenou drevinnou vegetáciou. Dravé druhy *Carabidae* sú schopné významne ovplyvňovať výskyt slimákov. Pavúky sa špecializujú na menšie druhy škodcov, ako sú napríklad vošky alebo rôzne druhy *Diptera*.

Jednou z hlavných funkcií epigeických druhov je dekompozícia odumretých organizmov. Môže sa jednať o živočíšne alebo rastlinné zvyšky. Pri dekompozícii živočíšnych zvyškov sa uplatňujú rôzne druhy *Coleoptera*, ako napríklad hrobáriky, bystrušky zasa na mŕtvych telách nachádzajú zdroj potravy vo forme lariev. Pri rozklade rastlinných zvyškov sa uplatňujú najmä mnohonôžky a žižiavky, teda najvýznamnejšie saprofágne druhy, ktoré sa v skúmanej oblasti vyskytovali.

Rôzne druhy hmyzu majú svoje využitie i ako ukazovatele narušenia prírodného prostredia. Je možné využiť ich na biologický monitoring kvality životného prostredia.

Pri podpore populácií epigeických bezstavovcov je potrebné uplatňovať opatrenia integrovaného manažmentu krajiny. Dôležité sú lesné porasty plošného i líniového charakteru s vysokou druhovou diverzitou, v ktorých majú bezstavovce priestor na svoj vývin a život.

7. Použitá literatúra

ALFORD, D. V. *Pests of fruit crops: a color handbook*. Elsevier, 2007, 461 s., ISBN: 0123736765, 9780123736765

ALVAREZ, Tania, FRAMPTON, Geoff K., GOULSON, Dave, 2001. Epigeic Collembola in winter wheat under organic, integrated and conventional farm management regimes In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, č. 83, s. 95 – 110

ASHCROFT, Michael B. , GOLLAN, John R., FAITH, Daniel P., CARTER, Gareth A., LASSAU, Scott A., GINN, Scott G., BULBERT, Matthew W., CASSIS, Gerasimos Using Generalised Dissimilarity Models and many small samples to improve the efficiency of regional and landscape scale invertebrate sampling. In *Ecological Informatics*, 2010, č. 5, s. 124 – 132

ASTERAKI, E. J. HART, B. J., INGS, T. C., MANLEY, W. J., 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2004, č. 102, s. 219 – 231

BELLINGER, P.F., CHRISTIANSEN, K.A., JANSSENS, F. 1996-2011. Checklist of the Collembola of the World.[online], [cit. 2011-05-03], Dostupné na: <<http://www.collembola.org>>

BHAR, Rod, FAHRIG, Lenore. 1998. Local vs. landscape effects of woody field borders as barriers to crop pest movement. In *Conservation Ecology* [online] 2(2): 3. [cit. 2010-05-10]. Dostupné na: <<http://www.consecol.org/vol2/iss2/art3>>

BOLLIGER, M., ERBEN, M., GRAU, J. HEUBL, G. R., 1999. *Kry. Ikar*, Bratislava, 1999

BRANDMAYR, P., 2000. *Natural history and applied ecology of carabid beetles: proceedings of the IXth European Carabidologists' Meeting (26-31 July 1998, Camigliatello, Cosenza, Italy)*. Pensoft Publishers, 2000, 304 s., ISBN: 9546421006, 9789546421005

BROSE, U., 2002. Estimating species richness of pitfall catches by non-parametric estimators. In *Pedobiologia*, 2002, č. 46, s. 101 – 107

BROWN, Jacqueline, SCHOLTZ, Clarke H., JANEAU, Jean-Louis, GRELLIER, Seraphine, PODWOJEWSKI, Pascal, 2010. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) can improve soil hydrological properties. In *Applied Soil Ecology*, 2010, č. 46, s. 9 – 16

BRUSCA, Richard, 1997. Isopoda. [online] Version 06 August 1997 [cit. 2010-08-11]. Dostupné na: <<http://tolweb.org/Isopoda/6320/1997.08.06>>

BURTON, M., BURTON, R., 1970. *The International wildlife encyclopedia*. Marshall Cavendish, 1970, 2800 s., ISBN: 0761472665, 9780761472667

- BÜCHS, Wolfgang, HARENBERG, Alexandra, ZIMMERMANN, Joachim, WEISS, Birgit, 2003. Biodiversity, the ultimate agri-environmental indicator? Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystems. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003, č. 98, s. 99–123
- CAPINERA, John L., 2008. *Encyclopedia of entomology*. Springer, 2008, 4346 s., ISBN: 1402062427, 9781402062421
- Castro, Alberto, Wise, David H., 2010. Influence of fallen coarse woody debris on the diversity and community structure of forest-floor spiders (Arachnida: Araneae). In *Forest Ecology and Management*, 2010, č. 260, s. 2088 – 2101
- CORLEY, J., SACKMANN, P., RUSCH, V., BETTINELLI, J., PARITSIS, J., 2006. Effects of pine silviculture on the ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of the Patagonian steppe
In *Forest Ecology and Management*, 2006, č. 222, s. 162 – 166
- DECAËNS, T., JIMÉNEZ, J. J., GIOIA, C., MEASEY, G. J., LAVELLE, P., 2006. The values of soil animals for conservation biology. In *European Journal of Soil Biology*, 2006, č. 42, s. 23 – 38
- DECKER, P., PFEIFLE, R. *Biologie: Wissenswertes* [online], [cit. 2010-04-09], Dostupné na: <<http://www.diplopoda.de/html/wissenswertes.php>>
- DE GROOT, R. S., WILSON, M. A., BOUMANS, R. M. J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. In *Ecological Economics*, 2002, č. 41, s. 393–408.
- DIEKÖTTER, Tim, BILLETER, Regula, CRIST, Thomas O., 2008. Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes
In *Basic and Applied Ecology*, 2008, č. 9, s. 298 – 307
- DIEKÖTTER, Tim, WAMSER, Sabine, WOLTERS, Volkmar, BIRKHOFER, Klaus, 2010. Landscape and management effects on structure and function of soil arthropod communities in winter wheat. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2010, č. 137, s. 108 – 112
- DUYCK, Pierre-François, LAVIGNE, Anais, VINATIER, Fabrice, ACHARD, R., OKOLLE, Justin N., TIXIER, Philippe, 2010. *Addition of a new resource in agroecosystems: Do cover crops alter the trophic positions of generalist predators?*. Basic and Applied Ecology, 2010,
GfÖ Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland
- EKBOM, Barbara, IRWIN, Michael E., ROBERT, Yvon, 2000. *Interchanges of insects between agricultural and surrounding landscapes*. Springer, 2000, 239 s., ISBN: 0412822903, 9780412822902

Ekologická mriežka skupín lesných typov, podskupín a geografických variantov. [online] 2008, Národné lesnícke centrum Zvolen [cit. 2011-02-13] Dostupné na: <http://www.forestportal.sk/forestportal/lesne_hospodarstvo/hul/lesnicka_typologia/ekologicka_mriezka/ekologicka_mriezka.html#1>

FINNAMORE, Albert T. , WINCHESTER, Neville N., BEHAN-PELLETIER, Valerie M., 1998 [online]. Protocols for measuring biodiversity: Arthropod monitoring in terrestrial ecosystems, Environmental Monitoring and Assessment Network, 1998. [cit. 2010-12-11]. Dostupné na: <<http://www.cciw.ca/emantemp/research/protocols/arthropod/samproc.html>>

FOUNTAIN, M. T., THOMAS, R. S., BROWN, V. K., GANGE, A. C., MURRAY, P. J., SYMONDSON, W. O. C., 2009. Effects of nutrient and insecticide treatments on invertebrate numbers and predation on slugs in an upland grassland: A monoclonal antibody-based approach. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2009, č. 131, s. 145 – 153

FRAMPTON, Geoff K., VAN DEN BRINK, Paul J., WRATTEN, Steve D., 2001. Diel activity patterns in an arable collembolan community. In *Applied Soil Ecology*, 2001, č. 17, s. 63 – 80

GILLOTT, Cedric, 1995. *Entomology*. 2. vyd., Springer, 1995, 798 s., ISBN: 0306449676, 9780306449673

GRAHAM, John H., KRZYSIK, Anthony J., KOVACIC, David A., DUDA, Jeffrey J., FREEMAN, D. Carl, EMLÉN, John M., ZAK, John C., LONG, W. Russell, WALLACE, Michael P., CHAMBERLIN-GRAHAM, Catherine, NUTTER, Jonathan P., BALBACH, Hal E., 2009. Species richness, equitability, and abundance of ants in disturbed landscapes In *Ecological Indicators*, 2009, č. 9, s. 866 – 877

GREWAL, P. S., GREWAL, S. K., MALIK, V. S., KLEIN, M. G., 2002. Differences in susceptibility of introduced and native white grub species to entomopathogenic nematodes from various geographic localities. In *Biological Control*, 2002, č. 24, s. 230 – 237

GULLAN, P. J., CRANSTON, P. S., 2010. *The Insects: An Outline of Entomology*. 4. vyd., John Wiley and Sons, 2010, 565 s., ISBN: 1444330365, 9781444330366

HÖVEMEYER, Klaus, SCHAUERMANN, Jürgen, 2003. Succession of Diptera on dead beech wood: A 10-year study. In *Pedobiologia*, 2003, č. 47, s. 61 – 75

HILTY, J., 2010. Insect Visitors of Illinois Wildflowers. [online] World Wide Web electronic publication. [flowervisitors.info](http://www.flowervisitors.info), version (04/2010). [cit. 2011-02-10] Dostupné na: <<http://www.eol.org/pages/699>>

HOF, Anouschka R., BRIGHT, Paul W., 2010. The impact of grassy field margins on macro-invertebrate abundance in adjacent arable fields. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2010, č. 139, s. 280 – 283

- HUFFAKER, Carl B., GUTIERREZ, A. P., 1999. *Ecological Entomology*. 2. vyd., John Wiley and Sons, 1999, 756 s. ISBN: 047124483X, 9780471244837
- HŮRKA, K., 1996. *Carabidae České a Slovenské republiky*. Kabourek Zlín, 1996, 565 s.
- JABIN, Marc, MOHR, Dirk, KAPPES, Heike, TOPP, Werner, 2004. Influence of deadwood on density of soil macro-arthropods in a managed oak–beech forest. In *Forest Ecology and Management*, 2004, č. 194, s. 61 – 69
- JOPP, Fred, REUTER, Hauke, 2005. Dispersal of carabid beetles—emergence of distribution patterns. In *Ecological Modelling*, 2005, č. 186, s. 389 – 405
- JUEN, Anita, TRAUGOTT, Michael, 2004. Spatial distribution of epigeic predators in a small field in relation to season and surrounding crops. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2004, č. 103, s. 613 – 620
- KIME, R. Desmond, GOLOVATCH, Sergei I., 2000. Trends in the ecological strategies and evolution of millipedes (Diplopoda). In *Biological Journal of the Linnean Society*, 2000, č. 69, s. 333 – 349
- KOČÁREK, P., 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. In *European Journal of Soil Biology*, 2003, č. 39, s. 31 – 45
- KOPRDOVÁ, S., SASKA, P., HONĚK, A., MARTINKOVÁ, Z., 2010. Seed consumption by millipedes. In *Pedobiologia – International Journal of Soil Biology*, 2010, č. 54, s. 31 – 36
- KREMEN, Claire et al., 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. In *Ecology Letters*, 2007, č. 10, s. 299–314
- LEWIS, Owen T., 2007. *Insect conservation biology: proceedings of the Royal Entomological Society's 23rd symposium*. Royal Entomological Society of London, CABI, 2007, 457 s.
ISBN: 1845932544, 9781845632541
- LOSEY, JOHN E., VAUGHAN, MACE, 2006 [online]. The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. In *BioScience*, 2006, č. 56(4), s. 311-323., American Institute of Biological Sciences [cit. 2011-03-23]. Dostupné na: <<http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/0006-3568%282006%2956%5B311%3ATEVOES%5D2.0.CO%3B2>>
- MADDISON, David R., 2002. Collembola. Springtails. [online] The Tree of Life Web Project, Version 01 January 2002. [cit. 2011-4-12] Dostupné na: <<http://tolweb.org/Collembola/8202/2002.01.01>>

- MARTINOVSKÝ, J., 1987. *Klíč k určování stromů a keřů*. Stání pedagogické nakladatelství, n. p., Praha., 1987, 208 s.
- MATUSZEWSKI, Szymon, BAJERLEIN, Daria, KONWERSKI, Szymon, SZPILA, Krzysztof, 2010. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. In *Forensic Science International*, 2010, č. 194, s. 85 – 93
- MAZÚR, E., LUKNIŠ, M., 1978. Regionálne geomorfologické členenie SSR. In: *Geografický časopis*, 1978, č. 30, s. 101 – 125
- MEEK, Bill, LOXTON, Dick, SPARKS, Tim, PYWELL, Richard, PICKETT, Heather, NOWAKOWSKI, Marek, 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. In *Biological Conservation*, 2002, č. 106, s. 259 – 271
- MIKUŠKA, B., 2005. Syntaxonómia dubovo-borovicových kultúrnych lesov na Borskej nížine. Syntaxonomy of the cultural oak-pine forests in the Borská nížina Lowland. In *Bulletin Slovenskej Botanickéj Spoločnosti*, Bratislava, 2005, č. 27, s. 157 – 169.
- MORENO, Carlo R., LEWINS, Scott A., BARBOSA, Pedro, 2010. Influence of relative abundance and taxonomic identity on the effectiveness of generalist predators as biological control agents. In *Biological Control*, 2010, č. 52, s. 96 – 103
- MULLEN, G., MULLEN, G. R., DURDEN, L., 2009. *Medical and Veterinary Entomology*. 2. vydanie, Academic Press, 2009, 637 strán, ISBN: 0123725003, 9780123725004.
- MÜLLER, Christoph, BERGER, Gert, GLEMNITZ, Michael, 2004. Quantifying geomorphological heterogeneity to assess species diversity of set-aside arable land. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2004, č. 104, s. 587 – 594
- NIELSEN, Boy Overgaard, NIELSEN, Lise Brunberg, 2007. Soil Diptera of a beech stand and an arable field: A comparison of dipteran emergence in neighbouring sites. In *Pedobiologia*, 2007, č. 51, s. 33 – 43
- NYFFELER, Martin, SUNDERLAND, Keith D., 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003, č. 95, s. 579 – 612
- NUMMELIN, M., LODENIUS, M., TULISALO, E., HIRVONEN, H., ALANKO, T., 2007. Predatory insects as bioindicators of heavy metal pollution. In *Environmental Pollution*, 2007, č. 145, s. 339 – 347
- PETIT, S., HAYSOM, K., PYWELL, R., WARMAN, L., ALLEN, D., BOOTH, R., FIRBANK, L., 2003. Habitat-based models for predicting the occurrence of ground-beetles in arable landscapes: two alternative approaches. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003, č. 95, s. 19 – 28

PETRUNKEVITCH, A., 1960. Arachnida. P42-P162 in Moore, R.C. (ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology. Part P: Arthropoda 2: Chelicerata. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas. [online]
Dostupné na: <<http://www.ucmp.berkeley.edu/arthropoda/arachnida/araneae.html>>

PICKETT, Charles Hammond, BUGG, Robert Lyman, 1998. *Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies*. University of California Press, 1998, 422 s., ISBN: 0520213629, 9780520213623

PINTO-DA-ROCHA, Ricardo, MACHADO, Glauco, GIRIBET, Gonzalo, 2007. *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, 2007, 597 s., ISBN: 0674023439, 9780674023437

SAMWAYS, Michael J., 1995. *Insect conservation biology*. Springer, 1995, 358 s. ISBN: 0412634503, 9780412634505

SANDER, Anna-Christine, PURTAUF, Tobias, WOLTERS, Volkmar, DAUBER, Jens, 2006. Landscape genetics of the widespread ground-beetle *Carabus auratus* in an agricultural region
In *Basic and Applied Ecology*, 2006, č. 7, s. 555 – 564

SASKA, Pavel, VODDE, Maarten, HEIJERMAN, Theodoor, WESTERMAN, Paula, VAN DER WERF, Wopke, 2007. The significance of a grassy field boundary for the spatial distribution of carabids within two cereal fields. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007, č. 122, s. 427 – 434

SCHULDT, Andreas, ASSMANN, Thorsten, 2010. Invertebrate diversity and national responsibility for species conservation across Europe – A multi-taxon approach
In *Biological Conservation*, 2010, č. 143 s. 2747 – 2756

TOPP, Werner, KAPPES, Heike, KULFAN Jan, ZACH Peter, 2006. Distribution pattern of woodlice (Isopoda) and millipedes (Diplopoda) in four primeval forests of the Western Carpathians (Central Slovakia). In *Soil Biology & Biochemistry*, 2006, č. 38 s. 43 – 50
TSCHARNTKE, Teja, BOMMARCO, Riccardo, CLOUGH, Yann, CRIST, Thomas O., KLEIJN, David, RAND, Tatyana A., TYLIANAKIS, Jason M., VAN NOUHUYS, Saskya, VIDAL, Stefan, 2008. Reprint of “Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale” [Biol. Control 43 (2007) 294–309]. In *Biological Control*, 2008, č. 45, s. 238 – 253

VILENKIN, Boris, CHIKATUNOV, Vladimir I., PAVLÍČEK, Tomáš, 2009. The pattern of species turnover resulting from stochastic population dynamics: The model and field data
In *Ecological Modelling*, 2009, č. 220, s. 657 – 661

VON BERG, Karsten, THIES, Carsten, TSCHARNTKE, Teja, SCHEU, Stefan, 2009. Cereal aphid control by generalist predators in presence of belowground alternative prey: Complementary predation as affected by prey density. In *Pedobiologia*, 2009, č. 53, s. 41 – 48

WARD, D. F., NEW, T. R., YEN, A. L., 2001. Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. In *Journal of Insect Conservation* 2001, č. 5, s. 47 – 53

WOIWOOD, Ian, REYNOLDS, Donald Russell, THOMAS, C. D., 2001. *Insect movement: mechanisms and consequences : proceedings of the Royal Entomological Society's 20th Symposium*. Royal Entomological Society of London. Symposium, CABI, 2001, 458 s., ISBN: 0851994563, 9780851994567

WOODCOCK, B. A., WATT, A. D., LEATHER, S. R., 2003. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003, č.95, s. 443 – 452

WOODCOCK, B. A., REDHEAD, J., VANBERGEN, A. J., HULMES, L., HULMES, S., PEYTON, J., NOWAKOWSKI, M., PYWELL, R. F., HEARD, M. S., 2010. Impact of habitat type and landscape structure on biomass, species richness and functional diversity of ground beetles. In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2010, č. 139, s. 181 – 186

ZAHRADNÍK, Jiří, 1993. *Hmyz ve službách člověka*. Praha: Artia a. s. a Granit s. r. o., 1993, ISBN 80-901443-2-2

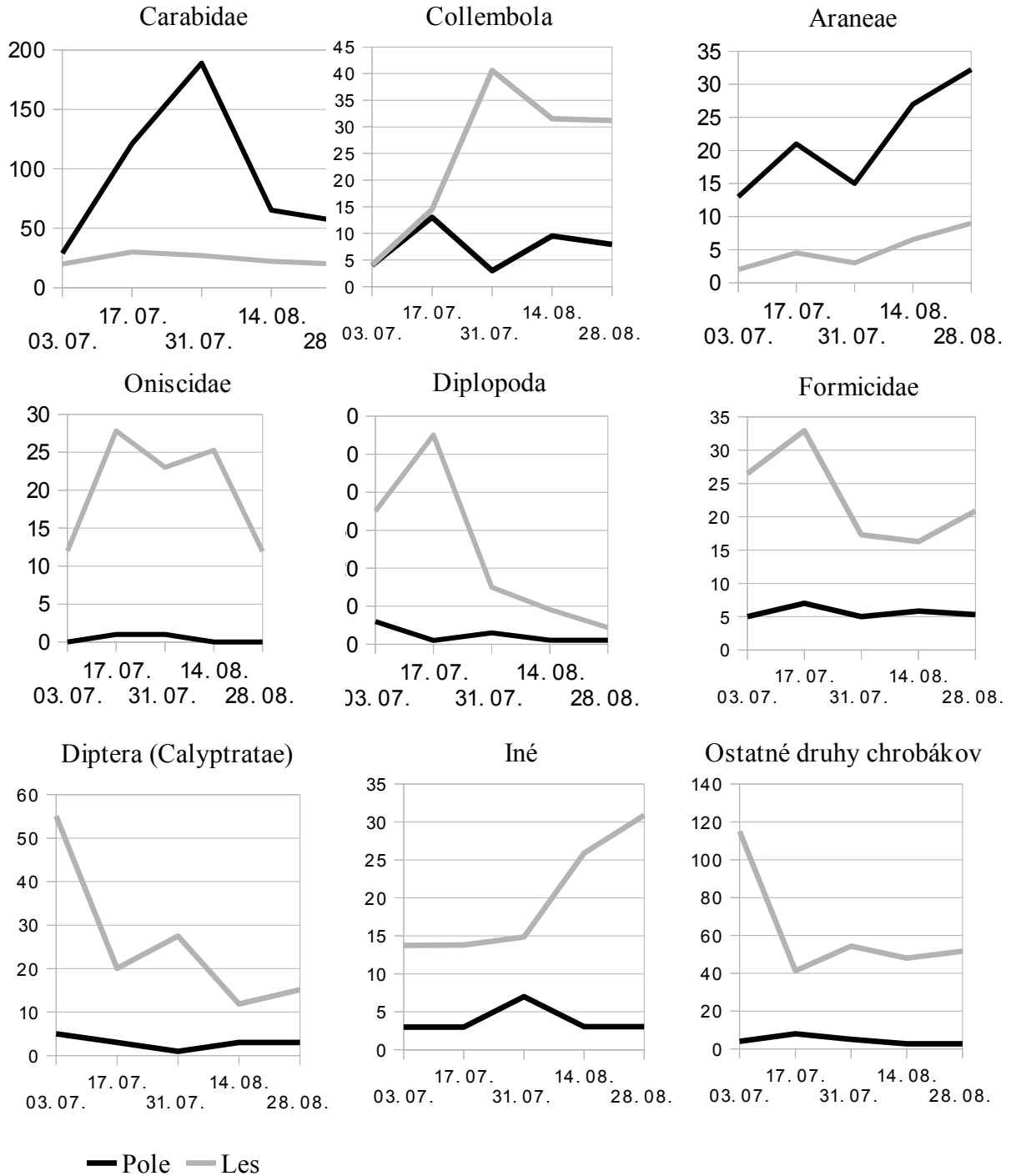
Prílohy

Príloha A – Vývoj jednotlivých skupín bezstavovcov – porovnanie poľnohospodárskeho a lesného ekosystému

Príloha B – Poloha jednotlivých lokalít na ktorých bol vykonávaný výskum a celkový pohľad na lokality

Príloha A

Vývoj jednotlivých skupín bezstavovcov – porovnanie poľnohospodárskeho a lesného ekosystému v roku 2010



Príloha B

Poloha jednotlivých lokalít na ktorých bol vykonávaný výskum a celkový pohľad na lokality, stav v roku 2010

Porasty borovicovej dúbravy



Porasty dúbravy



Brehové porasty vrb



Zdroj: Google Earth, 2011

Foto: autor