

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a ornitologická laboratoř

Jakub Kovář

**Vliv prosvětlení porostu na společenstva střevlíků
(*Carabidae*) v doubravách NP Podyjí**

Bakalářská práce

v oboru Biologie – Geologie a ochrana ŽP

Vedoucí práce: RNDr. Milan Veselý Ph. D.

Olomouc 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Milana Veselého Ph. D. a všechny zdroje citované v textu jsem uvedl v seznamu literatury.

V Olomouci dne

.....

Poděkování

Především děkuji RNDr. Milanu Veselému Ph. D. za cenné rady a trpělivost při vedení této práce. Dále bych chtěl poděkovat svému otci Josefu Kovářovi za pomoc s tříděním materiálu a panu Františku Gryczovi za determinaci obtížně určitelných skupin střevlíků.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Jakub Kovář

Název práce: Vliv prosvětlení porostu na společenstva střevlíků (*Carabidae*)
v doubravách NP Podyjí

Rozsah: 27 stran

Typ práce: bakalářská práce

Pracoviště: Katedra zoologie

Jméno vedoucího práce: RNDr. Milan Veselý Ph. D.

Rok obhajoby: 2015

Abstrakt

Cílem této práce je především vypracování rešerše, týkající se vlivu prosvětlení na druhovou skladbu střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae) a také částečné zpracování výsledků vlastního výzkumu. Výzkum probíhal v letech 2011 – 2013 v doubravách první zóny NP Podyjí. V prvním roce byl výzkum veden na čtyřech lokalitách (Hardegg, Lipina, Hlubocké louky a Starý Gáliš). V následujícím roce byly přidány další dvě lokality (Široké pole, Nový Gáliš). Cílem bylo zjistit, jak se prosvětlení porostu promítne v diverzitě střevlíků.

Metodou zemních pastí s etylenglykolem bylo uloveno 7630 exemplářů střevlíků v 88 družích. Nejvíce početné byly druhy *Abax parallelepipedus*, *Carabus scheidleri* a *Aptinus bombardus*. Prosvětlení porostu nemělo výrazný negativní dopad na diverzitu střevlíků, ani na jejich populace.

Z druhů uvedených v červeném seznamu byly chyceny *Cylindera germanica*, *Chlaenius tristis* a *Poecilus sericeus*.

Klíčová slova: střevlíkovití, zemní past, prosvětlení porostu, NP Podyjí

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Jakub Kovář

Title: The influence of lightening in oak forest on carabid beetles

Size: 27 pages

Type of thesis: bachelor thesis

Department: Department of Zoology

Supervisor: RNDr. Milan Veselý Ph. D.

The year of presentation: 2015

Abstract

The content of this Bc. thesis is a literature summary based on papers focused on forest cover lighting on species composition of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) community and presenting basic data yielded in the field research. The research was conducted in the years 2011 - 2013 in the oak forests of the first zone of Podyjí National Park. In the first year the research was conducted at four locations (Hardegg, Lipina, Hlubocke meadows and old Galis). The following year, two more sites were added to (Wide Field, New Galis). The aim was to find out how the lighting of vegetation is reflected in the diversity of ground beetles.

Using pitfall traps with ethylene glycol 7630 specimens in 88 species of ground beetles was collected. The most numerous species were *Abax parallelepipedus*, *Carabus scheidleri* and *Aptinus Bombarda*. Backlighting of vegetation did not have a significant negative impact on diversity of ground beetles or their population.

Among the material following species listed in the Red List were present *Cylindera germanica*, *Chlaenius tristis* and *Poecilus sericeus*.

Keywords: ground beetles, pitfall trap, lighting of vegetation, Podyjí national park

Obsah

Úvod.....	7
Obecná charakteristika čeledi střevlíkovitých.....	7
Vývoj lesních ekosystémů a jejich managementů.....	8
Vliv lesního managementu na carabidofaunu	10
Cíle práce.....	12
Materiál a metodika.....	13
Studovaná oblast	13
Sběr dat.....	14
Zpracování vzorků a determinace	15
Výsledky.....	16
Diskuse	20
Závěr.....	23
Literatura	24

Úvod

Obecná charakteristika čeledi střevlíkovitých

Střevlíkovití (*Carabidae*) se řadí s více jak 32 000 zástupci mezi nejpočetnější čeledi brouků (Hůrka 2005). Na území ČR v současné době žije 523 druhů střevlíků (www.eurocarabidae.de). Do tohoto počtu jsou zahrnuti i brouci, jejichž výskyt se na našem území předpokládá případně je historicky doložen. Z tohoto počtu je 174 vedeno jako druhy ohrožené (Farkač et. al 2005).

Velikost českých zástupců čeledi se pohybuje v rozmezí 1,6 – 40 mm (Hůrka 2005). Většina je tmavě zbarvena, existují však i výjimky (*Pterostichus burmeisteri*). Mnozí zástupci mají částečně (brachypterie) či zcela (apterie) redukovaná křídla (Hůrka 1996). Jiní naopak jsou velmi dobrými letci (*Dolichus halensis*) schopní šířit se na značné vzdálenosti (Veselý 2002).

Střevlíci jsou obyvateli širokého spektra stanovišť počínaje mokřými, bažinatými či pobřežními až po suchá stepní nebo pouštní stanoviště. Většina druhů žije na povrchu půdy, v hrabance či pod kameny. Lze je však najít i na bylinách, keřích a stromech, některé rovněž pod kůrou či v tlejícím dřevě. Nalezneme zde druhy vyžadující zastínění, rovněž i druhy heliofilní pohybující se za dne a plného slunce na otevřených stanovištích. Existují i druhy tzv. mikrokavernikolní, jež žijí v půdě, či druhy výlučně jeskynní. Střevlíky nalezneme od nížin až do alpského pásma hor. Většina našich zástupců se řadí mezi vlhkomilné s noční aktivitou (Hůrka 1996).

Většina zástupců jsou masožravci aktivně vyhledávající svou kořist. Někteří za kořistí lezou na stromy (*Calosoma* spp., *Carabus intricatus*). Potravu střevlíků nejčastěji tvoří ostatní bezobratlí, avšak ne všichni jsou výlučnými masožravci. Najdeme zde zástupce všežravé, u nichž převažuje buď býložravost nebo masožravost (*Amara*, *Harpalus*). Stejně tak jsou zde zástupci výlučně býložraví např. *Zabrus*, *Ophonus* (Hůrka 1996).

I masožraví zástupci se mohou specializovat na určité skupiny kořisti např. plicnaté plže (*Cychrus*, *Licinus*, *Badister*) jak uvádí Hůrka (1996) nebo Veselý (2002), chvostoskoky (*Leistus*, *Loricera*, *Notiophilus*, *Elaphrus*) či housenky motýlů např. *Calosoma* (Hůrka 1996).

V našich klimatických podmínkách mají střevlíci obvykle pouze jednu generaci ročně (monovoltinní vývoj) (Hůrka 1996). Rozlišujeme dva typy. V prvním případě přezimují dospělí brouci, kteří se na jaře rozmnožují a nakladou vajíčka. Vývoj larev probíhá na jaře a

v létě, přičemž nová imaga se líhnou na konci léta a na začátku podzimu a posléze přezimují. V druhém případě dochází k rozmnožování na podzim, přezimují larvy a imaga se líhnou na jaře či časném létě (Růžičková 2012).

Podle Hůrky (1996) byla u některých zástupců zjištěna péče o potomstvo. Samice obou zástupců rodu *Molops*, *Abax parallelus*, *Abax ovalis* a někteří zástupci rodu *Pterostichus*. U některých druhů rodu *Ophonus* shromažďují pod zemí zásobu semen miříkovitých jako potravu pro larvy (např. *Ophonus ardosiacus*). Larvy střevlíkovitých jsou oligopodní, kampodeiformního typu, mající obvykle tři instary (Hůrka 1996). Ve valné většině případů se jedná o predátory živící se mimotělně natrávenou potravou, jež se pohybují na povrchu půdy. I zde však existují výjimky. Dle Hůrky (1996) larvy zástupců rodu *Lebia* jsou ektoparazitoidi larev mandelinkovitých (*Chrysomelidae*).

Z hlediska významu patří střevlíkovití brouci k nejdůležitějším. Většina zástupců čeledi jsou dravci živící se ostatními bezobratlými, z nichž někteří často škodí jak v biocenózách přirozených tak umělých. Díky citlivosti na toxické látky (Hůrka 1996), jakož i ekosystémové změny (Toïgo et. al 2013; García-Tejero et. al 2013; Work et al. 2014; New 1998) jsou dobrými bioindikátory. Bionomie většiny druhů je dobře známá a čeleď jako taková patří k jednomu z nejlépe prostudovaných (Žiogas a Vaičikauskas, 2007).

Vývoj lesních ekosystémů a jejich managementů

V rozporu s představou většiny lidí nebylo území naší republiky v minulosti pokryto neprostupným lesem. Před příchodem člověka byl lesní porost často narušován disturbancemi. Ať už se jednalo o povětrnostní vlivy jako silný vítr, povodně nebo lesní požár způsobený úderem blesku nebo působením velkých herbivorů a jistě i občasnými populačními explozemi listožravého hmyzu. Tímto způsobem vznikaly větší či menší plochy bez souvislého porostu (Konvička et al. 2006).

Když do střední Evropy přišel člověk začal lesy využívat. Je zřejmé, že vlivem zemědělství došlo k ústupu lesů. Ve srovnání s např. středomořím nebyl úbytek lesního porostu tak markantní (Buse et al. 2010). Avšak lesy netvořily vysoké stromy, jak je známe dnes. Byly zde tzv. nízké a střední lesy. První sloužily coby pařeziny k získávání palivového dřeva, zatímco střední lesy byly primárně určeny k produkci stavebního dříví. V lese se pásala domácí zvířata (tzv. pastevní lesy), jež spásáním semenáčků bránila zapojení porostu.

Hrabanka a klest byly využívány jako stelivo, jelikož sláma se užívala k výrobě došků na střechy. Holoseče tehdy vůbec neexistovaly. Tehdejším typem lesa byla tzv. pařezina, kdy se využívalo schopnosti některých druhů stromů regenerovat vegetativně pomocí tzv. výmladků. Tyto se mýtili v krátkých intervalech. Po zmýcení se po nějakou dobu nesmělo v lese pást. Stromy, jež měly význam pro výkrm domácích zvířat bylo zakázáno kácet. Typickým příkladem může být dub (*Quercus sp.*). Bylo zjištěno, že dub je schopen vyklíčit pod ochranou trnitých keřů, čili je semenáček chráněn před zvířaty (Konvička et al. 2006).

Výše uvedené typy lesa a hospodaření v něm se udržely po celý středověk a raný novověk. S počátky industrializace ovšem vyvstala potřeba dostatku kvalitního dřeva. Od původních metod hospodaření se ustoupilo. Nízké a střední lesy byly převáděny na lesy vysoké, jež slibovaly dostatečnou produkci dřeva např. na výztuže štol v dolech. Vzhledem k tomu, že vysoký les může regenerovat pouze generativně ze semen, došlo k zákazu lesní pastvy. Tyto lesy se mýtily v delších intervalech, v důsledku čehož se nízké a střední lesy měnili nejprve v tyčoviny a posléze ve vysoký les známý z dnešních dnů (Konvička et al. 2006).

V průběhu 19. a 20. století se začaly rozšiřovat monokultury, nejčastěji smrku. Tyto lesy sloužili primárně k produkci stavebního a jinak účelově využitelného dřeva. Listnaté lesy byly často na monokultury cíleně převáděny a zbyly z nich pouhé fragmenty (Yu et al. 2014). Někdy docházelo i k případům převodu nelesních biotopů na monokulturu (jedle na místo vřesoviště v Německu) jak uvádí Borchard et al. (2014).

Kromě lesů hospodářských se v průběhu dvacátého století objevila nová kategorie. Jedná se o lesy zvláštního určení. Tyto lesy jsou součástí především chráněných území a ochranných pásem vodních zdrojů. Na rozdíl od lesů hospodářských pro ně platí zcela jiná pravidla. Především je v nich radikálně omezena či přímo zakázána těžba dřeva. Díky tomu se zde zachovala původní druhová skladba stromů. Ovšem i zde se jedná o vysoký les s do značné míry zapojeným porostem.

V posledních letech se začaly objevovat snahy vedoucí k prosvětlování porostu za pomoci selektivní těžby. Ekosystémové studie ukázaly, že počet druhů obývajících zapojený les je výrazně menší než u lesa světlého s četnými pasekami (Konvička et al. 2006). Jedním z důležitých faktorů je i druhová skladba lesa. Zda je porost tvořen pouze jedním či více druhy stromů (Barsoum et al. 2014). Neméně významná je věková skladba porostu (Riley a Browney 2011). Ukázalo se, že některé skupiny bezobratlých (např. saproxylický hmyz) i obratlovců potřebují k životu osluněné stromy a více světla (Vodka et. al. 2009; Vodka a Čížek 2013; Šebek et al. 2013; Wermelinger et al. 2013).

Vliv lesního managementu na carabidofaunu

V rámci své bakalářské práce se zabývám zhodnocením vlivu prosvětlení porostu na druhovou skladbu střevlíků. Prosvětlení lesního porostu lze provádět dvěma způsoby. Prvním je holoseč, kdy jsou na určité ploše vytěženy všechny stromy. Druhým způsobem je selektivní těžba. Na mýcené ploše jsou ponechány některé stromy jako výstavky.

Střevlíci společně s pavouky (*Aranae*) a drabčíky (*Staphylinidae*) patří mezi nejčastěji vyhledávané skupiny pro biomonitoring, neboť reagují na změny prostředí, ve kterém žijí (Jung et al. 2014; Blanchet et al. 2012; Lange et al. 2014; Negro et al. 2014). Jsou početní a většinou snadno určitelní (Work et al. 2014).

V případě holosečí dochází ke změně stanovištních podmínek. Na tyto skutečnosti poukazuje Töigo et al. (2013) v rámci svého výzkumu zaměřeného na lesní porosty, kde se přestal provádět management. V porostech, v nichž dochází k těžbě holosečí je vyšší intenzita slunečního záření, mění se vlhkostní poměry.

Work et al. (2013; 2014) dospěl během výzkumu, probíhajícího v boreálních lesích v Quebecu, k závěru, že důležitou roli hraje, zda je na vytěžené ploše ponecháno mrtvé dřevo či nikoli. Mrtvá dřevní hmota a další biomasa vzniklá během těžby částečně zabrání drastickému vysušení těžené plochy a navíc poskytne úkryty pro epigeon.

K poklesu diverzity nedochází bezprostředně po těžbě. Naopak dochází k jejímu zvýšení k čemuž dospěli nezávisle na sobě Niemelä et al. (1993) a Huber a Baumgartenová (2005). Na otevřených plochách se objevují nové druhy. Jak zjistil Niemela et al. (1993) během svého výzkumu v Albertě v Kanadě, často se jedná o druhy otevřených stanovišť schopné dobře se šířit a kolonizovat nové plochy. Jejich diverzita se mění s postupnou regenerací stanoviště. Naproti tomu druhy vázané na les zaznamenávají početní pokles, nezmizí však úplně. Podle poznatků Hubera a Baumgartenové (2005), jejichž výzkum zaměřený na porovnání vlivu maloplošných holosečí a selektivní těžby probíhal ve smrkových lesích jižního Bavorska, v některých případech může holoseč simulovat i větrná kalamita, jež je v posledních letech významným činitelem ovlivňujícím lesní ekosystémy. Ve výjimečných případech může změna mikroklimatu na stanovišti po prosvětlení porostu vést následkem nevhodného navazujícího managementu i ke zmizení druhu, který je na dané stanoviště vázán (např. *Oreonebria castanea sumavica* v lesích NP Šumava - Linhart et al. 2013).

Na druhou stranu selektivní těžba je šetrnější metodou prosvětlení porostu. Na selektivně těžených plochách jsou ponechány některé stromy v podobě tzv. výstavků. Tento

typ managementu je výhodný zejména pro brouky vázané na dřevo, o čemž se zmiňují práce Vodky et al. (2009) a Šebka et al. (2013). Pro střevlíky pohybující se především na povrchu půdy je výhodou, že nedochází k tak radikální změně stanovištních podmínek ve srovnání s holosečí, jak uvádí Brouat et al. (2004). K podobným závěrům došel i Graham-Sauvé et al. (2013) během výzkumu v boreálních lesích Qubecu v Kanadě.

Epigeon, k němuž střevlíkovití brouci patří, sice zaznamená mírný pokles četnosti, nejedná se však o pokles nijak dramaticky populace ohrožující. I v tomto případě se na plochách objeví nové druhy, jejichž četnost bude klesat s postupující regenerací stanoviště. Prosvětlení porostu totiž vede aktivaci a vyklíčení semen ukrytých v půdě. Výskyt bylin na plochách krátce po vytěžení (ještě v témže roce) opět kladně ovlivní diverzitu bezobratlých, střevlíky nevyjímaje, na kteroužto skutečnost poukazuje práce Ulyshena et al. (2006). V rámci tohoto výzkumu se hodnotilo, jak budou střevlíci reagovat na selektivní těžbu. Studovanou oblast tvořil nížinný les v Jižní Karolíně (USA), kde se porovnávaly mezery (tzv. gapy) v lesním porostu různého stáří s vlastním lesním porostem. Nejvyšší diverzita byla v nejmladších mezerách, naopak bez prokazatelného rozdílu vůči lesu byly mezery staré.

Jak v případě holosečí, tak v případě selektivní těžby dochází na hranicích pasek s okolními stanovišti ke vzniku tzv. ekotonu neboli hraniční (okrajové) zóny. Jedná se o zcela specifický biotop v němž můžeme najít druhy (ne zcela všechny) z obou sousedících stanovišť (Hora et al. 2009; Kotze et al. 2012). Vznik těchto okrajů má dopady jak abiotické, jež ovlivňují podmínky na stanovišti, tak biologické, mající vliv na četnost a rozšíření střevlíků, jak poukazuje ve své práci Mathé (2006).

Okraje nevznikají pouze v rámci managementu lesa, ale i fragmentací lesních stanovišť vlivem urbanizace, na což poukazuje Kotze et al. (2012) ve své práci, zabývající se okrajovým efektem a vlivem sešlapu na složení společenstva střevlíků lesních stanovišť uvnitř městské zástavby. Jeho výzkum probíhal v Helsinkách ve Finsku a Edmontonu v Kanadě. V podstatě stejnou tematikou se zabýval jeho diplomant Noreika (2011). Ten v rámci své diplomové práce řeší vliv reliéfu lesního okraje na ploškovitou distribuci střevlíků a poukazuje na prediktabilnost této skutečnosti.

Podobný vliv na vznik okrajů jako urbanizace má rozšiřování dopravní infrastruktury, čímž se ve své práci zabývá Knapp et al. (2013). Jeho výzkum se zaměřil na vliv blízkosti dálnice ve vztahu k specifickým vlastnostem habitatu. Výzkum byl prováděn v okolí dálnic na území ČR a nezahrnoval pouze lesní stanoviště. Vyhodnocování byli všichni epigeičtí členovci. Výsledky ukázaly, že bezlesá stanoviště nevykazují prokazatelné změny, kdežto

diverzita lesních stanovišť klesala se vzdáleností od dálnice. Lesní druhy nebyly negativně ovlivněny.

Do okrajových zón lze zařadit i tzv. streamside buffers, jenž mají za úkol bránit úniku škodlivin do vodních ekosystémů, jak uvádí Baker et al. (2009). Tato práce hodnotí význam těchto stanovišť uvnitř vlhkých eukalyptových lesů jako habitatů pro střevlíkovité brouky. Bylo zjištěno, že valná většina střevlíků se vyskytovala i v okolním porostu, avšak diverzita byla oproti okolnímu eukalyptovému lesu vyšší.

Důležitou roli hraje i velikost zbytkových ploch, jak uvádí Driscoll a Weir (2005), jejichž práce se zabývá závislostí fragmentace stanovišť na ekologických vlastnostech, podmínkách na stanovištích a velikosti zbytkových ploch původního porostu.

Management v lesních ekosystémech může mít negativní vliv na některé střevlíky vázané na toto prostředí. Druhy neschopné letu v případě ztráty stanoviště nejsou schopny migrovat na jinou vhodnou plochu. Ve srovnání s lesem, kde se neprovádí zásahy do porostu je diverzita lesních specialistů nižší. Zcela překvapivé je zjištění, že lesy bez managementu mohou zvýhodňovat i druhy otevřených stanovišť, na což ve své práci pokazuje Toïga et al. (2013). Zásahy do lesního porostu naopak nijak neovlivňují výskyt habitatových generalistů. Extenzivní metody lesního managementu jako prořezávání porostu a selektivní těžba ve srovnání s více intenzivními metodami (např. holoseč) nijak zvlášť neovlivňují skladbu společenstva střevlíků, což je rovněž zmíněno ve výše uvedené práci Toïga et al. (2013).

Cíle práce

Cílem mojí bakalářské práce je:

1. Literární rešerše
2. Sběr dat na území NP (již proběhlo)
3. Vyhodnocení nasbíraných dat (seznam druhů)

Materiál a metodika

Studovaná oblast

Oblast, ve které probíhal výzkum, se nachází na území Národního Parku Podyjí. NP Podyjí pokrývá kaňon řeky Dyje o rozloze 63 km². Pro území kaňonu jsou charakteristické živinami chudé mělké půdy. Do Druhé Světové Války byla většina tohoto území obhospodařována pastvou a prořezáváním porostu. Po skončení světového konfliktu byla oblast opuštěna (Němci byli odsunuti). V důsledku toho započala sekundární sukcese, na jejímž konci vznikl plně zapojený lesní porost. Zapojený les dnes tvoří většinu území národního parku. Místy jsou přítomny prosvětlenější lesostepní partie, jež se nachází v hlavně na skalních výchozech. Hlavními druhy stromu v zapojeném lese jsou dub zimní (*Quercus petraea* M.) tvořící 41%, habr obecný (*Carpinus betulus* L.) 37% a lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.) 18%. Ostatní druhy dřevin zaujímají 4% porostu. Světlé lesostepní partie vykazují dominanci dubu (90%), která je doplněn lípou (5%), habrem (4%) a ostatními druhy dřevin (1%).

Na šesti místech v první zóně parku byly vytvořeny malé paseky (cca 40x40 m). Hrstka stromů byla na pasekách ponechána, aby simulovaly světlý les. Jedna z pasek na každé ploše vždy přímo sousedila s vlhkou loukou, druhá byla oddělena pásem keřů a menších stromů o šíři cca 20 m. První paseky byly vytvořeny v únoru 2011 (Hardegg, Lipina, Hlubocké louky a Starý Gáliš). Zbývající pak v únoru 2012 (Nový Gáliš, Široké pole).

Dále byly v rámci všech šesti zkoumaných ploch vytvořeny kontrolní plochy. Kontrolní habitaty tvořili: zapojený les, lesostepní stanoviště, okraj lesa a vlhká louka. Dohromady tedy bylo 12 experimentálních pasek a 24 kontrolních ploch na šesti místech.

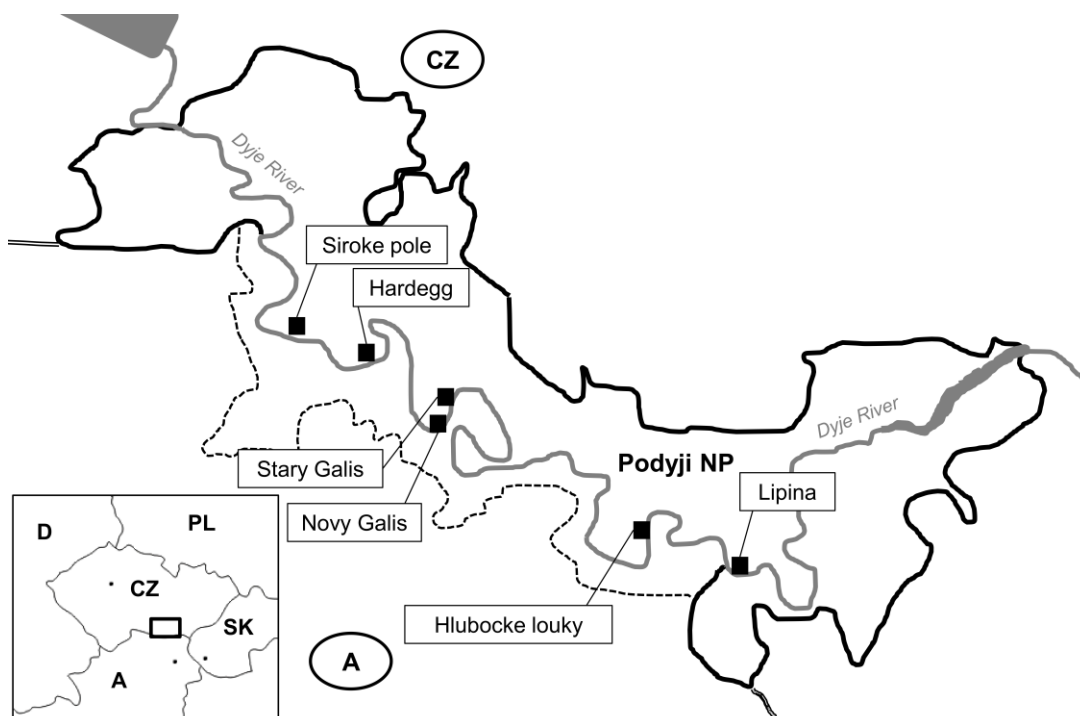


Fig. 1: Poloha výzkumných ploch.

Sběr dat

Vzorky byly sbírány na pasekách a kontrolních plochách na jaře a v létě následně po vytvoření pasek. Na prvních čtyřech lokalitách byl sběr vzorků prováděn od května do září 2011 na zbývajících dvou pak od května do září 2012. Výzkum byl zaměřen na širší spektrum taxonů.

Epigeičtí bezobratlí byli chytáni do zemních pastí. K zhotovení zemních pastí byly užity standardní kelímky na pivo vysoké cca 14 cm. Horní průměr cca 8,5 cm. Vždy dva kelímky vložené do sebe, byly umístěny do předem vyvrtané šachty, tak aby nevyčnívaly nad povrch půdy. Každá past byla opatřena stříškou z víčka pro misku na salát, fixovanou ve dvou bodech párátky. Pasti byly vzhledem k povaze terénu rozmístěny náhodně na jednotlivých plochách v počtu pěti kusů. Pouze některé kontrolní plochy (louka a kraj lesa) umožňovaly dát pasti do souvislé linie. Jako smrtící a konzervační roztok byl použit ethylen glykol. Sběr vzorků probíhal od konce dubna do konce června, přičemž pasti byly vybírány každé dva týdny.

Zpracování vzorků a determinace

Ulovený materiál byl vzhledem k jeho složení roztržěn na několik skupin (střevlíci, ostatní brouci, pavouci, blanokřídlí a mravenci). Materiál náležející k jiným skupinám byl konzervován 70% etanolem a předán k vyhodnocení příslušným lidem.

Střevlíkovití brouci byli dále determinováni až na druhovou úroveň s využitím určovacího klíče (Hůrka, 1996). Exempláře rodů *Amara*, většina zástupců rodu *Harpalus* a střevlíci rodu *Bembidion* a *Notiophilus* byly zakonzervovány rovněž v 70% etanolu. Jejich determinaci provedl pan František Grycz. Zároveň s determinací byly určeny i počty jednotlivých druhů. Část materiálu byla dále zpracována pro Znojenské muzeum jako dokladové.

Výsledky

Za tři roky sběru dat v národním parku Podyjí bylo uloveno do zemních pastí 7630 exemplářů střevlíků, jež zahrnovali dohromady 88 druhů. Tabulka s výčtem chycených druhů viz níže.

Z druhů uvedených v červeném seznamu byly chyceny tři vedené jako zranitelné (*Cylindera germanica*, *Chlaenius tristis* a *Poecilus sericeus*).

Nejpočetněji byly zastoupeny rody *Abax* (2930 kusů) a *Carabus* (1889 kusů). Z rodu *Abax* byl nejpočetněji zastoupen *Abax parallelepipedus* (1298 kusů). Rod *Carabus* pak nejpočetněji zastupoval *Carabus schiedleri* (1176 kusů). Dále byl ve větším počtu zastoupen rod *Aptinus* (jediný zástupce v ČR *A. bombardaria* 554 kusů). Ostatní početně významné rody střevlíkovitých (*Amara*, *Cicindela*, *Harpalus*, *Molops*, *Poecilus* a *Pterostichus*) se vyskytovaly v počtech pod 500 kusů. Zbylí střevlíci se vyskytovali vesměs v počtu jednotlivých kusů.

Tab.1: Seznam druhů. Četnost, habitatové preference, schopnost šíření a potravní nároky. Bezkrídle druhy zahrnují i druhy brachypterní. Druhy uvedené v červeném seznamu jsou vyznačeny tučným písmem.

Druh	Počet kusů 2011	Počet kusů 2012	Počet kusů 2013	Preference habitatu	Schopnost šíření	Výživa
<i>Abax parallelepipedus</i>	685	202	411	lesní generalista	bezkrídlý	dravec
<i>Abax parallelus</i>	281	99	277	lesní specialista	bezkrídlý	dravec
<i>Abax ovalis</i>	516	201	258	lesní specialista	bezkrídlý	dravec
<i>Amara aenea</i>	18	22	2	otevřená stanoviště	okřídlený	fytofág
<i>Amara aulica</i>	22	0	8	otevřená stanoviště	okřídlený	fytofág
<i>Amara communis</i>	1	1	3	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Amara convexior</i>	19	5	29	otevřená stanoviště	okřídlený	fytofág
<i>Amara curta</i>	0	2	14	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Amara lunicollis</i>	66	13	3	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Amara montivaga</i>	4	1	4	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Amara ovata</i>	33	28	76	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Amara plebeja</i>	1	0	2	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Amara similata</i>	0	13	6	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág

<i>Amara tibialis</i>	0	2	0	otevřená stanoviště	okřídlený	převážně fytofág
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1	20	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Agonum marginatum</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Agonum sexpunctatum</i>	3	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	4	3	1	otevřená stanoviště	okřídlený	není známa
<i>Aptinus bombarda</i>	333	207	14	lesní specialista	bezkřídlý	dravec
<i>Badister lacertosus</i>	1	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Bembidion lampros</i>	6	3	1	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Bembidion properans</i>	3	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Calathus erratus</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	bezkřídlý	dravec
<i>Calathus fuscipes</i>	46	3	5	habitatový generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Calathus melanocephalus</i>	3	3	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Calosoma inquisitor</i>	0	1	12	lesní specialista	okřídlený	dravec
<i>Carabus auronitens</i>	2	1	0	lesní specialista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus convexus</i>	97	5	84	habitatový generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus coriaceus</i>	20	4	5	lesní specialista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus glabratus</i>	0	7	2	lesní specialista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus granulatus</i>	15	0	2	habitatový generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus hortensis</i>	158	43	32	lesní generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus intricatus</i>	59	33	35	lesní generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus nemoralis</i>	73	8	28	lesní generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Carabus scheidleri</i>	372	400	404	habitatový generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Cicindela campestris</i>	64	6	52	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
Cylindera germanica	1	1	1	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Cymindis humeralis</i>	4	0	1	otevřená stanoviště	bezkřídlý	dravec
<i>Diachromus germanus</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	není známa
<i>Drypta dentata</i>	2	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Harpalus affinis</i>	3	7	3	habitatový generalista	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus atratus</i>	16	5	19	otevřená stanoviště	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus distinguendus</i>	0	1	2	habitatový generalista	okřídlený	všežravec

<i>Harpalus honestus</i>	1	1	14	otevřená stanoviště lesní	bezkřídlý	všežravec
<i>Harpalus laevipes</i>	1	0	0	generalista habitatový	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus latus</i>	0	0	1	generalista habitatový	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus luteicornis</i>	6	1	1	generalista	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus signaticornis</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus subcylindricus</i>	0	4	0	otevřená stanoviště habitatový	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus rubripes</i>	0	10	20	generalista	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus rufipalpis</i>	1	0	3	otevřená stanoviště	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus rufipes</i>	30	17	127	otevřená stanoviště	okřídlený	všežravec
<i>Harpalus tardus</i>	7	0	16	otevřená stanoviště	okřídlený	všežravec
<i>Chlaenius tristis</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Lebia chlorocephala</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Leistus ferrugineus</i>	2	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Leistus rufomarginatus</i>	1	0	0	lesní generalista	okřídlený	dravec
<i>Loricera pilicornis</i>	1	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Molops elatus</i>	34	6	44	lesní specialista	bezkřídlý	dravec
<i>Molops piceus</i>	184	25	92	lesní specialista habitatový	bezkřídlý	dravec
<i>Nebria brevicollis</i>	25	0	2	generalista	okřídlený	dravec
<i>Notiophilus biguttatus</i>	6	0	0	lesní generalista	okřídlený	dravec
<i>Notiophilus palustris</i>	1	1	0	lesní generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Notiophilus rufipes</i>	0	1	0	lesní specialista	okřídlený	dravec
<i>Ophonus laticollis</i>	4	0	1	otevřená stanoviště habitatový	okřídlený	fytofág
<i>Ophonus rufibarbis</i>	0	0	1	generalista	okřídlený	fytofág
<i>Parophonus laeviceps</i>	0	1	2	otevřená stanoviště	okřídlený	není známa
<i>Panageus cruxmajor</i>	0	1	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Patrobus atrorufus</i>	1	1	0	lesní specialista	bezkřídlý	dravec
<i>Platynus assimilis</i>	5	1	2	lesní generalista	okřídlený	dravec
<i>Poecilus cupreus</i>	4	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Poecilus lepidus</i>	27	70	13	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Poecilus sericeus</i>	0	3	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec

<i>Poecilus versicolor</i>	196	106	1	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	26	1	6	lesní generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Pterostichus diligens</i>	1	2	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Pterostichus melanarius</i>	199	50	3	habitatový generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Pterostichus niger</i>	5	1	8	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Pterostichus nigrita</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	31	2	20	lesní generalista	okřídlený	dravec
<i>Pterostichus ovoideus</i>	0	0	1	habitatový generalista	bezkřídlý	dravec
<i>Pterostichus strenuus</i>	1	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Pterostichus vernalis</i>	5	0	0	habitatový generalista	okřídlený	dravec
<i>Stomis pumicatus</i>	2	0	2	otevřená stanoviště	bezkřídlý	dravec
<i>Syntomus truncatellus</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	bezkřídlý	dravec
<i>Synuchus vivalis</i>	10	0	2	otevřená stanoviště	okřídlený	dravec
<i>Trechus secalis</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	bezkřídlý	dravec
<i>Zabrus tenebrioides</i>	1	0	0	otevřená stanoviště	okřídlený	fytofág

Diskuse

Výzkum probíhal vždy od dubna do června v letech 2011, 2012 a 2013 na plochách v první zóně NP Podyjí. Projekt podporovala Grantová Agentura Jihočeské Univerzity a spolufinancovaly ho Evropský Sociální Fond a státní rozpočet ČR. Cílem projektu bylo zjištění, zda prosvětlení porostu zvýší diverzitu studovaných taxonů (saproxylický hmyz, denní a noční motýli, epigeičtí bezobratlí, plazi, ptáci a vyšší rostliny).

Ve své bakalářské práci se zaměřuji na vliv prosvětlení porostu na skladbu společenstva střevlíkovitých brouků. Ke sběru vzorků byly užity padací zemní pasti. Jedná se o metodu jednoduchou a finančně nenáročnou. Metoda zemních pastí umožňuje zmapovat složení epigeonu na dané lokalitě (Brouat et al. 2004; Bergeron et al. 2013). Ve výsledku však neukazuje skutečnou četnost jedinců na lokalitě, nýbrž jejich aktivitu (Růžicková 2012).

Výzkum probíhal na čtyřech lokalitách, kde byly vytvořeny dvě paseky na každé z nich a kontrolních plochách v roce 2011. Zbylé dvě lokality byly přidány v roce 2012. Na původních lokalitách se pak vzorkovaly pouze paseky a kontrolní plochy byly vzorkovány pouze na lokalitách nových. Na všech lokalitách za celé tři respektive dva roky výzkumu bylo pochyťáno 7630 střevlíků v 88 druzích. Většinu ulovených jedinců tvořili druhy otevřených stanovišť, schopní dobře kolonizovat nově vzniklé biotopy a habitatoví generalisté, kteří nemají velké nároky na prostředí, v němž žijí. Lesní druhy byly zastoupeny méně.

Vzhledem k expozici pastí během vegetačního období byly odchyty víceméně stabilní. I když v případě několika druhů došlo v roce 2013 k poklesu počtu ulovených jedinců (*Aptinus bombarda*), což lze vysvětlit postupnou sukcesí na pasekách a tím, že nebyly vzorkovány kontrolní habitaty. Naopak někteří zástupci rodu *Amara* byli v posledním roce výzkumu početnější. Jelikož většina zástupců tohoto rodu jsou fytofágové nebo u nich fytofágie převažuje, dá se říci, že zvýšení počtu souvisí právě s pokročilou sukcesí pasek.

Lesní druhy jako *Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Abax ovalis* a *Aptinus bombarda* zaznamenaly pokles četnosti v roce 2012. Tomu jistě napomohlo i suché počasí během doby, kdy byly pasti exponovány. Na rozdíl od druhů otevřených stanovišť jsou lesní druhy střevlíků více citlivé na vlhkostní poměry stanoviště.

Mezi nejhojnější střevlíky patřil *Abax parallelepipedus*, s celkovým počtem 1298 kusů. Tento druh patří mezi nejběžnější střevlíky obývající lesy (Veselý 2002). Navíc nemá vyhraněné nároky na typ lesa (Toïgo et al. 2013), takže se s ním lze setkat i v hospodářských

lesích. Dá se říci, že celkově byl rod *Abax* jedním z nejpočetněji zastoupených rodů na všech zkoumaných lokalitách vůbec. U zbylých dvou zástupců rodu vyskytujících se na území NP Podyjí (*A. parallelus*, *A. ovalis*) je sice vazba na les silnější (Veselý 2002), avšak výzkumné paseky nebyly vykáceny zcela a bylo zde ponecháno zbytkové dřevo a další biomasa, jež zabránila dramatickým změnám mikroklimatu stanoviště. Brouci měli dostatek úkrytů. Postupná sukcese, v jejímž rámci paseky zarůstaly postupně bylinami, rovněž napomohla zmírnit dopady prosvětlení lesního porostu.

Rod *Molops* byl zastoupen dvěma druhy (*M. piceus*, *M. elatus*). Oba druhy jsou vázané na les. Indikují přirozené lesy (Veselý 2002). Byly zaznamenány po celou dobu výzkumu, přičemž se vyskytovaly, jak v lese zapojeném tak na obou typech experimentálních pasek. Početnější z obou druhů byl *M. piceus*.

Naopak četnost prskavce *Aptinus bombarda* byla vysoká pouze v letech 2011 a 2012, kdy byly vzorkovány i kontrolní habitaty. Tento druh je vázán na listnaté lesy, s řídkým bylinným patrem, což jsem pozoroval např. na lokalitě Borač na Tišnovsku. Data ukazují na stejný trend. Nejvíce odchytů tohoto druhu bylo v zapojeném lese a na jeho okraji. Na pasekách se naopak druh vyskytoval pouze v počtu několika exemplářů, čemuž odpovídá i celkový počet brouků chycených v roce 2013, kdy se vzorkovaly pouze paseky (pouhých 14 exemplářů).

Dalším velmi hojným druhem byl *Carabus scheidleri* s počtem 1176 ulovených kusů. Tento druh patří mezi hojně osidlující rozmanitá stanoviště (Veselý 2002). V rámci výzkumu se vyskytoval na všech lokalitách po celé tři roky. V letech 2011 a 2012 byl nalezen i na všech typech kontrolních habitatů. Na okraj lze zmínit velkou barevnou variabilitu dospělců (byla dokladována i sbírkově). Ostatní zástupci rodu *Carabus* nepřekročili za celé tři roky počet 500 kusů. Někteří nedosáhli ani počtu deseti kusů (*C. auronitens*, *C. glabratus*).

Na druhou stranu některé druhy střevlíků byly zastíženy pouze v počtu jednotlivých kusů a téměř výhradně na kontrolních plochách. *Poecilus sericeus*, jenž náleží dle červeného seznamu (Farkač et al. 2005) mezi druhy zranitelné, je druhem lučním. Vyskytuje se však i na polích. Byl uloven v počtu 6 kusů z toho čtyři byly chyceny na louce a dva na pasece s volným přechodem na ni.

Střevlík *Cymindis humeralis* byl naopak chytán v světlém lesostepním porostu vyjma dvou tří kusů ulovených na kraji hustého lesa. Jedná se o nejhojnějšího zástupce tohoto rodu v ČR, nicméně je na ústupu vzhledem zarůstání vhodných stanovišť (krátkostébelné trávníky, stepy, skalní stepy...) (Veselý 2002). Nutno poznamenat, že jeho odchyty byly jednotlivé, neboť dle zjištění členů carabidologické sekce ČSE se jedná o predátory typu „sit and wait“

podobně jako např. někteří hadi, jež přepadají kořist ze zálohy a proto do pastí padají víceméně náhodně (Blízek 2014 in verb.).

Podobný trend v odchycích lze pozorovat i u dalších střevlíkovitých. V případě rodů *Agonum* a *Panageus* se jedná o vlhkomilné brouky pohybující se na podmáčených lokalitách a březích vod. K jejich chycení došlo na louce sousedící s břehem Dyje. U rodu *Harpalus* vyjma *Harpalus rufipes*, který se vyskytoval poměrně hojně a to i na pasekách, jde o všežravce převážně se živící rostlinnou potravou (semena trav a dalších bylin - Hůrka 1996). Z toho lze usuzovat na nižší frekvenci odchytů. Střevlíci rodu *Ophonus* byli zastoupeni pouze dvěma druhy (*Ophonus laticollis*, *Ophonus rufibarbis*). Jsou to fytofágové živící se semeny mrkvovitých rostlin (např. *Daucus carota*), což vysvětluje jejich jednotlivou přítomnost v pastech.

Svižníci byli na výzkumných plochách zastoupeni dvěma druhy. *Cicindela campestris* patřila k běžnějším z obou druhů (122 kusů). Vyskytovala se po celé tři roky výzkumu. Odchyty byly zaznamenány z louky jako kontrolního habitatu a pak z obou experimentálních pasek. Jak známo, svižníci jsou výborní letci schopní osidlovat nové vhodné plochy. Druhým zástupcem svižníků byla *Cylindera germanica*. Tato se vyskytla pouze jednotlivě v letech 2011 a 2012 a to výhradně na louce. Jedná se o druh otevřených stanovišť s nezapojeným porostem na hlinitém, jílovém či sprašovém podkladu (Veselý 2002). Dle vlastního pozorování padá do pastí náhodně na rozdíl od *C. campestris*.

Závěr

Tématem této bakalářské práce bylo zjistit, zda má prosvětlení porostu vliv na složení společenstva střevlíků. Výzkum probíhal na celkem šesti lokalitách v první zóně NP Podyjí. Čtyři z těchto lokalit vznikly v roce 2011 a zbylé dvě pak v roce 2012. Na každé lokalitě byly vytvořeny dvě paseky s výstavky stromů. Jedna vždy přímo navazovala na vlhkou louku a druhá byla oddělena pásem dřevin. Dále byly vzorkovány čtyři kontrolní habitaty (lesostep, hustý les, okraj lesa a louka). Kontrolní habitaty byly vzorkovány jen v roce mýcení pasek. Cílem bylo zjistit jak se změní diverzita střevlíků a jejich četnost. Případně zda se nová stanoviště stanou atraktivní pro ohrožené druhy.

Na experimentálních pasekách a kontrolních habitatech byly náhodně rozmístěny zemní pasti v počtu pět kusů. Během tří let výzkumu bylo pochyťáno celkem 7630 střevlíků v 88 druzích. Nejvíce početní byli zejména zástupci rodů *Abax* (*A. parallelepipedus*, *A. parallelus* a *A. ovalis*), *Molops* (*M. piceus*, *M. elatus* a *Aptinus bombarda*). Což jsou poměrně běžné lesní druhy. Z druhů výrazněji nepreferujících určitý typ stanoviště byli přítomni zejména *Carabus scheidleri* a *Pterostichus melanarius* (vyskytoval se i v lese). Z druhů otevřených stanovišť pak byli nejvíce zastoupeni *Poecilus versicolor* a *Poecilus lepidus*.

Z hlediska zvýšení diverzity střevlíků se potvrdilo, že prosvětlení porostu má kladný vliv. Na pasekách se objevily nové druhy, především otevřených stanovišť. Dále byly paseky kolonizovány habitatovými generalisty. Četnost většiny lesních střevlíků se v souladu s předpoklady nijak dramaticky nesnížila. Výjimkou byl pouze prskavec *Aptinus bombarda*. Daný management se jeví jako životaschopný. Neohrožuje populace lesních střevlíků. Budou třeba ještě další analýzy. Tyto budou tématem mé diplomové práce.

Literatura

Baker S., Barmuta L., Grove S. & Richardson A. (2009): Are streamside buffers edge-affected habitat for ground-dwelling forest beetle assemblages?, *Biodiversity Conservation* 18: 3467 – 3482.

Barsoum N., Fuller L., Ashwood F., Reed K., Bonnet-Lebrun A.-S. & Leung F. (2014): Ground-dwelling spider (Araneae) and carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) community assemblages in mixed and monoculture stands of oak (*Qercus Robur* L./ *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.), *Forest Ecology and Management* 321: 29 – 41.

Bergeron A. J. C., Spence J. R., Volney W. J. A., Pinzon J. & Hartley D. J. (2013): Effect of habitat type and pitfall trap installation on captures of epigaeic arthropod assemblages in the boreal forest, *Canadian Entomologist* 145: 547 – 565.

Blanchet F. G., Bergeron A. J. C., Spence J. R. & He F. (2013): Landscape effects of disturbance, habitat heterogeneity and spatial autocorrelation for a ground beetle (Carabidae) assemblage in mature boreal forest, *Ecography* 36: 636 – 647.

Borchard F., Buchholz S., Helbing F. & Fartmann T. (2014): Carabid beetles and spiders as bioindicators for the evaluation of montane heathland restoration on former spruce forests, *Biological Conservation* 178: 185 – 192.

Brouat C., Meusnier S. & Rasplus J.-Y. (2004): Impact of forest management practices on carabids in European fir forests, *Forestry* 77: 85 – 97.

Buse J., Levanony T., Timm A., Dayan T. & Assmann T. (2010): Saproxylic beetle assemblages in the Mediterranean region: Impact of forest management on richness and structure, *Forest Ecology and Management* 259: 1376 – 1384.

Driscoll D. A. & Weir T. (2005): Beetle responses to habitat fragmentation depend on ecological traits, habitat condition and remnant size, *Conservation Biology* 19: 182 – 194.

Farkač J., Král D. & Škorpík M. (eds.) (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp.

García-Tejero S., Taboada Á., Tárrega R. & Salgado J. M. (2013): Land use change and ground-dwelling beetle conservation in extensive grazing dehesa systems of north-west Spain, *Biological Conservation* 161: 58 – 66.

- Graham-Sauvé L., Work T. T., Kneeshaw D. & Messier Ch. (2013):** Shelterwood and multicohort management have similar initial effects on ground beetle assemblages in boreal forests, *Forest Ecology and Management* 306: 266 – 274.
- Hora P., Tuf I. H. & kol. (2009):** Ekoton – prosté rozhraní nebo specifický biotop?, *Živa* 1: 25 – 27.
- Huber Ch. & Baumgarten M. (2005):** Early effects of forest regeneration with selective and small clear-cutting on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Norway spruce stand in Southern Bavaria (Höglwald), *Biodiversity and Conservation* 14: 1989 – 2007.
- Hůrka K. (1996):** Carabidae České a Slovenské republiky, Kabourek, Zlín. 551 pp.
- Hůrka K. (2005):** Brouci České a Slovenské republiky, Kabourek, Zlín. 390 pp.
- Jung J.-K., Kim S.-T., Lee S.-Y., Park CH.-G., Park J.-K. & Lee J.-H. (2014):** A comparison of diversity and species composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) between conifer plantations and regenerating forests in Korea, *Ecological Restoration* 29, 877 – 887.
- Knapp M., Saska P., Knappová J., Vonička P., Moravec P., Kůrka A. & Anděl P. (2013):** The habitat-specific effects of highway proximity on ground-dwelling arthropods: Implication for biodiversity conservation, *Biological Conservation* 164: 22 – 29.
- Konvička M., Čížek L. & Beneš J. (2006):** Ohrožený hmyz nížinných lesů: Ochrana a management, *Sagittaria*, Olomouc, 80 pp.
- Kotze D. J., Lehtvähvirta S., Koivula M., O'Hara R. B. & Spence J. R. (2012):** Effects of habitat edges and trampling on the distribution of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban forests, *Journal of Insect Conservation* 16: 883 – 897.
- Lange M., Turke M., Pašalić E., Boch S., Hessenmöller D., Müller J., Prati D., Socher S. A., Fischer M., Weisser W. W. & Gossner M. M. (2014):** Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure, *Forest Ecology and Management* 329: 166 – 176.
- Linhart M., Vonička P., Moravec P., Veselý P., Grycz F. & Blízek J. (2013):** Sledování výskytu a rozšíření vybraných druhů střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) na území Šumavy v letech 2011 a 2012, *Závěrečná zpráva*.
- Mathé I. (2006):** Forest edge and carabid diversity in a Carpathian beech forest, *Community Ecology* 7: 91 – 97.
- Negro M., Vachianno G., Berretti R., Chmaberlain D. E., Palestrini C., Motta R. & Rolando A. (2014):** Effects of forest management on ground beetle diversity in alpine beech (*Fagus sylvatica* L.) stands, *Forest Ecology and Management* 328: 300 – 309.

- New T. R. (1998):** The role of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in monitoring programs in Australia, *Annales Zoologici Fennici* 35: 163 – 171.
- Niemela J., Langor D., Spence J. R. (1993):** Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in Western Canada, *Conservation Biology* 7: 551 – 561.
- Noreika N. (2011):** Forest edge contrasts have a predictable effect on the spatial distribution of carabid beetles in urban forests, Master's degree thesis, Aarhus University.
- Riley K. N. & Browne R. A. (2011):** Changes in ground beetle diversity and community composition in age structured forests (Coleoptera, Carabidae), *ZooKeys* 147: 601 – 621.
- Roume A., Deconchat M., Raison L. Balent G. & Quin A. (2011):** Edge effects on ground beetles at the woodlot-field interface are short and asymmetrical, *Agricultural and Forest Entomology* 13: 395 – 403.
- Růžicková J. (2012):** Vliv vybraných agroekologických opatření na carabidofaunu polí, Bakalářská práce, UP Olomouc.
- Saint-Germain M., Larrivée M., Drapeau P., Fahrig L. & Buddle Ch. M. (2005):** Short-term response of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to fire and logging in spruce-dominated boreal landscape, *Forest Ecology and Management* 212: 118 – 126.
- Šebek P., Altman J., Plátek M. & Čížek L. (2013):** Is active management the key to the conservation of saproxylic diversity? Pollarding promotes the formation of tree hollows, *Plos One* 8: 1 – 6.
- Toïgo M., Paillet Y., Noblecourt T., Soldati F., Gosselin F. & Dauffy-Richard E. (2013):** Does forest management abandonment matter more than habitat characteristics for ground beetles, *Biological Conservation* 157: 215 – 224.
- Ulyshen M. D., Hanula J. L., Horn S., Kilgo J. C. & Moorman Ch. E. (2006):** The response of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to selection cutting in a South Carolina bottomland hardwood forest, *Biodiversity and Conservation* 15: 261 – 274.
- Veselý P. (2002):** Střevlíkovití brouci Prahy, Clarion Production, Praha, 167 pp.
- Vodka Š., Konvička M. & Čížek L. (2009):** Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management, *Journal of Insect Conservation* 13: 553 – 562.
- Vodka Š. & Čížek L. (2013):** The effects of edge-interior and understorey-canopy gradients on the distribution of saproxylic beetles in a temperate lowland forest, *Forest Ecology and Management* 304: 33 – 41.

Wermelinger B., Lachat T. & Müller J. (2013): Forest insects and their habitat requirements, In Focus – Managing Forests in Europe: 152 – 157.

Work T. T., Klimaszewski J., Thiffault E., Bourdon C., Paré D., Bousquet Y., Venier L. & Tirus B. (2013): Initial responses of rove and ground beetles (Coleoptera, Staphylinidae, Carabidae) to removal of logging residues following clearcut harvesting in the boreal forests of Quebec, Canada, ZooKeys 258: 31 – 52.

Work T. T., Brais S. & Harvey B. D. (2014): Reductions in downed deadwood from biomass harvesting alter composition of spiders and ground beetle assemblages in jack-pine forests of Western Quebec, Forest Ecology and Management 321: 19 – 28.

Yu X.-D., Luo T.-H. & Zhou H.-Z. (2014): Composition of ground-dwelling beetles among oak fragments and surrounding pine plantations in a temperate forest of North China, Insect Science 21: 114 – 124.

Žiogas A. & Vaučiškauskas S. (2007): Ground beetle (Coleoptera, Carabidae) bioecology in forests of Aukštasis Tyras Mire reserve, Ekologija 53: 37 – 43.

<http://www.eurocarabidae.de>