

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Radim Gabriš

Vazba střevlíkovitých
na vybrané agro-environmentální faktory
v prostředí podhorských pastvin

Bakalářská práce
v oboru
Systematická biologie a ekologie

Vedoucí práce: RNDr. Milan Veselý, Ph.D.

Olomouc 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Milana Veselého, Ph.D. a že jsem uvedl všechny použité literární zdroje.

V Olomouci 3. května 2010

.....
podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mi jakkoliv pomohli při tvorbě této práce. Jmenovitě patří můj dík především RNDr. Milanu Veselému, Ph.D. za připomínky a rady při tvorbě textu, RNDr. & Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. za pomoc při statistických analýzách a Martinovi Petruskovi za pomoc při práci v terénu.

Abstrakt

Gabriš R.: Vazba střevlíkovitých na vybrané agro-environmentální faktory v prostředí podhorských pastvin.

Distribuci střevlíkovitých brouků v jejich přirozeném prostředí ovlivňuje velké množství faktorů, ať už přirozených nebo způsobených lidskou činností. V prostředí podhorských luk a pastvin patří k těmto člověkem vyvolaným faktorům především seč, pastva a změny v krajinné struktuře. Cílem této práce je zjistit, které z přirozených i člověkem podmíněných faktorů prostředí ovlivňují společenstva střevlíkovitých brouků v prostředí podhorských pastvin.

Terénní sběr dat probíhal v roce 2009 v oblasti Přemyslovského sedla poblíž CHKO Jeseníky. Na lokalitě bylo ve dvou transektech rozmístěno 51 zemních pastí, přičemž pro každou z nich byl zaznamenán soubor vybraných faktorů prostředí.

Během výzkumu bylo na lokalitě uloveno 4279 jedinců střevlíků náležících ke 43 druhům. V materiálu silně převažovaly dva eudominantní druhy *Poecilus cupreus* a *Poecilus versicolor*. Pomocí redundantní analýzy (RDA) byl zjištěn na distribuci střevlíků signifikantní vliv pěti faktorů – *sezóny, přítomnosti stromu, vzdálenosti od lesa, seče a vzdálenosti od nově založené meze*. Analýza zaměřená na distribuci na lokálně vzácných druhů pak prokázala vliv dalších dvou faktorů – *pozice ve svahu a pastvy*. Metodou zobecněných lineárních modelů (GLM) byla zjišťována i odezva střevlíků na *vzdálenost od staré a nově založené meze*. Signifikantní význam těchto faktorů byl prokázán pro 17, resp. 8 druhů střevlíkovitých brouků.

Klíčová slova: střevlíkovití, zemní pasti, pastviny, distribuce, agro-environmentální faktory

Abstract

Gabriš R.: Response of ground beetles to selected agro-environmental factors on submontane pastures.

Distribution of ground beetles in their environment is affected by many natural factors and also by several factors caused by human activities. On submontane meadows and pastures these man-caused factors are especially mowing, grazing and changes in landscape structure. The aim of this study is to detect the factors, which have significant influence on ground beetle assemblages structure and on their distribution.

The study in 2009 took place in area of Přemyslov saddle near PLA Jeseníky. 51 pitfall traps in two transects were used for collecting of ground beetles. Complex of selected factors was noticed for each pitfall trap.

In total 4279 specimens of ground beetles belonging to 43 species were caught. Two eudominant species *Poecilus cupreus* and *Poecilus versicolor* represented main part of collected data. Using redundancy analysis (RDA) significant influence of these five factors was detected – *season, grown tree presence, distance from forest, mowing and distance from recently established baulk*. Another RDA focused on distribution of locally rare species detected also two more significant factors – *position within the slope and grazing*. Using generalized linear models method (GLM) significant influence of factors *distance from recently established baulk* and *distance from old baulk* was detected for 17 carabid species and for 8 species respectively.

Key words: ground beetles, pitfall traps, pastures, distribution, agro-environmental factors

Obsah

Úvod	1
Charakteristika čeledi střevlíkovitých	1
Vliv struktury a managementu travních porostů na společenstva střevlíkovitých.....	3
Cíl práce	7
Materiál a metodika.....	8
Charakteristika studovaného území.....	8
Metodika odběru vzorků.....	8
Metody hodnocení výsledků	11
Výsledky	13
Mnohorozměrné analýzy	14
Zobecněné lineární modely (GLM).....	17
Diskuze	18
Obecná část	18
Komentáře k vybraným druhům	21
Závěr.....	27
Literatura.....	28
Seznam příloh	33

Úvod

Charakteristika čeledi střevlíkovitých

Čeď střevlíkovitých (Carabidae) je nejpočetnější skupinou podřádu Adephaga, kam patří také např. potápníkovití (Dytiscidae) nebo vírníkovití (Gyrinidae) vázaní na vodní prostředí. Střevlíkovití se řadí mezi jedny z nejpočetnějších broučích čeledí obsahující v celosvětovém měřítku více než 35000 druhů (Hůrka 1996). Na území České republiky bylo bezpečně zjištěno 518 zástupců této čeledi a výskyt dalších 22 druhů nebyl dosud dostatečně potvrzen (Farkač *et al.* 2005).

Stavba těla střevlíků odráží způsob jejich života. Ve velké většině případů se živí střevlíkovití brouci dravě jako predátoři bezobratlých, mohou se však živit i nekrofágně na tělech uhynulých živočichů. Menší část druhů přešla z dravého způsobu života na rostlinnou stravu (např. zástupci rodů *Amara*, *Zabrus*, *Ophonus*). Charakteristickými znaky střevlíků jsou ostrá, dobře vyvinutá kusadla, poměrně silně sklerotizovaný povrch těla a běhavé nohy umožňující rychlý pohyb a život dravce. Jen některé druhy střevlíků jsou schopné letu, mnoho z nich má totiž křídla zkrácená (brachypterní) nebo nemají křídla vyvinutá vůbec (druhy apterní). Není však výjimkou, že různé populace téhož druhu se mohou v míře redukce křídel a tím pádem i ve schopnosti letu značně lišit. Neschopnost letu je také považována za jeden z faktorů zapříčiňujících velkou druhovou rozmanitost střevlíkovitých brouků. Jednotlivé populace nelétavých a tím pádem poměrně málo vagilních druhů jsou tak izolovány a po dostatečně dlouhé době se mohou značně odlišovat. Tento jev je typický např. pro horské zástupce rodu *Carabus* (Trautner & Geigenmüller 1987). Velice zajímavou vlastností střevlíkovitých brouků je jejich schopnost obrany proti nepříteli. Velcí zástupci se brání vystřikováním palčivých chemických tekutin směřovaných většinou do očí útočníka. Zástupci rodu *Brachinus* (prskavec) jsou pak známí tím, že jimi vystřikované látky u zadečku spolu vzájemně reagují a vedou k drobné explozi (Hůrka 1996).

Způsob života střevlíkovitých je velice různorodý a nalezneme je na nejrůznějších stanovištích od velmi mokrých až po velmi suchá, od mořského pobřeží po nejvyšší horské polohy. Velká většina druhů žije na povrchu půdy, v listí nebo pod kameny. Některé druhy žijí také v trouchnivém dřevě, pod kůrou, na bylinné vegetaci i na stromech (zástupci rodů *Calosoma* a *Dromius*). Vedle druhů eurytopních, žijících téměř na všech stanovištích, jsou mezi střevlíky i specialisté osidlující pouze lesní biotopy, louky, pole, stepi nebo například

břehové náplavy řek. Nejvyhraněnější specialisté jsou pak vázáni například jen na jeskyně, slaniska nebo horské sutě. Pro mnoho druhů je charakteristická noční aktivita, některé druhy však aktivují během celého dne nebo dokonce vyžadují přímé oslunění (zástupci rodu *Cicindela* aj.).

Vývoj většiny našich druhů je tzv. monovoltinní (jedna generace za rok) a jednoletý. Existují dva základní typy rozmnožování střevlíků. V prvním případě přezimuje larva, vývoj je dokončen na jaře a rozmnožování a následný vývoj larev probíhá přes léto. V druhém případě přezimuje dospělec, rozmnožování probíhá na jaře a celý vývoj proběhne během vegetační sezóny. Existují však i výjimky, kdy může být vývoj víceletý nebo nepravidelný (Hůrka 1996). Larvy jsou kampodeoidního typu a většinou žijí podobným, i když poněkud skrytějším, způsobem jako dospělci, ale i zde opět existuje poměrně velké množství výjimek. Zajímavým jevem je parazitický způsob života larev některých skupin. Například larvy rodu *Brachinus* žijí paraziticky na kuklách střevlíčků rodu *Amara* (Saska & Honek 2008) a larvy rodu *Lebia* se vyvíjejí na nedospělých stádiích mandelinkovitých brouků (Hůrka 1996).

Čeď střevlíkovitých patří ke skupinám živočichů, které bývají nejčastěji využívány jako modelová skupina pro různé ekologické studie. Důvodů pro tuto oblíbenost je hned několik. Zástupci této čeledi žijí téměř ve všech typech ekosystémů v relativně velkém počtu druhů. Navíc jsou díky dobré znalosti bionomie a ekologických nároků mnoha našich druhů dobře použitelní k hodnocení kvality a zachovalosti nebo původnosti biotopů a lokalit jako tzv. bioindikační skupina. Většina našich druhů je díky dostupné literatuře, především klíčům Karla Kulta (Kult 1947) a Karla Hůrky (Hůrka 1996), dobře identifikovatelná až na úroveň druhu. Právě obtížná determinace působí časté komplikace u jiných potencionálně dokonce vhodnějších skupin brouků jako jsou např. drabčící, mandelinky nebo nosatci (Bezděk 2001). Také nejčastěji používaná metoda sběru střevlíků pomocí zemních pastí umožňuje snadné a finančně nenáročné získání velkého množství materiálu, který bývá vhodný k následnému statistickému vyhodnocení. Všechny tyto důvody dělají z čeledi Carabidae jednu z našich nejlépe prostudovaných skupin hmyzu.

Řada druhů střevlíků je v současné době z různých důvodů ohrožena. Podle posledního publikovaného Červeného seznamu bezobratlých (Farkač *et al.* 2005) je z počtu 518 druhů v různých kategoriích ohrožení zařazeno 174 druhů (33,6 % z celkového počtu), přičemž 21 druhů je považováno za již vyhynulé na území České republiky.

Vliv struktury a managementu travních porostů na společenstva střevlíkovitých

Podhorské louky a pastviny se řadí mezi ekosystémy, jejichž trvalá existence je podmíněna činností člověka. Zásahy udržující trvalý charakter a bránící sukcesnímu zarůstání těchto travních porostů jsou především pastva dobytka a seč prováděná jednou nebo i vícekrát za rok. V současné době stoupá trend tzv. ekologicky šetrného hospodaření, jehož cílem je co nejvíce přiblížit tyto ekosystémy přírodě blízkému stavu. Management pastvin a luk je tedy optimalizován tak, aby byla zajištěna co největší diverzita rostlinných a živočišných druhů. V principu je snahou snížení intenzifikace a návrat k tradičním metodám obhospodařování luk a pastvin (Mládek *et al.* 2006). Výzkum vlivu těchto tzv. agro-environmentálních opatření byl v minulosti zaměřen především na optimalizaci hospodaření v polních ekosystémech kulturních plodin a na trvalé travní porosty se přesouvá pozornost až v posledních letech. Tento trend je spojen především se snahou zpomalit ústup ohrožených druhů rostlin a živočichů existenčně vázaných na tyto biotopy (viz např. Konvička *et al.* 2005).

Trvalé travní porosty jsou velmi variabilním typem ekosystému a o složení a bohatosti nadzemní fauny bezobratlých živočichů včetně střevlíkovitých brouků rozhodují především abiotické faktory (podnebí, horninové podloží, půdní typ, vodní režim a reliéf krajiny), druhová rozmanitost rostlinného společenstva a struktura porostu (výška, růstová forma, pokryvnost) a historie lokality, kdy platí, že dlouhodobě stabilní podmínky umožňují nashromáždění většího množství druhů (Malenovský *et al.* 2006). Neopomenutelným faktorem je také rozloha a míra izolovanosti stanoviště, která buď umožňuje nebo brání šíření druhů v krajině. Na malých izolovaných plochách žije prokazatelně méně druhů střevlíků než na plochách velkých. Bohatší jsou také plochy sice malé, ale s možností migrace z velkých druhově bohatých ploch (Kinnunen *et al.* 1996).

Obecně se předpokládá, že druhová bohatost a abundance organismů se zvyšuje s intenzitou disturbancí v biotopu, ovšem překročí-li tato intenzita jistou mez, dochází naopak ke snižování diverzity a k celkové nevyváženosti společenstva (Connell 1978). Původcem takových disturbancí na loukách a pastvinách je ve velké míře právě jejich management, který je tím pádem velice důležitým faktorem ovlivňujícím společenstva organismů včetně střevlíkovitých brouků.

Na managementová opatření jako je pastva dobytka a seč primárně reaguje především vegetace, jejíž změny v druhovém složení mohou v dlouhodobějším měřítku sekundárně ovlivnit také společenstva střevlíkovitých brouků. Podstatně větší vliv než

druhové složení vegetace má však na střevlíky samotná struktura porostu (Southwood *et al.* 1979, Cole *et al.* 2010). Jako příklad lze uvést situaci, kdy se posečený nízký porost nebo dobyt看em sešlapané plochy stávají atraktivnější pro mnohé heliofilní druhy, které jsou schopné tato místa díky schopnosti letu rychle osídlit a po skončení těchto podmínek opět opustit (Hůrka 1996). Při porovnávání fauny střevlíků pomocí klasických padacích zemních pastí na plochách s různým managementem a tím pádem i s různou strukturou vegetace je nutné brát v úvahu fakt, že výsledky mohou být odlišné z důvodu rozdílné schopnosti pohybu brouků ve vegetaci a ne z důvodu různé diverzity nebo abundance (Morris 2000). Zajímavý je efekt intenzity managementu na velikost střevlíkovitých. Druhy charakteristické pro pastviny s intenzivním managementem jsou obecně menší a pohyblivější než druhy typické pro extenzivněji obhospodařované plochy (Blake *et al.* 1994). Tento efekt byl prokázán i na pastvinách ovcí ve Skotsku (Cole *et al.* 2010). Plochy pasené jen v létě byly atraktivnější pro druhy větší než 15 mm, pro plochy pasené celoročně byl naopak charakteristický silnější výskyt střevlíkovitých brouků menších než 9 mm.

Mnoho prací zaměřených na studium vlivu managementu luk a pastvin na faunu střevlíkovitých brouků většinou porovnává jen různou intenzitu těchto zásahů. Přímé srovnání dvou odlišných metod bylo provedeno například ve švýcarském předhůří Alp (Grandchamp *et al.* 2005). Při porovnání luk mechanicky sečených a extenzivně pasených skotem (hustota dobytka 1,8 ks/ha) nebyly zaznamenány téměř žádné rozdíly v absolutním počtu druhů, ovšem průměrný počet druhů byl signifikantně vyšší na sečených plochách. Navíc bylo na sečené louce zaznamenáno téměř dvakrát více odchycených jedinců než na pasených plochách. Oba typy extenzivních zásahů však prokazatelně přispěly k obohacení fauny střevlíků oproti neobhospodařovaným kontrolním plochám. Kromě druhů objevujících se na obou typech obhospodařovaných ploch byly zjištěny i druhy preferující jen jeden z obou typů managementu. Sečené plochy preferovalo větší množství druhů vázaných na otevřená stanoviště (např. *Agonum mülleri*, *Agonum viduum*, *Pterostichus nigrata*), pro plochy pasené byly naopak charakteristické především druhy lesní (*Carabus glabratus*, *Carabus auronitens*), což zřejmě způsobila velká heterogenita paseného travního porostu, kde se nemohlo vyvinout stabilní společenstvo střevlíků otevřených ploch tak, jako je tomu na loukách sečených. Autoři v tomto případě na základě výsledků označili za nejvhodnější model managementu vhodnou kombinaci seče a extenzivní pastvy, která by vedla k vytvoření pestré mozaiky biotopů vyhovujících co největšímu počtu druhů střevlíkovitých. Opačné výsledky byly zjištěny při studii na Islandu, kde byla

porovnávána diverzita brouků extenzivní pastviny a louky sečené pro seno (Gudleifsson 2005). Na pastvině byla druhová bohatost i abundance brouků vyšší. Tato studie však pracovala i s jinými čeleděmi brouků a samostatné vyhodnocení pro střevlíkovité brouky v ní chybí. Blake *et al.* (1996) prokázal značné rozdíly v druhovém složení střevlíkovitých neobhospodařované louky oproti loukám pravidelně sečeným a paseným. Studovány byly také rozdíly ve složení fauny střevlíků květnatých luk, které byly jednou ročně sečeny a později ještě přepaseny, a luk s velkou převahou travin, kde probíhala pouze intenzivnější pastva. Květnaté louky vykazovaly signifikantně vyšší míru průměrné diverzity, i když druhové složení v zásadě příliš rozdílné nebylo. Na intenzivně pasené louce však bylo společenstvo střevlíkovitých velice nevyvážené a cca 70 % zde odchycených jedinců náleželo pouze ke dvěma silně eurytopním druhům *Pterostichus melanarius* a *Bembidion lampros*.

Nejvíce poznatků týkajících se dopadu managementu horských luk na biodiverzitu je spojeno s pastvou dobytka. Na našem území, konkrétně na loukách Bílých Karpat, se v nedávné době tímto problémem zabýval Resl (2003, 2005). Na spásaných loukách se při srovnání s nepasenou plochou ve většině případů zvýšil počet druhů střevlíkovitých brouků, což však bylo způsobeno kolonizací především eurytopními druhy bez zvláštních nároků na biotop a prostředí a dále také druhy heliofilními, kterým vyhovuje nízký travní porost a holá místa vytvořená aktivitou dobytka. Zajímavý efekt však měla pastva na velké a na kvalitu prostředí poměrně citlivé zástupce rodu *Carabus*. Rychlé jednorázové přepasení jednou za rok nemělo ve většině případů výrazný vliv na celkový počet kusů ani druhů, naopak tento zásah vedl ke zlepšení podmínek pro některé druhy (např. *Carabus ullrichi*). Intenzivní až velice intenzivní dlouhodobější pastva však měla na zástupce rodu *Carabus* silně negativní vliv. Na spásaných plochách se drasticky snížila celková abundance druhů tohoto rodu. Konkrétní poměry počtu odchycených kusů z ploch nepasených ku paseným na třech lokalitách byly 630:44, 462:12 a 57:9. Pastva měla obdobný vliv i na některé jiné zástupce čeledi Carabidae a vedla ke znatelné degradaci celého společenstva. Podobný vliv na střevlíky rodu *Carabus* byl pozorován i ve Skotsku na pastvinách ovcí (Cole *et al.* 2006). Intenzita pastvy zde signifikantně neovlivnila diverzitu střevlíkovitých, ovšem i v tomto případě byli zástupci rodu *Carabus* mnohem početnější na extenzivní pastvině, kde struktura vegetace vykazovala větší stabilitu.

Efekt pastvy koz ve vysokých polohách severovýchodního Španělska studovali García *et al.* (2009). Po zavedení pastvy na dříve neudržovaných místech byly zaznamenány větší abundance střevlíků na plochách s vyšší hustotou pasoucího se

dobytka. Druhové složení střevlíkovitých zde ovlivnila i heterogenita porostu vzniklá aktivitou zvířat. Abundance některých druhů byla pozitivně ovlivněna holými sešlapanými plochami, jiné druhy byly naopak vázány na nedopasky. Druhová diverzita střevlíků zde tak do jisté míry korelovala s heterogenitou vegetace. Obdobně i Dennis *et al.* (1997) zjistil značně rozdílné vazby společenstev střevlíků na odlišné režimy pastvy vytvářející rozdílně strukturovanou vegetaci. Vhodným střídáním těchto režimů by byla zajištěna poměrně stálá heterogenita celého travního porostu vyhovující nejvyššímu celkovému počtu druhů střevlíkovitých i drabčíkovitých brouků.

Vliv rozdílné intenzity pastvy na faunu střevlíkovitých brouků nebyl prokázán na maďarských pastvinách (Batáry *et al.* 2007). Hustota dobytka na studovaných intenzivně (>0,5 ks/ha) a extenzivně (<1 ks/ha) pasených plochách však nebyla příliš rozdílná a celkově byla intenzita pastvy mnohem slabší než při podobných studiích na jiných místech.

Dopad velice intenzivního zásahů do travních společenstev byl studován v Anglii (Rushton *et al.* 1989). Kvůli zkvalitnění potravní nabídky na pastvinách bylo uměle změněno složení vegetace výsevem pro ovce atraktivnějších druhů trav. Mnohdy byl navíc před výsevem původní travní porost mechanicky rozrušen nebo oslaben použitím herbicidů. Tyto zásahy měly velice negativní vliv na zástupce střevlíkovitých brouků, především z rodu *Carabus*. Na mechanicky či chemicky upravených plochách citlivější druhy nepřežily. Místo nich je kolonizovaly silně eurytopní druhy jako *Pterostichus melanarius*, *Nebria brevicollis* nebo *Loricera pilicornis*. Na plochách, kde proběhl jen výsev bez předchozích příprav se sice udržely i druhy citlivější (*Carabus problematicus*, *Carabus nitens* nebo *Pterostichus niger*), jejich početnost však v porovnání s kontrolními plochami bez zásahů (pouze původní pastva) silně klesla. Pokles abundancí byl pravděpodobně zapříčiněn snížením heterogenity porostu po výsevu. Tyto intenzivní zásahy do pastvin tedy velice ochudily diverzitu střevlíků a změnily původní přírodě blízký charakter porostu spíše na charakter zemědělské kultury.

Heterogenita travního porostu není důležitá jen v malém, ale také ve velkém měřítku. Bylo prokázáno, že solitéry nebo skupiny stromů a křovin se značně podílejí na zvýšení a udržení druhové bohatosti střevlíkovitých brouků v rámci travních porostů (Söderström *et al.* 2000). Tyto prvky v krajině luk a pastvin poskytují biotop i druhům, které obývají převážně lesní nebo stinné biotopy a také mohou sloužit druhům otevřených stanovišť např. k zimování. Podobný efekt mají na biodiverzitu i ostrůvky přírodně blízkých ploch v zemědělské krajině (Duelli & Obrist 2003). Na otevřených stanovištích se také projevuje tzv. okrajový efekt, který se vyznačuje zvýšením diverzity na okraji způsobeným

prolnutím společenstev ze sousedních ekosystémů. Příkladem může být pronikání typicky lesních druhů střevlíků na otevřené plochy (Magura *et al.* 2001). Pravých ekotonových specialistů je ovšem v kontrastu s velkou druhovou diverzitou na ekotonu poměrně málo (Hora 2008).

Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je na základě původních dat získaných v terénu zjistit, které environmentální faktory a managementové zásahy mají vliv na složení společenstva a na distribuci jednotlivých druhů střevlíkovitých brouků v prostředí podhorských luk a pastvin.

Materiál a metodika

Charakteristika studovaného území

Výzkum probíhal v průběhu roku 2009 na lokalitě Přemyslovské sedlo v jihozápadní části Hrubého Jeseníku. Přemyslovské sedlo leží ve výšce 700 až 800 m.n.m. poblíž obcí Loučná nad Desnou a Nové Losiny. Lokalita se vyznačuje pestrou mozaikou horských luk a pastvin, která je prostoupena skupinami křovin, remízků, úhorů a mezí (Obr. 1). Citlivý management travních porostů zde umožňuje existenci pestrého společenstva rostlin, pro které je typické i zastoupení ohrožených taxonů jako jsou např. lilie zlatohlavá anebo několik druhů orchidejí. Z živočišných druhů je pak významný především výskyt chřástala polního. Louky jsou strojově sečeny koncem června a částečně také v srpnu. Během léta a podzimu probíhá na části ploch i extenzivní pastva skotu. Určité části travních ploch jsou také v některých letech ponechány bez managementu, aby byla zajištěna co největší pestrost stanovišť. V současné době probíhá v rámci zvýšení heterogenity krajiny také zakládání nových mezí spojené s výsadbou především listnatých stromů. Podmáčená část území je chráněna jako PR Přemyslovské sedlo, kde jsou předmětem ochrany rašelinné a mokré louky s vysokou druhovou diverzitou a výskytem zvláště chráněných druhů rostlin, které jsou v dané oblasti zcela ojedinělé.

Metodika odběru vzorků

Odchyt střevlíků probíhal metodou padacích zemních pastí bez návnady (Obr. 2). Každou past tvořila zavařovací sklenice Omnia o objemu 0,7 l, která byla po okraj zapuštěna do půdy. Do sklenice byl vložen plastový nápojový kelímek o objemu 0,3 l, díky kterému byla umožněna pohodlnější manipulace při výběru obsahu pasti. Kelímek byl zhruba do třetiny naplněn 4% vodným roztokem formaldehydu sloužícího jako konzervační médium, i když bylo prokázáno, že právě formaldehyd působí na některé druhy střevlíků jako mírný atraktant (Šafář *et al.* 2009). Do konzervačního roztoku bylo přimícháno ještě malé množství detergentu (kuchyňský saponát) zamezující úniku především menších živočichů, kteří jsou schopni zachytit se na povrchové blance fixačního roztoku (Petruška 1969). Při instalaci i při kontrolách pastí byla půda kolem kelímku vždy pečlivě zarovnána tak, aby byl okraj kelímku přesně v úrovni půdního povrchu, protože by jinak mohly být negativně ovlivněny úlovky především menších živočichů. Každá past

byla zakryta plechovou stříškou o velikosti 20x20 cm jako prevence zanesení pasti nečistotami (listí, tráva) a jako ochrana před deštěm.

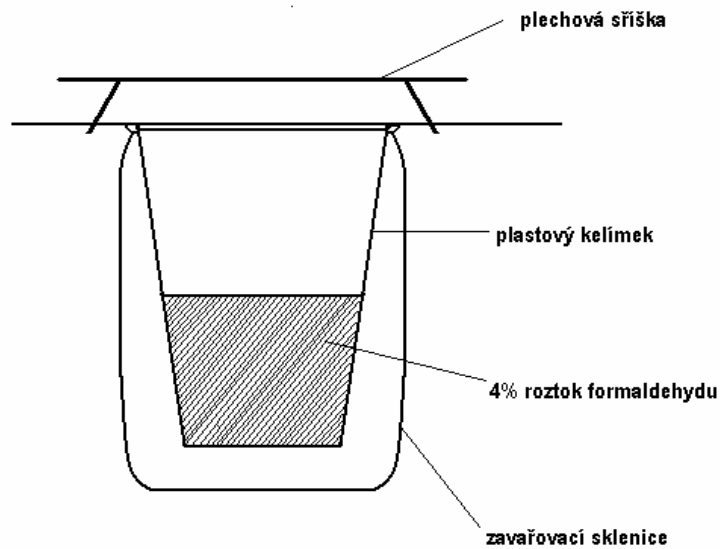


Obr. 1: Louky a pastviny na Přemyslovském sedle. V popředí jedna z nově založených mezí.

Na lokalitě bylo instalováno celkem 51 zemních pastí ve dvou transektech po 27 a 24 pastech (Obr. 3, Obr. 4). Pro každou instalovanou past byly zaznamenány následující charakteristiky: *relativní poloha ve svahu, vzdálenost od okraje lesa nebo remízku, přítomnost vzrostlého stromu v bezprostředním okolí, přítomnost vodního toku nebo silného podmáčení, vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy, vzdálenost od staré travnaté meze*. Během sezóny pak byla pro některé pasti zaznamenána i probíhající *seč* nebo *pastva*. Pro snadnější vyhledávání pastí na lokalitě byl ke každé z nich zatlučen dřevěný hranol dlouhý cca 1 m.

Pasti byly na lokalitě instalovány 8. dubna 2009 a jednotlivé výběry probíhaly celkem v pěti čtrnáctidenních intervalech až do 19. června 2009. Poté byly pasti uzavřeny a opětovně byly otevřeny 25. září 2009. V této etapě nebyly do výzkumu zahrnuty pasti číslo 48 až 51 z důvodu probíhající pastvy v koncové části druhého transektu. Tyto pasti by po otevření a doplnění konzervační tekutiny byly dobyt看em ihned zničeny. Podzimní výběry materiálu proběhly 9. října 2009, 30. října 2009 a 13. listopadu 2009. Třítýdenní interval

mezi prvním a druhým podzimním výběrem byl zapříčiněn nečekaným říjnovým sněžením, kdy nebylo možné pasti v terénu nalézt.



Obr. 2: Schéma použité padací zemní pasti.

Materiál z pastí byl v laboratoři tříděn do skupin Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Aranaes, Opiliones a Carabidae. Střevlíky jsem následně určoval na druhovou úroveň pomocí dostupných entomologických klíčů (Hůrka 1996, Trautner & Geigenmüller 1987). Ověření determinací obtížněji určitelných druhů (především z rodů *Amara* a *Harpalus*) bylo konzultováno s Jiřím Bouchalem z Olomouce.



Obr. 3: Letecký snímek s vyznačením transektu pastí číslo 1 až 27 (číslováno zprava).



Obr. 4: Letecký snímek s vyznačením transektu pastí číslo 28 až 51 (číslováno zprava).

Metody hodnocení výsledků

Materiál střevlíkovitých byl analyzován pomocí metod mnohorozměrných ordinačních analýz. Tyto analýzy vytvářejí projekci mnohorozměrných dat do dvourozměrné plochy vyznačené dvěma hlavními osami se snahou o co největší zachování informace (Lepš & Šmilauer 2000, Holec 2007). K analýze jsem použil statistický program Canoco for Windows 4.5 (Teer Braak & Šmilauer 1998).

V programu MS Excel jsem nejdříve vytvořil standardizované tabulky pro druhová data chápaná jako závislé proměnné. Jako nezávislé proměnné byly zakódovány následující environmentální faktory: *etapa sběru* (jaro, podzim), *přítomnost vzrostlého stromu*, *nejkratší vzdálenost od lesa nebo remízku v metrech*, *nekratší vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy v metrech*, *nejkratší vzdálenost od staré meze v metrech*, *přítomnost vodního toku nebo periodického podmáčení*, *relativní pozice ve svahu* (nízká, nízká až střední, střední, střední až vysoká, vysoká), *přítomnost pastvy* a *přítomnost seče*. Vzorky z pastí, které byly během expozice poničeny a které neobsahovaly žádná druhová data pro střevlíkovité brouky, nebyly do datové matice zahrnuty. Po této redukci obsahovala matice celkem 360 vzorků. Datovou matici jsem poté převedl z Excelu do Canoca pomocí programu WCanoImp, který je součástí programového balíku.

Pro zjištění další vhodné metody jsem nejdříve provedl detrendovanou korespondenční analýzu (*Detrended Correspondence Analysis - DCA*). Pomocí této metody

jsem zjistil nejsilnější směry variability v datech procentuálně vyjádřené k jednotlivým osám a také délku gradientu. Právě délka gradientu je vodítkem, které umožňuje určit další metodu analýzy. Pro gradient delší než 4 je vhodné použít unimodární metodu. Je-li délka gradientu menší než 3, bývá naopak vhodnější užití lineární metody. V mém případě jsem použil lineární metodu redundanční analýzy (*Redundancy Analysis – RDA*). Pomocí techniky *Forward selection of environmental variables*, využívající metodu randomizačních Monte Carlo testů, jsem pak zjišťoval důležitost jednotlivých faktorů prostředí. Výstup z RDA analýzy jsem poté načetl do programu CanoDraw, který umožňuje grafické znázornění výsledků a další případné analýzy na již provedené ordinaci (Holec 2007).

Celkem jsem data analyzoval metodou RDA dvakrát. Nejdříve jsem provedl analýzu dat bez jakýchkoliv úprav. V druhé RDA analýze jsem upravil váhu jednotlivých druhů tak, abych zjistil, zda jsou pro distribuci druhů na lokalitě relativně vzácných důležité i jiné faktory než pro celé společenstvo. Váhu dvou nejpočetněji zastoupených druhů, jejichž abundance mnohonásobně převyšovaly abundance ostatních druhů, jsem snížil na desetinu, naopak váhu všech druhů zachycených ve vzorcích v méně než dvaceti jedincích jsem zvýšil desetinásobně.

Metodu zobecněných lineárních modelů (*Generalized Linear Models – GLM*) odezvy jednotlivých druhů jsem použil pro vzájemné porovnání dvou faktorů, konkrétně pro *vzdálenost od staré a nově založené meze*. Technika mi nejdříve umožnila zjistit, pro které druhy střevlíků jsou tyto faktory signifikantně významné, a následně i vytvořit grafy zobecněných lineárních modelů odezvy těchto druhů.

Výsledky

Celkem bylo pomocí zemních pastí odchyceno 4279 jedinců čeledi Carabidae náležících ke 43 druhům. Celkový souhrn četností jednotlivých druhů je uveden v tabulce (Tab. 1). Více než 74 % z celkového množství ulovených střevlíkovitých představovali dva eudominantní druhy - *Poecilus cupreus* a *Poecilus versicolor*. Na základě rozdělení do bioindikačních skupin podle Hůrky *et al.* (1996) náleželo z celkového počtu 43 druhů 58.1 % druhů do skupiny A (druhy adaptabilní) a 41.9 % do skupiny E (druhy eurytopní). Do skupiny R (druhy reliktní) nebyl zařazen žádný ze zjištěných druhů.

Tab. 1: Přehled zjištěných druhů, jejich zařazení do bioindikační skupiny a uvedení dílčích i celkových četností s vyjádřením procentuelní míry dominance.

Druh	Skupina	24.4.2009	8.5.2009	22.5.2009	5.6.2009	19.6.2009	9.10.2009	30.10.2009	13.11.2009	Celkem	Dominance [%]
<i>Abax parallelepipedus</i>	A	-	-	3	1	-	-	-	-	4	0.09
<i>Agonum sexpunctatum</i>	A	2	1	-	-	-	-	1	-	4	0.09
<i>Amara aenea</i>	E	5	1	8	-	-	-	-	-	14	0.33
<i>Amara communis</i>	A	39	25	16	5	7	1	-	-	93	2.17
<i>Amara convexior</i>	E	9	1	1	1	6	-	-	-	18	0.42
<i>Amara equestris</i>	A	-	-	-	-	-	2	1	-	3	0.07
<i>Amara eurynota</i>	E	6	1	2	-	-	-	-	1	10	0.23
<i>Amara familiaris</i>	E	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.02
<i>Amara lunicollis</i>	A	9	7	16	4	23	-	-	-	59	1.38
<i>Amara montivaga</i>	E	21	14	16	1	4	-	-	-	56	1.31
<i>Amara nitida</i>	A	71	32	31	4	17	1	-	-	156	3.65
<i>Amara tibialis</i>	A	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.02
<i>Badister bullatus</i>	A	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.02
<i>Bembidion lampros</i>	E	8	5	11	5	1	-	-	-	30	0.70
<i>Bembidion mannerheimi</i>	A	4	-	-	-	-	-	-	-	4	0.09
<i>Bradycellus caucasicus</i>	A	-	1	-	-	-	-	1	1	3	0.07
<i>Calathus melanocephalus</i>	E	-	-	-	1	1	1	1	-	4	0.09
<i>Carabus arvensis carpathus</i>	A	2	-	7	2	6	-	-	-	17	0.40
<i>Carabus auronitens</i>	A	-	1	4	-	-	-	-	-	5	0.12
<i>Carabus convexus</i>	A	28	9	8	-	-	-	-	-	45	1.05
<i>Carabus glabratus</i>	A	-	-	-	1	1	-	-	-	2	0.05
<i>Carabus granulatus</i>	E	4	14	29	4	29	6	-	-	86	2.01
<i>Carabus linnei</i>	A	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0.02
<i>Carabus scheidleri helleri</i>	A	3	11	21	5	8	1	-	-	49	1.15
<i>Carabus violaceus</i>	A	-	-	-	-	2	-	-	-	2	0.05
<i>Clivina fossor</i>	E	-	-	3	-	-	-	-	-	3	0.07
<i>Dyschirius globosus</i>	E	8	-	5	6	1	-	-	-	20	0.47
<i>Harpalus luteicornis</i>	A	12	24	41	2	13	3	1	-	96	2.24
<i>Lebia chlorocephala</i>	A	-	1	2	-	-	-	-	-	3	0.07

Tab. 1 (pokračování): Přehled zjištěných druhů, jejich zařazení do bioindikační skupiny a uvedení dílčích i celkových četností s vyjádřením procentuelní míry dominance.

<i>Loricera pilicornis</i>	E	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.02
<i>Nebria brevicollis</i>	A	-	-	-	-	1	8	3	-	12	0.28
<i>Notiophilus palustris</i>	E	7	4	2	-	-	-	-	-	13	0.30
<i>Panageus bipustulatus</i>	A	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.02
<i>Platynus assimilis</i>	A	27	9	6	1	5	1	-	-	49	1.15
<i>Poecilus cupreus</i>	E	1069	569	341	75	242	55	2	5	2358	55.11
<i>Poecilus versicolor</i>	E	403	101	132	42	138	6	-	-	822	19.21
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	E	-	1	1	1	7	2	2	-	14	0.33
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	A	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.02
<i>Pterostichus melanarius</i>	A	12	7	41	18	40	2	-	-	120	2.80
<i>Pterostichus niger</i>	E	-	-	-	1	-	1	-	-	2	0.05
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	E	7	2	3	1	3	-	-	-	16	0.37
<i>Pterostichus vernalis</i>	A	9	2	9	6	5	22	10	8	71	1.66
<i>Syntomus truncatellus</i>	E	8	-	1	-	-	-	-	-	9	0.21
Celkem		1773	845	761	187	563	112	22	16	4279	100.00

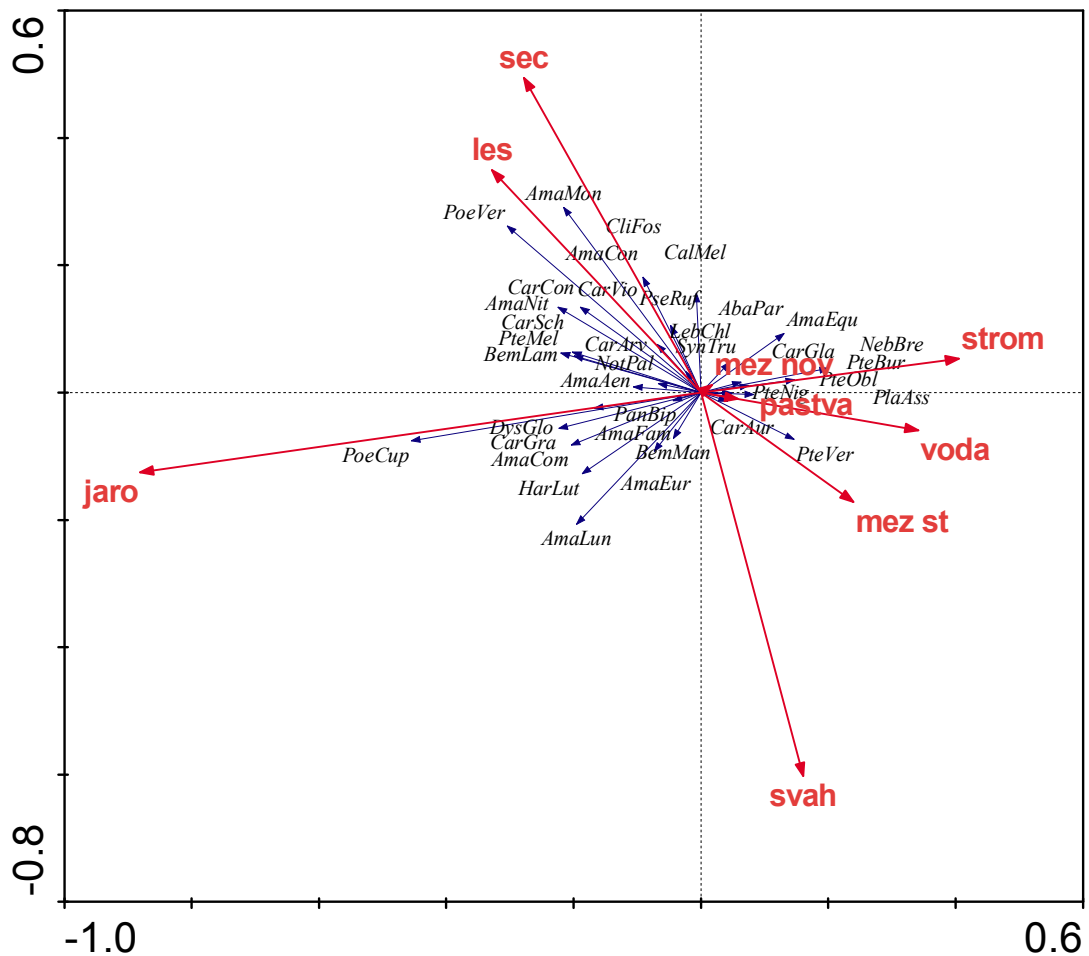
Mnohorozměrné analýzy

První model redundantní analýzy (RDA) (Obr. 5) byl na základě randomizačního testu signifikantní ($F = 9.236$; $p = 0.002$), tzn. byl potvrzen vliv alespoň některých zvolených environmentálních faktorů na druhové složení společenstva. V tomto modelu postihují první dvě osy 18.7 % celkové variance druhového složení (první osa popisuje 16.3 %) a první čtyři osy 19.1 %, celý model pak vysvětluje 19.2 % celkové variability.

Metoda *Forward selection of environmental variables* prokázala v prvním modelu signifikantní vliv pěti z celkem devíti faktorů prostředí (Tab. 2). Nejsilnějším faktorem bylo *období odchyty (jaro, podzim)*. Signifikantní vliv nebyl prokázán pro faktory: *pastva*, *pozice ve svahu*, *přítomnost vody* a *vzdálenost od staré meze*.

Tab. 2: Výstup z *Forward selection of environmental variables*. Hodnoty LambdaA jsou procentem vysvětlené variability zvlášť pro jednotlivé faktory, F je hodnota testového kritéria a p je pravděpodobnost chyby I. druhu zjištěná randomizačním testem (za signifikantní jsou považovány faktory s $p < 0.05$).

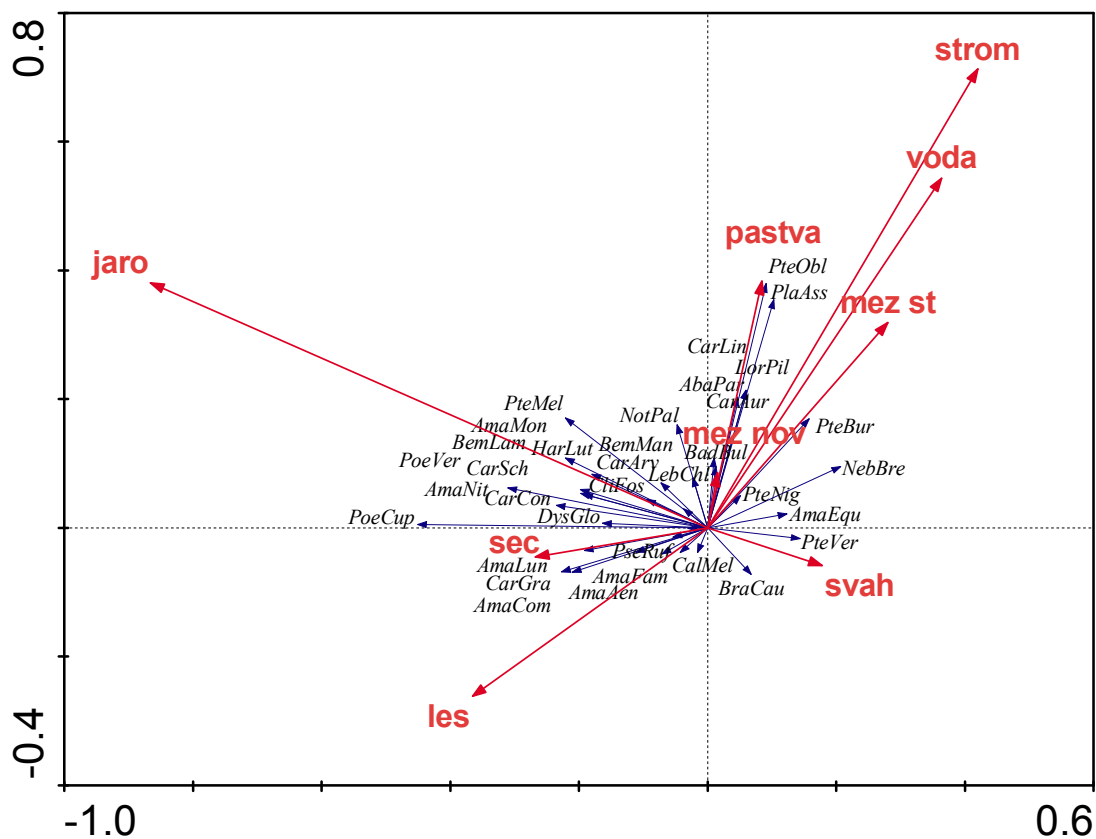
Faktor prostředí	LambdaA	F	p
Období odchyty	0.13	52.29	0.002
Přítomnost stromu	0.02	10.51	0.002
Vzdálenost od lesa	0.02	5.38	0.006
Seč	0.01	4.77	0.004
Vzdálenost od mladé meze	0.01	4.06	0.020
Pozice ve svahu	0.00	1.46	0.234
Vzdálenost od staré meze	0.00	0.62	0.514
Pastva	0.00	0.48	0.630
Přítomnost vody	0.00	0.26	0.792



Obr. 5: Grafický výstup (ordinační diagram) z RDA analýzy beze změn váhy druhů. Druhy jsou označeny jako šipky ve směru, v jakém roste abundance daného druhu. Faktory prostředí jsou pak značeny šipkami ve směru, v jakém roste jejich hodnota. Korelace mezi proměnnými a osami je tím vyšší, čím je úhel jimi svíraný ostřejší. Legenda ke zkratkám je uvedena v příloze k této práci.

Druhý model RDA (Obr. 6), kdy byla váha nejhojnějších druhů snížena a naopak váha málo početných druhů zvýšena, byl také signifikantní ($F = 6.153$; $p = 0.002$). V tomto modelu postihují první dvě osy 10.3 % celkové variance druhového složení (první osa 8.3 %) a první čtyři osy 12.4 %, celý model pak vysvětluje 13.7 % celkové variability datového souboru.

Výstup z *Forward selection of environmental variables* je pak podobný jako u modelu prvního, signifikantní vliv byl navíc prokázán také pro faktory *poloha ve svahu* a *pastva* (Tab. 3).



Obr. 6: Grafický výstup (ordinační diagram) z RDA analýzy po změně váhy nejhojnějších a řídkých druhů. Druhy jsou označeny jako šipky ve směru, v jakém roste abundance daného druhu. Faktory prostředí jsou pak značeny šipkami ve směru, v jakém roste jejich hodnota. Korelace mezi proměnnými a osami je tím vyšší, čím je úhel jimi svíraný ostřejší. Legenda ke zkratkám je uvedena v příloze k této práci.

Tab. 3: Výstup z *Forward selection of environmental variables*. Hodnoty LambdaA jsou procentem vysvětlené variability zvláště pro jednotlivé faktory, F je hodnota testového kritéria a p je pravděpodobnost chyby I. druhu zjištěná randomizačním testem (za signifikantní jsou považovány faktory s $p < 0.05$).

Faktor prostředí	LambdaA	F	p
Období odchyty	0.07	25.35	0.002
Přítomnost stromu	0.02	9.73	0.002
Vzdálenost od lesa	0.01	4.03	0.002
Seč	0.01	3.26	0.002
Vzdálenost od mladé meze	0.01	2.87	0.016
Pozice ve svahu	0.00	2.84	0.016
Pastva	0.01	2.77	0.010
Vzdálenost od staré meze	0.00	1.49	0.128
Přítomnost vody	0.01	1.07	0.358

Zobecněné lineární modely (GLM)

Pomocí zobecněných lineárních modelů (GLM) odezvy střevlíkovitých brouků jsem zjistil signifikantní vliv *vzdálenosti od staré meze* pro 17 druhů (Tab. 4). Pro 8 druhů byla faktorem signifikantně ovlivňujícím jejich distribuci *vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy* (Tab. 5). Grafická znázornění odpovědí jednotlivých druhů, na jejichž distribuci měly zvolené faktory signifikantní vliv, jsou uvedeny v příloze této práce.

Tab. 4: Seznam druhů střevlíků, na jejichž distribuci měla signifikantní vliv vzdálenost od staré meze. F je hodnota testového kritéria, p je pravděpodobnost chyby I. řádu zjištěná permutačním testem, AIC (Akaikovo informační kritérium) je kritérium kvality regrese – nevhodnější regresní modely mají nízké AIC.

Druh	F	p	AIC
<i>Abax parallelepipedus</i>	4.11	0.043349	3.954
<i>Amara convexior</i>	3.9	0.049162	49.114
<i>Amara nitida</i>	12.33	0.000503	694.424
<i>Badister bullatus</i>	0.001	0.004471	1.008
<i>Bradycellus caucasicus</i>	0.001	0.024644	3.008
<i>Carabus arvensis carpathus</i>	16.18	0.00007	31.149
<i>Carabus glabratus</i>	9.23	0.002551	1.961
<i>Carabus linnei</i>	4.54	0.033697	0.996
<i>Clivina fossor</i>	0.003	0.040838	3.008
<i>Loricera pilicornis</i>	4.54	0.033697	0.996
<i>Platynus assimilis</i>	12.85	0.000385	845.659
<i>Poecilus versicolor</i>	4.77	0.02962	1.41E+04
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	4.54	0.033697	0.996
<i>Pterostichus melanarius</i>	5.16	0.023718	255.183
<i>Pterostichus niger</i>	0.001	0.023397	2.011
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	10.27	0.001475	44.518

Tab. 5: Seznam druhů střevlíků, na jejichž distribuci měla signifikantní vliv vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy. F je hodnota testového kritéria, p je pravděpodobnost chyby I. řádu zjištěná permutačním testem, AIC (Akaikovo informační kritérium) je kritérium kvality regrese – nevhodnější regresní modely mají nízké AIC.

Druh	F	p	AIC
<i>Amara equestris</i>	5.93	0.015394	4.949
<i>Amara montivaga</i>	0.003	0.045487	142.866
<i>Amara nitida</i>	4.09	0.043823	710.219
<i>Badister bullatus</i>	7.16	0.007788	0.989
<i>Carabus convexus</i>	5.62	0.018301	79.022
<i>Nebria brevicollis</i>	9.78	0.00191	27.166
<i>Pterostichus vernalis</i>	0.017	0.024562	234.287
<i>Syntomus truncatellus</i>	8.63	0.00353	50.134

Diskuze

Obecná část

Na lokalitě bylo v průběhu jedné vegetační sezóny získáno celkem 4279 jedinců střevlíkovitých brouků náležících k 43 druhům. Ekologické nároky většiny druhů podle Hůrky (1996) odpovídaly druhům typickým pro otevřená stanoviště. Menší část zjištěných druhů byla svým způsobem života vázána na lesní biotopy. Tyto druhy byly podle očekávání většinou zaznamenány jen v blízkosti lesních okrajů a remízků. Podle zjištěného druhového složení společenstva střevlíkovitých brouků je na základě bioindikačních kategorií (Hůrka *et al.* 1996) možné přibližně stanovit zachovalost a biologickou hodnotu studované lokality. Jednotlivé zjištěné druhy bylo možné rozdělit do dvou ze tří kategorií. Nezastoupena zůstala kategorie R obsahující většinou vzácné druhy reliktního charakteru s úzkou ekologickou valencí a vazbou na původní nezměněné biotopy. Nejpočetněji (27 druhů) byla zastoupena kategorie A, kam náleží adaptabilnější druhy, osidlující více nebo méně přirozené, nebo přirozenému stavu blízké habitaty a také druhy žijící i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech v blízkosti původních ploch. Menší část druhů (18 druhů) náležela k eurytopním střevlíkům bez vyhraněných nároků na kvalitu prostředí zařazených v kategorii E. Tyto druhy jsou schopné přežívat i v silně antropogenně pozměněné krajině. Relativní zastoupení těchto kategorií v rámci studijního materiálu tedy přibližně odpovídá biologicky poměrně zachovalé, i když antropogenně ovlivněné krajině.

Také relativní zastoupení jednotlivých druhů může být indikátorem stavu prostředí. Silná převaha pouze dvou eudominantních druhů *Poecilus cupreus* a *Poecilus versicolor* by odpovídala prostředí v počátečních fázích sukcese nebo prostředí s častým výskytem disturbancí (Báldi 1990, Grandchamp *et al.* 2005). V kontrastu s nevyváženým poměrem jednotlivých druhů však byla poměrně vysoká zjištěná druhová bohatost. Podle Martiše (1979) vykazují největší druhovou bohatost karabidocenózy na biotopech v tzv. „full maturity“ stádiu, zatímco biotopy paraklimaxového typu jsou již ustálené a proto citelně druhově chudší. Také počet zjištěných druhů rodu *Carabus*, kteří jsou obecně považováni za hodnotný prvek ve společenstvech epigeonu (Resl 2005), může být do jisté míry ukazatelem vyšší kvality prostředí.

Obě RDA analýzy označily jako nejsilnější faktor ovlivňující složení společenstva střevlíků na lokalitě *období sběru vzorků*. Tento faktor byl do jisté míry předvídatelný,

neboť velice úzce souvisí s bionomií a sezónní dynamikou střevlíkovitých brouků. V jarním období bývá většinou zachyceno větší množství dospělců, zatímco v podzimním období již aktivují především larvy a příležitostně také část dospělců nové generace (Skuhřavý 1959). Sezónní dynamika však bývá většinou silně druhově specifická a některé druhy mohou být početnější spíše v pozdějším období roku. Tento jev se byl patrný např. na abundancích druhů *Nebria brevicollis* a *Pterostichus vernalis*, které byly vyšší až v materiálu z podzimní etapy expozice pastí. Na posílení vlivu tohoto faktoru se pak jistě podstatně podepsal i vývoj podzimního počasí, kdy v půlce října napadlo na lokalitě cca 20 cm sněhu. Aktivita mnoha druhů tak byla zřejmě podstatně zkrácena.

Jako druhý nejvýznamnější faktor byla v obou analýzách zjištěna *bezprostřední přítomnost vzrostlého stromu*. Silný vliv tohoto faktoru by mohl být vysvětlen tím, že část pastí, které měly tento faktor zakódovány, se nacházela na lesních okrajích a tím pádem se v nich objevovaly i lesní druhy nezjištěné na otevřených částech lokality. Význam přítomnosti stromu navíc zřejmě posiloval i materiál z pasti č. 28, která byla umístěna pod skupinou solitérních stromů v otevřeném prostoru. V této pasti se objevil druh *Badister bullatus*, který nebyl nalezen nikde jinde, a navíc zde několik druhů vykazovalo poněkud vyšší abundance než v jiných částech lokality (druhy *Syntomus truncatellus*, *Amara equestris*). Pozitivní vliv solitérních stromů na druhovou bohatost živočichů různých taxonomických skupin v otevřené krajině prokázal např. Söderström *et al.* (2000).

Vzdálenost od lesa byla také velmi významným faktorem působícím na distribuci střevlíkovitých brouků v rámci studovaného území. Vazba na lesní nebo naopak otevřená stanoviště je pro velké množství druhů charakteristická, přičemž se obě ekologické skupiny většinou částečně překrývají na ekotonu (Hora 2007). Z vyhraněných lesních druhů byly zjištěny např. druhy *Platynus assimilis*, *Carabus auronitens* nebo *Carabus linnei*, které byly zaznamenány pouze v pastech na okraji lesa. Druhů typických pro otevřené plochy bylo zaznamenáno podstatně více, především oba eudominantní druhy rodu *Poecilus* nebo druhy rodu *Amara*, což plně odpovídá převaze otevřených travnatých ploch v rámci lokality. Některým lesním druhům podle výsledků stačily k šíření poměrně daleko do luk a pastvin pouze úzké pásy stromů propojené s lesem. Ponechání těchto habitatů tak zjevně napomáhá k udržení vyšší druhové bohatosti v rámci celé lokality.

Dalším environmentálním faktorem ovlivňujícím distribuci střevlíkovitých brouků na lokalitě byla přítomnost, resp. *vzdálenost od nově založené meze* s vysázenými mladými stromy. Z výsledků zobecněných lineárních modelů odezvy jednotlivých druhů na tento faktor je patrné, že pouze jeden druh byl na mladou mez přímo vázán (*Pterostichus*

vernalis), ostatní druhy se signifikantní odezvou reagovaly pozitivně na zvyšující se vzdálenost od této meze. Bylo však prokázáno, že kolonizace takto nově vytvořených stanovišť střevlíkovitými brouky je relativně pomalá oproti rychlosti kolonizace ze strany pavouků a dokonce i mekkýšů (Gruttke & Willecke 2000). Dá se však očekávat, že s postupnou sukcesí těchto stanovišť se zvýší počet druhů čeledi Carabidae na ně vázaných.

Posledním faktorem, jehož signifikantní vliv na distribuci střevlíkovitých byl prokázán oběma analýzami, byla *seč*. Poměrně malý význam tohoto faktoru, který bývá jinak považován za velice důležitý prvek formující společenstva travních porostů (Humber *et al.* 2009), byl pravděpodobně snížen skutečností, že seč probíhala až po jarní etapě odběru vzorků. V podzimní etapě pak už zřejmě nebylo z důvodů sezónní aktivity střevlíků a vývoje počasí zachyceno tak velké množství brouků, kteří na seč reagovali. Na nízký travní porost pravděpodobně pozitivně zareagovaly především heliofilní druhy střevlíků (*Poecilus cupreus*, *Poecilus versicolor* a zástupci rodu *Amara*), které jsou schopné posečené plochy rychle osídlit mimo jiné díky schopnosti letu.

Pro distribuci na lokalitě vzácnějších druhů, jejichž váha byla před provedením analýzy zvýšena, byl prokázán význam dvou dalších faktorů. Významnějším z nich byl vliv *pozice pasti ve svahu*. Vlastnosti prostředí se v rámci svahu mění a na tyto rozdíly pak pravděpodobně reagují i střevlíci. Obecně ve vrcholových částech svahu převažují spíše xerothermní společenstva, zatímco ve spodních částech se udržuje vyšší vlhkost. Vliv svahu na společenstvo střevlíků by mohl být spojen i s distribucí živin a tím pádem s rozdílnou potravní nabídkou. Bylo například prokázáno, že některé organické látky sloužící primárním producentům jako živiny jsou v prostředí pastvin v rámci svahu rozmístěny v rozdílných koncentracích v závislosti na sklonu, přičemž je důležité i to, zda se jedná o svah severně nebo jižně orientovaný (Sigua & Coleman 2010).

Faktorem, který se ještě signifikantně podílel na složení a distribuci vzácnějších druhů střevlíků, byla *pastva*. Jak již bylo uvedeno v úvodní části této práce, pastva jako jeden ze způsobů managementu travních porostů dosti značně ovlivňuje složení karabidocenóz. Problém poměrně nízké zjištěné významnosti tohoto faktoru je zřejmě obdobný jako v případě *seče*. I zde se nejspíš mnohem silněji projevila sezónnost sběru dat, čímž byl vlastní efekt pastvy poněkud potlačen. Na pasených plochách byly z méně početných druhů zjištěny jen střevlíci s relativně širokou ekologickou valencí jako *Nebria brevicollis*, *Calathus melanocephalus* a *Amara equestris*. Z hojných druhů pak převažovaly silně eurytopní druhy *Carabus granulatus*, *Pterostichus melanarius* a oba druhy rodu

Poecilus. Tento jev potvrzuje zjištění jiných autorů (např. Resl 2005, Blake *et al.* 1996), kteří na pastvinách zaznamenávali také zvýšené množství druhů eurytopních.

Zajímavým se ukázal být faktor *vzdálenosti od staré meze*. V rámci obou modelů nebyl překvapivě zjištěn jeho signifikantní vliv. Při zjišťování odezvy jednotlivých druhů na tento faktor metodou zobecněných lineárních modelů však byl potvrzen jeho význam pro 16 druhů střevlíků, přičemž 5 druhů vykazovalo na mez vazbu (tzn. jejich odezva negativně korelovala se vzdáleností od staré meze).

Komentáře k vybraným druhům

Abax parallelepipedus (Piller et Mitterpacher, 1783)

Během výzkumu byli odchyceni 4 jedinci tohoto druhu, jeden na okraji lesa, dva v pásech stromů zasahujících do luk a jeden kus byl zachycen i na staré mezi. GLM tohoto druhu potvrdil pozitivní korelaci odezvy se *vzdáleností od staré meze*, která byla pravděpodobně ovlivněna nízkým počtem brouků.

Druh severní a střední Evropy. V ČR obecný v lesích všech typů, od nížin do hor (Hůrka 1996).

Amara convexior Stephens, 1828

Celkem bylo zaznamenáno 18 jedinců tohoto druhu z nichž se jedenáct objevilo na staré mezi. Také GLM prokázal poměrně silnou vazbu na *starou mez*.

Makropterní druh s hojným až ojedinělým výskytem od nížin do hor. Indiferentní k zastínění (Hůrka 1996).

Amara equestris (Duftschmidt, 1812)

Druh byl zachycen ve třech jedincích pouze v podzimní etapě sběru materiálu. Pozitivní korelace odezvy se *vzdáleností od nově založené meze* zjištěná pomocí GLM byla pravděpodobně zapříčiněna tím, že všichni jedinci byli zaznamenáni pouze ve dvou pastech na druhém transektu, které byly od nově založené meze poměrně hodně vzdálené.

Makropterní palearktický druh. V České republice se vyskytuje ojediněle na suchých až velmi suchých stanovištích bez zastínění jako jsou stepi a pastviny. Nejvíce v pahorkatinách (Hůrka 1996).

***Amara montivaga* Sturm, 1825**

Během výzkumu bylo odchyceno 56 jedinců. Převážná část byla zaznamenána na druhém transektu pastí, a to především v jeho spodní a vlhčí části. Pro druh byla zjištěna signifikantní odezva na *vzdálenost od nově založené meze*.

Západopalearktický makropterní druh, který je u nás hojný v západní polovině území, na Moravě již jen ojediněle. Osidluje nezastíněná travnatá stanoviště od nížin do hor, přičemž je nejčastější v pahorkatinách (Hůrka 1996).

***Amara nitida* Sturm, 1825**

Celkem bylo odchyceno 156 jedinců. Jednalo se o třetí nejpočetnější druh střevlíka na lokalitě. Pro druh byla zjištěna signifikantní odezva na *vzdálenost od staré i od nově založené meze*, přičemž na starou mez byl tento druh poměrně silně vázán (téměř třetina jedinců byla odchycena právě zde).

V ČR jen lokálně hojný výskyt. Preferuje nezastíněná nebo jen částečně zastíněná stanoviště od nížin do hor. Nejčastěji nalézán v podhůří (Hůrka 1996). Podle Stanovského & Pulpána (2006) se jedná o podhorský až horský druh obývající i nižší polohy na inverzních stanovištích.

***Badister bullatus* (Schrank, 1798)**

Druh byl zachycen pouze v jediném kusu. Signifikantní odezva na *vzdálenost od staré i nově založené meze* zjištěná pomocí GLM je tak v tomto případě zřejmě zapříčiněna pouze polohou pasti, ve které se tento druh zachytil.

Tento druh náleží do skupiny střevlíků, kteří jsou potravně vázaní na plže, což se projevuje specifickou úpravou horního pysku a kusadel umožňující pronikání do ulit. Druh je u nás hojný na suchých až velmi suchých stanovištích, indiferentní k zastínění. Nejčastěji v pahorkatinách (Hůrka 1996).

***Bradycellus caucasicus* (Chaudoir, 1846)**

Druh byl na lokalitě zjištěn pouze ve třech kusech. Dva z nich byly zaznamenány na staré a jeden na nově založené mezi. Prokázaná odezva na *vzdálenost od staré meze* byla i v tomto případě zřejmě zapříčiněna nízkým počtem jedinců.

Na našem území obecný druh vyskytující se zpravidla v pahorkatinách. Žije hlavně na sušších stanovištích bez zastínění jako jsou vřesoviště, pastviny, okraje a světliny lesů a stepi (Hůrka 1996).

***Carabus arvensis carpathus* Born, 1902**

Během výzkumu bylo zaznamenáno 17 jedinců tohoto druhu, přičemž 14 z nich se objevilo v pastech v blízkosti lesa. Pro druh byla zjištěna signifikantní odezva na *vzdálenost od staré meze*.

Poddruh vyskytující se v ČR jen v horách Moravy, na zbytku území se vyskytuje poddruh nominotypický, celkově poměrně řídký druh. Druh je rozšířen v mnoha poddruzích od Velké Británie až po Japonsko. Žije v lesích, na loukách, vřesovištích, rašeliništích i v alpínském pásmu hor (Hůrka 1996). V oblasti severní Moravy a Slezska hojnější jen v Beskydech, v Hrubém Jeseníku pouze ojediněle (Stanovský & Pulpán 2006).

***Carabus convexus* Fabricius, 1775**

Odchyceno bylo celkem 45 jedinců tohoto druhu. Na distribuci tohoto střevlíka měla signifikantní, i když poměrně slabý, vliv *vzdálenost od nově založené meze*.

Menší zástupce rodu vyskytující se hojně na celém území ČR na málo zastíněných stanovištích (Hůrka 1996). V oblasti severní Moravy většinou jen jednotlivě (Stanovský & Pulpán 2006)

***Carabus glabratus* Paykull, 1790**

Během výzkumu byli zaznamenáni pouze dva jedinci v pasti na okraji lesního porostu. I v tomto případě byl zřejmě signifikantní vliv *vzdálenosti od staré meze* způsoben malým počtem zachycených jedinců a podstatnější vliv na distribuci měla pro tento lesní druh pravděpodobně spíše přítomnost lesa.

Evropský druh, u nás hojný v lesích pahorkatin a hor, kde vystupuje až do alpínské zóny (Hůrka 1996).

***Carabus linnei* Panzer, 1810**

Druh byl zaznamenán pouze v jediném kuse v jednom z úzkých lesních pásů zasahujících do luk. Jako u jiných druhů zaznamenaných v nízkém počtu jedinců je i v tomto případě signifikantní odezva na *vzdálenost od staré meze* nejspíš způsobena nedostatečně velkým vzorkem.

Na našem území je tento druh typický pro lesy rozsáhlejších horských masívů, kde bývá poměrně hojný (Hůrka 1996).

***Carabus scheidleri helleri* Ganglbauer, 1892**

Na lokalitě bylo zaznamenáno 49 exemplářů tohoto střevlíka. Jeden ze dvou poddruhů na našem území, který se vyskytuje především v severovýchodní části republiky. Od nominotypického poddruhu se liší hladší strukturou krovek a šířkou štítu. Druh žije poměrně hojně na otevřených i lesních stanovištích od nížin až do hor (Hůrka 1996). Stanovský & Pulpán (2006) udávají jen lokální výskyt v podhůří Jeseníků. Druh je dle vyhlášky 395/1992 Sb. zařazen mezi zvláště chráněné živočichy v kategorii *ohrožený*.

***Clivina fossor* (Linnaeus, 1758)**

Tento druh byl zaznamenán ve třech jedincích v blízkosti jedné z nově založených mezí. Za významný faktor však byla metodou GLM označena *vzdálenost od staré meze*.

Druh patří do skupiny střevlíků, pro které jsou typické hrabavé nohy umožňující aktivní ražení podzemních chodbiček. Má holoarktické rozšíření a u nás se vyskytuje hojně na vlhkých otevřených nebo jen málo zastíněných půdách od nížin do hor (Hůrka 1996).

***Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775)**

Jediný zástupce tohoto druhu byl odchycen v jednom z lesních pásu. Zdůvodnění zjištění významu *vzdálenosti od staré meze* je tak v tomto případě shodné s druhem *C. linnei*.

Druh s cirkumboreálním rozšířením. Na našem území se vyskytuje obecně na polích, loukách, rostlinami porostlých březích vod a v lesích. Eurytopní druh (Hůrka 1996).

***Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792)**

Celkem 12 kusů tohoto druhu bylo zaznamenáno především v pozdější etapě sběru dat. Jako signifikantně významný faktor byla pro tento druh zjištěna *vzdálenost od nově založené meze*. Jelikož však byla většina brouků zaznamenána pouze v jediné části transektu od nové meze poměrně hodně vzdálené, je pravděpodobnější, že větší význam měl v tomto případě na distribuci spíše jiný faktor.

Západopalearktický druh v ČR po celém území hojný. Žije v lesích, parcích a na loukách od nížin do hor (Hůrka 1996).

***Platynus assimilis* (Paykull, 1790)**

Celkem 49 jedinců tohoto druhu bylo zaznamenáno téměř výlučně v jedné z pastí zasahující do lesního pásu. Signifikantní vliv *vzdálenosti od staré meze* je tak i zde

pravděpodobně zapříčiněn spíše polohou této pasti než samotnou distribucí tohoto druhu na lokalitě.

Široce rozšířený druh, jehož areál zasahuje až do Japonska. U nás je velmi hojný, přičemž preferuje vlhká až velmi vlhká stanoviště s částečným či úplným zastíněním. Typický druh lesů od nížin do hor (Hůrka 1996).

***Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758)**

Tento druh představoval se svými 2358 odchycenými jedinci nejhojnějšího střevlíka na lokalitě. Početnost v jednotlivých výběrech klesala, což bylo zřejmě způsobeno postupným zarůstáním otevřených ploch.

Barevně variabilní, široce rozšířený druh, který je schopen letu. Jedná se o eurytopního střevlíka velmi hojného na nezastíněných stanovištích jako jsou pole, pastviny nebo ruderály od nížin do hor (Hůrka 1996).

***Poecilus versicolor* (Sturm, 1824)**

Během výzkumu bylo chyceno 822 jedinců, což byla druhá nejvyšší abundance v rámci lokality. Pro druh byla také zjištěna signifikantní odezva na *vzdálenost od staré meze*, v tomto případě se jednalo přímo o vazbu na tento faktor.

Má stejné ekologické nároky jako *P. cupreus* a často se vyskytuje společně na stejné lokalitě. Je rozšířen od nížin do hor, přičemž nejčastější bývá v pahorkatinách (Hůrka 1996).

***Pterostichus burmeisteri* (Heer, 1841)**

Další z druhů zachycených v jediném exempláři do pasti v lesním pásu. Podstatnější vliv na distribuci tak měl pravděpodobně i v tomto případě jiný faktor než *vzdálenost od staré meze*, který byl v GLM zjištěn pro tento druh jako signifikantně významný.

Brachypterní hojný druh obývající lesní světliny, paseky a stromy porostlé meze od nížin do hor (Hůrka 1996)

***Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798)**

Během sběru dat bylo odchyceno celkem 120 jedinců. Metoda GLM prokázala pro tento druh signifikantní vazbu na *starou mez*.

Široce rozšířený, velmi eurytopní druh polí, luk, zahrad i lesů. U nás obecný od nížin do hor (Hůrka 1996).

***Pterostichus niger* (Schaller, 1783)**

Celkově byly zachyceny pouze 2 exempláře. I zde tak prokázaný signifikantní vliv *vzdálenosti od staré meze* zřejmě ovlivnilo víceméně náhodné zachycení malého počtu jedinců.

Palearktický druh rozšířený až po východní Sibiř. V ČR hojný na vlhkých stanovištích od nížin do hor. Indiferentní k zastínění (Hůrka 1996).

***Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787)**

Zaznamenáno bylo 16 jedinců, přičemž většina z nich se vyskytovala v pastech poblíž lesa. Prokázaný vliv *vzdálenosti od staré meze* je tak pravděpodobně způsoben pouze vzájemnou polohou lesních biotopů a jedné ze starých mezí.

Druh schopný letu. U nás hojný, typický hlavně pro lesní stanoviště. Nejčastěji v pahorkatinách (Hůrka 1996).

***Pterostichus vernalis* (Panzer, 1796)**

Celkově bylo odchyceno 76 jedinců. Tento druh vykazoval větší abundance až v podzimním období. Metodou GLM pak byla prokázána signifikantní vazba na *nově založenou mez*, jednalo se tedy o jediný druh se zjištěnou vazbou na tento faktor

Palearktický druh schopný letu. V ČR obecný na vlhkých až velmi vlhkých stanovištích, indiferentní k zastínění. Žije na travnatých vodních březích, vlhkých loukách a v zahradách od nížin do hor (Hůrka 1996).

***Syntomus truncatellus* (Linnaeus, 1761)**

Z celkem devíti zaznamenaných jedinců se jich sedm objevilo v jediné pasti. Právě poloha této pasti vůči nově založené mezi tak byla pravděpodobně příčinou označení faktoru *vzdálenost od nové meze* jako signifikantně významného.

Eurosibiřský druh. V ČR hojný výskyt na suchých nezastíněných místech jako stepi a vřesoviště především v pahorkatinách (Hůrka 1996). V oblasti severní Moravy a Slezska lokální, vzácný druh (Stanovský & Pulpán 2006).

Závěr

Předložená bakalářská práce se zabývá významem agro-environmentálních faktorů ovlivňujících distribuci střevlíkovitých brouků v prostředí podhorských luk a pastvin. Výzkum probíhal v roce 2009 poblíž CHKO Jeseníky v oblasti Přemyslovského sedla. Na lokalitě bylo rozmístěno 51 zemních pastí situovaných ve dvou transektech, přičemž pro každou past byly zaznamenány hodnoty vybraných environmentálních i managementových faktorů.

V získaném materiálu střevlíkovitých brouků silně převažovaly pouze dva eudominantní druhy, což indikuje nevyvážené prostředí s velkým množstvím disturbancí, které v tomto případě způsobují především managementové zásahy jako seč a pastva. V kontrastu s převahou eudominantních druhů však o vyšší biologické hodnotě lokality svědčí celkově poměrně vysoký počet všech zjištěných druhů, přičemž významný je především vysoký počet druhů rodu *Carabus*.

Z vybraných faktorů jich bylo pro distribuci střevlíkovitých hned několik signifikantně významných. Z přirozených faktorů prostředí bylo jako signifikantně významné prokázáno *období sběru dat, přítomnost stromu, vzdálenost od lesa* a pro distribuci vzácných druhů také *pozice ve svahu*. Faktory spojené s managementem měly celkově nižší význam. Pro celé společenstvo byla významná pouze *vzdálenost od nově založené meze a seč*. Distribuci vzácných druhů signifikantně ovlivnila navíc ještě *pastva*. Poměrně nízký význam těchto faktorů, snad kromě významu nové meze, by však mohl být zapříčiněn pozdním prováděním těchto zásahů, kdy už je aktivita většiny střevlíkovitých brouků nižší.

Při srovnání významu dvou krajinných prvků, *staré a nově založené meze*, byl zjištěn větší počet druhů střevlíků vázaných na *mez starou*. Tento fakt pravděpodobně souvisí s rychlostí, jakou jsou střevlíci schopni kolonizovat nově vytvořená stanoviště. Význam nově založených mezí tak spočívá v tom, že by v budoucnu mohly představovat významné prvky hospodářsky využívané krajiny zvyšující celkovou druhovou pestrost střevlíkovitých brouků.

Literatura

- Báldi A. (1990): Species richness, abundance and diversity of beetles (Coleoptera) in relation to ecological succession. *Folia Entomologica Hungarica* 51: 17 – 24.
- Batáry P., Báldi A., Szél G., Podlussány A., Rozner I. & Erdős S. (2007): Responses of grassland specialist and generalist beetles to management and landscape complexity. *Diversity and distributions* 13: 196 – 202.
- Bezděk A. (2001): Význam střevlíků (Carabidae) jako indikátorů ekologických změn. Sborník konference Aktuality šumavského výzkumu 2001: 176 – 177.
- Blake S., Foster G. N., Eyre M. D. & Luff M. L. (1994): Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia* 38: 502 – 512.
- Blake S., Foster G. N., Fischer G. E. J. & Ligertwood G. L. (1996): Effect of management practices on the carabid faunas of newly established wildflower meadows in southern Scotland. *Annales Zoologici Fennici* 33: 139 – 147.
- Cole L. J., Pollock M. L., Robertson D., Holland J. P. & McCracken D. I. (2006): Carabid (Coleoptera) assemblages in the Scottish uplands: the influence of sheep grazing on ecological structure. *Entomologica Fennica* 17: 229 – 240.
- Cole L. J., Pollock M. L., Robertson D., Holland J. P., McCracken D. I. & Harrison W. (2010): The influence of fine-scale habitat heterogeneity on invertebrate assemblage structure in upland semi-natural grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136: 69 – 80.
- Connell J. H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302 – 1310.

- Dennis P., Young M. R., Howard C. L. & Gordon I. J. (1997): The response of epigeal beetles (Col.: Carabidae, Staphylinidae) to varied grazing regimes on upland *Nardus stricta* grasslands. *Journal of Applied Ecology* 34: 433 – 443.
- Duell P. & Obrist M. K. (2003): Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* 4: 129 – 138.
- 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 R. R., Jáuregui B. M., García U., Osoro K. & Celaya R. (2009): Effects of livestock breed and grazing pressure on ground-dwelling arthropods in Cantabrian heathlands. *Ecological Entomology* 34: 466 – 475.
- Grandchamp A., Bergamini A., Stofer S., Niemelä J., Duelli P. & Scheidegger Ch. (2005): The influence of grassland management on ground beetles (Carabidae, Coleoptera) in Swiss montane meadows. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 307 – 317.
- Gruttke H. & Willecke S. (2000): Effectiveness of a newly created habitat strip as dispersal corridor for invertebrates in an agricultural landscape. *Environmental Encounters* 45: 67 – 80.
- Gudleifsson B. E. (2005): Beetle species (Coleoptera) in hayfields and pastures in northern Iceland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109: 181 – 186.
- Holec V. (2007): Střevlíci (Coleoptera, Carabidae) a okrajový efekt v transektu: lužní les – mýtina. Diplomová práce. Katedra zoologie a antropologie. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci, Ms. 66 pp.
- Hora P. (2008): Distribuce střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) na lesním ekotonu. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 34 pp.

- Humbert J. Y., Ghazoul J. & Walter T. (2009): Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130: 1 – 8.
- Hůrka K. (1996): Střevlíkovití České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, 565 pp.
- Hůrka K., Veselý P. & Farkač J. (1996): Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. *Klapalekiana* 32: 15 – 26.
- Kinnunen H., Järveläinen K., Pakkala T. & Tiainen J. (1996): The effect of isolation on the occurrence of farmland carabids in a fragmented landscape. *Annales Zoologici Fennici* 33: 165 – 171.
- Konvička M., Beneš J. & Čížek L. (2005): Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. *Sagittaria*, Olomouc, 127 pp.
- Kult K. (1947): Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republiky. Československá entomologická společnost, Praha. 198 pp.
- Lepš J. & Šmilauer P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, 102 pp.
- Martiš M. (1979): Střevlíkovití brouci (Col., Carabidae) jako bioindikátory ekologické rovnováhy krajiny. Kandidátská disertační práce. Ústav krajinné ekologie, Československá akademie věd. Ms. 71 pp.
- Magura T., Tóthmérész B. & Moldán T. (2001): Forest edge and diversity: carabids along forst-grassland transects. *Biodiversity and Conservation* 10: 287 – 300.
- Malenovský I., Kment P., Chobot K., Přidal A. & Resl K. (2006): Nadzemní fauna bezobratlých. In: Mládek J., Pavlů V., Hejčman M. & Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha. 104 pp.

- Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. & Gaisler J. (eds.) (2006): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV, Praha, 104 pp.
- Morris M. G. (2000): The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. *Biological Conservation* 95: 129 – 142.
- Petruška F. (1969): K možnosti úniku jednotlivých složek epigeické fauny polí z formalínových zemních pastí (Coleoptera). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 31: 99 – 124.
- Resl K. (2003): Střevlíkovití brouci (Carabidae). In: Mládek J.: Vliv pastvy na biodiverzitu lučních porostů MZCHÚ v CHKO Bílé Karpaty – zpráva dílčího úkolu grantu VaV/610/10/00 za roky 2000-2003. ZO ČSOP 58/06 Bílé Karpaty, Veselí n. Moravou. Ms. 94 pp.
- Resl K. (2005): Střevlíkovití brouci (Coleoptera: Carabidae). In: Mládek J.: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO – závěrečná zpráva z projektu VaV/620/11/03. ZO ČSOP 58/06 Bílé Karpaty, Veselí n. Moravou. Ms. 131 pp.
- Rushton S. P., Luff M. L. & Eyere M. D. (1989): Effects of pasture improvement and management on ground beetle and spider communities of upland grasslands. *Journal of applied ecology* 26: 489 – 503.
- Saska P. & Honek A. (2008): Synchronization of a coleopteran parasitoid, *Brachinus* spp. (Coleoptera: Carabidae), and its host. *Annals of the Entomological Society of America*. 101(3): 533-538.
- Sigua G. C. & Coleman S. W. (2010): Spatial distribution of soil carbon in pastures with cow-calf operation: effects of slope aspect and slope position. *Journal of Soils and Sediments* 10: 240 – 247.
- Skuhřavý V. (1959): Příspěvek k bionomii polních střevlíkovitých (Col. Carabidae). *Rozpravy Československé akademie věd* 69 (2): 1 – 64.

- Southwood T. R. E., Brown V. K. & Reader P. M. (1979): The relationships of plant and insect diversities in succession. *Biological journal of the Linnean society* 12: 327 – 348.
- Söderström B., Svensson B., Vessby K. & Glimskär A. (2001): Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. *Biodiversity and Conservation* 10: 1839 – 1863.
- Stanovský J. & Pulpán J. (2006): *Střevlíkovití brouci Slezska (severovýchodní Moravy)*. Muzeum Beskyd, Frýdek-Místek, 159 pp.
- Šafář J., Hula V., Šťastná P. & Vítková Z. (2009): The influence of pitfall traps on the soil epigeal fauna. In: Anonymous: *MendelNet'09 Agro - Proceedings of International Ph.D. Students Conference*. MZLU v Brně, Brno, 836 pp.
- Ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (1998): *CANOCO Reference manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca, 352 pp.
- Trautner J. & Geigenmüller K. (1987): *Tiger beetles, ground beetles. Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe*. TRIOPS Verlag, Aichtal, 487 pp.

Seznam příloh

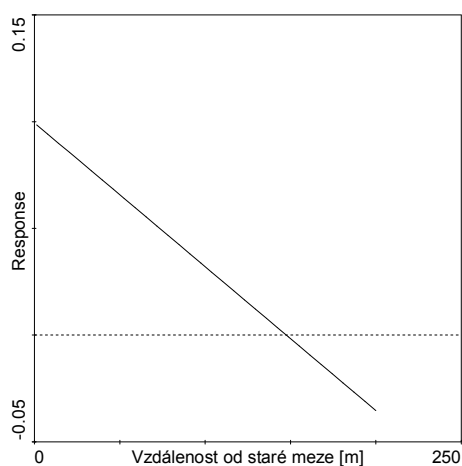
- Příloha I:** Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy.
- Příloha II:** Legenda ke zkratkám druhů použitých v ordinačních diagramech.
- Příloha III:** CD-ROM obsahující plný text práce ve formátu .PDF, datovou matici pro Canoco ve formátu .XLS a výstupy z analýz ve formátu .DOC.

Příloha I: Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

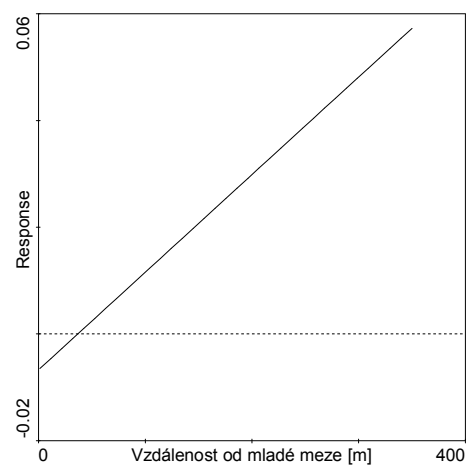
***Abax parallelepipedus* (Piller et Mitterpacher, 1783)**



***Amara convexior* Stephens, 1828**

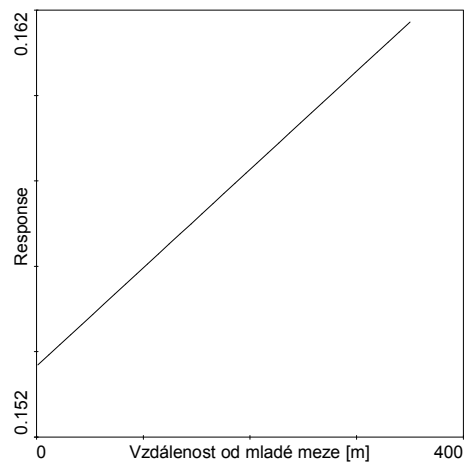


***Amara equestris* (Duftschmidt, 1812)**

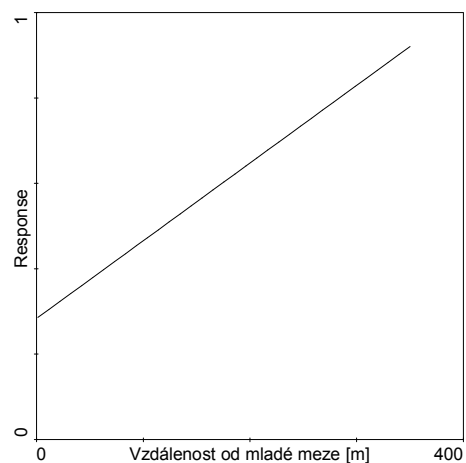
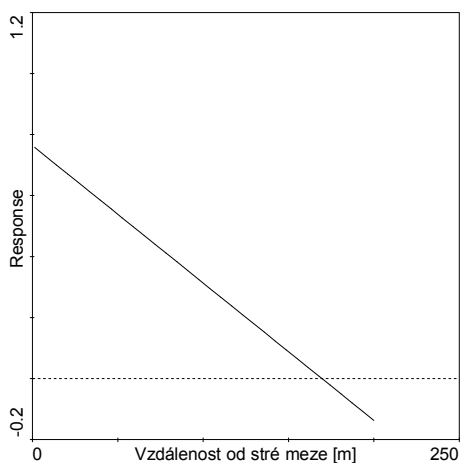


Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

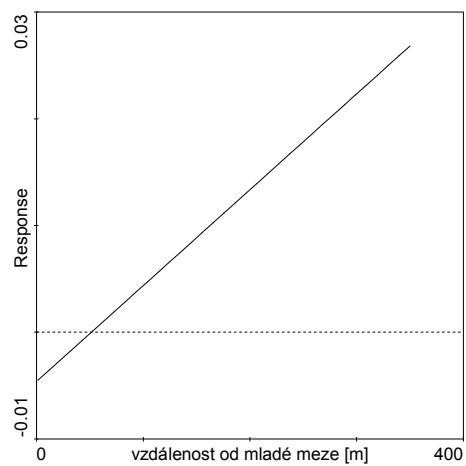
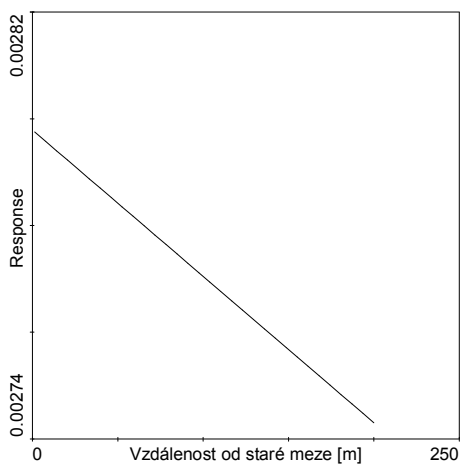
***Amara montivaga* Sturm, 1825**



***Amara nitida* Sturm, 1825**



***Badister bullatus* (Schrank, 1798)**

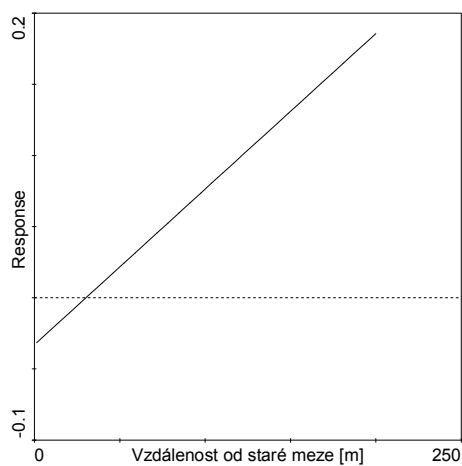


Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

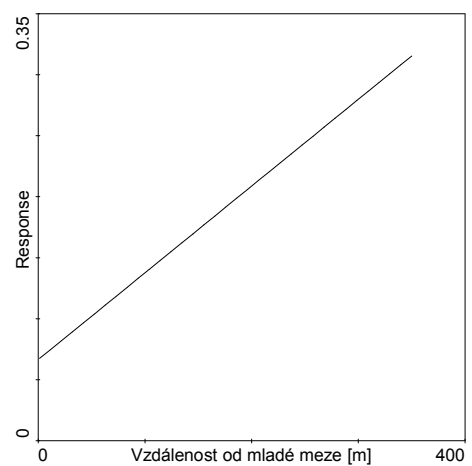
***Bradycellus caucasicus* (Chaudoir, 1846)**



***Carabus arvensis carpathus* Born, 1902**

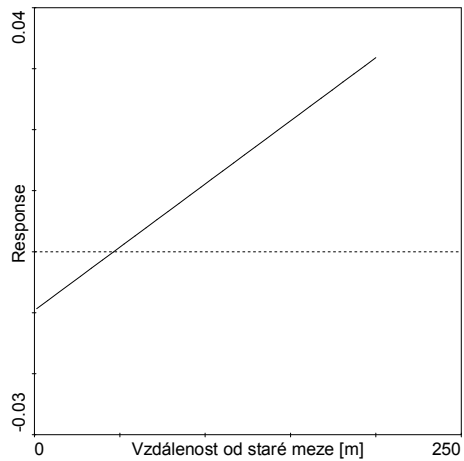


***Carabus convexus* Fabricius, 1775**

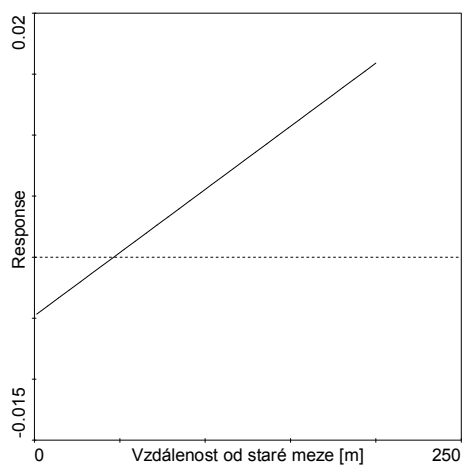


Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

***Carabus glabratus* Paykull, 1790**



***Carabus linnei* Panzer, 1810**

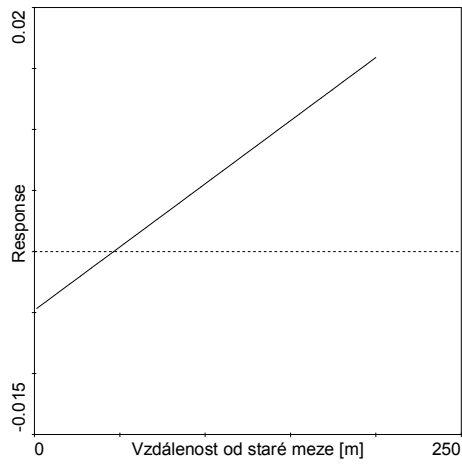


***Clivina fossor* (Linnaeus, 1758)**

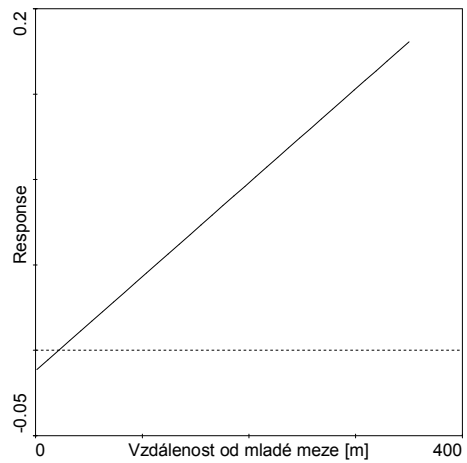


Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

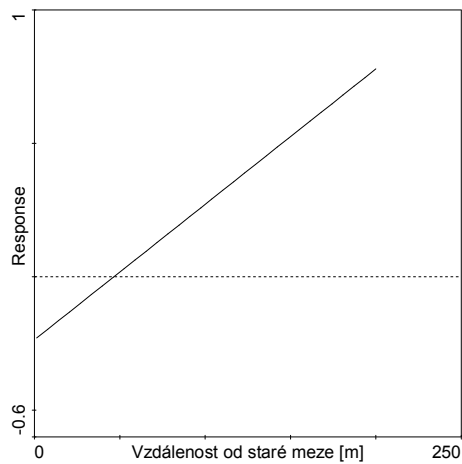
***Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775)**



***Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792)**

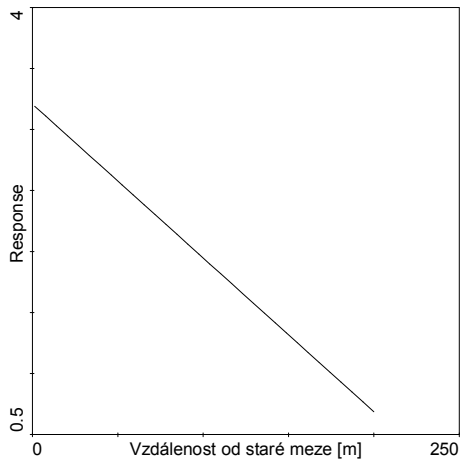


***Platynus assimilis* (Paykull, 1790)**

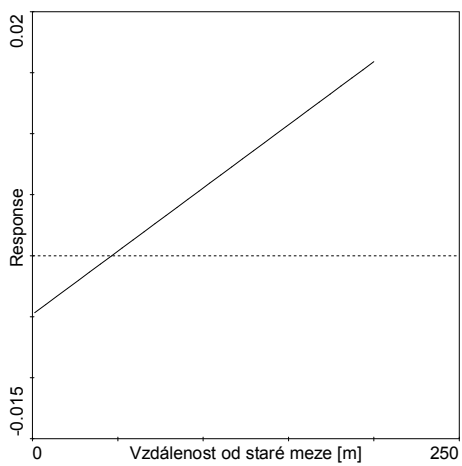


Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

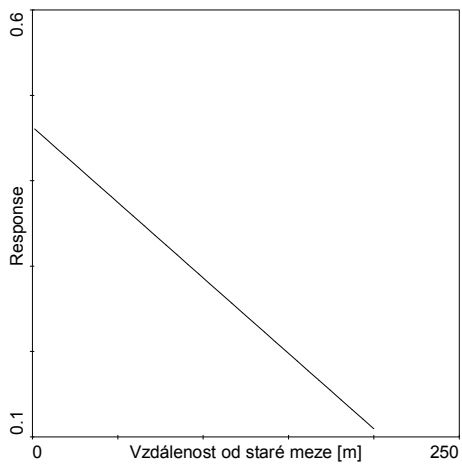
***Poecilus versicolor* (Sturm, 1824)**



***Pterostichus burmeisteri* Heer, 1838**

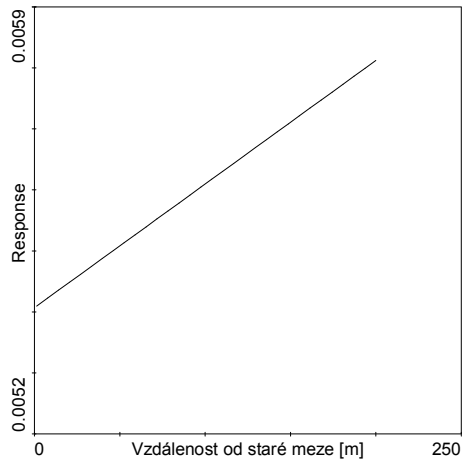


***Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798)**

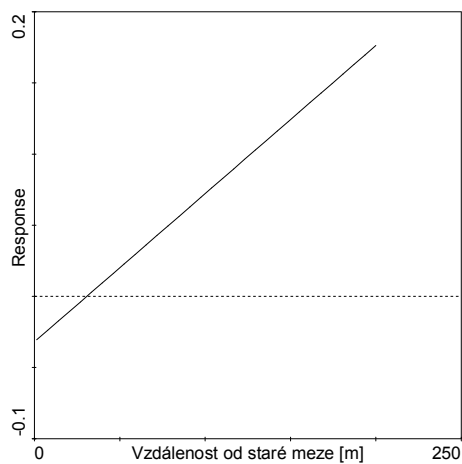


Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

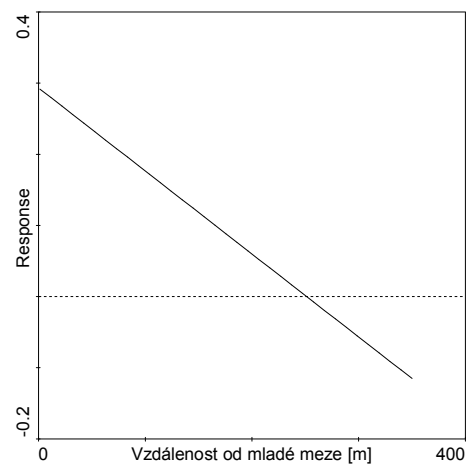
***Pterostichus niger* (Schaller, 1783)**



***Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787)**

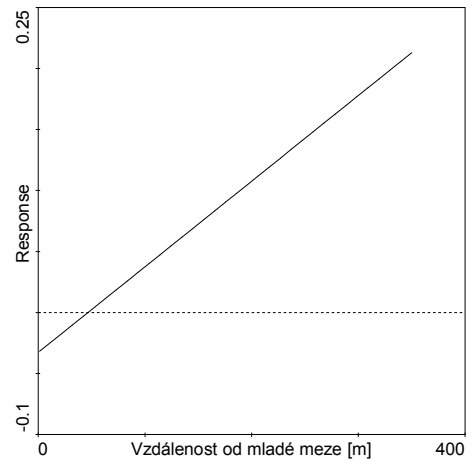


***Pterostichus vernalis* (Panzer, 1796)**



Příloha I (pokračování): Grafické výstupy GLM pro jednotlivé druhy se signifikantní odezvou na vzdálenost od staré meze (vlevo) a na vzdálenost od nově založené meze s mladými stromy (vpravo).

***Syntomus truncatellus* (Linnaeus, 1761)**



Příloha II: Legenda ke zkratkám druhů použitým v ordinačních diagramech

Zkratka	Vědecký název druhu
AbaPar	<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)
AgoSex	<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)
AmaAen	<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)
AmaCom	<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)
AmaCon	<i>Amara convexior</i> Stephens, 1828
AmaEqu	<i>Amara equestris</i> (Duftschmid, 1812)
AmaEur	<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)
AmaFam	<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)
AmaLun	<i>Amara lunicollis</i> Schiödte, 1837
AmaMon	<i>Amara montivaga</i> Sturm, 1825
AmaNit	<i>Amara nitida</i> Sturm, 1825
AmaTib	<i>Amara tibialis</i> (Paykull, 1798)
BadBul	<i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798)
BemLam	<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)
BemMan	<i>Bembidion mannerheimi</i> (C.R. Sahlberg, 1827)
BraCau	<i>Bradycellus caucasicus</i> (Chaudoir, 1846)
CalMel	<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)
CarArv	<i>Carabus arvensis carpathus</i> Born, 1902
CarAur	<i>Carabus auronitens</i> Fabricius, 1792
CarCon	<i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1775
CarGla	<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790
CarGra	<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758
CarLin	<i>Carabus linnei</i> Panzer, 1810
CarSch	<i>Carabus scheidleri helleri</i> Ganglbauer, 1892
CarVio	<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758
Clifos	<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)
DysGlo	<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1783)
HarLut	<i>Harpalus luteicornis</i> (Duftschmid, 1812)
LebChl	<i>Lebia chlorocephala</i> (J.J. Hoffmann, 1803)
LorPil	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)
NebBre	<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)
NotPal	<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)
PanBip	<i>Panageus bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)
PlaAss	<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790)
PoeCup	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)
PoeVer	<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)
PseRuf	<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)
PteBur	<i>Pterostichus burmeisteri</i> Heer, 1838
PteMel	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)
PteNig	<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)
PteObl	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)
PteVer	<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)
SynTru	<i>Syntomus truncatellus</i> (Linnaeus, 1761)