

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



Petr Hora

Distribuce střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae)  
na lesním ekotonu

Bakalářská práce  
v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. & Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.

Olomouc 2008



## Abstrakt

### Hora, P.: Distribuce střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) na lesním ekotonu.

Tzv. „ekotonový efekt“ je jedním z klasických ekologických témat. Na ekotonech bývá typicky nacházena vyšší diverzita i abundance bezobratlých. Málo studií však bylo provedeno tak, aby bylo objasněno, zda živočichové ekoton přímo obývají, nebo do něj zacházejí. Ekoton je (idealizovaně) lineární rozhraní mezi dvěma plochami (např. les a louka). Cílem této studie bylo zjistit, zda se zdejší epigeičtí bezobratlí pohybují převážně v ekotonu (tj. na rozhraní), či jím procházejí (tj. přebíhají mezi plochami) a zjistit druhové složení jednotlivých stanovišť.

Pro posouzení převažujícího směru pohybu epigeonu na ekotonu byly použity klasické zemní pasti s orientovanou zábranou. Past byla zakopaná několik centimetrů pod povrch půdy. Přes její ústí byla instalována plechová zábrana (délka 75 cm, výška 15 cm). Předpokládali jsme, že zábrana bude zvyšovat pravděpodobnost odchycení u živočichů, kteří se budou pohybovat kolmo na ni. Výzkum probíhal v CHKO Litovelské Pomoraví na ekotonu lužní les a louka. V lese, na ekotonu a na louce byly instalovány souběžně řady po šesti pastech, střídavě se zábranou orientovanou *napříč* a *nadél* k linii ekotonu. Pasti byly instalovány od května do listopadu 2007.

Celkem bylo na lokalitě uloveno 845 střevlíkovitých brouků náležících do 23 rodů. Pomocí metody IndVal byly druhy rozděleny podle preferencí stanovišť na ekotonové, lesní a luční specialisty. Jako lesní specialisty metoda správně určila druhy typické pro lužní lesy a luční druhy byly rovněž charakteristické pro otevřená a prosluněná stanoviště. Ekotonovým specialistou byl stanoven druh *Synuchus vivalis*. Shannonův index diverzity byl nejvyšší podle předpokladů na ekotonu, následovaný hodnotou z lužního lesa a na louce byl nejnižší. Počty úlovků v závislosti na měsících a ročním období odpovídaly rozmnožovací aktivitě střevlíků.

**Klíčová slova:** střevlíkovití, CHKO Litovelské Pomoraví, ekoton, ekotonový efekt, zemní pasti

## **Abstract**

**Hora, P.: The ground beetles (Coleoptera: Carabidae) distribution at forest ecotone.**

The edge-effect is one of classic ecological topics. Higher abundance and diversity of invertebrates are typical for ecotones. Only few studies had been made so that they cleared out the question if animals live in ecotone or if they only come in and out of it. Ecotones are (ideally) linear borders between two areas (e.g. forest and meadow). The main aim of this work is to find out if epigeic invertebrates live in the ecotone (on the edge) or if they are only going through it (between two areas) and to learn species composition of individual habitats.

Typical earth-traps with oriented obstacles were used for consideration of major directions of movement of epigeic invertebrates. The traps were dug in a few centimeters under the ground and metal plates (length 75 cm, height 15 cm) were installed over its nose. We assumed that the obstacle will increase the probability of catching those animals that move upright to it. The study took place in PLA Litovelske Pomoravi on the ecotone of a floodplain forest and a meadow. There were three parallel rows of traps (forest, ecotone and meadow) each row with six traps. The obstacles were installed in turns transversally and along the ecotone line. The traps were installed from May to November 2007.

There were 845 of Carabidae beetles found in the area that belonged to 23 geneses. Using the IndVal methodology the species were divided due to their habitats to ecotone, forest and meadow species. The methodology determined the forest species as typical for floodplain forests and it also determined the meadow species as typical for opened and shiny habitats. The ecotone specialist was *Synuchus vivalis*. The Shannon's diversity index was the highest on the ecotone (as we have foreseen), the meadow was the lowest and the floodplain forest was between them. The amount of caught animals in dependence on the months and seasons corresponded with the breeding activity of Carabidae.

**Key words:** ground beetles, PLA Litovelske Pomoravi, ecotone, edge-effect, pitfall traps

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. & Mgr. Ivana H. Tufa, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 24. dubna 2008

.....

podpis

# Obsah

Seznam tabulek.....	vii
Seznam obrázků.....	viii
Poděkování .....	ix
Úvod.....	1
Charakteristika čeledi Carabidae (střevlíkovití) .....	1
Výzkum střevlíkovitých na území CHKO Litovelské Pomoraví .....	2
Ekoton a ekotonový efekt.....	3
Cíle práce.....	5
Materiál a metodika .....	7
Charakteristika lokality .....	7
Metodika odběru vzorků .....	10
Metody hodnocení výsledků.....	12
Výsledky .....	13
Charakteristika jednotlivých ulovených druhů.....	13
Srovnání úlovků dle biotopu .....	17
Diverzita .....	18
Sezónní aktivita vybraných druhů .....	19
Indikační valence .....	22
Orientace pohybu střevlíků na stanovišti .....	23
Diskuze.....	25
Diverzita .....	25
Indikační valence .....	26
Sezónní aktivita.....	27
Orientace pohybu střevlíků na stanovišti .....	28
Závěr .....	30
Literatura .....	31
Seznam příloh.....	35

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Klimatické údaje za rok 2007 v porovnání s dlouhodobými normály (DN) z let 1961 - 1990 (meteorologická stanice Olomouc).....	7
Tabulka 2: Klimatická charakteristika teplé oblasti (T2), ve které se lokalita nachází (Quitt 1971). ....	7
Tabulka 3: Souhrn životních charakteristik jednotlivých druhů ulovených střevlíkovitých (Lindroth 1945, Thielle 1977, Hůrka 1996 a 2005). ....	16
Tabulka 4: Celkový přehled materiálu z louky, ekotonu a lesa a jejich dominance. ....	17
Tabulka 5: Shannonovy indexy diverzity stanovišť, skupin pastí podle orientace zábrany a jednotlivých pastí. ....	19
Tabulka 6: Jednotlivé druhy a jejich indikační hodnoty (%) pro jednotlivá stanoviště. E – ekoton, F – les, M – louka. ....	22
Tabulka 7: Úlovky jednotlivých pastí na ekotonu. ....	23
Tabulka 8: Úlovky jednotlivých pastí v lužním lese. ....	23
Tabulka 9: Úlovky jednotlivých pastí na louce. ....	24

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Louka a ekoton na lokalitě PP Daliboj. ....	9
Obrázek 2: Interiér lužního lesa.....	9
Obrázek 3: Schéma modifikované zemní pasti. ....	10
Obrázek 4: Modifikovaná zemní past s plechovou zábranou a pletivem tvořená zavařovací sklenicí s kelímkem s fixační kapalinou. ....	10
Obrázek 5: Plánek lokality s rozmístěním zemních pastí a s orientací plechových zábran .....	11
Obrázek 6: Shannonovy indexy diverzity z jednotlivých pastí. ....	18
Obrázek 7: Graf aktivity početnějších druhů na všech lokalitách a pastech. ....	19
Obrázek 8: Grafy sezónní aktivity vybraných druhů stěvlíků. ....	20
Obrázek 9 (pokračování): Grafy sezónní aktivity vybraných druhů stěvlíků. ....	21



## **Poděkování**

Děkuji za pomoc, podporu, trpělivost a skvělý přístup vedoucímu práce dr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. Za pomoc s vybíráním pastí, tříděním materiálu a další činností v terénu patří můj dík Miloši Brichtovi. Za odbornou pomoc s determinací děkuji dr. Milanu Veselému z Katedry zoologie a antropologie PřF UP Olomouc a Mgr. Lukáši Spitzerovi z Muzea regionu Valašsko ve Vsetíně. Za podporu během studia a psaní práce chci poděkovat také rodině a všem svým blízkým.

# Úvod

## Charakteristika čeledi Carabidae (střevlíkovití)

Čeď střevlíkovití je jedna z nejpočetnějších skupin podřádu Adenophaga (ř. Coleoptera) nejen v České republice, ale i na celém světě. Na území České a Slovenské republiky je známo přibližně 600 druhů zařazených v 9 podčeledech a 34 tribech. Na celém světě žije zhruba 32 000 dosud popsáných druhů z této čeledi (Hůrka 2005). Vyskytují se ve většině typů stanovišť, od pouští a stepí, až po bažinatá území, či alpské vysokohorské pásmo.

Většina zástupců této čeledi žije v půdní hrabance nebo na povrchu rostlin. Jsou to potravně nesespecializovaní predátoři, aktivně lovící kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé a obratlovce. Někteří jsou potravně specializovaní např. na plicnaté plže (*Cychrus*), housenky motýlů (*Calosoma*), chvostoskoky (*Nothiophilus*) nebo mšice (některé druhy rodu *Bembidion*). Určité druhy jsou všežravé (*Amara*, *Harpalus*), ale jsou mezi nimi i obligátní býložravci (*Zabrus*, *Ophonus*).

Velká část střevlíkovitých na našem území je monovoltinní, tj. má jen jednu generaci v roce (Hůrka 1992) a vývoj probíhá ve dvou základních typech. U jednoho z nich je začátek rozmnožování synchronizován s diapauzou v larválním stadiu a u druhého diapauzou pohlavních orgánů dospělců. Častější je první typ rozmnožování, při kterém rozmnožování a vývoj larev probíhá v jarních měsících a začátkem léta. Imaga se poté líhnou v létě a na podzim a přezimují. U druhého typu přezimují larvy i imaga a nová generace se líhne následující jaro a počátkem léta. Bylo dokázáno, že samice některých druhů (*Molops elatus*, *Molops piceus*, *Abax parallelus*, *Pterostichus anthracinus*) hlídají své snůšky, a tím se starají o potomstvo (Hůrka 1992). Larvy jsou protáhlé, rovnoběžné, s mohutnými kusadly bez kanálek. Předposlední zadečkový článek nese zpravidla pár pevných nebo pohyblivých urogomfů. Larvy mnoha druhů jsou rovněž predátoři a živí se mimotělně natrávenou tekutou potravou. Některé larvy jsou fytofágní nebo všežravé. Druhy skupiny prskavců a rodu *Lebia* se vyvíjejí jako ektoparazitoidi na kuklách střevlíkovitých, vodomilovitých a mandelinkovitých brouků. Kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě (Hůrka 2005).

Výzkum a studium střevlíkovitých má v České republice dlouhou tradici. Rozmach zájmu široké veřejnosti způsobil určitě „Klíč k určování brouků čeledi

Carabidae Československé republiky“ (Kult 1947). Díky tomuto klíči se zájem o entomologii a studium střevlíkovitých začal rychle rozvíjet a i celoživotní práci dr. Jana Pulpána a profesora Karla Hůrky je tato čeleď na území České republiky výborně zpracovaná. Poslední souborné zpracování čeledi střevlíkovitých v rámci ČR a SR publikoval Hůrka (1996).

## Výzkum střevlíkovitých na území CHKO Litovelské Pomoraví

Výzkum čeledi Carabidae na území dnešního CHKO Litovelské Pomoraví a v jejím blízkém okolí má dlouhodobou tradici. Studii této čeledě se zabývalo již mnoho autorů a to především z řad studentů a pedagogů Katedry zoologie a antropologie a z Katedry ekologie a životního prostředí PřF Univerzity Palackého v Olomouci.

Binarová (1965) prováděla pozorování roční dynamiky a disperze střevlíkovitých v lesním biotopu. Střevlíkovité v polních entomocenózách v okolí Olomouce studovala Tobolková (1966). Syrová (1970) zkoumala střevlíky v agroentomocenózách u Nákla. Novák studoval diurnální aktivitu v lesních biotopech v přírodních podmínkách (1972b, 1973a, 1975/76, 1980 a 1982) a také jejich aktivitu v laboratorních podmínkách (1972a, 1973b, 1978). Melzochová (1973) a Binarová (1973) studovaly výskyt a rozložení střevlíkovitých na různých biotopech u obcí Střeň, Březová a Lhota. Bocák (1980) odchytil brouky v jilmové doubravě u Hynkova na ploše lesa a pole. Machalová (1986) popisuje populace v polních ekosystémech v okolí obce Náklo.

Divoký (1989) vypracoval první soubornou studii o čeledi střevlíkovitých pro tehdy navrhované území CHKO Litovelské Pomoraví. Materiál byl loven v letech 1987 a 1988 do zemních pastí s ethylenglykolem na třech lesních stanovištích (jilmová doubrava, habrová doubrava a bučina). Autor určoval dominanci jednotlivých druhů na lokalitách a uvedl druhy, které jsou charakteristické pro lužní lesy CHKO Litovelské Pomoraví: *Pterostichus melanarius*, *Abax parallelipedus*, *Abax parallelus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Trechus secalis*, *Platynus assimilis*, *Carabus scheidleri*, *Carabus coriaceus*, *Carabus ullrichi*, *Carabus granulatus* a *Pterostichus niger*.

Výzkum střevlíkovitých prováděl i Malohlava (1995) v letech 1993 a 1994 nedaleko obce Horka nad Moravou na třech stanovištích v lužním lese. Z výsledků určil druhově nejbohatším stanovištěm okraj lesa (29 druhů), oproti stanovišti 10 m od okraje lesa (21 druhů) a stanovišti v hloubi lesa (17 druhů). Dále porovnával zastoupení druhů

na jednotlivých stanovištích se schopností letu nebo typem rozmnožování. Kratina (1995) popisoval střevlíkovité jako součást epigeonu lužního lesa v CHKO Litovelské Pomoraví a v okolní hospodářsky využívané krajině. Šulcová (1995, 1997) zkoumala distribuci střevlíků v agrocenózách v okolí Olomouce na různých polích. Blahoušek (1997) prováděl ekologický průzkum zaměřený na střevlíkovité pomocí ethylenglykolových a formaldehydových zemních pastí. Sledoval druhové složení společenstva, abundanci a dominanci jednotlivých druhů, dynamiku povrchové aktivity a poměry pohlaví chycených druhů. Porovnával výsledky z obou typů zemních pastí. Tvardík (2000) a následně Dedek (2004) se zabývali výzkumem střevlíkovitých nedaleko Horky nad Moravou na třech různých lokalitách (mladá dubová kultura, 30letý porost jasanu ztepilého a 80letý tvrdý luh). Na lokalitě došlo během studie ke vzniku mýtiny a došlo ke zvětšení druhové bohatosti na mýtině (Dedek 2004).

Poslední studií, věnovanou střevlíkovitým Litovelského Pomoraví, je práce Holecova (2007), který pracoval se společenstvy střevlíkovitých brouků ve vztahu k ekotonu mezi 87letým lužním lesem a 3letou mýtinou. Výzkum probíhal opět nedaleko obce Horka nad Moravou pomocí zemních pastí v transektech přes ekoton lesu a mýtiny. Diverzita střevlíků byla signifikantně vyšší v ekotonu a na mýtině, než v lesním interiéru. Studie neodhalila žádné ekotonové speciality, kteří by se vyskytovali pouze v ekotonu nebo v něm byli dominantní.

## **Ekoton a ekotonový efekt**

Ekoton je prvek prostorové struktury krajinné složky (ekosystému), který tvoří různě široké přechodové pásmo či linii rozhraní mezi sousedními ekosystémy. Ekotony mají své typické vlastnosti jako určitá dynamika hranice nebo jejich propustnost. Tu charakterizuje stupeň odolnosti vůči energetickým či materiálovým přestupům, průchodnost pro organizmy, která je dána utvářením vegetace, která může působit jako bariéra nebo filtr vůči některým živočišným druhům, semenům rostlin nebo částicím prachu. V podélné orientaci mohou ekotony podporovat pohyb biologických druhů, šíření rostlin a živočichů nebo také tok ekologických procesů.

Pro tuto studii je nejdůležitější vlastnost ekotonu spojená s biodiverzitou. Ekoton je charakterizován vyšším počtem druhů organismů oproti oběma sousedním biocenózám (tzv. ekotonový efekt, edge-effect). Na ekotonu jsou přítomné druhy z obou sousedních ekosystémů a zároveň druhy, které jsou pro ekoton specifické. V ekotonech

dvou různých biotopů se mohou vyskytovat čtyři skupiny organismů, rostlin a živočichů s různými životními nároky. V první řadě jde o organismy z biotopu A (např. les) a biotopu B (např. pole nebo louka). Tyto organismy vyžadují sice specifické podmínky prostředí, avšak v okrajovém prostoru mohou ještě existovat. Další skupinu organismů představují ty druhy rostlin a živočichů, které nalézají optimální podmínky v okrajové linii mezi biotopy, avšak v rámci vyhraněných jednotlivých ekotopů nemohou existovat. Jedná se o tzv. ekotonové druhy. Jako čtvrtá skupina se uvádějí ty druhy organismů, které sice ve vyhraněných ekologických jednotkách existovat mohou, avšak optimální podmínky pro existenci nalézají v okrajové zóně ekotonu. S délkou okrajových zón (linií) mezi některými biotopy se u některých druhů organismů zvyšuje i populační hustota na jednotku plochy celé oblasti. Jde např. o některé druhy ptáků, kteří osidlují okraje lesů a parkové oblasti hustěji, než vnitřní porosty lesů nebo volné plochy (Schwerdtfeger 1968, aj.).

Rozmanitost bezobratlých se obvykle zvyšuje směrem k okraji lokality (Duelli a kol. 1990; Helle and Muona 1985; Horváth a kol. 2001; Molnár a kol. 2001). Báldi a Kisbenedek (1994); Bedford a Usher (1994); Magura a Tóthmérész (1997, 1998), Magura a kol. (2001d) doložili, že druhová bohatost a rozmanitost střevlíkovitých je vyšší na okraji lesa, než uvnitř lesa. Výzkumy se signifikantními výsledky dokazují, že okrajový efekt na střevlíky působí a způsobuje na ekotonech vyšší abundanci, ale i druhovou bohatost (Magura a kol. 2002). Pro abundanci a diverzitu jsou důležité také další faktory jako množství hrabanky, hustota bylinného, keřového a stromového patra a celkový stupeň zastínění stanoviště.

Mnoho studií ukazuje, že vegetační struktura, způsobující změny mikroklimatu, je pravděpodobně jeden z nejvýznamnějších faktorů, které strukturují složení střevlíků (Magura a kol. 1997; Niemelä a kol. 1992a, 1992b, 1996; Verschoor a Krebs 1995) a zvyšují heterogenitu vegetace doprovázenou vyšší různorodostí přítomných střevlíků (Báldi 1990; Bedford a Usher 1994). Podobně v mohutnější vrstvě listového opadu se různé druhy střevlíků vyskytují ve vyšších abundancích a přispívají tak k vyšší diverzitě těchto mikrostanovišť (Niemelä 1990; Niemelä a Spence 1994; Niemelä a kol. 1992a, 1992b). Se zvýšením pokryvnosti bylinného a keřového patra se mikroklimatické podmínky stávají příznivější také pro širší druhové spektrum střevlíků a i pro jejich vajíčka a vývoj larev (Lövei a Sunderland 1996; Thiele 1977). Vedle mikroklimatu se tyto podmínky promítají také do vyššího výskytu herbivorního hmyzu, který je potravou pro aktivně lovcí druhy i pro mrchožrouty (Guillemain a kol. 1997;

Niemelä a Spence 1994; Niemelä a kol. 1996). Vysoká míra specializace, menší překryv zdrojů a útočišť způsobuje nižší mezidruhovou kompetici (MacMahon 1980; Parmenter a MacMahon 1984) a může vysvětlit větší diverzitu na ekotonech.

S touto problematikou je úzce spojen pohyb střevlíkovitých. Ricken a Raths (1996) zkoumali pomocí telemetrie druh *Carabus coriaceus* a zjistili, že jedinec během 12 hodin dokáže urazit až 50 metrů. Další studie se často zabývají šířením střevlíků remízky, živými ploty a přes fragmentovanou krajinu (Pichancourt a kol. 2005). Tyto studie dokazují, že střevlíkovití vykazují větší mobilitu na homogennějším prostředí.

Problematikou ekotonu a ekotonového efektu s použitím čeledi Carabidae se zabývala již řada autorů. Magura a kol. (2000) zkoumali společenstva střevlíků na rozhraní lesa a louky a objevili tzv. ekotoné specialisty. V posledních letech ve Finsku prováděli výzkumy na ekotonu severského lesa a holoseče Heliölä a kol. (2001) nebo například v jihovýchodní Číně na ekotonu mezi pastvinou a lesem pracovali Yu a kol. (2007). Většina prací dokazuje vyšší druhovou bohatost na ekotonu a některé objevují i ekotonové specialisty. Z českých autorů na toto téma pracoval například Holec (2007) také v CHKO Litovelské Pomoraví. Tento autor neoznačil žádné druhy jako ekotonové, ale potvrdil vyšší diverzitu a abundanci střevlíků na ekotonech.

Větší diverzitu a abundanci střevlíkovitých na ekotonu tedy způsobuje lepší mikroklima stanoviště a více zdrojů potravy. Otázkou stále zůstává, zda brouci do ekotonu pouze zabíhají ze svých stanovišť z vedlejších biotopů nebo se pohybují pouze v ekotonu a žijí zde, čili jsou určité druhy tzv. ekotonoví specialisté. Na tento problém je zaměřena část bakalářská práce.

Střevlíkovití brouci byli jako modelová skupina bezobratlých zvoleni pro potřeby této bakalářské práce z toho důvodu, že jsou v rámci České republiky výborně zmapováni, systematicky dobře zpracováni, a zároveň patří k ekologicky nejdůležitějším skupinám epigeonu. Navíc se dají vzorkovat jednoduchým odchytem do zemních pastí.

## **Cíle práce**

V této studii chci zhodnotit distribuci střevlíkovitých brouků na louce, přilehlém lužním lese a na ekotonu mezi těmito dvěma biotopy. Hlavní cíle této práce tedy byly dva:

- 1) Nalezení tzv. ekotonových druhů z čeledi Carabidae. Jde o druhy, které by se specializovaly na život v ekotonu a preferovaly tento biotop.

2) Druhý cíl je objasnění pohybu střevlíkovitých na louce, ekotonu a lese pomocí zemních pastí se zábranou, které zvyšují pravděpodobnost zachycení střevlíků pohybujících se kolmo na ni. Pomocí výsledků z jednotlivých pastí s orientovanými zábranami lze určit, zda se živočichové pohybují převážně v ekotonu nebo hlavně přebíhají přes ekoton mezi loukou a lesem.

## Materiál a metodika

Výzkum probíhal v roce 2007 na východním okraji CHKO Litovelské Pomoraví nedaleko obce Horka nad Moravou, v PP Daliboř a v přilehlém lužním lese na základě povolení Správy CHKO Litovelské Pomoraví na odchyt epigeických živočichů na výše zmíněné lokalitě ze dne 26. dubna 2007 vyřízeném Mgr. Dočkalem.

## Charakteristika lokality

Přírodní památka Daliboř, kde probíhal výzkum, se nachází asi 7 km severovýchodně od Olomouce a 2,5 km od obce Horka nad Moravou (49°39' SŠ, 17°11'VD). Lokalita leží v teplé klimatické oblasti (tab. 1, tab. 2). Důvod vyhlášení PP Daliboř v roce 1992 je ochrana společenstva vlhkých, druhově pestrých luk s bohatou populací kosatce sibiřského (*Iris sibirica*) a violky slatinné (*Viola stagnina*). Nachází se zde nejbohatší a nejpočetnější populace kosatce sibiřského v CHKO Litovelské Pomoraví. Pedologicky se jedná o náplavové hlíny vytvořené na kvarterních štěrkopískových sedimentech řeky Moravy.

Tabulka 1: Klimatické údaje za rok 2007 v porovnání s dlouhodobými normály (DN) z let 1961 - 1990 (meteorologická stanice Olomouc).

měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	rok
Trvání slunečního svitu (h)													
rok 2007	58	53	146	301	254	231	252	245	163	100	51	19	1872
DN	39	66	113	166	216	214	229	217	159	119	46	33	1617
Průměrná teplota vzduchu (°C)													
rok 2007	3,5	3,4	6,2	11,6	16,1	19,7	20,5	20,4	12,9	8,5	2,7	0,1	10,5
DN	-2,4	-0,2	3,8	9,1	14,2	17,1	18,6	18,0	14,3	9,1	3,7	-0,4	8,7
Úhrn srážek (mm)													
rok 2007	29,1	28,4	36,7	2,6	69,2	48,2	45,6	56,5	68,1	39,9	31,3	19,6	475
DN	27,5	25,5	27,2	37,8	73,3	78,4	76,4	68,8	44,5	40	40,4	30,3	570

Tabulka 2: Klimatická charakteristika teplé oblasti (T2), ve které se lokalita nachází (Quitt 1971).

počet letních dnů	50 až 60
počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	160 až 170
počet mrazových dnů	120 až 130
počet ledových dnů	30 až 40
průměrná teplota v lednu	-3 až -5 °C
průměrná teplota v dubnu	7 až 8 °C
průměrná teplota v červenci	17 až 19 °C
průměrná teplota v říjnu	7 až 9 °C
průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 až 100
srážkový úhrn ve vegetačním období	350 až 400 mm
srážkový úhrn v zimním období	220 až 300 mm
počet dní se sněhovou pokrývkou	50 až 80 mm
počet oblačných dnů	120 až 140
počet jasných dnů	40 až 50



Na území louky (obr. 1) je možno rozlišit dvě společenstva, a sice plošně rozsáhlejší *Succiso-Festucetum commutatae* a v lokálních sníženinách se vyskytující *Caricetum vulpinae*, na které je vázán výskyt violky slatinné a jarvy žilnaté (*Cnidium dubium*). Z ohrožených druhů rostlin se zde vyskytují kosatec sibiřský, violka slatinná, čestec dlouholistý a další druhy slatinných mokřadů a vlhkých luk. Na stanovišti okolo zemních pastí se vyskytovaly rostliny ze společenstva *Succiso-Festucetum* a další jako např. kostival lékařský, vratič obecný, rozrazil rezekvítek, vikev čtyřsemenná, ptačinec trávovitý, koromáč olešníkovaný, šťovík kyselý, lipnice luční, bojínek luční, kakost luční, vrbina penízková a mnoho dalších lučních druhů. V současné době se území potýká s problémem poklesu hladiny spodní vody, způsobeným regulací řeky Moravy v roce 1972. V roce 2003 došlo k revitalizaci luční tůně na lokalitě. Materiál z tůně byl rozvezen po louce a došlo zde k expanzi ruderálních druhů a k vyschnutí a zatvrdnutí půdy na louce na stanovišti, kde probíhal výzkum. Zoologicky není území prozkoumáno, ovšem vzhledem k jeho malé rozloze a téměř homogennímu charakteru je možno očekávat nanejvýše entomologicky (především lepidopterologicky) a malakologicky významnější zjištění.

Na území probíhá podle plánu péče dvakrát ročně sečení, v červnu a druhé v září. V posledních letech je louka sečena na seno pro koně p. Sedláčkem z Lovecké chaty. Seče se běžným traktorem. Na loukách se vymezují vždy části porostů, které se při první seči ponechávají neposečené. Je to jak s ohledem na populaci kosatce sibiřského i dalších rostlin (semena mohou dozrát, sycení semenné banky, generativní obnova populací), tak i ve prospěch hmyzu.

Ekoton je tvořen především keři rodu *Prunus*. Lužní les (obr. 2), kde byly umístěny pasti, je typický les CHKO Litovelské Pomoraví, asociace *Quercus-Ulmetum* Isler 1926, který je 50 let starý s dominantním zastoupením dubu, topolu kanadského, lípy srdčité, javoru a jasanu ztepilého. Je to les lesního vegetačního stupně č. 1 – dubový označení 1L2 – lesní typ jilmový luh bršlicový (mapové podklady na [www.uhul.cz](http://www.uhul.cz)).



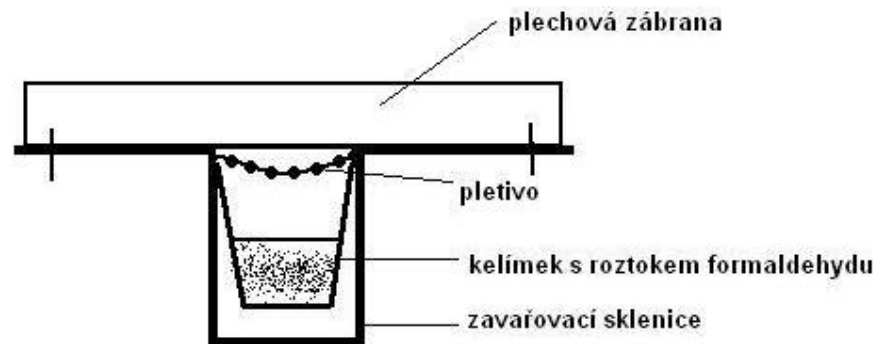
Obrázek 1: Louka a ekoton na lokalitě PP Daliboj.



Obrázek 2: Interiér lužního lesa

## Metodika odběru vzorků

Ke studiu byla použita metoda formaldehydových zemních pastí (Skuhravý 1957). Pasti (obr. 3, obr. 4) tvořily zavařovací sklenice Omnia (objem 0,7 l) do kterých byly vloženy plastové kelímky (kelímky na limonádu, objem 0,3 l). Kelímky byly do jedné třetiny naplněné 4% vodným roztokem formaldehydu (smrtící agens). V této studii došlo k modifikování zemní pasti. Každá past byla opatřena plechovou zábranou o rozměrech 15 × 75 cm, která sloužila pro selektování pohybujících se živočichů. Pro zamezení padání listů a větších živočichů (obojživelníci, drobní savci) bylo po domluvě se Správou CHKO Litovelské Pomoraví umístěno přes hrdlo sklenice pletivo (průměr ok 2,5 cm).



Obrázek 3: Schéma modifikované zemní pasti.



Obrázek 4: Modifikovaná zemní past s plechovou zábranou a pletivem tvořená zavařovací sklenicí s kelímkem s fixační kapalinou.



Obrázek 5: Plánek lokality s rozmístěním zemních pastí a s orientací plechových zábran

Na studované lokalitě (obr. 5) bylo rozmístěno celkem 18 padacích zemních pastí. V lese, na ekotonu a na louce byly instalovány souběžně řady po šesti pastech, střídavě se zábranou orientovanou *napříč* a *nadél* k linii ekotonu. Pro snazší práci jsme pasti kódovali pomocí písmen podle lokalit: F – les, M – louka, E – ekoton, podle umístění plechové zábrany: T – napříč, L – nadél a čísla pastí 1, 2, 3 ( např. FT2 ... past č. 2 v lese se zábranou napříč).

Pasti byly instalovány 3. května 2007 a byly následně vybírány v 14denních intervalech do 4. prosince 2007. Materiál ze zemních pastí byl tříděn do skupin: Chilopoda, Diplopoda, Araneae, Isopoda, Opilionida a Carabidae. Materiál střeplíků byl determinován dle dostupných klíčů (Kult 1947, Hůrka 1996) a s pomocí dr. Veselého a Mgr. Spitzera. Materiál je uložen ve sbírkách Katedry ekologie a životního prostředí PřF UP Olomouc.

## Metody hodnocení výsledků

### Diverzita

Pro výpočet druhové diverzity na stanovištích jsem použil index diverzity  $H'$  podle Shannona a Weavera (1949):

$$H' = -\sum (N_i / N) \times \log (N_i / N)$$

kde  $N_x$  je počet odchycených jedinců  $i$ -tého druhu a  $N$  součet všech odchycených imag. Index diverzity tedy sumárně vyjadřuje poměry relativních četností všech druhů tvořících sledovanou zoocenózu. Čím je index diverzity větší, tím vyšší počet druhů zoocenóza má a tím je celkový počet jedinců rozložen na více druhů. Obecně lze tedy říci, že vysoké hodnoty diverzity udávají ideální ekologické podmínky, naopak snížení diverzity indikuje vliv stresového faktoru prostředí.

Pro zjištění rozdílů a porovnání jednotlivých indexů diverzity jsem použil analýzu variance (ANOVA) ve statistickém programu NCSS 2007 (Hintze 2006).

### Indikační hodnota

IndVal (Indicator value) (Dufrene a Legendere 1997) je metoda, kterou jsem určil indikační hodnoty pro jednotlivé druhy střevlíků v prostředí. Tato hodnota kombinuje relativní abundance jednotlivých druhů střevlíků s relativními frekvencemi výskytu na různých stanovištích. Indikační hodnota dosahuje tedy svého maxima (100 %), jestliže se všichni jedinci daného druhu vyskytují ve všech pastech na stanovišti. Jako stanoviště byly brány ekoton, les a louka, ale také jejich všechny možné kombinace. Celkem jsem spočetl pro každý druh 7 indikačních hodnot a nejvyšší hodnota pro každý druh určovala, pro jaké stanoviště je studovaný druh indikátorem. Indikační hodnota pracuje s mírou specifity a s mírou fidelity.

$$\text{IndVal}_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$$

Míra specifity:  $A_{ij} = N_{\text{individuals}_{ij}} / N_{\text{individuals}_i}$

kde  $N_{\text{individuals}_{ij}}$  je průměrný počet jedinců druhu  $i$  ze všech pastí stanoviště  $j$ ,  $N_{\text{individuals}_i}$  je suma průměrných počtů jedinců druhu  $i$  na všech stanovištích.

Míra fidelity:  $B_{ij} = N_{\text{sites}_{ij}} / N_{\text{sites}_j}$

kde  $N_{\text{sites}_{ij}}$  je počet pastí stanoviště  $j$ , ve kterých byl chycený druh  $i$ ,  $N_{\text{sites}_j}$  je celkový počet pastí stanoviště  $j$ .

## Výsledky

### Charakteristika jednotlivých ulovených druhů

Celkem bylo uloveno během výzkumu na všech stanovištích 845 brouků čeledi Carabidae náležících do 23 druhů.

#### *Abax parallelepipedus* (Miller et Mitterpacher, 1783)

Brachypterní druh obývající severní a střední Evropu. V České republice hojný v lesích všech typů od nížin až po hory (Hůrka 1996). Podle Divokého (1989) je to druh typický pro CHKO Litovelské Pomoraví.

#### *Abax parallelus* (Duftschmit, 1812)

Podle Hůrky (1996) je to druh brachypterní, vyskytující se v Evropě od západu až po východ i do severní části Balkánu. V České republice je hojný v lesích nížin až hor. *A. parallelus* je vázán na lesní biotopy – je to stenoekní lesní druh vyhledávající zastíněné a vlhčí stanoviště (Thiele 1977). Divoký (1989) uvádí tohoto střevlíka jako charakteristického pro lužní lesy CHKO Litovelské Pomoraví.

#### *Amara curta* Dejean, 1828

Západopalearktický druh dosahující na východ k Uralu. V České republice hojný až ojediněle vyhledávající sušší i vlhčí nezastíněné stanoviště, jako jsou lesní světliny, pastviny, louky. Vyskytuje se od nížin až po hory, nejčastější v pahorkatinách. (Hůrka 1996).

#### *Bembidion lampros* (Herbst, 1784)

Podle Hůrky (1996) je to druh brachypterní, vzácně na horách makropterní. Palearktický druh zavlečený i do Severní Ameriky. V České republice obecný na suchých až polovlhkých stanovištích bez zastínění.

#### *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777)

Západopalearktický druh zasahující zavlečením i do Sev. Ameriky vytváří na svém areálu 6 až 8 poddruhů (Battoni a Vereschagina, 1984). V České republice obecný na sušších místech bez zastínění.

#### *Carabus coriaceus* Linné, 1758

Menší počty odchycených jedinců druhu oproti jiným studiím z Litovelského Pomoraví může mít za příčinu použití pletiva přes pasti a velikost tohoto druhu. Jedná se o eurytopní lesní druh, který se může vyskytovat i na vlhkých loukách, mýtinách a

pastvinách (Thiele 1977). Divoký (1989) jej uvádí jako charakteristický druh Litovelského Pomoraví.

#### ***Carabus scheidleri* (Panter, 1799)**

Podle Hůrky (2005) je to střevlík s velmi proměnlivým zbarvením (černý, fialový, modrý, měděný, zelený nebo zlatý). Proměnlivá je i skulptura krovek. Žije často v lesích, ale i na polích, loukách a pastvinách, od nížin do lesního pásma hor. Divoký (1989) ho uvádí jako druh charakteristický pro lužní lesy Litovelského Pomoraví.

#### ***Carabus ullrichi* Germar, 1824**

Je rozšířen ve střední a jihovýchodní Evropě, od nížin do podhůří. Dává přednost teplejším polohám, vyskytuje se na otevřených stanovištích, ale i ve světlých listnatých lesech (Hůrka 1996).

#### ***Carabus violaceus* Linné, 1758**

Podle Hůrky (1996) je to druh žijící jak na otevřených stanovištích luk a polí, tak i v zahradách a lesích. Je to eurosibiřský druh vytvářející ve svém rozsáhlém areálu několik poddruhů. Rozmnožuje se ve vrcholném létě a na podzim a s dospělci přezimují i larvy.

#### ***Cicindela campestris* (Linné, 1787)**

Tento až 1,5 cm velký druh se hojně vyskytuje na otevřených stanovištích, v úvozech, na polních i lesních cestách a vřesovištích, především na písčitém podkladu od nížin až po hory. V dnešní době jeho stavy opět stoupají (Hůrka 2005).

#### ***Cychrus caraboides* (Linné, 1758)**

Je to druh rozšířený po Pyreneje, střední Itálii, severní Bálkán a západní Rusko. V České republice se vyskytuje na celém území od lesů pahorkatin po alpskou zónu hor (Hůrka 1996). Specializuje se na lov slimáků (Pakarinen 1994).

#### ***Harpalus luteicornis* (Duftschmid, 1812)**

Tento makropterní druh se vyskytuje na polosuchých až vlhkých stanovištích, je indiferentní k zastínění (Hůrka 1996).

#### ***Lebia chlorocephala* (Hoffmann Koch P. Müller et Linz, 1803)**

*L. chlorocephala* je zástupce velmi početného rodu s celosvětovým rozšířením s mnoha poddruhy. Druh s denní aktivitou žijící na rostlinách. Vyskytuje se na loukách, mezích a

pastvinách, nejčastěji v pahorkatinách. Larvy jsou ektoparazitoidi mandelínek rodu *Chrysomelinae* (Hůrka 2005).

#### ***Leistus ferrugineus* Linné, 1758**

Podle Hůrky (1996) je to druh s redukovanými křídly. Eurokavkazský, zavlečený na Newfoundland. V České republice hojný na celém území na polosuchých až vlhkých stanovištích.

#### ***Notiophilus palustris* (Duftschmid, 1812)**

Je to brachypterní, vzácně makropterní, druh polosuchých až vlhkých stanovišť. Je masožravý bez nároků na zastínění.

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

Transpalearktický druh rošířený až po Sachalin a Japonsko. V České republice se vyskytuje na vlhkých a zastíněných stanovištích od nížiny po hory (Hůrka 1996).

#### ***Poecilus cupreus* (Linné, 1758)**

*P. cupreus* je eurytopní druh preferující nezastíněná otevřená stanoviště jako louky, pole a břehy vod (Hůrka 1996).

#### ***Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774)**

Tento druh patří k nejhojnějším střevlíkům České republiky na polích, loukách a dalších spíše nezastíněných stanovištích od nížiny po hory (Hůrka 1996).

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

Divoký (1989) jej řadí mezi druhy charakteristické pro lužní lesy Litovelského Pomoraví. Je to druh sušších stanovišť migrující i do lesa (Divoký 1989).

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

Podle Hůrky (1996) je to transpalearktický druh v České republice rozšířený ve všech typech lesů nížin až hor. Divoký (1989) ho uvádí jako druh charakteristický pro CHKO Litovelské Pomoraví. Velmi častý v pahorkatinách.

#### ***Stomis pumicatus* (Panzer, 1796)**

Tento místy hojný, štíhlý, vlhkomilný druh je nápadný svými asymetrickými kusadly. Vyskytuje se ve vlhkých lesích, křovinách, na březích toků pod kameny, ale např. i v hnízdech savců (Hůrka 2005).



*Synuchus vivalis* (Illiger, 1798)

Jediný zástupce rodu *Synuchus* ve střední Evropě. Poměrně častý na loukách, polích, v zahradách a na okrajích lesů. Převážně brachypterní, s částečnou redukcí křídel i makropterní (Hůrka 1996).

Tabulka 3: Souhrn životních charakteristik jednotlivých druhů ulovených střevlíkovitých (Lindroth 1945, Thielle 1977, Hůrka 1996 a 2005).

druh	průměrná velikost imag (mm)	schopnost letu	životní cyklus	potrava	doba aktivity	preferovaný biotop	doba rozmnožování
<i>Abax parallelepipedus</i>	18,6	B	1	P	N	F	P
<i>Abax parallelus</i>	15,1	B	1	P	X	F	J
<i>Amara curta</i>	6,6	M	1	B	D	M	J
<i>Bembidion lampros</i>	3,6	BM	1	Coll.	D	M	J
<i>Calathus fuscipes</i>	11,7	BM	1	P	?	M	J
<i>Carabus coriaceus</i>	38,5	B	2	P	N	F	P
<i>Carabus scheidleri</i>	27,5	B	2	P	X	F	P
<i>Carabus ullrichi</i>	27,5	B	2	P	X	E	J
<i>Carabus violaceus</i>	28,5	B	2	P	N	M	P
<i>Cicindela campestris</i>	12,5	M	1	P	D	M	J
<i>Cychrus caraboides</i>	12	B	2	Gastr.	N	F	P
<i>Harpalus luteicornis</i>	7,5	M	1	V	N	E	P
<i>Lebia chlorocephala</i>	6,8	M	1	B	D	M	?
<i>Leistus ferrugineus</i>	7,2	B	1	Coll.	?	M	J
<i>Notiophilus palustris</i>	5,2	BM	1	Coll.	D	E	J
<i>Platynus assimilis</i>	11	M	1	P	N	F	J
<i>Poecilus cupreus</i>	12,1	M	1	P	D	M	J
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	13,8	M	2	V	N	M	P
<i>Pterostichus melanarius</i>	15,7	B	1	P	N	F	P
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	11,4	M	1	P	X	F	J
<i>Pterostichus ovoideus</i>	7,1	B	1	P	?	F	J
<i>Stomis pumicatus</i>	6,9	B	1	P	X	F	J
<i>Synuchus vivalis</i>	7,4	BM	1	?	D	M	?

Vysvětlivky:  
**schopnost letu:**  
 B – brachypterní  
 M – makropterní  
 BM – brachy- i makropterní  
**životní cyklus:**  
 1 – jednoletý  
 2 – dvouletý  
**potrava:**  
 P – nespec. masožravec  
 B – býložravec  
 V – všežravec  
 Coll. – chvostokoci  
 Gastr. – plicnatí plži  
**doba aktivity:**  
 D – denní  
 N – noční  
 X – denní i noční  
**preferovaný biotop:**  
 F – les  
 M – otevřené stanoviště (louka, pastvina, ...)  
 E – eurytopní  
**doba rozmnožování:**  
 J – jarní  
 P – podzimní  
 ? – údaje nezjištěny

## Srovnání úlovků dle biotopu

V materiálu získaném z pastí na louce, ekotonu a v lužním lese bylo zjištěno 845 imag střevlíkovitých, náležících do 23 druhů. Nejpočetněji byl zastoupen druh *Poecilus cupreus* (24 %). V početnosti následovaly druhy *Pterostichus oblongopunctatus* (12 %), *Pseudoophonus rufipes* (11 %) a *Carabus ullrichi* (11 %). Celkový přehled materiálu je uveden v následující tabulce (tab. 4).

Tabulka 4: Celkový přehled materiálu z louky, ekotonu a lesa a jejich dominance.

	úlovek (ind. / 6 pastí / 7 měsíců)			dominance (%)		
	Meadow	Ecotone	Forest	Meadow	Ecotone	Forest
<i>Abax parallelepipedus</i>	-	30	53	0,00	19,87	20,87
<i>Abax parallelus</i>	1	9	11	0,23	5,96	4,33
<i>Amara curta</i>	71	1	-	16,14	0,66	0,00
<i>Bembidion lampros</i>	-	-	1	0,00	0,00	0,39
<i>Calathus fuscipes</i>	7	-	-	1,59	0,00	0,00
<i>Carabus coriaceus</i>	2	5	9	0,45	3,31	3,54
<i>Carabus scheidleri</i>	10	4	6	2,27	2,65	2,36
<i>Carabus ullrichi</i>	1	39	55	0,23	25,83	21,65
<i>Carabus violaceus</i>	6	4	2	1,36	2,65	0,79
<i>Cicindela campestris</i>	19	-	-	4,32	0,00	0,00
<i>Cychrus caraboides</i>	-	-	1	0,00	0,00	0,39
<i>Harpalus luteicornis</i>	17	-	-	3,86	0,00	0,00
<i>Lebia chlorocephala</i>	1	-	2	0,23	0,00	0,79
<i>Leistus ferrugineus</i>	2	-	1	0,45	0,00	0,39
<i>Notiophilus palustris</i>	-	1	2	0,00	0,66	0,79
<i>Platynus assimilis</i>	-	1	9	0,00	0,66	3,54
<i>Poecilus cupreus</i>	200	-	1	45,45	0,00	0,39
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	80	12	3	18,18	7,95	1,18
<i>Pterostichus melanarius</i>	11	18	29	2,50	11,92	11,42
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	7	22	68	1,59	14,57	26,77
<i>Pterostichus ovoideus</i>	3	-	-	0,68	0,00	0,00
<i>Stomis pumicatus</i>	-	-	1	0,00	0,00	0,39
<i>Synuchus vivalis</i>	2	5	-	0,45	3,31	0,00
celkem	440	151	254			

## Diverzita

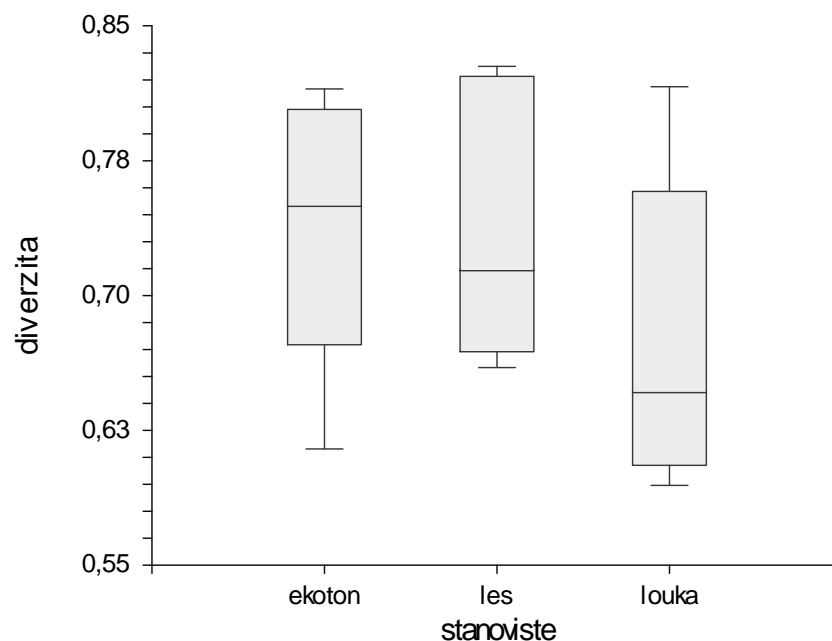
V lužním lese bylo uloveno celkem 254 jedinců náležících do 17ti rodů čeledi střevlíkovití. Nejpočetnějším druhem v lese byl *Pterostichus oblongopunctatus* (27 %) následovaný *Carabus ullrichi* (22 %) a *Abax parallelepipedus* (21 %).

Na ekotonu bylo odchyceno 151 střevlíků z 13ti rodů. Nejčastějším úlovkem byl *Carabus ullrichi* (26 %) a *Abax parallelepipedus* (20 %).

V pastech na louce bylo celkem 440 jedinců náležících do 17ti rodů. Nejpočetnějším zástupcem byl *Poecilus cupreus* (45 %).

Výsledky Shannonova vzorce na výpočet diverzity potvrdily nejvyšší diverzitu na ekotonu (0,908). V lužním lese byla diverzita jen o trochu nižší (0,868) a na louce byla diverzita nízká (0,541) (obr. 6). Dále byly testovány diverzity na jednotlivých stanovištích s přihlédnutím na orientaci plechové zábrany na selektování pohybujících se brouků. Diverzita byla v průměru největší na ekotonu, ale rozdíly mezi umístěním zábrany *nadél* nebo *napříč* byly zanedbatelné (tab. 5).

Analýza variance (ANOVA) při testování každé pasti s každou zjistila signifikantní rozdíl ( $P = 0.0476$ ) mezi pastmi v lese a na ekotonu, které měly plechovou zábranou orientovanou ve směru linií pastí (FL a EL).



Obrázek 6: Shannonovy indexy diverzity z jednotlivých pastí.

Tabulka 5: Shannonovy indexy diverzity stanovišť, skupin pastí podle orientace zábrany a jednotlivých pastí.

louka ( M )					
0,541					
past s plechem napříč (MT)			past s plechem nadél (ML)		
0,723			0,761		
MT1	MT2	MT3	ML1	ML2	ML3
0,594	0,642	0,738	0,651	0,609	<b>0,816</b>

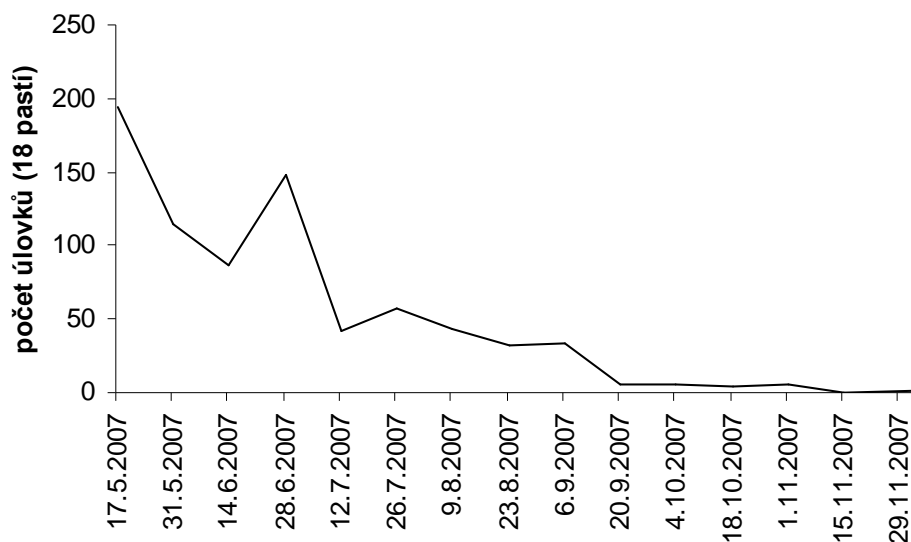
ekoton ( E )					
0,908					
pasti s plechem napříč (ET)			pasti s plechem nadél (EL)		
0,881			0,884		
ET1	ET2	ET3	EL1	EL2	EL3
<b>0,815</b>	0,615	0,800	0,751	0,749	0,692

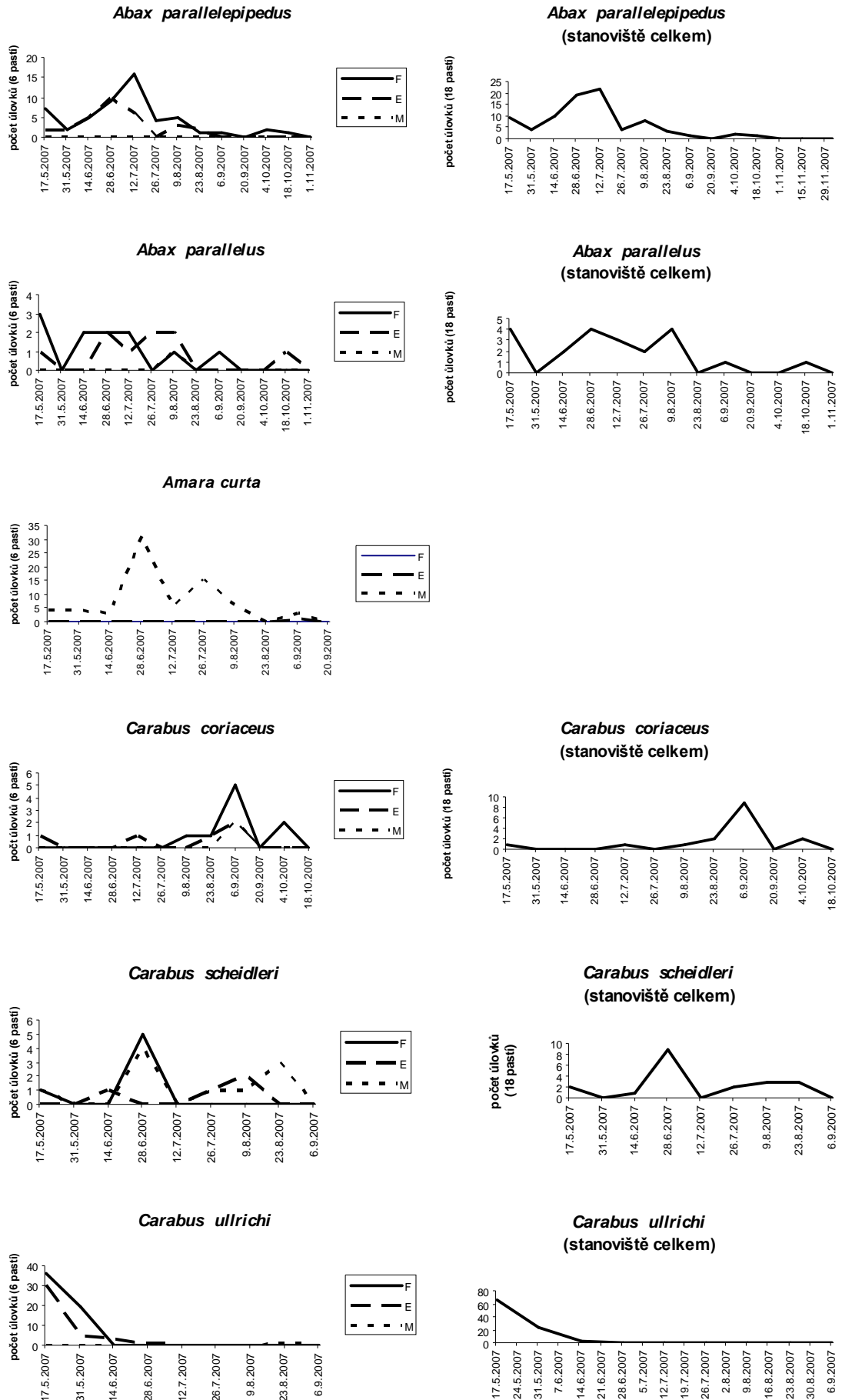
les ( F )					
0,868					
pasti s plechem napříč (FT)			pasti s plechem nadél (FL)		
0,857			0,836		
FT1	FT2	FT3	FL1	FL2	FL3
0,672	0,716	0,713	<b>0,827</b>	0,820	0,660

### Sezónní aktivita vybraných druhů

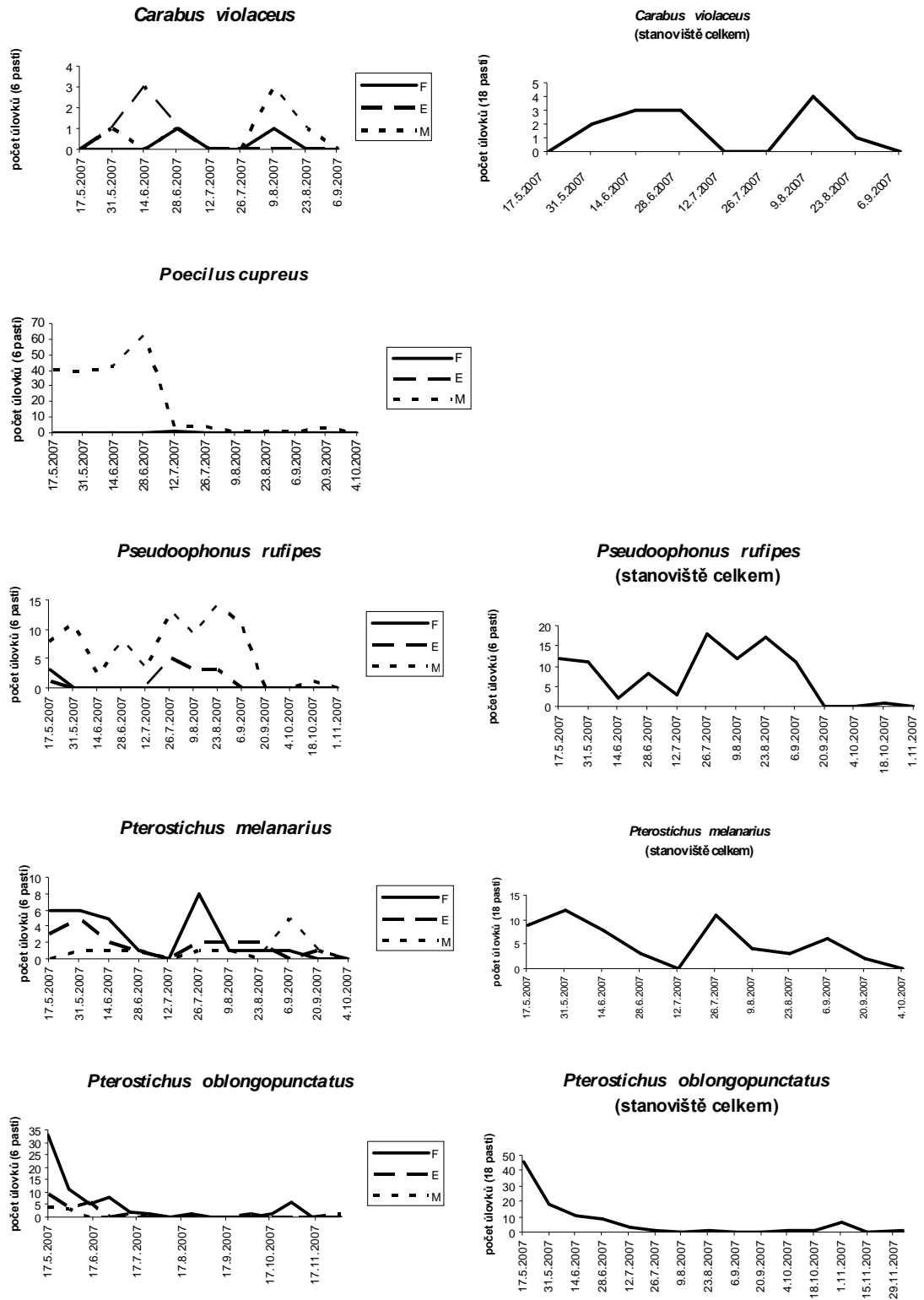
Největší počty úlovků souvisejí s nejvyšší aktivitou (obr. 7), která nastává před reprodukcí, kdy střevlíci vyhledávají velké množství potravy, a poté během období reprodukce. U střevlíků, kteří byli uloveni v početnějším množství jsem sestrojil grafy jejich sezónní aktivity na jednotlivých lokalitách a celkově, pokud se vyskytovali na více stanovištích (obr. 8, 9).



Obrázek 7: Graf aktivity početnějších druhů na všech lokalitách a pastech.



Obrázek 8: Grafy sezónní aktivity vybraných druhů střevlíků.



Obrázek 9 (pokračování): Grafy sezónní aktivity vybraných druhů střevlíků.

## Indikační valence

Pomocí metody IndVal jsem střevlíky na lokalitě rozdělil do 3 skupin podle velikosti jejich indikační hodnoty pro jejich stanoviště (tab. 6). Indikační hodnota dosahuje 100 %, pokud se všichni jedinci daného druhu vyskytují ve všech pastech na stanovišti.

Z výsledků je patrné, že z 23 druhů zastížených v této studii, jen jeden preferoval ekoton, ze zbylých druhů jich 12 preferovalo les a 10 druhů louku. Druhy s indikační hodnotou vyšší, než 55 % (Dufrene a Legendre 1997) lze považovat za indikátory daného biotopu. Z výsledků je zřejmé, že tato studie odhalila 3 lesní indikační druhy a 5 mýtinových indikační druhů.

Tabulka 6: Jednotlivé druhy a jejich indikační hodnoty (%) pro jednotlivá stanoviště. E – ekoton, F – les, M – louka. \* označuje druhy s indikační hodnotou nad 55 %.

druh	F	E	M	E,F	E,M	F,M	F,E,M
<i>Abax parallelus</i>	<b>43,65</b>	35,71	0,79	39,68	11,90	14,29	20,37
<i>Abax parpipedus</i> *	<b>63,86</b>	30,12	0,00	45,83	7,53	15,96	20,37
<i>Amara curta</i> *	0,00	0,23	<b>82,18</b>	0,06	25,00	20,54	11,11
<i>Bembidion lampros</i>	<b>16,67</b>	0,00	0,00	4,17	0,00	4,17	1,85
<i>Calathus fuscipes</i>	0,00	0,00	<b>50,00</b>	0,00	12,50	12,50	5,56
<i>Carabus coriaceus</i>	<b>46,88</b>	26,04	2,08	36,46	10,94	17,19	20,37
<i>Carabus scheidleri</i>	20,00	10,00	<b>41,67</b>	14,58	23,33	30,00	22,22
<i>Carabus ullrichi</i> *	<b>57,89</b>	41,05	0,18	49,47	12,28	17,19	24,07
<i>Carabus violaceus</i>	2,78	16,67	<b>25,00</b>	8,33	20,83	11,11	12,96
<i>Cicindela campestris</i> *	0,00	0,00	<b>83,33</b>	0,00	20,83	20,83	9,26
<i>Cychrus caraboides</i>	<b>16,67</b>	0,00	0,00	4,17	0,00	4,17	1,85
<i>Harpalus luteicornis</i> *	0,00	0,00	<b>66,67</b>	0,00	16,67	16,67	7,41
<i>Lebia chlorocephala</i>	<b>11,11</b>	0,00	5,56	2,78	1,39	8,33	3,70
<i>Leistus ferrugineus</i>	5,56	0,00	<b>22,22</b>	1,39	5,56	12,50	5,56
<i>Notiophilus palustris</i>	<b>22,22</b>	5,56	0,00	12,50	1,39	5,56	5,56
<i>Poecilus cupreus</i> *	0,08	0,00	<b>99,50</b>	0,02	24,88	29,17	12,96
<i>Pseudoophonus rufipes</i> *	0,53	10,53	<b>84,21</b>	3,95	44,39	25,48	22,22
<i>Pterostichus assimilis</i>	<b>45,00</b>	1,67	0,00	16,67	0,42	11,25	7,41
<i>Pterostichus melanarius</i>	<b>50,00</b>	31,03	12,64	40,52	20,83	28,74	29,63
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> *	<b>70,10</b>	22,68	7,22	46,39	14,95	38,66	33,33
<i>Pterostichus ovoideus</i>	0,00	0,00	<b>50,00</b>	0,00	12,50	12,50	5,56
<i>Stomis pumicatus</i>	<b>16,67</b>	0,00	0,00	4,17	0,00	4,17	1,85
<i>Synuchus vivalis</i>	0,00	<b>23,81</b>	4,76	5,95	12,50	1,19	5,56

## Orientace pohybu střevlíků na stanovišti

Celkem bylo během výzkumu uloveno 845 střevlíkovitých brouků. Pasti s plechovou zábranou umístěnou *nadél* (značení L – *longwise*) ulovily celkem na všech lokalitách 410 jedinců a pasti se zábranou *napříč* (značení T – *transversely*) ulovily celkem 435 střevlíků, tzn. že celková velikost úlovku byla podobně vysoká.

Na ekotonu lužního lesa a louky bylo odchyceno celkem 151 střevlíků, z toho v pastech *napříč* bylo 63 jedinců a v pastech *nadél* 88 jedinců, tj. o 40 % více než v pastech *napříč*. Podobný výsledek byl i u dominantních druhů (tab. 7).

V interiéru lužního lesa bylo zachyceno celkem 254 střevlíkovitých brouků ze 17 rodů. V pastech s plechem *napříč* k linii všech pastí bylo celkem 124 střevlíků a pasti se zábranou *nadél* nachytaly 130 jedinců. V lesním interiéru nedochází k žádným signifikantním rozdílům v úlovcích na pastech s rozdílně umístěnou zábranou (tab. 8).

Na louce bylo uloveno největší množství brouků čeledi Carabidae - celkem 440 jedinců náležících k 17 rodům. V pastech se zábranou *napříč* bylo uloveno 248 střevlíků a v pastech s plechem *nadél* bylo 192 střevlíkovitých, tzn. pasti s plechem *napříč* ulovily o 29 % více střevlíků, než pasti *nadél*. U většiny početněji se vyskytujících druhů byly úlovky vyšší v pastech se zábranou *napříč*, pouze druh *C. campestris* se početněji vyskytoval v pastech se zábranou *nadél* (tab. 9).

Pomocí dvouvýběrového párového T-testu na střední hodnotu jsem testoval signifikanci rozdílu mezi úlovky z obou typů pastí pro každé stanoviště. Výše naznačené rozdíly pro celé společenstvo i pro jednotlivé dominantní druhy se nicméně nepodařilo prokázat na požadované hladině významnosti.

Tabulka 7: Úlovky jednotlivých pastí na ekotonu.

past	<i>C. violaceus</i>	<i>A. parvipedus</i>	<i>P. melanarius</i>	<i>C. ullrichi</i>	<i>P. assimilis</i>	<i>C. coriaceus</i>	<i>P. rufipes</i>	<i>C. scheidleri</i>	<i>A. parallelus</i>	<i>P. oblongopunctatus</i>	<i>S. vivalis</i>	<i>N. palustris</i>	<i>A. curta</i>
ET1	1	10	7	3	1	1	3	1	1	1	-	-	-
ET2	-	3	2	6	-	-	-	-	1	7	-	-	-
ET3	2	-	2	3	-	1	4	-	2	1	-	-	-
<b>celkem</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
EL1	-	6	1	9	-	1	1	1	4	5	1	-	-
EL2	-	9	3	4	-	1	1	-	1	7	-	-	1
EL3	1	2	3	14	-	1	3	2	-	1	4	1	-
<b>celkem</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



Tabulka 8: Úlovky jednotlivých pastí v lužním lese.

past	<i>C. violaceus</i>	<i>A. parvipedus</i>	<i>P. melanarius</i>	<i>C. ullrichi</i>	<i>P. assimilis</i>	<i>C. coriaceus</i>	<i>P. rufipes</i>	<i>C. scheidleri</i>	<i>A. parallelus</i>	<i>P. oblongopunctatus</i>	<i>C. caraboides</i>	<i>P. cupreus</i>	<i>N. palustris</i>	<i>L. ferrugineus</i>	<i>S. pumicatus</i>	<i>B. lampros</i>	<i>L. chlorocephala</i>
FT1	2	11	1	2	-	2	-	1	1	18	-	1	-	-	-	-	-
FT2	-	16	1	20	6	3	-	3	-	2	1	-	1	-	-	-	-
FT3	-	3	8	6	-	-	-	-	3	10	-	-	-	-	-	-	2
<b>celkem</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
FL1	-	7	5	12	1	1	3	-	4	8	-	-	-	1	-	-	-
FL2	-	8	11	11	2	1	-	1	2	10	-	-	1	-	-	1	-
FL3	-	8	3	4	-	2	-	1	1	20	-	-	-	-	1	-	-
<b>celkem</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Tabulka 9: Úlovky jednotlivých pastí na louce.

past	<i>C. violaceus</i>	<i>P. melanarius</i>	<i>C. ullrichi</i>	<i>C. coriaceus</i>	<i>P. rufipes</i>	<i>C. scheidleri</i>	<i>A. parallelus</i>	<i>P. oblongopunctatus</i>	<i>S. vivalis</i>	<i>P. cupreus</i>	<i>C. fuscipes</i>	<i>A. curta</i>	<i>L. ferrugineus</i>	<i>L. chlorocephala</i>	<i>P. ovoideus</i>	<i>C. campestris</i>	<i>H. luteicornis</i>
MT1	1	-	-	-	9	3	-	1	-	35	1	9	-	-	1	1	-
MT2	-	3	-	2	17	-	1	2	2	39	-	12	-	-	-	1	-
MT3	-	5	-	-	16	4	-	1	-	39	-	30	1	1	-	4	7
<b>celkem</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>42</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>113</b>	<b>1</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
ML1	-	-	-	-	15	1	-	1	-	19	-	13	-	-	1	-	5
ML2	1	1	1	-	10	1	-	1	-	41	2	1	-	-	-	11	1
ML3	4	2	-	-	13	1	-	1	-	27	4	6	1	-	1	2	4
<b>celkem</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>10</b>

## Diskuze

Během výzkumu od května do listopadu roku 2007 na PP Daliboř, přilehlém lužním lese a jejich ekotonu bylo uloveno celkem 845 brouků čeledi Carabidae. Na každém stanovišti se v linii nacházelo 6 formalínových zemních pastí, modifikovaných plechovou zábranou na selektování pohybujícího se úlovku. Stein (1965) dokázal, že pro zachycení všech dominantních, subdominantních a recedentních druhů na stanovišti stačí pouze 5 zemních pastí, a přitom nedochází k decimaci společenstva brouků.

## Diverzita

Diverzita na studovaných stanovištích byla největší na ekotonu, což odpovídá výsledkům ostatních prací se zaměřením na střevlíkovité (Bedford a Usher 1994, Magura a kol. 2000, 2001d). Na ekotonu dochází k tvorbě a výskytu většího množství mikroklimatických stanovišť, které mimo zvýšení diverzity ovlivňují pozitivně abundanci střevlíkovitých (Bedford a Usher 1994). Na ekotonu je nejvyšší procentuelní zastoupení predátorů, kteří zde mají dostatek potravy. Podobně v našich výsledcích, z druhů ulovených na ekotonu, je herbivorní pouze *Amara curta*. Tento zástupce střevlíkovitých je typický spíše pro otevřená stanoviště (Hůrka 1996).

Magura a kol. (2001) uvádějí, že nejdůležitější faktor ovlivňující bohatost společenstva střevlíkovitých je pokrytí půdy rostlinami. Rostlinný pokryv vysoce ovlivňuje tvorbu mikroklimatických stanovišť, které vyhovují vyššímu počtu brouků. Vyšší rostlinná heterogenita pozitivně ovlivňuje i bohatost karabiceoz (Magura 2000). Spence a kol. (1996) pozorovali střevlíky v borovém lese a sousední mýtině. Ukázali, že střevlíkovité druhy otevřených stanovišť mohou kolonizovat okraj lesa s otevřeným korunovým zápojem.

Signifikantní rozdíl indexů druhové diverzity jednotlivých stanovišť nebyl zjištěn, stejně jako u některých jiných prací (Magura a kol. 2001d). Ovšem řada dalších studií signifikantní rozdíly mezi diverzitami společenstev střevlíků různých biotopů dokázala a potvrdila tzv. ekotonový efekt (Báldí a Kisbenedek 1994). Zajímavá je relativně vysoká diverzita v lužním lese (tj. vyšší než na louce), která neodpovídá výsledkům ostatních autorů, kteří uvádějí, že lesní ekosystémy mají druhovou diverzitu nižší, než otevřená stanoviště (Bedford a Usher 1994). Malohlava (1995) určil druhové zastoupení v interiéru lužního lesa Litovelského Pomoraví jako druhově chudé oproti lesnímu okraji. Niemelä a Spence (1994) a Niemelä a kol. (1994, 1996) pozorovali v severských lesích, že řídká rostlinná vegetace snižuje počet herbivorních bezobratlých, kteří jsou pro střevlíkovité potravou. Díky této studii si vysvětlují

vysokou diverzitu v lese na studované lokalitě, kde bylo rostlinné patro velmi vyvinuté. Vyšší diverzitu střevlíků v lužním lese může také dle mého názoru způsobovat relativně malá vzdálenost pastí od ekotonu a louky z jedné strany a blízká přítomnost řeky Moravy a otevřeného lesu louky na druhém břehu. Právě z protějšího břehu luční makropterní druhy mohly migrovat do lesa, a tím zvyšovat diverzitu pastí. Tato skutečnost se projevila obzvláště markantně na pastech FL1 a FL2, které leží nejbližší řece, které měly absolutně nejvyšší indexy druhové diverzity.

Nízkou diverzitu na louce způsobil velmi vysoký úlovek pouhých třech dominantních druhů. Tyto tři druhy (*Poecilus cupreus*, *Pseudoophonus rufipes* a *Amara curta*) představovaly 80 % celkového úlovku na mýtině, potažmo 42 % všech zachycených střevlíků v této studii. Nízká diverzita na louce je jednak ovlivněná vysokým počtem dominantních druhů a asi i rostlinným společenstvem a půdními vlastnostmi louky. Na louce se vyskytuje hodně ruderálních druhů rostlin a dle druhového složení střevlíkovitých, ale i například pavouků, má louka svým složením velmi blízko spíše k polnímu ekosystému. V neposlední řadě je třeba zdůraznit, že rok 2007 byl extrémně slunečný a suchý a i počasí mohlo vysoce ovlivnit luční společenstva střevlíkovitých, protože i některé luční druhy jsou vázány na vlhkost (Thiele 1977).

### Indikační valence

Metoda IndVal rozdělila ulovené střevlíkovité do třech skupin dle stanoviště, které charakterizují. Je zajímavé, že tato metoda neurčila žádný druh jako charakteristický pro kombinace dvou stanovišť, ale vždy druh přiřadila pouze k jednomu určitému stanovišti. Dufrene a Legendre (1997) uvádějí, že pokud indikační hodnota druhu přesahuje 55 % pro určité stanoviště, lze zástupce považovat za charakteristický druh daného biotopu.

Nejvíce ulovených druhů střevlíků je charakteristických pro lesní biotop. Druhy jako *Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Carabus coriaceus*, *Carabus ullrichi*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus assimilis* a *Pterostichus melanarius*, které měly hodnotu indikační valence pro les nejvyšší, uvádí ve své studii i Divoký (1989) jako druhy charakteristické pro lužní lesy CHKO Litovelské Pomoraví. Podobně jako i v této studii, také Magura a Tóthmérész (1997) určili jako striktní lesní specialisty druhy *Abax parallelepipedus* a *Pterostichus oblongopunctatus*.

Jako ekotonového specialistu metoda určila střevlíka *Synuchus vivalis*, který je hojný spíše v pahorkatinách na otevřených stanovištích. Magura a kol. (2001) uvádějí, že tento druh vyhledává spíše otevřená stanoviště, ale velmi často migruje do ekotonu.

Yu a kol. (2007) rod *Synuchus* také studovali v závislosti k ekotonovému efektu a uvádí, že tento druh je spíše generalista, ale vždy se větší počty vyskytují na lesním okraji. Spence a kol. (1996) popisují, že druhy typické pro otevřená stanoviště často migrují do ekotonu kvůli relativně slabému korunovému zápoji. Magura a Tóthmérész (1997) ve své studii objevili dva ekotonové specialisty, oba rodu *Harpalus* (tyto druhy jsme však v naší studii nezaznamenali). Jako další ekotonové druhy uvádějí např. větší střevlíky jako *Carabus ullrichi* a *Carabus violaceus*, kteří i v mých výsledcích dosahují vyšší indikační hodnoty pro ekoton. Druh *Carabus coriaceus* má vysokou indikační hodnotu pro ekoton i les. To je dle mého názoru způsobeno velmi vysokou mobilitou, kterou studovali pomocí metody radiotelemetrie Ricken a Raths (1996). Magura (2001) uvádí, že tento druh je specifický pro ekoton mezi lesem a lučným biotopem, ale jiné studie toto vyvracejí a dokazují, že častější úlovky na ekotonu má za příčinu právě vysoká mobilita druhu a jeho cesty za potravou (Gruttke a Kornacker 1994).

V ekotonu byly uloveny pouze dva druhy, které se nevyskytovaly i v pastech v lese. Z toho výsledku lze odvodit, že společenstvo střevlíkovitých lesního okraje je více než podobné karabiceozé interiéru lučného lesa. Tento výsledek se shoduje se studii na ekotonu mezi lesem a mýtinou ve Finsku (Heliölä a kol. 2001) a výzkumem v Jižní Africe (Kotze a Samways 1999). V lesním interiéru nebyl uloven ani jeden druh z herbivorních střevlíků (např. rod *Amara* nebo *Harpalus*), i když se na ostatních stanovištích vyskytovaly. To je dáno jejich způsobem získávání potravy, protože jejich výskyt je striktně vázán na stanoviště s dostatkem semen, pokud možno travin nebo okoličnatých rostlin a brukvovitých (Thiele 1977).

Z druhů ulovených na louce jich 5 přesahovalo hranici indikační hodnoty 55 % a byly tedy označeny za indikační druhy pro toto stanoviště. Mezi ně patřily druhy *Pseudoophonus rufipes*, *Poecilus cupreus*, *Amara curta* a *Cicindela campestris*, dle předpokladů druhy vyžadující otevřené osvětlené stanoviště, popisované jako druhy luční nebo polní (Thiele 1977, Hůrka 1996).

### **Sezónní aktivita**

Dva vrcholy grafu, který znázorňuje celkovou aktivitu všech druhů na všech stanovištích koresponduje s rozmnožováním a vývojem střevlíkovitých. Nejvíce úlovků bylo v pastech na jaře a časném létě, kdy dochází k rozmnožování u nejvíce druhů (Hůrka 1996).

V pozdějším létě je druhý menší vrchol aktivity způsobený líhnutím nové generace imag. Nejpočetnějších úlovků druhu *Abax parallelepipedus* jsem dosáhl

v červenci a srpnu, kdy dochází k reprodukci přezimovavších i nově vylíhlých jedinců (van der Drift 1950). *Abax parallelus* byl v pastech nejčastěji v květnu a červnu, kdy dochází k jeho rozmnožování (Larsson 1939). Střevlík *Carabus coriaceus* se v létě vyskytoval na ekotonu, kde zřejmě lovil potravu a v pozdějším létě a na podzim byly častější a početnější úlovky z lesa, kam se stahoval za účelem rozmnožování a kladení vajíček. Aktivita *Carabus scheidleri* se shoduje se studií Petrušky (1967), který popisuje nejaktivnější období druhu mezi květnem a srpnem.

Skoro veškeří zástupci druhu *Carabus ullrichi* byli uloveni v květnu, tedy v době, kdy dochází k rozmnožování a samičky kladou snůšky (Hůrka 1988). Svižník *Cicindela campestris* byl uloven výhradně na louce a pouze na začátku léta, kdy se druh rozmnožuje a je potravně nejaktivnější. Další úlovky ostatních druhů také odpovídaly době jejich rozmnožování a tím zvýšené mobilitě.

### **Orientace pohybu střevlíků na stanovišti**

Celkově vyšší druhovou diverzitu na lesním okraji dokázalo potvrdit mnoho autorů (Bedford a Usher 1994, Magura a kol. 2001) a způsobuje ji výskyt druhů z okolních stanovišť a zároveň výskyt tzv. ekotonových specialistů. Ekotonové druhy možná potřebují zvláštní abiotické a biotické podmínky, vyplývající ze sousedství dvou strukturně odlišných habitatů (Murcia 1995). Spence a kol. (1996) dokázali, že druhová diverzita v lese je nepřímo úměrná rostoucímu korunovému zápoji. Na námi studované lokalitě byl les relativně hodně prosvětlený a v neposlední řadě z obou stran ohraničený otevřeným prostranstvím louky na jedné straně a řeky Moravy na straně druhé.

Ani druhová diverzita na ekotonu se nelišila mezi pastmi s různě umístěnými zábranami a její hodnoty byly téměř totožné. V lese byla diverzita mírně vyšší na pastech se zábranou *napříč*, která by měla častěji zachytávat druhy pohybující se rovnoběžně s linií pastí. Na louce byla naopak mírně vyšší diverzita na pastech se zábranou *nadél*, takže více zachytávala druhy pohybující se kolmo k linii pastí. Tento výsledek může popsat i výskyt ekotonových a lesních druhů, které mohly přes louku přebíhat do protějšího lesa, popsané rozdíly však nebyly signifikantní. Signifikantní rozdíl byl prokázán pouze mezi pastmi v ekotonu s podélnou zábranou (EL) a pastmi v lese s podélnou zábranou (FL).

Z dat z jednotlivých pastí na všech stanovištích nebyl zjištěn u žádného druhu signifikantní rozdíl v úlovcích s různě orientovanou zábranou. U některých druhů byl náznak určité závislosti pohybu, kde vyšší úlovky v pastech se zábranou *nadél* naznačují, že se střevlíci pohybovali převážně mezi loukou a lesem. Dlouhodobější

studie s modifikovaným designem (vyšší počet pastí, výsečové bariéry) by mohla dojít k lepším výsledkům. Její provádění na PP Daliboř však není z hlediska ochrany přírody žádoucí. K objasnění pohybu druhů v ekotonu nebo ostatních stanovištích tedy nedošlo, ačkoliv analýzy jiných skupin, získaných v této studii (stonožky, mnohonožky) ukazují signifikantně vyšší pohyb mezi loukou a lesem oproti pohybu podél ekotonové linie u téměř všech dominantních druhů (Příloha I).

## Závěr

Předložená bakalářská práce se zabývá společenstvy střevlíkovitých brouků na louce, 50ti letém lužním lese a jejich ekotonu. Výzkum probíhal od května do listopadu roku 2007 na PP Dalibor nedaleko obce Horka nad Moravou v CHKO Litovelské Pomoraví. Ke zjištění informací o karabicekách na jednotlivých stanovištích a zodpovězení otázky týkající se pohybu střevlíků na stanovištích byla použita metoda formaldehydových zemních pastí modifikovaných plechovou zábranou, která zvyšuje šanci na ulovení živočichů, pohybujících se kolmo na ni. Na každém stanovišti byla umístěna linie 6 zemních pastí, celkem tedy bylo na lokalitě 18 padacích zemních pastí.

Diverzita byla nejvyšší na ekotonu. V lese byla diverzita menší, než na ekotonu. Na louce díky ulovení velkého počtu zástupců mála druhů byla diverzita nejnižší. Vyšší druhová diverzita na ekotonu je způsobena větším množstvím specifických mikrostanovišť, které mohou vyhovovat více druhům. Do ekotonu se dostávají druhy ze sousedních biotopů ať už za potravou, rozmnožováním nebo příznivějšími podmínkami.

Metoda indikační hodnoty (IndVal) rozdělila druhy na specialisty louky, ekotonu a lesa. Mezi specialisty louky patří typičtí zástupci otevřených prosluněných stanovišť jako *Poecilus cupreus*, *Pseudoophonus rufipes*, *Cicindela campestris* a *Harpalus luteicornis*. V lesním interiéru metoda potvrdila lesní druhy typické pro lužní les CHKO Litovelské Pomoraví jako např. *Abax parallelepipedus*, *Pterostichus oblongopunctatus* a *Carabus ullrichi*. Jako ekotonového specialistu metoda označila pouze jediný druh a to *Synuchus vivalis*.

Úlovky na pastech s různě orientovanou zábranou se od sebe signifikantně nelišily a diverzity jednotlivých skupin pastí se stejně orientovanou zábranou byly podobné.

## Literatura

- Báldi, A. (1990): Species richness, abundance and diversity of beetles (Coleoptera) in relation to ecological succession. *Folia Ent. Hung.* 51: 17 - 24.
- Báldi, A., Kisbenedek, T. (1994): Comparative analysis of edge effect on bird and beetle communities. *Acta Zool. Hung.* 40: 1 - 14.
- Bedford, S. E., Uher, M. B. (1994): Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. *Agric. Ecosystems Environ.* 48: 295 - 305.
- Blahoušek, O. (1997): Příspěvek k poznání ekologie střevlíkovitých lužního lesa CHKO Litovelské Pomoraví pomocí metody ethylenglykolových a formalínových pastí (Col. Carabidae). Diplomová práce. Katedra zoologie a antropologie. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 97 pp.
- Dedek, P. (2004): Vliv mýcení lužního lesa na střevlíkovité brouky (Coleoptera: Carabidae). Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 41 pp.
- Divoký, V. (1989): Příspěvek k poznání fauny střevlíkovitých (Col. Carabidae) listnatých lesů navrhované CHKO Litovelské Pomoraví. Diplomová práce. Katedra zoologie a antropologie. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 129 pp.
- Duelli, P., Studer, M., Marchand, I. a Jakob, S. (1990): Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation.* 54: 193 - 207.
- Dufrene, M. a Legendre, P. (1997): Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67: 345 - 366.
- Gruttke, H. a Kornacker, P. M. (1994): Dispersal of carabid species slony a linear sequence of zouny hedge plantation. *Carabid beetles: Ekology and evolution:* 229 – 303.
- Guillemain, M., Loreau, M., Daufresne, T. (1997): Relationships between the regional distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) and the abundance of their potential prey. *Acta Ocol.* 18: 465 - 483.



- Heliölä, J., Koivula, M., Niemelä, J. (2001): Distribution of Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae) across a Boreal Forest-Clearcut Ecotone. *Conservation Biology*. 15: 370-377.
- Helle, P., Muona, J. (1985): Invertebrate numbers in edges between clear-fellings and mature forests in northern Finland. *Silva Fenn.* 19: 281 - 294.
- 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.
- Horváth, R., Magura, T., Péter, G., Tóthmérész, B. (2001): Edge effect on weevils and spiders. *Web Ecology* 3: 43 - 47
- Hůrka, K. (1992): Střevlíkovití (Carabidae) 1. Praha: Academia. 192 pp.
- Hůrka, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republic. Zlín: Kabourek. 565 pp.
- Hůrka, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Zlín: Kabourek. 390 pp.
- Kotze, D. J. a Samways, M.J. (1999): Invertebrate conservation at the interface between the grassland matrix and natural Afromontane forest fragments. *Biodivers. Conserv.* 8:1339 – 1363.
- Kult, K. (1947): Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republiky. Praha: Československá entomologická společnost. 198 pp.
- Lindroth, C. H. (1945): Die Fennoskandischen Carabidae. I, II. Goteborg. 911 pp.
- Lövei, G., Sunderland, K. D. (1996): Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Ann. Rev. Entomol.* 41: 231 - 256.
- Magura, T., Elek, Z., Tóthmérész, B. (2001a): Impacts of non-native spruce reforestation on ground beetles. *European J. Soil Biol.* 37: 297 - 300.
- Magura, T., Ködöböcz, V., Tóthmérész, B. (2001b): Effects of habitat fragmentation on carabids in forest patches. *J. Biogeogr.* 28: 129 - 138.
- Magura, T., Tóthmérész, B. (1997): Testing edge effect on carabid assemblages in an oak hornbeam forest. *Acta Zool. Hung.* 43: 303 - 312.
- Magura, T., Tóthmérész, B. (1998): Edge effect on carabids in an oak-hornbeam forest at the Aggtelek National Park (Hungary). *Acta Phytopath. Entom. Hung.* 33: 379 - 387.

- Magura, T., Tóthmérész, B., Elek, Z. (2002): Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodiversity and Conservation* 12: 73 – 85.
- Magura, T., Tóthmérész, B., Moldán, T. (2001c): Forest edge and diversity: carabids along forest-grassland transects. *Biodiversity and Conservation*. 10: 287 – 300.
- Malohlava, V (1995): Střevlíkovití jako součást epigeonu na vybraných stanovištích v lesním ekosystému v Litovelském Pomoraví Diplomová práce. Katedra zoologie a antropologie. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 172 pp.
- Molnár, T., Magura, T., Tóthmérész, B. (2001): Ground beetles and edge effect. *European J. Soil Biol.* 37: 297 - 300.
- Murcia, C. (1995): Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58 - 62.
- Niemelä, J., Haila, Y., Halme, E., Pajunen, T., Punttila, P. (1992a): Small-scale heterogeneity in the spatial distribution of carabid beetles in the southern Finnish taiga. *J. Biogeography* 19: 173 - 181.
- Niemelä, J., Haila, Y., Punttila, P. (1996): The importance of small-scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest-floor invertebrates across the succession gradient. *Ecography* 19: 352 - 368.
- Niemelä, J., Spence, J. R., Spence, D. H. (1992b): Habitat associations and seasonal activity of ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in central Alberta. *Can. Ent.* 124: 521 - 540.
- Niemelä, J. K., Spence, J. R. (1994): Distribution of forest dwelling carabids (Coleoptera): spatial scale and the concept of communities. *Ecography* 17: 166 - 175.
- Parmenter, R. R., MacMahon, J. A. (1984): Factors influencing the distribution and abundance of ground-dwelling beetles (Coleoptera) in a shrub-steppe ecosystem: The role of shrub architecture. *Pedobiologia* 26: 21 - 34.
- Pichancourt, J.-B., Burel, F. a Auger, P. (2005): Assessing the effect of habitat fragmentation on population dynamics: An implicit modelling approach. *Ecological modelling* 192: 543 - 556
- Ricken, U., Raths, U. (1996): Use of radio telemetry for studying dispersal and habitat use of *Carabus coriaceus* L.. *Ann. Zool. Temnici* 33: 109 – 116.

- Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Brno: Geografický ústav ČSAV. 82 pp.
- Schwerdtfeger, F. (1968): Ökologie der Tiere. 2. Demökologie. Berlin: Paul Parey. 448 pp.
- Spence J., R., Langor, D., W., Niemelä, J., K., Cárcamo, H., A. a Curie, C., R. (1996): Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species. *Ann. Zool. Fenn.* 33: 173 – 184.
- Thiele, H. U. (1977): Carabid beetles in their environments. Berlin, Heidelberg, New York: Springer – Verlag. 369 pp.
- Tvardík, D. (2000): Střevlíkovití (Col. Carabidae) v epigeonu lužního lesa CHKO Litovelské Pomoraví. Diplomová práce. Katedra zoologie a antropologie. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 59 pp.
- Verschoor, B. C., Krebs, B. P. M. (1995): Successional changes in a saltmarsh carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) community after embankment of the Markiezaat area. *Pedobiologia* 39: 385 - 404.
- Yu, X-D., Luo, T-H., Zhou, H-Z., Yang, J. (2007): Distribution of Carabid Beetles (Coleoptera: Carabidae) Across a Forest-Grassland Ecotone in Southwestern China. *Environ. Entomol.* 36(2): 348 – 355.

## Seznam příloh

**Příloha I:** Movement of Myriapods on the forest-meadow ecotone.

**Příloha II:** CD-ROM

letecka\_mapa.jpg

analyzy.xls

Hora\_2008.pdf

letecký snímek lokality s vyznačením pastí

veškerá data a jednotlivé analýzy

text práce

## **Příloha I:**

### **MOVEMENT OF MYRIAPODS ON THE FOREST-MEADOW ECOTONE**

Ivan H. Tuf, M. Brichta, P. Hora, J. Tufová

Department of Ecology and Environmental Science, Palacky University Olomouc,  
Czech Republic

An ecotone is a transition area between two adjacent ecological communities (ecosystems). It may appear as a gradual blending of the two communities across a broad area, or it may manifest itself as a sharp boundary line. Ecotone as a habitat is a interface area, where species from each community will be found together as well as unique local species.

In this study, we were interested if higher diversity of epigeic invertebrates at ecotone is caused by their frequent passage between biotopes through ecotone, or by their preferences for specific microclimate conditions there. It means, we were studied if invertebrates at ecotone are walking along or across boundary-line between two different habitats.

The study locality was situated in the Litovelské Pomoraví Protected Landscape Area (Moravia, Czech Republic). It was created by authentic meadow (surrounding low bog Dalibor Nature Monument) and adjacent floodplain forest; well developed ecotone represented ca 4 m wide band with shrubs. Three rows of 6 traps parallel with ecotone were installed, one row per habitat (meadow, ecotone, forest). Traps (diameter 7 cm, 4% liquid of formaldehyde) were equipped with metal barriers increasing effectivity of trap selectively by animals walking to specific travel direction. Barriers (metal plate 15 × 75 cm) were orientated in turn along and across ecotone line. “Traps across” caught mainly animals walking in the ecotone, “traps along” were more successful in caught of animals dodging between meadow and forest. As control, barriers were used in traps not only at ecotone, but also in forest and meadow. Differences between across and along traps within each habitat were evaluated by t-test.

From May to December 2007 we collected 834 millipedes (8 species) and 327 centipedes (6 species). Catches from the ecotone were expressively higher than ones from forest and meadow, however only specimens of *Julus scanicus* were recorded at ecotone exclusively. No significant results between catches from along and across traps were found in forest and at meadow. However, both groups were more than two times numerous at the ecotone in “traps along” than in the “traps across” (Chilopoda:  $t=3.809$ ,  $p=0.0019$ ; Diplopoda  $t=-2.702$ ;  $p=0.009$ ) that means centipedes and millipedes

are more numerous at ecotone due to dodging between meadow and forest. This pattern was significant for dominant species too: *Lithobius mutabilis*, *Lithobius forficatus*, *Glomeris connexa*, and *Unciger foetidus*. Only one species, *Polydesmus complanatus*, was significantly more frequent in traps across, i.e. walking in the ecotone band.