

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



Vít Slezák

VLIV ZEMNÍCH PASTÍ NA ABUNDANCE
EPIGEONU

Diplomová práce

v oboru Ochrana a tvorba životního prostředí

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

Olomouc 2009

Komise pro obhajobu

.....

.....

.....

.....

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.

V Olomouci 5. prosince 2009

.....

Poděkování

Nejvíce bych chtěl poděkovat dr. Ivanu H. Tufovi, který vedl mou diplomovou práci. Zvláště mu děkuji za pomoc při instalaci zemních pastí, při odběrech vzorků, také za taxonomické určování některých skupin a za jeho všestrannou ochotu, pomoc a podporu. Dále děkuji všem, kteří se podíleli na determinaci materiálu, jmenovitě Bc. Petru Horovi a RNDr. Janě Tufové, Ph.D. Za pomoc se statistikou děkuji, kromě již zmíněného vedoucího, i RNDr. Adamovi Véle.

V Olomouci 5. prosince 2009

Abstrakt

Slezák, V.: Vliv zemních pastí na abundance epigeonu.

Má odběr epigeonu do zemních pastí vliv na jejich početnost? Můžeme tak některé druhy z prostředí vylovit? Tyto a podobné otázky nás mohou zajímat nejenom při posuzování vlivu pastí na daný druh, ale také při povolování použití těchto pastí např. ve zvláště chráněných územích. Abychom na tyto otázky dokázali odpovědět, musíme použít právě zemní pasti.

Design pokusu byl jednoduchý – zajímalo nás, zda se bude lišit početnost úlovku v prvním roce a v druhém roce používání pastí. Šest klasických zemních pastí jsme instalovali v roce 2007 v jedné řadě (řada A) ve sponu 10 m. V roce 2008 jsme o 30 m dále instalovali druhou linii (řada B) stejných zemních pastí. Srovnávat jsme tak mohli úlovky z řady A z prvního roku (A1) a z druhého roku (A2) a také z druhé linie (B1). Rozdíly v úlovku A1 a B1 jsou ovlivněny převážně klimatem a pozicí linie, rozdíly mezi A1 a A2 jsou ovlivněny délkou expozice a klimatem a rozdíly mezi A2 a B1 jsou ovlivněny délkou expozice a pozicí linie. Vliv pozice linie jsme považovali za zanedbatelný. Výzkum probíhal v CHKO Litovelské Pomoraví v tvrdém lužním lese na břehu řeky Moravy u Lovecké chaty.

Jako modelové skupiny jsme zvolili běžné zástupce epigeonu – Oniscidea, Diplopoda, Chilopoda, Opiliones a Carabidae. Ze 4841 jedinců byli nejpočetnější stejnonožci (53,5 %). Ostatní skupiny byly méně početné: mnohonožky (21 %), střevlíci (16,5 %), stonožky (5 %) a sekáči (4 %). Ke statistickému zhodnocení jsme použili jednocestnou ANOVu a Tukey-Kramer test. Z vybraných skupin se potvrdil vliv pastí na vylovení u střevlíků a stonožek. U sekáčů nelze rozlišit, jestli jde o vliv vylovení nebo kombinaci vlivů pozice a meziročního rozdílu klimatu. Stejný problém rozlišení se vyskytuje i u některých druhů jako *Rilaena triangularis* u sekáčů, *Hyloniscus riparius* a *Porcellium conspersum* u stejnonožců nebo *Unciger transsilvanicus* a *Glomeris connexa* u mnohonožek. S určitostí můžeme vliv vylovení prokázat u stonožky *Lithobius forficatus*.

Klíčová slova: zemní pasti, epigeon, vylovení, digging-in efekt, stejnonožci, mnohonožky, stonožky, sekáči, střevlíci

Abstract

Slezák, V.: Effect of pitfall trapping on soil fauna abundance.

Is there any effect of soil fauna catching into pitfall traps on its abundance? Can we some types of soil fauna eradicate in this way? These and similar questions may be of interest to us not only in assessing the effect of trapping on the species, but also for the use permission of these traps, for example, in specially protected areas. To answer these questions, we must use the pitfall traps.

The design of this experiment was simple. The thing, we were interested in, was if the abundance of caught fauna in the first year and in the second year of using traps will differ. We installed six classic pitfall traps in a line (line A) in 2007 in a spacing of 10 m. In 2008 we installed the second line (line B) of the same traps 30 m onwards. In this way we could compare catches from the line A in the first year (A1) and in second year (A2) and from the second line B in the second year (B1). Differences in A1 and B1 catches are influenced mainly by climate and line positions, differences between the A1 and A2 are influenced by the length of exposition and climate, and differences between the A2 and B1 are influenced by the length of exposition and line positions. We considered the effect of the line position to be negligible. This research took place in the PLA Litovelské Pomoraví in hard floodplain forest on the banks of the Morava River near Lovecka chata.

Five groups of ground-dwelling macrofauna were evaluated at species level: Oniscidea, Diplopoda, Chilopoda, Opiliones and Carabidae. From 4841 individuals isopods (53.5%) were the most frequent. Other groups were less numerous: millipedes (21%), ground beetles (16.5%), centipedes (5%), and harvestmen (4%). We used one-way ANOVA and Tukey-Kramer test for a statistical evaluation. The influence of trap captures was confirmed for ground beetles and centipedes. For harvestmen we can not distinguish whether it was the influence of capture or a combination of effects of position and annual difference. The same problem occurs in some other species such as *Rilaena triangularis* from harvestmen, *Hyloniscus riparius* and *Porcellium conspersum* from isopod or *Unciger transsilvanicus* and *Glomeris connexa* from millipedes. We can prove the influence of capture for centipedes *Lithobius forficatus* with certainty.

Key words: pitfall traps, soil fauna, overtrapping, digging-in effect, isopods, millipedes, centipedes, harvestmen, ground beetles

Obsah

Úvod.....	8
Zemní pasti.....	11
Charakteristika lokality	16
Metodika	18
Výsledky	20
Stejnonožci	20
Mnohonožky	22
Stonožky.....	25
Sekáči	27
Střevlíci	29
Diskuse.....	33
Metoda	33
Druhy	35
Závěr	41
Literatura	43
Přílohy	

Úvod

Zemní pasti jsou pravděpodobně nejstarší metodou na kvantitativní vzorkování epigeických členovců. Byla vyvinuta Barberem ve dvacátých letech dvacátého století pro studium jeskynní fauny. Metoda je jednoduchá, levná a oblíbená (Pekár 2002). Její použití je velmi časté, protože poskytuje výsledky pro popisnou fenologii, odhad abundance, diurnální aktivitu nebo porovnání společenstev mezi sebou (Topping & Sunderland 1992). Na pasti působí mnoho faktorů, které podrobně popíšu níže v textu. Kvůli těmto rozlišným vlivům je potřeba velmi pečlivě vyhodnocovat a interpretovat data. K nejvýznamnějším autorům zabývajících se problematikou interpretace dat ze zemních pastí patří např. Luff (1975), Adis (1979), Digweed (1995) nebo kolektiv autorů kolem Worka (Work a kol. 2002). Také tato práce by měla přispět k lepší interpretaci dat.

Při vzorkování pomocí zemních pastí si můžeme všimnout, že meziroční variabilita počtu chycených jedinců značně kolísá. Tuto skutečnost potvrdili ve své práci např. Tvardík (2001) nebo Novák (1977). Můžeme se ptát, jak velkou roli zde hrají populační charakteristiky a interní faktory přítomných druhů a jestli toto kolísání počtu není způsobeno vylovením některých druhů. Po předchozích zkušenostech se zemními pastmi se zdálo, že úlovky živočichů jsou druhým rokem chytání menší než předchozí rok. Vysvětloval jsem si to vylovením některých druhů a jejich následným nedostatečným rozšířením v druhém roce. Po studiu literatury jsem zjistil, že se tomuto tématu mnoho lidí nevěnovalo. Za zmínku stojí práce od kanadského autora Digweeda (1995), který zkoumal tzv. digging-in efekt (vyšší efektivita pastí brzy po zakopání). Na lokalitu umístil tři typy pastí, z nichž jeden typ neměnil svou pozici, druhý typ byl při každém odběru posunut o kousek vedle a třetí typ byl posunut o 10 až 50 metrů dál. V závěru Digweed uvádí, že efekt disturbance (neboli digging-in efektu) je větší než efekt vylovení. Je proto potřeba dobře odlišit tyto dva efekty, abychom zjistili, jak velký vliv má pouze vylovení. Z našich autorů se tomuto tématu věnoval např. Novák (1965), který pozoroval dvě skupiny polních hrobaříků (Silphidae). Jedna skupina představovala druhy se zimujícími larvami, druhá skupina se zimujícími dospělci. Obvykle jsou druhy druhé skupiny početnější. Jakmile však soustavným odchytem do zemních pastí na návnadu snížíme počty druhů se zimujícími jedinci, vzroste v následujícím roce početnost druhů se zimujícími larvami. Jiným příkladem může být práce Petrušky (1987), který ale k problému uvádí jen jednu větu: „V průběhu výzkumu

bylo možno očekávat i decimální účinek na populace střevlíkovitých způsobený dlouhodobým odchytem; tento efekt je patrný zejména ve čtvrtém roce výzkumu.“ Při hledání v publikovaných pracích jsem našel často jenom studie sledující sukcesi různých společenstev, obvykle na nějakém gradientu, což není adekvátní posouzení změn abundance jedinců vzhledem k jejich odlovování. Delší časové řady přitom máme pouze pro výzkumy, které studují vliv nějaké disturbance, kde opět dochází ke kvalitativní změně druhů v rámci sukcesního vývoje. Zaměřil jsem se proto na analýzu zdrojových dat u prací, které sice využívaly zemní pasti, ale cíl výzkumu se pastí netýkal. Příkladem může být práce Petrušky (1987, tab. 1). Při procházení zdrojových dat některých autorů, jsem zjistil, že předpoklad nižšího počtu jedinců ve sběru provedeném druhý rok, nemusí být správný. Podle některých počty úlovků během prvních dvou let kolísají víceméně náhodně (Scott a Anderson 2003, Koivula a kol. 1999). Některé data dokonce svědčí o opaku, tedy že první rok vzorkování má nižší počty než rok následující (Symondson a kol. 2002). Tyto a další studie pokládají mnoho otázek o vlivu pastí. Touto prací bych chtěl na některé z nich odpovědět. Hlavní mé výzkumné otázky byly:

- Mohou zemní pasti snížit abundance epigonu v příštím roce?
- Jsou některé taxocenózy epigeonu citlivější než jiné?
- Jsou rozdíly i v rámci druhů v dané taxocenóze?

Tab. 1: Ukázka možného decimálního účinku pastí na střevlíky v práci Petrušky (1987)

Rok	počet jedinců	počet druhů
1981	4219	25
1982	3845	25
1983	2313	21
1984	616	14

Do zemních pastí se chytá veškerý možný epigeon, tedy živočichové obývající svrchní vrstvu půdy. Nejčastěji se chytají pavouci, sekáči, z brouků hlavně střevlíci a drabčící, dále třeba stonožky a mnohonožky. Častým úlovkem jsou i stejnonožci, mravenci, občas i létající hmyz, žížaly a štírci. Někdy do pastí padají i drobní savci, obojživelníci nebo plazi. Pro které s těchto skupin může být vylovení problém? Obecně se dá říct, že hlavně pro druhy s malým reprodukčním potenciálem. Pro studium jsme si vybrali 5 skupin členovců. Jsou to suchozemští stejnonožci (Oniscidea), mnohonožky (Diplopoda), stonožky (Chilopoda), sekáči (Opiliones) a střevlíci (Carabidae). Na lokalitě v CHKO Litovelské Pomoraví jsme v letech 2007 až 2008 odchytávali epigeon do zemních pastí uspořádaných do dvou řad.

Zemní pasti

Jeden z prvních kdo použil zemní pasti pro výzkum živočichů v jeskynních systémech byl Barber (1931 in Benckiser 1997). Proto můžeme v některé literatuře nalézt označení zemních pastí také jako „Barber traps“. Na pasti působí mnoho faktorů a tak je potřeba dobře vyhodnocovat data. Faktorem může být třeba i preciznost vlastní instalace, typ konzervační tekutiny, přítomnost stříšky, velikost a chování loveného druhu nebo materiál, ze kterého je past vyrobena (Adis 1979). Adis uvádí 18 faktorů, které mohou ovlivňovat výsledky. Jsou to například:

Klima – Kolísání klimatu se mění nejen v závislosti na ročním období, ale také meziročně. Velkou roli zde hraje mikroklima, na které jsou půdní živočichové zvláště citliví. Vedle teploty je to hlavně vlhkost půdy, která určuje aktivitu epigeonu.

Vegetace – Při instalaci pastí se často poruší vegetační kryt v okolí. Přítomnost nebo absence vegetace zvyšuje nebo snižuje účinnost pastí, a to v závislosti na loveném druhu.

Terénní nerovnosti – Kameny, větve nebo jiné překážky snižují úlovky v zemních pastech. Na druhou stranu je prokázáno, že blízkost keře úlovky zvyšuje.

Průměr pastí – Čím větší past, tím více jedinců a druhů se do ní chytí. Toto ovšem neplatí pro všechny skupiny stejně. Některé druhy dokážou v prostředí rozlišit velkou past a vyhnout se jí (Adis 1979). Takovou výjimkou jsou třeba pavouci (Araneae) nebo solifugy (Solifugae). Proto může být v některých případech menší past výhodou. Do velkých pastí se chytají velké druhy a do malých pastí malé druhy. Souvisí to s tím, že velcí jedinci dokážou z malé pasti vylézt, stejně jako malí vylezou z velké (Luff 1975). K ekologickému monitorování jsou vhodnější malé pasti, které odeberou dostatečně reprezentativní vzorek a nechytají zbytečně drobné obratlovce (tab. 2). Také třídění vzorků zabere méně času. Kdybychom chtěli odhalit vzácné druhy, je lépe použít větší pasti (Work a kol. 2002). Optimální průměr podle Adise je 5,6 cm s hloubkou 12 cm. Podle jiné studie se doporučuje asi 11 cm (Work a kol. 2002). Často se používá kelímek o objemu 1 litr.

Tab. 2: Vztah velikosti pasti a počtu savců a obojživelníků chycených do zemních pastí mezi 25. květnem a 20. červencem v Kanadě (Work a kol. 2002)

<u>průměr pasti</u>	<u>savci</u>	<u>obojživelníci</u>
4,5 cm	0	0
6,5 cm	0	0
11,0 cm	3	5
15,0 cm	7	21
20,0 cm	5	15

Tvar pasti – Také tvar pasti hraje určitou roli. Rozlišujeme kulaté, čtvercové nebo obdélníkové. Obdélníkové pasti se používají například při studiu migrací (Šustek 1983).

Instalace pasti – Je důležité, aby okraj pasti byl v jedné rovině s půdním povrchem a netrčel nad něj. Někdy se používá mírně trychtýřovitého okraje. Nejvhodnější je uspořádání pastí do linie.

Kryt pasti – U mnoha pastí se používá tzv. stříška, která chrání past před vyplavením deštěm, spadaným listím nebo poškozením procházející zvěří. Používají se plechové, skleněné, plastové, či z přírodních materiálů (dřevo, kůra, kameny). Velikost střechy nemá žádný vliv na druhové složení nebo rychlost chytání (Work a kol. 2002). Spence (1994) prokázal větší účinnost pastí bez stříšky. Phillips (2005) zkoumal vliv průhlednosti stříšky, a ačkoli pod nimi naměřil rozdílné teploty, v úlovku střevlíků rozdíl nebyl. Při výběru musíme zohlednit například světelné podmínky v pasti, kdy tmavé prostory pod stříškou mohou živočichové považovat za vhodné úkryty. Nejčastěji se doporučuje průhledná plastová stříška (Adis 1979).

Konzervační tekutina – Konzervační tekutinou rozumíme kapalinu, která usmrtí chycené živočichy a zabrání jejich rozkladu. Při použití vhodné tekutiny zabráníme uniku jedinců z pasti a také můžeme pasti vybírat v delším časovém intervalu. Tekutinou může být voda, formaldehyd (3-10%), ethylenglykol (Schmidt a kol. 2006 ho uvádí jako nejlepší), kyselina pikrová, ethyl alkohol (často s malým množstvím glycerinu kvůli výparu (Heath a kol. 2003), Galtův roztok (NaCl, NaNO₃, CCl₃ CH(OH)₂, glycerol, 1 ml detergentu a destilovaná voda, Meyer-Rochow & Liddle 2001), kyselina benzoová a různé jejich směsi. Optimální tekutina a optimální koncentrace pro všechny skupiny zkoumaných živočichů ovšem neexistuje. Často se přidává detergent (v množství asi 3 kapky) pro snížení povrchového napětí kapaliny a tím zabránění útěku drobnějších členovců (místo pohybu po hladině klesnou ke dnu) i lepšímu zakonzervování (někdy drobné druhy na hladině plesniví), zvláště brouků a pavouků (Topping 1995 in Knapp 2007). Argumenty proti použití formaldehydu jsou,

že živočichové v něm naložení jsou křehčí, a tudíž je s nimi složitější manipulace. Navíc je formaldehyd zdraví škodlivý a nepříjemný při práci, jelikož jeho výpary dráždí sliznice (Pekár 2002). Kvůli zdravotnímu riziku se od něho pomalu upouští (van den Berghe 1992 in Schmidt a kol. 2006). Výběr konzervační tekutiny může ale také ovlivnit chování chytaných druhů. Pekár (2002) testoval vliv různých koncentrací formaldehydu a hodnotil také přidání detergentu. Brouci jsou pozitivně korelováni se zvyšující se koncentrací formaldehydu. Závislost nemusí být dána jen větší mortalitou brouků, ale formaldehyd může působit jako atraktant. Na sekáče působí formaldehyd jako repelent. Pro pavouky nebyla závislost na koncentraci prokázána. Drabčící (Staphylinidae) jsou pozitivně korelováni s vyšší koncentrací. Detergent měl vliv na pavouky, ale na brouky ani na sekáče vliv neměl. Zajímavé je, že detergent měl negativní vliv na drabčíky (Pekár 2002).

Nejsou chyceny všechny druhy obývajících půdní povrch – Absence některých druhů může být vysvětlena jejich rozdílnou vagilitou, agregací nebo přítomností jiných refugií na stanovišti.

Ne všichni jedinci, kteří dosáhnou okraje pasti, spadnou dovnitř – Větší brouci padají do pasti častěji, protože mají větší hmotnost a větší rychlost pohybu. Menší druhy se stihnou u okraje zastavit, případně se zachytit a vylézt.

Počty pastí- Optimální odhad podle Adise (1979) je 24 až 36 pastí o průměru 5,6 cm.

Vzdálenost mezi pastmi- Vybíráme podle cílů studie a podle druhů, které chceme sledovat. Ward a kol. (2001) porovnával různé vzdálenosti mezi pastmi a zjistil, že pasti vzdálené od sebe 5 a 10 m měli větší počty brouků než pasti vzdálené 1 m.

Materiál pasti - Nejrozšířenějším typem pasti je plastový kelímek. Podle Luffa (1975) je nejlepší zvolit skleněné pasti, protože jejich hladké stěny nejvíce brání úniku živočichů. Skleněné pasti Luff srovnával ještě s plastovou a plechovou pastí - plech dopadl nejhůře.

Úniky z pasti – Možnost úniku z pastí není u všech skupin epigeonu stejná (Petruška 1969). Některé druhy dokážou vylézat i po kolmé a hladké stěně. Luff (1975) připouští, že vliv by mohla mít i hloubka pasti, z důvodu větší vzdálenosti dna a okraje pasti pro vylézající živočichy. Petruška (1969) uvádí, že po skleněných stěnách pastí nejvíce vylézali mravenci, a to až z 42,2 %. Druhý nejčastější unik z pastí byl zaznamenán u brouků, hlavně z čeledi Staphylinidae (15,3 %) a mnohem méně z čeledi Carabidae (1,6 %). Také samice s vajíčky unikají mnohem hůře než samci nebo samice bez vajíček. Únik z pastí nedělá problém ani dlouhonožným druhům sekáčů (Sechterová 1990).

Digging-in efekt označuje období se zvýšenou chytací schopností pasti, kdy čerstvě zakopaná past láká půdní živočichy více než stará past (Digweed 1995). Stejný autor srovnával pasti, které svou pozici neměnily, s pastmi, které při každém odběru posunul o kousek vedle. Vliv digging-in efektu na některé druhy byl značný. Možnosti vyhnout se digging-in efektu jsou dvě. Buď zakopeme past delší dobu před vzorkováním, nebo první odběry z výsledků odstraníme (Knapp 2007).

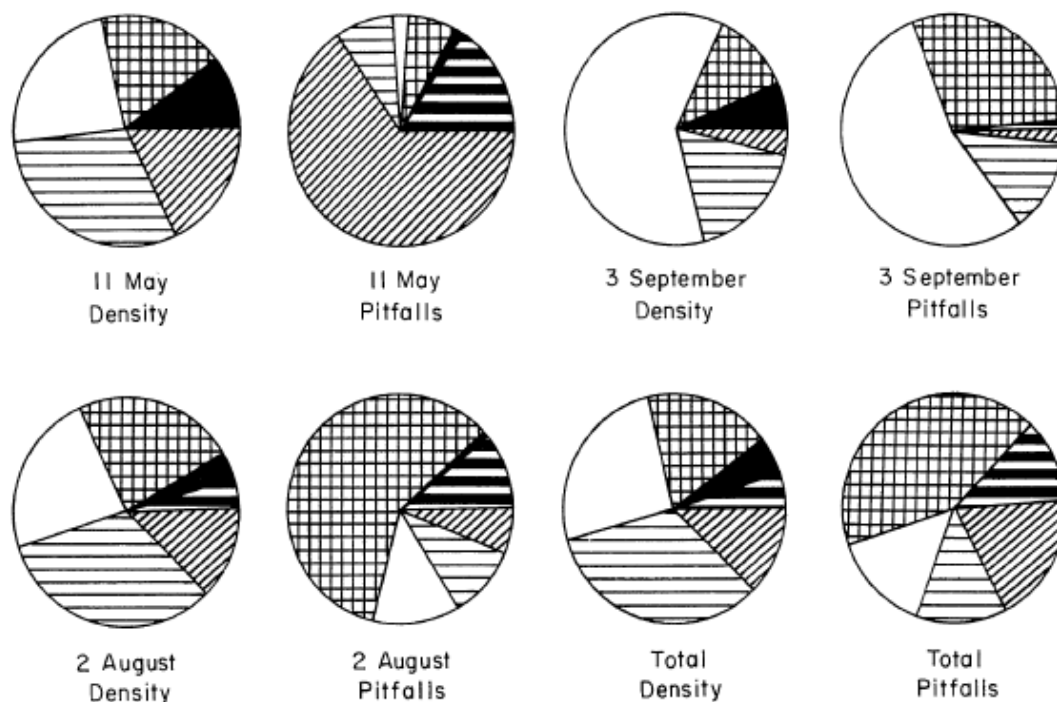
Pasti jako refugia – Důležitou roli hraje vlhkostní refugium představované vodou v konzervační tekutině. Tento zdroj vody může lákat druhy ze širokého okolí. Někdy se taková past označuje jako „trap-happy“. Za zmínku stojí Pekárovo (1996 in Knapp 2007) pozorování pavouků, kteří si vybuodovali sítě uvnitř pastí a lovíli tak padající nebo přilétající hmyz. Existuje domněnka, že tím snižují úlovek v pasti (Sechterová 1990).

Interval kontroly pastí – Suchá past bez konzervační tekutiny se musí kontrolovat denně. Past s tekutinou 2 až 4krát do měsíce. Topping (1995 in Knapp 2007) ve své práci o pavoucích uvádí, že čím je delší perioda vybirání, tím je menší počet ulovených jedinců. Důležité je omezit chůzi po studované ploše na minimum. S intervalem kontroly souvisí i celková délka odběru. Niemelä se spolupracovníky (1990) srovnávali dobu instalace zemních pastí s počtem zachycených druhů (vyjádřených jako procentuelní podíl druhů obývajících lokalitu). Za 10 dní bylo v pastích přítomno 42 % druhů, za 20 dní 52 % druhů a za 28 dní 67 až 77 % druhů.

Při vzorkování společenstev pomocí zemních pastí musíme brát v potaz rozdílnou pohyblivost jednotlivých skupin členovců. Tato nejednotnost způsobuje velkou chybu ve výpočtu absolutních hodnot (Petruška 1969). Kromě zemních pastí (*pitfall traps*) máme ještě další možnosti výzkumu, a to plošný odběr vzorků (*quadrat sampling*) a extrakci půdních vzorků (*extraction of soil cores*). Topping a Sunderland (1992) srovnávali zemní pasti s přímým stanovením hustoty pomocí kvadrátové metody a výsledky se značně liší (obr. 1). Podobné srovnání pastí a plošného odběru existuje pro pavouky (Uetz a Unzicker 1976). Metoda zemních pastí není vhodná na přesné stanovení abundance, proto se častěji používá pro sledování aktivity půdních členovců. Pokud ale chceme abundance srovnávat, zemní pasti lze použít, protože úlovek by měl odrážet vždy stejné procento přítomných druhů na stanovišti. Tyto rozdíly mezi skutečnou abundancí a abundancí naměřenou pomocí zemních pastí lze částečně kvantifikovat. Příkladem může být „*pitfall catch index*“ (Luff a Eyre 1988 in Benckiser 1997) nebo v práci německého autora tzv. „*Aktivitätsdichte*“ (*activity density*, aktivní hustota), která vyjadřuje počet jedinců na past za časové období (Heydemann 1956 in

Benckiser 1997). Využití zemních pastí je velmi hojné, protože poskytují výsledky pro popisnou fenologii, odhad abundance, diurnální aktivitu nebo porovnání společenstev mezi sebou (Topping & Sunderland 1992).

Obr. 1: Rozdíly v abundanci různých druhů pavouků mezi zemními pastmi (pitfalls) a skutečnou abundancí (density). Upraveno podle Topping & Sunderland 1992.



Jak už bylo řečeno, jednotný normovaný design pro zemní pasti neexistuje. Proto máme různé modifikace pastí, které se mění podle potřeb výzkumu, výrobního materiálu, typu biotopu apod. Například v zamokřeném prostředí se upřednostňuje kelímek s drenáží, aby nedošlo k vyplavení vodou (Pekár 2002). Příkladem může být také past s trychtýřem, s návnadou, světelná past nebo suchá past v případě použití metody zpětných odchytů (Knapp 2007). Existuje i úprava na chytání členovců, kteří se pohybují pod sněhovou pokrývkou. U těchto subniveálních pastí je nutno počítat s jinými mikroklimatickými poměry v pasti, než v okolním prostředí. Ovlivnit výsledky může i sešlapání sněhu při pravidelné údržbě pastí. Prokázáno to bylo zatím jen u roztočů (Paquin 2004).

Charakteristika lokality

Zkoumaná lokalita se nachází v Olomouckém kraji a spadá do katastrálního území obce Horka nad Moravou. Od obce je lokalita vzdálená asi 2,5 km. Souřadnice této studijní plochy jsou N 49°65'; E 17°20'. Její nadmořská výška se pohybuje okolo 210 m n. m. Lokalita leží v CHKO Litovelské Pomoraví (obrázek 2). Z hlediska geomorfologického členění patří oblast do Hornomoravského úvalu (viz tab. 3).

Tab. 3: Geomorfologické členění (Demek 1987)

Geomorfologická jednotka	Název
Provincie	Západní Karpaty
Subprovincie	Vněkarpatské sníženiny
Oblast	Západní vněkarpatské sníženiny
Celek	Hornomoravský úval
Podcelek	Středomoravská niva

Geologické podloží tvoří štěrkopískové náplavy řeky Moravy, na kterých se vyvinuly hydromorfní půdy, přesněji typický glej (Šafář 2003). Nivní půda je na lokalitách hlinitopísčité až hlinitá s pH 4,8–5 (Jeřábková 1999 in Jeřábková 2006). Při zvýšených průtocích řeky Moravy dochází pravidelně k záplavám, při nichž jsou postiženy lesy Litovelského Pomoraví. Nejčastější jsou jarní záplavy v období od února do května (Krejčí 2000 a Merta 2000 in Ožanová 2001). Podle Quitta (1971) leží území v teplé oblasti (kategorie T2). Průměrný roční srážkový úhrn činí 520 mm a průměrná roční teplota 9,1 °C. Pro doplnění jsou uvedeny dlouhodobé hodnoty klimatických charakteristik ve stanici Olomouc a charakteristiky za rok 2007 a 2008 (tab. 4).

Obrázek 2: Mapa lokality se schématickým rozložením pastí.



Experiment probíhal v lužním lese asociace *Quercus-Ulmetum* Isler 1926. Les je 50 let starý s dominantním zastoupením dubu, topolu kanadského, lípy srdčité, javoru a jasanu ztepilého (Hora 2008).

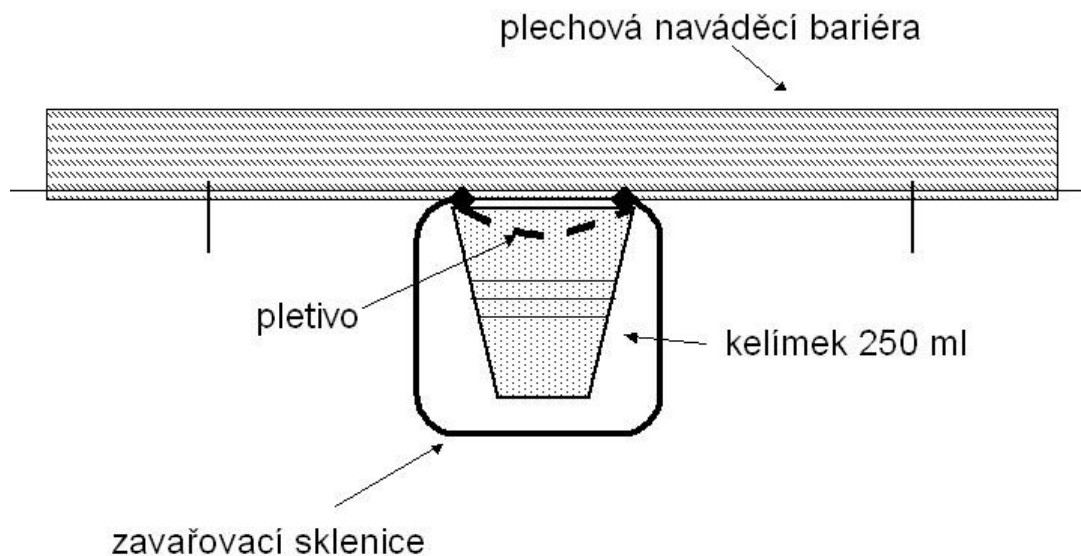
Tab. 4: Průměrné hodnoty teplot (T) a srážek (S) ve stanici Olomouc v období 1961 až 1990, 2007 a 2008 (ČHMÚ 2009)

Měsíce	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
T (°C)	-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
S (mm)	27,5	25,5	27,2	37,8	73,3	78,4	76,4	68,8	44,5	40,0	40,4	30,3	570,0
2008													
T (°C)	1,7	3,1	4,4	9,9	15,3	19,6	20,2	19,3	14,0	9,8	6,4	2,2	10,5
S (mm)	25,9	11,1	38,5	44,2	59,9	47,8	75,7	86,1	30,2	16,2	22,9	26,3	484,8
2007													
T (°C)	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
S (mm)	29,1	28,4	36,7	2,6	69,2	48,2	45,6	56,5	68,1	39,9	31,3	19,6	475,2

Metodika

Na zkoumané lokalitě bylo začátkem května 2007 zakopáno 6 pastí (řada A). Pasti byly od sebe vzdáleny 10 m. Každá past se skládala ze zavařovací sklenice (0,7 l) do níž byl vložen plastový kelímek o objemu 250 ml, výšce 10 cm a průměru hrdla 7 cm (obrázek 3). Kelímek byl naplněn konzervační tekutinou, kterou tvořil 4% roztok formaldehydu. Pro zvýšení chytací schopnosti byla použita naváděcí plechová zábrana o délce 75 cm a výšce 15 cm. Okraj pastí byl mírně pod úrovní terénu, aby tvořil mírný trychtýř. Abychom předešli zbytečnému odchytu drobných savců a obojživelníků, ale také aby nepadalo listí do kelímku, opatřili jsme každou past pletivem s průměrem ok 2,5 cm. Chytání probíhalo do prosince 2007, přičemž odběry se prováděly každých 14 dní. V roce 2008 jsme ve stejném období instalovali druhou řadu pastí (řada B) vzdálenou asi 30 m od první. Snažili jsme se, aby rozmístění druhé řady bylo co nejvíce podobné první řadě. Zachovali jsme tedy stejnou vzdálenost pastí od lesního okraje, podobné světelné podmínky pro každou past, vzdálenost od stromu, vlhkostní podmínky stanoviště (umístění v melioračním kanálu), ale třeba i to, že pasti byly vybírány v obdobných termínech jako v předchozím roce. Účelem bylo vyloučit co nejvíce faktorů prostředí, které by mohly ovlivňovat velikost úlovku. V roce 2008 jsme odběry prováděli jak z řady B, tak i z řady A (abychom odlišili 2 sezóny u řady A označili jsme si je A1 a A2).

Obrázek 3: Schéma zemní pasti s plechovou naváděcí zábranou.



Z ulovených živočichů jsme třídili a dále vyhodnocovali suchozemské stejnonožce (Crustacea: Isopoda: Oniscidea), mnohonožky (Myriapoda: Diplopoda), stonožky (Myriapoda: Chilopoda), sekáče (Chelicerata: Arachnida: Opiliones) a střevlíky (Hexapla: Coleoptera: Carabidae). U uvedených skupin proběhla determinace na druhovou úroveň. Já jsem určoval stejnonožce a sekáče. Pro sekáče jsem používal klíč Šilhavého (1956) a pro stejnonožce Frankenbergerův (1959). Střevlíky určoval Petr Hora, mnohonožky Jana Tufová a stonožky Ivan H. Tuf. Determinovaný materiál je uložen na Katedře ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. Následovalo statistické vyhodnocení v programu NCSS 2004. Při jednocestné ANOVĚ byl zvolen test Tukey- Kramer, který se nejlépe hodí na popsání dat tohoto typu. Testovali jsme nejprve celoroční úlovky jednotlivých taxocenóz, pak jsme vyřadili první dva odběry (pro vyloučení digging-in efektu) a nakonec jsme testovali úlovky jednotlivých druhů bez prvních dvou odběrů.

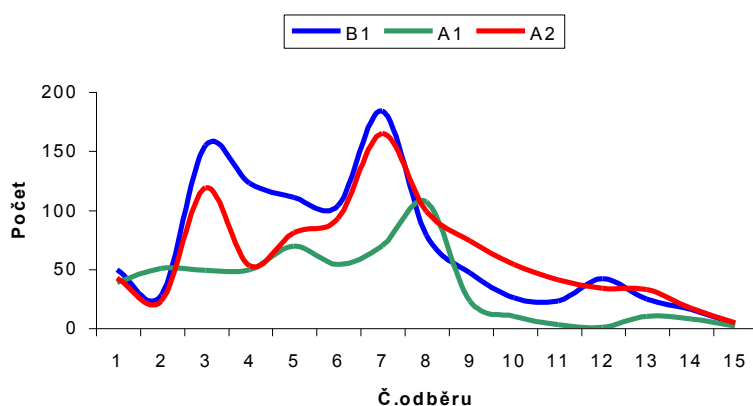
Výsledky

Stejnonožci

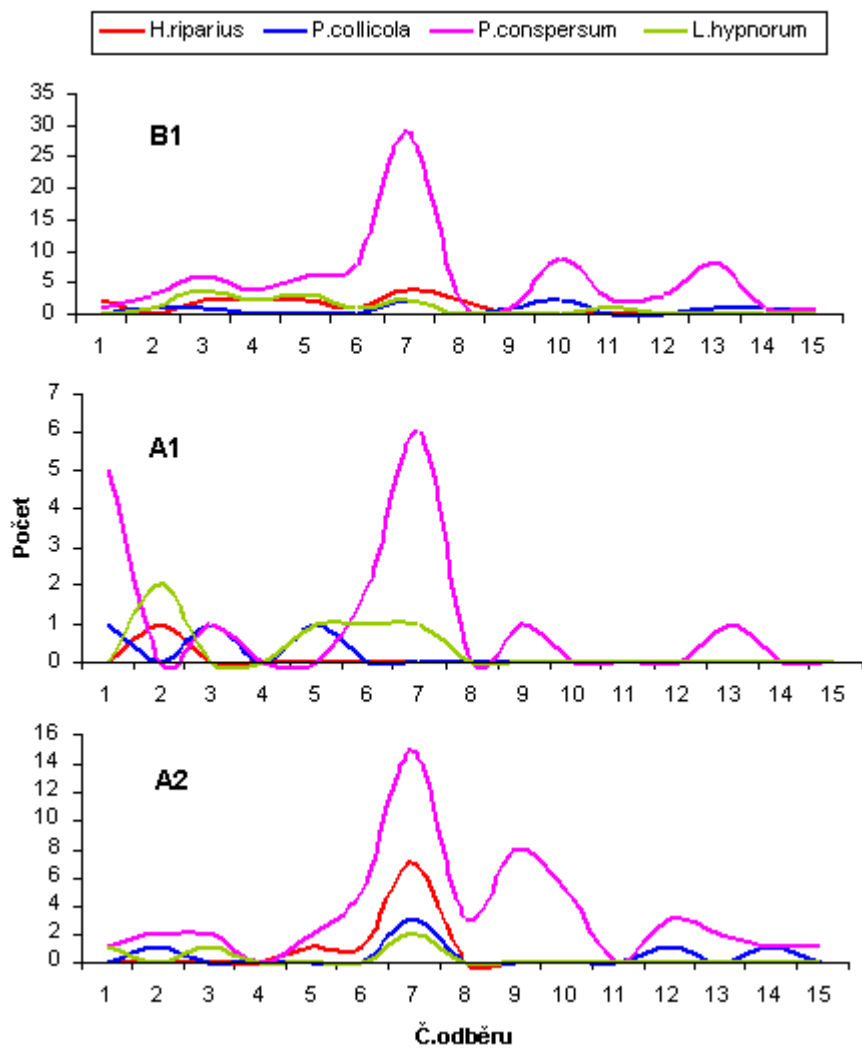
Celkem jsme ulovili 2592 jedinců. V roce 2007 jich bylo 557, o rok později bylo v téže řadě 951 jedinců a v řadě B1 1080 kusů (tab. 5). U druhů *Hyloniscus riparius* a *Porcellium conspersum* se odlišovali pouze řady A1 a B1 (graf 4). Řada B1 se odlišuje od řad A1 a A2 u druhu *Ligidium hypnorum*. Odběrové řady u *Porcellium collicola* se statisticky nelišily. Pokud shrneme všechny druhy stejnonožců dohromady, vyjde nám jako rozdílná pouze řada A1 (graf 3). Je jasné, že hlavní roli v tomto součtu má druh *Trachelipus rathkii*, který tvoří 92 % z celkového počtu chycených stejnonožců (graf 1). I u něho se statisticky liší řada A1 od ostatních řad. Největší aktivita stejnonožců se projevila na přelomu července a srpna. Vliv digging-in efektu je zanedbatelný, snad kromě druhu *P. conspersum* v řadě A1 (graf 2).

Tab. 5: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů stejnonožců chycených do sledovaných řad - celkové součty s digging-in efektem (DE) a součty bez DE. Horní indexy u počtů jedinců naznačují signifikantní rozdíly mezi úlovkami daného druhu z jednotlivých linií/let.

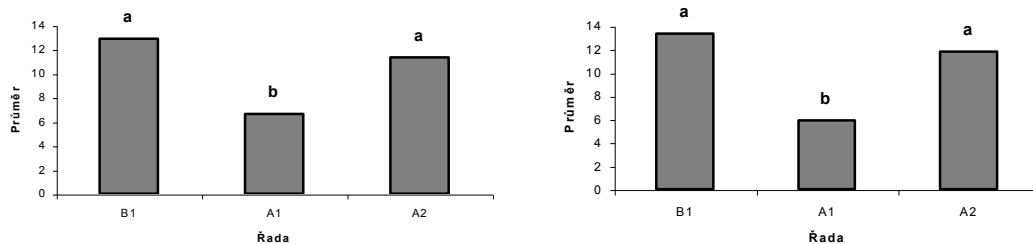
Druh	s DE					bez DE				
	B1	A1	A2	F	p	B1	A1	A2	F	p
<i>T. rathkii</i>	961 ^a	532 ^b	886 ^a	8,89	0,00	885 ^a	444 ^b	822 ^a	10,05	0,00
<i>P. collicola</i>	9 ^a	3 ^a	6 ^a	1,44	0,24	8 ^a	2 ^a	5 ^a	1,69	0,19
<i>P. conspersum</i>	84 ^a	16 ^b	47 ^{ab}	8,03	0,00	80 ^a	11 ^b	44 ^{ab}	8,69	0,00
<i>H. riparius</i>	15 ^a	1 ^b	9 ^{ab}	3,21	0,04	13 ^a	0 ^b	9 ^{ab}	3,22	0,04
<i>L. hypnorum</i>	14 ^a	5 ^{ab}	4 ^b	3,41	0,03	13 ^a	3 ^b	3 ^b	4,37	0,01
Celkem	1083 ^a	557 ^b	952 ^c	10,23	0,00	999 ^a	460 ^b	883 ^a	11,46	0,00



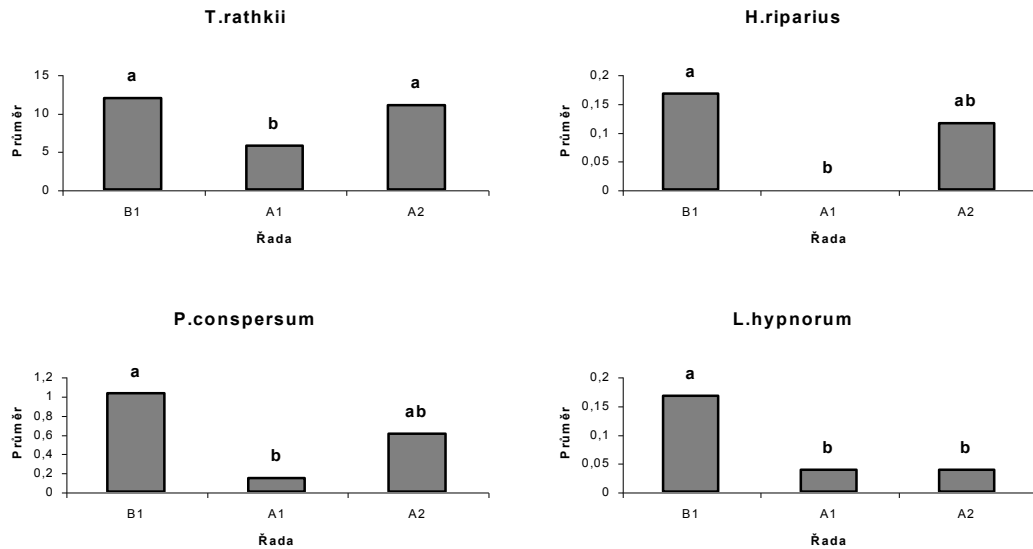
Graf 1: Vývoj počtu chycených jedinců druhu *T. rathkii* v odběrové řadě B1, A1 a A2.



Graf 2: Vývoj počtu chycených druhů stejnonožců v odběrové řadě B1, A1 a A2.



Graf 3: Celkové srovnání všech druhů stejnonožců - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. První graf s digging-in efektem, druhý bez digging-in efektu (bez prvních dvou odběrů). Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.



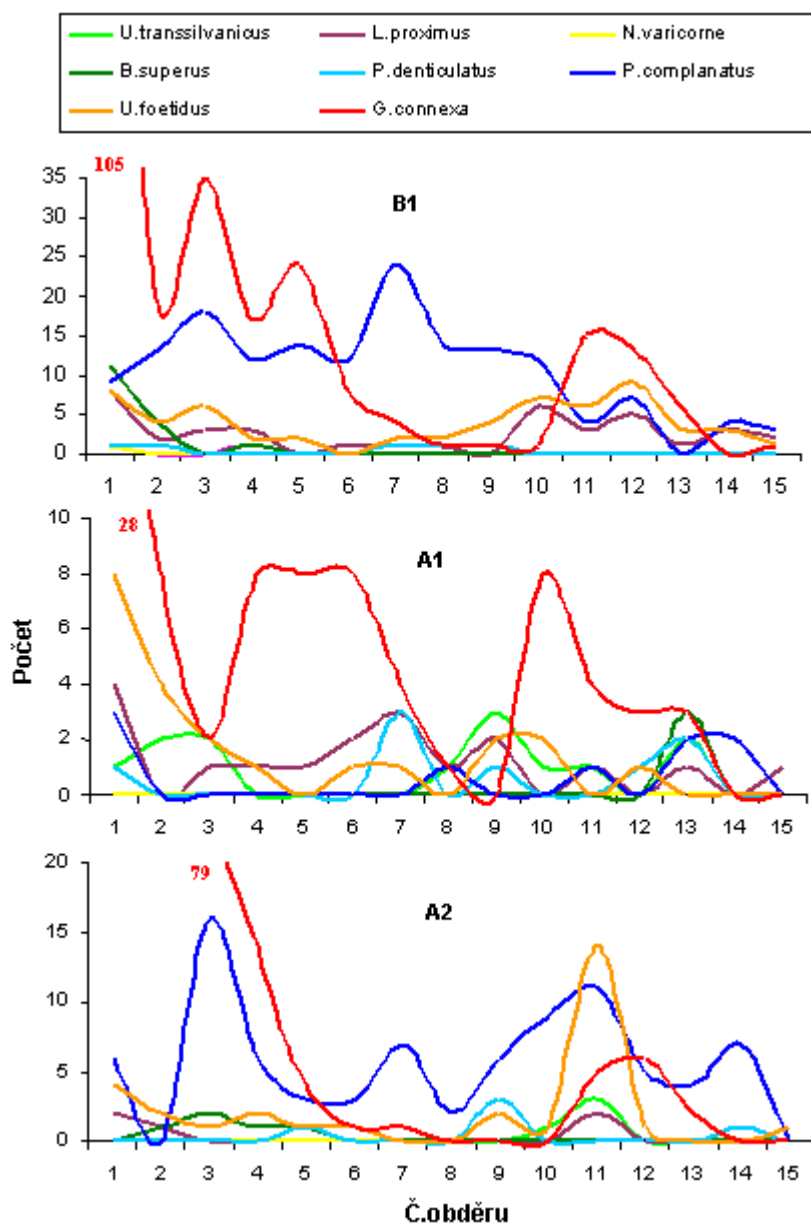
Graf 4: Srovnání jednotlivých druhů stejnonožců bez digging-in efektu - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.

Mnohonožky

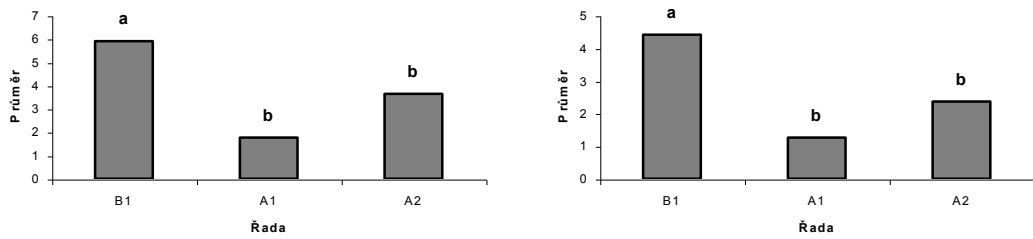
Celkem se do zemních pastí chytilo 1018 jedinců mnohonožek. Nejvíce jich bylo v odběrové řadě B1, nejméně v řadě A1 (tab. 6). Po sečtení všech druhů a po odečtení digging-in efektu se ukázala odlišnost řady B1 od ostatních (graf 6). Stejně vyčnívá řada B1 i u druhů *Leptoiulus proximus* a *Unciger foetidus* (graf 7). Dva druhy, *Unciger transsilvanicus* a *Glomeris connexa*, prokázaly rozdíly v řadě B1 a A1. U druhu *Polydesmus denticulatus* se odběrové řady nelišily, naopak u druhu *Polydesmus complanatus* se všechny odběrové řady navzájem odlišovaly (graf 7). Druh *Brachydesmus superus* nebyl vyhodnocován, protože 68 % jedinců bylo v prvních dvou odběrech. Stejně tak nebyl hodnocen druh *Nemasoma varicorne*, který měl jednoho zástupce v prvním odběru a 6 kusů v 16. odběru (tento odběr ale nebyl do hodnocení započítán). Výrazný digging-in efekt nebyl zaznamenán (graf 5).

Tab. 6: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů mnohonožek chycených do sledovaných řad - celkové součty s digging-in efektem (DE) a součty bez DE. Horní indexy u počtů jedinců naznačují signifikantní rozdíly mezi úlovkami daného druhu z jednotlivých linií/let.

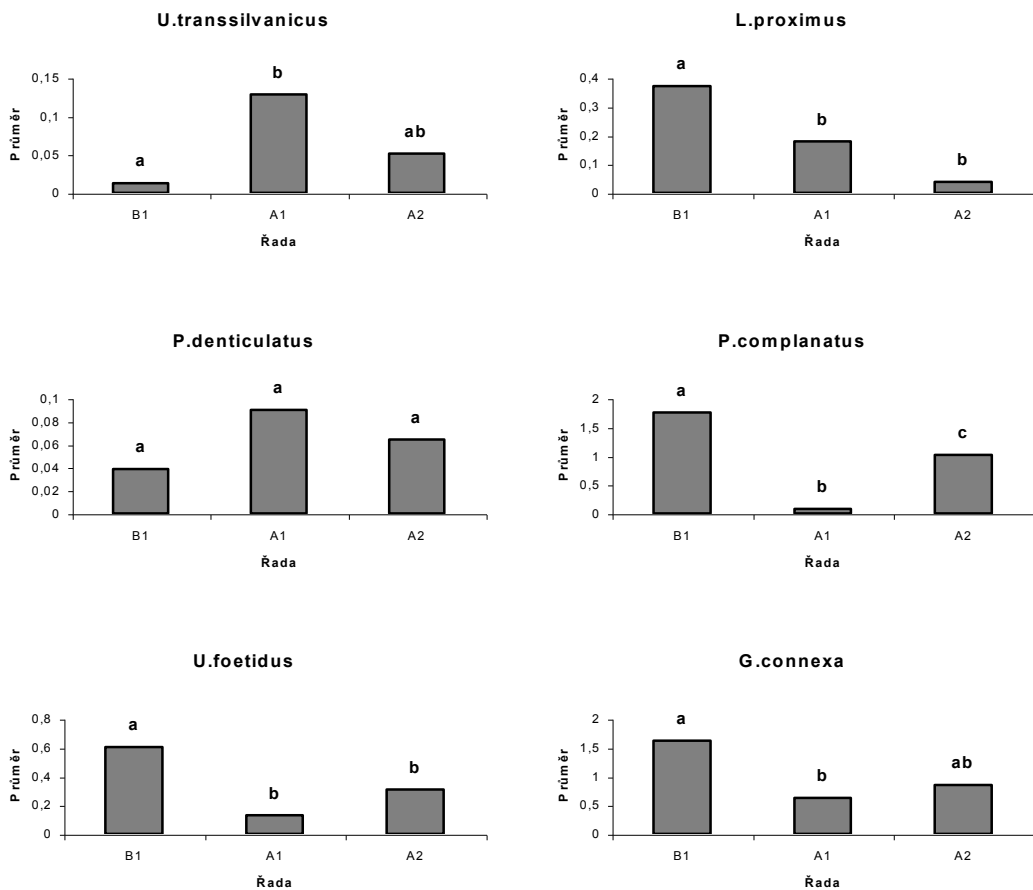
Druh	s DE					bez DE				
	B1	A1	A2	F	p	B1	A1	A2	F	p
<i>U. transsilvanicus</i>	2 ^a	13 ^b	4 ^a	5,39	0,01	1 ^a	10 ^b	4 ^{ab}	4,01	0,02
<i>L. proximus</i>	39 ^a	18 ^b	6 ^b	10,88	0,00	29 ^a	14 ^b	3 ^b	9,59	0,00
<i>N. varicorne</i>	1	0	0	x	x	0	0	0	x	x
<i>B. superus</i>	16 ^a	4 ^a	5 ^a	1,29	0,28	1 ^a	3 ^a	4 ^a	0,51	0,60
<i>P. denticulatus</i>	5 ^a	8 ^a	5 ^a	0,48	0,62	3 ^a	7 ^a	5 ^a	0,74	0,48
<i>P. complanatus</i>	159 ^a	9 ^b	85 ^c	31,20	0,00	137 ^a	6 ^b	79 ^c	26,76	0,00
<i>U. foetidus</i>	59 ^a	22 ^b	30 ^b	7,35	0,00	47 ^a	10 ^b	24 ^b	9,23	0,00
<i>G. connexa</i>	250 ^a	85 ^b	193 ^{ab}	3,99	0,02	126 ^a	49 ^b	66 ^{ab}	4,26	0,02
Celkem	531 ^a	159 ^b	328 ^b	13,19	0,00	344 ^a	99 ^b	185 ^b	20,08	0,00



Graf 5: Vývoj počtu chycených druhů mnohonožek v odběrové řadě B1, A1 a A2.



Graf 6: Celkové srovnání všech druhů mnohonožek - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. První graf s digging-in efektem, druhý bez digging-in efektu (bez prvních dvou odběrů). Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.



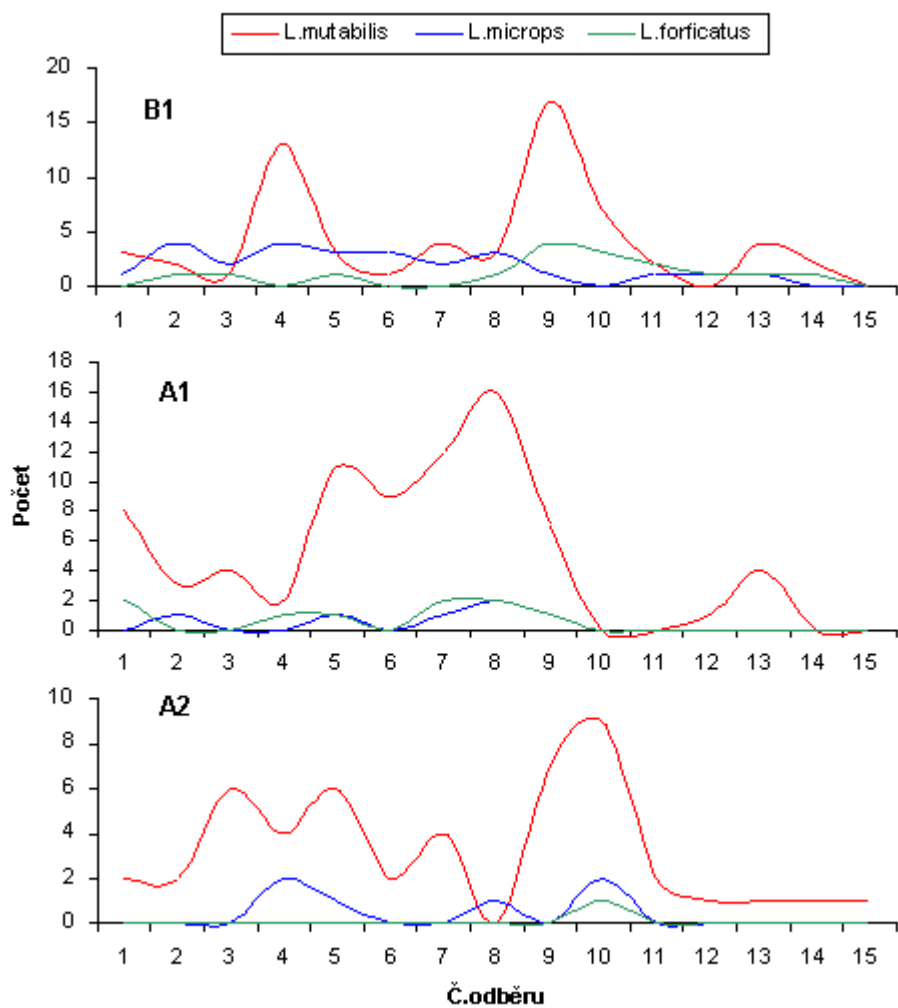
Graf 7: Srovnání jednotlivých druhů mnohonožek bez digging-in efektu - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.

Stonožky

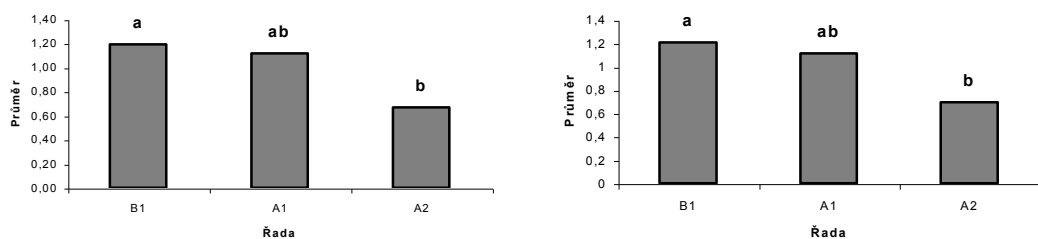
Za dvě sezóny se do pastí chytilo 250 stonožek. V řadě B1 bylo 100 kusů, 94 jedinců bylo chyceno v řadě A1 a 56 v řadě A2. Statisticky jsme vyhodnotili pouze druhy *Lithobius mutabilis*, *Lithobius microps* a *Lithobius forficatus*. Zbývající tři druhy, *Clinopodes flavidus*, *Geophilus electricus* a *Lithobius agilis* měly pouze minimální počty (tab. 7). Při analýze všech šesti druhů dohromady (graf 9) se navzájem odlišovaly řady B1 a A2. Platí to i po odečtení digging-in efektu. Stejný výsledek platí i pro druh *L. forficatus* (graf 10). Je ovšem nutno podotknout, že v odběrové řadě A2 byl druh zastoupen pouze jedním jedincem. U druhu *L. microps* se odlišuje pouze řada B1. Žádné statisticky významné rozdíly mezi odběry nebyly zaznamenány u druhu *L. mutabilis*, a to i přes to, že druh byl hojně zastoupen. Z grafu rozložení početností je patrný bezvýznamný vliv digging-in efektu. Částečně ho můžeme rozlišit u druhu *L. mutabilis* v odběrové řadě A1 (graf 8).

Tab. 7: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů stonožek chycených do sledovaných řad - celkové součty s digging-in efektem (DE) a součty bez DE. Horní indexy u počtů jedinců naznačují signifikantní rozdíly mezi úlovkami daného druhu z jednotlivých linií/let.

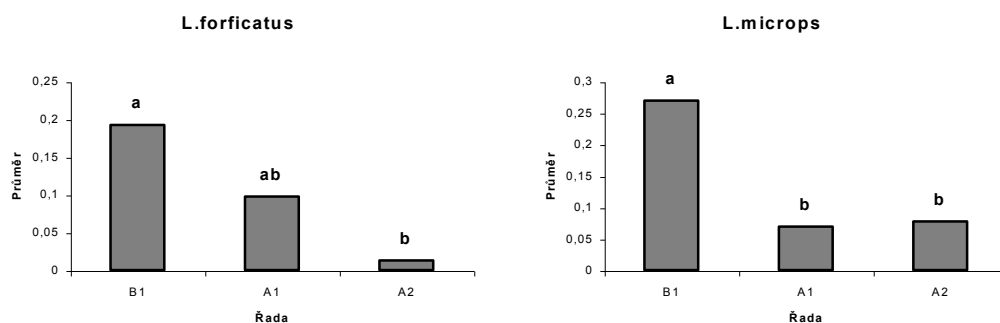
Druh	s DE					bez DE				
	B1	A1	A2	F	p	B1	A1	A2	F	p
<i>L. mutabilis</i>	60 ^a	77 ^a	46 ^a	2,07	0,13	55 ^a	66 ^a	42 ^a	1,30	0,27
<i>L. microps</i>	25 ^a	6 ^b	6 ^b	8,66	0,00	20 ^a	5 ^b	6 ^b	6,69	0,00
<i>L. forficatus</i>	14 ^a	9 ^{ab}	1 ^b	5,92	0,00	14 ^a	9 ^{ab}	1 ^b	5,74	0,00
<i>C. flavidus</i>	0	1	2	x	x	0	1	2	x	x
<i>G. electricus</i>	1	0	0	x	x	1	0	0	x	x
<i>L. agilis</i>	0	1	1	x	x	0	1	0	x	x
Celkem	100 ^a	94 ^{ab}	56 ^b	3,96	0,02	90 ^a	82 ^{ab}	51 ^b	3,04	0,05



Graf 8: Vývoj počtu chycených druhů stonožek v odběrové řadě B1, A1 a A2.



Graf 9: Celkové srovnání všech druhů stonožek - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. První graf s digging-in efektem, druhý bez digging-in efektu (bez prvních dvou odběrů). Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.



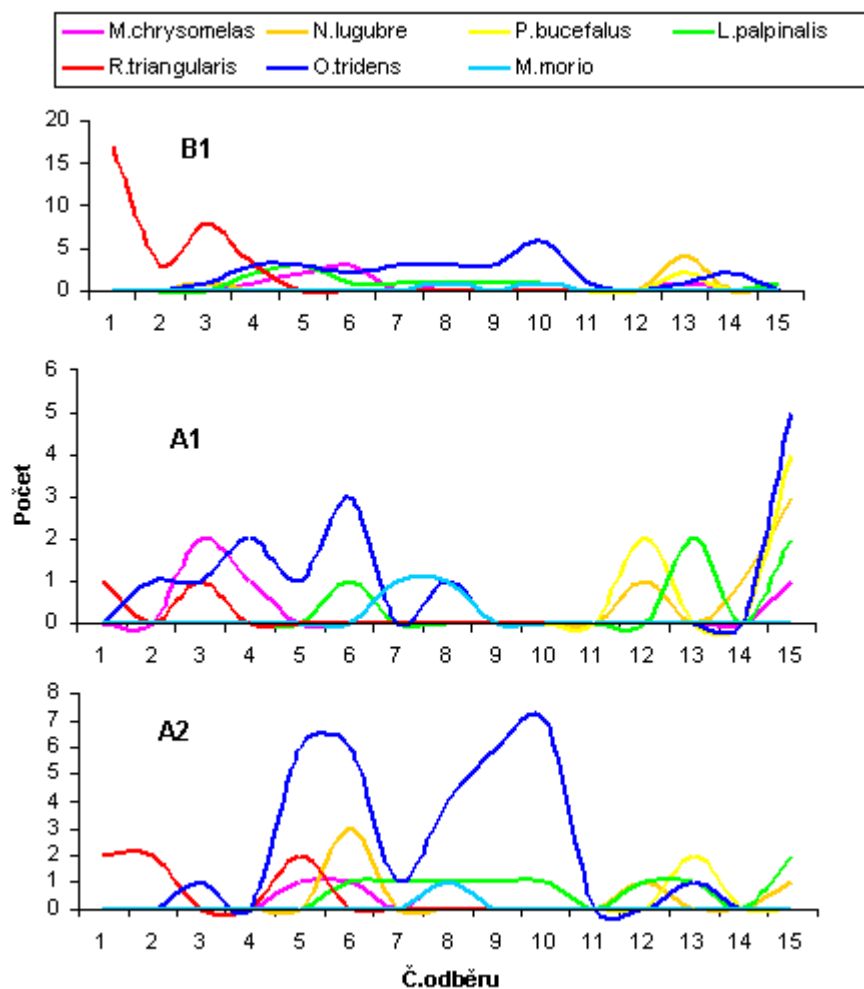
Graf 10: Srovnání jednotlivých druhů stonožek bez digging-in efektu - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.

Sekáči

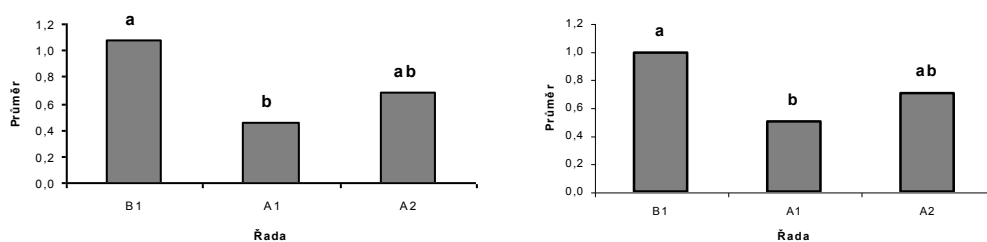
Celkový počet sekáčů chycených za 2 roky byl 188 jedinců. V lovné řadě B1 bylo chyceno 92 kusů, v řadě A1 38 a v A2 bylo 58 jedinců (tab. 8). Z tohoto počtu patřilo 154 kusů k čeledi *Phalangiidae* a 34 kusů k čeledi *Nemastomatidae*. Ostatní čeledi sekáčů nebyly určovány. Celkově u sekáčů, stejně jako u druhu *Rilaena triangularis*, můžeme prokázat rozdíly mezi řadou B1 a A1 (graf 12 a 13). Za povšimnutí stojí větší počet jedinců různých druhů v 15. odběru řady A1 (graf 11). Druhy *Lophopilio palpinalis* a *Oligolophus tridens* se statisticky neliší. U čeledi *Nemastomatidae* se odběry také nelišily. Ostatní druhy sekáčů (*Mitostoma chrysomelas*, *Nemastoma lugubre*, *Platybunus bucephalus* a *Mitopus morio*) nebyly pro malý počet jedinců statisticky vyhodnocovány.

Tab. 8: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů sekáčů chycených do sledovaných řad - celkové součty s digging-in efektem (DE) a součty bez DE. Horní indexy u počtů jedinců naznačují signifikantní rozdíly mezi úlovky daného druhu z jednotlivých linií/let.

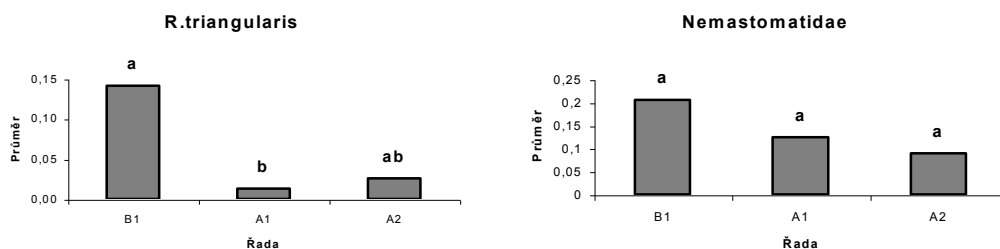
Druh	s DE					bez DE				
	B1	A1	A2	F	p	B1	A1	A2	F	P
<i>M. chrysomelas</i>	10 ^a	4 ^a	3 ^a	2,17	0,12	10 ^a	4 ^a	3 ^a	2,19	0,11
<i>N. lugubre</i>	7 ^a	5 ^a	5 ^a	0,12	0,88	7 ^a	5 ^a	5 ^a	0,12	0,88
<i>P. bucephalus</i>	4 ^a	6 ^a	2 ^a	0,78	0,46	4 ^a	6 ^a	2 ^a	0,78	0,46
<i>L. palpinalis</i>	11 ^a	5 ^a	9 ^a	1,05	0,35	11 ^a	5 ^a	9 ^a	1,06	0,35
<i>R. triangularis</i>	31 ^a	2 ^b	6 ^b	6,32	0,00	11 ^a	1 ^b	2 ^{ab}	3,68	0,03
<i>O. tridens</i>	27 ^a	14 ^a	32 ^a	1,82	0,16	27 ^a	13 ^a	32 ^a	2,10	0,13
<i>M. morio</i>	2 ^a	2 ^a	1 ^a	0,20	0,82	2 ^a	2 ^a	1 ^a	0,20	0,82
Celkem	92 ^a	38 ^b	58 ^{ab}	5,40	0,01	72 ^a	36 ^b	54 ^{ab}	2,83	0,06



Graf 11: Vývoj počtu chycených druhů sekáčů v odběrové řadě B1, A1 a A2.



Graf 12: Srovnání součtů druhů dvou čeledí sekáčů (*Phalangidae* a *Nemastomatidae*) - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. První graf s digging-in efektem, druhý bez digging-in efektu (bez prvních dvou odběrů). Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.



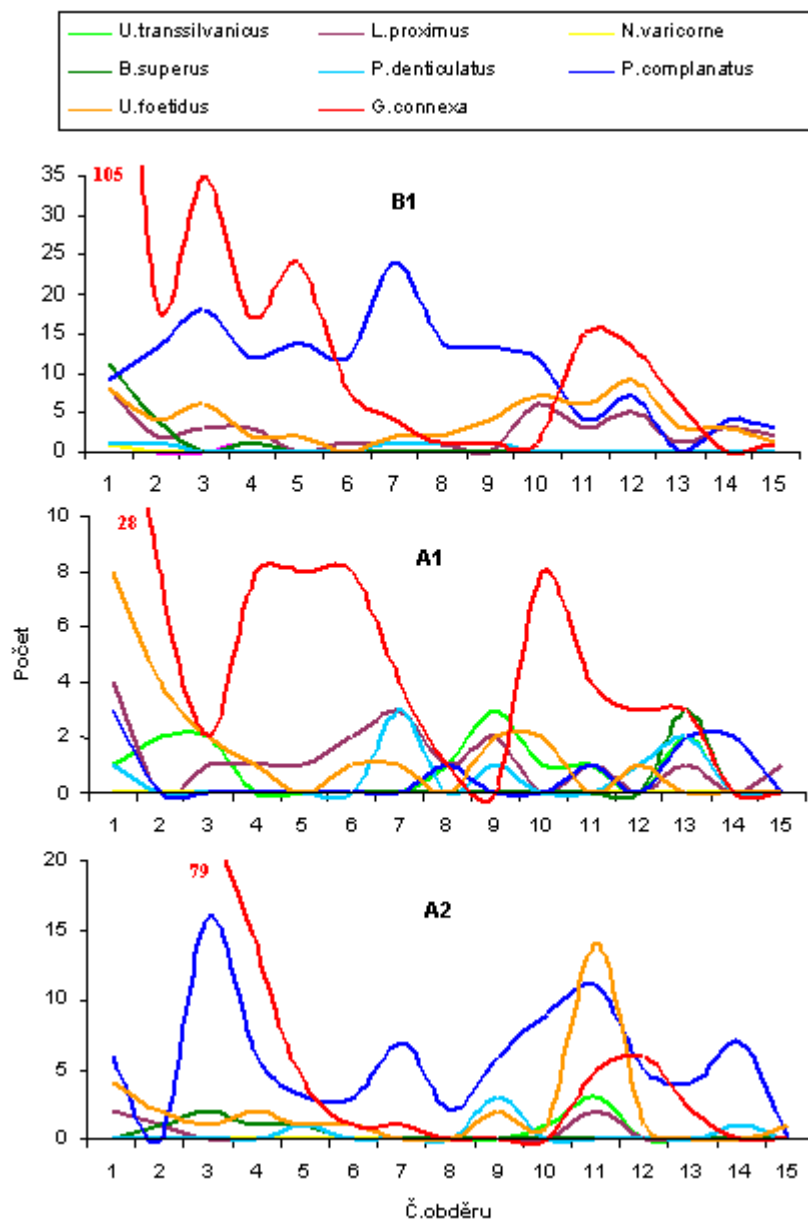
Graf 13: Srovnání jednotlivých druhů sekáčů bez digging-in efektu - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.

Střevlíci

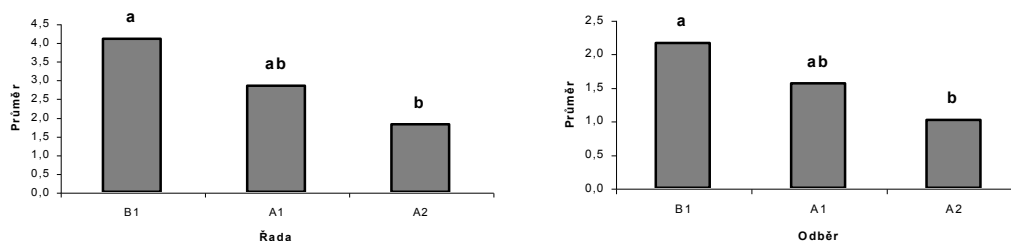
Střevlíků bylo chyceno 793 kusů. V řadě A2 bylo o polovinu jedinců méně než v řadě B1 (tab. 9). Střevlíci jako celek se liší v řadách B1 a A2. I při odečtení digging-in efektu jsou statistické rozdíly mezi řadami významné (graf 15). U druhu *Abax pallellepipedus* se odlišovala pouze řada A1 (graf 16). Zajímavé jsou výsledky u druhu *Carabus ullrichi*, který byl chytán pouze u prvních dvou odběrů. Při jejich odečtení nezůstává v datech ani jediný kus. Podobné rozložení početností bylo zaznamenáno u druhu *Platynus assimilis*. Rozdílná řada B1 byla zaznamenána pouze u druhů *Pterostichus melanarius* a *Pterostichus oblongopunctatus*. Bez jakéhokoli vlivu zůstávají druhy *Abax parallelus*, *Carabus coriaceus* a *P. assimilis*. Digging-in efekt splývá s jarní aktivitou některých druhů střevlíků (grafy 14). Zvláště to platí pro druhy *C. ullrichi* a *P. oblongopunctatus*.

Tab. 9: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů střevlíků chycených do sledovaných řad - celkové součty s digging-in efektem (DE) a součty bez DE. Statisticky vyhodnocovány byly pouze zvýrazněné druhy. Horní indexy u počtů jedinců naznačují signifikantní rozdíly mezi úlovkami daného druhu z jednotlivých linií/let.

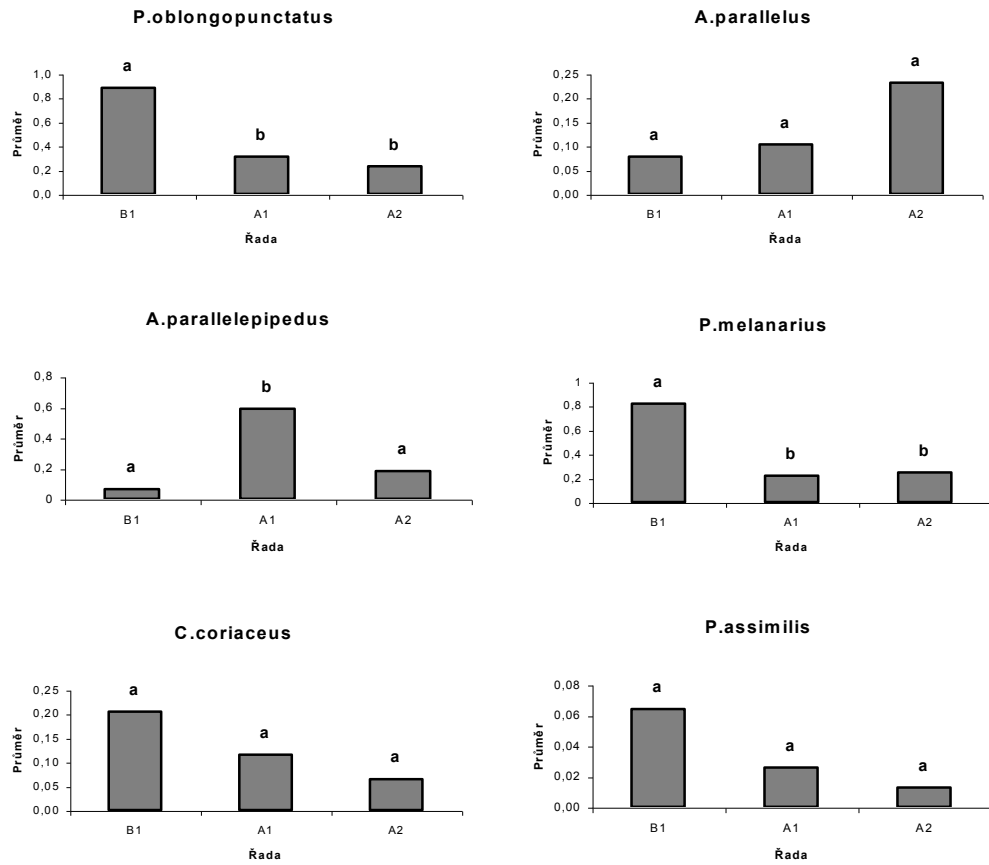
Druh	s DE					bez DE				
	B1	A1	A2	F	P	B1	A1	A2	F	p
<i>Abax parallelepipedus</i>	6 ^a	53 ^b	18 ^a	11,80	0,00	5 ^a	46 ^b	14 ^a	10,60	0,00
<i>Abax parallelus</i>	15 ^a	11 ^a	29 ^a	3,02	0,05	6 ^a	8 ^a	18 ^a	2,75	0,07
<i>Bembidion lampros</i>	0	1	0			0	1	0		
<i>Carabus coriaceus</i>	17 ^a	9 ^a	7 ^a	1,33	0,27	16 ^a	9 ^a	5 ^a	1,55	0,22
<i>Carabus granulatus</i>	2	0	1			2	0	1		
<i>Carabus scheidleri</i>	1	6	0			0	5	0		
<i>Carabus ullrichi</i>	8 ^a	55 ^b	16 ^a	4,17	0,02	0 ^a	0 ^a	0 ^a	x	x
<i>Carabus violaceus</i>	0	2	1			0	1	1		
<i>Cychrus caraboides</i>	2	1	0			1	0	0		
<i>Lebia chlorocephala</i>	0	2	0			0	2	0		
<i>Leistus ferrugineus</i>	0	1	0			0	1	0		
<i>Molops elatus</i>	1	0	0			1	0	0		
<i>Notiophilus palustris</i>	0	2	1			0	2	1		
<i>Platynus assimilis</i>	22 ^a	9 ^{ab}	1 ^b	3,41	0,03	5 ^a	2 ^a	1 ^a	1,10	0,33
<i>Poecilus cupreus</i>	4	1	4			4	1	1		
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	1	3	2			1	2	1		
<i>Pterostichus melanarius</i>	76 ^a	29 ^b	22 ^b	6,77	0,00	64 ^a	17 ^b	19 ^b	6,60	0,00
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	219 ^a	68 ^b	62 ^b	7,03	0,00	69 ^a	24 ^b	18 ^b	6,49	0,00
<i>Stomis pumicatus</i>	0	1	0			0	0	0		
<i>Synuchus vivalis</i>	0	0	1			0	0	1		
Celkem	374 ^a	254 ^{ab}	165 ^b	4,34	0,01	174 ^a	121 ^{ab}	81 ^b	4,79	0,00



Graf 14: Vývoj počtu chycených druhů střevlíků v odběrové řadě B1, A1 a A1.



Graf 15: Celkové srovnání všech druhů střevlíků - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. První graf s digging-in efektem, druhý bez digging-in efektu (bez prvních dvou odběrů). Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.



Graf 16: Srovnání jednotlivých druhů střevlíků bez digging-in efektu - odběry ze tří řad a jejich statistické porovnání. Průměr znamená průměrný počet jedinců na past.

Diskuse

Metoda

Abych zhodnotil metodu a její ovlivnění našich výsledků, projdu jednotlivé faktory, jak je uvádí ve své práci Adis (1979) a aplikuji ji na náš případ:

Klima je hlavním faktorem, kterým můžeme vysvětlit meziroční rozdíly. Greenslade (1964) prokázal korelaci mezi velikostí úlovku a teplotou. Každou sezónu je průběh teploty a vlhkosti vzduchu rozdílný. Proto srovnáváme řadu A1 a B1, abychom podchytili tuto skutečnost.

Vegetace a její přítomnost či nepřítomnost v okolí pasti může ovlivnit výsledky. Při zakopávání pastí dochází k narušení půdního povrchu a odstranění vegetace. Tento fakt jsme se snažili podchytit odstraněním prvních dvou odběrů z výsledků v rámci eliminace digging-in efektu. Doufáme, že měsíc od instalace pasti je půda v okolí už ulehlá a dostatečně „srostlá“ s okolím.

Na zkoumané ploše jsme zaznamenali **nerovnosti terénu**. Jedná se o mělkou depresi - meliorační kanál. Jednu past z každé řady jsme umístili do tohoto kanálu. Také ostatní pasti jsme se snažili umístit tak, aby každá z pastí v jedné řadě měla svůj protějšek v řadě druhé (světelné podmínky, vzdálenost od kmene stromu atd.).

Průměr naší pasti je 7 cm. Adis (1979) uvádí jako optimální průměr 5,6 cm, Work s kolegy (2002) doporučují 11 cm. Myslím, že 7 cm je ideální velikost zapadající do intervalu těchto dvou autorů.

Tvar pasti jsme zvolili kruhový, jednak pro opakované použití ve srovnatelných studiích a jednak pro dostupnost materiálu (zavařovací sklenice a plastový kelímek).

Instalace pastí proběhla tak, aby okraj pasti nevyčníval nad půdním povrchem, ale naopak tvořil mírný trychtýř. Obě řady byly vedeny paralelně, protože jsme brali v potaz i vzdálenost jednotlivých pastí od okraje lesa a břehu řeky Moravy.

Kryt pasti tvořil čtverec z pletiva, který zabránil padání listů a případně i obojživelníků do pasti. Vyplavení dešťovou vodou v tomto případě nehrozilo, protože hustý zápoj stromů, celkově normální úhrny srážek i dostatečně častá kontrola pastí umožňovaly udržovat hladinu tekutiny na patřičné úrovni. Navíc díky pletivu můžeme vyloučit ovlivnění světelných a teplotních podmínek v pasti, ke kterým by došlo při použití stříšky.

Konzervační tekutinou byl v našem případě 4% formaldehyd. Rozsah optimální koncentrace formaldehydu se uvádí od 3 do 10 %. Zvolili jsme nižší hodnoty, protože pro brouky může jeho vyšší koncentrace působit jako atraktant a pro sekáče jako repelent (Pekár 2002). Navíc činí členovce křehkými pro další manipulaci.

Chování živočichů a jejich reakci na kontakt s pastí budeme samozřejmě jen těžko ovlivňovat. Přesto jsme se pokusili zvýšit chytací schopnost pastí přidáním naváděcí plechové stěny. Jedna studie uvádí, že čím je stěna delší, tím je větší úlovek brouků (Hansen 2005). Použití těchto bariér bylo vynuceno jejich nezbytností v předchozí studii (Hora 2008), která využívala materiál z linie A1.

Optimální **počet pastí** pro kvalitní poznání druhového spektra bývá 24 až 36 (Adis 1979). Jelikož jsme neměli potřebu studovat druhovou diverzitu, ale zajímala nás pouze abundance jednotlivých druhů, byl počet pastí (12) dostatečný.

Ward s kolegy (2001) porovnával různé **vzdálenosti mezi pastmi** a zjistil, že pasti vzdálené od sebe 5 a 10 m měly větší počty brouků než pasti vzdálené 1 m. I z tohoto důvodu jsme volili vzdálenost 10 metrů. Ideální vzdálenost pastí je specifická dle pohybových schopností jednotlivých skupin a druhů (Southwood 1992 in Knapp 2007). Nejlepší **materiál**, ze kterého může být past vyrobena, je dle Luffa (1975) sklo. My jsme ovšem z důvodů snazší manipulace s pastmi při výběru použili plastové kelímky, protože v naší práci jde hlavně o srovnání, nikoliv o absolutní počty.

Únik živočichů z pastí nebyl nijak technicky řešen, jeho pravděpodobnost souvisela s rychlostí utonutí a schopností z pastí vylézt. Ty mohou být pro různé skupiny různé.

Digging-in efekt byl v datech zohledněn odebráním prvních dvou odběrů. Více o digging-in efektu v diskusi níže v textu.

Jako **refugium** mohly pasti fungovat pouze s ohledem na vlhkost. Refugium teplotní nebo světelné nepřichází v úvahu, protože past nebyla zakryta stříškou, ale pletivem.

Interval odběru byl 14 dní. Pro past s fixačním roztokem se uvádí jako vhodný interval 2 až 4 výběry měsíčně (Adis 1979), tento požadavek jsme dodrželi.

Abychom mohli srovnávat jednotlivé řady, je potřeba objasnit si, jaké jsou rozdíly mezi řadami. Rozdíly v řadě A1 a B1 jsou ovlivněny převážně klimatem a pozicí linie, rozdíly mezi A1 a A2 jsou ovlivněny délkou expozice a různým klimatem v jednotlivých letech a rozdíly mezi A2 a B1 jsou ovlivněny délkou expozice a pozicí linie. Délkou expozice rozumíme rozdíl v pasti, která chytá první rok s pastí, která chytá druhý rok. Vlastně je to námi hledaný vliv vylovení. Za pojmem meziroční rozdíly se ukrývá hlavně vliv klimatu, který hraje největší roli při srovnávání dvou různých let.

Poslední nezávislou proměnnou je vliv pozice, tedy rozdíl ve stanovištních faktorech dvou 30 m od sebe vzdálených řad.

Druhy

Stejnonožci

Nejčastěji chytaným stejnonožcem byl druh *T. rathkii*, který svými vysokými počty ovlivnil i celkové výsledky pro stejnonožce. V druhém roce bylo na obou liniích chyceno signifikantně více jedinců než v linii A1, což spíše naznačuje vliv klimatu na fluktuace velikosti populace. Naproti tomu změny v abundanci *L. hypnorum* byly způsobeny převážně vlivem pozice linie. Vyhodnotit změny v početnosti druhů *H. riparius* a *P. conspersum* je problematické. Buď se jedná o vylovení (vliv délky expozice), nebo o kombinaci vlivu pozice a rozdílů mezi roky. Řada B1 měla významně vyšší úlovek než řada A1, přičemž v řadě A2 byl úlovek středně velký (tj. mezi A1 a B1). Nemůžeme tedy určit, jestli se jedná o vliv vylovení nebo o kombinaci vlivu pozice a meziročního rozdílu. Z grafu vývoje početnosti se zdá, že *L. hypnorum* je druh s jarní aktivitou. Tento druh má docela nízkou schopnost kompetice (Scheu a Schaefer 1998). Jarní aktivita by tedy mohla být adaptací na vyhnutí se kompetičně silnějším druhům, jejichž zvýšená aktivita byla zaznamenána na přelomu července a srpna (graf 2). Kompetice hraje roli i u dvou druhů rodu *Porcelium*. Frankenberger (1959) uvádí, že *P. collicola* se jen zřídka vyskytuje současně s *P. conspersum*. V našem případě se oba druhy vyskytovaly pospolu, s převahou *P. conspersum*, který se zdá být konkurenčně zdatnější. *P. collicola* je v našich podmínkách typický spíše pro městské prostředí (Riedel a kol. 2009). Zajímavá je absence druhu *H. riparius* v odběrové řadě A1. Vysvětlení můžou být dvě: a) Zemní pasti zřejmě nepostihnou všechny druhy v prostředí, i když jsou docela hojně zastoupeny – hlavně druhy hemiedafické (obývající svrchní vrstvy půdy). b) Fluktuace početnosti druhu je tak velká, že některý rok jsou chytány jen s minimálními počty. Osobně se přikláním k druhé variantě. K tomu ovšem musím zmínit poznámku v bakalářské práci Štrichelové (2008), že *H. riparius* má slabou vazbu na faktor teploty, a tak klima asi nebude hlavním faktorem této fluktuace. Digging-in efekt byl pozorován jen u jednoho druhu (*P. conspersum*) v jedné odběrové řadě (A1). Nižší počty *T. rathkii* v řadě A1 by se daly vysvětlit částečně teplotou, kdy od srpna do konce roku 2007 by průměrná měsíční teplota vždy

nižší než v roce 2008. Od ledna do srpna 2007 však byla teplota vyšší, ale na početnosti to znát není. Částečně to můžeme pozorovat i u ostatních druhů stejnonožců. Také množství srážek má jistě vliv, protože podle Jandové (2006) existuje výrazný nárůst abundance při srážkovém úhrnu vyšším než 100 mm. Průběh srážek se zdá být vyrovnaný, až na poněkud sušší léto 2007, které mohlo způsobit nárůst početnosti stejnonožců v létě 2008.

Mnohonožky

Mnohonožky jako celek vykazovaly jenom vliv pozice, stejně jako druhy *L. proximus* a *U. foetidus*. U druhu *P. complanatus* se od sebe statisticky odlišovaly všechny řady. V roce 2007 (řada A1) bych nachytán nejmenší počet. O rok později bylo v téže řadě (A2) chyceno asi dvakrát více jedinců. Ve srovnávací řadě B1 však bylo chyceno ještě dvakrát více mnohonožek než v řadě A2. Je to vliv vylovení, pozice nebo meziročního rozdílu klimatu? Rozhodnutí není jednoznačné, ale lze spekulovat o součtu vlivu vylovení a kolísání velikosti populace (fluktuaace abundance díky klimatu => A2 by měla být stejně vysoká jako B1; ale je nižší => vylovení). Podobný vývoj grafu má *G. connexa*, kde se řada A2 neliší od ostatních řad, přičemž řady A1 a B1 se navzájem odlišují. Statisticky stejně vyšel druh *U. transsilvanicus*, ale graf je poněkud odlišný. Řada A1 má nejvyšší a řada B1 nejnižší počty. V tomto případě by se jednalo o opačný efekt vylovení, tedy kdy odchyt živočichů v prvním roce způsobí nárůst populace v roce následujícím. I s ohledem na ostatní druhy mnohonožek je to dost nepravděpodobné. Pravděpodobně se jedná o kombinaci vlivu pozice a délky expozice. U několika druhů můžeme vidět náznak digging-in efektu, který může být u druhu *B. superus* vysvětlen i jarní aktivitou (Lang 1954).

Stonožky

Pro stonožky byl potvrzen vliv pastí na vylovení (délka expozice), kdy úlovky v druhém roce byly evidentně menší, přestože ve vedlejší linii čerstvých pastí (B1) byly úlovky dostatečně vysoké. Stejně to platí i pro druh *L. forficatus*. Musíme ale upozornit, že tento druhu byl v odběrové řadě A2 zastoupen pouze jedním jedincem. U druhu *L. microps* byl pouze vliv pozice pastí. Mezi stonožkami byl v pastech nejčastější druh *L. mutabilis*. Tento druh je také jeden z nejhojnějších v České republice. Je nutné se také zmínit o stonožkách z řádu Geophilomorpha, které jsou vázány na hlubší vrstvy půdy, tudíž jsou v zemních pastích velice málo zastoupeny (Tajovský 2006). V našem vzorku

se jedná o *C. flavidus* a *G. electricus*. Mírně zvýšená aktivita byla pozorována v srpnu a září. *L. forficatus* je aktivní zejména při vyšších teplotách, stejně jako *L. mutabilis*, kterému ale nevadí ani teploty pod 0 °C (Pavelková 2008). Klimatické rozdíly mezi roky 2007 a 2008 se však v početnostech stonožek nijak výrazně neprojevíly.

Sekáči

Druh *R. triangularis* by mohl naznačovat vliv vylovení, ale nemůžeme vyloučit také vliv pozice a meziroční rozdíly. Řada B1 a A1 se totiž od sebe signifikantně lišily, přičemž se neodlišovaly od řady A2. Ve výsledku tedy nemůžeme určit, jestli se jedná o vliv vylovení (délky expozice) nebo o kombinaci vlivu pozice a meziročního rozdílu. Stejně nerozhodný výsledek je pro sekáče jako celek. Z grafů vývoje početnosti můžeme vyčíst, že nebyl zaznamenán velký digging-in efekt. Zajímavé je rozložení aktivity některých druhů. Např. *P. bucephalus* a *N. lugubre* měli největší aktivitu na podzim. U grafu řady A1 si můžeme povšimnou nárůstu počtu jedinců v posledním 15. odběru. Vysvětlením by bylo, kdyby v závěru roku 2007 bylo nezvykle teplé období a tudíž větší aktivita. Data o počasí to však nepotvrzují, ba právě naopak (tab. 4). Různé druhy sekáčů mají zřejmě vrchol své aktivity v různou dobu. Druh *M. morio* se vyskytoval nejčastěji uprostřed léta, distribuce druhu *R. triangularis* napovídá o zvýšené jarní aktivitě. Digging-in efekt v tomto případě nemusí hrát až tak velkou roli, protože předpokládám, že tento efekt nevyčtyhá všechny jedince během několika málo odběrů. Po zbývající část roku se totiž neobjevil ani jeden zástupce *R. triangularis*. Počty chycených sekáčů nebyly vysoké. Hlavně je to dáno nízkou přirozenou abundancí taxocenózy, ale není vyloučen ani snadnější únik z pastí pro dlouhonohé druhy sekáčů (Sechterová 1990). Jak už jsem zmínil v úvodu, může formaldehyd působit na sekáče jako repelent, tedy také snižovat počty chycených jedinců (Pekár 2002). Sekáče můžeme rozdělit do dvou skupin podle rozdílné životní strategie. V první skupině jsou druhy, které se vyskytují po celou sezónu. Tam patří většina (*P. bucephalus*, *M. morio*, *O. tridens*, *L. palpinalis*) sekáčů s užším vztahem k lesnímu prostředí, menší adaptační schopností, stabilním životním cyklem a delším vývojem. Do druhé skupiny v našem případě patří jen *N. lugubre*. Jedná se o druh, který je aktivní pouze v době rozmnožování, pak umírá. Má větší adaptační plasticitu, krátký vývojový cyklus, rychle se přizpůsobuje změnám prostředí, proto může žít i mimo les. U skupiny kam patří *N. lugubre* je obtížné stanovit faktor, který ovlivňuje změnu početnosti. V některých sezónách se objevují vzácně, jindy ve velkém množství (Sechterová 1990).

Střevlíci

Střevlíci jako celek potvrdili naši domněnku o vlivu vylovení (délky expozice), pro jednotlivé druhy to však průkazné nebylo. U druhu *A. parallelepipedus* byl rozdíl pouze meziroční, bez vlivu pozice. Vliv pozice byl zaznamenán pouze u druhů *P. melanarius* a *P. oblongopunctatus*. Bez jakéhokoli vlivu zůstávají druhy *A. parallelus* a *C. coriaceus*. U druhu *P. assimilis* by se vliv vylovení (délky expozice) potvrdil jedině kdybychom neodečetli první dva odběry. Přestože se digging-in efekt zdá být bezvýznamný, počítali jsme výsledky až od třetího odběru. Většina chycených druhů patří k větším střevlíkům. Lang (2000) vyslovil domněnku, že pravděpodobnost úniku z pasti může korelovat s tělesnou hmotností živočicha. Proto může být zaznamenán menší počet menších druhů, než odpovídá skutečnosti. Velké druhy střevlíků více běhají po půdním povrchu než menší druhy, které spíše přelétávají (Blake a kol. 1994). Nejen druhově specifické vlastnosti mají vliv na úlovek, ale hlavně faktory prostředí. Může to být teplota, vlhkost a jiné klimatické faktory, ale také to může být vegetační kryt, členitost terénu, potravní nabídka apod. Teplota je kritickým faktorem pro mnoho skupin bezobratlých (Benckiser 1997). Ovšem když se Spence (1994) snažil získat nějakou jednoduchou funkci mezi teplotou a aktivitou střevlíků, narazil na problém diapauzy. Sroka (2006) uvádí vlhkost půdy jako nejdůležitější faktor, který má vliv na střevlíky. V létě při vysokých teplotách klesá vzdušná vlhkost a střevlíci přestávají aktivovat. V našich datech se nějaký výrazný pokles, který by se dal vysvětlit diapauzou, nevyskytuje. Zajímavý je vývoj početnosti u druhu *C. ullrichi*, kde jsou jedinci zastoupeni ponejvíce v prvních dvou odběrech. Jen stěží můžeme odlišit, jestli jde pouze o digging-in efekt, nebo o skutečnost, že se jedná o druh s jarním typem rozmnožování. Jarní typ rozmnožování mají i druhy *P. assimilis*, *A. parallelus* a *P. oblongopunctatus* (Dedek 2004). Všechny tyto druhy mají největší aktivitu na jaře, což je také patrné na grafu 14. Např. *P. assimilis* byl chytán jen v prvních třech odběrech. Předpokládám, že jde o kombinaci digging-in efektu a zvýšené jarní aktivity. Larsson střevlíky rozdělil na jarní a podzimní typy již v roce 1939. Podobně s ohledem na roční období rozdělil střevlíky Lindroth i Greenslade (Lindroth 1949, Greenslade 1965 in Novák 1979). Většina chycených druhů byla jarního typu. Již zmiňovaný Larsson (1939 in Novák 1980) poukazoval na soustředění jarních druhů ve vlhkých biotopech. Existují totiž možné modifikace periodičnosti vývoje pod tlakem vnějších podmínek. Tak například v lesích se složitějšími vlhkostními poměry, na místech periodicky

zaplavovaných nebo s pravidelným pohybem hladiny spodní vody dochází v místních populacích k maximálnímu rozvoji pohybové hustoty v jiném čase než u populace vodou neovlivněné (Novák 1980). Jinými slovy dochází k posunu aktivity jarních druhů do léta. Mnoho druhů střevlíků ukazuje na možnost sezónní migrace. Platí to hlavně pro migraci z otevřených polních ploch do zimních refugií (Benckiser 1997).

Téměř u všech sledovaných skupin členovců si můžeme všimnout zvýšené aktivity v prvních odběrech a to zvláště u řady A1. Mohlo by jednat o digging-in efekt. Skutečnost, že je zde efekt větší než v řadě A2, je pochopitelná, protože pasti v řadě A2 jsou zakopány již druhým rokem a tudíž dostatečně srostlé s okolím. Proč se však stejně velký digging-in efekt neprojevil v řadě B1, kde byly v roce 2008 pasti také čerstvě zakopány? V lesních ekosystémech vznikají občas na některých místech zvláště příznivé životní podmínky pro dočasné soustředění populací některých druhů (Špicarová 1978). Příkladem můžou být místa pro zimování, vlhkostní refugia atd. Ne vždy proto musí větší počet jedinců v prvních odběrech značit digging-in efekt. Zajímavé je třeba srovnání distribuce střevlíků během roku. V grafu 14 na první pohled zaujmou velké počty chycených jedinců druhu *P. oblongopunctatus* v prvních třech odběrech. Jedno z vysvětlení může být to, že se jedná o malý druh, jehož disperzita může během odlovování klesat. Velké druhy střevlíků totiž naběhají po lese větší vzdálenosti, tudíž mají větší šanci kontaktu s pastí. Ricken a Raths (1996) zkoumali pomocí telemetrie druh *C. coriaceus* a zjistili, že jedinec během 12 hodin dokáže urazit až 50 metrů. Na druhou stranu je to jeden z mála chycených druhů, který umí létat (Dedek 2004). Stejně vysoké počáteční stavy má i *C. ullrichi*. U něho by se počty daly vysvětlit jeho preferencí k světlejším stanovištím, tudíž při olistění stromů v lese mění stanoviště. Tato teorie mě napadla při četbě práce Nováka (1977, str. 22), který píše: „Nedostatek světla pod nově olistěnými sazenicemi vytlačil jarní druhy na volný okraj lesní školky.“ Zdá se mi to ale velmi málo pravděpodobné a nejspíše se bude jednat o digging-in efekt. Otázkou zůstává, proč se digging-in efekt neprojevil i u ostatních druhů střevlíků. Vysvětlení může spočívat v rozlišení digging-in efektu od zvýšené jarní aktivity. Hodně skupin půdních členovců má největší aktivitu na jaře (Jeřábková 2006). Proto se v první polovině roku chytají hlavně jarní druhy střevlíků (Novák 1977). Kdybychom chtěli studovat druhy s jarní aktivitou, doporučuji zakopat pasti již v zimě nebo ještě lépe na podzim.

Reakce zvířat na změnu jednotlivých faktorů nemusí být okamžitá, ale může být s časovým zpožděním. Například mláďata sekáčů jsou citlivější na mikroklima než dospělí jedinci. Je proto dobré hledat příčiny vzestupu a poklesu početnosti populace v předešlém období – v období vývoje mláďat (Sechterová 1990). Rozdílné mikroklima může v tomto případě představovat problém, protože různý zápoj korun stromů, odlišná struktura nebo složení vegetace činí lesní mikroklima a disperzi populací u jednotlivých druhů mnohem složitější, většinou mozaikovitou (Novák 1977).

Disperzi jednotlivých druhů ovlivňují i biotičtí činitelé jako predátoři, dostupnost potravy nebo počet mláďat (Novák 1977). Počet jedinců může být ovlivněn dostupností zdroje, kdy větší abundance druhů, znamenají větší aktivitu k jeho nalezení (intraspecifická kompetice). I při nízké hustotě populace může druh vyvíjet zvýšenou aktivitu v rámci interspecifické kompetice (Sechterová 1990). Lovění některých druhů predátorů do zemních pastí může mít za následek nejenom redukcí jejich početnosti, ale naopak nárůst početnosti kořisti. Například z nejdůležitějších predátorů mladých stejnonožců je stonožka *L. forficatus* (Sunderland a Sutton 1980). Stonožky jsou zase chytány hlavně střevlíky a drabčíky (Snider 1984 in Benckiser 1997). V této souvislosti stojí za povšimnutí prokazatelný úbytek počtu stonožek a zároveň nárůst počtu stejnonožců ve druhém roce. Warburg (a kol. 1984 in Benckiser 1997) však uvádí, že největší mortalitu stejnonožců způsobují klimatické faktory a nikoliv predátoři.

Závěr

Chtěli jsme zjistit, jestli má odběr epigeonu do zemních pastí vliv na jejich početnost. Zajímalo nás, jak zemní past ovlivňuje populace půdních živočichů a jestli dochází k jejich vylovování z prostředí. Odpovědět na tyto otázky je důležité, protože mnoho pomůžou při interpretaci dat získaných ze zemních pastí, ale také mohou být vodítkem např. při povolování použití těchto pastí ve zvláště chráněných územích.

Výzkum probíhal v CHKO Litovelské Pomoraví v tvrdém lužním lese na břehu řeky Moravy u Lovecké chaty. V roce 2007 jsme instalovali šest klasických zemních pastí v jedné řadě (řada A) ve sponu 10 m. V roce 2008 jsme o 30 m dále instalovali druhou linii (řada B) zemních pastí. Srovnávat jsme tak mohli úlovky z řady A z prvního roku (A1) a z druhého roku (A2) a také z druhé linie (B1). Rozdíly v úlovku A1 a B1 jsou ovlivněny převážně klimatem a pozicí linie, rozdíly mezi A1 a A2 jsou ovlivněny délkou expozice a klimatem a rozdíly mezi A2 a B1 jsou ovlivněny délkou expozice a pozicí linie. Vliv pozice linie jsme považovali za zanedbatelný.

4841 determinovaných jedinců patřilo do pěti modelových skupin: suchozemští stejnonožci (53,5 %), mnohonožky (21 %), střevlíci (16,5 %), stonožky (5 %) a sekáči (4 %). Ze získaných dat bylo potřeba odfiltrovat tzv. digging-in efekt, proto jsme vyloučili první dva odběry od každého druhu. Ke statistickému zhodnocení jsme použili jednocestnou ANOVu a Tukey-Kramer test. Z vybraných skupin se potvrdil vliv pastí na vylovení (neboli vliv délky expozice) u střevlíků a stonožek. U sekáčů nelze rozlišit, jestli jde o vliv vylovení nebo kombinaci vlivů pozice a meziročního rozdílu. Stejný problém rozlišení se vyskytuje i u některých druhů jako *Rilaena triangularis* u sekáčů, *Hyloniscus riparius* a *Porcellium conspersum* u stejnonožců nebo *Unciger transsilvanicus* a *Glomeris connexa* u mnohonožek. S určitostí můžeme vliv vylovení prokázat u stonožky *Lithobius forficatus*. Vliv pozice byl zaznamenán u střevlíků *Pterostichus oblongopunctatus* a *Pterostichus melanarius*, u stonožky *Lithobius microps*, stejnonožce *Ligidium hypnorum* a mnohonožek *Leptoiulus proximus* a *Unciger foetidus*. Mnohonožky jako celek vykazovaly také pouze vliv pozice. Naopak bez vlivu pozice a jen s rozdílem mezi roky byl stejnonožec *Trachelipus rathkii*, který svými vysokými počty ovlivnil i stejný celkový výsledek všech stejnonožců dohromady. Stejný výsledek byl zaznamenán ještě u střevlíka *Abax parallelepipedus*.

Z uvedených výsledků vyplývá, že problematika vlivu pastí na vylovení je u různých skupin různě velká. Prokazatelný vliv byl zjištěn u stonožek a střevlíků. U

ostatních skupin si tím nemůžeme být jistí. Kdybychom chtěli detailně zkoumat vlivy vylovení, museli bychom zahrnout i mnohdy složité populační dynamiky a potravní vztahy. To je však nad rámec této diplomové práce. Závěrem tedy můžeme konstatovat, že vliv zemních pastí na vylovení nelze přehlížet. Je však potřeba provést podrobnější studie zaměřené na jednotlivé skupiny. Tato práce podává jen stručný náhled na skupiny epigeonu a ukazuje nám, pro které skupiny může vylovení představovat problém. Doporučuji vliv vylovení zkoumat u každé skupiny zvlášť a pro každou skupinu upravit design pasti. Důležité je také vypořádat se s digging-in efektem a jeho rozlišením od zvýšené jarní aktivity. Řešením je včasné zakopání pastí. Co se týče povolování používání zemních pastí v chráněných územích, nepředstavuje tato metoda pro půdní faunu existenční ohrožení. Přesto však doporučuji omezit dobu jejich používání na nezbytné minimum. Větší ohrožení vidím u drobných obratlovců, kteří často končí utopení na dně pasti. Nutnou podmínkou tedy je zabezpečení pasti proti vniknutí žab, čolků, mloků, ale i drobných savců.

Literatura

- Adis, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger* 202: 177-184.
- Benckiser, G. 1997. *Fauna in Soil Ecosystems: Recycling Processes, Nutrient Fluxes, and Agricultural Production*. New York, 414 s.
- 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.
- ČHMÚ 2009. Informace o klimatu. <http://www.chmi.cz/meteo/ok/infklim.html>, aktualizováno 23. 1. 2009, citováno 9. 7. 2009.
- Dedek, P. 2004. Vliv mýcení lužního lesa na střevlíkovité brouky (Coleoptera: Carabidae). Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 41 s.
- Demek, J. (ed.) 1987. *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR*. Academia, Praha, 584 s.
- Digweed, S.C., Currie, C.R., Carcamo, H.A., Spence, J.R. 1995. Digging out the "digging-in effect" of pitfall traps: Influences depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pedobiologia* 39: 561-576.
- Frankenberger, Z. 1959. *Fauna ČSR, 14. Stejnonožci suchozemští (Oniscoidea)*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 215 s.
- Greenslade, P.J.M. 1964. Pitfall Trapping as a Method for Studying Populations of Carabidae (Coleoptera). *The Journal of Animal Ecology* 33: 301-310.
- Hansen, J.E., New, T.R. 2005. Use of barrier pitfall traps to enhance inventory surveys of epigeic Coleoptera. *New Journal of Insect Conservation* 9: 131-136.
- Heath, M., Humphrey, M., MacDonald, K., Petit, S., Gibbs, J. 2003. Differences in invertebrate species diversity and richness between macropitfall and micropitfall traps at robe. *South Australia Nature* 77, No.3/4.
- Hora, P. 2008. Distribuce střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) na lesním ekotonu. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 46 s.
- Jandová, Š. 2006. Dlouhodobé změny ve společenstvech suchozemských stejnonožců lužního lesa (Isopoda: Oniscoidea). Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 65 s.

- Jeřábková, E. 2006. Diurnální aktivita epigeických bezobratlých v prostředí lužního lesa. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 61 s.
- Knapp, M. 2007. Metoda zemních pastí. Diplomová práce. Praha Fakulta lesnická a environmentální. Česká zemědělská universita v Praze, 69 s.
- Koivula, M., Punntila, P., Haila, Y., Niemelf, J. 1999. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forest. *Ecography* 22: 424-435.
- Lang, A. 2000. The pitfalls of pitfalls: a comparison of pitfall trap catches and absolute density of epigeal invertebrate predators in arable land. *Anzeiger für Schädlingskunde* 73: 99-106.
- Lang, J. 1954. Fauna ČSR, 2. Mnohonožky. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 188 s.
- Luff, M.L. 1975. Some Features Influencing the Efficiency of Pitfall Traps. *Oecologia (Berlin)* 19: 345-357.
- Meyer-Rochow, V.B., Liddle, A.R. 2001. Some ecological and ethological observations on *Hendea myersi cavernicola* (Chelicerata: Arachnida: Opiliones), a seeing troglobite. *Natura Croatica* 10: 133-140.
- Niemelä, J., Halme, E., Haila, Y. 1990. Balancing sampling effort in pitfall trapping of carabid beetles. *Entomologica Fennica* 1: 233-238.
- Novák, B. 1965. Abundanzänderungen unserer eldbewohnenden totengräber als folge der dezimierung durch den fallenfang (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium* 19: 99-119.
- Novák, B. 1977. Periodičnosti v pohyblivosti epigeické složky v polních a lesních ekosystémech. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 55: 123-165.
- Novák, B. 1979. Periodičnosti v diurnální aktivitě střevlíkovitých v polním biotopu (Col. Carabidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 63: 149-191.
- Novák, B. 1980. Periodičnosti v diurnální aktivitě populací střevlíkovitých v lesním biotopu (Col. Carabidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 67: 139-186.

- Ožanová, J. 2001. Společenstva mnohonožek (diplopoda) tří různě starých lužních lesů po letní záplavě v roce 1997. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 74 s.
- Paquin, P. 2004. A winter pitfall technique for winter-active subnivean fauna. *Entomological News* 115: 146-156.
- Pavelková, K. 2008. Společenstva stonožek (Chilopoda) vybraných karpatských lokalit. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 56 s.
- Pekár, S. 2002. Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. *Pedobiologia* 46: 539-547.
- Petruška, F. 1969. K možnosti úniku jednotlivých složek epigeické fauny polí z formalinových zemních pastí (Coleoptera). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 31: 99-124.
- Petruška, F. 1987. Fluktuace v populaci střevlíkovitých v agroekosystémech Uničovské roviny v letech 1981 až 1984. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 90: 167-190.
- Phillips, I.D., Cobb, T.P. 2005. Effects of habitat structure and lid transparency on pitfall catches. *Environmental entomology* 34: 875-882.
- Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti ČR 1:500000. *Studia geographica* 16, Geologický ústav ČSAV, Brno, 74 s.
- Ricken, U., Raths, U. 1996. Use of radio telemetry for studying dispersal and habitat use of *Carabus coriaceus* L. *Annales Zoologici Fennici* 33: 109-116.
- Riedel, P., Navrátil, M., Tuf, I.H., Tufová, J. 2009. Terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) and millipedes (Diplopoda) of the City of Olomouc. In: Tajovský, K., Schlaghamerský, J., Pižl, V. (eds.): *Contributions to Soil Zoology in Central Europe III*. Institute of Soil Biology, Biology Centre, ASCR, v.v.i., České Budějovice 125-132.
- Scott, W.A., Anderson, R. 2003. Temporal and spatial variation in carabid assemblages from the United Kingdom Environmental Change Network. *Biological Conservation* 110: 197-210.
- Sechterová, E. 1990. Aktivita a sezónní dynamika populací epigeických pavouků a sekáčů v lesních biocenózách Beskyd (Araneae; Opiliones). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 99: 219-232.

- Scheu, S., Schaefer, M. 1998. Bottom-up control of the soil macrofauna community in a beechwood on limestone: manipulation of food resources. *Ecology* 79: 1573-1585.
- Schmidt, M.H., Clough, Y., Schulz, W., Westphalen, A., Tschardt, T. 2006. Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. *The Journal of Arachnology* 34: 159–162.
- Spence, J.R., Niemelä, J.K. 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist* 126: 881-894.
- Sroka, K., Finch, O.D. 2006. Ground beetle diversity in ancient woodland remnants in north-western Germany (Coleoptera, Carabidae). *Journal of Insect Conservation* 10: 335–350.
- Sunderland, K.D., Sutton, S.L. 1980. A Serological Study of Arthropod Predation on Woodlice in a Dune Grassland Ecosystem. *Journal of Animal Ecology* 49: 987–1004.
- Symondson, W.C., Glen, D.M., Ives, A.R., Langdon, C.H.J., Wiltshire, C.H.W. 2002. Dynamics of the relationship between a generalist predator and slugs over five years. *Ecology* 83: 137-147.
- Šafář, J. a kol. 2003. Olomoucko. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VI., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 456 s.*
- Šilhavý, V. 1956. *Fauna ČSR, 7. Sekáči. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 273 s.*
- Špicarová, N. 1978. Diurnální aktivita brouků v prosevech z tlející vegetace (Coleoptera). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 59: 179-195.
- Štrichelová, J. 2008. Spoločenstvá suchozemských rovnakonožiek na vybraných lokalitách Bílých Karpát. *Bakalárska práca. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 34 s.*
- Šustek, Z. 1983. Směrově orientované zemní pasti pro studium migrací epigeického hmyzu. *Zprávy Čs. společnosti entomologické při ČSAV, Praha, 19, strana 79.*
- Tajovský, K. 2006. Stonožky (Chilopoda) CHKO Kokořínsko. *Bohemia centralis* 27: 209–217.
- Topping, C.J., Sunderland, K.D. 1992. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology* 29: 485-491.

- Tvardík, D. 2001. Epigeická fauna čeledi Carabidae v lužním lese CHKO Litovelské Pomoraví. Časopis Slezského Muzea v Opavě 50: 264-270.
- Uetz, G.W., Unzicker, J.D. 1976. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. The Journal of Arachnology 3: 101-111.
- Ward, D.F., New, T.R., Yen, A.L. 2001. Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. Journal of Insect Conservation 5: 47–53.
- Work, T.T., Buddle, C.H.M., Korinus, L.M., Spence, J.R. 2002. Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: implications for biodiversity studies. Environmental Entomology 31: 438-448.

Přílohy:

Systematické zařazení chycených druhů

Mnohonožky (Diplopoda)

Řád: Glomerida

Čeleď: Glomeridae

Glomeris connexa C. L. Koch, 1847

Řád: Polydesmida

Čeleď: Polydesmidae

Brachydesmus superus Latzel, 1884

Polydesmus complanatus (Linnaeus, 1761)

Polydesmus denticulatus C. L. Koch, 1847

Řád: Julida

Čeleď: Nemasomatidae

Nemasoma varicorne C.L. Koch, 1847

Čeleď: Julidae

Leptoiulus proximus (Němec, 1896)

Unciger foetidus (C. L. Koch, 1838)

Unciger transsilvanicus (Verhoeff, 1899)

Stejnonožci (Isopoda)

Řád: Isopoda

Podřád: Oniscidea

Čeleď: Ligiidae

Ligidium hypnorum (Cuvier, 1792)

Čeleď: Trichoniscidae

Trichoniscus pusillus Brandt, 1833

Hyloniscus riparius (C. Koch, 1838)

Čeleď: Agnaridae

Protracheoniscus politus (C. Koch, 1841)

Čeleď: Trachelipodidae

Trachelipus rathkii (Brandt, 1833)

Porcellium conspersum (C. Koch, 1841)

Porcellium collicola (Verhoeff, 1907)

Střevlíci (Carabidae)

Řád: Coleoptera

Podřád: Adephaga

Čeleď: Carabidae

Abax parallelepipedus (Miller et Mitterpacher, 1783)

Abax parallelus (Duftschmit, 1812)

Bembidion lampros (Herbst, 1784)

Carabus granulatus Linné, 1758

Carabus coriaceus Linné, 1758

Carabus scheidleri (Panter, 1799)

Carabus ullrichi Germar, 1824

Carabus violaceus Linné, 1758

Cychrus caraboides (Linné, 1758)

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

Leistus ferrugineus Linné, 1758

Molops elatus (Fabricius, 1801)

Notiophilus palustris (Duftschmid, 1812)

Platynus assimilis (Paykull, 1790)

Poecilus cupreus (Linné, 1758)

Pseudoophonus rufipes (De Geer, 1774)

Pterostichus melanarius (Illiger, 1798)

Pterostichus oblongopunctatus (Fabricius, 1787)

Stomis pumicatus (Panzer, 1796)

Synuchus vivalis (Illiger, 1798)

Sekáči (Opiliones)

Řád: Opiliones

Podřád: Dyspnoi

Čeleď: Nemastomatidae

Nemastoma lugubre (Müller, 1776)

Mitostoma chrysomelas (Hermann, 1804)

Podřád: Eupnoi

Čeleď: Phalangiidae

Rilaena triangularis (Herbst, 1799)

Lophopilio palpinalis (Herbst, 1799)

Platybunus bucephalus (C. L. Koch, 1835)

Mitopus morio (Fabricius, 1779)

Oligolophus tridens (C. L. Koch, 1836)

Stonožky (Chilopoda)

Řád: Geophilomorpha

Čeleď: Geophilidae

Geophilus electricus (Linnaeus, 1758)

Clinopodes flavidus C.L.Koch, 1847

Řád: Lithobiomorpha

Čeleď: Lithobiidae

Lithobius agilis L.Koch, 1847

Lithobius forficatus Linnaeus, 1758

Lithobius microps Meinert, 1868

Lithobius mutabilis L.Koch, 1862

Přehled datumů odběrů z pastí

Č. odběru	2007	2008
1	17.5.	15.5.
2	31.5.	29.5.
3	14.6.	12.6.
4	28.6.	26.6.
5	12.7.	10.7.
6	26.7.	24.7.
7	9.8.	7.8.
8	23.8.	21.8.
9	6.9.	4.9.
10	20.9.	18.9.
11	4.10.	2.10.
12	18.10.	16.10.
13	1.11.	30.10.
14	15.11.	13.11.
15	4.12.	27.11.

Obrazová příloha



Obr. 3: Prostředí lužního lesa ve kterém byly umístěny zemní pasti (foto autor).



Obr. 4: Zemní past s plechovou naváděcí bariérou (foto autor).



Obr. 5: Detail zemní pasti v terénu (foto autor).