

**Univerzita Palackého v Olomouci**

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

**Možnost využití návnadových pastí pro  
vzorkování makrofauny**

Diplomová práce

**Bc. Igor DOBRORUKA**

B1501, Bi-G

Prezenční studium

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

Olomouc 2014

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. & Mgr. Ivana H. Tufa, Ph.D. a uvedl jsem veškerou použitou literaturu.

V Olomouci 24. července 2014

---

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Bc. Ondřeji Macháčovi za pomoc při určování pavouků, prof. Ing. Slavomíru Stašiovovi, PhD. za pomoc při určování mnohonožek, Mgr. Janu Šipošovi za hlubší statistické analýzy, své rodině za neutuchající podporu a trpělivost a především vedoucímu práce RNDr. & Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. za vstřícný přístup a všeobecnou pomoc.

## **Bibliografická identifikace**

Jméno a příjmení autora: Igor Dobroruka

Název práce: Možnost využití návnadových pastí pro vzorkování půdní makrofauny

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra botaniky PřF UP

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

Rok obhajoby: 2014

Klíčová slova: makrofauna, metody vzorkování, podzemní návnadová past, efektivita

Počet stran: 33

Počet příloh: 1

Jazyk: Čeština

## **Bibliographical identification**

Autor's first name and surname: Igor Dobroruka

Title: Possibility of use of litter bags to study soil macroinvertebrates

Type of thesis: Master

Department: Department of Botany, Faculty of Science UP

Supervisor: RNDr. & Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.

The year of presentation: 2014

Keywords: macrofauna, sampling methods, litter bag bait trap, efficiency

Number of pages: 33

Number of appendices: 1

Language: Czech

## Abstrakt

Práce posuzuje vhodnost podzemních návnadových pastí při vzorkování půdní makrofauny. Klade si za cíl srovnat celkovou účinnost podzemních návnadových pastí, zemních pastí a půdních vzorků a posoudit časový průběh kolonizace podzemních návnadových pastí za účelem metodologického doporučení délky jejich expozice.

Na třech lokalitách (louka, les, pole) bylo provedeno vzorkování pomocí všech tří metod. Z půdních vzorků a podzemních návnadových pastí byla zvířata extrahována pomocí Tullgrenových přístrojů. Celkově bylo všemi typy metod odchyceno 3810 jedinců makro- a mezofauny z 18 různých taxonomických skupin. Pro bližší druhovou determinaci a hlubší analýzu byly zvoleny skupiny pavouci (Araneae), stejnonožci (Isopoda), stonožky (Chilopoda) a mnohonožky (Diplopoda). Výsledky potvrzují zemní pasti jako obecně nejefektivnější metodu vzorkování půdní makrofauny, ve vzorkování podkmene Myriapoda byly ale efektivnější podzemní návnadové pasti. Tyto dvě metody vykazovaly signifikantní nepodobnost a lze je tedy označit za komplementární. Podzemní návnadové pasti vykazovaly v průměru vyšší efektivitu než půdní vzorky, mohou proto být doporučeny jako kompromisní, méně destruktivní alternativa s výhodami v jednodušší manipulaci a kratší době extrakce živočichů. Je však nutno počítat s rozdíly v druhové skladbě.

Pro metodologické účely byla konstatována minimální doba expozice podzemních návnadových pastí osm týdnů.

## **Abstract**

The thesis evaluates the suitability of litter bags bait traps for sampling of soil macrofauna. It aims for comparing complex efficiency of litter bags bait traps, pitfall traps and soil samples and for surveying the time proces of colonization of litter bags to recommend the length of their exposition.

There was made sampling on three localities (meadow, forest, field) using all three methods. The animals was extract from the soil samples and litter bags using Tullgren funnel. Overall was collected 3810 individuals of macro- and mesofauna from 18 different taxonomic groups. For a detail taxonomic determination and further analysis was chosen spiders (Araneae), isopods (Isopoda), centipedes (Chilopoda) and millipedes (Diplopoda). Results confirmed pitfall traps as the most efficient sampling method in general, however in sampling of subphylum Myriapoda litter bags bite traps were more efficient. These two methods showed significant dissimilarity, therefore they can be described as complementary to each other. Litter bags showed in average more efficiency than soil samples, therefore they can be recommended as a compromise, less-destructive alternative with advantages of easier manipulation and shorter time of animal extraction. However, it is necessary to count with differences in species composition.

For the methodological purposes was state the minimum time of eight weeks for the exposition of litter bags bite traps.

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Základní rozdělení půdní fauny</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Metody vzorkování živočichů</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Metody extrakce živočichů</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Cíle práce</b>	<b>7</b>
<b>2 Materiál a metodika</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Výběr a charakteristika lokalit</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Terénní práce</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Zpracování materiálu a dat</b>	<b>12</b>
<b>3 Výsledky</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Výsledky vzorkování na lokalitě louka</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Srovnání efektivity jednotlivých metod vzorkování při         zjišťování druhové diversity</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Srovnání podobnosti lokalit a metod vzorkování</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Vývoj kolonizace podzemních návnadových pastí</b>	<b>20</b>
<b>4 Diskuze</b>	<b>22</b>
<b>5 Závěr</b>	<b>27</b>
<b>6 Seznam literatury</b>	<b>30</b>
<b>7 Přílohy</b>	<b>33</b>



# 1 ÚVOD

## 1.1 Základní rozdělení půdní fauny

Základy klasifikace půdních živočichů položili dle NOSEK (1954) DIEM (1903), FRANCÉ (1912), DOGIEL (1924), FRENZEL (1936) nebo FROSSLUND (1944). FRANCÉ (1912, 1921) in NOSEK (1954) poprvé definoval edafon a podal přehled tehdy známých edafontů. I v současné literatuře můžeme najít rozmanité přístupy k dělení půdních živočichů, často se lišících autor od autora.

NOSEK (1954) definuje geobionty (edafobionty) jako živočichy s úzkým přímým stupněm vázanosti k půdě (vázanost binomií, ontogenesí, aktivitou). Pro rozdělení geobiontů používá klasifikaci dle Kratochvíla – rozlišuje edafon, protedafon, hemiedafon, pseudedafon a tychedafon. Edafon (v moderní interpretaci úžeji zooedafon) popisuje jako soubor v půdě žijících stenoekních živočišných členů biocenózy, žijících po celý život - v larválním i dospělém stadiu – v půdě. Jsou stenotopní, půda je jim hlavním životním prostředím, v němž žijí, množí se a hledají potravu, jsou morfologicky jejím fyzikálním a chemickým poměrům zcela přizpůsobeni. U protedafonu larvální stadia odpovídají edafonu, v dospělosti však žijí tyto živočichové trvale mimo půdu. Hemiedafon označuje živočichy, kterým život v půdě vyhovuje, není však jejich hlavním či jediným životním prostředím. Pro pseudedafon není půda hlavním ani jediným prostředím, stahují se však do ní za potravou, hledají v ní úkryt nebo přečkávají období sucha. Tychedafonem rozumí NOSEK (1954) živočichy, kteří se do půdy dostávají náhodně, pasivně. Půda je pro ně cizí prostředí.

KEVAN (1962) rozlišují euedafon (obyvatele minerální půdy), hemiedafon (obyvatele humusové vrstvy), epedafon (obyvatele půdního povrchu) a hyperedafon (obyvatele nízkých pater vegetace, kteří na zem občas sestupují).

Dalším přístupem k rozdělení živočichů žijících v půdě je jejich velikost, resp. velikost pórů v půdě, kterými se mohou pohybovat. SCHINNER et al. (1995) takto rozlišuje mikrofaunu, mezofaunu a makrofaunu. Mikrofauna (Testacea, Ciliata, Nematoda) využívá póry průměru menším než 100  $\mu\text{m}$ , mezofauna (Acari, Collembola, Enchytraediae) póry do průměru 2 mm a makrofauna, živočichové o velikosti 2 – 20 mm a větší, se pohybuje

většími trhlínami v půdě, kořenovými kanály, popř. si sama prohrabává cestu půdou a přispívá tak výrazně ke kypření a provzdušňování půdy.

WALLWORK (1970) rozeznává čtyři způsoby klasifikace půdních živočichů – dle velikosti (mikrofauna 20 – 200  $\mu\text{m}$ , mesofauna 200  $\mu\text{m}$  – 1 cm, makrofauna více než 1 cm), dle přítomnosti v půdě (trvale či přechodně žijící), dle preferencí habitatu (např. akvatické či terestrické formy) a dle aktivity (způsob potravy, lokomoce). Podle způsobu potravy dělí půdní živočichy na karnivorní (predátoři a parazité), fytofágní (živočichové živící se zelenými částmi rostlin, kořeny nebo dřevem), saprofágní (živočichové živící se odumřelou hmotou), živočichy požírající např. hyfy hub, spory, řasy, bakterie a živočichy živící se smíšeně (miscellaneous feeders).

Přehled typických zástupců mikro-, mezo- a makrofauny podává SCHINNER et al. (1995):

Největší masu mikrofauny představují jednobuněční živočichové. Typickými zástupci jsou krytenky (Arcellinida) a nálevníci (Ciliophora). Z mnohobuněčných organismů patří do mikrofauny např. hlístice (Nematoda). Běžnými skupinami půdní mesofauny jsou roupicovití (Enchytraeidae), roztoči (Acari) a chvostoskoci (Collembola). Makrofaunu můžeme rozdělit na epigeickou a endogeickou. První skupinu zastupují nejčastěji pavouci (Araneae), sekáči (Opiliones) a brouci (Coleoptera). Z brouků jsou nejběžnější střevlíkovití (Carabidae) a drabčíkovití (Staphylinidae). Do druhé skupiny patří z běžných zástupců žížaly (Lumbricidae), stonožky (Chilopoda) a mnohonožky (Diplopoda) nebo stejnonožci (Isopoda). Následuje velice stručný přehled typických skupin:

**Pavouci (Araneae)** jsou osmínozí členovci s tělem rozděleným na hlavohruď a zadeček. Jsou samostatným a největším řádem podkmene pavoukovci (Arachnida) a vyznačují se vysokou druhovou (přes 40 000 druhů) a ekologickou (obývají všechny kontinenty kromě Antarktidy) rozmanitostí. Jen v ČR najdeme více než 850 druhů pavouků, z nichž přibližně dvě třetiny lze zařadit mezi druhy epigeické, zbytek tráví většinu života v bylinném, keřovém, popř. stromovém patře (TUF, 2013). Všichni pavouci jsou schopni pomocí snovacích bradavek umístěných na zadečku tvořit vlákna, která umí mnohostranně využít (tvorba kokonů, stavba sítí, přeprava pomocí větru, tzv. ballooning aj.). K tomu jim pomáhá tenká pohyblivá stopka spojující jejich hlavohruď a zadeček, umožňující velký rozsah pohybu. Typickou čeledí využívající vlákno ke stavbě sítí a lovu kořisti jsou např. křížáci (Araneidae), naopak skokem bez použití pavučiny loví skákavky (Salticidae). Mnohé druhy pavouků jsou synantropní.

**Sekáči (Opiliones)** jsou dalším řádem pavoukocvů. Na rozdíl od pavouků mají srostlou hlavohruď a zadeček a mají typicky dlouhé úzké končetiny. Jejich u nich známá schopnost autotomie, tj. obranné chování spočívající v odvržení části vlastního těla, v tomto případě končetiny. Škubající se končetina udrží pozornost útočníka, zatímco sekáč utíká do bezpečí. Sekáči ale nedokáží končetiny regenerovat, a tak jsou každým takovýmto útekem natrvalo poznamenáni.

**Brouci (Coleoptera)** patří mezi nejtypičtější zástupce epigeické makrofauny. Jednou z nejběžnějších čeledí jsou **střevlíkovití (Carabidae)**. V ČR jich žije více než 500 druhů (TUF, 2013). Mají širokou ekologickou valenci, většina druhů se živí jako predátoři lovem živé kořisti či požíváním mršin, najdeme však mezi nimi jak druhy výhradně býložravé, tak druhy schopné oba způsoby potravy podle potřeby kombinovat. Jejich larvy jsou běžnou součástí endogeické makrofauny. Ročně obvykle podstupují jen jeden rozmnožovací cyklus.

**Žížalovití (Lumbricidae)** jsou čeledí kroužkovců (Annelida). Je pro ně charakteristický červovitý tvar těla, některé, především drobnější druhy se však dokáží pohybovat neočekávaně hbitě. Více než 50 druhů žížal obývajících území ČR lze rozdělit podle způsobu jejich života na druhy epigeické, žijící v humusu na povrchu půdy, endogeické, obývající svrchní vrstvy půdy a hlubinné neboli anaktické druhy, které jsou známé hloubením chodeb v půdě, pomáhajících jejímu provzdušňování a všeobecnému zušlechťování (TUF, 2013).

**Stonožky (Chilopoda)** jsou převážně dravou třídou podkmene stonožkovců (Myriapoda). Na našem území je doložen výskyt 70 druhů (TUF, 2013). Jejich tělo je členěné na velký počet tělních článků. Na každém článku najdeme jeden pár nohou. Potravu loví pomocí modifikovaného prvního páru nohou na prvním tělním článku, tzv. kusadlových nožek. Stonožky žijí jak epigeicky (především tzv. Lithobiomorfní druhy), tak endogeicky. Život ve svrchních i hlubších vrstvách půdy je typický pro čeleď zemivky (Geophilidae).

**Mnohonožky (Diplopoda)** jsou druhou ze čtyř tříd stonožkovců a naší druhově nejpestřejší (80 druhů, TUF, 2013). Na rozdíl od stonožek nejsou dravé, až na nečetné výjimky jsou typickými detritofágy. Tělní články u mnohonožek splynuly do dvojic, na každém takto splynutém segmentu mají dva páry končetin. Většina mnohonožek dokáže při napadení vylučovat jedovaté chemické látky na různé bázi, proto se při manipulaci s nimi nedoporučuje protřít si např. posléze oči. Různé řády mnohonožek se adaptovaly na

rozičné podmínky a tak je můžeme najít zástupce jak na povrchu, tak ve všech vrstvách půdy.

**Stejnonožci (Isopoda)**, resp. suchozemští stejnonožci (Oniscidea) jsou jedinou skupinou podkmene korýšů (Crustaceae) plně přizpůsobenou k životu v terestrickém prostředí. Dýchají pomocí modifikovaných žaber (tzv. tracheální políčka), což je omezuje v osidlování biotopů s malou vzdušnou vlhkostí, přesto však na našem území žije téměř 50 druhů (TuF, 2013). Výpar z těla dokáže omezit pomocí shlukování do skupin. Toto tzv. agregační chování u nich lze velmi snadno pozorovat. Typicky je můžeme nalézt pod kameny, pod kůrou stromů či ukryté v hrabance nebo svrchních vrstvách půdy. Zajímavý je způsob jejich rozmnožování, resp. péče o vajíčka, které matky chrání před vyschnutím v břišním vaku.

## 1.2 Metody vzorkování živočichů

Žádný ze známých způsobů vzorkování půdy a extrakce živočichů není univerzální pro všechny typy půd a živých forem. Každá metoda má své výhody a nedostatky a její volba je nesnadným a často zásadním rozhodnutím. Komplexní přehled standardních metod podává např. KEVAN (1955), MURPHY (1962a), Wallwork (1970) nebo PHILLIPSON (1970, 1971) in CROSSLEY et al. (1991).

Pro vzorkování půdní makrofauny se nejčastěji používá několika konvenčních metod: **půdní vzorky** (soil samples), **zemní pastí** (pitfall traps) s návnadou nebo bez, a **návnadové pastí** (bait traps) typu „litter bags“, umístěné na povrchu nebo pod povrchem půdy.

**Půdní vzorky** jsou vhodné pro odchyt edafonu. Jsou to válce či hranoly půdy vyjmuté ze země pomocí více či méně sofistikovaných nástrojů. Mezi největší nevýhody této metody patří poměrně invazivní přístup k prostředí (nevhodné zejména na zemědělsky využívaných půdách) a také obtížná manipulace se vzorky vzhledem k jejich váze a rozměrům. Větší půdní vzorky jsou v závislosti na vlhkosti půdy těžké, jejich vysychání v Tullgrenových přístrojích trvá dlouhou dobu – sedm až čtrnáct dní (což se promítá i na spotřebě elektřiny) - a nelze zabránit spadu zeminy do sběrné nádoby s fixační tekutinou, což ztěžuje následný výběr organismů. Na druhou stranu je k jejich odběru potřeba minimální vybavení a příprava.

**Zemní pasti** jsou užitečnou pomůckou pro odchyt epigeických druhů. Jedná se o skleněné či plastové nádoby různé hloubky a průměru umístěné do země tak, aby jejich hrdlo bylo rovnoběžné s povrchem půdy. SCHINNER et al. (1995) uvádí jako běžně používané rozměry nádoby průměr 7 cm a hloubku 10 cm, tj. objem 200 ml. Na dno nádoby je nalita dostatečná vrstva fixační tekutiny. Běžně se používá vodný roztok formaldehydu (Tretzel, 1955 in SCHINNER et al., 1995) v koncentraci 2 – 4 %, protože se málo vypařuje a udrží zvířata konzervována i při malé kontaminaci vzorku vodou. SCHINNER et al. (1995) doporučuje do fixační tekutiny přidat pár kapek detergentu. Nad zemní past je obvykle umístěna různě konstruovaná stříška, chránící past před srážkami. Přítomnost, popř. typ návnady závisí na konkrétním experimentu. Tato metoda je o něco méně mechanicky destruktivní k prostředí, zato hrozí možnost kontaminace půdy a především poškození pasti během její expozice nebo znehodnocení jejího obsahu (např. zaplavení). Problémem může být také fakt, že u zemních pastí tvoří většinu chycených jedinců dospělci – mláďata bývají obecně ve vzorcích málo prezentována kvůli své nižší aktivitě (SCHINNER et al., 1995; SNYDER et al., 2006).

Jako **návnadové pasti** typu „litter bags“ jsou označovány sáčky či kapsy z různých materiálů (pytlovina, plátno, síťovina, pletivo). Do sáčku či kapsy je vložena návnada z rostlinného materiálu. Může se jednat o univerzální materiál (seno, obilí), nebo o konkrétní návnadu, např. bramboru (BRUNKE et al., 2012). Tyto konstrukce byly dříve používány pro výzkum dekompozice v terestrickém (na povrchu či pod povrchem půdy) i akvatickém prostředí (DONEGAN et al., 1997; WHILES, WALLACE, 1997; LACHNICHT et al., 2004 in PRASIFKA et al., 2007). Jako sekundární efekt se do tlejícího materiálu stahují mnozí bezobratlí. Toho lze využít a zaměřit se pouze na tento faktor.

Jako alternativu či doplněk k zemním pastem uvádí „litter bags“ DONEGAN et al. (1997) a PERRY et al. (1997) in PRASIFKA et al. (2007). Komparační studii zemních pastí a pastí typu „litter bags“ uvádí PRASIFKA et al. (2007). Konstatuje, že návnadové pasti umístěné na povrchu půdy jsou vhodné k odchytu především vlhko- a stínomilných živočichů jako jsou stonožky (Chilopoda) a larvy brouků (Carabidae, Staphylinidae), zatímco zemní pasti jsou neúčinnější v odchytu dospělých brouků (adult Carabidae) a sekáčů (Opiliones).

Podzemní návnadové pasti jsou časově a finančně náročné na výrobu (cca 10 Kč / jedna past), jejich instalace je složitější a čas mezi zakopáním a odběrem (expozice) pasti musí být několik týdnů. Je ovšem mnohem snadnější s nimi manipulovat, doba vysychání

v Tullgrenově přístroji je pouze dva až tři dny a především je mnohem jednodušší následný výběr organismů z fixační tekutiny.

PRASIFKA et al. (2007) uvádí důvody k podrobnějšímu zkoumání této metody pro zkoumání epigeických živočichů. Standardně používané vzorkovací metody mohou mít nedostatečnou statistickou významnost na to, aby zjistily změny v populacích bezobratlých. Toho je zapotřebí především s nárůstem používání geneticky modifikovaných polních plodin, o jejichž vlivu na bezobratlou faunu zatím nejsou dostatečné údaje. Geneticky modifikované plodiny mohou být také při zabudování specifických toxinů použity cíleně proti běžným typům škůdců, především brouků. V tomto případě je důležité sledovat vliv na ostatní skupiny brouků, obývající půdu.

BRUNKE et al. (2012) zkoumal za použití pastí typu „litter bags“ populace mnohonožek na batátových a mrkvových polích v Severní Americe, aby vyhodnotil, jestli na těchto plodinách působí jako škůdci.

Žádná práce doposud neuvádí podrobnější metodiku použití pastí typu „litter bags“, zejména s ohledem na ideální dobu výběru pastí. V závislosti na typu a množství použitého rostlinného návnadového materiálu a na podmínkách biotopu se liší rychlost dekompozice a po určité době lze předpokládat úplný rozklad a tím vyčerpání pasti. Na druhou stranu v čerstvě položené pasti proces dekompozice ještě nutně nezačal a při příliš krátké době expozice na lokalitě se dá předpokládat malá účinnost pastí. Lze tedy uvažovat ideální délku expozice pasti, která se bude pravděpodobně lišit v závislosti na mnoha faktorech jako např. typ a množství použitého rostlinného návnadového materiálu, typ a konkrétní podmínky biotopu, cílová skupina živočichů.

Komparační studie podzemních návnadových pastí a půdních vzorků nebyla podle mnou dostupných informací dosud zveřejněna.

### **1.3 Metody extrakce živočichů**

Pro extrakci živočichů z půdních vzorků lze použít mechanických či dynamických metod. Mezi mechanické metody patří suché prosévání (dry sieving), vlhké prosévání (wet sieving) a flotace (flotation). Jsou vhodné především pro výzkum neaktivních forem půdních živočichů (SCHINNER, 1995). Dynamické metody využívají pozitivní či negativní

taxe aktivních forem půdních organismů v závislosti na fyzikálních či biologických faktorech (světlo, vlhkost, teplota, potrava). Nejpoužívanější, tzv. fotothermoeklektickou metodou je extrakce v Berleseho-Tullgrenově přístroji (TUF, TVARDÍK, 2005). Půdní vzorek je vložen do nádoby s hrubým sítem místo dna a je na něj ze shora svíceno tepelným zdrojem, nejčastěji žárovkou (viz Přílohy, Foto P7). Negativní fototaxe a pozitivní hygrotaxe a geotaxe většiny aktivních půdních organismů způsobí jejich pohyb na spodní stranu vzorku a následně z něj, kde propadnou sítem a jsou zachyceny v nádobě s fixační tekutinou (nejčastěji 0,5% vodný roztok formaldehydu). Různé variace na Tullgrenův přístroj představili např. FORD (1937) nebo HAARLOV (1947) in PHILLIPSON, BLACKWELL (1971). Tullgrenův přístroj lze úspěšně použít i na extrakci aktivních živočichů z návnadových pastí typu „litter bags“, jak doporučuje EDWARDAS (1991) in PRASIFKA et al. (2007).

#### **1.4 Cíle práce**

##### **1) Srovnat celkovou účinnost podzemních návnadových pastí, zemních pastí a půdních vzorků**

Toto srovnání má pomoci objasnit, mohou-li podzemní návnadové pasti sloužit jako adekvátní náhrada či doplněk půdních vzorků při výzkumu populací bezobratlých. Srovnání se detailněji zaměřilo (druhová determinace) na typické skupiny půdní makrofauny: stejnonožci (Izopoda), pavouci (Araneae), stonožky (Chilopoda) a mnohonožky (Diplopoda).

##### **2) Posoudit časový průběh kolonizace podzemních návnadových pastí za účelem metodologického doporučení délky jejich expozice.**

Cílem je zjistit, pokud a jak se mění abundance živočichů v průběhu expozice podzemních návnadových pastí. Pasti byly exponovány po dobu dvanácti týdnů, což byla maximální odhadovaná doba pro totální dekompozici a vyčerpání návnady.

## 2 METODIKA

### 2.1 Výběr a charakteristika lokalit

Vzorkování probíhalo od konce dubna do července 2013, částečně pak i v květnu 2014. Pro komparaci byly zvoleny tři typy biotopů – louka, les a pole.

#### Louka

Pro pokus byla vybrána louka na okraji města Dvůr Králové nad Labem (50°26'51" N, 15°49'46" W, 346 m n. m.). Jedná se o travní porost trojúhelníkovitého půdorysu o rozloze cca 500 m<sup>2</sup> v okrajové části soukromé zahrady se sezóně využívanou chatou (viz Přílohy, Foto P1). V jeho rámci byla vymezena pokusná plocha. V severovýchodní části pokusné plochy se nachází šest starých ovocných stromů, v jihozápadní části studna. Zahradu ohraničuje plot a obklopuje ze dvou stran pole, z jedné další zahrada a z jedné je cestou oddělena od smíšeného lesa. Travní porost je neporušený minimálně po dobu třiceti let (výrazná mocnost kořenového patra), péče o něj sestává z jednoho až dvou sekání do roka. Během roku je sešlap na pokusné ploše minimální.

Během doby pokusu byly lokální teploty mírně nadprůměrné, o 1 – 2 °C vyšší oproti dlouhodobému průměru (DP), srážky byly v květnu a červnu vysoce nadprůměrné (150 – 180 % DP), v červenci naopak podprůměrné (75 % DP).

#### Les

Byl zvolen převážně listnatý les mezi obcemi Rataje a Zborovice, JZ od města Kroměříž ve Zlínském kraji (49°15'40"N, 17°17'44"E). Dominantní dřevinou ve studované části lesa jsou duby, méně pak habry (viz Přílohy, Foto P2). Během studie v květnu a červnu byly teploty srovnatelné s místním DP, v červenci byly teploty vyšší (o 2,3 °C). Srážky byly nadprůměrné v květnu (123 % DP) i v červnu (117 % DP), v červenci dosahovaly extrémně nízkých hodnot (12 % DP). Data z této lokality jsou převzata z bakalářské práce HUDCOVÁ (2014).



## Pole

Pokus probíhal na poli v areálu Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v městské části Holice na východním okraji Olomouce (49°34'29"N, 17°17'9"E). V daném roce bylo pole oseto vojtěškou (viz Přílohy, Foto P3). Průměrné teploty během pokusu spadaly do lokálního teplotního průměru. Srážky byly oproti DP výrazně vyšší. Data z této lokality jsou převzata z bakalářské práce HÁBOVÁ (2014).

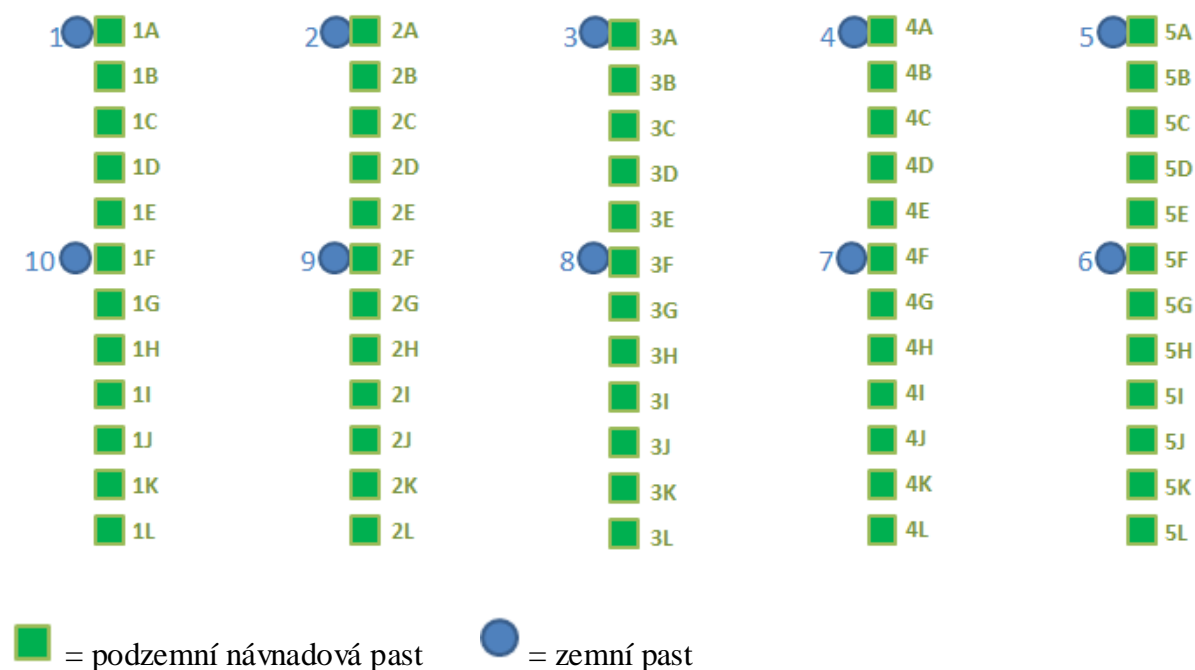
Další text se věnuje konkrétně lokalitě louka. Metodika práce byla ovšem na všech lokalitách obdobná.

## 2.2 Terénní práce

### Vytyčení pokusné plochy

Na pásmem vyměřené pokusné ploše bylo dle schématu (viz Obr. 1) rozmístěno šedesát podzemních návnadových pastí. Pasti byly od sebe v řadách vzdáleny dva metry, jednotlivé řady byly od sebe vzdáleny pět metrů. Dále bylo na pokusné ploše rozmístěno deset zemních pastí s čísly 1 až 10.

**Obr. 1: Schéma rozložení podzemních návnadových pastí a zemních pastí na lokalitě.**



## **Stavba a instalace podzemních návnadových pastí**

Různé typy nad- či podzemních návnadových pastí typu „litter bags“ popisuje např. PRASIFKA et al. (2007) nebo SABU et al. (2011). Pasti vytvořené pro účel této práce se skládají z kapsy vytvořené ze dvou čtvercových kusů pletiva (běžné poplastované králičí pletivo) o velikosti cca 15 x 15 cm a o velikosti ok 2 x 2 cm. Do těchto kapes bylo napěchováno suché seno. Volné okraje kapsy se následně spojily. Dvě až tři hodiny před instalací se pasti nechaly plně nasát vodou a odležet v igelitovém pytli. Po převozu na lokalitu se na každou past přivázala cca 30 cm dlouhá červená stužka o šířce 2 cm, sloužící ke snadnější orientaci při výběru pastí (viz Přílohy, Foto P4). Na dle schématu vyměřeném místě se vždy rýčem odkryl svrchní drn (mocnost na louce kolísala mezi 10 – 20 cm). Pod něj se do zeminy umístila past tak, aby červená stužka co nejvíce vyčnívala na povrch. Následně byla past znovu překryta drnem. Vyčnívající stužka byla popsána černým lihovým fixem na textil číslem příslušné pasti.

## **Stavba a instalace zemních pastí**

Na dle schématu vyměřených místech pokusné plochy byly do země zakopány zavařovací sklenice o objemu 1 l tak, aby jejich svrchní okraj byl v rovině s povrchem půdy. Do sklenic byly vloženy plastové kelímky o objemu 0,5 l. Na jejich dno byl nalit 4% vodný roztok formaldehydu do výšky cca 3 – 4 cm. Nad zemní past byla umístěna čtvercová stříška z plechu chránící past proti srážkám. Na každou stříšku bylo lihovým fixem zapsáno číslo příslušné pasti (viz Přílohy, Foto P5).

## **Výběr podzemních návnadových pastí**

Podzemní návnadové pasti byly vybírány každý týden dle následujícího schématu (viz Obr. 2).

Na lokalitě byla vždy díky stužce nalezena příslušná past, odstraněn drn, past byla vložena do otevřeného, popsaného igelitového sáčku. Drn byl následně vrácen na místo a veškeré stopy po pasti byly co nejlépe zahlazeny. Pasti byly okamžitě odvezeny na místo extrakce. Pokud by mělo dojít k časové prodlevě mezi výběrem pasti a začátkem extrakce, je vhodnější použít látkový sáček z důvodu výměny plynů. Dokumentace vykopané pasti viz Přílohy, Foto P6.

## **Obr. 2: Schéma výběru podzemních návnadových pastí**

12. 5.	1A	2C	3E	4G	5I
19. 5.	1C	2E	3G	4I	5K
26. 5.	1E	2G	3I	4K	5A
3. 6.	1G	2I	3K	4A	5C
9. 6.	1I	2K	3A	4C	5E
16. 6.	1K	2A	3D	4E	5G
23. 6.	1B	2D	3F	4H	5J
28. 6.	1D	2F	3H	4J	5L
9. 7.	1F	2H	3J	4L	5B
15. 7.	1H	2J	3L	4B	5D
22. 7.	1J	2L	3B	4D	5F
29. 7.	1L	2B	3D	4F	5H

### **Výběr zemních pastí**

Všechny zemní pasti byly vybírány každých čtrnáct dní, konkrétně 19. 5., 3. 6., 16. 6., 28. 6., 15. 7. a 29. 7. Z každé pasti byl vytažen plastový kelímek. Obsah byl přelit přes větší čajové sítko a pevná složka uskladněna do popsaného uzavíratelného igelitového sáčku a zakonzervována 4% vodným roztokem formaldehydu. Plastový kelímek byl poté vrácen znovu do pasti a byla v něm případně doplněna hladina fixační tekutiny.

Jednodenní odchylky z pravidelného rytmu výběrů podzemních návnadových pastí i zemních pastí byly způsobeny osobními či logistickými problémy.

### **Odběr půdních vzorků**

Na náhodných místech na lokalitě bylo odebráno celkem patnáct půdních vzorků. Pomocí rýče byla ze země vyjmut kvádr zeminy o hraně 25 x 25 x 10 cm, vložen do otevřené igelitové tašky a převezen na místo extrakce. Pokud by mělo dojít k časové prodlevě mezi

výběrem pastí a začátkem extrakce, je vhodnější použít látkový sáček z důvodu výměny plynů. Z technických důvodů byly dva půdní vzorky odebrány červenci 2013, třináct bylo odebráno v květnu 2014.

## **2.3 Zpracování materiálu a dat**

### **Extrakce živočichů z podzemních návnadových pastí a půdních vzorků**

Extrakce byla zahájena co nejdříve po odběru materiálu. Podzemní návnadové pasti byly umístěny do Tullgrenových přístrojů situovaných ve sklepní temné místnosti s relativně stabilní teplotou okolo 10°C (viz Přílohy, Foto P7). Každý přístroj sestával z plastového kbelíku, které měly místo dna hrubé síto. Konstrukci detailně popisuje TUF, TVARDÍK (2005). Pod přístrojem byla umístěna plastová sběrná miska s fixační tekutinou (0,5% vodný roztok formaldehydu). Jeho hladina musela být dostatečná, aby nedošlo k vyschnutí a tím poškození v něm zachycených živočichů. Po vložení pastí se přístroj zakryl víkem se zabudovanou žárovkou o výkonu 40 W. K úplnému proschnutí pastí obvykle stačily dva až tři dny. Po této době byla suchá past vyjmuta z přístroje a v dalším průběhu práce se již nepoužívala. Fixační tekutina byla přelita přes větší čajové sítko. Pevná složka byla umístěna do uzavíratelného igelitového sáčku a znovu konzervována formalínem.

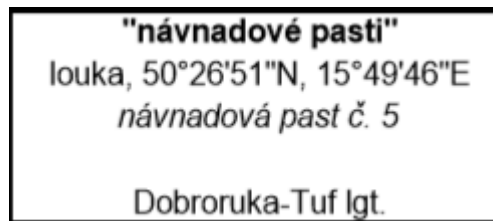
Půdní vzorky byly do Tullgrenových přístrojů stejné konstrukce vkládány tak, že se ostrým nožem odřízla svrchní vrstva kořenového patra, a každá část byla vložena do samostatného přístroje. Tím bylo dosaženo podstatného zkrácení doby prosychání vzorků, která takto činila 7 až 10 dní.

### **Přebrání materiálu z podzemních návnadových pastí, zemních pastí a půdních vzorků**

Obsah uzavíratelného igelitového sáčku s extrahovaným materiálem z pastí či vzorku byl přelit do bílé ploché plastové misky s dostatečnou hladinou vody (3 - 4 cm). Sáček byl ještě důkladně propláchnut. Poté byly živočichové manuálně pomocí entomologické pinzety přebírání a rozdělování do skupin. Byli zaznamenáváni zástupci všech životních forem makro- a mezofauny, konkrétně máloštětinatci (Oligochaeta), plži (Gastropoda), sekáči (Opiliones), štírci (Pseudoscorpiones), roztoči (Acari), pavouci (Araneae), stejnonožci (Isopoda), škvoři (Dermaptera), rovnokřídli (Orthoptera), švábi (Blattodea),

ploštice (Heteroptera), brouci (Coleoptera), larvy dvoukřídlých (Diptera), mravencovití (Formicidae), chvostoskoci (Collembola), stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda) a stonoženky (Symphyla). Po dokončení přebírání vzorku byl spočítán a zaznamenán počet jedinců v každé skupině a živočichové byli po skupinách vloženi do Eppendorfek, případně větších filmovek, a zafixováni 70% vodným roztokem lihu. Do každé epruvety byl vložen štítek s předtištěnými údaji o příslušné pasti (viz Obr. 3) a obyčejnou tužkou napsanými údaji o konkrétním obsahu.

### **Obr. 3: Ukázka nepopsaného štítku**



### **Určování přebraného materiálu**

Pro bližší determinaci byly vybrány tyto skupiny: stejnonožci (Isopoda), pavouci (Araneae), stonožky (Chilopoda) a mnohonožky (Diplopoda). Stonožky a stejnonožci byli určováni autorem práce pod dohledem vedoucího práce, determinaci mnohonožek provedl prof. Ing. S. Stašiov, PhD., determinaci pavouků obstaral Bc. Ondřej Machač. Byla použita nomenklatura dle serveru [www.biolib.cz](http://www.biolib.cz).

### **Statistické zpracování údajů**

Veškeré záznamy byly zpracovány do tabulky v programu MS Excel (viz příložené CD s elektronickou verzí práce). Jednodušší statistické úkony provedl autor práce, na hlubší statistickou analýzu byly data odeslány Mgr. Janu Šipošovi, který je zpracoval pomocí statistického softwaru R.

## 3 VÝSLEDKY

Kompletní tabulka ve formátu .xlsx s údaji ze všech tří lokalit, z níž vycházejí níže uvedené statistiky, je kvůli rozsahu zařazena pouze na přiloženém CD s elektronickou verzí práce.

### 3.1 Výsledky vzorkování na lokalitě louka

**Celkově bylo všemi typy metod odchyteno 3810 jedinců makrofauny z 18 různých taxonomických skupin:** máloštětinatci (Oligochaeta), plži (Gastropoda), sekáči (Opiliones), štírci (Pseudoscorpiones), roztoči (Acari), pavouci (Araneae), stejnonožci (Isopoda), škvoři (Dermaptera), rovnokřídlí (Orthoptera), švábi (Blattodea), ploštice (Heteroptera), brouci (Coleoptera), larvy dvoukřídlých (Diptera), mravencovití (Formicidae), chvostoskoci (Collembola), stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda) a stonoženky (Symphyla).

**Celkově nejpočetnější skupinou byli mravencovití** - 1529 jedinců (40 % všech odchytených zvířat). Druhou nejpočetnější skupinou byli brouci – 1114 jedinců (29 %). Pro druhovou determinaci a hlubší analýzu byly vybrány čtyři skupiny: pavouci, stejnonožci, stonožky a mnohonožky.

**Nejefektivnější metodou odchyty byly zemní pasti**, jejichž pomocí bylo odchyteno 2627 jedinců makrofauny (69 % všech odchytených jedinců). Pomocí půdních vzorků bylo odchyteno 624 jedinců (16 %) a pomocí podzemních návnadových pastí 559 jedinců (15 %).

**Z druhově determinovaných skupin bylo odchyteno celkem 962 jedinců**, tj. 25 % všech odchytených zvířat. Nejpočetnější byli pavouci (637 jedinců, 17 % všech odchytených zvířat), dále stonožky (168 jedinců, 4 %), mnohonožky (155 jedinců, 4 %) a nejméně početní byli stejnonožci (2 jedinci, 0,05 %). Druhově nejbohatší skupinou byli pavouci (28 druhů), dále mnohonožky (7 druhů), stonožky (5 druhů) a stejnonožci (2 druhy).

**Nejefektivnější metodou pro odchyt druhově determinovaných skupin byly zemní pasti** (668 jedinců, tj. 69 % jedinců z druhově determinovaných skupin). Pomocí podzemních návnadových pastí bylo odchyceno 183 jedinců (19 %) a pomocí půdních vzorků 111 jedinců (12 %).

**V zemních pastech** (dále jen ZP) bylo odchyceno celkem 2627 jedinců makrofauny z 13 taxonomických skupin. Z druhově determinovaných skupin bylo odchyceno celkem 668 jedinců – 631 pavouků (24 % jedinců ze ZP), 32 mnohonožek (1 %), 4 stonožky (0,15 %) a jeden stejnonožec (0,03 %). Exkluzivní skupinou pro ZP byli sekáči, ploštice a rovnokřídlí, naopak úplně chyběli švábi a stonožky.

**V půdních vzorcích** (dále jen PV) bylo odchyceno celkem 624 jedinců makrofauny ze 7 taxonomických skupin. Z druhově determinovaných skupin bylo odchyceno celkem 111 jedinců – 97 stonožek (16 % jedinců z PV) a 14 mnohonožek (2 %). Exkluzivní skupinou pro PV byly stonožky, naopak úplně chyběli plži, sekáči, štírci, pavouci, stejnonožci, švábi, ploštice a rovnokřídlí.

**V půdních návnadových pastech** (dále jen PNP) bylo odchyceno celkem 559 jedinců makrofauny z 10 taxonomických skupin. Z druhově determinovaných skupin bylo odchyceno celkem 183 jedinců – 109 mnohonožek (19 % jedinců z PNP), 67 stonožek (12 %), 6 pavouků (1 %) a jeden stejnonožec (0,17 %). Exkluzivní skupinou pro PNP byli švábi, naopak úplně chyběli sekáči, škvoři, rovnokřídlí, ploštice a stonožky.

**Celkem bylo odchyceno 637 jedinců pavouků.** Nejefektivnější metodou pro jejich odchyt byly ZP (631 jedinců, 99 %). Pomocí PNP bylo odchyceno 6 jedinců (1 %), pomocí PV žádný. Bylo determinováno 26 rodů (28 druhů) a čtyři další blíže neurčení jedinci čeledi plachetnatkovití (Linyphiidae). Nejpočetnějším druhem byla *Pardosa pullata* (191 jedinců, 30 % všech pavouků). ZP prokázaly kompletní diversitu až na druh *Clubiona lutescens* nalezený pouze v PNP (30 z 31 rozlišených skupin, 97 % celkové zjištěné diversity pavouků na lokalitě). PNP celkově prokázaly 5 rodů (4 druhy) a blíže neurčeného zástupce čeledi Linyphiidae (efektivita 19 %, což je vzhledem k nízkému počtu jedinců odchycených touto metodou vysoké číslo).

**Celkem bylo odchyceno 168 jedinců stonožek.** Nejefektivnější metodou pro jejich odchyt byly PV (97 jedinců, 58 %). Pomocí PNP bylo odchyceno 67 jedinců (40 %), pomocí ZP 4 jedinci (2 %). Bylo determinováno 5 druhů, nejpočetnější byl *Lithobius*

*microps* (82 jedinců, 49 % všech stonožek). PV prokázaly všech 5 druhů (100 % celkové zjištěné diversity stonožek na lokalitě), PNP 3 druhy (60 %) a ZP pouze druh *Lithobius microps* (20 %).

**Celkem bylo odchyceno 155 jedinců mnohonožek.** Nejefektivnější metodou pro jejich odchyt byly PNP (109 jedinců, 70 %). Pomocí ZP bylo odchyceno 32 jedinců (21 %), pomocí PV 14 jedinců (9 %). Bylo determinováno 7 druhů, nejpočetnější byl *Polydesmus incontans* (46 jedinců, 30 % všech mnohonožek). ZP prokázaly 6 druhů (86 % celkové zjištěné diversity mnohonožek na lokalitě), PNP 5 druhů (71 %) a PV 4 druhy (57 %).

**Celkem byli odchyceni dva jedinci stejnonožců,** jeden pomocí ZP (*Porcellio scaber*), jeden pomocí PNP (*Hyloniscus riparius*).

**Nejefektivnější metodou pro zjištění diversity blíže determinovaných skupin byly celkově ZP** (39 ze 46 samostatných taxonomických skupin, 85 %). PNP měly v tomto ohledu efektivitu 33 %, PV 20 %. V těchto číslech se odráží druhová bohatost pavouků, kteří se téměř výlučně chytali do ZP. Pokud bychom efektivitu vztáhli pouze pro stonožky, mnohonožky a stejnonožce, budou výsledky mnohem vyrovnanější (viz Tab. 1).

Početnost a přehled druhů blíže determinovaných skupin získaných z jednotlivých metod ukazuje přehledně Tab. P1 (viz Přílohy).

### **3.2 Srovnání efektivity jednotlivých metod vzorkování při zjišťování druhové diversity**

Byla vypočtena efektivita jednotlivých metod vzorkování při zjišťování druhové diversity blíže determinovaných skupin na všech třech lokalitách a její variabilita, viz Tab. 1.

Z tabulky vyplývá, že ZP jsou stabilně nejefektivnější metodou pro zjišťování druhové diversity námi vybraných skupin bezohledně bez ohledu na typ lokality. Nízká celková efektivita PNP a PV je dána druhovou bohatostí pavouků, kteří se ponejvíce chytali do ZP. PNP a PV také vykazovaly v efektivitě znatelně vyšší variabilitu. Při zkoumání druhové bohatosti pouze podkmene Myriapoda se efektivita PNP a PV výrazně zvyšuje a je stabilnější.



**Tab. 1: Efektivita jednotlivých metod vzorkování při mapování druhové diversity (%)**

	ZP			PNP			PV		
	LOUKA	POLE	LES	LOUKA	POLE	LES	LOUKA	POLE	LES
<b>Araneae</b>	97	100	82	19	11	18	0	0	27
<b>Chilopoda</b>	20	0	60	60	67	70	100	33	70
<b>Diplopoda</b>	86	67	91	71	67	55	57	33	36
<b>Isopoda</b>	50	100	100	50	0	71	0	0	43
<b>Celkově</b>	85	85	82	33	22	39	20	7	38
<b>Myriapoda</b>	58	33	76	67	67	57	75	33	52
<b>E Ø</b>	84			31			22		
<b>v<sub>c</sub></b>	2			22			58		
<b>E<sub>M</sub> Ø</b>	56			64			53		
<b>v<sub>cM</sub></b>	31			7			32		

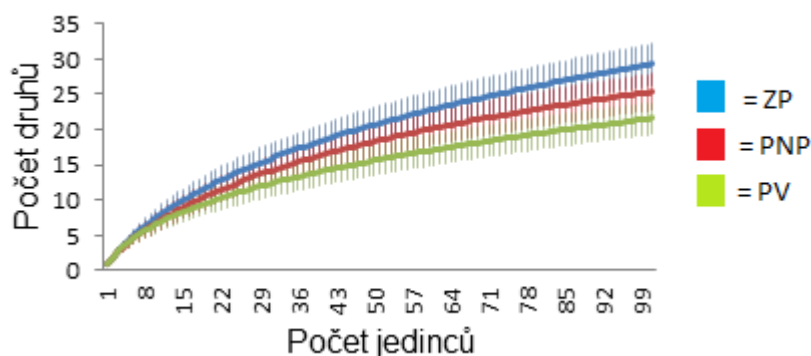
E Ø = průměrná efektivita pro daný typ vzorkování na všech lokalitách

v<sub>c</sub> = variační koeficient

M = Myriapoda

Efektivita metod vzorkování byla ověřována i pomocí akumulčních rarefakčních křivek. Rarefakce ukazuje, kolik získáme druhů ve vzorku s  $n$  jedinci. Vypovídá také o úspěšnosti vzorkování – pokud rarefakční křivka stále roste, nebyla pravděpodobně lokalita z hlediska druhové diversity plně prozkoumána. Na křivkách jsou také zachyceny střední chyby průměru (standard errors). Překrývají-li se, svědčí to o podobnosti efektivity daných metod. Souhrnně pro všechny tři lokality to prezentuje Graf 1. Křivky pro jednotlivé lokality zvlášť ukazují Grafy P1, P2 a P3 (viz Přílohy).

**Graf 1: Souhrnná analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování**



Graf potvrzuje nejvyšší efektivitu ZP, která se stává patrnou od souborů z 20 a více jedinců. Neukončený růst rarefakčních křivek svědčí o rezervách ve sběracím úsilí, což je vzhledem k charakteru a metodice práce pochopitelné.

Dále byla vypočtena efektivita jednotlivých kombinací metod vzorkování na všech třech lokalitách pro podkmen Myriapoda, viz Tab. 2. Z tabulky plyne, že kombinace libovolných dvou metod zpravidla zajišťuje větší efektivitu při zjišťování druhové diversity bez ohledu na typ lokality, průměrně o 24 % (porovnání s Tab. 1).

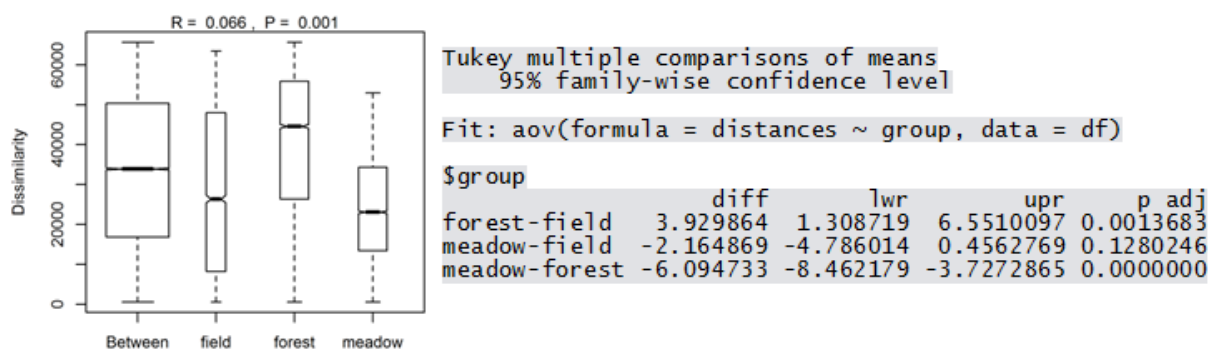
**Tab. 2: Efektivita kombinace metod vzorkování při mapování druhové diversity Myriapoda (%)**

	LOUKA	POLE	LES	Ø
ZP + PNP	75	83	100	86
ZP + PV	100	50	90	80
PNP + PV	92	83	67	81

### 3.3 Srovnání podobnosti lokalit a metod vzorkování

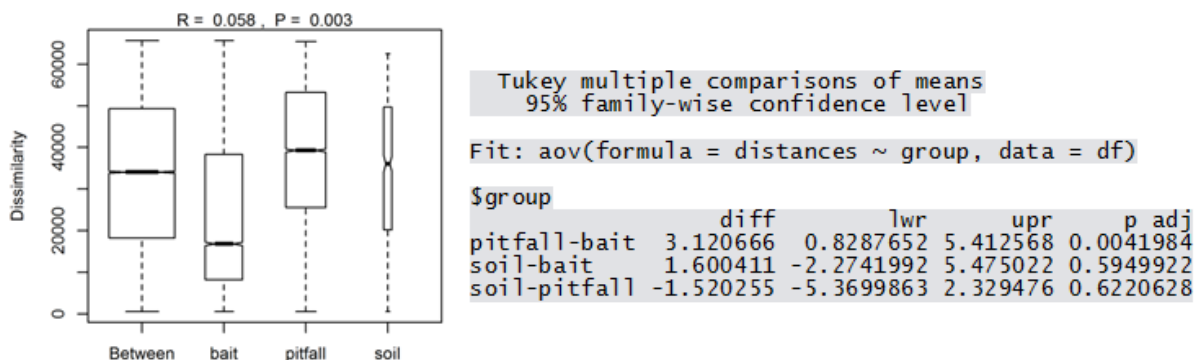
Celková podobnost lokalit a metod byla ověřena pomocí ANOSIM analýzy nepodobnosti. Ta vyhodnocuje, jestli jsou skupiny natolik homogenní, že se liší od celkové variability mezi skupinami. Hodnota R udává výsledek analýzy podobnosti. Pohybuje se mezi hodnotami -1 a 1, přičemž 0 značí žádný rozdíl mezi vzorky. Hodnota P udává statistickou průkaznost. Rozdíly mezi jednotlivými dvojicemi prvků byly analyzovány za pomoci Tukeyho testu (T – test), viz Graf 2 a 3. Jako statisticky významné jsou označeny výsledky do 5 % pravděpodobnosti chyby.

**Graf 2: Srovnání celkové podobnosti lokalit**



Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi lokalitami les - pole (forest – field) a louka – les (meadow – forest). Dvojice lokalit louka – les si byla nejméně podobná. Lokality louka a pole můžeme označit za nejvíce podobné.

**Graf 3: Srovnání celkové podobnosti metod vzorkování**



Z grafu vyplývá statisticky průkazný rozdíl mezi ZP (pitfall) a PNP (bait). Tyto metody si tedy byly nejméně podobné. Rozdílnost PV (soil) od ostatních metod nemůžeme interpretovat jako statisticky průkaznou.

Podobnost metod vzorkování konkrétně pro podkmen Myriapoda byla dále ověřena metodou redundance, kdy bylo zjišťováno, v kolika procentech případů se záznamy z jednotlivých dvojic metod pro tento taxon překrývaly, tj. kolik procent druhů stonožkovic bylo na každé lokalitě prokázáno pomocí obou metod z dané dvojice. Výsledky shrnuje Tab. 3.

**Tab. 3: Redundance metod vzorkování pro Myriapoda (%)**

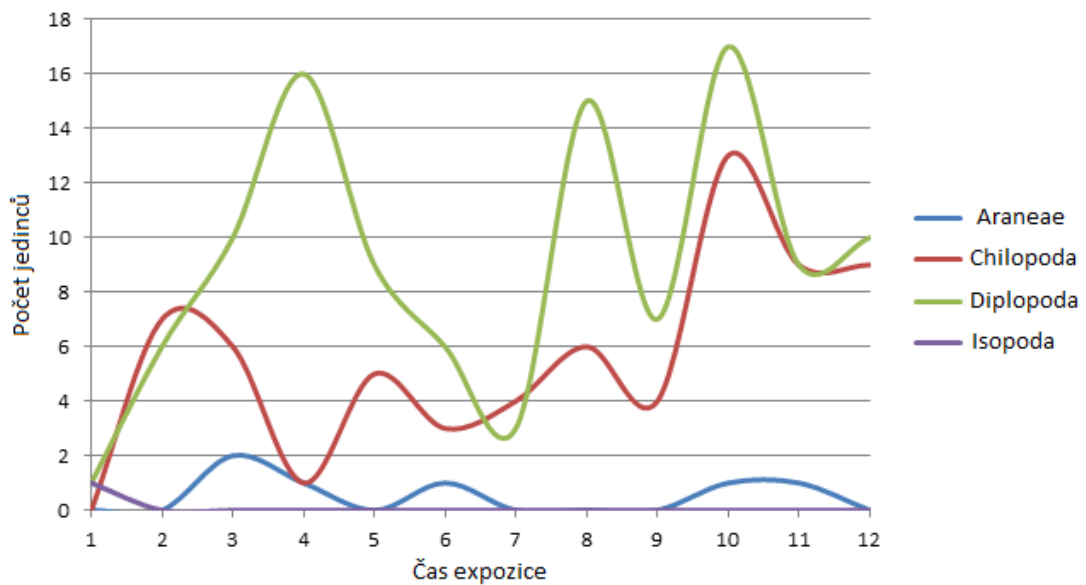
	ZP - PNP	ZP - PV	PNP - PV
<b>Chilopoda</b>	17	28	44
<b>Diplopoda</b>	52	38	38
<b>Myriapoda</b>	36	33	41

Největší redundanci a tím podobnost při vzorkování Myriapoda vykazovaly PNP a PV. Pokud se ale podíváme na údaje pro jednotlivé třídy zvlášť, je patrný výrazný rozdíl v redundanci ZP a PNP u mnohonožek a stonožek. Zatímco u mnohonožek tato kombinace metod vykazovala redundanci větší než 50 %, pro stonožky byla znatelně nižší.

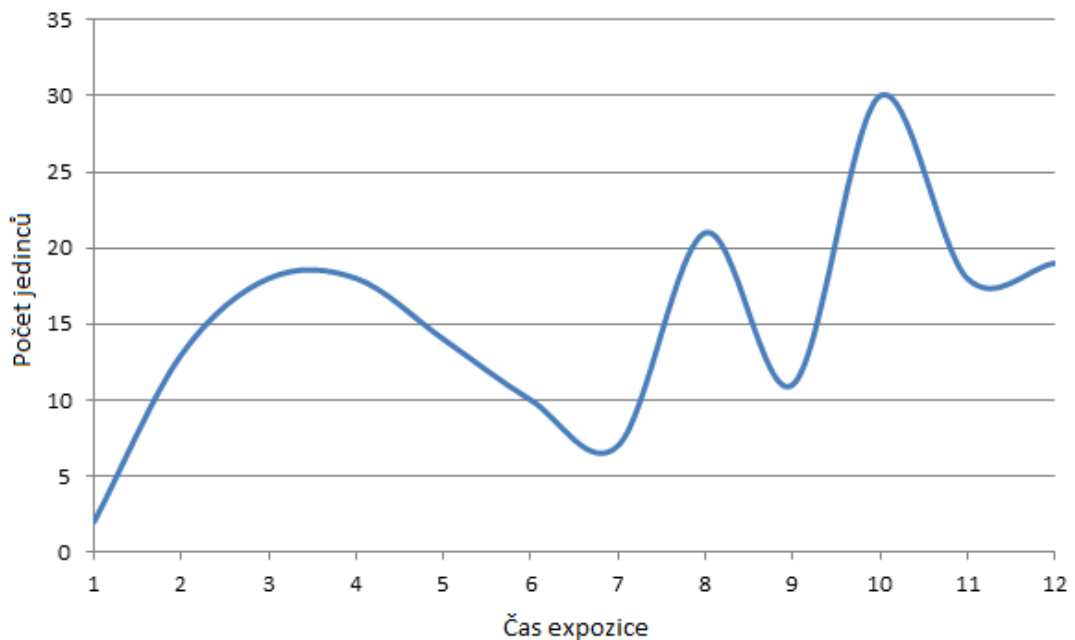
### 3.4 Vývoj kolonizace podzemních návadových pastí

Za účelem navržení vhodné metodiky vzorkování pomocí PNP byl posouzen vývoj jejich kolonizace. Graf 4 popisuje na počtu odchycených jedinců průběh kolonizace jednotlivými skupinami na lokalitě louka. Graf 5 shrnuje data za všechny blíže determinované skupin dohromady na téže lokalitě. Celkové údaje vztahující se k počtu druhů za všechny tři lokality udává Graf 6.

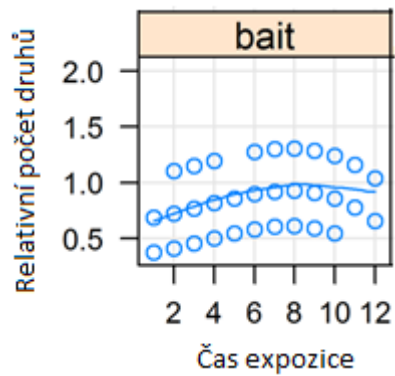
**Graf 4: Vývoj kolonizace PNP jednotlivými skupinami na lokalitě louka**



**Graf 5: Vývoj kolonizace PNP na lokalitě louka**



**Graf 6: Vývoj kolonizace PNP na všech třech lokalitách**



Graf zobrazuje model predikující relativní druhové bohatství v PNP na jednotlivých lokalitách v závislosti na délce jejich expozice. Z grafů lze vyčíst maximum osídlení PNP kolem osmého týdne. Od devátého týdne již PNP vykazují pozvolný úbytek makrofauny projevující se nižším počtem odchycených druhů.

## 4 DISKUZE

Kvalita vzorkování půdní makrofauny je závislá na mnoha faktorech. Ovlivnitelnými faktory jsou např. načasování pokusu, výběr lokality a metody vzorkování, mezi proměnlivé faktory patří především počasí.

**Načasování pokusu má vliv na přirozenou aktivitu bezobratlých spojenou s jejich životním cyklem a především jejich životní formu.** V této souvislosti SCHINNER et al. (1995) a SNYDER et al. (2006) uvádí, že zemní pasti odchyťávají větší procento dospělých živočichů. Ti bývají zpravidla výrazně aktivnější a pohyblivější než juvenilní jedinci. Do otevřených zemních pastí také spadnou čistě z mechanicko – fyzikálních příčin větší živočichové častěji než ti menší (MOMMERTZ et al., 1996). LANG (2000) uvádí u půdních bezobratlých nejvyšší aktivitu na jaře a počátkem léta. SCHINNER et al. (1995) doporučuje pro důkladné prozkoumání lokality vzorkovat pod dobu celé jedné sezóny, minimálně však na jaře a na podzim. Toto nebylo z časových důvodů v práci dodrženo a sezónnost se mohla ve výsledcích odrazit. Alespoň nějaký, i když pravděpodobně nedostatečný časový horizont dává odebrání dvanácti půdních vzorků na lokalitě louka na jaře 2014. Podstatnou roli hraje také stav vegetačního krytu, který souvisí nejen s přirozenou ekologií bezobratlých, ale také má vliv na obtížnost vzorkování, jako např. umístění zemních pastí, odběr půdních vzorků a v našem případě především výběr podzemních návnado vých pastí. Vzorkování na jaře by mělo být z praktických důvodů provedeno před zahájením vegetační sezóny a rychlého růstu dominantních rostlin na lokalitě a na podzimní vzorkování po jejím skončení. I přes dodržení vzorce pro umístění pastí a použití červené stužky bylo koncem pokusu ve vysoké trávě obtížné místo se zakopanou pastí lokalizovat a v jednom případě se to nepodařilo vůbec. Ještě větší problém to byl na lokalitě pole, kde hustý homogenní porost stejně starých rychle rostoucích pravidelně vysetých plodin (žádné orientační body) udělal velice brzy nalezení pastí poměrně obtížným. Na takovýchto lokalitách se doporučuje maximální přesnost v dodržování schématu umístění pastí a jejich výrazné označení, např. zapíchnutou tyčí či větví sahající nad úroveň vegetace. To ovšem může narazit na nevoli majitele pozemku.

**Specifika různých lokalit** diskutuje např. NIEMELÄ et al. (1986), KOIVULA et al. (2003) nebo SABU et al. (2011). S výběrem lokality souvisí také převládající klima, které opět výrazně ovlivňuje vzorkování (NIEMELÄ et al., 1986; LANG, 2000; SMITH et al., 2008). To může mít v případě podzemních návnadových pastí vliv např. na rychlost dekompozice materiálu a tím i vyčerpání pasti. V práci doporučená minimální doba expozice podzemních návnadových pastí (8 týdnů) tak může být vhodná pouze pro klimatické oblasti a biotopy podmínkami podobné středoevropským. Rozhodujícími faktory je především teplota a vlhkost. V teplejším a vlhčím klimatu se dá předpokládat zkrácení časového průběhu kolonizace pasti, její rychlejší vyčerpání a znehodnocení. Z tohoto hlediska mohla do práce určitou variabilitu vnést volba lokality louka v relativně chladnější klimatické oblasti ČR, Podkrkonoší, zatímco lokality les a pole byly situovány v jedné z nejteplejších oblastí ČR (Hornomoravský úval). Pro např. tropické oblasti se dá uvažovat použití atraktivnější, i když méně trvanlivé návnady, která by dokázala přilákat více živočichů za kratší čas, nebo naopak extrémně trvanlivé návnady, zaměřené spíše na pobytové než potravní potřeby půdních živočichů.

Námi použitá návnada, seno, byla pro dekompozitory z přirozeného hlediska pravděpodobně nejatraktivnější na lokalitě louka. Je otázkou, zda např. typicky lesní druhy rozkladačů považují seno za dostatečně atraktivní. S tím může souviset velmi malý výskyt mnohonožek v prvních dvou třetinách doby expozice podzemních návnadových pastí na lokalitě les. Pro statistické srovnání je ovšem použití stejné návnady na všech lokalitách nezbytné.

**Specifickou vlastností lokality je osobní vlastnictví, ve kterém se může nacházet.** Tento problém může vyvstat na téměř jakékoli lokalitě, nejčastěji ale ke konfliktům či zásahům do pokusu dochází v zemědělsky intenzivně využívaných biotopech, tj. na pastvách a polích. Vliv orby, používání herbicidů, pesticidů a jiných typických zemědělských opatření diskutuje RUIZ et al. (2008). V našem případě opravdu došlo v průběhu pokusu k nečekanému zásahu majitelů pole a možnému ovlivnění výsledků.

**Pro vzorkování různých skupin jsou vhodné různé metody** (SMITH et al., 2008). Jejich výběr hraje jednu z klíčových rolí a často bývá ovlivněn cílovým taxonem nebo skupinou, kterou chceme zmapovat. Zemní pasti jsou vhodné především pro odchyt epigeických, aktivně pohyblivých forem živočichů, jako jsou střevočívci (Carabidae) nebo sekáči (Opiliones) (PRASIFKA et al., 2007). Různí predátoři či brouci cíleně vyhledávající např.

mršiny patří k typickým úlovkům v tomto typu pastí. Naopak půdní vzorky jsou vhodné především pro odchyt euedafonu (TUF, 2013). Typickou skupinou objevující se v půdních vzorcích jsou zemivky (Geophylidae). V případě této práce byli nejtypičtější skupinou charakteristickou pro určitou metodu odběru pavouci (Araneae), kteří se v absolutní většině vyskytovali pouze v zemích pastech. Jejich hojnost a druhová bohatost navíc v komparačních analýzách zastínila ostatní porovnávané skupiny, a tak jsou celkové výsledky efektivity jednotlivých metod pravděpodobně zkreslené, resp. efektivita zemních pastí nadhodnocená a efektivita podzemních návnadových pastí a půdních vzorků podhodnocená. Tento efekt byl alespoň částečně vyvážen samostatným vyhodnocením efektivity jednotlivých metod vzorkování a jejich kombinací pro podkmen Myriapoda. V tomto případě se efektivita jednotlivých metod vzorkování vyrovnala a v případě podzemních návnadových pastí dokonce převážila nad zemními pastmi. Klesla i předtím vysoká variabilita v efektivitě, obzvláště u podzemních návnadových pastí na velice přijatelný variační koeficient 7 %.

**S výběrem metody souvisí také vhodné rozprostření vzorkovacích aktivit v prostoru.** Zásady, jak minimalizovat konkurenci jednotlivých pastí za zachování maximální hustoty vzorkování uvádí DIGWEED et al. (1995). V tomto ohledu byla použita metodika shledána vyhovující.

**Výsledky vzorkování mohly být ovlivněny počasím v průběhu pokusu.** Teploty na všech třech lokalitách spadaly do místních dlouhodobých průměrů, popř. byly mírně vyšší, ovšem množství srážek v květnu a červnu bylo vysoce nadprůměrné (až 180 % DP na lokalitě louka). S tím kontrastoval červenec, který byl na lokalitě louka výrazně (75 % DP srážek), na lokalitě les dokonce extrémně (12 % DP srážek) suchý. Tyto vlivy mohou mít za následek nevyrovnané úlovky a tím vysokou variabilitu efektivity podzemních návnadových pastí a půdních vzorků. Stahování půdních živočichů hlouběji do půdy vlivem vysokých teplot a nedostatku vlhkosti zmiňuje TUF (2002).

Dalším efektem, který mohl mít vliv na nevyrovnanost úlovků, především na vysoké počty odchycených jedinců v začátku pokusu, byl pravděpodobně tzv. **digging-in efekt** (GREENSLADE, 1973; DIGWEED et al., 1995). Silně se projevil především na lokalitách louka a pole v početnosti odchycených jedinců ze skupin hojných na dané lokalitě (Carabidae, Araneae) do zemních pastí, ale mohl se podepsat i pod vyšší odchycený počet



jedinců stonožek a mnohonožek v prvních týdnech expozice podzemních návnadových pastí. Zde jeho opožděný nástup mohl mít na svědomí delší čas potřebný ke kolonizaci pastí. Efekt však neměl výrazný vliv na druhovou bohatost.

**Výsledky ANOSIM analýzy nepodobnosti a Tukeyho testu mohou být ovlivněné velkým počtem nulových hodnot v souboru dat, ze kterého byly odvozeny.** Dohromady bylo pracováno se 104 různými druhy živočichů z blíže determinovaných skupin, přitom v jednotlivých vzorcích se málokdy vyskytovalo více než 10 z nich. Proto u srovnání celkové podobnosti metod vzorkování pravděpodobně vyšla rozdílnost půdních vzorků od zemních a podzemních návnadových pastí jako statisticky neprůkazná, tj. analýza interpretovala tyto metody jako spíše podobné, což bylo vzhledem k reálným odlišnostem mezi úlovy z těchto metod překvapující.

**Časový průběh byl zkoumán jen v případě podzemních návnadových pastí,** u kterých byl jeho výsledek jedním z hlavních cílů práce. Konstatovaná minimální doporučená délka expozice 8 týdnů se shoduje s údaji autorů PRASIFKA et al. (2007), který uvádí pro polní biotopy nejvyšší účinnost podzemních návnadových typů pastí 8 – 9 týdnů, i OŽANOVÁ (2001), která i přes odlišný typ pasti shledává nejvyšší diverzitu i početnost mnohonožek v sedmém týdnu expozice. BRUNKE et al. (2012) při svém výzkumu mnohonožek doporučenou délku expozice neuvádí.

V případě zemních pastí se na jejich efektivitě v průběhu času mohl podepsat již zmíněný digging-in efekt, ale také sezónnost a postupné vylovení zvířat na lokalitě, jak diskutuje PRASIFKA et al. (2007). Ani jeden z těchto faktorů nebyl pro splnění cílů práce zásadní, a tak hlubší analýza nebyla uvedena.

U půdních vzorků je časový faktor ještě méně relevantní, neboť půda je stabilnější prostředí, ve kterém se většina zmíněných vlivů eliminuje. Toto potvrzuje HÖVEMEYER a STIPPICH (2000). Určitý pokles druhové pestrosti v posledních týdnech pokusu mohlo mít za následek již zmíněné sucho.

**Určitý vliv na počty zaznamenaných živočichů mohla mít větší vzdálenost lokalit od místa extrakce,** především u lokalit louka a pole. Je možné, že za dobu převozu někteří

živočichové z podzemních pastí či půdních vzorků utekli či v nich zemřeli, což znemožnilo jejich extrakci pomocí Tullgrenova přístroje.

Použité Tullgreny byly primárně koncipované pro extrakci zvířat z půdních vzorků, které jsou objemnější, zpravidla vlhčí a k jejich vysoušení dochází pozvolna. Je možné, že pro extrakci zvířat ze subtilnějších podzemních návnadových pastí byly použité tepelné zdroje příliš výkonné. Příliš vysoká teplota v extrakčních přístrojích se může negativně projevit na počtu separovaných jedinců (SMITH et al., 2008). Statisticky významný vliv těchto faktorů ale není pravděpodobný.

## 5 ZÁVĚR

Terénní část práce „Možnost využití návnadových pastí pro vzorkování půdní makrofauny“ byla vypracována od konce dubna do července 2013, částečně pak i v květnu 2014 na louce na okraji města Dvůr Králové nad Labem (50°26'51" N, 15° 49' 46" W, 346 m n. m.). Bylo provedeno vzorkování pomocí tří metod: zemní pastí, půdní vzorky a podzemní návnadové pastí. Z půdních vzorků a podzemních návnadových pastí byla zvířata extrahována pomocí Tullgrenových přístrojů. Živočichové byli vytříděni a rozděleni podle taxonomických skupin. Celkově bylo všemi typy metod odchyceno 3810 jedinců makro- a mezofauny z 18 různých taxonomických skupin. Pro bližší druhovou determinaci a hlubší analýzu byly zvoleny skupiny pavouci (Araneae), stejnonožci (Isopoda), stonožky (Chilopoda) a mnohonožky (Myriapoda). Získaná data byla vyhodnocena a srovnána s daty z bakalářských prací HUDCOVÁ (2014) a HÁBOVÁ (2014), mapující stejnou metodikou lokality les a pole.

Práce si kladla následující cíle:

### **1) Srovnat celkovou účinnost podzemních návnadových pastí, zemních pastí a půdních vzorků**

Nejefektivnějším způsobem mapování druhové diversity blíže determinovaných skupin na všech lokalitách byly zemní pastí, které vykazovaly i nejmenší variabilitu efektivity. S jejich pomocí bylo prokázáno v průměru 84 % všech determinovaných druhů na dané lokalitě. Byly účinné především v odchytu pavouků, mnohonožek a stejnonožců, nejméně účinné byly u stonožek.

Podzemní návnadové pastí vykazovaly v mapování druhové diversity průměrnou efektivitu 31 %. Nejvhodnější se ukázaly pro vzorkování stonožek a mnohonožek. Průměrně prokázaly 64 % druhů stonožkovců (Myriapoda) na dané lokalitě jen s malou variabilitou v efektivitě.

Půdní vzorky byly nejméně účinnou metodou vzorkování. Průměrně prokázaly 22 % ze všech determinovaných druhů na dané lokalitě, variabilita v jejich efektivitě ovšem byla značná. Nejúčinnější byly při mapování zástupců podkmene Myriapoda. Zde průměrná efektivita dosáhla 53 % a snížila se její variabilita.

Bylo prokázáno, že pro mapování druhové diversity podkmene Myriapoda kombinace libovolných dvou metod vzorkování výrazně zvyšuje jeho efektivitu, v průměru o 24 %. Nejefektivnější byla kombinace zemních pastí a podzemních návnadových pastí, která v průměru prokázala 86 % ze všech zjištěných druhů této skupiny na dané lokalitě. I nejméně účinná kombinace metod, zemní pasti a půdní vzorky, však dosáhla průměrné efektivitu 80 %.

Při srovnávání celkové podobnosti metod vzorkování byl prokázán signifikantní rozdíl mezi zemními pastmi a podzemními návnadovými pastmi. Tyto metody si tedy byly nejméně podobné.

Nejvyšší redundance (41 %) ve vzorkování Myriapoda byla prokázána mezi metodami podzemní návnadové pasti a půdní vzorky. Z tohoto hlediska si tyto dvě metody vzorkování byly nejpodobnější. Kombinace metod zemní pasti a podzemní návnadové pasti vykazovala v tomto ohledu redundanci 36 %, kombinace zemní pasti a půdní vzorky 33 %. V redundanci metod zemní pasti - podzemní návnadové pasti byl ale zaznamenán výrazný rozdíl mezi třídami Chilopoda a Diplopoda. Pro stonožky činila redundance těchto metod 17 %, pro mnohonožky 52 %.

## **2) Posoudit časový průběh kolonizace podzemních návnadových pastí za účelem metodologického doporučení délky jejich expozice.**

Osídlení podzemních návnadových pastí celkově vykazovalo s prodlužující se délkou expozice vzrůstající tendenci, a to až do osmého týdne. Od devátého týdne se počet odchycených druhů snižoval, což indikuje snižování atraktivity pastí za tímto časovým horizontem. Z metodologického hlediska je tedy doporučena minimální délka expozice podzemních návnadových pastí osm týdnů.

**Shrnutí: Z výsledků je patrné, že zemní pasti jsou obecně nejefektivnější a od ostatních metod nejodlišnější a tudíž by při vzorkování půdní makrofauny neměly být opomenuty. Pokud se však zaměříme pouze na kmen Myriapoda, jeví se efektivnější používat podzemní návnadové pasti, či ještě lépe kombinaci právě těchto dvou metod. Nejmenší překryv výsledků tato kombinace obecně vykazovala u třídy Chilopoda. Pro mapování její druhové diversity se tedy zdá být optimální.**

**Podzemní návnadové pasti se ukázaly být vhodným doplňkem při vzorkování půdní makrofauny. Mohou sloužit jako kompromisní, méně destruktivní alternativa k půdním vzorkům s výhodami v jednodušší manipulaci a kratší době extrakce živočichů, navíc v průměru vykazují vyšší efektivitu. Je však nutno počítat s rozdíly v druhové skladbě, v tomto ohledu jsou si metody podobné, nikoli však zaměnitelné. Minimální doporučená doba jejich expozice činí osm týdnů.**

## 6 SEZNAM LITERATURY

**BRUNKE, A. J., O'KEEFE, L., BAHALAI, C. A., SEARS, M. K., HALLETT, R. H. (2012):** Guilty by association: an evaluation of millipedes as pests of carrot and sweet potato. *J. Appl. Entomol.*, 136: 772–780.

**CROSSLEY, D. A. JR. (1991):** Modern techniques in soil ecology. Elsevier, Amsterdam. 510 s.

**DIGWEED, S. C., CURRIE, C. R., CÁRCAMO, H. A., SPENCE, J. R. (1995):** Digging out the "digging-in effect" of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pedobiologia*, 39: 561-576.

**GREENSLADE, P. J. M. (1973):** Sampling ants with pitfall traps: Digging-in effects. *Insectes Sociaux*, Volume 20, Issue 4. 343-353 pp.

**HÁBOVÁ L. (2014):** Možnost využití návnadových pastí pro vzorkování půdní makrofauny. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 32 s.

**HÖVEMEYER, K., STIPPICH, G. (2000):** Assessing spider community structure in a beech forest: Effects of sampling method. *Eur. J. Entomol.*, 97: 369-375.

**HUDCOVÁ, P. (2014):** Možnost využití návnadových pastí pro vzorkování půdní makrofauny. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 29 s.

**KEVAN, D. K. McE. (1962):** Soil animals. H. F. & G. Witherby LTD, London. 236 s.

**KOIVULA, M., KOTZE, D. J., HISSIVUORI, L., RITA, H. (2003):** Pitfall trap efficiency: do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter? *Entomologica Fennica*, 14: 1-14.

**LANG, A. (2000):** The pitfalls of pitfalls: a comparison of pitfall trap catches and absolute density estimates of epigeal invertebrate predators in arable land. *J. Pest Science*, 73: 99-106

- MOMMERTZ, S., SCHAUER, C., KÖSTERS, N., LANG, A., FILSER, J. (1996):** A comparison of D-Vac suction, fenced and unfenced pitfall trap sampling of epigeal arthropods in agro-ecosystems. *Ann. Zool. Fennici*, 33: 117–124.
- NIEMELÄ, J., HALME, E., PAJUNEN, T., HAILA, Y. (1986):** Sampling spiders and carabid beetles with pitfall traps: the effect of increased sampling effort. *Annales Entomologici Fennici*, 52: 109-111.
- NOSEK, J. (1954):** Výzkum půdní zvířeny jako součást výzkumu biocenoty lesa I. Návrh metodiky a výsledky výzkumu v rezervaci Mjonoší v Moravskoslezských Beskydách. Nakladatelství ČSAV, Praha. 112 s.
- OŽANOVÁ, J. (2001):** Využití travních pastí při studiu mnohonožek. *Myriapodologica Czecho - Slovaca*, 1: 69-71.
- PRASIFKA, J. R., LOPEZ, M. D., HELLMICH, R. L., LEWIS, L. C., DIVELY, G. P. (2007):** Comparison of pitfall traps and litter bags for sampling ground-dwelling arthropods. *J. Appl. Entomol.*, 131: 115–120.
- RUIZ, N., LAVELLE, P., JIMÉNEZ, J. (2008):** Soil macrofauna field manual. Technical level. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- SABU, T. K., SHJU, R. T., VINOD, K. V., NITHYA, S. (2011):** A comparison of the pitfall trap, Winkler extractor and Berlese funnel for sampling ground-dwelling arthropods in tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science*, 11: 28 available online: [insectscience.org/11.28](http://insectscience.org/11.28).
- SCHINNER, F., ÖHLINGER, R., KANDELER, E., MARGESIN, R. (1995):** *Methods in Soil Biology*. Springer Verlag, Berlin. 426 pp.
- SNYDER, B. A., DRANEY, M. L., SIERWALD, P. (2006):** Development of an optimal sampling protocol for millipedes (Diplopoda). *Journal of Insect Conservation*, 10: 277–288.
- TUF, I. H. (2002):** Contribution to the knowledge of vertical distribution of soil macrofauna (Chilopoda, Oniscidea). In: Tajovský K., Balík, V., Pižl V. (eds.): *Studies on Soil Fauna in Central Europe*. Proc. 6th CEWSZ. Ústav půdní biologie, Akademie Věd ČR, České Budějovice: 241-246.

**TUF, I. H. (2013):** Praktika z půdní zoologie. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc. 92 pp.

**TUF, I. H., TVARDÍK, D. (2005):** Heat-extractor – an indispensable tool for soil zoological studies. In: Tajovský, K., Schlaghamerský, J., Pižl, V. (eds.): Contributions to Soil Zoology in Central Europe I. ISB AS CR, České Budějovice: 191-194.

**WALLWORK, J. A. (1970):** Ecology of soil animals. McGraw – Hill, London. 282 s.



## 7 PŘÍLOHY

### Seznam příloh

Tabulka P1: Početnost taxonů získaných z jednotlivých metod vzorkování - louka

Graf P1: Analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování na lokalitě louka

Graf P2: Analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování na lokalitě les

Graf P3: Analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování na lokalitě pole

Foto P1: Lokalita louka

Foto P2: Lokalita les

Foto P3: Lokalita pole

Foto P4: Podzemní návnadové pasti

Foto P5: Lokalita pole – zemní past zakrytá stříškou

Foto P6: Podzemní návnadová past po šesti týdnech expozice

Foto P7: Extrakce živočichů v Tullgrenových přístrojích

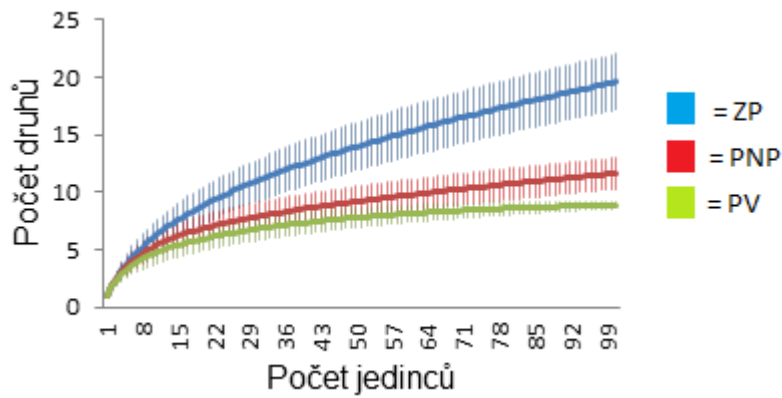
**Tabulka P1: Početnost taxonů získaných z jednotlivých metod vzorkování - louka**

Podkmen	Skupina	Druh	ZP	PNP	PV
Chelicerata	Araneae	<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall, 1833)	3	0	0
		<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	52	0	0
		<i>Alopecosa</i> sp.	1	0	0
		<i>Cicurina cicur</i> (Fabricius, 1793)	1	0	0
		<i>Clubiona lutescens</i> (Westring, 1851)	0	1	0
		<i>Coelotes</i> sp.	1	0	0
		<i>Diplocephalus cristatus</i> (Blackwall, 1833)	2	0	0
		<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	1	0	0
		<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)	9	1	0
		<i>Drassyllus</i> sp.	1	0	0
		<i>Erigone atra</i> (Blackwall, 1833)	1	0	0
		<i>Hahnia nava</i> (Blackwall, 1841)	1	0	0
		<i>Harpactea lepida</i> (C. L. Koch, 1838)	2	0	0
		<i>Histopona tropida</i> (C. L. Koch, 1834)	1	0	0
		Linyphiidae sp.	3	1	0
		<i>Mermessus trilobatus</i> (Emerton, 1882)	4	0	0
		<i>Mycaria pulicaria</i> (Sundevall, 1831)	1	0	0
		<i>Ozyptila</i> sp.	3	0	0
		<i>Ozyptila trux</i> (Blackwall, 1846)	51	1	0
		<i>Pachygnatha degeeri</i> (Sundevall, 1830)	134	1	0
		<i>Pachygnatha listeri</i> (Sundevall, 1830)	1	0	0
		<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	34	0	0
		<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	5	0	0
		<i>Pardosa pullata</i> (Clerck, 1757)	191	0	0
		<i>Pardosa</i> sp.	6	0	0
		<i>Phlegra fasciata</i> (Hahn, 1826)	1	0	0
		<i>Phorromma</i> sp.	1	0	0
		<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. Koch, 1835)	5	0	0
		<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	1	0	0

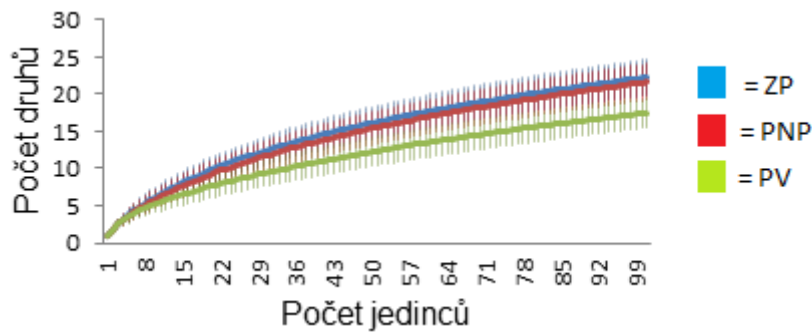
**Tabulka P1: Početnost taxonů získaných z jednotlivých metod vzorkování (pokračování)**

<b>Podkmen</b>	<b>Skupina</b>	<b>Druh</b>	<b>ZP</b>	<b>PNP</b>	<b>PV</b>
		<i>Trochosa sp.</i>	63	1	0
		<i>Trochosa terricola</i> (Thorell, 1856)	32	0	0
		<i>Xerolycosa miniata</i> (C. L. Koch, 1834)	2	0	0
		<i>Xerolycosa sp.</i>	7	0	0
		<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	1	0	0
		<i>Xysticus kochi</i> (Thorell, 1872)	1	0	0
		<i>Zelotes latreillei</i> (Simon, 1878)	6	0	0
		<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)	2	0	0
<b>Crustacea</b>	<b>Isopoda</b>	<i>Hyloniscus riparius</i> (Koch, 1838)	0	1	0
		<i>Porcellio scaber</i> (Latreille, 1804)	1	0	0
<b>Myriapoda</b>	<b>Chilopoda</b>	<i>Geophilus electricus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	9
		<i>Geophilus flavus</i> (DeGeer, 1778)	0	9	30
		<i>Geophilus truncorum</i> (Bergsoe, Meinert, 1866)	0	0	1
		<i>Lithobius microps</i> (Meinert, 1868)	4	47	31
		<i>Schendyla nemorensis</i> (C. L. Koch, 1836)	0	11	26
	<b>Diplopoda</b>	<i>Blaniulus guttulatus</i> (Fabricius, 1798)	2	31	2
		<i>Brachydesmus superus</i> (Latzel, 1884)	0	0	3
		<i>Glomeris connexa</i> (C. L. Koch, 1847)	9	0	0
		<i>Polydesmus complanatus</i> (Linnaeus, 1761)	3	2	0
		<i>Polydesmus denticulatus</i> (C. L. Koch, 1847)	8	7	0
		<i>Polydesmus inconstans</i> (Latzel, 1884)	1	39	6
		<i>Unciger foetidus</i> (C. L. Koch, 1838)	9	30	3
<b>Celkem</b>			<b>668</b>	<b>183</b>	<b>111</b>

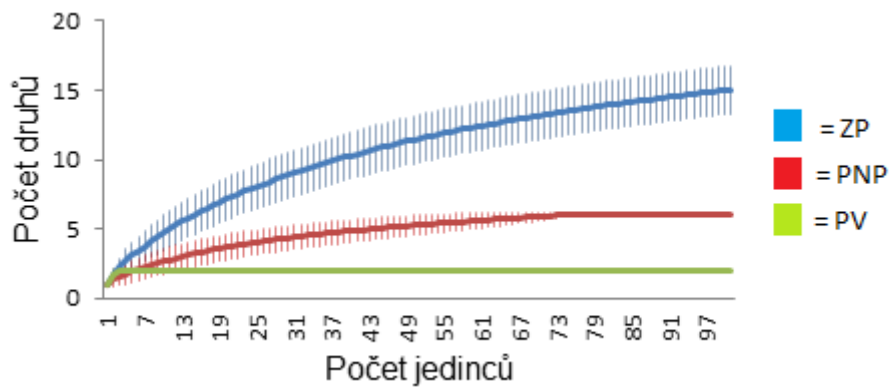
**Graf P1: Analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování na lokalitě louka**



**Graf P2: Analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování na lokalitě les**



**Graf P3: Analýza podobnosti efektivity jednotlivých metod vzorkování na lokalitě pole**



**Foto P1: Lokalita louka**



**Foto P2: Lokalita les (převzato z HUDCOVÁ 2014)**



**Foto P3: Lokalita pole (převzato z HÁBOVÁ 2014)**



**Foto P4: Podzemní návnadové pasti (převzato z HÁBOVÁ 2014)**



**Foto P5: Lokalita pole – zemní past zakrytá stříškou (převzato z HÁBOVÁ 2014)**



**Foto P6: Podzemní návnadová past po šesti týdnech expozice**



**Foto P7: Extrakce živočichů v Tullgrenových přístrojích**

