

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta**



**Bakalářská práce**

**Vliv různého managementu horských smrčín Šumavy na  
společenstva mnohonožek a stonožek**

**Lukáš Velíšek**

**Vedoucí práce: RNDr. Karel Tajovský, CSc.**

**České Budějovice 2011**

Velíšek L. (2011). Vliv různého managementu horských smrčín Šumavy na společenstva mnohonožek a stonožek [The impact of different management of mountain spruce forests in the Šumava Mts. on the communities of millipedes and centipedes] 41 pp., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Tato práce je psána jako grantová žádost, která si klade za cíl popsat společenstva půdních bezobratlých s důrazem na mnohonožky a stonožky na vybraných lokalitách v NP Šumava v oblasti Březníku. Sledované plochy se nacházejí na území postiženém kůrovcovou kalamitou, kde byla následně aplikována asanace porostů nebo byly porosty ponechány samovolnému vývoji.

Annotation:

This work is written as a grant application, which aims to describe communities of soil invertebrates esp. millipedes and centipedes at selected localities in the Šumava National Park near Březník. The monitored plots are situated in the area damaged by bark beetle attack where their remediation has been applied or they have been left to spontaneous development.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13.12.2011

Lukáš Velíšek

## **Abstrakt:**

NP Šumava s NP Bavorský les představují největší souvislé území horských smrčín ve střední Evropě. Již v historii docházelo opakovaně k jejich poškozování, přičemž se uplatňovaly jak abiotické tak biotické faktory. Ve druhé polovině minulého století k narušení porostů přispěly kyselé deště, které měly za následek okyselování půd. V posledních letech způsobily rozsáhlé disturbance těchto porostů větrné kalamity, na které následně navázalo přemnožení lýkožrouta smrkového, což vedlo k postupnému odumírání stromového patra smrčín na rozsáhlých plochách. Na to, zda aktivně řešit stávající stav nebo ponechat porosty v první zóně NP Šumava samovolnému vývoji, existují rozdílné názory.

Horské smrkové lesy jsou významnou složkou krajiny, který mají řadu důležitých funkcí. Plní funkci půdoochrany, vodohospodářskou, protože zadržují množství srážek. Především na vrcholech hor padá nejvíce srážek, proto je důležité, aby odtok vod byl co nejpomalejší. Horské smrčiny ovlivňují stabilizaci přírodních procesů v krajině.

Hlavním posláním této studie je popsat a porovnat společenstva mnohonožek, stonožek a ostatních půdních bezobratlých kategorizovaných jako tzv. půdní makrofauna na plochách v polohách horských smrčín s odlišným předchozím managementem. Výzkum je soustředěn do oblasti Březníku a Studené hory. Jedná se jednak o plochy asanované, kde byl kůrovcem napadený porost pokácen a dřevo odvezeno a dále kůrovcem napadené plochy ponechané samovolnému vývoji. V obou případech dochází různým způsobem k ovlivňování celého lesního ekosystému, včetně půdy, která je životním prostředím půdních bezobratlých. Vyvolané změny na zkoumaných plochách budou mít významný vliv na početnosti i na druhovém zastoupení půdních živočichů. Na asanovaných plochách dochází vlivem používání těžké mechanice k poškozování půdy, což má další negativní dopad na fyzikální i biologické parametry půd. Naší hypotézou je, že na plochách ponechaných samovolnému vývoji bude vyšší zastoupení půdních bezobratlých včetně mnohonožek a stonožek než na plochách asanovaných těžbou. Proto je navrhován tento projekt, jehož cílem je zjistit změny ve společenstvech půdní fauny v podmínkách dvou uplatňovaných typů managementu a zhodnotit vliv vybraných ekologických faktorů půdního prostředí na studovaná společenstva půdní makrofauny.

**Abstract:**

The Šumava National Park with the Bavarian Forest National Park represents the largest contiguous area of the mountain spruce in the Central Europe. These spruces were frequently damaged in the past because of abiotic and biotic factors. In the second half of the last century the acid rains contributed to the vegetation damage and were the cause of the soil acidification and the subsequent weakening of the vegetation. In the last years the vast disturbances of this vegetation caused gale disasters, which were followed by eight-toothed spruce beetle outbreak and this led to gradual root kill of the spruce tree layer on the wide area. There are different opinions about actively tackling the current state or leaving the vegetation in the first zone of the Šumava NP to its spontaneous development. Mountain spruces are significant part of the landscape, they perform important soil-protection and aquiculating function and they support the stabilization of natural processes.

The main goal of this study is to describe and compare the population of millipedes, centipedes and other soil invertebrates (soil macrofauna) on the areas in mountain spruces with different previous management and to find out the changes in these populations in conditions of two used types of management and to evaluate the effect of chosen ecological soil environment factors on the studied soil macrofauna populations. The research is focused to the Březník and Studená hora region. There are two types of studied areas: the first are blighted, where the trees attacked by bark beetle were harvested and the wood was removed and the second areas are those where the spruce growth damaged by bark beetle was left to spontaneous development. In both cases there are different ways in influence of the whole forest ecosystem including the soil, which is the living environment for soil invertebrates. Induces changes on the studied areas will significantly influence the abundance and the species composition of the soil animals. On the blighted area there is a soil damage caused by heavy mechanics, which has another negative impact on physical and biological soil parameters. Our hypothesis is that the representation of the soil invertebrates including millipedes and centipedes will be higher on the areas left to spontaneous development than on the blighted area.

**Poděkování:**

Chtěl bych poděkovat mému školiteli RNDr. Karlu Tajovskému, CSc. za odborné vedení bakalářské práce, za neocenitelnou pomoc při determinaci vzorků, za užitečné rady a pomoc. Děkuji také prof. Ing. Haně Šantrůčkové CSc. za užitečné rady. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za podporu během studia.

## Obsah:

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | LITERÁRNÍ PŘEHLED.....                                     | 1  |
| 1.1.   | Šumava.....  | 1  |
| 1.1.1. | Vývoj přirozených šumavských lesů.....                     | 1  |
| 1.1.2. | Přirozené disturbance šumavských lesů.....                 | 2  |
| 1.1.3. | Vliv lidské činnosti na šumavské lesy.....                 | 4  |
| 1.1.4. | Problematika horských smrčín s ohledem na půdní faunu..... | 6  |
| 1.2.   | Charakteristika myriapodních členovců.....                 | 8  |
| 1.2.1. | Charakteristika mnohonožek.....                            | 8  |
| 1.2.2. | Charakteristika stonožek.....                              | 10 |
| 2.     | CÍLE PROJEKTU.....   | 12 |
| 3.     | HYPOTÉZY.....  | 12 |
| 4.     | NÁVRH EXPERIMENTU.....                                     | 13 |
| 4.1.   | Studijní lokality.....                                     | 13 |
| 4.2.   | Sběr dat.....  | 14 |
| 4.2.1. | Metoda půdních vzorků.....                                 | 14 |
| 4.2.2. | Metoda padacích zemních pastí.....                         | 15 |
| 4.3.   | Předběžné výsledky.....                                    | 16 |
| 4.4.   | Časový harmonogram.....                                    | 17 |
| 4.5.   | Finanční náklady projektu.....                             | 17 |
| 5.     | ZÁVĚR.....   | 18 |
| 6.     | SEZNAM LITERATURY.....                                     | 19 |
| 7.     | PŘÍLOHY.....   | 26 |

# 1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

## 1.1. Šumava

Šumava patří k nejstarším pohořím ve střední Evropě s rozsáhlou hornatinou hercynského masivu (Wild et al. 2003). Celková rozloha Šumavy činí 211 302 ha a při lesnatosti 66 % se plocha lesů rozkládá na 140 378 ha. Horské lesy zde zaujímají 95,6 % (Vacek & Podrázský 2003). Šumava představuje relativně nejméně narušené a nejlépe zachované přírodní území v České republice. V roce 1963 byla vyhlášena za chráněnou krajinou oblast. Vyhlášení Národního parku Šumava bylo v roce 1991 a zahrnuje centrální část pohoří podél hranic s Německem a Rakouskem na ploše 690 km<sup>2</sup>. Zhruba 84 % parku tvoří lesy, 7 % louky a pastviny (Bláha 2002).

### 1.1.1. Vývoj přirozených šumavských lesů

Původní šumavské lesy vypadaly ještě před několika staletími naprosto jinak než dnes (Šantrůčková et al. 2010). Prodělaly dlouhodobý vývoj významně usměrněný v posledních tisíciletích kolonizací člověkem. Pro přirozený vývoj šumavských lesů je nejzajímavější konec doby ledové (pozdní glaciál) a doba poledová (postglaciál). Před 10 000 lety odeznívala poslední doba ledová a krajina se začala podobat lesotundře nebo tundře.

Až na počátku mladších čtvrtohor (holocénu) vznikl na Šumavě les. Toto období se vyznačuje kolísajícím oteplováním a zvlhčováním podnebí (Chocholoušková & Gutzerová 2003). Klimatické změny nebyly jedinou příčinou změn ve složení lesa. Pro výstavbu rostlinného společenstva je velmi důležité, jaký materiál je k dispozici. Lesní ekosystémy ovlivňují v hlavní míře stromy (Chábera et al. 1987). V závislosti na klimatických a stanovištních poměrech se postupně vyvíjela skladba dřevin. Do otevřené krajiny začaly nejprve pronikat listnáče jako jsou vrby (*Salix*), břízy (*Betula*) a z jehličnatých druhů borovice (*Pinus*). Až později se začala objevovat teplomilnější líska (*Corylus avellana*).

Před 8000 až 6000 lety v důsledku příznivějších klimatických podmínek se oteplilo a stoupl podíl náročnějších listnáčů zejména dubu (*Quercus*), jilmu (*Ulmus*), lípy (*Tilia*) a jasanu (*Fraxinus*). Z jehličnanů se začal objevovat smrk (*Picea abies*), který postupně vytlačoval lísku (*Corylus*) a borovici (*Pinus*) (Chocholoušková & Gutzerová 2003). Později osídloval Šumavu buk (*Fagus sylvatica*), který se objevoval na místech, kde před tím byla

líška (*Corylus*) (Chábera et al. 1987). Poslední se na Šumavě rozšířila jedle (*Abies alba*), která tvořila nevysokou příměs smíšených porostů.

Předpokládá se, že původní přirozená vegetace se utvořila před třemi tisíci let. Vlastní Šumavu tvoří především smíšené horské lesy, zastoupené hlavně květnatými bučinami (Chocholoušková & Gutzerová 2003) se smrkem, jedlí, bukem a menší plochu zaujímají v příměsi bukových porostů společenstva zastoupeným javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*) a jilmem horským (*Ulmus glabra*) na kamenitých svazích a sutích (Průša 1990).

Květnaté bučiny se vyskytují v nadmořských výškách od 1000 do 1500 m a jsou to porosty tvořené směsí buku a smrku s menším zastoupením jedle. Přirozené horské smrčiny se na Šumavě vyskytují v nadmořských výškách vyšších než 1200 m (Chocholoušková & Gutzerová 2003). Jsou pro ně charakteristické nepříznivé stanovištní podmínky (např. podmáčená nebo extrémně kamenitá stanoviště) a relativně mělký půdní profil (Svoboda 2005). Dominuje v nich smrk často společně s jeřábem (*Sorbus*), v podrostu se často vyskytuje třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) s borůvkým (*Vaccinium*) (Jonášová & Prach 2004). Smrčiny jsou zde různorodé v závislosti na skladbě podrostu. Rozeznáváme papratkové smrčiny, kde převládá kapradí (*Dryopteris*), třtinové smrčiny s převahou trav, rašelinné a podmáčené smrčiny s převahou rašeliníku (*Sphagnum*) a hustého mechového porostu (Šantrůčková et al. 2010).

Přirozenou druhovou skladbu lesa původně tvořily z 68 % jehličnaté stromy, kde dominoval smrk ztepilý 51 %, jedle bělokorá 13 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a kleč (*Pinus mugo*) 4 % a v malém podílu ostatní jehličnany. Zbývajících 32 % plochy lesa tvořily listnaté stromy ze zastoupením 21 % buku lesního, 2 % javoru klenu, pionýrské dřeviny (8 %) a ostatní listnaté stromy. V dnešní době na Šumavě jehličnaté dřeviny tvoří téměř 92 % a listnáče přes 8 % lesů (<http://www.npsumava.cz/cz/1291/sekce/druhova-skladba-lesu/>).

### **1.1.2. Přirozené disturbance šumavských lesů**

Přírodní disturbance jsou považovány za ničivou událost, které ovlivňují strukturu a dynamiku lesa, při kterých dochází k narušení klimaxového stádia, přičemž les opět prochází primární nebo sekundární sukcesí (Johnson & Miyanishi 2007, Pickett & White 1985, White 1979).



Přírozené disturbance jsou jednou z příčin, které mají za následek ubývání smrků ve střední Evropě a tudíž i na Šumavě (Wild et al. 2003). Disturbance mají vliv na mnoho procesů v krajině včetně změn mikroklimatu, hydrologie a erozi půdy (Hais et al. 2008). Lesní ekosystém je ovlivňován řadou abiotických a biotických faktorů, které hrají důležitou roli při změnách v krajině (Hais et al. 2008) a které ovlivňují staří porostů, množství tlejícího dřeva i druhovou rozmanitost organismů (Šantrůčková et al. 2010).

Z hlediska dlouhodobého managementu lesa v národních parcích mohou větrné kalamity nebo přemnožení kůrovce apod. představovat základní problém. Rovněž původní lesy nedotčené člověkem byly v minulosti formovány působením přírodních disturbance (Svoboda 2011). V tomto pojetí jsou disturbance základním prvkem v přírodním vývoji lesa (Frelich 2002).

Za významné činitele na území Šumavy jsou především považovány vítr a kalamitní přemnožení lýkožrouta. Oba faktory mohou ovlivňovat dynamiku lesa. V průběhu posledních 500 let se na Šumavě v každém století vyskytovaly opakovaně silné vichřice, které způsobovaly rozsáhlá narušení lesních porostů (Svoboda & Zenáhlíková 2009).

V 18. a 19. století vichřice na Šumavě narušily nejen člověkem obhospodařované lesy, ale došlo ke zmenšení rozlohy starých porostů, v té době ještě klasifikovaných jako pralesy, které se nacházely např. v oblasti Boubína a Trojmezí. Recentně se zde vyskytují opakovaně vichřice s ničivou silou, které se za posledních 30 let přehnaly přes Šumavu více než 20krát. (Šantrůčková et al. 2010). V případě listnatých porostů nezpůsobují vichřice tak významné poškození a postižené plochy nepředstavují vážné nebezpečí pro okolní porosty (Svoboda 2011). Problém nastává v případě s vysokým podílem zastoupení smrku v porostech.

Okland & Bjornstard (2006) uvádí, že existuje souvislost mezi přemnožením lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a výskytem vichřice. Vyvrácené stromy lýkožroutovi smrkovému slouží jako zdroj potravy, což spustí rychlé namnožení kůrovce. Takto postižené plochy jsou zdrojem jeho šíření do okolních porostů.

Lýkožrout smrkový je nejvážnějším škůdcem smrkových porostů v Evropě, přičemž zprávy o jeho přemnožení v původních lesích střední Evropy jsou známy již ze 17. století (Skuhřavý 2002). Četnost jeho výskytu se zvýšila po 2. světové válce zejména v letech 1983 a 1984 (Vacek et al. 2003) a následně v letech 1986, 1999, 2007 a 2008 (Svoboda et al. 2010) a trvá více méně dodnes. Škodlivost lýkožrouta smrkového je podmíněna jeho rozmnožovacím potenciálem. Záleží kolik jedinců je schopno zahubit jeden smrk a kolik jedinců se může vyvinout na jednom smrku (Zahradník 2002). Za normálních podmínek

napadá jednotlivé, oslabené přestárlé smrky. Zdravé smrky dokážou odolávat, ale pokud je brouků mnoho, napadají i zdravé smrky. Proto s největší pravděpodobností zůstane i v nejbližší době závažnou hrozbou pro smrkové lesy Šumavy (Plesník 2003).

Aby se zabránilo šíření lýkožrouta smrkového z postižených bezzásahových území do hospodářských lesů musí se podle lesnické praxe vytvořit přechodné pásmo a provést důsledné asanační zásahy v kombinaci s dalšími opatřeními (Vacek et al. 2003).

Svoboda (2007) ve své práci uvádí, že asanace představují pro daný ekosystém horských smrčín na Šumavě mnohem větší zásah než například narušení kůrovcem nebo větrem. Při asanaci dochází k poškození stromového patra, půdy a vegetace. V případě kůrovce dochází pouze k odumření stromového patra a při vichřici dojde k vytvoření mozaiky stanovišť narušených a nenarušených.

### **1.1.3. Vliv lidské činnosti na šumavské lesy**

Starší doba kamenná (paleolit) představuje nejdelší období lidského vývoje. Vývoj klimatu a přírody střední Evropy v té době procházel řadou změn. Alpské a severské zalednění určovalo vývoj člověka a krajiny, nesouvislým ledovcem byly pokryty i nejvyšší polohy šumavského pohoří. Postupem času se klima severní polokoule oteplilo a vznikly na Pošumaví podmínky pro život člověka (Beneš 2003).

Člověk již řadu let ovlivňuje krajinu kolem sebe. Před jeho příchodem byla celá Šumava pokryta hustými lesy kromě skalnatých vrcholků, jezer a stěn karů (Beneš 1996). Od trvalejšího osídlení Šumavy a Pošumaví člověka odrazovaly tvrdší nepříznivé přírodní i klimatické podmínky (Řezníčková 2003). Tehdy člověk obýval oblasti klimaticky příznivější, kde měl dostatek obživy, takže Šumavu navštěvoval jen sporadicky. První známky jeho výskytu v Pošumaví se datují ve střední době kamenné (mezolit) (Vencl 1989). Nejstarší zemědělské osídlení se odehrávalo zhruba před 7000 lety, přičemž k trvalejšímu osidlování docházelo o tisíc let později související s pastevnictvím a kácení lesů (Šantrůčková et al. 2010). Zatímco zemědělská činnost vzhledem k potížím s kolonizací lesní půdy postupovala pomalu, do nitra Šumavy pronikali hledači zlata, kteří po jeho objevení v náplavách šumavských potoků rýžovali na horní Otavě, Vltavě, Blanici a jejich přítocích (Chábera et al. 1987). Významnou roli při odlesňování krajiny hrály obchodní stezky, v jejichž blízkosti vznikaly osady (Řezníčková 2003).

Až v 11. a 12. století začalo větší pronikání člověka do vyšších poloh centrální části pohoří (Vacek & Podrázský 2003, Beneš 1996). O století později můžeme předpokládat

odlesňování i ve vyšších nadmořských výškách, ovlivňování porostů pálením dřevěného uhlí či pastvou, nicméně krajinný ráz vrcholových partií Šumavy zůstával nezměněn (Šantrůčková et al. 2010). Středověká kolonizace byla první etapou osídlování Šumavy, daleko větší změny se odehrávaly v novověku.

V 16. století docházelo k intenzivnějšímu ovlivnění šumavských lesů v souvislosti s těžbou dřeva pro železné hutě. Vznikaly sklárny s velkou spotřebou dříví na palivo či výrobu potaše. V důsledku toho byl zničen prales na rozsáhlých plochách, což znamenalo velký zásah jak do druhové skladby tak i struktury okolního lesa. Vytěžené plochy pak většinou zůstaly zemědělskou půdou (Průša 1990).

V 17. století začala těžba pronikat do vyšších horských poloh, kde vznikaly dřevařské osady. Období třicetileté války znamenalo velký hospodářský úpadek, kdy klesl obchod i výroba, velké plochy zemědělské půdy se přestaly obdělávat a řada měst a vesnic byly vypáleny (Řezníčková 2003). Po skončení třicetileté války opět nastalo velké osídlování Šumavy, které dosáhlo vrcholu na přelomu 18. a 19. století. Následující rozvoj dřevařství dal vzniknout výstavbě plavebních kanálů (Vchynice – Tetov a Schwarzenberský kanál) a významně rozšířil odlesnění a dal vzniknout stejnověkým lesům s převahou smrku (Kučera 2009).

V průběhu 19. století byly vytvořeny lesní hospodářské plány, které stanovovaly nejen maximální přístupnou hranici roční těžby, ale navíc určovaly i způsob obnovy lesních porostů a jejich ochrany (Chábera et al. 1987). Došlo k velké změně druhového zastoupení v lesním ekosystému. Začaly převládat smrkové porosty, které nahradily smíšené lesy a to následně způsobilo jejich nižší odolnost vůči narušení vichřicemi či kůrovcem (Šantrůčková et al. 2010). Vysazoval se smrk jakožto dřevina s charakteristickým rychlým růstem a adaptabilitou k podmínkám na Šumavě, především k chladnému podnebí a velkému množství srážek. Po 2. světové válce v souvislosti s odsunem původního obyvatelstva německé národnosti se změnilo lesní hospodaření a zanikla celá řada vesnic. Úhrnem šumavské lesy prodělaly dlouhodobý vývoj, výrazně ovlivněný kolonizací zvláště v posledních dvou stoletích (Chábera et al. 1987).

Ve 20. století se odehrávaly i další změny globálního charakteru s negativním dopadem na šumavské lesy zapříčiněné spalováním fosilních paliv, spadem kyselých dešťů a dalšími změnami klimatu (Šantrůčková et al. 2010). Při spalování fosilních paliv nebo z automobilové dopravy se do atmosféry dostávají emise síry a dusíku, které se smíchají s vodní párou a po naředění dopadnou jako mokrá depozita (sníh, déšť, rosa, kroupy, mlha) nebo jako suchá depozita (částice). Kyselé srážky působí problémy ve vodním ekosystému

(acidifikace pH vody snižuje úroveň biologické rozmanitosti) či v suchozemském ekosystému (poškození kvalitu půdy a vegetaci) (Kahn 1985, Křeček 2010). Kyselé deště představují závažný problém pro životní prostředí (Ling et al. 2006), ovlivnily řadu lesních porostů v Evropě (Binkley 1992). Nejvýznamnější složkou kyselého deště je kyselina sírová, která vzniká v atmosféře oxidací oxidu siřičitého, jehož původ je ve spalování sirnatého hnědého uhlí (Hruška & Majer 1996).

Pokud jde o šumavské půdy, tak jsou přirozeně kyselé a chudé na živiny. Důsledkem dalšího okyselování kyselými dešti ztratily šumavské půdy významnou část živin (Šantrůčková et al. 2010).

#### **1.1.4. Problematika horských smrčín s ohledem na půdní faunu**

Každá skupina organismů má určité vztahy k životnímu prostředí, které určují strukturu společenstva této skupiny. Poškození ekosystémů v globálním měřítku má za poslední desetiletí zrychlující tendenci, ať už jde o lidskou činnost jako je těžba surovin, zemědělství nebo kácení lesů. Tyto vyvolané změny v krajině mají za následek ničení vegetačního pokryvu, opadových vrstev či fyzikální a chemické změny půdy (Tajovský 2002) a mají vliv na půdní společenstva živočichů. Půdní živočichové slouží jako vhodné indikátory negativních dopadů polutantů na půdní prostředí (Rusek & Marshall 2000). Citlivě reagují na nejrůznější podněty, které mají za následek změny v jejich druhovém zastoupení (Hodkinson & Jackson 2005).

V půdách bezobratlí živočichové ovlivňují řadu procesů v prostorových a časových měřítkách včetně rychlosti rozkladu organické hmoty nebo regulace ztráty živin (Wang et al. 2009). Půda je tedy důležitou součástí výzkumů, zaměřených na posuzování změn biologické rozmanitosti a změn vyvolaných lidskou činností včetně hospodaření v lesích (Chauvat et al. 2011).

V půdách jehličnatých lesů vázaných obvykle na vyšší horské polohy je druhová rozmanitost makrofauny zpravidla nízká; z funkčního hlediska jsou zde významnější zástupci mikrofauny jako např. zástupci viřníků, prvoků, hlístic, želvušek nebo strunovců a mezofauny, zejména chvostokoci, drobnušky, stonoženky, vidličnatky a roztoči. Přesto i v horských smrčínách se mohou vyskytovat unikátní společenstva žížal, mnohonožek a stonožek či dalších bezobratlých živočichů (Tajovský 1998, Tajovský 2000, Tajovský & Pižl 2003).

Co se týče Šumavy, teprve v osmdesátých a devadesátých letech minulého století začal probíhat v Národním parku intenzivní ekologický výzkum půdní fauny (Rusek 2001). Do té doby nebyla půdní fauně šumavských horských smrčín, stejně tak jako jiným významným ekosystémům jako např. rašeliništím, mokřadům, olšinám, vlhkým loukám a iniciálním společenstvům na skalních výchozech a sutích, věnována velká pozornost (Rusek 2001). Fauna Šumavy představuje zachovalá společenstva horských hercynských živočichů v přirozených horských lesích, horských loukách nebo vrchovištích. Ve fauně Šumavy existuje celá řada reliktních (pavouků, motýlů, brouků) boreoalpinního rozšíření (Boháč 2003).

Rusek (2001) zpracoval ze Šumavy materiál chvostokoků (Collembola), kde v letech 1999 až 2001 zkoumal kůrovcem postižené a nepostižené klimaxové smrčiny, mrtvé lesní porosty a různě staré paseky, přičemž získal rozsáhlý soubor faunistických dat. Autor uvádí, že na území Šumavy je známo 170 druhů. Pancířníci (Oribatida) byli studováni na vybraných lokalitách horských lesů na Šumavě (Starý 2007, Starý & Matějka 2008). Autoři zjistili, že na všech lokalitách byly nižší průměrné abundance při letních odběrech. Nejvyšší abundance pancířníků srovnatelná s ostatními středoevropskými horskými smrčinami byla zjištěna na lokalitě Boubín. Celkově bylo na Šumavě nalezeno 239 druhů pancířníků. Pižl (2001) zhodnotil současný stav poznání žížalovitých (Lumbricidae) na území Šumavy. Na recentně zkoumaných lokalitách zjistil 17 druhů a poddruhů žížal, čímž je celkově pro Šumavu známo 22 druhů žížal. To představuje 42 % fauny žížal České republiky. Boháč & Matějček (2004) zpracovali biodiverzitu drabčikovitých brouků na území Šumavy. Některé vyskytující se druhy drabčikovitých jsou označovány za pralesní relikty. Podle současných údajů se vyskytuje 332 druhů a z toho 75 druhů je zařazeno do Červené knihy ČR. Boháč (2003) uvádí, že v poslední době dochází k výraznému úbytku některých druhů v původních lesích. Druhy epigeických brouků vyskytujících se pouze na Šumavě, představují typickou chladnomilnou horskou komunitu.

Pokud jde o faunu mnohonožek a stonožek na území Šumavy shrnující údaje publikoval Tajovský (2001). V současné době je známo pro území Šumavy 22 druhů mnohonožek, což představuje 31 % fauny ČR a v případě stonožek je nalezeno 22 druhů, což činí 30 % fauny ČR. Všechny zjištěné druhy patří k evropským nebo středoevropským zástupcům (Tajovský 2001). Zvláště vrcholové části Šumavy se vyznačují zcela specifickými poměry ve skladbě společenstev těchto živočichů. Zároveň však tento autor upozornil, že dosud nejsou rozsáhlá území prozkoumána a lze předpokládat výskyt dalších zástupců

obou skupin. Proto i z tohoto pohledu je třeba těmto půdním bezobratlým v následujících letech věnovat náležitou pozornost.

## **1.2. Charakteristika myriapodních členovců**

Myriapodní členovci (podkmen Myriapoda) jsou suchozemští bezobratlí živočichové, jejichž tělo rozdělujeme na dvě hlavní části, hlavu a trup. Trup je tvořen větším počtem tělních článků (14-177) a počet kráčivých končetin je zpravidla větší, než tři páry. Do skupiny Myriapoda patří 4 třídy, mnohonožky (Diplopoda), stonožky (Chilopoda), stonoženky (Symphyla) a drobnušky (Pauropoda) (Singer 1999).

Stonoženek je na světě popsáno na 160 druhů. Jsou to malí půdní živočichové dorůstající délky těla 1 – 10 mm. Tělo je bělavě zbarveno. Stonoženky nemají oči a jejich trup se skládá ze 14 článků, k pohybu jim slouží dvanáct párů noh (Podsiadlowski et al. 2007). Žijí v půdě a živí se rostlinným materiálem jako jsou kořeny (Scheller 1979b).

Drobnušek je kolem 500 popsaných druhů. Velikost těchto živočichů dosahuje 0,5 – 1,5 mm (Scheller 1979a). Zbarvení je obvykle bělavé nebo hnědé. Trup se skládá z 8 – 11 tělních článků, které nesou po jednom páru končetin (Scheller & Minor 2010). Obývají půdu a často je můžeme najít na vlhčích místech.

Mnohonožkám a stonožkám je věnována větší pozornost v následujících kapitolách 2.2.1. a 2.2.2., kde je podrobněji charakterizována jejich stavba těla, životní cykly a ekologie.

### **1.2.1. Charakteristika mnohonožek**

Mnohonožky představují rozmanitou skupinou, v níž je popsáno na 12 000 druhů (Villegas et al. 2004). Třída mnohonožky se tradičně rozděljuje na dvě podtřídy – volnoretky (Penicillata) a srostloretky (Chilognatha) (Hopkin & Read 1992). První podtřída je reprezentována jediným řádem – chlupule (Polyxenida), jehož zástupci mají drobné měkké tělo se štětinkami, tělo se skládá z 11 článků. Druhá podtřída je u nás zastoupena pěti řády – svinule (Glomerida), které mají hladké krátké a zavalité tělo s 12 články, plochule (Polydesmida), jejichž ploché tělo se skládá z 20 článků, hrbule (Chordeumatida) s růžencovitě utvořeným tělem o 30ti člancích, mnohonožky (Julida), pro něž je typických 45 – 55 tělních článků a chobotule (Polyzoniida), které mají lesklé, hladké tělo na hřbetní straně polokulovitě vyklenuté s 49 – 55 tělními články (Lang 1959, Hopkin & Read 1992).

## **Stavba těla**

Velikost u nás se vyskytujících druhů je 2 – 55 mm. Tělo může být zbarveno bíle, žlutě, hnědě až černě se skvrnami nebo blíže určitou kresbou (Lang 1959). Povrch těla může být hladký nebo je pokrytý hrboly a trny (Hopkin & Read 1992). Tělo je buď válcovité nebo z břišní strany zploštělé, v prvním případě se stáčejí většinou spirálně, v druhém do kuličky (Lang 1959). Hlava je kryta tvrdou hlavovou schránkou, která je přizpůsobená k vrtání v půdě a v tlejícím dřevě. Hlava nese jeden pár tykadel, která mají až 8 článků, Tömöšváryho orgán a oči pokud jsou přítomny (Hopkin & Read 1992). Čelisti a spodní pysk jsou srostlé v gnathochilarium. Mezi hlavou a tělem je jeden volný článek bez končetin a na následujících 3 tělních článcích vyrůstá jeden pár nohou (Villegas et al. 2004). Následující tělní články jsou srostlé vždy dva v jeden celek, čímž vytvářejí tzv. dvojčlánky (diplosomity) (Langrová et al. 2010). Dvojčlánky nesou dva páry nohou a dva páry průduchů (Langrová et al. 2010). Na některých posledních článcích těla nemusejí vyrůstat nohy a konec těla je ukončen telsonem. Samci mají zpravidla v oblasti 7. dvojčlánku modifikované původně kráčivé končetiny v pomocné kopulační orgány, tzv. gonopody. Jejich stavba je druhově specifická.

## **Životní cyklus**

Vývoj probíhá anamorfózou, přičemž z vajíčka se líhnou jedinci s menším počtem nožek než má dospělý jedinec. Vývoj mnohonožek probíhá v řadě vývojových stádiích, které se od sebe liší počtem tělních článků a párů noh. První stádium má pouze 3 páry noh, v dalších stupních přibývá noh i článků (Lang 1959). Mladé mnohonožky jsou slepé, včetně druhů u kterých se později vyvinuli oči (Hopkin & Read 1992).

## **Ekologie**

Většina mnohonožek jsou saprofágové, živící se rozkládajícími rostlinnými zbytky, nebo částmi rostlin (Langrová et al. 2010). Nicméně u některých druhů bylo zjištěno, že se živí příležitostně živočišnými zbytky. Mnohonožky žijí ve vlhkých oblastech, často v místech s velkým množstvím rostlinného materiálu. Nejčastěji obývají mírný pás, subtropický nebo tropický pás. Můžeme je najít i pod kameny, v hrabance, v trouchnivém dřevě nebo hluboko v zemi (Golovatch & Kime 2009). Některé druhy byly nalezeny, jak obývají stromy. Mnohonožky žijí v lesích, jeskyních, pouštích nebo i pod vodou (Hopkin & Read 1992). V lesích někdy hustota populace dosahuje 1000 jedinců na m<sup>2</sup> (Golovatch & Kime 2009).

### **1.2.2. Charakteristika stonožek**

Celkem je popsáno na 3000 druhů. U nás se vyskytují zástupci pouze 4 řádů. Zemivky (Geophilomorpha) jsou stonožky přizpůsobeny k životu pod zemí, žijí v hlubších vrstvách humusu, mají charakteristicky protáhlé, tenké tělo s 31 až 181 páry končetin. Jsou slepé. Zbarvení není jednotné, od červenohnědé po světle žlutou. Stejnočlenky (Scolopendromorpha) zahrnují především velké tropické druhy, které mají 21 až 23 párů končetin, mnohé z nich jsou slepé, ale některé mají jednoduché oči (ocelli). Různočlenky (Lithobiomorpha) mají krátké tělo s 15 páry končetin a s hnědým až červenohnědým zbarvením. Strašníci (Scutigromorpha) jsou hlavně tropičtí s poměrně krátkým tělem s 15 páry často velmi dlouhých končetin (Lewis 1981).

#### **Stavba těla**

V ČR vyskytující se formy vykazují velikost 6 – 60 mm (Folkmanová 1959). Celé tělo je dorzoventrálně zploštělé, délka převládá nad šířkou. Plochá hlava nese pár tykadel, dále jeden pár prodloužených čelistí a dva páry čelistních nožek. První pár čelistních nožek tvoří spodní pysk. Druhý pár čelistních nožek se nachází za hlavou a funkčně komunikují s jedovými žlázami. Ty stonožky používají k zabíjení kořisti. Z každého tělního článku vyrůstá po stranách jeden pár nohou. Poslední pár nohou bývá odlišně utvářen a označuje se jako vlečné nohy (Langrová et al. 2010). U samců bývá zesílen, opatřen ozdobnými strukturami, jež jsou druhově specifické. Články těla pokrývá a vzájemně spojuje elastická pokožka (Lewis 1981). Každý tělní článek je kryt hřbetním a břišním štítkem a méně sklerotizovanými částmi bočními. Článek nesoucí vyústění pohlavních orgánů se označuje jako genitální a jeho nožky jsou pozměněny v menší pohlavní ústrojí.

#### **Životní cyklus**

Vývoj se u různých řádů liší. U zemivek a u stejnočlenek vývoj probíhá epimorfózou přičemž z vajíčka se líhnou jedinci s plným počtem článků a nožek a pak přes řadu stádií dorůstají do velikosti dospělců. Samičky kladou vajíčka do půdy, vajíčka i mladí jedinci jsou střeženy samičkou (Lewis 1981). U různočlenek a strašníků vývoj probíhá tzv. anamorfózou, kdy z vajíček se líhnou jedinci s menším počtem nožek než má dospělý jedinec a po jednotlivých svlékáních se počty článků a nožek zvyšují. Po naklazení vajíček do půdy se již samička o ně nestará (Lewis 1981). Stonožky žijí 2-3 roky, výjimku tvoří rod *Lamyctes*, který prodělává vývoj během vegetační sezóny a zimu přečkává pouze ve stádiu vajíčka (Folkmanová 1959).



## **Ekologie**

Téměř všechny stonožky jsou dravci, živí se drobným hmyzem, žížalami, pavouky i slimáky (Flint et al. 2000). Kořist uchvacují kusadlovými nožkami, strašníci ji přidrží bičovitými nohama, stejnočlenky naopak svěrákovitými nohama. Jen ve výjimečných situacích jsou stonožky býložravé nebo konzumují mrtvou organickou hmotu (Folkmanová 1959). Stonožky jsou převážně noční živočichové. Často upřednostňují vlhké stanoviště a většinou se nacházejí pod spadáním listů, mechem, hrabankou, trávou, kameny, kůrou, ale i ve starých pařezech.

Zástupci řádu Geophilomorpha obývají svrchní části půdy a některé druhy jsou přizpůsobeny životu v litorální zóně, jiné druhy obývají biotopy až po vysokohorské polohy. Zástupci řádu Lithobiomorpha obývají opadové vrstvy většinou listnatých nebo smíšených lesů a vyskytují se od nížin do hor. Poslední dva zbývající řády Scutigleromorpha a Scolopendromorpha obývají spíše teplejší oblasti (Lewis 1981).

## 2. CÍLE PROJEKTU

- Porovnat společenstva půdních bezobratlých živočichů kategorizovaných jako půdní makrofauna na úrovni vyšších taxonů (epigeická a půdní makrofauna) v horských smrčínách NP Šumava na plochách s odlišným předchozím managementem (paseky, odumřelé lesy).
- Popsat a porovnat společenstva mnohonožek a stonožek (epigeická a půdní složka) na plochách s odlišným předchozím managementem (paseky, odumřelé lesy).
- Zhodnotit vliv vybraných ekologických faktorů půdního prostředí na studovaná společenstva půdní makrofauny a společenstva mnohonožek a stonožek.

## 3. HYPOTÉZY

- Na plochách ponechaných samovolnému vývoji očekáváme větší zastoupení mnohonožek, stonožek a celkově všech půdních bezobratlých než na plochách asanovaných.
- Pro rozvoj společenstev půdní makrofauny budou v zamokřených plochách méně příznivé stanovištní podmínky a proto budou tyto plochy vykazovat kvalitativně i kvantitativně nižší parametry.
- Z delšího časového hlediska (porovnání dat z 90. let a ze současných sledování) budou společenstva půdních bezobratlých rozmanitější na plochách se samovolným vývojem než na plochách asanovaných.

## 4. NÁVRH EXPERIMENTU

### 4.1. Studijní lokality

Pro tuto studii bylo vybráno území v oblasti Březníku v centrální části Šumavy, kde jsou lokalizovány plochy dlouhodobého výzkumu Ústavu půdní biologie BC AV ČR, v.v.i. a bývalého USBE AV ČR (Magda Jonášová).

Studovaná oblast se nachází v centrální části Šumavy poblíž hranic s Německem, přibližně mezi vrcholy Luzný a Rachel v nadmořských výškách 1175-1280 m n. m. (Jonášová & Prach 2004). Tato oblast je charakteristická s relativně chladným klimatem, pro něž jsou typické krátká, chladná léta a dlouhé mrazivé zimy (Jonášová & Prach, 2008). Průměrné roční srážky jsou okolo 1500 mm a průměrná roční teplota se pohybuje okolo 4°C.

Horninové podloží tvoří převážně rula s kombinací granodioritu. Převažujícím půdním typem v horských smrčínách jsou typické podzoly a kambisol, kde na skalních výchozech a v ledovcových karech jsou kamenité rankery a litozemě (Boháč 2003). Glejové půdy jsou typické pro podmáčené smrčiny.

Území spadá do pásma přirozených horských smrčín, kde stromové patro je tvořeno převážně smrkem (*Picea abies*) s příměsí jeřábu (*Sorbus aucuparia*), buku (*Fagus sylvatica*), jedle (*Abies alba*) a břízy (*Betula pubescens*) (Jonášová & Prach 2004). V podrostu vznikly travní porosty, ze kterých převažuje třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), metlička křivolaká (*Deschamptia flexuosa*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a mechy s dominancí ploníku (*Polytrichum formosu*), dvouhrotce (*Dicratum scoparium*) a rašeliníku (*Sphagnum*).

Pro tento projekt bylo vybráno devět lokalit. Tři lokality (S3, S5, S7) jsou smrkové porosty ponechané samovolnému vývoji, kde v letech 1996-1997 odumřel les po napadení lýkožroutem smrkovým. Další tři lokality (P2, P3, P5), jsou smrčiny asanované po kůrovcové kalamitě v roce 1997, pouze kmeny byly odvezeny a větve byly ponechány na místě. Poslední tři lokality (M1, M2, M5), jsou převážně zamokřené smrčiny, na kterých porost přežil, ale vliv lýkožrouta smrkového se postupně projevil i zde.

Tab.1: Zeměpisné souřadnice a nadmořská výška jednotlivých ploch.

|    | N             | E              | m n.m. |
|----|---------------|----------------|--------|
| M1 | 48° 59' 05,0" | 013° 25' 28,8" | 1192   |
| M4 | 48° 59' 17,1" | 013° 27' 00,7" | 1178   |
| M5 | 48° 59' 00,4" | 013° 26' 48,9" | 1214   |
| P2 | 48° 59' 05,7" | 013° 27' 31,4" | 1204   |
| P3 | 48° 59' 13,6" | 013° 26' 05,0" | 1190   |
| P5 | 48° 58' 37,5" | 013° 27' 49,0" | 1284   |
| S3 | 48° 59' 01,8" | 013° 25' 19,1" | 1203   |
| S5 | 48° 58' 41,1" | 013° 27' 38,1" | 1279   |
| S7 | 48° 58' 59,0" | 013° 25' 48,5" | 1184   |

## 4.2. Sběr dat

Terénní výzkum byl prováděn v rámci projektu VaV SP/2d2/58/07 (Dynamika vývoje půdní fauny a dynamiky humusu v sukcesi ke klimaxovým smrčinám a bučinám Šumavy), který řešil Ústav půdní biologie BC AV ČR, v.v.i. Materiál půdních bezobratlých byl získán pomocí odběru půdních vzorků a pomocí padacích zemních pastí.

Odběry půdních vzorků a intervaly expozice padacích zemních pastí jsou následující:

Půdní vzorky: 15.6.2010 a 26.10.2010, 21.6.2011 a 14.10.2011

Expozice zemních pastí: 15.6.2010 – 17.8.2010, 17.8.2010 – 26.10.2010, 26.10.2010 – 21.6.2011, 21.6.2011 – 17.8.2011, 17.8.2011 – 14.10.2011.

Zpracovaný materiál, z něhož jsou výsledky prezentovány v této práci pochází z odběrů půdních vzorků a zemních pastí z roku 2010.

### 4.2.1. Metoda půdních vzorků

Na každé lokalitě bylo odebráno po pěti půdních vzorcích. Půdní vzorky se odebíraly pomocí kruhové kovové sondy o ploše  $1/16 \text{ m}^2$ , která se zavrtávala do hloubky cca 10 cm. Odebraný vzorek se vložil do igelitového pytle, byl řádně označen a následně byl odvezen do laboratoře ÚPB BC AV ČR, kde byl tepelně extrahován po dobu jednoho týdne v modifikovaných Kempsonových extraktorech pracujících na principu teplotního a vlhkostního gradientu. Během extrakce půdní živočichové padali přes sítko do 0,5 % roztoku formaldehydu. Poté byl materiál sléván do plastových kelímků a zakonzervován etanolem. Následovalo roztřídění a určování přičemž jsem si vytvořil tři hlavní skupiny: mnohonožky, stonožky a ostatní půdní bezobratlí spadající do kategorie tzv. makrofauny

(hodnocené skupiny viz Tab.2). Ze získaného materiálu byly vypočítány průměrné abundance (počty jedinců na m<sup>2</sup>) jednotlivých skupin půdní makrofauny pro jednotlivé lokality a poměrné zastoupení (% dominance) jednotlivých skupin půdní makrofauny.

Stejným postupem jsou plánovány odběry a zpracovávání půdních vzorků v nadcházejícím období – 2012 a 2013

#### **4.2.2. Metoda padacích zemních pastí**

Na každé lokalitě bylo umístěno v jedné linii pět padacích zemních pastí, jednotlivé pasti byly od sebe vzdálené pět metrů. Pasti byly vyrobeny z polyethylenových láhví o objemu 1 litr. Byly umístěny v zemi tak, aby jejich okraj byl v úrovni s okolním povrchem terénu. Ze shora byla past překryta stříškou z plechu tak, aby zabraňovala znehodnocování obsahu pastí rostlinným opadem a pronikání srážkové vody. Fixační kapalinu tvořil 4% roztok formaldehydu s přídavkem glycerolu a několika kapek detergentu. Formaldehyd má funkci smrtícího a konzervačního média, glycerol zabraňuje vysychání a detergent se přidává, aby se snížilo povrchové napětí roztoku pro snazší ponoření padajících živočichů. Obsah jednotlivých pastí byl sléván do polyethylenových lahví o objemu 0,5 litru a převezen do laboratoře ÚPB BC AV ČR. Poté byl materiál roztríděn a začal se určovat. Tak, jak v případě půdních vzorků, každý vzorek byl označen datem a značkou. Data získané ze zemních pastí vypovídají o povrchové aktivitě půdních bezobratlých. Byly sestrojeny grafy o počtech odchycených jedinců z 5 zemních pastí přepočtené na 30 dnů expozice, poměrné zastoupení dominance % jednotlivých skupin a úhrnné počty odchycených jedinců.

Stejným postupem je plánováno rozmístění pastí a jejich odběry v nadcházejícím období 2012 a 2013.

Předběžné výsledky z půdních vzorků a zemních pastí prezentované v této práci byly zpracovávány a vyhodnoceny v programu Microsoft Office Excel 2003.

### 4.3. Předběžné výsledky

V současné době již máme k dispozici kompletní zpracovaný materiál půdních vzorků i zemních pastí z roku 2010. Data nám prozatím potvrzují naši hypotézu, že na plochách ponechaných samovolnému vývoji jsou úhrnné počty mnohonožek a stonožek vyšší ze zemních pastí než na asanovaných plochách (Obr.10, Obr.12). Kvantitativní i kvalitativní parametry společenstev půdních bezobratlých živočichů z půdních vzorků i ze zemních pastí nebyly na jednotlivých plochách stejné, v celkových i dílčích hodnotách se od sebe v různé míře lišily (Tab.2, Tab.3, Tab.4). V zamokřených smrčínách (lokality M1, M2, M5) byla epigeická aktivita půdních bezobratlých výrazně nižší. Plochy ponechané samovolnému vývoji (S3, S5, S7) a asanované plochy (P2, P3, P5) vykazovaly podobné hodnoty aktivity půdních bezobratlých. Pokud jde o faunu mnohonožek a stonožek, tyto skupiny výrazně převažovaly na plochách ponechanému samovolnému vývoji (S3, S5, S7). Nejspíš kvůli většímu množství mrtvého dřeva, což představuje příznivější podmínky pro život. V případě odebraných půdních vzorků na asanovaných lokalitách, byly abundance mnohonožek nulové. Může to souviset se změnami klimatických a mikroklimatických poměrů. Společenstva saprofaunálních mnohonožek mohou být limitována na asanovaných plochách nepříznivými potravními i mikroklimatickými podmínkami (Tajovský, ústní sdělení). Abundance stonožek byly vyšší zřejmě v souvislosti s rychlejší schopností adaptovat se na dané stanovištní podmínky. Stonožky jako nespecifičtí predátoři jsou schopny snáz nalézat potravní zdroje.

Z obrázků 2 až 4 a 6 až 8 lze vidět, že v jarním období (půdní vzorky odebrané 15.6.2010) vykazují půdní makrofauna vyšší průměrné abundance než na podzim (půdní vzorky odebrané 26.10.2010). Poměrné zastoupení jedinců půdní makrofauny v půdních vzorcích ukazují obrázky 1 a 5. Z nich je patrné, že v obou termínech dominovaly skupiny pavouků, stonožek a larvy dvoukřídlých a brouků. Pokud jde o zemní pastí, tak v nich dominovali pavouci, brouci, dvoukřídlí a blanokřídlí s převahou mravenců (Obr.9 a 11). Z grafů na obrázcích 13 a 14 lze udávající epigeickou aktivitu půdní makrofauny z 5 zemních pastí přepočtenou na 30 dnů expozice lze provést porovnání obou intervalů expozice pastí. Data ukazují, že v prvním letním odběru byla aktivita půdních živočichů vyšší než v druhém podzimním odběru. Z předběžných výsledků vyplynulo, že na všech třech typech lokalit (M, S, P) byly průměrné abundance s minimálními rozdíly. Tabulky a grafy předběžných výsledků jsou uvedeny v kapitole 7. Přílohy.

#### 4.4. Časový harmonogram

Tab.2: Časový harmonogram plánovaného projektu.

|   | Červen<br>2012 | Srpen<br>2012 | Říjen<br>2012 | Prosinec<br>2012 | Červen<br>2013 | Srpen<br>2013 | Říjen<br>2013 | Prosinec<br>2013 |
|---|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------------|------------------|
| Příprava a instalace padacích zemních pastí |                |               |               |                  |                |               |               |                  |
| Odběr půdních vzorků                        |                |               |               |                  |                |               |               |                  |
| Odběr padacích zemních pastí                |                |               |               |                  |                |               |               |                  |
| Statistické zpracování dat                  |                |               |               |                  |                |               |               |                  |
| Závěrečná zpráva                            |                |               |               |                  |                |               |               |                  |

#### 4.5. Finanční náklady projektu

Tab.3: Finanční náročnost projektu navrženého na dobu 2 let.

|                   | 2012          | 2013          | Celkové náklady |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Cestovní náklady  | 3000          | 3000          | 6000            |
| Provozní materiál | 5000          | 5000          | 10 000          |
| GPS               | 5000          | 0             | 5000            |
| Mikroskop         | 10000         | 0             | 4000            |
| Osobní ohodnocení | 30 000        | 30 000        | 60 000          |
| <b>Celkem</b>     | <b>53 000</b> | <b>38 000</b> | <b>91 000</b>   |

Cestovní náklady: pohonné hmoty.

Provozní materiál: údržba zemních padacích pastí + chemikálie.

## 5. ZÁVĚR

Na sledovaných lokalitách probíhá zároveň s naším výzkumem ještě měření chemismu půd (pH, KVK, obsah živin), její teploty i vlhkosti. Také se sleduje biologická aktivita půd (respirační aktivita) a probíhají odběry půdních vzorků pro studium půdní mesofauny. Výsledky navrhovaného projektu mohou spolu s ostatními sledovanými parametry ukázat, jaký typ managementu bude nejvýhodnější pro horské smrčiny NP Šumavy.

Na sledovaných lokalitách byly aplikovány dva druhy managementu: lesnická asanace a bezzásahovost. Lokality ponechané samovolnému vývoji mají lepší podmínky pro přežívání půdních bezobratlých a lesní ekosystém se podobá spíše zdravému porostu. Asanační zásahy mají vliv na celý lesní ekosystém. Použitím těžkých mechanizací dochází k narušení povrchových vrstev půd, což vede ke zhoršování životních podmínek pro půdní živočichy, a v konečném důsledku dochází k ovlivnění abundancí a druhového zastoupení půdních živočichů. Analýzy prvních dat naznačují, že aplikovaný management v lokalitách po asanaci, které byly po kůrovcové kalamitě vykáceny a kmeny odvezeny, ovlivňuje negativně společenstva mnohonožek i stonožek. Nejmenší aktivitu mnohonožek a stonožek vykazovaly zamokřené smrčiny o něco větší aktivitu vykazovaly pak asanované plochy. Jako plochy s největší abundancí mnohonožek a stonožek se ukazují porosty ponechanému samovolnému vývoji.

Rozbor dat z jednoho roku sledování naznačuje, že po delším časovém odstupu (13 – 14 let po napadení porostů kůrovcem a ponechání ploch samovolnému vývoji respektive po zhruba stejné době po asanaci porostů a odklizení stromů) se parametry půdní makrofauny v obou variantách managementu významně neliší. Zda vývoj a stabilizace půdní makrofauny jako celku probíhá v podmínkách odlišného managementu stejně nebo se liší, jak to ukazují data o mnohonožkách a stonožkách, mohou upřesnit rozborů dalších vzorků a terénní výzkumy plánované v tomto projektu. Vedle zpracování materiálů z více let sledování budou získaná data analyzována spolu s dostupnými sledovanými charakteristikami půdního prostředí, mikroklimatickými parametry a parametry vegetace.



## 6. SEZNAM LITERATURY

**Anonymus,** (2011): Druhová skladba lesů. Elektronicky dostupné na <http://www.npsumava.cz/cz/1291/sekce/druhova-skladba-lesu/> (naposledy navštíveno 1.12. 2011).

**Beneš, J.** (2003): Šumava v pravěku a v době slovanské. In: Dudák, V. (Ed.), Šumava – příroda, historie a život. Praha, Baset, s. 359 – 366.

**Beneš, J.** (1996): The synantropic landscape history of the Šumava Mountains (Czech side). *Silva Gabreta*, 1, s. 237 – 241.

**Binkley, D.** (1992): Effects of acidic deposition on forest ecosystems. In: Lim S.K. (Ed.), The development of natural resources and environmental preservation, Korean University, Seoul, s. 219 – 230.

**Bláha, J.** (2002): Kontroverzní aspekty péče o Národní park Šumava. Podklady Hnutí DUHA pro misi IUCN do národního parku, s. 61 – 127.

**Boháč, J.** (2003): Biodiverzita a udržitelný rozvoj Šumavy. Permanentní elektronická publikace dostupná z: <http://www.infodatasys.cz/vav2003/sumava/biodiverzita-Sumava.pdf> (naposledy navštíveno 1.12. 2011).

**Boháč, J., Matějček, J.** (2004): Biodiverzita drabčíkovitých brouků (Coleoptera, Staphylinidae) Šumavy – současný stav, ohrožené druhy a jejich biotopy. In: Aktuality šumavského výzkumu II, Srní 4. – 7. října 2004, Správa NP a CHKO Šumava, s. 218 – 220.

**Flint, M.L., Klotz, J., Lazaneo, V., Lewis, V., Mussen, E., Rust, M., Slater, A.** (2000): Millipedes and centipedes. In: Ohlendorf, B (Ed.), Pest Notes. University of Kalifornia Division of Agriculture and Natural Resources. s. 1 – 3.

**Folkmanová, B.** (1959): Třída Stonožky – Chilopoda. In: Kratochvíl J. (Ed.), Klíč zvířeny ČSR, Díl III., NČSAV, Praha, s. 49 – 66.

- Frelich L. E.**, (2002): Forest dynamics and disturbance regimes. Studies from temperate evergreen – deciduous forests. Cambridge University Press, Cambridge, 234 s.
- Golovatch, S.I., Kime, R.D.** (2009): Millipede (Diplopoda) distributions. A review. *Soil organisms*, 81 (3), s. 565 – 597.
- Hais, M., Jonášová M., Langhammer, J., Kučera, T.** (2008): Comparison of two types of forest disturbance usány multitemporal Landsat TM/ETM+ imagery and field vegetation data. *Remote sensing of environment*, 113, s. 835 – 845.
- Hais, M., Langhammer, J., Jirsová, P., Dvořák, L.** (2008): Dynamics of forest disturbance in Central part of the Šumava mountains between 1985 and 2007 Based on Landsat TM/ETM+ Satellite Data. *Acta Universitatis Carolinae Geographica*, 1 – 2, s. 53 – 62.
- Hodkinson, I.D., Jackson, J.K.** (2005): Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems. *Environmental Management*, 35 (5), s. 649 – 666.
- Hopkin, S.P., Read, H.J.** (1992): The biology of millipedes. Oxford University Press, 233 s.
- Hruška, J., Majer, V.** (1996): Retence antropogenní síry v půdách: faktor bránící k okyselení šumavských povrchových vod. *Silva Gabreta*, 1, s. 143 – 149.
- Chábera S., Albrecht J., Hanák P., Kočárek E., Kluzák Z., Novák V., Pelíšek J., Spitzer K., Urban F.** (1987): Příroda na Šumavě. Jihočeské nakladatelství České Budějovice, 183 s.
- Chauvat, M., Titsch, D., Zaytsev, A.S., Wolters, V.** (2011): Changes in soil faunal assemblages during conversion from pure to mixed forest stands. *Forest ecology and management*, 262 (3), s. 317 – 324.
- Chocho loušková Z., Gutzerová N.** (2003): Lesy na Šumavě. In: Dudák, V. (Ed.), Šumava – příroda, historie a život. Praha, Baset, s. 167 – 170.

**Johnson, E.A., Miyanishi K.** (2007): Plant disturbance ecology. The process and the response. Academic Press, Elsevier, 698 s.

**Jonášová M., Prach K.** (2004): Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 23, s. 15 – 27.

**Jonášová M., Prach K.** (2008): The influence of bark beetles outbreak vs. Salvage logging on ground layer vegetation in Central European mountain spruce forests. *Biological Conservation*, 141, s. 1525 – 1535.

**Kahn, J.H.** (1985): Acid Rain in Virginia: Its yearly damage amounts to millions of dollars, Virginia water resources research center. Special report No. 21, 7 s.

**Křeček, J.** (2010): Acid rain: rehabilitation of the air-pollution-damaged headwaters of the Jizera mountains. Science report, s. 30 – 32.

**Kučera, A.** (2009): Stav a management lesních ekosystémů v NP Šumava. In: Fanta, J., Křenová, Z. (Eds.), Management lesů v českých národních parcích. Správa NP a CHKO Šumava, s. 26 – 33.

**Lang, J.,** (1959): Mnohonožky (Diplopoda). In: Kratochvíl J. (Ed.), Klíč zvířeny ČSR. Díl III., NČSAV, Praha, s. 27 – 48.

**Langrová, I., Vrabec, V., Kubík, Š., Jankovská, I., Kurfürst, J., Barták, M., Vadlejš J.** (2010): Zoologie bezobratlých, Fakulta agrobiologie potravních a přírodních zdrojů, 148 s.

**Lewis, J.G.E.** (1981): The biology of Centipedes. Cambridge University Press, 476 s.

**Ling, D.J., Zhang, J.E., Ouyang, Y., Huang, Q.CH.** (2006): Role of simulated acid rain on cations, phosphorus, and organic matter dynamics in Latosol. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 52, s. 16 – 21.

**Okland B., Bjornstad O. N.** (2006): A Resource-Depletion Model of Forest Insect Outbreaks. *Ekology*, 87 (2), s. 283-290.

**Pickett, S.T.A., White, P.S.** (1985): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, 475 s.

**Pižl, V.** (2001): Současný stav poznání žížal (Lumbricidae) Šumavy. In: Mánek, J. (Ed.), *Aktuality šumavského výzkumu, Sborník z konference, Srní 2.-4. dubna 2001, Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk*, s. 180 – 184.

**Plesník, J.** (2003): Životní prostředí Šumavy. In: Dudák, V. (Ed.), *Šumava – příroda, historie a život. Praha, Baset*, s. 331 – 332.

**Podsiadlowski, L., Kohlhagen, H., Koch. M.,** (2007): The complete mitochondrial genome of *Scutigera causeyae* (Myriapoda: Symphyla) and the phylogenetic position of Symphyla. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45 (1), s. 251 – 260.

**Průša E.** (1990): *Přirozené lesy České republiky. Státní zemědělské nakladatelství, Praha*, 248 s.

**Rusek J.** (2001): Collembola Šumavského národního parku. In: Mánek, J. (Ed.), *Aktuality šumavského výzkumu, Sborník z konference, Srní 2.-4. dubna 2001, Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk*, s. 178 – 179.

**Rusek, J., Marshall, V.G.** (2000): Impacts of airborne pollutants on soil fauna. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (31), s. 395 - 423.

**Řezníčková Z.** (2003): Osídlení Šumavy. In: Dudák, V. (Ed.), *Šumava – příroda, historie a život. Praha, Baset*, s. 355 – 358.

**Scheller, U.** (1979a): Pauropoda. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 111 (108), s. 294.

**Scheller, U.** (1979b): Symphyla. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 111 (108), s. 299.

**Scheller, U., Minor, M.** (2010): New records of Pauropoda (Myriapoda) from New Zealand with descriptions of four new species and a new family Eirmopauropodidae. *New Zealand Journal of Zoology*, 37 (4), s. 323 – 337.

**Singer, R.** (1999): Myriapods. *Encyclopedia of Paleontology*, 2 (M-Z), s. 767 – 775.

**Skuhrový V., Zahradník P.** (2002): Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj, 196 s.

**Starý, J., Matějka, K.** (2008): Pancířníci (Acari: Oribatida) vybraných lokalit horských lesů na Šumavě. In: Matějka, K. (Ed.), Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce 2007, Praha, s. 1 – 22.

**Svoboda, M.** (2005): Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezí ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám, *Silva Gabreta*, 11 (1), s. 43 – 62.

**Svoboda M.** (2007): Efekt disturbance a hospodářských zásahů na stav lesního ekosystému – případová studie z oblasti tzv. Kalamitní svážnice na Trojmezí. In: Aktuality šumavského výzkumu III, Srní. 4. – 5.10.07, Správa NP a CHKO Šumava, s. 109 – 114.

**Svoboda, M.** (2011): Problematika managementu lesů v národních parcích – co je nutno změnit a jak? In: Matějka, K. (Ed.), Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce 2010, Praha, s. 1 – 4.

**Svoboda, M., Fraver, S., Janda, P., Bače, R., Zenáhlíková, J.** (2010): Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest ecology and management*, 260, (5), s. 707 – 714.

**Svoboda, M., Zenáhlíková, J.** (2009): Historický vývoj a současný stav lesa v NP Šumava kolem „Kalamitní svážnice“ v oblasti Trojmezí. *Příroda*, Praha, 28, s. 71 – 122.

**Šantrůčková H., Vrba J., Křenová Z., Svoboda M., Benčoková A., Edwards M., Fuchs R., Hais M., Hruška J., Kopáček J., Matějka K., Rusek J.** (2010): Co vyprávějí šumavské smrčiny. Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk. 153 s.

**Tajovský, K.** (1998): Mnohonožky (Diplopoda) Krkonoš, In: Sarosiek, J., Štursa, J. (Eds), Geokologické Problémy Karkonoszy (2), s. 9 – 13.

**Tajovský, K.** (2000): Stonožky (Chilopoda) Krkonoš, Opera Corcontica, 36, s. 385 – 389.

**Tajovský K.** (2001): Dosavadní poznatky o mnohonožkách (Diplopoda) a stonožkách (Chilopoda) na území Šumavy. In: Mánek, J. (Ed.), Aktuality šumavského výzkumu, Sborník z konference, Srní 2.-4. dubna 2001, Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk, s. 173 – 175.

**Tajovský K.** (2002): Soil macrofauna (Diplopoda, Chilopoda, Oniscidea) in a pipe forest disturbed by wildfire. In: Tajovský, K., Balík, V., Pižl, V. (Eds.), Studies on Soil Fauna in Central Europe. ISB AS CR, České Budějovice, s. 227 – 232.

**Tajovský, K., Pižl, V.**, (2003): Půdní makrofauna horských smrčín na Šumavě a její ovlivnění probírkovou těžbou. Soil macrofauna of mountain spruce stands in the Bohemian Forest as affected with selective tree cutting. In: Karas, J. (Ed.), Sborník Konference Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů, Kostelec nad Černými lesy, 20.-21.11.2003, ČZU Praha, 9 s. (CD ROM, ISBN 80-213-1082-0)

**Vacek S., Vančura K., Zingari P.C., Jeník J., Simon J., Smejkal J.** (2003): Mountain forests of the Czech Republic, Forestry department ministry of agriculture of the Czech Republic, 308 s.

**Vacek, S., Podrázský, V.** (2003): Forest ecosystems of the Šumava Mts. And their management, Journal of Forest Science, 49 (7), s. 291 – 301.

**Vencl, S.** (1989): Mezolitické osídlení na Šumavě. Archeologické rozhledy, (41), s. 481 – 501.

**Villegas, J.B., Sierwald, P., Bond, J.E.** (2004): Diplopoda. In: Bousquets, J.L., Morrone, J.J. (Eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, s. 569 – 599.

**Wang, S., Ruan, H., Wang, B.** (2009): Effects of soil microarthropods on plant litter decomposition across an elevation gradient in the Wuyi Mountains. *Soil Biology and Biochemistry*, 41, (5), s. 891 – 897.

**White, P.S.** (1979). Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *Bot. Rev.*, (45), s. 229 – 299.

**Wild, J., Neuhäuslová, Z., Sofron, J.** (2003): Changes of plant species composition in the Šumava spruce forests, SW Bohemia, since the 1970s., *Forest ecology and management*, 187, (1), s. 117 – 132.

## 7. PŘÍLOHY

Tab.4: Zastoupení půdních bezobratlých na jednotlivých lokalitách. Průměrné abundance (počty jedinců na 1 m<sup>2</sup>) jednotlivých skupin půdní makrofauny, celková abundance na lokalitě a průměrné celkové abundance pro tři sledované typy lokalit z 15.6.2010.

|                                 | <b>M1</b>    | <b>M4</b>    | <b>M5</b>    | <b>S3</b>     | <b>S5</b>     | <b>S7</b>     | <b>P2</b>     | <b>P3</b>    | <b>P5</b>     |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Lumbricidae                     | 16           | 0            | 19,2         | 25,6          | 19,2          | 16            | 3,2           | 16           | 38,4          |
| Araneae                         | 115,2        | 67,2         | 83,2         | 208           | 112           | 275,2         | 131,2         | 147,2        | 220,8         |
| Diplopoda                       | 0            | 0            | 0            | 6,4           | 0             | 3,2           | 0             | 0            | 0             |
| Chilopoda                       | 32           | 22,4         | 9,6          | 54,4          | 28,8          | 25,6          | 32            | 22,4         | 25,6          |
| Hymenoptera                     | 6,4          | 0            | 0            | 67,2          | 86,4          | 6,4           | 182,4         | 54,4         | 12,8          |
| Coleoptera                      | 182,4        | 54,4         | 60,8         | 96            | 35,2          | 83,2          | 124,8         | 144          | 185,6         |
| Diptera                         | 57,6         | 76,8         | 115,2        | 60,8          | 38,4          | 99,2          | 28,8          | 76,8         | 150,4         |
| Coleoptera (L)                  | 131,2        | 179,2        | 147,2        | 304           | 188,8         | 160           | 160           | 268,8        | 262,4         |
| Diptera (L)                     | 48           | 182,4        | 422,4        | 134,4         | 329,6         | 259,2         | 57,6          | 105,6        | 502,4         |
| Opiliones                       | 3,2          | 0            | 0            | 3,2           | 0             | 22,4          | 0             | 0            | 9,6           |
| Auchenorrhyncha                 | 73,6         | 0            | 0            | 54,4          | 16            | 73,6          | 38,4          | 38,4         | 80            |
| Pseudoscorpiones                | 16           | 0            | 12,8         | 3,2           | 3,2           | 25,6          | 3,2           | 3,2          | 22,4          |
| Symphyla                        | 115,2        | 102,4        | 67,2         | 313,6         | 198,4         | 137,6         | 300,8         | 48           | 0             |
| Lepidoptera (L)                 | 0            | 0            | 6,4          | 3,2           | 3,2           | 0             | 0             | 0            | 0             |
| Lepidoptera                     | 0            | 0            | 0            | 0             | 3,2           | 0             | 0             | 0            | 0             |
| Sternorrhyncha                  | 9,6          | 19,2         | 48           | 6,4           | 6,4           | 0             | 3,2           | 12,8         | 6,4           |
| Heteroptera                     | 0            | 0            | 0            | 0             | 0             | 0             | 3,2           | 0            | 0             |
| <b>Půdní makrofauna celkem:</b> | <b>806,4</b> | <b>704,0</b> | <b>992,0</b> | <b>1340,8</b> | <b>1068,8</b> | <b>1187,2</b> | <b>1065,6</b> | <b>937,6</b> | <b>1516,8</b> |
| <b>Průměrná abundance:</b>      | <b>834,1</b> |              |              | <b>1198,9</b> |               |               | <b>1173,3</b> |              |               |

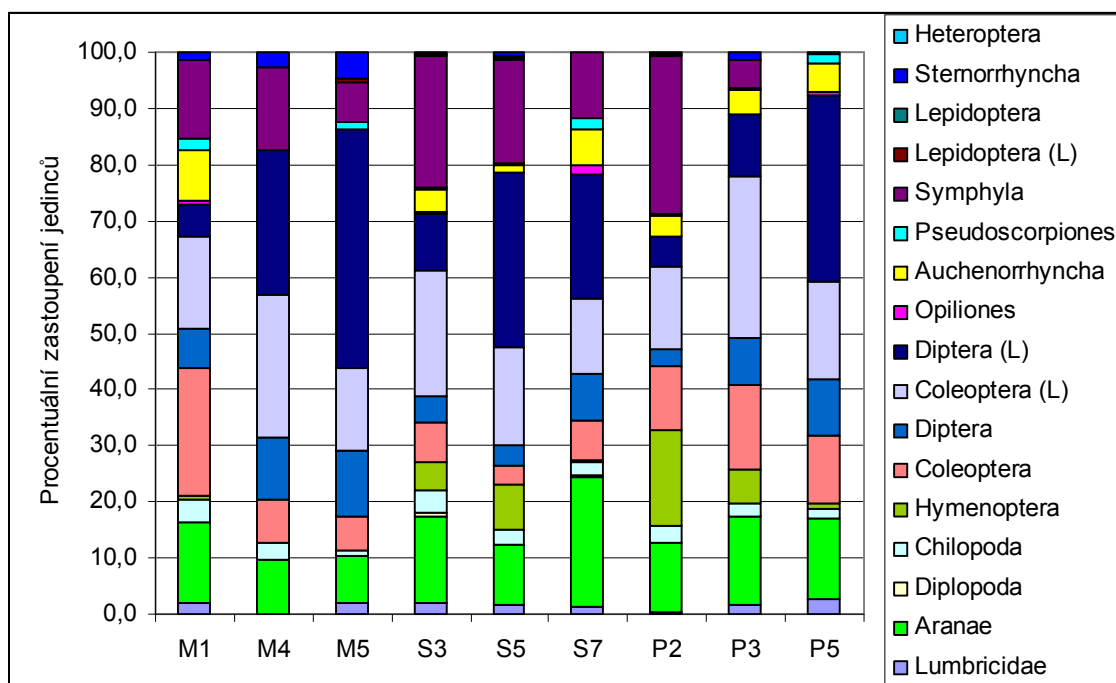


Tab.5: Zastoupení půdních bezobratlých na jednotlivých lokalitách. Průměrné abundance (počty jedinců na 1 m<sup>2</sup>) jednotlivých skupin půdní makrofauny, celková abundance na lokalitě a průměrné celkové abundance pro tři sledované typy lokalit z 26.10.2010.

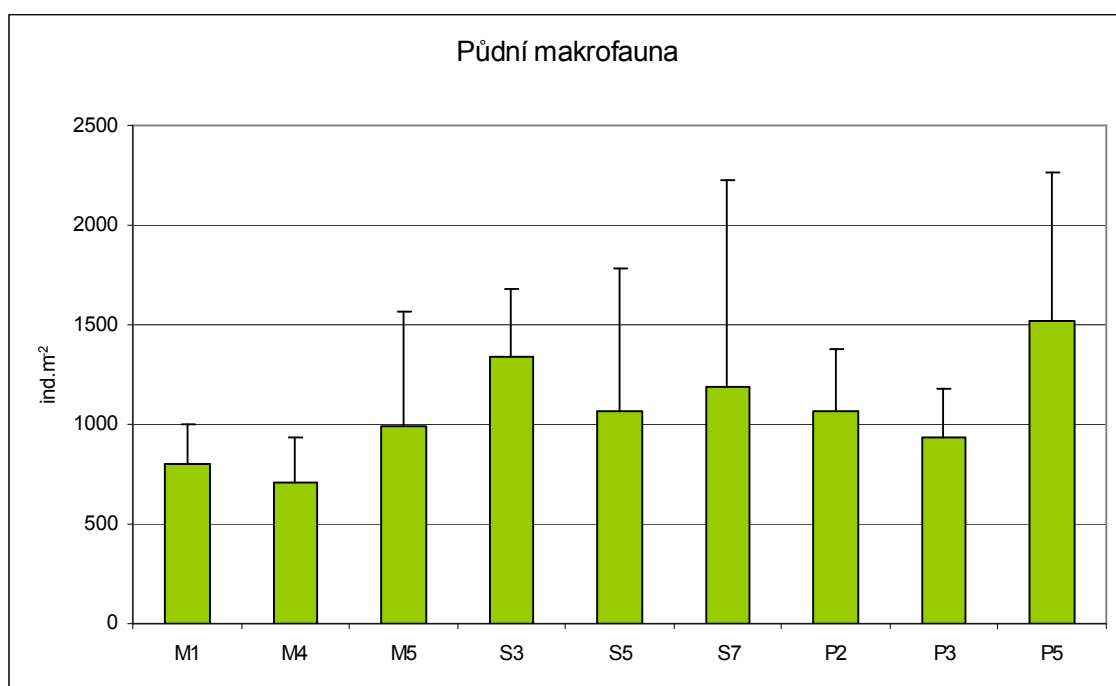
|                                 | <b>M1</b>     | <b>M4</b>    | <b>M5</b>    | <b>S3</b>    | <b>S5</b>  | <b>S7</b>     | <b>P2</b>    | <b>P3</b>   | <b>P5</b>    |
|---------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Lumbricidae                     | 6,4           | 0            | 3,2          | 22,4         | 3,2        | 12,8          | 0            | 6,4         | 12,8         |
| Araneae                         | 44,8          | 118,4        | 83,2         | 108,8        | 102,4      | 240           | 217,6        | 179,2       | 179,2        |
| Diplopoda                       | 3,2           | 6,4          | 3,2          | 0            | 0          | 3,2           | 0            | 0           | 0            |
| Chilopoda                       | 41,6          | 3,2          | 0            | 38,4         | 48         | 51,2          | 22,4         | 28,8        | 6,4          |
| Hymenoptera                     | 432           | 3,2          | 19,2         | 25,6         | 16         | 102,4         | 64           | 480         | 6,4          |
| Coleoptera                      | 28,8          | 16           | 22,4         | 64           | 60,8       | 76,8          | 124,8        | 99,2        | 96           |
| Diptera                         | 0             | 32           | 3,2          | 9,6          | 6,4        | 25,6          | 3,2          | 6,4         | 3,2          |
| Coleoptera (L)                  | 307,2         | 92,8         | 128          | 179,2        | 185,6      | 182,4         | 121,6        | 118,4       | 128          |
| Diptera (L)                     | 99,2          | 377,6        | 172,8        | 38,4         | 137,6      | 124,8         | 41,6         | 35,2        | 83,2         |
| Opiliones                       | 0             | 0            | 0            | 3,2          | 3,2        | 0             | 0            | 0           | 3,2          |
| Auchenorrhyncha                 | 12,8          | 0            | 6,4          | 9,6          | 9,6        | 3,2           | 9,6          | 6,4         | 9,6          |
| Pseudoscorpiones                | 6,4           | 0            | 12,8         | 22,4         | 9,6        | 19,2          | 25,6         | 0           | 12,8         |
| Symphyla                        | 182,4         | 16           | 83,2         | 425,6        | 102,4      | 176           | 316,8        | 96          | 3,2          |
| Lepidoptera (L)                 | 0             | 3,2          | 0            | 0            | 0          | 0             | 0            | 3,2         | 3,2          |
| Lepidoptera                     | 0             | 0            | 0            | 0            | 0          | 0             | 3,2          | 3,2         | 0            |
| Sternorrhyncha                  | 6,4           | 9,6          | 35,2         | 0            | 3,2        | 54,4          | 0            | 9,6         | 6,4          |
| Heteroptera                     | 0             | 0            | 0            | 0            | 0          | 0             | 0            | 0           | 0            |
| Neuroptera                      | 0             | 0            | 0            | 6,4          | 0          | 3,2           | 0            | 0           | 0            |
| Hymenoptera (L)                 | 0             | 0            | 0            | 3,2          | 0          | 0             | 0            | 0           | 0            |
| <b>Půdní makrofauna celkem:</b> | <b>1171,2</b> | <b>678,4</b> | <b>572,8</b> | <b>953,6</b> | <b>688</b> | <b>1075,2</b> | <b>950,4</b> | <b>1072</b> | <b>553,6</b> |
| <b>Průměrná abundance:</b>      | <b>807,5</b>  |              |              | <b>905,6</b> |            |               | <b>858,7</b> |             |              |

Tab.6: Epigeické aktivita, úhrnné počty jedinců půdních bezobratlých z 5 pastí ze všech lokalit dohromady v období 16.6. – 17.8.2010 a 17.8. – 26.10.2010.

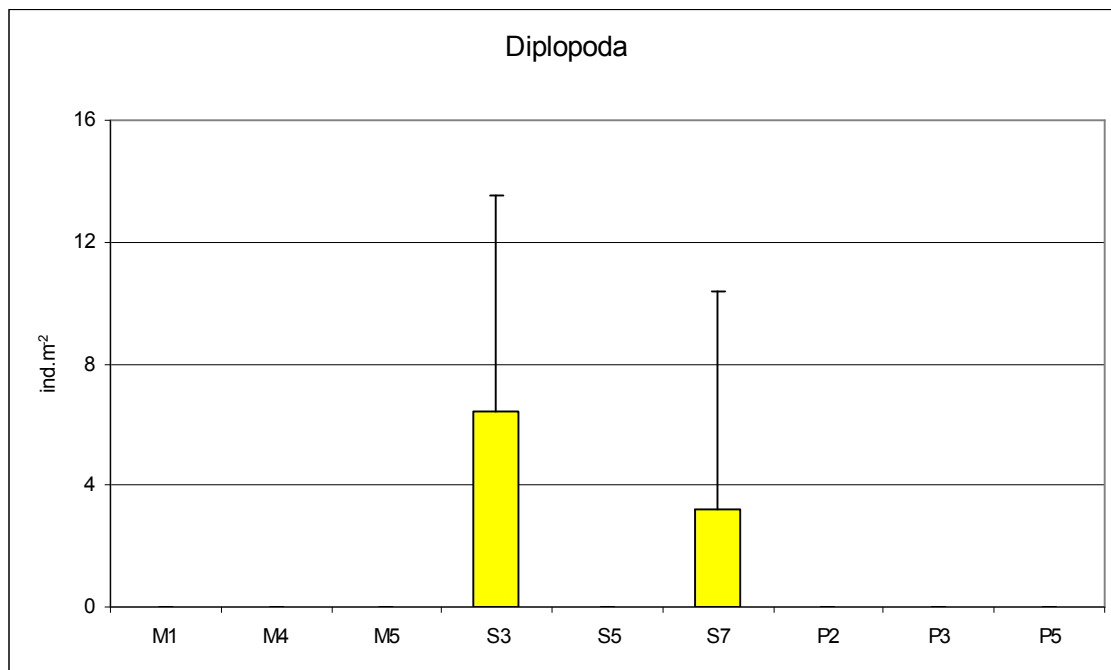
|                          | <b>16.6. - 17.8.2010</b> | <b>17.8. - 26.10.2010</b> |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Lumbricidae              | 61                       | 12                        |
| Araneae                  | 1364                     | 798                       |
| Diplopoda                | 21                       | 15                        |
| Chilopoda                | 32                       | 32                        |
| Hymenoptera              | 1360                     | 531                       |
| Coleoptera               | 739                      | 198                       |
| Diptera                  | 757                      | 344                       |
| Coleoptera (L)           | 48                       | 56                        |
| Diptera (L)              | 61                       | 32                        |
| Opiliones                | 25                       | 52                        |
| Auchenorrhyncha          | 76                       | 83                        |
| Pseudoscorpiones         | 16                       | 15                        |
| Trichoptera              | 17                       | 4                         |
| Lepidoptera (L)          | 7                        | 2                         |
| Orthoptera               | 3                        | 6                         |
| Mecoptera                | 3                        | 0                         |
| Dermaptera               | 1                        | 1                         |
| Heteroptera              | 1                        | 2                         |
| Půdní makrofauna celkem: | <b>4592</b>              | <b>2183</b>               |



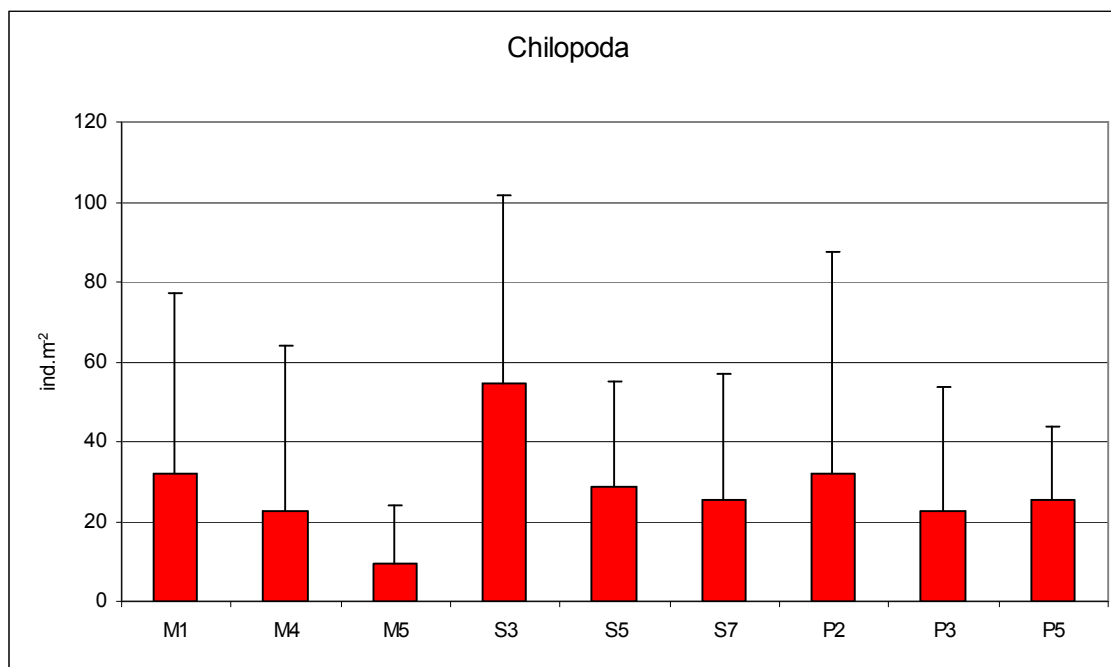
Obr.1: Poměrné zastoupení (% dominance) jednotlivých skupin půdní makrofauny na jednotlivých lokalitách z půdních vzorků odebraných 15.6.2010.



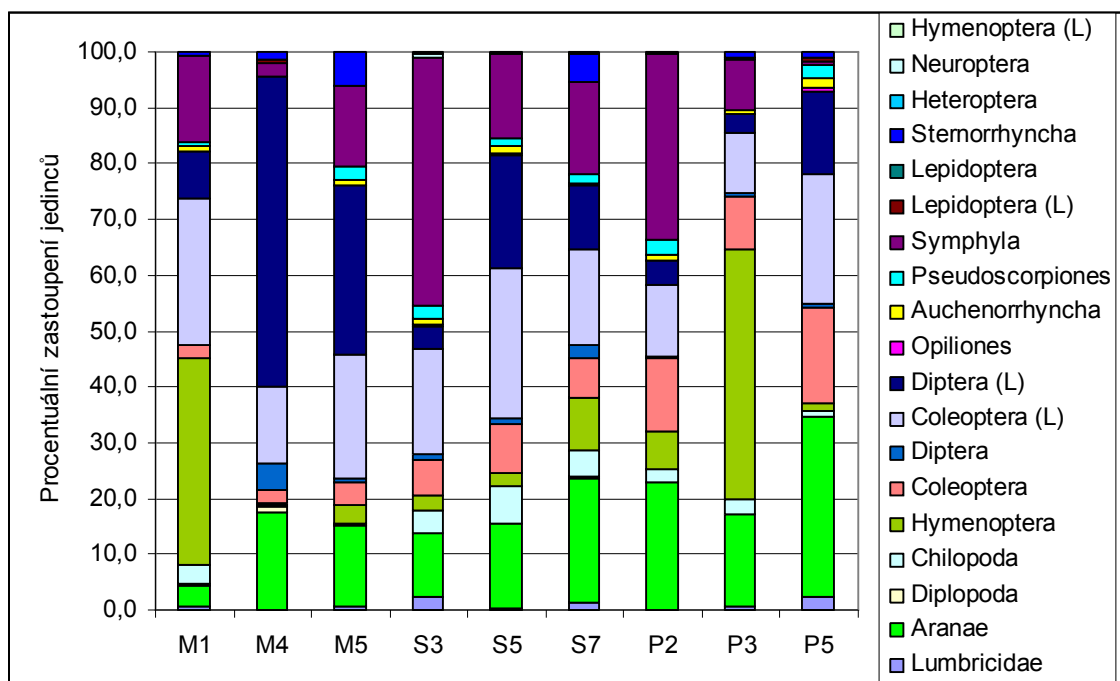
Obr.2: Průměrné abundance ( $\bar{x} \pm SD$ , ind.m<sup>-2</sup>) půdní makrofauny na jednotlivých lokalitách z půdních vzorků odebraných 15.6.2010.



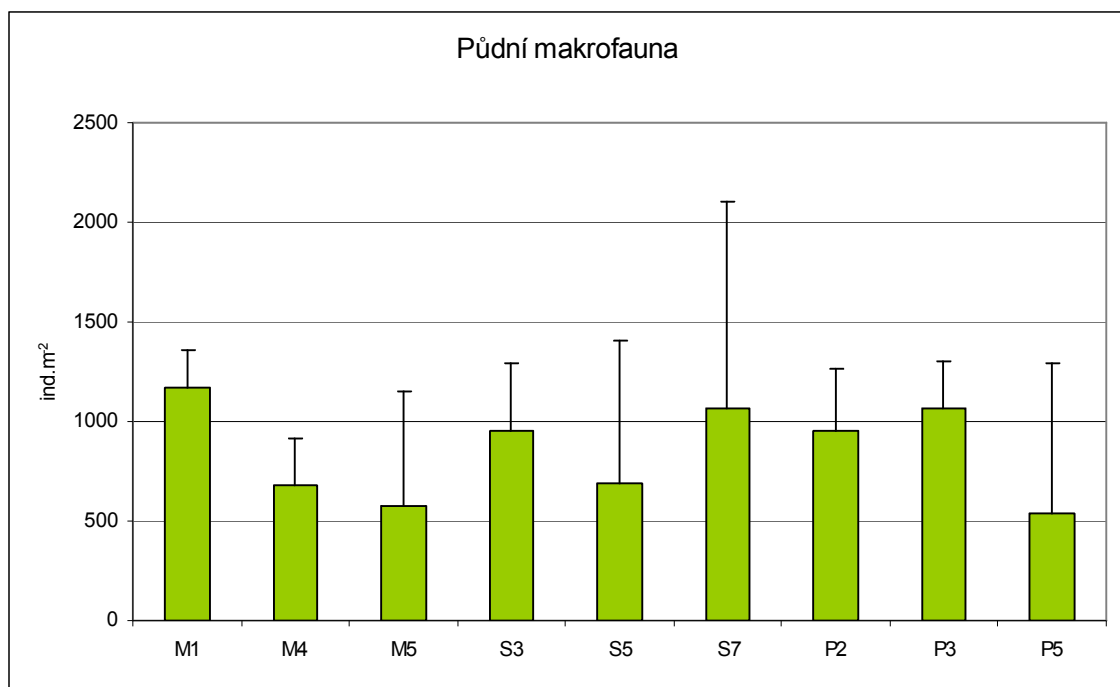
Obr.3: Průměrné abundan



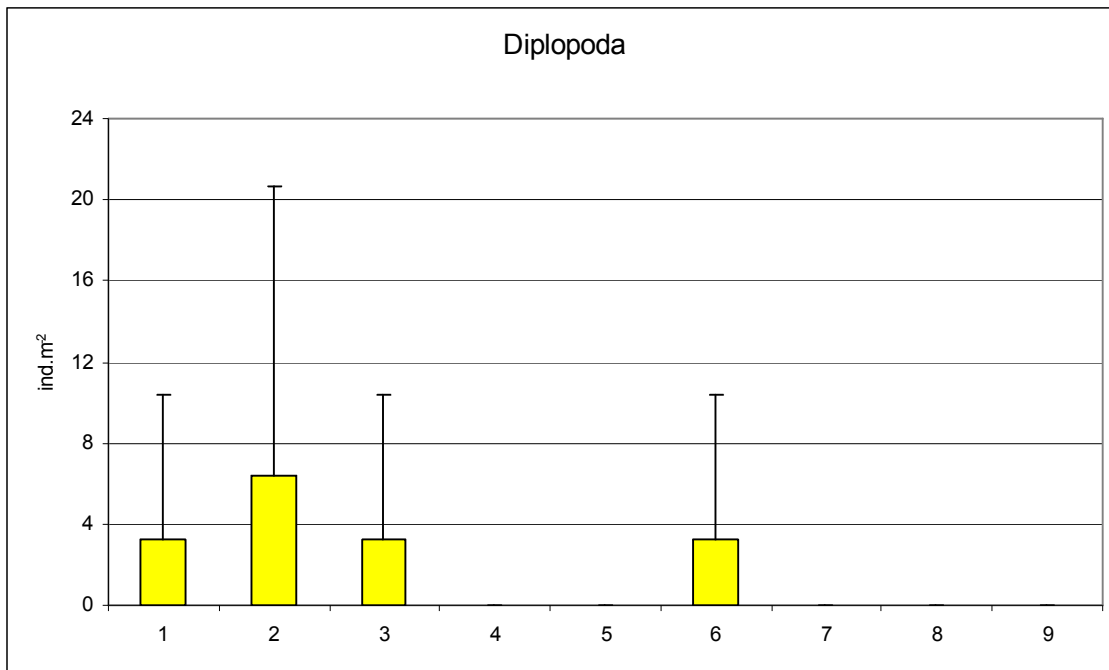
Obr.4: Průměrné abundan



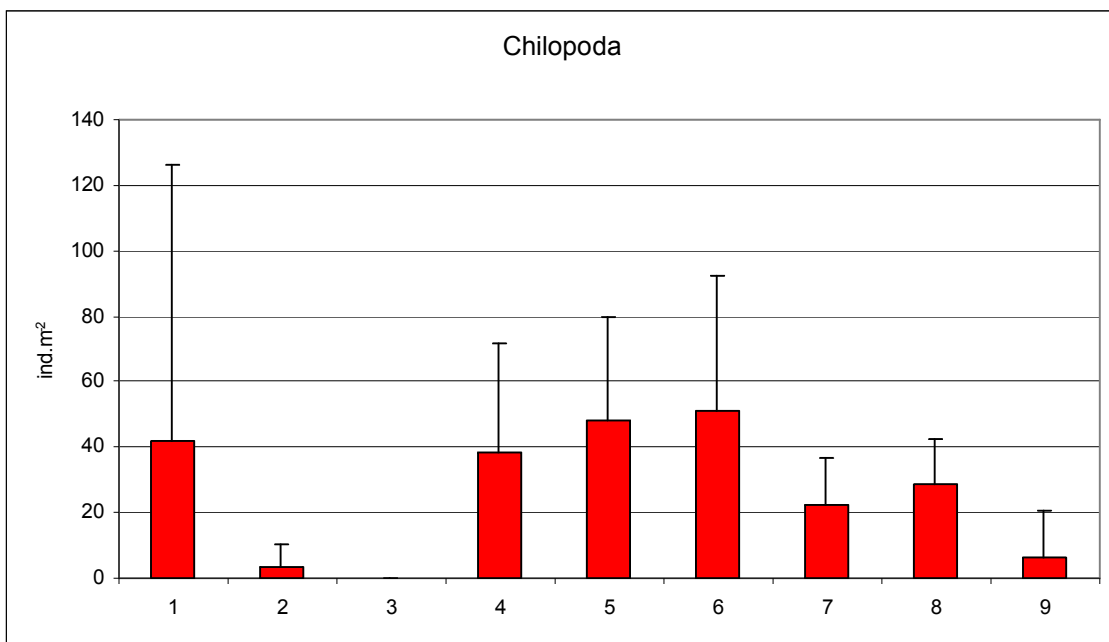
Obr.5: Poměrné zastoupení (% dominance) jednotlivých skupin půdní makrofauny na jednotlivých lokalitách z půdních vzorků odebraných 26.10.2010.



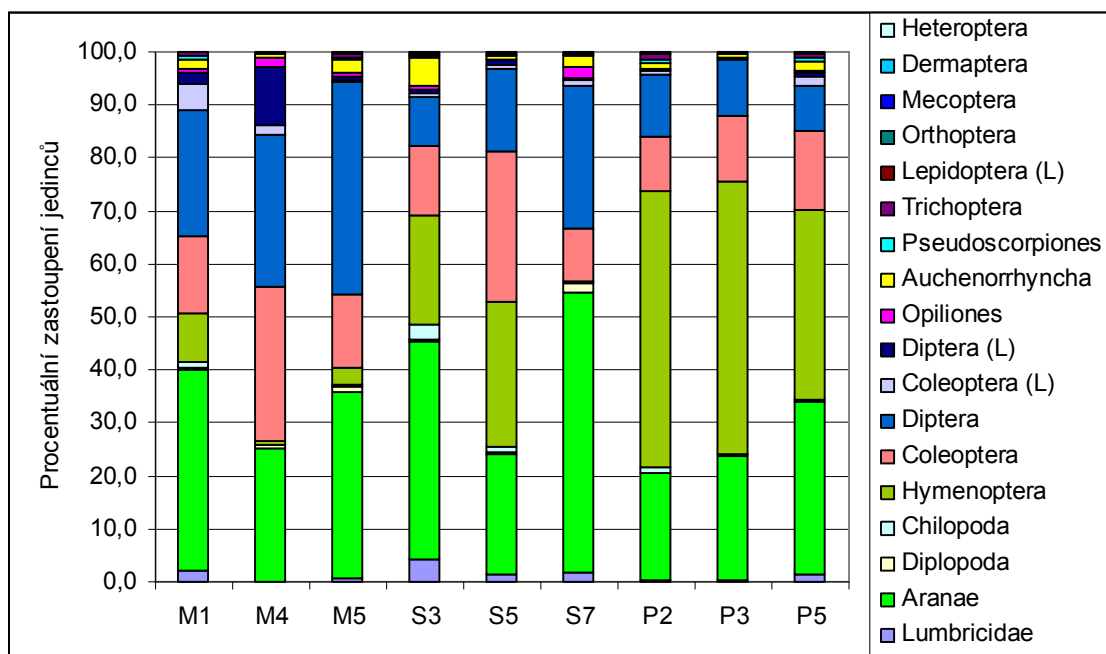
Obr.6: Průměrné abundance ( $\bar{x} \pm SD$ , ind.m<sup>-2</sup>) jednotlivých skupin půdní makrofauny na jednotlivých lokalitách z půdních vzorků odebraných 26.10.2010.



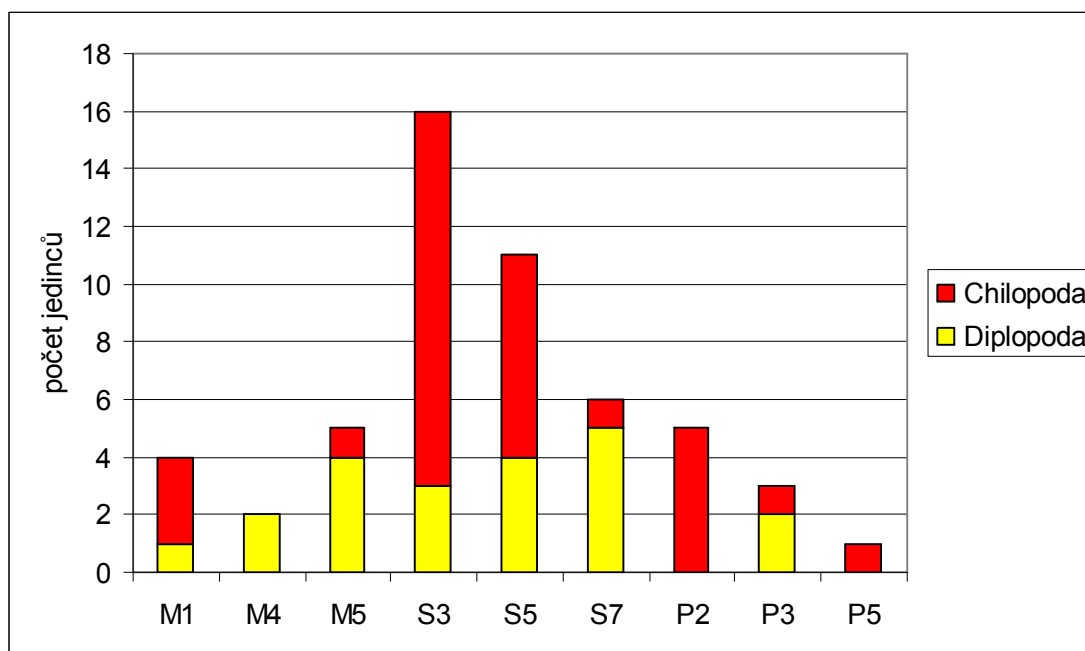
Obr.7: Průměrné abundanc ( $\bar{x} \pm SD$ , ind.m<sup>-2</sup>) mnohonožek na jednotlivých lokalitách z půdních vzorků odebraných 26.10.2010.



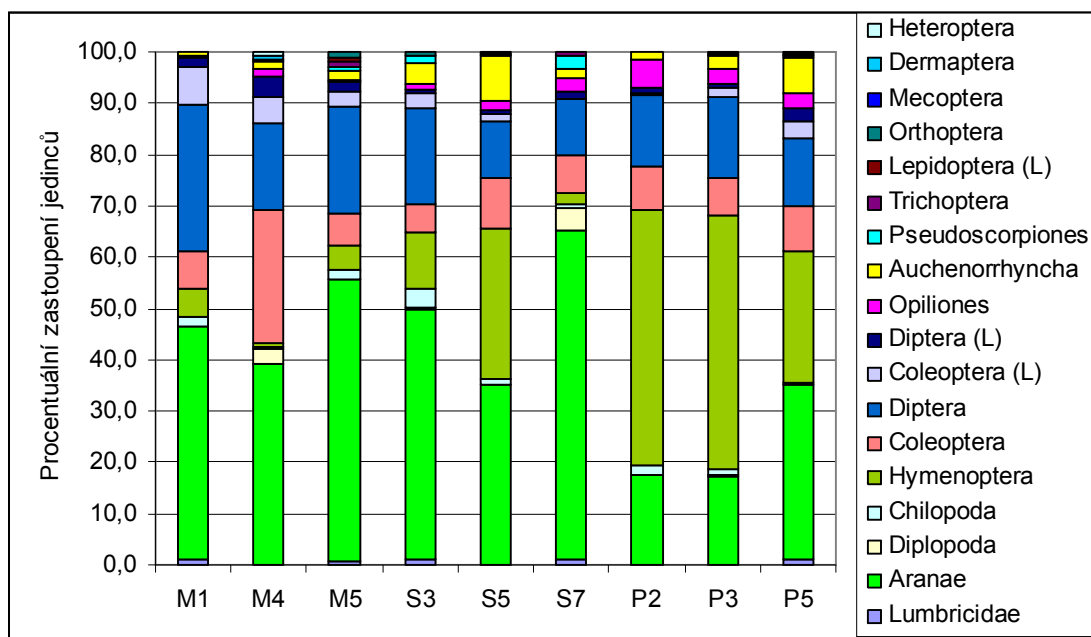
Obr.8: Průměrné abundanc ( $\bar{x} \pm SD$ , ind.m<sup>-2</sup>) stonožek na jednotlivých lokalitách z půdních vzorků odebraných 26.10.2010.



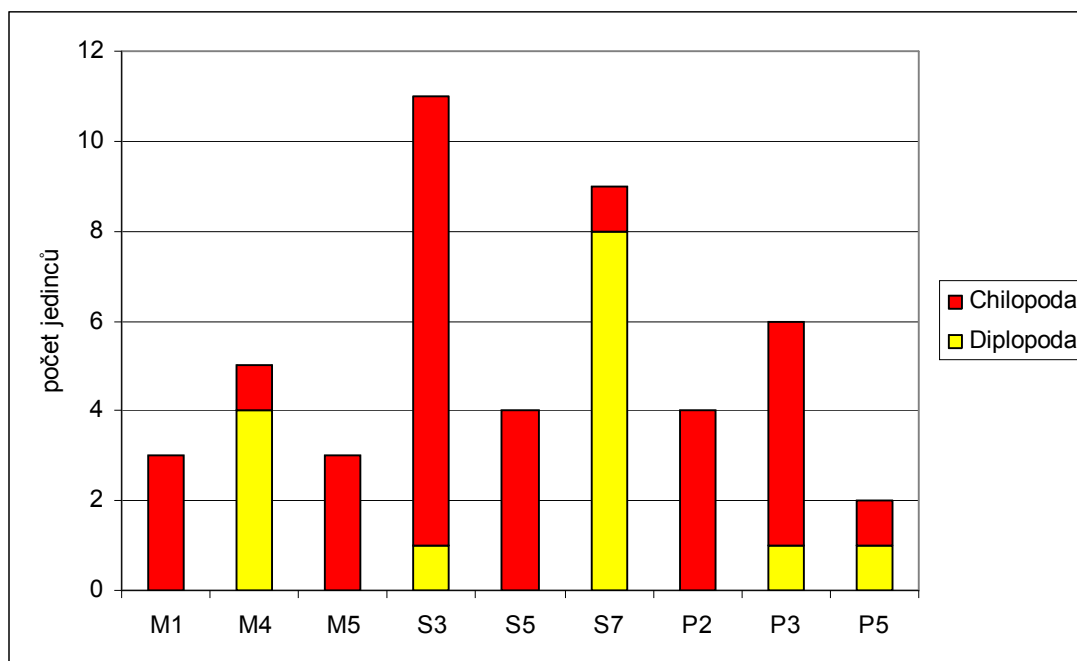
Obr.9: Poměrné zastoupení (% dominance) jednotlivých skupin půdní makrofauny na jednotlivých lokalitách ze zemních pastí odebraných v období 16.6. – 17.8.2010.



Obr.10: Úhrnné počty odchycených jedinců stonožek a mnohonožek z 5 pastí na jednotlivých lokalitách z období 16.6. – 17.8. 2010.

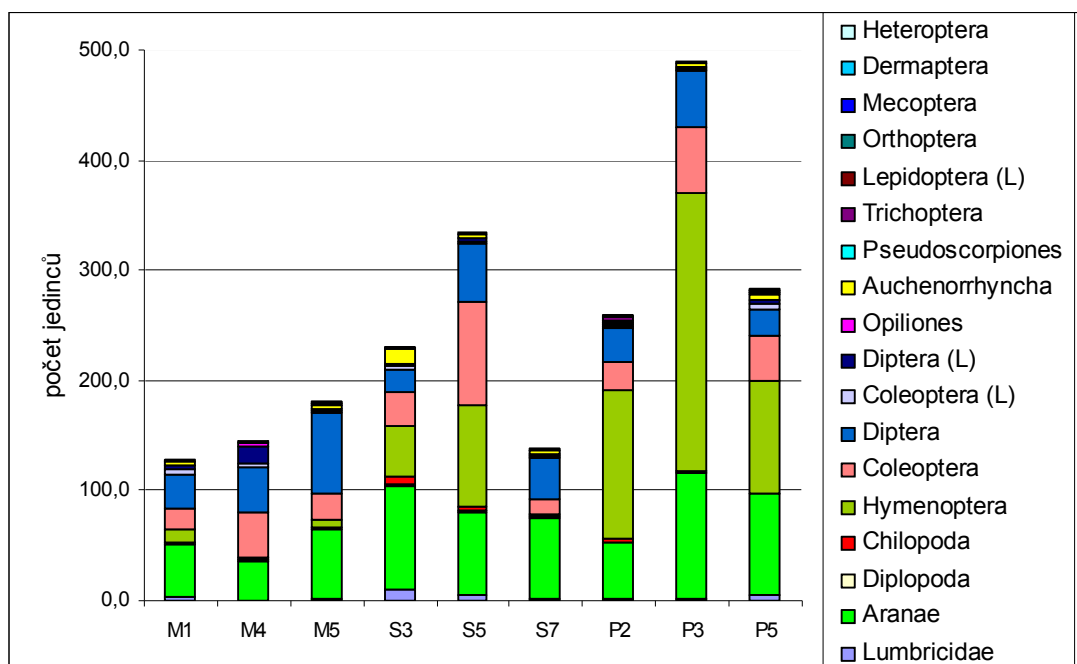


Obr.11: Poměrné zastoupení (% dominance) jednotlivých skupin půdní makrofauny na jednotlivých lokalitách ze zemních pastí odebraných v období 17.8. – 26.10.2010.

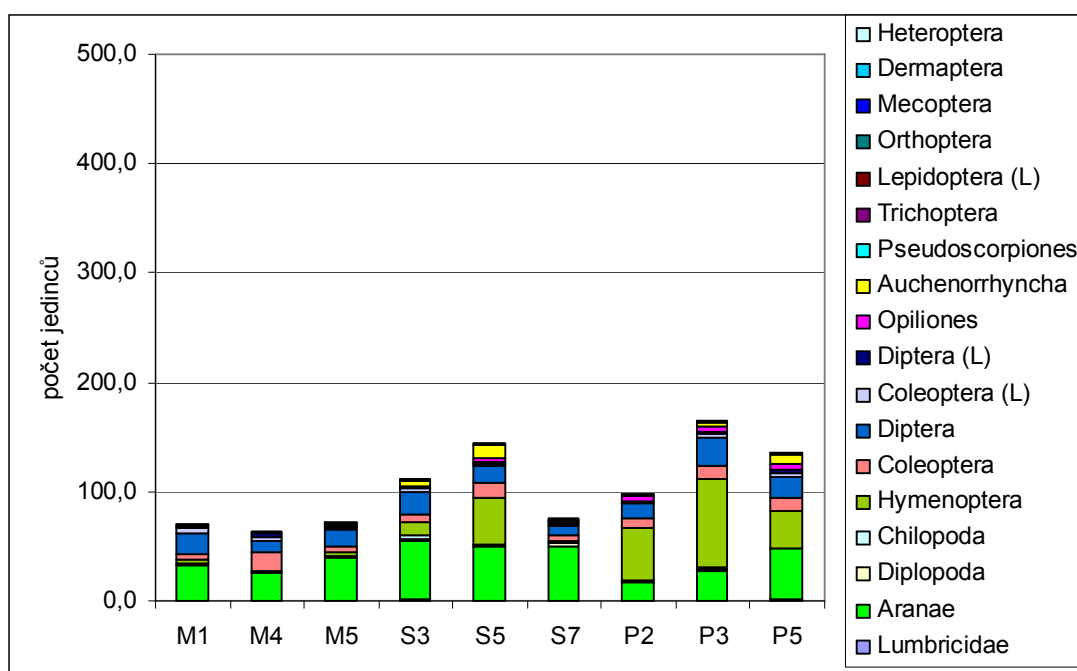


Obr.12: Úhrnné počty odchycených jedinců stonožek a mnohonožek z 5 pastí na jednotlivých lokalitách z období 17.8. – 26.10.2010.





Obr.13: Epigeická aktivita půdní makrofauny v období 16.6. – 17.8.2010. Počty odchycených jedinců z 5 zemních pastí přepočtené na 30 dnů expozice.



Obr.14: Epigeická aktivita půdní makrofauny v období 17.8. – 26.10.2010. Počty odchycených jedinců z 5 zemních pastí přepočtené na 30 dnů expozice.