

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



**Šárka Jandová**

**Dlouhodobé změny ve společenstvech suchozemských  
stejnonožců lužního  
lesa (Isopoda: Oniscidea)**

Diplomová práce

V oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí diplomové práce: Mgr. et. Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.

Olomouc 2006

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Mgr. et Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. za svědomité vedení projektu, trpělivost a pomoc při technické realizaci práce. Dále bych chtěla poděkovat studentům oboru Ochrana a tvorba životního prostředí, kteří se podíleli na terénních pracích, bez jejichž pomoci by nebylo možné tak dlouhodobý projekt realizovat.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně na základě konzultací a že jsem uvedla všechny použité prameny a literaturu.

Dolní Čermná, 20. dubna 2006

.....

## Abstrakt

Jandová, Š.: Dlouhodobé změny ve společenstvech suchozemských stejnonožců lužního lesa (Isopoda: Oniscidea)

Povodně jsou přirozeným faktorem ovlivňujícím a formujícím společenstva půdních bezobratlých v aluviálních ekosystémech. Rozsáhlé povodně v roce 1997 postihly velkou část střední Evropy. V tvrdém luhu (*Quercus-Ulmetum*) v CHKO Litovelské Pomoraví bylo po sedm let po povodni sledováno zotavování společenstva suchozemských stejnonožců

Společenstva byla studována pomocí formalinových zemních pastí (6 × 3) a tepelnou extrakcí z půdních vzorků (5 × 3 vzorků, 1/16 m<sup>2</sup>) ve třech různě starých lesích. Statistickou analýzou v programu CANOCO jsme hodnotili vliv jednotlivých environmentálních faktorů (*teplota, úhrnné měsíční srážky*) na výskyt suchozemských stejnonožců v letech 1998 - 2005. Pro vyhodnocení rychlosti popovodňové sukcese jsme jako referenční společenstvo použili data získaná na blízké lokalitě Záseky před povodní Pižlem a Tajovským (1998a). K hodnocení podobnosti společenstev před a po povodni byla použita Wardova metoda ve statistickém programu JMP.

Celkem bylo získáno 14 430 jedinců 9 druhů. Z environmentálních faktorů ovlivňujících početnost jedinců ve lužním lese se jako nejdůležitější ukázaly být úhrnné měsíční srážky. Srovnáním společenstev v jednotlivých letech bylo zjištěno, že některé druhy přítomné před povodní a výrazně zdecimované povodní, se na stanoviště začaly postupně navracet. Téměř všechny druhy osídlily lokalitu již v prvním roce po povodni, změny v dominancích však byly pozvolnější. Nárůst početnosti typických dominant tvrdého luhu (*Trichoniscus pusillus*, *Trachelipus rathkii*) byl doprovázen úbytkem druhů spíše pionýrských (*Ligidium hypnorum*). Endogeická část společenstva se zotavila 5 let po povodni, epigeická část společenstva se zotavila 7 let po povodni.

Klíčová slova: povodeň, záplavy, sukcese, půdní fauna, edafon, lužní les, Litovelské Pomoraví, Oniscidea

## **Abstract**

Jandová, Š.: Long-term changes in community structure of terrestrial isopods in floodplain forest (Isopoda: Oniscidea)

Floods are a common factor affecting and shaping the assemblages of soil invertebrates in alluvial areas. The flood affected in summer 1997 a big part of central Europe. Recovery of community of terrestrial isopods was studied during next seven years in hardwood forest (*Quercus-Ulmetum*) in PLA Litovelské Pomoraví.

The communities were sampled by pitfall traps (6 × 3) and by heat extraction from soil samples. As referential community was used data from Tajovský a Pižl (1998a) gained on a near locality. We used the statistic program CANOCO to analyse an influence of environmental factors (*temperature, rainfall*) on occurrence of species in the community in years 1998 - 2005. For analysis of dissimilarity of communities was used Ward's statistic method in program JMP.

We gained 14 430 individuals of 9 species. The rainfall seems to be the most important environmental factor affecting activity of isopods. The comparing of the communities in each years showed, that some species presented before the flood, were coming slowly back to the locality. Almost all species came back to the locality in the first year after the flood, but changes in dominance were slower. Rising numbers of typical dominant species of floodplain forest (*Trachelipus rathkii*, *Trichoniscus pusillus*) was accompanied by decrease of invasive species inhabiting the locality in first years after the flood (*Ligidium hypnorum*). Endogeic part of the community came back to the preflood state in five years after the flood and epigeic part of the community recovered seven years after the flood.

Key words: flood, recovery, succession, soil invertebrates, floodplain forest, Litovelské Pomoraví, Oniscidea

## **OBSAH:**

1. ÚVOD.....	5
2. CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO ÚZEM.....	9
2.1. Studované lokality.....	11
3. METODIKA.....	15
4. VÝSLEDKY.....	21
4.1. Zemní pasti.....	26
4.2. Půdní vzorky.....	38
4.3 Jak dlouho trvá popovodňová sukcese ve starém lužním lese..	46
5. DISKUZE.....	49
5.1. Druhové spektrum a dominance.....	49
5.2. Charakteristické druhy.....	51
5.3. Vývoj početnosti společenstva v čase.....	55
5.4. Popovodňová sukcese struktury společenstva.....	57
6. ZÁVĚR.....	59
7. SEZNAM LITERATURY.....	61
8. SEZNAM PŘÍLOH.....	66

# 1. Úvod

## 1.1. Charakteristika suchozemských stejnonožců

Suchozemští stejnonožci (Isopoda: Oniscidea) hrají významnou roli ve většině suchozemských ekosystémů. Tedy i v ekosystémech aluviálních, ke kterým patří lužní lesy a zaplavované louky, které jsou závislé na pravidelných záplavách. Stejnonožci jsou omnivorní živočichové živící se detritem (Gere 1956), houbami, živými i odumřelými částmi rostlin i mrtvými živočichy (Parison a Sikora 1967, Edeny et al. 1974, Nair 1976). Vyskytují se ve svrchních vrstvách půdy a v opadance, nalézáme je ale také pod kameny, pod větvemi a padlými kmeny, často také pod kůrou, v mechu a v podobném prostředí. Významnou mírou se podílejí na rozkladných a půdotvorných procesech. Zvyšují účinnost dekompozice, protože mrtvou organickou hmotu, kterou požívají, při konzumaci a trávení rozmělnují, čímž zvyšují její povrch, který pak kolonizují mikroorganismy a houby (Hassal a Sutton 1984).

Suchozemští stejnonožci patří ke kosmopolitním organizmům. Klimatické a edafické faktory nejvýznamněji ovlivňují jejich distribuci v suchozemských ekosystémech (Wartburg et al. 1984). Nejhojnější jsou v přirozených lesních ekosystémech, ale častí jsou i v ekosystémech lučních, skalnatých, bažinných či jeskynních. Příhodné stanovištní podmínky a dostupnost potravních zdrojů jsou také důležité (Sutton 1972). Suchozemští stejnonožci se jako všichni kryptozoičtí živočichové vyhýbají světlu a většina z nich vyžaduje vyšší vlhkost (Warburg 1964, 1965). Společenstva stejnonožců v zaplavovaných územích jsou relativně bohatá a pro daná území specifická, v rámci střední Evropy známe složení společenstev takovýchto ekosystémů z Maďarska (Farkas 1998a, 1998b), Polska (Dominiak 1962, 1964), Německa (Zerm 1997, 1999, Haferkorn 1996), Rakouska (Zulka 1992, 1999), Slovenska (Gulička 1957, 1960, Krumpál 1973) i České republiky (Tajovský 1996, Tuf 1997, 2002).

Většina prací věnujících se půdním bezobratlým živočichům (konkrétně stejnonožcům, stonožkám a mnohonožkám) žijícím v zaplavovaných území naší republiky, byla převážně faunistická, respektive faunisticko-ekologická. První práce se týkala povodí Podyjí (Folkmanová et al. 1955). Cenologické studie stonožek, mnohonožek a stejnonožců různých lokalit v aluviu Dyje a Moravy nověji prováděl

Tajovský (1995a, 1995b, 1996, Tajovský a Pižl 1997, 1998). Velmi chudá společenstva zmíněných skupin popsal ze zaplavované louky u Krivého jezera v CHKO Moravský kras Čepera (1995). V povodí řeky Dunaje v různých lužních lesích zkoumal tato společenstva Gulička (1957). Početnost půdních bezobratlých včetně stejnonožců v lužních lesích dolního toku řeky Moravy popsal Drdúl (1996), na středním toku téže řeky (v CHKO Litovelské Pomoraví) se těmito živočichy zabýval Tajovský (Pižl a Tajovský 1998) a Tuf (1997, 2002). Údaje o suchozemských stejnonožcích z území CHKO Poodří publikoval Tajovský (Tajovský 1999a, Pižl a Tajovský 1999a, 1999b, Tajovský a Pižl 2000 Tajovský a Pižl (1998a) provedli zhodnocení bezprostředního vlivu letních záplav na Pomoraví. Tajovský (2000) provedl rovněž srovnání společenstev stejnonožců CHKO Poodří a CHKO Litovelské Pomoraví. Inventarizačním průzkumem provedeným Pižlem a Tajovským (1998b) v CHKO Litovelské Pomoraví bylo zaznamenáno 12 druhů suchozemských stejnonožců. Flasarová (1998) dříve zaznamenala 11 druhů v lesích tvrdého luhu a Tuf (1997) 7 druhů v lesích měkkého luhu.

## 1.2. Záplavy

Záplavy jsou ekologickým faktorem, který může mít na ekosystémy jak katastrofální tak příznivé důsledky. Na záplavách je závislá celá řada ekosystémů, které regulací toků a výstavbou přehrad z většiny našeho území zcela vymizely. Organismy osídlující zaplavovaná území ale vyvinuly celou škálu ekofyziologických strategií, jak záplavám čelit a jak záplavami poškozené ekosystémy znovu osídlivat. Na základě studií, které provedl Adis (1992) a Adis a Junk (2002) bylo popsáno u terestrických bezobratlých 7 strategií umožňující těmto živočichům přežít dlouhodobé záplavy:

1. horizontální migrace, představující ústup před postupující hladinou vody (např. drabčící rodu *Lathrobium* nebo máloštetinatec rodu *Tairona*)
2. vertikální migrace na kmeny a větve stromů (štírci rodu *Thyrannochthonius*, někteří sekáči, pavouci, mnohonožky, stonožky, mravenci, všekazi a brouci)
3. odlet do výše položených lesů (střevlík *Polyderis nympha*)
4. dormance pod vodní hladinou v přirozených úkrytech (stonožka *Ribautiella Amazonina* přečkávající v kořenech stromů)
5. dormance pod vodní hladinou ve vytvářených obalech (vidličnatka *Parajapyx adici* si vytváří kokon, některé cikády si vytvářejí voskové obaly)



6. dormace pod vodní hladinou ve formě vajíčka (někteří roztoči, chvostoskoci a stonožka *Lamyctes adici*)

7. přežívání pod hladinou v aktivním stavu (roztoč *Rostozetes foveolatus* a mnohonožka *Myrmecodesmus adisi*)

Stejnonožci využívají nejvíce strategii vertikální migrace a přežívání pod hladinou v aktivním stavu.

Jak vyplynulo z pozorování, pravidelné záplavy by bylo možné popsat jako deterministický faktor, protože se objevovaly po tisíce let (Adis a Junk 2002) a také jako stochastický faktor, protože jejich odlišnost v jednotlivých letech upřednostňuje v každém roce jiné druhy (Junk 1997). Vliv jarních záplav na společenstva stejnonožců, stonožek a mnohonožek byl Tajovským (1999b) v jihomoravských lužních lesích prokázán jako negativní. Vyšší počet druhů stonožek, mnohonožek i suchozemních stejnonožců byly zaznamenány v lesích bez přítomnosti pravidelných záplav. Svým působením se však výrazně liší letní záplavy od záplav v chladnějším ročním období. Letní záplavy působí na půdní živočichy i jiné části ekosystémů (včetně rostlinného krytu) převážně negativně.

### 1.3. Letní povodeň 1997

Extrémní srážky v červenci 1997 zasáhly především severní Moravu, dále pak Krkonoše, severní část Českomoravské vrchoviny a Orlické hory. Nejvyšší hodnoty naměřených srážek se vyskytly na hřebenech horských oblastí. Nejvyšší měsíční úhrn byl naměřen na Lysé hoře (812 mm, tj. 412 % normálu). Zcela mimořádný byl velký plošný a časový rozsah extrémních srážek na severní Moravě. Od 3. 7. do 8. 7. 1997 zde spadlo 2,3 km<sup>3</sup> vody na plochu 10 000 km<sup>2</sup>. Při hodnocení extremity kulminačních průtoků červencové povodně 1997 byly v posuzovaných stanicích nově odvozeny hodnoty N-letých průtoků z celých řad pozorování včetně maximálních průtoků z července 1997. Doby opakování kulminačních průtoků proto směrem po toku všeobecně klesají. Například pro Moravu v Raškově byla doba opakování kulminačního průtoků odhadnuta na 800 let, v Olomouci 500 let, v Kroměříži 300 let a ve Strážnici jen 100 let. Velmi nepříznivá hydrologická situace na středním toku Moravy byla dána zcela výjimečným souběhem povodňových vln Třebůvky a Moravské Sázavy.

K velikosti povodňové vlny také přispěla velmi nízká retenční schopnost krajiny. V převážně odlesněném a zorněném horním povodí Moravy s absencí luk v nivě, s regulovanými koryty vodních toků a odvodňovacími melioračními soustavami na pozemcích došlo k rychlému odvedení vody do níže položených oblastí (Machar 1998). Špatný byl i stav protipovodňových hrází a jejich absence v některých úsecích kolem zasaženého území. Katastrofální letní povodeň tak zasáhla rozsáhlé oblasti Moravy. Rozlitá voda zůstala stát v lese několik týdnů. Přímý negativní dopad letních záplav na společenstva půdní fauny v Litovelském Pomoraví po záplavách byl zdokumentován Pižlem a Tajovským (1998), kteří uvádějí, že povodní došlo k výraznému ochuzení druhového spektra a na některých lokalitách došlo až k úplné eliminaci druhů.

Ve střední Evropě jsou rozeznávány dva typy záplav, tj. pravidelné jarní záplavy, a nepravidelné záplavy. Haferkorn (1996) zjistil, že po nepravidelných záplavách dochází k poklesu hustoty suchozemských stejnonožců..

#### **Cíle práce:**

1. Popsat změny denzity, druhového spektra a dominancí v epigeické i endogeické části společenstva suchozemských stejnonožců v průběhu let 1998 - 2005.
2. Testovat vliv základních ekologických faktorů na početnost a aktivitu stejnonožců.
3. Zjistit za jak dlouho dojde k obnovení postiženého společenstva.

## 2. Charakteristika sledovaného území

Chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví byla vyhlášena v roce 1990 na ploše 96 km<sup>2</sup> v údolní nivě řeky Moravy severně od Olomouce. Geomorfologicky zabírá část Hornomoravského úvalu a Olomoucko – Litovelské sníženiny. Území je vyplněno říčními sedimenty kvartérního původu. V severní části (Mohelnické brázdě) je základem sedimentů terciární jezerní sedimentace. Obě části jsou odděleny Třesínským prahem. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 213 až 345 m n. m.

Z geologického hlediska leží lokality v oblasti kaolinických jíílů, písků a štěrků. Půdním typem je v této oblasti glejová fluvizem - nivní bezkarbonátový sediment (Novák 1991). Celý tzv. Litovelský bioregion leží převážně v mezofytiku, částečně v termofytiku (Culek 1996). Klimaticky náleží území do mírně teplé oblasti MT 10 a teplé oblasti T 2 (hranici mezi nimi tvoří Třesínský práh). Vlastní zkoumané lokality se nacházejí v teplé oblasti T, kterou charakterizují tyto údaje (Quitt 1970).

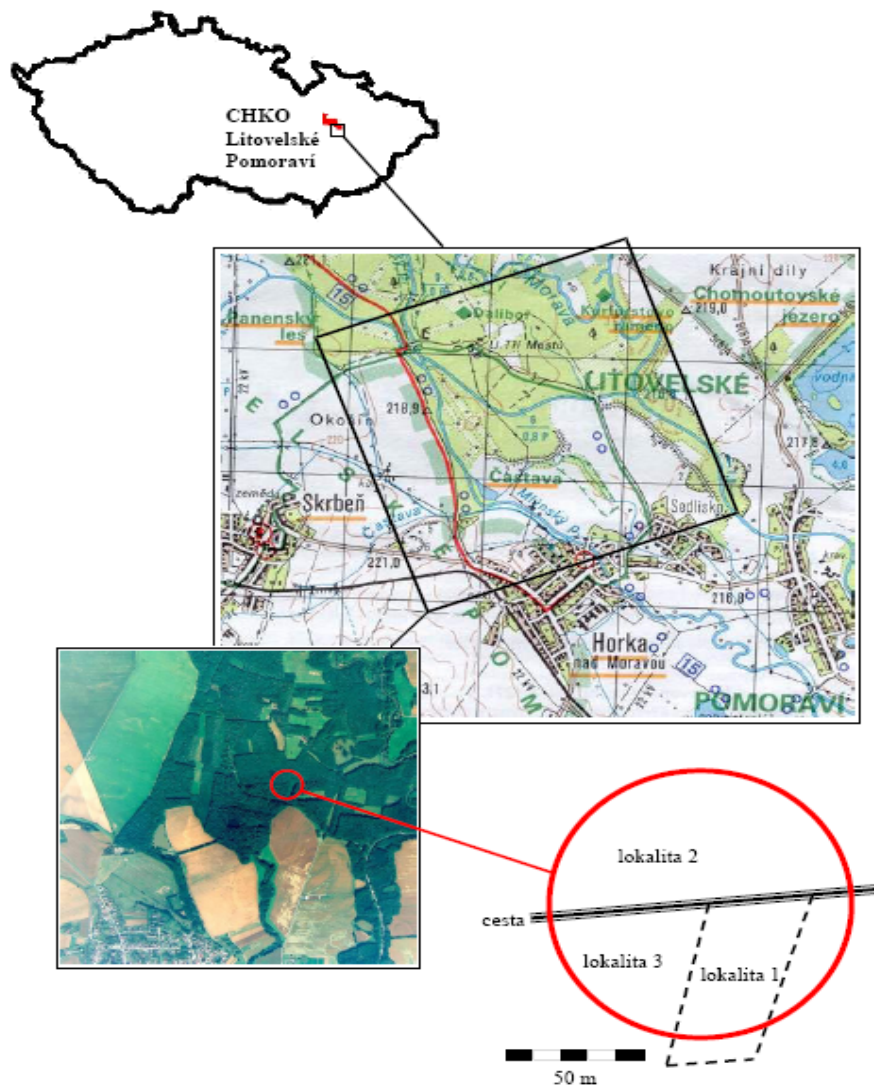
Počet letních dnů	50 - 60
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	160 - 170
Počet mrazových dnů	120 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 - 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 - 400 mm/rok
Srážkový úhrn v zimním období	220 - 300 mm/rok
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 80
Počet dnů zamračených	120 - 140
Počet dnů jasných	40 - 50

Průměrné měsíční teploty vzduchu a měsíční úhrny srážek za sledované období byly získány na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu a znázorněny v příloze 1. Údaje pocházejí z měřicí stanice Olomouc (průměrné měsíční teploty vzduchu a měsíční úhrny srážek). Údaje byly použity pro statistickou analýzu vlivů na druhy a jsou znázorněny v obrázku 1. Lesy Litovelského Pomoraví jsou při zvýšených průtocích v řece Moravě vždy zaplavovány a povodňová vlna se každoročně rozlije po lužním lese systémem periodických ramen a kanálů a místy plošně zaplavuje les (Machar 1998).

## 2.1. Studované lokality

Pro výzkum byly vybrány tři různě staré lesní porosty ve vzdálenosti asi 2 km severně od Horky nad Moravou, při východním okraji CHKO Litovelské Pomoraví (49° 65' s. š., 17° 20' v. d.), ve fauvistickém čtverci 6369 A. Nadmořská výška všech tří lokalit je cca 210 m n. m. Lokality byly vybrány pro svou snadnou dostupnost z města Olomouce a výhodnou vzájemnou polohu. Lesní porosty jsou různá sukcesní stadia asociace *Quercus – Ulmetum* (Issler 1926), které spolu vzájemně sousedí a bylo u nich tedy možné předpokládat srovnatelné půdní klimatické poměry i rozsah a trvání povodňové vlny.

Obr. 1: Plánek



### Lokalita 1

První z lokalit je lesní školka s výsadbou dubu (*Quercus robur*) o rozloze asi 0,4 ha (výsadba v roce 1995) a poměrně hustým podrostem kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*) a šťovíku tupolistého (*Rumex obtusifolius*). V dobře vyvinutém mechovém patře dominují baňatka obecná (*Bachytheceium rutabulum*) a trněnka odstálá (*Erhynchium hians*). Půda je jílovito-hlinitá, s pevnými agregáty, mírně ulehlá až ulehlá (Jeřábková 1999). Vybrané chemické vlastnosti, zrnitostní složení půdy a skladba opadu na této lokalitě jsou uvedeny v tabulce 1 a na obrázcích 5 a 6.

Obr. 2: lokalita ( v roce 2005)



### Lokalita 2

Další studijní plocha byla zvolena ve 40letém lesním porostu (stáří v roce 2006) s dominantním jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*). Keřové patro je tvořeno převážně lípou malolistou (*Tilia cordata*), bylinné patro charakterizují druhy hrachor jarní (*Lathyrus vernum*), plicník lékařský (*Pulmonaria officinalis*), sasanka hajní (*Anemone nemorsa*), violka Rivinova (*Viola rivina*), kokořík mnohokvětý (*Polygonatum multiflorum*), kokořík přeslenitý (*P. verticillatum*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*), poměnka lesní (*Myosotis sylvatica*), popenec břechťanovitý (*Glechoma hederacea*), ptačinec velkokvětý (*Stalaria holostea*), svízel lesní (*Galium silvaticum*). Stejně jako na předchozí lokalitě se zde v mechovém patře vyskytuje

trněnka odstálá, dále pak druhy bezvláska vlnatá (*Atrichum undulatum*) a měřík vlkovaný (*Plagiomnium undulatum*). Půda je zde hlinito-písčité až hlinitá, s hrubě drobtovitou strukturou, má málo pevných agregátů, je velmi kyprá až kyprá (Jeřábková 1999). Vybrané chemické vlastnosti půdy, zrnitostní složení půdy a skladba opadu na této lokalitě jsou uvedeny v obrázcích 5 a 6.

Obr. 3: lokalita 2 (foto 2005).



### Lokalita 3

Jako nejstarší studovaný porost byl zvolen 90letý (stáří v roce 2006) tvrdý luh s dominantním dubem letním a habrem obecným (*Carpinus betulus*) a vtroušeným javorem polním (*Acer campestre*). Na rozdíl od předchozí lokality zde téměř není vyvinuto keřové patro a mechové patro je poměrně řídké. Také bylinné patro je druhově chudší než na lokalitě 2, ale bohatší než v dubové školce. Lužní les je typický střídáním různých fází bylinné vegetace během roku. Jarní aspekt začíná rozkvětem sasanky hajní a bledule jarní (*Leucojum vernum*), dále zde kvete kokořík mnohokvětý, orsej cibulkatý (*Ficaria bulbifera*), sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*), popenec břechťanovitý, zapalice žluťuchovitá (*Isopyrum thalictroides*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*). Ojediněle vraní oko (*Paria quadrifolia*), hrachor jarní,



plicník lékařský, vioka Rivinova. Pro letní aspekt je typická především bršlice kozí noha. Mechové patro zde tvoří zejména trněnka odstálá, kronglovka tisolistá (*Fissidens taxifolius*) a lesklec (*Plagiothecium* sp.). Na této lokalitě je půda písčito-hlinitá, jemně drobtovitá, kyprá až velmi kyprá (Jeřábková 1999). Vybrané půdní chemické charakteristiky (tab. 1), skladba opadu na této lokalitě jsou uvedeny v obr. 5, zrnitostní složení půdy v obr. 6.

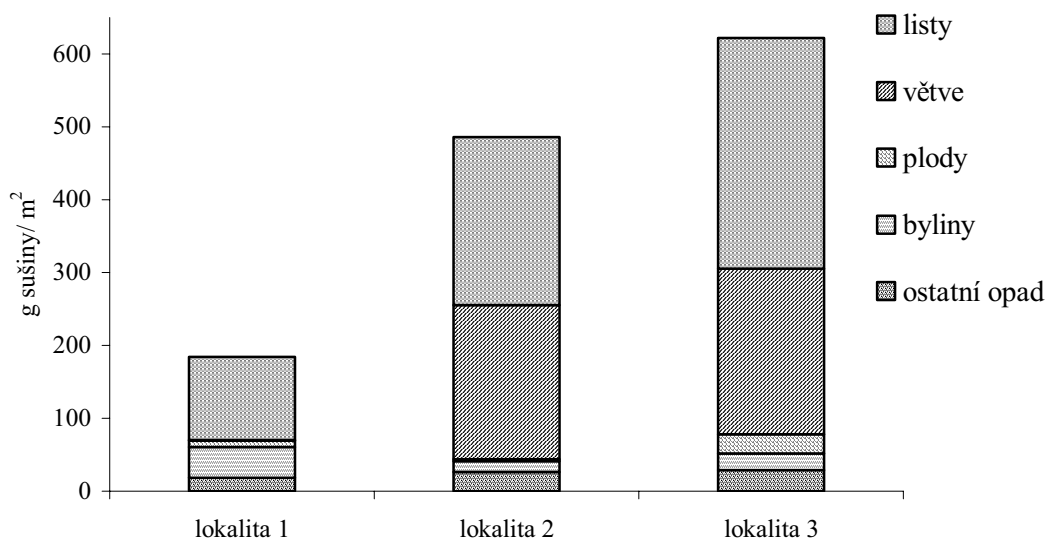
Obr.4: lokalita 3.



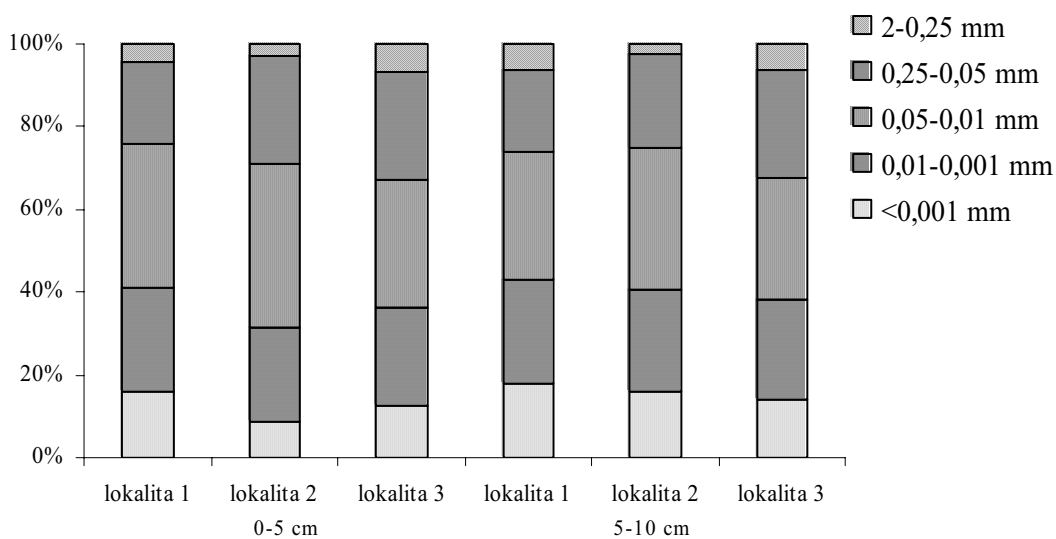
Tab. 1: Přehled vybraných chemických vlastností půd a stavu opadu na studovaných lokalitách (sestaveno podle Jeřábkové 1999).

měřené hodnoty	lokalita 1	lokalita 2	lokalita 3
C <sub>org</sub> (%)	3,1	3,6	2,5
humus (%)	5,4	6,3	4,4
N <sub>org</sub> (mg/kg půdy)	3903	4342	3642
P (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg půdy)	73,6	66,9	76,9
pH	4,8	5,2	5,0
množství opadu (III/1998) (g sušiny/m <sup>2</sup> )	175	417	480
množství opadu (XI/1998) (g sušiny/m <sup>2</sup> )	184	487	622

Obr. 5: Skladba rostlinného opadu (v g sušiny/m<sup>2</sup>) na jednotlivých lokalitách (7. XI. 1998).



Obr. 6: Zrnitost rozbor půdy na jednotlivých lokalitách (podzim 1999).



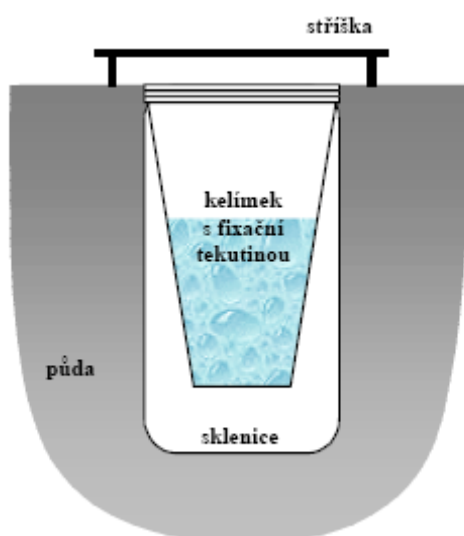


### 3. Metodika

Výzkum společenstev stejnonožců probíhal od března 1998 do března 2006. Pro zjištění kvalitativních a kvantitativních parametru byla použita metoda padacích zemních pastí a metoda půdních vzorků s následnou tepelnou extrakcí živočichů.

Pro zachycení epigeicky aktivní části společenstva stejnonožců bylo na každé lokalitě instalováno 6 padacích zemních pastí (obr. 7), umístěných vždy v linii ve sponu 8 m. Každá z pastí se skládala z jedné zavařovací sklenice (objem 0,7 l, vnější průměr hrdla 75 mm) zapuštěné po horní okraj do země. Pro lepší manipulovatelnost a rychlejší odběr byla do každé sklenice umístěna plastová nádobka o objemu 0,25 l a průměru hrdla 69 mm, která do sklenice dokonale zapadla. Proti dešti a opadu byly pasti kryty plechovými stříškami ve výšce 2 cm nad horním okrajem pasti. Náplň pastí tvořil 4% vodný roztok formaldehydu (cca 1,5 dl v každé pasti). Pro snížení povrchového napětí tohoto fixačního média bylo do něj přidáno vždy několik kapek detergentu (saponátu). Pasti byly vybírány ve 14-denních intervalech, v některých letech ve 28-denních intervalech. Obsah všech šesti pastí odebraných na každé lokalitě byl vždy slit dohromady, přenesen do laboratoře a zachycení živočichové následně vytřídění a konzervováni v 70% etanolu.

Obr. 7: Zemní past pro získávání epigeické části společenstva.



Půdní vzorky byly odebírány kruhovým odběrákem o ploše  $1/16 \text{ m}^2$  v měsíčních intervalech od března 1998 do března 2003 na lokalitách 1 a 2, na lokalitě 3 do března 2005. Vždy bylo odebráno 5 půdních vzorků na každé lokalitě.

Pro usnadnění tepelné extrakce (pro zmenšení objemu vzorku) byl každý vzorek následně na igelitové plachtě rozdělen lopatkou na dvě části- svrchní část vzorku (0-5 cm od povrchu půdy) a spodní část vzorku (z hloubky 5-10 cm) - a přenesen do laboratoře. Odebrané vzorky byly poté po dobu 14 dnů extrahovány v modifikovaných Tullgrenových extraktorech (obr. 8). Zařízení umožňuje vypuzovat půdní živočichy ze vzorku umístěného na drátěném pletivu o velikosti ok 5 mm na principu teplotního a vlhkostního gradientu. Pro zvýšení možnosti úniku větších živočichů je pletivo opatřeno několika otvory větších rozměrů. Po skončení extrakčního cyklu byli vypuzení živočichové následně vytríděni a fixováni v 70% etanolu. Vytríděný materiál, včetně suchozemských stejnonožců je uložen ve sbírce I.H. Tufa na Katedře ekologie a ŽP Univerzity Palackého v Olomouci.

Pro determinaci získaného materiálu byla použita práce Frankenbergerova (1959), systematické zařazení je v souladu s pojetím Schmalfusovým (2003).

Obr.8: Tullgrenův extraktor pro získávání endogeické části společenstva z půdních vzorků (upraveno dle Tuf 1998).



**Hodnocení:**

Při hodnocení společenstev stejnonožců byly použity následující charakteristiky.

Pro srovnání materiálu stejnonožců ulovených do zemní pastí byl počítán pro jednotlivé roky **průměrný měsíční úlovek (PMU)** podle vzorce:

$$\text{PMU} = \text{RU} / \text{t} \times 4 \text{ (ind.)}$$

Kde **RU** je celkový počet jedinců ulovených v daném roce, **t** je počet týdnů.

Pro grafické vyjádření průběhu epigeické aktivity byly použity hodnoty měsíčních úlovků, tj. počet jedinců ulovených do 6 pastí za 28 dní. Abundance, tj. počet jedinců z půdních vzorků přepočtená na plochu 1 m<sup>2</sup>. Z abundanci v jednotlivých odběrech byla vypočítána **průměrná roční abundance (PRA)** podle vzorce

$$\text{PRA} = \text{RE} / 60 \times 16 \text{ (ind./m}^2\text{)}$$

Kde **RE** je počet jedinců stejnonožců vyextrahovaných ze všech pěti odebíraných vzorků na každé lokalitě za celý rok. Obdobně byla stanovena celková průměrná abundance jedinců stejnonožců za celé zkoumané období.

**Dominanci** jednotlivých druhů ve společenstvu jsou počítala podle vzorce:

$$\text{D} = \text{n} / \text{N} \times 100$$

Kde **D** je vypočtená dominance v %, **n** je počet jedinců daného druhu a **N** je počet všech jedinců získaných příslušnou metodou (Losos a kol. 1984)

Pro vyjádření dominance byla použita stupnice Tischlera a Heydemanna (Losos a kol. 1984):

Eudominantní	> 10%
Dominantní	5 - 10 %
Subdominantní	2 - 4,99 %
Recentní	1 - 1,99 %
Subrecentní	< 1 %

Zrnitostní rozbor (obr. 5) byl proveden na Masarykově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně.

K samotnému vypracování diplomové práce byly použity programy Microsoft Word 2000 (pro textové zpracování) a Microsoft Excel 2000 (pro zpracování grafů, Tabulek a výpočty průměrů a směrodatných odchylek).

### **Statistická analýza dat:**

Data byla analyzována metodami mnohorozměrných ordinačních technik Ordinační techniky umožňují vizualizovat jinak skryté závislosti v datech a současně umožňují testovat hypotézy se vztahem k závislým proměnným a charakteristikám proměnných prostředí. (metody přímé gradientové analýzy). Ordinační techniky umožňují vizualizovat jinak skryté závislosti v datech a současně umožňují testovat hypotézy se vztahem k závislým proměnným a charakteristikám proměnných prostředí. Pro zmíněné ordinace byl použit programový balík CANOCO for Windows 4.5<sup>©</sup> (Ter Braak a Šmilauer 1998).

Získané údaje týkající se druhů (abundance v daném měsíci, počet jedinců chycených za 4 týdny) a environmentálních faktorů (průměrná měsíční teplota vzduchu, úhrnné měsíční srážky, datum, lokalita, vrstva půdního vzorku) byly shromážděny a překódovány do tzv. indikátorových proměnných, aby mohly být zaneseny do programu

CANOCO (Lepš & Šmilauer 2000). Tudíž počty (ind.), teploty (°C), srážky (mm/měsíc) a datum (rok-měsíc) zůstaly nezměněny a kvalitativní data (lokalita – 1/2/3 a půdní vrstva 0-5 cm/5-10 cm) byla překódována pomocí 0 nebo 1 podle potřeby.

V tomto projektu byla zvolena kanonická korespondenční metoda váženého průměru s odstraněním trendu – DCCA, tedy pro přímou gradientovou analýzu (tj. s omezením). Potom byla použita volba odstranění trendu po segmentech, což zahrnuje také Hillovo škálování ordinačních skóre. Po provedení analýzy byly získány hodnoty délky gradientu.

Pokud byla nejdelší hodnota gradientu delší než 3 a data tudíž nebyla příliš homogenní, zvolili jsme metodu DCCA (detrended canonical correspondence analysis) případně unimodální CCA (canonical correspondence analysis),

V opačném případě, pokud byla hodnota gradientu menší než, a data byla tudíž homogenní, byla použita lineární metoda RDA (*Redundancy Analysis*).

Umístění druhů k ordinálám v grafu znázorňuje sílu vlivu faktoru na testované druh. Míra variability dat, kterou ten který graf vysvětluje, je vidět z délky ordinály (faktoru) a je ve výsledcích udávána v procentech.

Součástí analýz byla také tvorba regresních modelů. Vzhledem k tomu, že nelze apriori očekávat lineární odpověď početnosti druhu na některé nezávislé proměnné jako je teplota, vrstva, srážky či datum, byla pro analýzu použity zobecněné aditivních modelů (GAM – *Generalized Additive Models*). K testování významnosti vztahů mezi daty týkající se druhů a prediktory jejich početnosti (environmentální faktory) byl použit Monte-Carlo permutační test o 5 000 permutacích. Graficky byly modely vykresleny rovněž v softwaru CANOCO, konkrétně v programu CanoDraw for Windows 4.0©. Modely vychází z Poissonovské distribuce. Byly analyzovány faktory: *datum, úhrnné měsíční srážky, průměrná měsíční teplota*. Faktory vysvětluje na x ose grafu, síla odpovědi druhů vystupuje na ose y grafu. Odpověď druhu byla v grafu znázorněna křivkou, která ukazovala sílu odpovědi vůči faktoru. Signifikantní odpověď jsme v grafu znázornili křivkou o větší tloušťce. Z grafů bylo možno vysledovat trendy, které některé druhy kopírovaly.

Ke srovnání společenstev z jednotlivých let získaných na lokalitě 3 (nejstarší porost) se společenstvem z blízké lokality, vzorkovaném před povodní a představujícím tak referenční společenstvo, byla použita Wardova metoda ve statistickém programu JMP (SAS Institute Inc. 1995). V grafu se znázornily jednotlivé roky a jejich vzájemné podobnosti. Roky u sebe nejbližší ležící je možno považovat za v dominancích druhů sobě nejpodobnější. Naopak vzájemně nejodlišnější společenstva jsou v grafu vzájemně nejvíce vzdálena. Velikost odlišnosti je navíc znázorněna v horní části grafu stupni od nuly do šestky.

## 4. Výsledky

### Charakteristika nalezených druhů

Celkem bylo nalezeno 9 druhů suchozemských stejnonožců. Všechny devět nalezených druhů je známo z CHKO Litovelské Pomoraví (Tajovský 1998, et. al., 1999).

### Celkový přehled druhů

Řád: Isopoda

Podřád: Oniscidea

Sekce: Diplocheta

Čeleď: Ligiidae

*Ligidium hypnorum* (Cuvier, 1792)

Sekce: Synocheta

Čeleď: Trichoniscidae

*Trichoniscus pusillus* Brandt, 1833

*Hyloniscus riparius* (C. L. Koch, 1838)

*Haplophthalmus mengii* (Zaddach, 1844)

*Androniscus roseus* (C. L. Koch, 1838)

Sekce: Crinocheta

Čeleď: Trachelipodidae

*Trachelipus rathkii* (Brand, 1833)

*Porcellium conspersum* (C. L. Koch, 1841)

*Porcellium collicola* (Verhoeff, 1907)

Čeleď: Agnaridae

*Protracheoniscus politus* (C. L. Koch, 1841)

*Ligidium hypnorum* (Cuvier, 1792)

Druh je rozšířen po celé střední Evropě (Frankenberger 1959). V Evropě chybí ve Středomoří, na severu je jeho výskyt ohraničen jihem Švédska, na východě Černým mořem (Oliver a Meechan 1993). Tento hygrofílní druh preferuje stanoviště s množstvím vlhkého humusu (Oliver a Meechan 1993), vyskytuje se na lokalitách v blízkosti vodních toků a pod kameny a mechem (Frankenberger 1959). Je to charakteristický zástupce tvrdého luhu v nížinných lesích. V Litovelském Pomoraví byl

hojnější na lokalitách na okrajích lesů, než v hloubi lesa (Tuf 1997). Je dominantním druhem prosvětlených olšových lesů (Farkas et al. 1999, Gulička 1960). Tajovský (1999) jej uvádí také v tvrdém lužním lese na jižní Moravě. Celkem bylo získáno 4946 jedinců (4394 jedinců metodou zemních pastí a 552 jedinců metodou půdních vzorků). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek byl zaznamenán v květnu 1998 a v červnu 1999 na lokalitě 1. Nejvyšší průměrné měsíční úlovky byly téměř pravidelně zaznamenávány v měsíci červnu. Nejnižší epigeická aktivita byla zaznamenávána od prosince do února, kdy byla na lokalitě 1 a 2 aktivita nulová.

Nejvíce jedinců bylo zaznamenáno na lokalitě 3 v roce 2000 (77 metodou půdních vzorků a 735 metodou zemních pastí). Vysoký počet jedinců byl zaznamenán i na lokalitě 1 v roce 1998 (658 ind.). Do roku 2001 počet vyskytujících se jedinců na této lokalitě postupně klesal. Extrakcí byla zjištěna nejvyšší průměrná roční abundance v roce 1998 na lokalitě 1 (26,6 ind./m<sup>2</sup>). Jednou extrakcí bylo získáno nejvíce jedinců (36) na lokalitě 3 v listopadu 2000.

#### *Trachelipus rathkii* (Brandt, 1833)

Druh je hojně rozšířený ve východní a střední Evropě, chybí od jižní Francie po Španělsko (Oliver a Meechan 1993). Je schopný obsadit i extrémní biotopy (Gruner 1966, Frankenberger 1959). Vyskytuje se v kultivovaném prostředí, v lesích, křovinách i na suchých biotopech (Frankenberger 1959). Je charakteristickým druhem obývajícím zaplavované ekosystémy (Gulička 1960, Dahl in Vandel 1960), nejvíce se vyskytuje na okrajích lesů (Gulička 1960). Druh obývá i člověkem vytvořená stanoviště. Na umělých stanovištích je nejčastěji nalézán v křovinách, řídkých lesích, zídkách a lomech (Oliver a Meechar 1993). Jako potravní zdroj ve středoevropských lužních lesích upřednostňuje opad jasanu a jilmu (Tuf a Tufová 2004).

Celkem bylo získáno 2021 jedinců (1653 jedinců metodou zemních pastí a 368 jedinců metodou půdních vzorků). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek byl zaznamenán na lokalitě 2 v červnu 1999 (64 ind./6 pastí/28 dní). Nejvyšší průměrný roční úlovek byl zaznamenán v roce 1999 na stejné lokalitě (277 ind./6 pastí/28 dní). Nejnižší průměrné měsíční úlovky byly zaznamenávány od ledna do března. Nejvyšší průměrná roční abundance byla zjištěna na lokalitě 2 v roce 1999 (22,4 ind./m<sup>2</sup>). Nejvyšší průměrné měsíční úlovky byly zaznamenávány v měsících květnu a září, byla tedy zaznamenána dvouvrcholová epigeická aktivita. Nejvíce jedinců tohoto druhu bylo získáno za celé období na lokalitě 2.



*Porcellium conspersum* (C.L. Koch, 1841)

Frankenberger (1959) uvádí tento druh jako velmi hygrofilní, vyskytující se na místech trvale zamokřených. Nejhojněji se objevuje v lesích jedlových, borových, bukových (Vandel 1960) a v olšínách (Frankenberger 1959). Preferuje prostředí bohaté na živiny, žije ve ztrouchnivělém dřevu (Vandel 1960), mechu a listí (Frankenberger 1959). Původní je ve střední Evropě (Frankenberger 1959, Vandel 1960), ale expanduje až do Dánska, Lotyšska a Rumunska, kde však kolem Dunaje chybí (Vandel 1960). Celkem bylo získáno 2913 jedinců (2874 metodou zemních pastí, 39 metodou půdních vzorků). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek byl zaznamenán v srpnu 2004 (23 ind./6 pastí/28 dní). U tohoto druhu byl vyzorován jeden vrchol epigeické aktivity, a to v srpnu. Extrakcí materiálu z půdních vzorků byla zjištěna nejvyšší průměrná roční abundance na lokalitě 2 v roce 2004 (2,1 ind./m<sup>2</sup>). Nejvíce jedinců bylo získáno oběma metodami na lokalitě 2.

*Porcellium collicola* (Verhoeff, 1907)

Je to východoevropský druh (Flasarová 1958, Frankenberger 1959). Je suchomilnější (Frankenberger 1954, Gulička 1960), vyskytuje se na rozličných lokalitách (Gulička 1957, Farkas 1998), hlavně v sušších lesích (Zulka 1991), na okraji lesa, v křovinách (Frankenberger 1959), ale i na holých suchých stráních (Flasarová 1958). Frankenberger (1959) udává, že se druh zřídka vyskytuje na stanovišti společně s *P. conspersum*. Celkem bylo získáno 29 jedinců tohoto druhu (26 jedinců metodou zemních pastí, 3 jedinci z půdních vzorků). Nejvíce jedinců bylo získáno na lokalitě 2 (20 ind).

*Protracheoniscus politus* (C.L. Koch, 1841)

Tento druh je udáván jako jihoevropský (Folkmanová et al. 1955) nebo středoevropský (Flasarová 1958, Frankenberger 1959). Obývá listnaté či smíšené lesy, vyskytuje se v tlejícím listí, ve vlhkém humusu či pod kůrou starých stromů (Flasarová 1958, Frankenberger 1959). Celkem bylo získáno 509 jedinců (444 jedinců získáno ze zemních pastí, 65 jedinců získáno z půdních vzorků). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek ze zemních pastí byl zaznamenán na lokalitě 3 v září 2003. Nejvyšší průměrný roční úlovek ze zemních pastí byl zjištěn na lokalitě 3 v roce 2004. Byl sledován jeden vrchol epigeické aktivity, a to v září. Extrakcí materiálu z půdních vzorků byla

zjištěna nejvyšší průměrná roční abundance na lokalitě 2 v roce 2002 (1,86 ind./m<sup>2</sup>). Nejvíce jedinců bylo pomocí obou metod získáno za celé období na lokalitě 3.

*Trichoniscus pusillus* Brandt, 1833

*T. pusillus* je nalézán po celé Evropě, zasahuje od Sardinie do Finska a od Islandu do Polska (Oliver a Meechar 1993, Frankenberger 1959). Jedná se o středoevropskou formu, u nás je rozšířena její partenogenetická rasa (Flasarová 1958), tzn. že převažovaly samice. Jde to typický dominantní druh nížinných lesů střední Evropy (Tajovský 1998). Jedná se o vlhkomilný druh vyskytující se na vlhkých a stinných místech, v opadu, v mechu a pod kameny (Flasarová 1958, Frankenberger 1959). Dále ho můžeme nalézt také v lužních lesích (Farkas 1998), lučních společenstvech, v pobřežní zóně (Oliver a Meechar 1993) a na synantropních stanovištích (Gruner 1966). V některých oblastech se nevyskytuje v prostředích, kde je vzduch zcela nasycen vlhkostí, proto chybí na březích potoků a v některých hlubokých lesích (Dahl in Vandel 1960). Druh nejčastěji zimuje pod kameny. Dále je v zimě nalézán v opadu a mrtvém dřevu. V létě se častěji vyskytuje v opadu a mrtvém dřevu častěji než-li pod kameny (Brereton 1957). Celkem bylo získáno 3189 jedinců (525 pomocí zemních pastí a 2664 pomocí půdních vzorků). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek byl zjištěn v září 1998 na lokalitě 3 (82 ind./6 pastí/28 dní). Nejvyšší roční úlovek byl zaznamenán na lokalitě 2 v roce 1998. V průběhu epigeické aktivity byly zaznamenány dva vrcholy, a to v červnu a v září. Extrakcí půdních vzorků byla zjištěna nejvyšší průměrná roční abundance na lokalitě 1 v roce 2000 (115,5 ind./m<sup>2</sup>). Nejvyšší počet jedinců (97) byl získán jednou extrakcí v březnu 2000 na lokalitě 2. Počty jedinců získaných v průběhu sledování jsou na všech třech lokalitách srovnatelné. Na lokalitě 1 byl tento počet tvořen převážně jedinci získanými z půdních vzorků, počet jedinců získaných ze zemních pastí je na této lokalitě nízký.

*Hyloniscus riparius* (C. L. Koch, 1838)

Jde o středoevropský druh (Flasarová 1958) zasahující až na Balkán (Gulička 1957). Frankenberger (1959) však uvádí, že jde o druh východoevropský. Žije na lokalitách v blízkosti vodních toků, ale i jinde pod kameny a mechem (Frankenberger 1959). Gulička (1960) sledoval na jaře zvýšení počtu jedinců v důsledku záplav. Kromě výskytu na povrchu ho nalezneme i v hlubších vrstvách půdy (Tuf 2002). Ze sedmi předložených druhů listového opadu stromů vyskytujících se v lužních lesích preferoval

hlavně třešň ptací (63 %) a jilm (23 %) (Tuf a Tufová 2004). Celkem bylo získáno 3021 jedinců (2732 metodou půdních vzorků, 289 metodou zemních pastí). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek byl zjištěn na lokalitě 2 v roce 1999 (11 ind./6 pastí/28 dní). Nejvyšší průměrný roční úlovek byl zaznamenán také na lokalitě 2 v témže roce (52 ind./6 pastí/rok). V průběhu epigeické aktivity byl vyzorován jeden vrchol, a to v měsíci červnu. Extrakcí byl zjištěn nejvyšší počet jedinců (64) na lokalitě 2 v srpnu 1999. Extrakcí byla zjištěna nejvyšší průměrná roční abundance na lokalitě 1 v roce 2001 (118 ind./m<sup>2</sup>). V průběhu výzkumu bylo zjištěno oběma metodami nejvíce jedinců na lokalitě 2.

*Androniscus roseus* (C.L. Koch, 1838)

Žije pod kameny, ve vlhké zemi, pod tlejícím dřevem, v mechu apod. Pohybuje se velmi pomalu. Rozšířen je téměř po celé Evropě, zjištěn byl v západní a jižní Evropě i na severu Švédska (Frankenberger 1959). Bylo získáno 36 jedinců metodou půdních vzorků. Jedinci tohoto druhu byli získáváni pouze extrakcí. Jejich nejvyšší průměrná roční abundance byla zjištěna na lokalitě 3 v roce 2000 (2,4 ind./m<sup>2</sup>).

*Haplophthalmus mengii* (Zaddach, 1844)

Oliver a Meechan (1993) jej popisují jako druh západoevropský, Frankenberger (1959) uvádí jeho výskyt i u nás a v Polsku. Schmalfluss (1984) jej popsal jako zástupce ekomorfologické skupiny creeper, tj. druh obývajících jeskyně a hlubší vrstvy půdy. Oliver a Meechan (1993) jej popisují jako půdní druh nejčastěji nalézáný pod hluboko zakotvenými kameny a získaný z půdních vzorků. Pravděpodobně upřednostňuje vápenaté půdy, objevuje se v lesních i lučních společenstvech (Oliver a Meechan 1993). Jedinci tohoto druhu byli nalézáni pouze v půdních vzorcích, přičemž bylo získáno 42 jedinců. Jejich nejvyšší průměrná roční abundance byla zjištěna na lokalitě 3 v roce 1998 (4,2 ind./m<sup>2</sup>).

## 4.1. Zemní pasti

Touto metodou bylo z odebraných půdních vzorků získáno 7 929 jedinců sedmi druhů (viz tab. 2), z čehož největší část tvořili zástupci *L. hypnorum* a *P. politus*.

Nejvyšší průměrné roční úlovky byly zjištěny v roce 1998 na lokalitě 3 (590 ind./6 pastí/rok) a na lokalitě 1 (588 ind. /6 pastí/ 28 dní). Nejvyšší průměrný měsíční úlovek za celé období byl zjištěn na nejmladší lokalitě v roce 1999 (228 ind./6 pastí/28dní). Nejnižší průměrná abundance za celé období byla zjištěna na středně staré lokalitě (2110 ind./6 pastí/celé období).

Tab. 2: Struktura společenstva stejnonožců získaného ze zemních pastí. Dominance (%), počty jedinců (ind./6 pastí/celé období), průměrné měsíční úlovky (ind./6 pastí/28 dní) a počty druhů.

### Lokalita 1

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<i>L. hypnorum</i>	94,9	95,4	91,4	79,9	88,2	83,9	59,5	37,6
<i>T. rathkii</i>	3,9	2,3	4,6	2,4	3,0	8,0	6,5	24,2
<i>P. conspersum</i>	-	-	0,1	0,6	0,3	2,8	18,0	7,6
<i>P. collicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. politus</i>	-	-	-	0,6	1,0	0,7	6,7	17,8
<i>T. pusillus</i>	0,3	0,7	1,1	9,1	1,7	3,2	4,2	1,9
<i>H. riparius</i>	0,9	1,5	2,7	7,3	5,7	1,4	5,2	10,8
Počty jedinců	588	540	465	164	297	435	372	157
celkem jedinců					3124			
PMU	45,2	41,5	36,1	12,4	22,4	33,5	28	12,1
Počet druhů	4	4	5	6	6	6	6	6
Druhů celkem					6			

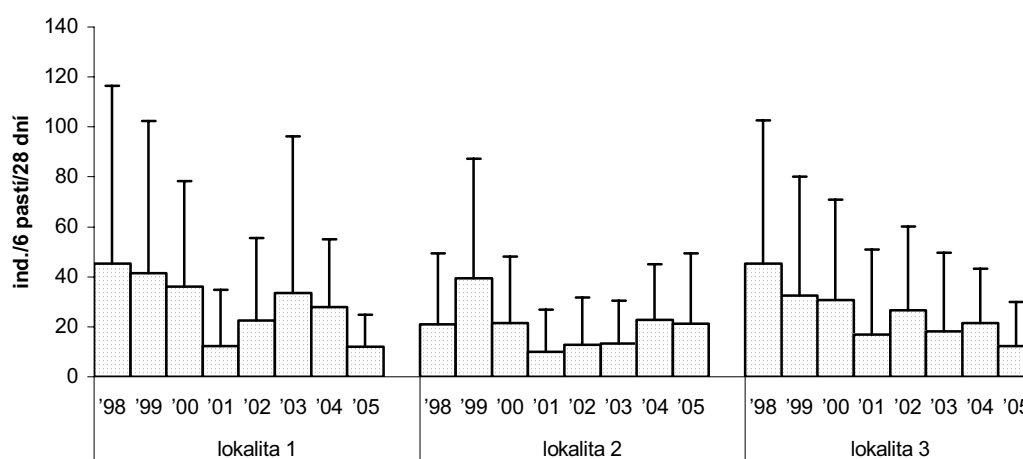
### Lokalita 2

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<i>L. hypnorum</i>	2,8	6,6	7,4	15,3	25,6	23,1	1,3	1,5
<i>T. rathkii</i>	59,1	54,0	51,2	63,4	40,5	42,2	49,3	61,8
<i>P. conspersum</i>	3,5	3,1	11,6	2,3	7,7	9,2	16,0	13,5
<i>P. collicola</i>	-	-	-	2,3	-	-	-	-
<i>P. politus</i>	1,3	3,3	3,6	-	7,1	17,9	28,6	17,8
<i>T. pusillus</i>	20,2	22,9	17,4	15,3	8,9	2,3	3,9	-
<i>H. riparius</i>	13,0	10,1	8,8	1,5	10,1	5,2	0,9	-
počty jedinců	274	513	276	131	168	173	301	275
celkem jedinců					2184			
PMU	21,1	39,5	21,4	9,89	12,7	13,3	22,7	21,2
počet druhů	6	6	6	6	6	6	6	5
druhů celkem					7			

## Lokalita 3

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<i>L. hypnorum</i>	70,5	75,8	77,2	84,8	81,4	69,8	14,6	4,3
<i>T. rathkii</i>	6,9	15,1	16,5	10,8	5,9	8,1	31,6	53,8
<i>P. conspersum</i>	0,2	0,5	1,2	-	0,3	2,6	8,0	8,8
<i>P. collicola</i>	-	-	-	-	-	-	3,4	-
<i>P. politus</i>	-	0,5	1,9	-	1,4	16,2	38,3	32,7
<i>T. pusillus</i>	19,0	5,5	1,1	3,6	10,2	1,7	2,9	-
<i>H. riparius</i>	3,4	2,7	2,1	0,9	0,8	1,7	1,3	0,6
počty jedinců	590	421	396	223	354	235	285	160
celkem jedinců					2618			
PMU	45,4	32,4	30,8	16,8	26,7	18,1	21,5	12,3
počet druhů	5	6	6	4	5	5	7	5
druhů celkem					7			

Obr. 9: Změny v průměrném měsíčním úlovku stejnonožců v jednotlivých letech.



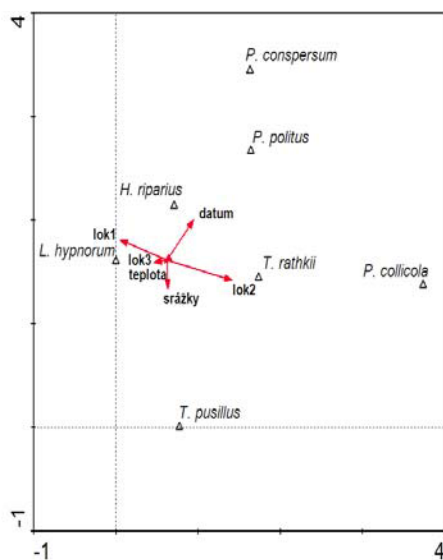
Průměrné měsíční úlovky byly na lokalitě 1 a 3 první rok po povodni vyšší než následující roky. Největší rozdíly mezi úlovky v jednotlivých měsících byly na lokalitě 1. Tyto rozdíly téměř konstantně klesaly. Nejvyrovnanější měsíční úlovky byly na lokalitě 3, i zde rozdíly mezi nimi klesaly.

Pomocí programu Canoco jsme provedli analýzu parametrů. Pomocí generalizovaných GAM modelů byl vyjádřen vliv a významnost environmentálních faktorů (*teplota, srážky*), *datumu* a *stáří porostu (loc 1, loc 2, loc 3)* na druhové složení

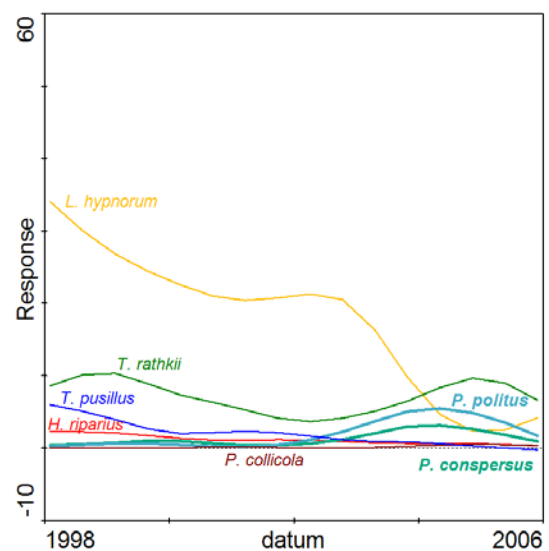
společenstva. Reakce druhů na jednotlivé faktory prostředí a lokality ukazuje poloha vůči faktorům.

Byl vytvořen model DCCA (detrended correspondence analysis) vysvětlující epigeickou aktivitu druhů. Kanonické osy vysvětlují 60,2 % variability. Druhy, u kterých byla prokázána signifikantní závislost na některém z faktorů, jsou v následujících grafech znázorněny tučně. Pomocí generalizovaných aditivních modelů (GAM) byl vyjádřen vliv a významnost sledovaných faktorů (*teplota*, *srážky*) a *datumu*. Průběh jednotlivých závislostí modelují níže uvedené grafy. *Datum* signifikantně předpovídal aktivitu druhů *P. politus* a *P. conspersum* (jejich početnosti narostly v druhé polovině výzkumu, obr. 11). *Srážkové úhrny* byly signifikantním predikátorem aktivity *T. pusillus* (jeho aktivita byla nejvyšší při srážkovém úhrnu 100 - 120 mm, obr. 12). *Průměrné měsíční teploty* signifikantně predikovaly aktivitu druhu *T. rathkii* (nejvyšší aktivitu vykazoval při teplotách 15 - 20 °C, obr. 13).

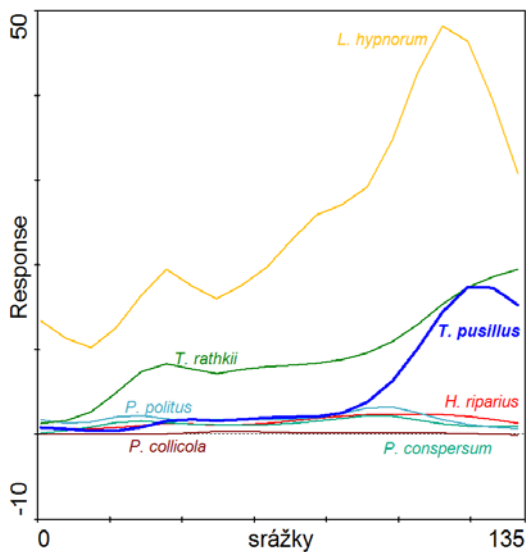
Obr. 10: DCA analýza.



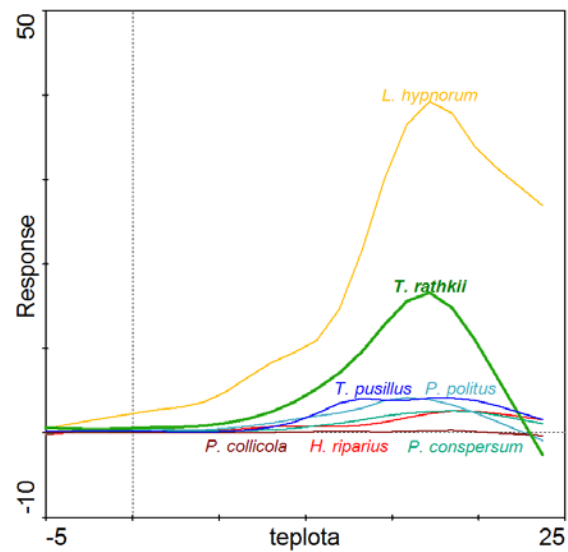
Obr. 11: GAM závislosti přítomnosti druhů na datumu



Obr. 12: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách (měřicí stanice Olomouc).



Obr. 13: GAM závislosti výskytu druhů na průměrných měsíčních teplotách vzduchu (měřicí stanice Olomouc).

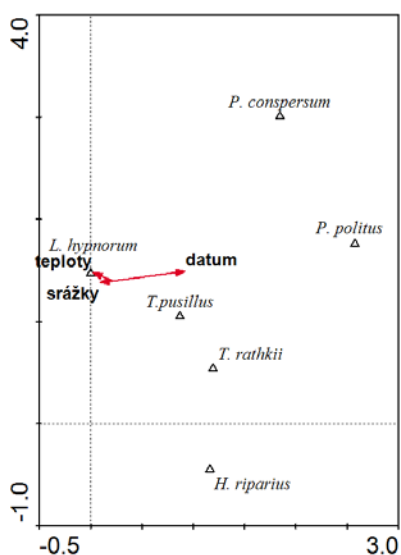


### Lokalita 1

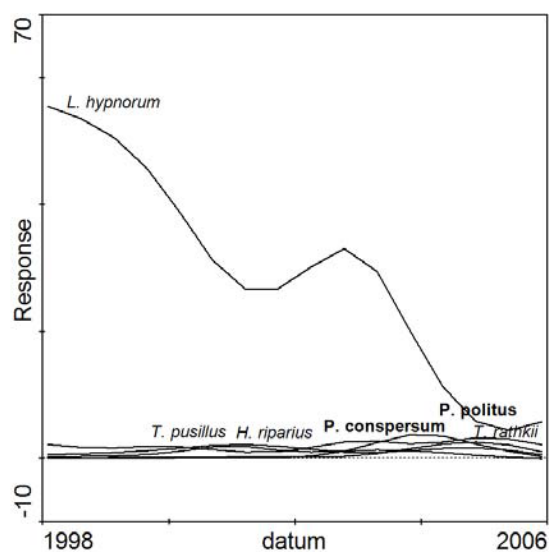
Celkem bylo na této lokalitě chyceno 3024 jedinců náležících k 6 druhům (tab. 2). Během výzkumu počty chycených jedinců konstantně klesaly. Pouze v roce 2003 nabyly hodnot zjištěných v druhém roce výzkumu. Na lokalitě byl po celou dobu výzkumu *Ligidium hypnorum* eudominantním druhem, jeho početnost ale konstantně klesala. Druh *Trachelipus rathkii* byl od začátku výzkumu nalézán jako druh subdominantní a postupně, i přes malé propady, nabýval na početnosti. Druh *Porcellium conspersum* hrál v prvních čtyřech letech výzkumu roli subdominantního druhu, ale v roce 2003 a 2004 se náhle stal druhem eudominantním, v roce 2005 bylo druhem dominantním. *Protracheoniscus politus* se začal výrazněji prosazovat až v posledních dvou letech výzkumu, kdy se z druhu, do roku 2003 recentního, stal v roce 2004 druh dominantní a v roce 2005 druh eudominantní. Také ostatní druhy nabývaly na početnosti. V třetím roce výzkumu nastoupil subdominantní druh *Hyloniscus riparius*. V roce 2001 se stal druhem dominantním, v následujících dvou letech se jeho zastoupení ve společenstvu snižovalo, v posledním roce výzkumu navýšil ale svou početnost až na úroveň druhu eudominantního. *Trichoniscus pusillus* byl do roku 2000 ve společenstvu druhem subdominantním, v roce 2001 navýšil svou početnost, a stal druhem eudominantním.

Pro suchozemské stejnonožce zachycené na lokalitě 1 byl vytvořen model, který na základě znalosti environmentálních faktorů (*teplota a srážky*) a *datumu* vysvětlující jejich epigeickou aktivitu. Byl vytvořen DCA model, který je sice signifikantní, ale vysvětluje pouze 17 % celkové variability (obr. 14). Dále byly vytvořeny generalizované aditivní modely (GAM) pro jednotlivé environmentální faktory. *Datum* byl signifikantním prediktorem aktivity druhů *P. conspersum* a *P. politus* (oba se objevily až v pozdějších letech, obr. 15). *Úhrnné měsíční srážky* nebyly signifikantním prediktorem pro předpověď aktivity žádného druhu (obr. 16). *Průměrné teploty vzduchu* byly signifikantní pro předpověď aktivity *L. hypnorum*, *T. rathkii* a *H. riparius*.

Obr. 14: DCA model.

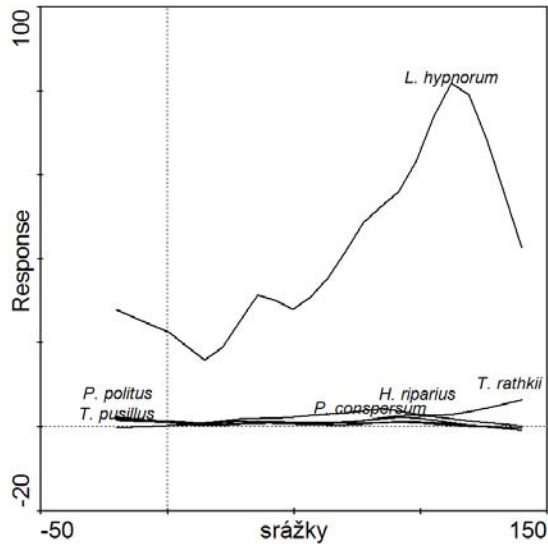


Obr. 15: GAM závislosti přítomnosti druhů na datumu.

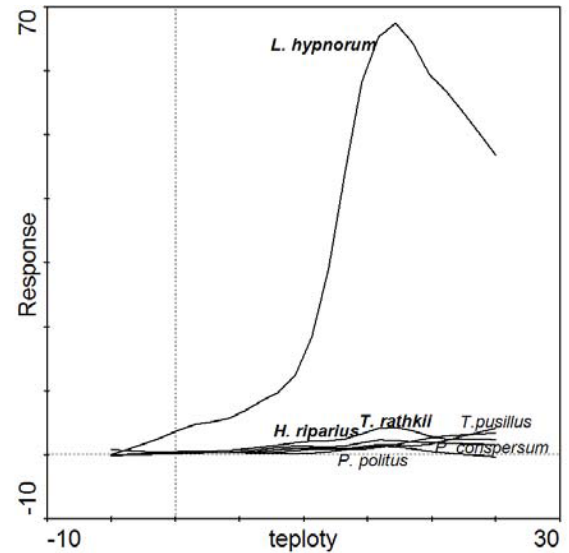




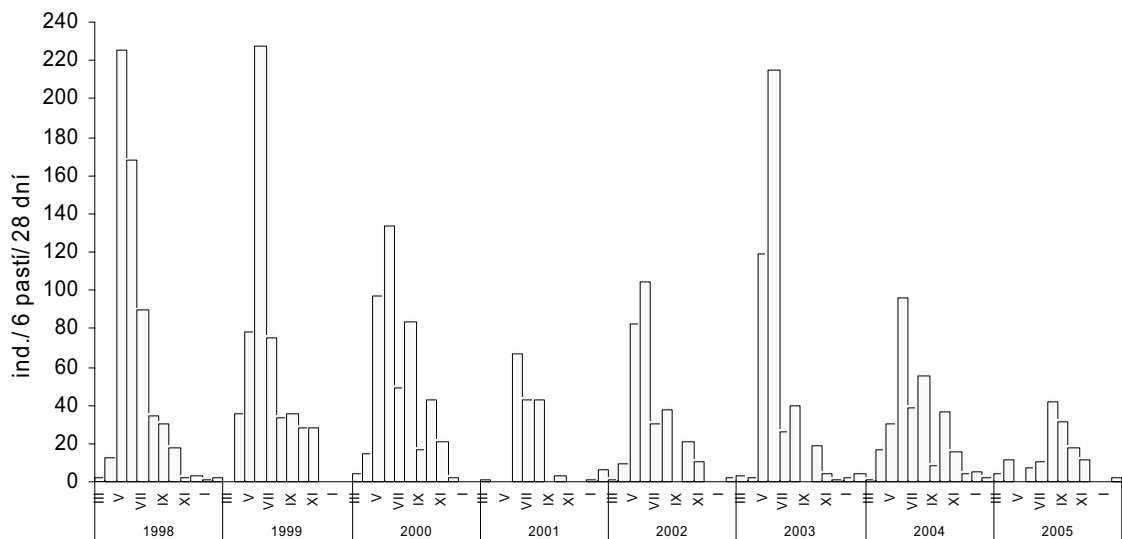
Obr. 16: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách.



Obr. 17: GAM závislosti přítomnosti druhů na průměrných měsíčních teplotách.



Obr. 18: Dynamika epigeické aktivity (měsíční úlovky) v jednotlivých letech na lokalitě 1.



Z grafu epigeické aktivity (obr. 18) je patrné, že vývoj početnosti druhů měly klesající tendenci, pouze v roce 2003 byla početnost mimo trend.

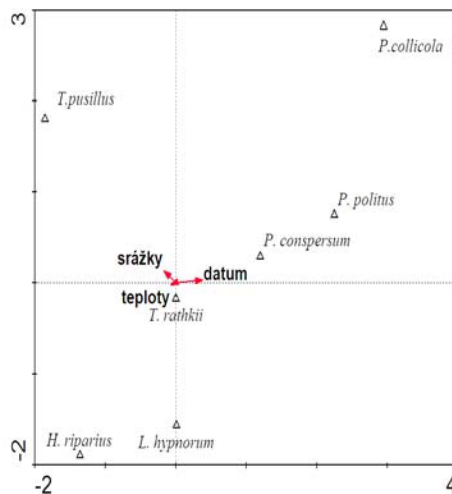
## Lokalita 2

Na lokalitě 2 bylo pomocí zemních pastmi získáno 2124 jedinců, byli zaznamenáni zástupci 7 druhů (tab. 2). *L. hypnorum* na této lokalitě není tak významné, jako na lokalitě předchozí. Roli eudominantního druhu na této lokalitě po celou dobu výzkumu zaujímal druh *T. rathkii* s poměrně vyrovnaným zastoupením, v průběhu celého výzkumu jeho zastoupení nekleslo pod 40 % a vykazovalo stoupající tendenci jak po povodních, tak po krizovém roce 2001, který byl na stejnonožce celkově chudý. Druh *P. conspersum* byl v prvních dvou letech druhem subdominantním, v třetím roce navýšil svou početnost až na úroveň druhu eudominantního. I přes propad v roce 2001, nastoupil v následujících dvou letech opět jako druh eudominantní. *Porcellium collicola* se objevil na této lokalitě pouze v roce 2001 jako druh subdominantní. *P. politus* nebyl ani na této lokalitě hojný zpočátku hojný, v roce 2002 nastoupil náhle jako druh dominantní a v posledních třech letech výzkumu hrál už roli druhu eudominantního. Dominance druhu *T. pusillus* na této lokalitě měla konstantně klesající tendenci až na nulové zastoupení zjištěné v roce 2005. Zastoupení druhu *H. riparius* mělo podobný charakter. V prvních dvou letech výzkumu byl druh ve společenstvu zastoupen ještě jako druh eudominantní, ale jeho početnost na lokalitě, i přes namnožení v roce 2002, konstantně klesala.

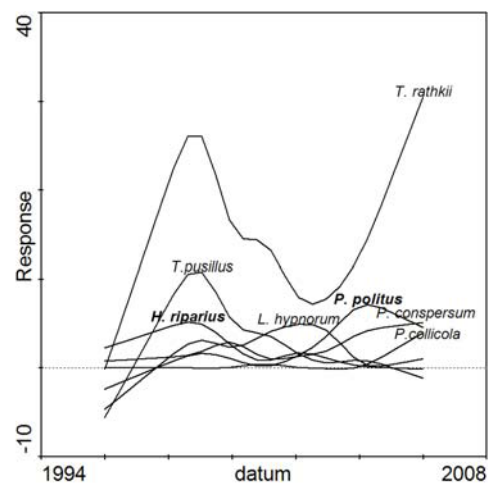
Pro suchozemské stejnonožce zachycené na lokalitě 2 byl vytvořen model, který na základě znalosti environmentálních faktorů (*teplota a srážky*) a *datumu* vysvětluje jejich epigeickou aktivitu. Byl vytvořen CCA model, který je sice signifikantní, ale vysvětluje pouze 24,1 % celkové variability (obr. 19). Dále byly vytvořeny generalizované aditivní modely (GAM) pro jednotlivé environmentální faktory. *Datum* byl signifikantním prediktorem pro druh *H. riparius*, který byl hojnější v prvních letech po povodni, a pro druh *P. politus*, jehož početnost v průběhu narůstala (obr. 20). *Úhrnné měsíční srážky* signifikantně předpovídaly aktivitu druhu *T. pusillus*. Jeho aktivita se začala navyšovat, když úhrnné měsíční srážky přesáhly 80 mm a maxima dosáhla při srážkách 120 mm (obr. 21). Dále předpovídaly aktivitu *T. rathkii*, který vykazoval podobnou vlhkostní preferenci (obr. 21). *Průměrné měsíční teploty vzduchu* (obr. 22) signifikantně předpovídaly aktivitu druhu *L. hypnorum*. Počet chycených jedinců konstantně narůstal se stoupající teplotou. Jeho aktivita začala výrazně stoupat, když teplota vzduchu překročila 10 °C. Dále teplota předpovídala aktivitu druhu *T. rathkii*, který začal být aktivní, když teplota dosáhla 5 °C. Nevíce aktivní byl při teplotách 15 –

18 °C, při vyšších teplotách vzduchu byl počet chycených jedinců nižší. Dále byla prokázána signifikantní souvislost výskytu s teplotou u druhu *P. conspersum* a u druhu *H. riparius*, který při teplotě vyšší než 20 °C mizel z povrchu půdy (obr. 22).

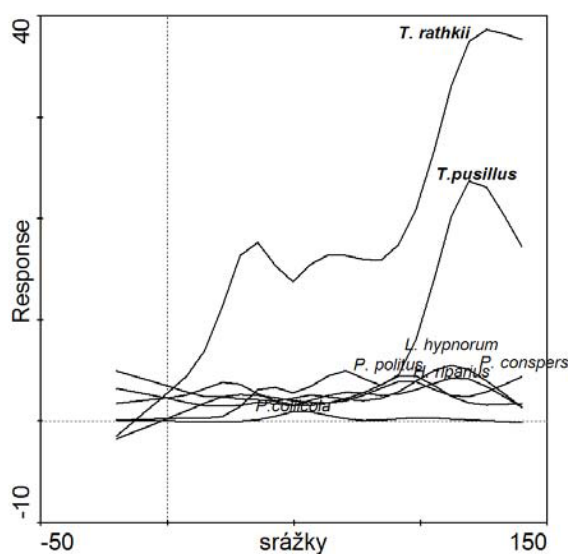
Obr. 19: CCA analýza.



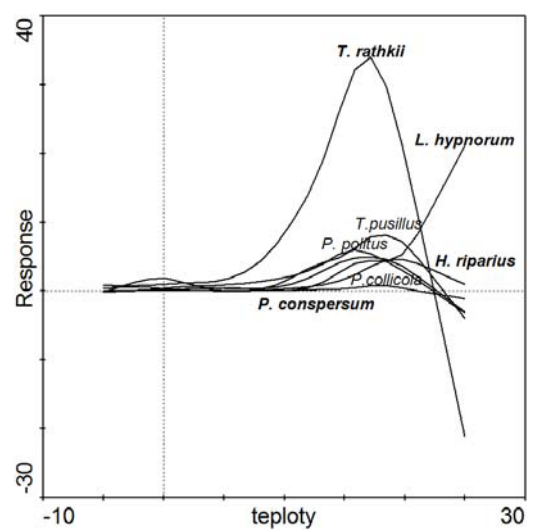
Obr. 20: GAM závislosti druhů na datumu.



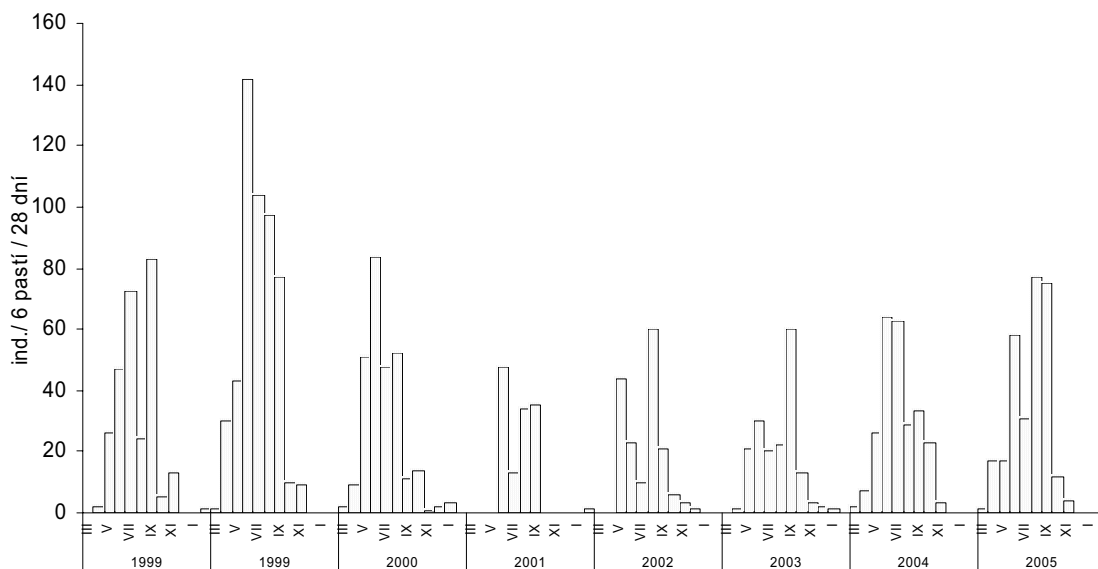
Obr. 21: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách.



Obr. 22: GAM závislosti druhů na průměrných měsíčních teplotách.



Obr. 23: Dynamika epigeické aktivity (měsíční úlovky) v jednotlivých letech na lokalitě 2.



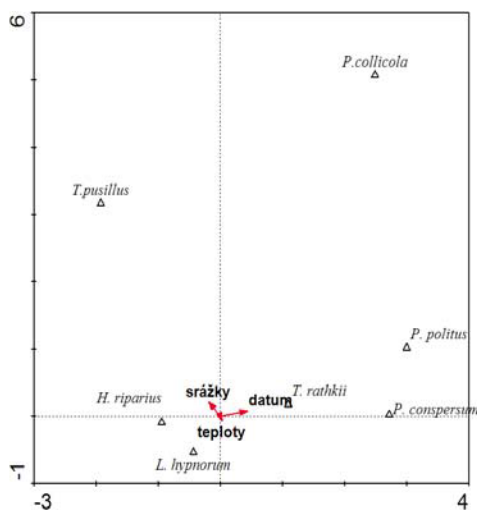
Z grafu epigeické aktivity (obr. 23) je patrný nárůst početnosti v roce 1999, který byl následován poklesem početnosti následujících dvou letech. Od roku 2002 byl ale opět na stanovišti patrný nárůst početnosti jedinců.

### Lokalita 3

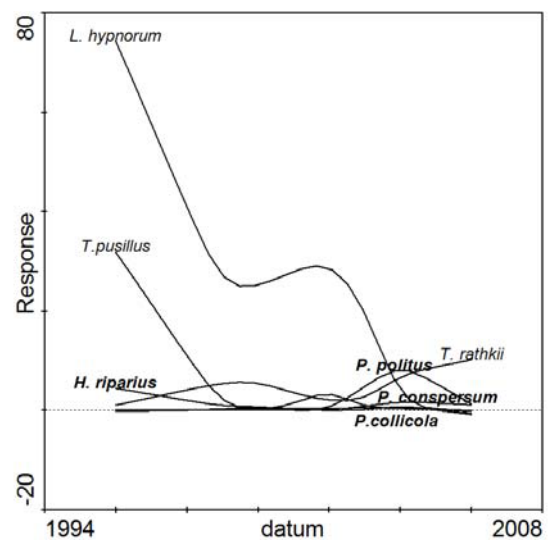
Na této lokalitě bylo zjištěno 2618 jedinců náležících k 7 druhům (tab. 2). Druh *L. hypnorum* hrál na této lokalitě výrazně eudominantní úlohu od začátku výzkumu až do roku 2003, od roku 2004 jeho početnost výrazně klesala. Na jeho místo v posledních letech nastoupil druh *T. rathkii*, který byl v prvním roce výzkumu zastoupen jako druh dominantní. Početnost druhu *P. conspersum* zaznamenala pozvolný nárůst. Z původního subrecentního zastoupení byla jeho početnost navýšena na úroveň druhu eudominantního. Rychlý byl i vývoj početnosti druhu *P. politus*. Druh do roku 2000 nepřekročil 2 % hranici zastoupení, roku 2001 se neobjevil vůbec, později dosahoval početnosti recentního druhu, ale následující rok se stal druhem eudominantním. V posledních dvou letech výzkumu již tvořil významnou eudominantu společenstva. Druh *P. collicola* se na lokalitě objevil pouze v roce 2004, kdy dosahoval zastoupení subdominantního druhu. Klesající tendenci měl vývoj zastoupení druhu *T. pusillus*. Druh, který byl po povodni eudominantní na této lokalitě z povrchu půdy vymizel.

Pro suchozemské stejnonožce zachycené na lokalitě 3 byl vytvořen model, který na základě znalosti environmentálních faktorů (*teplota a srážky*) a *datumu* vysvětluje jejich epigeickou aktivitu. Byl vytvořen CCA model, který vysvětlil 38 % celkové variability (obr. 24). Dále byly vytvořeny generalizované aditivní modely (GAM) pro jednotlivé environmentální faktory. *Datum* byl signifikantním predikátorem pro druh *P. collicola*, *P. conspersum*, *H. riparius* a *P. politus* (obr. 25). *Úhrnné měsíční srážky* byly významným predikátorem aktivity pro druh *T. pusillus*, který vykazoval vrchol aktivity při srážkách 120 - 130 mm, a *H. riparius*, u něhož byl zaznamenán vrchol aktivity při srážkách asi 95 mm (obr. 26). Na *průměrné měsíční teploty vzduchu* reaguje signifikantně *T. rathkii*, u kterého počet chycených jedinců konstantně narůstal od teploty vzduchu 20 °C a u druhu *L. hypnorum*, který na této lokalitě vykazoval velmi podobnou teplotní preferenci (obr. 27).

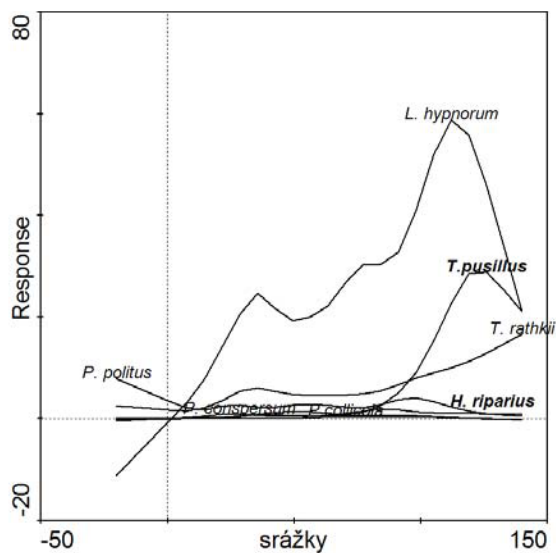
Obr. 24: CCA diagram.



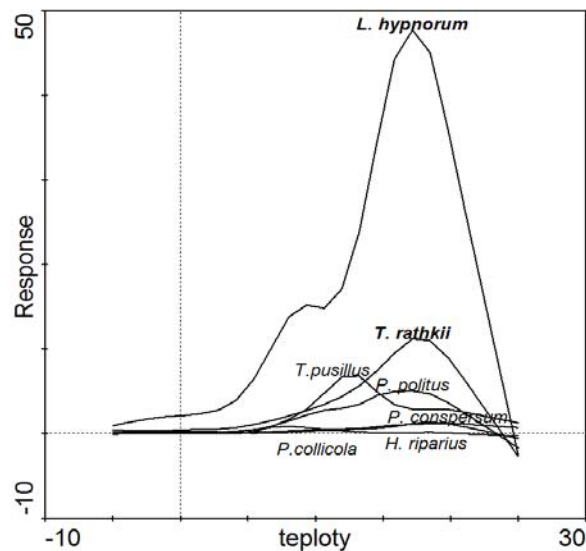
Obr. 25: GAM závislosti druhů na datumu.



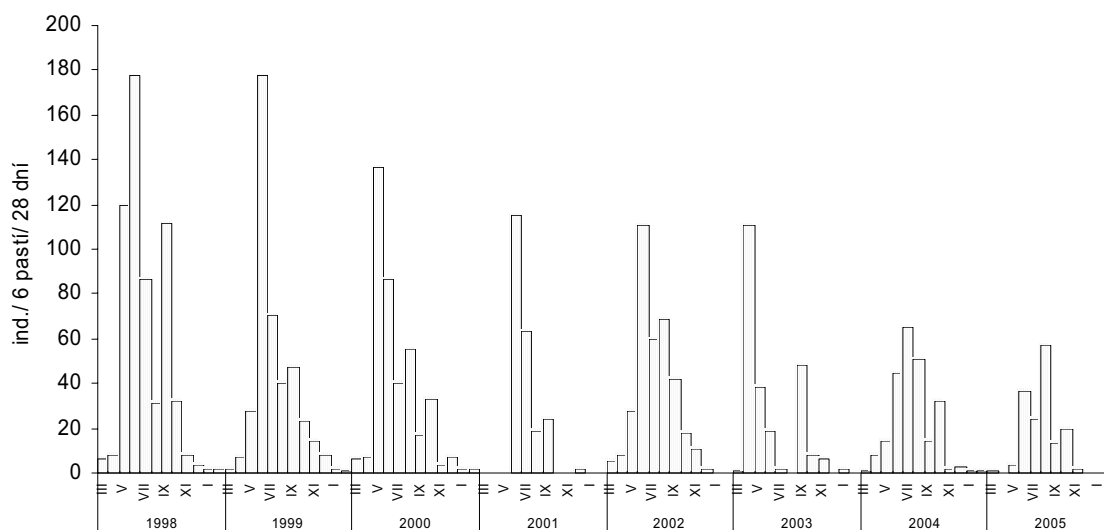
Obr. 26: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách.



Obr. 27: GAM závislosti přítomnosti druhů na průměrných měsíčních teplotách.



Obr. 28: Dynamika epigeické aktivity (měsíční úlovky) v jednotlivých letech na lokalitě 3.



Z grafu epigeické aktivity (obr. 28) je patrná konstantní klesající tendence v počtostech jedinců v jednotlivých letech. Nejvyšší měsíční úlovky byly zaznamenány v VI. měsících

## 4.2. Půdní vzorky

Touto metodou bylo z odebraných půdních vzorků získáno 6501 jedinců 9 druhů (tab. 3), z toho největší část tvořili zástupci *Trichoniscus pusillus* a *Hyloniscus riparius*. Nejvyšší průměrná roční abundance byla zjištěna na nejmladší lokalitě, a to v roce 2000 (230,4 ind./m<sup>2</sup>). Nejnižší průměrná roční abundance byla zjištěna v roce 2002 na lokalitě 2 (43 ind./m<sup>2</sup>). Nejvyšší průměrná roční abundance za celé období (134,7 ind./m<sup>2</sup>) byla zjištěna na nejmladší lokalitě. Nejnižší průměrná roční abundance za celé období byla zjištěna na nejstarší lokalitě (66,9 ind./m<sup>2</sup>).

Tab. 3: Struktura společenstva stejnonožců získaného z půdních vzorků. Dominance (%), průměrná roční abundance (ind./ m<sup>2</sup>), průměrná abundance za celé období (ind./ m<sup>2</sup>) a počty druhů.

### Lokalita 1

	1998	1999	2000	2001	2002
<i>L. hypnorum</i>	57,1	10,9	7,1	2,3	9,5
<i>T. rathkii</i>	7,4	0,7	1,2	0,5	-
<i>P. politus</i>	-	-	-	-	1,7
<i>P. conspersum</i>	0,6	0,7	0,5	-	-
<i>P. collicola</i>	-	0,1	-	-	-
<i>T. pusillus</i>	14,3	41,2	50,1	37,1	21,6
<i>H. riparius</i>	20,6	46,4	41,2	59,9	65,5
<i>A. roseus</i>	-	-	-	0,1	1,7
<i>H. mengii</i>	-	-	-	-	-
PRA	46,7	200,0	230,4	196,3	30,9
průměrná abundance			134,7		
počet druhů	5	6	5	5	5
celkem druhů			8		

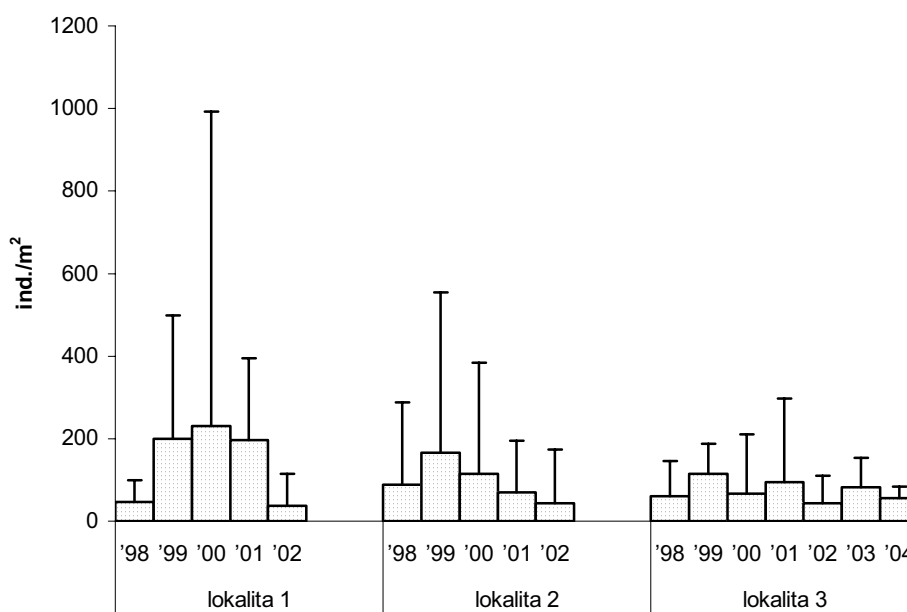
### Lokalita 2

	1998	1999	2000	2001	2002
<i>L. hypnorum</i>	0,3	0,3	-	4,6	1,8
<i>T. rathkii</i>	16,9	13,6	19,0	12,9	11,0
<i>P. politus</i>	-	0,6	1,6	3,4	8,6
<i>P. conspersum</i>	-	0,2	1,4	1,9	4,9
<i>P. collicola</i>	-	-	0,2	0,4	-
<i>T. pusillus</i>	29,3	39,9	53,6	38,0	37,4
<i>H. riparius</i>	53,2	45,2	23,9	36,5	35,6
<i>A. roseus</i>	0,3	0,2	0,2	1,5	0,6
<i>H. mengii</i>	-	-	-	0,8	-
PRA	88	165	114	70	43
průměrná abundance			98,0		
počet druhů	5	7	7	9	7
celkem druhů			9		

## Lokalita 3

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<i>L. hypnorum</i>	11,4	8,3	30,9	12,5	13,9	6,1	14,8
<i>T. rathkii</i>	2,2	1,2	2,4	2,3	6,7	4,2	3,3
<i>P. politus</i>	-	0,2	-	0,3	2,4	2,9	3,3
<i>P. conspersum</i>	-	-	0,4	0,3	-	-	1,9
<i>P. collicola</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. pusillus</i>	26,8	34,7	28,5	42,2	44,2	73,5	59,3
<i>H. riparius</i>	53,1	51,9	32,5	41,9	32,7	11,3	12,9
<i>A. roseus</i>	-	0,7	3,6	0,6	-	-	3,8
<i>H. mengii</i>	6,6	3,0	1,6	-	-	1,9	0,5
PRA	61	115	66	94	44	82	56
prům. abundance				66,9			
počet druhů	4	7	7	7	5	6	8
celkem druhů				8			

Obr. 29: Změny v průměrných ročních abundancích stejnonožců v jednotlivých letech na všech lokalitách.



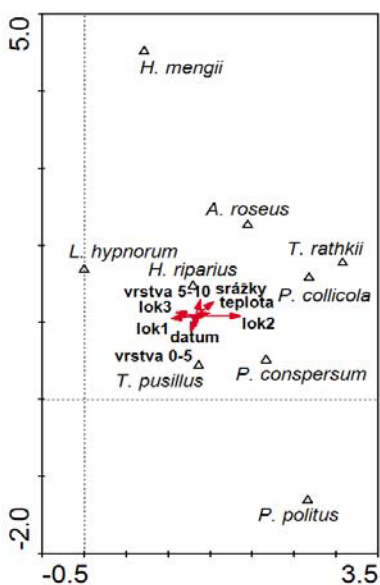
Průměrné měsíční abundance byly první rok po povodni výrazně nižší než v ostatních letech. Početnosti v následujících dvou letech na lokalitě 1 a 2 narůstaly, ale v roce 2002 shodně propadly. Na lokalitě 1 a 2 dosahovaly rozdíly mezi jednotlivými měsíci, zejména tedy v 2. a 3. roce po povodni, výrazných hodnot. Na lokalitě 3 dosahovaly průměrné měsíční abundance v jednotlivých letech i měsících nejmenších rozdílů.



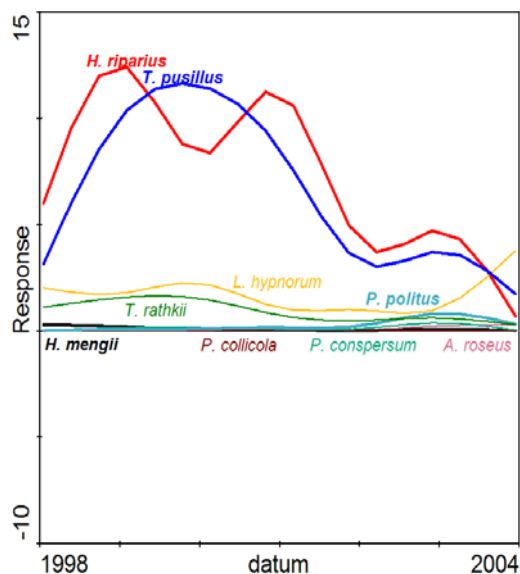
Byla provedena statistická analýza faktorů prostředí. Pomocí generalizovaných GAM modelů byl vyjádřen vliv a významnost environmentálních faktorů (*teplota*, *srážky*), stáří porostu (*loc*, *loc 1*, *loc 2*, *loc 3*), *datumu* a vrstvy půdy na druhové složení společenstva. Druhy, u kterých byla prokázána signifikantní závislost na některém z faktorů, jsou v následujících grafech znázorněny tučně.

Pro suchozemské stejnonožce získané extrakcí na lokalitě 1 -3 byl vytvořen model, který na základě znalosti environmentálních faktorů (*datum*, *teplota* a *srážky*) vysvětluje jejich epigeickou aktivitu. Byl vytvořen DCA model, který je sice signifikantní, ale vysvětluje pouze 16 % celkové variability (obr. 30). Dále byly vytvořeny generalizované aditivní modely (GAM) pro jednotlivé environmentální faktory (*teplota*, *srážky*) a *datum*. *Datum* byl signifikantně předpovídal aktivitu druhů *H. riparius*, *T. pusillus* (druhy byly hojnější na počátku výzkumu, obr. 31) a *P. politus*. (druh se objevil více až v pozdějších letech, obr. 31). *Úhrnné měsíční srážky* byly významné pro předpověď aktivity druhů *P. politus*, *A. roseus* a *H. mengii* a *T. rathkii*, který vykazoval výrazný nárůst abundance při srážkovém úhrnu vyšším než 100 mm (obr. 32). *Průměrné teploty vzduchu* nebyly významné pro předpověď aktivity žádného druhu.

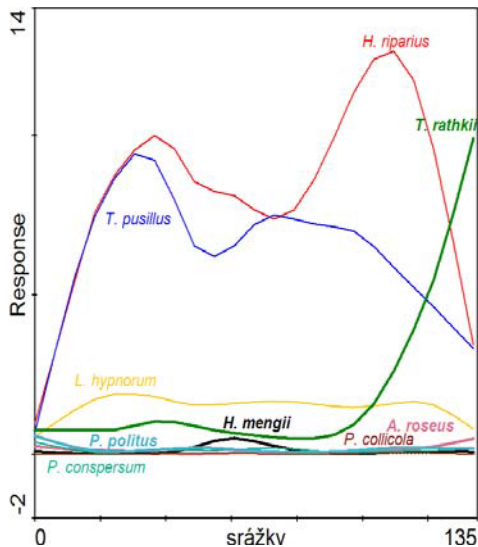
Obr. 30: DCA model.



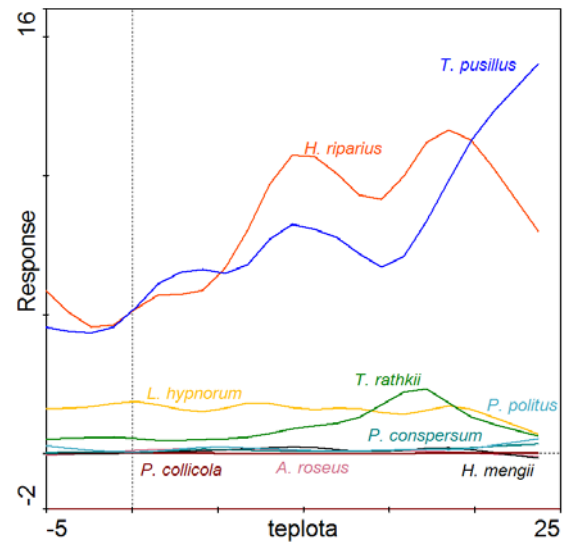
Obr. 31: GAM závislosti přítomnosti druhů na datumu.



Obr. 32: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách (měřící stanice Olomouc).



Obr. 33: GAM závislosti přítomnosti druhů na průměrných měsíčních teplotách (měřící stanice Olomouc).

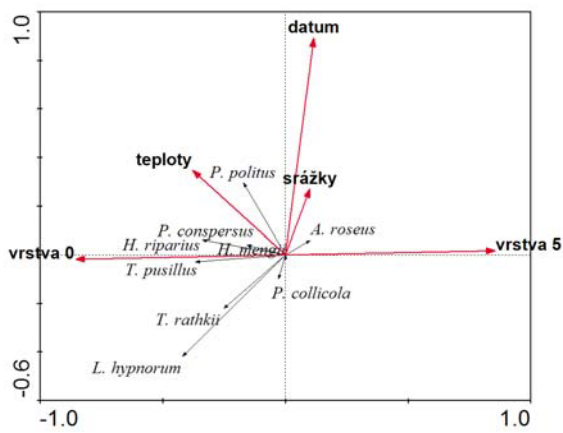


### Lokalita 1

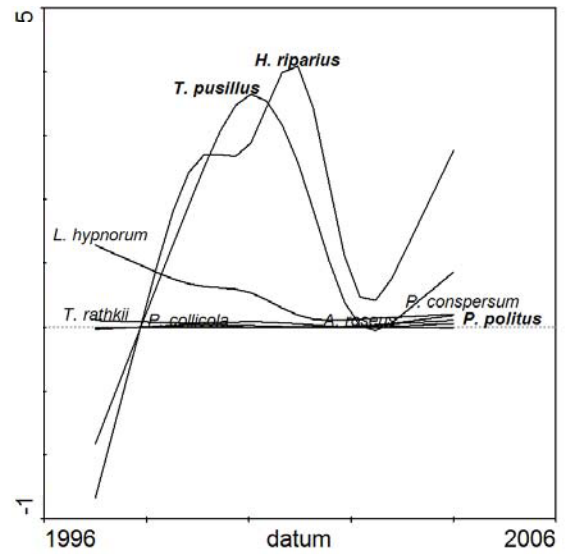
Celkem bylo na této lokalitě tepelnou extrakcí získáno 2 714 jedinců 8 druhů (tab. 3). Průměrná roční abundance za celé období na této lokalitě činila 134,7 ind./m<sup>2</sup>. Druh *L. hypnorum* se v prvním roce výzkumu vyskytoval jako výrazná eudominanta, v následujícím roce jeho početnost klesala. Výskyt druhu *T. rathkii* na této lokalitě také konstantně klesal, v roce 1998 se vyskytoval jako druh dominantní, v letech 1999-2001 již pouze jako druh recentní. *P. politus* se ve společenstvu objevil až v posledním roce výzkumu. Druh *P. conspersum* se vyskytoval v prvních třech letech jako druh subrecentní, v následujících letech nebyl vůbec prokázán. *T. pusillus* navyšoval v prvních třech letech svou početnost až na 50 % zastoupení v roce 2000, poté jeho početnost poklesla. *Hyloniscus riparius* navyšoval svou početnost v průběhu celého výzkumu. Z původního zastoupení 21 % v roce 1998 na 65,5 % v roce 2002. *Androniscus roseus* byl prokázán na této lokalitě v roce 2002 jako druh recentní.

Byla provedena RCA analýza závislosti přítomnosti druhů na faktorech prostředí. Model dokáže vysvětlit 13 % variability. Na *datum* reagovaly významně druhy *H. riparius*, *P. politus* a *T. pusillus* (obr. 35). Na *úhrnné měsíční srážky* (obr. 36) ani *průměrné měsíční teploty vzduchu* nereagoval významně žádný druh (obr. 37).

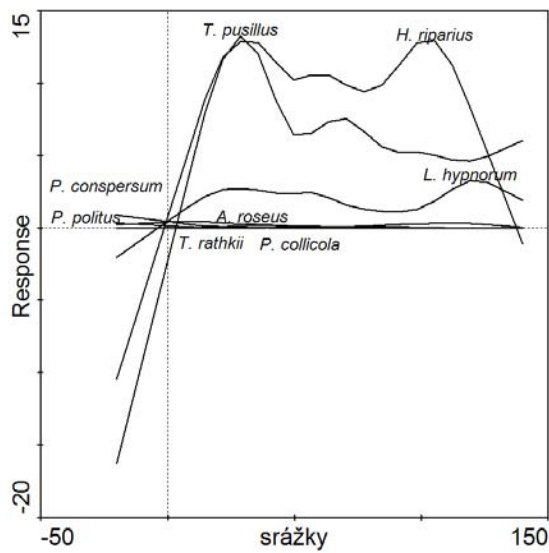
Obr. 34: RCA analýza.



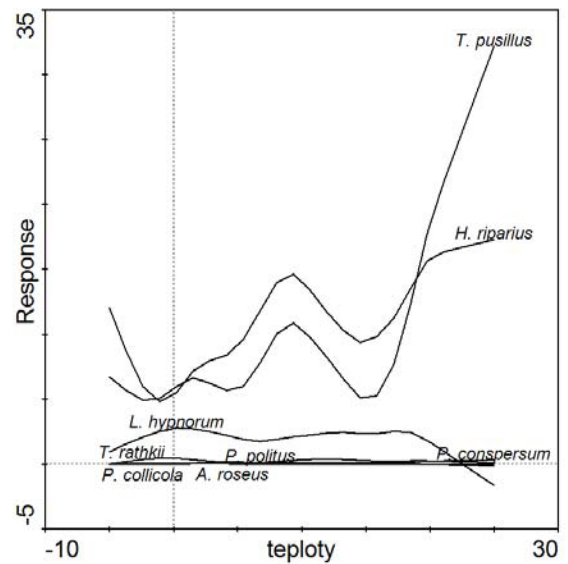
Obr. 35: GAM závislosti přítomnosti druhů na datumu.



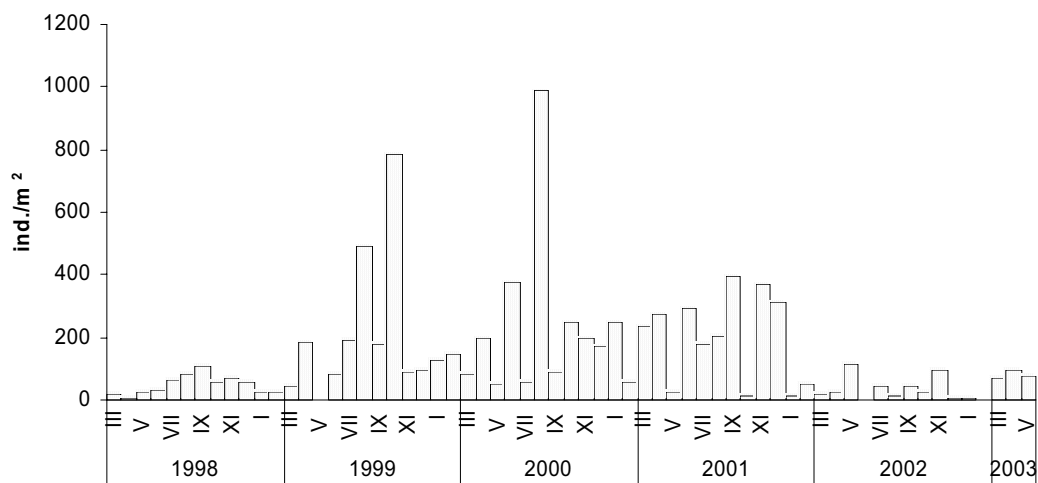
Obr. 36: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách.



Obr. 37: GAM závislosti přítomnosti druhů na průměrných měsíčních teplotách.



Obr. 38: Abundance stejnonožců v jednotlivých měsících na lokalitě 1.



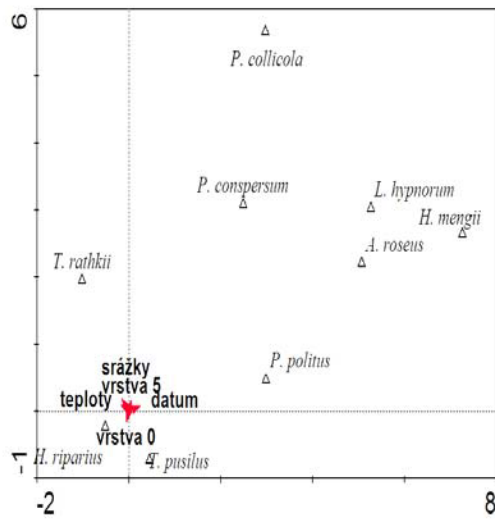
Z grafu je patrný nárůst početností v letech 1999-2001. Byly zaznamenány dva vrcholy abundance v půdě, výraznější v měsíci srpnu a menší v říjnu.

## Lokalita 2

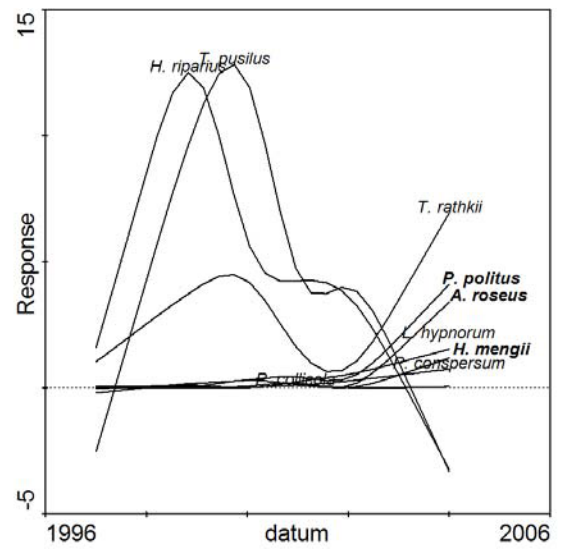
Na této lokalitě bylo získáno 1822 jedinců 9 druhů (tab. 3). Průměrná roční abundance za celé období činila 98 ind./m<sup>2</sup>. Výrazně eudominantními druhy jsou zde *T. pusillus* a *H. riparius*. Druh *T. pusillus* měl ve sledovaném období ve společenstvu třetinové až většinové zastoupení. Druh *H. riparius* vykazoval podobné zastoupení. Druh *T. rathkii* byl další eudominantou ve společenstvu, v období výzkumu se jeho početnost pohybovala mezi 11 - 19 %. Druh *P. politus* navýšil svou početnost v průběhu výzkumu z nulové početnosti na 9 % zastoupení. *L. hypnorum* hrálo na této lokalitě roli druhu subrecentního až recentního. V malých početnostech se vyskytoval i druh *A. roseus* a *H. mengii*.

Byla provedena CCA analýza závislosti přítomnosti druhů na faktorech prostředí. Model dokáže vysvětlit 20 % variability. *Datum* signifikantně předpovídá početnost druhu *A. roseus* a *H. mengii* (obr. 40). *Úhrnné měsíční srážky* signifikantně predikovaly přítomnosti druhů *T. rathkii*, u něhož počet vyextrahovaných jedinců výrazně stoupal se srážkami, *P. politus*, u kterého počet jedinců klesal, a *T. pusillus*, u kterého byl zaznamenán vrchol aktivity při úhrnech 80 mm (obr. 41). *Průměrné měsíční teploty* signifikantně předpovídaly početnost druhu *T. rathkii*, jenž vykazuje vrchol aktivity při průměrech 15 - 20 °C, při průměrech vyšších než 22 °C se v půdě nevyskytuje (obr. 42).

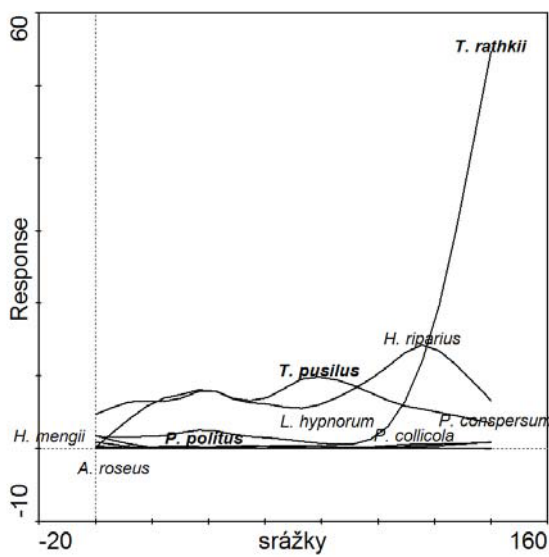
Obr. 39: CCA analýza.



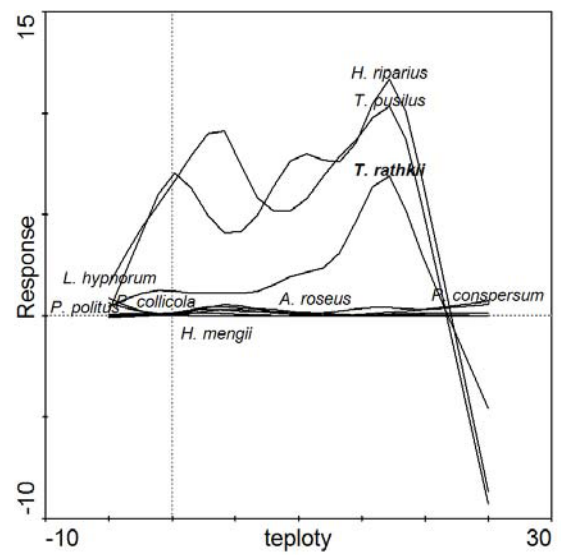
Obr. 40: GAM závislosti druhů na datumu.



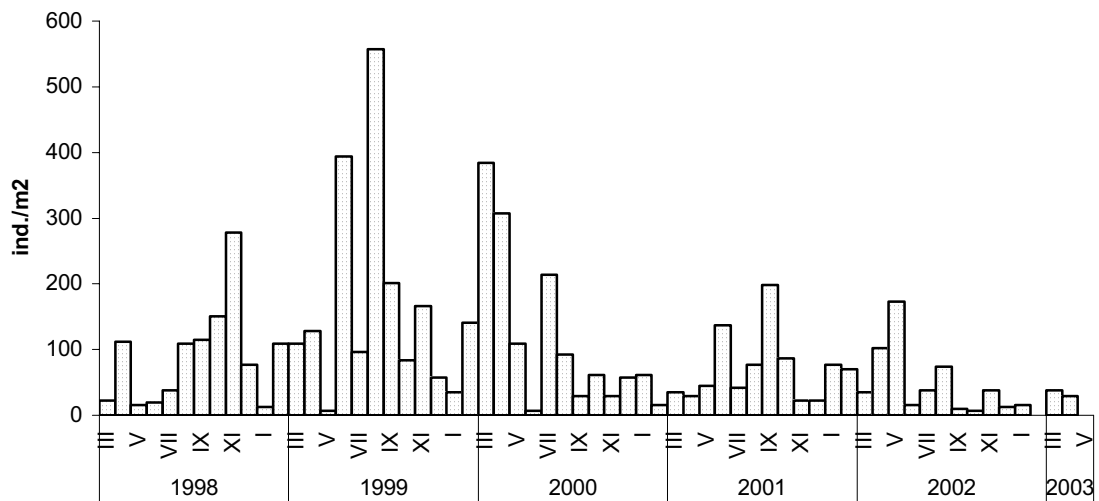
Obr. 41: GAM závislosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách.



Obr. 42: GAM závislosti druhů na průměrných měsíčních teplotách.



Obr. 43: Abundance stejnonožců v jednotlivých měsících na lokalitě 2.



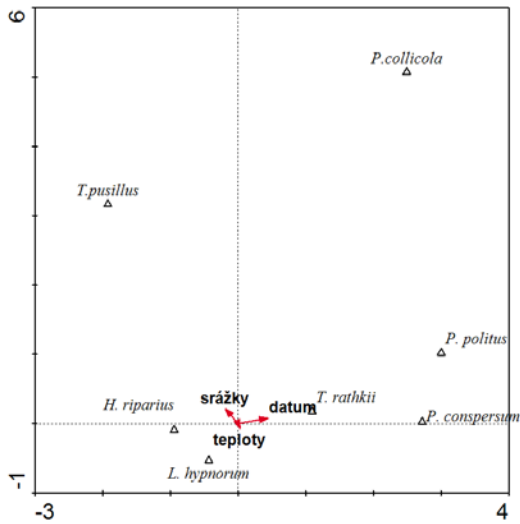
Byl zaznamenán vrchol abundance v měsíci srpnu.

### Lokalita 3

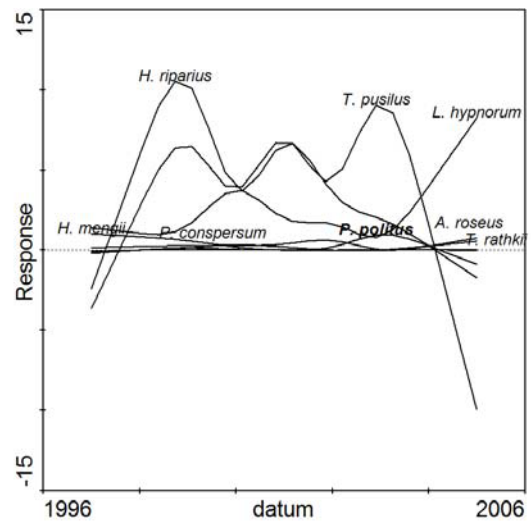
Na této lokalitě bylo získáno 1 965 jedinců 8 druhů (tab. 3). Průměrná roční abundance za celé období na této lokalitě činila 66,9 ind./m<sup>2</sup>. *T. pusillus* tvořil i na této lokalitě výraznou eudominantu, v roce 2003 byl zastoupen až 73 %. Zastoupení rodu *H. riparius* na této lokalitě konstantně klesalo, i přesto byl po celou dobu eudominantou. Zastoupení rodu *L. hypnorum* kolísalo, nejvyšší bylo v roce 2000, kdy dosahovalo 21 %. Druh *T. rathkii* se na této lokalitě vyskytoval většinou jako druh subdominantní. *P. politus* se objevil až v posledních třech letech výzkumu jako druh subdominantní. *P. conspersum* se vyskytl v posledním roce výzkumu jako druh subdominantní. *H. mengii* byl v porovnání s ostatními lokalitami zjišťován častěji, a to jako druh subdominantní, v jednom roce dokonce jako druh dominantní.

Byla provedena CCA analýza závislosti přítomnosti druhů na faktorech prostředí. Model dokáže vysvětlit 16,5 % variability. Dále byly vytvořeny GAM závislosti přítomnosti druhů na datumu a environmentálních faktorech. Datum signifikantně předpovídal výskyt druhů *P. politus* (obr. 45). Úhrnné měsíční srážky signifikantně předpovídaly přítomnost druhů *A. roseus* a *H. mengii* (obr. 46). Průměrné měsíční teploty vzduchu signifikantně předpovídaly početnost druhu *T. rathkii* (obr. 48).

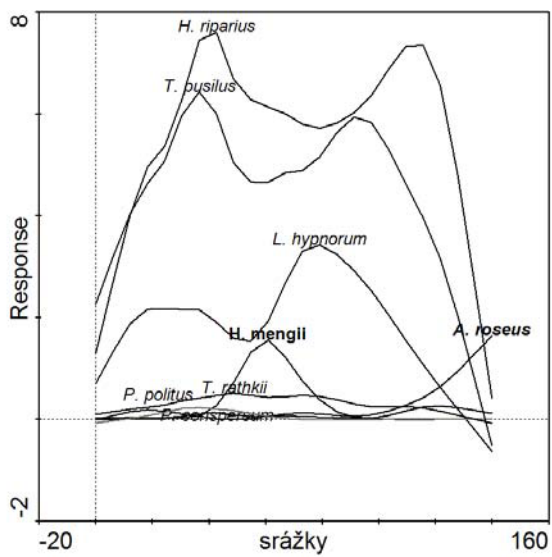
Obr. 44: CCA analýza.



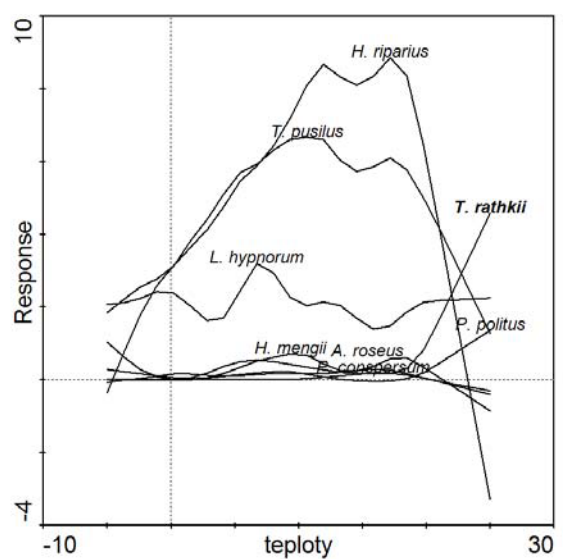
Obr. 45: GAM závislosti přítomnosti druhů na datumu.



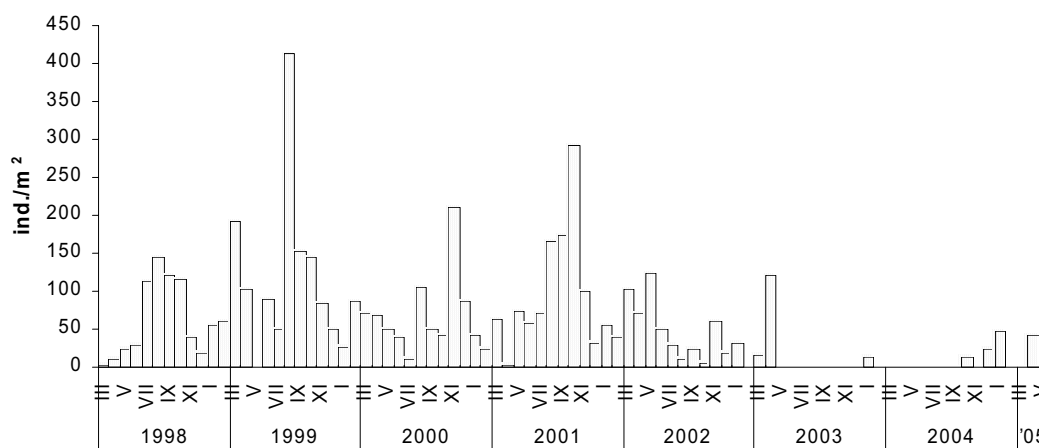
Obr. 46: GAM závislosti přítomnosti druhů na úhrnných měsíčních srážkách.



Obr. 47: GAM závislosti přítomnosti druhů na průměrných měsíčních teplotách.



Obr. 48: Abundance stejnonožců v jednotlivých měsících na lokalitě 3.



Abundance dosáhla vrcholu druhý rok po povodni, poté konstantně klesala.

### 5.3. Jak dlouho trvá popovodňová sukcese ve starém lužním lese

Srovnáváme se stavem před povodní, který zaznamenal Pižl a Tajovský na jaře 1997 na lokalitě Záseky (tj. 2 km od naší lokality), publikováno (Pižl a Tajovský 1998).

Zkoumané společenstvo bylo pomocí Jaccardova indexu srovnáno se společenstvem zjištěným před povodní, podobnost společenstev byla zjištěna 77,7 %. Je nutno uvést, že rozdílný počet druhů, zjištěných těmito dvěma výzkumy, může být způsobený rozdílnou dobou trvání jednotlivých výzkumů.

#### Zemní pasti

Bylo sledováno výrazné pozměnění druhového spektra chycených živočichů rok po povodni. Výrazně se první rok projevil pionýrský druh *L. hypnorum* (70,5 %), který před povodní na lokalitě Záseky dosahoval 33 % zastoupení. Jeho dominance v průběhu výzkumu klesala z důvodu nástupu konkurenčně zdatnějších druhů. V průběhu sukcese začala na stanovišti konstantně výrazně narůstat početnost dříve chybějícího eurytopního druhu *T. rathkii*. V průběhu sukcese narůstala také početnost před povodní také nezaznamenaného druhu *P. politus*. Pozitivní bylo, že docházelo k obnovování

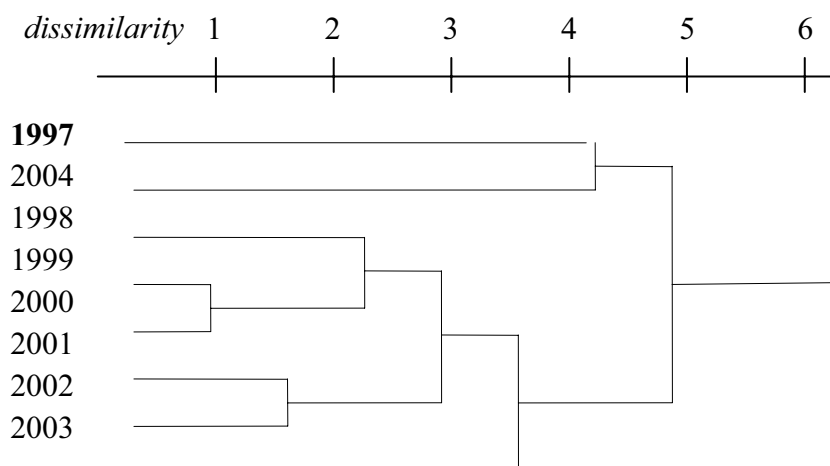


početnosti druhu *P. conspersum*, který byl před povodní na lokalitě dominantním druhem. V roce 2004 bylo poprvé po povodni zjištěno společenstvo druhu *P. collicola*. Byl sledován pokles zastoupení druhu *T. pusillus* z 46 % před povodní na 19 % první rok po povodni. Tento pokles z nezjištěných důvodů nadále pokračoval.

Tab. 4: Dominance jednotlivých druhů na lokalitě Záseky (Tajovský a Pižl 1998) před povodní a na lokalitě 3 v Horce nad Moravou v době po povodni.

	Záseky								
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<i>L. hypnorum</i>	33,1	70,5	75,8	77,2	84,8	81,4	69,8	14,6	4,3
<i>T. rathkii</i>	-	6,9	15,1	16,5	10,8	5,9	8,1	31,6	53,8
<i>P. conspersum</i>	16,9	0,2	0,5	1,2	-	0,3	2,6	8,0	8,8
<i>P. collicola</i>	0,8	-	-	-	-	-	-	3,4	-
<i>P. politus</i>	-	-	0,5	1,9	-	1,4	16,2	38,3	32,7
<i>T. pusillus</i>	46,2	19,0	5,5	1,1	3,6	10,2	1,7	2,9	-
<i>H. riparius</i>	3,1	3,4	2,7	2,1	0,9	0,8	1,7	1,3	0,6

Obr. 49: Odlišnost epigeické části společenstev stejnonožců v jednotlivých letech po povodni 1997 a z jara 1997.



Nejvíce podobný s předpovodňovým stavem se ukázal být poslední hodnocený rok.

Proto lze předpokládat, že k obnovování dominancí druhů epigeické části společenstva stále dochází.

### Půdní vzorky

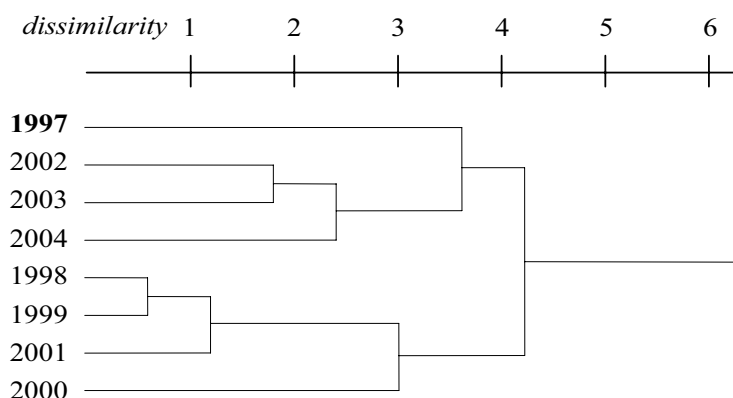
Endogeická část společenstva byla záplavami také poškozena. *T. pusillus* se před povodní na lokalitě Záseky objevoval v 80 % zastoupení, po povodni bylo jeho zastoupení výrazně nižší - 26,8 %. V průběhu výzkumu ale jeho početnost prokazatelně

narůstala. *L. hypnorum* nebylo Tajovským na lokalitě Záseky před povodní vůbec zaznamenáno, v prvním roce po povodni bylo zastoupení tohoto pionýrského druhu významné (17 %), v následujících letech jeho zastoupení s vývojem stanoviště klesalo. Eurytopní druh *T. rathkii* se na lokalitě Záseky vyskytoval pouze jako druh recentní, po povodni se na lokalitách v Horce nad Moravou objevil jako druh dominantní, jeho početnost s vývojem stanoviště a společenstva stejnonožců klesala. *H. riparius* nebyl před povodní v půdních vzorcích zjištěn, po povodni tvořil významnou dominantu společenstva, jeho početnost konstantně klesala.

Tab. 5: Dominance jednotlivých druhů na lokalitě Záseky před povodní 1997 (Tajovský a Pižl 1998) a na lokalitě 3 v Horce nad Moravou v době po povodni.

	Záseky							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<i>L. hypnorum</i>	-	11,4	8,3	30,9	12,5	13,9	6,1	14,8
<i>T. rathkii</i>	1,0	2,2	1,2	2,4	2,3	6,7	4,2	3,3
<i>P. politus</i>	-	-	0,2	-	0,3	2,4	2,9	3,3
<i>P. conspersum</i>	0,7	-	-	0,4	0,3	-	-	1,9
<i>P. collicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. pusillus</i>	80,6	26,8	34,7	28,5	42,2	44,2	73,5	59,3
<i>H. riparius</i>	0,3	53,1	51,9	32,5	41,9	32,7	11,3	12,9
<i>A. roseus</i>	-	-	0,7	3,6	0,6	-	-	3,8
<i>H. mengii</i>	17,4	6,6	3,0	1,6	-	-	1,9	0,5

Obr. 50: Odlišnost endogeické části společenstev stejnonožců z jednotlivých let po povodni 1997 a z jara 1997.



Nejvíce podobný s předpovodňovým stavem se ukázal být rok 2002.

K obnovenídominancí druhů endogeické části společenstva došlo 5 let po povodni.

## 5. Diskuze

V období 1998 - 2005, které následovalo po katastrofální letní záplavě v roce 1997, která zasáhla i Litovelské Pomoraví, bylo sledováno zotavování společenstva suchozemských stejnonožců na zasaženém lesním stanovišti. Díky datům, které jsme získali z výzkumu Pižla a Tajovského (1998), kteří studovali stav společenstva suchozemských stejnonožců před touto povodní a ještě bezprostředně po povodni, jsme mohli zjišťovat, za jak dlouhou dobu se společenstvo stejnonožců navrátí do stavu nejvíce podobnému stavu před touto katastrofickou disturbancí. Změny jsme hodnotili na základě změn abundancí, změn druhového spektra společenstev a dominancí.

Pižl a Tajovský (1998) zjistili, že letní povodeň v roce 1997 negativně ovlivnila kvantitativní i kvalitativní parametry společenstva. Formulovali negativní vlivy letních záplav na suchozemské bezobratlé živočichy, včetně suchozemských stejnonožců v Litovelském Pomoraví: (1) odplavení opadu i se zvířaty, (2) dlouhodobé ponoření v teplé vodě s nízkou koncentrací kyslíku a (3) nanesení bahna na vrstvu humusu a jeho následné vysušení. Gulička (1957) uvádí, že největší vliv na abundanci po záplavách má výška hladiny zaplavované vody a roční období, ve kterém k záplavám dojde.

Jarní povodeň je v lužních lesích přirozenou distrubancí. Většina bezobratlých živočichů ve středoevropských nížinách jsou oportunisté (také nazývání eurytopní generalisté). Jejich strategií pro přežívání disturbancí je vysoká míra reprodukce, ústíci ve vysoké populační denzity (r-strategie) a silná disperzní aktivita populace. Tyto vlastnosti umožňují populaci nejen přežít na lokalitě drastické poklesy abundance, ale také její rychlou regeneraci. Tento typ strategie je nalézán u mnoha pionýrských kolonizátorů, kteří jsou však kompetičně slabí (Weigmann a Wohlgemuthe - von Reiche 1999). Povodeň 1997, která proběhla v polovině července, byla ale specifickou disturbancí, takovou na kterou společenstvo nemohlo být přizpůsobeno. Letní záplavy jsou totiž, doufejme, stále ještě oproti jarním záplavám na našem území ojedinělé.

### 5.1. Druhové zastoupení a dominance druhů

Na námi sledovaném území tvrdému luhu, bylo v průběhu výzkumu zjištěno 9 druhů suchozemských stejnonožců, to je 21,4 % druhů žijících na našem území (Flasarová

2000). Všech devět nalezených druhů je typickými obyvateli lužních lesů (Gulička 1960, Tajovský 1998, Farkas et al. 1999).

Z výzkumů druhového spektra suchozemských stejnonožců provedených na území CHKO Litovelské Pomoraví, můžeme srovnávat s výzkumem, který provedla Flasarová (1998) na území Doubrava. To je stejně jako naše území tvrdým luhem. Bylo zde zaznamenáno 11 druhů, zjištěny byly i 4 námi nezaznamenané druhy: *Lygidium germanium* Verhoeff, 1901, který byl u nás dosud zjištěn pouze na 8 lokalitách ležících ve vyšších polohách (Flasarová 1998), *Trichoniscus pygmaeus* Sars, 1898, který se vyskytuje hlavně v haldách vápence a ve starých lomech (Frankenberger 1959) a *Lepidoniscus minutus* (C. Koch, 1838) často mylně determinován jako *Philoniscia musocrum*), u kterého zjistil Haferkorn (1996) nízké přežívání záplav, takže je pravděpodobné, že se tento druh při povodni utopil. Dále byl zaznamenán druh *Trachelipus ratzenburgii* (Brandt, 1833), který oproti námi nalezenému eurytopnímu *T. rathkii* výrazně preferuje hloubi vlhkých lesů (Farkas 1998b). Je proto pravděpodobné, že důvodem, proč jsme druh nenalezli, je přílišné narušení stanovišť. Flasarová, která neprováděla extrakci půdních vzorků, neuvádí druhy *Androniscus roseus* a *Haploththalmus. mengii*, které jsme touto metodou získali.

Tuf (1997) našel v rámci své diplomové práce 7 druhů stejnonožců v lesích měkkého luhu. Nalezl námi nezjištěný *Cylisticus convexus* (De Geer, 1778), petrofilní druh žijící ve světlých lesích pod kameny, ve zdech a ve sklepích (Frankenberger 1959, Flasarová 1958). Dále navíc našel *Armadilium vulgare* (Latreille, 1804), druh se sklonem k synantropii, vyskytující se na lokalitách nepřliš vlhkých a ve starých lomech (Frankenberger 1959), v některých opadavých lesích (Beyer 1964) a na loukách (Hassal a Dangerfield 1989).

Další studie zabývající se suchozemskými stejnonožci v lužním lese jsou práce Tajovského (1998), který zkoumal lesy na soutoku Dyje a Moravy. Zaznamenal zde 7 druhů. Shodně našel druhy *T. pusillus*, *H. riparius*, *T. rathkii* a *P. collicola*. Navíc zaznamenal druh *Armadillidium vulgare* a *Haplophthalmus danicus* Budde – Lund, 1880. Druh *H. danicus* je v jižní Evropě v přírodě hojný, u nás je spíše synantropní (Frankenberger 1959). Druh *A. vulgare* byl zaznamenán pouze na jedné zaplavované lokalitě.

Nejvyšší druhové zastoupení bylo námi zaznamenáno na nejstarší lokalitě (9 druhů), která je svým složením nejpřirozenější. Bohatství druhů je pravděpodobně způsobeno vysokou diverzitou stromového patra, a tedy i velkou potravní nabídkou pro stejnonožce, dále také samotným stářím porostu a mikroklimatickým podmínkám s tím spojenými. Stejně jako my i Tajovský (2001) zjistil nejvyšší počet druhů v nejstarším lesním porostu na výsypce.

## 5.2. Charakteristické druhy

Druh *L. hypnorum* se na lokalitách objevil nejdříve a jako první zastával úlohu dominantního druhu. Tento fakt může být zapříčiněn tím, že dokáže přežít pod vodou až 72 dní (Zulka 1991). V rámci areálu rozšíření je dominantní je spíše v měkkých luzích, kde trvají záplavy déle, v podmáčených olšinách a v tvrdých luzích s kratším zaplavením se vyskytuje sporadicky (Farkas 1998a). Druh *Ligidium hypnorum* se nejvíce vyskytoval na lokalitě 1 a 3. Důvodem proč *L. hypnorum* z lokalit ustoupoval je pravděpodobně jeho nízká schopnost kompetice (Scheu a Schaefer 1998).

*Průměrné měsíční teploty vzduchu* signifikantně předpovídaly jeho aktivitu (obr. 17, str. 31, obr. 22, str. 33) na povrchu půdy. Počet chyčených jedinců konstantně narůstal se stoupající teplotou. Poprvé začala jeho aktivita výrazně stoupat, když teplota vzduchu dosáhla 10 °C, vrchol aktivity byl zaznamenán při teplotě 15 - 20 °C. Pozdější aktivitu jedinců mohla zapříčinit Krumpálem (1973) zmiňovaná citlivost juvenilních jedinců k nízkým nočním teplotám. Rychlý nárůst početností pravděpodobně souvisí s vysokou reprodukční schopností druhu.

Druh *Trachelipus rathkii* byl zjištěn jako výrazně epigeický druh. Nejhojněji se vyskytoval na lokalitě 2, což bylo pravděpodobně způsobeno jeho preferencí opadu jasanu jako potravního zdroje (Tuf a Tufová 2004). Vysoká početnost, které dosahoval v letech po povodni, byla pravděpodobně způsobena jeho vysokou schopností přežít zaplavení. V laboratorních podmínkách přežije ponořen ve vodě více než 66 dní (Zulka 1991). Velké tělo mu navíc umožní uniknout zaplavení lépe než ostatním druhům obývajícím zaplavované ekosystémy (Herold 1925). Zulka (1991) ho našel v Rakousku na zaplavovaných plochách kolem Moravy. Zerm (1997) ho našel jako jediný druh na zaplavovaných poldrech na Odře. Také Tajovský (1998) uvádí, že druh *T. rathkii* bývá povodněmi jen mírně postižen.

V epigeické i endogeické části společenstva byla zjištěna signifikantní souvislost výskytu druhu *T. rathkii* s úhrnnými měsíčními srážkami. Početnost druhu v půdních vzorcích výrazně narůstala, když úhrnné měsíční srážky překročily hranici 100 mm. V epigeické části společenstva druh vykazoval výrazný nárůst aktivity při srážkách vyšších než 100 mm, nejvyšší aktivitu vykazoval při úhrnech 120 – 130 mm (obr. 21, str. 33). Breymeyer a Brzozowska (1967) shodně publikovali, že druh signifikantně reagoval na průběh sezónních dešťů.

Také na průměrnou měsíční teplotu signifikantně reagovala epigeická i endogeická část společenstva druhu. Ten vykazoval nejvyšší epigeickou při průměrných měsíčních teplotách 15 - 20 °C. Vysvětlením pro tento fakt může být zjištění, že teplota vzduchu zkracuje u tohoto druhu dobu trvání gravidity (Snider a Shaddy 1980). Autoři uvádí, že při teplotě 15 °C je samička gravidní 51 dní, zatímco při 21 °C gravidita trvá 17,6 dní. Druh je také dobře pohyblivý, proto může reagovat na změny teplot schováním se do listů a opadu, to dokazuje pravděpodobně i obr. 47, str. 45. Teplota zde prokazatelně ovlivnila početnost druhu *T. rathkii* v půdě, což mohlo být zapříčiněno jeho zvýšenou migrací do půdy jako úkrytu před vysokými teplotami.

Druh *Porcellium conspersum* byl povodní výrazně eliminován, pravděpodobně kvůli své nižší schopnosti přežít zaplavení (Zulka 1991). Druh byl nejčastěji zaznamenáván v půdních vzorcích i zemních pastech na středně staré lokalitě. Vandel (1960) jej uvádí jako typický lesní druh, čímž můžeme vysvětlit jeho malou početnost v prvních letech výzkumu na nejmladší lokalitě. V epigeické části společenstva jeho výskyt s *datumem* dokonce signifikantně souvisel, tj. jeho početnost narůstala s vývojem stanovišť po povodni (obr. 11, str. 28 a obr. 25, str. 35) a navracel se tak na úroveň dominance ve společenstvu, které dosahoval před povodní. Podobné výsledky byly získány během sukcese na výsypkách na Sokolovsku (Tajovský 2001), kde byl početný na starších, dobře vyvinutých stanovištích.

Druh *Porcellium collicola* se vyskytoval nejvíce na lokalitě 2 a 3, byl ale nalezen i na lokalitě 1. To souhlasí se zjištěním, které publikoval o tomto druhu Farkas (1998), že se druh nalézá na široké škále stanovišť a že vegetace neovlivňuje prostorovou distribuci tohoto druhu. Na nejstarší lokalitě byla zjištěna signifikantní souvislost početnosti druhu s *datumem* (obr. 25, str. 35). Druh byl zjištěn až ve starších vývojových stádiích lesa po povodni a dá se tedy předpokládat, že tento typ porostu

preferuje. Malá početnost druhu *P. collicola*, který je na jiných lokalitách v CHKO Litovelské Pomoraví hojný (Tuf 1997), může být způsobena mezidruhovou konkurencí s *P. conspersum*. Již Frankenberger (1959) uvádí, že *P. collicola* se zřídka vyskytuje na stanovišti současně s *P. conspersum*. Na tomto stanovišti tedy pravděpodobně dochází k vytlačování tohoto druhu druhem *P. conspersum* vzhledem k jeho obdobným nárokům na prostředí.

Druh *Protracheoniscus politus*, který byl hojnější na starších lokalitách, byl na stanoviště pravděpodobně zavlečen. Tuf (1997) v rámci své diplomové práce našel druh pouze na jedné z deseti lokalit, a to na lokalitě v měkkém lužním lese. Tajovský a Pižl (1998b) v rámci inventarizačního průzkumu CHKO Litovelské Pomoraví našli tento druh na 3 z 15 sledovaných lokalit, ale nebyl zaznamenán ani na jedné ze dvou lokalit v tvrdém luhu. Navíc v předpovodňovém ani popovodňovém výzkumu provedeném Pižlem a Tajovským (1998a) v tvrdém luhu Zásuky (cca 2 km od naší lokality) nebyl druh zaznamenán. Na lokalitách byl prokázán signifikantní nárůst početnosti druhu *P. politus s datumem*. Tajovský (2001) uvádí, že se druh vyskytuje na výsypkách až ve starších fázích sukcesního vývoje, což je vývoj podobného typu, jaký sledujeme na našich stanovištích postižených letní povodní. Vývoj je ovšem urychlen díky přítomnosti rostlinných dominant a možným přežitím některých druhů. Z výše uvedených důvodů předpokládáme, že druh byl na sledované území zavlečen buď povodňovou vlnou z výše protiproudu položených částí CHKO, kde byl jeho výskyt prokázán např. na v mokřadu Kačení louka (Pižl a Tajovský 1998b) nebo člověkem osazováním lokalit 1 a 2 sazenicemi alochtonního původu.

Druh *Trichoniscus pusillus* vykazoval vyšší epigeickou aktivitu na starších lokalitách. Na druhé straně nejvyšší endogenní aktivita byla zaznamenána na nejmladší lokalitě. Epigeická část společenstva signifikantně reagovala na *úhrnné měsíční srážky* na středně staré a nejstarší lokalitě. To souhlasí s tím, že tento druh je charakterizován jako druh vlhkomilný, vyskytující se na vlhkých a stinných místech (Flasarová 1958, Frankenberger 1959). Sucho uvádí i Sutton (1968) jako faktor, který v létě významně ovlivňuje početnost druhu. Aktivita začala výrazněji narůstat, *když úhrnné měsíční srážky* vystoupily nad 80 mm, maxima dosáhla při srážkách 120 mm (obr. 21, str. 33 a obr. 26, str. 36). Signifikantní byl i nárůst početnosti v půdních vzorcích, *když úhrnné měsíční srážky* překročily hranici 60 mm (obr. 41, str. 43). Překvapivý není ani relativně

častý výskyt druhu *Trichoniscus pusillus* v hlubších vrstvách půdy. Schmalfuss (1984) jej sice uvádí jako představitele ekomorfologické skupiny *runner*, kteří se pohybují převážně po povrchu půdy. *T. pusillus* ale díky svým malým rozměrům lehce proniká do půdy.

Druh *Hyloniscus riparius* byl ve shodě s literaturou nalézán převážně jako endogeický druh. Tento zástupce nebyl před povodní v půdních vzorcích na lokalitě Záseky zjištěn, po povodni tvořil na našich lokalitách významnou dominantu společenstva. Jeho početnost konstantně v průběhu výzkumu klesala. Druh dominoval na nejmladší lokalitě, nejméně byl zastoupen na nejstarší lokalitě. Z toho lze předpokládat, že jde o druh pionýrský, málo konkurenčně zdatný, preferující mladé lokality. Z našich výsledků je možné vysledovat, že druh *H. riparius* převážil na lokalitě 1, na lokalitě 2 byly početnosti druhů srovnatelné a na lokalitě 3 výrazně převážil druh *T. pusillus*. To odpovídá tomu, že tyto dva druhy si mezi sebou konkurují, Hassall a Dangerfield (1990) potvrzují, že populace makrodekompozitorů jsou častěji regulovány zespodu, tj. kompeticí o omezené množství potravy, než ze shora, přirozenými nepřáteli. Navíc Schmalfuss (1984) uvádí tyto druhy jako zástupce stejné ekomorfologické skupiny s podobnými nároky na prostředí. Za další případ nižší konkurenční zdatnosti druhu lze považovat fakt, že *H. riparius* byl častěji než *T. pusillus* nalézán v hlubších vrstvách půdy (5 - 10 cm), to i přesto, že jsou oba tyto druhy představiteli stejné ekomorfologické skupiny *runners* (Schmalfuss 1984) a mají přibližně stejnou velikost těla. Druh *H. riparius* bývá pravděpodobně svým konkurentem vytlačen do větších hloubek.

Početnost druhu *Androniscus roseus*, obývajícího výhradně hlubší půdní vrstvy, byla nejvyšší v nejstarším lese. Druh tedy pravděpodobně preferuje starší vývojová stádia lesa. Na lokalitách 2 a 3 byl stejně často nalézán v A i B horizontu, oproti tomu, že na lokalitě 2 byl nalezen pouze v horizontu B. Na lokalitě 1 byla nalezena signifikantní souvislost jeho výskytu v půdě s *datumem* (obr. 40, str. 43), početnost druhu na této lokalitě v čase stoupala. Byla nalezena signifikantní souvislost jeho výskytu v endogenní části společenstva s *datumem* na lokalitě 3 a *úhrnnými měsíčními srážkami* (obr. 46, str. 45). Početnost druhu se zvyšovala se stoupajícími *srážkovými úhrny*.



Nejvyšší početnost tohoto taktéž výhradně endogeického druhu *H. mengii* byla zaznamenána na nejstarším stanovišti. Na střeň staré lokality bylo zaznamenáno v průběhu výzkumu pouze několik jedinců. Na nejmladším stanovišti nebyl druh zjištěn. Což ukazuje na prokazatelnou preferenci starších stanovišť. Výskyt *H. mengii* souvisel také s hlubší vrstvou půdy (5 – 10 cm). To souhlasí s charakteristikou tohoto druhu, kterou provedl Schmalzfuss (1984). Ten popsal druh jako zástupce ekomorfologické skupiny *creeper*, tj. druh obývajících jeskyně a hlubší vrstvy půdy. Oliver a Meechan (1993) popisují, že jde o půdní druh nejčastěji nalézáný pod hluboko zakotvenými kameny a získávaný z půdních vzorků. Pravděpodobně prý upřednostňuje vápenaté půdy, objevuje se v lesních i lučních společenstvech (Oliver a Meechan 1993). Byla nalezena signifikantní souvislost mezi výskytem druhu v půdních vzorcích na lokalitě 3 a *datumem* (obr. 45, str. 45), druh snižoval svou početnost v čase, to může být ale zpochybněno malým počtem nalezených jedinců. Vývoj početnosti nenaznačoval, že by se druh do lužního lesa, ve kterém byl před povodní dominantní, v průběhu 7 let po povodni výrazněji navrcel. Nalezena byla jeho signifikantní souvislost také s *úhrnnými měsíčními srážkami*.

### 5.3. Vývoj početnosti společenstva v čase

Tajovský a Pižl (1998a) během předpovodňového sledování chytili na blízké lokalitě Záseky v období května až srpna 183 jedinců za 30 dní pomocí 5 pastí, kteří náleželi k 5 druhům. V období bezprostředně po povodni zaznamenali prudký pokles epigeické aktivity až na hodnoty odpovídající pouze  $\frac{1}{16}$  předpovodňových hodnot. V druhém roce po povodni byla námi ve stejném ročním období na nejstarší lokalitě vyhodnocena (za období červen až srpen) velikost úlovku 116 ind./5 pastí/30 dní. To znamená ochuzení početnosti populací o více než třetinu živočichů. V tomto období byly nalezeny 4 druhy stejnonožců. Dominance druhů ve starém lužním lese se ale výrazně pozměnily. Na lokalitě výrazně (83 %) dominoval druh *L. hypnorum*, subdominantními druhy ve společenstvu byly druhy *T. rathkii*, *H. riparius* a *T. pusillus*, který v epigeické části společenstva před povodní dosahoval 80 % zastoupení.

Tomu, že početnosti populací suchozemských stejnonožců byly během povodně postíženy, napovídají i hodnoty zjištěné v jiných lužních lesích střední Evropy. Farkas (1998b) při studiu lužních lesů na soutoku Drávy a Dunaje na území Maďarska chytil od května do listopadu 1997 do zemních pastí průměrně 1224 ind./6 pastí/28 dní. Za

stejně období v roce následujícím po povodni byla námi na lokalitě 3, která nejlépe věkově odpovídá stanovišti sledovaném Farkasem, zjištěna pouze poloviční početnost (576 ind./6 pastí/28 dní). Také Gulička (1957) během svého výzkumu v Čiernom lese na Slovensku (*Fraxino-Populetum*, resp. *Fraxino-Ulmetum*) zjistil v měsíci říjnu početnost suchozemských stejnonožců 254 ind./6 pastí /28 dní. My jsme na nejstarší lokalitě zaznamenali ve stejném měsíci rok po povodni početnost pouze 32 ind./6 pastí/28 dní. Nejlépe situaci popisují údaje o početnostech zjištěné Tajovským (1999). V rámci výzkumu společenstev lužních lesů na soutoku Dyje a Moravy studoval i společenstva suchozemských stejnonožců, za 18 měsíců sledování získal 7 985 jedinců. Na naší nejstarší lokalitě, která je věkově nejpodobnější, jsme dosáhli hranice 8 000 chycených jedinců až po téměř čtyřech letech výzkumu.

Průměrné měsíční úlovky (epigeická aktivita) stejnonožců byly v jednotlivých letech na lokalitě nejmladší a nejstarší lokalitě srovnatelně vysoké, nižší byly na lokalitě 2 (obr. 9, str. 27). Na těchto lokalitách PMU první roky po povodni ještě shodně klesaly až do roku 2001, pravděpodobně z důvodu ústupu početného druhu *L. hypnorum*. Soupeření o dominanci v epigeické části společenstva je mezi druhy *L. hypnorum* a *T. rathkii* pravděpodobně typické, můžeme to vidět z Tajovského (2001) výzkumu sukcese na výsypkách. Rok 2001 byl kritický pro epigeickou část společenstva stejnonožců, endogeická část společenstva tuto krizi nezaznamenala, pravděpodobně díky tlumení klimatických podmínek půdou. Od roku 2002 početnost opět narůstala, ale následně, pravděpodobně opět díky konkurenci, klesla. Námi zjištěná nejvyšší hustota jedinců vyskytujících se na nejmladším stanovišti podle literatury odpovídá přirozenému sukcesnímu vývoji. Tajovský (2001) při studiu na výsypkách na Sokolovsku zjistil vyšší epigeickou aktivitu ve středně starém ve srovnání s nejstarším porostem, přičemž u zde jde o sukcesí primární, u které vývoj společenstva trvá delší dobu. Námi zaznamenaná nejnižší abundance na lokalitě středně staré může souviset s monokulturním charakterem tohoto jasanového porostu a tedy i malou nabídkou potravního zdroje.

Abundance endogeické části společenstva stejnonožců byla nejvyšší na nejmladší lokalitě. V čase ale konstantně klesala, pravděpodobně díky konkurenci druhů, probíhal na ní tedy rychlý vývoj společenstva. Nejnižší abundance jedinců byla na nejstarší lokalitě, nejméně v čase kolísala, vývoj byl tedy pravděpodobně nejpomalejší.

## 5.4. Popovodňová sukcese struktury společenstva

Práci, z které jsme čerpali údaje o druhovém spektru a abundancích stejnonožců před povodní, byl výzkum, který provedli Pižl a Tajovský (1998a) na lokalitě Záseky (cca 2 km od naší lokality). Autoři zde zaznamenali 5 druhů suchozemských stejnonožců (*H. mengii*, *H. riparius*, *T. pusillus*, *T. rathkii* a *P. conspersum*). Tuto práci jsme srovnávali s vývojem po povodni na naší nejstarší lokalitě, která je věkově nejpodobnější lokalitě Záseky a je i složením nejbližší složení přirozeného tvrdého luhu. Je známo, že stejnonožci mohou během povodně aktivně unikat na větve, kmeny stromů, nebo přežít v místech krátkodobějšího zaplavení v různých štěrbinách a jiných úkrytech na povrchu půdy v závislosti na teplotě vody a obsahu rozpuštěného kyslíku (Adis a Junk 2002, Zulka 1992, Pižl a Tajovský 1998), proto můžeme předpokládat, že jedinci některých druhů letní povodeň přežily. V průběhu letošních jarních záplav tak na naší lokalitě před povodní aktivně unikali na nezatopené předměty a stromy *T. rathkii* a *P. politus* (Tuf, osobní sdělení 2006, foto v příloze 2).

Bezprostředně po letní povodni byly na lokalitě metodou půdních vzorků i zemních pastí zaznamenány pouze 2 druhy (a to *H. mengii* a *T. rathkii*). Bylo tak potvrzeno, že záplavy negativně ovlivňují druhové spektrum stejnonožců (Haferkorn 1996, Zulka 1992). Zjistili jsme, že k obnovení druhového spektra stejnonožců přítomných před povodní došlo již v průběhu prvního roku výzkumu. Všechny druhy nalezené před povodní se objevily již v prvním roce po povodni, objevily ale v odlišných dominancích. Lokalita byla po povodni nejdříve obsazena druhy, které byly schopny záplavy přežít, anebo stanoviště rychle kolonizovat (*L. hypnorum* a *T. rathkii*). *T. rathkii* je shodně uváděn Haferkornem (1996) jako první kolonizátor lokalit zaplavených letní povodní. V následujících letech se dominance jednotlivých druhů měnily. Původní vysoká dominance druhu *L. hypnorum* poklesla a na lokalitu se začal navracet dříve přítomný *P. conspersum*, který je typickým lesním druhem (Vandel 1960). Docházelo i k obnovování endogeické části společenstva, narůstala dominance *T. pusillus*, který byl na lokalitě Záseky před povodní výraznou dominantou. K podstatnému ovlivnění společenstva ale došlo pravděpodobným zavlečením *P. politus*, který nebyl před povodní v blízkosti této lokality zjištěn. Proto je možné předpokládat, že druh byl na lokalitu zavlečen z výše položených částí CHKO, kde je jeho přítomnost doložena inventarizačním průzkumem, který provedli Tajovský a Pižl (1998b). Toto

zavlečení mohlo proběhnout buď činností člověka nebo ještě spíše přímo v průběhu povodní.

K obnovení abundance stejnonožců na lokalitě v průběhu výzkumu nedošlo, nicméně obnova struktury společenstva, což znamená poměru početností jednotlivých druhů, probíhala v jednotlivých subspolečenstvech různě dlouhou dobu. K obnovení dominancí druhů endogeické části společenstva došlo 5 let po povodni, k obnovení dominancí druhů epigeické části společenstva došlo až za 7 let. Rychlejší obnovení endogeické části společenstva může být způsobeno pravděpodobným zachováním vzduchových bublin v půdních prostorech, což mohlo umožnit stejnonožcům lepší přežívání.

## 6. Závěr

Povodně jsou přirozenou disturbancí v lužních lesích. Obvyklé jsou ale povodně jarní, související s táním sněhu. Povodeň, která postihla i CHKO Litovelské Pomoraví, proběhla v první polovině července 1997, což mělo katastrofální vliv na abundance a druhové spektrum půdních bezobratlých. Došlo totiž většinou k jejich odplavení nebo jejich utopení v teplé vodě, která je charakteristická nízkým obsahem kyslíku a zanesení potravních zdrojů bahnem. V našem výzkumu byla studována společenstva suchozemských stejnonožců ve třech různě starých lesích na území CHKO Litovelské Pomoraví, které byly zasažené touto povodní v roce 1997. Jednalo se o dubovou monokulturu, jasanový porost a relativně přirozený porost lužního lesa (*Quercus-Ulmetum*). V průběhu 7 let byly sledovány změny ve vývoji společenstev a v rámci jednoho z nich, v lužním lese, byla vyhodnocena popovodňová sukcese suchozemských stejnonožců.

Ke vzorkování společenstev bylo využito metody odchyty živočichů do zemních pastí na každé ze sledovaných lokalit. Sledovali jsme i vývoj endogeické části společenstva, a to pomocí metody tepelné extrakce živočichů z půdních vzorků. Za použití obou metod bylo získáno 14 430 jedinců 9 druhů. Z toho bylo získáno 7 929 jedinců o 7 druzích metodou zemních pastí a 6 501 jedinců 9 druhů metodou půdních vzorků.

Díky velkému množství chycených živočichů jsme mohli analyzovat také vztah druhů k některým environmentálním faktorům prostředí a stáří lokalit. Námi získané výsledky také potvrzují známou souvislost mezi početností druhu *Trachelipus rathkii* a úhrnnými měsíčními srážkami a také průměrnými měsíčními teplotami, které ovlivňují dobu trvání gravidity samic. Díky statistické analýze jsme zjistili signifikantní reakci druhu *T. pusillus* k úhrnným měsíčním srážkám. Aktivita druhu začala výrazněji narůstat, když úhrnné měsíční srážky vystoupily nad 80 mm, maxima dosáhla při srážkách 120 mm. Dále jsme zjistili souvislost mezi aktivitou *L. hypnorum* a průměrnými měsíčními teplotami. Nejvyšší epigeická aktivita druhu byla zjištěna při teplotách 15 – 20 °C.

Sledováním sukcesního vývoje různě starých společenstev a zejména srovnáváním společenstva nejstaršího porostu se stavem před povodní jsme došli k několika závěrům. Bylo zjištěno, že letní povodeň způsobila pokles abundance

živočichů vyskytujících se na lokalitách v následujících letech. Epigeická část společenstva byla postižena více než endogeická část. Povodní došlo i k ochuzení druhového spektra, které se však obnovilo již první rok po povodni. Výrazně byly ale ovlivněny dominance jednotlivých druhů, vyskytující se na lokalitách. Ke změnám dominací, směřující k zastoupení druhů zaznamenaném na srovnávací blízké lokalitě Záseky, docházelo zejména na nejstarším stanovišti. Zde bylo analýzou prokázáno, že k obnovení přirozené struktury endogeické části společenstva došlo 5 let po povodni. K obnovení přirozené struktury epigeické části společenstva došlo 7 let po povodni. Což ukazuje na lepší přežívání záplav v půdě než jejím povrchu. Na lokalitě se postupně zvyšovalo zastoupení povodní výrazně zdecimovaného druhu *Trichoniscus pusillus*, který byl po povodni nahrazen konkurenčně slabším druhem *Hyloniscus riparius*, který však posléze v průběhu sledování na této lokalitě postupně ustoupil. Tomu napovídá i přítomnost tohoto druhu, v porovnání s *T. pusillus*, v hlubších vrstvách půdy. Také před povodní přítomný druh *Porcellium conspersum* se na všechny lokality začal postupně navracet. Byla potvrzena i existence mezidruhové konkurence mezi druhy *P. conspersum* a *P. collicola*, které se nevyskytují na jednotlivých lokalitách ve významnějších počtech současně, i když mají stejné nároky na prostředí.

Během povodní pravděpodobně došlo k zavlečení druhu *Protracheoniscus politus* zjištěného na jiných stanovištích v Litovelském Pomoraví, ale na srovnávací blízké lokalitě dříve nezaznamenaného. Za zajímavý faunistický nález lze požadovat doklad půdního druhu *Androniscus roseus*, který dosud z území CHKO Litovelské Pomoraví nebyl znám.

Ačkoliv jsme zhodnotili současný stav společenstva stejnonožců jako poměrně blízký stavu předpovodňovému, je z výsledků zřejmé, že dynamika struktury společenstev je stále trvajícím procesem a nějaký konstantní „klimaxový“ stav neexistuje. Tato skutečnost je o to markantnější, že zkoumané lokality jsou nyní, v době dopisování práce, postiženy jarní záplavou mimořádného rozsahu. Lze předpokládat, že společenstvo stejnonožců získané v průběhu roku 2006 bude opět odlišné od společenstva z roku předchozího.

## 7. Seznam literatury

- Adis, J. (1992):** Überlebensstrategien terrestrischer Invertebraten in Überschwemmungswäldern Zentralamazoniens. *Verh. naturwiss. Ver. Hamburg.*, 33: 21-114.
- Adis, J., Junk, W.J. (2002):** Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology*, 47: 711-731.
- Beymeyer, A., Brzozowska, D. (1967):** Density, activity and consumption of isopoda on the Stellario- Deschampsitrum meadow. In *Methods of study of soil ecology: 225-230*. Phillipson, J. (Ed). UNESCO
- Culek, M. (Ed.) (1996):** Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma. 347 pp.
- Čarnogurský, J., Krumpálová, Z., Kalúz, S. (1994):** Soil Arthropods of forest and adjacent agrocoenoses in certain localities of the Danube region in Southwestern Slovakia. *Biologia*, 49: 173-183.
- Čepera, J. (1995):** Modelové skupiny epigeonu (Oniscidea, Diplopoda, Chilopoda) v různých ekosystémech Jižní Moravy. Disertation, MU Brno, Ms., 177 pp.
- Dominiak, B. (1962):** Materiały do fauny równonogów Polski. I. (Isopoda terrestria). *Fragmenta faunistica*, 10: 227-249.
- Dominiak, B. (1964):** Badania nad równonogami (Isopoda) Polski. I-III. *Fragmenta faunistica*, 11: 127-141.
- Drdúl, J. (1996):** Makrofauna listovej opadanky lužných lesov dolného toku Moravy. *Entomofauna carpathica*, 8: 74-82.
- Edeny, E. B., Allen, W., Mc Farlane, J. (1974):** Predation by terrestrial isopods. *Ekology* 55: 428-433.
- Farkas, S. (1998a):** The terrestrial isopod fauna of the Rinya region II. Péterhidal. *Miscnea zool. hung.*, 12: 45-53.
- Farkas, S. (1998b):** Population dynamics, spatial distribution, and sex ratio of *Trachelipus rathkei* Brandt (Isopoda: Oniscidea) in a wetland forest by the Drava river. *Isr. J. Zool.*, 44: 323-331
- Farkas, S., Hornung, E., Morschhause, T. (1999):** Composition of isopod assemblages in different habitat types. In: Tajovský K., Pižl, V. (eds.): *Soil Zoology in Central Europe*. ISB ASCR, České Budějovice: 37-44.
- Flasarová, M. (1958):** K poznání moravskoslezských Oniscoideí. *Časopis Slezského muzea v Opavě*, ??: 100-130.
- Flasarová, M. (1998):** *Ligidium germanicum* Verhoeff, 1901 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) im Wald Doubrava im Naturschutzgebiet Litovelské Pomoraví (Nordmähren, Tschechische Republik). *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 47: 271-272.

- Flasarová, M. (2000):** Übersicht über die faunistische Erforschung der Landasseln (Isopoda, Oniscoidea) in der Tschechische Republik. *Crustaceana*, 73: 585-608.
- Folkmanová, B., Kočíš, M., Zlámalová, M. (1955):** Příspěvky k poznání některých edafických skupin členovců z údolí Dyje. *Věst. Čs. spol. zool.*, 19: 306-330.
- Frankenberger, Z. (1959):** Stejnonožci suchozemští – Oniscoidea. *Fauna ČSR*, svazek 14. NČSAV, Praha.
- Gruner, H. E., (1966):** *Krebstiere oder Crustacea. 5. Isopoda, Tierwelt Deutschlands.* Gustav Fischer, Jena.
- Gere, G. (1956):** The examination of the feeding fiology and the humificative function of Diplopoda and Isopoda. *Acta Biol* 6: 267-271.
- Gulička, J. (1957):** Kvalitatívno-kvantitatívny rozbor pôdnej fauny Čierneho lesa (Ostrov). *Acta F. R. N. Univ. Comen., Zool.*, 2: 119-139.
- Gulička, J. (1960):** Vplyv kolísania vodného režimu na pôdnu makrofaunu Svätajurského Šúru. *Acta F. R. N. Univ. Comen., Zool.*, 4: 437-486.
- Haferkorn, J. (1996):** Der Einfluß von Hochwasser auf die Landasseln (Isopoda) in Mitteldeutschen Auenwäldern. *Verh. Ges. f. Ökol.*, 26: 333-337.
- Hassal, M., Sutton S. L. (1984):** Feeding behavior of terrestrial isopods in relation to plant defences microbial activity. *Symp Zool Soc Lond* 53: 487-505.
- Hassall, M., Dangerfield, J.M. (1989):** Inter-specific competition and relative abundance of grassland isopods-Monit. *Zool. Ital. (NS) Monog.* 4: 379-397.
- Herold, W. (1925):** Untersuchungen zur Ökologie und Morphologie einiger Landasseln. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 4 (3): 337-415.
- Jeřábková, L. (1999):** Dynamika dekompozičních procesů ve třech lesních porostech CHKO Litovelské Pomoraví. Diplomová práce, katedra ekologie PřF UP, Olomouc, Ms, 62 pp.
- Junk, W.J. (ed.) (1997):** *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System.* Springer-Verlag, Berlin.
- Krumpál, M. (1973):** Sezónna dynamika populácie suchozemských rovnakonožcov (Isopoda, Oniscoidea) prírodnej rezervácie Jurský šúr. *Biológia (Bratislava)*, 28: 879-884.
- Losos, B., Gulička, J., Lellák, J., Pelikán, J. (1984):** *Ekologie živočichů.* Praha. SPN. 320 pp.
- Machar, I. (1998):** Protipovodňový význam prirodzené údolní nivy a návrh optimalizace její protipovodňové ochranné funkce na modelovém příkladu Litovelského Pomoraví. *Krajina, voda, povodeň. Sborník Správy CHKO ČR*: 31-37.



- Nair, G. A. (1976):** Food and reproduction of the soil isopod. *Porcellio laevis*. Int J Exil Environ Sci (Biol) 18: 1967-172.
- Novák, P. (1991):** Syntetická půdní mapa české republiky 1 : 500 000. Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo ŽP, Praha.
- Oliver, P.G., Meechan, C.J. (1993):** Woodlice. Synopses of the British Fauna No. 49. London, The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association.
- Paris, O. H., Sikora, A. (1967):** Radiotracer analysis of the trophic dynamics of natural isopod populations. In: Petruszewicz K (ed) Secondary productivity of terrestrial ecosystems (principles and methods), vol II. Institute of Ecology Polish Academy of Science, Warsaw, pp 741-771.
- Pižl, V., Tajovský, K. (1998a):** Vliv letní povodně na půdní makrofaunu lužního lesa v Litovelském Pomoraví. Krajina, voda, povodeň. Sborník Správy CHKO ČR: 47-54.
- Pižl, V., Tajovský, K. (1998b):** Lumbricidae, Oniscidea, Diplopoda a Chilopoda v CHKO Litovelské Pomoraví. Final report for Správa CHKO Litovelské Pomoraví, Ms., 57 pp.
- Pižl, V., Tajovský, K. (1999b):** Výzkum půdních živočichů v CHKO Poodří. In: Neuschlová, Š. (ed.): Poodří - současné výsledky výzkumu v CHKO Poodří. Ostrava, Společnost přátel Poodří: 58.
- Quitt, E., (1975):** Klimatické oblasti ČSR. 1:500 000. Geodetický ústav ČSAV Brno. Brno.
- Scheu, S., Schaefer, M. (1998):** Bottom-up control of the soil macrofauna community in a beechwood on limestone: manipulation of food resources. Ecology, 79: 1573-1585.
- Schmalzfuss, H. (1984):** Eco-morphological strategies in terrestrial isopods, Symp. Zool. Soc. Lond, No 53: 49-69
- Schmalzfuss, H. (2003):** World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A, 654: 341 pp.
- Snider, R., Shaddy, J.H. (1980):** The ecobiology of *Trachelipus rathkei* (Isopoda). Pedobiologia, 20: 394-410.
- Sutton, S.L. (1968):** The population dynamics of *Trichoniscus pusillus* and *Philoscia muscorum* (Crustacea, Oniscoidea) in limestone grassland. Journal of Animal Ecology, 37: 425-444.
- Sutton, S.L. (1972):** Invertebrate types - Woodlice. London, Ginn & company limited.
- Tajovský, K. (1996):** Mnohonožky (Diplopoda), stonožky (Chilopoda) a suchozemští stejnonožci (Oniscidea) aluviálních ekosystémů jižní Moravy. In: Fošumová, P., Hakr, P., Husák, Š (eds.): Mokřady České republiky. Sborník abstraktů z celostátního semináře k 25. výročí Ramsarské konference. Třeboň, 3.-5.12.1996: 120-121.
- Tajovský, K. (1999a):** Mnohonožky (Diplopoda), stonožky (Chilopoda) a suchozemští stejnonožci (Oniscidea) CHKO Poodří. In: Zoologické dny Brno 1999. Abstrakta referátů z konference 4.-5. listopadu 1999: 1 p.

- Tajovský, K. (1999c):** Impact of inundations on terrestrial arthropod assemblages in southern Moravia floodplain forests, the Czech Republic. *Ekológia (Bratislava)*, 18, Suppl. 1: 177-184.
- Tajovský, K. (2000):** Mnohonožky (Diplopoda), stonožky (Chilopoda) a suchozemští stejnonožci (Oniscidea) vybraných aluviálních ekosystémů střední a severní Moravy (Litovelské Pomoraví a Poodří). In: Kovařík, P., Machar, I. (eds.): *Mokřady 2000. Sborník z konference při příležitosti 10. výročí vzniku CHKO Litovelské Pomoraví*. Správa CHKO ČR a Český Ramsarský výbor, Praha: 230-232.
- Tajovský, K. (2001):** Colonization of colliery spoil heaps by millipedes (Diplopoda) and terrestrial isopods (Oniscidea) in the Sokolov region, Czech Republic. *Restoration Ecology*, 9: 365-369.
- Tajovský, K. Pižl, V. (1998):** Půdní makrofauna (Lumbricidae, Oniscidea, Diplopoda a Chilopoda) Národního parku Podyjí. Výsledky výzkumu za rok 1998. Závěrečná zpráva pro Správu NP Podyjí, Ms.
- Tajovský, K., Pižl, V. (2000):** Půdně zoologický výzkum v CHKO Poodří. In: Řehák, Z., Bryja, J. (eds.): *Příroda Poodří, 1. celostátní přírodovědná konference s mezinárodní účastí*, Sborník abstraktů, MU Brno: 27-28.
- Ter Braak C., J., F., Šmilauer P. (1998):** CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca.
- Tuf, I.H. (1997):** Ekologická studie některých edafických skupin (Chilopoda, Diplopoda, Isopoda) v CHKO Litovelské Pomoraví. Diplomová práce, katedra zoologie a antropologie PŘF UP, Olomouc, Ms., 157 pp., 43 příloh.
- Tuf, I.H. (1998):** Olomoucká modifikace Tullgrenova extraktoru. In: *Zoologické dny Brno 1998. Abstrakta referátů z konference 5. a 6. listopadu 1998*, 1 p.
- Tuf, I.H. (2002):** Restoration of the centipede community (Chilopoda) after a summer flood. In: *12<sup>th</sup> International Congress on Myriapodology, July 2002, Mtunzini, South Africa*: 38.
- Tuf, I.H., Ožanová, J. (1998):** Chilopoda and Diplopoda in different ecosystems of Protected Landscape Area Litovelské Pomoraví. In: Pižl, V., Tajovský, K. (eds.): *Soil Zoological Problems in Central Europe*. Institut of Soil Biology ASCR, České Budějovice: 247-253.
- Tuf, I.H., Tufová, J. (2004):** Sympatric species of terrestrial isopods in floodplain forest – do their niches differ? In: Loureiro, S., Ferreira, A.L.G., Soares, A.M.V.M. (eds.): *6th international symposium on the biology of the terrestrial isopods*. Aveiro: Universidade: 71.
- Vandel, A. (1960):** Isopodes Terrestres. Premiere partie. *Faune de France*, 64. Paris.
- Warburg M. R., (1965):** The microclimate in the habitats of two isopod species in southern Arizona. *The Am. Midland Nature*, 73(2), 363-375.
- Warburg M. R. (1964):** The response of isopods towards temperature, humidity and light. *Animal Behaviour*, 12(1), 175-186.

- Warburg, M.R., Linsenmair, K.E., Berkovitz, K. (1984):** The Effect of Climate on the Distribution and Abundance of Isopods. *Symp. zool. Soc. Lond.*, 53: 339-367.
- Zerm, M. (1997):** Die Fauna der Tausend-, Hundert- und Zwergfüsser (Myriapoda: Diplopoda, Chilopoda, Symphyla) sowie der Landasseln (Isopoda: Oniscidea) im Unteren Odertal, unter besonderer Berücksichtigung des Standortfaktors Überschwemmung. *Zool. Beitr.*, 38: 97-134.
- Zerm, M. (1999):** Vorkommen und Verteilung von Tausendfüssern, Hundertfüssern, Zweigfüssern (Myriapoda: Diplopoda, Chilopoda, Symphyla) und Landasseln (Isopoda: Oniscidea) in den Auen des Unteren Odertal. *Limnologie aktuell*, 9: 197-210.
- Zulka, K.P. (1991):** Überflutung als ökologische Faktor: Verteilung, Phänologie und Anpassungen der Diplopoda, Lithobiomorpha und Isopoda in den Flussauen der March. *Disertation, FNF Univesität Wien, Ms.*, 65 pp.
- Zulka, K.P. (1992):** Myriapods from a Central European River Floodplain. *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Suppl.* 10: 189.
- Zulka, K.P. (1999):** Flussbauliche Massnahmen und ihre ökologischen Konsequenzen. *Fleissende Grenzen. Lebensraum March-Thaya-Auen*: 305-314.

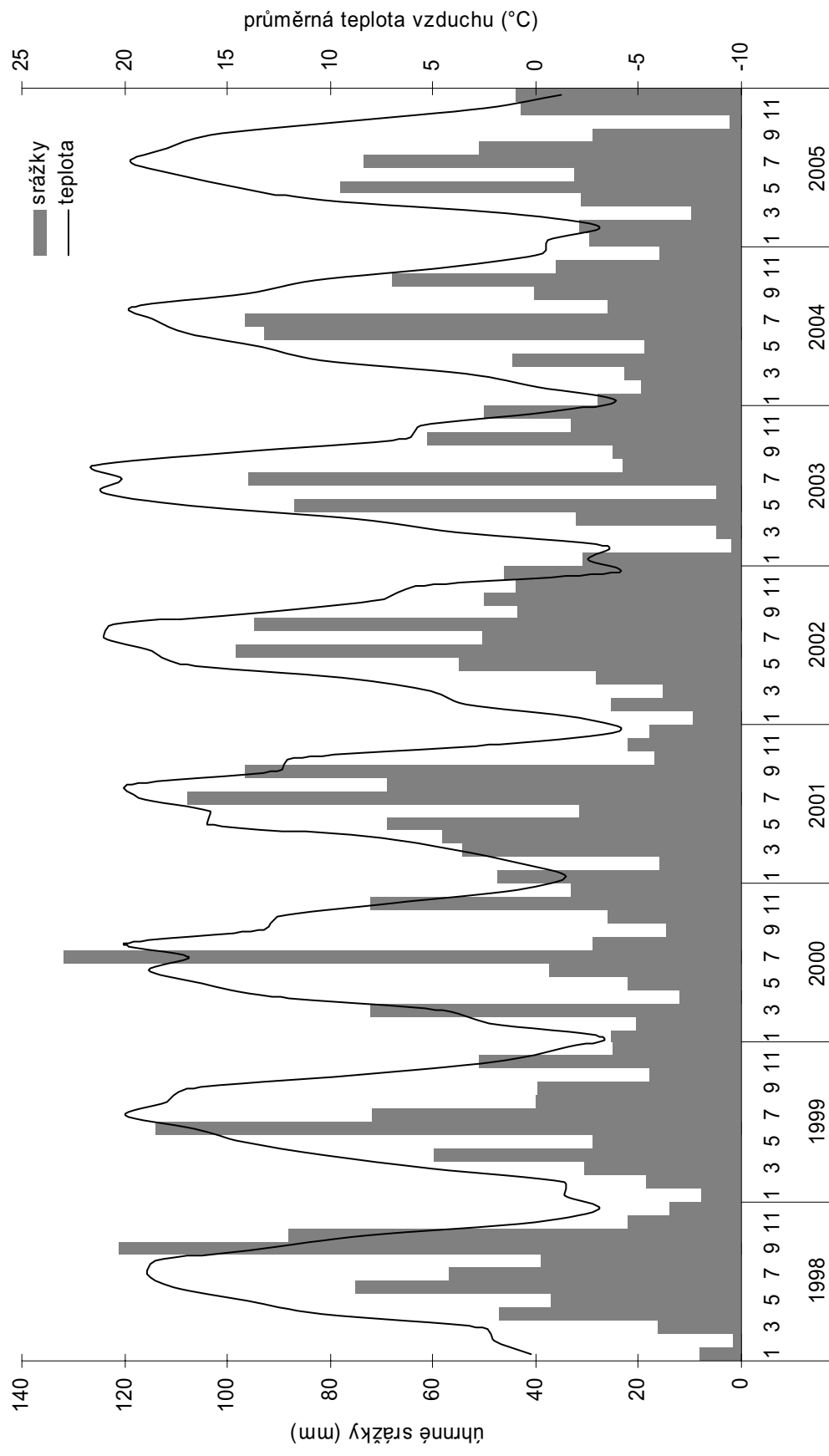
[www.chmu.cz/meteo/met\\_main.html](http://www.chmu.cz/meteo/met_main.html)

## **8. Seznam příloh**

Příloha 1: Klimatogram okolí Olomouce z jednotlivých let výzkumu ( 1998 – 2005).

Příloha 2: *Trachelipus rathkii*

Príloha 1: Klimatogram okolí Olomouce z jednotlivých let výzkumu (1998 - 2005).



Příloha 2: *Trachelipus rathkii* (I. H. Tuf, 2006)



Litovelské Pomoraví, 30-III-2006