

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí

**Eva Jeřábková**

**Diurnální aktivita epigeických bezobratlých  
v prostředí lužního lesa**

Diplomová práce  
v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

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

Olomouc 2006

## **Prohlášení**

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

V Olomouci 28. dubna 2006

.....

Podpis

## **Poděkování**

Moje poděkování za podporu při řešení problému patří především vedoucímu mého projektu Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. a za pomoc v terénu vděčím spoustě ochotných lidí – pracovníkům naší katedry, mým kamarádům a kolegům studentům P. Dedkovi, J. Tufové, V. Holecovi, J. Bartošové, D. Čáňové, O. Doležalovi, A. Véle, H. Kovaříkové, L. Brablcové, I. Buriánkové, T. Caizlovi, Z. Dubové, M. Havránkovi, J. Hrubému, K. Jakešové, S. Kořínkové, V. Machovi, L. Najmanové, M. Růžičkovi, E. Stebelské, R. Studenému, A. Štemberkové a T. Vítкови. Adamovi Véle děkuji za pomoc se statistikou.

V Olomouci, 28. dubna 2006

## Abstrakt

Jeřábková, E.: Diurnální aktivita epigeických bezobratlých v prostředí lužního lesa

Diurnální epigeická aktivita vybraných sedmi taxonomických skupin členovců (Aranae, Opiliones, Oniscidea, Chilopoda, Diplopoda, Heteroptera a Coleoptera) byla studována v prostředí lužního lesa na dvou lokalitách – ve starém lužním lese (Querco–Ulmetum) a na přilehlé mýtině v průběhu 18 dnů na jaře a 25 dnů na podzim roku 2004. Frekvence výběru pastí byla 3 hodiny a během celého období byla měřena teplota půdního povrchu. Celkový úlovek představoval 11.771 členovců. Dominantními skupinami byli pavouci, brouci a sekáči. Pro stanovení diurnální aktivity byly počty jedinců převedeny na 60 pastí za 18 dní a denní cyklus rozdělen na čtyři periody (den, noc, soumrak a úsvit; dvě poslední kategorie při hodnocení sloučeny do jedné – šero). U pavouků, brouků a ploštic převažovala denní aktivita (ve vzestupném pořadí) a sekáči, stonožky a mnohonožky se jeví spíše jako noční. Suchozemští stejnonožci měli spíše rovnoměrnější distribuci s mírnou převahou noční periody. Sledována byla závislost distribuce epigeické aktivity v cirkadiánním cyklu taxonomických skupin a jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců a sekáčů na sezóně a lokalitě. Provedena byla rovněž analýza vlivu prediktorů – teploty půdního povrchu a denní doby, na diurnální aktivitu jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců a sekáčů. Rozložení diurnální aktivity v průběhu 24–hodinového cyklu mnohonožek, ploštic a brouků bylo pravděpodobně silněji sezónně ovlivněno. Rozdílné stanovištní podmínky nejvíce ovlivňovaly distribuce diurnální aktivity pavouků a brouků.

Klíčová slova: diurnální aktivita, epigeon, padací pasti, sezóna, lokalita, denní doba, teplota

## Abstrakt

Jeřábková, E.: Diurnal activity of epigeic invertebrates

in environment of floodplain forest

Diurnal epigeic activity of chosen seven taxonomy groups of arthropods (Aranae, Opiliones, Oniscidea, Chilopoda, Diplopoda, Heteroptera a Coleoptera) was studied in an environment of floodplain forest on two locations – in old floodplain forest (Querco–Ulmetum) and on neighbouring clear-cut for 18 days in spring and 25 days in autumn of the year of 2004. Frequency of picking out of simple pitfalls was 3 hours and the temperature of the ground was measured during the whole period. The whole catch was constituted of 11.771 individuals. Predominant groups were the spiders, beetles and harvestmen. For determination of diurnal activity the abundance of individuals was re-counted to 60 traps for 18 days and the dial was separated into four periods (day, night, dusk and dawn, the two last category was collected into the one period, twilight, for the appreciation). About the spiders, beetles and sheet bars the diurnal activity predominates (in rising sequence) and harvestmen, centipedes a millipedes appear rather being nocturnal. The terrestrial isopods have rather more even distribution with mild prevalence period of the dark. The dependance of epigeic activity distribution in the circadian cycle that of taxonomic groups and the species individuals of terrestrial isopods and harvestmen on various seasons and habitats. The analyse of factor influence was carried out that of temperature of the ground a of the daytime. Distribution of diurnal activity of millipedes, sheet bars and beetles along the 24–hours cycle was probably strong seasonally affected. Various habitat conditions affect the most the distributions of diurnal activity of spiders and beetles.

Key words: diurnal activity, epigeon, pitfalls, season, habitat, daytime, temperature

## Obsah

1 Úvod.....	6
2 Materiál a metodika.....	9
2. 1 Území a zvolené lokality.....	9
2. 2 Metodika.....	11
3 Výsledky.....	14
3. 1 Prediktory výskytu a diurnální aktivita vyšších taxonů epigeonu.....	14
3. 1. 1 Aranae.....	15
3. 1. 2 Chilopoda.....	16
3. 1. 3 Diplopoda.....	17
3. 1. 4 Heteroptera.....	18
3. 1. 5 Coleoptera.....	19
3. 2 Prediktory výskytu a diurnální aktivita suchozemských stejnonožců.....	20
3. 2. 1 Prediktory výskytu a diurnální aktivita jednotlivých druhů.....	21
3. 2. 2 Analýza environmentálních faktorů.....	25
3. 3 Prediktory výskytu a diurnální aktivita sekáčů.....	28
3. 3. 1 Prediktory výskytu a diurnální aktivita jednotlivých druhů.....	29
3. 3. 2 Analýza environmentálních faktorů.....	35
4 Diskuse.....	39
4. 1 Příčiny cirkadiánní rytmicity v lokomoční aktivitě, teorie vývoje k symetrii.....	39
4. 2 Zvolená metodika.....	41
4. 3 Diurnální aktivita epigeonu a její změny v závislosti na sezóně.....	42
4. 4 Diurnální aktivita epigeonu a její změny v závislosti na lokalitě.....	49
4. 5 Analýza vlivu teploty a denní doby na epigeickou aktivitu jednotlivých druhů vybraných skupin.....	52
5 Závěr.....	54
Použitá literatura.....	57
Seznam příloh.....	60

# 1 Úvod

Společenstvo epigeických bezobratlých organismů je svým výskytem vázáno na povrch půdy. Existuje mnoho činitelů v prostředí působících na jejich přežívání, abundanci, distribuci v prostoru i čase, chování aj. Jejich distribuci v prostoru i čase a jejich aktivitu ovlivňují náhodně se vyskytující změny (např. bouřky či jiné disturbance) nebo změny opakující se pravidelně v určitém rytmu. Perioda těchto cyklů může být různá, jsou známy cykly víceleté, roční (cirkaanuální), měsíční a denní (cirkadiánní) rytmy.

Cirkadiánní rytmy jsou všeobecně rozšířené v živočišné říši. Poměr světla a tmy je závislý na poloze lokality, ročním období a konkrétním biotopu. V konstantní tmě se nachází půdní a jeskynní zvířena, konstantnímu světlu jsou po část roku vystaveni živočichové za polárním kruhem. Obecně se poměr tmy a světla v průběhu roku pohybuje okolo 12:12, velikost změny závisí na zeměpisné šířce. V laboratořích se testuje vliv délky fotoperiody na změnu rytmicity živočichů (Koilaraj et al. 2000), poměr světla a tmy se pohybuje od konstantního světla (LL, light–light), přes různé poměry světla a tmy (LD, light–dark) po konstantní tmu (DD, dark–dark), přičemž organismy v těchto režimech vykazují specifické rytmy aktivity.

O problematice těchto rytmů v souvislosti s lokomoční aktivitou bezobratlé fauny pojednávalo již mnoho prací. Například Park et al. (1931) se zabýval studiem noční ekologie ve starém bukovém lese v Ohio. Jeho data získaná přímým pozorováním indikují u nočních druhů pevný rytmus aktivity – aktivní v noci, inaktivní ve dne. Avšak vizuální experimenty jiného odborníka praktikované na mnohonožkách (Cloudsley-Thompson 1951) prokázaly, že diurnální cyklus aktivity organismů na povrchu půdy je sice primární reakcí na světlo a tmu, ale je i korelován s večerním poklesem teploty. To naznačuje, že vazba epigeické aktivity na specifický světelný režim je pravděpodobně ovlivňována nejen samotným denním cyklem, ale i dalšími činiteli jako je např. teplota. Cloudsley-Thompson (1951) pomocí aktografu prezentoval endogenní diurnální rytmus nezávislý na změně světla a teploty, který přetrvával až 19 dnů. Jiná jeho studie prokázala noční aktivitu u stonožek teplých a suchých oblastí. Jejich specifický rytmus zůstal zachován ve tmě i při konstantní teplotě, ale rychle vymizel při trvalém světle (Cloudsley-Thompson & Crawford 1970).

Otázkou tedy zůstává, které prediktory diurnální aktivity lze považovat za směrodatné, a do jaké míry.

V mnohých výzkumech byly porovnávány vzorky z různých stanovišť, neboť se předpokládá, že odlišné podmínky prostředí mohou zapříčinit rozdíly v diurnální aktivitě. Vhodné lokality pro porovnání si zvolil Williams (1959b), který hodnotil význam komplexnosti prostředí v distribuci lokomoční aktivity v průběhu dne. Srovnával mladý lesní porost, porost s převládajícími křovinami a nově osetou plochu, která byla nedávno nechána ladem. Ilosvay (1982) sledoval diurnální aktivitu stejnonožců v různě starých bučinách v Maďarsku. Park et al. (1931) věnoval ve své práci rovněž pozornost bukovým lesním porostům. Do dubového lesa umístil pasti Banerjee (1967). Jiné studie obracejí svou pozornost k lokalitám přístupnějším slunečnímu svitu jako jsou např. louky (Dondale et al. 1972) nebo extrémnější biotopy v suchých a teplých oblastech (Cloudsley-Thompson & Crawford 1970). Pozornost byla věnována rovněž potenciálnímu vlivu ročního cyklu, tedy sezónním změnám (Williams 1959b, Williams 1959a, Williams 1962, Banerjee 1967 ad.).

Při experimentech byla použita různá metodika – vizuální experimenty v terénu či laboratoři (Bano & Krishnamoorthy 1979, Koilraj et al. 1999, 2000; Ammar & Morgan 2005) nebo aktografem snímaná lokomoční aktivita (výše uvedené), jednoduché padací pasti s různými fixačními medii nebo bez nich (Williams 1959a, Williams 1962, Banerjee 1967 ad.) nebo složitější pasti separující vzorky podle času (Williams 1968, 1959b; Dondale et al. 1972).

Vzhledem ke zvolené metodice musely být v průzkumech diurnální aktivity vhodné periody charakterizující odlišné fáze dne (noc, svítání, soumrak, den) a rovněž musela být vhodně volena frekvence odběru vzorků. Nejčastěji byl 24hodinový cyklus rozdělen do šesti period (Williams 1959b, 1959a, 1962, Banerjee 1967, Dondale et al. 1972). Více period (10) vymezil Ilosvay (1982).

Mnoho odborníků se zaměřilo na studium konkrétních skupin epigeické makrofauny, např. Cloudsley-Thompson & Crawford (1970) sledoval diurnální aktivitu stonožek, jiní autoři prezentovali výsledky z výzkumu na mnohonožkách (Koilraj et al. 2000, Bano & Krishnamoorthy 1979, Koilraj et al. 1999, Cloudsley-Thompson 1951, Banerjee 1967) nebo suchozemských stejnonožců (Ammar



& Morgan 2005). Williams (1959a) se ve své práci věnoval problematice diurnální aktivity střevlíkovitých brouků a později publikoval (1962) rovněž výsledky studie týkající se sekáčů a pavouků. Výskytem sekáčů v nížinném lese a jejich distribucí během roku se ve své zabýval Obrtel (1976). Komplexnější studii zpracoval Ilosvay (1982), který sledoval diurnální aktivitu více skupin epigeonu (Oniscidea, Diplopoda, Chilopoda, Dermaptera, Carabidae, Staphylinidae, Diptera, Formicidae, Phalangiidae a Araneida).

Hlavním cílem této diplomové práce bylo získat co nejvíce poznatků o diurnální aktivitě půdní bezobratlé makrofauny v prostředí lužního lesa se speciálním důrazem na suchozemské stejnonožce a sekáče.

Dílčí cíle práce:

1. zjistit denzity jednotlivých vybraných taxonomických skupin kmene členovců
2. zjistit rozdíly v diurnální aktivitě vyšších taxonů odchyceného epigeonu
3. zjistit, zda se liší diurnální aktivita vyšších taxonů v závislosti na různých lokalitách (les, mýtina) a různých ročních obdobích (jaro, podzim)
4. zjistit denzity jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců a sekáčů
5. zjistit rozdíly v diurnální aktivitě mezi jednotlivými druhy suchozemských stejnonožců a sekáčů
6. zjistit, zda se liší diurnální aktivita jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců a sekáčů v závislosti na různých lokalitách (les, mýtina) a různých ročních obdobích (jaro, podzim)
7. modelovat a testovat vliv zvolených prediktorů diurnální aktivity jednotlivých druhů – teplota a denní doba.

## 2 Materiál a metodika

### 2. 1 Území a zvolené lokality

Chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví, vyhlášená v roce 1990, zabírá plochu 96 km<sup>2</sup> v údolní nivě řeky Moravy severně od Olomouce. Oblast představuje z geomorfologického hlediska část Hornomoravského úvalu a Olomoucko – Litovelské sníženiny. Obě části jsou odděleny Třesínským prahem. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 213 až 345 m n. m. Kvartérní říční sedimenty, pokrývající toto území, jsou v severní části (v Mohelnické brázdě) složeny z tercierní jezerní sedimentace jako základu. Geologicky se oblast vyznačuje kaolinickými jíly, písky a štěrky. Půdním typem je glejová fluvizem (nivní bezkarbonátový sediment) (Novák 1991 in Ožanová 2001) Celý tzv. Litovelský bioregion se nachází z větší části v mezofytiku, z menší v termofytiku (Culek 1996 in Ožanová 2001). Klimaticky spadá území do mírně teplé oblasti MT10 a teplé oblasti T2 (hranici mezi nimi tvoří Třesínský práh). Zvolené lokality náležejí do teplé oblasti T2, k níž jsou vázány charakteristiky uvedené v tab. 1 (Quitt 1970 in Ožanová 2001):

**Tabulka 1:** Teplá klimatická oblast T2.

<b>Charakteristika</b>	<b>Hodnota</b>
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
Srážkový úhrn v zimním období	*220 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 80
Počet dnů zamračených	120 - 140
Počet dnů jasných	40 - 50
* pozn. – v mm/rok	

Při zvýšených průtocích řeky Moravy dochází pravidelně k záplavám, při nichž jsou postiženy lesy Litovelského Pomoraví. Povodňová vlna vytvoří každý rok systém periodických ramen a kanálů. Místy je les zaplavován i plošně. Výskyt záplav charakteristických pro toto území spadá do jarního období (únor až květen) (Krejčí 2000, Merta 2000 in Ožanová 2001).

Lokality, na nichž byla prováděna terénní část výzkumu, se nacházejí v údolní nivě řeky Moravy, kterou zde lemují lužní lesy a louky, v blízkosti obce

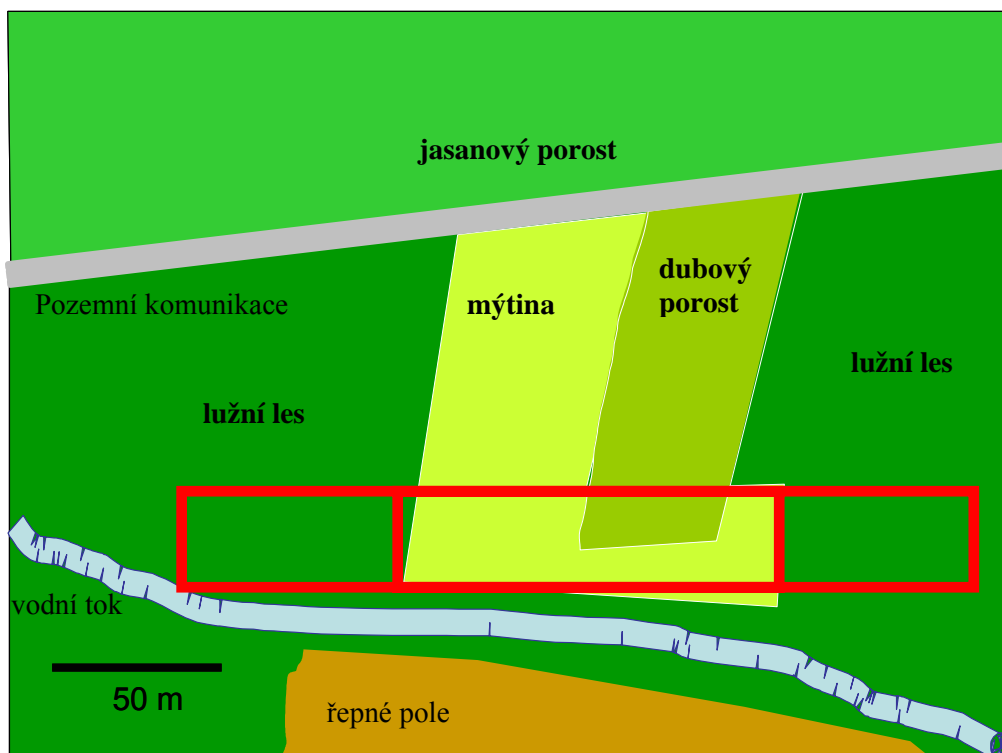
Horka nad Moravou (SZ od obce – viz Obr. 1) na území chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví (Střední Morava). Přesná souřadnicová poloha lokalit je 49°65'N a 17°20'E, nadmořská výška 210 m n. m.

**Obrázek 1:** Poloha lokality a její dostupnost z nejbližší obce



Ke srovnání byly zvoleny dvě lokality – **starý lužní les** (*Quercus-Ulmetum*), jehož bylinné patro je tvořeno druhy *Anemone nemorosa*, *Polygonatum* spp., *Lathyrus vernus*, *Maianthemum bifolium* a *Eurhynchium hians* (dominantní mech); a **přilehlá mýtina**, zarostlá na podzim netýkavkou *Impatiens glandulifera*. Tato mýtina vznikla vykácením části lesa v listopadu roku 2002 a v březnu následujícího roku byla osázena dubem, jilmem a lípou v poměru 8 : 1 : 1. Zbytky dřeva po vykácení byly štěpkovány a rozptýleny po celé ploše mýtiny. Hmotnost opadu v lese představovala v listopadu 1998 hodnotu 622 g/m<sup>2</sup>. Nivní půda je na lokalitách hlinitopísčité až hlinitá s pH 4,8–5 (Jeřábková 1999). Průměrný roční srážkový úhrn činí 520 mm a průměrná roční teplota 9,1 °C.

**Obrázek 2:** Vymezená plocha lokalit (červeně orámované plochy)



## 2. 2 Metodika

Reprezentativní vzorek populací bezobratlé epigeické makrofauny byl shromážděn pomocí 100 zemních padacích pastí bez fixační tekutiny (plastové lékárnické kelímky o objemu 250 ml, výšce 10 cm a průměru hrdla 7 cm). V lese bylo umístěno v jedné linii 60 a na přilehlé mýtině stejným způsobem 40 pastí, mezi nimiž byly dodrženy třímetrové odstupy. Instalace pastí proběhla v jarní a podzimní sezóně roku 2004. Pasti byly vybírány a kontrolovány v druhé polovině jarní sezóny po dobu 18 dnů (20. května, 12.00 – 7.června, 9.00) a na začátku podzimního období trval odchyt 25 dní (23. září, 18.00 – 18. října, 12.00). V průběhu těchto období byli jedinci odchycených druhů každé tři hodiny (v 0.00, 3.00, 6.00, 9.00, 12.00, 15.00, 18.00 a ve 21.00 hod.) na obou zvolených lokalitách vybírání a umístění i s popiskou ( datum, čas, lokalita) do plastových uzavíratelných vaniček s 1% roztokem formaldehydu. V průběhu odběru byly kvalita zakopání jednotlivých pastí kontrolována a opravována (okraj kelímku nesměl vyčnívat nad povrch půdy). Ve jmenovaných kontrolních časech byla na obou lokalitách měřena i teplota (na každé lokalitě ve dvou

místech) pomocí datalogerů Minikin TH (firma EMS Brno). Odběry zajišťovala početnější skupina spolupracovníků (viz poděkování).

Biologický materiál byl nejdříve roztríděn do vybraných taxonomických skupin kmene členovců (Arthropoda), konkrétně se vybírali: suchozemští stejnonožci (Crustacea: Isopoda: Oniscidea), stonožky a mnohonožky (Myriapoda: Chilopoda & Diplopoda), pavouci a sekáči (Chelicerata: Arachnida: Araneae & Opiliones), ploštice a brouci (Hexapoda: Hemiptera: Heteroptera & Coleoptera). Mým úkolem bylo roztrdit a určit stejnonožce a sekáče, determinace ostatních skupin byla provedena (či probíhá) specialisty na tyto taxony (Chilopoda: Dr. Tuf; Diplopoda: Mgr. Tufová; Araneae: Dr. Krumpálová; Heteroptera: Dr. Malenovský; Carabidae: Bc. Dedek). Materiál stejnonožců a sekáčů, roztrdění a determinovaný, je deponován v 70% ethanolu ve sbírce I. H. Tufa na Katedře ekologie a životního prostředí UP v Olomouci, materiál z ostatních skupin je ve sbírkách jednotlivých determinátorů. Stejnonožci byly taxonomicky zařazeni podle Schmalfusse (2003) a zdrojem pro taxonomii sekáčů byla Fauna Europaea (Martens 2004).

Pro prezentaci výsledků v diplomové práci byl použit program Microsoft Excel, práce byla napsána v programu Microsoft Word. Poněvadž na podzim odchyť probíhal delší dobu než na jaře (25 dní) a na mýtině bylo rozmístěno méně pastí (40), výsledky zaznamenané na jednotlivých lokalitách v jednotlivých obdobích jsou prezentovány jako přepočtené na počet jedinců chycených do 60 pastí za odchyťové období 18 dní. Podle charakteristických denních období, která jsou závislá na východu a západu slunce byly stanoveny 4 časově vymezené kategorie epigeické aktivity (noční značena černě, aktivita za úsvitu zn. vodorovnou šrafou, denní zn. bíle a soumravná aktivita šikmou šrafou ve všech grafech epigeické aktivity), do nichž byly organismy roztrdění podle času (3–hodinové intervaly), kdy byly odchyceny. Na jaře vycházelo slunce mezi 5.07 – 4.52 a zapadalo v rozmezí 20.47 – 21.06 hodin. Na podzim východ slunce spadal mezi 6.48 – 7.27 a západ mezi 18.55 – 18.02 (SLČ). Rozmezí pro aktivitu za úsvitu a za soumraku byla stanovena do doby ohraničené limity – východ/západ slunce  $\pm$  1 hodina. Jako odchyť za úsvitu byl na jaře označen 6.00, z něhož až 2/3 členovců odpovídaly vymezené kategorii. Stanovená frekvence odchyťu zkreslila údaje o soumravné aktivitě na jaře,

protože odpovídala pouze asi třetině vzorku periody 21.00. Dvě třetiny půlnočního úlovku lze zařadit ke kategorii noční aktivita. Asi 75 % odchytu v 9.00 na podzim zahrnuje organismy aktivní za úsvitu. Převážná část periody 6.00 byla ještě tma. Většinu odchytu 18.00 na podzim lze zařadit k denní aktivitě (více než 2/3), proto byl jako soumravný označen pouze odchyt 21.00, protože více než polovina jeho periody spadala do soumravné kategorie. Aktivita za soumraku a za úsvitu byla sdružena ve výsledcích v celkovou aktivitu za šera.

Získané údaje týkající se druhů (početnost) a environmentálních faktorů (teplota povrchu půdy, sezóna, lokalita a čas, respektive specifická denní doba) byly shromážděny a překódovány do tzv. indikátorových proměnných, aby mohly být zaneseny do statistického programu. Pokud má určitý vzorek (pozorování) určitou hodnotu faktoru, nabývá příslušná indikátorová proměnná hodnoty 1.0. Všechny ostatní hodnoty tvořící faktor nabývají hodnoty 0.0 (Lepš & Šmilauer 2000). Kvalitativní data (sezóna – jaro/podzim a lokalita – les/mýtina) byla tedy překódována 0 nebo 1 podle situace. Z analýzy byly vypuštěny druhy s dominancí nižší než 2 %.

Statistická analýza, kterou představovaly metody na základě mnohorozměrné ordinace dat, přímé gradientové analýzy – DCCA (trendu zbavená kanonická korespondenční analýza) a RDA (redundanční analýza), byly provedeny v programu CANOCO pro Windows 4.5<sup>©</sup> (ter Braak & Šmilauer 1998). Součástí analýz byly i regresní modely. Jelikož nelze předpokládat lineární závislost druhu na nezávislé proměnné (čas, teplota) přicházely v úvahu zobecněné aditivní modely – GAM (Generalised Additive Models). K testování významnosti vztahů mezi daty týkající se druhů a prediktory jejich diurnální aktivity (faktory prostředí) 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<sup>©</sup>.

## 3 Výsledky

### 3.1 Prediktory výskytu a diurnální aktivita vyšších taxonů epigeonu

Za celé zvolené období bylo odchyceno téměř 12.000 zástupců epigeické makrofauny. Pavouci představovali asi polovinu (50,6 %) celkového úlovku. Druhou největší skupinou byli brouci – téměř 20% zastoupení členovců. Více než desetinu celkového úlovku tvořili sekáči (11,5 %). Nejmenším podílem (2 %) se vyznačuje skupina terestrických stejnonožců.

**Tabulka 1:** Přehled uloveného materiálu epigeických členovců

taxon	počet (ind.)
Araneae	5.951
Opiliones	1.352
Oniscidea	231
Chilopoda	470
Diplopoda	510
Heteroptera	951
Coleoptera	2.306
celkem	11.771

**Tabulka 2:** Rozdělení skutečného úlovku podle sezóny a lokality

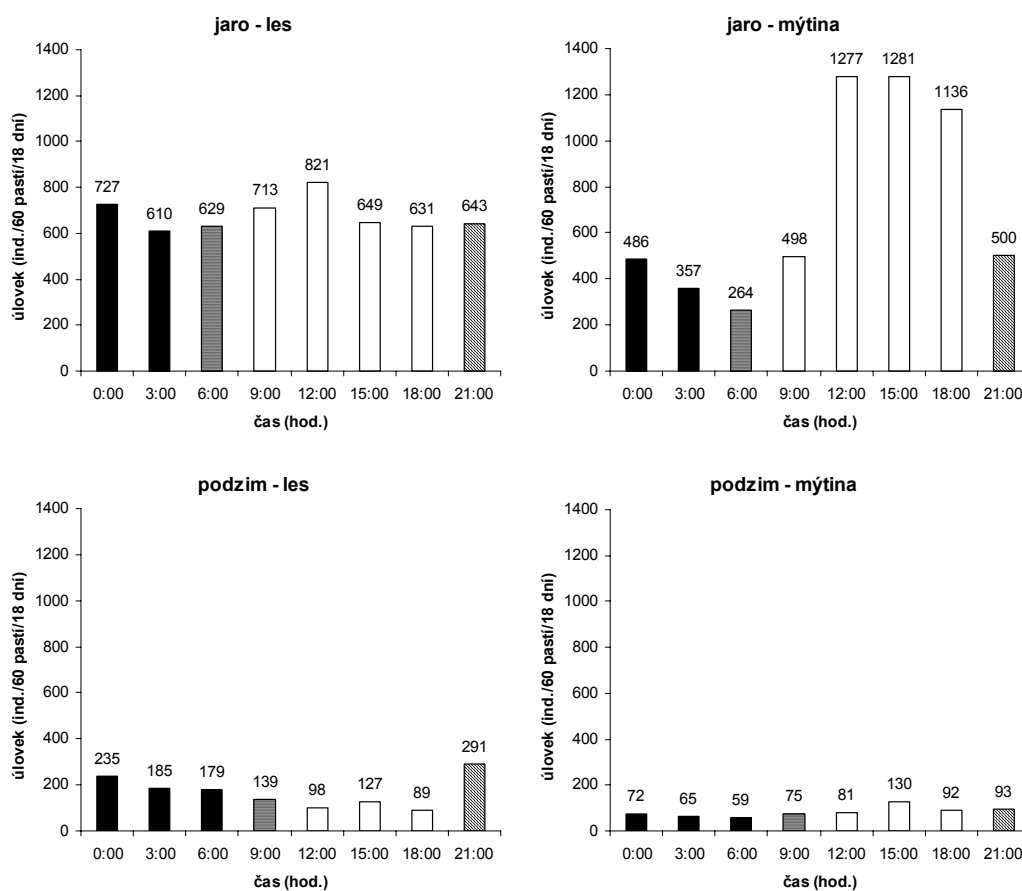
sezóna/lokality	les	mýtina	celkem
jaro	5.423	3.865	9.288
podzim	1.866	617	2.483
celkem	7.289	4.482	11.771

**Tabulka 3:** Hodnoty úlovků upravené jednotně na počet jedinců / 60 pastí / 18 dní.

sezóna/lokality	les	mýtina	celkem
jaro	5.423	5.798	11.221
podzim	1.344	666	2.010
celkem	6.767	6.464	13.231

Převážná část celkového úlovku byla získána na jaře (cca 85 %). Z celkového úlovku zahrnoval les o málo větší podíl – 51 % a mýtina asi 49 %. Nejvíce členovců vykazovalo aktivitu přes den (více než 7.500 členovců, cca 58 % celkového odchyty). Asi pětina úlovku byla aktivní za šera (Graf 1).

**Graf 1: Diurnální aktivita uloveného epigeonu**



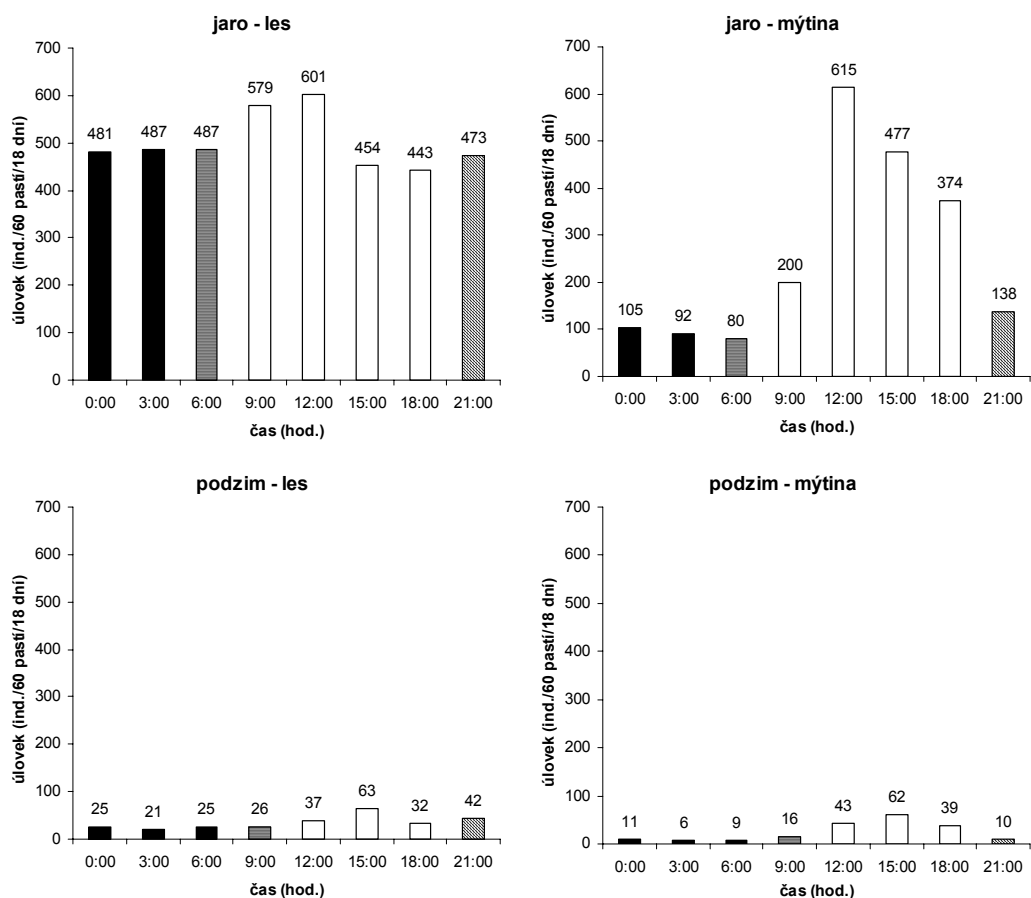
### 3. 1. 1 Araneae

Pavouci představovali nejpočetnější skupinu zaznamenanou hlavně v jarní sezóně (cca 93 % jedinců). V pastech v lese bylo nalezeno až 61 % jarního odchyty. Celkově se les podílel na zastoupení pavouků až ze 65 %. Jejich aktivita byla nejvyšší v odpoledních hodinách (cca 61 % pavouků aktivních přes den), hlavně v jarním období (57 % ind. z celkového úlovku). Z jedinců odchycených na jaře na mýtině mělo až 80 % denní aktivitu (Graf 2) Uvážíme-li ale, že bylo na jaře do kategorie denní aktivity zahrnuto více odchytových period než na podzim, může být tento počet nadhodnocený.





**Graf 2: Diurnální aktivita – Araneae**



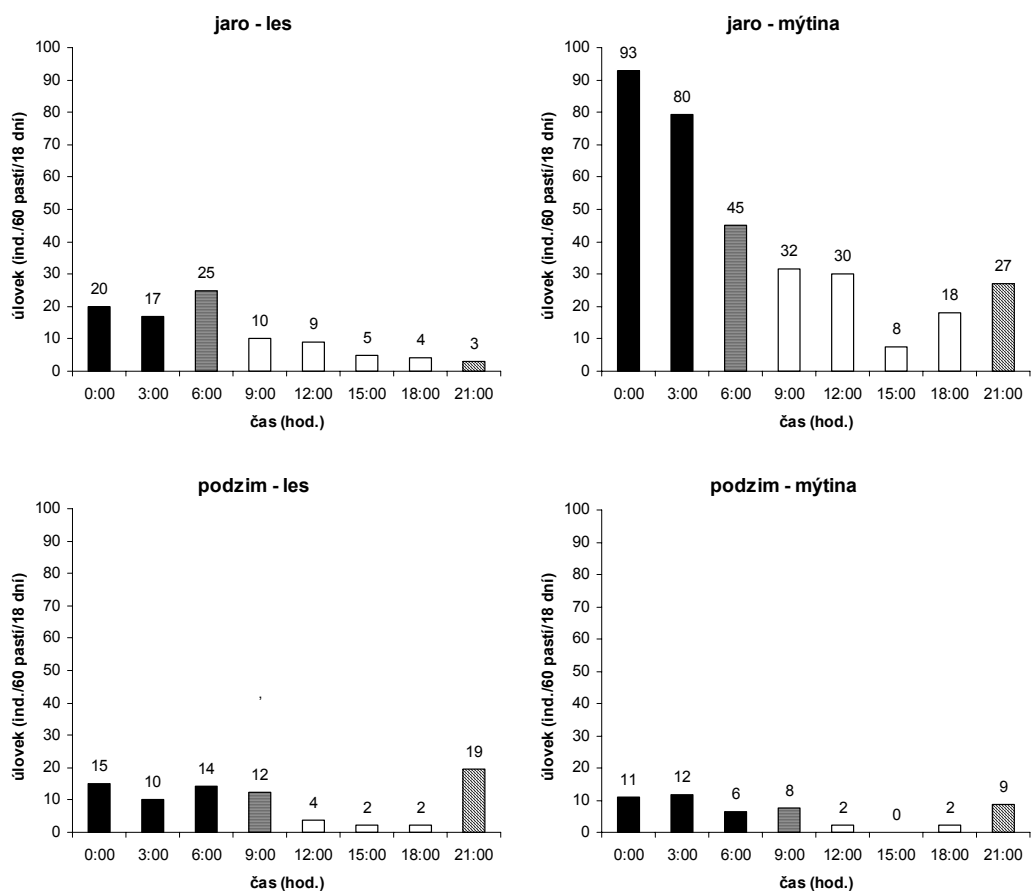
### 3. 1. 2 Chilopoda

Stonožky byly výrazně zastoupeny v jarní sezóně – 77 %, kde byla jejich aktivita vyšší na mýtině (60 %).



Odchyty na mýtině v obou sezónách zabíraly až 69 % celkového úlovku. Epigeická aktivita stonožek nebyla tak úzce vázána na denní cyklus. Jejich aktivita převládala za noci (cca 50 %), Za šera byly stonožky aktivní na 27 % a za dne na 23 %.

**Graf 3: Diurnální aktivita – Chilopoda**

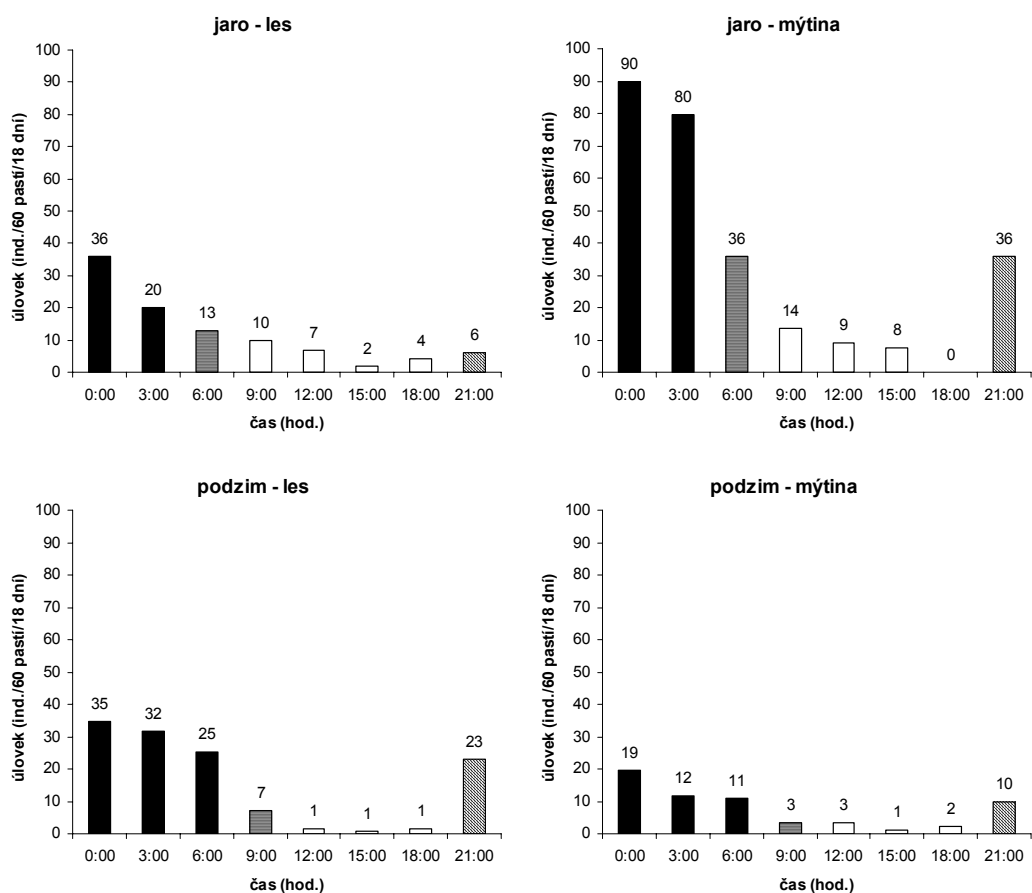


### 3. 1. 3 Diplopoda

Z jarní sezóny bylo nashromážděno až 66 % celkového úlovku mnohonožek. Na mýtině vykazují mnohonožky vyšší aktivitu – téměř 60 %. Nejvíce byli zástupci tohoto řádu aktivní v noci (65 %). Za šera bylo odchyceno 24 % mnohonožek a nejméně byly tyto organismy aktivní za dne (cca 11 %). Poměry odchytů za úsvitu a za soumraku byly většinou srovnatelné, jen na podzim bylo třikrát více jedinců aktivních za soumraku než za úsvitu.



**Graf 4:** Diurnální aktivita – Diplopoda

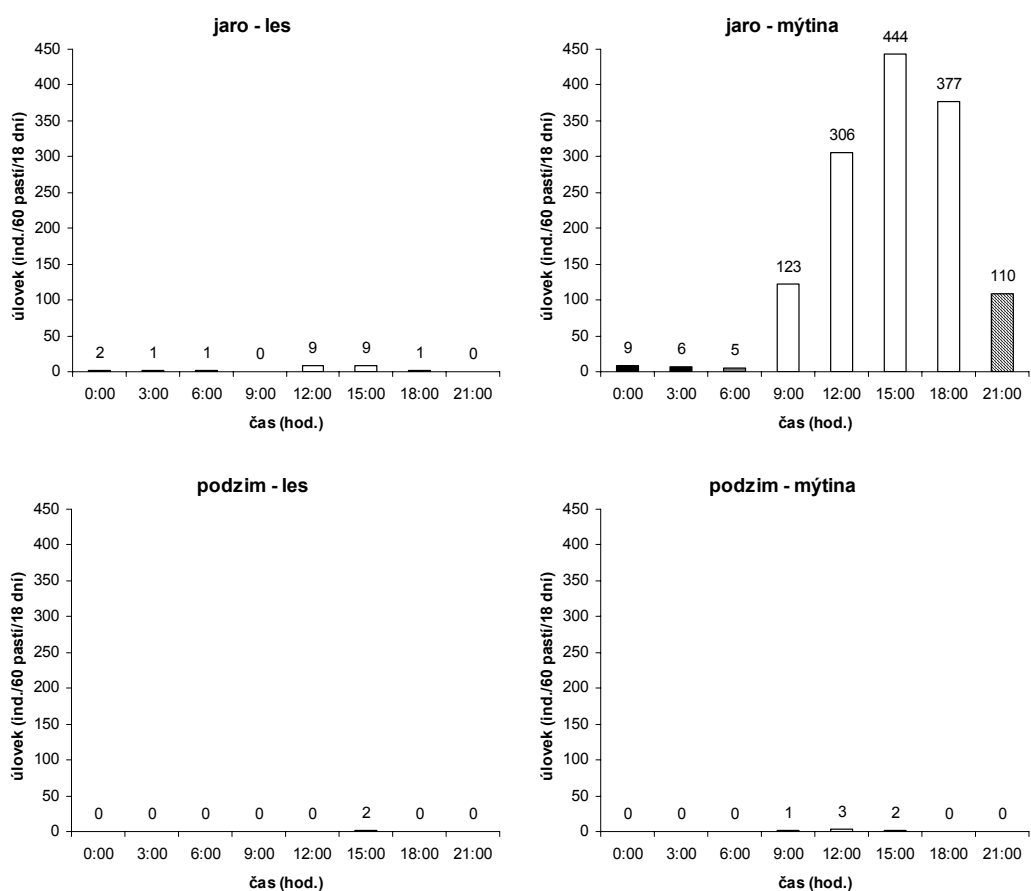


### 3. 1. 4 Heteroptera

Ploštice se až na několik málo jedinců vyskytly pouze v jarním období (99,4 %). Z tohoto jarního odchyty pocházelo cca 98 % ploštic z mýtiny. Až 90 % zástupců bylo zaznamenáno přes den, nejmenší se podle odchyty jeví aktivita za tmy (necelé 1 %). Za šera projevilo svou aktivitu 8 % ploštic. Poměr aktivity za svítání k aktivitě za soumraku byl až 1:16.



**Graf 5:** Diurnální aktivita – Heteroptera

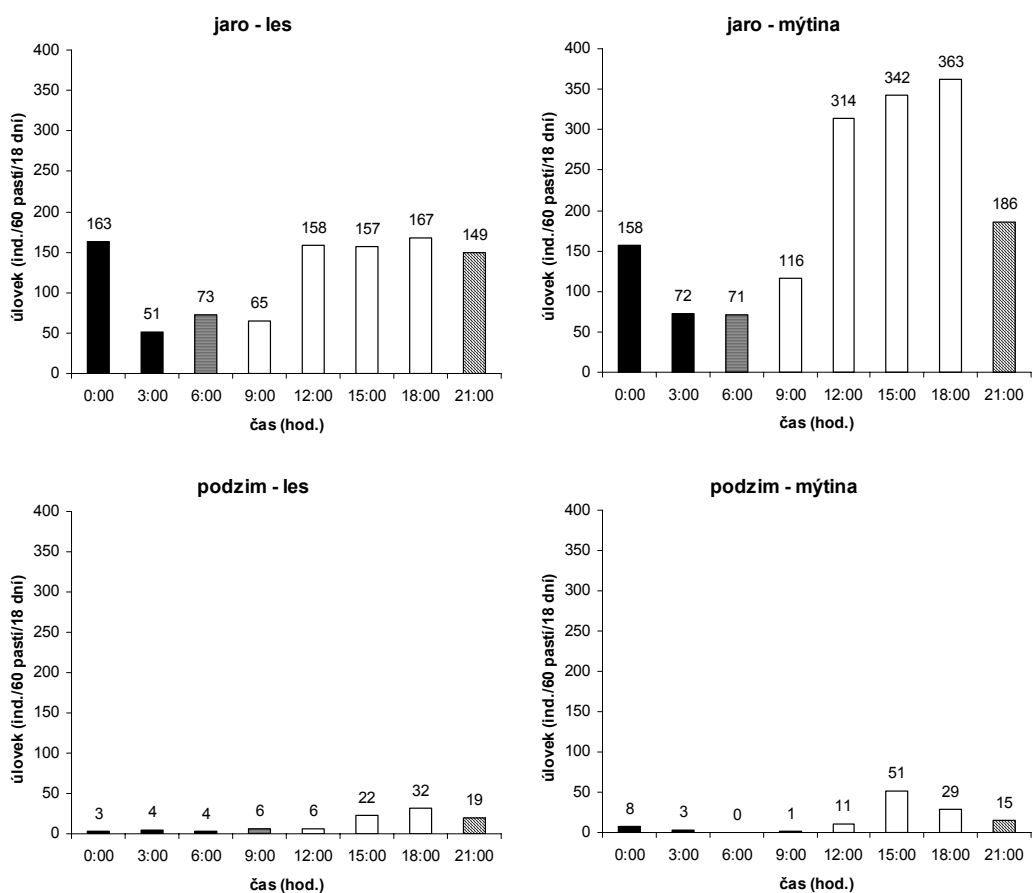


### 3. 1. 5 Coleoptera

Brouci zaujímají druhé místo v počtu odchycených zástupců. Jejich převážná část byla chycena v jarní sezóně (cca 92 %). Více než polovina celkového úlovku brouků se objevila v pastech umístěných na mýtině – 62 %, přičemž až 93 % z tohoto podílu bylo odchyceno na jaře. U brouků převažovala denní aktivita (65 %). Zastoupení aktivity brouků za noci a za šera se ukázalo být srovnatelné (noc 17 %, šero 18 %). Poměr aktivity za úsvitu k aktivitě za soumraku byl 1:2. Patrně nastala znovu situace podobná jako u pavouků, že hodnota denní aktivity může být nadhodnocena.



**Graf 6: Diurnální aktivita – Coleoptera**



### 3. 2 Prediktory výskytu a diurnální aktivita suchozemských stejnožců

Stejnonožci byli nalezeni v hojnějším počtu na lesním stanovišti (66 %) a více než polovinu celkového úlovku jsme získali v jarní sezóně (58 %). Lokomoční aktivita stejnožců nevykazovala nějaké velké rozdíly v denních dobách. Nejvíce se stejnožci pohybovali v noci (38 %), ale i ve dne nebyla jejich aktivita zanedbatelná (33 %). Za šera byl zaznamenán 29% podíl úlovku. Nejvíce přispěly k denní aktivitě lesní odchyty z jara.



Na lokalitách bylo odchyceno celkem 6 druhů suchozemských stejnožců.

Kmen: ARTHROPODA

Podkmen: Crustacea

Třída: Eumalacostraca

Řád: Isopoda

Podřád: Oniscidea

Čeleď: Ligiidae

1. *Ligidium hypnorum* (Cuvier, 1792)

Čeleď: Trichoniscidae

2. *Trichoniscus pusillus* Brandt, 1833

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

Čeleď: Agnaridae

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

Čeleď: Trachelipodidae

5. *Trachelipus rathkii* (Brandt, 1833)

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

### 3. 2. 1 Prediktory výskytu a diurnální aktivita jednotlivých druhů

Mezi dominantní druhy (více než 10 % úlovku) stejnonožců patřili *Trachelipus rathkii*, *Protracheoniscus politus*, *Porcellium conspersum* a *Ligidium hypnorum*. Subdominantním (2–10 % úlovku) druhem byl *Hyloniscus riparius* a nejméně zastoupeným, tedy akcesorickým *Trichoniscus pusillus* (viz Tab. 4).

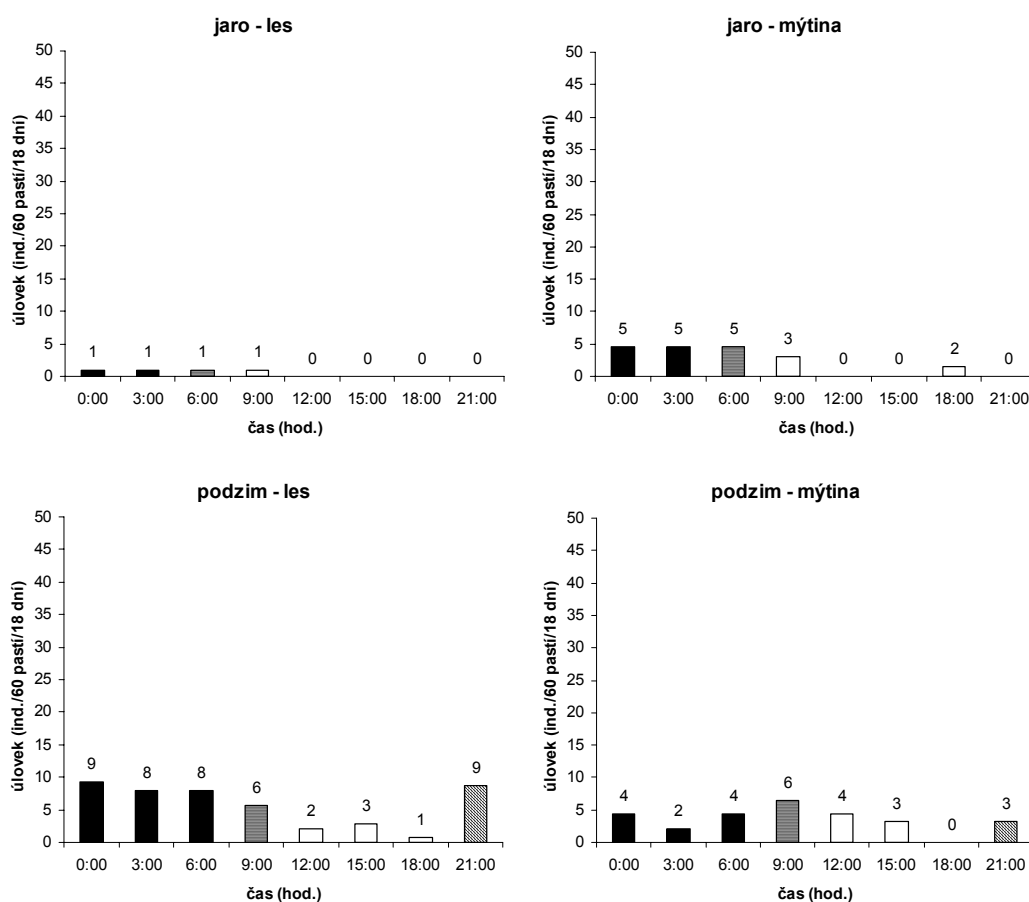
**Tabulka 4:** Zastoupení jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců (skutečné hodnoty – nepřevedené, viz kapitola 3. 1)

druh	početnost (ind.)	dominance (%)
<i>Ligidium hypnorum</i>	25	10,8
<i>Trichoniscus pusillus</i>	3	1,3
<i>Hyloniscus riparius</i>	5	2,2
<i>Protracheoniscus politus</i>	66	28,6
<i>Trachelipus rathkii</i>	105	45,5
<i>Porcellium conspersum</i>	27	11,7
součet	231	100,0

***Trachelipus rathkii*** byl druhem, který mezi suchozemskými stejnonožci převládá. 77 % jeho zástupců se objevilo v pastech instalovaných na podzim.

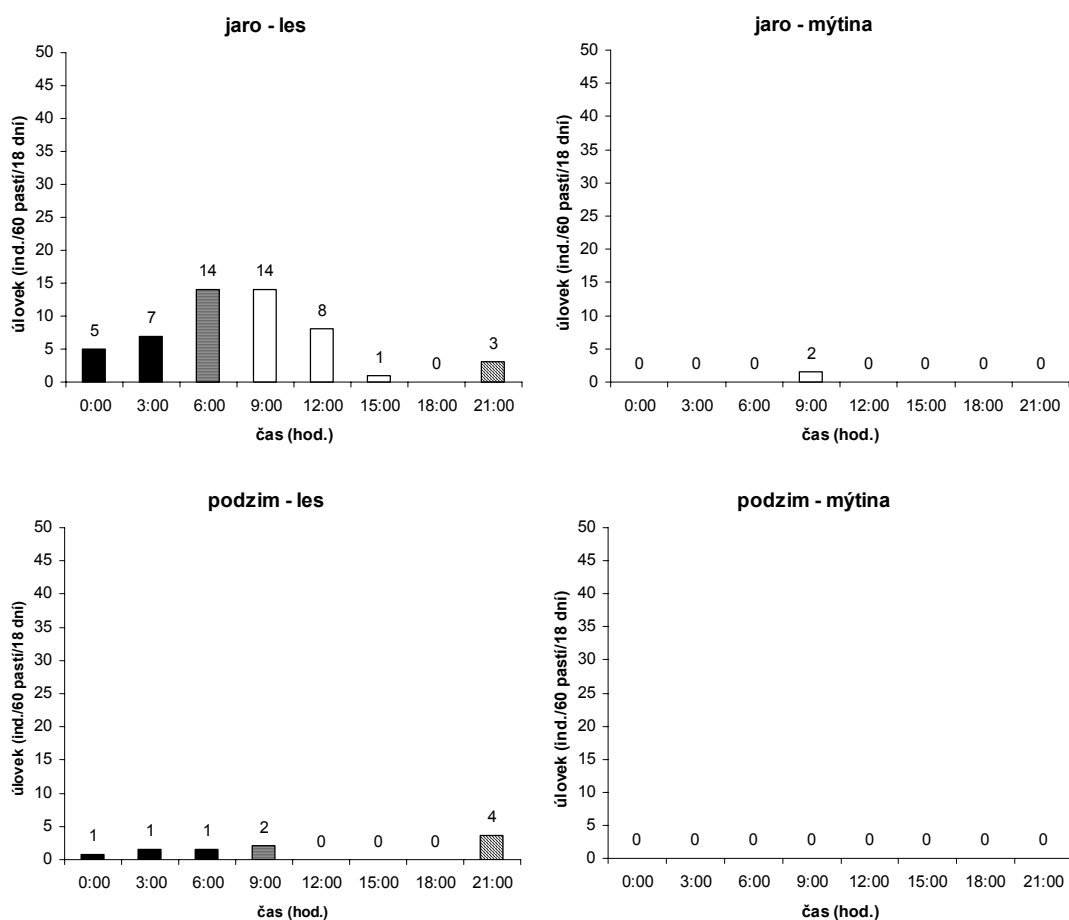
Epigeická aktivita druhu se téměř nelišila v závislosti na lokalitě (52 % v lese). V podzimní sezóně bylo v lese zaznamenáno cca 62 % jedinců podzimního úlovku, naopak na jaře bylo odchyceno až 82 % ind. na mýtině. Výše jmenovaný druh byl zřetelně aktivnější v noci (cca 50 %) a méně se pohyboval ve dne (cca 20 %). Za šera bylo z pastí vybráno 31 % celkového úlovku. (Graf 7).

**Graf 7:** Diurnální aktivita druhu *Trachelipus rathkii*



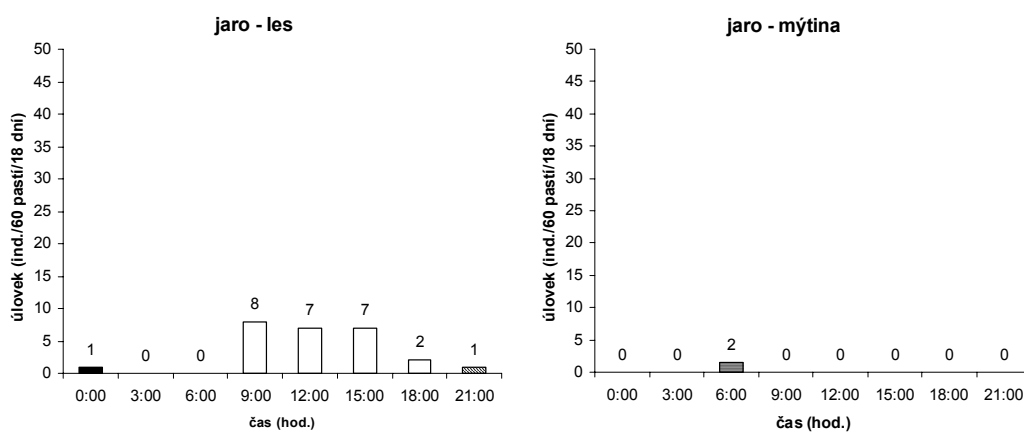
Druhým dominantnějším druhem z podřádu suchozemských stejnonožců je *Protracheoniscus politus*, jenž se vyskytoval téměř výlučně ve vzorcích odebraných z lesních pastí (cca 98 %). Až 85 % ind. tohoto druhu bylo odchyceno v jarní sezóně. Jeho aktivita byla vyšší ve dne (39 % úlovku), ale nijak výrazně. Za šera byl druh aktivní až ze 36 %, přičemž převažovala aktivita za svítání (26 % celkového úlovku). Asi čtvrtina jedinců byla zaznamenána v noci.

**Graf 8:** Diurnální aktivita druhu *Protracheoniscus politus*



Třetím druhem v sestupném pořadí podle početnosti je *Porcellium conspersum*, vyskytující se pouze v úlovcích z jarního období. Byl zastoupen až 95 % v lese. Výše uvedenému druhu patrně vyhovuje denní světlo – 87% podíl jedinců aktivních za dne. V noci se chytil pouze jeden zástupce, za šera 3.

**Graf 9:** Diurnální aktivita druhu *Porcellium conspersum*

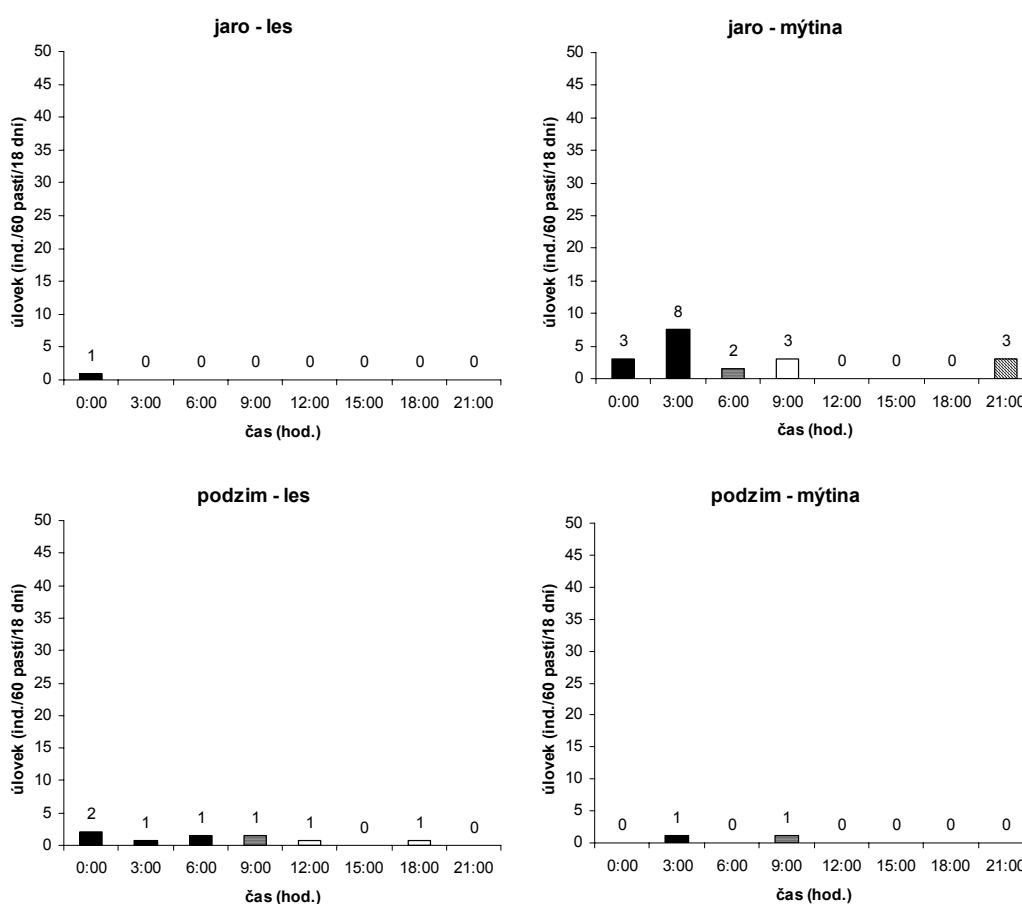




Druh *Ligidium hypnorum* byl přítomen ve vzorcích z odběrů v jarním (67 %) i v podzimním období (33 %). Na jaře byl druh více zaregistrován na mýtině (až 95 % jarního úlovku), na podzim se pohyboval aktivněji v lese (77 % podzimního odběru). Nejvíce zástupců druhu bylo zaznamenáno v nočních hodinách (cca 60 %) Za šera byla aktivní asi čtvrtina úlovku a za dne vykazoval druh nejmenší aktivitu (asi 16%) (Graf 10).

Vzhledem k tomu, že *Hyloniscus riparius* a *Trichoniscus pusillus* nepatří mezi typické epigeické druhy, ale jsou spíše druhy endogeickými, byli odchyceni v malém množství. *Hyloniscus riparius* se vyskytoval pouze na jaře, zaznamenán byl v lese i na mýtině v malém množství (3 ind. odchyceny za svítání na mýtině, 2 za dne a 1 ind. v noci v lese). *Trichoniscus pusillus* se objevil pouze na mýtině – na jaře 3 a na podzim 1 ind., všichni jedinci byly zaznamenáni v noci. Uvedené hodnoty jsou upraveny (viz kapitola 2. 2)

**Graf 10:** Diurnální aktivita druhu *Ligidium hypnorum*



### 3. 2. 2 Analýza environmentálních faktorů

K analýze 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 též Hillovo škálování ordinačních skóre. Po provedení analýzy byly získány hodnoty délky gradientu (V souhrnné tabulce v Log view). Jelikož u dat týkajících se stejnonožců byla nejdelší hodnota gradientu menší než 3 (viz Tab. 6), data jsou tudíž dostatečně homogenní, zvolena byla lineární metoda **RDA (redundanční analýza)**. To je metoda přímé gradientové analýzy (direct gradient analysis) (zvané též *constrained* nebo *canonical ordination methods*) hledající jeden nebo více (vzájemně nezávislých, ale více omezených) gradientů, které musí být lineární kombinací zvolených vysvětlujících proměnných (charakteristik prostředí). Tyto gradienty by měly být „optimálními“ prediktory v regresních modelech lineární odpovědi druhu. Touto metodou se snažíme vysvětlit abundanci (všech) jednotlivých druhů pomocí složených proměnných (teoretické proměnné = ordinační neboli kanonické osy, pro které je celková závislost všech druhů nejtěsnější), jež jsou definovány na základě hodnot pozorovaných charakteristik (Lepš & Šmilauer 2000). K analýze byly použity kvantitativní údaje od dominantních a subdominantních druhů (viz kapitola 3. 2. 1). Data nebyla transformována. Provedeno bylo centrování druhových dat a použity byly inter-species korelace. Monte Carlo permutační test používal 5000 permutací.

**Tabulka 6:** Délky gradientu u DCCA

osy	1	2	3	4
délky gradientu	2,636	0,692	0,845	1,116

Průkaznost a význam jednotlivých prediktorů, jsou znázorněny v tabulce 7. Variabilita vysvětlená 1. kanonickou osou odpovídá 4,2 %. Všechny osy přispívají k vysvětlení variability ze 7 %, model byl statisticky významný ( $F = 12,827$ ;  $p = 0,0002$ ). Korelace os s jednotlivými faktory prostředí jsou uvedeny v tabulce 8.

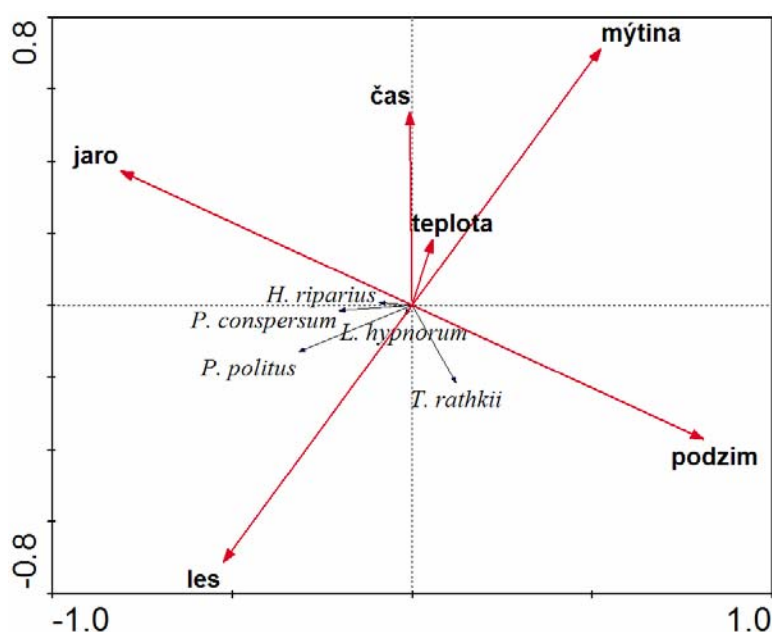
**Tabulka 7:** Sumární přehled vysvětlené variability hlavních os RDA modelu

osa	1	2	3	4
variabilita vysvětlená danou osou (Eigenvalues)	0,042	0,026	0,002	0,000
korelace závislých a nezávislých proměnných (Species–environment correlations)	0,354	0,250	0,121	0,050
celkové procento variability vysvětlené závislými proměnnými (Cumulative percentage variance of species data)	4,200	6,800	7,000	7,000
celkové procento variability vysvětlené závislými i nezávislými proměnnými (Cumulative percentage variance of species–environment relation)	59,800	97,400	99,600	100,000

**Tabulka 8:** Výsledky RDA analýzy šesti nezávislých faktorů prostředí

nezávislá proměnná	1. osa	2. osa	3. osa	4. osa	mean	SD	I. F.
jaro	-0.2865	0.0928	0.0196	-0.0214	0.4198	0.4935	1.1580
podzim	0.2865	-0.0928	-0.0196	0.0214	0.5802	0.4935	0.0000
teplota	0.0199	0.0455	-0.0445	-0.0459	11.2857	3.3785	1.2972
les	-0.1856	-0.1778	-0.0501	0.0110	0.5000	0.5000	1.0543
mýtina	0.1856	0.1778	0.0501	-0.0110	0.5000	0.5000	0.0000
čas	-0.0022	0.1340	-0.1002	0.0081	10.4869	6.8796	1.0846

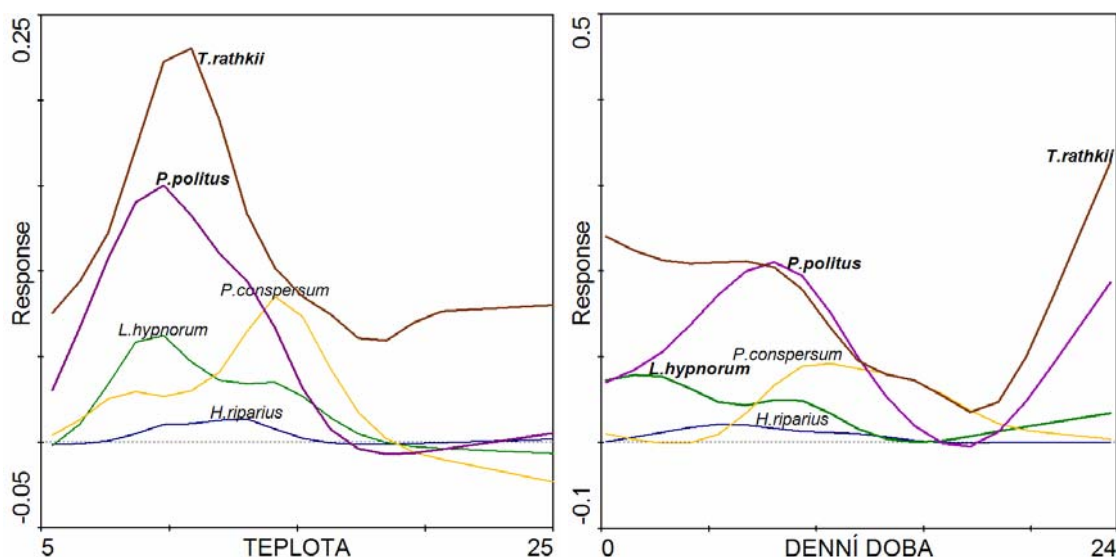
**Obrázek 3:** Ordinační diagram znázorňující korelaci závislých (*druhových*) a nezávislých (*environmentálních*) faktorů prostředí. Kanonické osy vysvětlují 7 % variability.



Ordinační diagram (Obr. 3) signalizuje pozitivní vliv podzimní sezóny na druh *Trachelipus rathkii*. I lokalitou les se zdá být jeho aktivita do určité míry ovlivněna. *Protracheoniscus politus* je svou epigeickou aktivitou patrně vázán k lesnímu stanovišti a u druhy *Porcellium conspersum* a *Hyloniscus riparius* nejspíš více preferují jednu sezónu – jaro.

Pomocí generalizovaných aditivních modelů (GAM) byl vyjádřen vliv a významnost sledovaných faktorů (teplota, čas) na závislou proměnnou (absolutní četnost druhu). Průběh závislostí a data jsou uvedeny níže (Obr. 4 a 5, Tab. 9).

**Obrázek 4 a 5:** GAM závislosti epigeické aktivity suchozemských stejnoonožců na teplotě a na denní době



**Tab. 9:** Variabilita závislých proměnných vysvětlená jednotlivými prediktory (normální distribuce), EAD = epigeická aktivita druhu

prediktor	závislá proměnná	Deviance	F	P	AIC
teplota	EAD <i>Trachelipus rathkii</i>	144,04	2,33	0,032006	146,967
teplota	EAD <i>Protracheoniscus politus</i>	89,90	2,23	0,039363	91,734
teplota	EAD <i>Porcellium conspersum</i>	48,45	1,34	0,237004	49,435
teplota	EAD <i>Ligidium hypnorum</i>	27,73	1,48	0,182737	28,296
teplota	EAD <i>Hyloniscus riparius</i>	4,93	0,75	0,389814	5,032
denní doba	EAD <i>Trachelipus rathkii</i>	143,25	2,98	0,007405	146,159
denní doba	EAD <i>Protracheoniscus politus</i>	88,40	4,23	0,000380	90,203
denní doba	EAD <i>Porcellium conspersum</i>	48,19	1,97	0,068717	49,170
denní doba	EAD <i>Ligidium hypnorum</i>	27,56	2,20	0,042285	28,123
denní doba	EAD <i>Hyloniscus riparius</i>	4,92	1,03	0,403932	5,019

Vykreslené zobecněné aditivní modely zobrazují signifikantní vliv zvolených prediktorů u několika druhů. Na epigeickou aktivitu druhů *T. rathkii*

a *P. politus* měla významný vliv teplota povrchu půdy (více u druhu *T. rathkii*). U denní doby byla prokázána signifikantní významnost pro tři druhy suchozemských stejnonožců – *P. politus*, *T. rathkii* a *L. hypnorum* (v tomto pořadí od nejvyšší k nejnižší významnosti). Tedy pro aktivitu *T. rathkii* a *P. politus* byly signifikantně významné oba prediktory, teplota i denní doba.

### 3. 3 Prediktory výskytu a diurnální aktivita sekáčů



Epigeická aktivita sekáčů výrazně převládala v podzimním období (81 %). Zároveň preferovali les (75 %). V tomto řádu dominují druhy s noční aktivitou (30 % jedinců řádu), případně soumráchnou či aktivitou za úsvitu (shodné cca 46% zastoupení). Epigeická aktivita za dne byla zaznamenána méně (jen cca 21 % celkového úlovku). 34 % sekáčů bylo epigeicky aktivní za šera.

Úlovek obsahoval celkem 10 druhů sekáčů.

Kmen: ARTHROPODA

Podkmen: Chelicerata

Třída: Arachnida

Řád: Opiliones

Podřád: Palpatores

Čeleď: Trogulidae

1. *Trogulus tricarinatus* (Linnaeus 1767)

Čeleď: Nemastomatidae

2. *Nemastoma lugubre* (Müller 1776)

3. *Mitostoma chrysomelas* (Herman 1804)

Čeleď: Phalangiidae

4. *Lophopilio palpinalis* (Herbst 1799)

5. *Oligolophus tridens* (C.L.Koch 1836)

6. *Rilaena triangularis* (Herbst 1799)

7. *Lacinius ehippiatus* (C.L.Koch 1835)

8. *Platybunus bucephalus* (C.L.Koch 1835)

9. *Mitopus morio* (Fabricius 1799)

10. *Leiobunum rotundum* (Latreille 1798)

### 3. 3. 1 Prediktory výskytu a diurnální aktivita jednotlivých druhů

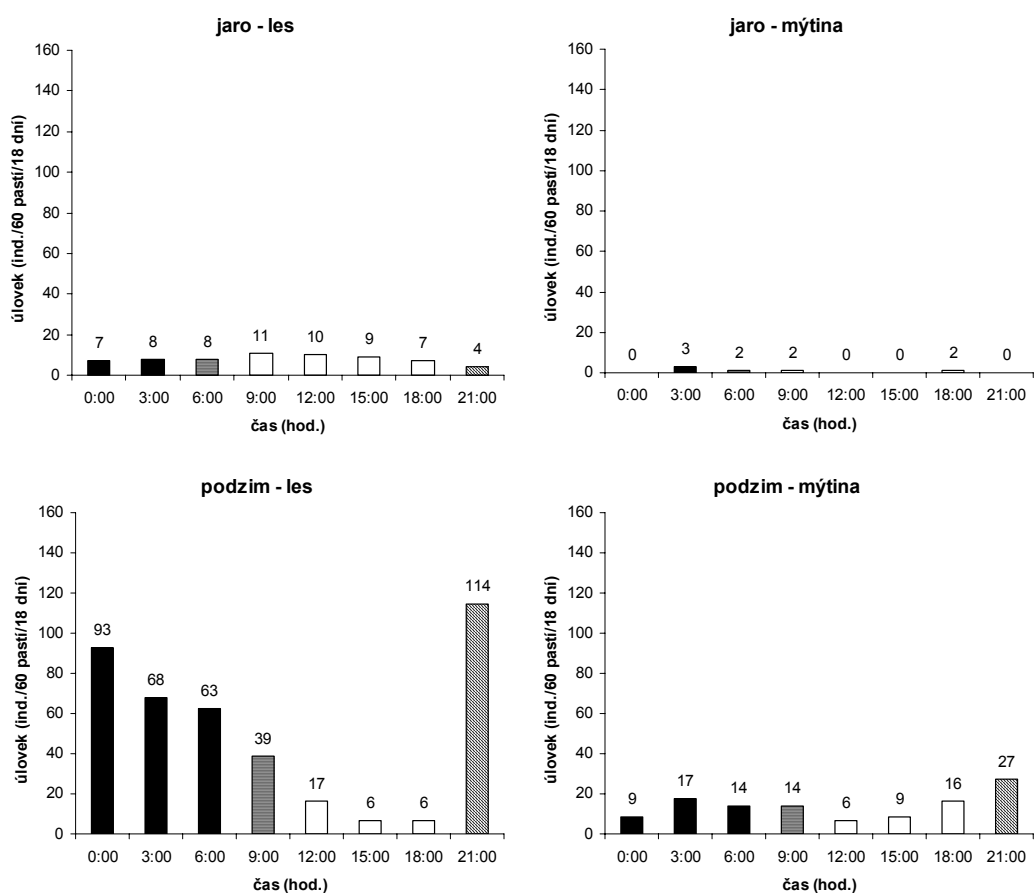
Sekáči byli zastoupeni třemi dominantními druhy – *Lophopilio palpinalis*, *Nemastoma lugubre* a *Oligolophus tridens*; dvěma subdominantními – *Trogulus tricarinatus* a *Rilaena triangularis* a pěti druhy akcesorickými (viz Tab. 10).

**Tabulka 10:** Zastoupení jednotlivých druhů sekáčů (skutečné hodnoty – nepřevedené, viz kapitola 2. 2)

druh	početnost (ind.)	dominance (%)
<i>Trogulus tricarinatus</i>	88	6,5
<i>Nemastoma lugubre</i>	224	16,6
<i>Mitostoma chrysomelas</i>	17	1,3
<i>Lophopilio palpinalis</i>	737	54,5
<i>Oligolophus tridens</i>	217	16,1
<i>Rilaena triangularis</i>	38	2,8
<i>Lacinius ephippiatus</i>	17	1,3
<i>Platybunus bucephalus</i>	7	0,5
<i>Mitopus morio</i>	5	0,4
<i>Leiobunum rotundum</i>	2	0,1
součet	1352	100,0

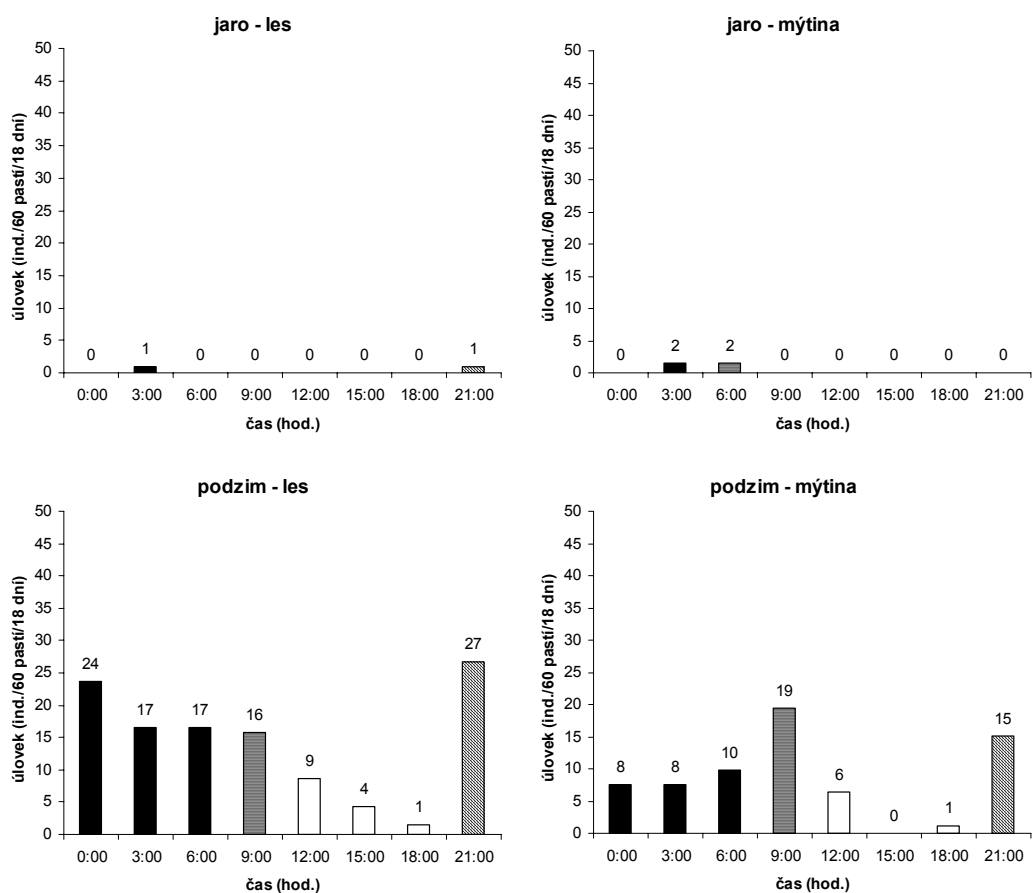
Druhem výrazně se podílejícím na celkovém množství odchytených členovců byl bezesporu druh ***Lophopilio palpinalis***, u něž se mocně projevila podzimní aktivita (až 88 %). Až 80 % jedinců se chytilo v lese. Nejvíce jedinců druhu bylo zaznamenáno v noci (48 %). Za šera bylo v pastech nalezeno 35 % odchytené populace. Ve dne aktivitu vykazalo pouze 17 % ind. Mezi lokalitami a sezónami byly patrné rozdíly v zastoupení noční a denní aktivity druhu. *L. palpinalis* měl na podzim pětikrát vyšší epigeickou aktivitu v noci než ve dne. Stejný poměr byl u lesního stanoviště (noc/den, 5/1). Větší podíl úlovku byl odchyten za soumraku (25%) než za úsvitu (cca 11%).

**Graf 10:** Diurnální aktivita druhu *Lophopilio palpinalis*



Druhým dominantním druhem je ***Nemastoma lugubre***, který se vyznačuje ještě vyšší podzimní aktivitou než předcházející druh (cca 97%), z celkového úlovku až 61 % jedinců bylo odchyceno v lese. U druhu převažovala noční aktivita (45%), ale vysoký podíl jedinců byl aktivní i za šera (43 %). Přes den bylo zaznamenáno pouze 12 % ind. (graf 14).

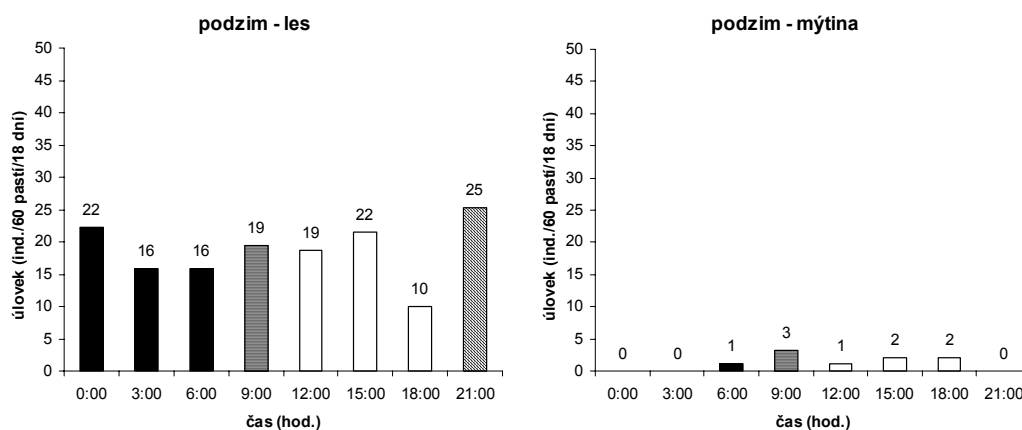
**Graf 11:** Diurnální aktivita druhu *Nemastoma lugubre*



Třetím druhem v pořadí podle dominance je druh *Oligolophus tridens*, který se vyznačuje téměř výlučně podzimní aktivitou (99 % úlovku). Pouze dva jedinci se objevili jarním úlovku z mýtiny (přes den). Jeho 93% zastoupení v lesním biotopu signalizuje pravděpodobně vysokou vyhraněnost sezónní i stanovištní (viz Graf 12). Svou epigeickou aktivitu již nemá patrně tak striktně vymezenou, úlovky byly téměř rovnoměrně rozloženy v průběhu celých 24 hodin. Největší podíl odchycených ind. byl zaznamenán přes den (36 %), ale v noci se chytila též více než třetina všech jedinců druhu (34 %). Za šera bylo aktivních asi 30 % ind.

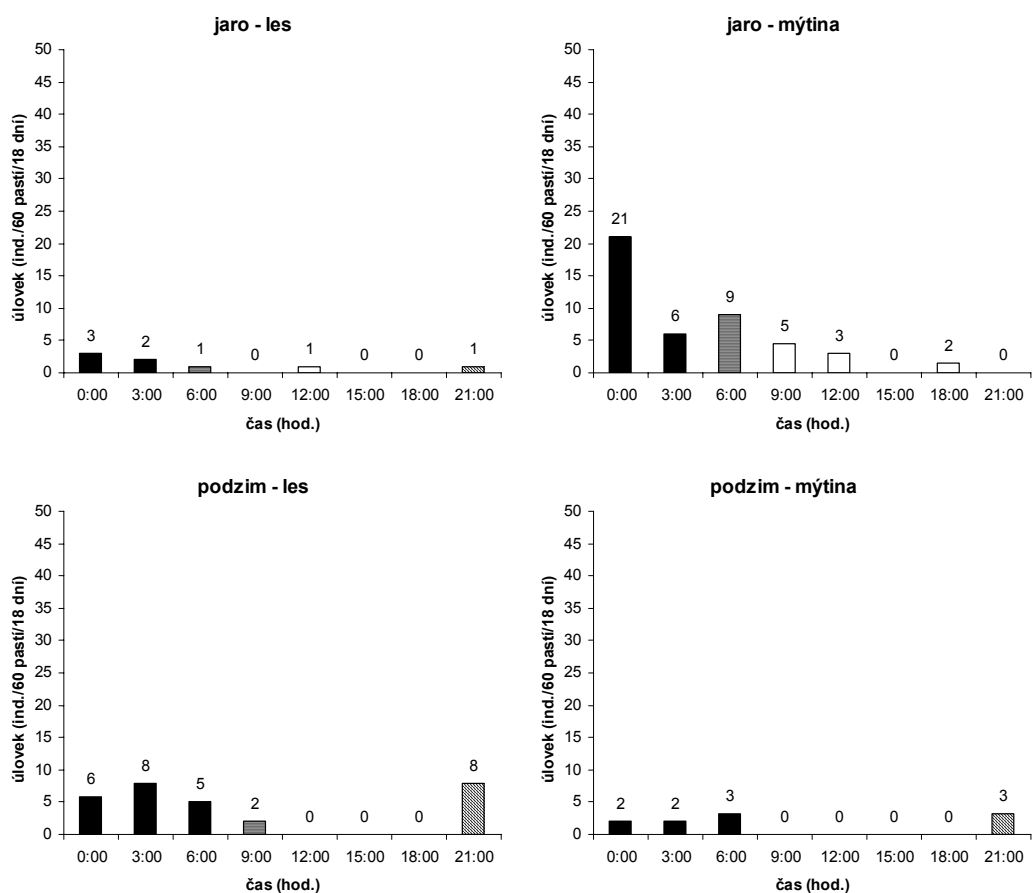


**Graf 12:** Diurnální aktivita druhu *Oligolophus tridens*



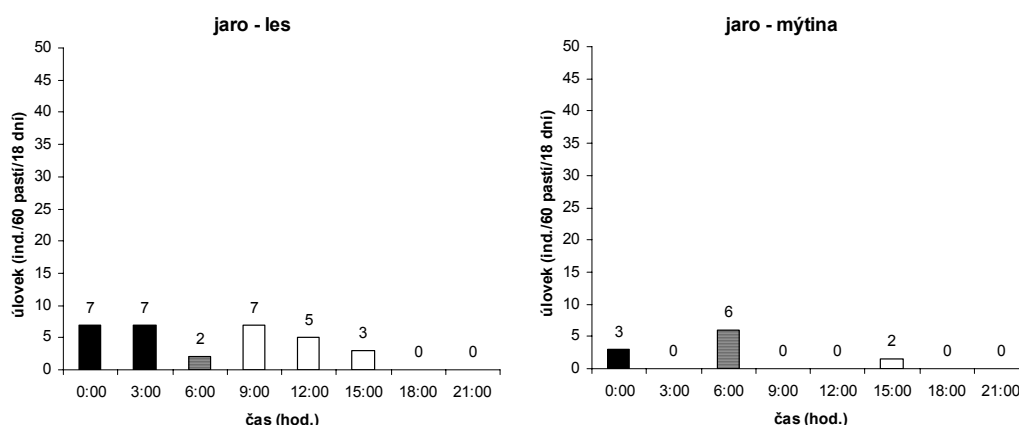
U subdominantního druhu *Trogulus tricarinatus* již nelze tak objektivně hodnotit význam lokality a sezóny u jeho epigeické aktivity, protože se jedná o druh méně zastoupený v celkovém úlovku sekáčů. Více jedinců bylo odchyceno v jarní sezóně (cca 57 %) a na mýtině (asi 60 % celkového úlovku). Zatímco na jaře byl *T. tricarinatus* aktivnější v prostoru mýtiny (cca 85 % jarního odchyty), na podzim se přesunul více do lesa (asi 73 % podzimního odchyty). Vyšší epigeickou aktivitu vykazoval druh během noci (63% podíl všech ind.) a potom za šera (26 % všech zástupců). Pouze asi 11 % jedinců bylo vybráno z pastí během dne.

**Graf 13:** Diurnální aktivita druhu *Trogulus tricarinatus*



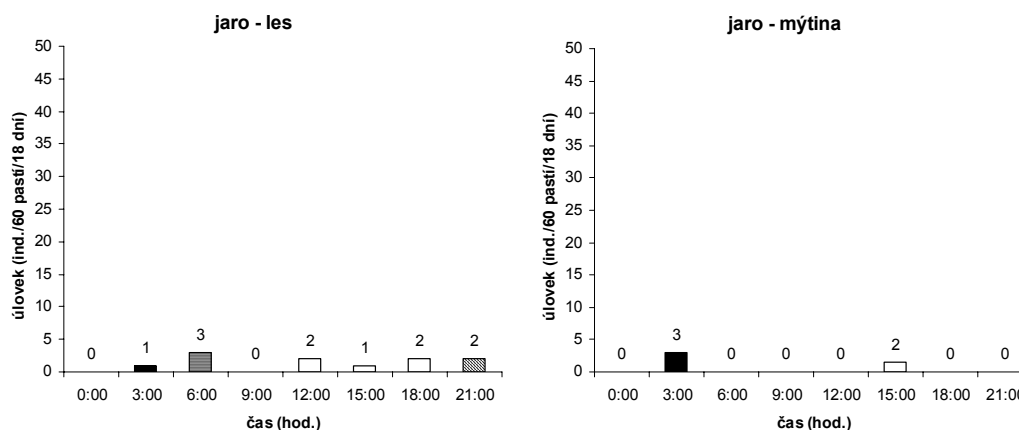
Druhý subdominantní druh, *Rilaena triangularis*, byl dle získaných údajů druhem vázaným aktivitou výlučně na jarní období (Graf 14 zobrazuje pouze jarní sezónu). Epigeicky se projevil převážně na lesním stanovišti (cca 75% zastoupení ind.). Jeho aktivita byla srovnatelná v obou fázích dne – denní představovala 40% podíl úlovku a noční 41% podíl úlovku. Ostatní jedinci byly nalezeni v pastech vybíraných za svítání (19 %).

**Graf 14:** Diurnální aktivita druhu *Rilaena triangularis*



***Lacinius ehippiatus***, druh akcesorický, byl zaznamenán převážně v jarní sezóně (88 %, pouze dva jedinci odchycení během dne na podzim v lese). Na lesním stanovišti se vyskytoval více (75% podíl úlovku). Vzhledem k nepatrnému zastoupení druhu v celkovém úlovku, nelze brát tyto výsledky za směrodatné. Týká se to rovněž údajů o denní distribuci epigeické aktivity (49 % ind. odchycených za dne – převaha lesa, cca 23 % v noci – převaha u mýtiny, 28 % úlovku za šera).

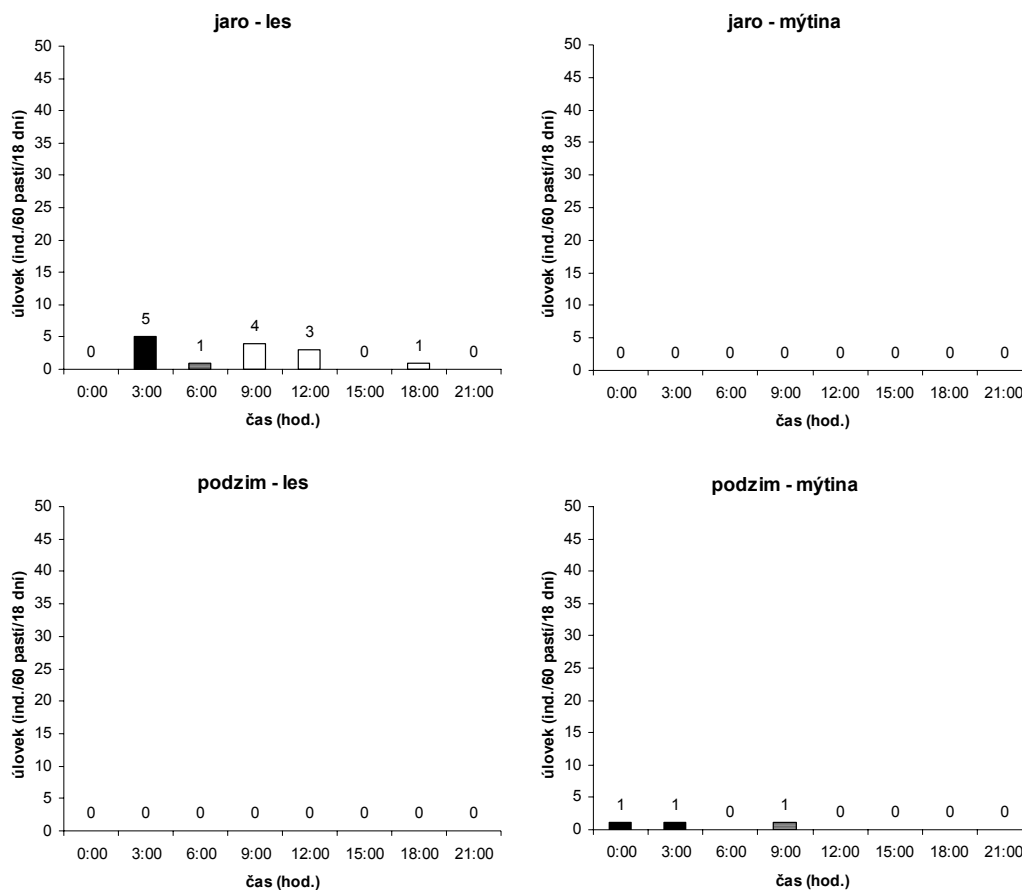
**Graf 15:** Diurnální aktivita druhu *Lacinius ehippiatus*



Druhem se stejnou četností jako *Lacinius ehippiatus* byl druh ***Mitostoma chrysomelas***, který má shodné poměrné zastoupení jedinců u kategorií sezóny a lokality – jaro (81 %)/podzim (19 %) = les/mýtina. Na jaře byl druh zaznamenán pouze v lese, na podzim naopak na mýtině. Nejvíce zástupců bylo odchyceno ve dne (46 %), ale vysokou aktivitu vykazovali jedinci druhu i v noci (cca 42 %). Žádný zástupce nebyl nalezen v pasti vybírané za

soumraku. Vzhledem k nízké četnosti druhu nemají výsledky dostatečnou výpovědní hodnotu.

**Graf 16:** Diurnální aktivita druhu *Mitostoma chrysomelas*



Ze tří druhů sekáčů s nejmenší četností (do 1 % jedinců z celkového odchytu) byly dva zaznamenány pouze na podzim – *Platybunus bucephalus* a *Leiobunum rotundum* a jeden se objevil jen v jarní sezóně – *Mitopus morio*. Dva jedinci druhu *Leiobunum rotundum* byli odchyceni za svítání a přes den v lese. *Platybunus bucephalus* byl zastoupen v lese (80 % úlovku) v každém úseku dne. Poměr denní, noční aktivity a aktivity za svítání byl 3:1:1, na mýtině se chytil 1 jedinec za soumraku. Všech pět jedinců druhu *Mitopus morio* bylo nalezeno v pastech na lesní lokalitě (poměr denní a noční aktivity 4:1).

### 3. 3. 2 Analýza environmentálních faktorů

Pro analýzu prediktorů u řádu sekáčů byl zvolen stejný postup i stejné metody jako u suchozemských stejnonožců – nejprve DCCA, která odhalila délky

gradientů (viz Tab. 11). Poněvadž byly všechny hodnoty délky gradientu menší než 3, znovu přišla na řadu redundanční analýza (RDA) se stejnou volbou parametrů.

Z analýzy byly vypuštěny druhy s dominancí méně než 2 %.

**Tabulka 11:** Délky gradientu u DCCA

osy	1	2	3	4
délky gradientu	1,338	0,877	0,642	0,552

Průkaznost a význam jednotlivých prediktorů jsou znázorněny v tabulce 12. Variabilita vysvětlená 1. kanonickou osou odpovídá 13 %. Všechny osy přispívají k vysvětlení variability ze 13,3 %. Model byl statisticky významný ( $F = 26.174$ ,  $p = 0.0002$ ). Korelace os s jednotlivými faktory prostředí jsou uvedeny v tabulce 13.

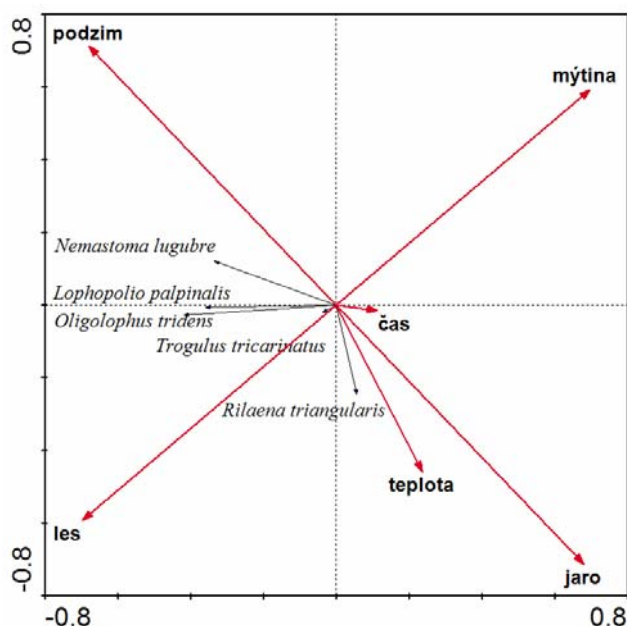
**Tabulka 12:** Sumární přehled vysvětlené variability hlavních kanonických os RDA modelu

osa	1	2	3	4
variabilita vysvětlená danou osou (Eigenvalues)	0,130	0,002	0,001	0,000
korelace závislých a nezávislých proměnných (Species–environment correlations)	0,389	0,210	0,172	0,045
celkové procento variability vysvětlené závislými proměnnými (Cumulative percentage variance of species data)	13,000	13,200	13,300	13,300
celkové procento variability vysvětlené závislými i nezávislými proměnnými (of species–environment relation)	98,000	99,200	100,000	100,000

**Tabulka 13:** Výsledky RDA analýzy šesti nezávislých faktorů prostředí

nezávislá proměnná	1. osa	2. osa	3. osa	4. osa	mean	SD	I. F.
jaro	0,2648	-0,1496	0,0230	-0,0048	0.4186	0.4933	1.1571
podzim	-0,2648	0,1496	-0,0230	0,0048	0.5814	0.4933	0.0000
teplota	0,0923	-0,0963	-0,0860	0,0314	11.2892	3.3751	1.2970
les	-0,2714	-0,1244	0,0127	-0,0179	0.5000	0.5000	1.0547
mýtina	0,2714	0,1244	-0,0127	0,0179	0.5000	0.5000	0.0000
čas	0,0438	-0,0032	-0,1599	-0,0158	10.5000	6.8739	1.0852

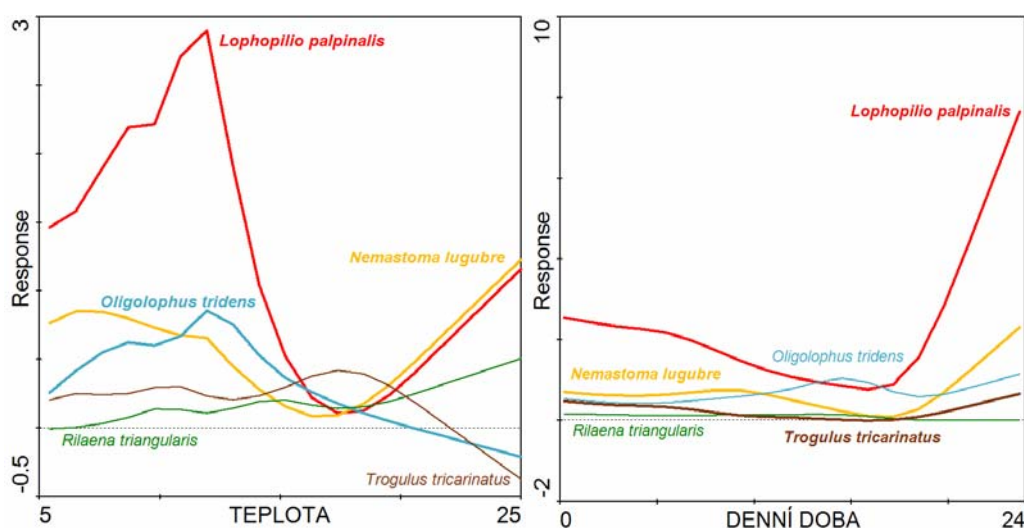
**Obrázek 6:** Ordinační diagram znázorňující korelaci závislých (*druhových*) a nezávislých (*environmentálních*) faktorů prostředí. Kanonické osy vysvětlují 13,3 % variability.



Z ordinačního diagramu (Obr. 6) je patrná vazba aktivity druhu *Nemastoma lugubre* k podzimní sezóně. *Oligolophus tridens* je ovlivňován silněji místními podmínkami, tedy lokalitou. Aktivnější byl spíše v lese. Podobným případem je pravděpodobně i druh *Lophopolio palpinalis*, i když vliv lokality na epigeickou aktivitu se jeví v tomto případě slabší. Model signalizuje i pozitivní vliv jarní sezóny na druh *Rilaena triangularis*.

Vliv zvolených nezávislých kvantitativních prediktorů (teplota, čas) na závislou proměnnou (absolutní četnost druhu) byl modelován (GAM pro teplotu – Obr. 7, GAM pro denní dobu – Obr. 8, data viz Tab. 14).

**Obrázek 7 a 8:** GAM závislosti epigeické aktivity sekáčů na teplotě a na denní době



Zobecněné aditivní modely pro teplotu a denní dobu odkrývají významné působení těchto faktorů na epigeickou aktivitu čtyř druhů sekáčů. Pro druhy *Lophopilio palpinalis*, *Nemastoma lugubre* a *Oligolophus tridens* byla významná teplota povrchu půdy (hodnoty uvedené v Tab. 14). U dvou prvních jmenovaných byl prokázán i signifikantní vliv denní doby na jejich aktivitu. Druh *Trogulus tricarinatus* rovněž vykázal významnou závislost na denní době.

**Tab. 14:** Variabilita závislých proměnných vysvětlená jednotlivými prediktory (normální distribuce). EAD – epigeická aktivita druhu

prediktor	závislá proměnná	Deviance	F	P	AIC
teplota	EAD <i>Lophopilio palpinalis</i>	5739.20	4.55	0.000171	5855.447
teplota	EAD <i>Nemastoma lugubre</i>	475.61	4.24	0.000364	485.242
teplota	EAD <i>Oligolophus tridens</i>	615.85	3.14	0.005142	628.319
teplota	EAD <i>Trogulus tricarinatus</i>	89.18	2.03	0.060884	90.985
teplota	EAD <i>Rilaena triangularis</i>	51.13	1.73	0.112321	52.169
denní doba	EAD <i>Lophopilio palpinalis</i>	5688.48	5.62	0.000012	5803.721
denní doba	EAD <i>Nemastoma lugubre</i>	468.73	6.00	0.000005	478.223
denní doba	EAD <i>Oligolophus tridens</i>	629.52	0.56	0.239923	642.270
denní doba	EAD <i>Trogulus tricarinatus</i>	82.84	11.01	< 1.0e <sup>-6</sup>	84.523
denní doba	EAD <i>Rilaena triangularis</i>	51.03	1.98	0.068213	52.061

## 4 Diskuse

### 4. 1 Příčiny cirkadiánní rytmicity v lokomoční aktivitě, teorie vývoje k symetrii

Půdní makrofauna, obývající svrchní vrstvy půdy a její povrch, se nachází nejčastěji v listovém opadu, pod různými kusy rozkládajícího se dřeva, kameny apod. Jednotlivé druhy se více či méně odlišují v některých parametrech svých ekologických nik. Jedním z těchto parametrů je diurnální aktivita – specifický pattern jejich epigeické aktivity v průběhu 24 hodin. Tato práce se věnuje diurnální aktivitě epigeonu v prostředí lužního lesa a mýtiny.

Podle Williamse (1959b), který se zamýšlel nad hypotézou Parka (1941) o existenci vývoje symetrie aktivity společenstva uvnitř 24–hodinového cyklu, by byla nejlepší mírou této aktivity energie potřebná k procesu směřujícímu k využití zdrojů nezbytných k životu. Ale to nelze realizovat v terénu. Proto byl jeho výzkum založen na lokomoční aktivitě, která je vhodná k terénnímu vzorkování, avšak pohybující se organismus nevyužívá při tomto procesu potravní zásoby, a tak si lze pod ním představit spíše mrhání než zužitkování zdrojů. Na druhou stranu odráží lokomoce produktivní aktivitu, protože aktivní vyhledávání je nepostradatelnou částí shromažďování potravy pro většinu predátorů, kdežto pod pohybem herbivorních organismů si můžeme představit lokomoci od potravy k potravě, pokus o útěk před predací nebo pohyb směrem k novému útočišti, v kterém dokončí organismus svůj vývoj.

Pohybovou aktivitu stejnonožců podle Tajovského (1989) ovlivňuje spousta vnějších i vnitřních faktorů, vliv teploty a vlhkosti byl prokázán mnoha odborníky (např. Al-Dabbagh & Block 1981 in Tajovský 1989). Lokomoční aktivitu organismů však také formují populační charakteristiky jako přežívání, mortalita, rozmnožovací cyklus apod. (Sutton 1968). Pokud se jedná o více endogeické druhy, nejsou tak často registrovány na povrchu půdy. Sutton (1968) ve své studii populační dynamiky suchozemských stejnonožců druhů *Trichoniscus pusillus* and *Philoscia muscorum* na vápencových pastvinách došel u *T. pusillus* k výsledkům, které nasvědčují tomu, že existují vertikální pohyby v půdě v závislosti na stávajících podmínkách (snížení počtu jedinců pod úrovní 10 cm v půdě při nástupu příznivých podmínek v hrabance během



léta). Vertikální migrace suchozemských stejnonožců se zdají být reakcí, na nepříznivé podmínky prostředí, když chybí fyziologická adaptace (Edney 1954 in Sutton 1968). Podobné výsledky získal i Tuf (2002), nepříznivé období roku přetrvávají stejnonožci v hlubších vrstvách půdy. Analýzou distribuce živočichů v různých vertikálních úrovních jilmového opadavého klimaxového lesa se zabýval Adams (1941). U bezobratlé fauny opadavého lesa registroval pravidelný výskyt v určitých úrovních měnících se sezónně. To značí, že fauna je v lese stratifikována, přičemž ty organismy, které se vyskytují v listovém opadu jsou patrně značnou měrou vázány na tuto úroveň, přestože ji mohou v závislosti na sezóně opouštět. Dalším faktorem, který ovlivňuje aktivitu epigeonu, jsou záplavy. Přestože zaplavování lokality má mírně negativní vliv na počet druhů či density stejnonožců, v průběhu roku tento faktor způsobuje vyšší epigeickou aktivitu stejnonožců, která vrcholí právě v období záplav (Tajovský 1999).

Položili jsme si otázku, zda jsou změny v diurnálních cyklech organismů zapříčiněny více vnějšími faktory okolního prostředí nebo vnitřními fyziologickými procesy organismů. Williams (1959b) se zamýšlel nad teorií o existenci evoluce společenstev od primitivního stadia, v němž je aktivita v průběhu 24–hodinového cyklu asymetrická, k pokročilému stadiu, v němž je aktivita rozložena symetricky v průběhu celého denního cyklu (Park 1941). Tato hypotéze předpokládá, že přístupné zdroje by měly být naplno využívány a že společenstvo složené z organismů jak s noční tak denní aktivitou, využívá zdroje účinněji než společenstvo s aktivitou jednoho typu. Přirovnával tuto situaci k sídlu lidské populace. Podle jeho velikosti posuzoval symetrii aktivity lidí v rámci 24 hodin a došel k názoru, že město je díky širší nabídce zaměstnání v aktivitě symetričtější než vesnice. Analogií pro zaměstnání v populaci mohou být jednotlivé druhy ve společenstvu, které také vykonávají určité „funkce“. Znamená to, že bohatší společenstva mají rovnoměrněji rozloženou aktivitu v průběhu dne? Pro posouzení této otázky jsme zvolili jako srovnávací plochy lužní les a osázenou paseku vzniklou jeho nedávným smýcením.

## 4. 2 Zvolená metodika

K získání biologického materiálu ke studiu, tedy epigeické makrofauny, byly použity jednoduché padací pasti bez fixačního media, konkrétně lékárnické kelímky. Výhodou této metody jsou nízké finanční náklady na tyto pasti, kterých bylo třeba ve velkém množství, avšak postrádaly ochranu proti vyplavení vzorků deštěm. Naštěstí se nevyskytly extrémní dlouhodobé dešťové srážky a nedošlo k znehodnocení významné části vzorků. Přednostmi a nevýhodami jiného typu pasti se zabýval Williams (1958), který popsal vzhled a funkci složitější padací pasti, která je schopna separovat a shromažďovat vzorky ze stanovených časových period. Past je sice vhodnější pro dlouhodobější výzkumy diurnální aktivity, pro něž je žádoucí nepřetržitý a časově separovaný výběr pastí, ale finanční náročnost na pořízení a údržbu je nesrovnatelně větší. Autor rovněž ve své studii porovnával různé úpravy pastí (pasti s nálevkou a bez ní) a různá odchytová média. Protože některá média odpuzují a jiné fungují jako atraktanty (Adis 1979), zvolili jsme pro naši studii pasti bez fixáže. Pravidelnou a častou kontrolou pastí jsme předcházeli rozkladu uhynulých živočichů a byly také zaručeny minimální úniky z pastí. Williams (1958) testoval rovněž citlivost metody padacích pastí, zda je schopna i přes vysokou vnitřní variabilitu odhalit rozdíly mezi vzorky z různých sezón a lokalit. K tomuto testu si zvolil suchozemské stejnonožce, kteří měli vysoké variační koeficienty a jejichž úlovky byly nízké. Analýza variance logaritmicky transformovaných dat prokázala i přes vysoký variační koeficient signifikantní rozdíly mezi odchty z různých ročních dob (vysoce signifikantní,  $P = 0,01$ ) a mezi odchty z různých stanovišť v rámci rozlehlých oblastí ( $P = 0,05$ ), tudíž metoda se padacích pastí ukázala být dostatečně citlivá.

Jinou pomůckou vhodnou ke studiu diurnální aktivity hlavně v uměle řízených laboratorních podmínkách mohou být různé přístroje, které snímají a zaznamenávají lokomoční aktivitu např. na základě hmotnosti (Park 1935). Další výzkumy využívaly k záznamu diurnální aktivity například aktograf (Cloudsley-Thompson & Crawford 1970), infračervené sensory (např. Ammar & Morgan 2005, Koilraj et al. 1999, 2000) nebo jiné speciální záznamové systémy jako např. záznam stop na skleněném krytu Petriho misky snímaný speciálním perem (Bano & Krishnamoorthy 1979).

Účinnost naší metodiky spočívala v citlivém stanovení počtu period, lišící se dostatečně charakterem světelných podmínek (mírou dopadu slunečního záření), v kterých bychom zaznamenali typickou faunu s podobnými rysy. Při tomto výzkumu byla frekvence výběru pastí stanovena na 3 hodiny. Častější výběry by nebyly vhodné vzhledem k tomu, že pasti byly vyprazdňovány manuálně a terénní výzkum závisel na přítomnosti spolehlivého člověka na lokalitě (jeden výběr trval 45-60 minut). Podle měnícího se světelného režimu (LD) v průběhu roku se rovněž lišilo zařazení vzorků z určitých odchytů do specifických kategorií (period). Tato práce řadí faunu do čtyř, respektive do tří kategorií (organismy s noční a denní aktivitou, a aktivitou za šera, která představuje jak epigeickou aktivitu za svítání, tak za soumraku). Pevně stanovené meze pro periody, které použil Dondale et al. (1972) nebyly shledány za vhodné z důvodu pohyblivého rozsahu světelné fáze. Vhodněji zvolené periody popisuje ve svých pracích Williams (1959a, 1959b, 1962). Rozsah denní a noční fáze závisí na přesné době východu a západu slunce. Kategorie aktivity za šera spadaly do rozmezí východ respektive západ slunce  $\pm$  jedna hodina. Tyto periody měly tedy délku 2 hodiny. Takto byly rovněž vymezeny kategorie naší práce s tím rozdílem, že bylo vypuštěno členění dne a noci, čímž byly periody zredukovány na čtyři z autorových původních šesti.

#### *4. 3 Diurnální aktivita epigeonu a její změny v závislosti na sezóně*

Nejpočetnější taxonomickou skupinou, jejíž epigeická aktivita výrazně převažovala v pozdní fázi jarní sezóny byli **pavouci**. Williams (1962) sledoval sezónní změny aktivity této taxonomické skupiny v průběhu jednoho roku (únor 1952 až leden 1953 pomocí jednoduchých padacích pastí) a porovnával je v závislosti na lokalitě. Autor zaznamenal větší výkyvy aktivity v nezapojeném nízkém porostu křovin s maximálním vrcholem ke konci května až začátkem června narozdíl od menších výkyvů během roku u lesního stanoviště (se dvěma nevýraznými vrcholy aktivity na začátku května a v půlce října). Po porovnání výsledků naší práce s údaji, které získal Williams (1962), lze domnívat, že příčinou převažujícího jarního odchytu pavouků v oblasti lužního lesa je fakt, že tyto odchty spadají do úseku vrcholové části křivky roční aktivity.

Pavouci odchycení v lužním lese vykazovali 61% aktivitu ve dne a stejné poměrné zastoupení mezi noční aktivitou a aktivitou za šera (19 %). Na jaře i na

podzim jsme pozorovali stejný poměr mezi oběma aktivitami, denní i noční (denní třikrát větší). Williams (1962), který se ročními změnami v aktivitě zabýval, zaznamenal dvojnásobnou převahu diurnální aktivity v létě, což by se přibližovalo našim výsledkům, když uvážíme i nadhodnocení denní aktivity na jaře, ale rovněž noční aktivitu v zimě, která se blížila pětinasobku denní aktivity. Jím získané aktivity za šera byly v obou sezónách srovnatelné, stejně tak tomu bylo i u našich vzorků.

Vrchol aktivity v jarní sezóně vykazují i **stonožky**. Na jaře i na podzim převažovala jejich noční aktivita nad denní. Zatímco v jarním období bylo odchyceno přibližně dvojnásobně více stonožek v noci než přes den, na podzim byl již tento poměr téměř šestinasobný. Při srovnání diurnální aktivity mezi jarním a podzimním obdobím za šera bylo zjištěno, že rovněž tato aktivita je na podzim výrazně vyšší. Vzhledem k tomu, že vyšší rozsah denní periody na jaře by mohl dávat větší váhu denní aktivitě, předpokládáme, že noční aktivita na jaře by mohla být ještě více zastoupena.

Aktografické experimenty, které provedli Cloudsley-Thompson & Crawford (1970), prokázaly u scolopendromorfních stonožek při simulovaném osvětlení (6.00 – 21.00 hodin) rovněž převládající noční aktivitu (96% podíl). Také Dondale et al. (1972) se ve své studii zmínil o aktivitě stonožek, avšak jeho výsledky ukázaly spíše rovnoměrnou distribuci aktivity těchto stonožek v průběhu dne.

Srovnatelná abundance jako u stonožek byla zjištěna u další taxonomické skupiny – **mnohonožek**. Znovu byla zaznamenána vyšší lokomoční aktivita v jarním období, což koresponduje s výsledky průzkumu třech druhů mnohonožek v starém dubovém lese na pozemku univerzity Royal Holloway College v Londýně (Banerjee 1967). Po celý rok zde byly 1x týdně vybírány zemní pasti v šesti periodách, do nichž byl rozdělen denní cyklus. Záznamy aktivity odhalily znovu sezónní variabilitu s jedním největším vrcholem epigeické aktivity v měsíčním rozmezí duben až červen.

V jarní sezóně bylo zjištěno čtyřnásobně větší zastoupení noční aktivity ve vztahu k aktivitě za dne. Noční aktivita mnohonožek na podzim představovala až třináctinásobek denní aktivity. Epigeická aktivita za šera byla na podzim čtyřnásobně vyšší než denní aktivita, narozdíl od jarní sezóny (na

jaře „pouze“ 2krát více jedinců aktivních za šera než ind. aktivních za dne). Rozdíly mezi sezónami můžeme pravděpodobně přičíst znovu širšímu rozmezí denní periody na jaře. Banerjee (1967) zaznamenal u všech třech druhů mnohonožek (*Cylindroiulus punctatus*, *Tachypodoiulus niger* a *Polydesmus angustus*) největší aktivitu u periody IV a I (rozmezí od jedné hodiny po západu slunce do půlnoci a od půlnoci do jedné hodiny před východem slunce). Největší množství úlovku bylo získáno od půlnoci do jedné hodiny před úsvitem (fáze I). Autor popisuje měsíční proměnlivost v celkových počtech jedinců jednotlivých druhů odchycených během všech zvolených šesti fází cirkadiálního cyklu. Park et al. (1931) ve své studii noční ekologie zařadil mnohonožku *Polydesmus serratus* mezi druhy s jednoznačným vrcholem aktivity kolem půlnoci. Tři druhy mnohonožek odchycené v bukovém lesním porostu v Maďarsku byly nejvíce aktivní během dvou period (od 20.00 do 04.00) (Ilosvay 1982). Rovněž Dondale et al. (1972) řadí mnohonožky mezi druhy silně inklinující svou aktivitou k noční hodinám. Získal více než 90% podíl úlovku mezi 22.00 a 04.00. Dále uvedl, že tento rytmus zůstává zachován ve všech třech sezónách až na léto, kdy bylo zastoupení této periody pouze 50%. Bano & Krishnamoorthy (1979) se zabývali cirkadiálními rytmy v pospolitosti a lokomoční aktivitě mnohonožky *Jonespeltis splendidus*, u níž byla pozorována aktivita za soumraku a před úsvitem. Byly sledovány změny této aktivity v různých světelných podmínkách a bylo zjištěno, že 24hodinové světlo vyvolává nepravidelnost v tomto rytmu a celodenní tma působí drastické změny v aktivitě. Zmíněná mnohonožka vykazuje shlukování, při němž hrají roli pomalé lokomoční pohyby, zatímco nízká sociabilita koresponduje s vysokorychlostní aktivitou. Jiná zajímavá studie, která věnuje pozornost několika tropickým mnohonožkám (Cloudsley-Thompson 1951) je založena na vizuálních i aktografických experimentech, jejichž cílem bylo prokázat míru vlivu světelných podmínek a jiných faktorů např. teploty v různých cirkadiálních rytmech. Vizuální experimenty dvou menších britských druhů mnohonožek prokázaly u diurnálního cyklu rytmické aktivity primární reakci na světlo a tmu, ale i korelaci tohoto cyklu s nástupem klesající večerní teploty. U mnohonožek temných tropických lesů však světlo nebylo signifikantním environmentálním faktorem, z tohoto důvodu se jeví teplotní fluktuační primárně důležité v procesu nástupu a trvání diurnálních rytmů těchto druhů.

Koilraj et al. (1999) používal infračervené diody k detekci lokomoční aktivity povrchově aktivní mnohonožky *Syngalobolus* sp., aby zjistil k jakým změnám v její aktivitě dochází v různých světelných režimech. Zjistil, že všechny tyto mnohonožky přizpůsobují svou lokomoční aktivitu LD cyklům (12:12 hod.), vrcholy aktivity byly prakticky omezeny jen na fázi tmy. Za DD (24 hod. tma) podmínek vykazovaly mnohonožky volný pohyb („free run“). V celodenních světelných podmínkách (LL) lokomoční rytmus přetrvával. Podobných výsledků dosáhl Koilraj et al. (2000) ve své experimentální studii cirkadiálních rytmů v lokomoční aktivitě mnohonožky *Glyphiulus cavernicolus* obývajících jeskyni. Podrobněji se diurnální aktivitě jednotlivých druhů stonožek a mnohonožek věnujeme v připravované publikaci (Příloha II).

**Ploštice** vykazovaly vrcholovou epigeickou aktivitu v jarní sezóně, byli zde zastoupeny až 99% podílem. Zcela jednoznačně bychom je mohli zařadit mezi druhy omezující svou aktivitu pouze na denní fázi 24–hodinového cyklu (poměr denní a noční periody byl na jaře 70:1). Úlovky za šera byly na jaře ve srovnání s noční periodou 6x větší. Nelze zde vůbec uvažovat o srovnání obou sezón, protože na podzim bylo odchyceno pouze 9 ind. (8 z nich v denní periodě a 1 před úsvitem). Také Dondale et al. (1972) označil taxonomickou skupinu Hemiptera jako silně diurnální, s aktivitou koncentrovanou do časového rozmezí 11.00 – 16.00 hod.

**Brouci** vykazovali vyšší aktivitu na jaře (až 92 % úlovku), což koresponduje s výsledky odchytů, které prezentoval Dondale et al. (1972). Zjistil asi 85% zastoupení ind. dvou čeledí brouků (Carabidae a Staphylinidae) na jaře a v létě. Uvedl, že sezónní modely těchto čeledí vykazují velkou podobnost se sezónními modely celého jejich řádu. Rovněž existuje shoda mezi jeho a našimi výsledky týkající se diurnální aktivity, která mírně převažuje během denní fáze a rozdíly mezi jarní a podzimní sezónou jsou patrné. Na jaře denní aktivita čtyřnásobně převyšuje aktivitu za tmy a na podzim představuje dokonce přibližně osminásobek noční aktivity. U aktivity za šera již takové rozdíly nebyly zaznamenány, na jaře byla tato aktivita srovnatelná s tou noční a na podzim byla dvojnásobně vyšší než aktivita během noci. Williams (1959a) studoval sezónní a diurnální aktivitu čeledi Carabidae se speciálním důrazem na některé rody (*Nebria*, *Notiophilus* a *Feronia*). Používal nejen jednoduché padací pasti,

ale i speciální pasti separující vzorky z jednotlivých period. Zaznamenal silnou diurnální aktivitu u herbivorních brouků. Rod *Nebria* se ukázal být striktně noční jako pozdní stadium larvy i jako dospělec, *Notiophilus* byl naopak rod s denní aktivitou larev i dospělců. U rodu *Feronia* byly zaznamenány změny v aktivitě mezi lokalitami (viz kapitola 4. 4).

U **suchozemských stejnonožců** jsme nepozorovali žádné výrazné sezónní rozdíly v abundancích, pouze rozdíly v diurnální aktivitě. Na jaře byla epigeická aktivita vyšší za dne (poměr denní a noční fáze 2:1) a na podzim lezli suchozemští stejnonožci více v noci (poměr noční a denní fáze 3:1). Na podzim je rovněž více zastoupena kategorie šera, která představuje dvojnásobek aktivity denní periody. Sice bylo celkem více odchycených jedinců v kategorii noční aktivity, ale nebyl to nijak významný rozdíl, abychom mohli suchozemské stejnonožce zařadit mezi organismy s prokázanou rytmicitou v cirkadiánním cyklu. Sutton (1968) zpracoval studii populační dynamiky druhů *Trichoniscus pusillus* a *Philoscia muscorum* na vápencových travnatých plochách. Prokázala u druhu *T. pusillus* fluktuační změny mezi postupně srovnávanými páry měsíců květnem a červnem, srpnem a zářím a zářím a říjnem roku 1964 a mezi červnem a červencem 1965. Ammar & Morgan (2005) publikovali zajímavý výzkum v laboratorních podmínkách, při němž pozorovali reakce pouštního druhu *Hemilepistus reaumurii* na změnu světelného režimu cirkadiánního cyklu, konkrétně v LD (light–dark) podmínkách ve fázi přirozeného cirkadiánního cyklu a později v DD (dark–dark) cyklu. Analýza předběžných dat indikovala, že se jak u samostatných organismů, tak u párů tohoto druhu projevil endogenní rytmus lokomoční aktivity s cirkadiánní periodicitou. Aktivita byla většinou omezena jen na hodiny světelné fáze (LD) nebo na ty fáze imaginárního dne (při DD). Model aktivity vykazoval dva hlavní vrcholy kolem soumraku a kolem úsvitu.

U jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců byl rovněž posuzován vliv sezóny na diurnální aktivitu. *Trachelipus rathkii* se vyznačoval vyšší podzimní epigeickou aktivitou a největší zastoupení měl v noční fázi 24hodinového cyklu. Vyšší noční aktivitu v poměru k ostatním periodám vykazoval na podzim (poměr odchytů v noci k odchytům ve dne 3:1), noční aktivita na jaře se rovnala dvojnásobné denní aktivitě. Farkas (1998) věnující se

populační dynamice, prostorové distribuci a poměru pohlaví druhu *Trachelipus rathkii* zjistil v rámci svého průzkumu v zamokřených lesích kolem řeky Dravy, že populace *T. rathkii* a *Armadillidium vulgare* byly na jaře nízké a stoupaly postupně s příchodem léta. Po červenci poklesly na úroveň dubnových. Na podzim (asi konec září) byly populace *T. rathkii* přibližně na té samé úrovni (u obou srovnávaných lokalit, lesní pěšiny starého topolového lesa a pěšiny mladého vrbového porostu) jako na začátku května, což neodpovídá našim výsledkům. *Protracheoniscus politus* byl druhem, u něhož sice převládala celkově denní aktivita, ale na podzim nebyl odchycen v této kategorii ani jeden jedinec, přičemž převažovala aktivita nepatrně aktivita za šera ve srovnání s nočním zastoupením. V jarní sezóně bylo zastoupení obou těchto period znovu srovnatelné, ale vzhledem k noční aktivitě je denní dvojnásobně vyšší. Může to být znovu efekt více odběrů z pastí během dne na jaře. Aktivita za šera byla na podobné úrovni jako noční aktivita (stejně jako u předcházejícího druhu). Ilosvay (1982) porovnávající diurnální aktivitu několika taxonomických skupin pozoroval u rodu *Protracheoniscus* (*P. amoenus*) asi 65% podíl úlovku s aktivitou v periodě 22.00 až 04.00 a potom ještě menší zvýšení aktivity v periodě 18.00 – 20.00. My jsme naopak zaznamenali vrchol aktivity na jaře v době svítání. Společným rysem dalších druhů suchozemských stejnonožců, *Ligidium hypnorum* a *Porcellium conspersum* byla převaha jarní aktivity, v případě *L. hypnorum* téměř dvoutřetinová a u *P. conspersum* absolutní. Tyto dva druhy měly srovnatelné početní zastoupení v úlovku, avšak vykazovaly opačnou rytmicitu aktivity. Jedinci *L. hypnorum* nejen že měly vyšší noční aktivitu, ale rovněž se její poměr k aktivitě spadající do kategorie denní periody nelišil v závislosti na sezóně (3:1). Mírně rovněž převažovala aktivita druhu za šera nad denní aktivitou, poměry opět srovnatelné na jaře i na podzim. Vzhledem k nízkým úlovkům druhů *Hyloniscus riparius* (odchyt omezený na jaro a odchyt více za svítání a za dne) a *Trichoniscus pusillus* (odchyt větší na jaře a omezený na mýtinu, pouze noční odchyt) nelze u těchto endogenních druhů posuzovat sezónní rozdíly v diurnální aktivitě.

U **sekáčů**, zastoupených více v podzimním období se rovněž projeví sezónní změny v distribuci epigeické aktivity podél 24hodinového cyklu. Na jaře byly úlovky vybrané z pastí v obou hlavních periodách dne srovnatelné, přičemž méně bylo odchyceno sekáčů za šera. Na podzim se již projevila více aktivita



v noci a za šera, může to souviset jak s vyšší podzimní abundancí nebo s více odchvy v denní periodě na jaře (nadhodnocení světelné fáze). Celkově se tedy sekáči podle aktivity jeví jako noční. To shledal i Dondale et al. (1972) nebo Williams (1962), který ale po proporčním upravení výsledků získal 50% zastoupení nočních odchvtů, 47% zastoupení aktivity za šera a pouze 3% denní aktivitu (v lese). Druhy *Leiobunum rotundum*, *Lacinius ephippiatus* a *Mitopus morio* neposuzoval z hlediska rozdílné diurnální aktivity kvůli nízkým úlovkům, což bylo i v našem případě, protože všechny tři druhy spolu s dalšími druhy *Platybunus bucephalus* a *Mitostoma chrysomelas* nepředstavovali každý ani 2 % z celkového úlovku. Jejich epigeická aktivita byla více zastoupena v periodě dne. S výsledky, které získal Obrtel (1976) korespondují druhy *Lophopilio palpinalis*, *Oligolophus tridens*, *Rilaena triangularis* i *Nemastoma lugubre*. Všechny totiž vykazují převahu v určité sezóně (aspektu) a tyto výsledky odpovídají těm, které získal Obrtel (1976). *L. palpinalis*, *O. tridens* a *N. lugubre* převažují svou aktivitou v podzimní sezóně (Autumnal aspect podle výše uvedeného autora) a *R. triangularis* v jarním období (Aestival aspect). Druh *Trogulus tricarinatus* neměl již tak výrazné zastoupení v jedné sezóně. *L. palpinalis* vykazoval na jaře 2x vyšší denní aktivitu než noční. Noční aktivita byla srovnatelná s kategorií šera. Naopak na podzim se druh pohyboval více v noci a za šera (poměr noci, šera a dne 4:3:1). U *O. tridens* nelze srovnávat sezóny, protože byl druh výhradně zastoupen na podzim (zcela vyrovnané odchvy v různých periodách, vyrovnaná distribuce epigeické aktivity). Jedinci druhu *N. lugubre* byly aktivní převážně v noci a za šera, na jaře zaznamenáno v těchto periodách 100 % ind., poměr byl srovnatelný v obou kategoriích. Na podzim se již chytili někteří jedinci ve dne, ale noční odchvy byly až čtyřnásobně vyšší. Perioda šera byla opět zastoupena stejně jako noční. U *R. triangularis* nelze porovnávat sezóny (100 % na jaře), zastoupení den, noci a šera v poměru 1:2:2. *T. tricarinatus* v obou sezónách měl srovnatelnou distribuci aktivity, v noci byl na jaře dvakrát více aktivní než ve dne. Na podzim byly odchyceni zástupci druhu pouze v noci nebo za šera (poměr těchto period 3:1).

#### 4. 4 Diurnální aktivita epigeonu a její změny v závislosti na lokalitě

Dvě třetiny **pavouků** byly odchyceny na lesním stanovišti a pouze jedna třetina v lese. Opačný poměr při odchytu zaznamenal Williams (1962), který porovnával sezónní změny v závislosti na lokalitě. Autor pozoroval menší výkyvy křivky aktivity u lesního stanoviště, tedy rovnoměrnější rozložení epigeické aktivity v průběhu roku, narozdíl od křivky s ostrým vrcholem aktivity u křovinného stanoviště.

Williams (1962) rovněž zjišťoval diurnální aktivitu této skupiny pomocí pastí časově oddělující vzorky a zaznamenal výrazné rozdíly v rovnováze aktivity dne a noci mezi stanovišti. V lesním porostu byla aktivita pavouků více rovnoměrně rozložena v 24–hodinovém cyklu, přičemž podíl jedinců odchycených v noci byl 1,75× větší než podíl jedinců zaznamenaných přes den. Naopak v nízkém roztroušeném porostu křovin byl počet chycených pavouků 6× větší ve dne než v noci. Nevýhodou jeho výzkumu byly nízké úlovky, protože na každé stanoviště byla instalována pouze jedna past. Přesto po porovnání těchto údajů našimi výsledky byly nalezeny podobnosti. Pavouci i zde na lesní lokalitě vykazovali rovnoměrnější aktivitu v průběhu denního cyklu než na mýtině, i když denní aktivita převažovala na obou stanovištích. V lese byla denní aktivita 2× a na mýtině až 8× vyšší než aktivita za tmy. Převaha denní aktivity (61 % úlovku) může být zapříčiněna vyšším počtem výběrů v této časové kategorii. Podrobnějším studiem diurnální aktivity jednotlivých druhů pavouků na louce se zabýval Dondale et al. (1972), který zjistil vysokou variabilitu v rytmech epigeické aktivity mezi jednotlivými druhy. Vzhledem k tomu, že jsme u pavouků v lese registrovali větší symetrii v distribuci diurnální aktivity, můžeme zde uvažovat o platnosti výše uvedené Parkovy teorie (Park 1941).

Odchyty **stonožek** na mýtině byly vyšší, pouze třetina celkového úlovku pochází z lesa. V noci a za šera bylo nalezeno nejvíce stonožek a noční aktivita byla zhruba ve stejném poměru k denní aktivitě, jak v lese, tak na mýtině (2:1). Za šera byl úlovek na mýtině nepatrně vyšší. Stonožky obecně tedy vykazují spíše noční aktivitu a nemůže být tedy u nich potvrzena teorie Parka (1941).

Také námi zachycené **mnohonožky** vykazují přibližně shodný poměr denních a nočních odchytů u obou lokalit (1:6, přestože na mýtině bylo odchyceno více

jedinců), což signalizuje výraznější noční aktivitu než u stonožek. Shodné poměry i u těchto živočichů vylučují shodu s Parkovou hypotézou (Park 1941).

Vzhledem k téměř výhradnímu zastoupení **ploštic** na mýtině nelze klást důraz na rozdíly v diurnální aktivitě mezi lokalitami. Na obou stanovištích byly ploštice nejvíce aktivní ve dne, potom za šera a nejmenší podíl byl odchycen v noci (poměr jedinců odchycených v jednotlivých periodách v uvedeném pořadí na mýtině – 84:8:1, v lese – 21:1:3). Distribuce aktivity ploštic je sice v lese vyrovnanější, ale souvisí to spíše s nepatrnými počty živočichů odchycených na podzim, než s pokročilejším rozvojem lesního společenstva (Parkova hypotéza). Preference mýtiny zřejmě není prioritně ovlivňována střídáním světla a tmy, ale mohla by souviset hlavně s potravními nároky.

**Brouci** byly aktivnější na mýtině, i když ne tak výrazně jako ploštice. Na jaře byl patrný i nezanedbatelný výskyt v lese. Větší vyrovnanost aktivity během 24 hodin v lese byla pozorována. „Pouze“ třikrát vyšší byla epigeická aktivita ve dne než v noci, narozdíl od mýtiny, kde představovala její šestinásobek. Znovu tyto výsledky potvrzují Parkovu teorii (Park 1941). Za šera a během noci byla aktivita brouků srovnatelná u obou lokalit. Williams (1959a) shledal větší abundanci a variabilitu u čeledi Carabidae na lesním stanovišti než v otevřené krajině a za příčinu označil vrstvu hrabanky typickou pro les, na níž jsou organismy lesa úzce vázány. Otevřenou krajinu s křovinami charakterizoval jako stanoviště s menším množstvím karnivorních a větším počtem herbivorních zemních brouků. Druhem s různou epigeickou aktivitou na odlišných lokalitách byl *Feronia madida*, který vykazoval v lese noční aktivitu a v otevřené travnaté krajině byl aktivní převážně za dne.

**Suchozemští stejnonožci** s více než 60% podílem úlovku na lesní lokalitě, vykazují sice mírnou převahu noční aktivity, ale stanovištní rozdíly v aktivitě nebyly významné. V lese byla distribuce aktivit rovnoměrnější, ale vzhledem k mírné převaze jarního úlovku v lese, mohla být znovu denní aktivita do určité míry nadhodnocena. Na podzim byl již zjištěn rozdíl spočívající v poměru noční aktivity ku denní (2:1). To odpovídá teorii Parka (1941). Zimmer et al. (2000) ve své studii korespondenčního analytického hodnocení faktorů, které ovlivňují distribuci půdních členovců na zpustlých travnatých plochách v jihozápadním Německu, porovnával několik lokalit s odlišnými podmínkami

(pH půdy, průměrná roční teplota vzduchu, srážky a nadmořská výška). Jeho výsledky ukazují rozdíly v abundancích suchozemských stejnonožců mezi jednotlivými lokalitami. Zjistil, že tři druhy *Ligidium hypnorum*, *Philoscia muscorum* a *Porcellium conspersum* měly podobné nároky na stanoviště, protože byly podobně ovlivňovány jejich environmentálními faktory. Vyskytovaly se tedy na určitém stanovišti společně.

Změny v diurnální aktivitě v závislosti na lokalitě byly zaznamenány u druhů *Trachelipus rathkii* a *Ligidium hypnorum*. Výraznější změny jsme zjistili u *T. rathkii* se srovnatelným zastoupením obou lokalit (poměr kategorií den, noc a šero v lese – 1:4:2 a na mýtině 1:2:1). *Ligidium hypnorum*, který byl více zastoupen na mýtině, rovněž aktivitou více tíhnul k nočním hodinám. Mezi lokalitami však vykazoval obdobnou distribuci aktivity v denním cyklu – poměry period denní, noční a šero byly v lese 1:5:1 a na mýtině 1:4:2. Všimneme-li si kategorie šera, zatímco u *T. rathkii* byla dvakrát více zastoupena než denní perioda na lesním stanovišti, *L. hypnorum* byl aktivnější v poměru k aktivitě přes den na mýtině. U ostatních druhů nebylo možné hodnotit změny diurnální aktivity mezi lokalitami, protože buď měly nepatrné abundance (*Trichoniscus pusillus* a *Hyloniscus riparius*) nebo se vyskytovaly výrazně pouze na jedné lokalitě (*Protracheoniscus politus* a *Porcellium conspersum* – v lese). U druhu *P. politus* byla distribuce diurnální aktivity víceméně rovnoměrnější s menší převahou denní aktivity a *P. conspersum* vykazovalo až nadměrnou převahu aktivity přes den.

Odišnou diurnální aktivitou **sekáčů** v závislosti na lokalitě se zabýval Williams (1962). V případě sekáčů jeho výsledky nepotvrdily Parkovu hypotézu (1941), protože v otevřeném porostu křovin zaznamenal vyšší symetrii v distribuci epigeické aktivity než v lese. Výsledky týkající se sekáčů v lužním lese rovněž nepotvrdily Parkovu teorii, ale ani nevyvrátily, protože rozložení epigeické aktivity v lese a na mýtině bylo přibližně stejné (s dvojnásobnou aktivitou v noci než ve dne a aktivitou za šera srovnatelnou s periodou noci).

Druhy se srovnatelnými rozdíly v distribucích představují *L. palpinalis* a *N. lugubre*. První ze jmenovaných druhů v lese vykazoval asymetrii v distribuci aktivity (poměr denní, noční periody a periody šera – 1:4:3) narozdíl od mýtiny, kde byla distribuce přibližně vyrovnaná, všechny kategorie

zastoupeny stejně. Rovněž *N. lugubre* vykazovala podobné rozdíly, ba ještě extrémnější byl poměr noční a denní kategorie (les – 1:6:4, mýtině 1:3:5; ve stejném pořadí jako u předchozího druhu). *O. tridens* měl narozdíl od výše uvedených druhů zcela rovnoměrnou distribuci epigeické aktivity v lese. Na mýtině byl druh zastoupen mnohem méně, tudíž by nemělo být silně asymetrické rozložení této lokality bráno v potaz. *R. triangularis* byla zastoupena také v menším počtu na mýtině. V lese byly srovnatelné obě kategorie (noc:den – 7:8), ale jedinců odchycených za šera bylo 7x méně než těch, kteří byly aktivní v noci. Na mýtině naopak převažovala perioda šera. U *T. tricarinatus* jsme zaznamenali v lese extrémní převahu noční aktivity nad aktivitou denní. Na mýtině převažovala sice také, ale ne tak výrazně.

#### ***4. 5 Analýza vlivu teploty a denní doby na epigeickou aktivitu jednotlivých druhů vybraných skupin***

Analýza vlivu zvolených prediktorů byla provedena u jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců a sekáčů. Otázkou bylo, zda některé druhy vykazují signifikantní závislost na některém z těchto faktorů. Významná vazba k těmto prediktorům souvisí pravděpodobně více či méně s ekologickými nároky jednotlivých druhů a tím i se závislostí na určitém specifickém stanovišti. Zimmer et al. (2000) studoval vliv zvolených faktorů na distribuci půdní fauny a prokázal např. signifikantní vliv pH půdy na suchozemské stejnonožce, zatímco u mnohonožek nebyl prokázán. Avšak jejich distribuce hlavně korespondovala s průměrnou roční teplotou vzduchu. Zimmer (2004) pozoroval v prostředí lužního lesa v Německu účinky ročních variací teploty a srážek na populace suchozemských stejnonožců a složení společenstva těchto detritivorů. Autor prokázal, že hlavní význam má letní a zimní teplota, zatímco teplota během podzimu a jara má menší význam na počty stejnonožců a jejich fenologii. Zaznamenal konkrétně nízké populační denzity u dvou druhů rodu *Porcellio* a u druhu *Oniscus asellus* po teplých zimách a vlhkých jarech a v průběhu suchých letních měsíců. Zatímco vlhká jarní období způsobila vzrůst počtu jedinců druhu *Hyloniscus riparius*.

Ze skupiny **suchozemských stejnonožců** byl vliv obou prediktorů významný u dvou druhů – *Trachelipus rathkii* a *Protracheoniscus politus*.

U obou byl prokázána vysoká signifikance u denní doby (na 1% hladině významnosti) a u teploty byl vliv „pouze“ signifikantní (na 5% hladině významnosti). Oba jmenované druhy měly unimodální křivky závislosti epigeické aktivity jak na teplotě, tak na denní době, s jedním vrcholem posunutým k okraji rozpětí faktoru. *T. rathkii* nejvíce reagoval svou aktivitou na teplotu v rozmezí 10–12 °C. *P. politus* vykázal všeobecně největší aktivitu při teplotách 8–10 °C. Co se týče denní doby, největší reakci zaznamenal *T. rathkii* kolem půlnoci a *P. politus* byl neaktivnější mezi 7.00 a 9.00 hodin. Pro aktivitu *Ligidium hypnorum* byla signifikantně významná denní doba ( $P=0,05$  %), vrchol aktivity spadá mezi 1.00–3.00 hod. v noci.

U čtyř druhů **sekáčů** byla prokázána vysoce signifikantní závislost epigeické aktivity na minimálně jednom ze zvolených prediktorů. *L. palpinalis* a *Nemastoma lugubre* jsou druhy zastoupené výrazně v podzimním aspektu, u nichž byl prokázán signifikantní vliv obou faktorů, jak teploty povrchu půdy, tak denní doby, na 1% hladině významnosti. Mnohem více souvisela jejich aktivita s denním rytmem. *L. palpinalis* vykazoval největší aktivitu v rozmezí teplot 12–14 °C a unimodální křivka odpovědi druhu na denní dobu vrcholila kolem půlnoci. Epigeická aktivita druhu *Nemastoma lugubre* vzhledem k teplotě povrchu půdy vykazovala bimodální distribuci se dvěmi pozitivními výchylkami reakce (v 6–8 hod. a kolem 00.00 hod) a jeho křivka závislosti na denní době měla spíše jeden významný vrchol přibližující se k půlnoci. U *Oligolophus tridens* byl zaznamenán vysoce signifikantní vliv pouze u teploty povrchu půdy, která vyvolala nejvyšší odezvu u aktivity druhu v rozmezí 12 až 14 °C. Epigeická aktivita druhu *Trogulus tricarinatus* byla zase vysoce signifikantně závislá na denní době, s jedním vrcholem unimodální křivky o půlnoci.

## 5 Závěr

Diurnální epigeická aktivita vybraných taxonomických skupin členovců (Aranae, Opiliones, Oniscidea, Chilopoda, Diplopoda, Heteroptera a Coleoptera) byla sledována v prostředí lužního lesa na dvou samostatných lokalitách – ve starém lužním lese (Querco–Ulmelum) a na přilehlé mýtině. Odchyty probíhaly prostřednictvím 100 jednoduchých zemních pastí bez fixace (60 v lese, 40 na mýtině) v druhé polovině jarní sezóny a na začátku podzimní sezóny v roce 2004. Pasti byly vybírány každé tři hodiny nepřetržitě během celého odchyťového období. Během celého odchyťového období byla měřena teplota půdního povrchu. Mým úkolem bylo determinovat suchozemské stejnonožce a sekáče a determinaci ostatních taxonomických skupin se věnovali (či věnují) jiní specialisti (viz kapitola 2. 2).

Diurnální aktivita všech taxonomických skupin byla srovnávána z pohledu jara a podzimu, lesa a mýtiny; u suchozemských stejnonožců a sekáčů i mezi jednotlivými druhy.

Celkový úlovek představoval 11.771 ind. Dominantními skupinami byli pavouci, brouci a sekáči (více než 10 % jedinců z celkového počtu) v tomto pořadí podle klesající dominance. Pro stanovení diurnální aktivity byly počty ind. převedeny na 60 pastí za 18 dní a denní cyklus rozdělen na čtyři periody (den, noc, soumrak a úsvit; dvě poslední kategorie při hodnocení sloučeny do jedné – šero).

U pavouků, brouků a ploštic převažovala denní aktivita (ve vzestupném pořadí) a sekáči, stonožky a mnohonožky se jeví spíše jako noční. U sekáčů byla rovněž vysoká aktivita za šera. Suchozemští stejnonožci měli spíše rovnoměrnější distribuci s mírnou převahou noční periody.

Rozložení diurnální aktivity v průběhu 24–hodinového cyklu mnohonožek, ploštic a brouků bylo pravděpodobně silněji sezónně ovlivněno. Mírnější sezónní změny byly rovněž patrné u ostatních taxonomických skupin.

Rozdílné stanovištní podmínky nejvíce ovlivňovaly distribuce diurnální aktivity pavouků a brouků. Mírněji byl lokalitou ovlivněn „pattern“ diurnální aktivity sekáčů, suchozemských stejnonožců a mnohonožek. U stonožek nebyl

vliv lokality patrný a u ploštic nelze změny hodnotit kvůli téměř 100% zastoupení jedinců na mýtině.

Suchozemští stejnonožci (231 ind.) představovali 2 % z celkového úlovku a z celkového počtu šesti druhů byly čtyři dominantně zastoupeny.

Převahu noční aktivity jsem zaznamenala u druhů *Trachelipus rathkii* a *Ligidium hypnorum*. *Protracheoniscus politus* a *Porcellium conspersum* vykazovali vyšší aktivitu přes den. *Hyloniscus riparius* a *Trichoniscus pusillus* nebylo možno hodnotit vzhledem k jejich nízké abundanci.

Distribuce diurnální aktivity třech druhů – *T. rathkii*, *L. hypnorum* a *P. politus*; byla mírně sezónně ovlivněna. *P. conspersum* nelze hodnotit vzhledem k tomu, že byl odchycen pouze na jaře.

U druhů *T. rathkii* a *L. hypnorum* bylo pozorován mírný vliv lokality na jejich cirkadiánní distribuci. *P. politus* a *P. conspersum* byly odchyceny téměř výlučně v lese až na dva jedince u každého zaznamenané na mýtině.

Sekáči (1352 ind.) představovali více než deset procent celkového úlovku. Zaznamenáno bylo 10 druhů, z nichž polovina měla dominanci vyšší než 2%.

Druhy *Trogulus tricarinatus*, *Lophopilio palpinalis* a *Nemastoma lugubre* vykazovaly spíše noční aktivitu a poslední dva uvedené druhy i vysoký poměr aktivity za šera. Vyrovnanější distribuce epigeické aktivity byly zaznamenány u druhů *Oligolophus tridens* a *Rilaena triangularis*. Ostatní druhy – *Lacinius ephippiatus*, *Mitostoma chrysomelas*, *Mitopus morio*, *Leiobunum rotundum* a *Platybunus bucephalus* byly zastoupeny v malém množství, tudíž by nebylo vhodné je hodnotit.

Pouze u druhu *L. palpinalis* byly pozorovány mírné změny rozložení aktivity v cirkadiánním cyklu v závislosti na sezónních fluktuacích. *T. tricarinatus* neměl patrně distribuci aktivity ovlivněnou sezónně a ostatní druhy nemohly být posouzeny z důvodu nízké nebo nulové abundance v jednom z období.

Změny v závislosti na stanovištních podmínkách byly zaznamenány u všech výše uvedených druhů a výrazněji u *T. tricarinatus*.



Naposledy byla provedena analýza vlivu dalších dvou faktorů – teploty povrchu půdy a denní doby, u suchozemských stejnonožců a sekáčů. Signifikantní vliv obou faktorů na epigeickou aktivitu byl prokázán u dvou druhů stejnonožců, *T. rathkii* a *P. politus*; a u stejného počtu sekáčů – *Lophopilio palpinalis* a *N. lugubre*. Mezi stejnonožci byl potom ještě jeden druh ovlivněn signifikantně denní dobou (*L. hypnorum*), a mezi sekáči dva druhy, z nichž u jednoho (*Oligolophus tridens*) byla prokázána signifikantní závislost aktivity na teplotě povrchu půdy a u druhého (*Trogulus tricarinatus*) na denní době.

Celková studie byla víceméně úspěšná. Zaznamenány byly změny v diurnální aktivitě, jak mezi vyššími taxonomickými úrovněmi, tak i mezi jednotlivými druhy. Bylo shromážděno velké množství epigeické makrofauny, přestože odchyty nebyly prováděny v průběhu celého roku.

## Použitá literatura

- Adams, R.H. (1941):** Stratification, diurnal and seasonal migration of the animals in a deciduous forest. *Ecological Monographs*, 11: 189–227.
- Adis, J. (1979):** Problems of interpreting Arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger*, 202: 177-184.
- Ammar, K.N., Morgan, E. (2005):** Preliminary observations on the natural variation in the endogenous rhythm of the desert isopod *Hemilepistus reaumuri*. *European Journal of Soil Biology*, 41: 63–68.
- Banerjee, B. (1967):** Diurnal and seasonal variations in the activity of the millipedes *Cylindroiulus punctatus* (Leach), *Tachypodoiulus niger* (Leach) and *Polydesmus angustus* Latzel. *Oikos*, 18: 141–144.
- Bano, K., Krishnamoorthy, R.V. (1979):** Circadian rhythms in the sociability and locomotor activities of the millipede, *Jonespeltis splendidus* Verhoeff. *Behavioral and Neural Biology*, 25: 573–582.
- Cloudsley-Thompson, J.L. (1951):** Studies in diurnal rhythms I. Rhythmic behaviour in millipedes. *Journal of Experimental Biology*, 28: 165–172.
- Cloudsley-Thompson, J.L., Crawford, C.S. (1970):** Water and temperature relations, and diurnal rhythms of scolopendromorph centipedes. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 13: 187–193.
- Dondale, C.D., Redner, J.H., Semple, R.B. (1972):** Diel activity periodicities in meadow arthropods. *Canadian Journal of Zoology*, 50: 1155–1163.
- Farkas, S. (1998):** Population dynamics, spatial distribution, and sex ratio of *Trachelipus rathkei* Brandt (Isopoda: Oniscidea) in a wetland forest by the Drava river. *Israel Journal of Zoology*, 44: 323–331.
- Frankenberger, Z. (1959):** Stejnonožci suchozemští – Oniscoidea. Fauna ČSR, svazek 14. NČSAV, Praha.
- Ilosvay, G. (1982):** A talajfelszínen mozgó állatok napszakos aktivitásának vizsgálata a farkasgyepüi bükkösben. *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyiensis*, 1: 171–180.

- Jeřábková, L. (1999):** Dynamika dekompozičních procesů ve třech lesních porostech CHKO Litovelské Pomoraví. Diplomová práce, katedra ekologie PŘF UP, Olomouc, Ms., 62 pp. 10 příloh.
- Koilraj, A.J., Marimuthu, G., Sharma, V.K. (1999):** Circadian rhythm in the locomotor activity of a surface-dwelling millipede *Syngalobolus* sp. *Biological Rhythm Research*, 30: 529–533.
- Koilraj, A.J., Sharma, V.K., Marimuthu, G., Chandrashekar, M.K. (2000):** Presence of circadian rhythms in the locomotor activity of a cave-dwelling millipede *Glyphiulus cavernicolus* SULU (Cambalidae, Spirostreptida). *Chronobiology International*, 17: 757–765.
- Lepš, J., Šmilauer, P. (2000):** Mnohorozměrná analýza ekologických dat. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice
- Martens, J. (2004):** Opiliones. Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org>
- Obrtel, R. (1976):** Soil surface harvestmen (Opilionea) in a lowland forest. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovaca* Brno, 10: 1–34.
- Ožanová, J. (2001):** Společenstva mnohonožek (Diplopoda) tří různě starých lužních lesů po letní záplavě v roce 1997. Diplomová práce, katedra ekologie a životního prostředí PŘF UP, Olomouc, Ms., 74 pp.
- Park, O. (1935):** Studies in nocturnal ecology, III. Recoding apparatus and further analysis of activity rhythm. *Ecology*, 16: 152–163.
- Park, O., Lockett, J.A., Myers, D.J. (1931):** Studies in nocturnal ecology with special reference to climax forest. *Ecology*, 12: 709–727.
- Park, O. (1941):** Concerning community symmetry. *Ecology*, 22: 164–167.
- Schmalzfuss, H. (2003):** World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A*, 654: 341 pp.
- 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.
- Šilhavý, V. (1956):** Sekáči – Opilionea. Nakladatelství ČSAV.

- Tajovský, K. (1989):** Mnohonožky (Diplopoda) a suchozemští stejnonožci (Oniscidea) v sekundární sukcesní řadě hnědých půd. Kandidátská disertační práce, ÚPB ČSAV, České Budějovice. Ms. 172 pp.
- Tajovský, K. (1999):** Impact of inundations on terrestrial arthropod assemblages in southern Moravia floodplain forests, the Czech Republic. *Ekológia (Bratislava)*, 18, Supplementum 1: 177–184.
- 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. (2002):** Stonožky (Chilopoda) lužních lesů postižených letní záplavou. Dizertační práce, katedra ekologie a životního prostředí PřF UP, Olomouc, Ms., 99 pp.
- Tuf, I.H., Tufová, J., Jeřábková, E., Dedek, P. (submitted):** Diurnal epigeic activity of centipedes and millipedes (Chilopoda & Diplopoda). *Norwegian Journal of Entomology*.
- Williams, G. (1958):** Mechanical time-sorting of pitfall captures. *Journal of Animal Ecology*, 27: 27–35.
- Williams, G. (1959a):** Seasonal and diurnal activity of Carabidae, with particular references to *Nebria*, *Notiophilus* and *Feronia*. *Journal of Animal Ecology*, 28: 309–330.
- Williams, G. (1959b):** The seasonal and diurnal activity of the fauna sampled by pitfall traps in different habitats. *Journal of Animal Ecology*, 28: 1–13.
- Williams, G. (1962):** Seasonal and diurnal activity of harvestmen (Phalangida) and spiders (Araneida) in contrasted habitats. *Journal of Animal Ecology*, 31: 23–42.
- Zimmer, M., Brauckmann, H.J., Broll, G., Topp, W. (2000):** Correspondence analytical evaluation of factors that influence soil macro-arthropod distribution in abandoned grassland. *Pedobiologia*, 44: 695-704.
- Zimmer, M. (2004):** Effects of temperature and precipitation on a flood plain isopod community: a field study. *European Journal of Soil Biology*, 40: 139–146.

## Seznam příloh

Přílohy jsou uloženy na přenosném mediu CD.

Příloha I: Soubory všech druhových a stanovištních dat

- souhrn.DA.xls
- Oniscidea.DA.xls
- Opiliones.DA.xls
- datalogy.DA.xls

Příloha II: Tuf, I.H., Tufová, J., Jeřábková, E., Dedek, P. (submitted): Diurnal epigeic activity of centipedes and millipedes (Chilopoda & Diplopoda). Norwegian Journal of Entomology.

– TTJDMANUSCRIPT.text.doc

Příloha III: Fotografie

- lokalita.doc
- druhy.doc