

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



**Vliv potenciálního globálního oteplování na chování  
suchozemských stejnonožců (Oniscidea)**

Lenka Hadašová

Diplomová práce  
předložená  
na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků  
na získání titulu Mgr. v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

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

Olomouc 2012



## ABSTRAKT

Hadašová L.: Vliv potenciálního globálního oteplování na chování suchozemských stejnonožců (Oniscidea)

Suchozemští stejnonožci mají významný vliv na tvorbu půdy a její kvalitu. Podílejí se na rozkladných procesech a zrychlují proces humidifikace. Jejich chování je velmi výrazně ovlivněno klimatickými faktory, zejména teplotou a vlhkostí vzduchu. V současné době dochází ke změnám těchto faktorů vlivem globálního oteplení působícího na všechny složky životního prostředí. V této práci je řešena otázka, zda bude mít toto oteplení vliv na chování suchozemských stejnonožců, zejména pak na potravní chování, což by mělo za následek i změnu v kvalitě půdy. Pro pokus byli vybráni dva zástupci stínek s různými ekologickými nároky, synantropní *Porcellio scaber* a lesní druh *Trachelipus rathkii*. Jedinci obou druhů byli rozděleni do dvou skupin a každá z nich byla vystavena jiné teplotě (zvýšená T1 a kontrolní T2). Rozdíl mezi těmito teplotami byl 3°C, což mělo simulovat potenciální globální oteplení. Během tří 24-hodinových pozorování byly u každého jedince zaznamenávány každou hodinu aktuální projevy chování. Pokus probíhal ve dvou obdobích - v červnu a v srpnu. Výsledky pozorování byly statisticky zpracovány regresními metodami GAM (zobecněné aditivní modely). Vyhodnocen byl vliv zvýšení teploty na jednotlivé kategorie chování, celkovou aktivitu, potravní chování a přežívání. Vliv zvýšení teploty na kategorie chování byl prokázán u obou druhů v červnovém i srpnovém pozorování. Vliv na aktivitu byl prokázán více v srpnovém pozorování a to u obou druhů. Vyšší výskyt aktivního chování byl u *P. scaber* v srpnu při kontrolní teplotě, u *T. rathkii* v srpnu při zvýšené teplotě. Potravní chování bylo nejčastěji sledováno u *T. rathkii* při kontrolní teplotě během červnového pozorování a u *P. scaber* při vyšší teplotě během srpnového pozorování. Vliv teploty na mortalitu prokázán nebyl.

**Klíčová slova:** Isopoda, vliv teploty, potravní chování, globální oteplování, kvalita půdy

## ABSTRACT

Hadašová L.: Impact of Potencial Global Warming on Behavior of Terrestrial Isopods  
(Oniscidea)

Terrestrial isopods has significant influence on soil formation and its quality. They participate in decomposing processes and increase the process of humidification. Their behavior is influenced by climate factors, mostly by temperature and humidity. Nowadays, there are changes of these factors influenced by global warming, which affects all of the compounds of environment. This project solves the question, if the warming will influence behavior of terrestrial isopods, mostly a feeding behavior, which can result in the change of soil quality. Two species with different ecological preferences were chosen for this experiment: synanthropic *Porcellio scaber* and forest *Trachelipus rathkii*. Individuals of both species were divided into two groups (increased T1 and control T2). Each group was exposed to different temperature. Difference between groups was 3°C. This should simulate the global warming. Three 24 hours lasting observations were carried out. During each of them was recorded actual behavior every hour. Experiments were run in two terms – June and August. Statistics of results were evaluated by regression methods (General Aditive Methods). The influence of increased temperature on behavior categories, activity, feeding behavior and mortality was assessed. There was established the influence of temperatur in every category for both species in June and August observation. The influence on activity was established for both species also. More often was observed the activity of *P. scaber* for control temperature in August and activity of *T. rathkii* for increased temperature in August. Feeding behavior was mostly observed with *T. rathkii* in control temprature during June experiment and with *P. scaber* in increased temperature during August experiment. The influence of temperature on mortality was not established.

**Key Words:** Isopods, temperature influence, feeding behavior, global warming, soil quality

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. & Mgr. Ivana H. Tufa, Ph.D. a jen s použitím citované literatury.

V Olomouci 7. 5. 2012

.....  
Podpis

## VĚNOVÁNÍ

Tuto práci bych ráda věnovala *in memoriam* svému bráškovvi Matějovi za to, jaký byl a co pro mě znamenal.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucímu diplomové práce RNDr. & Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. za odborné vedení této práce, ochotu vyjít vstříc a za veškeré rady, připomínky, úpravy a neustávající přísun odborné literatury. Dále bych ráda poděkovala kolegyním Mgr. Janě Smolové a Mgr. Táně Drahokoupilové za cenné konzultace a připomínky. Evě Jakubcové a Davidovi Výravskému děkuji za pomoc se statistickým zpracováním dat. Dále děkuji svému příteli Lukáši Kratochvílovi za trpělivost, podporu a pomoc při získávání dat a zpracování práce. Velký dík patří mému tátovi a celé rodině Hadašů za pomoc a rady při realizaci pokusů, bez nichž by tato práce nemohla být sepsána.

# Obsah

SEZNAM TABULEK.....	ix
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	xii
1 ÚVOD .....	1
1.1 Charakteristika suchozemských stejnonožců.....	1
1.2 Faktory prostředí ovlivňující život suchozemských stejnonožců .....	4
1.3 Účast stejnonožců v pedogenezi .....	5
1.4 Globální oteplování a změny klimatu .....	6
1.5 Globální oteplování a rozklad látek v půdě .....	8
2 CÍLE PRÁCE .....	10
3 METODIKA .....	11
3.1 Charakteristika sledovaných druhů .....	11
3.2 Odlov a třídění.....	13
3.3 Design experimentu .....	13
3.4 Kategorie chování .....	14
3.5 Statistické zpracování dat.....	15
4 VÝSLEDKY .....	17
4.1 Analýza vlivu zvýšení teploty na chování <i>Porcellio scaber</i> .....	17
4.2 Analýza vlivu zvýšení teploty na chování <i>Trachelipus rathkii</i> .....	31
4.3 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivitu <i>Porcellio scaber</i> .....	45
4.4 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivitu <i>Trachelipus rathkii</i> .....	49
4.5 Analýza vlivu zvýšení teploty na přežívání .....	53
4.6 Analýza vlivu zvýšení teploty na potravní chování .....	53
5 DISKUZE.....	55
5.1 Předpokus.....	55
5.2 Metodika a možné odchylky .....	56
5.3 Vliv zvýšení teploty na chování <i>Porcellio scaber</i> .....	57
5.4 Vliv zvýšení teploty na chování <i>Trachelipus rathkii</i> .....	58
5.5 Vliv zvýšení teploty na aktivitu <i>Porcellio scaber</i> a <i>Trachelipus rathkii</i> .....	59
5.6 Vliv zvýšení teploty na přežívání <i>Porcellio scaber</i> a <i>Trachelipus rathkii</i> .....	60
5.7 Vliv zvýšení teploty na potravní chování <i>Porcellio scaber</i> a <i>Trachelipus rathkii</i> ....	60
6 Závěr .....	61
7 LITERATURA.....	64



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii aktivita u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	19
Tabulka 2 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii aktivita u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	19
Tabulka 3 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	20
Tabulka 4 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii aktivita u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	20
Tabulka 5 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	21
Tabulka 6 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	21
Tabulka 7 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	22
Tabulka 8 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	22
Tabulka 9 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	23
Tabulka 10 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	23
Tabulka 11 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii průzkum u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	26
Tabulka 12 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii průzkum u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	26
Tabulka 13 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	27
Tabulka 14 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii odpočinek u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	27
Tabulka 15 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	28
Tabulka 16 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	28

Tabulka 17 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	29
Tabulka 18 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	29
Tabulka 19 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	30
Tabulka 20 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	30
Tabulka 21 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii průzkum u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	33
Tabulka 22 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii průzkum u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	33
Tabulka 23 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	34
Tabulka 24 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii odpočinek u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	34
Tabulka 25 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	35
Tabulka 26 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	35
Tabulka 27 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	36
Tabulka 28 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	36
Tabulka 29 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	37
Tabulka 30 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	37
Tabulka 31 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii průzkum u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	40
Tabulka 32 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii průzkum u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	40
Tabulka 33 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	41

Tabulka 34 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii odpočinek u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen .....	41
Tabulka 35 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	42
Tabulka 36 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	42
Tabulka 37 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	43
Tabulka 38 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	43
Tabulka 39 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	44
Tabulka 40 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	44
Tabulka 41 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	46
Tabulka 42 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování červen.....	46
Tabulka 43 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	48
Tabulka 44 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u <i>Porcellio scaber</i> , pozorování srpen.....	48
Tabulka 45 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	50
Tabulka 46 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování červen.....	50
Tabulka 47 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	52
Tabulka 48 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u <i>Trachelipus rathkii</i> , pozorování srpen.....	52

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Zastoupení kategorií chování <i>Porcellio scaber</i> v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	17
Obrázek 2 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	19
Obrázek 3 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	20
Obrázek 4 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	21
Obrázek 5 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	22
Obrázek 6 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	23
Obrázek 7 Zastoupení kategorií chování <i>Porcellio scaber</i> v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	24
Obrázek 8 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	26
Obrázek 9 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	27
Obrázek 10 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	28
Obrázek 11 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	29
Obrázek 12 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).....	30

Obrázek 13 Zastoupení kategorií chování <i>Trachelipus rathkii</i> v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	31
Obrázek 14 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	33
Obrázek 15 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	34
Obrázek 16 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potravy u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	35
Obrázek 17 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	36
Obrázek 18 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	37
Obr. 19 Zastoupení kategorií chování <i>Trachelipus rathkii</i> v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	38
Obrázek 20 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	40
Obrázek 21 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	41
Obrázek 22 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	42
Obrázek 23 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	43
Obrázek 24 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	44
Obrázek 25 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování <i>Porcellio scaber</i> v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	45

Obrázek 26 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	46
Obrázek 27 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování <i>Porcellio scaber</i> v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	47
Obrázek 28 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u <i>Porcellio scaber</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	48
Obrázek 29 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování u <i>Trachelipus rathkii</i> v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	49
Obrázek 30 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování.....	50
Obrázek 31 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování u <i>Trachelipus rathkii</i> v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů).....	51
Obrázek 32 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u <i>Trachelipus rathkii</i> v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování.....	52
Obrázek 33 Podíl skupin T1 a T2 na celkovém potravním chování v červnovém pozorování.....	54
Obrázek 34 Podíl skupin T1 a T2 na celkovém potravním chování v srpnovém pozorování.....	54

# 1 ÚVOD

## 1.1 Charakteristika suchozemských stejnonožců

Suchozemští stejnonožci (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) jsou jedinou skupinou z kmene korýšů, která se dokázala plně adaptovat na suchozemský způsob života (Warburg 1987). Vyvinuli se z vodních forem stejnonožců ve třech nezávislých kolonizačních vlnách (Frankenberger 1959). Postrádají ale lipoidní vrstvu, která by bránila odpařování a ztrátě vody (Edney 1951). Nevymanily se tedy zcela z vodního prostředí a ke svému životu potřebují prostředí více nebo méně vlhké (Vandel 1960, 1962). Waterman (1960), Green (1961) a Villani et al. (1999) však upozorňují na konkrétní adaptace, které umožňují těmto živočichům život na souši. Patří mezi ně především tvrdý exoskelet, který umožňuje rozvinutí vnitřního oplodnění. Dále se jedná o celkovou strukturu těla, která je praktická pro celkovou lokomoci po souši a kousací ústní ústrojí, které je vhodné pro konzumaci větších kousků potravy. Neopomenutelné jsou „vývinové váčky“, ve kterých se vajíčka vyvíjejí v samostatných „jezírkách“. Tímto se liší suchozemští stejnonožci od ostatních stejnonožců, kteří se do vody musí vracet minimálně kvůli rozmnožování. Na druhou stranu, Waterman (1960) uvádí, že suchozemští stejnonožci nemají žádné účinné mechanismy proti evaporaci z povrchu těla: dýchání se uskutečňuje nepatrně modifikovanými žábry a pseudotracheje jsou krátká rozvětvená trubice, která nedosahuje dále než k pleopodům; vajíčka musí být nošena rodičem; exkrece je amonotelická; osmotická výměna je nekontrolovaná; a vysoké teploty jsou snášeny na úkor vysoké transpirace (Danielson 1976). Rozšíření stejnonožců je po celém světě. Dle Schmalfusse (2003) je na světě známo 3637 druhů. Jsou to základní představitelé půdní fauny, mající významnou roli v terestrických ekosystémech (de Carvalho Lopes et al. 2005, Souty-Grosset et al. 2005, Hassall a Tuck 2007) a jejich abundance ve středoevropských podmínkách dosahuje řádově desítek až stovek jedinců na metr čtverečný půdy (Rusek 2005).

Převážně se jedná o omnivorní živočichy živící se detritem, houbami, živými i mrtvými částmi rostlin i mrtvými živočichy (Parison a Sikora 1967, Edney et al. 1974, Nair 1976). Suchozemští stejnonožci se jako všichni kryptozoičtí živočichové vyhýbají světlu

většina z nich vyžaduje vyšší vlhkost (Warburg 1964, 1965, Warburg et al. 1984). Vyskytují se ve svrchních vrstvách půdy a v opadance, nalézáme je ale také pod kameny, pod větvemi a padlými kmeny. Často také pod kůrou, v mechu a v podobném prostředí (Jandová 2006). Habitatově se přizpůsobují měnícím se podmínkám v průběhu roku. V lesních porostech jsou například v létě zaznamenávány migrace velké části populace do horních partií kmenů opadavých stromů, na podzim se naopak stěhují do mechových vrstev u kořenů stromů.

Všeobecně stínky, jak nazývá Abbott (1918) suchozemské stejnonožce, vykazují většinou epigeickou aktivitu převážně v noci (Cloudsley-Thompson 1959, 1952), kdy vylézají ze svých úkrytů a potulují se v sušších oblastech, kde se přes den obvykle najít nedají (Edney 1951). Během svých aktivních period vyhledávají potravu, kterou lokalizují pomocí chemoreceptorů (Zimmer et al., 1996). A dále v průběhu zkoumání habitatu musí nalézt vhodné místo k odpočinku (Hassall a Tuck 2007). V těchto úkrytech potom tráví potravu a aktivně absorbují vodu ze vzduchu (Wright a Machine 1990). Z tohoto důvodu jsou vhodné úkryty pro stejnonožce esenciální – umožňují jim připravit se na další prozkoumávání habitatu (Hassall a Tuck 2007). Úkrytem před nevhodnými podmínkami a zároveň místem pro rozmnožování jsou nory, které si stínky hloubí. V našem klimatickém pásmu mívají hloubku okolo 4cm. V aridních oblastech však mohou dosahovat délky 250 cm a hloubky až 98 cm. Nejvýznamnějšími predátory jsou bezobratlí, zejména pavouci, stonožky, sekáči, štíři a někteří brouci. Dále obojživelníci a plazi a ze savců například rejsci (Warburg et al. 1984).

Tělo suchozemských stejnonožců je podlouhlé, oválné, dorzoventrálně zploštělé až vyklenuté, u některých druhů je schopnost volvace (svinutí) (Gruner 1966). Je heteronomně segmentováno a rozděleno do tří částí: hlavohruď (*cephalothorax*), tvoří ji šest článků hlavových a jeden článek hrudní; hrud' (*pereiion*), která je tvořena sedmi články hrudními, nesoucími po jednom páru kráčivých končetin (*pereiopody*); a zadeček (*pleon*) skládající se ze sedmi článků, z nichž poslední dva srostly v tzv. *pleotelson*. (Frankenberger 1959). Hřbetní štítky nacházející se na horní straně článků označujeme jako *tergity*, které na hlavohrudí splývají a tvoří tzv. temeno. Břišní štítky, nacházející se na spodní straně se nazývají *sternity* a jsou mezi ně vklíněny kráčivé končetiny. Přední část hlavohrudí je tvořena čelem a předčelím. Zde se nachází tzv. čelní lalok, jehož tvar často slouží jako deterministický znak. Ten se postupně zužuje do čelního štítku a od něj se odděluje horní



ret (*labrum*). Na spodní straně hlavy se nachází jeden pár kusadel (*mandibully*) a dva páry čelistí (*maxilly*), které kryjí ústní otvor. Jak již bylo zmíněno výše, suchozemští stejnonožci mají ústní ústrojí kousací. Na hlavě se rovněž nacházejí dva páry tykadel. Vnitřní *antenuly*, které jsou zakrnělé a vnější *anteny*, které jsou naopak dlouhé a výrazné. *Anteny* se skládají ze dvou částí: pětičlánekového násadce a bičíku, který může mít různý počet článků a je zakončen brvami, které mají hmatovou funkci. Poslední článek hlavohrudi nese čelistní nožky (*maxillarypedy*). Dále jsou na hlavě oči, které ovšem mohou i chybět, popřípadě být různě vyvinuté (3-120 facet dle adaptace na prostředí). Končetiny (*pereiopody*) stejnonožců, jak už napovídá název, nejsou morfologicky rozlišeny. Pouze 7. pár u samců se může lišit různými výrůstky, které jsou používány k přichycení samice při kopulaci.

Stejnonožci se rozmnožují pohlavně, proměnou nedokonalou. Larva je charakteristická 6 páry kráčivých končetin a pouze šesti články *pereiionu*, sedmý se objevuje až po prvním svlékání. Její zbarvení je mléčně bílé, pigmentovány má pouze oči. Páření probíhá v noci předáním spermatu samcem do samičích pohlavních otvorů. Ta si spermie ukládá do *receptakula seminis*, které vzniká rozšířením pochvy. Samice mohou při nepříznivých podmínkách v receptakulu uchovávat sperma i delší dobu a použít ho později (Loureiro et al. 2006). Spermie se pak do vejcovodu dostanou rozpuštěním chitinové blanky (*receptakulum*). Na ventrální straně prvního až pátého *pereiionu* samičky vzniká složitý útvar, tzv. *marsupium*, do něhož vkládá vajíčka (Flasarová 1997). Počet vajíček se u různých druhů liší (12 – 260) (Ramel 1998). Je známa lineární závislost mezi počtem vajec ve snůšce a velikostí nebo váhou samice. (Snider a Shaddy 1980). Po vylíhnutí se embrya ještě určitou dobu v *marsupiu* vyvíjejí a vak opouštějí až ve stádiu larev. Samička s plným marsupiem nepřijímá potravu. Koloniálně žijící druhy se rozmnožují synchronizovaně ve stejnou dobu (Ramel 1998). Počet generací za rok závisí na klimatických poměrech dané oblasti a sezóny, v našich podmínkách bývají nejčastěji dvě, vzácně tři (Frankerberger 1959).

Věk u stínek usuzujeme dle velikosti jedince (Loureiro et al. 2006). Obecně se ale dožívají 1-5 let v závislosti na druhu. Nejstabilnější generace je mezi 2.-3. rokem života (Warburg et.al. 1984).

## **1.2 Faktory prostředí ovlivňující život suchozemských stejnonožců**

Dle Warburg et al. (1984) vykazují Isopoda ve svých modelech aktivity silný vztah ke klimatickým faktorům. Tedy odpovídají na teplotu a vlhkost vzduchu a vlhkostní podmínky v půdě. Rovněž oscilace v početnosti populace pravděpodobně souvisí nejvíce s klimatickými podmínkami.

### **Teplota**

Teplota spolu s vlhkostí je nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím život suchozemských stejnonožců, zejména kvůli jejímu vlivu na dýchání (Danielson 1967). Pokusy ukázaly, že se tyto organismy mohou postupně aklimatizovat na pomalý pokles teplot (Edney 1968; Sutton 1980 in Hassall a Tuck 2007), ale jsou náchylné na rapidní propad, který může způsobit i smrt (Brody et al. 1983 in Hassall a Tuck 2007). Proto na zimu migrují do hlubších vrstev půdy (Warburg et al. 1984). V případě obráceného extrému, kdy teplota v létě vystoupí nad nadprůměrné hodnoty, dochází ke zmenšování jedinců a často i ke zvýšení mortality (McQueen 1976). Důležitý je také vliv teploty na rozmnožování. Warburg (1993) uvádí, že zvýšení teploty způsobuje zkrácení doby mezi rozmnožovacími obdobími na podzim a následujícím rozmnožovacími obdobími na jaře a také negativně ovlivňuje počet kladených vajíček a přeživších larev. Obecně, čím vyšší je teplota, tím rychlejší je období rozmnožování (Warburg et al. 1984)

### **Vlhkost**

Bylo prokázáno, že nebezpečí vysychání je pro stínky velmi výrazné (Waloff 1941). Nejen kvůli působení na dýchací orgány – stínky ve svých vlhkých úkrytech aktivně absorbují vlhkost přímo ze vzduchu (Wright a Machin 1990), ale zjevně i kvůli nekontrolovatelné ztrátě vody přes kutikulu a ztrátě hmotnosti kvůli evaporaci. To může mít za následek zvýšenou mortalitu (McQueen 1976). Pokud je vlhkost příliš nízká, Isopoda nejsou schopna dostatečně dýchat a pokud se k tomu ještě drasticky mění teplota, jsou ohrožena zmrznutím nebo vysycháním (Danielson 1967).

## **Světlo**

Již Abbot (1918) uvádí, že stínky reagují negativně na světlo ve významu jak fotokineze tak fototaxe. Cloudsley-Thompson (1952) tuto myšlenku podpořil pokusem, kdy prokázal, že „složený diurnální lokomoční rytmus“ je pozorován u stínek v závislosti primárně se střídajícím se světlem a tmou. Tématem diurnálních rytmů se podrobně ve své práci „Diurnal rhythms“ zabývá Welsh (1938). Ovšem Green (1961) dokonce zmiňuje, že v některých případech suchozemští stejnonožci vycházejí z úkrytu na světlo, ale pouze za předpokladu, že ostatní faktory prostředí jsou stejné jako v úkrytu. Dále bylo zjištěno, že Isopoda adaptovaná na červené a modré vlnové délky vykazují více signifikantní lokomoční aktivitu na světle (Danielson 1967).

### **1.3 Účast stejnonožců v pedogenezi**

Jak již bylo zmíněno výše, stejnonožci mají významný vliv na tvorbu půdy a její kvalitu. Konkrétně stínky se významnou měrou podílejí na rozkladných a půdotvorných procesech (Pont a Nentwig 2005). Zpracují ročně více než 10% organických zbytků, které se dostanou do půdy (Souty-Grosset et al. 2005), čímž zrychlují proces humidifikace (Pont a Nentwig, 2005). Na míře dekompozice se podílejí přímo i nepřímo (Souty-Grosset et al. 2005, Loureiro et al. 2006). Přímou přispívají k homogenizaci organických zbytků a digestivně degradují celulózu a fenolické látky (Welsh 1938). Jedním z hlavních procesů, na kterých se podílí, je mineralizace dusíkem (Loureiro et al. 2006). Isopoda vylučují amoniak ( $\text{NH}_3$ ), čímž zvyšují koncentraci amoniakálních iontů v organických zbytcích v půdě, což je velmi důležitý zdroj dusíku. (Hoese 1981). Nepřímo se podílejí požíráním saprotrofních mikroorganismů, kteří kolonizují rozkládající se zbytky a vyloučením jejich propagulí na substrátu se zvětšeným povrchem (peletách) (Hassall a Sutton 1984, Tajovský 1989, Welsh 1938). Tyto pelety mohou potom obsahovat až 50x více mikroorganismů než původní potravní materiál (Ineson a Anderson 1985). Samy stínky však enzymy potřebné pro rozklad celulózy nemají (Zimmer a Topp 2000). Ty zajišťují mikroorganismy konzumované spolu s potravou. Stínky si převážně vybírají organické zbytky v pozdějším stádiu rozkladu, na kterých je výskyt těchto mikroorganismů vyšší. Bylo prokázáno, že jejich vliv pozitivně ovlivňuje populační dynamiku stínek zajištěním esenciálních nutrientů v potravě a napomáhají homeostáze pH. Navíc tyto mikroorganismy vylučováním

metabolitů přenášených vzduchem slouží jako indikátory stimulující příjem potravy v pozdějším stadiu rozkladu, tedy ve stádiu pro stínky lépe stravitelném - s vyšší nutriční hodnotou a nižším obsahem nestravitelných látek.

Mechanicky se na stavbě půdy podílejí hloubením sítí nor, čímž umožňují plynovou výměnu v půdě a vodní drenáž (Villani et al. 1999). Bylo prokázáno, že specifická diverzita a abundance suchozemských stejnonožců klesá v případě používání intenzivního zemědělství. Výrazné jsou zejména rozdíly mezi ekologicky řízenými nebo tradičním způsobem obhospodařovanými pozemky (Souty-Grosset et al. 2005). Velmi známý je fakt, že přítomnost a aktivita Isopod v půdě může sloužit jako bioindikátor environmentálního stresu (Vilisics et al. 2005, Souty-Grosset et al. 2005)

## **1.4 Globální oteplování a změny klimatu**

### **Klima**

Je těžké vymyslet složitější fyzikální systém, než je zemské klima (Williams 2005). Zjednodušeně ho lze definovat jako průměrný stav atmosféry v daném místě a čase, který lze popsat celou řadou meteorologických proměnných. Nejvýznamnější proměnnou je teplotní a srážkový režim. Dále se jedná o vítr, sluneční svit, oblačnost, tlak vzduchu, vlhkost atd. Klimatický systém se skládá z pěti základních složek (atmosféra, oceán, zemský povrch, kryosféra a biosféra) (Williams 2005, Pretel 2007, IPCC 2000), které se vzájemně ovlivňují a jsou pro vlastní klima určující. Celý systém je energeticky ovlivňován dopadajícím a odráženým slunečním zářením. Přibližně dvě třetiny energie krátkovlnného záření jsou po svém vstupu do atmosféry zemským povrchem a atmosférou pohlcovány, jedna třetina je odrážena zpět do kosmického prostoru. Aby nedošlo k porušení energetické rovnováhy systému, musí být celkové množství energie přicházejícího krátkovlnného záření vykompenzováno energií vyzářenou dlouhovlnným zářením zpět z planety do vnějšího prostoru. Stavů rovnováhy by odpovídala teplota zemského povrchu přibližně o 33 °C nižší, než ve skutečnosti je (Pretel 2007).

### **Charakteristika změn klimatu**

Zemské klima se postupně formovalo od počátku vzniku naší planety, tedy přibližně 4,5 mld. let a v průběhu této doby prošlo několika výraznými změnami. Mírné a teplé

období bez polárních ledů se střídalo se studenými dobami charakteristickými rozsáhlými pevninskými ledovci (Pretel 2007).

Změna klimatu je v současnosti jedním z nejzávažnějších a nejvíce diskutovaných globálních ekologických problémů. Jako nejpravděpodobnější příčina jejího vzniku se uvádí zesilování skleníkového efektu atmosféry. Vědci předpokládají, že v minulosti byl tento jev způsobován zejména změnami ve složení zemské atmosféry, které zesilovaly respektive tlumily tzv. skleníkový efekt. V současné době vědecké poznatky dokazují, že klimatický systém Země lidská činnost (produkce CO<sub>2</sub>, spalování fosilních paliv, odlesňování) ovlivňuje (Berliner 2003). Míra významu vlivu člověka je ale stále předmětem sporů. Nesporné ovšem je, že změnou klimatu je ohroženo fungování všech krajinných složek včetně lidské společnosti (Pretel 2007, Williams 2005).

### **Skleníkový efekt**

Jak již bylo zmíněno výše, skleníkový efekt je základním a zcela přirozeným atmosférickým jevem. Základním principem skleníkového efektu je propouštění krátkovlnného slunečního záření k zemskému povrchu skleníkovými plyny v atmosféře (Nemešová a Pretel 1998). Naopak dlouhovlnné tepelné záření Země dokáže absorbovat a zpětně vyzařít. Díky tomu je ohřívána spodní vrstva atmosféry a zemský povrch (Berliner 2003, Pretel 2007). Tento jev se vytvářel postupně společně s atmosférou (Williams 2005). Přirozenému skleníkovému efektu vděčíme za současnou průměrnou teplotu planety kolem 15 °C (Berliner 2003). Bez jeho působení by průměrná teplota na zemském povrchu klesla na -18 °C (Pretel 2007).

Již několik desítek let je přirozený skleníkový efekt zesilován pravděpodobně v důsledku lidské činnosti a nadměrného zvyšování antropogenních emisí skleníkových plynů. Základními antropogenními skleníkovými plyny jsou oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O), částečně a zcela fluorované uhlovodíky (HFC, PFC) a fluorid sírový (SF<sub>6</sub>). Protože každý ze skleníkových plynů má jinou schopnost klima ovlivňovat, pro každý skleníkový plyn existuje tzv. potenciál globálního ohřevu a pro možnosti srovnání se obsah skleníkových plynů uvádí v hodnotě CO<sub>2</sub> ekvivalentní (CO<sub>2</sub> ekv) (Pretel 2007).

## **Globální oteplování a jeho prognóza**

K odhadu budoucího klimatu slouží dnes velký počet modelů (Pretel 2007, Williams 2005). Nejvíce používaným je tzv. „standardizovaný soubor scénářů IPCC SRES (IPCC 2000), který umožňuje specifikovat rozpětí teplotního intervalu, ve kterém by se mohla průměrná globální teplota zemského povrchu na konci 21. století pohybovat (Pretel 2007). Dle IPCC (2007) predikují klimatické modely nárůst teploty v rozmezí 1,4 – 5,8°C. Musíme brát v úvahu, že změny teploty klimatického systému nebudou na Zemi probíhat homogenně. Narůst bude zřetelnější nad pevninami a ve vyšších zeměpisných šířkách, méně zřetelný bude nad oceánem a v nižších zeměpisných šířkách. Extrémně vysoké teploty budou výrazně častější než teploty extrémně nízké (Williams 2005). Dále se odhaduje, že průměrná teplota zemského povrchu poroste asi o 0,2 °C za deset let (IPCC 2000). Změnu podnebí tedy můžeme očekávat během několika desetiletí (Houghton 1998). Tomuto tempu se většina ekosystémů nebude schopna přizpůsobit tak rychle a bude docházet ke změně jejich struktury, což povede obecně k oslabení ekosystémů a následkem toho může dojít i k jejich zániku. Různé druhy organismů budou reagovat na změnu svého životního prostředí různě a může dojít až k jejich vymizení (Nemešová a Pretel 1998).

Podnebí České republiky je v současné době mírné, na přechodu mezi oceánským a kontinentálním klimatem. V důsledku toho je počasí střídavě ovlivňováno vzdušnými masami z Atlantického oceánu a Euroasijské pevniny. V důsledku globálního oteplování se nad naším územím s největší pravděpodobností tato obměna vzdušných proudů ještě zintenzivní. Následkem takového vývoje můžeme očekávat velmi časté výkyvy teplot, změny ve výskytu srážek a celkově častější případy extrémních meteorologických jevů (povodně, sněhové bouře, větrné smršťe, dlouhotrvající sucha atd.) (Pretel 2007, IPCC 2000).

### **1.5 Globální oteplování a rozklad látek v půdě**

Nedlouho studovaným a z metodických důvodů dnes ještě neprobádaným jevem je sekvestrace uhlíku zemědělskými půdami, která hraje důležitou roli při zmírnění vlivu a adaptaci na změnu klimatu (IPCC 2007). I přes to, že půda obsahuje i třikrát více uhlíku než atmosféra, jsou fluktuace obsahu půdního uhlíku nejméně probádanou částí uhlíkového cyklu. Bylo ale zjištěno (Hassall a Moss 2011), že půdní fauna reguluje prostřednictvím

mikrobů uvolňování uhlíku do atmosféry. Jedním z řešení ze strany člověka je udržitelný management půd, aby k uvolňování nedocházelo. Půdní organický uhlík hraje nezastupitelnou roli pro funkce půdy, zajišťování potravy pro mikroorganismy, denaturaci polutantů, zvyšování přístupnosti vody pro rostliny, snižování rizika povodní a pro redukci potřeby syntetických hnojiv (UNFCCC 2008). Rostoucí zásoby půdního uhlíku zvyšují půdní kapacitu pro zadržování vody a tím snižují riziko vysychání a eroze, což má za následek zvyšování kvality půdy (Lal 2004).

Khanna (2009) uvádí, že rozklad rostlinných zbytků v půdě, klíčová součást globálních zásob uhlíku, je hierarchicky kontrolována v triádách Klima - Kvalita rostlinných zbytků - Půdní organismy. Bereme-li v úvahu citlivost dekompozice na teplotu, zvláště u chladných biomů, byly položeny hypotézy, že globální oteplování povede ke zvýšení dekompozice zbytků v přímé závislosti na teplotě a nepřímé závislosti na kvalitě zbytků a půdních organismech. Ovšem pouze za předpokladu dostačující půdní vlhkosti. Změny v dočasných alternativních modelech včetně zvětšující se sezóny, rostoucí frekvence cyklů tání-mrznutí, počtu dnů bez sněhové pokrývky, frekvence extrémních stavů počasí atd. mohou pravděpodobně hrát významnou roli pro biologické procesy v porovnání s průměrnými změnami působících faktorů. Je dobře známo, že již současné oteplení má vliv na změny v prostorové distribuci a změny chování v čase u rostlin i živočichů (Parmesan a Yohe 2003). Klimatické změny a vysychání v důsledku globálního oteplování budou mít pravděpodobně dále za následek snížení abundance a diverzity půdní fauny, posun v populační struktuře vlivem vlhkostních podmínek, změnu skladby půdní fauny (Hassall a Moss 2011). Disturbance ve velkých prostorových škálách mohou ovlivnit resilienci půdních ekosystémů, stejně tak i mohou způsobit trvalé změny ve skladbě společenství.

## 2 CÍLE PRÁCE

V této práci se zabývám otázkou, jak vnější teplota ovlivňuje chování půdních stejnonožců. Zejména se zaměřuji na chování potravní a to z důvodu vlivu těchto edafických živočichů na kvalitu půdy. Mým úkolem je na modelových organismech *Porcellio scaber* a *Trachelipus rathkii* testovat hypotézu, že následující pravděpodobné globální oteplení bude mít po této stránce vliv na dekompoziční procesy v půdě a tím i sekundárně na kvalitu půdy. Dále potom porovnat, jak velké budou rozdíly vlivu mezi druhem žijícím ve městě a v lese (prostředí s nižším antropogenním vlivem).



## 3 METODIKA

### 3.1 Charakteristika sledovaných druhů

(Není-li uvedeno jinak, zdroj informací je Frankenberger (1959).)

Potenciální oteplení bude mít pravděpodobně jiný vliv na městské klima a jiný na klima v lese, kde jsou očekávány výkyvy teplot nižší (Schaefer 1991, Smith et al 2006). Z toho důvodu byly pro pokus vybrány druhy s různými ekologickými nároky na prostředí. Na základě nejvyšší hojnosti výskytu (Frankenberger 1944, Tuf 2009, pers. com.) byli vybráni dva typičtí zástupci půdních stejnonožců žijících na našem území – lesní druh *Trachelipus rathkii* a druh synantropní *Porcellio scaber* žijící v těsné blízkosti lidských sídel.

#### ***Porcellio scaber* (Latrielle, 1804)**

**Systematické zařazení:**

**Třída:** *Malacostraca*

**Řád:** *Isopoda*

**Podřád:** *Oniscidea*

**Čeleď:** *Porcellionidae*

**Popis těla:** Typický je klenutý a oválný tvar těla s drsným dorsálním povrchem. Zbarvení obecně se liší podle pohlaví. Samci jsou tmavošedí až černí, samice bývají světlejší - šedé, hnědé, hnědé s šedými skvrnami. Délka těla dospělého jedince se pohybuje okolo 17mm. Hlava má velmi výrazný trojúhelný čelní lalok, postranní laloky jsou zaoblené, mezi postranním a čelním lalokem je tupý úhel.

**Rozšíření:** Jedná se o druh původně západoevropský, atlantický, v současné době je ale jeho rozšíření téměř kosmopolitní. V ČR je hojný po celém území, zejména ve městech.

**Habitat:** Typický ruderalní druh (Warburg et al. 1984). Vyskytuje se zejména synantropně, v okolí lidských sídel – na skládkách, rumišťích, staveništích a ostatních narušených biotopech. Vyšší teploty a disturbance mu nevadí, naopak jsou pro něj urbanizované habitaty vyhovující (Magura et al. 2008). Častý výskyt je i v lomech, zahradách a různých typech lesů.

**Chování:** *P. scaber* se vyznačuje především noční aktivitou, zejména po setmění a před rozbřeskem (Tuf and Jeřábková 2008). Přes den se ukrývá pod různými předměty, nejčastěji kameny a dřevem. V noci vylézá z úkrytu a je možné je najít i na místech, kde se přes den nikdy nevyskytují (např. lezoucí po zdech) (Cloudsley – Thompson 1951). Délka aktivity mimo úkryt je přibližně jedna hodina (den Boer 1961), po té se množství vody v těle sníží na kritickou hladinu (Edney 1951) a musí se schovat do úkrytu s vyšší vzdušnou vlhkostí (Danielson 1967). V úkrytech je možné je nalézt ve velkých skupinách složených z dospělých i mladých jedinců. Přezimování v chladných měsících probíhá v obou fázích nymfy a v dospělém stadiu. Tanaka a Udagawa (1993) ve své studii uvádějí, že se jedná o druh, který je netolerantní k promrznutí a pro úspěšně přezimování v půdě vyžaduje sněžnou pokrývku.

**Potrava:** Potrava se skládá z různých organických zbytků, převážně rostlinného původu. (Pont a Nentwig 2005)

**Reprodukční biologie:** V našich podmínkách má tři rozmnožovací období: nejčastěji lze nalézt ovigerní samice v květnu, méně už potom v druhém období červenci (Warburg et al. 1984). Samice jsou březí asi 35 dní (Verhoeff 1917).

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

**Systematické zařazení:**

**Třída:** *Malacostraca*

**Řád:** *Isopoda*

**Podřád:** *Oniscidea*

**Čeleď:** *Trachelipodidae*

**Popis těla:** tělo je ploše klenuté a oválné, na povrchu drsné. Zbarvení je variabilní, většinou černošedé, hnědé, žlutohnědé, se světlými skvrnami. Samci bývají tmavší než samice. Délka těla dospělých jedinců je okolo 12-15 mm. Hlava má mezi středními a postranními čelními laloky zaoblený tvar, střední lalok je slabě vyvinutý.

**Rozšíření:** Vyskytuje se ve východní a střední Evropě, kromě jižní Francie a Španělska, dále potom v Polsku, Finsku a střední Itálii.

**Habitat:** Druh typický pro méně členitý terén (Warburg et al. 1984) údolí řek a mírně humidní habitaty (Vilisics et al. 2005). Optimálně vyžaduje vlhkost téměř 100% (McQueen

1976). Dle Frankenbergera (1959) se jedná o druh vyskytující se v kultivovaném prostředí, zejména na okrajích lesa a v křovinách, ale je možné ho nalézt i v sušších ekosystémech, jako jsou otevřené louky. Nevadí mu příliš ani člověkem narušená stanoviště, jako jsou pole a mýtiny (Tajovský 2003).

**Chování:** Denzita tohoto druhu v půdě se obvykle pohybuje mezi 5-50ks na m<sup>2</sup> (Breymeyer a Brzozowska 1967).

**Potrava a potravní ekologie:** Potrava se skládá z různých organických zbytků, převážně rostlinného původu. Dle Tuf a Tufová (2004) upřednostňuje opad jasanu a jilmu.

**Reprodukční ekologie:** Průměrná březost je přibližně 39 dní. Samice kladou snůšky 1-3x do roka a v marsupiu bývá kolem 17 embryí (Hattchet 1947).

### **3.2 Odlov a třídění**

Stínky použité v pokusu pocházejí ze čtyř lokalit, dvě městské a dvě lesní. Městské lokality byly městský park Bezručovy sady v Olomouci a Hradec Králové – Malšovice. Lesní lokality byly lužní les u obce Horka nad Moravou a okolí obce Drahoš okres Pardubice. Sběr organismů byl realizován pomocí několika nástrojů. Jedinci byli sbíráni jednotlivě pinzetou a následně ukládáni do nádoby se substrátem z místa sběru, nebo byl sběr prováděn prosévacím sítem, opět s následným uložením do nádob se substrátem. Sběr probíhal v období od dubna do srpna, odlovené stínky byly vždy do doby pokusu přechovávány v plastových nádobách se substrátem a dostatkem čerstvé potravy. Tyto nádoby byly uloženy v termostatu při teplotě 15°C. Před zahájením experimentu byli jedinci rozděleni dle pohlaví a ukládáni do plastových nádob, ve kterých probíhal samotný experiment. Ovígerní samice byly z pokusu předem vyřazeny.

### **3.3 Design experimentu**

Vlastním experimentu předcházela ještě předexperiment na jehož základě byla doupřavena metodika pro hlavní experiment. (více viz. Kap. 5.1)

Design experimentu byl navržen dr. Tufem na základě konzultace s dr. Aline Quadros (Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Brazílie). Pokus samotný byl proveden v plastových nádobách o rozměru 20 x 20 x 10 cm. Dno nádoby bylo z důvodu udržování vlhkosti vylito vrstvou sádry o tloušťce 1cm. Celý povrch byl rozdělen

na 3 části. Jedna 1/3 povrchu byla zasypána asi 2mm vrstvou hlíny (cca 40g), která byla předem vysušena při teplotě 100°C po dobu 12 h a přeseťá přes síto s jemnými oky. Na další třetinu povrchu byly položeny 3 úkryty z tmavě červeného průhledného plastu, aby bylo možné pozorovat jedince uvnitř. Na poslední část byla položena potrava ve formě dvou kostek ze syrových brambor o rozměru 1 x 1 x 1 cm. Jedinci byli rozděleni dle pohlaví a uloženi do nádob po čtyřech, vždy dva samci a dvě samice. Jedna nádoba tvořila vždy jednu pozorovací skupinu. Na základě předexperimentu nebylo provedeno značení jedinců. Takto připravené nádoby byly umístěny do skleněných terárií s možností úpravy teploty a přístupem denního světla. Polovina terárií byla temperována na 21°C ve dne a 18°C v noci, označováno jako T1. Druhá polovina byla temperována na 18°C ve dne a 15°C v noci, označována jako T2. Skupiny v teplotě T2 jsou považovány za kontrolní.

Experiment byl rozdělen na dvě části. První probíhala v období od 20.6. do 30.6., druhá část probíhala od 22.8. do 1.9. Tyto termíny byly stanoveny tak, aby již bylo ukončeno období rozmnožování stínek.

Po uložení nádob se stínkami do terárií následovalo vždy 72 hodin pro adaptaci na nové podmínky, dále pak byla prováděna tři 24-hodinová pozorování, vždy s 48-hodinovým odstupem. Při pozorování bylo každou hodinu zaznamenáváno aktuální chování každého jedince ve skupině. Pozorování v noci byla realizována pomocí červeného světla vhodného pro studium nočních živočichů. Stálá vlhkost vzduchu byla udržována rosením 3x denně.

V červnovém pozorování bylo sledováno 10 skupin druhu *Porcellio scaber* a 7 skupin druhu *Trachelipus rathkii*. V srpnovém pozorování bylo sledováno 7 skupin druhu *Porcellio scaber* a 9 skupin druhu *Trachelipus rathkii*. Tyto počty byly dány dostupností druhu v daném období.

### **3.4 Kategorie chování**

Chování zaznamenané během pokusu bylo rozděleno do 5 následujících kategorií:

#### **Aktivní chování**

**Potrava** – jedinec přijímá potravu, pije, vylučuje

**Průzkum** – aktivní pohyb jedince po nádobě, prozkoumávání objektů anténami, monitoring okolí pohybem antén v různých směrech

### **Pasivní chování**

*Odpočinek* – jedinec leží na zemině, bramboře nebo sádře, nevykazuje žádný pohyb

*Skryvání* – jedinec leží pod plastovým úkrytem, nevykazuje žádný pohyb

*Zahrabávání* – jedinec je zcela nebo z větší části zahrabán v zemině

## **3.5 Statistické zpracování dat**

### **Analýza vlivu zvýšení teploty na chování**

Analyzováno bylo všech pět kategorií chování stínek. Cílem bylo srovnání skupiny T1 s kontrolní skupinou T2 pro každou kategorii zvlášť. Data byla analyzována v programu R (R Development Core Team 2009). Byly využity zobecněné aditivní modely (Generalized Additive Models, dále jen GAM), konkrétně modely z knihovny *mgcv*. Proměnná byla hodnocena na základě binomického rozdělení. Jednalo se o dvojice hodnot *přítomnost* (četnost dané kategorie) - *nepřítomnost* (četnost ostatních kategorií) dané kategorie chování ve skupině v konkrétní hodinu.

Jako první byly zpracovány frekvence kategorie chování ve skupinách, dále potom byla tato data analyzována za použití prediktorů teplota a čas. Prediktor teplota byl uvažován jako kategoriální prediktor o dvou úrovních, T1 (vyšší teplota) a T2 (kontrolní skupina). Prediktor čas měl předpokládaný nelineární charakter, proto jím byla proložena hladká transformační funkce (*s*). Výstupem jsou grafy všech kategorií chování ve všech pozorovacích dnech.

### **Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivitu**

Touto analýzou bylo hodnoceno, zda se liší obecná aktivita stínek mezi teplotními úrovněmi. Jako aktivní byly považovány kategorie *potrava* a *průzkum*, pasivní byly kategorie *odpočinek*, *skryvání* a *zahrabávání*. Porovnávány byly součty aktivních a pasivních kategorií. Analýza byla provedena opět za použitím GAM v programu R

### **Analýza vlivu zvýšení teploty na přežívání**

Hodnoceny byly rozdíly v mortalitě jedinců mezi teplotami T1 a T2. Analýza byla provedena funkcí *fisher.test* z plug-in knihovny *stats* v programu R.

### **Analýza vlivu zvýšení teploty na potravní chování**

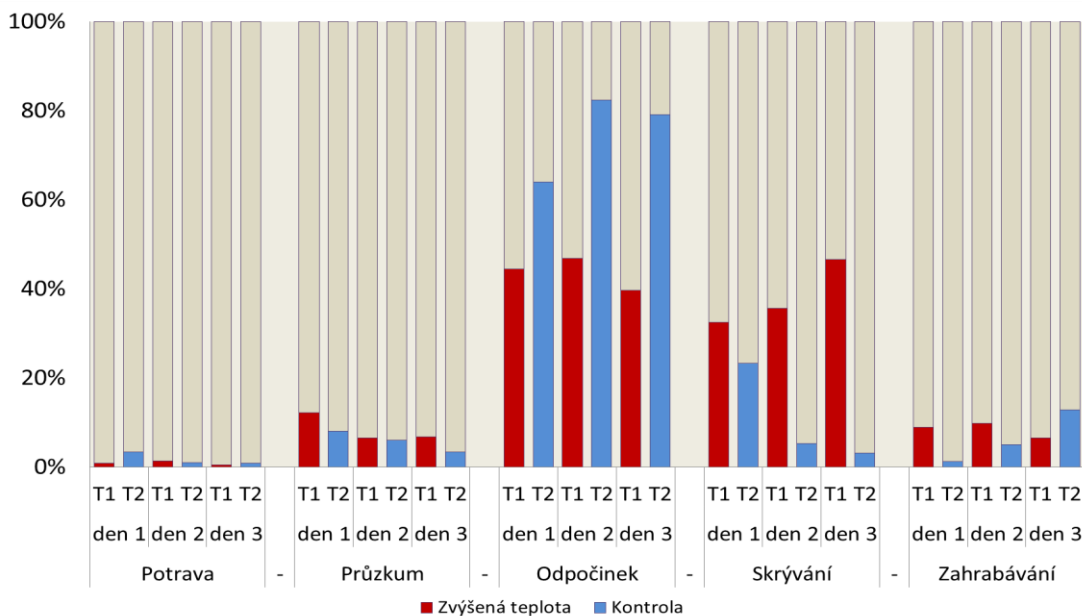
Hodnoceny byly rozdíly v potravním chování mezi teplotami T1 a T2 pro každý druh zvlášť, dále potom byly hodnoceny rozdíly v potravním chování mezi oběma druhy. Obě analýzy byly provedeny opět v programu R funkcí *fisher.test* z plug-in knihovny *stats*.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Analýza vlivu zvýšení teploty na chování *Porcellio scaber*

#### Pozorování červen

V tomto období bylo sledováno 40 jedinců ve skupině T1 i T2, rozdělených do 20 pozorovacích nádob, celkem tedy 80 stínek. Bylo získáno 5760 záznamů o chování. Ve skupině T1 byla 23.6. (den 1) nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (427), dále potom skrývání (312), průzkum (117) zahrabávání (86) a potrava (9). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (614), dále potom skrývání (224), průzkum (77), potrava (33) a zahrabávání (12). Při pozorování 26.6. (den 2) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (450), dále potom skrývání (342), zahrabávání (94), průzkum (63) a potrava (14). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (791), následoval průzkum (58), skrývání (51), zahrabávání (48) a potrava (10). Při pozorování 29.6. (den 3) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie skrývání (448), dále potom odpočinek (381), průzkum (65), zahrabávání (63) a potrava (5). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (760), následovalo zahrabávání (124), průzkum (33), skrývání (30) a potrava (9). Procentuální zastoupení kategorií chování viz. Obr. 1.



Obr. 1 Zastoupení kategorií chování *Porcellio scaber* v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíl v četnostech mezi skupinou T1 a T2 byl prokázán u všech kategorií. Nejvíce u kategorie odpočinek, skrývání a zahrabávání. Naopak nejméně často byl prokázán u kategorie potrava.

U kategorie **průzkum** byl rozdíl prokázán v den 1 a den 3 (Obr. 2, Tab. 1). Vyšší četnost vykazovala skupina T1 (Obr. 1). V den 2 rozdíl prokázán nebyl. Maximum četností výskytu kategorie průzkum bylo v den 1 a den 3 zaznamenáno od 1:00 do 2:00, v den 2 ve 22:00. (Obr. 2, Tab. 2)

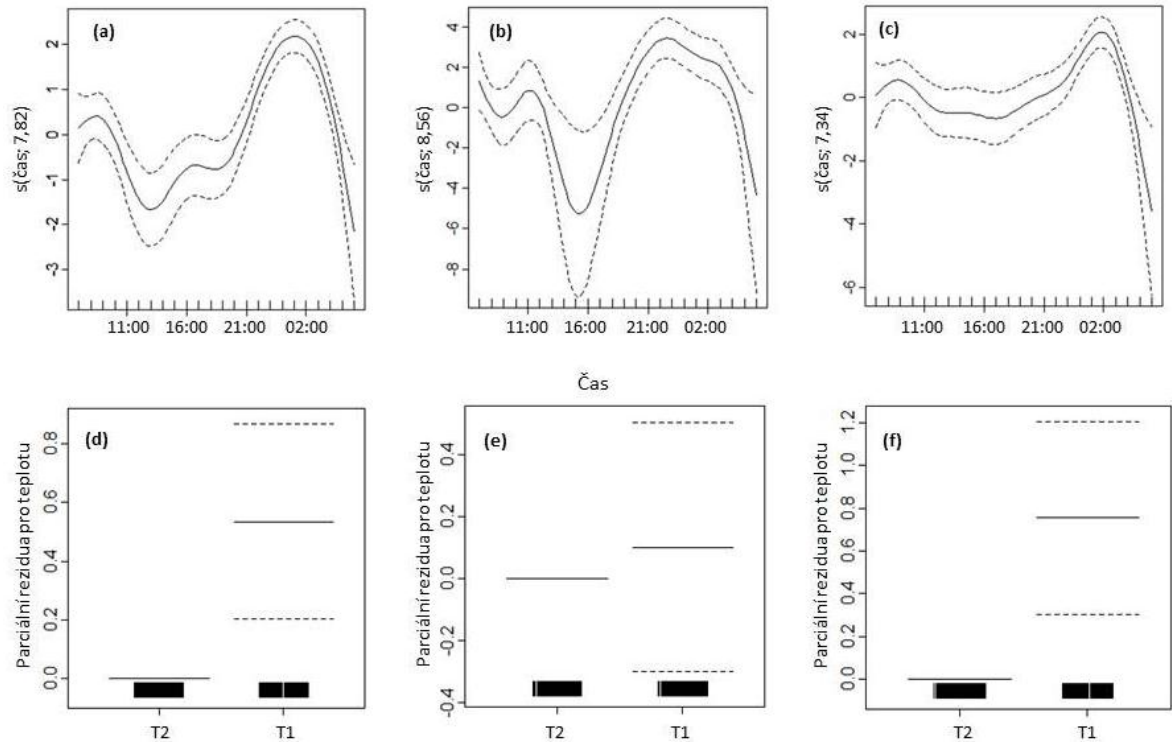
U kategorie **odpočinek** byl prokázán rozdíl ve všech třech dnech (Obr. 3, Tab. 3). Ve všech případech byla tato kategorie zastoupena více u skupiny T2. Maximum četností výskytu bylo v den 1 a den 2 v 5:00, v den 3 bylo ve 22:00. (Obr. 3, Tab. 4)

U kategorie **potrava** byl prokázán rozdíl pouze v den 1 (Obr. 4, Tab. 5). Vyšší četnost vykazovala skupina T2. Maximum četností výskytu kategorie v den 1 a den 2 se pohybuje mezi 18:00 a 3:00, v den 3 bylo zaznamenáno maximum ve 23:00 (Obr. 4, Tab. 6).

U kategorie **skrývání** byl prokázán rozdíl ve všech třech dnech (Obr. 5, Tab. 7). Vyšší četnost byla u skupiny T1, zejména výrazný rozdíl byl zaznamenán v den 2 a den 3. Tato kategorie má ve všech dnech pozorovaná dvě maxima četností. V den 1 to jsou ve 13:00 a v 19:00, v den 2 ve 14:00 a ve 20:00, v den 3 ve 12:00 a v 19:00 (Obr. 6, Tab. 8)

U kategorie **zahrabávání** byl prokázán rozdíl rovněž ve všech třech dnech (Obr. 6, Tab. 9). Vyšší četnost byla v den 1 a den 2 zaznamenána u skupiny T1, naopak v den 3 byla četnost vyšší u kategorie T2. Maximum četností výskytu kategorie bylo zjištěnou pouze v den 1 a to v 15:00 a v 6:00. V den 2 a den 3 nebylo zaznamenáno žádné maximum četností, výskyt kategorie byl rovnoměrně rozložen po celý den.





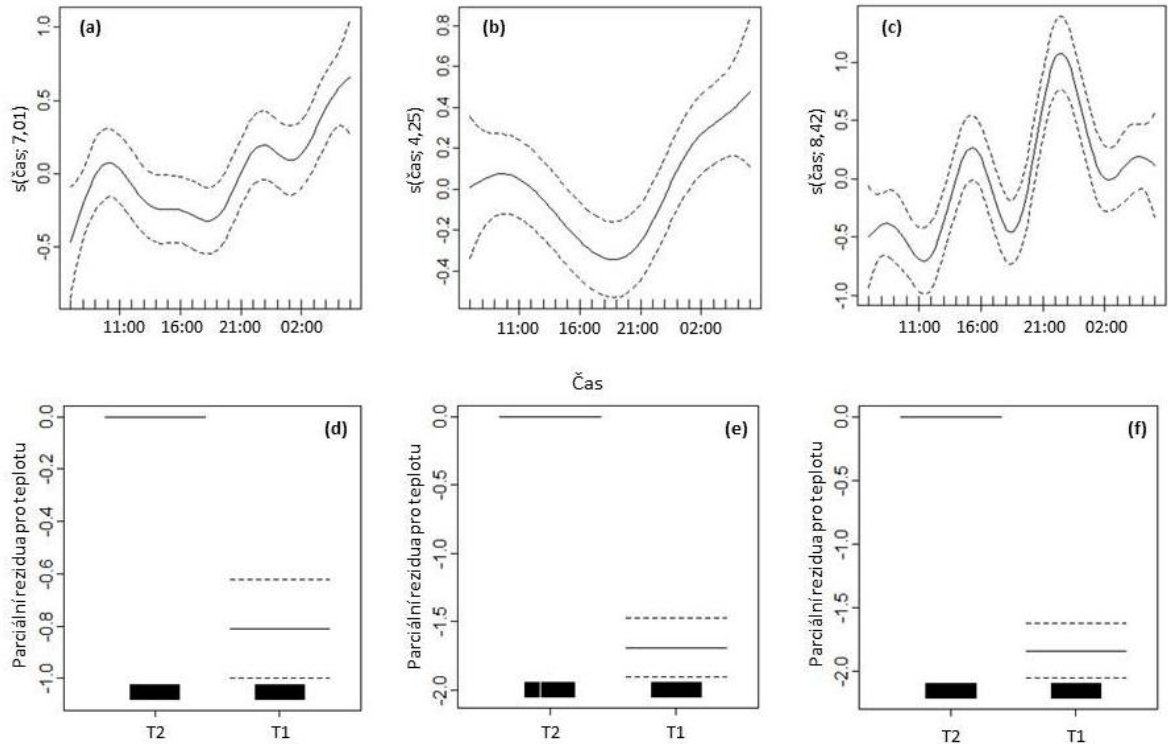
Obrázek 2 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 1 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii aktivita u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,062	-19,33	$< 2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,5355	3,229	0,00124
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-4,4698	-9,239	$< 2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,1004	0,501	0,617
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,8185	-17,644	$< 2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,7537	3,353	$8 \times 10^{-04}$

Tab. 2 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii aktivita u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	7,816	144,3	$< 2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	8,569	88,43	$3.07 \times 10^{-15}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	7,34	52,02	$2.31 \times 10^{-08}$



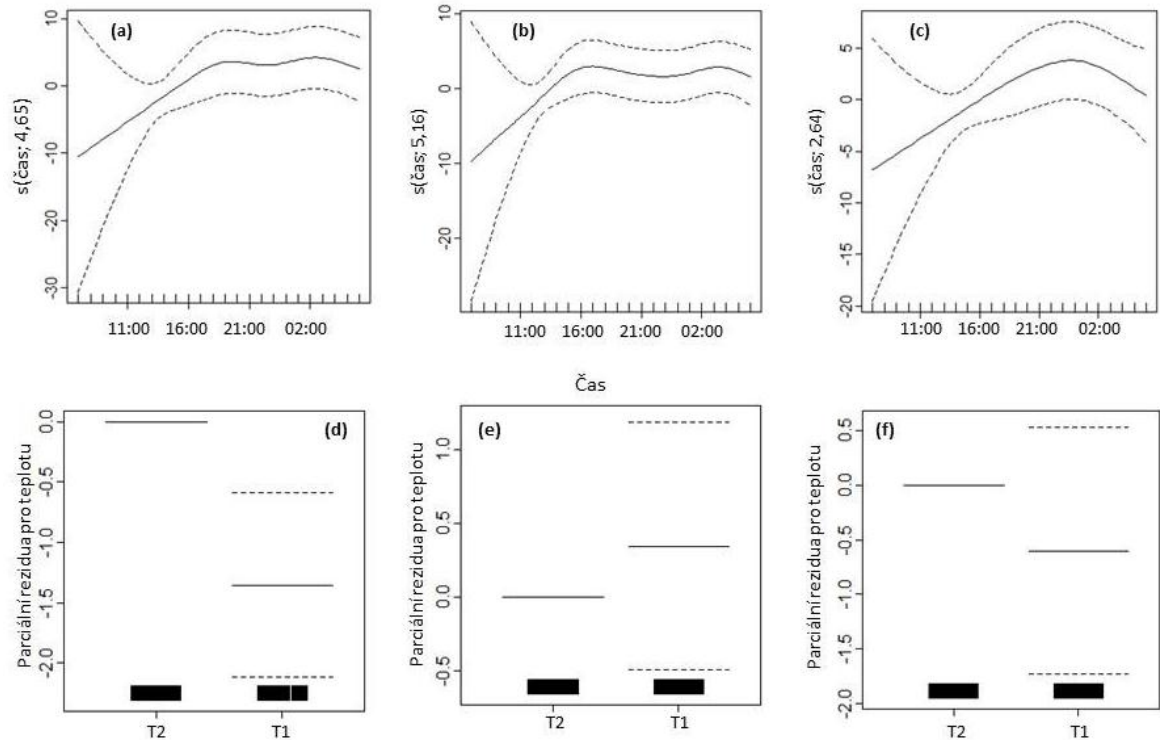
Obrázek 3 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 3 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	0,58577	8,621	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,81068	-8,581	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	1,56186	18,28	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-1,68847	-15,71	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	1,39891	17,07	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-1,83564	-17,18	$<2 \times 10^{-16}$

Tab. 4 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii aktivita u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	7,188	37,83	$9.78 \times 10^{-06}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	4,224	22,58	0,000487
<i>den 3 - 29.6.</i>	8,426	77,73	$4.09 \times 10^{-13}$



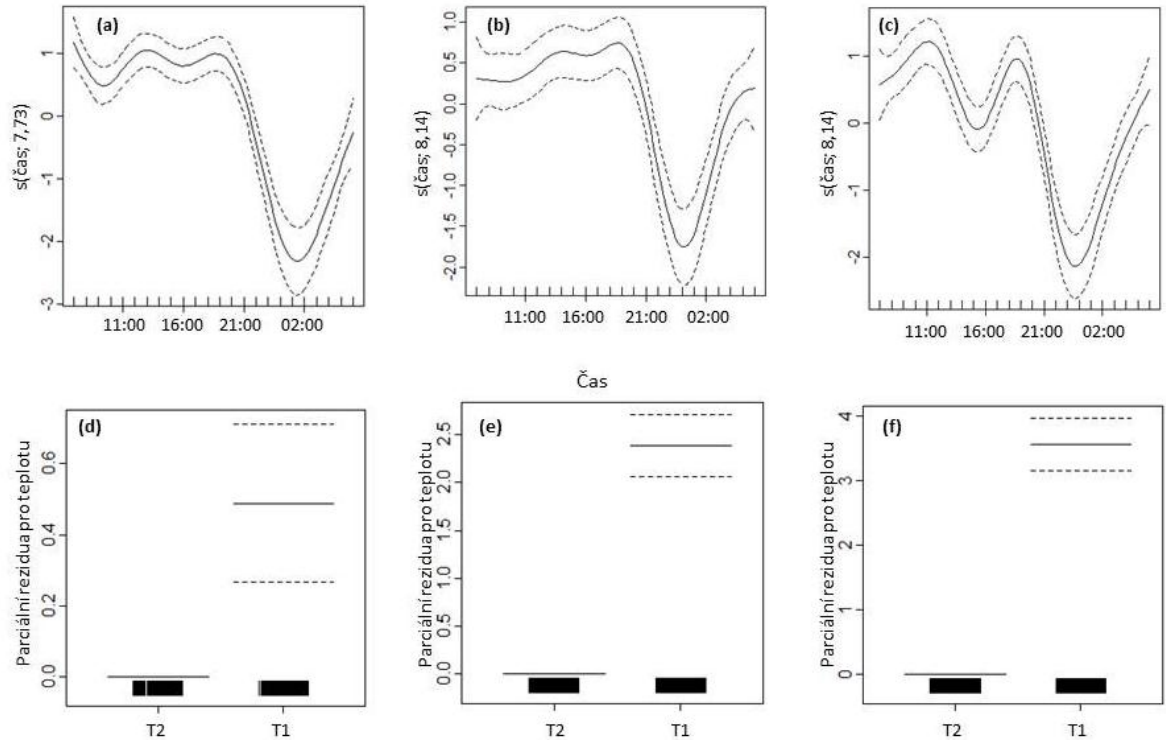
Obrázek 4 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 5 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-6,2823	-2,737	0,006192
T1 (x intercept)	-1,3538	-3,543	0,000396
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-6,5367	-3,820	0,000133
T1 (x intercept)	0,3440	0,822	0,411175
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-7,0301	-3,81	0,000139
T1 (x intercept)	-0,5997	-1,065	0,286871

Tab. 6 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u *Porcellio scaber*, pozorování červen

den	odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	4,653	6,883	0,273
<i>den 2 - 26.6.</i>	5,164	7,506	0,282
<i>den 3 - 29.6.</i>	2,637	9,122	0,0365



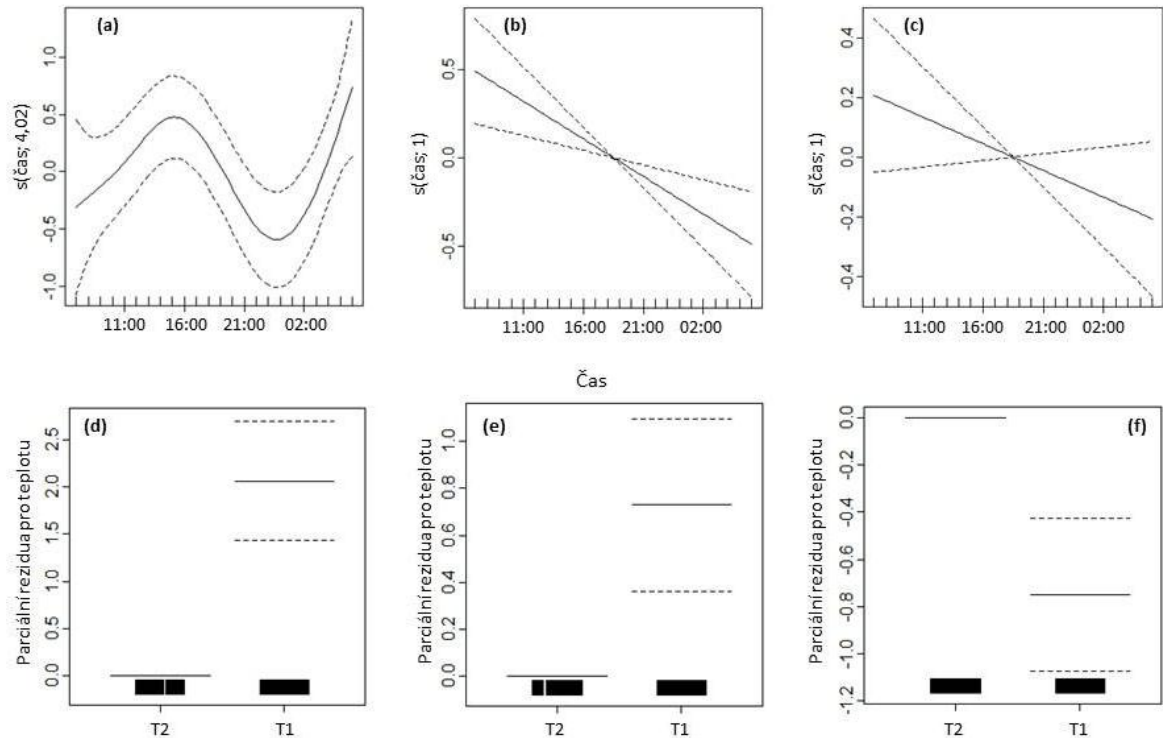
Obrázek 5 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 7 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,51825	-16,23	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,48899	4,425	$9.65 \times 10^{-06}$
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,0765	-20,56	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	2,3847	14,74	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,7852	-19,59	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	3,5653	17,56	$<2 \times 10^{-16}$

Tab. 8 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u *Porcellio scaber*, pozorování červen

den	odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	7,733	181,8	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	7,855	81,19	$6.21 \times 10^{-14}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	8,076	148,9	$<2 \times 10^{-16}$



Obrázek 6 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 9 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u *Porcellio scaber*, pozorování červen

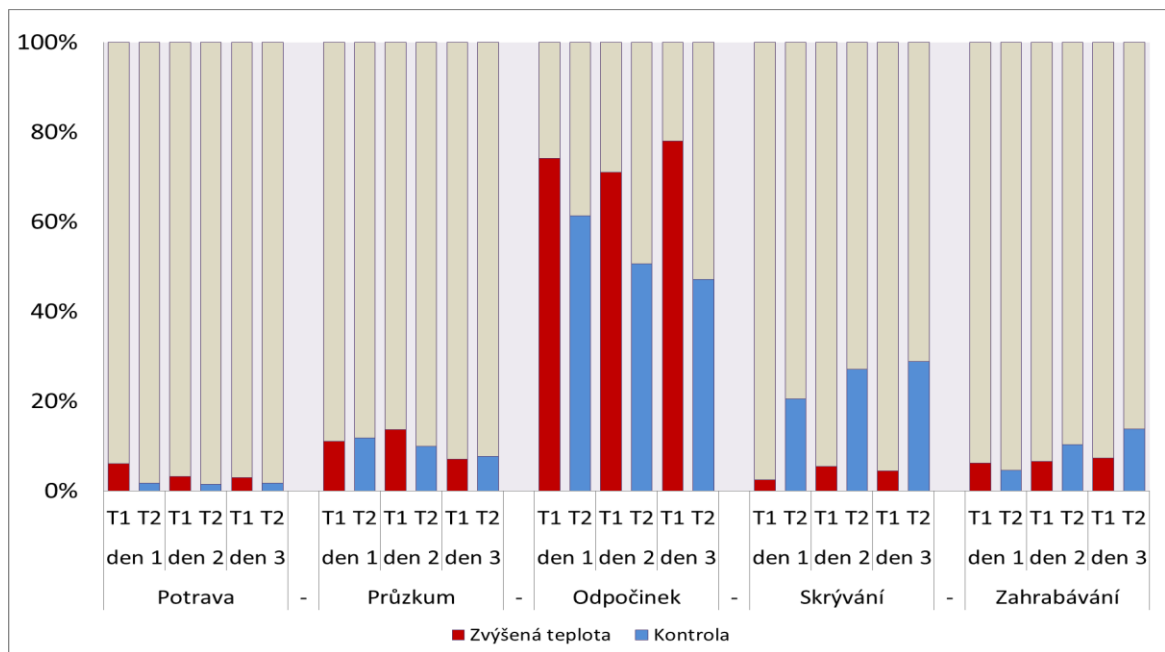
Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-4,4366	-15,152	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	2,0614	6,603	$4.04 \times 10^{-11}$
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-2,9833	-19,858	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,728	3,953	$7.7 \times 10^{-5}$
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,9141	-19,818	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,74856	-4,617	$3.89 \times 10^{-6}$

Tab. 10 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u *Porcellio scaber*, pozorování červen

den	odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	4,019	14,63	0,0117
<i>den 2 - 26.6.</i>	1	10,81	0,00101
<i>den 3 - 29.6.</i>	1	2,568	0,109

## Pozorování srpen

V tomto období bylo sledováno 28 (resp. 27) jedinců ve skupině T1 a 28 jedinců ve skupině T2 rozdělených do 14 pozorovacích nádob, celkem tedy 56 (resp. 55) stínek. Rozdíly v počtech jsou dány úmrtím jedinců. K těmto úmrtím došlo v obou případech ke konci posledního pozorovacího dne. Více viz kap. 5 Diskuze. Bylo získáno 4031 záznamů o chování. Ve skupině T1 byla 23.6. (den 1) nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (498), dále potom průzkum (74), zahrabávání (42), potrava (41) a skrývání (17). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (412), dále potom skrývání (138), průzkum (79), zahrabávání (31) a potrava (12). Při pozorování 26.6. (den 2) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (477), dále potom průzkum (92), zahrabávání (44), skrývání (37) a potrava (22). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (340), následovalo skrývání (182), zahrabávání (69), průzkum (67) a potrava (10). Při pozorování 29.6. (den 3) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (523), dále potom zahrabávání (49), průzkum (48), skrývání (30) a potrava (20). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (317), následovalo skrývání (194), zahrabávání (93), průzkum (52) a potrava (12). Procentuální zastoupení kategorií chování viz. Obr. 7.



Obr. 7 Zastoupení kategorií chování *Porcellio scaber* v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíl v četnostech mezi skupinou T1 a T2 byl prokázán u všech kategorií. Nejvíce u kategorie skrývání a nejméně často u kategorií průzkum a odpočinek.

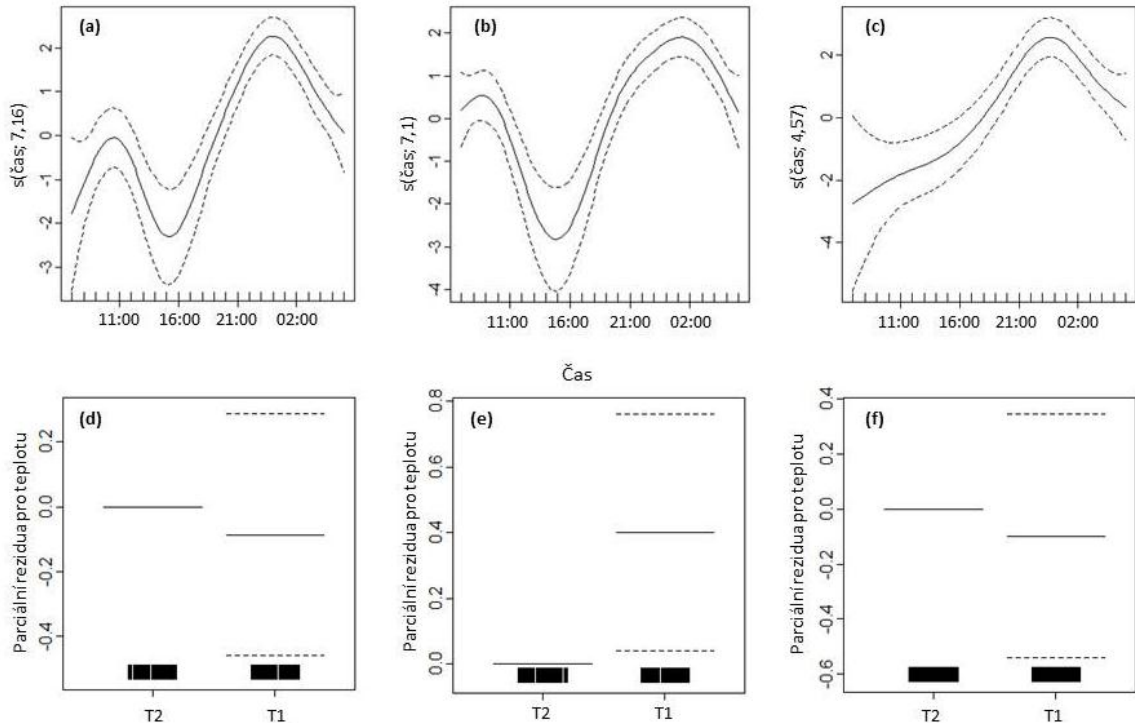
U kategorie **průzkum** byl prokázán rozdíl pouze v den 2. (Obr. 8, Tab. 11). Vyšší četnost této kategorie byla u skupiny T1 zjištěna v den 2, v den 1 a den 3 byla více zastoupena u skupiny T2, ovšem rozdíly byly velmi malé. Maximum četností bylo v den 1 zaznamenáno v 00:00, v den 2 v 01:00 a v den 3 opět v 00:00 (Obr. 8, Tab. 12)

U kategorie **odpočinek** byl prokázán rozdíl mezi skupinami pouze v den 1 (Obr. 9, Tab. 13). Vyšší četnost byla zaznamenána ve všech pozorovacích dnech u skupiny T1, v den 3 byl rozdíl nejvyšší. Maxima četností kategorie byla v den 1 v 07:00, v den 2 v 15:00 a v den 3 ve 14:00 (Obr. 9, Tab. 14).

U kategorie **potrava** byl prokázán rozdíl v četnosti v den 1 a v den 2 (Obr. 10, Tab. 15). Vyšší četnost byla zaznamenána u skupiny T1. Maxima četností byla zaznamenána v den 1 ve 03:00 a v den 2 ve 04:00. V den 3 nebylo zaznamenáno žádné maximum, četnost výskytu kategorie potrava byla rovnoměrně rozložena. (Obr. 10, Tab. 16)

U kategorie **skrývání** byl prokázán rozdíl ve všech třech pozorovacích dnech (Obr. 11, Tab. 17). Zaznamenána byla výrazně vyšší četnost u skupiny T2 a to rovněž ve všech třech dnech. Maxima četností byla v den 1 v 17:00, v den 2 ve 13:00, v den 3 ve 12:00 a v 17:00 (Obr. 11, Tab. 18).

U kategorie **zahrabávání** byl prokázán rozdíl v den 2 a v den 3 (Obr. 12, Tab. 19). Vyšší četnost byla v den 1 zaznamenána u skupiny T1, v den 2 a den 3 vykazovala vyšší četnost skupina T2. Maxima četností u této kategorie byla ve všech dnech odlišná. V den 1 nebylo zaznamenáno žádné maximum, četnost kategorie byla rovnoměrně rozložena, v den 2 byla zaznamenána maxima četností v 07:00 na počátku pozorovacího dne a v 06:00 na konci pozorovacího dne a v den 3 bylo zaznamenáno maximum četností ve 22:00. (Obr. 12, Tab. 20)



Obrázek 8 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

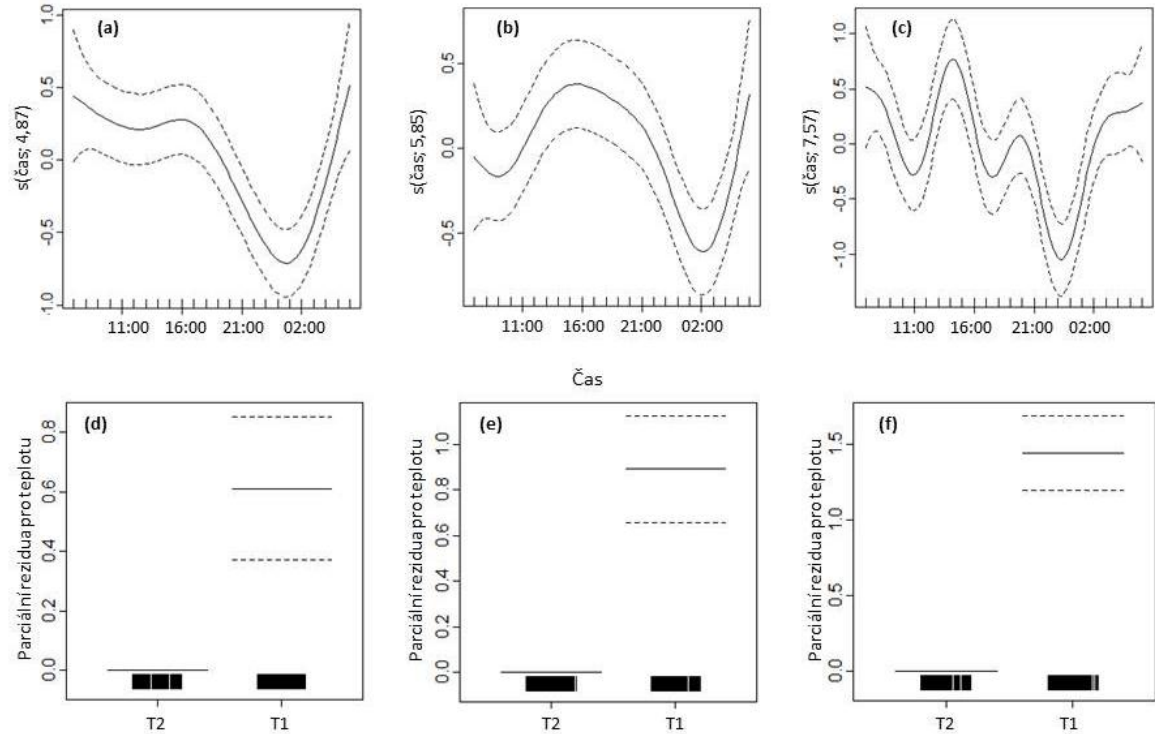
Tab. 11 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii průzkum u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,69308	-14,895	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,08625	-0,464	0,642
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,8712	-14,651	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,4004	2,221	0,0264
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-3,48074	-11,584	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,09739	-0,441	0,659

Tab.12 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii průzkum u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	7,161	122,2	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	7,098	85,32	$4.49 \times 10^{-15}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	4,567	63,49	$4.98 \times 10^{-12}$





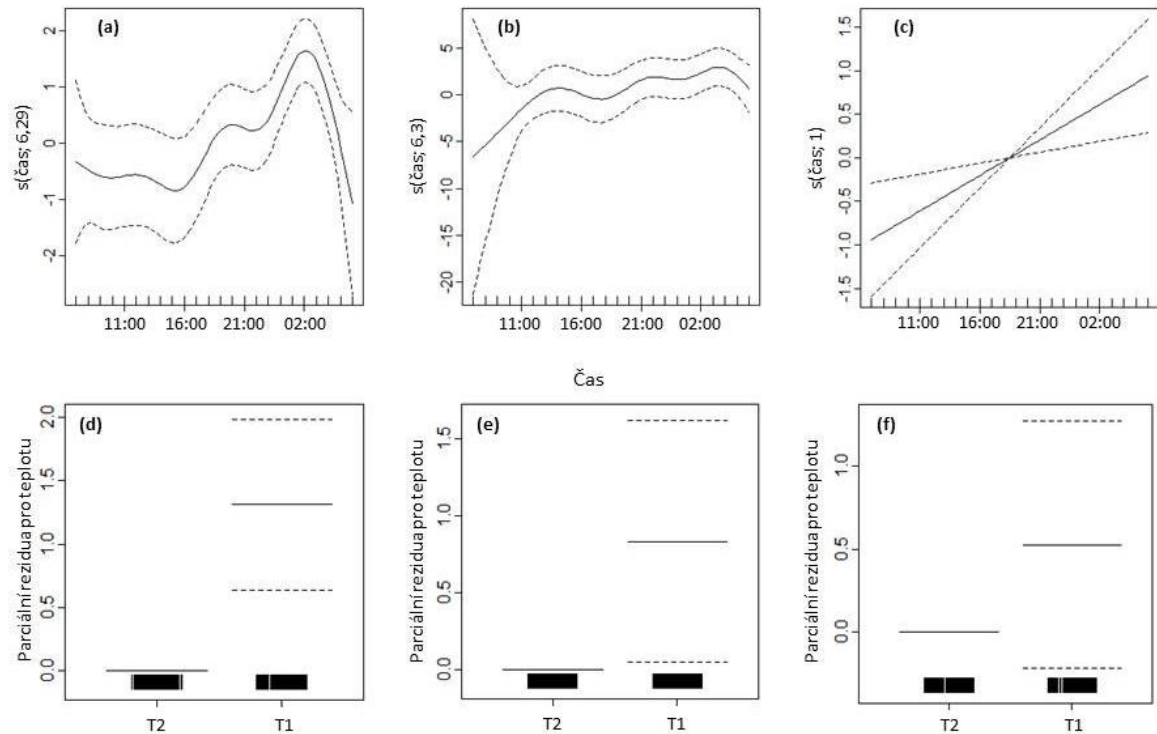
Obrázek 9 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 13 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	0,4739	5,873	$4.28 \times 10^{-09}$
T1 (x intercept)	0,61102	5,07	$3.98 \times 10^{-07}$
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	0,02318	0,297	0,766
T1 (x intercept)	0,89018	7,658	$1.89 \times 10^{-14}$
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-0,12317	-1,554	0,12
T1 (x intercept)	1,44377	11,564	$<2 \times 10^{-16}$

Tab.14 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii odpočinek u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	4,87	46,34	$2.4 \times 10^{-08}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	5,853	31,62	$4.82 \times 10^{-05}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	8,57	56,16	$6.95 \times 10^{-09}$



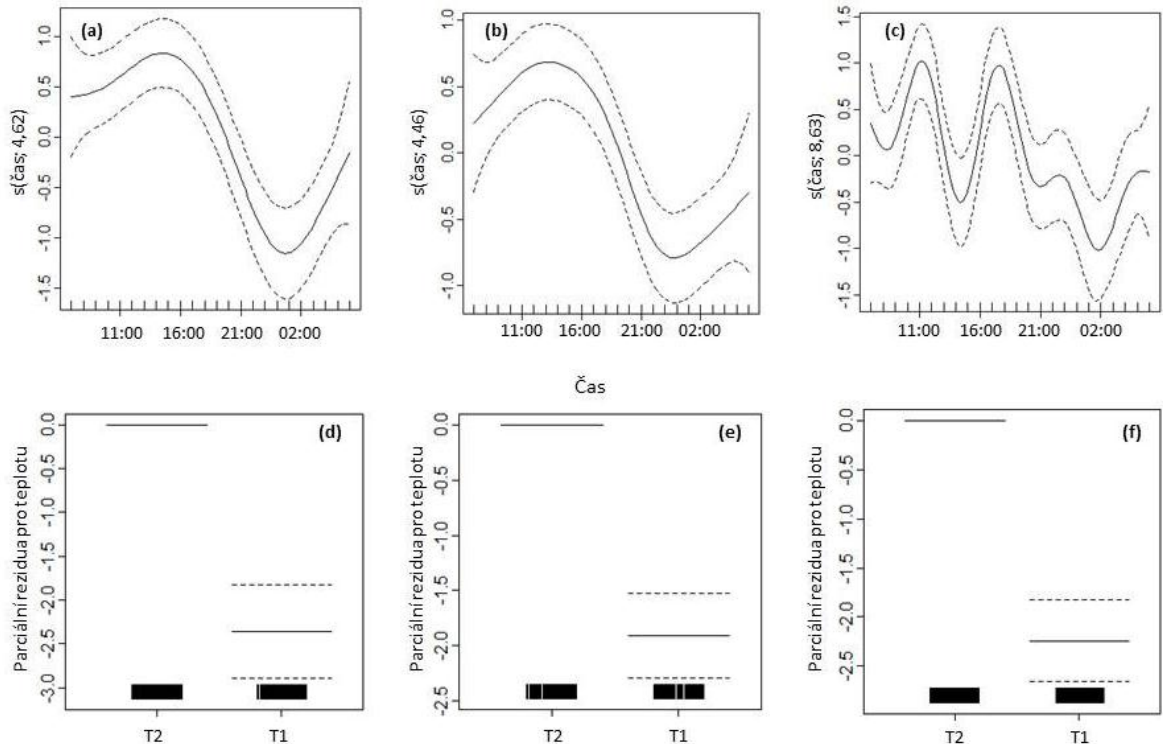
Obrázek 10 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 15 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-4,3215	-13,768	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	1,3108	3,889	0,00101
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-5,5272	-5,497	$3.87 \times 10^{-08}$
T1 (x intercept)	0,8344	2,132	0,033
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-4,1568	-13,457	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,5266	1,421	0,155

Tab.16 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	6,287	32,03	$5.77 \times 10^{-05}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	6,303	14,99	0,0401
<i>den 3 - 31.8.</i>	1	8,338	0,00388



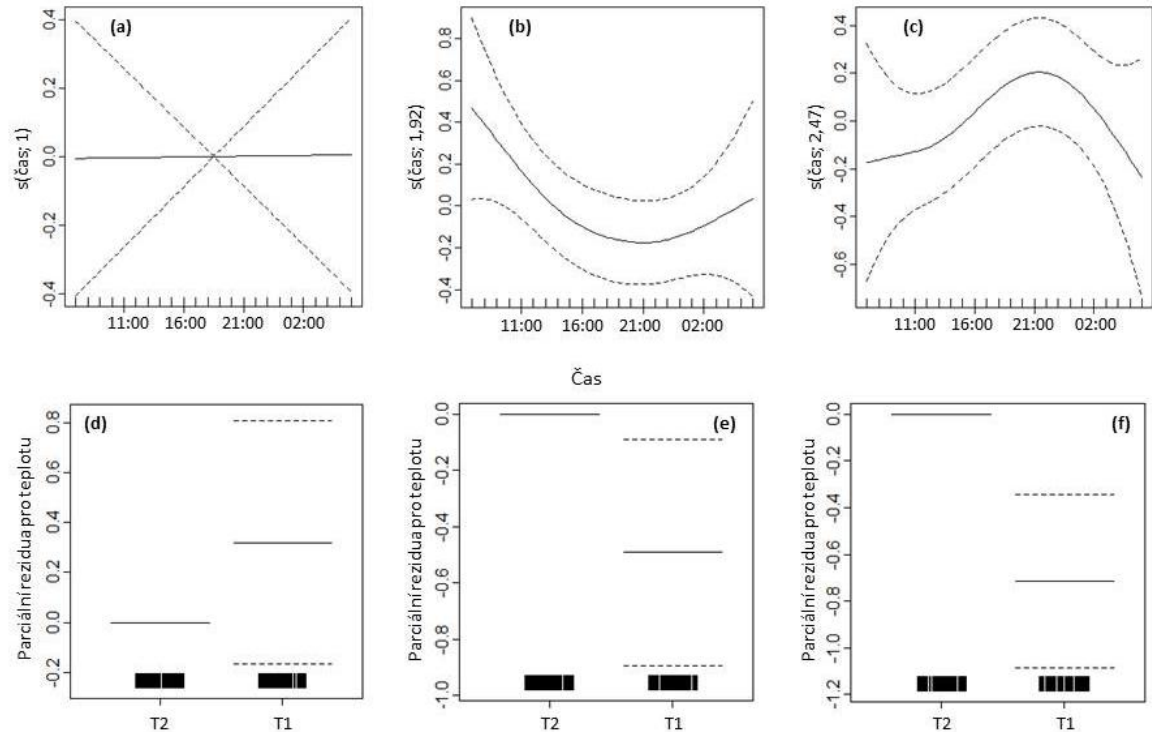
Obrázek 11 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 17 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,491	-13,982	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-2,3622	-8,878	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,05872	-11,56	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-1,90964	-9,903	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-0,96533	-10,74	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-2,24261	-10,73	$<2 \times 10^{-16}$

Tab.18 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	4,619	43,37	$6.7 \times 10^{-08}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	4,458	44,14	$3.81 \times 10^{-08}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	8,629	49,35	$1.38 \times 10^{-07}$



Obrázek 12 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 19 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-3,029	-16,471	<2x 10 <sup>-16</sup>
T1 (x intercept)	0,321	1,319	0,187
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,1818	-17,051	<2x 10 <sup>-16</sup>
T1 (x intercept)	-0,492	-2,442	0,0146
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,8357	-16,373	<2x 10 <sup>-16</sup>
T1 (x intercept)	-0,7153	-3,848	0,000119

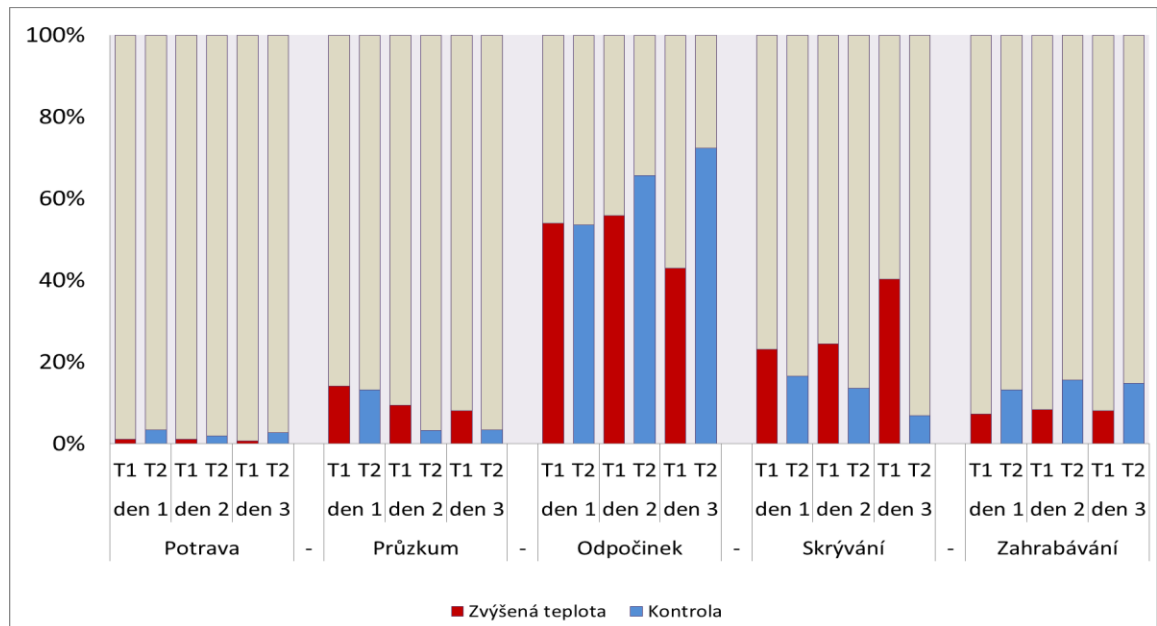
Tab.20 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	1	0,001	0,979
<i>den 2 - 28.8.</i>	1,92	4,72	0,13
<i>den 3 - 31.8.</i>	2,471	3,498	0,334

## 4.2 Analýza vlivu zvýšení teploty na chování *Trachelipus rathkii*

### Pozorování červen

V tomto období bylo sledováno 28 jedinců ve skupině T1 i T2 rozdělených do 14 pozorovacích nádob, celkem tedy 56 stínek. Bylo získáno 4032 záznamů o chování. Ve skupině T1 byla 23.6. (den 1) nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (363), dále potom skrývání (155), průzkum (95), zahrabávání (49) a potrava (7). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (360), dále potom skrývání (111), průzkum (89) spolu s kategorií zahrabávání (89) a potrava (23). Při pozorování 26.6. (den 2) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (375), následovalo skrývání (164), průzkum (63), zahrabávání (56) a potrava (7). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (441), dále potom zahrabávání (105), skrývání (91), průzkum (22) a potrava (13). Při pozorování 29.6. (den 3) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (289), dále potom skrývání (271), zahrabávání (54) spolu s kategorií průzkum (54) a potrava (5). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (486), následovalo zahrabávání (99), skrývání (46), průzkum (23) a potrava (18). Procentuální zastoupení kategorií chování viz. Obr. 13 .



Obr. 13 Zastoupení kategorií chování *Trachelipus rathkii* v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíl v četnostech mezi skupinou T1 a T2 byl prokázán u všech kategorií. Nejvíce u kategorie skrývání a zahrabávání, kdy byly prokázány rozdíly ve všech třech pozorovacích dnech. U ostatních kategorií byl prokázán rozdíl ve dvou pozorovacích dnech.

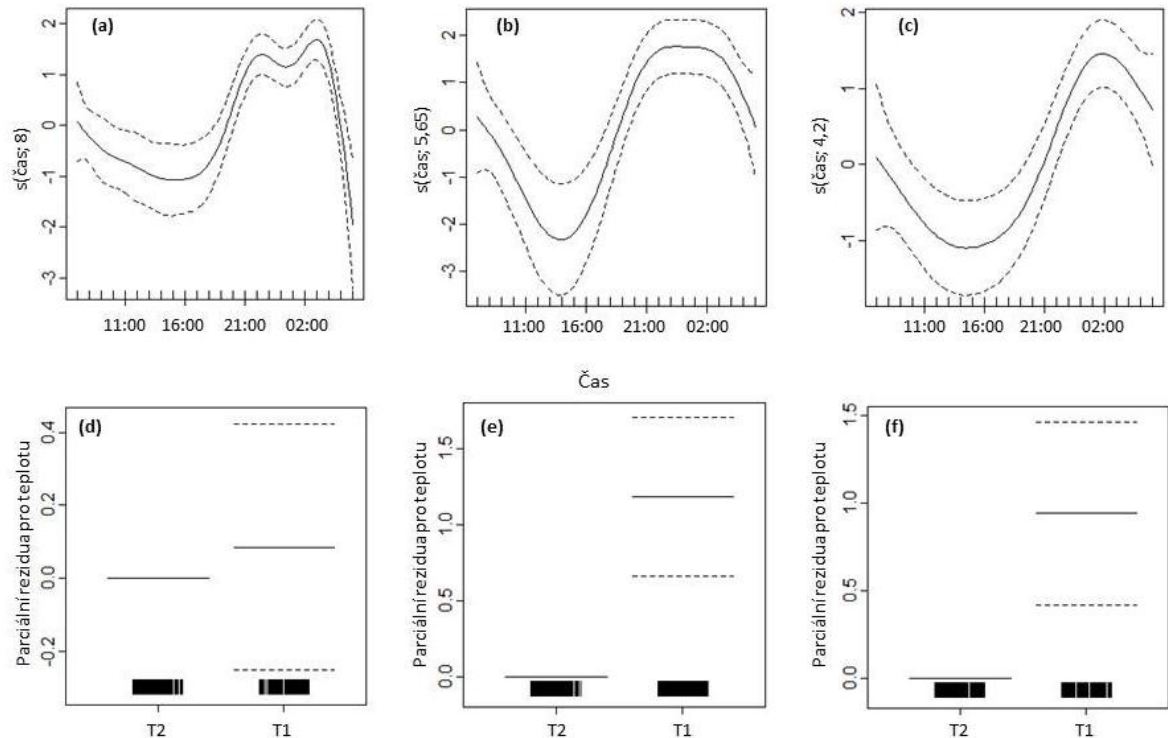
U kategorie **průzkum** byl prokázán rozdíl v den 2 a den 3 (Obr. 13, Tab. 21). Vyšší četnost této kategorie byla zjištěna u skupiny T1. Maximum četností bylo v den 1 zaznamenáno ve 23:00 a ve 04:00, v den 2 bylo zaznamenáno v rozmezí od 22:00 do 03:00, v den 3 bylo maximum četností ve 02:00 (Obr. 13, Tab. 22)

U kategorie **odpočinek** byl prokázán rozdíl v den 2 a den 3 (Obr. 14, Tab. 23). Vyšší četnost byla zaznamenána v den 2 a den 3 u skupiny T2. V den 1 byly tyto četnosti skoro vyrovnané. Maximum četností bylo zaznamenáno v den 1 v 06:00, v den 2 ve 13:00, v den 3 maximum četností zaznamenáno nebylo, četnost kategorie byla rozložena rovnoměrně (Obr. 14, Tab. 24)

U kategorie **potrava** byl prokázán rozdíl v den 1 a den 3 (Obr. 15, Tab. 25). Vyšší četnosti byly pozorovány vždy u kategorie T2. Maxima četností byla zaznamenána v den 2 od 22:00 do 1:00 a v den 3 od 01:00 do 05:00. V den 1 nebylo zaznamenáno žádné maximum, četnost kategorie byla rozložena rovnoměrně (Obr. 15, Tab. 26).

U kategorie **skrývání** byl prokázán rozdíl ve všech třech pozorovacích dnech. (Obr. 16, Tab. 27). Vyšší četnosti byly pozorovány vždy u kategorie T1. Maxima četností byla zaznamenána v den 1 v 07:00, v den 2 v 06:00 a v den 3 v 16:00. Ve všech dnech byl zaznamenán nárůst četností kolem 16:00 a pokles kolem 02:00 (Obr. 16, Tab. 28).

U kategorie **zahrabávání** byl prokázán rozdíl opět ve všech třech pozorovacích dnech (Obr 17, Tab. 29). Vyšší četnosti byly pozorovány vždy u kategorie T2. Maxima četností byla zaznamenána v den 2 v 06.00 a v den 3 v 07:00. V den 1 nebylo zaznamenáno žádné maximum, četnost kategorie byla rozložena rovnoměrně (Obr. 17, Tab. 30).



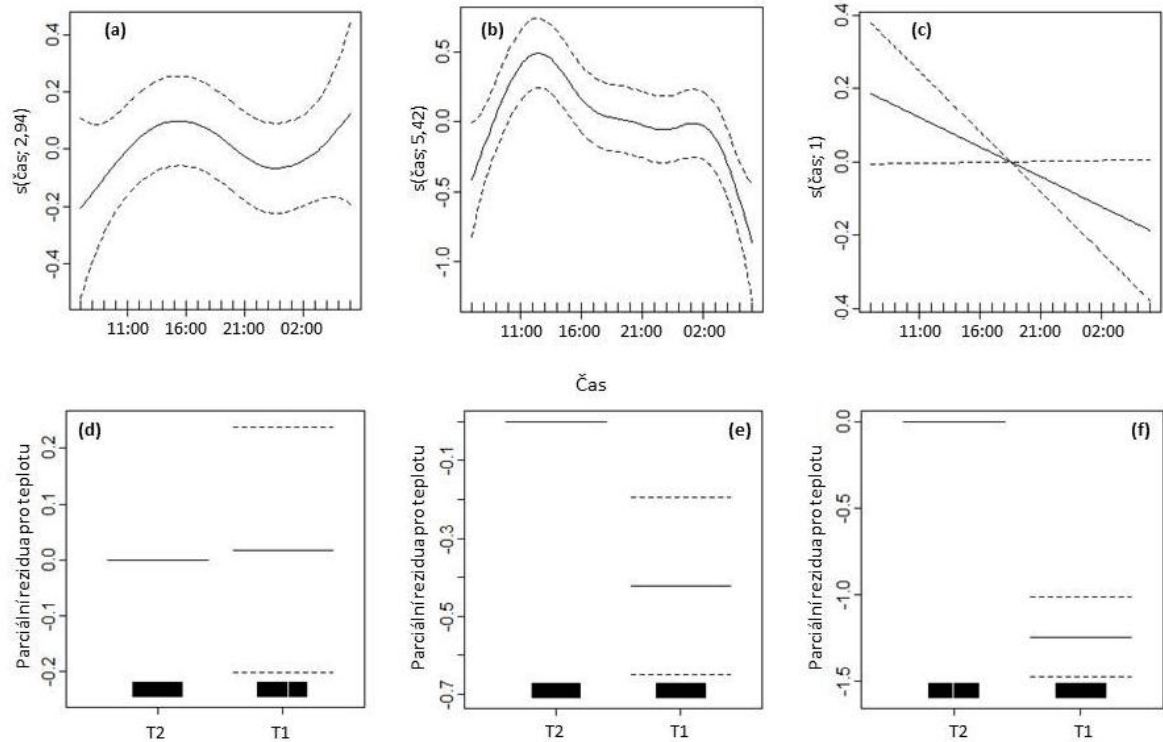
Obrázek 14 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 21 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii průzkum u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-2,2603	-16,299	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,0849	0,505	0,614
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-4,1363	-14,215	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	1,1839	4,543	$5,55 \times 10^{-06}$
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,7276	-15,412	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,9408	3,615	$3 \times 10^{-04}$

Tab.22 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii průzkum u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	7,998	118,8	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	5,655	53,18	$2,51 \times 10^{-09}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	4,201	45,73	$1,25 \times 10^{-08}$



Obrázek 15 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

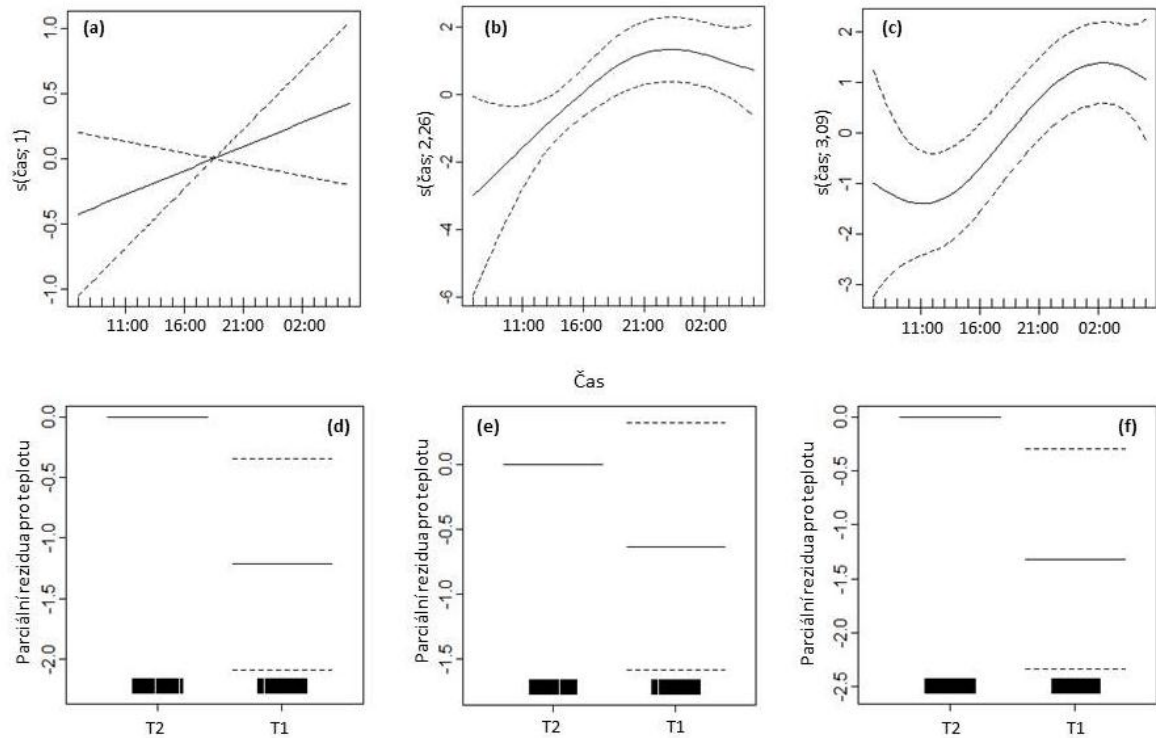
Tab. 23 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	0,14332	1,851	0,0641
T1 (x intercept)	0,01799	0,164	0,8695
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	0,66018	8,023	$1.03 \times 10^{-15}$
T1 (x intercept)	-0,4232	-3,721	0,000199
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	0,96328	11,15	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-1,24578	-10,7	$<2 \times 10^{-16}$

Tab.24 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii odpočinek u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	2,941	4,062	0,348
<i>den 2 - 26.6.</i>	5,423	33,37	$1.51 \times 10^{-05}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	1	3,763	0,0524





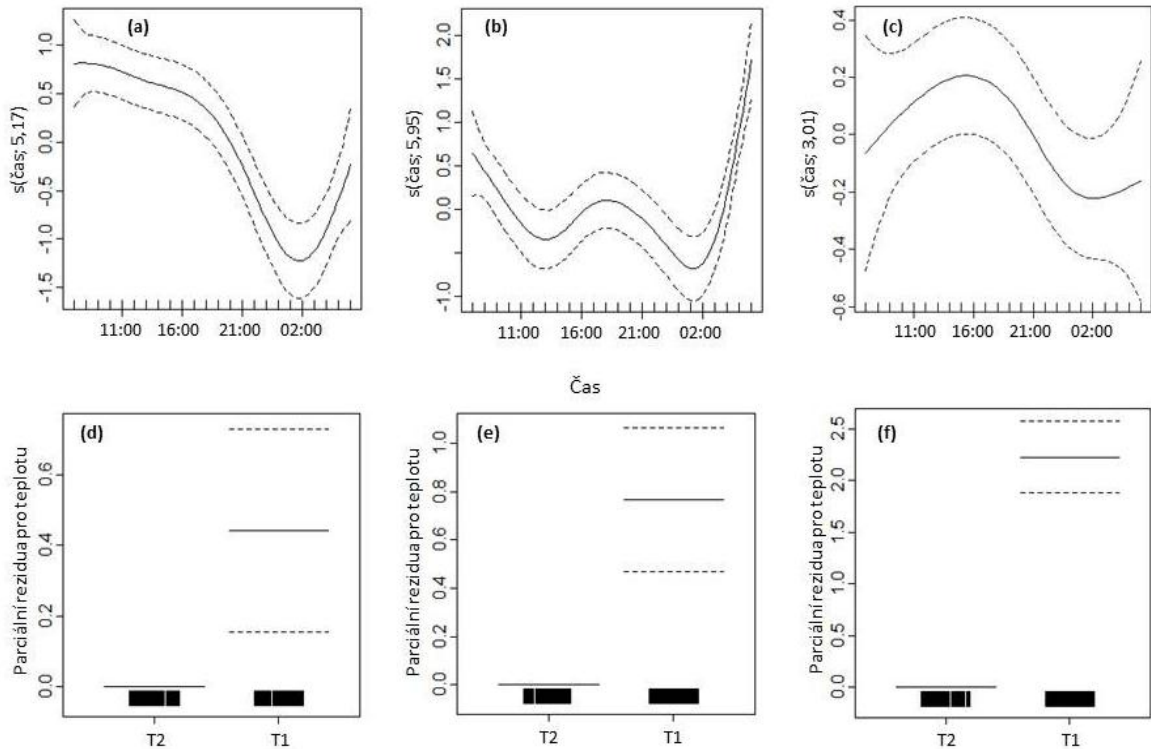
Obrázek 16 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 25 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,3703	-15,53	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-1,2155	-2,792	0,00524
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-4,5194	-10,006	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,6332	-1,336	0,181
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-4,0822	-11,613	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-1,3153	-2,575	0,01

Tab.26 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	1	1,839	0,175
<i>den 2 - 26.6.</i>	2,26	8,273	0,0362
<i>den 3 - 29.6.</i>	3,089	12,45	0,0125



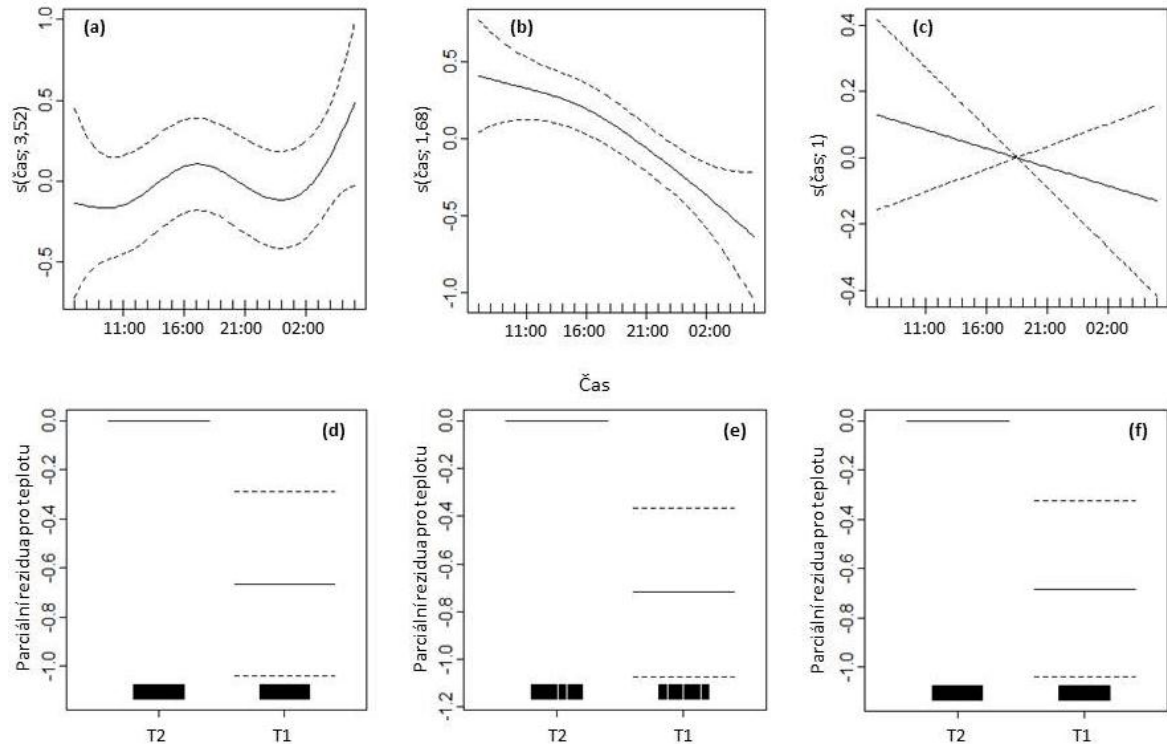
Obrázek 17 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 27 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,7857	-15,829	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,4419	3,094	0,00198
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,9542	-16,537	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,7669	5,156	$2.53 \times 10^{-07}$
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-2,6211	-17,12	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	2,2268	12,94	$<2 \times 10^{-16}$

Tab.28 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	5,172	74,36	$7.5 \times 10^{-14}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	5,954	69,98	$1.7 \times 10^{-12}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	3,011	6,647	0,135



Obrázek 18 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 29 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,8885	-16,52	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,6649	-3,551	0,000383
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,7222	-15,848	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,7183	-4,076	$4.59 \times 10^{-05}$
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,7579	-16,13	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,6821	-3,813	0,000137

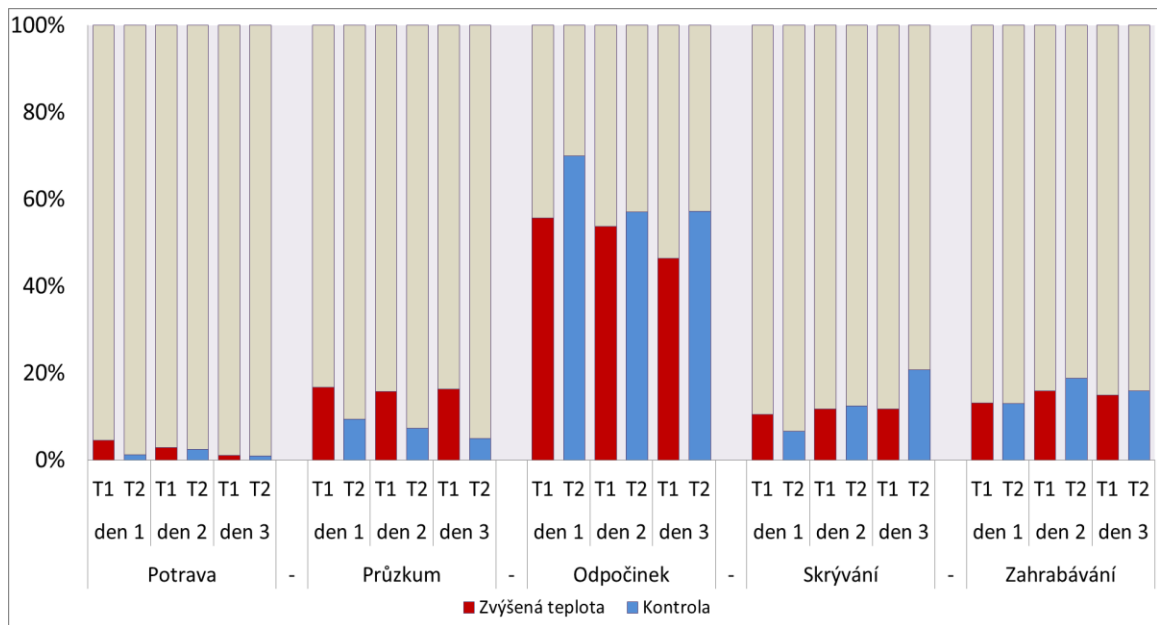
Tab.30 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	3,517	4,89	0,345
<i>den 2 - 26.6.</i>	1,683	13,02	0,00168
<i>den 3 - 29.6.</i>	1	0,817	0,366

## Pozorování srpen

V tomto období bylo sledováno 36 (resp. 35) jedinců ve skupině T1 a 36 jedinců ve skupině T2 rozdělených do 9 pozorovacích nádob, celkem tedy 72 (resp. 71) stínek. Rozdíly v počtech jsou dány úmrtím jedinců. K těmto úmrtím došlo v obou případech ke konci posledního pozorovacího dne. Více viz kap. 5 Diskuze. Bylo získáno 5180 záznamů o chování.

Ve skupině T1 byla 25.8. (den 1) nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (481), dále potom průzkum (145), zahrabávání (114), skrývání (91) a potrava (39). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (605), dále potom zahrabávání (112), průzkum (81), skrývání (57) a potrava (10). Při pozorování 28.8. (den 2) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (464), následovalo zahrabávání (137), průzkum (136), skrývání (101) a potrava (25). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (493), dále potom zahrabávání (163), skrývání (108), průzkum (63) a potrava (21). Při pozorování 31.8. (den 3) byla ve skupině T1 nejčastěji zastoupena kategorie odpočinek (397), dále potom průzkum (141), zahrabávání (129), skrývání (101) a potrava (9). Ve skupině T2 se nejčastěji vyskytovala kategorie odpočinek (494), následovalo skrývání (180), zahrabávání (138), průzkum (43) a potrava (8). Procentuální zastoupení kategorií chování viz. Obr. 19.



Obr. 19 Zastoupení kategorií chování *Trachelipus rathkii* v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíl v četnostech mezi skupinou T1 a T2 nebyl prokázán pouze u kategorie zahrabávání. Naopak nejvíce byl u kategorie průzkum, kdy byly prokázány rozdíly ve všech třech pozorovacích dnech. Četnosti kategorií odpočinek a potrava vykazovaly rozdíl ve dvou pozorovacích dnech.

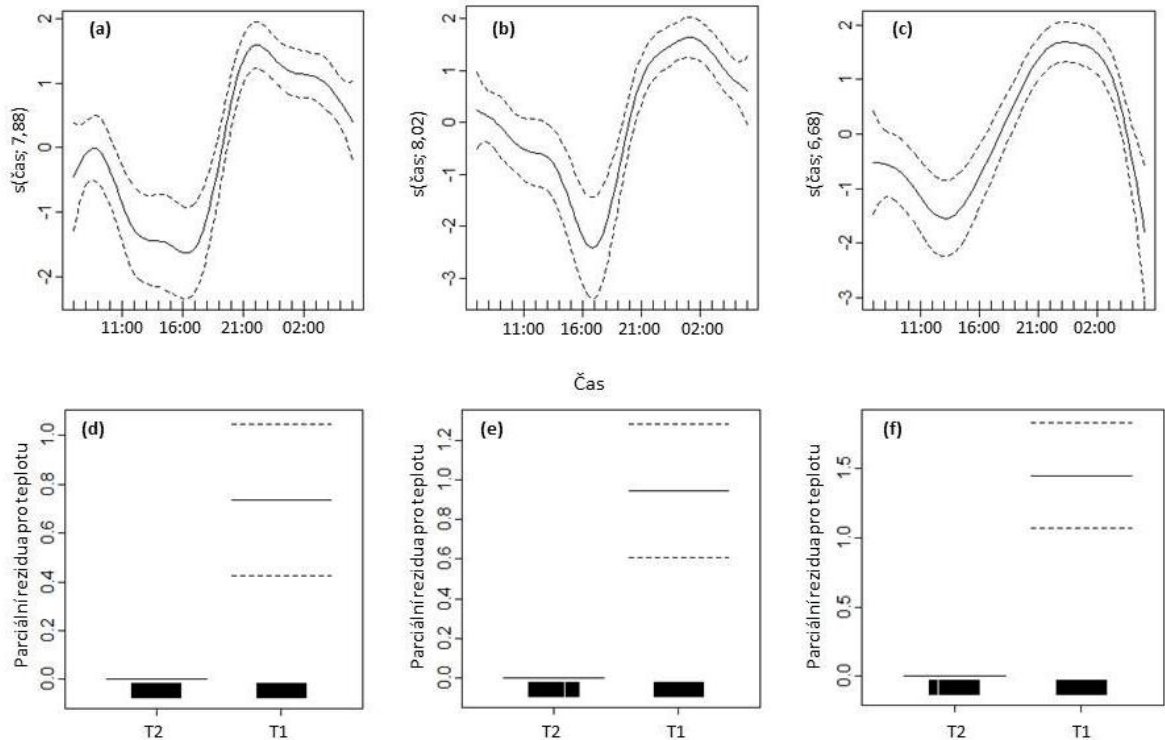
U kategorie **průzkum** byl prokázán rozdíl ve všech třech pozorovacích dnech (Obr. 20, Tab. 31). Vyšší četnost této kategorie byla zjištěna u skupiny T1. Maximum četností bylo v den 1 ve 22:00, v den 2 v 01:00 a v den 3 od 23:00 do 01:00 (Obr. 20, Tab. 32).

U kategorie **odpočinek** byl prokázán rozdíl v den 1 a den 2 (Obr. 21, Tab. 33). Vyšší četnost této kategorie byla zjištěna u skupiny T2. Maxima četností se shodovala ve všech třech pozorovacích dnech, byla zaznamenána v 06:00 (Obr. 21, Tab. 34)

U kategorie **potrava** byl prokázán rozdíl pouze v den 1 (Obr. 22, Tab. 35). Vyšší četnost této kategorie byla zjištěna u skupiny T1. Maximum četností bylo zaznamenáno v den 1 ve 04:00, v den 2 ve 12:00, v den 3 od 22:00 do 04:00 (Obr. 22, Tab. 36)

U kategorie **skrývání** byl prokázán rozdíl v četnostech v den 1 a den 3 (Obr. 23, Tab. 37). Vyšší četnost kategorie byla v den 1 zjištěna u skupiny T1, v dalších dnech potom u skupiny T2. Maximum četnosti bylo zaznamenáno v den 1 ve 13:00, v den 2 od 07:00 do 15:00 a v den 3 v 17:00 (Obr. 23, Tab. 38).

U kategorie **zahrabávání** rozdíl v četnostech prokázán nebyl (Obr. 24, Tab. 39). Vyšší četnost kategorie byla zjištěna u skupiny T2. Maxima četností byla zaznamenána v den 1 v 18:00, v den 2 v 10:00 a v den 3 v 06:00 (Obr. 24, Tab. 40).



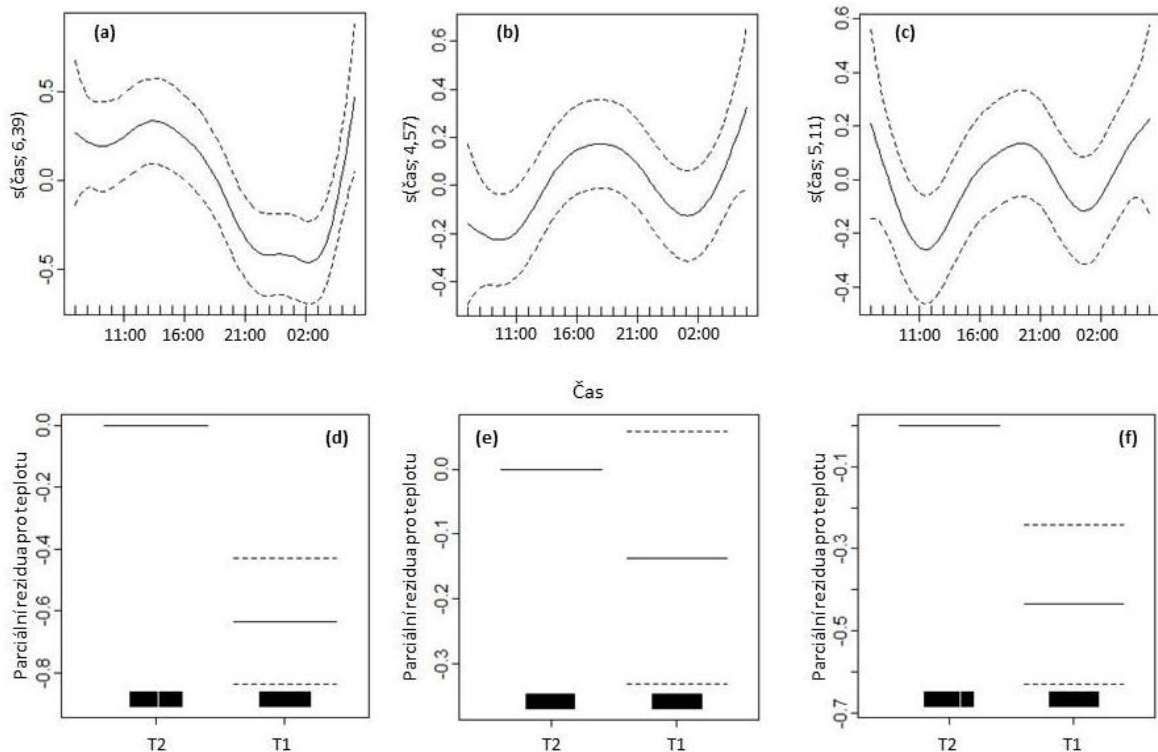
Obrázek 20 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii průzkum u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 31 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii průzkum u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,7138	-18,828	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,7346	4,728	$2.27 \times 10^{-06}$
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-3,0641	-18,444	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,9454	5,629	$1.81 \times 10^{-08}$
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-3,5249	-18,878	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	1,4485	7,627	$2.41 \times 10^{-14}$

Tab.32 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii průzkum u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	7,878	118,3	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	8,023	109,4	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	6,678	122,4	$<2 \times 10^{-16}$



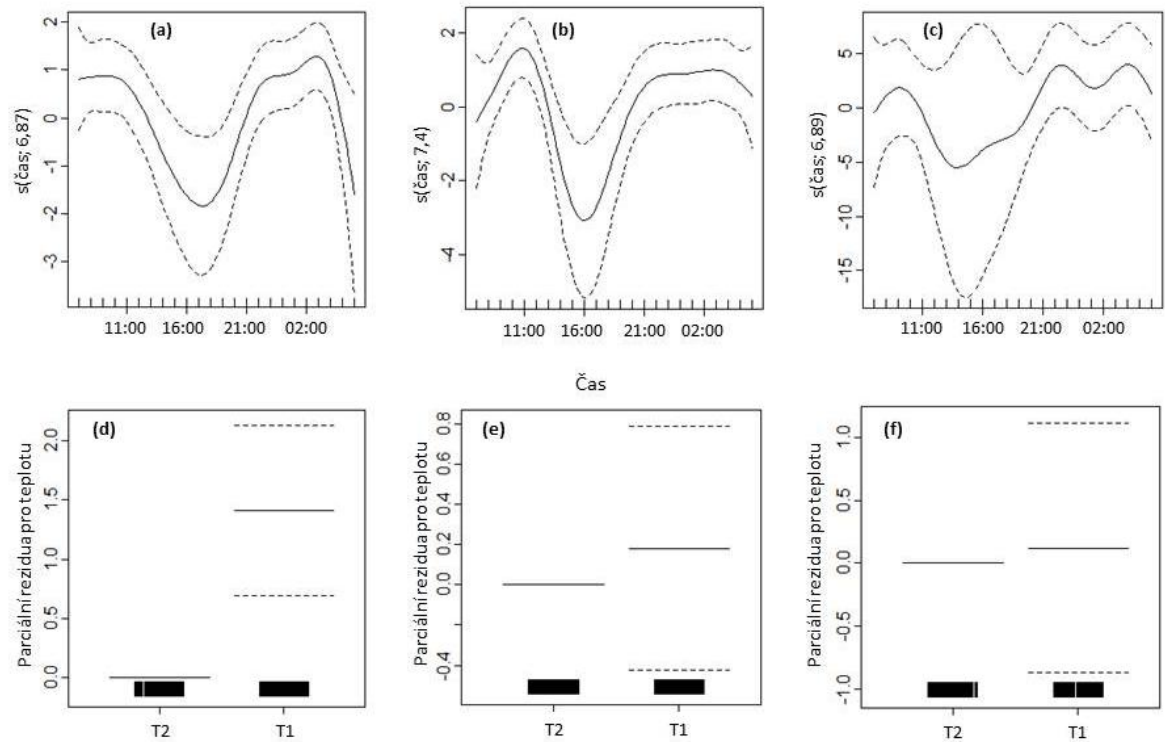
Obrázek 21 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii odpočinek u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 33 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii odpočinek u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	0,86717	11,523	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,63465	-6,208	$5,37 \times 10^{-10}$
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	0,28597	4,149	$3,34 \times 10^{-05}$
T1 (x intercept)	-0,13666	-1,407	0,159
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	0,29033	4,213	$2,52 \times 10^{-05}$
T1 (x intercept)	-0,43482	-4,479	$7,51 \times 10^{-06}$

Tab.34 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii odpočinek u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	6,391	38,53	$3,97 \times 10^{-06}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	4,569	11,91	0,0515
<i>den 3 - 31.8.</i>	5,106	9,723	0,15



Obrázek 22 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii potrava u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

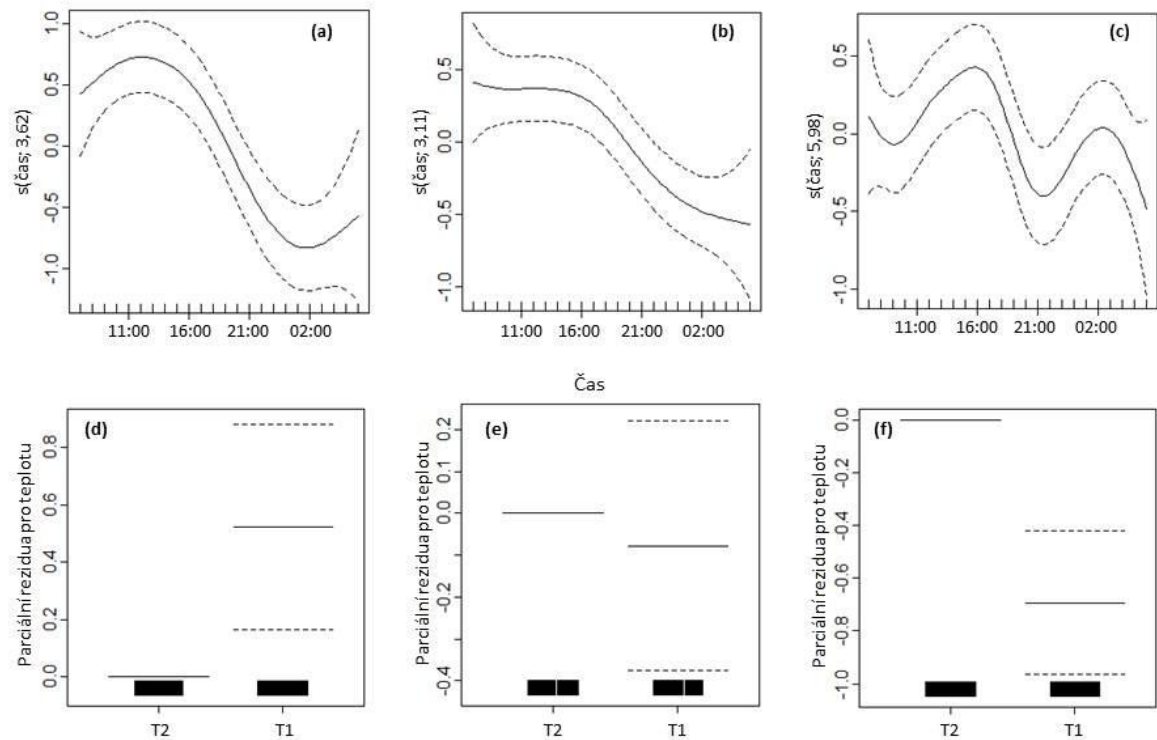
Tab. 35 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii potrava u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-4,856	-13,57	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	1,4129	3,93	$8.5 \times 10^{-05}$
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-4,2315	-13,381	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,1817	0,601	0,548
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-6,9396	-3,668	0,000244
T1 (x intercept)	0,1216	0,246	0,805441

Tab.36 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii potrava u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	6,867	20,11	0,00959
<i>den 2 - 28.8.</i>	7,397	17,34	0,0316
<i>den 3 - 31.8.</i>	6,892	9,125	0,3





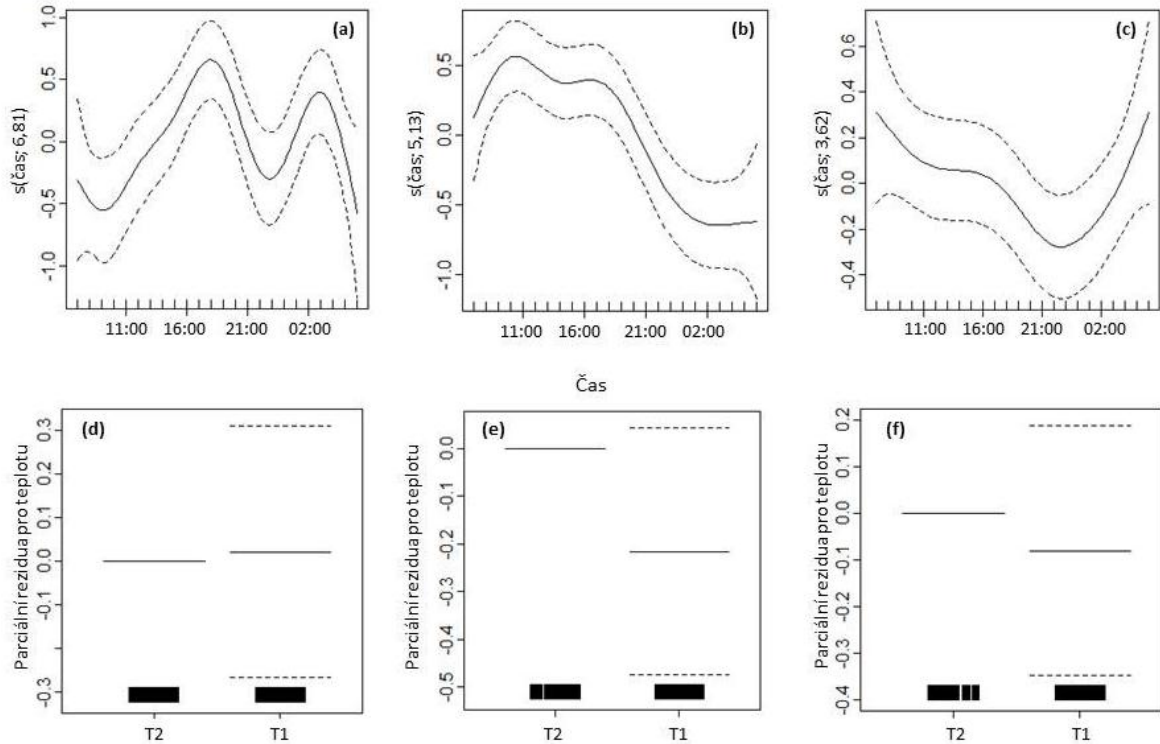
Obrázek 23 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii skrývání u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušované).

Tab. 37 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii skrývání u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,8027	-19,17	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,5229	2,933	0,00336
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,99699	-18,88	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,07723	-0,52	0,603
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,35408	-15,983	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,6931	-5,111	$3.2 \times 10^{-07}$

Tab.38 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii skrývání u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	3,62	38,85	$1.37 \times 10^{-07}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	3,106	22,19	0,000159
<i>den 3 - 31.8.</i>	5,984	7,142	0,0175



Obrázek 24 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na kategorii zahrabávání u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 39 Analýza vlivu zvýšení teploty na kategorii zahrabávání u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,9547	-18,832	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,02069	0,144	0,886
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,52435	-16,864	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,21579	-1,671	0,0947
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-1,67071	-17,9	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,08008	-0,6	0,548

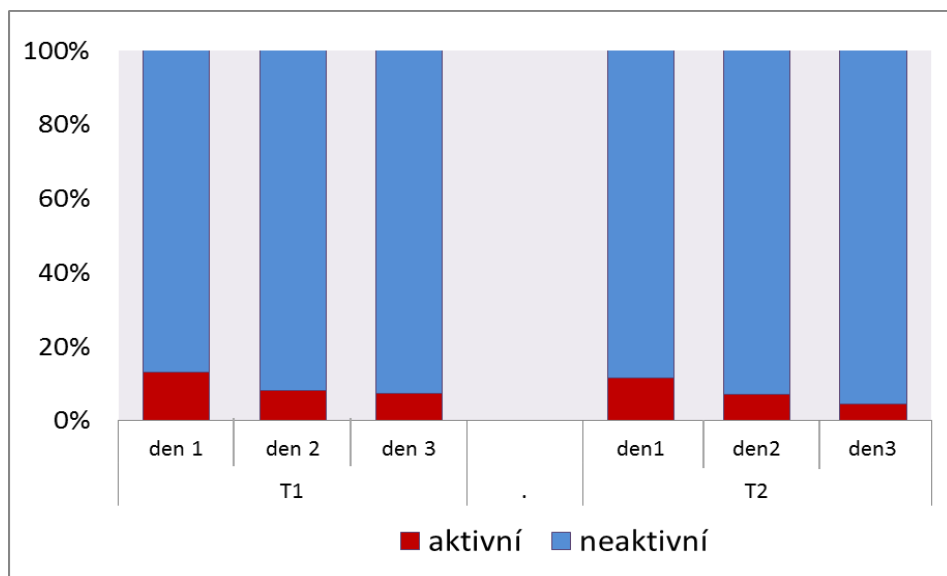
Tab.40 Analýza vlivu prediktoru čas na kategorii zahrabávání u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	6,814	29,55	0,000238
<i>den 2 - 28.8.</i>	5,131	43,49	$1.21 \times 10^{-07}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	3,625	7,885	0,126

### 4.3 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivitu *Porcellio scaber*

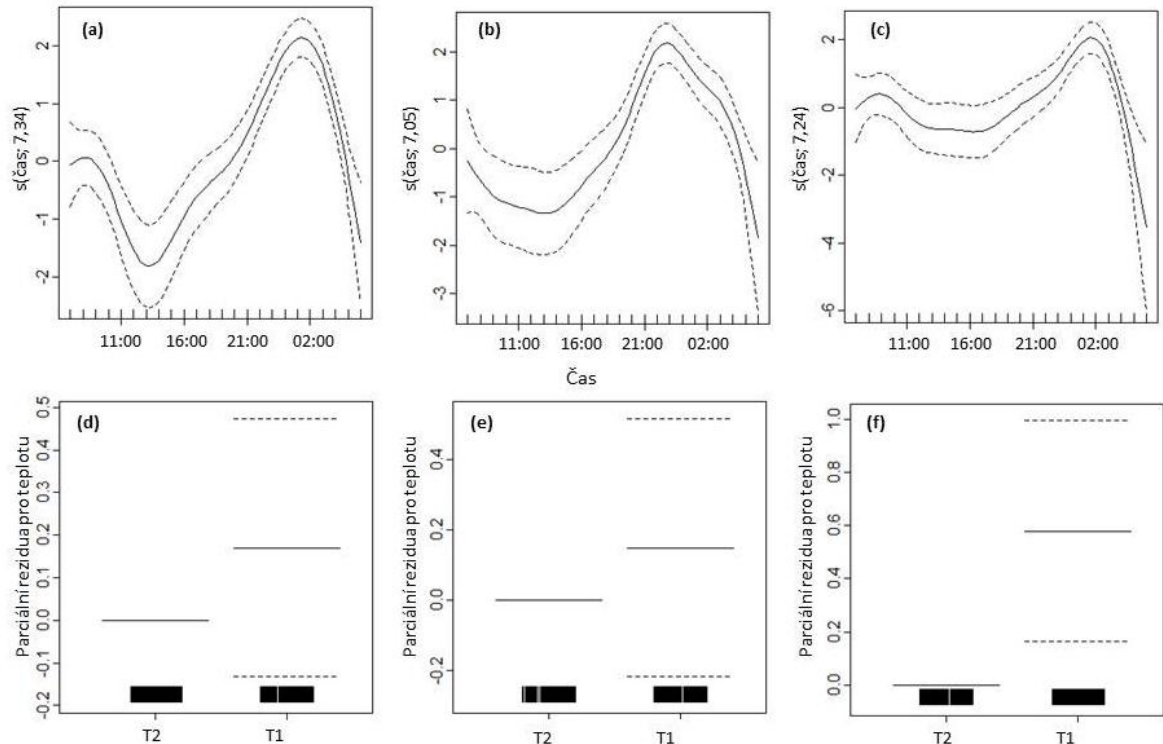
#### Pozorování červen

Aktivní kategorie (potrava a průzkum) tvořily v tomto pozorování u skupiny T1 10% ze všech sledovaných kategorií. V den 1 bylo toto chování zaznamenáno u 125 jedinců, v den dva bylo zaznamenáno u 77 jedinců a v den 3 u 70 jedinců. U skupiny T2 tvořily aktivní kategorie 8%. V den 1 bylo zaznamenáno 110 údajů, v den 2 bylo zaznamenáno 68 údajů a v den 3 42 údajů. U obou skupin má tato kategorie chování sestupnou tendenci v čase (Obr. 25).



Obr. 25 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování *Porcellio scaber* v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíly v četnostech aktivních kategorií byly prokázány pouze v den 3 (Obr.2 6, Tab. 41). Četnost aktivních kategorií byla ve všech pozorovacích dnech vyšší u kategorie T1. Maximum četností bylo v den 1 zaznamenáno v 01:00, v den 2 ve 23:00 a v den 3 ve 02:00 (Obr. 26, Tab. 42). Z grafů je patrné, že největší zastoupení aktivních kategorií bylo v noci a nejnižší v odpoledních hodinách.



Obrázek 26 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 41 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u *Porcellio scaber*, pozorování červen

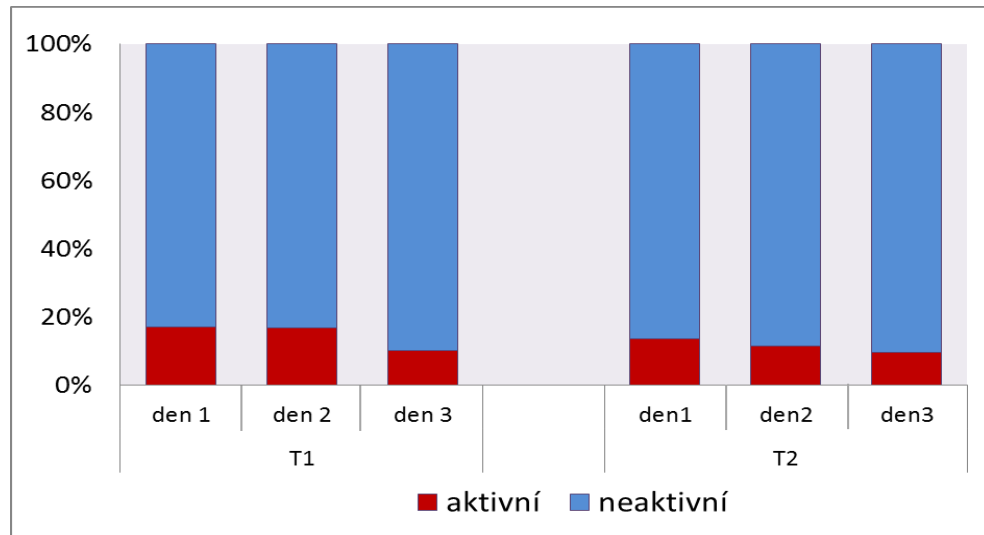
Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-2,57	-19,137	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,1704	1,129	0,259
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,2006	-18,387	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,1491	0,818	0,413
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,5842	-18,124	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,5783	2,789	0,00528

Tab.42 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u *Porcellio scaber*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	7,336	185,4	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	7,048	118,3	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	7,241	53,23	$1.25 \times 10^{-08}$

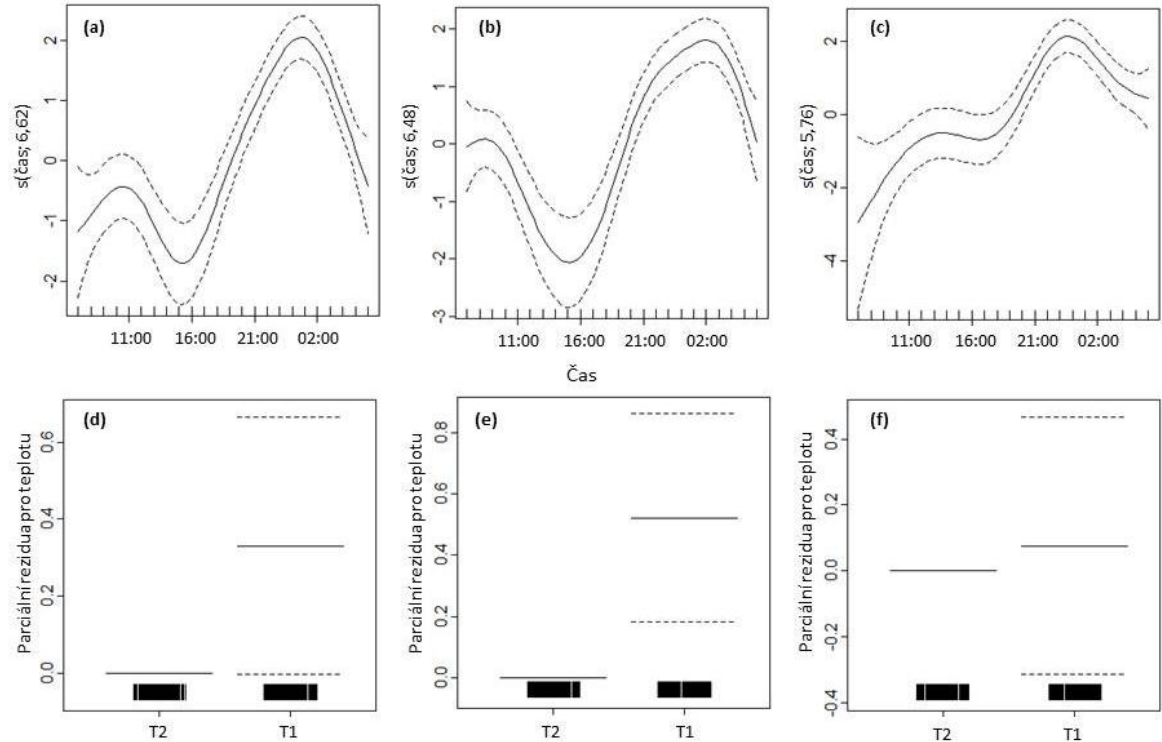
## Pozorování srpen

Aktivní kategorie tvořily v tomto pozorování u skupiny T1 15%. V den 1 bylo toto chování zaznamenáno u 115 jedinců, v den dva bylo zaznamenáno u 114 jedinců a v den 3 u 68 jedinců. U skupiny T2 tvořily aktivní kategorie 12%. V den 1 bylo zaznamenáno 91 údajů, v den 2 bylo zaznamenáno 77 údajů a v den 3 64 údajů. U obou skupin má tato kategorie chování sestupnou tendenci v čase (Obr. 27).



Obr. 27 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování *Porcellio scaber* v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíly v četnostech aktivních kategorií byly prokázány v den 1 a den 2 (Obr. 28, Tab. 43). Četnost aktivních kategorií byla ve všech pozorovacích dnech vyšší u kategorie T1. Maximum četností bylo v den 1 zaznamenáno v 01:00, v den 2 ve 03:00 a v den 3 v 00:00 (Obr. 28, Tab. 44). Z grafů je patrné, že největší zastoupení aktivních kategorií bylo opět v noci a nejnižší v odpoledních hodinách.



Obrázek 28 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u *Porcellio scaber* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 43 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,3554	-16,203	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,3311	1,984	0,0472
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,5868	-16,09	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,5225	3,074	0,00211
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,88368	-14,437	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,07582	0,389	0,697

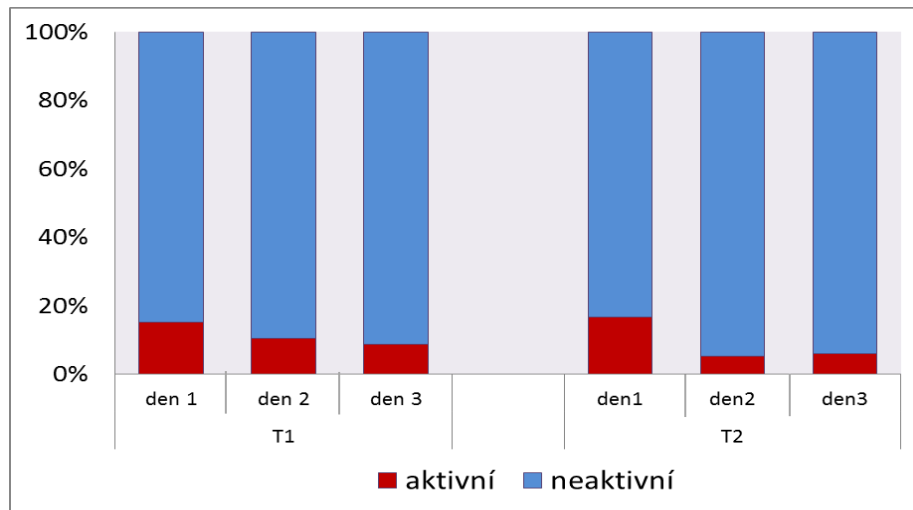
Tab.44 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u *Porcellio scaber*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	6,618	160	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	6,484	123,7	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	5,762	89,41	$<2 \times 10^{-16}$

#### 4.4 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivitu *Trachelipus rathkii*

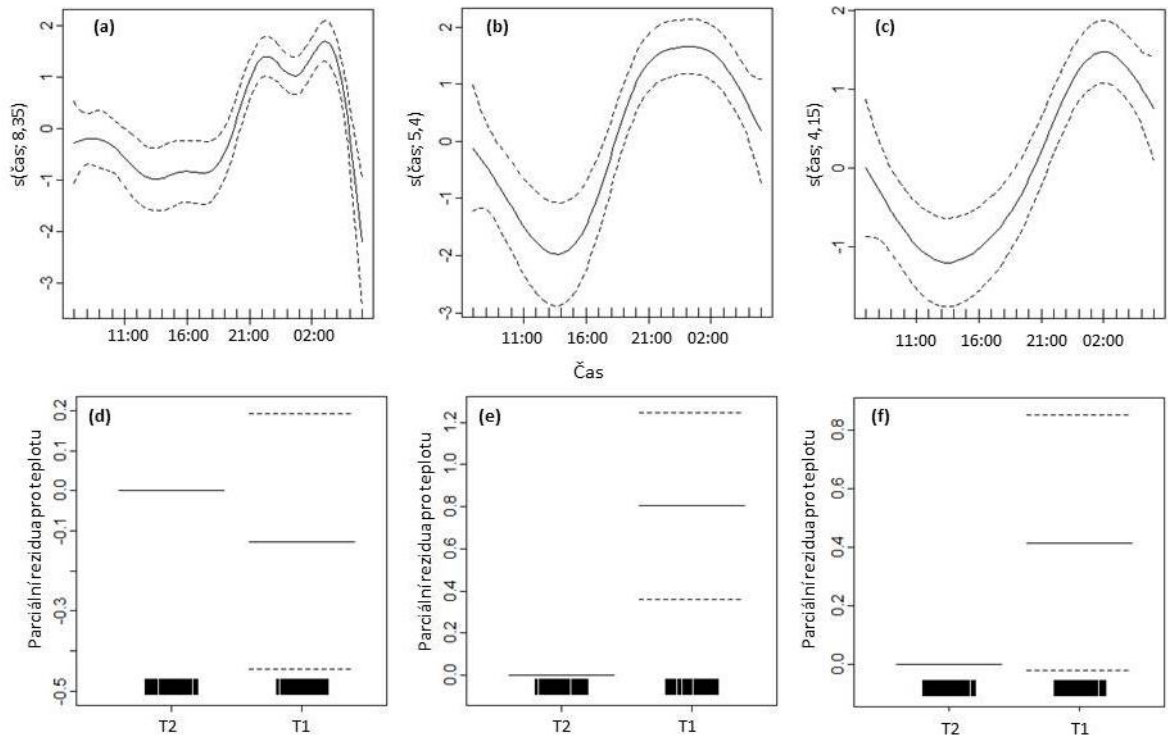
##### Pozorování červen

Aktivní kategorie tvořily v tomto pozorování u skupiny T1 12%. V den 1 bylo toto chování zaznamenáno u 102 jedinců, v den dva bylo zaznamenáno u 70 jedinců a v den 3 u 59 jedinců. U skupiny T2 tvořily aktivní kategorie 9%. V den 1 bylo zaznamenáno 112 údajů, v den 2 bylo zaznamenáno 35 údajů a v den 3 41 údajů. U obou skupin má tato kategorie chování téměř vždy sestupnou tendenci v čase (Obr. 29).



Obr. 29 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování u *Trachelipus rathkii* v červnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíl v četnostech aktivních kategorií byl prokázán pouze v den 1 (Obr.30, Tab. 45). Četnost aktivních kategorií byla v den 1 vyšší u skupiny T2, v den 2 a den 3 byla vyšší u skupiny T1. Maximum četností bylo v den 1 zaznamenáno ve 23:00, v den 2 od 23:00 do 02:00 a v den 3 ve 02:00 (Obr. 30, Tab. 46). Z grafů je opět patrné, že největší zastoupení aktivních kategorií bylo v noci a nejnižší v odpoledních hodinách.



Obrázek 30 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v červnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 45 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 23.6.</i>			
T2 (intercept)	-1,9298	-15,609	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	-0,1262	-0,794	0,427
<i>den 2 - 26.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,5352	-15,337	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,8037	3,621	0,000294
<i>den 3 - 29.6.</i>			
T2 (intercept)	-3,1264	-16,28	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,4162	1,916	0,0553

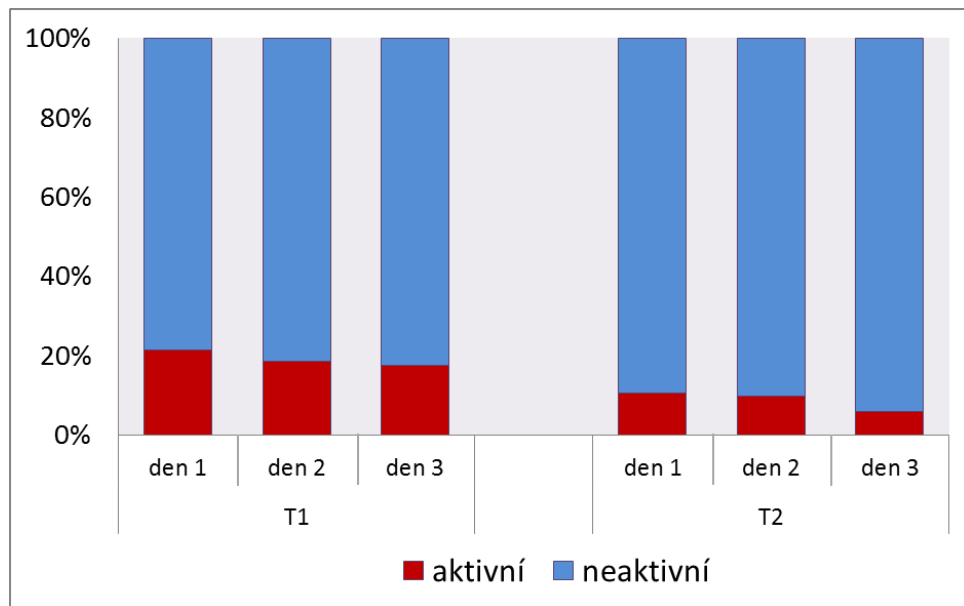
Tab.46 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u *Trachelipus rathkii*, pozorování červen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 23.6.</i>	8,35	132	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 26.6.</i>	5,402	63,61	$1.52 \times 10^{-11}$
<i>den 3 - 29.6.</i>	4,153	60,08	$1.35 \times 10^{-11}$



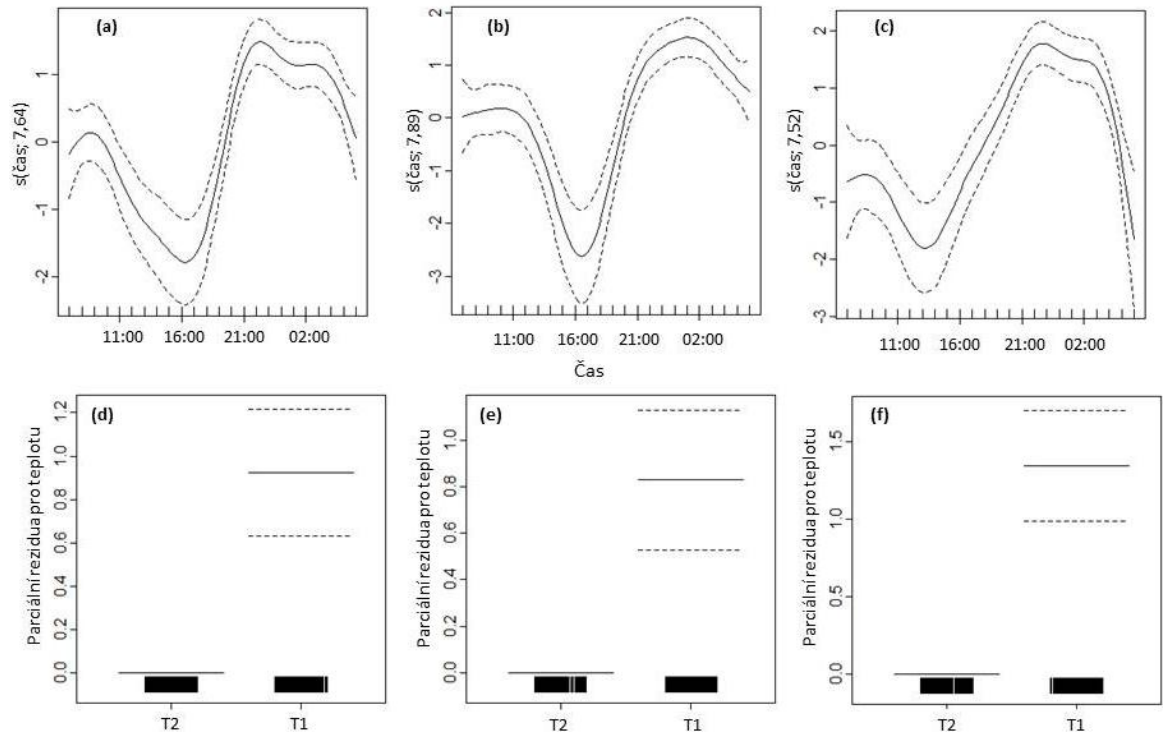
## Pozorování srpen

Aktivní kategorie tvořily v tomto pozorování u skupiny T1 19%. V den 1 bylo toto chování zaznamenáno u 184 jedinců, v den dva bylo zaznamenáno u 161 jedinců a v den 3 u 150 jedinců. U skupiny T2 tvořily aktivní kategorie 9%. V den 1 bylo zaznamenáno 91 údajů, v den 2 bylo zaznamenáno 84 údajů a v den 3 51 údajů. U obou skupin má tato kategorie chování vždy sestupnou tendenci v čase (Obr. 31).



Obr. 31 Zastoupení aktivních a neaktivních kategorií chování u *Trachelipus rathkii* v srpnovém pozorování, srovnání skupin T1 a T2 (podíl na celkovém počtu záznamů)

Rozdíl v četnostech aktivních kategorií byl prokázán ve všech třech pozorovacích dnech (Obr.32, Tab. 47). Četnost aktivních kategorií byla vždy vyšší u skupiny T1. Maximum četností bylo v den 1 zaznamenáno ve 23:00, v den 2 v 01:00 a v den 3 ve 23:00 (Obr. 32, Tab. 48). Z grafů je opět velmi patrné, že největší zastoupení aktivních kategorií bylo v noci a nejnižší v odpoledních hodinách.



Obrázek 32 Vliv prediktoru čas (a), (b), (c) a zvýšení teploty (d), (e), (f) na aktivní kategorie u *Trachelipus rathkii* v prvním (a, d), druhém (b, e) a třetím (c, f) pozorovacím dni v srpnovém pozorování (interval spolehlivosti přerušovaně).

Tab. 47 Analýza vlivu zvýšení teploty na aktivní kategorie u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Skupina	Odhad vlivu	z value	p
<i>den 1 - 25.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,5349	-19,173	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,923	6,323	$2.57 \times 10^{-10}$
<i>den 2 - 28.8.</i>			
T2 (intercept)	-2,708	-18,342	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	0,8275	5,476	$4.36 \times 10^{-08}$
<i>den 3 - 31.8.</i>			
T2 (intercept)	-3,3633	-19,018	$<2 \times 10^{-16}$
T1 (x intercept)	1,3479	7,523	$5.33 \times 10^{-14}$

Tab.48 Analýza vlivu prediktoru čas na aktivní kategorie u *Trachelipus rathkii*, pozorování srpen

Den	Odhad DF	$\chi^2$	p
<i>den 1 - 25.8.</i>	7,642	138,9	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 2 - 28.8.</i>	7,893	108,5	$<2 \times 10^{-16}$
<i>den 3 - 31.8.</i>	7,524	139,1	$<2 \times 10^{-16}$

#### 4.5 Analýza vlivu zvýšení teploty na přežívání

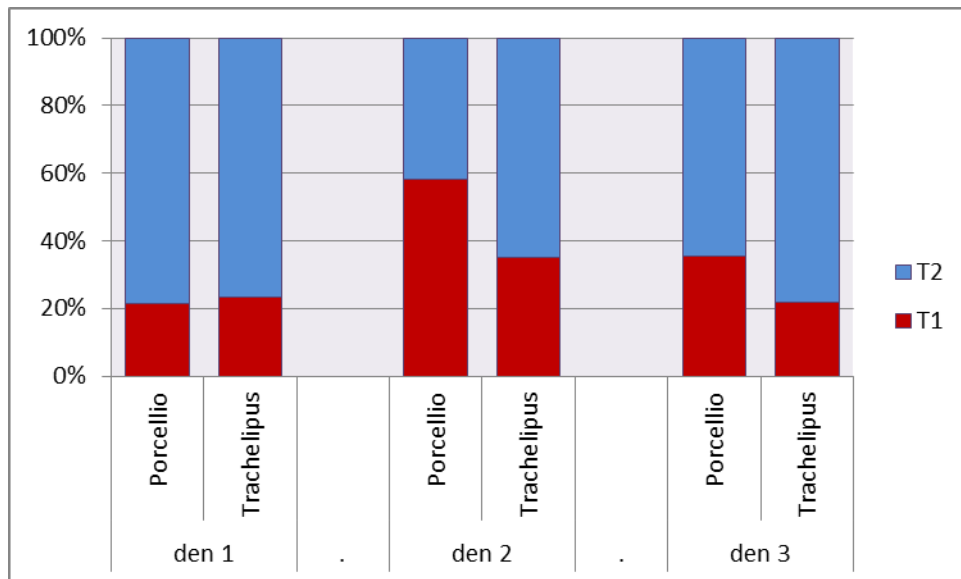
Úmrtnost jedinců během pozorování byla celkově velmi nízká. V červnu nedošlo k úhynu žádného jedince. V srpnu došlo k úhynu 1 jedince u každého druhu a to shodně v den 3 vždy u skupiny T1. Provedená analýza (Fisherův test) neprokázala žádné rozdíly v přežívání u druhu *Porcellio scaber* ( $p=1$ ) ani u druhu *Trachelipus rathkii* ( $p=1$ ).

#### 4.6 Analýza vlivu zvýšení teploty na potravní chování

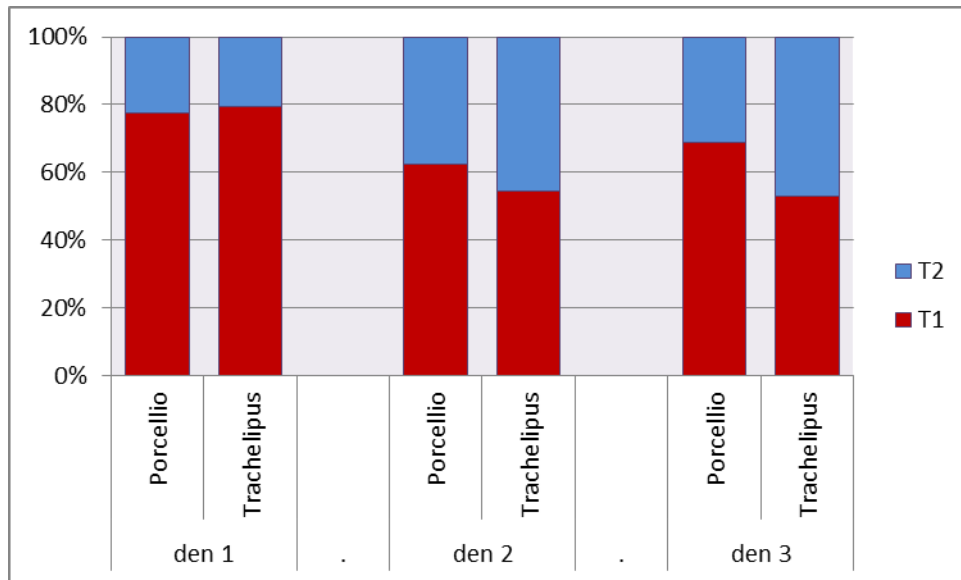
Potravní chování bylo u obou druhů stínek téměř nejméně častou kategorií. Výjimkou byl pouze den 1 v červnovém pozorování, kdy u druhu *Porcellio scaber* byla u skupiny T2 potrava na předposledním místě.

Při testování (Fisherův test) rozdílu potravního chování mezi jednotlivými druhy byl rozdíl prokázán pouze ve dvou případech: při červnovém pozorování v den 3 u skupiny T2 ( $p=0,0093$ ) a při srpnovém pozorování v den 3 u skupiny T1 ( $p=0,0028$ ).

Jak je patrné z grafů, v červnovém pozorování (Obr. 33) bylo potravní chování zaznamenáváno častěji u skupiny T2, více u *T. rathkii*. V srpnovém pozorování (Obr. 34) bylo naopak častěji zaznamenáváno potravní chování u skupiny T1, více u *P. scaber*.



Obr. 33 Podíl skupin T1 a T2 na celkovém potravním chování v červnovém pozorování



Obr. 34 Podíl skupin T1 a T2 na celkovém potravním chování v srpnovém pozorování

## 5 DISKUZE

Tato práce se zabývá vlivem zvýšení teploty na chování suchozemských stejnonožců, které může být způsobeno také potenciálním globálním oteplením. Sledovanými modelovými druhy byly stínky *Porcellio scaber* a *Trachelipus rathkii*, jejichž výskyt je pro území ČR nejhojnější a zároveň má každá jiné ekologické nároky. Pokus probíhal vždy ve dvou různých teplotách, teplota T1 – zvýšená (21°C) a teplota T2 – kontrolní (18°C). Byla provedena dvě pozorování – v červnu a v srpnu. Výsledky pozorování byly analyzovány v programu R. Na základě analýz bylo zjištěno, že vliv zvýšení teploty je u *Porcellio scaber* průkazný v obou pozorovacích obdobích u všech kategorií chování. U *Trachelipus rathkii* nebyl prokázán rozdíl pouze v srpnovém pozorování u kategorie zahrabávání.

Design tohoto pokusu je vhodný obecně pro hodnocení vlivu vnějších faktorů na chování půdních organismů. Je ovšem nutné zohlednit některé aspekty ovlivňující výsledky pokusu.

### 5.1 Předpokus

V červnu 2009 bylo uskutečněno pozorování, na jehož základě byly provedeny úpravy metodiky pro samotný pokus. Původní záměr byl rozlišit jedince v nádobě značením, bylo by pak možné sledovat rozdíly v chování u obou pohlaví. Dále potom umístit nádoby se stínkami do místností s přirozeným chodem teploty a slunečního svitu. Jako vhodná místa byl vybrán sklep rodinného domu a obytná půda. První problém nastal při značení. Použit byl fix ke značení včelích matek (Uni Paint Marker). Jedinci druhu *Trachelipus rathkii* tento zásah velmi špatně snášeli, výrazně vyšší úmrtnost byla zaznamenána zejména u skupiny vystavené zvýšené teplotě. Jedinci *Porcellio scaber* toto značení snášeli lépe, vyšší úhyn byl zaznamenán u samic. Tento rozdíl si vysvětlují adaptací *P. scaber*, jakožto městského druhu, na mnohem širší valenci prostředí (Gromysz-Kalkowska a Oder 1983). Touto problematikou se později zabývá ve své práci Drahoušková (2011) a Hora et al. (2010). Úhyn jedinců druhu *T. rathkii* byl natolik vysoký, že nebylo možné v pokusu po prvním pozorovacím dni pokračovat a hlavní experiment byl tedy přesunut na další rok.

Další komplikací byly vysoké výkyvy teplot a vlhkosti. Výrazné kolísání bylo zaznamenáno zejména u skupiny vystavené vyšší teplotě. V této místnosti bylo velmi komplikované regulovat v letních dnech teplotu v konkrétním rozmezí, často se stávalo, že rozdíl teplot v krátké době stoupl až o 8°C. Na toto kolísání byly citlivější, jak již bylo zmíněno výše, jedinci druhu *T. rathkii*. Tento rozdíl si opět vysvětlují ekologickou valencí druhu. Obecně je známo, že synantropní druhy jsou spíše eurytermní (Vokálová 2010). Problémem spojeným s teplotou byla vlhkost. U skupiny umístěné na půdě častěji docházelo k vysychání a bylo nutné rosit intenzivněji. Rovněž aplikace byla komplikovaná. Po každém rosení bylo možné téměř vždy zaznamenat změny v chování stínek - často vylézaly z úkrytu.

Z těchto důvodů byl v následujícím roce zvolen odlišný postup experimentu. Upustili jsme od značení jedinců, pozorovací jednotku tvořila vždy jedna nádoba, kde byl zaznamenáván druh chování a počet jedinců, který ho vykonává. Výkyvy teplot a vlhkosti bylo možné vyřešit díky skleněným teráriím určeným pro chov exotických plazů. Tato terária byla snadno temperovatelná na konkrétní teplotu a udržování vlhkosti bylo snadnější, nebyl problém rosit celé terárium místo aplikace přímo na nádobu. Výsledkem těchto úprav je minimální úhyn jedinců při pokusu.

## **5.2 Metodika a možné odchytky**

Pokus je pro svou jednoduchost snadno opakovatelný a je možné ho využít i pro hodnocení vlivu jiných faktorů než je teplota. Uvědomuji si, že ne vždy je možné zajistit ideální podmínky, proto jsem na základě pozorování (předpokus i vlastní experiment) vyhodnotila možné problémové faktory, které je třeba zohlednit.

Prvním z nich je doba adaptace na nové podmínky. Zde se informace od různých autorů rozcházejí. Zatímco Cloudsley-Thompson (1956) uvádí, že u *Porcellio scaber* stačí i 6 hodin před pokusem, Gromysz-Kalkowska a Oder (1983) prováděli pokus po 24-hodinové adaptaci. Z výsledků této práce je patrné, že 72 hodin pro adaptaci je u většiny kategorií dostačující. Pouze u zahrabávání bylo zaznamenáno ustálení až v druhém pozorovacím dni. Domnívám se, že pětidenní adaptace by byla optimálnější, ovšem hrozí zde vyšší riziko úhynu jedinců vystaveným extrémnějším podmínkám.

Dalším možným faktorem je pohlaví jedinců. Při samotném výběru jedinců je třeba z pokusu vyřadit ovigerní samice. Mají jiný průběh aktivity během dne, zejména nároky na úkryt se liší (Brockett a Hassall 2005). Castañeda et al. (2004) dokonce samice z pokusu vyřadil úplně.

Celková role teploty a vlhkosti na chování terestrických isopod je velmi diskutovaným tématem (Cloudsley-Thompson 1952, 1956, 1977; den Boer 1961; Gromysz-Kalkowska and Oder 1983; Warburg 1964, 1968, 1989). Většina autorů se přiklání k většímu vlivu vlhkosti než teploty z důvodu častého ohrožení stínek vysycháním přes kutikulu (Waloff 1941, Wright a Machine 1990, 1993). Tomu je také přisuzováno celkové chování, kdy aktivita stínek kopíruje světelnou a temnostní fázi dne. V tomto ohledu je tedy vhodné při pokusu udržovat konstantní vlhkost (alespoň 80%) a pro zachování přirozeného chování zajistit i světelnou fotoperiodu odpovídající danému období.

Posledním možným faktorem je krátká pozorovací doba. Během pokusu bylo zaznamenáváno pouze aktuální chování daného jedince jednou za hodinu. Krátkodobé projevy chování tak tedy nemusely být zaznamenány (den Boer 1961). To mohlo být důvodem, proč byl výskyt některých kategorií (zejména potrava) tak málo častý.

### **5.3 Vliv zvýšení teploty na chování *Porcellio scaber***

Celkové chování tohoto druhu při pokusu bylo více pasivní. Nejčastěji zastoupenou kategorií v červnovém i srpnovém pozorování byl odpočinek. Jedinci trávili čas v klidu na substrátu nebo na bramboře a nejevili žádné známky pohybu.

Při červnovém pozorování byl rozdíl mezi skupinami T1 a T2 prokázán u všech kategorií. Nejvíce u kategorie odpočinek, skrývání a zahrabávání, kdy byl prokázán ve všech třech pozorovacích dnech. Nejméně často byl rozdíl prokázán u kategorie potrava, pouze v jeden pozorovací den. U skupiny T1 byly vyšší četnosti zaznamenány pro kategorie průzkum, potrava skrývání a ve dvou pozorovacích dnech i u kategorie zahrabávání. Skupina T2 měla vyšší četnost jen u kategorie odpočinek a v jednom pozorovacím dni u zahrabávání. Gromysz-Kalkowska a Oder (1983) ve své práci uvádí teplotní preference *P. scaber* v rozmezí 21 – 24°C. Odpočinek je brán jako reakce na stresový faktor, kdy se organismus vyrovnává s méně příznivými podmínkami prostředí.

Domnívám se tedy, že optimálnější podmínky (vyšší teplota a stálá vlhkost) pro tento druh byly u skupiny T1 (Castañeda et al. 2004, Heeley 1941-1942).

Druhou nejčastěji zastoupenou kategorií bylo u skupiny T1 skrývání, u skupiny T2 průzkum, obě mají sestupnou tendenci. Četnost těchto kategorií pravděpodobně vychází z běžných návyků stínek v přirozených podmínkách. Je velmi dobře známo, že stínky tráví většinu dne v úkrytech kvůli vysokému odparu vody z těla přes kutikulu (Edney 1968). Pokud je venkovní teplota vysoká, toto chování se umocňuje (Hassall a Tuck 2007). V případě skupiny T1 se jedná právě o tento druh chování, kdy vyšší teplota znamená větší riziko vysychání a stínky pro to zůstávají v úkrytu (Quadros a Araujo 2007). Naopak je tomu u skupiny T2, kdy nižší teplota znamená vyšší vlhkost vzduchu a pro to se stínky častěji vydávají na průzkum mimo úkryt (Wright a Machin 1993). Sestupná tendence výskytu obou kategorií naznačuje, že postupem času mohlo dojít u skupiny T1 k adaptaci na podmínky, u skupiny T2 může být pokles způsoben velikostí areálu, který již byl během prvních dní důkladně prozkoumán.

Během srpnového pozorování byl rozdíl mezi skupinami T1 a T2 rovněž prokázán u všech kategorií. Nejvíce u kategorie skrývání, nejméně u kategorií odpočinek a průzkum. U skupiny T1 byly vyšší četnosti zaznamenány u kategorií průzkum, odpočinek, potrava a zahrabávání. U skupiny T2 byly vyšší četnosti zaznamenány pouze u kategorie skrývání. Druhou nejčastější kategorií u skupiny T1 byl průzkum. Domnívám se, že tomu bylo proto, že v této době již dochází k pozvolnému útlumu aktivity stínek vlivem ročního období (Cloudsley-Thompson 1952, Frankenberger 1959) a vlivem zvýšení teploty (T1) došlo k opětivé aktivaci a ke zvýšení výskytu této kategorie.

#### **5.4 Vliv zvýšení teploty na chování *Trachelipus rathkii***

Celkové chování tohoto druhu bylo rovněž pasivní. Nejčastěji zastoupenou kategorií chování byl v červnovém i v srpnovém pozorování odpočinek. Rozdílem ovšem byly tendence růstu a poklesu této kategorie během pozorovacích dní. V červnovém pozorování byl u skupiny T1 stav v průběhu pozorovacího dne 1 a 2 vyrovnaný a v den 3 klesal, u skupiny T2 byl zaznamenán nárůst s každým pozorovacím dnem. Rozložení této kategorie během dne bylo z počátku kolísavé s maximem kolem poledne, v den 3 bylo rozložení



rovnoměrné. Dle Castañeda (2004) mají jedinci hodnoty aktivit různé podle podmínek, ve kterých delší dobu žili. Nabízí se tedy možnost předpokládat, že rozkolísanost výskytu kategorie odpočinek u skupiny T1 může být způsobena tím, že před počátkem červnového pokusu byli jedinci uchovávaní při teplotě cca 15°C a po přesunu do teplejších podmínek byly 3 dny na adaptaci nedostačující. To může být podtrženo ještě faktem, že tito jedinci měli původní místo výskytu v lese, kde jsou teploty celkové nižší a méně rozkolísané.

Druhou nejčastěji zastoupenou kategorií u skupiny T1 bylo skrývání. Tato kategorie měla v průběhu vzestupnou tendenci. Dle Hassall et al. (2010) mohou změny v chování sloužit jako zmírňující mechanismy, které umožňují organismům upravovat své mikroklima. U stínek se jedná konkrétně o agregační chování v úkrytu za účelem snížení ztrát vlhkosti. O tento jev se pravděpodobně často jednalo i v případě skupiny T1.

### **5.5 Vliv zvýšení teploty na aktivitu *Porcellio scaber* a *Trachelipus rathkii***

Aktivní kategorie (potrava a průzkum) byly v červnovém i v srpnovém pozorování u obou druhů zastoupeny častěji u kategorie T1. Rozdíl v četnostech aktivních kategorií mezi skupinami T1 a T2 byl prokázán u obou druhů jen během srpnového pozorování a průběh během dne byl u všech pozorování téměř stejný. Rozdíl byl zaznamenán při nástupu poklesu četností, kdy v červnovém pozorování nastával pokles kolem poledne (cca 12:00) a v srpnovém pozorování až v pozdějších odpoledních hodinách (cca 16:00). Maximum u všech pozorování bylo zaznamenáno v nočních hodinách (cca 00:00). Bylo prokázáno (Hassall a Tuck 2007, Tuf a Jeřábková 2008), že fluktuace teploty jako takové nemá hlavní vliv na denní rytmus, důležitá je fotoperioda. To vysvětluje stejný průběh zaznamenaný ve všech pozorováních. Posun poklesu aktivity v srpnovém pozorování je dán pravděpodobně změnou fotoperiody v ročním období. Dle Cloudsley-Thompson (1956) vyžadují stínky v úkrytu optimální podmínky, ale během průzkumní aktivity tolerují i podmínky suboptimální, což je pravděpodobně důvodem, proč nebyl zaznamenán rozdíl v chování během červnového pozorování. Hassall a Tuck (2010) uvádí možnost zvýšení výhody stínek méně náchylných k vysychání (př. *P. scaber*) při hledání nových úkrytů oproti stínkám bez tohoto uzpůsobení. Stínky méně ohrožené vysycháním se mohou pohybovat

mimo úkryt delší dobu a mají tak větší šanci na nalezení nových úkrytů, což zvyšuje jejich konkurenceschopnost. Vzhledem k tomu, že období rozmnožování je v létě, kdy jsou teploty vyšší, může tak dojít ke změně populační hustoty i celkovému výskytu druhů. Dojde-li vlivem globálního oteplení ke zvýšení teploty, na základě výsledků předpokládám, že aktivita v létě zůstane stejná a naopak na podzim vzroste. Celkově se tak období aktivity stínek prodlouží. Dle Parmesan a Yohe (2003) a Wilson et al. (2005) dochází vlivem globálního oteplení k posunu areálu druhů, zejména do vyšších nadmořských výšek. Pro českou republiku by to tedy znamenalo hojnější výskyt stínek i v oblastech nad 1000m n.m. (Jančařík 1950).

### **5.6 Vliv zvýšení teploty na přežívání *Porcellio scaber* a *Trachelipus rathkii***

Jak je podrobněji rozepsáno v kap. 5.1, na základě předpokusu byly odstraněny rizikové faktory, takže celkový úhyn jedinců nebyl téměř žádný. Provedená analýza neprokázala žádné rozdíly v přežívání *P. scaber* a *T. rathkii* ani v jednom pozorovacím období. Ke stejným výsledkům došli ve své studii i Hassall a Moss (2011). Hassall a Tuck (2007) uvádí, že jsou-li druhy vystaveny pomalé změně podmínek, zvyšuje se jejich přežívání i v extrémnějších hodnotách. Předpokládané zvýšení průměrné teploty o 1,4 – 5,8°C během příštích 80 let by tedy nemělo mít na přežívání stínek vliv.

### **5.7 Vliv zvýšení teploty na potravní chování *Porcellio scaber* a *Trachelipus rathkii***

Potravní chování v přirozených podmínkách není u stínek tolik ovlivněno dostupností potravy, jako vlhkostí vzduchu a fotoperiodou, které spolu téměř vždy korelují. Při zvýšení teploty okolí a snížení vlhkosti vzduchu neopouštějí úkryt i přes dostatek potravy v okolí z důvodu rychlé ztráty vlhkosti přes kutikulu (Hassall and Tuck 2007). V případě stínek se tedy uplatňuje tzv. trade off mezi časem stráveným na vyhledávání potravy a časem stráveným v úkrytu. *Porcellio scaber* má dobu výskytu mimo úkryt asi 1 hodinu (den Boer 1961). Jsou-li delší dobu nepříznivé podmínky pro opouštění úkrytu a vyhledávání potravy, nastává u stínek zvýšení koprofágie (Hassall a Rushton 1982, Hassall et al. 2005, Hassall a

Tuck 2007). Začnou konzumovat vlastní fekální pelety, ze kterých lze ještě vstřebat dostatek živin.

Potravní chování bylo při pokusu nejméně zaznamenávanou kategorií. Při testování byl prokázán rozdíl vlivu zvýšení teploty u *P. scaber* více v srpnovém pozorování, u *T. rathkii* byl prokázán více v červnovém pozorování. Rozdíl mezi oběma druhy byl prokázán stejně. Průběh výskytu potravního chování byl pravidelný u *P. scaber* v červnovém pozorování, kdy nejvyšší četnosti byly zaznamenány vždy cca od 17:00 do 03:00. U *T. rathkii* byl pravidelný průběh potravního chování zaznamenán při srpnovém pozorování a to se dvěma maximy – dopoledne a v noci. I přes to, že byla udržována stálá vlhkost, jedinci měli stejný pattern chování jako v přirozených podmínkách (dáno fotoperiodou), kde vlhkost vzduchu během dne kolísá.

## 6 Závěr

Cílem práce bylo zjistit, jaký vliv bude mít potenciální globální oteplení na chování suchozemských stejnonožců se zaměřením na potravní chování, které významně ovlivňuje kvalitu půdy. Dále bylo úkolem porovnat, jak se tento vliv bude lišit u druhů žijících v blízkosti lidských sídel (*Porcellio scaber*) a druhů žijících v lese (*Trachelipus rathkii*). Jedinci obou druhů byli rozděleni do dvou skupin a každá z nich byla vystavena jiné teplotě. Rozdíl mezi těmito teplotami byl 3°C, což mělo simulovat potenciální globální oteplení. Během tří 24-hodinových pozorování byly u každého jedince zaznamenávány aktuální projevy chování, které byly rozděleny do 5 kategorií (odpočinek, potravní chování, průzkum, skrývání a zahrabávání). Hodnocen byl i vliv na celkové aktivní chování a přežívání. Pokus probíhal ve dvou obdobích - v červnu a v srpnu, tato období byla mezi sebou také porovnávána. Všechna pozorování byla statisticky vyhodnocena za použití regresních metod v programu R. Na základě výsledků bylo zjištěno, že zvýšení teploty mělo u druhu *Porcellio scaber* v červnovém pozorování vliv na odpočinek, skrývání a zahrabávání (prokázáno u všech třech pozorovacích dnů), méně už potom na průzkum (prokázáno ve dvou pozorovacích dnech) a nejméně na potravní chování (jeden pozorovací den). V srpnovém pozorování byl prokázán největší vliv na kategorii skrývání, méně na potravní chování a zahrabávání a nejméně na odpočinek. U druhu *Trachelipus rathkii* mělo zvýšení teploty v červnovém pozorování nejvíce vliv na skrývání a zahrabávání (tři

pozorovací dny), méně potom na průzkum, odpočinek a potravní chování (dva pozorovací dny). V srpnovém pozorování byl největší vliv u kategorie průzkum (tři dny), méně potom odpočinek a skrývání (dva dny), nejméně potravní chování (jeden den) a na kategorii zahrabávání nebyl vliv prokázán vůbec. Při hodnocení celkového aktivního chování (součet kategorií průzkum a potrava) byl největší vliv prokázán v srpnovém pozorování u *T. rathkii* (tři dny), méně potom v srpnovém pozorování u *P. scaber* (dva dny) a nejméně v červnu u obou druhů (jeden den). Vliv zvýšení teploty na přežívání nebyl prokázán vůbec. Při hodnocení potravního chování mezi druhy byl prokázán rozdíl v jeden pozorovací den v červnu i v srpnu. U obou druhů byl výskyt potravního chování v červnu častější při nižší teplotě, v srpnu naopak při teplotě zvýšené.

Z grafických zpracování pozorování je velmi dobře patrné časové rozložení jednotlivých kategorií chování v průběhu dne. Chování *P. scaber* během červnového i srpnového pozorování více méně odpovídalo fotoperiodě, kdy aktivní chování nastávalo v temnostní fázi dne. To je způsobeno nedostatečným přizpůsobením stínek na vysychání vlivem zvýšení teploty prostředí a snížení vzdušné vlhkosti. Celkově tento druh snášel vyšší teplotu dobře. Chování *T. rathkii* vykazovalo proměnlivost v průběhu dne větší, přesto více méně kopírovalo fotoperiodu. V srpnovém pozorování byly prokázány rozdíly v aktivitě vlivem zvýšení teploty ve všech třech pozorovacích dnech. Předpokládám, že tomu bylo pro to, že se jedná o lesní druh žijící v podmínkách s menšími výkyvy teploty a vlhkosti. Na základě srpnových pozorování obou druhů se nabízí otázka, zda by zvýšení teploty v podzimních měsících mělo za následek prodloužení aktivního období stínek. V tomto ohledu by byla zajímavá studie, při které by bylo zohledněno více faktorů, například intenzita slunečního záření nebo úhel dopadu světla.

Vezmeme-li v úvahu globální oteplení jako zvýšení teploty o přibližně 3°C, bylo by možné na základě výsledků shrnout, že jeho vliv na potravní chování stejnonožců u synantropního druhu byl prokázán v červnovém pozorování jako spíše negativní a v srpnovém pozorování jako pozitivní. U lesního druhu byl prokázán vliv v červnovém pozorování jako negativní a v srpnovém jako spíše pozitivní. Není ale možné zohledňovat pouze teplotu. Globální oteplení je komplex faktorů, jejichž změny vedou ke změnám celého klimatu, což má mimo jiné i vliv na kvalitu půdy. Neodmyslitelným faktorem je zde i vliv člověka, který svými nevhodnými zásahy do půdy ovlivňuje její kvalitu ať už vlivem

přímých zásahů nebo vlivem na organismy žijící v ní. Význam role člověka v globálním oteplování je stále diskutovanou otázkou a nerada bych se zde pouštěla na „tenký led“, ale domnívám se, že velmi zajímavou studií by právě mohlo být porovnání vlivu přímých lidských zásahů do půdy na suchozemské stejnonožce s následky globálního oteplení.

## 7 LITERATURA

- Berliner, L.M. (2003): Uncertainty and climate change. *Statistical Science*, Vol. 18, No. 4, pp. 430-435
- Breymeyer, A., Brozozowska, D. (1970): Density, activity and consumption of Isopoda on a *Stellario-Deschampsietum* meadow. In *methods of study of soil ecology* (Ed. By J. Phillipson). UNESCO. Paris. pp. 225-230
- Brockett, B. F. T., Hassall, M. (2005): The existence of an Allee effect in populations of *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidea). *European Journal of Soil Biology* 41:123–127
- Castañeda, L.E., Lardies, M.A., Bozinovic, F. (2004): Adaptive latitudinal shifts in the thermal physiology of a terrestrial isopod. *Evolutionary Ecology Research*, 6: 579–593.
- Cloudsley-Thompson, J.L. (1952): Studies in diurnal rhythms. II. Changes in the physiological responses of the woodlouse *Oniscus asellus* to environmental stimuli. *Journal of Experimental Biology*, 29: 295-303.
- Cloudsley-Thompson, J.L. (1956): Studies in diurnal rhythms. VII. Humidity responses and nocturnal activity in woodlice (Isopoda). *Journal of Experimental Biology*, 33: 576-582.
- Cloudsley-Thompson, J.L. (1977): *The water and temperature relations of woodlice*. Meadowfield Press Ltd. Durham, England.
- Danielson, S.J. (1976): Adaptations of terrestrial isopods to varying wavelengths of light. Autoreferát diplomové práce, The School of Graduate Studies, Drake University, 36 pp.
- de Carvalho Lopes, E. R., de Souza Mendonça, M. Jr., Bond-Buckup, G., Araujo P. B. (2005): Oniscidea diversity across three environments in an altitudinal gradient in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. *European Journal of Soil Biology*, Volume 41, Issues 3-4, July-December 2005, Pages 99-107
- den Boer, P.J. (1961): The ecological significance of activity patterns in the woodlouse *Porcellio scaber* Latr. (Isopoda). *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 14: 283-409.
- Drahokoupilová, T. (2011): Vliv značení na chování suchozemských stejnonožců a mnohonožek (studie na příkladu svinky a svinule). Master thesis, Palacky

University Olomouc, Faculty of Science, Department of Ecology and Environmental Science. 67 pp., Ms.

- Edney, E.B. (1968): Transition from water to land in isopod crustaceans. *American Zoologist*, 8: 309-326.
- IPCC (2000): IPCC special report: Emissions Scenarios – Summary for Policymakers, Geneva Switzerland
- Flasarová, M. (1997): Suchozemští stejnonožci v lidských obydlích v České republice. *Zpravodaj sdružení DDD*, 6: 118-124.
- Frankenberger, Z. (1944): Oniscoidea Čech a Moravy. *Věstník Král. Čes. Spol. Nauk, tř. mat.-přír.*, 8: 1-28.
- Frankenberger, Z. (1959): Stejnonožci suchozemští – Oniscoidea. *Fauna ČSR*, svazek 14. NČSAV, Praha
- Gromysz-Kalkowska, K., Oder, M. (1983): Humidity, light, and thermal preferendum of some terrestrial isopods. *Folia Biol.*, 31: 279-295.
- Gruner, H.-E. (1966): *Krebstiere oder Crustacea. V. Isopoda. 2 lieferung. Die Tierwelt Deutschlands*, 53. Teil, Jena: 151-380.
- Hassall, M., Edwards, D.P., Carmenta, R., Derhé, M.A., Moss, A. (2010): Predicting the effect of climate change on aggregation behaviour in four species of terrestrial isopods. *Behaviour*, 147: 151-164.
- Hassall, M., Moss, A. (2011): Effects of simulated climate change on ecology and behaviour of terrestrial isopods. In: Zidar, P., Štrus, J. (eds.): *Proceedings of the 8th International Symposium of Terrestrial Isopod Biology – ISTIB 2011, June 19-23, 2011, Hotel Ribno, Bled, Slovenia. University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology, Ljubljana: 85-86.*
- Hassall, M., Rushton, S.P. (1982): The role of coprophagy in the feeding strategies of terrestrial isopods. *Oecologia*, 53: 374-381.
- Hassall, M., Tuck, J.M. (2007): Sheltering behavior of terrestrial isopods in grasslands. *Invertebrate Biology*, 126: 46–56.
- Hassall, M., Zimmer, M., Loureiro, S. (2005): Questions and possible new directions for research into the biology of terrestrial isopods. *Eur. J. Soil Biol.*, 41: 57-61.
- Hatchet, S.P. (1947): *Biology of Isopoda of Michigan. Ecol. Monogr.* 17: 47-79
- Heeley, W. (1941-1942): Observation on the life-histories of some terrestrial isopods. *Proc. Zool. Soc.*, 111: 79 – 124

- Hoese B. (1981): Morphologie und Funktion des Wasserleitungssystems der terrestrischem Isopoden (Crustacea, Isopoda, Oniscoidea). *Zoomorphology*: 98: 135-67
- Hora, P., Mačát, Z., Machač, O., Rendoš, M., Trnka, F., Vokálová, A., Tuf, I.H. (2010): Značení půdních bezobratlých: jak dlouho vydrží a jak rychle zabíjí? In: Bryja, J., Zasadil, P. (eds.): *Zoologické dny Praha 2010. Sborník abstraktů z konference 11.-12. února 2010*: 89.
- Houghton J. (1998): *Globální oteplování*, Academia Praha
- Ineson P., Anderson J.M. (1985): Aerobically isolated bacteria associated gut and feces of litter-feeding microarthropods *Oniscus asellus* and *Glomeris marginata*. *Soil biology and Biochemistry* 17: 843-849
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of the Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- Jančařík, A. (1950): Příspěvek k poznání Oniscoideí slezských Jeseníků. *PSOK*, 11: 51-60.
- Jandová, Š. (2006): Dlouhodobé změny ve společenstvech suchozemských stejnonožců lužního lesa (Isopoda: Oniscidea). Master thesis, Palacky University Olomouc, Faculty of Science, Department of Ecology and Environmental Science. 70 pp., Ms.
- Lal, R. (2004): Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304:1623-1627.
- Loureiro, S., Sampaio, A., Brandão, A., Nogueira, A.J.A., Soares, A.M.V.M. (2006): Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1833 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination. *Science of the Total Environment* 369 (2006) 119–128.
- Magura, T., Hornung, E., Tóthmérész, B. (2008): Abundance patterns of terrestrial isopods along an urbanization gradient. *Community Ecology* 9: 115-120.
- McQueen, D.J. (1976): The influence of climatic factors on the demography of the terrestrial isopod *Tracheoniscus rathkei*. *Can J Zool*, 54: 2185–2199.
- Müller, H., Zimmer, M. (2011): Does intraspecific variation in isopods translate into decomposition processes? In: Zidar, P., Štrus, J. (eds.): *Proceedings of the 8th International Symposium of Terrestrial Isopod Biology – ISTIB 2011, June 19-23. 2011, Hotel Ribno, Bled, Slovenia. University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology, Ljubljana*: 87-88.
- Nemešová I., Pretel J. (1998): Skleníkový efekt a životní prostředí. MŽP, ČHMÚ



- Pont, W., Nentwig W. (2005): Quantification of Bt-protein digestion and excretion by the primary decomposer *Porcellio scaber*, fed with two Bt-corn varieties. *Biocontrol Science and Technology* 15 (4): 341-352
- Pretel (2007): Rizika klimatické změny. *Geografické rozhledy* 4:6-7
- Quadros A.F., Araujo P.B. (2007): Activity pattern of two sympatric terrestrial isopods, with emphasis on the partitioning of time. In: 7th International Symposium on the Biology of the Terrestrial Isopods, Abstract Volume. Faculté de Sciences de Tunis, Tunis: 41.
- R Development Core Team (2009): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Ramel (1998): The Care of Woodlice (Crustacea, Isopoda, Oniscidea), [www.ex.ac.uk/~gjlramel/woodcare.html](http://www.ex.ac.uk/~gjlramel/woodcare.html)
- Rusek, J. (2005): Indikátory změn půdní biodiverzity. In: Vačkář, D. (ed.): Ukazatele změn biodiverzity. Academia, Praha: 249-261
- Schaefer, M. (1991): Fauna of the European temperate deciduous forests. In: Röhrig, E., Ulrich, B.(eds): Temperate deciduous forests (Ecosystems of the World 7). Elsevier, Amsterdam: 503-525.
- Schmalfuss, H. (2003): World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A*, 654: 341 pp.
- Smith J., Chapman A., Eggleton P. (2006): Baseline biodiversity surveys of the soil macrofauna of London's green spaces. *Urban Ecosyst.*, 9: 337–349.
- Snider R., Shaddy, H. (1980): The ecobiology of *Trachelipus rathkii* (Isopoda), *Pedobiologia (Jena)* 20: 394–410.
- Souty-Grosset, C., Badenhausser, I., Reynolds, J.D., Morel, A. (2005): Investigations on the potential of woodlice as bioindicators of grassland habitat quality. *Eur. J. Soil Biol.*, 41: 109-116. (sborník)
- Tajovský, K. (2003): Společenstva suchozemských stejnonožců (Oniscidea). In: Zpráva dílčího úkolu grantu VaV610/10/00 za roky 2000-2003 "Vliv hospodářských zásahů na změnu biologické diverzity ve zvláště chráněných územích", název dílčí studie: Vliv pastvy na biodiverzitu lučních porostů MZCHÚ v CHKO Bílé Karpaty: 13-15.
- Tuf, I.H., Jeřábková, E. (2008): Diurnal epigeic activity of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). In: Zimmer, M., Charfi-Cheikhrouha, F., Taiti, S. (eds.): *Proceedings of*

- the international symposium on terrestrial isopod biology: ISTIB-07. Shaker, Aachen: 167-172.
- UNFCCC (2008): Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector, United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn. url: <http://unfccc.int/resource/docs/2008/tp/08.pdf>
- Verohoeff, K. W. (1917): Über die Larven, das Marsupium und die Bruten der Iniscoidea. Arch. Naturgesch. 83
- Vilisics F., Sólymos P., Hornung E. (2005): Measuring fluctuating asymmetry of the terrestrial isopod *Trachelipus rathkii* (Crustacea: Isopoda, Oniscidea). European Journal of Soil Biology, Volume 41, Issues 3-4, July-December 2005, Pages 85-90
- Vokálová, A. (2010): Lesní a městské populace suchozemských stejnonožců na Olomoucku. Master thesis, Palacky University Olomouc, Faculty of Science, Department of Ecology and Environmental Science. 73 pp., Ms.
- Waloff, N. (1941): The mechanisms of humidity reactions of terrestrial isopods. Journal of Experimental Biology, 18: 115-135.
- Warburg, M.R. (1964): The response of isopods towards temperature, humidity and light. Anim Behav, 12: 175-186.
- Warburg, M.R. (1968): Behavioral adaptations of terrestrial isopods. Am. Zoologist, 8: 545-559.
- Warburg, M.R. (1989): The role of water in the life of terrestrial isopods. Monitore zool. ital. (N.S.), Monogr. 4:285-304. (in Proceedings of the second symposium)
- Warburg, M.R., Linsenmair, K.E., Bercowitz, K. (1984): The effect of climate change on the distribution and abundance of Isopods. Symp. zool. Soc. Lond. No. 53, 339-367
- Welsh, J.H. (1938): Diurnal rhythms. The quarterly review of biology. Biological laboratories, Harvard University.
- Wilson, R.J., Gutiérrez, D., Gutiérrez, J., Matínez, D., Agudo, R., Monserrat, V.J. (2005): Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. Ecology Letters, 8:1138-1146.
- Wright, J.C., Machin, J. (1990): Water vapour absorption in terrestrial isopods. J. exp. Biol., 154: 13-30.
- Wright, J.C., Machin, J. (1993): Atmospheric water absorption and the water budget of terrestrial isopods (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). Biol. Bull., 184: 243-253.