

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Nadzemní vertikální aktivita půdních bezobratlých

Nelly Weissová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

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

Olomouc 2021

Weissová N. 2021. Nadzemní vertikální aktivita půdních bezobratlých. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 30 s. Česky.

Abstrakt

Ačkoliv jsou suchozemští stejnonožci součástí půdní fauny, jejich nadzemní vertikální aktivita je velice častá. Cílem této bakalářské práce bylo se seznámit publikovanými výsledky nadzemní vertikální aktivity půdních bezobratlých se zaměřením na suchozemské stejnonožce – zejm. rodů *Porcellio* a *Armadillidium* a zjištění charakteru vertikální aktivity s popsáním změn jejich aktivity. Sběr dat z terénního výzkumu proběhl v roce 2019 a získaná data byla poté zpracována. Analyzovaly se enviromentální faktory distribuce stejnonožců a predátorů pro každý druh zvlášť. Na studované lokalitě byly přítomny 4 druhy stejnonožců z rodu *Porcellio* a *Armadillidium*, významně byli zastoupeni i predátoři – pavouci, sekáči, stonožky. Preferovaná výška pro suchozemské stejnonožce i predátory byla cca 70-80 cm. Výška nad zemí signifikantně predikovala distribuci pavouků a tří druhů stejnonožců. Na distribuci stejnonožců měla signifikantní vliv přítomnost predátorů. Změna teploty a čas po setmění nejvíce ovlivňovaly svinku různobarvou (*A. versicolor*), přičemž vzdušná vlhkost neměla tolik význačný vliv.

Klíčová slova: Oniscidea, predátoři, teplota, vertikální aktivita, výška

Weissová N. 2021 Aboveground vertical activity of soil invertebrates, bachelor thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc. 30pp. Czech.

Abstract

Although terrestrial isopods are part of the soil fauna, their above-ground vertical activity is very common. The aim of this bachelor thesis was to get acquainted with the published results of aboveground vertical activity of the soil invertebrates with a focus on terrestrial isopods - especially the genus *Porcellio* and *Armadillidium* and to determine the nature of vertical activity with a description of changes in their activity. Data collection from the field research took place in 2019 and the data obtained were then processed. Environmental factors of isopods and predator distribution were analyzed for each of the species separately. At the studied locality, 4 species of isopods from the genus *Porcellio* and *Armadillidium* were present, predators - spiders, harvestmen, centipedes - were also significantly represented. The preferred height for terrestrial isopods and predators was about 70-80 cm. The height above the ground significantly predicted the distribution of spiders and three species of isopods. The presence of predators had a significant effect on the distribution of isopods. The change in a temperature and time after the sunset affected mostly the *A. versicolor*, while the air humidity did not have such a significant effect.

Key words: Oniscidea, predators, temperature, vertical activity, height

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Tufa a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 7. května 2021

.....

Podpis

Obsah

Seznam obrázků	vii
Poděkování.....	viii
1. Úvod.....	1
1.1 Suchozemští stejnonožci.....	3
1.1.1 Celkový přehled druhů.....	3
Svinka různobarvá	3
Svinka obecná	4
Stínka skvrnitá.....	4
Stínka obecná	4
1.2 Vetrkální aktivita	4
2. Cíle práce	6
3. Materiál a metody	7
3.1 Lokalita výzkumu	7
3.2 Metody práce v terénu	8
3.3 Analýza dat.....	9
4. Výsledky	10
4.1 Suchozemští stejnonožci.....	11
4.2 Predátoři.....	14
5. Diskuze	16
6. Závěr	19
Literatura	20

Seznam obrázků

- Obrázek 1:** Obec Kostelec na Hané se znázorněním studované hřbitovní zdi (červeně) 7
- Obrázek 2:** Vertikální distribuce zastižených bezobratlých na zdi – průměrný počet pozorovaných jedinců (ze 7 pozorování) 10
- Obrázek 3:** RDA biplot distribuce suchozemských stejnonožců v závislosti na enviromentálních faktorech. Zobrazeny jsou pouze faktory se signifikantním vlivem. . 11
- Obrázek 4:** Výskyt suchozemských stejnonožců predikovaný pomocí přítomnosti jejich predátorů. 12
- Obrázek 5:** Výskyt suchozemských stejnonožců predikovaný dobou po setmění 13
- Obrázek 6:** Výskyt suchozemských stejnonožců predikovaný výškou výskytu 13
- Obrázek 7:** RDA biplot distribuce predátorů v závislosti na environemntálních faktorech. Zobrazeny jsou pouze faktory se signifikantním vlivem. 14
- Obrázek 8:** Výskyt predátorů predikovaný výškou výskytu..... 15
- Obrázek 9:** Výskyt predátorů predikovaný pomocí přítomnosti jejich potravy 15

Poděkování

Mé poděkování patří doc. RNDr. Mgr. Ivanu H. Tufovi za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Rovněž děkuji mé rodině za podporu a pomoc při studiu.

V Kostelci na Hané dne: 7. května 2021

1. Úvod

Půda má oproti povrchu značnou výhodu v tom, že je zde stálejší prostředí a z tohoto důvodu zde teplotní a vlhkostní výkyvy nedosahují příliš extrémních hodnot. Proto obvykle půdní bezobratlí nebývají aktivní ve dne, kdy pro ně nejsou ideální podmínky a vyhledávají si úkryt, kde tuto nepříznivou dobu přečkávají. Půdní bezobratlí mají společnou adaptaci na život ve vlhku a temnu. V tomto prostředí by pro ně byl kvalitní zrak přebytečný a z tohoto důvodu chabý zrak doplňují hmatem. Tykadla a končetiny slouží k jejich orientaci ve tmě, stejně jako případné chlupy či brvy, pomocí kterých vnímají tyto živočichové vibrace a orientují se v prostoru. S ohledem na relativní dostatek vláhy v půdě a v nejrůznějších úkrytech, nedisponují bezobratlí mechanismy ovlivňující množství vody v jejich tělech, proto jsou aktivní převážně v noci, kdy jim nehrozí vyschnutí (Laška et al. 2008).

Po adaptaci na souš byli suchozemští stejnonožci nuceni si najít nový druh potravy, proto došlo ke změně ústního ústrojí, které ve vodním prostředí bylo uzpůsobeno k požívání odumřelých ryb a jiných živočichů. Vytvořilo se u nich ústrojí žvýkací a kousací na požívání detritu (Oliver, Meehan 1993). Jsou součástí edafonu a živí se především opadem, tlejícím dřevem, houbami a bakteriemi (Hassall 1987). Suchozemští stejnonožci se v České republice nacházejí na všech typech suchozemských stanovišť, jsou relativně běžní a vhodní pro hodnocení podmínek daného prostředí (Tuf, Tufová 2008).

Protože suchozemští stejnonožci mají exoskelet, je pro ně nezbytný vápník (Zimmer et al. 2000). To by mohlo být důvodem značnějšího a bohatšího výskytu jedinců na alkalických lokalitách, neboli na lokalitách s vápencovým podložím. Ph půdy však není jediným důvodem hojnějšího výskytu jedinců, je velice pravděpodobné, že se jedná o kombinaci i dalších vnějších faktorů, jakým je například teplota, vlhkost či světlo (Rudy et al. 2018).

Teplota je jedním z důležitých faktorů, které ovlivňují populace stejnonožců, ovlivňuje přežití jedinců a rychlost jejich růstu (McQueen 1976a). I malé výkyvy teplot mohou značně ovlivnit jejich početnost. Pokud je například teplejší zima, na jaře dojde ke snížení počtu jedinců. Na zimu se totiž schovávají do hlubších vrstev půdy, aby se uchránili před jejím promrznutím, pokud však v zimě k promrznutí nedojde, mohou se

stejnonožci v půdě utopit, následkem srážkově bohatého jara (Zimmer 2004). Zvýšení teplot je však pro stejnonožce problémové i v letních měsících, kdy se následkem vysokých teplot mnozí příliš pozdě a jedinci poté nemají dostatek času na růst před nástupem chladného počasí. Jedinci tedy nevyrostou do požadované velikosti a zvyšuje se tak jejich mortalita (McQueen 1976b). Teplota má vliv na rychlost vývoje suchozemských stejnonožců, zejména na délku cyklů předcházejících produkci vajíček (McQueen, Steel 1980).

Vlhkost půdy je nepochybně nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje přítomnost suchozemských stejnonožců na dané lokalitě. Stejnonožci aktivně vyhledávají vhodné podmínky míry vlhkosti, pokud by došlo k jejímu výraznému kolísání, mohlo by dojít k asymetrii některých částí těla, což je známkou stresu během růstu jedince (Vilisics et al. 2005). Kolísání vlhkosti tedy není pro stejnonožce přívětivé v případě, kdy dojde k nadměrnému suchu, ani v případě, kdy nastane nadměrné vlhko. U těchto jedinců dochází k úbytku hmotnosti a následnému zvýšení mortality (McQueen 1976a). Např. *Porcellio spinicornis* není schopno přežít dlouhodobý pokles vlhkosti pod 95 %, avšak i při nadměrné vlhkosti – (100 %), jedinci hynou (McQueen, Carnio 1974).

I přesto, že délka dne nemá vliv na růst stejnonožců (McQueen 1976a), ovlivňuje jejich reprodukci. Pomocí umělé úpravy délky dne, se mohou někteří zástupci reprodukovat dříve, než ti, kteří byli vystaveni kratší délce dne (McQueen, Steel 1980).

Vertikální distribuce členovců byla málo studovaná i navzdory jejich důležitosti při pochopení vzájemného vztahu mezi povrchem půdy a hlubšími vrstvami půdy (Doblas-Miranda 2008). Horizontální i vertikální pohyb je ovlivněn fyziologickým stresem. Mírný stres kolísá vlivem vnitřních a vnějších faktorů, jako je například relativní vlhkost, teplota, či nedostatek potravy, což způsobuje, že daný jedinec začne vyhledávat vhodnější podmínky. Po nějaké době může stres dosáhnout vyšších hodnot a jejich aktivita díky tomu bude méně pravděpodobná a to i navzdory možnému kolísání hladiny stresu. Ke zvýšení hladiny fyziologického stresu může dojít při neschopnosti vylézt na vertikální plochy, nebo na nich najít úkryt (Anselme 2018). Pokud však dojde k příliš silnému fyziologickému stresu, jedinci poté přejdou do prodloužených fází nehybnosti. Hodnoty prahových hodnot jsou pro daného jedince pevné, ale mohou se

mezi jednotlivci lišit. Někteří jedinci mohou být navíc náchylnější ke stresu než jiní (Anselme 2019).

1.1 Suchozemští stejnonožci

Suchozemští stejnonožci (*Oniscidea*) jsou malými živočichy (cca 3–20 mm), kteří patří do řádu stejnonožců (*Isopoda*) z podkmene korýšů (*Crustacea*). Jsou jedinou skupinou podkmene, která je plně adaptovaná na život na souši (Tuf 2013). Vyskytují se na mnoha stanovištích od mořského pobřeží až po nejvyšší vysokohorské polohy, přes tropické pralesy až po arktickou tundru nebo extrémní pouštní biotopy. Některé druhy se přizpůsobily k životu v podzemí a trvale žijí v jeskynním systému (Tajovský 2015).

Protože jsou suchozemští stejnonožci náchylní k vyschnutí, je pro ně nezbytné zdržovat se v místech s vysokou vzdušnou vlhkostí. Proto se s nimi obvykle setkáváme pod kameny, dřevem, v mechu, či ve spadaném listí, můžeme je ale také najít v kompostech, říčních náplavech atd.. Jejich běžnou potravou jsou zbytky rostlin většinou v pokročilejším stádiu rozkladu. Velkou část jimi pozřené stravy uvolňují nestrávenou zpět do okolního prostředí, a tím se hlavně větší druhy významně podílejí na rozmělnění odumřelého rostlinného materiálu, který se každoročně dostává na povrch (Tajovský 2015).

1.1.1 Celkový přehled druhů

Mezi druhy suchozemských stejnonožců, které jsem zastihla na dané lokalitě během pozorování, patřila svinka různobarvá (*Armadillidium versicolor*), svinka obecná (*Armadillidium vulgare*), stínka skvrnitá (*Porcellio spinicornis*) a stínka obecná (*Porcellio scaber*).

Svinka různobarvá

Svinka různobarvá má tělo vyklenuté a na průřezu polokruhovitě, povrch těla má hladký a lesklý. Zbarvena je hnědo-černě, se světlými skvrnami v 5 podélných řadách, její zbarvení je však značně variabilní. Svinka je schopná volvace a dorůstá délky 8–10 mm a šířky 4–4,5 mm (Frankenberger 1959).

Svinka obecná

Svinka obecná má silně klenuté tělo, oválného tvaru. Její zbarvení je velice proměnlivé – od černé přes hnědou i šedou barvu. Po těle mohou mít světlé skvrnky, nebo mohou být zcela bez kresby. Jejich povrch těla je hladký, lesklý. Je to nejběžnější druh v ČR (délka 12–17 mm, šířka 6–8 mm) a je schopen volvace (Frankenberger 1959).

Stínka skvrnitá

Zřejmě nejnápadnějším druhem je stínka skvrnitá. Má oválné a zploštělé tělo se žlutými a tmavými skvrnami a výrazně černou hlavou. Stínka skvrnitá má nápadně dlouhá tykadla, výrazně hrbolkatý povrch těla a její rozměry činí 12–15 mm na délku a 5–7 mm na šířku. Zbarvení těla je hnědošedé, skvrnitě se dvěma řadami žlutavých skvrn (Frankenberger 1959).

Stínka obecná

Její tělo je zploštělé a článkované. Povrch těla je značně klenutý a čelní lalok má tvar trojúhelníku. Zbarvení těla je šedé až hnědé. Stínka je neschopná volvace a měří 10-17 mm (Frankenberger 1959).

1.2 Vertikální aktivita

Vertikální aktivita je pro suchozemské stejnonožce důležitým aspektem. Vertikální povrchy, jako jsou stromy, či stěny budov totiž nabízí značné množství skulin vhodných k využití jako úkryt. Na tyto povrchy vylézají stejnonožci z půdy během noci, kdy dochází ke snížení teploty a zvýšení vzdušné vlhkosti, což jim umožňuje pohyb mimo úkryty. Vertikální distribuce členovců (podzemní) je velice důležitá pro porozumění vzájemného vztahu mezi povrchem půdy a hlubšími vrstvami půdy. S hloubkou půdy se snižuje hojnost jedinců avšak jen s malými rozdíly mezi stanovišti. Nicméně existují jedinci, kteří fungují jako spojky mezi povrchem a minerální půdou (Doblas-Miranda 2008).

Vertikální aktivita se dá rozdělit na pohyb jedinců mezi jejich úkryty na zemi a kmenem stromu (tzv.: „vertikální aktivita“) a na pohyb jedinců, kteří našli úkryt v dutinách stromů, nebo pod volnou kůrou mrtvých stromů (tzv.: „aktivita na stromech“). Nejen kmen, ale i okolí stromu nabízí suchozemským stejnonožcům značné

možnosti pro úkryty, z tohoto důvodu bývá u paty stromu více jedinců, než kdekoli jinde v oblasti. Stromy a stěny budov poskytují stejnonožcům příležitost vyhledat lokality s nižší vlhkostí vzduchu nad zemí, z tohoto důvodu někteří jedinci migrují na stromy s cílem najít nový úkryt nad úrovní terénu. Jestliže jsou stromy dostatečně vysoké a nabízí tak mnoho vhodných úkrytů můžeme očekávat, že čím více vlhkých nocí v řadě nastane, tím výše budou suchozemští stejnonožci vyhledávat úkryty (Den Boer 1961).

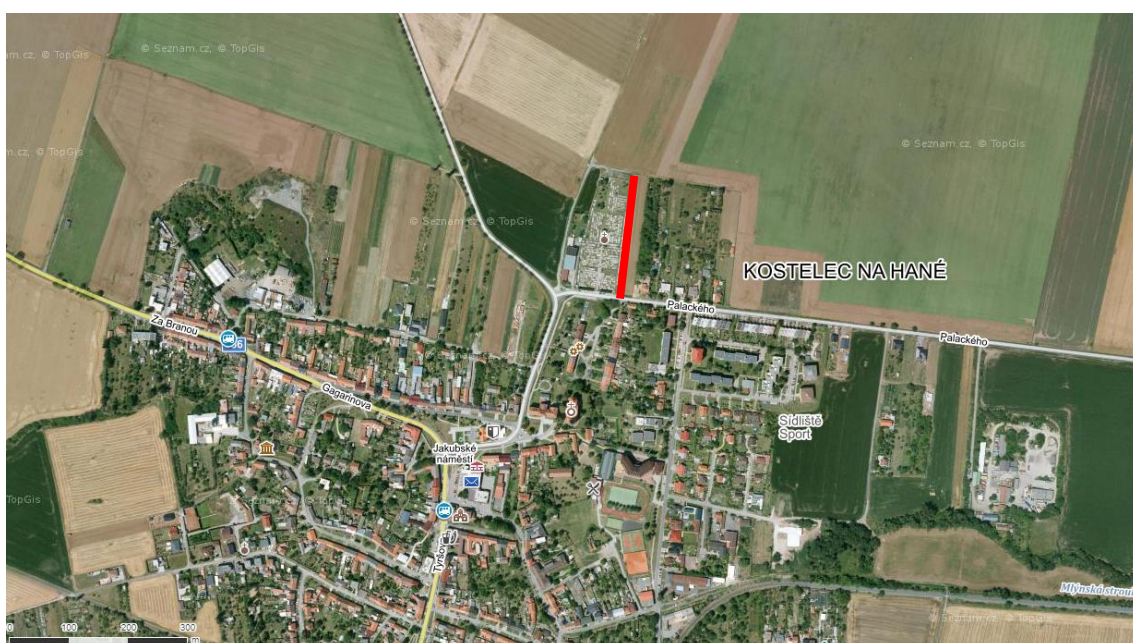
2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je sepsání literárního přehledu problematiky nadzemní vertikální aktivity vybraných skupin půdních bezobratlých se zaměřením na suchozemské stejnonožce – zejm. rodů *Porcellio* a *Armadillidium*. V praktické části je cílem zjištění charakteru vertikální aktivity půdních bezobratlých na zdech a popsání změn jejich aktivity na základě změny teploty, intenzity světla a vzdušné vlhkosti. Dalším cílem práce je zjištění preferované výšky nad zemí u jednotlivých druhů.

3. Materiál a metody

3.1 Lokalita výzkumu

Příprava před samotným terénním pozorováním spočívala ve vhodném výběru lokality. Ta musela být například veřejně přístupná, snadno a často kontrolovatelná, či s dostatečným zastoupením jednotlivých druhů. Lokalitu pro výzkum jsem vybrala na okraji zastavěné části města Kostelce na Hané v okrese Prostějov. Konkrétně šlo o cihlovou zeď místního hřbitova, která je navenek exponována východním směrem a nachází se přímo u pole (obr. 1). Z uvedené zdi se stejnonožci vyskytovali hlavně na prvních třiceti metrech její délky.



Obrázek 1: Obec Kostelec na Hané se znázorněním studované hřbitovní zdi (červeně)

3.2 Metody práce v terénu

Po výběru lokality jsem pomocí jejích opakovaných návštěv v různých částech dne vytipovala vhodnou dobu pro provedení pozorování, tedy kdy se na zdi vyskytoval značný počet jedinců z řad stejnonožců. Dobu pro pozorování jsem následně zvolila mezi 23. a 24. hodinou, jelikož se tento časový úsek jevil jako nejvhodnější. Poté jsem nafotila a odebrala několik jedinců pro přesné určení daného druhu. V zaznamenávání daných druhů pomocí fotografií jsem posléze pokračovala každý další den pozorování a ukládala je pro pozdější kontrolu určení přítomných druhů.

Samotné pozorování jedinců na dané lokalitě jsem poté zrealizovala v říjnu roku 2019. Pozorování jsem prováděla každý den ve stejnou dobu, po dobu jednoho týdne. Vždy jsem nejprve zaznamenala venkovní teplotu, vlhkost, čas a datum a poté uskutečnila samotné pozorování, které trvalo přibližně 40 minut. U každého jedince jsem změřila výšku nad povrchem země, ve které se nacházel, a druh daného jedince. Zeď jsem kontrolovala do výšky dvou metrů, výše jsem již žádné stejnonožce neviděla, či nedokázala rozpoznat. Veškerá pozorování jsem nahrávala na diktafon a poté zpracovala do tabulek v programu Microsoft office Excel. Tyto tabulky se poté staly předmětem statistické analýzy.

Po ukončení pozorování jsem následně odebrala i několik jedinců do lihu, pro pozdější případný rozbor jejich trávicího traktu a dalšího výzkumu. Na začátku každého pozorování jsem také měřila i světelnost pomocí luxmetru, ta se však vždy pohybovala od 0 do maximálně 2 luxů a to jen na první části zdi (přibližně tedy 6m od okraje zdi), která byla nejbližší k veřejné lampě. Na zbývajících částech zdi jsem naměřila 0luxů. Tyto změřené hodnoty však nebyly do analýzy vloženy, protože pro většinu pozorované části zdi byly hodnoty nulové a tudíž pro analýzu nepoužitelné.

3.3 Analýza dat

Analýza distribuce druhů proběhla v programu CANOCO 5.0 (Šmilauer, Lepš 2014). Do analýzy vstupovaly počty jedinců jednotlivých druhů stejnonožců v konkrétní výšce v každém pozorování jako *druhov*á data. Coby *environmentální data* byly kódovány konkrétní výšky nad zemí v centimetrech (*výška*), čas začátku výzkumu od setmění v minutách (*tma*), přítomnost stonožek, pavouků a sekáčů v dané výšce při kontrole (*predátoři*), teplota vzduchu v °C při začátku kontroly (*teplota*) a vlhkost vzduchu při začátku kontroly v % (*vlhkost*).

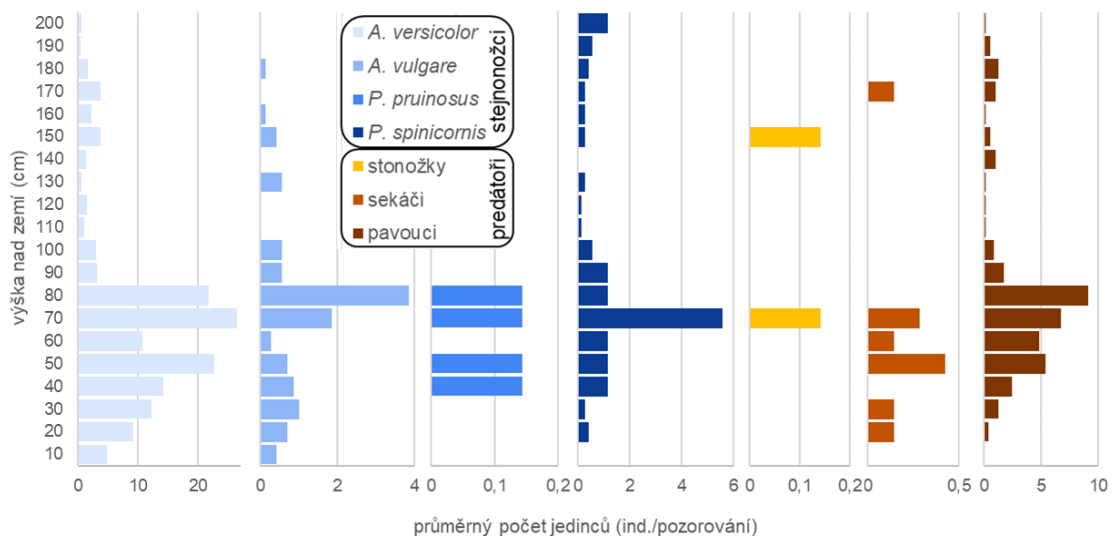
Délka gradientu v druhových datech umožňovala pouze redundanční analýzu (RDA). Pomocí Monte Carlo (499 opakování) testu jsem testovala významnost daného modelu a pomocí *forward selection* jsem testovala sílu jednotlivých prediktorů. Do RDA biplotu jsem vynesla pouze signifikantní prediktory.

Pro tyto jsem také připravila generalizované aditivní modely (GAM), zobrazující změny v početnostech jednotlivých druhů při změnách konkrétního faktoru. Do grafů jsem vynesla pouze druhy se signifikantní odpovědí na změny faktoru.

Obdobným způsobem jsem analyzovala i výskyt jednotlivých skupin predátorů. Jako *druhov*á data jsem použila početnosti stonožek, sekáčů a pavouků, *environmentální data* byla stejná, jako při analýze suchozemských stejnonožců. Namísto faktoru *predátoři* jsem ale použila faktor *potrava*, což byl součet všech jedinců suchozemských stejnonožců v dané výšce nad zemí v daném pozorování.

4. Výsledky

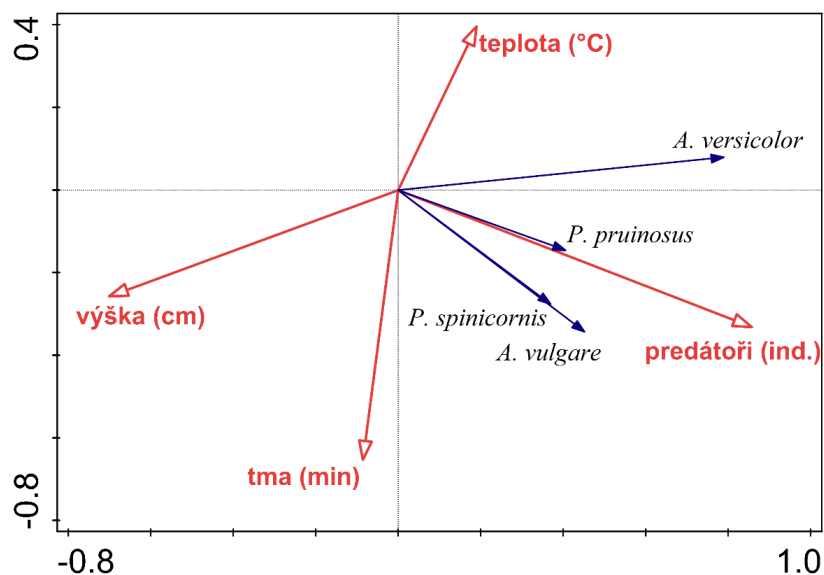
Na základě analýzy dat získaných z terénního výzkumu vyplývá, že mezi nejčtenější druh zástupců suchozemských stejnonožců (*Oniscidea*) patřila svinka různobarvá (*Armadillidium versicolor*), která se rovněž nacházela nejpočetněji v nejvyšších výškách, na rozdíl od ostatních zástupců – svinka obecná (*Armadillidium vulgare*), stínka skvrnitá (*Porcellio spinicornis*) a stínka obecná (*Porcellio scaber*), které se nacházely v menších výškách nad zemí. Nejčastější zástupce predátorů tvořili pavouci, kteří se vyskytovali po celé délce i šířce zdi, poté sekáči a nejméně zastoupeny byly na této lokalitě stonožky (obr. 2).



Obrázek 2: Vertikální distribuce zastižených bezobratlých na zdi – průměrný počet pozorovaných jedinců (ze 7 pozorování)

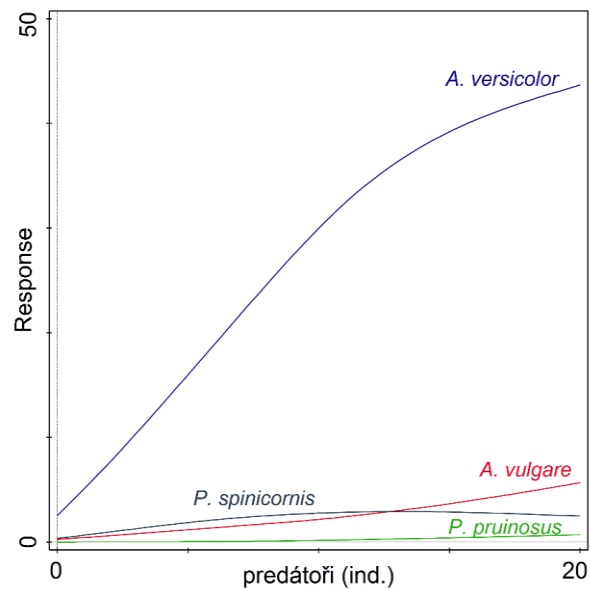
4.1 Suchozemští stejnonožci

Distribuce jednotlivých druhů stejnonožců byla vysvětlena pomocí čtyř environmentálních proměnných. Model RDA (obr. 3) dohromady vysvětluje 49,5 % variability v druhových datech, přičemž první osa vysvětluje 47,2 %. Celkový model je signifikantní ($F = 28,3$, $p = 0,002$). V grafu (obr. 3) jsou vykresleny pouze proměnné se signifikantním vlivem na výskyt stejnonožců. Nejsilnější význam má přítomnost predátorů ($F = 74,8$, $p = 0,002$), ale vliv má i výška ($F = 31,8$, $p = 0,002$), tma ($F = 4,8$, $p = 0,002$) a teplota ($F = 5,3$, $p = 0,01$). Nejvýznamněji se predikce týkaly druhu *A. versicolor*.



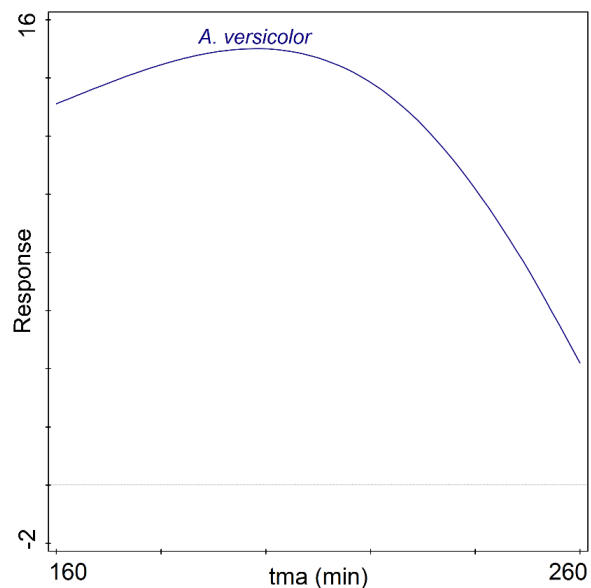
Obrázek 3: RDA biplot distribuce suchozemských stejnonožců v závislosti na environmentálních faktorech. Zobrazeny jsou pouze faktory se signifikantním vlivem.

Pro významné faktory byly vytvořeny statistické modely – (generalizovaný adaptivní model, GAM) Přítomnost predátorů významně predikovala výskyt všech čtyř druhů stejnonožců (obr. 4) Obvykle byl výskyt stejnonožců a jejich predátorů pozitivně korelován.



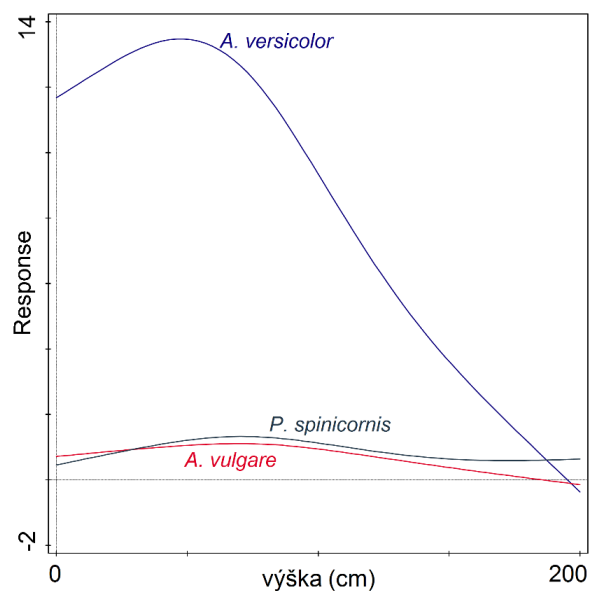
Obrázek 4: Výskyt suchozemských stejnonožců predikovaný pomocí přítomnosti jejich predátorů.

Ve studovaném intervalu výzkumu bylo zjištěno, že přibližně do 200 – 220min (cca 3,5h) po soumraku aktivita stejnonožců rostla a poté začala klesat. Významně však na tento faktor reagovala pouze svinka *A. versicolor*, pro kterou byla preferovaná doba 200min po setmění (obr. 5).



Obrázek 5: Výskyt suchozemských stejnonožců predikovaný dobou po setmění

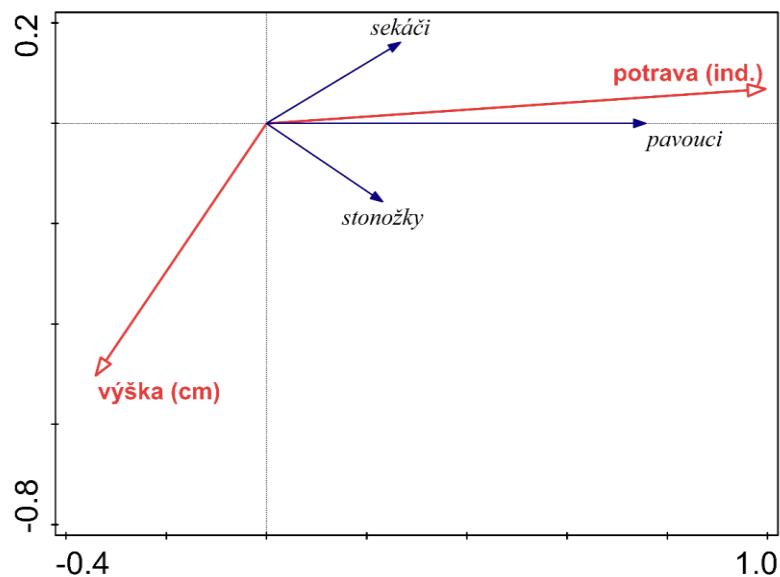
Výška nad zemí byla obecně nejméně významným faktorem výskytu jedince stejnonožců, nicméně tento faktor signifikantně predikoval výskyt tří druhů stejnonožců – *A.versicolor*, *A.vulgare* a *P.spinicornis*. (obr. 6). Nejvíce preferovaná výška pro *A.versicolor* a *P.spinicornis* byla přibližně 70cm a *A.vulgare* se vyskytovalo nejčastěji ve výšce okolo 80cm. S rostoucí výškou nad zemí pozvolna klesal počet jedinců.



Obrázek 6: Výskyt suchozemských stejnonožců predikovaný výškou výskytu

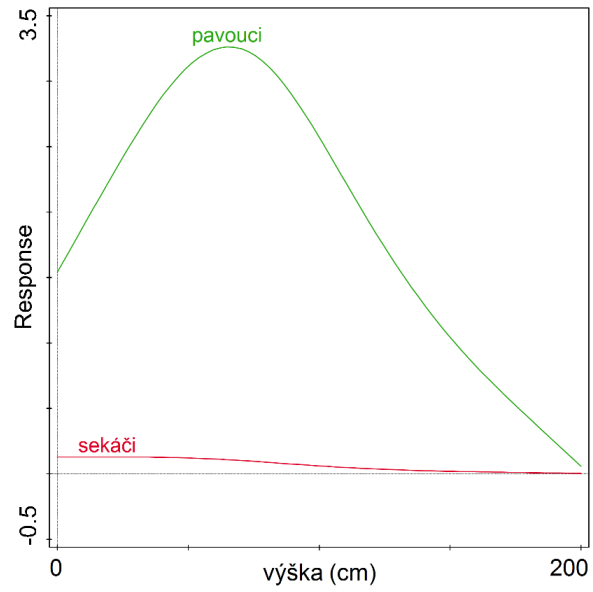
4.2 Predátoři

Distribuce modelových skupin predátorů – sekáčů, pavouků a stonožek, byla znázorněna pomocí RDA analýzy (obr. 7). Tento model je signifikantní ($F = 35,3$, $p = 0,002$) a vysvětluje 55,3 % variability v druhových datech. Jediné faktory, které signifikantně predikovaly přítomnost predátorů, byla přítomnost kořisti ($F = 178$, $p = 0,002$) a výška nad zemí ($F = 9,8$, $p = 0,002$). Teplota, vlhkost, ani čas po setmění neměly na přítomnost predátorů významný vliv.

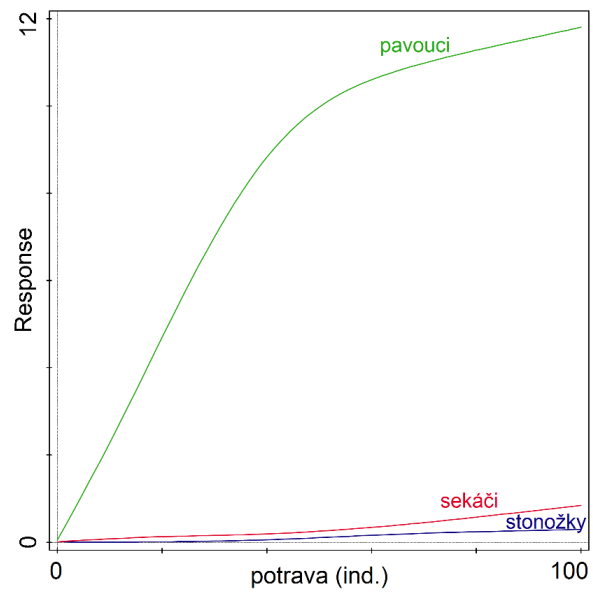


Obrázek 7: RDA biplot distribuce predátorů v závislosti na environmentálních faktorech. Zobrazeny jsou pouze faktory se signifikantním vlivem.

Výška signifikantně predikovala distribuci pavouků a sekáčů, ale ne stonožek (obr. 8). Pavouci preferovali výšku 80 cm nad zemí, naproti tomu sekáči preferovali nižší výskyt. U stonožek a sekáčů mírně roste jejich početnost v závislosti početnosti stejnonožců, (obr. 9), ovšem u pavouků jejich početnost roste strměji.



Obrázek 8: Výskyt predátorů predikovaný výškou výskytu



Obrázek 9: Výskyt predátorů predikovaný pomocí přítomnosti jejich potravy

5. Diskuze

Distribuce jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců podléhala čtyřem faktorům. Nejvýznamnějším faktorem pro výskyt stejnonožců byla přítomnost predátorů, dalším významným faktorem byla teplota, tma a výška. Vlhkost neměla až tolik význačný vliv.

Řada druhů suchozemských stejnonožců je synantropních, to znamená, že se vyskytují v blízkosti lidských obydlí, např. na zahradách, ve sklenících, sklepích, či pod hromadou dřeva. Často jsou také vázáni na ruderální stanoviště, nebo-li na stanoviště, které bylo pozměněno člověkem, např. navážky, skládky (Tajovský 2005). Charakteristickým druhem pro synantropní stanoviště v České republice je např. nejznámější stínka obecná (*Porcellio scaber*). Avšak velká část našich zástupců upřednostňuje stanoviště na skále - tzv. petrofilní druhy (Frankenberger 1959). Běžně se také po celém území ČR vyskytuje svinka obecná (*Armadillidium vulgare*), a to zejména v nižších polohách. Obývá různé biotopy, jakými jsou např. skalnaté stepi, lužní lesy, zříceniny, nebo staré lomy, v našich podmínkách se však převážně vyskytuje v okolí lidských sídel. Narozdíl od většiny našich stejnonožců ji můžeme nalézt i na poměrně suchých místech (Edney 1951). Mezi druhy zastížené na dané lokalitě patřila svinka různobarvá (*Armadillidium versicolor*), svinka obecná (*A. vulgare*), stínka skvrnitá (*Porcellio spinicornis*), stínka obecná (*P. scaber*) a v ojedinělém případě i stínka ojíňená (*Porcellionides pruinosus*).

Vertikální aktivitu u suchozemských stejnonožců jsem sledovala po dobu jednoho týdne, kdy jsem zaznamenávala aktuálně přítomné jedince. Vertikální aktivitou se také zabýval již Den Boer (1961). Jejich aktivitu, však studoval primárně na stromech. Pro pozorování pohybu jedinců zvolil jejich značení rychleschnoucím přípravkem. Takto označené jedince následně pozoroval v průběhu několika nocí. Zabýval se tedy aktivitou konkrétních jedinců, nikoli náhodných jedinců. Zjistil, že jedinci na stromě nezůstávají v průběhu celé noci, ale nejspíše se vrací zpět na povrch půdy, schovávají se ve skulinách stromů, nebo vylezou po kmeni výše. Z tohoto závěru lze odhadnout důvod snižování počtu jedinců v průběhu pozorování na mnou studované lokalitě.

Přítomnost predátorů predikovala výskyt stejnonožců, v tomto případě všech čtyř druhů. Obě tyto skupiny preferovaly podobné výšky, ačkoliv je velice pravděpodobné,

že predátoři nepreferují určitou výšku výskytu. Nejspíše je jejich výskyt podmíněn distribucí potravy, což ve své studii potvrzuje Mammola et.al (2018), kdy pozoroval pavouky na pouličním osvětlení, nebo také Vickerman a Sunderland (1975), kteří studovali aktivitu predátorů na vegetaci. Nejčastějšími zástupci predátorů, kteří se vyskytovali po celé délce i šířce zdi byli pavouci.

Kolísání teploty bylo nejvíce význačné pro svinku různobarvou (*A. versicolor*). Teplota má však vliv nejen na aktuální přítomnost suchozemských stejnonožců, ale také jejich vývoj. Pokud nastane v létě přílišné sucho, dojde k následné vysoké úmrtnosti mnoha druhů suchozemských stejnonožců a to zejména mladých jedinců (Zimmer 2004). Den Boer (1961) studoval také vzájemný vztah mezi teplotou a mírou aktivity na stromech a mezi mírou aktivity a vlhkostí vzduchu. Došel k závěru, že existuje negativní a významný vztah mezi množstvím aktivity na stromech a vlhkostí vzduchu, zatímco mezi mírou aktivity na stromech a teplotou neexistuje žádný vzájemný vztah. Pokud je tedy dostatečná vzdušná vlhkost, jedinci se nemusí schovávat do úkrytů. Tento poznatek se shoduje s mými výsledky, protože teplota sice signifikantně předpovídala distribuci stejnonožců v celkovém modelu, ale nedokázala signifikantně predikovat distribuci konkrétního druhu.

Také množství světla, neboli doba od západu Slunce určuje pohyb stejnonožců. Stejnonožci byli nejvíce aktivní přibližně do 200 – 220min (cca 3,5h) po soumraku. Do této doby aktivita stejnonožců rostla a poté začala klesat. Významně však na tento faktor reagovala pouze svinka různobarvá (*A. versicolor*), která preferovala dobu, kdy byla nejvíce aktivní přibližně 200min po setmění. Aktivitou stejnonožců se již zabývali Tuf a Jeřábková (2008). Ve své práci studovali aktivitu stejnonožců v průběhu celého dne i celého roku. Z výsledků zjistili, že některé druhy preferují konkrétní denní dobu, ve které jsou aktivní (např. hlavně za soumraku a ráno), avšak nejvíce druhů preferuje aktivitu hlavně za soumraku a o půlnoci.

Výška nad zemí byla obecně nejméně významným faktorem výskytu jedince stejnonožců, nicméně tento faktor signifikantně predikoval výskyt tří druhů stejnonožců – *A.versicolor*, *A.vulgare* a *P.spinicornis*. S rostoucí výškou nad zemí postupně klesal počet jedinců, avšak nejpočetnějším druhem, který se vyskytoval v nejvyšších výškách (do 2 metrů) byla svinka různobarvá (*A. versicolor*). Zástupci ostatních zkoumaných

druhů preferovali výskyt v nižších výškách. Nejvíce preferovaná výška pro *A.versicolor* a *P.spinicornis* byla přibližně 70cm a *A.vulgare* se vyskytovalo nejčastěji ve výšce okolo 80cm. Predátoři se zdržovali spíše v nižších výškách, kde měli dostatek kořisti, a proto jim vyšší výšky nevyhovovaly. Vertikální aktivitu na stromech zkoumal Den Boer (1961) do výšky dvou metrů, kdy zamezoval stejnonožcům pohyb po stromě pomocí pásků maziva, které nanášel před každým pozorováním po celém obvodu kmene.

6. Závěr

Ačkoliv jsou suchozemští stejnonožci součástí půdní fauny, jejich nadzemní vertikální aktivita je velice častá. Tato problematika mě zaujala, a proto jsem se v bakalářské práci aktivitou zabývala s cílem sepsat její literární přehled. Aktivitu stejnonožců jsem studovala po soumraku po dobu jednoho týdne na zdi, kdy jsem měřila výšku stejnonožců nad zemí, přítomnost predátorů, venkovní teplotu a vzdušnou vlhkost. Nasbírané hodnoty jsem dále zpracovala a porovnávala s jinými publikacemi. Pozorování jsem prováděla na podzim roku 2019.

Na studované lokalitě jsem zastihla 4 druhy stejnonožců z rodu *Porcellio* a *Armadillidium*, významně byli zastoupeni i predátoři – pavouci, sekáči a stonožky. Potvrdila jsem tedy jejich noční vertikální aktivitu a zjistila preferovanou výšku výskytu, která byla pro suchozemské stejnonožce kolem 70-80cm, stejně jako pro predátory. Výška nad zemí tedy signifikantně predikovala distribuci pavouků a tří druhů stejnonožců. Dále jsem zjistila, že změna teploty nejvíce ovlivňovala svinku různobarvou (*A. versicolor*) a vzdušná vlhkost neměla na vertikální aktivitu stejnonožců tolik význačný vliv. Nejvýznamněji výskyt stejnonožců predikovala přítomnost predátorů a nejvhodnější dobou pro aktivitu stejnonožců bylo cca 200-220min po soumraku, poté jejich aktivita již začala klesat. Mé závěry se tedy shodují s předchozími provedenými výzkumy.

Jelikož jsem nezaznamenala žádnou predaci, bylo by příhodné se dále zaměřit na důvod přítomnosti predátorů, zda se vyskytují na zdech opravdu kvůli potravě. Například pomocí predační testů v laboratoři, či analýzy obsahu žaludku. A také, zda jimi preferovaná výška souvisí s konzumací suchozemských stejnonožců. Dále by bylo vhodné zaměřit se na bližší výzkum zabývající se vertikální aktivitou svinky různobarvé (*A. versicolor*).

Literatura

1. **Anselme, P., (2018).** Rotational stress influences sensitized, but not habituated, exploratory behaviors in the woodlouse, *Porcellio scaber*. *Learning & Behavior*. (46), 294–305.
2. **Anselme, P., (2019).** Horizontal and vertical exploration in woodlice: A dual-process model. *Elsevier*. 55-56.
3. **Den Boer, P. J. (1961).** The ecological significance of activity patterns in the woodlouse *porcellio scaber* Latr. (Isopoda), s. 283-409
4. **Doblas-Miranda, E., Sánchez-Piñero, F., González-Megías, A., (2008).** Vertical distribution of soil macrofauna in an arid ecosystem: Are litter and belowground compartmentalized habitats? *Pedobiologia*. 361—373.
5. **Edney, E. B., (1951).** The evaporation of water from woodlice and the millipede *Glomeris*. *Journal of Experimental Biology*. 91-115.
6. **Frankenberger, Z., 1959.** Fauna ČSR. Stejnonožci suchozemští. Československá akademie věd.
7. **Hassall, M., Turner, J., Rands, M. (1987).** Effects of terrestrial isopods on the decomposition of woodland leaf litter. *Oecologia (Berlin)* 72: 597-604.
8. **Laška, V., Mikula, J., Tuf, I. H., (2008).** Jak hluboko žijí půdní bezobratlí? *Živa*, 56: 169-171.
9. **Mammola, S., Demonte, D., Triolo, P., Nervo, N., Isaia, M., (2018).** Artificial lighting triggers the presence of urban spiders and their webs on historical buildings. *Elsevier*. 187-194.
10. **McQueen, D. J., (1976a).** The influence of climatic factors on the demography of the terrestrial isopod *Tracheoniscus rathkei* Brandt. *Canadian Journal of Zoology*. (54), 2185-2199.
11. **McQueen, D. J., (1976b).** *Porcellio spinicornis* Say (Isopoda) demography. III. A comparison between field and laboratory data. *Canadian Journal of Zoology*. 2174–2184.

12. **McQueen, D. J., Carnio, J. S., (1974).** A laboratory study of the effects of some climatic factors on the demography of the terrestrial isopod *Porcellio spinicornis* (Say). *Canadian Journal of Zoology*. 599-611.
13. **McQueen, D. J., Steel, C. G. H., (1980).** The role of photoperiod and temperature in the initiation of reproduction in the terrestrial isopod *Oniscus asellus* Linnaeus. *Canadian Journal of Zoology*. 235-240.
14. **Oliver, P., Meechan, C., (1993).** Woodlice. Synopses of the British Fauna., (49), 136.
15. **Rudy, J., Ľuptáčík, P., Mock, A., Rendoš, M., (2018).** Terrestrial isopods associated with shallow underground of forested scree slopes in the Western Carpathians (Slovakia). *ZooKeys*. 323–335.
16. **Šmilauer, P., Lepš, J. (2014):** Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO 5. Cambridge University Press.
17. **Tajovský, K., Mlejnek, R., (2015).** Suchozemští stejnonožci (Oniscidea) v jeskyních České republiky. *Ochrana přírody*.
18. **Tuf, I. H., (2013).** Praktika z půdní zoologie. Olomouc. ISBN 978-80-244-3479-7.
19. **Tuf, I. H., Jeřábková, E., (2008).** *Diurnal epigeic activity of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea)*. Proceedings of the International Symposium of Terrestrial Isopod Biology, Shaker Verlag.
20. **Tuf, I. H., Tufová, J., (2008).** Proposal of ecological classification of centipede, millipede and terrestrial isopod faunas for evaluation of habitat quality in Czech Republic. *Časopis Slezského zemského muzea. Opava.* (57), 37-44.
21. **Vickerman, G. P., Sunderland, K. D., (1975).** Arthropods in Cereal Crops: Nocturnal Activity, Vertical Distribution and Aphid Predation. *Journal of Applied Ecology*. 755-766.
22. **Vilisics, F., Sóllymos P., Hornung, E., (2005).** Measuring fluctuating asymmetry of the terrestrial isopod *Trachelipus rathkii* (Crustacea: Isopoda, Oniscidea). *European Journal of Soil Biology*. (41), 85–90.
23. **Zimmer, M., (2004).** Effects of temperature and precipitation on a flood plain isopod community: a field study. *European Journal of Soil Biology*., 139–146.

24. **Zimmer, M., Brauckmann, H., Broll, G., Topp, W., (2000).** Correspondence analytical evaluation of factors that influence soil macro-arthropod distribution in abandoned grassland. *Pedobiologia*. 695–704.