

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta



Petra Čaganová

# **Distribuce vybraných skupin edafonu ve fragmentech stromové vegetace**

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 Hadrián Tuf, Ph.D.

Olomouc 2019



## **Prohlášení**

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

V Olomouci dne 5. května 2019

.....

podpis

ČAGANOVÁ P. 2019. Distribuce vybraných skupin ve fragmentech stromové vegetace. [bakalářská práce]. Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 33 stran, 2 přílohy, česky.

### **Abstrakt**

Vývoj a zdokonalení zemědělství sehrálo důležitou roli při přeměně krajiny. Z původních malých políček došlo k scelování polí v dlouhé lány. Z krajiny začaly mizet významné krajinné prvky, plošky, které se nacházely na okrajích nebo uprostřed polí. Tyto biotopy jsou významným stanovištěm pro různá společenstva. Cílem této bakalářské práce bylo popsat společenstva stonožek a stejnonožců, která byla nachytána do zemních pastí na těchto lokalitách v letech 2016 a 2017. Analyzovaly se environmentální proměnné působící na společenstva osídlující tyto plošky pro každou skupinu zvlášť. Environmentální proměnné se hodnotily jak pro abundanci jednotlivců, tak i pro početnost druhů. Klíčovým faktorem u stonožek byla diverzita dřevin a tloušťka opadu.

Klíčová slova: lesní fragmenty, zemědělství, Chilopoda, Oniscidea

ČAGANOVÁ P. 2019. Distribution of soil fauna in wood fragments. [bachelor's thesis] Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc. 33 pp. 2 Appendices, in Czech.

### **Abstract**

The development and improvement of agriculture has played an important role in the transformation of the landscape. The original small diverse patches were spliced into vast uniform fields. Important landscape features, wood or bush patches that were on the edges or in the middle of the fields, began to disappear from the landscape. These habitats are an important stands for different communities. The aim of this bachelor thesis was to define the communities of centipedes and terrestrial isopods, were caught in pitfall traps in selected localities in 2016 and 2017. Environmental variables affecting community size and structure were analysed for both group separately. Environmental variables were assessed for abundance of individuals and abundance of species. Wood diversity and litter thickness were the key factor for distribution centipedes

Keywords: forest fragments, agriculture, Chilopoda, Oniscidea

## Obsah

Seznam tabulek: .....	vii
Seznam obrázků: .....	viii
<b>1. Úvod</b> .....	1
1.1 Historie a vývoj zemědělství .....	1
1.2 Krajinné plošky a jejich význam .....	5
<b>2. Cíle práce</b> .....	7
<b>3. Materiál a metody</b> .....	8
3.1 Lokality .....	8
3.2 Vzorkování společenstev půdních bezobratlých .....	9
3.3 Environmentální proměnné .....	9
3.4 Determinace .....	10
3.5 Analýza dat .....	10
<b>4. Výsledky</b> .....	11
4.1. Distribuce stejnonožců na lokalitách .....	12
4.2. Distribuce stonožek na lokalitách .....	13
4.3 Vlivy environmentálních proměnných na početnost druhů a jedinců .....	14
<b>5. Diskuze</b> .....	17
<b>6. Závěr</b> .....	20
<b>7. Literatura</b> .....	21
<b>8. Přílohy</b> .....	24

## Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled celkového materiálu nachytaných stonožek v letech 2016 a 2017 včetně jejich početnosti .....	11
Tab. 2: Přehled celkového materiálu nachytaných suchozemských stejnonožců v letech 2016 a 2017 včetně jejich početnosti .....	12
Tab. 3: Jednotlivé environmentální proměnné se signifikantními výsledky pro distribuci stonožek ve fragmentech stromové vegetace.....	15

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Letecký snímek kulturní krajiny jižní Moravy s vyznačenými lokalitami výzkumu.....	8
Obrázek 2: Ordinační diagram RDA analýzy stejnonožců (Isopoda) a vlivů environmentálních proměnných.....	13
Obrázek 3: Ordinační diagram RDA analýzy početnějších druhů stonožek (Chilopoda) a vlivů environmentálních proměnných.....	14
Obrázek 4: Generalizovaný aditivní model závislosti počtu druhů stonožek a jejich početnosti na diverzitě dřevin daného stromového porostu. ....	15
Obrázek 5: Generalizovaný aditivní model závislosti počtu druhů stonožek a jejich početnosti na tloušťce vrstvy opadu daného stromového porostu. ....	16



## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu práce doc. Ivanu H. Tufovi za konzultace, odborné rady, materiál a především za jeho čas, který se mnou nad touto prací strávil. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Ondřeji Horňákovi a Ing. Janu Černoorskému za pomoc při sběru dat v terénu a při analýze. Děkuji svým rodičům a přátelům za podporu.

V Olomouci 5. května 2019

# 1. Úvod

## 1.1 Historie a vývoj zemědělství

Zemědělství se řadí k nejstarším činnostem, které od pradávna ovlivňují krajinu. Vzniklo nezávisle na sobě na vícero místech světa. Před 8000 lety se dostalo do Evropy, člověk hospodaří v krajině a podílí se na utváření jejího charakteru a funkce v ekosystému. Zemědělství můžeme rovněž považovat za výrazný faktor, který působí na přírodní krajinné struktury a tím vytváří reliéf kulturní krajiny (Šarapatka et al., 2008).

### Neolitická revoluce

Neolitická revoluce se ve Střední Evropě datuje kolem roku 5300 - 4300 před Kristem. V mladší době kamenné dochází k zásadnímu převratu ve způsobu obživy. Člověk přestává být závislý na přírodě jako zdroji obživy, kdy jeho jediným zdrojem potravy byl lov či sběr plodů. Začíná se aktivně podílet na vytváření vlastního zdroje obživy. Po celou dobu neolitické revoluce dochází ke kolonizaci. Osídlenci si vybírali pro zakládání osad převážně území v nižších nadmořských výškách. Osídlovali místa v blízkosti vodních toků, které jsou důležitou součástí života, a kde se vyskytují úrodné sprašové půdy.

Změny způsobené neolitickou revolucí se netýkaly pouze obživy, ale například zdokonalení a vývoje nástrojů. Vidět byly i ve změně bydlení, kdy docházelo ke stavbě stálých sídel a v blízkosti domů se zakládala políčka. Území byla převážně zalesněna, a proto v první fázi docházelo ke kácení a vypalování lesů, kdy hovoříme o tzv. žárovém zemědělství. Plochy, které vznikly po vypálení lesa, měly sloužit jako pastvina pro dobytek. Pro pěstování plodin sloužily vypálené plochy jednu maximálně dvě úrody a pak už se tam nechával pást jen dobytek (Beranová a Kubačák, 2010).

V mladší době kamenné nebyla ještě známá orba, používání rádlu se na naše území dostalo až kolem roku 3200 - 2000 před Kristem. Největším problémem při tehdejší způsobu hospodaření se jevílo zarůstání půdy plevelem. Dokud půda nezarostla plevelem úplně a nepásl se na ni dobytek, bylo možné ji využívat 3-4 roky, poté se ponechávala volně bez obhospodařování několik let. Políčka byla soustředěna kolem sídel, vždy jen v takové vzdálenosti, kde byli majitelé schopni dojít pěšky.

V časovém úseku 40 let se dalo takto hospodařit, než byly vyčerpány možnosti okolí a lidé byli nuceni se stěhovat do jiných míst. Stěhování a znovu osídlování sebou nese změny v krajině, kde dochází k odlesnění půd a jejímu znovu zalesnění. Vzhledem k delšímu časovému úseku nejsou změny až tak radikální a krajina je schopna seberegenerace prostřednictvím semen v půdě. Přestože se člověk začíná podílet na vývoji krajiny, stále převládá divoká krajina, která je formována přírodními silami. Nejméně dotčené přírodní oblasti byly močály a lužní lesy, kterým se trasy k přeosídlení vyhýbaly, rovněž to nebyla ani vhodná území pro stavbu osad či zakládání políček. Ke konci mladší doby kamenné jsou pro krajinu v oblasti sídel typické listnaté lesy s věkově rozmanitým stromovým porostem a založená políčka různých velikostí a tvarů (Lokoč a Lokočová, 2010).

### **Zemědělství ve středověku**

V raném středověku (cca 500 – 1000 našeho letopočtu) dochází k nárůstu populací a vnitřní kolonizaci, při ní dochází k osídlení území, která zatím nebyla osazená. Okolo roku 700 n. l. přicházely na naše území slovanské kmeny a budovaly trvalé osady, pozměnily typ hospodaření a přešly na tzv. přílohové hospodářství (Löw a Míchal, 2003). K předchozímu modelu hospodaření, kdy se střídalo obdělávání půdy s dobou, kdy pole zůstávala ladem k obnově a zarůstala, se přiložila další oraná plocha (<http://www.akademon.cz/source/epl.htm>, citováno 8. 4. 2019). Raný středověk přinesl rozmach zemědělské krajiny, kde byla více zastoupena plužina než lesy.

Období raného středověku vystřídal románské období z let 1000 – 1200 n. l.. V tomto období se stále hospodaří přílohovým systémem a v oblastech méně příznivých pro hospodaření přetrvává žárové zemědělství. Velkým posun vpřed zaznamenalo zemědělství v oblasti nástrojů, kdy došlo ke zdokonalení těžkého pluhu, který nahradil dřevěný hák či plazové oradlo. Kolem roku 1250 se pozměnil způsob hospodaření a začala se používat trojpolní soustava (Löw a Míchal, 2003). Plochy určené k obdělávání se rozdělily na tři hony, kde se postupně vysévaly ozimé obiloviny, poté jarní obiloviny a poslední část rozděleného celku (úhoru) sloužila k pastvě drůbeže nebo dobytka (Hejduk, 2012).

Pozdní středověk nepřinesl žádné velké změny ve způsobu hospodaření, pouze dochází ke zlepšování trojpolního systému. Úhor - půda, která dřív zůstávala ladem

k obnovení, se začala také osévat plodinami. Vysévaly se plodiny, které zlepšovaly půdu jako například pícniny či okopaniny (Beranová a Kubačák, 2010).

### **Průmyslová revoluce**

Po třicetileté válce došlo k úpadku zemědělství. Poválečné následky nenesl jen krajina, ale také vývoj zemědělských nástrojů se neposunul. Pokles obyvatel a nevyhovující nástroje zapříčinily, že pole byla nedostatečně obdělávaná a vynášela malou úrodu. Po válce byla vybita většina dobytka, s tím byl spojen nedostatek hnojiva, což bylo dalším faktorem, že půdy byly málo úrodné. Zvrat nastal v roce 1774, kdy došlo ke zdokonalení secího stroje, o který se zasloužil Josef Wunderlich. Dalším posunem ve vývoji zemědělských nástrojů bylo zkonstruování pluhu s válcovitou radlicí, na kterém se podíleli bratři Veverkové.

Zlepšení zemědělských nástrojů vedlo k vyšší intenzitě obhospodařování. Úhor, který se již nenechával ležet ladem, ale vysévaly se na něm různé druhy pícnin, zajišťoval dostatek potravy pro dobytek. Chov dobytka se zvýšil a díky tomu se dostávalo více a lepšího hnoje. Dostatek kvalitnějšího hnojiva, kultivace půdy a změna ve složení osevního postupu, zastoupily funkci úhoru. S nárůstem obyvatelstva stoupla poptávka po rostlinné i živočišné výrobě. Trojpolní soustava byla nedostačující, a proto se přešlo na nový způsob hospodaření - střídavý osevní systém (Beranová a Kubačák, 2010).

Nový systém přinesl i zvětšení orné půdy asi o 25% a zmenšila se plocha úhorů. Postupně se také přecházelo z pastvin na stájový chov dobytka (Löw a Míchal, 2003). V dobách, kdy zemědělství dosahovalo největšího vývoje, se u nás začala používat umělá hnojiva. Do té doby se využívalo pouze chlévské mrvy, popele a bahna z rybníků. Vápno patří mezi prvotiny umělých hnojiv, které se u nás v té době používaly. Až kolem roku 1850-1890 došlo k nárůstu druhů a množství umělých hnojiv. Největší význam měla průmyslová hnojiva, převážně fosforečná, proto byla kolem roku 1870 postavena továrna pro výrobu fosforečných hnojiv (Jakubec a Jindra, 2007).

### **Zemědělství v období válek**

Válečné období mělo výrazně negativní vliv na vývoj zemědělství. Největší problém byl v nedostatku pracovních sil na statcích. Většina hospodářů byla v době války

povolána do armády. Zbytek rodiny se snažil dále obhospodařovat pole, bohužel pracovní síly byly nedostatečné, a tak bývali nuceni své usedlosti prodat. Statky se dostávaly do rukou lidem, kteří na nich nehospodařili, ale čekali na konec války, kdy levně nakoupené pole prodají za vyšší obnos. Další potíže, se kterými se museli hospodáři vyrovnat, byly odvody potravin státu, posílané na frontu. Nevyhnuly se jim ani problémy s polními škůdci (například třásněnka, mšice, chrousti, atd.), kteří napadali obilí a další plodiny. V důsledku toho se zvýšila ochrana ptáků a dalších zvířat, která se živila hmyzem (Balcarová et al., 2017). Válečné období se zapsalo do dějin zemědělství jako období, které pozastavilo prudký rozvoj z předchozích let.

### **Socialistické hospodářství**

Po druhé světové válce započal odsun německých obyvatel ze Sudet a do jejich domovů se stěhovalo české obyvatelstvo. Nejprve se osídlovaly příznivější oblasti, jako byla jižní Morava, později docházelo k osídlování i méně úrodnějších oblastí. Spousta sídel v pohraničním území zanikla a zarostla porostem. Ovocné stromy vyskytující se v nepřístupných porostech, bývají ukazatelem posledních zbytků sídel (Löw a Míchal, 2003). Změna v režimu v československém státě měla výrazný dopad na zemědělství, k moci se dostali komunisté a prosadili kolektivizaci. Systém hospodaření dosáhl naprosté obměny, kdy ubývalo soukromých a menších statků a budovala se jednotná zemědělská družstva. Celý systém hospodaření směřoval k co nejvyšším výnosům, což mělo za následek omezení druhové bohatosti pěstovaných plodin a nadměrnou spotřebu chemických látek a minerálních hnojiv.

Svůj účel to splnilo a výnosy se zvýšily, za to kvalita zemědělské půdy se zhoršila. Rovněž dalším úskalím v zemědělství bylo zmenšení rozlohy obdělávané půdy v dopadu na rozrůstání se městských sídel, těžbě surovin, zalesňování neobhospodařovaných pozemků. V jednotě zemědělského družstva každý člen zastával svou funkci, a tak neměl široký přehled o hospodaření, jako to bývalo v minulých letech u rolníků. Na polích pracovala těžká technika, která měla problémy se dostat do méně přístupných míst, svažitého terénu nebo do členitých ploch, tak se tato území přestala obhospodařovat. Dalším faktorem, který ovlivnil proměnu krajiny v socialistických letech, byly pozemkové úpravy, díky kterým došlo ke zvýšení efektivity práce na polích. Byly vytvořené dlouhé lány, na kterých se pěstovaly monokultury (Lokoč a Lokočová, 2010). Z krajiny se vytrácela její mozaikovitost, která

podléhala sjednocování polí. Druhy, vázané na heterogenitu krajiny, mizely či se stávaly ohroženými. Skupinou živočichů, která byla nejvíce zasažena změnou systému hospodaření, jsou denní motýli. Jejich výrazný úbytek ještě podtrhl fakt, že většina denních motýlů jsou ohrožené či dokonce kriticky ohrožené druhy (Šarapatka et al., 2008). Podíl na stávající se homogenitě krajiny měly polní cesty, které zanikaly. Z krajiny začaly mizet krajinné prvky jako meze, liniové zeleně, louky, remízky. Upravovaly se toky, z původně meandrujících toků, se staly rovné toky (Lokoč a Lokočová, 2010).

## **1.2 Krajinné plošky a jejich význam**

Přeměna lesa na zemědělskou půdu společně s intenzifikací a specializací vedla ke snížení původního lesního porostu. To má za následek snížení krajinné heterogenity i pokles druhové bohatosti. Malé lesní plošky jsou začleněné do zemědělských oblastí, jejich ochrana je zanedbávaná, přestože mají klíčové postavení pro zachování biologické rozmanitosti. Jsou často jedinými polopřirozenými biotopy vyskytující se v těchto krajinách (Varela et al., 2018). V evropském zemědělství tvoří pouze zlomek celkových ploch, intenzifikace zemědělství má za následek stále klesající počet těchto biotopů (Diekötter et al., 2008). Plošky jsou v krajině charakterizovány svou velikostí, tvarem, charakterem hranice a vnitřní heterogenitou se liší od okolí. Okraje krajinných plošek se stýkají s různými typy prostředí a vytváří ekoton - přechodnou zónu mezi dvěma společenstvy. Ekoton je prostorový prvek v krajině, který se vyznačuje rozměrovými vlastnostmi – délkou, šířkou a výškou. Výšku určuje charakter vegetace, její jednotlivá patra: bylinné, keřové, stromové (Kilianová et al., 2009). V přechodové zóně působí odlišné světelné, tepelné a srážkové podmínky jinak než v okolí. Co se týče diverzity druhů, mají ekotony vyšší druhovou bohatost a tím i stabilnější společenstva (Hora et al., 2009).

Významů krajinných plošek může být více, nejvýrazněji se však projevuje v zemědělské oblasti, kde vyznačují okraj pole, vytváří ochranné pásmo pro zvířata, ale i plodiny, které chrání před větrem. Zvířatům mohou rovněž posloužit jako migrační koridory. Dalším významem plošek je, že snižují riziko vodní a větrné eroze nebo zabraňují masivnímu přenosu zemědělských chemikálií větrem. Celkově se podílí

na vyšší diverzitě krajiny, uchovávají krajinný ráz a historické dědictví (Šarapatka et al., 2008).

Možností vzniku krajinných plošek je několik. Ploška vznikla jako pozůstatek ovocného sadu, který se původně vyskytoval v těchto místech. Často to bývá v místech, kde se dříve vyskytovala sídla, která zanikla. Dominantními dřevinami této plošky jsou pak ovocné stromy. Další z možností výskytu remízku v zemědělské oblasti je, že se rozléhá v těžko přístupném terénu pro zemědělskou techniku, tudíž se nedá orat a zůstal ponechán volnému rozvoji. Plošky mohou být zachovány v místech jako zbytky původního lesa. Pro zemědělskou techniku jsou nedostupné i pásy podél vodních toků kvůli podmáčené půdě, a tak zůstává zarostlý pás s dřevinami a rostliny vyskytujícími se podél vodních toků. Remízky mohou být umělé vytvořeny vysazenými monokulturami. Tyto malé biotopy - živé ploty, silniční příkopy, odvodňovací příkopy, malé potoky, houštiny a další nekultivované oblasti, které leží uvnitř a mezi poli, jsou důležité pro všechny druhy, závislé na sladké povrchové vodě, stromech, keřích a bylinách (Agger a Brandt, 1988).

## **2. Cíle práce**

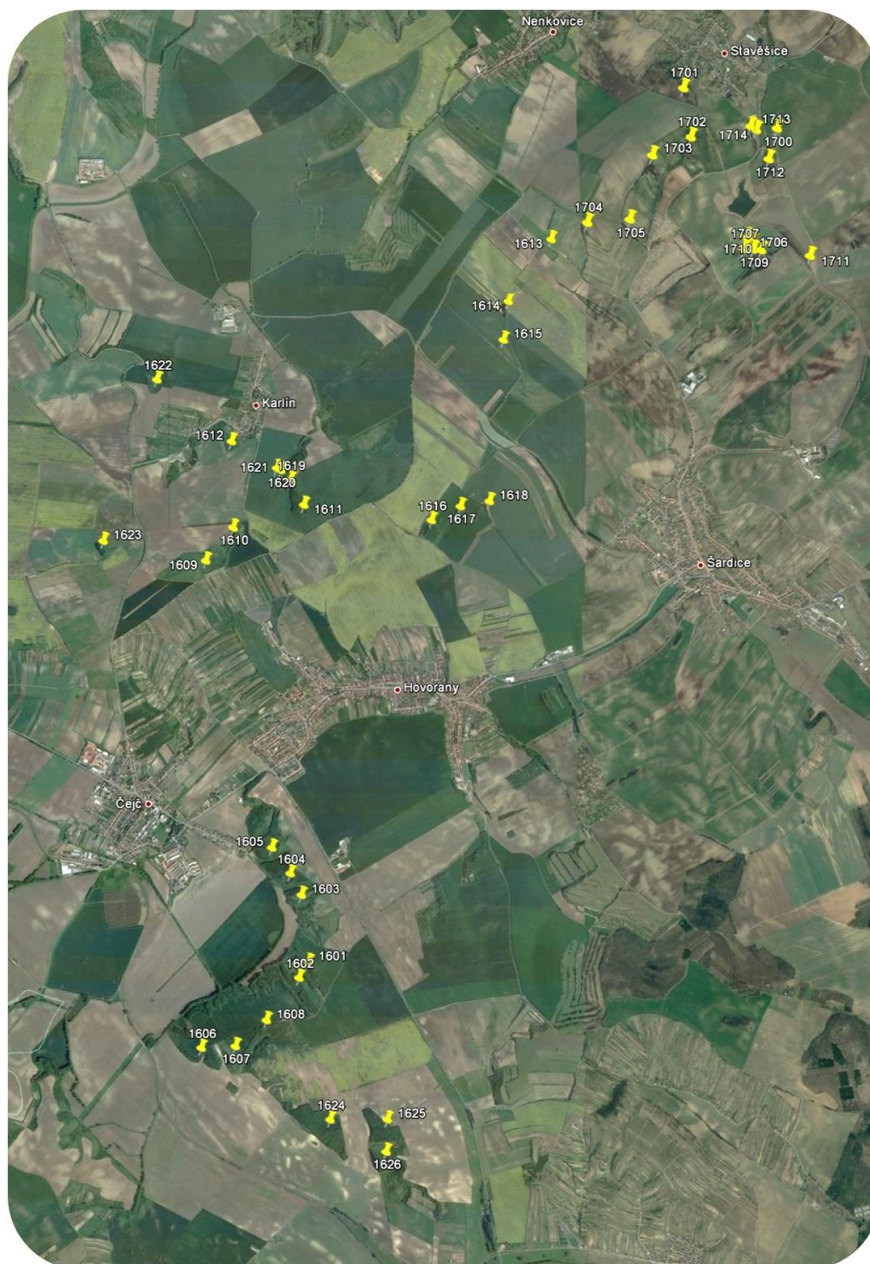
Tato bakalářská práce se zabývá distribucí edafonu ve fragmentech stromové vegetace v kulturní krajině. Cílem této práce je zhodnotit význam těchto fragmentů pro výskyt konkrétních druhů půdních bezobratlých a analyzovat vlivy jednotlivých charakteristik porostů pro jejich abundance.



### 3. Materiál a metody

#### 3.1 Lokality

Pro výzkum bylo vybráno 40 lokalit stromových porostů v rámci jižní Moravy, konkrétně to byly lokality v katastru obcí Šardice, Čejč a Hovorany v okrese Hodonín. Konkrétní plochy stromové vegetace byly vybírány dle satelitních snímků na základě nejlepší přístupnosti automobilem. Pozice těchto lokalit je znázorněna v leteckém snímku (obr.1).



**Obrázek 1:** Letecký snímek kulturní krajiny jižní Moravy s vyznačenými lokalitami výzkumu

### 3.2 Vzorkování společenstev půdních bezobratlých

Ke sběru edafonu byly instalovány zemní pasti, které patří k nejrozšířenější a nejúčinnější metodě při odchytu půdních bezobratlých. Na daných lokalitách bylo po dobu 3 týdnů instalováno 5 zemních pastí, výzkum probíhal v letech 2016 a 2017, přičemž každá lokalita byla vzorkována jen v jednom roce.

Zemní past je složená z plastové nádoby zakopané do země, aby hrdlo nádoby bylo v rovině se substrátem. Živočich pohybující se po substrátu se dostane k okraji nádoby a sklouzne do ní. V nádobě je roztok formaldehydu v 4% koncentraci. Roztok je smrtící a zároveň fixační, což zabraňuje rozkladu jedinců. Nad každou zakopanou nádobou byla instalovaná stříška z větví či kusu kůry, která kryla nádobu proti napadání listů.

### 3.3 Environmentální proměnné

Na každé lokalitě se hodnotily vybrané environmentální vlastnosti:

- opad - měřila se výška opadu v centimetrech
- zápoj - vyhodnocen na stupnici 1 - 4, přičemž 1 odpovídá zápoji minimálnímu (0 – 25 % viditelné oblohy je zakryto korunami stromů), 2 zápoji mírnému (26 - 50 %), 3 zápoji silnějšímu (51 - 75 %) a 4 zápoji maximálnímu (76 - 100 %)
- pokryvnost - bylinného patra byla vyjádřena v procentech, přičemž 0 % - minimální pokryvnost, půda bez vegetace, 100 % - půda zcela pokryta vegetací
- jednoděložné rostliny - v rámci bylinného patra byla pokryvnost dělena na jednoděložné a dvouděložné rostliny, hodnotilo se procentuální zastoupení 0 % = žádné jednoděložné rostliny, 100 % = pokryvnost pouze jednoděložnými rostlinami
- dvouděložné rostliny - hodnocení v procentech, 0 % = žádné dvouděložné rostliny, 100 % maximální pokryv dvouděložnými rostlinami

- vlhkost půdy - na každé lokalitě byl odebíráán vzorek půdy, pomocí navážky před a po vysušení neboli gravimetrické metody, jsme stanovili vlhkostní poměry půdy v procentech
- diverzita dřevin - počet jednotlivých druhů dřevin na lokalitě, hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1 - 7
- akát – dominance akátu, který se na lokalitách často vyskytoval jako invazivní dřevina, jeho zastoupení jsme vyjádřili v procentech
- plocha – velikost vybraných plošek se pohybovala v rozmezí od 0,04 do 11 ha

### **3.4 Determinace**

Nachytaný edafon byl vytríděn do taxonomických skupin. S využitím binokulárního mikroskopu a pomocí determinačního klíče od Neckařové (2009), jsem určila stonožky do druhové úrovně. Stejnonožci byli determinováni na úroveň druhu dle klíče od Malinkové (2009).

### **3.5 Analýza dat**

Pro zpracování dat jsem použila program Microsoft Excel 2007, kde do předpřipravené tabulky obsahující čísla pastí, jsem zaznamenala chycené druhy a jejich počty na dané lokalitě. V další tabulce vytvořené v Excelu byly zaznamenány podrobné údaje ohledně jednotlivých lokalit. Pro analýzu dat byl využíván program CANOCO 5. Při testování dat byl konstruován model přímé ordinace s omezením RDA (redundancyanalysis), které byla použita pro testování abundance a druhové bohatosti bezobratlých (závislé proměnné), ve vztahu k jednotlivým faktorům prostředí (nezávislé proměnné). Statistická významnost jednotlivých proměnných byla dále testována pomocí metody Forward selection of explanatory variables. Pro posouzení trendů v abundanci a druhové bohatosti bezobratlých vůči statisticky významným predátorům (nezávislé proměnné), jsme využili zobecněných aditivních modelů (GAM Generalizedadditivemodels).

## 4. Výsledky

Celkový počet jedinců, který se do pastí nachytl v letech 2016 a 2017, činil 1385 jednotlivců. U skupiny stonožek (*Chilopoda*) to bylo 254 jedinců, z nichž nejpočetnější byly druhy *Lithobius forficatus* a *Lithobius microps* (tabulka 1). U skupiny suchozemských stejnonožců (*Isopoda*, *Oniscidea*) byla početnost nachytaného materiálu několikanásobně vyšší, kdy se do zemních pastí chytlo 1131 jedinců. V nejvyšším zastoupení se vyskytovaly druhy *Armadillidium vulgare* a *Porcellium collicola* (tabulka 2).

**Tabulka 1:** Přehled celkového materiálu nachytaných stonožek v letech 2016 a 2017 včetně jejich početnosti

Druh	Početnost
Chilopoda	254
Lithobiomorpha	
Henicopidae	
<i>Lamyctes emarginatus</i> Newport, 1844	3
Lithobiidae	
<i>Lithobius aeruginosus</i> Koch, 1862	2
<i>Lithobius austriacus</i> Verhoeff, 1937	1
<i>Lithobius crassipes</i> Koch, 1862	2
<i>Lithobius curtipes</i> C.L.Koch, 1847	1
<i>Lithobius cyrtopus</i> Latzel, 1880	1
<i>Lithobius erythrocephalus</i> C.L.Koch, 1847	9
<i>Lithobius forficatus</i> Linnaeus, 1758	169
<i>Lithobius micropodus</i> (Matic, 1980)	2
<i>Lithobius microps</i> Meinert, 1868	46
<i>Lithobius mutabilis</i> Koch, 1862	15
Geophilomorpha	
Geophilidae	
<i>Geophilus electricus</i> (Linnaeus, 1758)	3

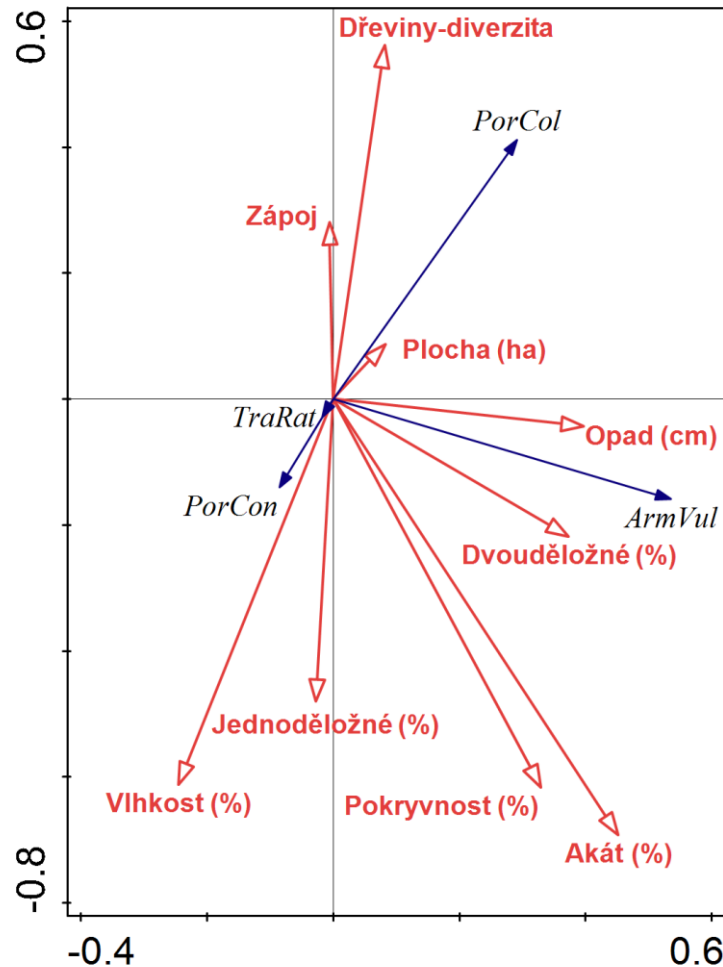
**Tabulka 2:** Přehled celkového materiálu nachytných suchozemských stejnonožců v letech 2016 a 2017 včetně jejich početnosti

Druh	Početnost
Isopoda	1131
Oniscidea	
Trichoniscidae	
<i>Hyloniscus riparius</i> (Koch, 1838)	2
Platyarthridae	
<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i> Brandt, 1833	1
Trachelipodidae	
<i>Porcellium collicola</i> (Verhoeff, 1907)	447
<i>Porcellium conspersum</i> (Koch, 1841)	21
<i>Trachelipus rathkii</i> (Brandt, 1833)	108
Armadillidiidae	
<i>Armadillidium vulgare</i> (Latreille, 1804)	552

#### 4.1. Distribuce stejnonožců na lokalitách

Pro testování abundance a druhové bohatosti stejnonožců (*Isopoda*) byla použita metoda přímé ordinace s omezením RDA (redundancy analysis). Z analýzy byly vyřazeny početně málo zastoupené druhy: *Hyloniscus riparius* a *Platyarthrus hoffmannseggii*. Celkový model je podle Monte Carlo permutačního testu nesignifikantní ( $F = 1,3$  a  $p = 0,184$ ), vysvětlená variabilita v druhových datech činí 25,2 %, přičemž první kanonická osa vysvětluje 15,2 % variability dat a druhá osa 6 %.

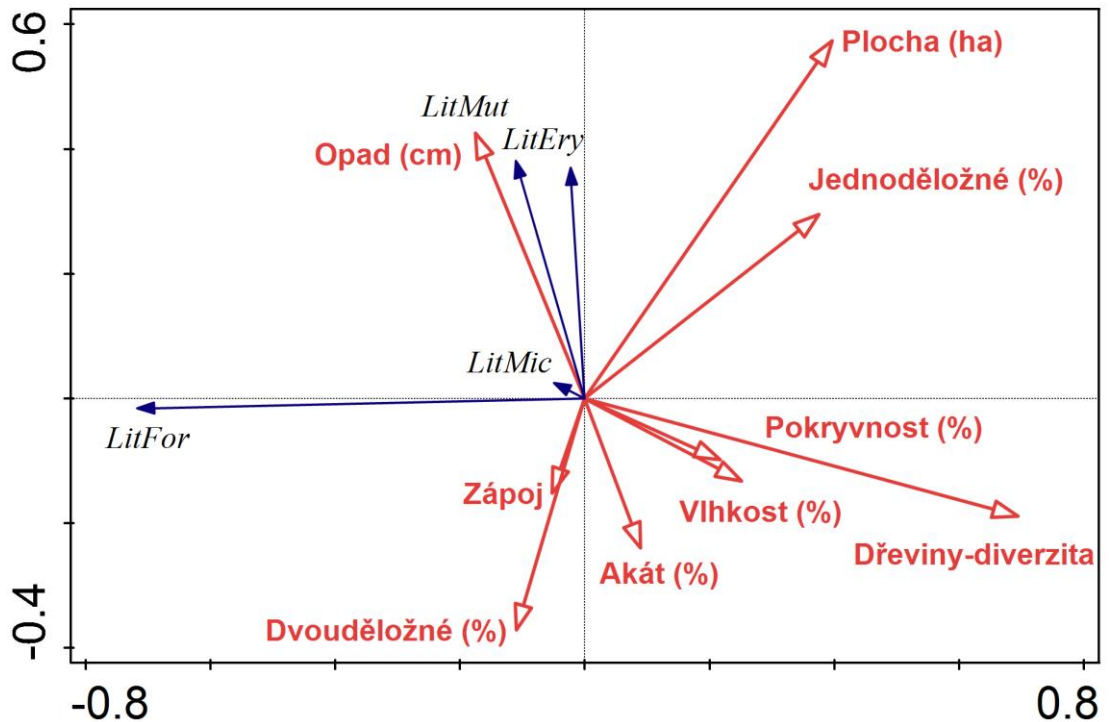
Z grafu 1 (obr. 2) lze vyčíst, že druh *Porcellium collicola* se vyskytoval na lokalitách s vyšší diverzitou dřevin a preferoval spíše oblasti sušší, kde bylo nižší procento vlhkosti v půdě. *Armadillidium vulgare* si pro svůj výskyt volilo lokality s vyšší vrstvou opadu a převažujícím výskytem dvouděložných rostlin nad jednoděložnými rostlinami.



**Obrázek 2:** Ordinační diagram RDA analýzy stejnonožců (Isopoda) a vlivů environmentálních proměnných

#### 4.2. Distribuce stonožek na lokalitách

Skupina stonožek (*Chilopoda*) byla testována pomocí přímé ordinace s omezením RDA (redundancyanalysis). Po vyřazení druhů *Lithobius curtipes*, *Lithobius micropodus*, *Lithobius austriacus*, *Lamyctes emarginatus*, *Lithobius crassipes*, *Lithobius aeruginosus*, *Lithobius cyrtopus* a *Geophilus electricus*, jejichž početnost nebyla větší než 3 jedinci, testování významnosti RDA ukázalo, že osa x dokáže vysvětlit 27 % pozorované variability v druhových datech a osa y další 3 %. Celý model je signifikantní ( $F = 1,8$ ,  $p = 0,034$ ) a vysvětluje 32,3 % variability v druhových datech (obr. 3).



**Obrázek 3:** Ordinační diagram RDA analýzy počtějších druhů stonožek (Chilopoda) a vlivů environmentálních proměnných

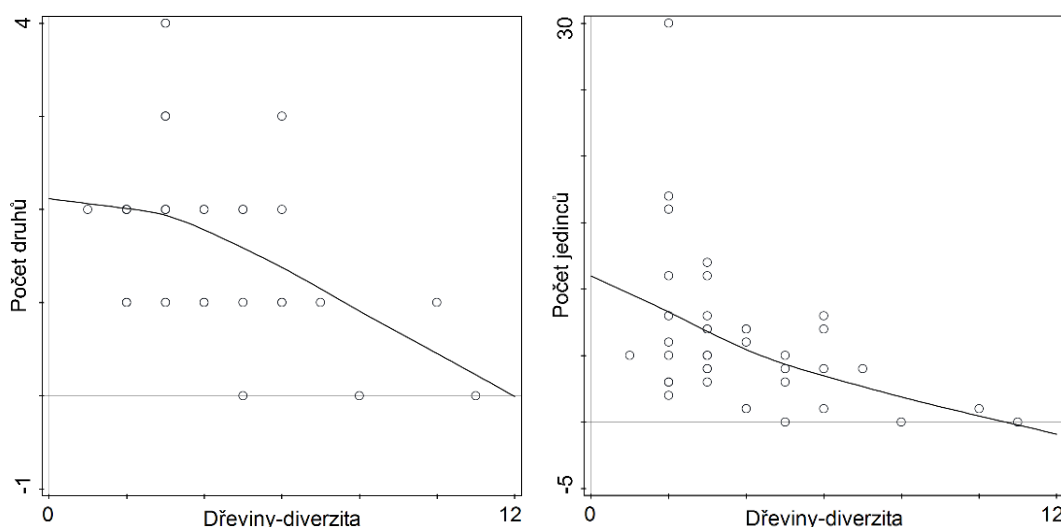
Graf 2 (obr. 3) znázorňuje pozitivní vliv opadu na druhy *Lithobius mutabilis* a *Lithobius erythrocephalus*, které se vyskytovaly na plochách s větší vrstvou opadu. Oba druhy rovněž preferovaly rozsáhlejší plochy. Na lokalitách, kde byl dominantní dřevinou akát, se téměř vůbec nevyskytoval druh *Lithobius mutabilis*. *Lithobius forficatus* byl odchytáván na lokalitách s nižší procentuální pokryvností bylinného patra a na lokalitách s chudší diverzitou dřevin.

#### 4.3 Vlivy environmentálních proměnných na početnost druhů a jedinců

Po použití funkce Forward selection jsme vybrali pouze environmentální proměnné, které z analýzy vyšly se signifikantními hodnotami (tabulka 3), a tou byla vlhkost ( $F = 2,6$ ,  $p = 0,048$ ), diverzita dřevin ( $F = 5,9$ ,  $p = 0,004$ ) a na hranici signifikantních hodnot se projevila environmentální proměnná – pokryvnost jednoděložnými rostlinami ( $F = 2,4$ ,  $p = 0,054$ ).

**Tabulka 3 :** Jednotlivé environmentální proměnné se signifikantními výsledky pro distribuci stonožek ve fragmentech stromové vegetace

Name	Explains %	Contribution %	pseudo-F	p
dřeviny-diverzita	13,4	41,5	5,9	0,004
vlhkost (%)	5,7	17,5	2,6	0,048
jednoděložné (%)	5,0	15,5	2,4	0,054

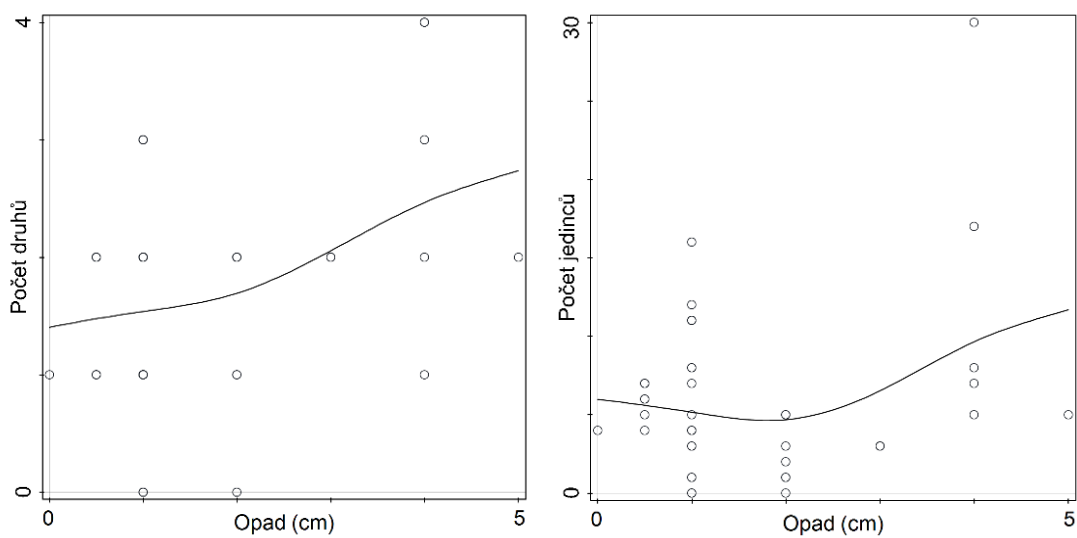


**Obrázek 4:** Generalizovaný aditivní model závislosti počtu druhů stonožek a jejich početnosti na diverzitě dřevin daného stromového porostu.

Pomocí generalizovaného aditivního modelu GAM jsem vyjádřila závislost mezi diverzitou dřevin a druhovou diverzitou stonožek ( $F = 5,3$ ,  $p = 0,009$ ) a diverzitou dřevin a celkovou početností stonožek ( $F = 4,2$ ,  $p = 0,022$ ). Z obou grafů (obr. 4) lze vyčíst, že s rostoucí diverzitou dřevin klesá počet druhů i počet jedinců dominantních druhů stonožek.

Podobné generalizované aditivní modely jsem sestrojila pro zobrazení závislosti mezi množstvím opadu a diverzitou stonožek ( $F = 3,8$ ,  $p = 0,032$ ) a množstvím opadu a početností stonožek ( $F = 3,7$ ,  $p = 0,033$ ). S rostoucí tloušťkou vrstvy opadu docházelo k nárůstu počtu druhů (obr. 5). Lze vidět, že určitý počet jedinců preferuje menší výšku opadu. V určité fázi dochází k mírnému poklesu počtu jedinců s rostoucí výškou. S dalšími přibývajícemi centimetry opadu pak křivka ukazuje rychlý nárůst početnosti jedinců (obr. 5).





**Obrázek 5:** Generalizovaný aditivní model závislosti počtu druhů stonožek a jejich početnosti na tloušťce vrstvy opadu daného stromového porostu.

## 5. Diskuze

Cílem této bakalářské práce byla distribuce modelových skupin edafonu ve fragmentech stromové vegetace a zhodnocení významu fragmentů pro výskyt těchto druhů. Rovněž se analyzovaly vlivy jednotlivých charakteristik porostů na početnost druhů, ale i na celkovou abundanci jedinců.

Většina zemědělské krajiny v Evropě se skládá z mozaiky rozptýlených fragmentů, které jsou polopřirozeným stanovištěm, jako například zbytky lesů. Vzájemné interakce mezi lesní fragmenty a zemědělskou krajinou ovlivňuje ekosystémové procesy, hlavně koloběh živin (Smedt et al., 2018). Obecně se udává, že heterogenita biotopů zvyšuje druhovou početnost na těchto lokalitách (Jabin et al., 2007). Půdní bezobratlí mají důležitou roli při toku energie a živin v ekosystému, rozkládají mrtvý organický materiál. Velikost populace půdních bezobratlých a jejich působení na fyzikální procesy v půdě a koloběh živin, mohou být narušeny kultivačními procesy, převážně používáním hnojiv (Anderson, 1988).

Výzkum Jabina et al. (2007) vysvětluje, že v listnatých lesích Střední Evropy, ve kterých byly provedené zásahové úpravy, je nižší počet druhů než u lesů neobhospodařovaných. Naopak v bukových lesích nebo v lesích, kde neprobíhá management, se vyskytoval až dvojnásobek počtu druhů. Stonožky (*Chilopoda*) v obhospodařovaných listnatých lesích dosahovaly početnosti okolo 200 jedinců na čtvereční metr, kdežto v bez zásahových lesích to bylo až 400 jedinců. To potvrzuje i Bani et al. (2012), že složení lesních porostů hraje významnou roli pro složení společenstva členovců (*Arthropoda*), včetně stonožek (*Chilopoda*) a stejnonožců (*Isopoda*).

U skupiny stejnonožců (*Isopoda*) bylo nacytáno přes 1000 jednotlivců. Nejhojněji se vyskytující druh byl *Armadillidium vulgare*, který se soustřeďoval do míst s vyšší vrstvou opadu. Další druhem vyskytujícím se ve větší početnosti bylo *Porcellium collicola*, které bylo vázáno na lokality s vyšší diverzitou dřevin, což také ve své studii potvrzuje Smedt et al. (2018), stejnonožci si vybírají lokality s vyšším druhovým spektrem stromů. *Armadillidium vulgare* a *Trachelipus rathkii* jsou eurytopní druhy, schopné kolonizovat lesní stanoviště. *Armadillidium vulgare* je druh méně se vyskytující na lesních stanovištích (Tajovský et al., 2018), což prokázala i analýza

v této práci, že si vybíralo stanoviště s menší diverzitou dřevin a preferovalo spíš stanoviště s výskytem dvouděložných rostlin.

Stejnonožci (*Isopoda*) a mnohonožky (*Diplopoda*) jsou dominantní makrodetritivoři žijící v lesích mírného pásma s kyselými písčitými půdami (Smedt et al., 2016). Výskyt jednotlivých druhů je v závislosti druhů na vlhkosti. Okraje lesních plošek jsou teplejší a sušší ve srovnání s vnitřkem plošky. Proto druhy odolné vůči suchu se vyskytují na okrajích plošky, zatímco vlhkomilné druhy mají na okraji sníženou aktivitu. Vlhkost tak působí jako klíčový ekologický faktor v životním prostředí (Smedt et al., 2018). U druhu *Porcellium collicola* byla stanoviště s vyšší vlhkostí nevhodná a proto si vybíralo sušší oblasti. Naproti tomu druh *Trachelipus rathkii* je vázán na vlhké prostředí (Frankenberger, 1959) a společně i s ním i *Porcellium conspersum* (obr. 2).

U skupiny stonožek (*Chilopoda*) byl opad jednou z výrazných environmentálních proměnných, který se podílel na nárůstu druhové bohatosti a počtu jedinců se zvyšujícím se množstvím opadu, což ve své studii potvrzuje i Faly a Brygadyrenko (2018). Rovněž uvádí, že rozmanitost bezobratlých se na plochách měla tendenci snižovat podél gradientu bylinného porostu, druhy vyskytující se v analýze mnou studovanými plochami, vyhledávaly lokality s nižším procentuálním zastoupením bylinného porostu.

Další významným faktorem byl výskyt trnovníku akát (*Robinia pseudoacacia*). Druhy *Lithobius mutabilis* a *Lithobius erythrocephalus* se téměř vůbec nevyskytovaly na lokalitách s výskytem akátu, jak píše ve své studii Štrobl et al. (2019) trnovník akát má negativní vliv na početnost i diverzitu členovců.

Na okrajích lesních fragmentů dominují druhy tolerantní k suchu, což je dáno tím, že na okrajích plošek je nižší vlhkost půdy. Na okrajích lesních plošek byla vypočítána vyšší aktivita, která by mohla být způsobena vyšší teplotou při okrajích, a tím by mohl být vyvážen negativní vliv snížené vlhkosti půdy (Smedt et al., 2018). Leśniewska et al. (2015) zmiňuje, že druh *Lithobius mutabilis* dominuje na teplejších a sušších stanovištích, teplotou jsem se ve své práci nezaobírala, ale výskyt na lokalitách s nižší vlhkostí byl potvrzen i v mé studii.

*Lithobius forficatus* je eurytopní druh, vyskytující se téměř v celé Evropě. Rovněž je bez velkých nároků na prostředí, velmi často se vyskytuje v umělém a

kultivovaném prostředí, umělých lesích, městských a příměstských oblastech. *Lithobius microps* preferuje sušší lokality s vyšší teplotou a nižší vlhkostí půdy (Zapparoli a Biondi, 2007), což jsem zaznamenala i ve své studii.

Stonožky jsou významnou skupinou pro hodnocení podmínek stanovišť. Informace o druhovém složení společenstev stonožek, struktuře dominantních druhů a jejich dynamice, tak může být užitečná při charakterizaci konkrétních typů lokalit, kde se vyskytují (Leśniewska et al., 2015).

## 6. Závěr

V této bakalářské práci se vyhodnocovaly environmentální proměnné působící na společenstva stonožek (*Chilopoda*) a stejnonožců (*Isopoda*). Posuzovaly se vazby druhů k prostředí na lokalitách v okolí obcí Šardice, Čejč a Hovorany. Ke sběru edafonu byly použité zemní pasti, které byly instalované v letech 2016 a 2017. Do zemních pastí se nachytalo 1385 jedinců, přičemž větší část materiálu představovali stejnonožci. Nejvíce zastoupeným druhem v rámci početnosti stonožek byl *Lithobius forficatus* a u skupiny stejnonožců *Amadillidium vulgare*.

Klíčovým faktorem převážně pro skupinu stonožek byla vlhkost. Stonožky preferovaly spíše sušší oblasti, ale s větší tloušťkou opadu. Žádnému z dominantních druhů stonožek nevyhovoval výskyt akátu na stanovišti, stejně jako vysoká diverzita dřevin. Naopak to bylo u stejnonožců, ti si spíše vybírali lokality s vyšší diverzitou dřevin, hlavně druh *Porcellium collicola*. Je zřejmé, že fragmenty stromové vegetace hrají významnou roli v distribuci půdních bezobratlých v zemědělské krajině.

## 7. Literatura

- Anderson, J.M., (1988). Invertebrate-mediated transport processes in soils. *Agric. Ecosystems Environ.*, 24: 5-19.
- Agger P., Brandt J. (1988). Dynamics of small biotopes in Danish agricultural landscapes. *Landscape Ecology*. 1(4): 227–240.
- Baini F., Pitzalis M., Taiti S., Taglianti A. V., Zapparoli M., Bologna M. A. (2012). Effects of reforestation with *Quercus* species on selected arthropod assemblages (Isopoda Oniscidea, Chilopoda, Coleoptera Carabidae) in a Mediterranean area. *Forest Ecology and Management* 286 (2012) 183–191
- Balcarová J., Kubů E., Šouša J. (2017). *Venkov, rolník a válka v českých zemích a na Slovensku v moderní době*. 1.vyd. Praha: Národní zemědělské muzeum, s.p.o. 437pp.
- Beranová M., Kubačák A. (2011). *Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě*. 1.vyd. Praha: Libri. 430pp.
- Diekötter T., Billeter R., Crist T. O. (2008). Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes. *Basic and Appl. Ecol.* 9: 298–307.
- Faly, L. I., Brygadyrenko, V. V. (2018). Influence of the herbaceous layer and litter depth on the spatial distribution of litter macrofauna in a forest plantation. *Biosystems Diversity*, 26(1), 46–51. doi: 10.15421/011807
- Frankenberger, Z. (1959). *Stejnonožci suchozemští - Oniscoidea*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd. 212pp.
- Hejduk S. (2012). Jetel luční. Rostlina, která změnila evropské zemědělství. *Vesmír*, 91: 642-646.
- Hora P., Tuf I. H., Machač O., Brichta M., Tufová J. (2009). Ekoton – prosté rozhraní nebo specifický biotop? *Živá* 1/2009 : 25-27

- Jabin M., Topp W., Kulfan J., Zach P. (2007). The distribution pattern of centipedes in four primeval forests of central Slovakia. *Biodivers Conserv.* 16:3437–3445
- Jakubec I., Jindra Z. (2007). Dějiny hospodářství českých zemí. Od počátku industrializace do konce habsburské monarchie. 1.vyd. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova v Praze. 471pp.
- Kilianová H., Pechanec V., Lacina J., Halas P. a kolektiv (2009). Ekotony v současné krajině. Analýza modelování ekotonů v povodí Trkmanky. 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 166pp.
- Leśniewska M., Jastrzębski P., Stańska M., Hajdamowicz I. (2015). Centipede (Chilopoda) richness and diversity in the Bug River valley (Eastern Poland). In: Tuf I.H., Tajovský K. (Eds) Proceedings of the 16th International Congress of Myriapodology, Olomouc, Czech Republic. *ZooKeys* 510: 125–139. doi: 10.3897/zookeys.510.8763
- Lokoč R., Lokočová M. (2010). Vývoj krajiny v České republice. 1.vyd. Brno: Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělání. 85 pp.
- Löw J., Míchal I. (2003). Krajinný ráz. 1.vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce,s.r.o. 551pp.
- Malinková L. (2009). Suchozemští stejnonožci České republiky s obrazovým atlasem. [bakalářská práce] Univerzita Palackého, Olomouc.
- Neckařová M. (2009). Stonožky řádu Lithobiomorpha České republiky. [bakalářská práce] Univerzita Palackého, Olomouc.
- Smedt P.D., Baeten L., Berg M.P., Gallet-Moron E., Brunet J., Cousins S.A.O., Decocq G., Diekmann M., Giffard B., Frenne P.D., Hermy M., Bonte D., Verheyen K. (2018). Desiccation resistance determines distribution of woodlice along forest edgeto-interiorgradients. *European Journal of Soil Biology* 85 (2018). 1-3.
- Smedt P.D., Baeten L., Proesmans W., Berg M. P., Bruent J., Cousins S. A. O., Decocq G., Deconchat M., Diekmann M., Gallet-Moron E., Giffard B., Liira J., Martin L., Ooms A., Valde's A., Wulf M., Hermy M., Bonte D., Verheyen K. (2016).

Linking macrodetritivore distribution to desiccation resistance in small forest fragments embedded in agricultural landscapes in Europe. *Landscape Ecol* (2018) 33: 407–421.

Smedt P.D., Wuyts K., Baeten L, Schrijver A.D., Proesmans W., Frenne P.D., Ampoorter E., Remy E., Gijbels M., Hermy M., Bonte D., Verhyen K. (2016). Complementary distribution patterns of arthropod detritivores (woodlice and millipedes) along forest edge-to-interior gradients. *Insect Conservation and Diversity* (2016) 9. 456-469.

Šarapatka B., Niggli U. a kolektiv (2008). *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*. 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 271pp.

Štrobl M., Saska P., Seidl M., Kocian M., Tajovský K., Řezáč M., Skruhovec J., Marhoul P., Zbuzek B., Jakubec P., Kadlec T. (2019). Dopady trnovníku akátu na společenstva členovců lesních fragmentů v intenzivní zemědělské krajině. *Zoologické dny Brno 2019, Sborník abstraktů z konference*. 192-193.

Tajovský K., Štrichelová J., Tuf I.H. (2018). Terrestrial isopods (Oniscidea) of the White Carpathians (Czech Republic and Slovakia). *Zookeys* 801: 305-321.

Varela E., Verheyen K., Valdés A., Soliño M., Jacobsem J. B., Smedt P. D., Ehrmann S., Gärtner S., Górriz E., Decocq G. (2018). Promoting biodiversity values of small forest patches in agricultural landscapes: Ecological drivers and social demand. *Science of the Total Environment* 619-620. 1319-1329

Vašků Z. Vývoj základních systémů exploatace krajiny [online]. c 11.12.2001, [cit. 8.4.2019]. Dostupné na <http://www.akademon.cz/source/epl.htm>.

Zapparoli M., Biondi I. (2007). Chilopodi della riserva naturale regionale monte rufeno e aree adiacenti (Lazio, Italia centrale) (Chilopoda). *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 62 (1-4) (2007): 1-40.



## 8. Přílohy

**Příloha 1:** Tabulka názvů a odpovídajících zkratk druhů

Název druhu	Zkratka
<i>Armadillidium vulgare</i>	ArmVul
<i>Lithobius erythrocephalus</i>	LitEry
<i>Lithobius forficatus</i>	LitFor
<i>Lithobius microps</i>	LitMic
<i>Lithobius mutabilis</i>	LitMut
<i>Porcellium collicola</i>	PorCol
<i>Porcellium conspersum</i>	PorCon
<i>Trachelipus rathkii</i>	TraRat

**Příloha 2:** Data

Veškerý souhrn dat je zaznamenán v excelovských tabulkách, které jsou spolu s elektronickou verzí bakalářské práce umístěné na přiloženém CD.